รายงานการวิจัย

การพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง 1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

The development of hybrid power generator from wind turbines and solar cells for the prototype household according to his Majesty's initiative renewable energy for village Baan Saleang Hang1, Sadophong ,Khao Kho, Phetchabun.

นิสิต องอาจ

วิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริ พลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง 1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

The development of hybrid power generator from wind turbines and solar cells for the prototype household according to his Majesty's initiative renewable energy for village Baan Saleang Hang1, Sadophong ,Khao Kho, Phetchabun.

นิสิต องอาจ วิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

ศิริวรรณ พลเศษ วิชาเอกเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนงบประมาณแผ่นดิน โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ที่พิจารณาโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประจำปีงบประมาณ 2560

ชื่องานวิจัย การพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

The Development of Hybrid Power Generator from Wind Turbines and Sola Cell for the Prototype Household According to his Majesty's Initiative Renewable Energy for Village Baan Saleang Hang 1, Sadophong, Khao Kho, Phetchabun.

ผู้วิจัย นิสิต องอาจ

ผู้ร่วมวิจัย ศิริวรรณ พลเศษ

สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิชาเอกเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ **ปี 2560**

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน (2) เพื่อหาประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน โดยการดำเนินการครั้งนี้ได้ประยุกต์กังหันลม ขนาด 300 วัตต์ ร่วมกับแผงโซล่าเซลล์ขนาด 100 วัตต์ ได้ทำการชาร์จแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลล์ 45 แอมป์ ที่ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 m/s มีค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 105.6 rpm, 42.2 V และ 15.4 mA ตามลำดับ เพื่อนำไปใช้สูบน้ำในงานด้านการเกษตร ประสิทธิภาพในการทำงานของปั๊มน้ำสามารถในการวิจัยมีอัตราการปั๊มน้ำ 14,800 ลิตรต่อชั่วโมง สูบน้ำจากแหล่งน้ำได้ลึก 1.8 เมตร อัตราการไหลของน้ำ 80 ลิตรต่อนาที ซึ่งเป็นการทดสอบประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยมีการทดสอบ จำนวน 5 ครั้ง ดังนี้ ทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 20 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 296,000 ลิตร ประหยัดค่าใช่จ่ายได้ 7.73 บาท ทดสอบครั้งที่ 2 จำนวน 48 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 710,400 ชั่วโมง ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 18.55 บาท ทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 60 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน

888,000 ชั่วโมง ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 23.18 บาท ทดสอบครั้งที่ 4 จำนวน 72 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 1,065,600 ชั่วโมง ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 27.37 บาทและ ทดสอบครั้งที่ 5 จำนวน 120ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 1,776,000 ชั่วโมง ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 46.37 บาท จึงเป็นแนวทางเลือกสำหรับเกษตรกรในด้านการประหยัดพลังงานตามรอยพระราชดำริด้านพลังงานทดแทน และทำให้เกษตรกรเกิดองค์ความรู้ใหม่อีกด้วย

คำสำคัญ : ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน , กังหันลม , เซลล์แสงอาทิตย์ , พลังงานทดแทน

Research Title : The Development of Hybrid Power Generator from Wind Turbines and Sola Cell for the Prototype Household According to his Majesty's Initiative Renewable Energy for Village Baan Saleang Hang1, Sadophong ,Khao Kho, Phetchabun.

Researcher 1 : Nisit Ong-art

Researcher 2 : Siriwan Polset

Program : Industrial Electrical Technology.
Computer Technology.
Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology.
Phetchabun Rajabhat University. **2560**

Abstract

This research has purposes 1) Power generation system development as blend between wind turbine with solar panels to form a household follow think guide of King Bhumibol renewable energy 2) To find efficiency system power generation as blend between wind turbine with solar panels of from a household follow think guide of King Bhumibol renewable energy by this research to apply wind turbine 300 watt with solar panel 100 watt by charge battery 12 volt 45 amp. The average wind speed is 4.1 m/s. The speed of the motor, potential difference, the average electricity consumption was 105.6 rpm, 42.2 V and 15.4 mA respectively. For using pump water in agriculture, efficiency in working of water pump can rate of water pump 14,800 liters per hour, pump from depth of water resource 1.8 meter, flow rate of water 8. Liters pre minute that efficiency test in saving power generation. Test have 5 time. First 20 hours water pump 20 hours can water pump 296,000 liters save expenses 7.73 bath, Second 48 hours water pump 710,400 liter save expenses 18.55 bath, Third 60 hours water pump 888,000 liter save expenses 23.18 bath, Fourth 72 hours water pump 1,065,000 liter save expenses 27.37 bath, Fifth 120 hours water pump 1,776,000 liter save expenses 46.37 bath.

It is alternative way agriculturist in saving energy follow think guide of King Bhumibol renewable energy and agriculturist get new knowledge.

Key words : Power generation system development as blend, wind turbine, solar cell, renewable energy

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่างๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอบพระคุณ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม และวิชาเอกเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณา ให้คำปรึกษาแนะนำ แก่ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

นิสิต องอาจ

20 มีนาคม 2561

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……..……. ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……... ค

กิตติกรรมประกาศ……. ง

สารบัญ…….. จ

สารบัญตาราง…… ช

สารบัญรูป…… ซ

บทที่ 1 บทนำ……... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา…… 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย…….. 4

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย…….. 5

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย…… 5

1.5 ประโยชน์ของการวิจัย……...6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…… 7

2.1 พลังงานลม……7

2.2 พลังงานแสงอาทิตย์……18

2.3 ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน(Hybrid System)…….. 28

2.4 โครงการพระราชดำริ…….. 33

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…….. 38

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย…… 41

3.1 เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์……...41

3.2 การศึกษาข้อมูล……..…….. 41

3.3 ด้านการพัฒนาชุดต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่าง
กังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์……... 42

3.4 การวิเคราะห์และสรุปผล……48

3.5 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล……..49

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย..... 50

4.1 ผลการสร้างและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์..... 50

4.2 ผลการทดลองระบบกำเนิดไฟฟ้าความเร็วลมต่างๆ..... 51

4.3 ผลการทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์..... 51

4.4 ผลการทดสอบด้านประหยัดพลังงาน..... 52

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 54

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 54

5.2 อภิปรายผล..... 55

5.3 ข้อเสนอแนะ..... 56

5.4 ประโยชน์ที่ได้รับ..... 56

บรรณานุกรม..... 57

ภาคผนวก..... 58

ภาคผนวก ก การนำพลังงานผสมผสานร่วมกับงานด้านเกษตร..... 59

ประวัติคณะผู้วิจัย..... 63

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตัวอย่างระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานภายในประเทศไทย……30

2.1 ตัวอย่างระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานภายในประเทศไทย(ต่อ)……31

2.1 ตัวอย่างระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานภายในประเทศไทย(ต่อ)……32

2.2 ตัวอย่างระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานในต่างประเทศ……32

4.1 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของปั๊มน้ำเพื่อสูบน้ำในงานเกษตร……... 52

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 บริเวณพื้นที่หมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ 1

