

การศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน กรณีศึกษาพื้นที่  
อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง



ธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงค์

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสมรรถกฤตเทคโนโลยี

กุมภาพันธ์ 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

การศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัด  
ลำปาง



ธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงศ์

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี

กุมภาพันธ์ 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

A STUDY OF ELECTRICITY GENERATION FROM RENEWABLE ENERGY POTENTIALITY CASE  
STUDY: MAE MOH DISTRICT, LAMPANG PROVINCE



A Dissertation Submitted to University of Phayao  
in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Doctor of Philosophy Degree in Energy Management and Smart Grid Technology  
February 2023  
Copyright 2023 by University of Phayao

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาค่าศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัด  
ลำปาง

ของ ธีัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงศ์

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสามารถคิดเทคโนโลยี  
ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์  
(รองศาสตราจารย์ ดร. วัฒนพงศ์ รัถย์วิเชียร)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีชระ วงศ์ปัญญา)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(ดร. บุญวัฒน์ วิจารณ์พล)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(ดร. เกศนีย์ อื่นอ้าย)

..... อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา  
(ดร. ประเมษฐ์ สิทธิสันต์)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประพิธาร์ ธนารักษ์)

..... คณบดีคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ต่อพงศ์ กรีธาชาติ)

<b>เรื่อง:</b>	การศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
<b>ผู้วิจัย:</b>	ธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงศ์, วิทยานิพนธ์: ปร.ด. (การจัดการพลังงานและสมรรถกิริยาเทคโนโลยี), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2565
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา:</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัชร วงศ์บุญโญ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.บุญวัฒน์ วิจารย์ผล ดร.เกศนีย์ อื่นอ้าย
<b>คำสำคัญ:</b>	พลังงานทดแทน, พลังงานแสงอาทิตย์, พลังงานชีวมวล

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเหมาะสมของรูปแบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตามหลักการพัฒนาอย่างยั่งยืน 3 P : คุณภาพขั้นพื้นฐาน (Profit–People–Planet) ผลจากการศึกษาแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 585 คน พบว่าลำดับแรกได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนก่อให้เกิดการจ้างงานให้แก่คนในพื้นที่อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนสามารถเป็นศูนย์การเรียนรู้ให้แก่ชุมชนอยู่ในระดับมาก และโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนเป็นพลังงานสะอาดไม่มีมลภาวะเป็นลำดับสุดท้าย ผลจากการศึกษาศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าบ้านจำป๋วยมีพื้นที่ มากกว่า 420,000 m<sup>2</sup> ซึ่งจากการจำลองการผลิตไฟฟ้า PVsyst 7.1 กำลังไฟฟ้าสูงสุด 520 kW<sub>p</sub> (Normal STC) พบว่าต้องใช้ PV module (JKM 325PP–72 Plus) ขนาด 325 kW<sub>p</sub> จำนวน 1,600 แผง และใช้ Inverter Solar Edge ขนาด 33.3 kWac จำนวน 14 หน่วย ใช้พื้นที่ในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้า ทั้งหมด 3,105 m<sup>2</sup> สามารถผลิตปริมาณพลังงานไฟฟ้าได้ 520 kW<sub>p</sub> สามารถทดแทนการผลิตไฟฟ้าจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลได้ 815.2 MWh/ปี หรือ 19,202.8 MWh ส่งผลทำให้สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 488.0 tCO<sub>2</sub>-eq/ปี หรือคิดเป็น 11,494.8 tCO<sub>2</sub>-eq ตลอดอายุโครงการ 25 ปี (Emission factor ของไฟฟ้าเท่ากับ 0.5986 kgCO<sub>2</sub>-eq/kWh) และผลจากการศึกษาศักยภาพพลังงานชีวมวล พบว่าชีวมวลที่มีปริมาณการผลิตไฟฟ้ามากที่สุดคือข้าวโพด คิดเป็น 20.76616 GWh หรือ 68.69% รองลงมาคือ ข้าว คิดเป็น 6.14074 หรือ 20.31% หากประเมินศักยภาพโดยรวมของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากชีวมวลจะเทียบเท่าไฟฟ้า 30.23374 GWh เมื่อกำหนดเงื่อนไขโรงไฟฟ้าเดินเครื่อง 24 ชม./วัน 330 วัน/ปี ที่ประสิทธิภาพโรงไฟฟ้า 20% จะต้องมีโรงไฟฟ้าขนาด 3.44 MW

**Title:** A STUDY OF ELECTRICITY GENERATION FROM RENEWABLE ENERGY POTENTIALITY CASE STUDY: MAE MOH DISTRICT, LAMPANG PROVINCE

**Author:** Thunyapat Tipsupawong, Dissertation: Ph.D. (Energy Management and Smart Grid Technology), University of Phayao, 2022

**Advisor:** Assistant Professor Dr. watchara wongpanyo Co–advisor Dr.Bunyawat Vichanpol Dr.Kaesanee Inai

**Keywords:** Renewable Energy, Electrical Energy, Biomass

### ABSTRACT

This research aimed to study the appropriateness of the electricity generation from renewable energy model in Mae Moh district, Lampang province according to the 3Ps principles of sustainable development: the equilibrium basis (Profit–People–Planet). The data collecting was made by giving questionnaires to 585–sampling group. The results revealed that the renewable energy electricity generation provides employment among residents in the area at the highest level, the next was the renewable energy electricity generation can be the community's learning center at the high level, and the last was the renewable electricity generation is a clean energy with no pollution produced, respectively. Focusing on the solar energy potential, the study showed that Ban Jam Pui space area was more than 420,000 m<sup>2</sup>. In the electricity generation simulation by using PVSys 7.1 with the highest electricity power of 520 kW<sub>p</sub> (Normal STC), the result revealed that it needed 1600 panels of PV module (JKM 325PP–72 Plus in size 325 kW<sub>p</sub> and 14 units of inverter Solar Edge in size 33.3 kW<sub>ac</sub> in the electricity generation area of 3,105 m<sup>2</sup> to produce totally 520 kW<sub>p</sub>. This generating process would replace the fossil fuel electricity generation for 815.5 MWh/year or 19,202.8 MWh which was be able to decrease greenhouse gas emissions rate of 488.0 tCO<sub>2</sub>–eq/year through the 25–year project (the electricity emission factor was 0.5986 kgCO<sub>2</sub>–eq/kWh). Moreover, the biomass energy potential study revealed that the highest biomass energy generation source used was corn with 20.76616 GWh or 68.69% and the next source was rice with 6.14074 or 20.31%. In the total potential inspection result on biomass energy electricity generation, it would produce 30.23374 GWh, the electricity generator needed to work 24 hours/day, 330 days/year at the electricity generator potential of 20% which need the generator size of 3.44 MW.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นตามความตั้งใจของผู้เขียนได้ เนื่องจากความเมตตาและกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาที่มีพระคุณทั้งสองท่าน ท่านแรกขอกราบขอบพระคุณในความเมตตาเป็นอย่างสูงจากท่านอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิษระ วงศ์ปัญญา ที่ท่านได้ให้ความอนุเคราะห์ในการรับเป็นที่ปรึกษาที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการหาหัวข้อวิทยานิพนธ์และแนวทางการเขียนวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคอยกำกับติดตามดูแล และให้คำแนะนำการเขียนวิทยานิพนธ์จนสำเร็จอีกท่านกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.บุญวัฒน์ วิจารณ์พล ที่กรุณาเป็นที่ปรึกษาและเสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำที่ปรึกษาเกี่ยวกับแนวคิดในการทำวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความเรียบร้อยและข้อเสนอแนะในการแก้ไขความถูกต้องตามหลักวิชาการ ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.เกศนีย์ อื่นอ้าย ที่คอยให้คำแนะนำในทุก ๆ ปัญหา คอยแนะนำการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ ดร.ฉัตรแก้ว ชัยสี้อชา ที่กรุณาให้การสนับสนุนข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์รวมถึงช่วยแก้ไขปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.สุรัตน์ เศษโพธิ์ ที่ช่วยแนะนำข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราคม วงศ์ชัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัญ คนแรง ที่แนะนำข้อมูลและแนวทางการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ ขอขอบคุณอาจารย์ในสาขาวิชาทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะและช่วยแก้ไขปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จในทุกๆด้าน และขอบคุณพี่น้องทุกรุ่น ทุกท่าน ที่ช่วยเป็นกำลังใจคอยสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์และการเรียนเสมอมา สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดาและญาติพี่น้องทุกท่านเป็นอย่างสูงที่คอยสนับสนุนการเรียนและคอยให้กำลังใจในวันที่ท้อแท้จนสามารถผ่านพ้นอุปสรรคต่าง ๆ มาได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทั้งปวงให้กับผู้เขียน

ธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงศ์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉุ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	3
ขอบเขตของการวิจัย .....	3
กรอบแนวคิดการวิจัย .....	4
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย .....	5
ประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัย .....	6
นิยามคำศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	7
ทฤษฎีเกี่ยวกับพลังงานทดแทน .....	7
ทฤษฎีการสูมตัวอย่าง .....	14
หลักการวิเคราะห์การพัฒนาที่ยั่งยืน .....	19
การประยุกต์ใช้ตามหลักการ 3 P : คุณภาพชั้นพื้นฐานที่ยั่งยืน.....	36
กรอบแนวคิดการวิจัย .....	38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย .....	51
ตอนที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	51
ตอนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	57
ตอนที่ 3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	58
ตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	60
ตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล .....	60
ตอนที่ 6 การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานทดแทน .....	60
ตอนที่ 8 การปล่อยก๊าซเรือนกระจก .....	64
ตอนที่ 9 หลักการแนวทางการออกแบบการบริหารจัดการอย่างยั่งยืน .....	68
บทที่ 4 ผลการวิจัย .....	70
ตอนที่ 1 ผลการสำรวจศักยภาพพลังงานทดแทน พื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง .....	71
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจการสร้างโรงไฟฟ้า .....	94
ตอนที่ 3 ผลของการบริหารจัดการอย่างยั่งยืน (3 P Model) .....	101
บทที่ 5 บทสรุป .....	104
สรุปผลการวิจัย .....	104
การอภิปรายผล .....	109
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย .....	110
บรรณานุกรม .....	111
ภาคผนวก .....	116
ภาคผนวก ก แบบสอบถามความพึงพอใจการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง .....	117
ภาคผนวก ข ผลการพิจารณาโครงการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ .....	119
ประวัติผู้วิจัย .....	122

## สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงจำนวนหมู่บ้านทั้งหมดของอำเภอแม่เมาะ ที่จำแนกตามขนาดของครัวเรือน.....	52
ตาราง 2 แสดงจำนวนการเลือกกลุ่มตัวอย่างในเขตพื้นที่ตำบลแม่เมาะ จำนวน 50% ในแต่ละขนาด ของหมู่บ้าน.....	55
ตาราง 3 แสดงจำนวนครัวเรือนกลุ่มตัวอย่างแบ่งตาม สัดส่วน 5 % .....	57
ตาราง 4 ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ที่ใช้ในการคำนวณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ .....	65
ตาราง 5 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) .....	66
ตาราง 6 แสดงข้อมูลพื้นฐานอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง.....	73
ตาราง 7 แสดงพื้นที่เพาะปลูก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง .....	75
ตาราง 8 ตารางแสดงสัดส่วนการเกิดชีวมวล และค่าความร้อนของชีวมวล .....	77
ตาราง 9 ผลการคำนวณศักยภาพพลังงานเศษวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้.....	78
ตาราง 10 แสดงศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของบ้านจำปุย ตำบลบ้านดง อำเภอแม่เมาะ จังหวัด ลำปาง .....	81
ตาราง 11 ตารางแสดงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ .....	84
ตาราง 12 แสดงคุณลักษณะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา เทศบาล ตำบลแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง.....	89
ตาราง 13 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้และสมรรถนะตามช่วงเดือนต่าง ๆ ของระบบผลิตไฟฟ้า เซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา .....	90
ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บน หลังคา.....	92
ตาราง 15 แสดงจำนวน และ ร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามเพศ .....	94
ตาราง 16 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอายุ.....	94
ตาราง 17 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอาชีพ .....	95

ตาราง 18 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระดับการศึกษาสูงสุด .....	96
ตาราง 19 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชน(ปี) .....	96
ตาราง 20 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามภูมิลำเนาเดิม .....	97
ตาราง 21 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นต่อด้านศักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ในภาพรวม .....	98
ตาราง 22 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกรอบ 3 P กับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ....	103
ตาราง 23 สรุปศักยภาพพลังงานทดแทนความเหมาะสมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้า ตามหลัก 3P :คุณภาพขั้นพื้นฐานของธุรกิจที่ยั่งยืน .....	105
ตาราง 24 สรุปศักยภาพของพลังงานชีวมวล .....	106
ตาราง 25 สรุปศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ .....	108



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	4
ภาพ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	5
ภาพ 3 พลังงานไฟฟ้าพลังงานน้ำ (Hydroelectric Energy) .....	9
ภาพ 4 ภาพความเร็วลมเฉลี่ยของประเทศไทย.....	11
ภาพ 5 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยฉบับปี พ.ศ. 2553 .....	12
ภาพ 6 แสดงการเผาไหม้โดยตรงของชีวมวล .....	13
ภาพ 7 การสุมตัวอย่างแบบแบ่งเป็นชั้นภูมิ.....	16
ภาพ 8 ลักษณะการสุมตัวอย่างแบบกลุ่ม .....	17
ภาพ 9 แสดงความเป็นมาและแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน.....	20
ภาพ 10 การประชุมระดับโลกเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน.....	26
ภาพ 11 กรอบการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals – SDGs).....	28
ภาพ 12 BCG Model ภายใต้ยุทธศาสตร์การขับเคลื่อนประเทศไทย.....	30
ภาพ 13 หลักการคิด BCG Model.....	31
ภาพ 14 การสร้างมูลค่าใน 4 อุตสาหกรรมหลัก BCG.....	32
ภาพ 15 ดิจิทัลแพลตฟอร์มเพื่อการยกระดับห่วงโซ่มูลค่า BCG .....	35
ภาพ 16 เปรียบเทียบหลักการ Linear Economy และ Circular Economy .....	36
ภาพ 17 องค์ประกอบของการพัฒนาที่ยั่งยืน .....	38
ภาพ 18 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ .....	59
ภาพ 19 การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก.....	67
ภาพ 20 การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก .....	68
ภาพ 21 หลักการ 3 P : ดุลยภาพขั้นพื้นฐานของธุรกิจที่ยั่งยืน.....	69

ภาพ 22	ศักยภาพรวมชีวมวล พื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง .....	71
ภาพ 23	ศักยภาพรวมความเข้มแดดทั้ง 5 ตำบล พื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง.....	72
ภาพ 24	แสดงภาพข้อมูลพื้นฐานด้านการเกษตรพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง.....	74
ภาพ 25	แสดงพื้นที่เพาะปลูกพืชในอำเภอแม่เมาะจังหวัดลำปาง.....	75
ภาพ 26	แผนภูมิสัดส่วนพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลของแต่ละชนิดในอำเภอแม่เมาะ .....	79
ภาพ 27	แผนที่ตั้งและลักษณะหมู่บ้านจำปุย .....	80
ภาพ 28	กราฟแสดงศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์บ้านจำปุย ตำบลบ้านดง อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง.....	82
ภาพ 29	พื้นที่ว่างเปล่าของบ้านจำปุย ตำบลบ้านดง อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง .....	83
ภาพ 30	แสดงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 520 kW <sub>p</sub> .....	83
ภาพ 31	แผนภาพการสูญเสียพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ .....	85
ภาพ 32	แสดงมุมเอียง 20° และแนวทิศการวางโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ Azimuth -50° และ - 142° .....	86
ภาพ 33	รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อ กับระบบสายส่ง ของเทศบาลตำบลแม่เมาะ .....	87
ภาพ 34	แผนภาพการสูญเสียพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา.....	91
ภาพ 35	ผลการวิเคราะห์ผลของมุมเอียง (a) และอัตราการผลิตไฟฟ้า (b) .....	93
ภาพ 36	หลักการ 3 P :รูปแบบการจัดการการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนของ ชุมชนอย่างยั่งยืน ที่เหมาะสมของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง.....	102
ภาพ 37	หลักการ 3 P :รูปแบบการจัดการการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนของ .....	108

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากรายงานการสำรวจตลาดและนโยบายภาครัฐของประเทศต่าง ๆ ขององค์กรพลังงานระหว่างประเทศ (International Energy Agency, IEA) ระบุว่ารายงานแนวโน้มพลังงานโลก (World Energy Outlook 2018) มีความต้องการใช้พลังงานจะเพิ่มขึ้นเกิน 1 ใน 4 ระหว่างปี 2017 จนถึง 2040 โดยตัวเลขนี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานว่าทั่วโลกใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่หากไม่มีพัฒนาการดังกล่าวความต้องการใช้พลังงานจะเพิ่มเป็น 2 เท่าของที่คาดการณ์เอาไว้

สถานการณ์การใช้พลังงานของประเทศไทยปี พ.ศ.2563 จากรายงานสถิติพลังงาน, กระทรวงพลังงาน พบว่าโดยภาพรวมมีการใช้พลังงานในประเทศเพิ่มขึ้นจากการใช้พลังงานในภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม ภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจการค้า ภาคขนส่งและภาคอื่น ๆ มีปริมาณ 39.91, 9,054.80, 4,197.32, 2,546.09, 11.63 และ 120.70 ktoe ตามลำดับ ทั้งนี้ภาคเศรษฐกิจ ที่เป็นการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายมากที่สุดคือ ภาคอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 56.70 รองลงมาเป็นการใช้ในภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจการค้า ภาคเกษตรกรรมและภาคการขนส่ง ร้อยละ 26.28, 15.94, 0.76, 0.25 และ 0.07 ตามลำดับ ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นประมาณปีละ 1,200 เมกะวัตต์ จากการเติบโตและการพัฒนาประเทศไทยอย่างรวดเร็วในช่วง 2 ทศวรรษที่ผ่านมา ส่งผลให้ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้หน่วยงานภาครัฐต้องจัดหาแหล่งพลังงานแหล่งใหม่เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า และเสริมความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ ซึ่งทางรัฐบาลจึงได้มอบหมายให้กระทรวงพลังงานจัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ.2558-2579 (Alternative Energy Development Plan : AEDP 2015) เพื่อแก้ปัญหาพลังงานในประเทศ สำหรับการพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า จึงเป็นทางเลือกที่ได้รับความนิยมจากทั้งในภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรม และภาคประชาชน ซึ่งประเทศไทยมีศักยภาพของพลังงานทดแทนที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้มีหลายประเภทด้วยกัน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล และที่ผ่านมาได้มีการนำพลังงานเหล่านี้มาใช้เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วในบางส่วน เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่ทำการผลิตไฟฟ้าผ่านโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์เขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี โรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ผาบ่อง จังหวัดแม่ฮ่องสอน โรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์เขื่อนสิรินธร

จังหวัดอุบลราชธานี โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นต้น เพื่อตอบสนองนโยบายของภาครัฐที่ต้องการกระจายแหล่งเชื้อเพลิง ผลิตไฟฟ้าที่สะอาด และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในราคาที่เป็นธรรม

ปัจจุบันประเทศไทยใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นหลักในการผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศ คิดเป็นร้อยละ 84 รวมถึงการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) แม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนขนาดใหญ่ ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ได้ดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้าส่งให้กับประชาชน เมื่อปี พ.ศ. 2521 จนถึงปัจจุบัน มีกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าตามสัญญา จำนวน 2,220 เมกะวัตต์ ถือเป็นโรงไฟฟ้าหลักที่สร้างความมั่นคงด้านพลังงาน สามารถรองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าในภาคเหนือ ขณะที่กำลังผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ภาคเหนือเกินกว่าความต้องการใช้เล็กน้อยจึงสามารถส่งกำลังผลิตที่เหลือไปป้อนความต้องการใช้ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ถึงแม้ว่าปัจจุบันโรงไฟฟ้าแม่เมาะได้ติดตั้งเครื่องกำจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Flue Gas Desulfurization : FGD) และนำมาตรการควบคุมตามมาตรฐานสากล มาใช้ในการดำเนินงานภายในโรงไฟฟ้าแม่เมาะแล้วก็ตาม แต่ก็ยังประสบปัญหาการไม่ยอมรับของประชาชนในพื้นที่ เนื่องจากความกังวลเรื่องการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศ

จากสภาพปัญหาและข้อจำกัดที่กล่าวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงมองเห็นความจำเป็นในการพัฒนาพลังงานทดแทนมาใช้ในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เนื่องจากภายในอำเภอแม่เมาะมีแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ ทั้งป่าไม้ แหล่งน้ำ รวมถึงประชาชนในพื้นที่มีอาชีพทำการเกษตรเป็นหลักทำการเพาะปลูกข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ทำให้มีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรหลายชนิด อาทิเช่น แกลบ ชานอ้อย เศษไม้ กากมันสำปะหลัง ที่สามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ให้อยู่ในรูปแบบพลังงานชีวมวลได้ รวมถึงภูมิประเทศอยู่ในบริเวณที่มีความพร้อมทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถนำมาพัฒนาใช้ประโยชน์ อีกทั้งเสริมศักยภาพความมั่นคงด้านพลังงานให้กับหมู่บ้านที่อยู่ห่างไกลรวมถึงบ้านจำปุย หมู่ 4 ตำบลบ้านดง อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เป็นหมู่บ้าน OTOP นวัตกรรม เป็นหมู่บ้านท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมมีสถานที่ท่องเที่ยวหลายแห่ง เช่น ผาปักธง ภาพเขียนสี ค่ายประตูปา และมีอัตลักษณ์ที่สำคัญของหมู่บ้านคือ เป็นหมู่บ้านที่มีหลากหลาย ชนเผ่า มีกลุ่มชาติพันธุ์อาศัยอยู่ร่วมกัน 4 กลุ่มคือ เมี่ยน (เย้า) ปกาเกอญอ (กะเหรี่ยง) ชมุและคนพื้นเมือง ซึ่งในแต่ละปีมีนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมหมู่บ้านนี้เป็นจำนวนมาก ที่ผ่านมามีบ้านจำปุย ประสบปัญหากระแสไฟฟ้ายืดเยื้อ เนื่องจากเป็นหมู่บ้านที่อยู่ปลายสายทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดเกิดความเสียหายขึ้นบ่อยครั้ง

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะดำเนินการศึกษาค้นคว้าการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินศักยภาพพลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวลในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนตามหลักการพัฒนาอย่างยั่งยืน 3 P : คุณภาพขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการพลังงานทดแทนในพื้นที่อย่างยั่งยืน เป็นการบูรณาการแบบองค์รวม ประกอบด้วย (Profit – People – Planet) มิติการพัฒนาเศรษฐกิจ มิติการพัฒนาสังคม และมิติการพัฒนาลingkungan เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการพลังงานทดแทนที่เหมาะสมในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาประเภทของพลังงานทดแทนที่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในบริบทของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
2. เพื่อศึกษารูปแบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

### ขอบเขตของการวิจัย

#### ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาค้นคว้าการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปางครั้งนี้ เพื่อประเมินศักยภาพพลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวลในพื้นที่ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ต่อการสร้างโรงไฟฟ้าชุมชน ในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษา โดยมีการกำหนดขอบเขตดังนี้

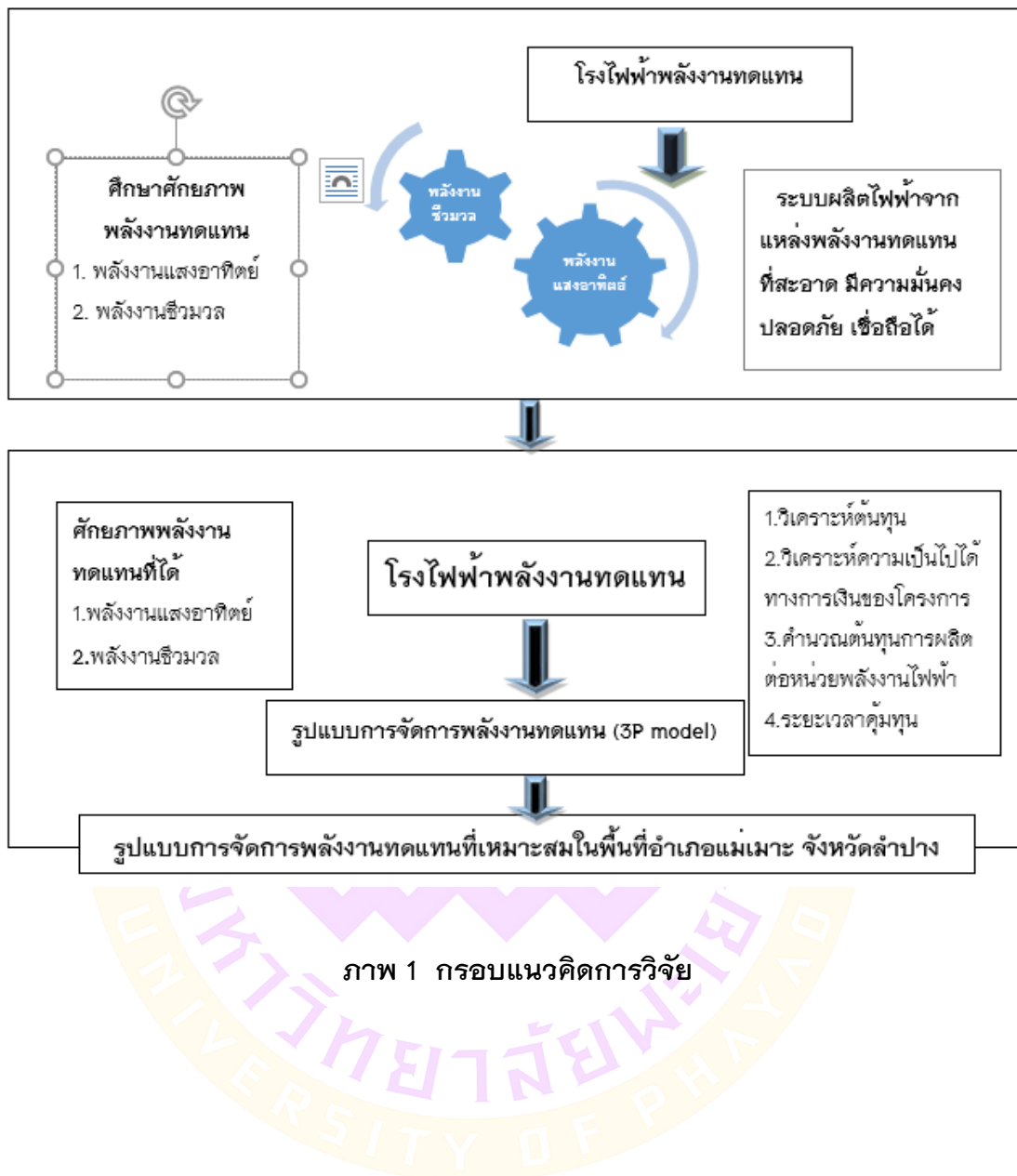
#### ขอบเขตด้านสถานที่

กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ประกอบด้วย 5 ตำบล คือ ตำบลแม่เมาะ ตำบลสบป่าด ตำบลนาสัก ตำบลจางเหนือ และตำบลบ้านดง มีหมู่บ้าน จำนวน 36 หมู่บ้าน อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

#### ขอบเขตด้านระยะเวลา

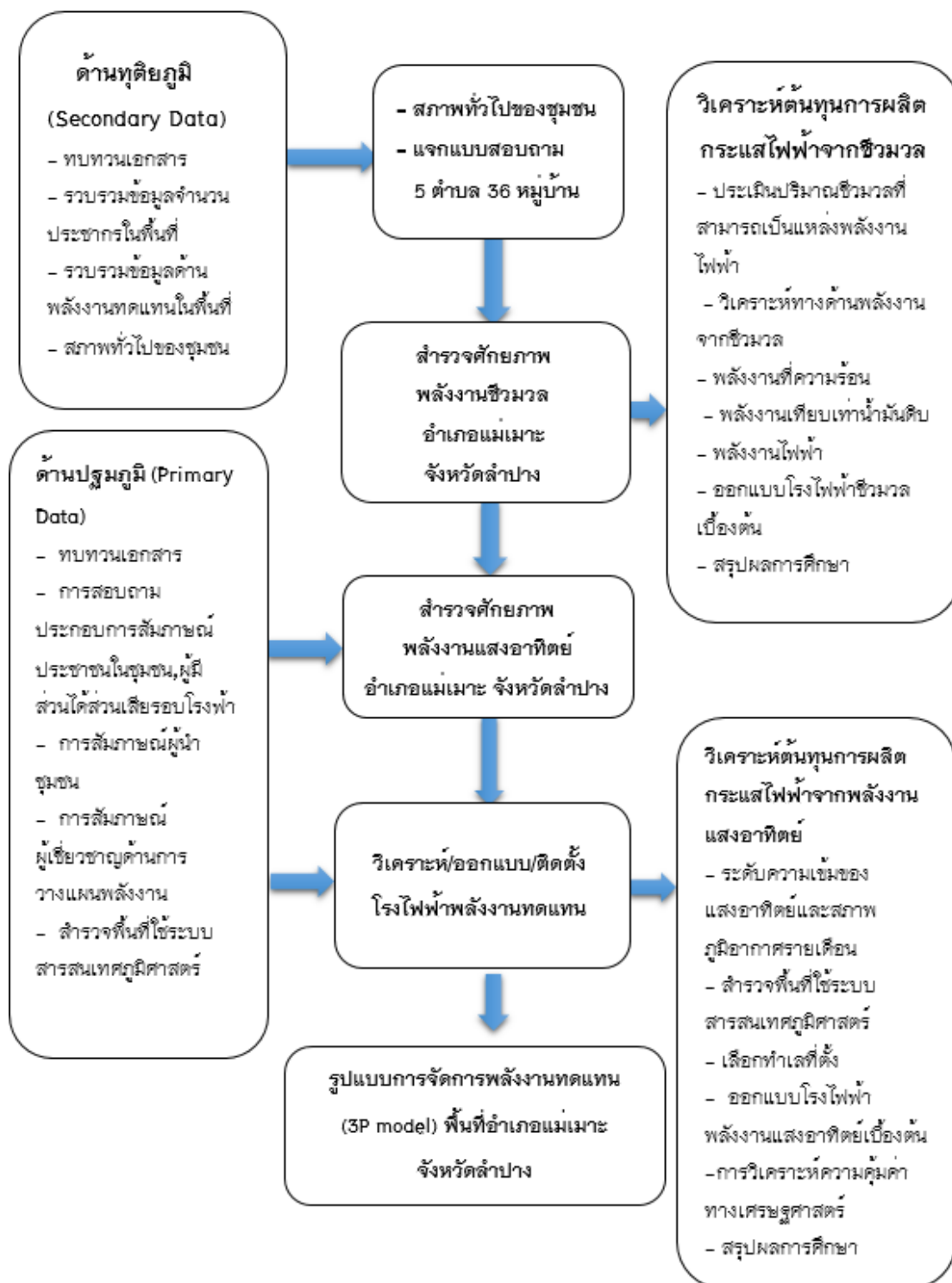
เดือนธันวาคม 2561 ถึง เมษายน 2564

## กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

## ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



ภาพ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

### ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงแหล่งพลังงานทดแทน ในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
2. ทำให้ทราบถึงศักยภาพพลังงานทดแทนสำหรับการใช้ในการสร้างโรงไฟฟ้า
3. เป็นแนวทางเพื่อเสนอรูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการพลังงานในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

### นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. **พลังงานทดแทน** หมายถึง พลังงานที่มีอยู่ตามธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานแบบเดิมได้อย่างไม่จำกัด และถูกนำมาใช้ทดแทนพลังงานในรูปแบบเดิมหรือพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน กำลังจะหมดไปในอนาคตอันใกล้นี้ เช่น ถ่านหิน, ปิโตรเลียม และแก๊สธรรมชาติ ซึ่งพลังงานส่วนใหญ่ที่ได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิลมีปัญหาเรื่องของมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากจนเกินมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณมหาศาล และมีมลพิษค่อนข้างสูงนำมาซึ่งปัญหาภาวะโลกร้อน
2. **พลังงานแสงอาทิตย์** หมายถึง พลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานสะอาด และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง ซึ่งพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ สามารถนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้
3. **พลังงานชีวมวล** หมายถึง สารอินทรีย์ ที่ได้มาจากซากพืชซากสัตว์ สามารถนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้
4. **ความยั่งยืน** หมายถึง การดำเนินงานโดยใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุดและสามารถดำรงไว้ต่อไป
5. **การพัฒนาที่ยั่งยืน** หมายถึง รูปแบบการบริหารจัดการอย่างยั่งยืน ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก อันได้แก่ มิติด้านเศรษฐกิจ มิติด้านสังคม และมิติด้านสิ่งแวดล้อม

## บทที่ 2

### เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนกรณีศึกษาพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับพลังงานทดแทน
  - 1.1 พลังงานน้ำ
  - 1.2 พลังงานลม
  - 1.3 พลังงานแสงอาทิตย์
  - 1.4 พลังงานชีวมวล
2. ทฤษฎีการลุ่มตัวอย่าง
3. หลักการวิเคราะห์การพัฒนาที่ยั่งยืน
  - 3.1 ความเป็นมาของการพัฒนาที่ยั่งยืน
  - 3.2 แนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนมาจากไหน
  - 3.3 การพัฒนาที่ยั่งยืนคืออะไร
  - 3.4 การพัฒนาที่ยั่งยืนในประเทศไทย
  - 3.5 แนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนในประเทศไทย
  - 3.6 หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
  - 3.7 การพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG index)
  - 3.8 Bio-Circular-Green Economy (BCG)
4. การประยุกต์ใช้ตามหลักการ 3 P : คุณภาพชั้นพื้นฐานที่ยั่งยืน
5. กรอบแนวคิดการวิจัย
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### ทฤษฎีเกี่ยวกับพลังงานทดแทน

จากแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579 (AEDP2015) เพื่อให้ประเทศไทยสามารถพัฒนาพลังงานทดแทนให้เป็นพลังงานหลักของประเทศ ลดการนำเข้าน้ำมันได้ในอนาคต เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ สนับสนุน

อุตสาหกรรมการผลิตเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในประเทศ และเพื่อวิจัยพัฒนาส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานทดแทนสัญชาติไทยให้สามารถแข่งขันในตลาดสากลจากการที่รัฐบาลของประเทศให้ความสำคัญอย่างจริงจังและต่อเนื่อง จึงมีการศึกษาค้นคว้า วิจัยในการนำพลังงานทดแทน หรือพลังงานทดแทนเข้ามาใช้ในการพัฒนาประเทศเพื่อให้เกิดความยั่งยืนในด้านพลังงานทดแทนต่อไป

จากความหมายของคำว่าพลังงานตามพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542 ให้ความหมายว่า “ความสามารถซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งทีอาจให้แรงงานได้” ส่วนคำว่าพลังงาน นามพระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ให้ความหมายว่า “พลังงาน” หมายความว่า ความสามารถในการทำงานซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งทีอาจให้งานได้ ได้แก่ พลังงานหมุนเวียน และพลังงานสิ้นเปลือง และให้หมายความรวมถึงสิ่งทีอาจให้งานได้ เช่น เชื้อเพลิงความร้อนและไฟฟ้า เป็นต้น

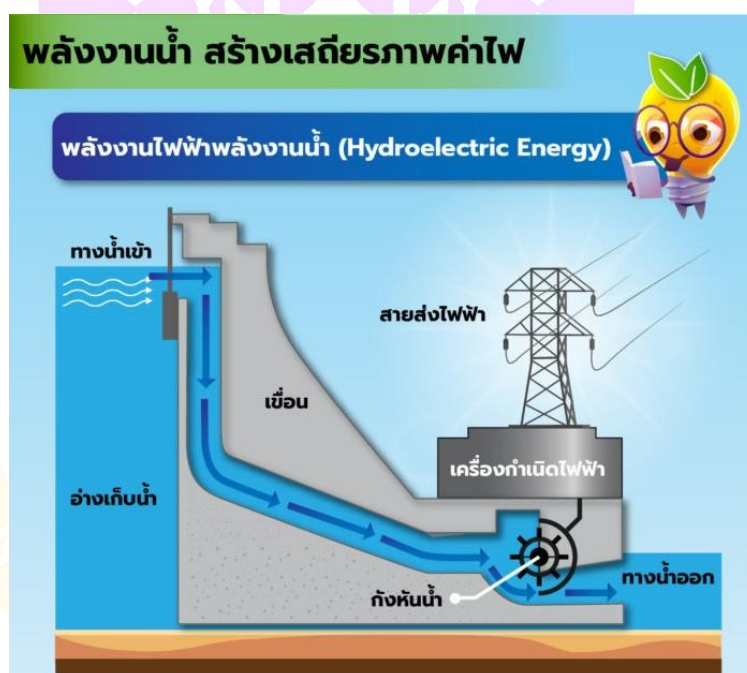
พลังงานหมุนเวียน หมายถึง “พลังงานที่ใช้แล้วไม่หมดไปสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมากนับเป็นแหล่งพลังงานสำคัญทีจะนำมาใช้แทนพลังงาน จากเชื้อเพลิงบรรพชีวิน” วรรณุช แจงสว่าง (2553) ดังนั้นจากทีกล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปความหมายของคำว่า “พลังงานทดแทน (Alternative Energy)” ได้ว่าหมายถึง “พลังงานทีนำมาใช้แทนพลังงานเชื้อเพลิงจากฟอสซิล ทีใช้อยู่ในปัจจุบันและกำลังจะหมดไปในอนาคตอันใกล้หรือ เพราะมีมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมากจนเกินไป และนำมาซึ่งภาวะปัญหาโลกร้อน เช่น ถ่านหิน ปิโตรเลียม และแก๊สธรรมชาติซึ่งปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณมหาศาลและมีมลพิษค่อนข้างสูงตัวอย่างของพลังงานทดแทน หรือพลังงานทางเลือกทีสำคัญ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงาน ชีวมวล พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานไฮโดรเจน และพลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น”

### 1. พลังงานน้ำ

น้ำ ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ โดยเฉพาะมนุษย์นำน้ำมาใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านอุปโภค บริโภค ถ้าโลกเราปราศจากน้ำสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ บนโลกก็จะมีชีวิตอยู่ได้เลย ปัจจุบันมนุษย์ได้มีการศึกษานำน้ำมาผลิตกระแสไฟฟ้าอย่างแพร่หลายทั่วโลก น้ำเป็นพลังงานหมุนเวียนทีสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ไม่หมดสิ้น คือ เมื่อใช้พลังงานของน้ำส่วนหนึ่งไปแล้ว น้ำส่วนนั้นก็ไหลลงสู่ทะเลและน้ำในทะเลเมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ก็จะระเหยกลายเป็นไอน้ำ เมื่อไอน้ำควบแน่นกลายเป็นเมฆ เมื่อไอน้ำขึ้นเมฆก็จะกลายเป็นเมฆฝน พอมากเข้าจนเมฆรับน้ำหนักของไอน้ำ

เหล่านี้ต่อไปได้ น้ำตกลงมาเป็นฝนหมุนเวียนกลับมา ทำให้เราสามารถใช้งานน้ำได้ตลอดไปไม่หมดสิ้น