1.2 เส้นทางเข้าหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 2

1.3 บริเวณหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 2

1.4 การลงพื้นที่สำรวจข้อมูลและเก็บข้อมูล 3

2.1 12 ประเทศที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมสูงสุด 8

2.2 ศักยภาพการผลิตพลังงานลมของโลก ในปี ค.ศ. 2000-2015 9

2.3 กังหันลมแกนหมุนแนวนอน 11

2.4 กังหันลมแกนหมุนแนวตั้ง 12

2.5 กังหันลมซาโวเนียส 12

2.6 ส่วนประกอบของกังหันลม 14

2.7 กังหันลมผลิตไฟฟ้า 1 15

2.8 กังหันลมผลิตไฟฟ้า 2 15

2.9 กังหันลมผลิตไฟฟ้า 3 15

2.10 กังหันลมรุ่น Vestas V164 16

2.11 โรงไฟฟ้ากังหันลมลำตะคองชลภาวัฒนา 17

2.12 10 ประเทศที่ผลิตไฟฟ้าจาก PV สูงสุด 19

2.13 แผนที่ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดปี 20

2.14 การทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ในโครงสร้างพีเอ็น) 22

2.15 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยวิธีโฟโต้โวลทาอิค 23

2.16 การทำงานของระบบพาราโบลิค 24

2.17 การทำงานของระบบหอคอย 1 25

2.18 การทำงานของระบบหอคอย 2 25

2.19 ระบบจานพาราโบลิค 26

2.20 การผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ 27

2.21 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของภาคเอกชน 28

2.22 กราฟแสดงการเปรียบเทียบมูลค่าการลงทุนและค่าการใช้จ่ายใช้งานสะสม 29

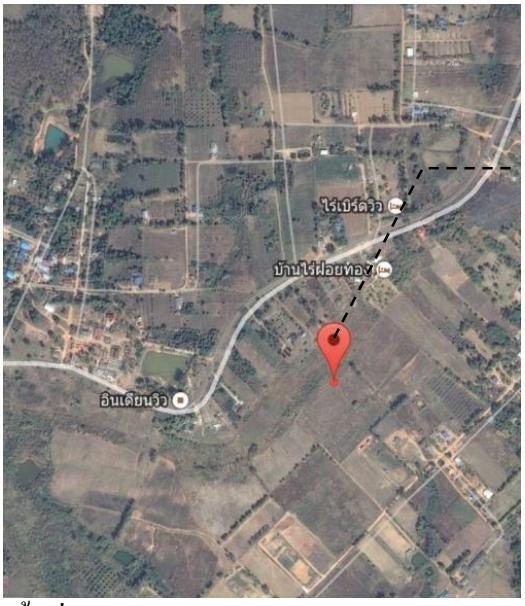
สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.23	ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน	29
2.24	ระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงทิตย์	34
2.25	ระบบสูบน้ำด้วยกังหันลม	35
2.26	ภาพจำลองบริเวณ Substation	36
2.27	สถานที่ศึกษาศักยภาพพลังงานลม	37
2.28	หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้า	37
3.1	ออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลม ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์	42
3.2	ชุดใบพัดและชุดหาง	43
3.3	ใบพัดกังหันลม แบบ 3 ใบ	43
3.4	ชุดกังหันลมประกอบเรียบร้อย	44
3.5	แผงโซล่าเซลล์ ขนาด 100 วัตต์	44
3.6	เครื่องควบคุมการชาร์จแบบไฮบริด	45
3.7	แบตเตอรี่โซล่าเซลล์	46
3.8	วงจรระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์	47
3.9	ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบเสร็จสิ้น	48
4.1	ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ ติดตั้งสำเร็จ	50
4.2	การทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์ แสงอาทิตย์	51
ก-1	ชุดระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์	60
ก-2	ชุดพลังงานผสมผสานกับงานเกษตร 1	61
ก-3	ชุดพลังงานผสมผสานกับงานเกษตร 2	61
ก-4	ชุดพลังงานผสมผสานกับงานเกษตร 3	62

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยยังมีพื้นที่บางส่วนที่ประสบปัญหาไม่มีไฟฟ้าใช้ในครัวเรือนและไม่มีไฟฟ้าใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน เนื่องจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยังเข้าไปดูแลไม่ทั่วถึง เช่น ในกรณีบริเวณหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นพื้นที่โครงการพัฒนาลุ่มน้ำเข็ก โดยพื้นที่ผืนนี้เดิมเป็นพื้นที่ว่างเปล่าซึ่งอยู่ในความดูแลของทหาร และทางการทหารได้จัดสรรพื้นที่นี้ให้กับชาวบ้านลุ่มน้ำเข็กทั้ง 96 ครัวเรือน เป็นพื้นที่บริเวณภายในบ้าน 2 งาน และยังได้แบ่งพื้นที่ทำสวนอีก 10 ไร่ ต่อครัวเรือน เพื่อให้ชาวบ้านลุ่มน้ำเข็กได้ย้ายจากมาประกอบอาชีพเกษตรกรและได้มาพักอาศัยยังพื้นที่แห่งนี้ เนื่องจากชาวบ้านลุ่มน้ำเข็กได้ย้ายมาบางส่วนได้ 17 ครัวเรือนได้เข้ามาพักอาศัยได้ระยะเวลา 2 ปี ต่อมาได้ประสบการณ์ปัญหาไม่มีไฟฟ้าใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในครัวเรือน ปัจจุบันชาวบ้านได้ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองโดยใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงเพื่อทำปั่นไฟใช้ในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงในการใช้พลังงานไฟฟ้า [ข้อมูล : จากหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์]



รูปที่ 1.1 บริเวณพื้นที่หมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

รูปที่ 1.2 เส้นทางเข้าหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1

รูปที่ 1.3 บริเวณหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1

โดยเส้นทางการเข้าสู่หมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ยังไม่ได้รับการพัฒนาและยังไม่มีไฟฟ้าเข้าถึงหมู่บ้านและประชากรในหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ยังรอคอยจากภาครัฐให้การช่วยเหลือ

รูปที่ 1.4 การลงพื้นที่สำรวจข้อมูลและเก็บข้อมูล

โดยผู้วิจัยได้เดินทางไปปรึกษาหารือกับ คุณมลตรี วงวิริยะชาติ ซึ่งเป็นประธานกรรมการฝ่ายพัฒนาประจำหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 จึงรับทราบถึงปัญหาที่ยังขาดแคลนไฟฟ้าใช้ในและครัวเรือน นอกจากนี้การลงพื้นที่สำรวจเบื้องต้นสอบถามข้อมูลจากประธานกรรมการฝ่ายพัฒนาประจำหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 พบว่า ประชากรในพื้นที่หมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนเพื่อใช้ในครัวเรือนอย่างมาก

แนวทางพัฒนาสำหรับพื้นที่บางส่วนในประเทศไทยที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้ในครัว ซึ่งผู้วิจัยมีความคิดที่จะพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อสืบสานพลังงานทดแทนอันเนื่องมาจากพระราชดำริด้านพลังงานทดแทนนำมาใช้เพื่อพัฒนาพลังงานไฟฟ้าและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมตามโครงการพระราชดำริต่อพื้นที่บริเวณหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ให้ได้มีพลังงานไฟฟ้าใช้และลดการสิ้นเปลืองจากเดิมที่ประชากรใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองโดยใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง และชี้แนะแนวทางการดำเนินชีวิตแบบพอเพียง โดยประยุกต์การผลิตไฟฟ้าผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ตามแนวพระราชดำริเพื่อมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้ามาใช้ในครัวนี้ ซึ่งจะช่วยลดการสิ้นเปลืองและเป็นการน้ำพลังงานบริสุทธิ์จากธรรมชาติมาผลิตพลังงานไฟฟ้า