พลังน้ำ คือพลังหรือกำลังที่เกิดจากการไหลของน้ำ ซึ่งเป็นพลังที่มีอนุภาพมาก หากไม่สามารถควบคุมได้ พลังน้ำนั้นก็สามารทำให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินได้อย่างกว้างขวาง เช่น การเกิดอุทกภัยในบริเวณที่ลาดเชิงเขาหรือบริเวณที่มีความลาดชันสูงในทางตรงกันข้าม หากสามารถควบคุมพลังน้ำได้ ตามแนวทางที่เหมาะสมพลังน้ำอันมหาศาลนั้นก็สามารนำมาใช้เป็นประโยชน์แก่มนุษยชาติได้ พลังน้ำได้ถูกใช้ประโยชน์มาแล้วหลายร้อยปี อาทิ เช่น กังหันน้ำ สำหรับยกน้ำขึ้นสู่ที่สูง เพื่อใช้ประโยชน์ในคร้วเรือนและการชลประทานเพื่อหมุนเครื่องจักรในโรงงานสีข้าว โรงงานทอผ้า โรงงานเลื่อยไม้ และโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในปัจจุบันนิยมใช้ในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่าไฟฟ้าพลังน้ำ



ภาพ 3 พลังงานไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydroelectric Energy)

จากภาพ 3 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำเป็นวิธีการผลิตกระแสไฟฟ้าที่มีต้นทุนต่ำสุดเพราะน้ำไม่มีต้นทุนค่าเชื้อเพลิงไม่ก่อให้เกิดมลภาวะเมื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า พลังงานน้ำโดยโรงไฟฟ้าพลังน้ำ สามารถแบ่งตามได้ 4 รูปแบบ

1.1 โรงไฟฟ้าแบบมีน้ำไหลผ่านตลอดปี ผลิตไฟฟ้าโดยการใช้ น้ำที่ไหลตามธรรมชาติของลำน้ำ โดยโรงไฟฟ้าประเภทนี้จะอาศัยติดตั้งอยู่กับเขื่อนผันน้ำชลประทาน ซึ่งมีน้ำไหลผ่านตลอดปี เช่น โรงไฟฟ้าเขื่อนผันน้ำ เขื่อนเจ้าพระยา จังหวัดชัยนาท

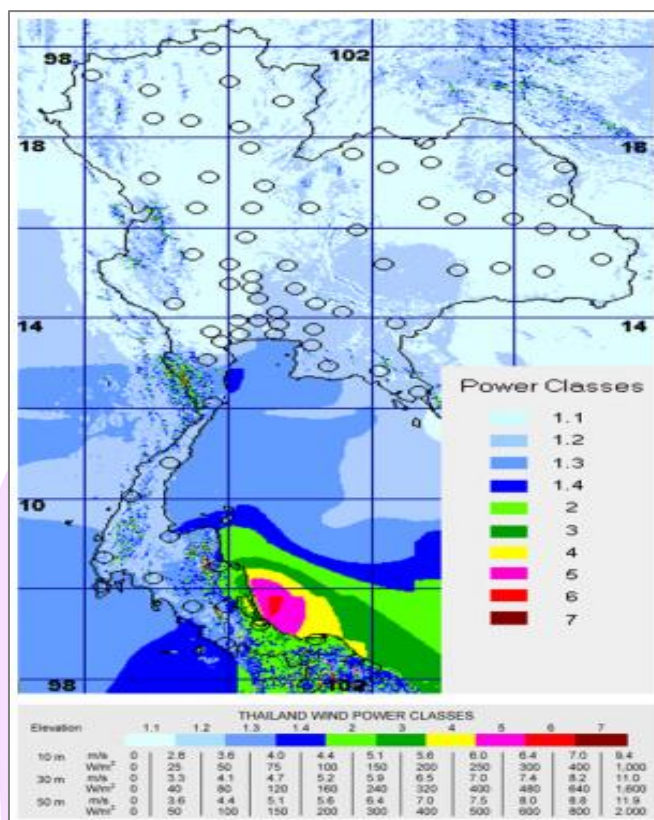
1.2 โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก สามารถควบคุมการผลิตไฟฟ้าให้สอดคล้องกับความต้องการใช้ได้ดีกว่าโรงไฟฟ้าแบบน้ำไหลผ่านตลอดปี เช่น โรงไฟฟ้าขนาดเล็กบ้านสันติ จังหวัดยะลา

1.3 โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ สามารถเก็บกักน้ำในฤดูฝนและนำไปใช้ในฤดูแล้งได้ โรงไฟฟ้าประเภทนี้สามารถช่วยเสริมในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ทุกแห่งเป็นโรงไฟฟ้าประเภทนี้ ยกเว้นเขื่อนปากมูล

1.4 โรงไฟฟ้าแบบสูบน้ำกลับ สามารถสูบน้ำที่ปล่อยจากอ่างน้ำลงมา กลับขึ้นไปเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกครั้ง ซึ่งปัจจุบันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) มี 3 แห่งคือ โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำเขื่อนลำนาดอง เขื่อนภูมิพล และเขื่อนศรีนครินทร์

## 2. พลังงานลม

ลมเกิดจากการที่พื้นที่ต่าง ๆ บนโลกมีความสามารถการดูดกลืนความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้ไม่เท่ากัน บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศ จะขยายตัวทำให้มีความหนาแน่นน้อยกว่าและลอยขึ้นไปข้างบน จากนั้นอากาศในบริเวณที่เย็นกว่าซึ่งหนาแน่นกว่าหนักกว่าจะเข้ามาแทนที่และเกิดเป็นลมซึ่งลมบก และลมทะเล เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างอุณหภูมิของพื้นดินและพื้นน้ำที่มีคุณสมบัติของการดูดซับและคายความร้อนที่แตกต่างกัน ในช่วง 1 รอบวันประเทศไทยจะได้รับอิทธิพลจากลมบก ลมทะเล ในบริเวณจังหวัดที่มีพื้นที่ติดทะเล ทั้งทางภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย และฝั่งอันดามัน ซึ่งสมัยก่อนชาวประมงใช้แรงจากลมบกในการออกเรือหาปลา โดยใช้แรงจากลมบกออกเรือสู่ทะเลในตอนหัวค่ำ และใช้แรงจากลมทะเลนำเรือเข้าฝั่งในตอนเช้า พลังงานลมเป็นพลังงานธรรมชาติที่สะอาดและบริสุทธิ์ ไร้แล้วไม่มีวันหมดสิ้นไปจากโลก จึงทำให้พลังงานลมได้รับความสนใจในการศึกษาและพัฒนาให้เกิดประโยชน์กันอย่างกว้างขวางในขณะเดียวกันกังหันลมก็เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่สามารถนำพลังงานลมมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ โดยเฉพาะในการผลิตกระแสไฟฟ้าและการสูบน้ำ ซึ่งที่ผ่านมามีการใช้งานกันมาแล้วอย่างแพร่หลาย



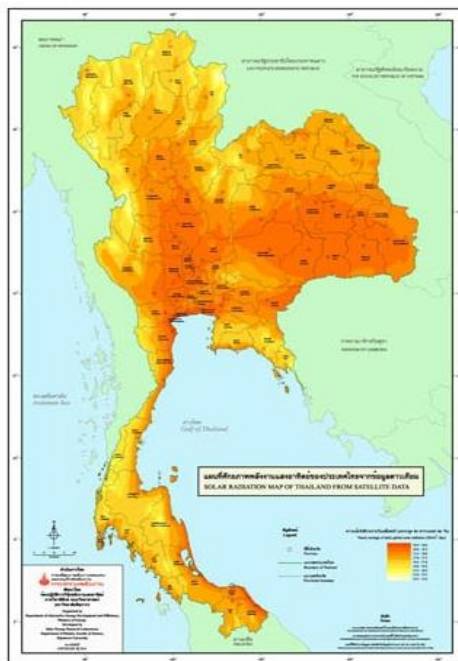
ภาพ 4 ภาพความเร็วลมเฉลี่ยของประเทศไทย

จากภาพ 4 ภูมิประเทศของประเทศไทยมีความเร็วลมเฉลี่ยของประเทศอยู่ในระดับปานกลาง – ต่ำ มีความเร็วลมเฉลี่ย ต่ำกว่า 4 เมตร/วินาที แต่เทคโนโลยีกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในยุโรปส่วนใหญ่ออกแบบให้ทำงานเหมาะสมกับความเร็วมเฉลี่ยเกินกว่า 8 เมตรต่อวินาทีขึ้นไปซึ่งเป็นความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่ของภูมิภาคแถบยุโรปเหนือ หรือประเทศอื่น ๆ ในเขตหนาวที่มีศักยภาพลมเพียงพอ เมื่อเทียบความเร็วลมที่มีในประเทศไทยกับตาราง Power Class พบว่าลมในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ 1.1-1.4 มีเพียงพื้นที่ทางชายฝั่งทะเลภาคใต้ตอนล่างที่อยู่ Power Class ระดับ 2

### 3. พลังงานแสงอาทิตย์

แสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ได้ฟรีจากดวงอาทิตย์และมีการนำมาใช้ประโยชน์มาแต่สมัยโบราณ เช่นการตากพืช ผัก ผลไม้ หรือ อบสินค้าทางการเกษตร การทำให้น้ำอุ่นเป็นต้นที่ผ่านมานุษย์ได้พยายามนำพลังงานแสงอาทิตย์มาทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ซึ่งแสงอาทิตย์ตกกระทบพื้นโลกเฉลี่ยประมาณ 4-5 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อตารางเมตรต่อวัน ถ้าเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานร้อยละ 15 แสดงว่าเซลล์แสงอาทิตย์ 1 ตารางเมตร

สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 650 –750 วัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน ประเทศไทยมีความต้องการพลังงานไฟฟ้า ประมาณ 250 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน โดยเราสามารถ ใช้พื้นที่ประมาณ 1,500 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0.3 ของพื้นที่ประเทศไทยก็จะผลิต ไฟฟ้าได้ตามที่ต้องการ



ภาพ 5 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยฉบับปี พ.ศ. 2553

จากภาพ 5 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย ซึ่งในปัจจุบัน ได้มีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิตหลายแนวทางด้วยกัน

3.1 การทำน้ำให้อุ่นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยสูบน้ำขึ้นไปผ่านเครื่องทำน้ำอุ่น จากพลังงานแสงอาทิตย์แล้วนำน้ำมาเก็บในถังกักอุณหภูมิ ซึ่งวิธีนี้ถ้าหากต้องการเพียงแค่น้ำอุ่น อุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ก็สามารถนำน้ำมาใช้ได้เลย แต่ถ้าหากต้องการน้ำร้อนก็นำน้ำอุ่นนี้ไปเข้าเครื่องทำน้ำร้อนอีกครั้งหนึ่ง (สามารถประหยัดพลังงานในการทำน้ำให้ร้อนได้ประมาณ 30 องศาเซลเซียส

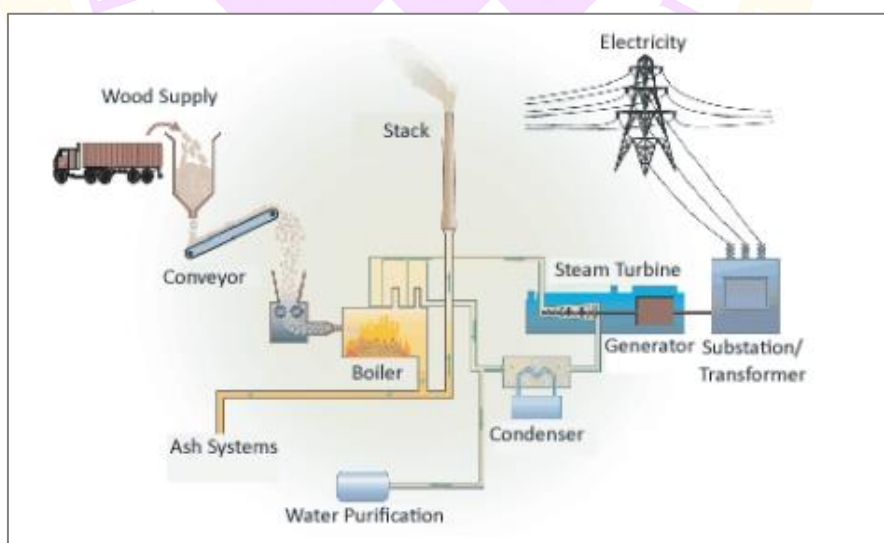
3.2 ใช้แสงอาทิตย์ฆ่าเชื้อโรค เนื่องจากในแสงอาทิตย์มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่หลากหลายความถี่ ซึ่งความถี่ UV เป็นความถี่ที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ดี ในปัจจุบันได้ใช้วิธีนี้ ในการฆ่าเชื้อในน้ำประปา

3.3 การทำเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสินค้าเกษตรที่เพียงแต่ต้องการลดความชื้นของสินค้าก็เพียงแต่ออกแบบเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ ให้เหมาะสมกับสินค้าชนิดนั้น ๆ ซึ่งทำให้ไม่ต้องใช้ถ่านหินหรือไฟฟ้าในการให้ความร้อน

3.4 การใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าในปัจจุบันมีการใช้เพียงกรณีที่ค่าติดตั้งสายส่งมีราคาสูงมาก ๆ เช่น หมู่บ้านที่ห่างไกล เนื่องจากประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์ยังต่ำอยู่เมื่อเทียบกับราคาของเซลล์แสงอาทิตย์

#### 4. พลังงานชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติ และสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ สารอินทรีย์เหล่านี้ได้มาจากพืชและสัตว์ต่าง ๆ เช่น เศษไม้ ขยะ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นพลังงานอาจจะทำโดยนำมาเผาไหม้เพื่อนำพลังงานความร้อนที่ได้ไปใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าทดแทนพลังงานจากฟอสซิล เช่น น้ำมัน ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดและอาจหมดลงได้ ชีวมวลเหล่านี้มีแหล่งที่มาต่าง ๆ กัน อาทิ พืชผลทางการเกษตร (Agricultural Crops) เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (Agricultural Residues) ไม้และเศษไม้ (Wood and Wood Residues) หรือของเหลือจากอุตสาหกรรมและชุมชน เช่น แกลบ ได้จากการสีข้าวเปลือก ชานอ้อยได้จากการผลิตน้ำตาลทราย เศษไม้ได้จากการแปรรูปไม้ยางพารา หรือ ไม้ยูคาลิปตัสเป็นส่วนใหญ่ และบางส่วนได้จากสวนป่าที่ปลูกไว้ กากปาล์มได้จากการสกัดน้ำมันปาล์มดิบออกจากผลปาล์มสด พลังงานชีวมวล (Bio-energy) หมายถึง พลังงานที่ได้จากชีวมวลชนิดต่าง ๆ โดยกระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ



ภาพ 6 แสดงการเผาไหม้โดยตรงของชีวมวล

จากภาพ 6 การผลิตพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวมวลส่วนใหญ่เลือกใช้ระบบการเผาไหม้โดยตรง โดยนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาเผาไหม้โดยตรงให้หม้อไอน้ำ (Boiler) ซึ่งไอน้ำที่ผลิตได้นี้จะถูกนำไปปั่นกังหันที่ต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้ได้กระแสไฟฟ้าออกมาและยังสามารถออกแบบให้นำไอน้ำที่ผ่านกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้า (Condensing Turbine) มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบความร้อนซึ่งการผลิตไอน้ำและไฟฟ้ารวมกันนี้เรียกว่า ระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (Cogeneration) ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการใช้เชื้อเพลิงสูง โรงไฟฟ้าถ่านหินหลายแห่งสามารถนำระบบการเผาไหม้โดยใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเผาพร้อมกับถ่านหิน (CoFiring) เพื่อเป็นการลดการปล่อยมลภาวะโดยเฉพาะก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

### ทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่าง (Sampling) เป็นการเลือกสมาชิกจากประชากรโดยพยายามทำให้สมาชิกที่เลือกมาเหล่านั้นเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร การที่จะเลือกตัวอย่างให้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรได้นั้น จะต้องทำการเลือกแบบสุ่ม (Random) หรือเลือกอย่างไม่ลำเอียง (Unbias) คือ พยายามให้สมาชิกแต่ละตัวอย่างของประชากรมีโอกาสที่จะได้รับการเลือกเป็นตัวแทนเท่า ๆ กัน การที่จะได้ตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมดได้นั้น จะต้องมียุทธวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีกระบวนการอย่างมีระบบ ซึ่งประกอบด้วย

1. การนิยามประชากร ผู้วิจัยจะต้องนิยามขอบเขตของประชากรให้ชัดเจนว่าประชากรที่จะศึกษานั้น ประกอบด้วยอะไรบ้าง เป็นจำนวนเท่าใด มีขอบเขตแคไหนและมีหน่วยการวัดเป็นอย่างไร เช่น ต้องการทราบว่ารายจ่ายโดยเฉลี่ยของนักศึกษาในสถาบันการพลศึกษาเป็นเท่าใด ผู้วิจัยจะต้องนิยามว่านักศึกษาในสถาบันการพลศึกษาหมายถึงใครบ้าง

2. การทราบบัญชีรายชื่อของสมาชิกในประชากร หลังจากนิยามประชากรอย่างชัดเจนแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็ต้องทำการพิจารณารายชื่อของสมาชิกทั้งหมดในประชากรว่ามีจำนวนถูกต้องครบถ้วนเพียงใด และเป็นรายชื่อที่เป็นปัจจุบันเพียงใด ซึ่งเรียกว่าขอบเขตของประชากร

3. การเลือกตัวอย่าง หลังจากได้นิยามประชากรและพิจารณาบัญชีรายชื่อของสมาชิกทั้งหมดในประชากรแล้ว นักวิจัยก็ต้องทำการสุ่มตัวอย่างจากประชากรนั้น การสุ่มตัวอย่างมีหลายวิธีซึ่งแต่ละวิธีก็เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลและจุดมุ่งหมายของการใช้ข้อมูลแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ก็ดีไม่ว่าจะใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบใดก็ตาม จุดมุ่งหมายในการสุ่มตัวอย่างก็เพื่อให้ตัวอย่างที่สุ่มมาได้นั้นเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรทั้งหมด

4. การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง ในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของแต่ละปัญหา ถ้าหากประชากรที่จะสุ่มตัวอย่างมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) ขนาดตัวอย่างเล็ก ๆ ก็มีความเพียงพอ เช่น การสุ่มตัวอย่าง น้ำ 1 ลิตร จากน้ำทั้งหมดในโอ่ง 1,000 ลิตร ก็เป็นการเพียงพอ แต่ถ้าประชากรไม่มีความเป็นเอกพันธ์ คือมีการเปลี่ยนแปลงมาก เช่น ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในด้านการศึกษาหรือทางด้านจิตวิทยา จำเป็นจะต้องให้ขนาดตัวอย่างมีจำนวนมากพอ โดยทั่วไปในการพิจารณาขนาดของตัวอย่างนี้ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ที่ควรนำมาพิจารณา คือ ธรรมชาติของประชากร เทคนิคการสุ่มตัวอย่างและระดับความถูกต้องของข้อมูลที่ต้องการ

การเลือกกลุ่มตัวอย่างตามลักษณะสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ดีแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ (รัชนีกุล วิทยุญาณวัฒน์. 2556)

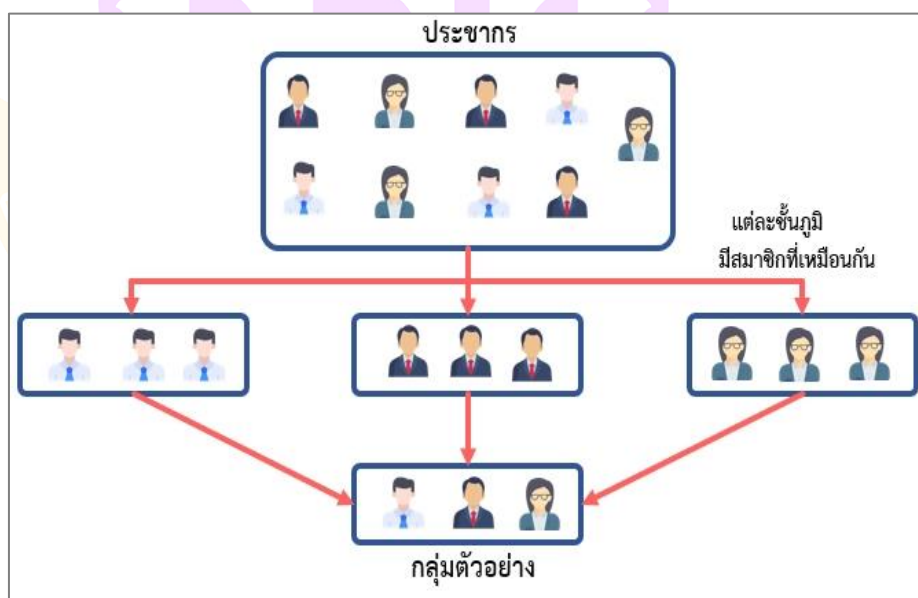
1. การสุ่มที่คำนึงถึงความน่าจะเป็นในการสุ่ม (Probability Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างที่คำนึงถึงความน่าจะเป็น หรือโอกาสของสมาชิกแต่ละหน่วยที่จะได้รับเลือก ซึ่งสมาชิกทุก ๆ หน่วย ของกลุ่มประชากรจะมีความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะได้รับเลือกเท่ากัน กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสุ่มแบบนี้จะเป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มประชากรเป้าหมายได้ดีกว่ากลุ่มตัวอย่างที่สุ่มแบบไม่คำนึงถึงความน่าจะเป็นในการสุ่ม การสุ่มตัวอย่างที่คำนึงถึงความน่าจะเป็นในการสุ่ม ได้แก่

1.1 การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างซึ่งหน่วยตัวอย่างประชากรที่เปิดโอกาสให้ประชากรทุกหน่วยมีสิทธิ์ได้รับการเลือกเท่า ๆ กัน โดยมีบัญชีรายชื่อของประชากรทุกหน่วยแล้วทำการจับสลากหรือใช้ตารางเลขสุ่ม (Random Number Table) จนได้กลุ่มตัวอย่างประชากรครบตามต้องการ เช่น การสุ่มนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาซึ่งการสุ่มแบบนี้มีข้อดี คือ 1) มีหลักประกันทางสถิติที่เชื่อได้ว่าหน่วยของประชากรแต่ละหน่วยจะได้รับโอกาสในการเลือกเท่า ๆ กัน กลุ่มตัวอย่างมีโอกาสจะเป็นตัวแทนของประชากรได้ดีถ้าขนาดของกลุ่มตัวอย่างพอเพียงและมีลักษณะคล้ายคลึงกัน 2) ทำได้ง่ายและรวดเร็ว เหมาะกับประชากรที่มีจำนวนมาก ส่วนข้อจำกัด คือ 1) สิ้นเปลืองเวลาในการทำฉลากและการจับสลากให้ครบตามจำนวนประชากรทั้งหมด 2) ถ้าไม่มีตารางเลขสุ่มจะทำให้เกิดความไม่สะดวก 3) กรณีที่ประชากรแบบไม่จำกัด จะไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจากไม่สามารถสร้างบัญชีรายชื่อประชากรได้

1.2 การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (Systematic Random Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างประชากรแบบสุ่มเป็นช่วง ๆ โดยมีบัญชีรายชื่อของประชากรทุกหน่วย ทำการสุ่มหาตัวสุ่มเริ่มต้นแล้วนับไปตามช่วงของกลุ่ม ซึ่งการกำหนดช่วงของกลุ่มนั้นอาจใช้วิธีคำนวณค่า

สัดส่วนของขนาดของกลุ่มประชากรกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยการนำจำนวนในกลุ่มประชากรหารด้วยจำนวนหน่วยในกลุ่มตัวอย่างมาเป็นช่วงของการสุ่ม เช่น ต้องการสุ่มนักเรียน 250 คน จากนักเรียนทั้งหมด 1,000 คน ดังนั้นจึงสุ่มทุก ๆ 4 คน เอามา 1 คน สมมติว่าเมื่อสุ่มผู้ที่ตกเป็นตัวอย่างคนแรกได้หมายเลข 002 คนที่สองก็ตกเป็นตัวอย่างได้แก่หมายเลข 006 สำหรับคนที่สามและคนต่อ ๆ ไป จะได้แก่หมายเลข 010, 014, 018, 022,... จนได้กลุ่มตัวอย่าง 250 คน การสุ่มแบบนี้มีข้อดี คือ 1) สะดวกและประหยัดเวลามาก 2) ผลที่ได้จากการสุ่มมีระบบจะให้ผลดีเหมือนกับการสุ่มอย่างง่าย ส่วนข้อจำกัด คือ 1) มีความยุ่งยากในการหาค่าตัวเลขเพื่อนำมากำหนดช่วงระยะความห่างกันของแต่ละหน่วยตัวอย่าง 2) อาจได้กลุ่มตัวอย่างที่ลำเอียงได้ง่ายหากการเรียงลำดับของบัญชีรายชื่อของหน่วยประชากรเป็นการเรียงอย่างเป็นระบบที่มีผลต่อคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

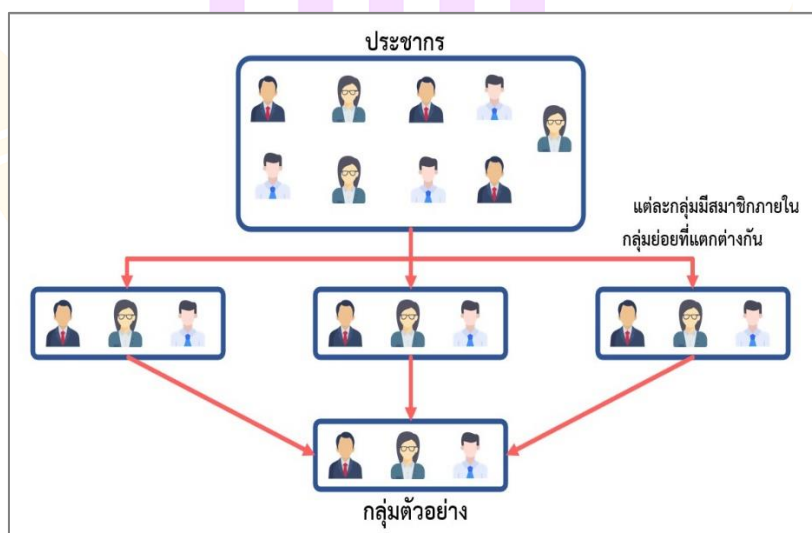
1.3 การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งเป็นชั้นภูมิ (Stratified Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างประชากรแบบแบ่งประชากรออกเป็นพวกหรือชั้นตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยให้มีลักษณะภายในคล้ายกันหรือเป็นอันดับเดียวกันมากที่สุด แต่จะแตกต่างกันระหว่างชั้นจากนั้นจึงทำการสุ่มจากแต่ละชั้นขึ้นมาทำการศึกษา โดยใช้สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างประชากรที่สุ่มขึ้นมาเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม



ภาพ 7 การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งเป็นชั้นภูมิ

จากภาพ 7 การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งเป็นชั้นภูมิ มีข้อดี คือ 1) ลักษณะความเป็นเอกพันธ์ของแต่ละกลุ่มย่อย จะทำให้เกิดช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการสุ่มน้อยลง 2) การแบ่งประชากรเป็นระดับชั้นจะทำให้ผู้วิจัยสามารถเลือกกลุ่มตัวอย่าง จากแต่ละระดับชั้นแตกต่างกันไปแล้วแต่ความเหมาะสม 3) สามารถประมาณค่าประชากร รวมได้และสามารถประมาณค่ากลุ่มย่อยในแต่ละระดับชั้นได้ด้วย 4) ช่วยให้ผู้วิจัยมั่นใจได้ว่าจะได้กลุ่มตัวอย่างที่สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แน่นอน ส่วนข้อจำกัดในการสุ่มแบบนี้คือ 1) เป็นวิธีการสุ่มที่ยุ่งยาก 2) กรณีที่เกณฑ์การจัดชั้นมีการกำหนดคุณลักษณะของประชากรมากเกินไป ทำให้ต้องการขนาดของตัวอย่างรวมเป็นจำนวนมาก เพื่อนำมาใช้ในการจัดแบ่งชั้นบางครั้งขนาดของกลุ่มตัวอย่างรวมอาจมากกว่าขนาดของประชากรที่มีอยู่ก็ได้

1.4 การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มหรือพื้นที่ (Cluster or Area Sampling) ในกรณีที่ประชากรอยู่กระจัดกระจายกัน การสุ่มตัวอย่างประชากรมักประสบปัญหาที่อาจทำไม่ได้ในทางปฏิบัติหรือทำได้แต่สิ้นเปลืองมาก อาจสุ่มโดยแบ่งประชากรออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ เรียกว่า(Cluster) เช่น ให้ห้องเรียนเป็นตัวอย่าง เป็นต้น หลักการที่สำคัญคือให้สมาชิกภายในกลุ่มย่อยมีคุณสมบัติแตกต่างกันมากที่สุด แต่ในขณะเดียวกันก็มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มย่อยที่สุด ถ้าการจัดกลุ่มของประชากรเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้ห้องที่ทางภูมิศาสตร์เป็นหลักการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีนี้ก็มักมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า (Area Sampling)



ภาพ 8 ลักษณะการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

จากภาพ 8 การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มหรือพื้นที่การสุ่มแบบนี้มีข้อดีคือ 1)ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทางเก็บข้อมูล เพราะกลุ่มตัวอย่างอยู่ในพื้นที่เดียวกัน 2) แต่ละกลุ่มไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นที่รวมของสมาชิก โดยธรรมชาติที่มีอยู่แล้วก็ได้ เช่น โรงเรียนแต่อาจจะเป็นกลุ่มที่ถูกสร้างขึ้นมาก็ได้ส่วนข้อจำกัด คือ 1) ไม่เหมาะสมกับประชากรที่มีขนาดเล็ก 2) ข้อมูลอาจไม่เที่ยงตรงแม่นยำเท่ากับการสุ่มแบบแบ่งเป็นชั้นภูมิ เพราะไม่ทราบค่าประชากรของกลุ่มที่ไม่ได้รับเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง

1.5 การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage Stage sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างประชากรแบบแบ่งประชากรออกเป็นลำดับชั้นต่าง ๆ เช่น ภาค จังหวัด อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน เป็นต้น แล้วทำการสุ่มประชากรจากหน่วยหรือลำดับชั้นที่ใหญ่ก่อน จากหน่วยที่สุ่มได้ก็ทำการสุ่มหน่วยที่มีลำดับใหญ่รองลงไปทีละชั้น ๆ จนถึงกลุ่มตัวอย่างในชั้นที่ต้องการ วิธีการสุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นการเลือกตัวอย่าง ที่ตัวอย่างมีโอกาสจะถูกเลือกเท่าเทียมกัน ซึ่งเป็นพื้นฐานของทฤษฎีความน่าจะเป็น และทฤษฎีความน่าจะเป็นรากฐานของสถิติอ้างอิง (Inferential Statistics) ฉะนั้นถ้าผู้วิจัยจะอ้างอิงค่าสถิติจากกลุ่มตัวอย่างไปยังค่าพารามิเตอร์ก็ควรใช้วิธีการสุ่มข้างต้นนี้

2. การสุ่มที่ไม่คำนึงถึงความน่าจะเป็นในการสุ่ม (Non Probability Sampling) เป็นการสุ่มแบบไม่คำนึงถึงว่ากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเลือกมานั้นจะมีความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะได้รับเลือกมานั้นเป็นเท่าใด จึงเป็นการเลือกตัวอย่างประชากรแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ส่วนมากใช้ในการศึกษาที่ไม่สามารถจะกำหนดขอบเขตของประชากรได้แน่นอนมีเวลาและสิ่งอำนวยความสะดวกจำกัด อาศัยการตัดสินใจตามความสะดวกของผู้วิจัยเป็นหลักการสุ่มแบบนี้ทำให้เกิดความลำเอียงในการสุ่มตัวอย่างได้ง่าย ซึ่งได้แก่

2.1 การสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยผู้วิจัยพยายามเก็บตัวอย่างเท่าที่จะทำได้ ตามที่มีอยู่หรือที่ได้รับความร่วมมือตัวอย่างที่ได้จึงเป็นกรณีที่เพิกเฉยหรือยินดีให้ความร่วมมือ หรืออยู่ในสถานที่หรือตกอยู่ในสภาวะดังกล่าวตามจำนวนที่ต้องการ

2.2 การเลือกแบบกำหนดโควตา (Quota Sampling) เป็นการสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยผู้วิจัยกำหนดได้ล่วงหน้าเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยบังเอิญ เช่น ผู้วิจัยต้องการกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน เป็นชาย 30 คน เป็นหญิง 20 คน แล้วก็เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ประชาชน ที่รองลงเรือที่ท่าเรือให้ได้ครบจำนวนที่ต้องการ

2.3 การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างให้ตรงตามหลักเกณฑ์หรือจุดมุ่งหมายของผู้วิจัย เลือกนักศึกษาที่มีผลการเรียนตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไป เลือกสัมภาษณ์นักกรีฑาที่เป็นตัวแทนทีมชาติไทย เป็นต้น

การสุ่มตัวอย่างที่ไม่คำนึงถึงความน่าจะเป็นในการสุ่ม มีข้อดี คือ 1) ทำให้เกิดความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2) ทำให้ประหยัดทั้งเวลาและงบประมาณ 3) ทำได้ง่าย รวดเร็ว ไม่ต้องใช้หลักเกณฑ์ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ในส่วนข้อจำกัด คือ 1) มีความลำเอียงในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง 2) ไม่สามารถอ้างได้ว่ากลุ่มตัวอย่างที่ถูกเลือกเป็นตัวแทนของประชากรอย่างแท้จริง 3) ผลการวิจัยไม่สามารถสรุปอ้างอิงไปสู่ประชากรทั้งหมดได้ 4) กลุ่มตัวอย่างขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้วิจัย

### หลักการวิเคราะห์การพัฒนายั่งยืน

#### 1. ความเป็นมาของการพัฒนายั่งยืน

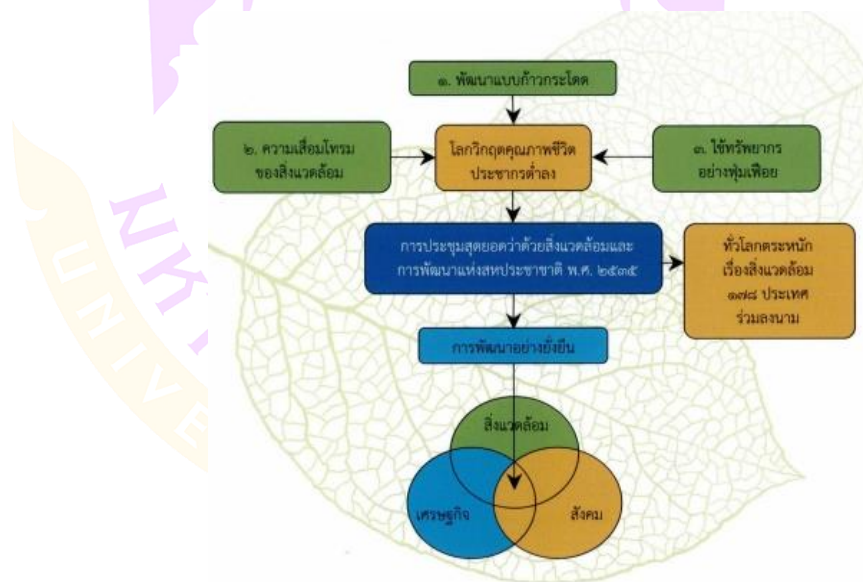
นับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มนุษย์จำเป็นต้องพึ่งพาสิ่งแวดล้อมเพื่อการดำรงชีวิตด้วยกันทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามเมื่อประมาณสองร้อยกว่าปีที่ผ่านมานับตั้งแต่ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา ทิศทางการพัฒนาของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม จึงทำให้มีการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดในปริมาณมากเพื่อผลิตสินค้าให้ตอบสนองความต้องการของมนุษย์ที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมมากมาย อาทิ ปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ อันได้แก่ ดิน น้ำ ป่าไม้ สัตว์ป่า และแร่ธาตุ ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ปัญหาการเกิดมลภาวะหรือมลพิษต่าง ๆ ทั้งทางดิน ทางน้ำ ทางอากาศ รวมถึงมลพิษจากขยะมูลฝอย

ปัญหาวิกฤตการณ์ทางธรรมชาติทั่วโลกอันเกิดจากการทำลายระบบนิเวศ เช่น การเกิดภาวะโลกร้อน ภัยแล้ง อุทกภัย และवादภัย ได้ส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และยังทำให้เกิดภาวะการขาดแคลนอาหาร ที่อยู่อาศัย และวิกฤตการณ์ด้านพลังงาน อีกด้วย ดังนั้นมนุษย์จึงเริ่มมีความคิดที่จะหาแนวทางแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาร่วมกัน

#### 2. แนวคิดการพัฒนายั่งยืนมาจากไหน

วิกฤตการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นทั่วโลกได้กระตุ้นให้หลายประเทศเกิดความตระหนัก ที่จะร่วมมือกันแก้ไขปัญหามลพิษ และเห็นควรให้มีการจัดการประชุมระดับโลกเพื่อร่วมมือกันพิจารณาหามาตรการแก้ไขปัญหามลพิษที่ประเทศต่าง ๆ กำลังเผชิญอยู่เป็นครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ. 2515 (ค.ศ.1972) ซึ่งการประชุมนี้มีชื่อว่า "การประชุมสหประชาชาติ

ว่าด้วยสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ (United Nations Conference on Human and Environment)" จัดขึ้น ณ กรุงสต็อกโฮล์ม ราชอาณาจักรสวีเดน จากจุดเริ่มต้นครั้งนี้ ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกได้ตระหนักถึงวิกฤตการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาแบบมุ่งเน้นด้านเศรษฐกิจเพียงอย่างเดียว จึงหันมาให้ความสนใจกับการพัฒนารูปแบบใหม่ที่สามารถลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการพัฒนาได้ อันเป็นที่มาของแนวคิด "การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development)" ซึ่งเป็นข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการโลกว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (World Commission on Environment and Development) หรือ คณะกรรมาธิการบรันท์แลนด์ Brundtland Commission) โดยที่รายงานของคณะกรรมการบรันท์แลนด์ (Brundtland Report) ที่เสนอต่อสหประชาชาติ ใน ปี พ.ศ.2530 (ค.ศ. 1987) เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง ต่อมาในชื่อ "อนาคตของเรา (Our Common Future)" โดยในบทที่ 2 Towards Sustainable Development ของรายงานดังกล่าวได้กำหนดนิยามของการพัฒนาที่ยั่งยืนไว้ดังนี้ "Sustainable development is development which meets the needs of current generations without compromising the ability of future generations to meet their own needs: World Commission on Environment and Development" "การพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นการพัฒนาที่สนองตอบความต้องการของคนรุ่นปัจจุบันโดยไม่ลดทอนความสามารถของคนรุ่นต่อมาที่จะตอบสนองความต้องการของพวกเขา"



ภาพ 9 แสดงความเป็นมาและแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน

ที่มา: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2556

จากภาพ 9 ความเป็นมาและแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนแสดงให้เห็นถึงทั่วโลกตระหนักถึงวิกฤตการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาแบบมุ่งเน้นด้านเศรษฐกิจเพียงอย่างเดียว จึงหันมาให้ความสนใจการพัฒนารูปแบบใหม่ที่สามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการพัฒนาได้

### 3. การพัฒนาที่ยั่งยืนคืออะไร

การพัฒนาที่ยั่งยืน คือการพัฒนาที่เน้นให้มนุษย์คำนึงถึงขีดจำกัดของทรัพยากรธรรมชาติบนโลก และให้มีการดำเนินการพัฒนาควบคู่ไปกับการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยให้เป็นการพัฒนาที่ตอบสนองความต้องการของคนทั้งในยุคปัจจุบัน และยุคต่อ ๆ ไปอย่างเท่าเทียมกัน

หลักการสำคัญของการพัฒนาที่ยั่งยืน คือ การสร้างสมดุลระหว่าง 3 มิติของการพัฒนา อันได้แก่