แหล่งพลังงานทดแทนจากกังหันลมและเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นพลังงานทางเลือกอีกทางเลือกหนึ่งของพลังงานภายในประเทศที่สามารถนำมาแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เนื่องจากมีโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริในด้านพลังงานทดแทน มีอยู่หลายแห่งกระจายทั่วประเทศ เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับประชาชนในการนำไปปรับใช้ให้เข้ากับตนเอง ตัวอย่างแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทนในโครงการพระราชดำริ ดังนี้ โครงการระบบสูบน้ำด้วยไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี และโครงการระบบสูบน้ำเพื่อการเกษตรด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ผลิตถ่านจากแกลบ โครงการส่วนจิตรลดาศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากแนวพระราชดำริโครงการหลวง ฯลฯ มีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้หลากหลายรูปแบบ โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมกับการใช้งานเป็นสำคัญ และเป็นการพัฒนาคิดค้นเทคโนโลยีที่สามารถผลิตเองได้ภายในประเทศ ซึ่งนอกจากเป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการดำเนินการภายในโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริต่างๆ แล้วยังเป็นตัวอย่างและแหล่งความรู้แก่ประชาชนที่สนใจนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์ภายในครัวเรือนหรือกระกอบธุรกิจของตนเองอีกด้วย

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จะเน้นการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยเน้นการเผยแพร่แนวทางพระราชดำริด้านพลังงานทดแทนอย่างยั่งยืนร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ นักวิจัยในสถานศึกษา องค์การบริหารส่วนตำบลเขาค้อและประชาชน จึงต้องทำงานด้วยกันและเรียนรู้ร่วมกันในการทำวิจัยแบบมีส่วนร่วม โดยใช้งานวิจัยเป็นเครื่องมือกระบวนการแก้ไขปัญหาด้านการประหยัดพลังงานแบบพอเพียงตามแนวพระราชดำริ และสร้างเป็นเครื่องต้นแบบให้กับประชากรในหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยประชากรในหมู่บ้านได้อนุรักษ์และสืบสานต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย

บริเวณหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.2 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากร คือ ประชาชนในหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.3 ขอบเขตการทำงาน

1.3.3.1 พัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียง แห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ในรูปแบบอิสระ

1.3.3.2 สร้างสมรรถนะทางด้านเทคนิคของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง 1ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.3.3 สามารถใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมควบคู่กับพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ควบคู่กัน หรืออย่างใดอย่างหนึ่งในเวลาที่เหมาะสมตามสภาพจริง

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

1.4.1.1 ศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับ ภูมิปัญญาท้องถิ่นความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในครัวเรือนสำหรับชีวิตประจำวันของประชากรในบริเวณหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.1.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะพื้นฐานทางด้านบุคคล ปัจจัยความต้องการไฟฟ้าเพื่อดำเนินชีวิตประจำวันของประชากรในบริเวณหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.2 ออกแบบและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.3 ทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ในครัวเรือน

1.4.4 ประเมินความพึงพอใจของประชากรในหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยแบบสอบถามจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

1.4.5 จัดทำเว็บไซต์เพื่อเผยแพร่งานวิจัยการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทนสำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.6 เก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลประเมินผลตอบรับในการวิจัย

1.5 ประโยชน์ของการวิจัย

1.5.1 ประชากรได้รู้จักการนำความสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนตามแนวพระราชดำริ มาผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อครัวเรือนและเพื่อดำเนินในชีวิตประจำวันได้อย่างพอเพียง

1.5.2 ประชากรได้รับความรู้จากสืบสานตามแนวพระราชดำริเพื่อชีวิตที่ยั่งยืนสามารถนำความรู้ที่ได้รับนำมาประยุกต์ในการดำเนินชีวิตประจำวันในการพลังงานไฟฟ้าจากธรรมชาติ

1.5.3 ผู้วิจัยพัฒนาศักยภาพในพื้นที่วิจัยให้ประชากรในหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง 1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับความรู้และสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนนำไปใช้ได้จริงตามแนวพระราชดำริ

1.5.4 ได้แก้ปัญหาและอุปสรรคการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พลังงานลม

ลม เป็นปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่เกิดจากความแตกต่างกันของอุณหภูมิและความกดอากาศ ในแต่ละพื้นที่ หลักการก็คือเมื่อดวงอาทิตย์แผ่พลังงานความร้อนมายังโลก พื้นผิวโลกแต่ละแห่งจะรับปริมาณความร้อนและดูดซับความร้อนมากน้อยไม่เท่ากัน พื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงหรือมีความกดอากาศต่ำ อากาศบริเวณนั้นจะลอยตัวสูงขึ้น ทำให้อากาศจากพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือมีความกดอากาศสูงกว่าเคลื่อนตัวเข้ามาแทนที่ ซึ่งก็คือ ลม นั่นเอง

ลมคือพลังงานรูปแบบหนึ่งที่มีศักยภาพสูง มนุษย์ใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อการเดินเรือมาตั้งแต่สามพันปีก่อนคริสตกาล จนเมื่อคริสต์ศตวรรษที่ 7 จึงมีการคิดค้นกังหันลมขึ้น เทคโนโลยีในตอนต้นถูกนำไปใช้ในรูปของพลังงานกล เช่น เพื่อการโม่แป้ง การสีข้าว การสูบน้ำ ฯลฯ ต่อมาเมื่อได้รับการพัฒนาต่อยอดอย่างต่อเนื่อง ในปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 กังหันลมจึงสามารถเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้งานโดยตรง เริ่มจากที่ประเทศเดนมาร์คในปี ค.ศ. 1890 และจึงได้แพร่ขยายไปอย่างรวดเร็วในยุโรป และสหรัฐอเมริกา ในช่วงต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 ว่ากันว่าพลังงานลมเป็นแหล่งพลังงานที่มีอัตราการเติบโตสูงที่สุดในโลก ยิ่งในช่วงยี่สิบปีมานี้ที่เทคโนโลยีกังหันลมก้าวหน้าไปไกลกว่าเดิมมาก ได้ส่งผลให้การติดตั้งกังหันลมทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งประสิทธิภาพการผลิตก็เพิ่มสูงขึ้นเป็นร้อยเท่าตัว ปัจจุบันฟาร์มกังหันลมโรงหนึ่งสามารถจะผลิตไฟฟ้าได้มากเท่ากับโรงไฟฟ้าทั่วไป ด้วยต้นทุนการผลิตที่ต่ำลงมาเรื่อยๆ