3.1 มิติการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจให้เจริญเติบโตอย่างมีคุณภาพ กระจายรายได้ให้เอื้อประโยชน์ต่อคนส่วนใหญ่ในสังคม โดยเฉพาะคนที่มีรายได้น้อย

3.2 มิติพัฒนาสังคมที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการพัฒนาคนให้มีความรู้ มีสมรรถนะ และมีผลิตภาพสูงขึ้น ส่งเสริมให้เกิดสังคมที่มีคุณภาพ และเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้

3.3 มิติพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในปริมาณที่ระบบนิเวศสามารถฟื้นตัวกลับสู่สภาพเดิมได้ การปล่อยมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมในระดับที่ระบบนิเวศสามารถดูดซับและทำลายมลพิษนั้นได้ โดยให้สามารถผลิตมาทดแทนทรัพยากรประเภทที่ใช้แล้วหมดไปได้

ทั้งนี้ การพัฒนาที่ยั่งยืนจะต้องทำให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น มีระบบสังคมที่เป็นสังคมธรรมรัฐ มีระบบการพัฒนาเศรษฐกิจที่มั่นคง ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาความช่วยเหลือจากภายนอกมีคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี ประชาชนรู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างรู้คุณค่า โดยเฉพาะการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อเป็นฐานในการผลิต เพื่อนำไปสู่การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (Brundtland Commission, 1987)

### 4. การพัฒนาที่ยั่งยืนในประเทศไทย

กระแสการพัฒนาอย่างยั่งยืนในประเทศไทยนั้น ได้มีการเผยแพร่มาเป็นเวลานานโดยท่านเจ้าคุณพระธรรมปิฎกผู้ซึ่งเป็นนักปราชญ์ทางพุทธศาสนาได้ค้นคว้า และเรียบเรียงหนังสือการพัฒนาที่ยั่งยืนขึ้น เพื่อเผยแพร่และแนะนำแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนในทรรศนะของชาวพุทธ พร้อมนี้แนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงซึ่งพระบาทสมเด็จพระ

เจ้าอยู่หัวได้พระราชทาน แก่ปวงชนชาวไทยในโอกาสต่าง ๆ ได้มีการเผยแพร่ผ่านวารสารชัยพัฒนา และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 ซึ่งได้น้อมรับแนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นกรอบแนวความคิดและทิศทางการพัฒนาระบบเศรษฐกิจมหภาคของไทย ต่อเนื่องด้วยแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 เพื่อมุ่งสู่การพัฒนาที่สมดุล ยั่งยืน และมีภูมิคุ้มกัน เพื่อความอยู่ดีมีสุข มุ่งสู่สังคมที่มีความสุขอย่างยั่งยืน หรือที่เรียกว่า "สังคมสีเขียว" นอกจากนี้ แนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงยังถูกบรรจุไว้ในรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550 ส่วนที่ 3 แนวนโยบายด้านการบริหารราชการแผ่นดิน มาตรา 78 (1) ความว่า : "บริหารราชการแผ่นดินให้เป็นไปเพื่อการพัฒนาสังคม เศรษฐกิจ และความมั่นคงของประเทศอย่างยั่งยืน โดยต้องส่งเสริมการดำเนินการตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคำนึงถึงผลประโยชน์ของประเทศชาติในภาพรวมเป็นสำคัญ" (สำนักเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2550)

#### 5. แนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนในประเทศไทย

ในประเทศไทย พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ.ปยุตฺโต) ได้นำแนวคิดเรื่องการพัฒนาที่ยั่งยืนมาเผยแพร่ โดยท่านได้กล่าวไว้ว่า กระแสในการพัฒนาแบบใหม่มี 2 กระแส กระแสแรกเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืนตามแนวคิดของคณะกรรมการโลกว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (CSD) คือ มุ่งพัฒนาควบคู่ไปกับการให้ความสำคัญแก่สิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนประชากร ส่งผลให้เกิดปัญหาทรัพยากรร่อยหรอ และการเกิดมลภาวะ กระแสที่สอง คือ การพัฒนาตามแนวคิดของยูเนสโก (UNESCO) ที่ให้ความสำคัญแก่คุณค่าของมนุษย์และวัฒนธรรม ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาสำหรับชาวพุทธแล้ว การพัฒนาที่ยั่งยืนควรเป็นการพัฒนาเพื่อสร้างสังคมที่ยั่งยืน ควบคู่กับตอบสนองความต้องการของตนได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสัตว์โลก และประชาชนรุ่นต่อ ๆ ไปในอนาคตต้องเดือดร้อน นั้นหมายความว่า การทำกิจกรรมของมนุษย์ต้องสอดคล้องกับกฎเกณฑ์ของธรรมชาติต้องบูรณาการทั้งเศรษฐกิจและธรรมชาติแวดล้อมเข้าด้วยกัน เพื่อจะพิทักษ์รักษาทรัพยากรธรรมชาติ และกำจัดความยากจนออกไป ดังนั้น การพัฒนาที่ยั่งยืนจึงมีแนวทางสรุปได้ ดังนี้

5.1 ต้องมีการวางนโยบายประชากรให้เหมาะสม เช่น ควบคุมจำนวนประชากรด้วยการวางแผนครอบครัว ในการแก้ปัญหาประชากรที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ การแก้ปัญหาทางการศึกษา เพราะจะครอบคลุมไปถึงการแก้ปัญหาด้านอื่น ๆ ทั้งหมด ทั้งปัญหาความยากจน สาธารณสุข ตลอดจนการอนุรักษ์ธรรมชาติ

5.2 ต้องอนุรักษ์หรือสงวนทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด และอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถดำเนินการได้หลายวิธี เช่น การประกาศพื้นที่เป็นป่าสงวน

วนอุทยานอุทยานแห่งชาติ เขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า การฟื้นฟูแหล่งธรรมชาติที่เสื่อมโทรม การรักษา ดิน น้ำ และอากาศให้ปลอดสารเคมีและมลภาวะ

5.3 การผลิตเทคโนโลยีกำจัดน้ำเสีย ตลอดจนการปรับเปลี่ยนการใช้ชีวิตไม่ สูญสูญรายประหยัดพลังงาน

การพัฒนาที่ยั่งยืนจะสำเร็จได้จะต้องพัฒนาคนให้มีจริยธรรม พระพรหมคุณา กรณ์ (ป.อ.ปยุตฺโต) ได้สรุปให้เห็นว่า ปัญหาในการพัฒนาที่ยั่งยืนที่ไม่ประสบความสำเร็จนั้น เกิดจากกิเลส 3 อย่าง ที่ขัดขวางจริยธรรม คือ ตัณหา มานะ และทิฐิ เราจึงต้องพัฒนาคนและ เศรษฐกิจให้คู่ขนาน ไปด้วยการพัฒนาจริยธรรม ดังนั้น ระบบการพัฒนาที่ยั่งยืน จึงขึ้นกับ 4 ปัจจัย ได้แก่

1. มนุษย์: ต้องพัฒนาคนให้มีคุณภาพ มีสุขภาพดี ชยัน อดทน รับผิดชอบ มีฝีมือมีความรู้ความสามารถ ความเชี่ยวชาญ พร้อมที่จะเป็นกำลังสำคัญในระบบเศรษฐกิจและ สังคมที่จัดสรรให้เกื้อหนุน และนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนโดยให้การศึกษาและจัดสรรปัจจัย เกื้อหนุน

2. สังคม: จัดระบบสังคม ทั้งด้านเศรษฐกิจ การเมือง การบริหาร ตลอดจน กิจการต่าง ๆ ให้ผสมกลมกลืนสอดคล้องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันบนฐานแห่งความรู้ความเป็น จริงสร้างบรรยากาศแห่งความไม่เบียดเบียน บรรยากาศแห่งความช่วยเหลือเกื้อกูล พิทักษ์ ปกป้องคนที่อยู่ในสถานะต่าง ๆ ซึ่งมีโอกาสและมีความสามารถต่างกัน

3. ธรรมชาติ: วิธีการพัฒนาต้องยึดหลักให้มนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ และดำรงชีวิตให้สอดคล้องและกลมกลืนกับธรรมชาติ

4. เทคโนโลยี: การพัฒนาเทคโนโลยี การใช้เทคโนโลยีที่เกื้อกูล ไม่ทำลาย ธรรมชาติ นำของเสียมาผลิตเวียนใช้ประโยชน์ใหม่ สังคมไทยต้องพัฒนาเทคโนโลยีควบคู่ไปกับการ พัฒนาตนเอง ต้องใช้เทคโนโลยีเป็นส่วนประดิษฐ์เสกสรรของมนุษย์อย่างไม่ประมาทและ เพื่อเกื้อหนุนให้ตนเองมีชีวิตดีงาม สมบูรณ์ มีอิสรภาพและสันติสุข

## 6. หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

"เศรษฐกิจพอเพียง" เป็นแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่พระราชทานมานานกว่า 30 ปี ซึ่งเป็นแนวคิดที่ตั้งอยู่บนรากฐานของวัฒนธรรมไทย เป็น แนวทางการพัฒนาที่ตั้งบนพื้นฐานของทางสายกลาง และความไม่ประมาท ดำเนินถึงความ พอประมาณความมีเหตุผลการสร้างภูมิคุ้มกันในตัวเอง ตลอดจนใช้ความรู้และคุณธรรม เป็นพื้นฐาน ในการดำรงชีวิต ที่สำคัญจะต้องมี "สติ ปัญญา และความเพียร" ซึ่งจะนำไปสู่ "ความสุข" ใน การดำเนินชีวิตอย่างแท้จริง "...คนอื่นจะว่าอย่างไรก็ช่างเขา จะว่าเมืองไทยล้มล้ม หมายความว่า"

เมืองไทยเซย ว่าเมืองไทยไม่มีสิ่งทันสมัยใหม่ แต่เราอยู่พอมีพอกิน และขอให้ทุกคนมีความปรารถนาที่จะให้เมืองไทยอยู่พอมีพอกินมีความสงบ และทำงานตั้งจิตอธิษฐานตั้งปณิธานในทางนี้ที่จะให้เมืองไทยอยู่แบบพออยู่พอกินไม่ใช่ว่าจะรุ่งเรืองอย่างยอด แต่เรามีความพออยู่พอกิน มีความสงบ เปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ ถ้าเรารักษาความพออยู่พอกินนี้ได้ เราก็จะยอดยิ่งยวดได้..." (พระบรมราชาธิราช 4 ธันวาคม 2517)

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเห็นว่า แนวทางการพัฒนาที่เน้นการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศเป็นหลักแต่เพียงอย่างเดียวอาจจะเกิดปัญหาได้ จึงทรงเน้นการมีพอกินพอใช้ของประชาชนส่วนใหญ่ในเบื้องต้นก่อน เมื่อมีพื้นฐานความมั่นคงพร้อมพอสมควรแล้ว จึงสร้างความเจริญ และฐานะทางเศรษฐกิจให้สูงขึ้น ซึ่งหมายถึง แทนที่จะเน้นการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมนำการพัฒนาประเทศ ควรที่จะสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจพื้นฐานก่อนนั่นคือ ทำให้ประชาชนในชนบทส่วนใหญ่พอมีพอกินก่อน เป็นแนวทางการพัฒนาที่เน้นการกระจายรายได้ เพื่อสร้างพื้นฐานและความมั่นคงทางเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ ก่อนเน้นการพัฒนาในระดับสูงขึ้นไป ดังที่ทรงมีพระบรมราชาธิราชเพื่อเตือนประชาชนชาวไทยให้พออยู่พอกิน ตั้งแต่ ปี 2517 คือ เมื่อ 30 กว่าปีที่แล้ว "....เมื่อปี 2517 วันนั้นได้พูดถึงว่า เราควรปฏิบัติให้พอมีพอกิน พอมีพอกินนี้ก็แปลว่าเศรษฐกิจพอเพียงนั่นเอง ถ้าแต่ละคนมีพอกมีพอกิน ก็ใช้ได้ ยิ่งถ้าทั้งประเทศพอกมีพอกินก็ยิ่งดี และประเทศไทยเวลานั้นก็เริ่มจะเป็นไม่พอกมีพอกิน บางคนก็มีมาก บางคนก็ไม่มีเลย..." (พระราชดำรัส เนื่องในโอกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษา ณ ศาลาดุสิดาลัย วันที่ 4 ธันวาคม 2541)

"เศรษฐกิจพอเพียง" เป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพระราชทานชี้แนะแนวทางการดำเนินชีวิตแก่พสกนิกรชาวไทยมาโดยตลอด ตั้งแต่ก่อนเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ และเมื่อภายหลังได้ทรงเน้นย้ำแนวทางการแก้ไขเพื่อให้รอดพ้น และสามารถดำรงอยู่ได้อย่างมั่นคง และยั่งยืนภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์ และความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ

เศรษฐกิจพอเพียงเป็นปรัชญาที่ชี้ถึงแนวการดำรงอยู่ และปฏิบัติตนของประชาชนในทุกระดับตั้งแต่ระดับครอบครัว ระดับชุมชน จนถึงระดับรัฐทั้งในการพัฒนาและบริหารประเทศให้ดำเนินไปในทางสายกลาง โดยเฉพาะการพัฒนาเศรษฐกิจ เพื่อให้ก้าวทันต่อโลกยุคโลกาภิวัตน์

ความพอเพียง หมายถึง ความพอประมาณ ความมีเหตุผล รวมถึงความจำเป็นที่จะต้องมีระบบภูมิคุ้มกันในตัวที่ดีพอสมควร ต่อการกระทบใด ๆ อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งภายในภายนอก ทั้งนี้ จะต้องอาศัยความรอบรู้ ความรอบคอบ และความระมัดระวังอย่างยิ่งในการนำวิชาการต่าง ๆ มาใช้ในการวางแผนและการดำเนินการทุกขั้นตอน และขณะเดียวกัน

จะต้องเสริมสร้างพื้นฐานจิตใจของคนในชาติโดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ของรัฐ นักทฤษฎีและนักธุรกิจในทุกระดับให้มีสำนึกในคุณธรรม ความซื่อสัตย์สุจริต และให้มีความรอบรู้ที่เหมาะสม ดำเนินชีวิตด้วยความอดทนความเพียร มีสติ ปัญญา และความรอบคอบ เพื่อให้สมดุลและพร้อมต่อการรองรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและกว้างขวาง ทั้งด้านวัตถุ สังคม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมจากโลกภายนอกได้เป็นอย่างดี

องค์ประกอบของเศรษฐกิจพอเพียง มีดังนี้

1. ความพอประมาณ หมายถึง ความพอดีที่ไม่น้อยเกินไปและไม่มากเกินไป โดยไม่เบียดเบียนตนเองและผู้อื่น เช่น การผลิตและการบริโภคที่อยู่ในระดับพอประมาณ
2. ความมีเหตุผล หมายถึง การตัดสินใจเกี่ยวกับระดับความพอเพียงนั้น จะต้องเป็นไปอย่างมีเหตุผล โดยพิจารณาจากเหตุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนคำนึงถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการกระทำนั้น ๆ อย่างรอบคอบ
3. ภูมิคุ้มกัน หมายถึง การเตรียมตัวให้พร้อมรับผลกระทบและการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต

แนวพระราชดำริในการดำเนินชีวิตแบบพอเพียง

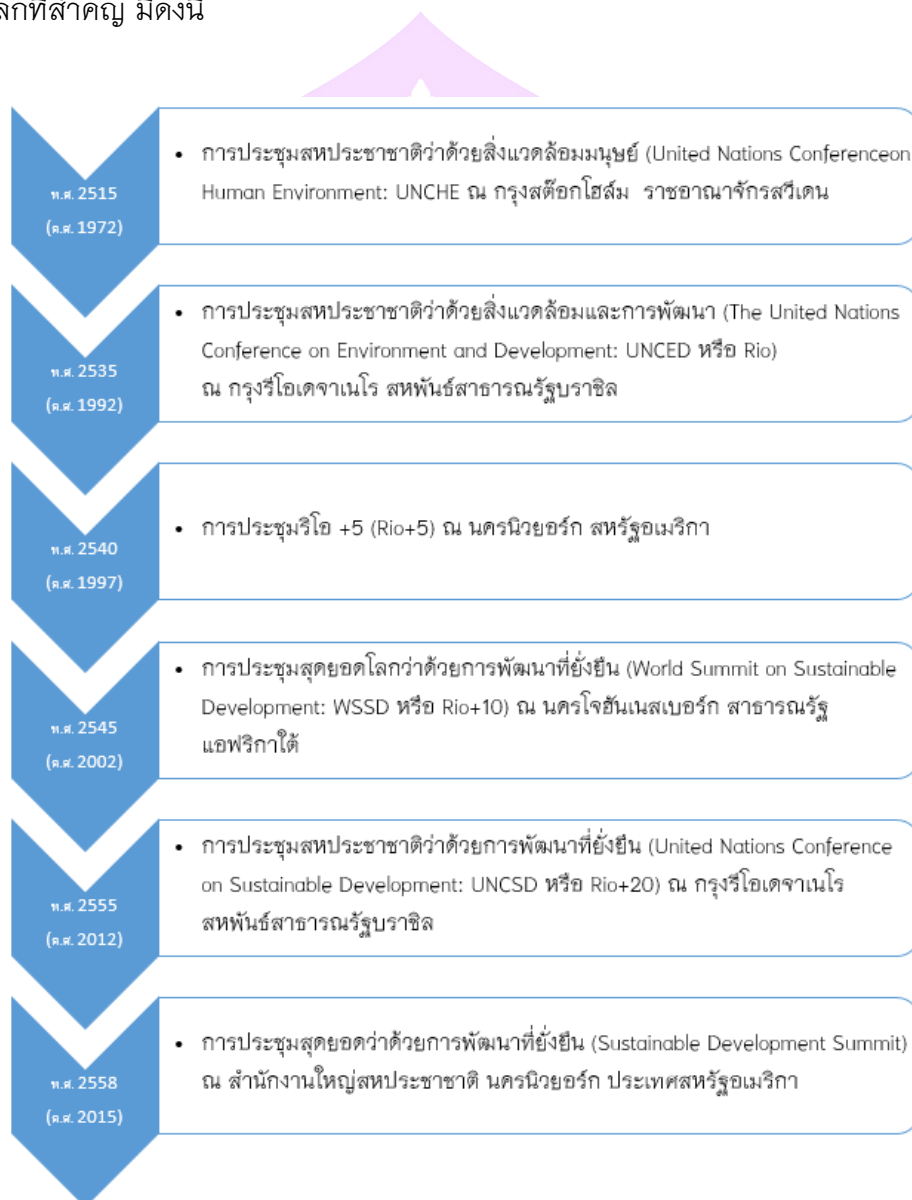
1. ยึดความประหยัดตัดทอนค่าใช้จ่ายในทุกด้าน ลดละความฟุ้งเฟ้อในการใช้ชีวิต
2. ยึดถือการประกอบอาชีพด้วยความถูกต้อง ซื่อสัตย์สุจริต
3. ละเลิกการแก่งแย่งผลประโยชน์และแข่งขันกันในทางการค้าแบบต่อสู้กันอย่างรุนแรง
4. ไม่หยุดนิ่งที่จะหาทางให้ชีวิตหลุดพ้นจากความทุกข์ยากด้วยการขวนขวายใฝ่หาความรู้ให้มีรายได้เพิ่มพูนขึ้นจนถึงขั้นพอเพียงเป็นเป้าหมายสำคัญ
5. ปฏิบัติตนในแนวทางที่ดี ลดละสิ่งชั่วประพฤติตนตามหลักศาสนา

หลักการเศรษฐกิจพอเพียงสามารถนำไปสู่เป้าหมายของการสร้างความมั่นคงในทางเศรษฐกิจได้ อาทิโดยพื้นฐานแล้วประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมเศรษฐกิจของประเทศ จึงควรเน้นที่เศรษฐกิจการเกษตร เน้นความมั่นคงทางอาหาร ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงหรือความไม่มั่นคงทางเศรษฐกิจในระยะยาวได้ (สำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนา, 2550)

เศรษฐกิจพอเพียง สามารถประยุกต์ใช้ได้ทุกระดับ ทุกสาขา ทุกภาคของเศรษฐกิจ ไม่จำเป็นจะต้องจำกัดเฉพาะแต่ภาคการเกษตร หรือภาคชนบท แม้แต่ภาคการเงิน ภาคอสังหาริมทรัพย์และการค้าการลงทุนระหว่างประเทศ โดยมีหลักการที่คล้ายคลึงกัน

คือ เน้นการเลือกปฏิบัติอย่างพอประมาณ มีเหตุมีผล และสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ตนเองและสังคม

องค์การสหประชาชาติได้มีการประชุมระดับโลกเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืนถูกจัดขึ้นตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2515 (ค.ศ. 1972) เรื่อยมาจนปัจจุบัน โดยการประชุมระดับโลกที่สำคัญ มีดังนี้



ภาพ 10 การประชุมระดับโลกเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน

ที่มา: สำนักความร่วมมือด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ, (2546)

สำหรับประเทศไทยได้นำแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนในกระแสโลก มาปรับใช้ในกระบวนการวางแผนพัฒนาประเทศด้วยเช่นกัน แนวทางการพัฒนาประเทศภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในระยะเวลากว่า 20 ปีที่ผ่านมา จึงได้ปรับเปลี่ยนทิศทางไปสู่ความยั่งยืนมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549) ซึ่งใช้เป็นกรอบทิศทางการพัฒนาประเทศโดยได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาที่สมดุล ทั้งด้านคน สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม เพื่อมุ่งสู่เป้าหมาย "การพัฒนาที่ยั่งยืนและความอยู่ดีมีสุขของคนไทยทุกคน" (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2546)

องค์การสหประชาชาติ ได้ให้ความหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) ว่าคือการพัฒนาที่สนองความต้องการของประชาชนรุ่นปัจจุบัน โดยไม่ทำให้ประชาชนรุ่นต่อไปในอนาคตต้องประนีประนอมยอมลดความต้องการของตนเอง (Sustainable Development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs) กล่าวคือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อผลประโยชน์ของคนรุ่นปัจจุบันจะต้องไม่ใช่ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง แต่ควรเป็นการใช้ทรัพยากรในเชิงอนุรักษ์ และพัฒนาให้เต็มศักยภาพอยู่ตลอดเวลา (United Nations, 1987, p. 43) ดังนั้น การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) คือ การพัฒนาที่สามารถดำเนินไปได้อย่างมั่นคง ราบรื่น โดยไม่เกิดสภาพที่ไม่พึงปรารถนาอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการพัฒนา การพัฒนาที่ยั่งยืนนี้ มีลักษณะเป็นการพัฒนาที่เป็นการบูรณาการคือทำให้เป็นองค์รวม (holistic) หมายความว่าองค์ประกอบทั้งหลายที่เกี่ยวข้องจะต้องมาประสานกันครบองค์ และมีลักษณะอีกอย่างหนึ่งคือมีดุลยภาพ (balanced) การทบทวนแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนดังกล่าวเป็นแค่การทบทวนเบื้องต้นเพื่อให้เราทราบกระบวนการพัฒนาในระดับต่าง ๆ (เสถียร ฉันทะ และคณะ, 2560, หน้า 3-4)

#### 7. การพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG index)

การพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG index) ที่ประเทศสมาชิกองค์การสหประชาชาติรวม 193 ประเทศ ได้รวมลงนามรับรองวาระการพัฒนาที่ยั่งยืน ค.ศ. 2030 เพื่อสร้างโลกที่ดี และยกระดับคุณภาพชีวิตของทุกคนให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นมีการบรรลุการพัฒนาทางสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดยไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง โดยวาระการพัฒนาดังกล่าวประกอบด้วย 17 เป้าหมายหลักและ 169 เป้าหมายย่อย และพัฒนา ตัวชี้วัด (Indicators) จำนวน 232 ตัวชี้วัด (ทั้งหมด 244 ตัวชี้วัดแต่มีตัวที่ซ้ำ 12 ตัว) เพื่อติดตามความก้าวหน้าของเป้าประสงค์ดังกล่าว ซึ่งเชื่อมโยงเกี่ยวพันกัน และมีการกำหนดให้มีตัวชี้วัดเพื่อประเมินความก้าวหน้าของการพัฒนา

ประเทศไทยกับการขับเคลื่อน SDGs เมื่อปี พ.ศ.2558 โดยรัฐบาลของพลเอก ประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี ได้ตั้งคณะกรรมการเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (กพย.) เพื่อขับเคลื่อนพันธกิจตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ (Sustainable Development Goals: SDGs) ให้เกิดเป็นรูปธรรมภายในปี 2573 ตามที่รัฐบาลไทยได้ร่วมลงนามไว้กับองค์การสหประชาชาติ โดยมีเป้าหมาย 3 ประการ คือการเติบโตทางเศรษฐกิจ (economic growth) ความครอบคลุมทางสังคม (social inclusion) และการคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (environmental protection) SDGs ทั้ง 17 เป้าหมายหลัก สามารถจัดกลุ่มได้เป็น 5 มิติ คือมิติการพัฒนาคน มิติสิ่งแวดล้อม มิติเศรษฐกิจและความมั่งคั่ง มิติสันติภาพและความ ยุติธรรม และมิติความเป็นหุ้นส่วนการพัฒนา วิทยาลัยนานาชาติ ได้ระบุว่าสังคมจะต้องร่วมกันขับเคลื่อนการพัฒนาในด้านต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายให้ได้ภายในปี 2573 หรือ ค.ศ. 2030 ภายใต้กรอบการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals – SDGs) โดยเป้าหมายทั้ง 17 ข้อ มีดังนี้ ไกรสร วันละ และ เสาวลักษณ์ โกศลกิตติอัมพร, (2564)



ภาพ 11 กรอบการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals – SDGs)

จากภาพ 11 เป้าหมายกรอบการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals – SDGs) ทั้ง 17 ข้อประกอบด้วย

**เป้าหมายที่ 1 :** ขจัดความยากจนทุกรูปแบบในทุกพื้นที่

**เป้าหมายที่ 2 :** ยุติความหิวโหย บรรลุความมั่นคงทางอาหารและยกระดับโภชนาการ และส่งเสริมเกษตรกรรมที่ยั่งยืน

**เป้าหมายที่ 3 :** สร้างหลักประกันว่าคนมีชีวิตที่มีสุขภาพดีและส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีสำหรับทุกคนในทุกวัย

**เป้าหมายที่ 4 :** สร้างหลักประกันว่าทุกคนมีการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างครอบคลุม และเท่าเทียม และสนับสนุนโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิต

**เป้าหมายที่ 5 :** บรรลุความเท่าเทียมระหว่างเพศ และเสริมอำนาจให้แก่สตรีและเด็กหญิง

**เป้าหมายที่ 6 :** สร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคน และมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืน

**เป้าหมายที่ 7 :** สร้างหลักประกันให้ทุกคนสามารถเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่ที่ยั่งยืน ในราคาที่ย่อมเยา

**เป้าหมายที่ 8 :** ส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ต่อเนื่อง ครอบคลุม และยั่งยืน การจ้างงานเต็มที่มีผลิตภาพ และการมีงานที่เหมาะสมสำหรับทุกคน

**เป้าหมายที่ 9 :** สร้างโครงสร้างพื้นฐานที่มีความทนทาน ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ครอบคลุมและยั่งยืน และส่งเสริมนวัตกรรม

**เป้าหมายที่ 10 :** ลดความไม่เสมอภาคภายในประเทศและระหว่างประเทศ

**เป้าหมายที่ 11 :** ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความครอบคลุม ปลอดภัย มีภูมิต้านทานและยั่งยืน

**เป้าหมายที่ 12 :** สร้างหลักประกันให้มีรูปแบบการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน

**เป้าหมายที่ 13 :** ปฏิบัติการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และผลกระทบที่เกิดขึ้น

**เป้าหมายที่ 14 :** อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมหาสมุทร ทะเล และทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

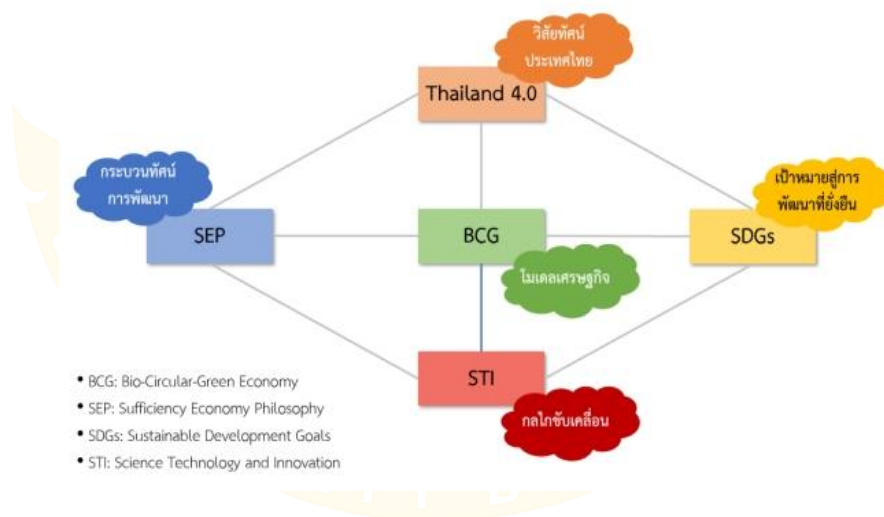
**เป้าหมายที่ 15 :** ปกป้อง ฟื้นฟู และสนับสนุนการใช้ระบบนิเวศบนบกอย่างยั่งยืน จัดการป่าไม้อย่างยั่งยืนต่อสู่การกลายสภาพเป็นทะเลทราย หยุดการเสื่อมโทรมของที่ดินและพื้นที่สภาพดิน และหยุดยั้งการสูญเสียดังกล่าวหลายทางชีวภาพ

**เป้าหมายที่ 16 :** ส่งเสริมสังคมที่สงบสุขและครอบคลุมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ให้ทุกคนเข้าถึงความยุติธรรม และสร้างสถาบันที่มีประสิทธิภาพ รับผิดชอบและครอบคลุมในทุกระดับ

**เป้าหมายที่ 17 :** เสริมความเข้มแข็งให้แก่กลไกการดำเนินงานและฟื้นฟูหุ้นส่วนความร่วมมือระดับโลกเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

## 7. Bio-Circular-Green Economy (BCG)

BCG หรือ Bio-Circular-Green Economy (เศรษฐกิจชีวภาพ-เศรษฐกิจหมุนเวียน-เศรษฐกิจสีเขียว) เป็นโมเดลเศรษฐกิจใหม่ในการขับเคลื่อนการเติบโตของเศรษฐกิจ และการพัฒนาสังคมของ ประเทศที่น่าหลักการและลำดับความสำคัญจากยุทธศาสตร์ชาติ และวิสัยทัศน์ “Thailand 4.0” เป็นตัวตั้งผลมผสานกับ “หลักคิดของเศรษฐกิจพอเพียง” (Sufficiency Economy Philosophy, SEP) และ “เป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน” (Sustainable Development Goals, SDGs) พัฒนา 3 เศรษฐกิจ คือ เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) และเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) ไปพร้อม ๆ กันเพื่อขับเคลื่อนประเทศไทยอย่างเป็นรูปธรรม (ดังแสดงในภาพ 12) โดยการผนึกพลังภาครัฐ-เอกชน/ชุมชน/สังคม-มหาวิทยาลัย/สถาบันวิจัย-เครือข่ายต่างประเทศ ในลักษณะ “จตุรภาคี” (Quadruple Helix) เพื่อ “เปลี่ยนข้อได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Advantage) ที่ไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพและวัฒนธรรมให้เป็นความสามารถในการแข่งขัน (Competitive Advantage) ด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (Science, Technology & Innovation, STI) เพื่อให้เกิดเศรษฐกิจ BCG ที่เติบโตแข่งขันได้ในระดับโลก พร้อม ๆ กับการกระจายรายได้ลงสู่ชุมชน ลดความเหลื่อมล้ำชุมชนเข้มแข็งมีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน”



ภาพ 12 BCG Model ภายใต้ยุทธศาสตร์การขับเคลื่อนประเทศไทย

ที่มา: กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (2562)

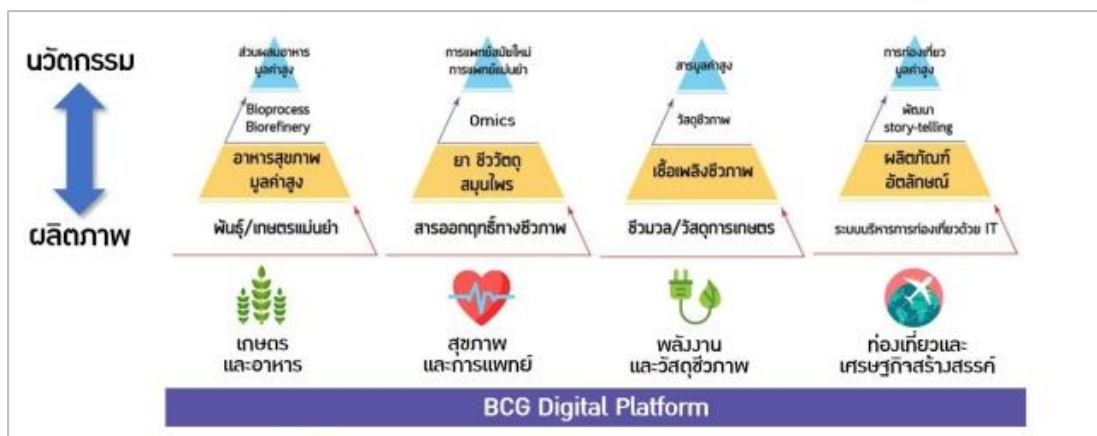


ภาพ 13 หลักการคิด BCG Model

**ที่มา:** กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (2562)

วิสัยทัศน์และเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์

BCG Model ได้ครอบคลุมห่วงโซ่มูลค่า (Value Chain) ของ 4 อุตสาหกรรมหลัก ได้แก่ อุตสาหกรรมการเกษตรและอาหาร สุขภาพและการแพทย์ พลังงาน วัสดุและเคมีชีวภาพและการท่องเที่ยว และเศรษฐกิจสร้างสรรค์ บูรณาการเข้าด้วยกัน เป็นฐานการสร้างมูลค่าเพิ่มขนาดใหญ่ของประเทศ (ดังแสดง ในรูปภาพที่ 4) ซึ่งในปัจจุบันมีสัดส่วนใน GDP ถึงร้อยละ 21 และเกี่ยวข้องกับอาชีพและการจ้างงานของคนในประเทศมากกว่า 16.5 ล้านคนในปัจจุบันหัวใจสำคัญของ BCG Model คือการพัฒนาแบบคู่ขนาน ทั้งในส่วน “ยอดปิรามิด” ซึ่งหมายถึง ผู้ประกอบการหรือเกษตรกรที่มีความพร้อมสูง มีกำลังในการลงทุนด้านเทคโนโลยีพร้อมรับความเสี่ยง สามารถเข้าถึงความก้าวหน้าทางวิทยาการระดับสูงสำหรับผลิตสินค้าและบริการที่มีมูลค่าสูงมาก ๆ เช่น สินค้าเกษตรมูลค่าสูง ส่วนประกอบอาหารสุขภาพ ชีววัตถุ การแพทย์สมัยใหม่/แม่นยำ สารเคมีชีวภาพมูลค่าสูง หรือการท่องเที่ยวมูลค่าสูงเฉพาะกลุ่ม แม้กลุ่มนี้จะมีจำนวนน้อยแต่สร้างมูลค่าเพิ่มได้สูง และจะเป็นกำลัง สำคัญของเศรษฐกิจไทยในอนาคต



ภาพ 14 การสร้างมูลค่าใน 4 อุตสาหกรรมหลัก BCG

ที่มา: กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (2562)

ภาพ 14 การสร้างมูลค่าใน 4 อุตสาหกรรมหลัก BCG นั้น ในส่วน “ฐานปิรามิด” เป็นการยกระดับ “ผลิตภาพ” และ “มาตรฐาน” ให้กับผู้ประกอบการ ขนาดกลางและขนาดย่อม เกษตรกรรายย่อยและภาคชุมชน ซึ่งแม้ไม่ได้ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงแต่ส่งผลกระทบสูง เนื่องจากเกี่ยวข้องกับคนจำนวนมากที่เป็นรากฐานเศรษฐกิจสำคัญของประเทศ โดยการพัฒนาทั้งหมดจะต้องเสริมความเข้มแข็งให้กับทุนทางสังคม อันได้แก่ ภูมิปัญญาและวัฒนธรรมท้องถิ่น ตลอดจนทุนทางทรัพยากรธรรมชาติ ตามแนวคิดของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ที่จะขยายผลไปสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ของสหประชาชาติ (SEP for SDGs) ที่มุ่งพัฒนาโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมและเพิ่มโอกาสให้ทุกคน BCG Model เป็นกลไกที่สำคัญในการยกระดับคุณภาพชีวิตของคนในประเทศอย่างทั่วถึง สามารถกระจายโอกาสและลดความเหลื่อมล้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการตอบสนองต่อปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม และสุขภาพของคนได้ในหลายมิติ ในขณะที่เดียวกันสามารถสร้างให้ประเทศไทยก้าวขึ้นเป็นผู้นำระดับโลกในบางสาขา จึงได้กำหนดเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ของประเทศเพื่อใช้ในการขับเคลื่อน BCG Model ดังนี้

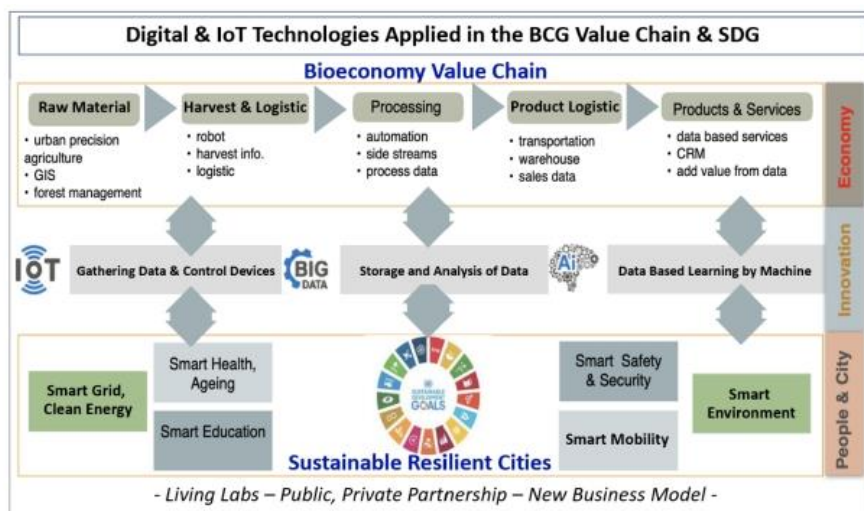
1. มูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมเป้าหมาย BCG เพิ่มขึ้นจากสัดส่วน 21% ของ GDP เป็น 24% ของ GDP ใน 5 ปี (จาก 3.4 ล้านล้านบาท เป็น 4.4 ล้านล้านบาท)
2. เพิ่มรายได้เกษตรกรและชุมชน 240,000 บาทต่อครัวเรือนต่อปีภายใน 5 ปี
3. เกิดการจ้างงานในพื้นที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะแรงงานที่มีทักษะสูงในพื้นที่ในระยะเวลา 5 ปี ไม่น้อยกว่า 2 ล้านตำแหน่ง