พลังงานลมยังเป็นพลังงานทดแทนที่มีข้อท้าทาย นอกจากข้อจำกัดเรื่องทำเลที่ตั้ง ลมยังให้พลังงานในปริมาณที่ไม่แน่นอนและไม่สามารถควบคุมได้ การพัฒนาพลังงานลมจึงจำเป็นต้องอาศัยระบบจัดการสายส่งไฟฟ้า(grid) ที่มีความยืดหยุ่น เพื่อรองรับการส่งไฟฟ้าที่ผลิตได้ไม่สม่ำเสมอให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันมีการติดตั้งพลังงานลมแล้วใน 80 ประเทศ แต่ความก้าวหน้าของพลังงานลมเกิดขึ้นจากความพยายามของประเทศผู้นำทางเทคโนโลยีเพียงไม่กี่ประเทศ โดยเฉพาะในยุโรป รวมทั้งประเทศขนาดใหญ่ที่ให้ความสำคัญกับการลงทุนทางด้านพลังงานลมอย่างสหรัฐอเมริกา จีน อินเดีย บราซิล ส่วนประเทศอื่นๆ ยังคงจำเป็นต้องปรับปรุงอุตสาหกรรมพลังงานลมอีกมากเพื่อแข่งขันกับพลังงานฟอสซิล

สำหรับประเทศไทย เนื่องจากตั้งอยู่ในภูมิภาคที่มีความเร็วลมไม่สูงนัก คืออยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ พลังงานลมเกือบทั้งหมดจึงถูกใช้เพื่อการสูบน้ำ หรือในโครงการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก ส่วนการผลิตไฟฟ้าเพื่อป้อนเข้าสู่ระบบสายส่งกำลังอยู่ในช่วงเริ่มต้น การพัฒนาพลังงานลมเพื่อผลิตไฟฟ้าจึงยังมีต้นทุนที่สูงเมื่อเทียบกับพลังงานฟอสซิล

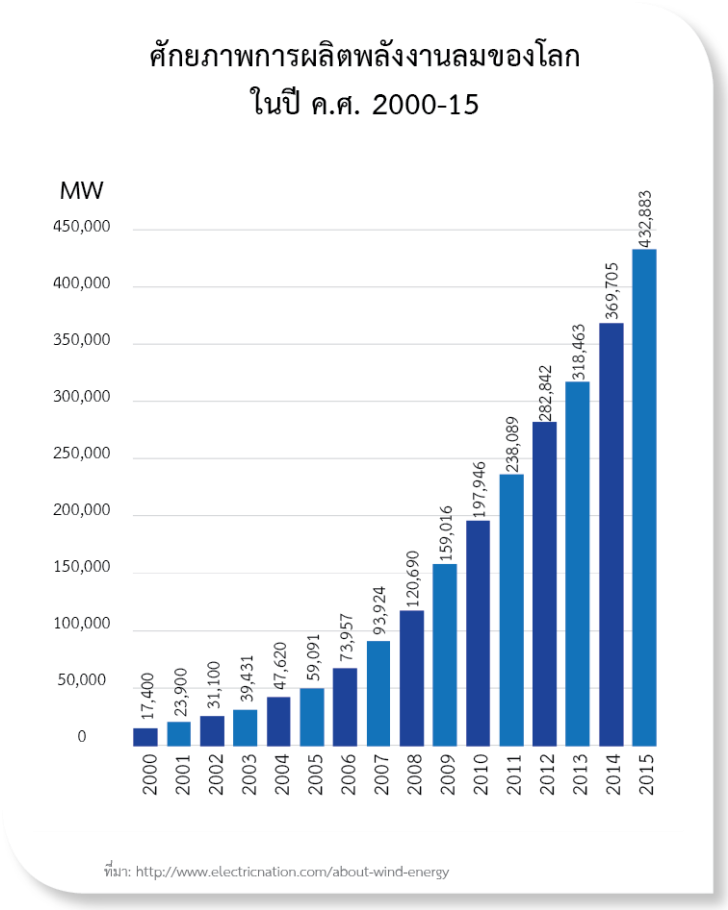
เกร็ดความรู้

12 ประเทศที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมสูงสุด

ประเทศ	ปริมาณการผลิต ณ สิ้นปี 2014 [MW]	ปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้นในปี 2014 [MW]	อัตราการเติบโต [%]
ประเทศจีน	114,763	23,350	25.7
สหรัฐอเมริกา	65,879	4,854	7.8
ประเทศเยอรมนี	40,468	5,808	16.8
ประเทศสเปน	22,987	27.5	0.1
ประเทศอินเดีย	22,465	2,315.1	11.5
สหราชอาณาจักร	11,998	1,467	13.9
ประเทศแคนาดา	9,694	1,871	25.9
ประเทศฝรั่งเศส	9,296	1,042	12.6
ประเทศอิตาลี	8,663	107.5	1.3
ประเทศบราซิล	6,182	2,783	81.9
ประเทศสวีเดน	5,425	1,050	21.4
ประเทศเดนมาร์ค	4,850	78	1.6
ประเทศอื่นๆ	47,300	around 7,000	16
รวม	370,000	51,753	16.2

ที่มา: http://www.wwindea.org/new-record-in-worldwide-wind-installations/

รูปที่ 2.1 12 ประเทศที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมสูงสุด



รูปที่ 2.2 ศักยภาพการผลิตพลังงานลมของโลก ในปี ค.ศ. 2000 - 2015

2.1.1 ลมและกังหันลม

ผลผลิตของพลังงานลมนั้นจะมีปริมาณมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสองปัจจัยหลักๆ คือ ความเร็วลม และกำลังของกังหันลม หลักการก็คือการเลือกกำลังของกังหันลมให้เหมาะสมกับความเร็วลมของทำเลที่ตั้ง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่คุ้มค่ากับมูลค่าการลงทุนศักยภาพของลม

2.1.2 ลมที่มีศักยภาพในการผลิตพลังงานมีอยู่หลายลักษณะในหลายแหล่งด้วยกันตามแต่ความเหมาะสมของที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ที่สำคัญคือ ลมทะเล และลมแผ่นดิน ไม่ว่าจะเป็นลมในแหล่งใดก็ตาม ควรจะต้องมีความเร็วที่สม่ำเสมอและไม่ต่ำหรือสูงจนเกินไป ด้วยเทคโนโลยีกังหันลมในยุคปัจจุบัน ความเร็วลมที่ทำให้กังหันลมเริ่มทำงานหรือผลิตไฟฟ้าได้ คือความเร็วลมที่อยู่ระหว่าง 2.5 - 5 เมตรต่อวินาที หากมีความเร็วลมเกินกว่า 25 เมตรต่อวินาที กังหันลมจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติเพื่อป้องกันความเสียหาย สำหรับประเทศไทย ลมที่มีศักยภาพในการผลิตพลังงาน

มีทั้งลมชายฝั่งทะเล เช่น ลมมรสุม และลมแผ่นดิน เช่น ลมภูเขา ลมตะเภา ความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 5 - 6 เมตรต่อวินาที ที่ความสูง 50 เมตร หรืออยู่ในระดับสาม(class 3) โดยแต่ละประเทศจะมีแหล่งที่เหมาะสมจะติดตั้งกังหันลม หรือทำฟาร์มกังหันลมที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ในประเทศที่ก้าวหน้าทางการผลิตพลังงานลม แหล่งที่นิยม ก็คือ ชายฝั่งทะเลและนอกชายฝั่งทะเล

2.1.3 กังหันลม

กังหันลม(wind turbines) เป็นองค์ประกอบหลักของพลังงานลม ซึ่งต้องอาศัยหลักการของอากาศพลศาสตร์(aerodynamics) ของลมและหลักวิศวกรรมศาสตร์ในแขนงต่างๆ ในการออกแบบ เพื่อให้ได้กังหันลมที่มีกำลังงาน พลังงาน และประสิทธิภาพสูงสุด

2.1.4 ชนิดของกังหันลม

ปัจจุบันกังหันลมเพื่อผลิตพลังงานมีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างหลากหลาย เนื่องจากเทคโนโลยีกังหันลมนั้นได้รับการพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปจะจำแนกออกเป็นสองประเภท ตามลักษณะของแนวแกนหมุนของกังหัน ได้แก่

2.1.4.1 กังหันลมแกนหมุนแนวนอน(horizontal axis wind turbine) กังหันลมที่มีเพลาแกนหมุนของใบพัดขนานกับพื้นราบหรือขนานกับทิศทางของลม โดยเพลาแกนหมุนของใบพัดกังหันลมนี้ รวมทั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งบนสุดของเสา การทำงานของกังหันลมประเภทนี้แบ่งเป็นสองลักษณะ คือ ทำงานโดยหันหน้าให้ลม กับหันหลังให้ลม กรณีเป็นกังหันลมขนาดเล็ก การหมุนกังหันลมให้หันหน้าเข้าหาลมจะใช้หางเสือ กรณีเป็นกังหันลมขนาดใหญ่จะใช้เซ็นเซอร์วัดทิศทางลมร่วมกับเซอร์โวมอเตอร์(servomotor) กังหันลมส่วนใหญ่จะมีกล่องเกียร์เพื่อช่วยเพิ่มความเร็วรอบของเพลาให้หมุนเร็วขึ้น เพื่อความเหมาะสมในการขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กังหันลมระดับเมกะวัตต์ที่มีขายในท้องตลาดเป็นแบบกังหันลมแกนหมุนแนวนอนทั้งสิ้น ตัวอย่างของกังหันลมแกนหมุนนอน ได้แก่ กังหันลมวินด์มิลล์ส(windmills) กังหันลมใบเสื่อลำแพน นิยมใช้กับเครื่องฉุดน้ำ กังหันลมแบบกงล้อจักรยาน กังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้าแบบพรอบเพลเลอร์(propeller) กังหันลมแกนหมุนแนวนอน ยังสามารถแบ่งได้เป็นอีกสองลักษณะตามทิศทางการหันหน้าของใบพัด ได้แก่ กังหนลมแบบหันหน้าเข้าหาลม(upwind turbine) กับกังหันลมแบบหันหลังให้ลม(downwind turbine)

รูปที่ 2.3 กังหันลมแกนหมุนแนวนอน

2.1.4.2 กังหันลมแกนหมุนแนวตั้ง(Vertical Axis Wind Turbine) กังหันลมที่มีเพลาแกนหมุนของใบพัดตั้งฉากกับพื้นราบหรือตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของลม ข้อดีคือทำให้สามารถรับลมในแนวราบได้ทุกทิศทาง เหมาะกับทำเลที่ตั้งที่ลมมีทิศทางไม่แน่นอน หรือเปลี่ยนทิศทางบ่อยๆ ข้อเสียคือมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานต่ำ หรือมีสัมประสิทธิ์กำลัง(Cp)ที่ต่ำกว่ากังหันลมแกนหมุนแนวนอน และมีข้อจำกัดในการขยายขนาดและการเปลี่ยนชุดของใบพัด ปัจจุบันมีการใช้งานกังหันลมประเภทนี้ไม่มาก ที่นิยมกันมากที่สุด คือ กังหันลมแดร์เรียส(Darrieus vertical axis wind turbine) และกังหันลมซาโวเนียส(Savonius wind turbine)กังหันลมแดร์เรียสเป็นที่รู้จักกันทั่วไปว่าเป็น “eggbeater” ออกแบบโดยจอร์จส แดร์เรียส (Georges Darrieus) ในปี ค.ศ. 1931 เป็นกังหันลมที่หมุนด้วยความเร็วสูงแต่แรงบิดต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับกังหันลมแกนหมุนแนวตั้งแบบอื่นๆ จึงจำเป็นต้องมีเครื่องช่วยในการออกตัวในตอนเริ่มต้น เหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้ากังหันลมซาโวเนียส ออกแบบโดยซีเกิร์ด โจฮานเนส ซาโวเนียส (Sigurd Johannes Savonius) เป็นกังหันลมที่ทำงานโดยอาศัยแรงลาก (มีประสิทธิภาพต่ำกว่ากังหันที่ทำงานโดยอาศัยแรงยก) ขณะทำงานจะหมุนด้วยความเร็วต่ำแต่แรงบิดสูง เหมาะสำหรับการสูบน้ำ การโม่แป้ง

รูปที่ 2.4 กังหันลมแกนหมุนแนวตั้ง

รูปที่ 2.5 กังหันลมซาโวเนียส

2.1.5 ส่วนประกอบของกังหันลม

2.1.5.1 ใบพัด ทำหน้าที่เป็นตัวรับพลังลมซึ่งเป็นพลังงานจลน์เพื่อเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกล ซึ่งยึดติดกับชุดแกนหมุนและส่งแรงจากแกนหมุนไปยังเพลาแกนหมุน

2.1.5.2 เพลาแกนหมุน ทำหน้าที่รับแรงจากแกนหมุนใบพัด และส่งผ่านระบบกำลังเพื่อหมุนและปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.1.5.3 ห้องส่งกำลัง เป็นระบบปรับเปลี่ยนและควบคุมความเร็วในการหมุนระหว่างเพลาแกนหมุนกับเพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.1.5.4 ห้องเครื่อง มีขนาดใหญ่และมีความสำคัญต่อกังหันลม ใช้บรรจุระบบต่างๆ ของกังหันลม เช่น ระบบเกียร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบเบรคและระบบควบคุม เป็นต้น

2.1.5.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

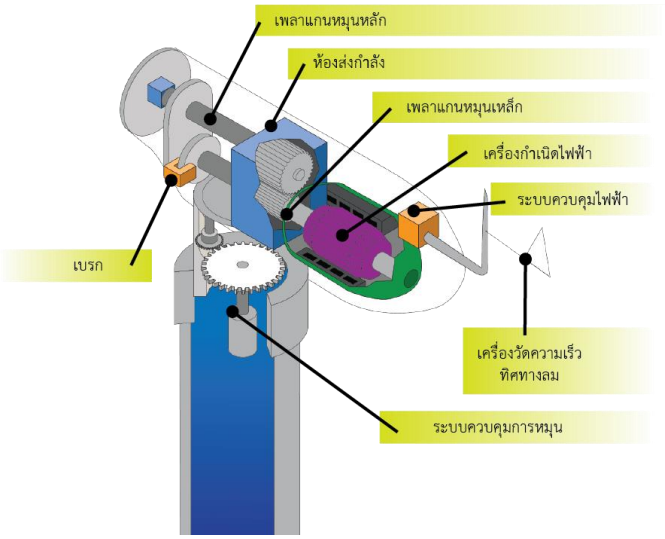
2.1.5.6 ระบบควบคุมไฟฟ้า ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานและส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า