4. กระจายรายได้ที่เป็นธรรมและทั่วถึงไปยังชุมชนและครัวเรือนทั่วประเทศ ไม่น้อยกว่า 10 ล้านคน
5. ดัชนีความมั่นคงทางอาหารของไทยติดอันดับ 1 ใน 5 ของโลก ภายใน 5 ปี
6. ลดความเหลื่อมล้ำจากการเข้าถึงยาและเวชภัณฑ์ราคาสูงอย่างน้อย 300,000 คน/ปี ภายใน 5 ปี
7. ลดความเสี่ยงจากโรคติดเชื้อในคน สัตว์ และพืช รวมถึงการลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม
8. เกิดอุตสาหกรรมเทคโนโลยีเกษตรขั้นสูง อุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพและส่วนประกอบ อาหารมูลค่าสูง อุตสาหกรรมชีวภาพ อุตสาหกรรมเคมีชีวภาพ อุตสาหกรรมสุขภาพการแพทย์ที่มีความเข้มแข็ง ตอบสนองความต้องการของตลาดในและต่างประเทศ เป็นแหล่งจ้างงานทักษะสูงและรายได้สูงเพิ่มขึ้น 10 ล้านตำแหน่ง ภายใน 10 ปี
9. อุตสาหกรรมท่องเที่ยวมีความยั่งยืน มีระบบบริหารจัดการท่องเที่ยว โดยเฉพาะแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศและวัฒนธรรม และคอนเทนต์ท่องเที่ยวที่ดีที่สุด Top 3 ของเอเชียแปซิฟิก
10. เกิดสตาร์ทอัพและ IDEs (Innovative Driven Enterprises) ที่เกี่ยวข้องกับ BCG 10,000 ราย
11. ลดการใช้ทรัพยากรลง 2 ใน 3 จากปัจจุบัน
12. ลดปริมาณขยะลง 16.5 ล้านตันต่อปี
13. เกิดความมั่นคงทางพลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ไม่น้อยกว่า 50 ล้านตัน คาร์บอนไดออกไซด์ หรือคิดเป็น 1 ใน 3 ของค่าเป้าหมายในปี 2573
14. ลดปัญหาของฝุ่นละอองขนาดเล็กลงได้ในน้อยกว่าครึ่งหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เชื้อเพลิงจากปิโตรเลียม
15. ลดการเสียชีวิตของสัตว์ทะเลหายากจากการกินพลาสติก ลดการสูญเสียดังกล่าวของสัตว์ทะเลหายาก สร้างภาพลักษณ์ที่ดีและสนับสนุนการท่องเที่ยวทางทะเล
16. พื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกทำลายให้ฟื้นกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้อีกครั้ง เช่น ป่าชายเลน สัตว์น้ำ ปะการัง เป็นต้น
17. ยกกระดับคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ทั้งในเรื่องของการผลิตอาหารมีคุณภาพ ความปลอดภัย รวมถึง สุขภาพและการแพทย์ ไม่น้อยกว่า 300,000 คนต่อปี

18. สร้างสังคมฐานความรู้ซึ่งจะกระจายความรู้และเทคโนโลยีไปสู่กลุ่มคนอื่นในวงกว้าง สร้างให้คนไทยมีภูมิคุ้มกันต่อการรับมือจากการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเท่าทัน รวมถึงการนำไปสู่การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าบริการภายใต้ระบบการผลิตที่ยั่งยืน

19. สร้างนักพัฒนาที่สามารถสร้างรายได้ต่อหัวต่อปีที่ 22,000 เหรียญสหรัฐฯ เพื่อให้ประเทศไทย หลุดพ้นจากกับดักรายได้ปานกลาง

แนวทางในการพัฒนาประเทศตามโมเดลของ BCG นั้นจำเป็นที่จะต้องมีความเชื่อมโยง (Link) เพื่อสร้าง Closed Loop ของห่วงโซ่มูลค่า BCG ทำให้สามารถบริหารจัดการได้ครบวงจร เทคโนโลยีดิจิทัลและไอที เป็นตัวการสำหรับสร้างการเชื่อมต่อให้เกิดเป็นห่วงโซ่ทั้งขาไป (Supply Chain) และขากลับ (Reversed Supply Chain) รวมถึงการเชื่อมต่อไปยังส่วนอื่นที่เกี่ยวข้อง จากภาพ 5 แสดงถึงเทคโนโลยีดิจิทัลและ IoT ที่มี ส่วนในห่วงโซ่มูลค่าของ BCG ที่ก่อให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจที่ใช้การขับเคลื่อนไปมาได้จากทั้ง Demand Pull หรือ Supply Push ทำให้สามารถสร้างระบบช่วยการตัดสินใจสำหรับบริหารงานภาพรวมทั้งสองด้าน ผ่านการเชื่อมโยงข้อมูลและระบบตั้งแต่กระบวนการผลิตวัตถุดิบต้นทาง (Smart or Precision Agriculture) การเก็บเกี่ยวหรือการขนส่งการแปรรูป (Industry 4.0) สินค้าและบริการ (Smart Retail, Smart CRM) ในแต่ละกระบวนการถูกเชื่อมต่อเข้าสู่ BCG Digital Platform ที่ใช้เทคโนโลยี IoT, Big Data และระบบปัญญาประดิษฐ์ผ่านการเชื่อมต่อเครือข่ายทั้งแบบเดิมเช่น Fiber, WiFi, LoRaWAN, Sixfog, 4G หรือระบบใหม่ เช่น NB-IoT (Narrow Band IoT) หรือ 5G เป็นต้น นอกจากนี้ BCG Digital Platform ยังเชื่อมโยงไปสู่ประชาชนและสังคมผ่านทางระบบเมืองน่าอยู่ เช่น ระบบบริหารจัดการพลังงานทางเลือกระบบการศึกษา ระบบการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ ระบบความเป็นอยู่ปลอดภัย ระบบการขนส่งคน และระบบดูแลสิ่งแวดล้อม การเชื่อมต่อที่สมบูรณ์จะก่อให้เกิดทั้ง Local Economy, Sharing Economy และ New Ecosystem ที่จะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการสร้างเศรษฐกิจฐานชีวภาพหรือ BCG ของประเทศอย่างยั่งยืน



ภาพ 15 ดิจิทัลแพลตฟอร์มเพื่อการยกระดับห่วงโซ่มูลค่า BCG

**ที่มา:** กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (2562)

จากภาพ 15 ดิจิทัลแพลตฟอร์มเพื่อการยกระดับห่วงโซ่มูลค่า BCG นั้น คือเศรษฐกิจสีเขียวและเศรษฐกิจหมุนเวียนมีหลักการสำคัญ คือ การเร่งหาแนวทางการพัฒนาระบบเศรษฐกิจให้มีสีเขียวและสะอาดมากขึ้นจากที่เป็นอยู่ (Greener & Cleaner) โดยเศรษฐกิจสีเขียวจะต้องมุ่งเน้นการมองเชิงระบบ (Systematic Approach) และใช้ดิจิทัลแพลตฟอร์มร่วมกับเทคโนโลยีหลากหลายมาช่วยในการบริหารจัดการ ลดภาระงาน และลดต้นทุนในการผลิตตั้งแต่ต้นทางไปจนถึงปลายทาง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรได้สูงที่สุด โดยใช้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุดพร้อมกับเน้นการลดของเสีย รวมทั้งลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบการผลิตเพื่อการเป็นสังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society) เกิดการกระจายความมั่งคั่งอย่างทั่วถึงในขณะที่เศรษฐกิจหมุนเวียน จะเน้นส่งเสริมระบบเศรษฐกิจที่มีการวางแผนให้ทรัพยากรในระบบการผลิตทั้งหมดสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เพื่อรับมือกับปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรในอนาคต ที่จะมีความต้องการใช้ทรัพยากรเพื่อการผลิตเพิ่มมากขึ้นจากการขยายตัวของเศรษฐกิจและความต้องการสินค้าและบริการของผู้บริโภค ดังนั้นเศรษฐกิจหมุนเวียนจึงมุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรใหม่ (Virgin material) ให้น้อยที่สุด การคงคุณค่าผลิตภัณฑ์ให้นานที่สุดการเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานผ่านโมเดลธุรกิจใหม่ การสร้างของเสียในปริมาณที่ต่ำที่สุดและให้ความสำคัญกับการจัดการของเสียจากการผลิตและบริโภค ด้วยการทำงาน

วัตถุดิบที่ผ่านการผลิตและบริโภคแล้วเข้าสู่ กระบวนการผลิตใหม่ (Secondary raw material) เช่น การเปลี่ยนของเหลือทิ้ง ให้เป็นสารมูลค่าเพิ่มสูง การใช้นวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบกำจัดขยะต้นทาง กลางทาง และปลายทาง การส่งเสริมอุตสาหกรรมรีไซเคิลวัสดุที่สำคัญ การส่งเสริมการออกแบบผลิตภัณฑ์ และรูปแบบธุรกิจที่เอื้อต่อระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน เป็นต้น ซึ่งการดำเนินกิจกรรมเหล่านี้จะมีแนวคิดที่ต่างจากระบบเศรษฐกิจแบบดั้งเดิม ที่เน้นการใช้ทรัพยากรการผลิต และการสร้างของเสียในรูปแบบเศรษฐกิจที่เป็นเส้นตรงหรือ Linear Economy



ภาพ 16 เปรียบเทียบหลักการ Linear Economy และ Circular Economy

ที่มา: กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (2562)

จากภาพ 16 เปรียบเทียบหลักการ Linear Economy และ Circular Economy ทั้งนี้ในการดำเนินการทั้งหมด ต้องอาศัยการพิจารณาทั้งระบบแบบองค์รวม (Holistic View) ที่มองตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทางของกิจกรรมหรือเทคโนโลยีนั้น ๆ หลักการดังกล่าวเรียกว่า “Life Cycle Assessment หรือ LCA” โดยมีได้มองเฉพาะผลกระทบโดยตรงเท่านั้น หากแต่ยังมองผลกระทบโดยอ้อมในด้านต่าง ๆ ด้วย ซึ่งในการดำเนินการควรจะต้องผสมผสานระหว่างการบริหารจัดการ (Housekeeping) ควบคู่กับการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมควบคู่กันไป

### การประยุกต์ใช้ตามหลักการ 3 P : ดุลยภาพขั้นพื้นฐานที่ยั่งยืน

ส่วนประกอบของการพัฒนาที่ยั่งยืนในทุก ๆ นิยามของ “การพัฒนาที่ยั่งยืน” มีจุดเน้นร่วมกันว่า การพัฒนาที่ยั่งยืน หมายถึง การปรับปรุงคุณภาพชีวิตมนุษย์ภายใต้ศักยภาพของระบบนิเวศวิทยาของโลก การพัฒนาที่ยั่งยืนจึงมีส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ส่วนประกอบทั้งสามนี้จะ

เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน วัตถุประสงค์ของการพัฒนาที่ยั่งยืน ตามแนวคิดของ Edward Barbier คือ การบรรลุเป้าหมายทั้งสามองค์ประกอบนี้ให้ได้ดีที่สุด และโดยที่สังคมไม่สามารถบรรลุเป้าหมายที่สูงสุดในทุกส่วนประกอบได้ จึงจำเป็นต้องยอมลดเป้าหมายในบางองค์ประกอบ เพื่อให้เป้าหมายในองค์ประกอบอื่นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดลำดับความสำคัญระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ว่าจะให้องค์ประกอบใดมีลำดับความสำคัญที่สูงกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ถ้าให้ลำดับความสำคัญทางการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในอันดับแรก ก็อาจต้องชดเชยด้วยการให้เป้าหมายทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมลดลง

ส่วนประกอบของความยั่งยืนทางเศรษฐกิจนั้น สังคมต้องสร้างความเจริญเติบโตที่ทำให้เกิดกระแสรายได้ที่เหมาะสม ในขณะที่ยังคงรักษาไว้ซึ่งสต็อกของทุนที่มนุษย์สร้างขึ้น ทุนมนุษย์และทุนธรรมชาติเป้าหมายพื้นฐาน 3 ประการของระบบเศรษฐกิจ คือ

1. การเพิ่มขึ้นในการผลิตสินค้าและบริการ
2. การตอบสนองความจำเป็นขั้นพื้นฐานของประชาชน หรือการลดปัญหาความยากจน
3. ทำให้เกิดการกระจายรายได้ที่เป็นธรรมเพิ่มขึ้น

เป้าหมายพื้นฐาน 3 ประการนี้จะต้องดำเนินการในแนวทางที่ยั่งยืนตามที่กล่าวมาแล้วในส่วนประกอบทางด้านสังคม ของการพัฒนาที่ยั่งยืนนั้นจะต้องวางอยู่บนรากฐานของ 2 หลัก คือ หลักการความยุติธรรม และหลักการความเท่าเทียมกัน เพื่อให้เกิดการพัฒนาในระยะยาว การเข้าถึงทรัพยากรและโอกาสของคนในสังคมจะต้องมีความเท่าเทียมกัน สิทธิมนุษยชนและผลประโยชน์อื่น ๆ เช่น อาหาร สาธารณสุข การศึกษา ที่อยู่อาศัยและโอกาสในการพัฒนาตนเอง ความเป็นธรรมในสังคมนี้ มีนัยยะถึงโอกาสที่เท่าเทียมกันของประชาชนทุกคนในด้านการศึกษาและการมีส่วนร่วมในการเสริมสร้างผลิตภาพให้แก่สังคมสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้เป้าหมายทางสังคม ทั้งด้านของความหลากหลายทางวัฒนธรรม ความเป็นธรรมในสังคม ความเท่าเทียมกันระหว่างเพศ และการมีส่วนร่วมของประชาชนประสบความสำเร็จ



ภาพ 17 องค์ประกอบของการพัฒนาที่ยั่งยืน

จากภาพ 17 แสดงส่วนประกอบของการพัฒนาที่ยั่งยืน จะต้องประกอบด้วย 3 ส่วนหลักได้แก่ ส่วนของระบบเศรษฐกิจ ระบบสังคม และระบบนิเวศ สิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความสัมพันธ์และพึ่งพาซึ่งกันและกัน การพัฒนาที่ยั่งยืนจะเกิดขึ้นในส่วนที่ทับซ้อนกันของ 3 องค์ประกอบหรือพื้นที่แรเงาในภาพกล่าวคือ มีการพัฒนาเศรษฐกิจ การพัฒนาสังคมและมีการปกป้องสิ่งแวดล้อมด้วยในขณะเดียวกัน

ด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง การใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน การรักษาไว้ซึ่งสต็อกของทุนธรรมชาติไม่ว่าจะเป็นป่าไม้ แม่น้ำ ภูเขา แร่ธาตุอันเป็นสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติที่ควรจะดำรงอยู่ที่ทำให้ส่วนประกอบทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ความมีเสถียรภาพของระบบนิเวศของโลกจะไม่ถูกกระทบกระเทือน

ด้านเศรษฐกิจนั้น สังคมต้องสร้างความเจริญเติบโตที่ทำให้เกิดกระแสรายได้ที่เหมาะสม สามารถตอบสนองของความจำเป็นขั้นพื้นฐานของประชาชนหรือการลดปัญหาความยากจน และทำให้เกิดการกระจายรายได้ที่เป็นธรรมเพิ่มขึ้น

**กรอบแนวคิดการวิจัย**

ในการพัฒนากรอบแนวคิดในการวิจัย ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงแนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความยั่งยืน ที่มุ่งเน้นความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของการศึกษารูปแบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เพื่อให้

เกิดการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืนในพื้นที่ โดยคำนึงถึงหลักการสำคัญของการพัฒนาที่ยั่งยืน คือ การสร้างสมดุลระหว่าง 3 มิติของการพัฒนา (Brundtland Commission, 1987) ได้แก่

1. มิติการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจให้เจริญเติบโต อย่างมีคุณภาพกระจายรายได้ให้เอื้อประโยชน์ต่อคนส่วนใหญ่ในสังคม โดยเฉพาะคนที่มีรายได้น้อยกว่า
2. มิติการพัฒนาสังคมที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการพัฒนาคนให้มีความรู้มีสมรรถนะ และมีผลิตภาพสูงขึ้นส่งเสริมให้เกิดสังคมที่มีคุณภาพ และเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้
3. มิติการพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในปริมาณที่ระบบนิเวศสามารถฟื้นตัวกลับสู่สภาพเดิมได้ การปล่อยมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมในระดับที่ระบบนิเวศสามารถดูดซับ และทำลายมลพิษนั้นได้โดยให้สามารถผลิตมาทดแทนทรัพยากรประเภทที่ใช้แล้วหมดไปได้

โดยแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ได้แก่ ทฤษฎีเกี่ยวกับพลังงานทดแทนทฤษฎี การลุ่มตัวอย่าง แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการบริหารจัดการ แผนพลังงานชุมชน หลักการวิเคราะห์การพัฒนาที่ยั่งยืน หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง SDG, Trilemma, BCG, sustainability management และการประยุกต์ใช้ตามหลักการ 3 P : คุณภาพขั้นพื้นฐานที่ยั่งยืน

โรงไฟฟ้าชุมชนแม่แจ่ม เป็น 1 ใน 4 โครงการโรงไฟฟ้าชุมชนนำร่อง ที่ดำเนินการ โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) จัดตั้งขึ้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานที่สำคัญอันดับ 1 ของจังหวัดเชียงใหม่ และมีครัวเรือนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้สูงเป็นอันดับ 4 ของประเทศ เป็นโรงไฟฟ้าประเภทชีวมวล ที่ใช้ซังข้าวโพดและเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่น ๆ เป็นเชื้อเพลิง โดยเป็นการก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ มีกำลังการผลิตไฟฟ้า 3 เมกะวัตต์ ภายใต้วงเงินลงทุน 300 ล้านบาท

หลักการดำเนินงานของโรงไฟฟ้าชุมชนแม่แจ่ม การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ยังมุ่งเน้น Profit-Planet-People หลักการบริหารจัดการโรงไฟฟ้าชุมชน ที่ทุกคนต้องได้รับประโยชน์ โดยตั้งอยู่บนพื้นฐาน ของหลัก 3 P ตามแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืนของ องค์การสหประชาชาติ ประกอบด้วย Profit มีผลกำไรแต่ไม่เน้นที่การทำกำไรสูงสุด (Maximize Profit) เพราะจะนำกำไรส่วนหนึ่งที่ลดลงมาดูแลใส่ใจสิ่งแวดล้อม ซึ่งก็คือ Planet หมายความว่าโรงไฟฟ้าแม่แจ่มจะเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชุตินา อัญญัติ และเสถียรภาพ นาหลวง (2562) งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอ มาตรการทางกฎหมายเพื่อส่งเสริมการผลิตและใช้ไฟฟ้า จากพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย

เปรียบเทียบกับกฎหมายส่งเสริมการผลิตและใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศสหพันธรัฐเยอรมนีประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศญี่ปุ่นเพื่อหาข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุง พระราชบัญญัติส่งเสริมการลงทุน พ.ศ.2520 พระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ.2550 และพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2518 โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพด้วยวิธีวิจัยเอกสาร รวมถึงข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ นักวิชาการและผู้เกี่ยวข้องกับการผลิตและใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน จากการศึกษาพบว่าประเทศไทยจะมีมาตรการ ทางกฎหมายเพื่อส่งเสริมการผลิตและใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์อยู่สามมาตรการ ได้แก่ มาตรการทางกฎหมายเพื่อส่งเสริมการผลิต มาตรการทางกฎหมายเพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายและมาตรการทางกฎหมายเพื่อส่งเสริมสถานประกอบการ แต่ยังไม่มีการพัฒนามาตรการทางกฎหมายพลังงานแสงอาทิตย์เท่าที่ควร ทำให้เกิดปัญหาในการส่งเสริมการผลิตและใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ทางด้านของมาตรการทางกฎหมายเพื่อส่งเสริมการผลิต หากประเทศไทยมีการแก้ไขปรับปรุงมาตรการทางกฎหมาย เพื่อส่งเสริมการผลิตและใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่ชัดเจนแน่นอน ทั้งการผลิตการจำหน่าย และส่งเสริมสถานประกอบการในการเพิ่มสิทธิและประโยชน์ทางภาษี และการช่วยเหลือทางการเงินจากภาครัฐ อีกทั้งเพิ่มการให้สิทธิพิเศษ ในการเชื่อมต่อรับซื้อส่ง และจำหน่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ก่อนพลังงานรูปแบบอื่นแทนที่จะเป็นการกำหนด หลักเกณฑ์เรื่องการขออนุญาตต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อช่วยลดขั้นตอนที่ยุ่งยากซับซ้อน การรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ไม่จำกัดจำนวน รวมทั้งนโยบายภาครัฐไม่ควรเปลี่ยนแปลงบ่อยจะส่งผลให้การนำมาตราการใช้เพื่อส่งเสริมการผลิตและใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ให้มีการลงทุนเพิ่มมากขึ้นได้

เมธาสิทธิ์ กาญจนะ (2564) งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการตัดสินใจใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในจังหวัดภูเก็ต พบว่าภาคธุรกิจและภาคเอกชนมีทัศนคติในทางบวกต่อการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพราะพื้นที่จังหวัดภูเก็ตเป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญ แต่ก็มีปัญหาไฟตกหรือไฟดับกระทันหันบ่อยครั้งเนื่องจากมีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามาก กล่าวคือประชาชนเห็นประโยชน์จากการเปลี่ยนมาใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ในการลดการพึ่งพาโรงไฟฟ้าและเป็นการลดค่าใช้จ่ายทั้งในครัวเรือน และภาคธุรกิจลงได้จริง แต่ปัจจัยหรือเหตุผลในการตัดสินใจลงทุนติดตั้งโซลาร์เซลล์หรือโซลาร์รูฟที่สำคัญ คือ การลงทุนติดตั้งครั้งแรกที่ยังมีราคาแพงและข้อกังวล ในเรื่องการบริการหลังการขาย ของบริษัทที่รับติดตั้ง รวมทั้งข้อกังวลในเรื่องนโยบายที่ไม่ต่อเนื่องของภาครัฐที่อาจสร้างปัญหาให้ไม่สามารถใช้ไฟได้อย่างสะดวก หรือแม้กระทั่งปัญหาการซื้อคืนไฟฟ้าของภาครัฐก็ยังไม่ชัดเจนทั้งนี้แนวทางในการพัฒนาพัฒนาการใช้

พลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานทดแทนของจังหวัดพื้นที่จังหวัดภูเก็ตนั้น มีศักยภาพมากพอที่จะพัฒนาควบคู่ไปกับสมาร์ตซิตี้ ในการเป็นเมืองอัจฉริยะ ถือเป็นโอกาสที่ดีในการปรับปรุงระบบไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในจังหวัด แต่ต้องอาศัยความร่วมมือที่ีระหว่างภาครัฐ และเอกชนที่อาจจะดำเนินการอย่างมีส่วนร่วมทั้งระบบ ดังนั้นการติดตั้งโซลาร์เซลล์ ก็จะเป็นเทรนด์หรือแนวทางในการพัฒนาเมืองให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สะอาดและน่าอยู่ สามารถลดค่าใช้จ่าย และสร้างความปลอดภัยให้กับนักท่องเที่ยวได้ เพื่อพัฒนาจังหวัดภูเก็ตเป็นเมืองท่องเที่ยวที่ยั่งยืน

วิชวินท์ ศรีสุริยะจันทร์ และชัยพล ธงชัยสุรชัตกุล (2563) งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์ทางด้านการลงทุนและเทคนิคเพื่อการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์กรณีศึกษาในจังหวัดมุกดาหาร ประเทศไทย การศึกษาดังกล่าวได้ดำเนินการศึกษาโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 1 เมกกะวัตต์ ขนาดพื้นที่ในการติดตั้ง 7,000 ตารางเมตร พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ผลิตได้คือ 1,506,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี มีอัตราผลตอบแทนใน (IRR) คือ 13.5% ค่าพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นผิวมากกว่า 4.1 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (Performance Ratio) มากกว่า 76.26%

ธนาพล ตันติสัตยกุล, พีรพล รัตมีธรรมโชติ และเมษาพร อุษสกุล. (2564) งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการประเมินความคุ้มค่าทางการเงินของการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาสำหรับภาคครัวเรือน ภายใต้การส่งเสริมภายใต้ของภาครัฐ ในโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา สำหรับภาคประชาชน โดยใช้ระบบ ขนาด 3 kWp 5 kWp และ 10 kWp เป็นกรณีศึกษาตัวชี้วัดในงานวิจัยใช้อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return, IRR) เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการลงทุนทางเลือกอื่นได้ งานวิจัยได้กำหนดเกณฑ์ความคุ้มค่าทางการเงินไว้ 2 ระดับ คือ 1) MLR (6.3%) สำหรับเจ้าของบ้านที่มีภาระสินเชื่อเพื่อที่อยู่อาศัย และ 2) อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล (2.5%) สำหรับเจ้าของบ้านที่ไม่มีภาระสินเชื่อเพื่อที่อยู่อาศัย ผลการศึกษา พบว่าระบบขนาด 10 kWp มีความคุ้มค่าทางการเงินโดยผ่านเกณฑ์ สำหรับเจ้าของบ้านที่ไม่มีภาระสินเชื่อเพื่อที่อยู่อาศัย ในขณะที่ระบบขนาด 3 kWp และ 5 kWp ไม่ผ่านเกณฑ์ความคุ้มค่าทางการเงินทั้ง 2 เกณฑ์ นอกจากนี้ได้ประเมินความเสี่ยงของโครงการด้วยการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) และการวิเคราะห์สถานการณ์ (Scenario Analysis) โดยพิจารณาตัวแปร 1) สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจาก Solar Rooftop เอง และ 2) อัตราการเพิ่มของอัตราค่าไฟฟ้า ผลการศึกษาสรุปได้ว่าโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาสำหรับภาคประชาชนเหมาะสำหรับการติดตั้งเพื่อใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองภายในบ้าน มากกว่าการมุ่งหวังขาย

ไฟฟ้าคืนให้กับระบบโครงข่าย ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงินสรุปได้ว่า ในกรณีฐานระบบขนาด 10 kWp มีความคุ้มค่าทางการเงิน สำหรับเจ้าของบ้านที่ไม่มีภาระสินเชื่อเพื่อที่อยู่อาศัย (เกณฑ์ 2) ในขณะที่ระบบขนาด 3 kWp และ 5 kWp ไม่ผ่านเกณฑ์ความคุ้มค่าทางการเงินทั้ง 2 เกณฑ์ ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว พบว่า ตัวแปรสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจาก Solar Rooftop เองภายในบ้านส่งผลต่อความคุ้มค่าทางการเงินมากกว่าตัวแปรอัตราค่าไฟฟ้า อัตราค่าไฟฟ้า โดยสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าเองที่ต่ำที่สุด แนวโน้มนี้เป็นผลดีต่อการตัดสินใจในทางปฏิบัติเนื่องจากสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าเป็นตัวแปรที่เจ้าของบ้านสามารถประเมินจากการใช้ไฟฟ้าของตนเอง ตลอดจนการเลือกขนาดของ Solar Rooftop ให้เหมาะสมก่อนการตัดสินใจลงทุนได้ ผลการวิเคราะห์สถานการณ์สรุปได้ว่า สำหรับเจ้าของบ้านที่มีภาระสินเชื่อเพื่อที่อยู่อาศัย สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าเองที่มีโอกาสที่การลงทุนจะมีความคุ้มค่าทางการเงิน คือ ตั้งแต่ประมาณ 58% ขึ้นไปขึ้นกับขนาดของระบบ สำหรับเจ้าของบ้านที่ไม่มีภาระสินเชื่อเพื่อที่อยู่อาศัย สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าเองที่มีความคุ้มค่าจะต่ำลง โดยขึ้นอยู่กับขนาดของระบบเช่นกัน โครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาสำหรับภาคประชาชน เหมาะสำหรับการติดตั้งเพื่อใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้เองภายในบ้าน มากกว่าการมุ่งหวังขายไฟฟ้าคืนให้กับระบบโครงข่ายไฟฟ้า การติดตั้ง Solar Rooftop สามารถเพิ่มขึ้นได้ถ้าภาครัฐเพิ่มนโยบายสนับสนุนที่เหมาะสม ทั้งในแง่การเพิ่มผลตอบแทน และลดค่าใช้จ่าย นโยบายของภาครัฐเพิ่มนโยบายสนับสนุนที่เหมาะสม ทั้งในด้านการเพิ่มผลตอบแทนและลดค่าใช้จ่าย นโยบายของภาครัฐที่อาจจะช่วยส่งเสริม ได้แก่ การเพิ่มอัตรารับซื้อไฟฟ้าคืน การส่งเสริมการซื้อขายคาร์บอนเครดิตจากการติดตั้ง Solar Rooftop ภาคครัวเรือน ค่าใช้จ่ายในการในการติดตั้ง Solar Rooftop ไปหักลดหย่อนภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา เป็นต้น อย่างไรก็ตาม วัตถุประสงค์ของนโยบายเหล่านี้ต่อทุกภาคส่วนเป็นประเด็นที่ควรได้รับการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ, ปพน งามประเสริฐ และพูนศรี วรรณการ (2563) งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนวัตกรรมพลังงานแสงอาทิตย์ เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายระบบไฟฟ้าด้วยโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ PV Syst และ IEC 61724 มาช่วยในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งแสงอาทิตย์บนพื้นดินและเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย ขนาดกำลัง 5.95 kWp. ในพื้นที่อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก มีความเหมาะสมดีและให้ประสิทธิภาพสูง ระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 11,089 MWh/year และมีอัตราส่วนสมรรถนะเฉลี่ยรายปี 77.84% ควรใช้เซลล์แสงอาทิตย์ Poly-crystalline Si และรองรับกำลังการผลิตไฟฟ้าด้วยกริดอินเวอร์เตอร์ขนาด 330 kW จำนวน 15 เครื่องที่เหมาะสม และการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควนหันหน้าไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

(SE) จึงจะได้รับความเข้มรังสีแสงดวงอาทิตย์สูงสุด และได้ปริมาณพลังงานรวมรายปีมากที่สุด ประมาณ 1,837 kWh/m<sup>2</sup> รวมทั้งการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มุมเอียง 15 องศา จะให้พลังงานไฟฟ้าและปริมาณพลังงานรวมรายปีมากที่สุด

อังสนา พจน์ศิริ (2559) งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในอาคารธุรกิจขนาดเล็ก โดยทำการพิจารณาเปรียบเทียบต้นทุนการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา ระหว่างระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) และระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) กรณีศึกษาโกดังเก็บสินค้า โดยได้ทำการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ และทางการเงิน ใช้ตัวชี้วัดคืออัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และระยะคืนทุน (Payback period) พิจารณาตามอายุของเซลล์แสงอาทิตย์ 25 ปี การศึกษาวิจัยพบว่ากรณีระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) มีความเป็นไปได้ที่จะลงทุนถ้าเทียบกับระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) เนื่องจากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงิน ด้วยอัตราดอกเบี้ย 6.75% พบว่าโครงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เป็น 1,694,317.16 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เป็น 13% ระยะคืนทุน (Payback period) อยู่ที่ 7.23 ปี ส่วนกรณีระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เป็น 324,704.04 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เป็น - 8% ระยะคืนทุน (Payback period) อยู่ที่ 8.05 ปี

นายพีรภพ จอมทอง (2559) งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาดเล็ก 10-90 เมกะวัตต์ กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยปัจจัยที่ใช้ในการศึกษามี 6 ด้าน คือ ด้านเทคโนโลยี ด้านการเงิน ด้านกฎหมายและนโยบาย ด้านชุมชนและสิ่งแวดล้อม ด้านการบริหารจัดการภายในองค์กร และด้านวัตถุดิบ ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของโรงไฟฟ้าชีวมวลมากที่สุดจากกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามโดยรวม คือ ด้านวัตถุดิบ รองลงมาคือด้านการบริหารจัดการในองค์กร โดยผลการวิจัยจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ให้ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของโรงไฟฟ้าชีวมวล คือ ด้านวัตถุดิบ รองลงมาคือด้านการบริหารจัดการในองค์กร และผลการวิจัยจากกลุ่มผู้ประกอบการคือด้านกฎหมายและนโยบาย รองลงมาคือ ด้านการบริหารจัดการในองค์กร นอกจากนี้ยังได้ทดสอบสมมติฐานเพื่อหาความแตกต่างของความคิดเห็นจากทั้งสองกลุ่มที่มีต่อทั้ง 6 ปัจจัย ด้วยวิธีการ t-test พบว่าปัจจัยที่มีความเห็นแตกต่างกันระหว่างสองกลุ่มตัวอย่างก็คือด้านชุมชนและสิ่งแวดล้อม และด้านวัตถุดิบ ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการสนับสนุนโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยเน้นการศึกษาวิจัยวัตถุดิบให้มีคุณภาพและการ

บริหารจัดการวัตถุดิบให้เพียงพอ รวมถึงการส่งเสริมด้านการบริหารจัดการในองค์กร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าชีวมวลให้ดำเนินการได้อย่างยั่งยืน

รุ่งศักดิ์ ผิวคร้าม และช่อ วายุภักตร์ (2558) งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซลาร์เซลล์ มีขอบเขตการศึกษา 4 ด้าน ประกอบด้วย ทางด้านการตลาด ด้านเทคนิค ด้านการบริหารจัดการและด้านการเงิน ผลของการศึกษาพบว่าในด้านการตลาดโครงการมีระยะเวลาคืนทุนที่ 7 ปี 2 เดือน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 25,087,175 บาท และได้ผลตอบแทนภายในของโครงการอัตราร้อยละ 12.40 ตามแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยที่ให้โควตาขายไฟฟ้า จำนวน 1 เมกะวัตต์ รวมระยะเวลา 25 ปี กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ดังนั้นผลของความเป็นไปได้สำหรับการลงทุนโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซลาร์เซลล์ เป็นที่น่าพอใจสำหรับการลงทุน

วัฒนพนธ์ สุวรรณเนา และปฐมัทศน์ จิระเดช (2558) งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจสร้างโรงไฟฟ้าในจังหวัดกระบี่ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยใช้แบบสอบถามปลายปิด (Closed Form) เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิจัยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 180 คน คือ ผู้นำชุมชนและชาวบ้าน จำนวน 5 หมู่บ้าน 10 ตำบล อำเภอเกาะลันตา จังหวัดกระบี่ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent Samples t-test) และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ (Multiple Linear Regressions) ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินในจังหวัดกระบี่ ทั้ง 6 ด้าน มีการแปรผลโดยรวมมีระดับสูงได้แก่ ด้านศักยภาพของแหล่งพลังงาน ด้านความมั่นคงของระบบไฟฟ้า ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิง ด้านต้นทุนการผลิต และด้านความสมดุลในคุณภาพชีวิตและครอบครัว ซึ่งการแปรผลโดยรวมมีระดับสูงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะชี้แนะแนวทางให้ผู้ดำเนินการสร้างโรงไฟฟ้า นั้นได้มองถึงสิ่งที่ประชาชนในบริเวณใกล้เคียงกับ โรงไฟฟ้าต้องการในการสร้างโรงไฟฟ้าต่อไป

อัจฉรธรรม จินาติ (2558) งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการประเมินแนวทางการประยุกต์ใช้พลังงานหมุนเวียนที่เหมาะสมระดับชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำ : กรณีศึกษาลุ่มน้ำแม่กลาง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินแนวทางการประยุกต์ใช้ และพัฒนาพลังงานหมุนเวียนของชุมชนเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพควบคู่ไปกับเชิงปริมาณมีขั้นตอนการวิจัย 3 ขั้นตอนได้แก่ เก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูลกลับสู่ชุมชน การวิเคราะห์แนวทางการพัฒนา และการประเมิน แนวทางการพัฒนาพลังงาน การเก็บข้อมูลประกอบการใช้แบบสอบถาม

ประกอบการศึกษาจำนวน 156 ครั้งเรียน การสัมมนาเชิงลึกกับผู้นำชุมชน ตัวแทนหน่วยงานโรงไฟฟ้าพลังน้ำและหัวหน้าเมืองฝาย จำนวน 13 คน รวมทั้งการสังเกตการณ์อย่างมีส่วนร่วมการเข้าร่วมกิจกรรมชุมชน และการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ พบว่าในพื้นที่มีการประยุกต์ใช้พลังงานหมุนเวียน ทั้ง 5 ชนิด คือ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานลม พลังงานคนและสัตว์ โดยมีการใช้พลังงานจากน้ำมากที่สุด คือ 1) ระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำมีกำลังการผลิต รวม 1.43 เมกะวัตต์ 2) ระบบเมืองฝายมีพื้นที่รับน้ำ 57.7 ตารางกิโลเมตร 3) ระบบประปาภูเขาที่มีจำนวนผู้ใช้งาน 2,453 ครั้งเรียน จากนั้นมีการจัดประชุมเสวนาเพื่อสะท้อนผลการศึกษาต่อชุมชนและจัดกลุ่มตามระบบการใช้พลังงานน้ำเพื่อวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรค และหาแนวทางในการประยุกต์ใช้และพัฒนาพลังงานน้ำ หลังจากนั้นนำแนวทางที่ถูกต้องเสนอในที่ประชุม จัดทำแบบสอบถามเพื่อประเมินหาแนวทางในการประยุกต์ใช้ และพัฒนาพลังงานน้ำที่เหมาะสมต่อชุมชนลุ่มน้ำแม่กลาง จำนวน 360 ครั้งเรียน ผลการประเมินแนวทางที่เหมาะสม มีดังนี้ แนวการประยุกต์ใช้และพัฒนาระบบไฟฟ้าพลังน้ำ คือการสร้างคณะกรรมการร่วมระหว่างโรงไฟฟ้าพลังน้ำในลุ่มน้ำแม่กลางการปรับปรุงประสิทธิภาพและเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้า และการผลักดันกฎระเบียบโรงไฟฟ้า พลังงานน้ำเข้าสู่บทบัญญัติและกฎระเบียบท้องถิ่นตามลำดับ สำหรับแนวการประยุกต์ใช้และพัฒนาระบบเมืองฝาย คือ การส่งเสริม สนับสนุนและสืบทอดระบบเมืองฝายสู่เยาวชนคนรุ่นใหม่อย่างต่อเนื่อง ภาคประชาสังคม ภาครัฐ และภาคเอกชนต้องมีบทบาทและตระหนักถึงความสำคัญระบบเมืองฝาย การมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน ในกิจกรรมเมืองฝายและเพิ่มการประชาสัมพันธ์โครงการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเมืองฝายตามลำดับ แนวการประยุกต์ใช้และพัฒนา ระบบประปาภูเขา คือ การฟื้นฟูแหล่งน้ำให้สมบูรณ์ การพัฒนาโครงการเพื่อหาแหล่งทุน การสร้างระบบการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ การพัฒนาบุคลากรในชุมชนให้มีความรู้ในเรื่องการจัดการน้ำประปาภูเขา และการผลิตน้ำดื่มหมู่บ้านที่มีคุณภาพโดยการพัฒนาระบบท่อส่งระบบกรองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ญาณยุทธ พลชูสกุลวง และคณะ (2557) งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างโรงงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีศึกษา : อำเภอภูตรัง จังหวัดมหาสารคาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาต้นทุนในการสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ และวิเคราะห์ผลตอบแทนด้านการเงินของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับประเทศไทย ในการศึกษาี้ดำเนินการประเมินต้นทุนในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1 เมกะวัตต์ โดยมีดัชนีชี้วัดความเหมาะสมได้แก่ NPV และ IRR ในการพิจารณาความเหมาะสม

ทางเศรษฐศาสตร์ จากการศึกษาพบว่าการวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการ การลงทุนในโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ในสภาวะปัจจุบันมีความเหมาะสมแก่การลงทุน