2.1.5.7 ระบบเบรก เป็นระบบกลไกเพื่อใช้ควบคุมการหยุดหมุนของใบพัดและเพลาแกนหมุนของกังหันลม เมื่อได้รับความเร็วลมเกินความสามารถที่กังหันลมจะรับได้ หรือในระหว่างการซ่อมบำรุงรักษากังหันลม

2.1.5.8 แกนคอหมุนรับทิศทางลม ทำหน้าที่ควบคุมการหมุนของห้องเครื่องเพื่อให้ใบพัดรับทิศทางลม โดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่เชื่อมต่อให้มีความสัมพันธ์กับหางเสือรับทิศทางลมที่อยู่ด้านบนของเครื่อง

2.1.5.9 เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม ทำหน้าที่เป็นตัววัดความเร็วลมและทิศทางลมเชื่อมต่อสายสัญญาณเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อที่คอมพิวเตอร์จะสามารถควบคุมกลไกอื่นๆ ของกังหันลมได้อย่างถูกต้อง

2.1.5.10 เสากังหันลม ทำหน้าที่รับน้ำหนักตัวเครื่องที่อยู่ด้านบน



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของกังหันลม

2.1.6 กังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้า

หลักการทำงานของกังหันลมเพื่อการผลิตพลังงานก็คือ เมื่อลมพัดผ่าน พลังงานจลน์ของลมจะหมุนใบพัดของกังหันลม เกิดพลังงานกลจากเพลาแกนหมุนของกังหันลม ซึ่งจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับเพลาแกนหมุนของกังหันลม จากนั้นกระแสไฟฟ้าก็จะถูกจ่ายเข้าสู่ระบบต่อไป ในการใช้งานกังหันลม เนื่องจากความเร็วลมนั้นเปลี่ยนแปลงเสมอ การใช้พลังงานลมจึงจะต้องมีตัวกักเก็บพลังงาน หรือใช้ร่วมกับแหล่งพลังงานสำรองอื่นๆ ตัวกักเก็บพลังงานมีอยู่หลายชนิดขึ้นอยู่กับกรณีการใช้ เช่น กังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมักนิยมใช้แบตเตอรี่เป็นตัวกักเก็บพลังงาน แหล่งพลังงานสำรองของพลังงานลมอาจเป็นเครื่องจักรดีเซล หรือพลังงานน้ำจากเขื่อน ฯลฯ ในทางกลับกัน เราสามารถใช้พลังงานลมเป็นพลังงานสำรองให้กับพลังงานหลักประเภทอื่นๆ เพื่อทดแทนพลังงานซึ่งส่วนมากเป็นพลังงานสิ้นเปลือง หรือไม่ก็ลดค่าใช้จ่าย โดยพลังงานลมจะช่วยจ่ายพลังงานต่อเมื่อมีความเร็วลมเพียงพอ

รูปที่ 2.7 กังหันลมผลิตไฟฟ้า 1

รูปที่ 2.8 กังหันลมผลิตไฟฟ้า 2

รูปที่ 2.9 กังหันลมผลิตไฟฟ้า 3

รูปที่ 2.10 กังหันลมรุ่น Vestas V164

Vestas V164 คือกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดเท่าที่มีในปัจจุบัน มีรัศมีใบพัด 82 เมตร ความสูงเสา 220 เมตร มีกำลังผลิตที่ 8 เมกะวัตต์ รองรับการใช้ไฟฟ้าของบ้านเรือนถึง 7,500 ครัวเรือน

2.1.7 ตัวอย่างของพลังงานลมในประเทศไทย

พลังงานลมอาจไม่ใช่ทางเลือกที่โดดเด่นสำหรับการพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่ออนาคตของประเทศไทย แต่ถึงอย่างนั้น ลมในหลายพื้นที่ของประเทศไทยก็มีศักยภาพเพียงพอที่จะใช้ในการผลิตไฟฟ้า โดยอาศัยลมมรสุมสองช่วง คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

2.1.8 ภาครัฐ

การไฟฟ้าฝ่ายผลิต(กฟผ.) ได้เริ่มติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าเป็นครั้งแรกที่บริเวณแหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต โดยใช้เป็นสถานที่ทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 ใช้ชื่อว่า “สถานีพลังงานทดแทนพรหมเทพ” ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของแหลมพรหมเทพประมาณหนึ่งกิโลเมตร ในตำแหน่งที่ติดทะเลและอยู่บนพื้นที่สูงทำให้รับลมเกือบตลอดทั้งปี มีความเร็วลมเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 5 เมตรต่อวินาที ปัจจุบัน ระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของกฟผ. คือ “โรงไฟฟ้ากังหันลมลำตะคองชลภาวัฒนา” เปิดดำเนินการเมื่อวันที่ 15 พ.ค. พ.ศ. 2552 ตั้งอยู่บริเวณอ่างพักน้ำตอนบนเขื่อนลำตะคอง ความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ 5 - 6 เมตรต่อวินาที เป็นหนึ่งในโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน ตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2547 - 2558 (PDP 2004)

สำหรับแผนในระยะที่หนึ่ง กฟผ.ได้ติดตั้งกังหันลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 64 เมตร ความสูงของเสา 68 เมตร กำลังผลิต 1.25 เมกะวัตต์ จำนวน 2 ชุด รวมกำลังผลิต 2.5 เมกะวัตต์ งบประมาณลงทุน 145 ล้านบาท โดยแต่ละปีสามารถจะผลิตไฟฟ้าได้ 4.60 ล้านหน่วย ทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้ 1.1 ล้านลิตรต่อปี และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุภาวะโลกร้อนได้ 2,300 ตันต่อปี ส่วนแผนในระยะที่สอง เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายความมั่นคงทางพลังงานของรัฐ กฟผ.มีเป้าหมายจะลงทุนติดตั้งกังหันลมเพิ่มขึ้นอีก 12 ตัว เส้นผ่านศูนย์กลางของ ใบพัด 116 เมตร ความสูงของเสา 94 เมตร รวมกำลังผลิต 24 เมกะวัตต์ พร้อมกับนำระบบ wind hydrogen hybrid เทคโนโลยีใหม่ในการกักเก็บและผลิตไฟฟ้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทย และถือเป็นโครงการขนาดใหญ่แห่งแรกในเอเชีย มาใช้ควบคู่กับเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิง เพื่อเพิ่มศักยภาพให้กับพลังงานลมให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ในทุกช่วงเวลา ใช้งบประมาณราว 1,400 ล้านบาท คาดว่าจะติดตั้งแล้วเสร็จภายในตุลาคม พ.ศ. 2560

รูปที่ 2.11 โรงไฟฟ้ากังหันลมลำตะคองชลภาวัฒนา

2.1.9 ภาคเอกชน

ในช่วงไม่กี่ปีมานี้มีบริษัทเอกชนหลายรายทั้งไทยและต่างประเทศได้ก้าวเข้ามาลงทุนทางด้านพลังงานลมเพื่อผลิตไฟฟ้าจำหน่ายให้กับกฟภ. อาทิ 5 บริษัทที่เข้าซื้อที่ดินใน 2 อำเภอชายทะเลของจังหวัดนครศรีธรรมราช คือ ปากพนัง และหัวไทร เพื่อเตรียมการจะติดตั้งกังหันลมกว่า 500 ตัว กำลังผลิตกว่า 600 เมกะวัตต์ รายแรกคือ บริษัทอินเตอร์ฟาร์อีสท์วินด์อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่ตอนนี้ติดตั้งกังหันลมไปแล้ว 4 ตัว นอกจากนี้ ยังมีบริษัทพลังงานยักษ์ใหญ่อย่างกลุ่มไชน่าเพาเวอร์ ที่กำลังศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้างฟาร์มกังหันลมนอกชายฝั่ง

ทะเล 1.5 กิโลเมตร ในพื้นที่ใกล้เคียงกันนี้ โดยมีแผนจะติดตั้งกังหันลมกว่า 2,000 ตัว งบประมาณลงทุนกว่าสองแสนล้านบาท

2.2 พลังงานแสงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ คือ แหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญที่สุดสำหรับโลกของเรา พลังงานจากดวงอาทิตย์ถือเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญที่สุด ทั้งยังเป็นต้นกำเนิดของพลังงานหมุนเวียนในรูปอื่นๆ ด้วย โดยเฉพาะ พลังงานลม พลังงานน้ำ ดวงอาทิตย์ยังเป็นต้นกำเนิดของกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนของก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศโลกอีกด้วย ดวงอาทิตย์ปล่อยพลังงานได้มากมายมหาศาลและต่อเนื่องแทบไม่มีวันหมดสิ้น เพียงหนึ่งชั่วโมง โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในรูปของรังสีถึงประมาณ 174,000 เทราวัตต์ หรือเกือบเท่ากับพลังงานทั้งหมดที่โลกใช้ตลอดปี ในจำนวนนี้ 30% จะถูกสะท้อนกลับไปในอวกาศ ส่วนที่เหลือจะถูกดูดซับโดยเมฆ มหาสมุทร และพื้นดิน ศักยภาพทางพลังงานที่สูงยิ่งนี้ แต่เดิมถูกนำไปใช้ประโยชน์แค่ในรูปของความร้อนและแสงสว่างจากแสงแดดโดยตรงไม่ผ่านกระบวนการใดๆ จนมาในปลายคริสต์ศตวรรษ 19 มนุษย์ถึงรู้จักต่อยอดการใช้พลังงานจากดวงอาทิตย์ได้สำเร็จ โดยสามารถใช้ในการผลิตพลังงานที่เรียกว่า “พลังงานแสงอาทิตย์” แม้จะถือว่ามีวิวัฒนาการที่ช้า แต่เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ในปัจจุบันก้าวหน้าไปมากและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลงมาเรื่อยๆ ทำให้พลังงานแสงอาทิตย์ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีอัตราการเติบโตสูงสุด เป็นรองก็แต่เพียงพลังงานลม สำหรับประเทศไทย เนื่องจากตั้งอยู่ในเขตศูนย์สูตรจึงมีข้อได้เปรียบตรงที่ความเข้มรังสีโดยเฉลี่ยตลอดทั้งปีสูงกว่าเขตอื่นๆ ของโลก ปัจจุบันการพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหนึ่งในนโยบายด้านพลังงานทดแทนของภาครัฐที่ได้รับผลักดันส่งเสริมให้มีการลงทุนอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในภาคเอกชน รวมทั้งภาคครัวเรือนที่ปัจจุบันสามารถจำหน่ายปริมาณไฟฟ้าส่วนเกินจากระบบเข้าสู่ กฟภ. ได้แล้ว จึงถือเป็นอีกพลังงานทดแทนที่มีอนาคตค่อนข้างสดใส

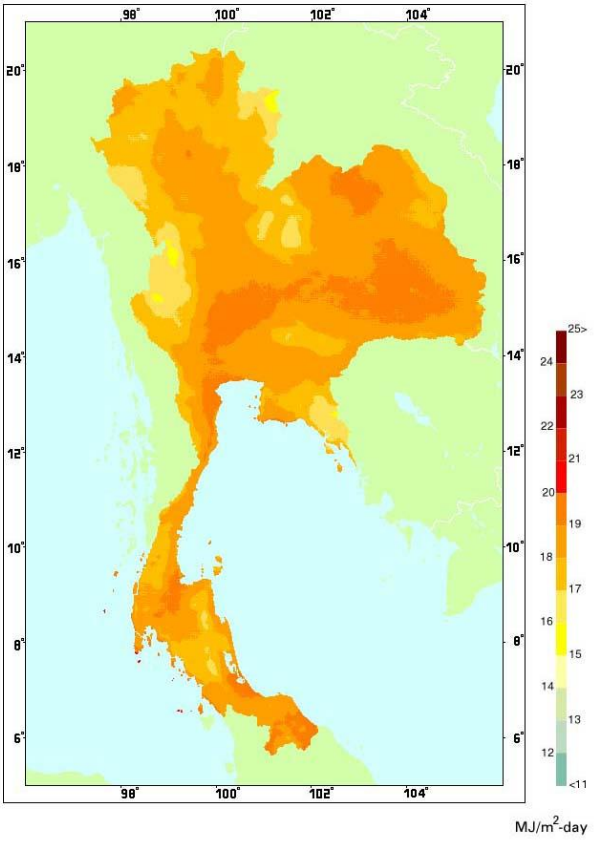
รูปที่ 2.12 10 ประเทศที่ผลิตไฟฟ้าจาก PV สูงสุด

พลังงานแสงอาทิตย์ (solar energy) คือพลังงานที่ผลิตได้จากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในรูปของแสงแดด ที่ประกอบด้วยพลังงานแสงและพลังงานความร้อน ดังนั้น พลังงานแสงอาทิตย์จึงมีอยู่สองส่วนด้วยเช่นกัน ก็คือพลังงานแสงและพลังงานความร้อน โดยพลังงานทั้งสองส่วนนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานได้สองรูปแบบ ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน

2.2.1 ศักยภาพของแสงอาทิตย์

เป็นความเข้าใจผิดที่ว่าแสงแดดในที่ใดๆ ก็สามารถจะเป็นแหล่งผลิตให้กับพลังงานแสงอาทิตย์ได้เหมือนๆ กัน เพราะที่จริงจะต้องพิจารณาถึงความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์เป็นหลัก จากการศึกษาจากข้อมูลดาวเทียมประกอบการตรวจวัดภาคพื้นดินของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคม ที่ค่าความเข้มในช่วง 20 - 24 เมกะจูลต่อตารางเมตร/วัน โดยพื้นที่ที่มีศักยภาพจะมีความเข้มของรังสีโดยเฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ที่ 19 - 20 เมกะจูลต่อตารางเมตร/วัน คิดเป็น

พื้นที่ทั้งหมด 14.3% ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด และอุดรธานี รวมทั้งบางส่วนในพื้นที่ภาคกลางตอนล่าง เช่น สุพรรณบุรี ชัยนาท ลพบุรี และพระนครศรีอยุธยา