ปริญญาภรณ์ บุญสิริสุข และรสริน ไอสถำนันต์กุล (2557) งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการใช้พลังงานทดแทนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ของครัวเรือนในจังหวัดเชียงใหม่ กรณีศึกษาจากเขตเทศบาลนครเชียงใหม่จากการศึกษา พบว่าประเทศไทยมีความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี อยู่ในระดับสูงและเพียงพอสำหรับการพัฒนาและใช้ประโยชน์ ซึ่งจังหวัดเชียงใหม่มีพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานมีศักยภาพเชิงพลังงานทดแทนมากที่สุดเมื่อเทียบกับพลังงานทดแทนประเภทอื่น จากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้มาตรการทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทราบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีความเข้มแสงอาทิตย์สูงที่สุดในช่วงเดือนเมษายน – พฤษภาคม และเห็นด้วยว่าปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาไฟฟ้าไม่เพียงพอกับความต้องการของประชาชน โดยคิดว่าสาเหตุที่ประเทศไทยควรสนับสนุนการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทน เนื่องจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าเดิมที่ใช้อยู่ เช่น ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหินลดน้อยลง กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่เคยใช้อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยสาเหตุที่ไม่เคยใช้ส่วนใหญ่ได้แก่ ราคาของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ อยู่ในระดับที่สูงเกินไปและมาตรการที่กลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยมากที่สุด ในการสนับสนุนการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทน ได้แก่ มาตรการให้เงินทุนในการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่ต้องจ่ายคืน ซึ่งจากการศึกษามูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายและปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ของครัวเรือนในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ พบว่า มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่มีมูลค่าต่ำกว่าราคาตลาด ดังนั้นภาครัฐจำเป็นต้องอุดหนุนด้านราคา เพื่อเป็นการจูงใจให้ประชาชนหันมาใช้อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มมากขึ้น ส่วนปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายพบว่าอายุระดับการศึกษาและความเชื่อมั่นของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ มีอิทธิพลต่อมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย ณ ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 ส่วนความรู้เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์มีอิทธิพลต่อมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย ณ ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยที่กลุ่มตัวอย่างจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้น เมื่ออายุเพิ่มขึ้นการศึกษาสูงขึ้นมีความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และมีความรู้เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์น้อยกว่า

บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย, วารุณี เตีย และภาวิณี ศักดิ์สุนทรศิริ (2557) งานวิจัยฉบับนี้ นำเสนอโครงการการศึกษา (Feed-in Tariffs) ที่เหมาะสมสำหรับการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนและการศึกษาผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์โดยวิธี (Energy Input-output Analysis) สำหรับผลการศึกษาผลกระทบต่อเศรษฐกิจมหภาคของประเทศโดยแบบจำลอง (Energy input-output analysis) ของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2573 เพื่อประเมินผลกระทบของนโยบายส่งเสริม (Feed-in tariffs) บนสมมุติฐานที่สอดคล้องกับปริมาณการใช้พลังงานในการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันผลกระทบของนโยบายส่งเสริม (Feed-in tariffs) ใน 2 กรณี คือ กรณี AEDP และกรณี Optimization ตามการกำหนดปริมาณไฟฟ้ารับซื้อจากพลังงานหมุนเวียนตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% (AEDP 25%) และแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2555 - 2573 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 ในเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2555 (PDP2010 revision 3) และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองกรณีฐานของทั้ง 2 กรณี ได้แก่ กรณี BAU-AEDP (เป็นกรณีฐานอ้างอิงตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% หรือ AEDP25%) และกรณี BAU-Optimization (เป็นกรณีฐานอ้างอิงตามหลักการต้นทุนต่ำสุด) พบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณไฟฟ้ารับซื้อจากพลังงานหมุนเวียนตามนโยบายส่งเสริม Feed-in tariffs ทั้งกรณี AEDP และกรณี Optimization จะส่งผลกระทบดังนี้ 1) ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า มีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีปริมาณการใช้ เชื้อมวลในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งเชื้อเพลิงชีวมวลมีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าต่ำกว่า การผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล 2) ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยมีค่าสูงขึ้นอันเนื่องจากราคาไฟฟ้ารับซื้อจากพลังงานหมุนเวียนมีค่าสูงกว่าราคาไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยเดิม 3) ปริมาณการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมดของประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2558 มีค่ามากกว่ากรณีฐาน และมีค่าน้อยกว่ากรณีฐานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 - 2573 เนื่องจากการลดปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมในภาคการจัดหาพลังงาน ได้แก่ ภาคการผลิตไฟฟ้า (คือ sector135 ในตาราง Input-Output) การขุดเจาะน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ (sector 31) น้ำมันปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติ (sector 93) และระบบท่อก๊าซธรรมชาติ และพบว่าเมื่อสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่ไม่ใช่เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้า ได้แก่ โซลาร์ฟาร์ม ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาฟาร์มกังหันลม และโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก เพิ่มขึ้น (ในทั้งกรณี AEDP และ กรณี Optimization) จะทำให้ปริมาณการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมดของประเทศกรณี AEDP และกรณี Optimization มีค่าน้อยกว่ากรณีฐานของทั้งสองกรณี 4) ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีค่าลดลงเนื่องจากการลดปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลโดยทดแทนด้วยการผลิต

ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน 5) มูลค่าการจ้างงานของประเทศมีค่าลดลง เนื่องจากภาคการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมีสัดส่วนมูลค่าการจ้างงานต่ำกว่าภาคการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล 6) มูลค่าผลผลิตรวมทั้งหมดของประเทศมีค่าลดลง เนื่องจากการลดมูลค่าการนำเข้าของระบบเศรษฐกิจของประเทศ และ 7) มูลค่าการผลิตรวมของภาคการผลิตไฟฟ้าซึ่งเป็นมูลค่าผลผลิตภายในประเทศมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากจากการเพิ่มการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มมูลค่าการผลิตไฟฟ้าของภาคการผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ผลศึกษาผลกระทบต่อค่า Ft ระหว่างการรับซื้อแบบ Adder และ FIT พบว่าการรับซื้อแบบราคา FIT เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดของประเทศไทย โดยจะใช้เงินอุดหนุนน้อยกว่าและทำให้ค่า Ft เพิ่มขึ้นน้อยกว่าการรับซื้อแบบราคา Adder ในระยะยาวของการรับซื้อแบบ FIT จากการลำดับการรับซื้อก่อนและหลังตามต้นทุนการผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน (Optimization) นั้นจะช่วยทำให้ใช้เงินอุดหนุนน้อยกว่าและทำให้ค่า Ft เพิ่มขึ้นน้อยกว่าการรับซื้อแบบไม่ได้ทำ Optimization ตามราคาต้นทุน

ณิชยารัตน์ พาณิชย์ (2556) งานวิจัยฉบับนี้เสนอแนวทางการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนของประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาสถานการณ์การจัดการพลังงานหมุนเวียนระดับชุมชน ในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย และวิเคราะห์ปัจจัยด้านกายภาพ ปัจจัยด้านสังคมและวัฒนธรรม รวมทั้งด้านการบริหารจัดการที่มีผลต่อการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย โดยใช้เจ้าหน้าที่พลังงานจังหวัดของทุกจังหวัดทั่วประเทศ (76 จังหวัด) เป็นกลุ่มตัวอย่างและมีการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน หรือคณะกรรมการชุมชนต้นแบบด้านพลังงานทั้ง 4 ภูมิภาค ผลจากการศึกษาพบว่า การนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ภายในชุมชนส่วนใหญ่คือ พลังงานชีวมวลถูกนำมาใช้ผลิตพลังงานมากที่สุดของทุกภูมิภาค รองลงมาเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ในรูปแบบเซลล์แสงอาทิตย์ ส่วนพลังงานน้ำใช้ในรูปแบบโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำระหัดวิดน้ำ ก๊าซชีวภาพส่วนใหญ่หมักมาจากมูลสัตว์ที่มีอยู่ในชุมชน ตามลำดับ

นภนต์ สุรงค์รัตน์ และตุลวิทย์ สถาปนจารุ (2556) งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดกำลังการผลิตไม่ต่ำกว่า 10 เมกะวัตต์ จากไม้ยางพาราในจังหวัดระยอง โดยมีปัจจัยในการวิเคราะห์ ได้แก่ ปัจจัยแหล่งวัตถุดิบ ความใกล้ถนนและแนวสายส่งไฟฟ้า แหล่งน้ำสนับสนุน สภาพสิ่งแวดล้อม และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและค่าลำดับชั้น ของข้อมูลแบบกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierachy

Process; AHP) ผลการวิจัยพบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับการสร้างโรงไฟฟ้าควรอยู่ในเขตอำเภอแก่ง

บุญรอด สัจกุลนุกิจ และคณะ (2556) งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการศึกษาและจัดทำแผนที่นำทางการวิจัย และพัฒนาศักยภาพเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย พบว่าปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญเกี่ยวกับกิจการถ่านหินในประเทศไทยด้านหนึ่งคือ ความชัดเจนขององค์กรรับผิดชอบหลัก อำนาจหน้าที่ขององค์กร กฎหมายกำกับดูแลการบังคับใช้และกระบวนการกำกับดูแล การส่งเสริมการพัฒนาใช้เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสร้างความเชื่อมั่นกับภาคประชาชน โดยผ่านกระบวนการมีส่วนร่วม การพัฒนาแนวทางปฏิบัติตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำที่เหมาะสมกับประเทศไทยจะสามารถลดมลพิษ สร้างการยอมรับ และส่งผลสู่ความมั่นคงด้านพลังงาน และเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของประเทศ ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแผนยุทธศาสตร์ (Strategic Roadmap) การพัฒนาการใช้เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทยมีเป้าหมายให้ประเทศไทยมีประสิทธิภาพโดยรวมของการผลิตที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 10% จากแบบจำลอง BAU โดยมีการพัฒนาการใช้เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด มุ่งสู่ Near Zero Emission (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, Particulate) ได้แบ่งระยะเวลาเป็น 3 ระยะ ในระยะแรก (พ.ศ. 2557 – 2561) เน้นการกำหนดหน่วยงานรับผิดชอบ ปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวข้องสำรวจและฐานข้อมูล (ธุรกิจถ่านหินต้นน้ำ-ปลายน้ำ) ภาคอุตสาหกรรม (พลังงาน เศรษฐศาสตร์ สังคม สิ่งแวดล้อม สุขภาพ) จัดทำแผนการใช้เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดเชิงลึก รวมทั้งแผนวิจัยเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานและสิ่งแวดล้อม กำหนดมาตรฐานความปลอดภัยและประสิทธิภาพพลังงาน (ต้นน้ำถึงปลายน้ำ), code of ethics, CoC, CoP พัฒนาหลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีถ่านหินมืออาชีพและสร้างบุคลากรมืออาชีพ ในระยะที่สอง (พ.ศ. 2562-2566) เน้นการเตรียมโครงสร้างพื้นฐานรองรับสถานการณ์ฉุกเฉิน และระบบติดตามที่มีประสิทธิภาพและการกำกับโดยองค์กรของชุมชน ในระยะที่สาม (พ.ศ. 2567 – 2576) เน้นการขับเคลื่อนสู่ Near Zero Emission นอกจากนี้ได้นำเสนอแผนยุทธศาสตร์ (Strategic Roadmap) การวิจัยการพัฒนาการใช้เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดรองรับแผนยุทธศาสตร์ (Strategic Roadmap) การพัฒนาการใช้เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทยไว้ 5 ด้าน คือ ด้านสังคม ด้านข้อมูลและการติดตาม ด้านองค์กรและกฎหมาย ด้านนโยบายและมาตรการและด้านเทคโนโลยี โดยในระยะแรกเน้นการพัฒนารูปแบบองค์กรที่เหมาะสมกฎหมายที่ครอบคลุมตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ และพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่ดีพัฒนาเครือข่ายระบบฐานข้อมูล พัฒนาระบบการกำกับดูแลร่วมกับชุมชนระบบการติดตามการใช้ถ่านหินทุกมิติและระบบ M&V & Indicators พัฒนา Benchmarking Near

Zero Emission และการทบทวนและพัฒนาปรับปรุงเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพ และ ความสอดคล้องเหมาะสมกับบริบทด้านต่าง ๆ ของประเทศในระยะกลาง และระยะยาว

Derek D. Wang and Toshiyuki Sueyoshi. (2016) ได้ทำการประเมินการติดตั้งแผง เซลล์แสงอาทิตย์สำหรับธุรกิจขนาดใหญ่ : กรณีศึกษาจาก California รายงานนี้ศึกษาการ ปฏิบัติงานการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์สำหรับองค์กรธุรกิจขนาดใหญ่ในรัฐแคลิฟอร์เนีย จำนวน 855 แห่งการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยใช้การประมาณค่าแบบไม่อิงพารามิเตอร์ (nonparametric data envelopment analysis) ด้วยการศึกษาสมรรถนะของแผงโฟโตโวลเทอิก การผลิตกระแสไฟฟ้าชุดอุปกรณ์สำเร็จรูป ต้นทุนเชิงระบบความเข้มรังสีอาทิตย์ และอุณหภูมิ ของอากาศโดยรอบ ในการประเมินค่าของผลการติดตั้งแผงโฟโตโวลเทอิก งานวิจัยนี้มี วัตถุประสงค์ เพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดในการวิเคราะห์อัตราความสามารถในการผลิตต่อผลผลิต (output-to-input) ในระดับพื้นฐานและช่วยประเมินว่าสมรรถนะของพลังงานแสงอาทิตย์กับการ ผลิตกระแสไฟฟ้า มีการบูรณาการอย่างมีประสิทธิภาพไปสู่เครือข่ายโดยรวมหรือไม่ จากการ คำนวณอย่างคร่าว ๆ ในงานวิจัยยังพบว่าการติดตั้งยังขาดประสิทธิภาพในการกระจายพลังงาน ประมาณ 80-90% ของเครือข่ายโดยรวมภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้และหลังจากระยะเวลา ที่กำหนดคือช่วงปี ค.ศ. 2008-2012 จากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ พบการกระจายตัวของ พลังงานไฟฟ้าระดับสูงในเมืองใหญ่ และในระดับประเทศและมีการระบุที่ตั้งการติดตั้งแผงโฟโต โวลเทอิกปฏิบัติงานได้ดีที่สุด การวิเคราะห์ยังประเมินความกว้างของช่องว่างระดับพลังงานใน การกระจายแสงโดยเปรียบเทียบระหว่างการติดตั้งที่ขาดประสิทธิภาพกับการติดตั้งที่มี ประสิทธิภาพด้วยโครงการ PV มีค่าเฉลี่ยของสมรรถนะที่ 257.28 kW และรูปแบบโดยเฉลี่ยมี 1244.44 รูปแบบ มีมูลค่าต้นทุนจำนวน 1649.34 \$ และมีผลผลิต 482.01 MWh โครงการใหญ่ ที่สุดมีสมรรถนะสูงสุดในการผลิตที่ 1523.26 kW และโครงการเล็กที่สุดมีสมรรถนะสูงสุดในการ ผลิตที่ 10.21 Kw

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาค้นคว้าการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาความต้องการโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ (1) ศึกษาประเภทของพลังงานทดแทนที่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในบริบทของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง (2) เพื่อศึกษารูปแบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง วิธีการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

ตอนที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตอนที่ 3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 6 การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานทดแทน

ตอนที่ 7 การออกแบบโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน

ตอนที่ 8 การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ตอนที่ 9 หลักการหรือแนวทางการออกแบบการบริหารจัดการอย่างยั่งยืน

#### ตอนที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การลงพื้นที่ผู้วิจัยใช้วิธีการสำรวจ (Survey Research) ความต้องการโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนของประชาชนในพื้นที่เป้าหมายโดยใช้แบบสอบถามดังกล่าวเป็นการสำรวจความรู้ ความเข้าใจและความต้องการโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน ของกลุ่มประชากรในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง การวิจัยนี้ ได้ศึกษากับประชากรกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

### 1. ประชากรเป้าหมาย

ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง จำนวน 5 ตำบล ได้แก่ ตำบลแม่เมาะ ตำบลบ้านดง ตำบลจางเหนือ ตำบลสบป่าด และ ตำบลนาสัก จำนวน 25 หมู่บ้าน

### 2. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ในการตอบแบบสอบถามนั้น ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 585 ครัวเรือน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ใช้วิธีการเลือกตัวอย่าง โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างในเขตพื้นที่อำเภอแม่เมาะ ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมาย คือกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ในเขตพื้นที่การก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน

2.2 กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดสัดส่วน ตามขนาดจำนวนครัวเรือนในตำบล โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เกณฑ์การวัดขนาดของหมู่บ้าน กำหนดดังนี้

หมู่บ้านขนาดเล็ก	เกณฑ์ 1 – 150	ครัวเรือน
หมู่บ้านขนาดกลาง	เกณฑ์ 151 – 300	ครัวเรือน
หมู่บ้านขนาดใหญ่	เกณฑ์ 301 – 450	ครัวเรือน
หมู่บ้านขนาดใหญ่มาก	เกณฑ์ 451	ครัวเรือน ขึ้นไป

ตาราง 1 แสดงจำนวนหมู่บ้านทั้งหมดของอำเภอแม่เมาะ ที่จำแนกตามขนาดของครัวเรือน

ลำดับที่	ชื่อตำบล/หมู่บ้าน	ครัวเรือน	หมู่บ้านขนาด
ตำบลแม่เมาะ (ข้อมูลวันที่ 5 มกราคม 2561 )			
1	หมู่ที่ 1. บ้านห้วยเป็ด	274	ขนาดกลาง
2	หมู่ที่ 2. บ้านใหม่ห้วยรากไม้	294	ขนาดกลาง
3	หมู่ที่ 3. บ้านฮ้างสูง	68	ขนาดเล็ก
4	หมู่ที่ 4. บ้านเมาะสถานี	200	ขนาดกลาง
5	หมู่ที่ 5. บ้านปางชัย	325	ขนาดใหญ่
6	หมู่ที่ 6. บ้านห้วยคิง	354	ขนาดใหญ่
7	หมู่ที่ 7. บ้านใหม่นาแหม	501	ขนาดใหญ่มาก
8	หมู่ที่ 8. บ้านเมาะหลวง	878	ขนาดใหญ่มาก

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อตำบล/หมู่บ้าน	ครัวเรือน	หมู่บ้านขนาด
9	หมู่ที่ 9.บ้านเวียงสุวรรณค์	578	ขนาดใหญ่มาก
10	หมู่ที่ 10. บ้านใหม่มงคล	443	ขนาดใหญ่
11	หมู่ที่ 11.บ้านนาแหมพัฒนา	429	ขนาดใหญ่
12	หมู่ที่ 12.บ้านเวียงหงส์ล้านนา	290	ขนาดกลาง
<b>รวมจำนวนครัวเรือน</b>		<b>4,634</b>	
<b>ตำบลสบป่าด (ข้อมูลวันที่ 5 มกราคม 2561 )</b>			
1	หมู่ที่ 1. บ้านสบป่าด	471	ขนาดใหญ่มาก
2	หมู่ที่ 2. บ้านสบเต็น	167	ขนาดกลาง
3	หมู่ที่ 3. บ้านสวนป่าแม่จาง	125	ขนาดเล็ก
4	หมู่ที่ 4. บ้านสบเมาะ	454	ขนาดใหญ่มาก
5	หมู่ที่ 5. บ้านห้วยรากไม้	336	ขนาดใหญ่
6	หมู่ที่ 6. บ้านปงต้นปิ่น	257	ขนาดกลาง
7	หมู่ที่ 7. บ้านแม่เกียง	157	ขนาดกลาง
8	หมู่ที่ 8. บ้านใหม่ฉลองราช	383	ขนาดใหญ่
<b>รวมจำนวนครัวเรือน</b>		<b>2,350</b>	
<b>ตำบลบ้านดง (ข้อมูลวันที่ 5 มกราคม 2561 )</b>			
1	หมู่ที่ 1. บ้านหัวฝาย	277	ขนาดกลาง
2	หมู่ที่ 2. บ้านดง	256	ขนาดกลาง
3	หมู่ที่ 3. บ้านท่าลี	238	ขนาดกลาง
4	หมู่ที่ 4. บ้านจำปุย	196	ขนาดกลาง
5	หมู่ที่ 5. บ้านกลาง	68	ขนาดเล็ก
6	หมู่ที่ 6. บ้านแม่सान	128	ขนาดเล็ก
7	หมู่ที่ 7. บ้านสวนป่าแม่เมาะ	281	ขนาดกลาง
8	หมู่ที่ 8. บ้านหัวฝายหลายทุ่ง	249	ขนาดกลาง
<b>รวมจำนวนครัวเรือน</b>		<b>1,693</b>	
<b>ตำบลจางเหนือ (ข้อมูลวันที่ 5 มกราคม 2561 )</b>			
1	หมู่ที่ 1. บ้านปงแทน	140	ขนาดเล็ก
2	หมู่ที่ 2. บ้านนาแซ่	237	ขนาดกลาง

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อตำบล/หมู่บ้าน	ครัวเรือน	หมู่บ้านขนาด
3	หมู่ที่ 3. บ้านกอรวก	172	ขนาดกลาง
4	หมู่ที่ 4. บ้านทาน	260	ขนาดกลาง
5	หมู่ที่ 5. บ้านวังตม	216	ขนาดกลาง
6	หมู่ที่ 6. บ้านนาสันติราษฎร์	172	ขนาดกลาง
7	หมู่ที่ 7. บ้านจางเหนือพัฒนา	139	ขนาดเล็ก
<b>รวมจำนวนครัวเรือน</b>		<b>1,336</b>	
<b>ตำบลนาสัก (ข้อมูลวันที่ 5 มกราคม 2561 )</b>			
1	หมู่ที่ 1.บ้านแม่จาง	188	ขนาดกลาง
2	หมู่ที่ 2.บ้านปางปวย	164	ขนาดกลาง
3	หมู่ที่ 3. บ้านวังน้ำตอง	84	ขนาดเล็ก
4	หมู่ที่ 4. บ้านนาสัก	340	ขนาดใหญ่
5	หมู่ที่ 5. บ้านใหม่รัตนโกสินทร์	252	ขนาดกลาง
6	หมู่ที่ 6. บ้านสบจาง	154	ขนาดกลาง
7	หมู่ที่ 7. บ้านแม่หลวง	187	ขนาดกลาง
8	หมู่ที่ 8. บ้านขวงม่วง	190	ขนาดกลาง
9	หมู่ที่ 9. บ้านทุ่งเลางาม	123	ขนาดเล็ก
<b>รวมจำนวนครัวเรือน</b>		<b>1,682</b>	
<b>** รวมจำนวนครัวเรือน 5 ตำบล</b>		<b>11,695</b>	
<b>44 หมู่บ้าน</b>			

ขั้นตอนที่ 2 เลือกกลุ่มตัวอย่างในเขตพื้นที่ตำบลแม่เมาะ จำนวน 50 % ในแต่ละขนาดของหมู่บ้าน แล้วสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างจากหมู่บ้านที่เลือกมาโดยการสุ่มอย่างง่าย(Simple Random Sampling)จึงได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างของอำเภอแม่เมาะ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จำนวน 25 หมู่บ้าน

ตาราง 2 แสดงจำนวนการเลือกกลุ่มตัวอย่างในเขตพื้นที่ตำบลแม่เกาะ จำนวน 50% ในแต่ละขนาดของหมู่บ้าน

ขนาดหมู่บ้าน	จำนวนครัวเรือน (ครัวเรือน)	50% ของจำนวน ครัวเรือน	รายชื่อหมู่บ้าน ที่สุ่มได้	จำนวนหมู่บ้าน ทั้งหมด (ครัวเรือน)	จำนวนกลุ่ม ตัวอย่าง (ครัวเรือน)
<b>ตำบลแม่เกาะ มีจำนวนหมู่บ้าน ทั้งหมด 4,634 ครัวเรือน</b>					
หมู่บ้าน ขนาดเล็ก	1	1	บ้านฮ้างสูง	68	6
หมู่บ้าน ขนาดกลาง	4	2	บ้านใหม่ห้วยรากไม้ บ้านเวียงหงษ์ล้านนา	584	45
หมู่บ้าน ขนาดใหญ่	4	2	บ้านใหม่มงคล บ้านนาแหมพัฒนา	872	68
หมู่บ้าน ขนาดใหญ่ มาก	3	2	บ้านเกาะหลวง บ้านเวียงสุวรรณค์	1,456	113
<b>รวมจำนวน หมู่บ้าน</b>	<b>12</b>	<b>7</b>		<b>2,980</b>	<b>232</b>
<b>ตำบลสบป่าด มีจำนวนหมู่บ้าน ทั้งหมด 2,350 ครัวเรือน</b>					
หมู่บ้าน ขนาดเล็ก	1	1	บ้านสวนป่าแม่จาง	125	11
หมู่บ้าน ขนาดกลาง	3	2	บ้านปงต้นปิน บ้านแม่เกียง	414	36
หมู่บ้าน ขนาดใหญ่	2	1	บ้านห้วยรากไม้	336	30
หมู่บ้าน ขนาดใหญ่ มาก	1	1	บ้านสบเกาะ	454	40
<b>รวมจำนวน หมู่บ้าน</b>	<b>8</b>	<b>5</b>		<b>1,329</b>	<b>117</b>
<b>ตำบลบ้านดง มีจำนวนหมู่บ้าน ทั้งหมด 1,693 ครัวเรือน</b>					
หมู่บ้าน ขนาดเล็ก	2	1	บ้านกลาง	68	7
<b>ตำบลบ้านดง มีจำนวนหมู่บ้าน ทั้งหมด 1,693 ครัวเรือน</b>					
หมู่บ้าน ขนาดกลาง	6	3	บ้านหัวฝาย บ้านดง,บ้านทาสี	771	78
<b>รวมจำนวน หมู่บ้าน</b>	<b>8</b>	<b>4</b>		<b>839</b>	<b>85</b>

## ตาราง 2 (ต่อ)

ขนาดหมู่บ้าน	จำนวนครัวเรือน (ครัวเรือน)	50% ของ จำนวน ครัวเรือน	รายชื่อหมู่บ้าน ที่สุ่มได้	จำนวนหมู่บ้าน ทั้งหมด (ครัวเรือน)	จำนวนกลุ่ม ตัวอย่าง (ครัวเรือน)
<b>ตำบลนาสัก มีจำนวนหมู่บ้าน ทั้งหมด 1,336 ครัวเรือน</b>					
หมู่บ้าน ขนาดเล็ก	2	1	บ้านทุ่งเลางาม	123	8
หมู่บ้าน ขนาดกลาง	6	3	บ้านสบจาง บ้านแม่หลวง บ้านข่วงม่วง	534	36
หมู่บ้าน ขนาดใหญ่	1	1	บ้านนาสัก	340	23
<b>รวมจำนวน หมู่บ้าน</b>	<b>9</b>	<b>5</b>		<b>997</b>	<b>67</b>
<b>ตำบลจางเหนือ มีจำนวนหมู่บ้าน ทั้งหมด 1,682 ครัวเรือน</b>					
หมู่บ้าน ขนาดเล็ก	2	1	บ้านจางเหนือพัฒนา	139	16
หมู่บ้าน ขนาดกลาง	5	3	บ้านนาสันติราษฎร์ บ้านนาแซ บ้านกอลวก	581	68
<b>รวมจำนวน หมู่บ้าน</b>	<b>7</b>	<b>4</b>		<b>720</b>	<b>84</b>

## 3. ขนาดตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 1 ตารางแสดงการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดขนาดสัดส่วนตามขนาดจำนวนครัวเรือน ในแต่ละตำบล โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างแบ่งตามสัดส่วน 5 % ของครัวเรือน

โดยมีการคำนวณหาประชากรกลุ่มตัวอย่างดังนี้

$$\text{ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง} = \frac{\text{จำนวนครัวเรือนในแต่ละตำบล} \times \text{จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการเก็บ}}{\text{จำนวนครัวเรือนในตำบลทั้งหมดที่เราต้องการศึกษา}}$$

ตาราง 3 แสดงจำนวนครัวเรือนกลุ่มตัวอย่างแบ่งตาม สัดส่วน 5 %

ลำดับที่	รายชื่อตำบล	จำนวนครัวเรือน	จำนวนครัวเรือนกลุ่มตัวอย่าง แบ่งตาม สัดส่วน 5 %
1.	ตำบลแม่เมาะ	4,634	232
2.	ตำบลสบป่าด	2,350	117
3.	ตำบลบ้านดง	1,693	85
4.	ตำบลนาสัก	1,336	67
5.	ตำบลจางเหนือ	1,682	84
<b>รวมจำนวนครัวเรือนทั้งหมด</b>		<b>11,695</b>	<b>585</b>

ขั้นตอนที่ 2 ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accident Sampling) ตามจำนวนตัวอย่างที่กำหนดไว้ในแต่ละหมู่บ้าน จนได้ครบตามจำนวนที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้ คือ 585 ครัวเรือน ประกอบด้วย ตำบลแม่เมาะ จำนวน 232 ครัวเรือน, ตำบลสบป่าด จำนวน 117 ครัวเรือน, ตำบลบ้านดง จำนวน 85 ครัวเรือน, ตำบลนาสัก จำนวน 67 ครัวเรือน และตำบลจางเหนือ จำนวน 84 ครัวเรือน

## ตอนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาจากตำรา เอกสาร รายงาน ทฤษฎี และผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและศึกษา 4 ด้านจาก ความต้องการ ความจำเป็น โอกาส และอุปสรรค ของโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนจากกลุ่ม ประชากร จำนวน 2 กลุ่ม คือกลุ่มชาวบ้านที่อาศัยในพื้นที่อำเภอแม่เมาะและกลุ่มข้าราชการ ผู้นำในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

ตอนที่ 1 ข้อที่ 1 – 6 เป็นคำถามทั่วไปเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 6 ข้อเป็นคำถามแบบปลายปิด (Closed – end Question) แบบเลือกตอบ (Check List) มีคำตอบหลายตัวเลือก

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านศักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง จำนวน 10 ข้อ

ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเป็นคำถามแบบ ปลายเปิด

ข้อคำถามเป็นลักษณะ เลือกลง 5 ระดับ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนค่า (Rating Scale) ตั้งแต่ระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

มากที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ 5
มาก	ให้คะแนนเท่ากับ 4
ปานกลาง	ให้คะแนนเท่ากับ 3
น้อย	ให้คะแนนเท่ากับ 2
น้อยที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ 1

เกณฑ์ในการประเมินผล มีเกณฑ์ดังนี้ (เบสท์. 1981,อ้างถึงในสุวิมล ศิริวรราชย์.

2545:26)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความสำคัญมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง	มีความสำคัญมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง	มีความสำคัญปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง	มีความสำคัญน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง	มีความสำคัญน้อยที่สุด

เกณฑ์กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2546 : 316)

1. ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 1 (ประมาณ 0.70 ถึง 0.90) ถือว่ามีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับสูง (ถ้าสูงกว่า 0.90 ถือว่าอยู่ในระดับสูงมาก)
2. ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 0.50 (ประมาณ 0.30 ถึง 0.70) ถือว่ามีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลาง
3. ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 0.00 (ประมาณ 0.30 และต่ำกว่า) ถือว่ามีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับต่ำ
4. ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.00 แสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง

### ตอนที่ 3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ในเรื่องการสร้างแบบสอบถาม
2. ทบทวนวัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อใช้ในการกำหนดขอบเขตและเนื้อหาให้

ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3. สร้างแบบสอบถามขึ้นมา 3 ตอน โดยแบ่งออกเป็นตอนที่ 1 ข้อที่ 1 – 6 เป็นคำถามทั่วไปเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 6 ข้อเป็นคำถามแบบปลายปิด

(Closed-end Question) แบบเลือกตอบ(Check List) มีคำตอบหลายตัวเลือกตอนที่ 2 ข้อมูลด้านศักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง จำนวน 10 ข้อ ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเป็นคำถามแบบปลายเปิด

4. นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมาให้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบจำนวน 5 ท่านเพื่อตรวจความถูกต้องและความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยใช้เทคนิค OC (รายละเอียดดังภาคผนวก ค)

5. นำแบบสอบถามไปทดลองใช้(Try Out)กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 ชุด โดยหาค่าความเชื่อมั่นอัลฟา ( $\alpha$ -Coefficient)ของ Cronbach(รายละเอียดดังภาคผนวก ค)

6. ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ



ภาพ 18 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

#### ตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลของการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือการใช้แบบสอบถามโดยมีขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ผู้วิจัยวางแผนในการเก็บรวบรวมข้อมูลพิจารณาจากแหล่งข้อมูลตำรา งานวิจัย และเอกสาร เพื่อนำมาประกอบเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทำการศึกษา
2. ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมของแบบสอบถาม และเตรียมเอกสารให้ครบถ้วนเพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลไปยังกลุ่มตัวอย่าง
3. ผู้วิจัยดำเนินการแจกแบบสอบถามไปยังกลุ่มตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยนำแบบสอบถามไปสอบถามจนครบ จำนวน 585 ชุด
4. ตรวจสอบข้อมูลครบถ้วน และความถูกต้องของแบบสอบถามนำแบบสอบถามที่สมบูรณ์มาลงวิเคราะห์ข้อมูล SPSS ในคอมพิวเตอร์

#### ตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลที่ได้รวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 585 ชุด มาดำเนินการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative) โดยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติดังนี้

1. สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละ ใช้ในการวิเคราะห์และอธิบาย ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง
2. สถิติ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) โดยทำการวิเคราะห์ ทั้ง 2 ตอน

#### ตอนที่ 6 การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานทดแทน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาศักยภาพพลังงานทดแทนอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เพื่อให้การศึกษาบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ จึงได้ดำเนินการดังนี้

1. งานสำรวจศักยภาพพลังงานทดแทนและประสิทธิภาพพลังงานในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ได้ดำเนินการดังนี้
  - 1.1 ศึกษาข้อมูลด้านทุติยภูมิ (Secondary Data) ประกอบด้วย
    - 1.1.1 รวบรวมข้อมูลจำนวนประชากรในพื้นที่ที่ได้รับข้อมูลจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
    - 1.1.2 รวบรวมข้อมูลด้านพลังงานทดแทนในพื้นที่ประกอบด้วยข้อมูลแหล่งน้ำพลังงานชีวมวล และค่าความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์แองศาอาทิตย์จากฐานข้อมูลการไฟฟ้าฝ่าย

ผลิตแห่งประเทศไทย,ฐานข้อมูลจังหวัดลำปาง,ฐานข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้า

1.2 ข้อมูลด้านปฐมภูมิ (Primary Data) ประกอบด้วยการลงพื้นที่สำรวจความต้องการโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนในบริบทของอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

2.1 การลงพื้นที่สำรวจความต้องการโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนของประชาชนในพื้นที่เป้าหมายโดยใช้แบบสอบถามจำนวน 585 ชุด ประชาชนที่อาศัยในพื้นที่ 5 ตำบล 25 หมู่บ้าน อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

2.2 ลงพื้นที่สำรวจแหล่งพลังงานทางเลือกที่เหมาะสมในการนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยพลังงานชีวมวลและพลังงานแสงอาทิตย์

2.3 การลงพื้นที่สำรวจ ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เข้ามาช่วยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้ดำเนินการสำรวจ

2. งานวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ได้ดำเนินการดังนี้

2.1 วิเคราะห์แบบสอบถามการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

2.2 ศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพของพลังงานชีวมวล พื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

2.3 ศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์พื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

3. งานศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ทางวิศวกรรม ได้ดำเนินการดังนี้

3.1 สำรวจข้อมูลเพาะปลูกพืชหลักที่มีศักยภาพทางชีวมวล

3.2 ประเมินปริมาณชีวมวลที่สามารถเป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้า

3.3 วิเคราะห์ทางด้านพลังงานจากชีวมวล

3.4 พลังงานที่ความร้อน

3.5 พลังงานเทียบเท่าน้ำมันดิบ

3.6 พลังงานไฟฟ้า

3.7 ออกแบบโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลเบื้องต้น

3.8 สรุปผลการศึกษา

1. วิธีการประเมินศักยภาพพลังงานชีวมวลแต่ละชนิด มีขั้นตอนการดำเนินการและข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562) ประกอบด้วย

1.1 การประเมินปริมาณคงเหลือของชีวมวลแต่ละชนิดในแต่ละอำเภอของทุกจังหวัดทั่วประเทศ ดังสูตร

ปริมาณคงเหลือของชีวมวลแต่ละชนิด = ปริมาณที่เกิด - (ปริมาณที่นำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้า + ปริมาณที่นำไปใช้สำหรับผลิตความร้อน + ปริมาณที่นำไปใช้ในภาคส่วนอื่น ๆ)

1.2 ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินศักยภาพพลังงานของชีวมวลของชีวมวลแต่ละชนิด ประกอบด้วย

1.2.1 ค่าความร้อนของชีวมวลแต่ละชนิด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับค่าความร้อนและความชื้นของเชื้อเพลิงที่ใช้ประเมินศักยภาพแต่ละชนิด โดยอ้างอิงข้อมูลจากตารางแสดงค่าความร้อนและความชื้นของเชื้อเพลิงที่ใช้ประเมินศักยภาพของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

1.2.2 ค่าความร้อนเทียบเท่าพัตตันน้ำมันดิบ จะคำนวณจากสูตร

$$1 \text{ ktoe} = 42,120,000 \text{ MJ} = 11,700,000 \text{ kWh}$$

2. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานของงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาข้อมูลชีวมวลของอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เพื่อทำการประเมินศักยภาพชีวมวลสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า ดังนี้

2.1 รวบรวมข้อมูลและเอกสารด้านการเกษตรกรรมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานเกษตรจังหวัดลำปาง สำนักงานเกษตรอำเภอแม่เมาะ พลังงานชีวมวลจากฐานข้อมูลงานวิจัย เป็นต้น

2.2 วิเคราะห์ศักยภาพพลังงานชีวมวล ประกอบด้วย พลังงานที่ไม่มีการใช้ประโยชน์ พลังงานเทียบเท่าพัตตันน้ำมันดิบ ศักยภาพพลังงานไฟฟ้า และขนาดของโรงไฟฟ้าชีวมวลสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อวิเคราะห์ขนาดของโรงไฟฟ้าชีวมวลสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า

2.3 การประเมินปริมาณการเกิดชีวมวลของอำเภอแม่เมาะมีขั้นตอนการดำเนินการและข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน ประกอบด้วย

2.3.1 รวบรวม ศึกษาปฏิทินการปลูก การเก็บเกี่ยวพืชที่เกิดชีวมวลภายหลังการเก็บเกี่ยวพร้อมทั้งจำนวนพื้นที่ปลูก(ไร่/ปี) อัตราผลผลิต (ตัน/ไร่) และปริมาณผลผลิต (ตัน/ปี) ในแต่ละอำเภอ/แม่เมาะ

2.3.2 รวบรวม ศึกษาข้อมูลสัดส่วนการเกิดชีวมวลต่อปริมาณผลผลิต ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง มะม่วง ลำไย และลิ้นจี่

2.3.3 การประเมินปริมาณการเกิดชีวมวลแต่ละชนิดในอำเภอแม่เมาะ ทุกจังหวัดทั่วประเทศ ดังสูตร (สำนักความร่วมมือด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ, 2556)

= ปริมาณชีวมวลที่เกิด(ตัน/ปี) = ปริมาณผลผลิต(ตัน/ปี) x สัดส่วนชีวมวลต่อปริมาณผลผลิต (ตันชีวมวล/ตันผลผลิต)

= ปริมาณชีวมวลที่เกิด(ตัน/ปี) = ปริมาณพื้นที่โค่น(ไร่/ปี) x สัดส่วนชีวมวลต่อพื้นที่โค่น (ตันชีวมวล/ไร่)

2.4 วิเคราะห์ศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์พื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

2.4.1 สำรวจพื้นที่ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์หาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม พร้อมทั้งดำเนินการประเมินพื้นที่ด้วย Google map และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เพื่อหาตำแหน่งพื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน

2.4.2 ระดับความเข้มของแสงอาทิตย์และสภาพภูมิอากาศรายเดือนอำเภอแม่เมาะ

2.4.3 ขนาดพื้นที่ในการติดตั้ง, ทำเลที่ตั้ง

2.4.4 ออกแบบโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น

2.4.5 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

2.4.6 สรุปผลการศึกษา

2.5 วิธีการประเมินศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์

$$P_{\text{cell}} = \frac{P_L \times D}{Q \times A \times B \times C} \quad (1)$$

โดย  $P_{\text{cell}}$  = กำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

$P_L$  = ความต้องการใช้ไฟฟ้า

$Q$  = พลังงานแสงอาทิตย์(ค่าจากการประเมิน, Wh/m<sup>2</sup>)

$A$  = ค่าชดเชยความสูญเสียของเซลล์แสงอาทิตย์ 0.8

$B$  = ค่าชดเชยความสูญเสียเชิงความร้อน 0.85

$C$  = ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ เท่ากับ 0.9

$D$  = ความเข้มแสงแดดปกติ เท่ากับ 1,000 W/m<sup>2</sup>

2.6 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก  
 ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยทำการวิเคราะห์ในรูปแบบ ต้นทุนการผลิต  
 ไฟฟ้าต่อหน่วยปรับเฉลี่ย (Levelized cost of electricity; LCOE) ตลอดอายุโครงการโดยไม่  
 คำนึงถึงมูลค่าของเงินตามเวลา เป็นที่นิยมใช้ในการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตไฟฟ้าระหว่าง  
 เทคโนโลยีการผลิตต่าง ๆ การคำนวณดังสมการ 2

$$LCOE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{I_t + M_t}{(1+r/100)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{E_t}{(1+r/100)^i}} \quad (2)$$

เมื่อ	LCOE	คือ ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยปรับเฉลี่ยตลอดอายุโครงการ (บาท/kWh)
	$I_t$	คือ เงินลงทุนระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (บาท)
	$M_t$	คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาในปีที่ $t$ (บาท/ปี)
	$E_t$	คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในปีที่ $t$ (kWh/ปี)
	$r$	คือ อัตราการคิดลด (%)

## ตอนที่ 8 การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปรากฏการณ์เรือนกระจก(Greenhouse Effect) คือกระบวนการแผ่รังสีความร้อน  
 จากพื้นผิวโลกที่ถูกดูดซับโดยก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศและแผ่รังสีกลับในทุกทิศทาง  
 ปรากฏการณ์เรือนกระจกตามธรรมชาติของโลกทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถอาศัยอยู่ได้  
 แต่กิจกรรมของมนุษย์โดยเฉพาะการเผาไหม้เชื้อเพลิง การทำลายป่าและการใช้สารเคมีบาง  
 จำพวกส่งผลให้ชั้นบรรยากาศ มีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้นผลที่  
 ตามมาคืออุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศ จะเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง  
 ก๊าซเรือนกระจกที่ควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต 6 ชนิด ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์  
 (CO<sub>2</sub>) ก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>) ไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O) กลุ่มไฮโดรฟลูออไรด์คาร์บอน (HFCs) กลุ่มเพอร์  
 ฟลูออไรด์คาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF<sub>6</sub>) โดยกำหนดการลดก๊าซเหล่านี้ให้  
 คิดเทียบเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>Equivalent)

### 1. ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน  
 โดยค่าศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อน (Global warming potential, GWP) ประเมินได้จากการวัด  
 หรือคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นจริงและแปลงค่าให้อยู่ในรูปของก๊าซ  
 คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนในรอบ 100 ปี ของ IPCC

(GWP100) ที่เป็นค่าล่าสุดเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น ก๊าซมีเทนมีค่า GWP100 เท่ากับ 25 หมายความว่า ก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม มีศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อนเท่ากับ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 กิโลกรัม ดังนั้นการปล่อยก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม คิดเป็นศักยภาพในการทำให้โลกร้อน 25 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเป็นต้น

ตาราง 4 ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ที่ใช้ในการคำนวณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ก๊าซเรือนกระจก	อายุในชั้นบรรยากาศ (ปี)	ศักยภาพในการทำให้ เกิดภาวะโลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO <sub>2</sub> )	200-450	1
2. ก๊าซมีเทน (CH <sub>4</sub> )	9-15	25
3. ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N <sub>2</sub> O)	120	298
4. ไฮโดรฟลูออไรด์คาร์บอน (HFCs)	100	124-14,800
5. เพอร์ฟลูออไรด์คาร์บอน (PFCs)	50,000	7,390-12,200
6. ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF <sub>6</sub> )	3,200	22,800

ตาราง 5 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

รายการ	หน่วย	ค่า Emission factor
1. ไฟฟ้า <sup>1</sup>	kg CO <sub>2</sub> e/kWh	0.5664
2. เชื้อเพลิงฟอสซิล <sup>2</sup>		
- ถ่านหิน(ลิกไนต์)	kg CO <sub>2</sub> e/กิโลกรัม	1.0624
- น้ำมันเบนซิน	kg CO <sub>2</sub> e/ลิตร	2.1816
- น้ำมันเตา	kg CO <sub>2</sub> e/ลิตร	3.0782
- น้ำมันดีเซล	kg CO <sub>2</sub> e/ลิตร	2.6987
- แก๊สแอลพีจี	kg CO <sub>2</sub> e/กิโลกรัม	3.0685
- ก๊าซธรรมชาติ	kg CO <sub>2</sub> e/MMBTU	55.1855
3. ซีวมวล	kg CO <sub>2</sub> e/กิโลกรัม	0

หมายเหตุ อ้างอิงจาก IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006

2. หน่วยการแสดงผลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยและดูดกลับขององค์กร

การแสดงผลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยและดูดกลับขององค์กรอยู่ในหน่วยกิโลกรัมของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด และรวมอยู่ในหน่วยกิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

3. วิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

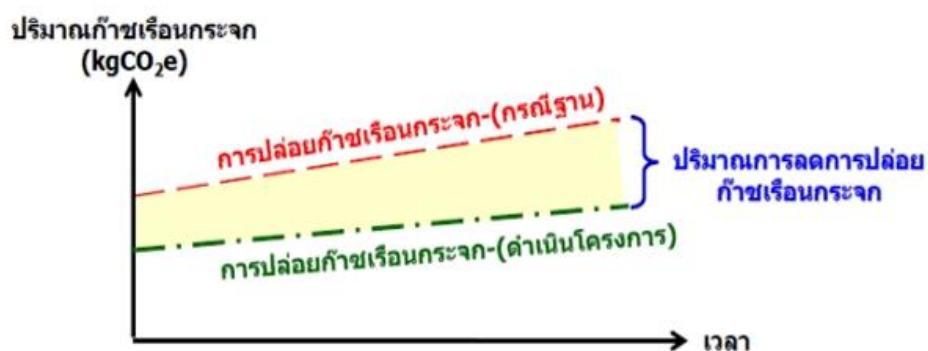
การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment, LCA) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต หรือกิจกรรมต่าง ๆ ในเชิงปริมาณ (Quantitative) โดยพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิต ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต การขนส่ง การใช้งาน/บำรุงรักษา การใช้ซ้ำ (Reuse) รวมถึงการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ ใหม่ (Recycle) และการกำจัดหลังหมดอายุการใช้งาน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าพิจารณาผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่เกิดจนตาย (Cradle to Grave) องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization, ISO) ได้ให้ความหมายของการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment, LCA) ไว้ในอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 ว่า “เป็นการเก็บรวบรวมและการประเมินค่าของสารขาเข้าและสารขาออก รวมถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่มีโอกาสเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ ตลอดวัฏจักร”

#### 4. การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

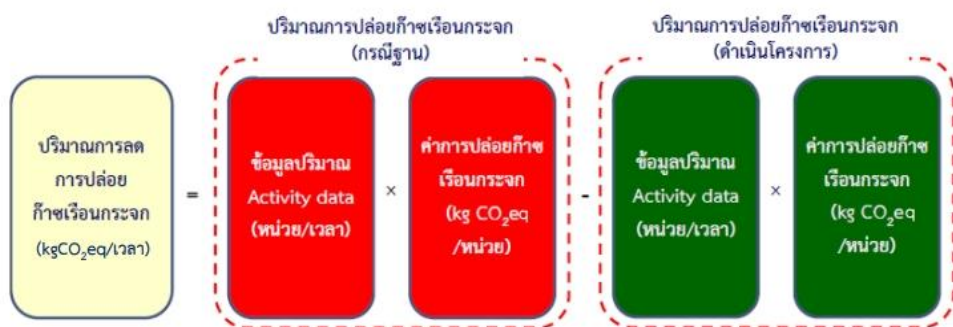
ในส่วนนี้จะอธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดและวิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ โดยคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในรูปของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยการทำงานของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสมการที่ใช้ในการคำนวณ คือ ผลรวมของปริมาณ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องการผลิต ดังสมการดังต่อไปนี้

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม = ข้อมูลกิจกรรม x ค่า สปส. ของกิจกรรม

โดยที่ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมมีหน่วยเป็น kg CO<sub>2</sub>-eq, ข้อมูลกิจกรรมมีหน่วย เป็นหน่วยและค่าส ป ส.ของกิจกรรมมีหน่วยเป็น kg CO<sub>2</sub>-eq /หน่วย ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกิจกรรม (kgCO<sub>2</sub>e/หน่วย) มีค่าเท่ากับผลรวมของผลคูณ ระหว่างปริมาณก๊าซเรือนกระจก (kg GHG/หน่วย) และค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจก (kgCO<sub>2</sub>e/Kg GHG) จากสูตรการคำนวณสามารถอธิบายได้ดังภาพ 19 การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก



ภาพ 19 การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก



ภาพ 20 การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก

GHG Emission Reduction หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ที่ลดได้ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

Baseline Emission หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ในกรณีฐาน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

Project Emission หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) จากการดำเนินโครงการ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

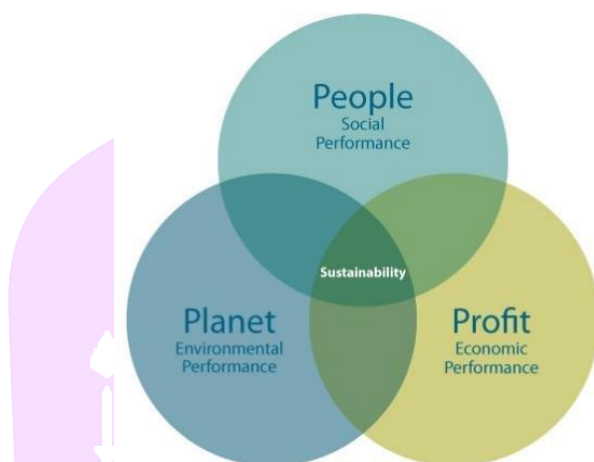
Leakage หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากโครงการแต่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของโครงการ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

**ตอนที่ 9 หลักการแนวทางการออกแบบการบริหารจัดการอย่างยั่งยืน**

ประเทศไทยได้ดำเนินงานที่สอดคล้องการพัฒนาที่ยั่งยืน โดมนำมาใช้ในการกำหนดทิศทางของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 และ 2564) ในการกำหนดนโยบาย “มั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน” ซึ่งการพัฒนาอย่างยั่งยืนควรมีความสอดคล้องกับอัตลักษณ์และบริบทของท้องถิ่นของแต่ละประเทศ เพราะทุกพื้นที่ของประเทศต่าง ๆ อาจจะมีเป้าประสงค์และตัวชี้วัดที่ในการพัฒนาที่ไม่เหมือนและไม่เท่ากัน ดังนั้น ตามหลักการและแนวทางปฏิบัติของสหประชาชาติ จึงให้ความสำคัญกับหน่วยงานระดับท้องถิ่นในฐานะของกลไกที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาที่ยั่งยืน

1. การศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ใช้วิธีการวิจัยจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยรวบรวมวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้อง กับปัจจัยของการพัฒนาที่ยั่งยืน รูปแบบของความยั่งยืนในประเทศไทย ดังต่อไปนี้



ภาพ 21 หลักการ 3 P : ดุลยภาพขั้นพื้นฐานของธุรกิจที่ยั่งยืน

ผลการศึกษา พบว่าพื้นฐานของแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนจะ ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่าง 3 ปัจจัย คือ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม โดยการพิจารณาถึงความยั่งยืนในพื้นที่ เนื่องจากพลังงานทดแทนเป็นพลังงานสะอาด ไม่ก่อมลพิษและไม่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน อีกทั้งช่วยลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของการเกิดภาวะโลกร้อน นักวิจัยจึงมีความจำเป็นที่ต้องดำเนินการศึกษาวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้สามารถนำพลังงานทดแทนมาใช้ประโยชน์ได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อช่วยลดพลังงาน และช่วยลดค่าใช้จ่ายโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพึ่งพาพลังงานจากแหล่งในท้องถิ่นและภายในประเทศ โดยสามารถผลิตและใช้พลังงานอย่างยั่งยืน (Lühn, T., Schmidtman, G. and Geldermann, J., 2018) อีกทั้งต้องคำนึงถึงข้อจำกัดในการพัฒนาพลังงานทดแทนให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ โดยต้องคำนึงถึงด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งควรสอดคล้องกับสังคมวัฒนธรรมศักยภาพของชุมชน รวมถึงกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ (พระครูสังฆรักษ์ ทรงพรพรณ ชยทตฺโต, 2560)

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนกรณีศึกษาพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาประเภทของพลังงานทดแทนที่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในบริบทของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง 2) เพื่อศึกษารูปแบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ดำเนินการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาจากตำรา เอกสาร รายงาน ทฤษฎี และผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทำการศึกษา 4 ด้าน จากความต้องการ ความจำเป็น โอกาส และอุปสรรคของโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนจากกลุ่มตัวอย่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จำนวน 2 กลุ่มคือ กลุ่มชาวบ้านที่อาศัยในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ กลุ่มข้าราชการ ผู้นำชุมชน จำนวน 25 หมู่บ้าน จำนวน 585 คน พร้อมทั้งดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้นำชุมชน ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ประชาชนชาวบ้านรวมถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดการพลังงานระดับชุมชน ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการสำรวจศักยภาพพลังงานทดแทน พื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

1. ผลการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานภาพรวมของอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
2. ผลการวิเคราะห์ศักยภาพของชีวมวล
3. ผลการวิเคราะห์ศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์
4. ผลการวิเคราะห์ศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ พื้นที่อาคารสำนักงานหลัก

และอาคารอนุประสงค์ของเทศบาลตำบลแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน ในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

ตอนที่ 3 ผลของการบริหารจัดการอย่างยั่งยืน (3 P Model)

## ตอนที่ 1 ผลการสำรวจศักยภาพพลังงานทดแทน พื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

### 1. ผลการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานภาพรวมของอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

พื้นที่การเกษตร(ไร่)



ตำบล

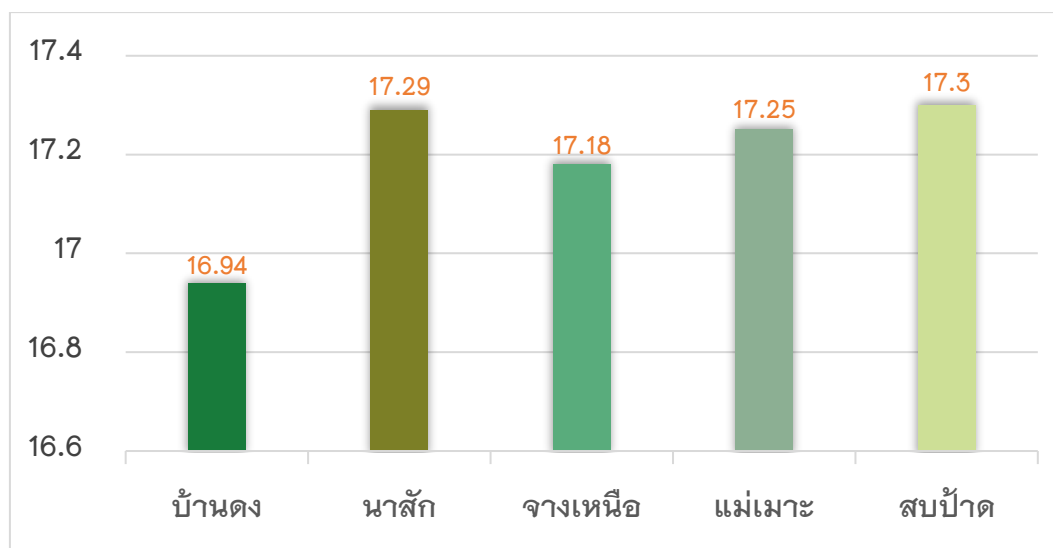
### ภาพ 22 ศักยภาพรวมชีวมวล พื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

ศักยภาพพลังงานเศษวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง จากข้อมูลการเพาะปลูกพืชทางการเกษตรแต่ละชนิดในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เมื่อนำมาประเมินทางด้านพลังงานด้วยสัดส่วนการเกิดชีวมวลต่อปริมาณผลผลิตที่ใช้ประเมินปริมาณการเกิดชีวมวลแต่ละชนิดและค่าความร้อนเทียบเท่าฟืนต้นน้ำมันดิบตามข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562)

จากภาพ 22 ศักยภาพชีวมวลทางการเกษตรของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีการปลูกพืชเศรษฐกิจที่มีศักยภาพด้านพลังงาน ประกอบด้วย ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง สับปะรด ลำไย และลิ้นจี่ มีผลการศึกษาดังนี้ พื้นที่เพาะปลูกพืชชีวมวลมากที่สุดคือ ตำบลสบป่าด 14,455.25 ไร่ รองลงมาคือ ตำบลนาสัก 9,904.25 ไร่ ตำบลจางเหนือ 9,295.75 ไร่ ตำบลบ้านดง 6,880.10 ไร่ และ ตำบลแม่เมาะ 6,178.25 ไร่ เป็นลำดับสุดท้าย

### ศักยภาพรวมความเข้มแดดทั้ง 5 ตำบล พื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ (kW/m<sup>2</sup>)



ตำบล

### ภาพ 23 ศักยภาพรวมความเข้มแดดทั้ง 5 ตำบล พื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

จากภาพ 23 รังสีรวมของดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวโลกบนพื้นราบ (Global horizontal irradiation) ของอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีค่าสูงสุด ที่ตำบลสบป่าด 17.3 รองลงมาคือ ตำบลนาสัก 17.29 ตำบลแม่เมาะ 17.25 ตำบลจางเหนือ 17.18 และตำบลบ้านดง 16.94 เป็นลำดับสุดท้าย

#### 2. ผลการวิเคราะห์ศักยภาพของชีวมวล

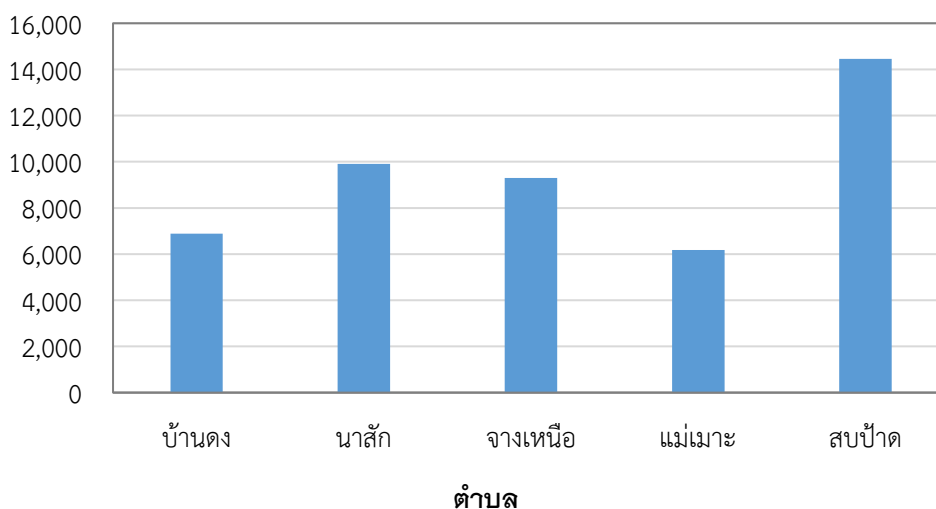
##### 2.1 ข้อมูลพื้นฐานอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีพื้นที่ทั้งหมด 860.8 ตารางกิโลเมตร มี 5 ตำบล 44 หมู่บ้าน จำนวนประชากร 39,987 คน มีจำนวนครัวเรือนที่อาศัยอยู่จริง จำนวน 11,695 ครัวเรือน แยกเป็นประชากรชาย จำนวน 15,139 คน และจำนวนประชากรหญิง จำนวน 15,272 คน (สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอแม่เมาะ, 2561) ประชาชนส่วนใหญ่ ประกอบอาชีพหลัก ทำการเกษตร เลี้ยงสัตว์ และพนักงานรัฐวิสาหกิจ (กฟผ.) อาชีพเสริม ค้าขาย รับจ้าง

ตาราง 6 แสดงข้อมูลพื้นฐานอำเภอแม่มาะ จังหวัดลำปาง

ตำบล	จำนวน		พื้นที่ทั้งหมด (ไร่)	พื้นที่การเกษตร (พืช/ไร่)				รวมพื้นที่การเกษตร (ไร่)		
	หมู่บ้าน	ครัวเรือนเกษตรกร		ชาวนา+ชาวไร่	พื้นที่พืชไร่	พื้นที่ไม่ผล	พื้นที่ฝัก		ไม่ตกไม้ประดับ	
บ้านตง	8	1,639	1,165	163,429	4,162	626	1,851	241	-	6,880.10
นาสัก	9	1,807	1,237	98,468	4,152.25	3,709	1,726	317	-	9,904.25
จางเหนือ	7	1,427	1,121	27,620	4,103.75	3,994	1,006	192	-	9,295.75
แม่มาะ	12	7,170	1,238	94,445	857.25	1,062	4,155	99	5	6,178.25
สบป่าด	8	1,910	1,195	48,690	3,715.25	7,750	2,250	740	-	14,455.25
รวม	44	13,953	13,953	432,652	16,990.5	17,141	10,988	1,589	5	46,713.50

## พื้นที่การเกษตร (ไร่)



ภาพ 24 แสดงภาพข้อมูลพื้นฐานด้านการเกษตรพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

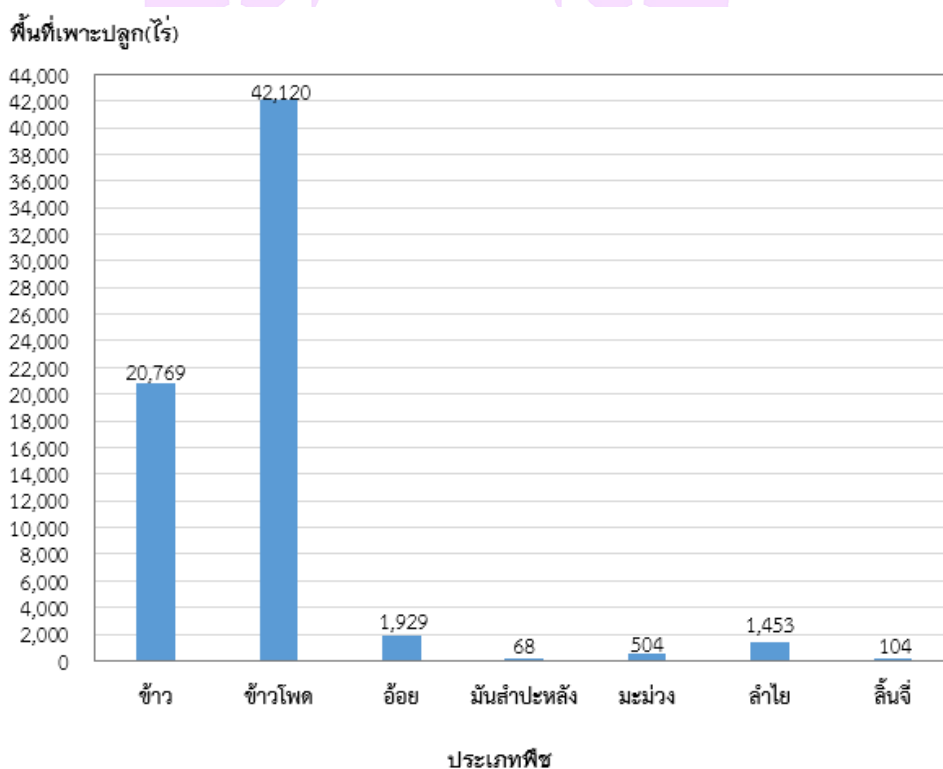
ชนิดและปริมาณของผลผลิตพื้นที่อำเภอแม่เมาะจังหวัดลำปาง

พื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นที่ตั้งของเหมืองแร่ลิกไนต์และโรงไฟฟ้าแม่เมาะ มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบระหว่างภูเขา มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 13,953 ครัวเรือน (ข้อมูลสำนักเกษตรอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง พ.ศ.2561) มีพื้นที่เพื่อการเกษตรโดยรวม 46,713.50 ไร่ ศักยภาพชีวมวลทางการเกษตรของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีการปลูกพืชเศรษฐกิจที่มีศักยภาพด้านพลังงาน ประกอบด้วย ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง สับปะรด ลำไย และลิ้นจี่ มีผลการศึกษาดังนี้ พื้นที่เพาะปลูกพืชชีวมวลมากที่สุด คือ ข้าวโพด มีพื้นที่เพาะปลูก 42,120 ไร่ รองลงมาได้แก่ ข้าว อ้อย ลำไย มะม่วง ลิ้นจี่ และมันสำปะหลัง มีพื้นที่เพาะปลูกเท่ากับ 20,769 ไร่ 1,929 ไร่ 1,453 ไร่ 504 ไร่ 104 ไร่ และ 68 ไร่ตามลำดับ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2559) รายละเอียดดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงพื้นที่เพาะปลูก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

ประเภทพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)
ข้าว	20,769
ข้าวโพด	42,120
อ้อย	1,929
มันสำปะหลัง	68
มะม่วง	504
ลำไย	1,453
ลิ้นจี่	104

ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกพืชที่สามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิง ในการผลิตไฟฟ้า แต่ละประเภทในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง สามารถนำมาแสดงเป็นแผนภูมิได้ ดังภาพ 24



ภาพ 25 แสดงพื้นที่เพาะปลูกพืชในอำเภอแม่เมาะจังหวัดลำปาง

## 2.2 กำลังผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้า (MW)

การประเมินศักยภาพของชีวมวลโดยกำหนดเงื่อนไข คือ โรงไฟฟ้าเดินเครื่อง 24 ชม./วัน 330 วัน/ปี ที่ประสิทธิภาพโรงไฟฟ้า 20 % ที่ผ่านมามีนักวิจัยหลายท่านที่ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานทดแทนที่เกี่ยวข้องกับชีวมวลเช่นการนำเสนอแนวทางการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนของประเทศไทย (ณิษยารัตน์ และวิสาชา, 2556) โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาสถานการณ์การจัดการ พลังงานหมุนเวียนระดับชุมชน ในแต่ละภูมิภาค ของประเทศไทย และวิเคราะห์ปัจจัยด้านกายภาพ ปัจจัยด้านสังคมและวัฒนธรรม รวมทั้งด้านการบริหารจัดการ ที่มีผลต่อการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน ในแต่ละภูมิภาค ของประเทศไทยโดยใช้เจ้าหน้าที่พลังงานจังหวัดของทุกจังหวัดทั่วประเทศ (76จังหวัด) เป็นกลุ่มตัวอย่าง และมีการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชนหรือคณะกรรมการชุมชนต้นแบบด้านพลังงาน ทั้ง 4 ภูมิภาค ผลจากการศึกษาพบว่า การนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ภายในชุมชนส่วนใหญ่คือ พลังงานชีวมวล ถูกนำมาใช้ผลิตพลังงานมากที่สุดของทุกภูมิภาครองลงมาเป็นพลังงาน แสงอาทิตย์ใช้ในรูปแบบเซลล์แสงอาทิตย์ส่วนพลังงานน้ำใช้ในรูปแบบโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ ระเบิดวิด น้ำ ก๊าซชีวภาพส่วนใหญ่หมักมาจาก มูลสัตว์ที่มีอยู่ในชุมชนตามลำดับ และมีการนำเสนอ การหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดกำลังการผลิตไม่ต่ำกว่า 10 เมกะวัตต์ จากไม้ ยางพารา ในจังหวัดระยอง (นภนต์ สุรงค์รัตน และตุลวิทย์ สถาปนจาร, 2556) โดยมีปัจจัยใน การวิเคราะห์ ได้แก่ ปัจจัยแหล่งวัตถุดิบความใกล้ถนนและแนวสายส่งไฟฟ้าแหล่งน้ำสนับสนุน สภาพสิ่งแวดล้อมและการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและค่าลำดับชั้นของข้อมูลแบบ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process; AHP) ผลการวิจัยพบว่า พื้นที่ที่ เหมาะสมมากที่สุด สำหรับการสร้างโรงไฟฟ้าควรอยู่ในเขตอำเภอแกลง นอกจากนี้ยังม การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก 10-90 เมกะวัตต์ กับการ ไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (พีรภพ จอมทอง, 2559) โดยปัจจัยที่ใช้ในการศึกษามี 6 ด้าน คือด้านเทคโนโลยี ด้านการเงิน ด้านกฎหมาย นโยบาย ด้านชุมชนและสิ่งแวดล้อม ด้าน การบริหารจัดการภายในองค์กร และด้านวัตถุดิบ ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อ ความสำเร็จของโรงไฟฟ้า ชีวมวลมากที่สุดจากกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามโดยรวม คือด้าน วัตถุดิบ รองลงมาคือด้านการบริหารจัดการในองค์กรโดย ผลการวิจัยจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญให้ ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของโรงไฟฟ้าชีวมวลคือด้านวัตถุดิบ รองลงมาคือด้านการบริหาร จัดการในองค์กรส่วนผลการวิจัยจากกลุ่มผู้ประกอบการคือด้านกฎหมายและนโยบาย นอกจากนี้ยังได้ทดสอบสมมติฐานเพื่อหาความแตกต่างของความคิดเห็นจากทั้งสองกลุ่มที่มี

ต่อทั้ง 6 ปัจจัยด้วยวิธีการ t-test พบว่าปัจจัยที่มีความเห็นแตกต่างกันระหว่างสองกลุ่ม ตัวอย่างก็คือด้านชุมชนและสิ่งแวดล้อม และด้านวัตถุดิบ ผลการศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางในการสนับสนุนโรงไฟฟ้าชีวมวลโดยเน้นการศึกษาวิจัยวัตถุดิบให้มีคุณภาพและการบริหารจัดการจัดการวัตถุดิบให้เพียงพอรวมถึงการส่งเสริมด้านการบริหารจัดการในองค์กรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าชีวมวลให้ดำเนินการได้อย่างยั่งยืนจากข้อมูลการวิจัยในอดีตที่ผ่านมาทำให้ที่ยังมีได้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องศักยภาพชีวมวลที่นำมาผลิตพลังงานไฟฟ้าในระดับชุมชน ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาข้อมูลชีวมวลในระดับอำเภอ เพื่อเป็นการนำเสนอข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการพิจารณาการสร้างโรงไฟฟ้าจากชีวมวล ที่ได้ในภาคเกษตรของที่อยู่ในพื้นที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตของประเทศไทย อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ในการดำเนินการวิจัยที่เหมาะสมต่อไปในอนาคต

### 2.3 ผลการวิจัย

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง พบว่าพืชหลักที่มีศักยภาพทางชีวมวล ประกอบด้วยข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง มะม่วง ลำไย และ ลิ้นจี่ โดยแบ่งข้อมูลการศึกษาวเคราะห์ ดังต่อไปนี้

ศักยภาพพลังงานเศษวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง จากข้อมูลการเพาะปลูกพืชทางการเกษตรแต่ละชนิดในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เมื่อนำมาประเมินทางด้านพลังงานด้วยสัดส่วนการเกิดชีวมวลต่อปริมาณผลผลิตที่ใช้ประเมิน ปริมาณการเกิดชีวมวลแต่ละชนิดและค่าความร้อนเทียบเท่าฟืนต้นน้ำมันดิบตามข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562) ดังแสดงในตาราง 7 จะทำให้ประเมินค่าพลังงานที่ได้จากชีวมวล รวมถึงนำไปวิเคราะห์ขนาดโรงงานไฟฟ้าชีวมวลได้ ดังตาราง 8

ตาราง 8 ตารางแสดงสัดส่วนการเกิดชีวมวล และค่าความร้อนของชีวมวล

พืช	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ชีวมวล	ค่าความร้อน	อัตราส่วน
			(MJ/kg)	ชีวมวล
ข้าว	599	แกลบ	13.52	0.21
		ฟางข้าว	12.33	0.49
ข้าวโพด	866	ลำต้น	9.83	0.24
		ซังข้าวโพด	9.62	0.82
อ้อย	7,366	ยอดและใบอ้อย	15.48	0.17
มันสำปะหลัง	3,800	ลำต้น	15.59	0.09
		เหง้า	5.49	0.20

ตาราง 8 (ต่อ)

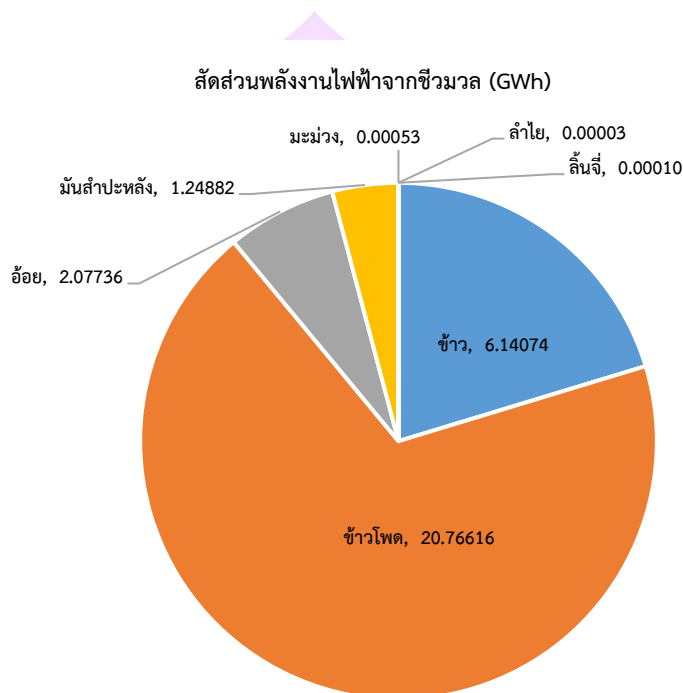
พืช	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ชีวมวล	ค่าความร้อน (MJ/kg)	อัตราส่วน มวล	ชีว
มะม่วง	-	เศษกิ่งมะม่วง	18.98	0.43	ตัน/ไร่
ลำไย	-	เศษกิ่งลำไย	17.35	0.31	ตัน/ไร่
ลิ้นจี่	-	เศษกิ่งลิ้นจี่	17.35	0.41	ตัน/ไร่
รวม	12,631	-	135.54		

ตาราง 9 ผลการคำนวณศักยภาพพลังงานเศษวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้

ชนิด	ชนิด ชีวมวล	เศษวัสดุทาง การเกษตร (kg)	พลังงานชีวมวล (MJ)	เทียบเท่าไฟฟ้า (GWh)	ขนาดโรงไฟฟ้า (MW)
ข้าว	แกลบ	2,612,532	35,321,432.6	1.96230	0.224006849
	ฟางข้าว	6,099,909	75,211,878	4.17844	0.476990868
ข้าวโพด	ลำต้น	8,754,220.8	86,053,990.5	4.78078	0.543468037
	ซังข้าวโพด	29,910,254.4	287,736,647	15.98538	1.824815068
อ้อย	ยอดและ ใบอ้อย	2,415,532.38	37,392,441.2	2.07736	0.237141553
มันสำ ปะหลัง	ลำต้น	23,256	362,561.04	0.02014	0.002299087
	เหงา	4,028,456	22,116,223.4	1.22868	0.140260274
มะม่วง	เศษกิ่ง มะม่วง	216.72	9,565.92	0.00053	6.05023E-
ลำไย	เศษกิ่งลำไย	25,209.55	450.43	0.00003	3.42466
ลิ้นจี่	เศษกิ่งลิ้นจี่	42.64	1,804.4	0.00010	1.14155
รวม		53,869,629	544,206,994.49	30.23374	3.45

จากข้อมูลในตาราง 9 เมื่อนำมาสร้างแผนภูมิสัดส่วนพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลของแต่ละชนิดในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ดังแสดงในภาพ 40 จะทำให้เห็นว่าชีวมวลของพืชที่มีปริมาณ การผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดคือข้าวโพด คิดเป็น 20.76616 GWh หรือ

68.69% รองลงมาคือ ข้าว คิดเป็น 6.14074 หรือ 20.31% หากประเมินศักยภาพโดยรวมของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากชีวมวลจะเทียบเท่าไฟฟ้า 30.23374 GWh เมื่อนำมาทำการประเมินศักยภาพของชีวมวล โดยกำหนดเงื่อนไข คือ โรงไฟฟ้าเดินเครื่อง 24 ชม./วัน 330 วัน/ปี ที่ประสิทธิภาพโรงไฟฟ้า 20% จะต้องมีโรงไฟฟ้าขนาด 3.44 MW



ภาพ 26 แผนภูมิสัดส่วนพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลของแต่ละชนิดในอำเภอแม่เมาะ

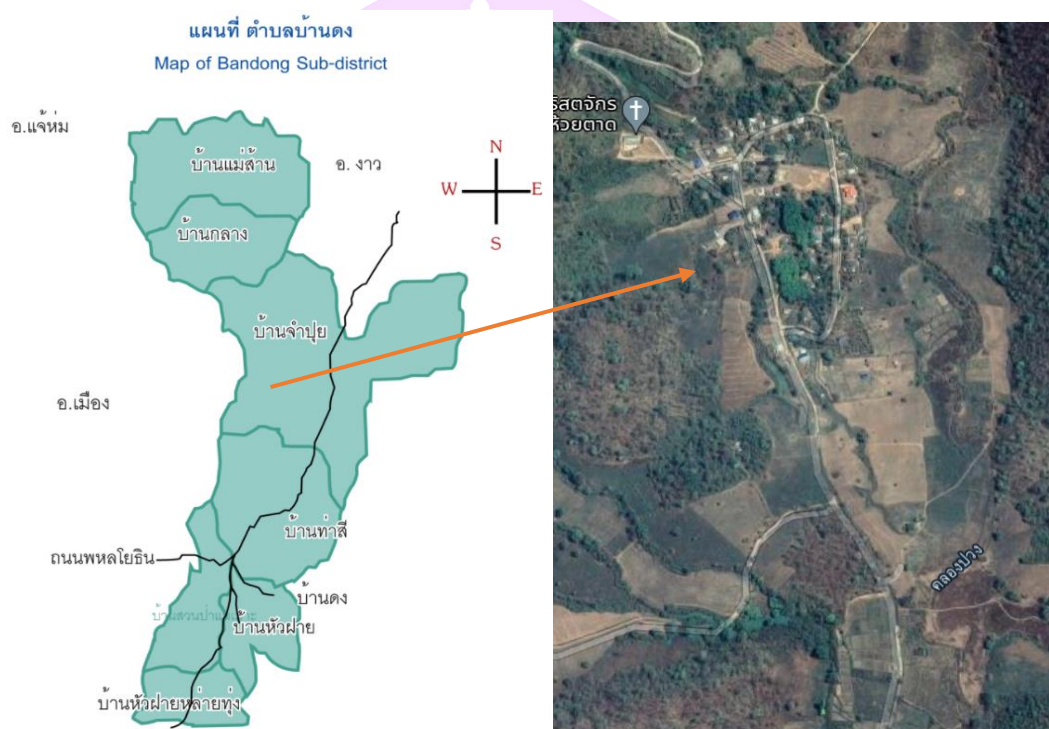
### 3. ผลการวิเคราะห์ศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์

โครงการศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งเหตุผลในการเลือกพื้นที่หมู่บ้านจำปุย ตำบลบ้านดง อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เนื่องจากเป็นตัวแทนหมู่บ้านที่ห่างไกลของอำเภอแม่เมาะ เป็นชุมชนที่อยู่ปลายสาย จึงทำให้เกิดไฟตกอยู่บ่อยครั้ง อีกทั้งยังเป็นหมู่บ้านชุมชนท่องเที่ยว OTOP นวัตวิถี ดังนั้นเพื่อเสริมความมั่นคง ทางด้านพลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงได้นำระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ เข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาให้กับหมู่บ้านแห่งนี้

#### 3.1 ข้อมูลพื้นฐานอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

บ้านจำปุย ตำบลบ้านดง อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เป็นหมู่บ้านชาวเขา อยู่กลางดอย มีประชากร จำนวน 771 คน มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 230 ครัวเรือน ลักษณะ

ภูมิประเทศของตำบลบ้านดง มีลักษณะเป็นที่ราบสลับภูเขาโดยมีภูเขาล้อมรอบ มีแนวเขาที่เป็นสันปันน้ำเชื่อมต่อกับเขตอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อนและอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทย โดยมีที่ตั้งและลักษณะหมู่บ้าน ดังรูปที่ 27 จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลในพื้นที่พบว่าชุมชน มีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 500 kVA และเป็นชุมชนที่อยู่ปลายสาย จึงทำให้เกิดไฟตกอยู่บ่อยครั้ง ดังนั้นหากมีการสร้างระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ก็จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้



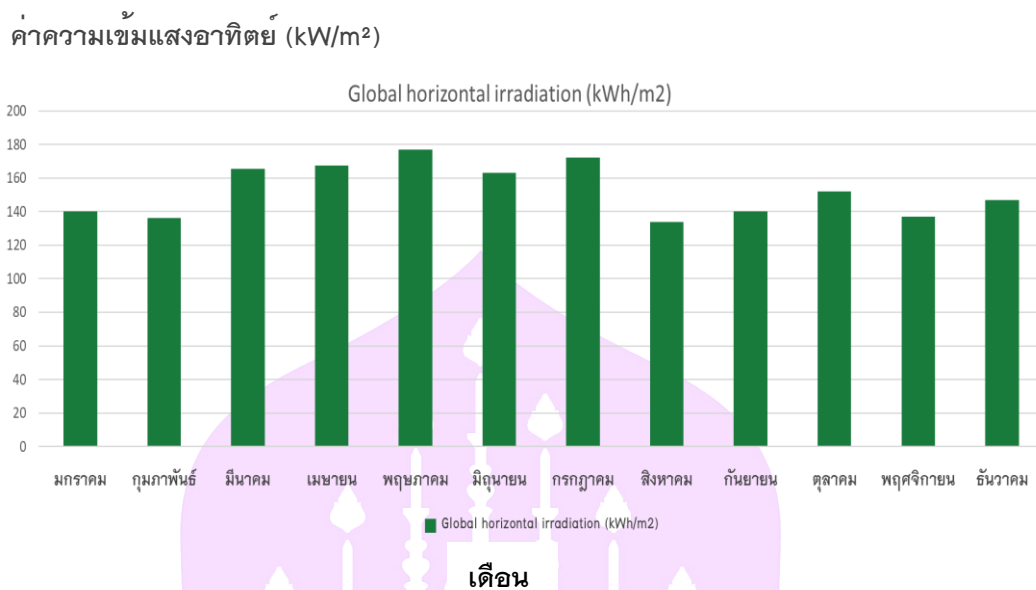
ภาพ 27 แผนที่ตั้งและลักษณะหมู่บ้านจำปุย

จากการศึกษาค้นคว้าภาพพลังงานแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี โดยใช้ซอฟต์แวร์ PVsyst 7.1 ของหมู่บ้านจำปุย ตำบลบ้านดง อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง พบว่ามีศักยภาพค่อนข้างสูงเหมาะสมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของบ้านจำป๋วย ตำบลบ้านดง อำเภอแม่เมาะ  
จังหวัดลำปาง

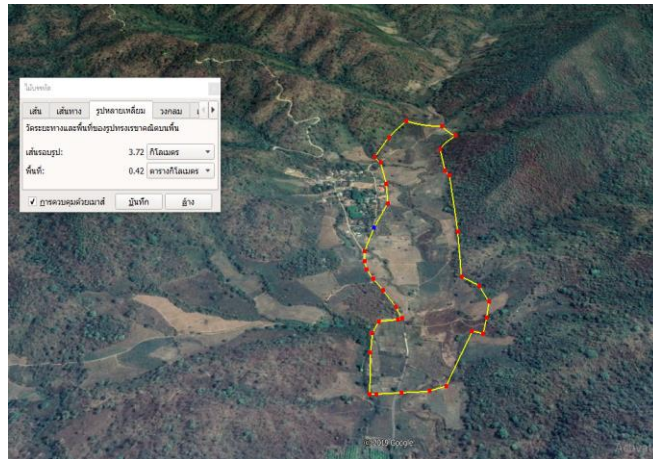
เดือน	Ambient Temperature (°C)	Global horizontal irradiation (kWh/m <sup>2</sup> )
มกราคม	21.0	140.0
กุมภาพันธ์	23.7	136.1
มีนาคม	26.7	165.3
เมษายน	28.8	167.5
พฤษภาคม	27.6	177.0
มิถุนายน	27.2	162.9
กรกฎาคม	27.3	172.3
สิงหาคม	27.0	134.0
กันยายน	26.1	140.3
ตุลาคม	25.8	152.0
พฤศจิกายน	22.7	136.9
ธันวาคม	21.0	146.9
<b>รวมทั้งปี</b>	<b>25.4</b>	<b>1,831.3</b>

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่ารังสีรวมของดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวโลกบนพื้นราบ (Global horizontal irradiation) ของบ้านจำป๋วย ตำบลบ้านดง อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปางมีค่าสูงสุด ในเดือนพฤษภาคม เท่ากับ 177.0 kWh/m<sup>2</sup> และมีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 134.0 kWh/m<sup>2</sup> และมีค่ารวมทั้งปีเท่ากับ 1,831.3 kWh/m<sup>2</sup>



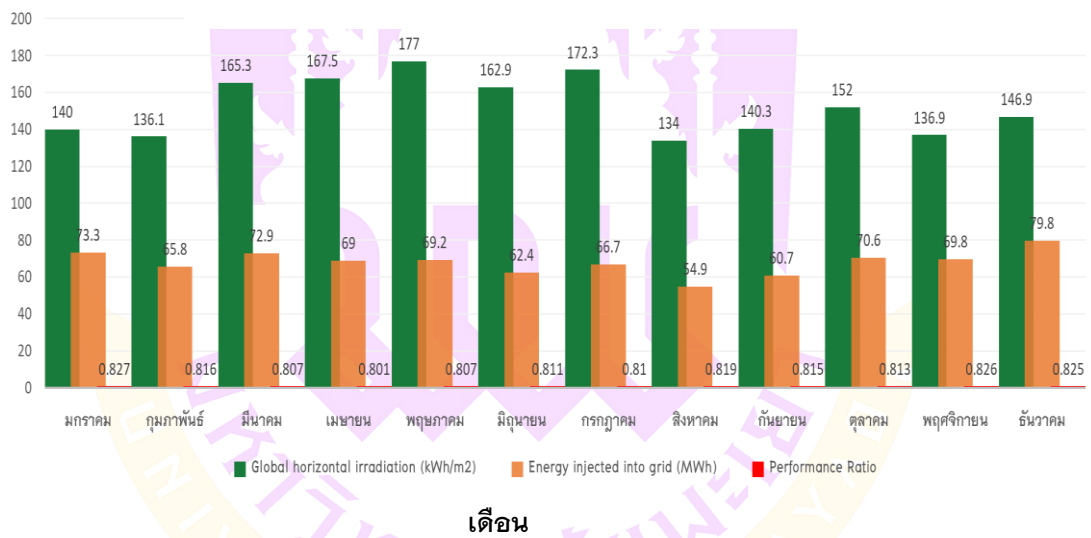
ภาพ 28 กราฟแสดงศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์บ้านจำป๋วย  
ตำบลบ้านดง อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

จากการศึกษาพื้นที่ว่างเปล่าของบ้านจำป๋วย พบว่ามีพื้นที่มากกว่า 0.42 km<sup>2</sup> หรือ 420,000 m<sup>2</sup> และจากการจำลองการผลิตไฟฟ้าซอฟต์แวร์ PVsyst 7.1 กำลังไฟฟ้าสูงสุด 520 kW<sub>p</sub> (Normal STC) พบว่าต้องใช้ PV module (JKM 325PP-72 Plus) ขนาด 325 kW<sub>p</sub> จำนวน 1,600 แผง และใช้ Inverter SolarEdge ขนาด 33.3 kWac จำนวน 14 หน่วย ใช้พื้นที่ในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 520 kW<sub>p</sub> โดยสามารถผลิตปริมาณพลังงานไฟฟ้าได้ทั้งสิ้น 3,105 m<sup>2</sup>



ภาพ 29 พื้นที่ว่างเปล่าของบ้านจำป๋วย ตำบลบ้านดง อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh)



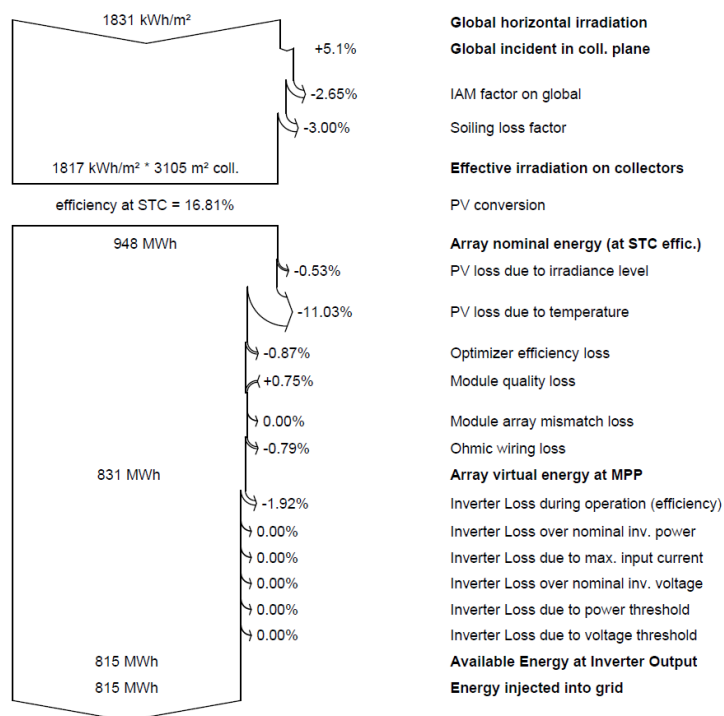
ภาพ 30 แสดงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 520 kW<sub>p</sub>

ตาราง 11 ตารางแสดงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์  
ขนาด 520 kW<sub>p</sub>

เดือน	Global horizontal irradiation (kWh/m <sup>2</sup> )	Energy injected into grid (MWh)	Performance Ratio
มกราคม	140.0	73.3	0.827
กุมภาพันธ์	136.1	65.8	0.816
มีนาคม	165.3	72.9	0.807
เมษายน	167.5	69.0	0.801
พฤษภาคม	177.0	69.2	0.807
มิถุนายน	162.9	62.4	0.811
กรกฎาคม	172.3	66.7	0.810
สิงหาคม	134.0	54.9	0.819
กันยายน	140.3	60.7	0.815
ตุลาคม	152.0	70.6	0.813
พฤศจิกายน	136.9	69.8	0.826
ธันวาคม	146.9	79.8	0.825
<b>รวมทั้งปี</b>	<b>1,831.3</b>	<b>815.2</b>	<b>0.815</b>

จากข้อมูลการจำลองระบบในตาราง 11 พบว่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (Energy injected into grid) ทั้งปีมีค่าเท่ากับ 815.2 MWh ในเดือนธันวาคมสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 79.8 MWh และเดือนสิงหาคมผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ต่ำสุดเท่ากับ 54.9 MWh เมื่อพิจารณาถึงสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้า (PR) พบว่ามีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 0.815 โดยในเดือนมกราคมมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.827 และเดือนเมษายนมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.801

การสูญเสียพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าเกิดขึ้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์มากที่สุด จำแนกเป็นการสูญเสียจากการสูญเสียเนื่องจากอุณหภูมิเซลล์ 11.03% และมีการสูญเสียขณะใช้งาน Inverter 1.92% โดยประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (STC) เท่ากับ 16.81% รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 31



ภาพ 31 แผนภาพการสูญเสียพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 520 kW<sub>p</sub> สามารถทดแทนการผลิตไฟฟ้าจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลได้ 815.2 MWh/ปี หรือ 19,202.8 MWh ตลอดอายุโครงการ 25 ปี (อัตราการเสื่อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 0.5% ต่อปี) ส่งผลทำให้สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 488.0 tCO<sub>2</sub>-eq/ปี หรือคิดเป็น 11,494.8 tCO<sub>2</sub>-eq ตลอดอายุโครงการ 25 ปี (Emission factor ของไฟฟ้าเท่ากับ 0.5986 kgCO<sub>2</sub>-eq/kWh)

4. ผลการวิเคราะห์ศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ อาคารสำนักงานหลักและอาคารอเนกประสงค์ของเทศบาลตำบลแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

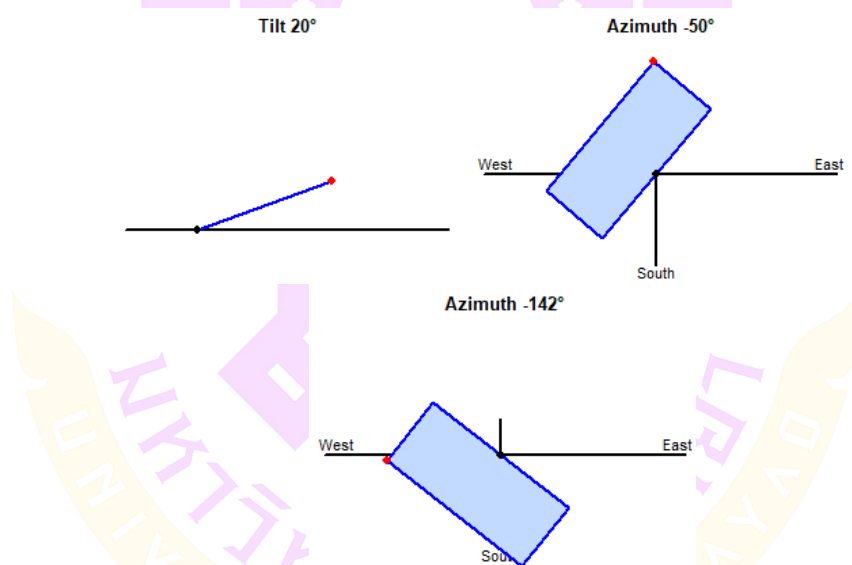
#### 4.1 ข้อมูลพื้นฐานอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

พื้นที่ทำการศึกษาคือ พื้นที่หลังคาของอาคารสำนักงานหลักและอาคารอเนกประสงค์ของเทศบาลตำบลแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งอยู่ในพิกัดละติจูด 18.2728 °N และลองจิจูด 99.6508 °E ความสูงจากระดับน้ำทะเล 378 m พื้นที่หลังคาของเทศบาลทำมุมเอียง 20° จากแนวระนาบ โดยมีพื้นที่หลังคาที่หันไปทางทิศใต้รวมทั้งหมด 704 m<sup>2</sup> แบ่งออกเป็นมุม Azimuth -50° มีพื้นที่ 541 m<sup>2</sup> และมุม Azimuth -142° มีพื้นที่ 163 m<sup>2</sup>

#### 4.2 วิธีดำเนินการศึกษา

การจำลองระบบระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ในการศึกษานี้ใช้ Program PVsyst 7.1 ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์จำลองสถานการณ์ที่ช่วยในการคำนวณการทำงานของระบบซอฟต์แวร์ ช่วยในการออกแบบการกำหนดค่าของระบบและคำนวณปริมาณพลังงานที่เกิดขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้สามารถแสดงในค่ารายเดือน รายวัน หรือรายชั่วโมง และยังแสดงแผนภาพการสูญเสียเพื่อใช้ทำนายจุดอ่อนในการออกแบบระบบ

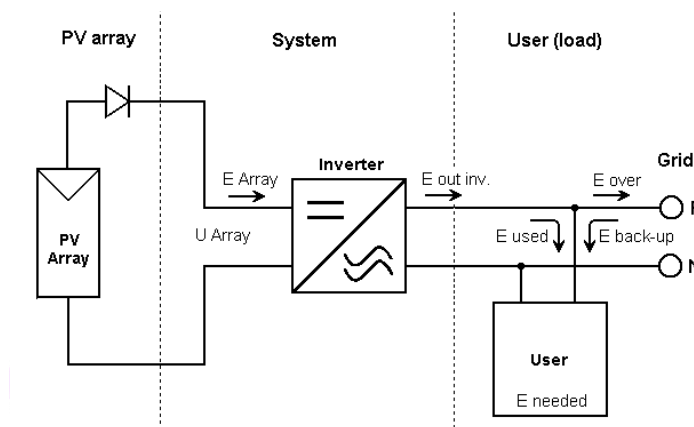
การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์อ้างอิงตามภาระโหลดของเทศบาลตำบลแม่เกาะเฉลี่ย 223,028 kWh/เดือน และพื้นที่หลังคาที่หันไปทางทิศใต้รวม 704 m<sup>2</sup> โดยมุมเอียงของโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ (PV array) กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 20° ตามความลาดชันของหลังคา และทิศทางการวางทำมุม Azimuth -50° และ -142° มีพื้นที่หลังคาเท่ากับ 541 m<sup>2</sup> และ 163 m<sup>2</sup> ตามลำดับ



ภาพ 32 แสดงมุมเอียง 20° และแนวทิศการวางโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ Azimuth -50° และ -142°

ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบสายส่งประกอบด้วย PV array แปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้า Inverter แปลงกระแสไฟตรงเป็นกระแสสลับระบบสายไฟฟ้า อุปกรณ์ต่าง ๆ และการเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เลือกใช้

วัสดุอุปกรณ์ที่มีขายในประเทศไทยและมีราคาต่ำสุดจากใบเสนอราคาของบริษัทที่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์โดยรูปการณืเชื่อมต่อของระบบ แสดงดังภาพ 33



ภาพ 33 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่ง ของเทศบาลตำบลแม่เมาะ

4.3 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยทำการวิเคราะห์ในรูปแบบ ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยปรับเฉลี่ย (Levelized cost of electricity; LCOE) ตลอดอายุโครงการโดยไม่คำนึงถึงมูลค่าของเงินตามเวลา เป็นที่นิยมใช้ในการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตไฟฟ้าระหว่างเทคโนโลยีการผลิตต่าง ๆ การคำนวณดังสมการ 1

$$LCOE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{I_i + M_i}{(1+r/100)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{E_i}{(1+r/100)^i}} \quad (1)$$

เมื่อ LCOE คือ ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยปรับเฉลี่ยตลอดอายุโครงการ (บาท/kWh)

$I_t$  คือ เงินลงทุนระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (บาท)

$M_t$  คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาในปีที่  $t$  (บาท/ปี)

$E_t$  คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในปีที่  $t$  (kWh/ปี)

$r$  คือ อัตราการคิดลด (%)

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการศึกษาในครั้งนี้พิจารณาจาก ต้นทุนของระบบ ต้นทุนค่าบำรุงรักษาระบบ และผลประโยชน์จากการดำเนินโครงการ ซึ่งพิจารณา มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value, NPV) ผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on investment, ROI) และระยะเวลาคืนทุน (Payback period, PP)

การวิเคราะห์การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคำนวณจากปริมาณการลดการใช้ พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งของเทศบาล ดังสูตรโดยค่า Emission factor ของไฟฟ้า 1 kWh เท่ากับ 0.5986 kgCO<sub>2</sub>eq

ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kWh) x Emission factor

#### 4.4 ผลการศึกษาศักยภาพและสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์

การศึกษาศมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ครั้งนี้เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่มีขายในประเทศไทยเป็นหลักและและมีราคาต่ำสุด พบว่าพื้นที่หลังคาเทศบาลตำบล แม่เกาะ ขนาด 704 m<sup>2</sup> สามารถติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 325 W<sub>p</sub> ยี่ห้อ Jinkosolar รุ่น JKM 325PP-72 (Plus) ชนิดแผง Poly-crystalline จำนวน 356 แผง ใช้ Inverter ขนาด 27.6 kW<sub>ac</sub> ยี่ห้อ SolarEdge รุ่น SE27.6K-EU-APAC/AUS จำนวน 4 ชุด สามารถผลิตไฟฟ้าได้กำลัง สูงสุด (STC) 116 kW<sub>p</sub> รายละเอียดแสดงดังตาราง 12

ผลการศึกษาศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์และสภาพภูมิอากาศของเทศบาล ตำบลแม่เกาะ โดยใช้ PVsyst 7.1 พบว่ามีค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ พื้นที่ 1 m<sup>2</sup> ตลอดทั้งปี (Global incident in collector plane) เท่ากับ 1,859.0 kWh/m<sup>2</sup> โดยในเดือนพฤษภาคม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 177.9 kWh/m<sup>2</sup> อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าเฉลี่ยทั้งปี เท่ากับ 26.36 °C ความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 0.4 m/s และการกระจายของดัชนีความใส บรยากาศ (Clearness index) มีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 0.532 รายละเอียดดังตาราง 12

จากข้อมูลการจำลองระบบในตารางที่ 12 พบว่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (Energy injected into grid) ทั้งปีมีค่าเท่ากับ 152.12 MWh ในเดือนพฤษภาคมสามารถผลิต พลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 14.54 MWh และเดือนสิงหาคมผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ต่ำสุด เท่ากับ 10.81 MWh เมื่อพิจารณาถึงสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้า (PR) พบว่ามีค่าเฉลี่ยทั้งปี เท่ากับ 0.711 โดยในเดือนมกราคมมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.722 และเดือนเมษายนมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.697 ปริมาณความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า (E<sub>User</sub>) ของเทศบาลตำบลแม่เกาะ โดยเฉลี่ยทั้งปีมีค่าเท่ากับ 223.03 MWh ซึ่งสูงกว่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบ (E<sub>Grid</sub>)มีค่าเท่ากับ 152.12 MWh โดยมีค่าอัตราส่วนการผลิตไฟฟ้าต่อความต้องการ (Solar

fraction) เท่ากับ 1.466 มีเพียงเดือนมกราคมและธันวาคมเท่านั้นที่ระบบผลิตไฟฟ้าเกินความต้องการใช้ของเทศบาลตำบลแม่เมาะ

**ตาราง 12 แสดงคุณลักษณะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา เทศบาลตำบลแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง**

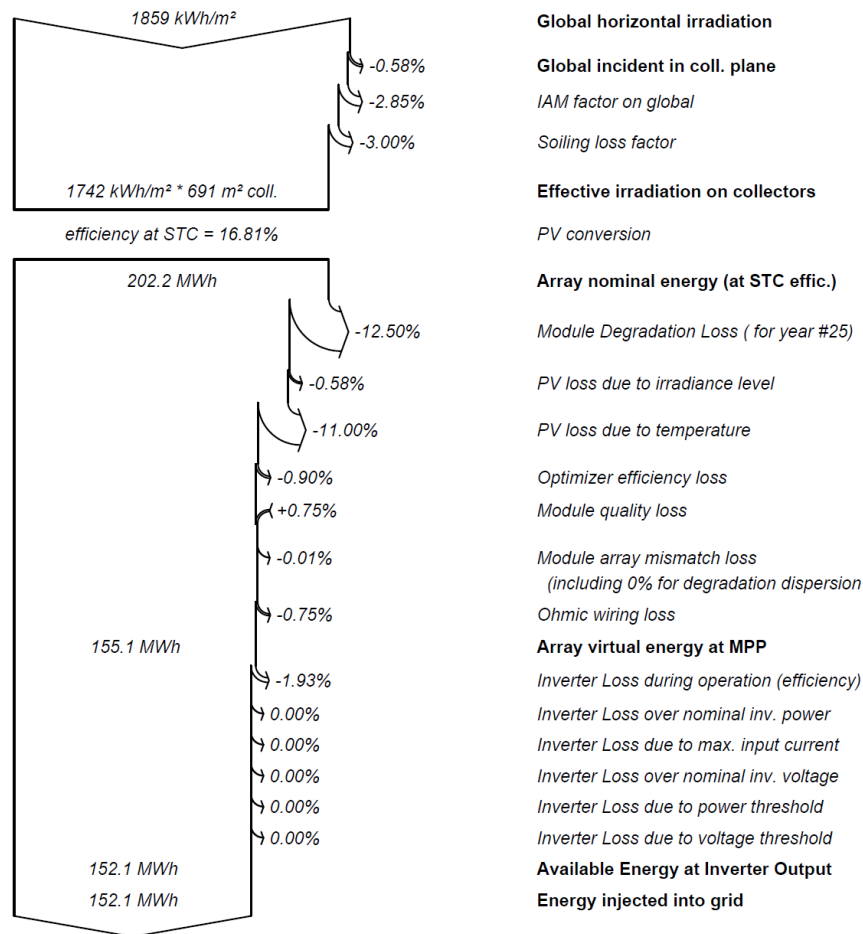
Configuration	PV module	Inverter
PV/Inverter model	Jinkosolar JKM 325PP-72 (Plus)	SolarEdge SE27.6K-EU-APAC/AUS
Unit Nom. Power	325 W <sub>p</sub>	27.6 kW <sub>ac</sub>
Number of PV/Inverter modules	356 units	4 units
Nominal (STC)	116 kW <sub>p</sub>	110 kW <sub>ac</sub>
Total module area	691 m <sup>2</sup>	-
Pnom ratio	-	1.05
<b>Solar Edge Power Optimizer</b>		
Model	P730 Worldwide	
Unit Nom. Power	730 W	
Modules	1 String x 2 in series	
<b>Array</b>	<b>PV array 1</b>	<b>PV array 2</b>
Tilt/Azimuth	20/-50°	20/-142°
<b>Array</b>	<b>PV array 1</b>	<b>PV array 2</b>
Nominal (STC)	85.8 kW <sub>p</sub>	29.9 kW <sub>p</sub>
Optimizer Array	6 Strings x 22 In series	2 Strings x 23 In series
Number of inverters	3 units	1 unit

ตาราง 13 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้และสมรรถนะตามช่วงเดือนต่าง ๆ ของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา

Month	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	T <sub>a</sub> °C	PR ratio	E_Grid MWh	E_User MWh	SolFrac ratio
January	141.5	149.6	22.22	0.722	12.50	12.38	0.990
February	137.6	140.6	25.01	0.714	11.62	13.92	1.198
March	166.5	165.8	28.01	0.706	13.54	21.74	1.605
April	173.3	169.1	29.81	0.697	13.64	24.61	1.804
May	184.7	177.9	28.21	0.706	14.54	24.57	1.690
June	164.7	156.8	27.83	0.708	12.84	23.39	1.822
July	174.7	167.8	27.94	0.710	13.79	22.55	1.635
August	134.8	130.8	27.61	0.714	10.81	20.58	1.904
September	141.4	137.1	26.68	0.716	11.35	19.81	1.745
October	153.2	154.4	26.52	0.711	12.71	15.28	1.202
November	137.7	140.9	23.98	0.718	11.71	14.12	1.206
December	148.9	157.4	22.47	0.719	13.09	10.09	0.770
Year	1,859.0	1,848.2	26.36	0.711	152.12	223.03	1.466

**หมายเหตุ :** GlobHor GlobInc T<sub>a</sub> Global horizontal irradiation Global incident in collector Plane Ambient temperature E\_Grid E\_User PR Energy injected into grid Energy demand of user Performance ratio

การสูญเสียพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าเกิดขึ้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์มากที่สุด  
 จำแนกเป็นการสูญเสียจากอัตราการเสื่อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 12.50% (ระยะเวลา 25 ปี)  
 การสูญเสียเนื่องจากอุณหภูมิเซลล์ 11.00% และมีการสูญเสียขณะใช้งาน Inverter 3.5% โดย  
 ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (STC) เท่ากับ 16.81%  
 รายละเอียดแสดงดังภาพ 34



ภาพ 34 แผนภาพการสูญเสียพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา

#### 4.4.1 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ต้นทุนในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือต้นทุนการติดตั้ง(Installation costs) และต้นทุนการดำเนินการ(Operating costs) โดยต้นทุนราคาของส่วนประกอบระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ใช้ค่าเฉลี่ยจากการสำรวจข้อมูลราคาขายจริงของบริษัทต่าง ๆ ในประเทศไทย ณ เดือน มิถุนายน 2564 อายุโครงการนี้ กำหนดให้เท่ากับ 25 ปี อัตราการคิดลด 7% อัตราเงินเฟ้อ 3% และอัตราการเสื่อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 0.5%/ปี มีรายละเอียดดังตาราง 14

โครงการนี้ผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ย 152.12 MWh/ปี คิดเป็นปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 91.06 tCO<sub>2</sub>eq/ปี หรือตลอดทั้งอายุโครงการ 25 ปี มีค่าเท่ากับ 2,139.89 tCO<sub>2</sub>eq

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา

รายการ	คำอธิบาย
อายุโครงการ	25 ปี
อัตราการคิดลด	7%
อัตราเงินเฟ้อ	3%
อัตราการเสื่อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	0.5%
แผงเซลล์แสงอาทิตย์	2,693,140 บาท
อินเวอร์เตอร์และหน่วยปรับสภาพพลังงาน	1,308,000 บาท
อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย การติดตั้ง และการบริหารจัดการ	1,719,150 บาท
การบำรุงรักษา	30,300 บาท/ปี
LCOE	3.278 บาท/kWh
NPV	2,364,334 บาท
ROI	164.3%
PP	8.3 ปี

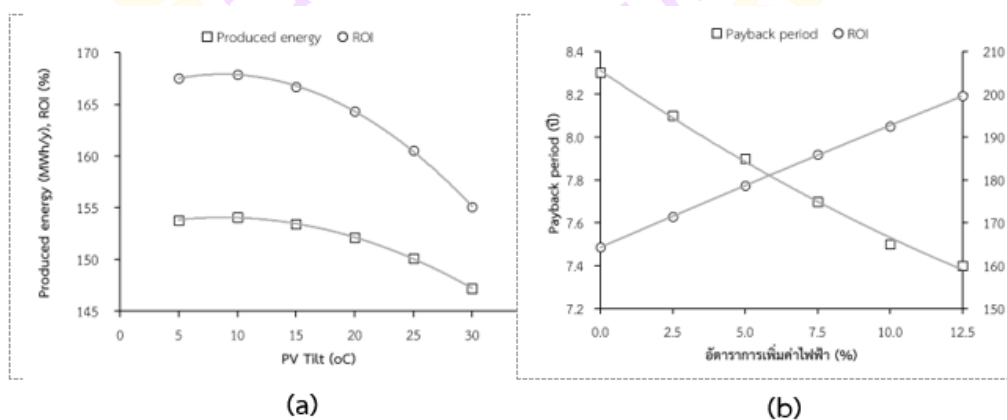
#### อธิปราชผลการศึกษาวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เฉลี่ย 152.12 MWh/ปี โดยทิศทางการวางโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์มีความสำคัญต่อปริมาณการผลิตไฟฟ้าเป็นอย่างมาก ซึ่งพบว่าการวางโมดูลทำมุม Azimuth  $-50^{\circ}$  มีค่า Transposition factor FT เท่ากับ 1.03 และ Loss with respect to optimum 2.7% ในส่วนของการวางโมดูลทำมุม Azimuth  $-142^{\circ}$  จะมีประสิทธิภาพการรับแสงที่ต่ำกว่า โดยมีค่า Transposition factor FT เท่ากับ 0.90 และ Loss with respect to optimum 14.9% ในการสร้างระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ หากสามารถวางโมดูลทำมุม Azimuth เข้าใกล้  $0^{\circ}$  จะทำให้ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น

มุมเอียงของโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์มีผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เป็นอย่างมาก การศึกษาในครั้งนี้พบว่า ณ พิกัดเทศบาลตำบลแม่เกาะ (ละติจูด 18.2728 °N และลองจิจูด 99.6508 °E) มุมเอียงโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ 20° สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้า 152.10 MWh/ปี มีค่า ROI ของระบบเท่ากับ 164.3% แต่หากปรับมุมเอียงเท่ากับ 10° จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุด 154.10 MWh/ปี มีค่า ROI ของระบบเท่ากับ 167.9% ดังภาพที่ 35 (a) เนื่องจากโมดูลบางส่วนที่ทิศทางหันไปทางทิศตะวันออก ดังนั้นเพื่อให้การรับแสงอาทิตย์ที่ดี ต้องมีมุมเอียงที่ต่ำ

อุณหภูมิสภาพแวดล้อม ( $T_o$ ) มีผลทำให้อุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์เปลี่ยนแปลง โดยเมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าสูงจะส่งผลทำให้อุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์สูงตามไปด้วย ส่งผลทำให้สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้า (PR) มีค่าลดลง [16] จากตาราง 13 ในเดือนเมษายนมีค่า  $G_{\text{GlobInc}}$  เท่ากับ 169.1 kWh/m<sup>2</sup> ซึ่งสูงกว่าเดือนมกราคมมีค่า  $G_{\text{GlobInc}}$  เท่ากับ 149.6 kWh/m<sup>2</sup> แต่กลับมีสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้า (PR) ต่ำกว่า โดยเดือนเมษายนมีค่า PR = 0.697 และเดือนมกราคมมีค่า PR = 0.722

จากผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์แสดงให้เห็นว่าเป็นโครงการที่น่าลงทุน เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 3.28 บาท/kWh ซึ่งต่ำกว่าค่าไฟฟ้าเฉลี่ยที่เทศบาลตำบลแม่เกาะต้องจ่ายในปัจจุบันเท่ากับ 4.74 บาท/kWh ในโครงการนี้ยังมีค่าผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) สูงถึง 164.3% มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 2,364,334 บาท และระยะเวลาคืนทุน (PP) 8.3 ปี เมื่อเทียบกับอายุโครงการสามารถใช้งานได้ถึง 25 ปี แต่ถ้าวราคาราคาไฟฟ้ามีการปรับตัวสูงขึ้น 10% จะทำให้โครงการมีค่าผลตอบแทนจากการลงทุนเพิ่มขึ้นเป็น 192.5% และจะมีระยะเวลาคืนทุนเร็วขึ้นเป็น 7.5 ปี ดังภาพ 35 (b)



ภาพ 35 ผลการวิเคราะห์ผลของมุมเอียง (a) และอัตราค่าไฟฟ้า (b)

## ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจการสร้างโรงไฟฟ้า

พลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน ในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง การวิเคราะห์ผลครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็น และความพึงพอใจของผู้ประชาชนอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ที่มีต่อการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยได้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 585 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป (สำหรับประชาชน) ปรากฏดังตาราง 15-20 ดังนี้

ข้อมูลทั่วไปซึ่งเป็นข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง แสดงในตาราง 15

ตาราง 15 แสดงจำนวน และ ร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	221	42.25
หญิง	302	57.75
รวม	523	100.00

จากตาราง 15 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม ทั้งหมด จำนวน 523 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 302 คน คิดเป็นร้อยละ 57.75 และเป็นเพศชาย จำนวน 221 คน คิดเป็นร้อยละ 42.25

ตาราง 16 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอายุ

ช่วงอายุ	จำนวน	ร้อยละ
21 – 30 ปี	122	23.33
31 – 40 ปี	154	29.45
41 – 50 ปี	145	27.73
51 – 60 ปี	64	12.23
60 ปี ขึ้นไป	38	7.26
รวม	523	100.00

จากตาราง 16 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ อยู่ในช่วงอายุ 31 – 40 ปี จำนวน 154 คน คิดเป็นร้อยละ 29.45 รองลงมาคือ ช่วงอายุ 41 – 50 ปี จำนวน 145 คน คิดเป็นร้อยละ 27.73 ช่วงอายุ 21 – 30 ปี จำนวน 122 คน คิดเป็นร้อยละ 23.33 ช่วงอายุ 51 – 60 ปี จำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 12.23 คน และ ช่วงอายุ 60 ปี ขึ้นไป จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 7.26 เป็นลำดับสุดท้าย

ตาราง 17 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอาชีพ

อาชีพ	จำนวน	ร้อยละ
เกษตรกรรวม		
(1.1) ทำนา	72	13.76
(1.2) ทำสวน	34	6.50
(1.3) ทำไร่	25	4.78
รับราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ	92	17.59
ลูกจ้างเอกชน	56	10.73
นักเรียน / นักศึกษา	62	11.85
รับจ้างทั่วไป	55	10.52
ธุรกิจส่วนตัว	54	10.32
พ่อบ้าน-แม่บ้าน	62	11.85
อื่น ๆ ระบุ	11	2.10
<b>รวม</b>	<b>523</b>	<b>100.00</b>

จากตาราง 17 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ รับราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ จำนวน 92 คน คิดเป็นร้อยละ 17.59 รองลงมาคือ ทำนา จำนวน 72 คน คิดเป็นร้อยละ 13.76 นักเรียน / นักศึกษา จำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 11.85 พ่อบ้าน-แม่บ้าน จำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 11.85 ลูกจ้างเอกชน จำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 10.73 รับจ้างทั่วไป จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 10.52 ธุรกิจส่วนตัว จำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 10.32 ทำสวน จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 6.50 ไร่ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 4.78 และอื่น ๆ คือว่างงาน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 2.10 เป็นลำดับสุดท้าย

ตาราง 18 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระดับการศึกษาสูงสุด

ระดับการศึกษาสูงสุด	จำนวน	ร้อยละ
ไม่ได้เรียน	22	4.23
ประถมศึกษา	24	4.58
มัธยมศึกษาตอนต้น	30	5.73
มัธยมศึกษาตอนปลาย	70	13.38
อนุปริญญา/ปวส.	62	11.85
ปริญญาตรี	274	52.40
สูงกว่าปริญญาตรี	41	7.83
<b>รวม</b>	<b>523</b>	<b>100.00</b>

จากตาราง 18 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ระดับการศึกษาสูงสุด ระดับปริญญาตรี จำนวน 274 คน คิดเป็นร้อยละ 52.40 รองลงมาคือมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 70 คน คิดเป็นร้อยละ 13.38 อนุปริญญา/ปวส. จำนวน 62 คนคิดเป็นร้อยละ 11.82 สูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 7.83 มัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 5.73 ประถมศึกษา จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 4.58 และไม่ได้เรียน จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 4.23 เป็นลำดับสุดท้าย

ตาราง 19 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชน(ปี)

ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชน	จำนวน	ร้อยละ
1-5 ปี	21	4.02
6-10 ปี	14	2.68
11-15 ปี	11	2.13
16-20 ปี	122	23.33
20 ปี ขึ้นไป	355	67.84
<b>รวม</b>	<b>523</b>	<b>100.00</b>

จากตาราง 19 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในชุมชน 20 ปีขึ้นไป จำนวน 355 คน คิดเป็นร้อยละ 67.84 รองลงมาคือ อาศัยอยู่ในชุมชน 16-20 ปี จำนวน 122 คน คิดเป็นร้อยละ 23.33 อาศัยอยู่ในชุมชน 1-5 ปี จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 4.02 อาศัยอยู่ในชุมชน 6-10 ปี จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 2.68 และอาศัยอยู่ในชุมชน 11-15 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็น ร้อยละ 2.13 เป็นลำดับสุดท้าย

ตาราง 20 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามภูมิลำเนาเดิม

ภูมิลำเนาเดิม	จำนวน	ร้อยละ
อาศัยอยู่ในหมู่บ้านนี้ตั้งแต่เกิด	447	85.46
ย้ายมาจากที่อื่น	76	14.53
<b>รวม</b>	<b>523</b>	<b>100.00</b>

จากตาราง 20 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในหมู่บ้านนี้ตั้งแต่เกิด จำนวน 447 คน คิดเป็นร้อยละ 85.46 และย้ายมาจากที่อื่น จำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 14.53

2. ผลการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับด้านศักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เกาะ จังหวัดลำปาง ผู้ตอบแบบสอบถาม มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการดำเนินงานโครงการฯ ดังตาราง 21 ดังนี้

ตาราง 21 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นต่อด้านศักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เกาะ จังหวัดลำปาง  
 ในภาพรวม

ประเด็นความคิดเห็น	ร้อยละความพึงพอใจ					ระดับความพึงพอใจ		
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
1. ความต้องการโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน	0 (0.00%)	112 (21.41%)	352 (67.30%)	59 (11.28%)	0 (0.00%)	3.40	0.50	ปานกลาง
2. ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนที่ต้องการ	18 (3.44%)	60 (11.47%)	254 (48.56%)	114 (21.80%)	77 (14.73%)	3.23	0.62	ปานกลาง
2.1 พลังงานแสงอาทิตย์	11 (2.10%)	62 (11.85%)	322 (61.56%)	28 (5.36%)	1000 (19.13%)	3.12	0.67	ปานกลาง
2.2 พลังงานชีวมวล	8 (1.54%)	8 (1.54%)	100 (19.13%)	153 (29.24%)	254 (48.55%)	2.54	0.68	ปานกลาง
2.3 พลังงานลม	9 (1.73%)	55 (10.51%)	55 (10.51%)	187 (35.75%)	217 (41.50%)	2.51	0.67	ปานกลาง
3. เทคโนโลยีพลังงานทดแทนช่วยลดมลพิษที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล	40 (7.65%)	78 (14.93%)	222 (42.44%)	142 (27.15%)	41 (7.83%)	3.45	0.66	ปานกลาง

ตาราง 21 (ต่อ)

ประเด็นความคิดเห็น	รอยละความพึงพอใจ					ระดับความพึงพอใจ		
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
4. เทคโนโลยีพลังงานทดแทน เป็นเทคโนโลยีที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ใช้เองภายในชุมชน	55 (10.51%)	84 (16.06%)	206 (39.38%)	144 (27.53%)	34 (6.52%)	3.66	0.63	มาก
5. โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนเป็นพลังงานสะอาด <b>ไม่มี</b> มลภาวะ	97 (18.54%)	112 (21.41%)	142 (27.15%)	84 (16.07%)	88 (16.83%)	3.13	0.75	ปานกลาง
6. โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ทุกพื้นที่ของประเทศไทย โดย <b>ไม่</b> กระทบต่อสิ่งแวดล้อม	24 (4.58%)	174 (33.26%)	236 (45.12%)	44 (8.43%)	45 (8.61%)	3.26	0.76	ปานกลาง
7. โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนส่งเสริมการท่องเที่ยวแก่ชุมชน	120 (22.94%)	247 (47.22%)	114 (21.80%)	24 (4.60%)	18 (3.44%)	3.43	0.70	ปานกลาง
8. โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนสามารถเป็นศูนย์กลางเรียนรู้แก่ชุมชน	142 (27.15%)	288 (55.06%)	54 (10.32%)	38 (5.35%)	11 (2.12%)	4.04	0.70	มาก

ตาราง 21 (ต่อ)

ประเด็นความคิดเห็น	รอยละความพึงพอใจ					ระดับความพึงพอใจ		
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
9. โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนก่อให้เกิดการจ้างงานให้แก่คนในพื้นที่	212 (40.53%)	174 (33.27%)	98 (18.73%)	21 (4.03%)	18 (3.44%)	4.21	0.70	มาก
10. โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร วิถีชีวิตของชุมชน	118 (22.56%)	107 (20.45%)	260 (49.72%)	10 (1.92%)	28 (5.35%)	3.57	0.70	มาก
<b>เฉลี่ยรวม</b>			<b>523 (100.00%)</b>			<b>3.35</b>	<b>0.67</b>	<b>มาก</b>

จากตาราง 21 พบว่า ในภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับความคิดเห็นต่อด้าน คักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X}=3.35, S.D.=0.67$ ) โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย พบว่าลำดับแรกได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนก่อให้เกิดการจ้างงานให้แก่คนในพื้นที่อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X}=4.21, S.D.=0.70$ ) รองลงไป โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนสามารถเป็นศูนย์การเรียนรู้ให้แก่ ชุมชน อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X}=4.04, S.D.=0.70$ ) เทคโนโลยีพลังงานทดแทนเป็นเทคโนโลยีที่ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าไว้ใช้เองภายในชุมชนอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X}=3.66, S.D.=0.63$ ) โรงไฟฟ้า พลังงานทดแทนไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรวิถีชีวิตของชุมชน อยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X}=3.57, S.D.=0.70$ ) เทคโนโลยีพลังงานทดแทนช่วยลดมลพิษที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิง พอลซิล อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X}=3.45, S.D.=0.661$ ) โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนส่งเสริม การท่องเที่ยว ให้แก่ชุมชน อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X}=3.43, S.D.=0.70$ ) ความต้องการโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน อยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X}=3.40, S.D.=0.50$ ) โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน สามารถผลิตกระแสไฟฟ้า ได้ทุกพื้นที่ของประเทศไทย โดยไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X}=3.26, S.D.=0.76$ ) โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนเป็นพลังงานสะอาดไม่มีมลภาวะ อยู่ในระดับ ปานกลาง ( $\bar{X}=3.13, S.D.=0.75$ ) ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนที่ต้องการ อยู่ในระดับ ปานกลาง ( $\bar{X}=3.40, S.D.=0.50$ ) พลังงานแสงอาทิตย์ อยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X}=3.23, S.D.=0.62$ ) พลังงานชีวมวล อยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X}=3.12, S.D.=0.67$ ) พลังงานลม อยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X}=2.54, S.D.=0.68$ ) และพลังงานน้ำ อยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X}=2.51, S.D.=0.67$ ) เป็นลำดับสุดท้าย

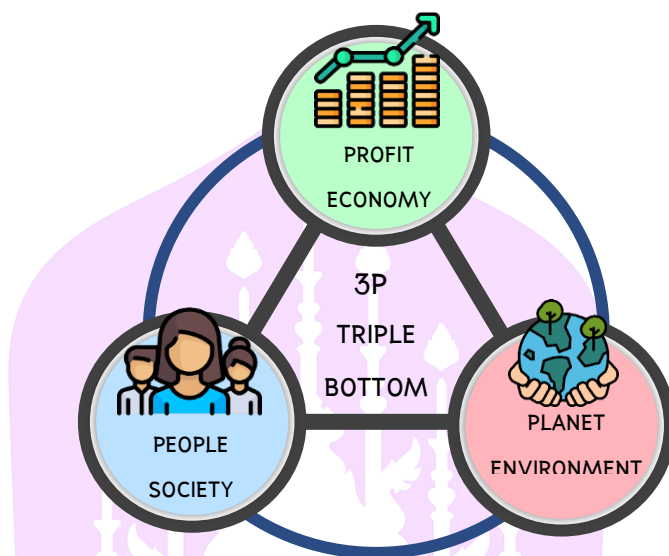
3. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจการสร้างโรงไฟฟ้า พลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง สรุปได้ดังนี้

- 3.1 ประชาชนในพื้นที่จะได้มีอาชีพเพิ่มมากขึ้น
- 3.2 เกิดแหล่งเรียนรู้ในชุมชนและสถานที่ท่องเที่ยวในชุมชน
- 3.3 เป็นต้นแบบการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ของชุมชน
- 3.4 พลังงานทดแทนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในชุมชน

### ตอนที่ 3 ผลของการบริหารจัดการอย่างยั่งยืน (3 P Model)

การศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำหลักการ (3 P Model : คุลยภาพขั้นพื้นฐาน) มา

ประยุกต์ใช้จึงได้รูปแบบการจัดการการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนของชุมชนอย่างยั่งยืนที่เหมาะสมของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ดังภาพ 35



ภาพ 36 หลักการ 3 P :รูปแบบการจัดการการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนของชุมชนอย่างยั่งยืน ที่เหมาะสมของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

จากการศึกษารูปแบบการจัดการการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนของชุมชนอย่างยั่งยืนที่เหมาะสมของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตามหลักการ โมเดล 3P ประกอบด้วยความสัมพันธ์ 3 มิติ ได้แก่ มิติด้านผลกำไร มิติทางด้านสังคม และมิติด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า มิติด้านผลกำไร สามารถเสริมสร้างศักยภาพในการสร้างรายได้ให้กับชุมชน พร้อมทั้งสามารถเพิ่มรายได้ เกิดอาชีพใหม่ที่ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม มิติทางด้านสังคม ก่อให้เกิดการยอมรับในสังคม เกิดการรวมกลุ่มส่งเสริมการทำงานแบบมีส่วนร่วม และมิติด้านสิ่งแวดล้อม พลังงานทดแทนมีส่วนช่วยด้านสิ่งแวดล้อมให้มีอากาศที่ดี ลดการปล่อยมลพิษทางอากาศ อีกทั้งช่วยลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ตาราง 22 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกรอบ 3 P กับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน  
รูปแบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ  
จังหวัดลำปาง

กรอบ 3 P	เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน
PEOPLE SOCIETY	เป้าหมาย 1 : ขจัดปัญหาความยากจน เป้าหมาย 3: สร้างหลักประกันให้คนมีชีวิตที่มีคุณภาพและ ส่งเสริมสุขภาวะอนามัยที่ดี
PROFIT ECONOMY	เป้าหมาย 7 : สร้างหลักประกันให้ทุกคนเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่ ที่ยั่งยืน เป้าหมาย 8 : ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่ยั่งยืนและ ครอบคลุม เป้าหมาย 11 : ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานยั่งยืน
PLANET ENVIRPNMENT	เป้าหมาย 15 : การปกป้องฟื้นฟู และส่งเสริมการใช้ระบบนิเวศ บนบกอย่างยั่งยืน



## บทที่ 5

### บทสรุป

การวิจัยเรื่องการศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาประเภทของพลังงานทดแทนที่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในบริบทของพื้นที่ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง 2) เพื่อศึกษารูปแบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

#### สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) จากตำรา เอกสาร รายงาน ทฤษฎี และผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ทั้ง 4 ด้านจากความต้องการ ความจำเป็น โอกาส และอุปสรรคของโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนจากกลุ่มตัวอย่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ ประกอบด้วย กลุ่มประชาชน กลุ่มข้าราชการ ผู้นำชุมชน ทั้ง 5 ตำบล 25 หมู่บ้าน จำนวน 585 คน พร้อมทั้งดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้นำชุมชน รวมถึงหน่วยงานส่วนราชการที่เกี่ยวข้องในการจัดการพลังงานระดับชุมชน ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลจากแบบสอบถามพบว่า ประชาชนในพื้นที่มีความต้องการโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำอยู่ในระดับต่ำ ประชาชนส่วนใหญ่ต้องการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ รองลงคือโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาศักยภาพพลังงานทดแทนที่เหมาะสมจากแหล่งพลังงานชีวมวล และพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เข้ามาช่วยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล พร้อมทั้งดำเนินการศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ทางวิศวกรรม และสำรวจออกแบบโรงไฟฟ้าชีวมวล และโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

สุดท้ายเพื่อหลักการพัฒนาอย่างยั่งยืนของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ผู้วิจัยได้ดำเนินการกำหนดเป้าหมายสุดท้ายในการดำเนินงานวิจัย ตามหลักการ 3 P : ดุลย

ภาพขั้นพื้นฐาน คือการคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งมิติเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ต่อผู้มีส่วนได้เสียในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

ตาราง 23 สรุปศักยภาพพลังงานทดแทนความเหมาะสมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้า ตามหลัก 3P :คุณภาพขั้นพื้นฐานของธุรกิจที่ยั่งยืน

ประเภทของพลังงาน	ด้านเศรษฐกิจ	ด้านสังคม	ด้านสิ่งแวดล้อม	ด้านเทคนิคทางวิศวกรรม
พลังงานชีวมวล	✓	✓	✓	✓
พลังงานแสงอาทิตย์	✓	✓	✓	✓

#### 1. ศักยภาพของพลังงานชีวมวล

จากการศึกษาศักยภาพชีวมวล ทางภาคเกษตรของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีการปลูกพืชเศรษฐกิจ ที่มีศักยภาพด้านพลังงาน ประกอบด้วย ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง สับปะรด ลำไย และลิ้นจี่ มีผลการศึกษาดังนี้ พื้นที่เพาะปลูกพืชชีวมวลมากที่สุด คือ ข้าวโพด มีพื้นที่เพาะปลูก 42,120 ไร่ รองลงมาได้แก่ ข้าว อ้อย ลำไย มะม่วง ลิ้นจี่ และมันสำปะหลัง มีพื้นที่เพาะปลูกเท่ากับ 20,769 ไร่ 1,929 ไร่ 1,453 ไร่ 504 ไร่ 104 ไร่ และ 68 ไร่ ตามลำดับ

ชีวมวลของพืชที่มีปริมาณการผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด คือ ข้าวโพด คิดเป็น 20.76616 GWh หรือ 68.69% รองลงมาคือ ข้าว คิดเป็น 6.14074 หรือ 20.31% หากประเมินศักยภาพโดยรวมของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากชีวมวลจะเทียบเท่าไฟฟ้า 30.23374 GWh เมื่อนำมาทำการประเมินศักยภาพของชีวมวลโดยกำหนดเงื่อนไข คือ โรงไฟฟ้าเดินเครื่อง 24 ชม./วัน 330 วัน/ปี ที่ประสิทธิภาพโรงไฟฟ้า 20% จะต้องมีโรงไฟฟ้าขนาด 3.45 MW

ตาราง 24 สรุปศักยภาพของพลังงานชีวมวล

ประเภท	ประเด็นสรุปและข้อจำกัด	ความเหมาะสม	ความคิดเห็น ของประชาชน ในพื้นที่ (แบบสอบถาม)
ชีวมวล	<p>1. ศักยภาพพลังงานชีวมวลของพื้นที่ มีพืชหลายชนิด โดยเฉพาะข้าวโพด มีปริมาณการผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดคิดเป็น 20.76616 GWh หรือ 68.69%</p> <p>2. ศักยภาพโดยรวมของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากชีวมวลจะเทียบเท่าไฟฟ้า 30.23374 GWh</p> <p>3. สามารถติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาด 3.82 MW ในพื้นที่อำเภอแม่เมาะจังหวัดลำปาง</p> <p>เมื่อนำมาทำการประเมินศักยภาพของชีวมวลโดยกำหนดเงื่อนไข คือ โรงไฟฟ้าเดินเครื่อง 24 ชม./วัน 330 วัน/ปี ที่ประสิทธิภาพ โรงไฟฟ้า 20%</p> <p>4. ตรงกับความต้องการของประชาชนในพื้นที่ (แบบสอบถาม)</p> <p>5. สามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ในพื้นที่สำหรับผู้สนใจเรื่องพลังงานชีวมวล</p>	เหมาะสม	เหมาะสม

## 2. ศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่เหมาะสมที่สุดในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ เนื่องจากศักยภาพของพลังงานจากแสงอาทิตย์มีปริมาณที่สูงมากเมื่อเทียบกับศักยภาพเชิงพลังงานทดแทนอื่น ๆ ซึ่งในปี พ.ศ.2563 มีศักยภาพเชิงพลังงานจากแสงอาทิตย์ ถึง 5,798.98 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี ในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีค่าเท่ากับ 17.192 เมกกะจูลต่อตารางเมตร หรือ 4,814

กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายปีของประเทศไทย รายงานผลการวัดความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ซึ่งรายงานโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มแสงอาทิตย์ต่อตารางเมตรต่อวันของจังหวัดต่าง ๆ ในประเทศไทยสูงทุกจังหวัด โดยมีค่าระหว่าง 4.5–5.5 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน (4.5–5.5 kWh/sq.m./day)

จากการศึกษาพื้นที่ว่างเปล่าของบ้านจำป๋วย ตำบลบ้านดง อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง พบว่ามีพื้นที่มากกว่า 0.42 km<sup>2</sup> หรือ 420,000 m<sup>2</sup> และจากการจำลองการผลิตไฟฟ้าซอฟต์แวร์ PVsyst 7.1 กำลังไฟฟ้าสูงสุด 520 kW<sub>p</sub> (Normal STC) พบว่าต้องใช้ PV module (JKM 325PP-72 Plus) แผงขนาด 32.5 kW<sub>p</sub> จำนวน 1,600 แผง และใช้ Inverter SolarEdge ขนาด 33.3 kW<sub>ac</sub> จำนวน 14 หน่วย ใช้พื้นที่ในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 520 kW<sub>p</sub>ทั้งสิ้น 3,105 m<sup>2</sup>

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (Energy injected into grid) ทั้งปีมีค่าเท่ากับ 815.2 MWh ในเดือนธันวาคมสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 79.8 MWh และเดือนสิงหาคมผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ต่ำสุดเท่ากับ 54.9 MWh เมื่อพิจารณาถึงสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้า (PR) พบว่ามีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 0.815 โดยในเดือนมกราคมมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.827 และเดือนเมษายนมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.801

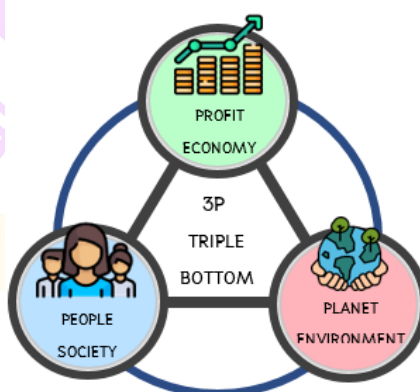
ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 520 kW<sub>p</sub> สามารถทดแทนการผลิตไฟฟ้าจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลได้ 815.2 MWh/ปี หรือ 24,456 MWh ตลอดอายุโครงการ 30 ปี ส่งผลทำให้สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 488.0 tCO<sub>2</sub>-eq/ปี หรือคิดเป็น 14,639.4 tCO<sub>2</sub>-eq ตลอดอายุโครงการ 30 ปี (Emission factor ของไฟฟ้าเท่ากับ 0.5986 kgCO<sub>2</sub>-eq/kWh

สามารถสรุปได้ว่าศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของอำเภอแม่เมาะ อยู่ในเกณฑ์สูงสามารถพัฒนาและสนับสนุนส่งเสริมเทคโนโลยีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นพลังงานทดแทนได้

ตาราง 25 สรุปศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์

ประเภท	ประเด็นสรุปและข้อจำกัด	ความเหมาะสม	ความคิดเห็นของประชาชนในพื้นที่ (แบบสอบถาม)
แสงอาทิตย์	<ol style="list-style-type: none"> <li>ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีค่าสูงใกล้เคียงกับค่าพลังงานเฉลี่ยของประเทศ</li> <li>สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าพร้อมติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ได้สะดวกเนื่องจากเป็นพื้นที่ว่างเปล่าขนาดใหญ่</li> <li>ขนาดกำลังการผลิตสามารถออกแบบได้ตามที่ต้องการขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ทำการติดตั้ง</li> <li>ตรงกับความต้องการของประชาชนในพื้นที่ (แบบสอบถาม)</li> <li>สามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ในพื้นที่สำหรับผู้ที่สนใจเรื่องพลังงานแสงอาทิตย์</li> </ol>	เหมาะสม	เหมาะสม

## 3. รูปแบบการจัดการพลังงานทดแทน (3P model)



ภาพ 37 หลักการ 3 P :รูปแบบการจัดการการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนของชุมชนอย่างยั่งยืน ที่เหมาะสมของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

รูปแบบการจัดการพลังงานทดแทน (3P model) สำหรับการจัดการพลังงานในชุมชนที่ยั่งยืน ประกอบด้วยความสัมพันธ์ 3 มิติ ได้แก่ มิติด้านผลกำไร มิติทางด้านสังคมและมิติด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาจากตำรา เอกสาร รายงาน ทฤษฎี และผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและศึกษา 4 ด้านจากความต้องการ ความจำเป็น โอกาสและอุปสรรค ของโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนจากกลุ่มประชากร จำนวน 2 กลุ่ม คือกลุ่มชาวบ้านที่อาศัยในพื้นที่อำเภอแม่เมาะและกลุ่มข้าราชการ ผู้นำในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง พบว่า มิติด้านผลกำไร สามารถเสริมสร้างศักยภาพในการสร้างรายได้ให้กับชุมชน พร้อมทั้งสามารถเพิ่มรายได้ เกิดอาชีพใหม่ ที่ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม มิติทางด้านสังคมก่อให้เกิดการยอมรับในสังคม เกิดการรวมกลุ่มส่งเสริมการทำงานแบบมีส่วนร่วม และมิติด้านสิ่งแวดล้อมพบว่าพลังงานทดแทนมีส่วนช่วยด้านสิ่งแวดล้อมให้มีอากาศที่ดีลดการปล่อยมลพิษทางอากาศ อีกทั้งช่วยลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ซึ่งรูปแบบการจัดการพลังงานทดแทนอย่างยั่งยืน ควรจะมีปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาหนุนเสริม อาทิ เช่นปัจจัยด้านวัฒนธรรม สภาพแวดล้อม ภูมิปัญญาท้องถิ่น กลุ่มชาติพันธุ์ที่อาศัยในพื้นที่และความร่วมมือจากหน่วยงานทุกภาคส่วนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จึงจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดให้แก่ประชาชนในพื้นที่อย่างแท้จริง และก่อให้เกิดประสิทธิผลเป็น การจัดการพลังงานในชุมชนที่ยั่งยืนสืบต่อไป

### การอภิปรายผล

1. จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล ในครั้งนี้พบว่า การเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ความต้องการของคนในชุมชน ทำการวิเคราะห์ความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริงว่าต้องการอะไร พิจารณาสภาพทางกายภาพ ความเหมาะสมของทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่จริง คำนึงถึงความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริง รวมถึงพิจารณาหลาย ๆ ด้านให้ครอบคลุมแล้วทำการวางแผนการผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เองภายในชุมชน เพื่อก่อให้เกิดการยอมรับอีกทั้ง ไม่เกิดปัญหาและอุปสรรคตามมาในภายหลังได้ ทั้งนี้หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น ควรเข้ามาสนับสนุนส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในพื้นที่ เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในชุมชนสืบต่อไป

2. การศึกษานี้เป็นประโยชน์ต่อประชาชน และหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น ในการใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการของงบประมาณเพื่อการลงทุนในการก่อสร้างระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่ง จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นเป็นโครงการที่น่าลงทุนเนื่องจากให้ผลตอบแทนสูงและคืนทุนเร็ว นอกจากนี้ยังสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มความมั่นคงให้กับระบบผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ ประเภทเทคโนโลยีพลังงานที่เหมาะสมกับชุมชนปริมาณการใช้พลังงาน ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจเพิ่มเติม เนื่องจากเป็นสิ่งสำคัญต่อการวางแผนพัฒนาการผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไปในอนาคต

2. ควรมีการวิเคราะห์ปัจจัยที่จะมีผลต่อการบริหารจัดการพลังงานชุมชน เปรียบเทียบ กับชุมชนที่ประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานชุมชนจนก่อให้เกิดความยั่งยืน

3. ควรมีการทดลองขยายผลการศึกษาโครงการพลังงานชุมชนไปสู่ชุมชนใกล้เคียง และสอดคล้องกับกับบริบทของชุมชน



## บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2562). **ระบบการประเมินการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เชิงพื้นที่**. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม 2565. จาก <https://webkcdede.go.th/testmax/>
- กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2562). **ยุทธศาสตร์การขับเคลื่อน การพัฒนาประเทศไทยด้วยเศรษฐกิจ BCG พ.ศ. 2564 – 2569**. สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2565. จาก <https://www.bcg.in.th/news/bcg-strategy-2564-2569/>
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2556). **ความเป็นมาและแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน**. สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2565. จาก [http://lib.mnre.go.th/lib/book/TheFutureWeWant\\_KhamRu.pdf](http://lib.mnre.go.th/lib/book/TheFutureWeWant_KhamRu.pdf)
- ไกรศร วันละ และเสาวลักษณ์ โกศลกิตติอัมพร. (2564). **การขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนของประเทศไทย**. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2565. จาก <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/Palisqueabuddhaghosa/article/view/253638>
- ชุติมา อยู่ดี และเสถียรภาพ นาหลวง. (2562). **มาตรการทางกฎหมายเพื่อส่งเสริมการผลิตและใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์**. *วารสารวิชาการแพรวกาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, 6(1), 1-19.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2546). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่8)**. กรุงเทพฯ: อักษรการพิมพ์.
- ญาณยุทธ์ พลชูสกุลวง, ศักดิ์ชาย รักการ, ปพน สีหอมชัย และอนัญญา จินดาวัฒน์. (2557). **การศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างโรงงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีศึกษา: อำเภอกุตุรัง จังหวัดมหาสารคาม**. *วารสารเกษมบัณฑิต*, 4(1), 41-57.
- ณิชยารัตน์ พาณิชย์. (2556). **แนวทางการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม., สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นภนต์ สุรงค์รัตน และตุลวิทย์ สถาปนจาร. (2556). **การหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลจากไม้ยางพารา ในจังหวัดระยอง**. สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2565. จาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/gskku/article/view/23046>.
- นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ, ปพน งามประเสริฐ และพูนศรี วรรณการ. (2563). **การประเมินศักยภาพการผลิตกำลังไฟฟ้ากระแสตรงจากโรงไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์ในระบบ**

- จำหน่ายไฟฟ้า. *วารสารวิจัย มทร.กรุงเทพ*. 14(2), 38–49.
- บัณฑิต สัมมิโชคชัย, วารุณี เตีย และภาวิณี ตักดีสุนทรศิริ. (2557). **โครงการการศึกษา (Feed-in Tariffs) ที่เหมาะสมสำหรับการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน และการศึกษาผลกระทบต่อเชิงเศรษฐศาสตร์โดยวิธี (Energy Input-output Analysis)**. สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2565. จาก [http://digital.library.tu.ac.th/tu\\_dc/frontend/Info/item/dc:66556](http://digital.library.tu.ac.th/tu_dc/frontend/Info/item/dc:66556).
- บุญรอด ลัจจกุลนุกิจ, จิรภา คำลำโรง, ดำรงค์ บัวยอม, สุรินทร์ พุกตะ, พัฒนะ รักความสุข และ อภิชิต เทอดโยธิน. (2556). **การศึกษาและจัดทำแผนที่นำทางการวิจัย และพัฒนาศักยภาพเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย**. สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2565. จาก [https://elibrary.trf.or.th/project\\_content.asp?PJID=RDG55D0002](https://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=RDG55D0002).
- ปริญญาภรณ์ บุญสิริสุข และรสริน ไอสถำนันต์กุล. (2557). **การใช้พลังงานทดแทนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ของครัวเรือนในจังหวัดเชียงใหม่ กรณีศึกษาจากเขตเทศบาลนครเชียงใหม่**. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2565. จาก <https://dric.nrct.go.th/index.php?/Search/SearchDetail/282561>.
- พระครูสังฆรักษ์ ทรงพรรณ ชยทนต์, พระสมุทรวรวิโรภรณ์, พระครูวิสุทธิธานันทคุณ, พระครูวาทีวรวัฒน์ และพระมหากังวาล ธีรธมฺโม. (2562). **การพัฒนาเครือข่ายสุขภาวะเชิงพุทธของชุมชนตลาดน้ำในจังหวัดราชบุรี**. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์*. 7(2), 379–391.
- พีรภพ จอมทอง. (2559). **การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของโรงไฟฟ้าชีวมวล**. วิทยานิพนธ์, วศ.ม., มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- ธนาพล ดันดีลัตยกุล, พีรพล รัตมีธรรมโชติ และเมธาพร อุษสกุล. (2560). **การประเมินผลประโยชน์ทางพลังงาน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต**. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(6), 1083–1099.
- เมธาสิทธิ์ กาญจนะ. (2564). **การตัดสินใจใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในจังหวัดภูเก็ต** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2565. จาก <https://so04.tci-haijo.org/index.php/WTURJ/article/view/256218>.
- รัชนีกุล ภิญโญภาณุวัฒน์. (2556). **หน่วยที่ 5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**. สืบค้นเมื่อ 2

ธันวาคม 2565. จาก <https://sites.google.com/site/wichakar-wicaythangka-rsuxsa/hea-su-bth-reiyn/hnwy-thi-5-prachakr-laea-klum-tawxyang-1/withi-sum-klum-tawxyang>.

รุ่งศักดิ์ ผิวคร้าม และช่อ วายุภัทร. (2558). การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซลาร์เซลล์. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2565. จาก

<https://mba.kku.ac.th/ncbmi/proceeding/2015/national/files/380.pdf>

วิธวินท์ ศรีสุริยะจันทร์ และชัยพล ธงชัยสุรชต์กุล. (2563). การวิเคราะห์ทางด้านการลงทุนและเทคนิคเพื่อการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์กรณีศึกษาในจังหวัดมุกดาหาร ประเทศไทย. *วารสารพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 30(2), 225-237.

วัฒน์พนธ์ สุวรรณนาวี และปฐมทัศน์ จิระเดช. (2558). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจสร้างโรงไฟฟ้าในจังหวัดกระบี่. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, 7(14), 15-24.

วรรณช แจงสว่าง. (2553). *พลังงานหมุนเวียน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมเด็จพะพุทธิธมาจารย์ (ป. อ. ปยุตฺโต). (2546). *การพัฒนาที่ยั่งยืน*. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม 2565. จาก <https://www.watnyanaves.net/uploads/File/books/pdf/26-SustainableDevelopment.pdf>

ลัจจธรรม จินาดี. (2558). การประเมินแนวทางการประยุกต์ใช้พลังงานหมุนเวียนที่เหมาะสมระดับชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำ : กรณีศึกษาลุ่มน้ำแม่กลาง. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2565. จาก <https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Creator/personDc/88781>

สุวิมล ศิริวรราชย์. (2545). พฤติกรรมการบริโภคไอศกรีมพรีเมียมและความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อการส่งเสริมการขายของธุรกิจไอศกรีมพรีเมียม ในห้างสรรพสินค้าเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ บธ.ม., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เสถียร ฉันทะ, อรุณี อินเทพ, จันทร์จิรา ชันประเสริฐ และกัญพัชร ไตรทรัพย์. (2560). *โครงการ "การสำรวจสถานะของเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนในบริบทประเทศไทย และทางเลือกมาตรการทางเศรษฐศาสตร์ สังคม และกฎหมาย" เป้าหมาย ที่ 2*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สำนักความร่วมมือด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ. (2556). *การประชุมระดับโลกเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน*. สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2565. จาก <http://lib.mnre.go.th/lib/>

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2546). **การพัฒนาที่ยั่งยืน**

**ในบริบทไทย**. เอกสารประกอบการประชุมประจำปี 2546 การพัฒนาที่ยั่งยืน.

นนทบุรี: ศูนย์การประชุมและแสดงสินค้า อิมแพ็ค เมืองทองธานี.

สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอแม่เมาะ. (2561). **ข้อมูลหมู่บ้านท่องเที่ยว OTOP นวัตวิถี**

**อำเภอแม่เมาะ**. สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2565. จาก <https://district.cdd.go.th/maemo/services/>.

สำนักงานพัฒนาชุมชน. (2561). **ข้อมูลพื้นฐานอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง**. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2562, จาก <https://district.cdd.go.th/maemo/>

สำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนา. (2550). **เศรษฐกิจพอเพียง**. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม 2565. จาก [https://www.chaipat.or.th/site\\_content/34-13.html](https://www.chaipat.or.th/site_content/34-13.html)

สำนักเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (2550). **องค์ความรู้กฎหมาย/รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย**.

สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม 2565. จาก <http://wiki.ocsc.go.th>.

อังสนา พจน์ศิริ. (2559). **การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในอาคารธุรกิจขนาดเล็ก**. วิทยานิพนธ์ วศ. ม., มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

Derek D. Wang and Toshiyuki Sueyoshi. (2016). **การประเมินการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับธุรกิจขนาดใหญ่ : กรณีศึกษาจาก California**. สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2565. จาก <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030626191631707X>.

Lühn, T., Schmidtman, G. and Geldermann, J. (2018). Identification of Sustainable Expansion Alternatives for Heterogeneous Grid Topologies. **International Journal of Energy Sector Management**, 12(1), 44–66.



ภาคผนวก



ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านศักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

คำชี้แจง โปรดอ่านข้อความด้านซ้ายมือแล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่องขวามือเพียงช่องเดียว  
ที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ความต้องการโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน					
2. ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนที่ต้องการ					
2.1 พลังงานแสงอาทิตย์					
2.2 พลังงานชีวมวล					
2.3 พลังงานลม					
2.4 พลังงานน้ำ					
3. เทคโนโลยีพลังงานทดแทนช่วยลดมลพิษที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล					
4. เทคโนโลยีพลังงานทดแทน เป็นเทคโนโลยีที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าไว้ใช้เองภายในชุมชน					
5. โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนเป็นพลังงานสะอาด <u>ไม่มี</u> มลภาวะ					
6. โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ทุกพื้นที่ของประเทศไทย โดย <u>ไม่</u> กระทบต่อสิ่งแวดล้อม					
7. โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนส่งเสริมการท่องเที่ยวให้แก่ชุมชน					
8. โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนสามารถเป็นศูนย์การเรียนรู้ให้แก่ชุมชน					
9. โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนก่อให้เกิดการจ้างงานให้แก่คนในพื้นที่					
10. โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร วิถีชีวิตของชุมชน					

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็น

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

.....

.....

.....

.....

◆ ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม ◆



## ภาคผนวก ข ผลการพิจารณาโครงการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์



### บันทึกข้อความ

หน่วยงาน กองบริหารงานวิจัย งานมาตรฐานการวิจัยและสารสนเทศ โทร ๑๐๔๙

ที่ อว ๙/๓๐๘/ว ๓๐๘๓

วันที่ ๒๕ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอแจ้งเลขที่โครงการและผลการพิจารณาโครงการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

เรียน นางธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงศ์ (นิสิตปริญญาเอก คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม)

ตามที่ ท่านได้ส่งเอกสารเพื่อขอรับการพิจารณารับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เรื่อง “การศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน กรณีศึกษาพื้นที่ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง” (The Study of Electricity Generation Potential from Renewable Energy: A Case Study on Area of Mae Moh District Lampang Province) นั้น

ในการนี้ คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ได้พิจารณาและมีมติ รับรอง และได้ส่งเอกสารรับรองโครงการพร้อมทั้งขอแจ้งเลขที่โครงการของท่าน คือ ๒/๑๑๔/๖๒ เพื่อความสะดวกรวดเร็ว ในการค้นหาข้อมูลและติดตามโครงการของท่าน ขอให้ท่านดำเนินการ ดังนี้

๑. แจ้งเลขที่โครงการทุกครั้ง ที่มีการติดตามและสอบถามรายละเอียดเกี่ยวกับโครงการ ดังกล่าว
๒. กรณีมีการส่งเอกสารใด ๆ เกี่ยวกับโครงการนี้ กรุณาระบุเลขที่โครงการดังกล่าว ทุกครั้ง

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ขอความร่วมมือท่านปฏิบัติตามข้อ ๑ และ ข้อ ๒ ไม่เช่นนั้นทางคณะกรรมการจริยธรรมฯ จะต้องใช้เวลาอันพอสมควรในการสืบค้นหาต้นฉบับหรือ รายละเอียดโครงการของท่านและอาจทำให้โครงการของท่านล่าช้าได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ดร.แสงเดือน พรหมแก้วงาม)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยพะเยา



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยพะเยา  
UNIVERSITY OF PHAYAO HUMAN ETHICS COMMITTEE  
19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000 เบอร์โทรศัพท์ 05446 6666

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ดำเนินการให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากลได้แก่ Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP

ชื่อโครงการ : การศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน กรณีศึกษาพื้นที่ อำเภอแม่เมาร  
จังหวัดลำปาง  
: The Study of Electricity Generation Potential from Renewable Energy: A Case Study on  
Area of Mae Moh District Lampang Province

เลขที่โครงการวิจัย : 2/114/62

ผู้วิจัยหลัก : นางธัญญพัทธ์ ศิพย์สุวงค์

สังกัดหน่วยงาน : คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชษฐ์ วงศ์บุญโญ

สังกัดหน่วยงาน : คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา

วิธีทบทวน : แบบเร่งรัด (Expedited)

รายงานความก้าวหน้า : ส่งรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อย 1 ครั้ง/ปี หรือส่งรายงานฉบับสมบูรณ์  
หากดำเนินโครงการเสร็จสิ้นก่อน 1 ปี

ลงนาม

( ดร.แสงเดือน พรมแก้วงาม )

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

วันที่รับรอง : 21 พฤศจิกายน 2562

วันหมดอายุ : 21 พฤศจิกายน 2563

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)

นักวิจัยทุกท่านที่ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
2. ใช้เอกสารแนะนำอาสาสมัคร ใบยินยอม (และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัยหรือใบโฆษณาถ้ามี) แบบลิมิทาชัน และหรือแบบสอบถาม เฉพาะที่มีตราประทับของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เท่านั้น
3. รายงานเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมวิจัยใดๆ ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ภายในระยะเวลาที่กำหนด ในวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs)
4. ส่งรายงานความก้าวหน้าต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ตามเวลาที่กำหนดหรือเมื่อได้รับการร้องขอ
5. การรับรองโครงการวิจัยของคณะกรรมการฯ มีกำหนด 1 ปี หลังจากวันที่คณะกรรมการมีมติให้การรับรอง ถ้าโครงการวิจัยยังไม่สิ้นสุด หรือดำเนินการไม่ทันตามกำหนด ผู้วิจัยสามารถเสนอขยายการรับรองโครงการวิจัยต่อไปได้ ตามแบบเสนอขอต่ออายุการรับรองโครงการที่ได้กำหนดไว้ก่อนอย่างน้อย 1 เดือน ก่อนวันหมดอายุตามที่กำหนดไว้ในหนังสือรับรอง
6. หากการวิจัยเสร็จสมบูรณ์ผู้วิจัยต้องแจ้งปิดโครงการตามแบบฟอร์มของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยพะเยา

\*รายชื่อของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (ชื่อและตำแหน่ง) ที่เข้าร่วมประชุม ณ วันที่พิจารณารับรองโครงการวิจัย (หากร้องขอล่วงหน้า)

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	ธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงค์
วัน เดือน ปี เกิด	31 มีนาคม 2517
สถานที่เกิด	ลำปาง
วุฒิการศึกษา	2550 ค.อ.ม., (เทคโนโลยีไฟฟ้า), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2540 อส.ม., (ไฟฟ้ากำลัง) วิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น
ที่อยู่ปัจจุบัน	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง 119 หมู่ 9 ตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100
ผลงานตีพิมพ์	ธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงค์, วัชระ วงศ์ปัญญา, บุญวัฒน์ วิจารณ์พล และ เกษณีย์ อื่นอ้าย. (2020). การศึกษาศักยภาพชีวมวลสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง.วารสารสักทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีปีที่ 7(2), 1-12. ธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงค์, วัชระ วงศ์ปัญญา, บุญวัฒน์ วิจารณ์พล, เกษณีย์ อื่นอ้าย และวราคม วงศ์ชัย (2022). การจำลองสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งเทศบาลตำบลแม่เมาะ จังหวัดลำปาง.วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, ปีที่ 17(1), 81-97.