รูปที่ 2.13 แผนที่ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดปี

2.2.2 พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการผลิตไฟฟ้า

การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการผลิตไฟฟ้า โดยทั่วไปมีอยู่สองแนวทางใหญ่ๆ คือ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสง และการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อน ซึ่งที่ได้รับความนิยมและมีความสำคัญที่สุดก็คือ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

2.2.3 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสง

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสง อาศัยวิธีการที่เรียกว่า โฟโต้โวลทาอิค (photovoltaic หรือ solar photovoltaic) เป็นการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงโดยใช้

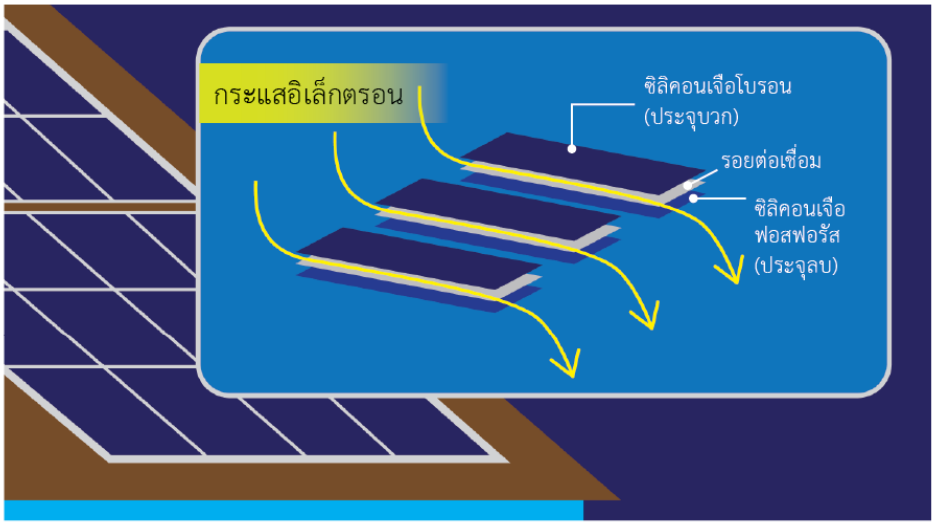
เซลล์แสงอาทิตย์ หรือโซล่าร์เซลล์ (solar cell หรือ photovoltaic cell) ซึ่งถูกผลิตครั้งแรกในปี ค.ศ. 1883 โดยชาร์ลส ฟริตส (Charles Fritts) ในตอนนั้นธาตุที่ใช้คือซีลีเนียม

2.2.4 องค์ประกอบสำคัญของการผลิตไฟฟ้าด้วยวิธีโฟโต้โวลทานิค คือ เซลล์แสงอาทิตย์ และโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์ มาจากภาษาอังกฤษว่า solar cell หรือ photovoltaic (PV) ที่มีที่มาจากคำว่า photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า คำว่า photovoltaic จึงสื่อความหมายถึงปรากฏการณ์ที่แสงตกกระทบวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง เซลล์แสงอาทิตย์ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon) แกลเลียมอาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide) อินเดียมฟอสไฟด์ (Indium Phosphide) แคดเมียมเทลเลอไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์อินเดียมไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือซิลิคอน เนื่องจากมีปริมาณมากที่สุด ราคาถูกที่สุด อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพสูง

2.2.5 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ ที่นิยมมากที่สุดเรียกว่า รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ อาทิ ซิลิคอน ซึ่งจะถูกนำไปผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์จนกระทั่งเป็นผลึก จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น เมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัสก็จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ) และเมื่อเติมสารเจือโบรอนก็จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก) ดังนั้น เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาประกบกันจะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้น โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน อาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความหนา 200 - 400 ไมครอน (0.2 - 0.4 มม.) ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะคล้ายก้างปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุด ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว

2.2.6 หลักการของการผลิตไฟฟ้าด้วยวิธีโฟโต้โวลทานิคก็คือ เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้น ได้แก่ อิเล็กตรอนและโฮล โครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์ เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนไปที่ขั้วลบ และพาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก (ปกติที่ฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพี ขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวก ส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น กระแสไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์นี้สามารถนำไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น ถ้าต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า

กระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป ต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นๆ ร่วมด้วย การทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ในโครงสร้างพีเอ็น)



รูปที่ 2.14 การทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ในโครงสร้างพีเอ็น)

2.2.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยวิธีโฟโต้โวลทาอิค

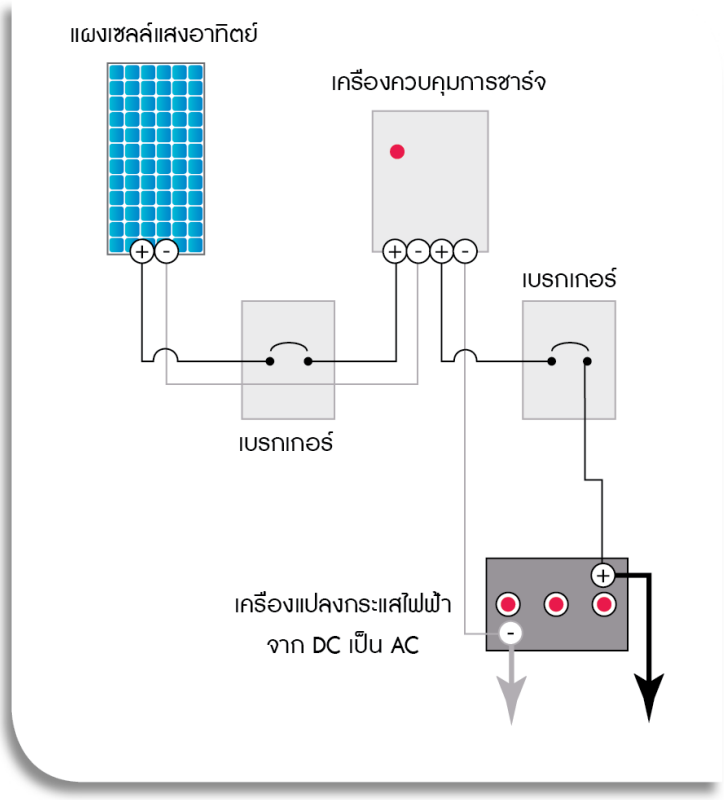
2.2.7.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (solar module) มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) วิธีการใช้คือนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาต่อกันเป็นแถวหรือเป็นชุด เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าตามที่ต้องการ การต่อกันแบบอนุกรมจะช่วยเพิ่มแรงดันไฟฟ้า ส่วนการต่อกันแบบขนานจะช่วยเพิ่มพลังงานไฟฟ้า

2.2.7.2 เครื่องควบคุมการชาร์จ (charge controller) เนื่องจากแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นขึ้นอยู่กับแสงซึ่งเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ การจะให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่แบตเตอรี่โดยตรงจึงจะทำให้การเก็บไฟฟ้าไว้ใช้ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ดังนั้นเครื่องควบคุมการชาร์จจะถูกนำเข้ามาช่วยเป็นตัวกลางคอยควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่ รวมทั้งการจ่ายไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ ให้มีปริมาณเหมาะสม ไม่ไหลย้อนกลับ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่และป้องกันความเสียหาย

2.2.7.3 แบตเตอรี่ (battery) ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้เวลาที่ต้องการ เช่น เวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เวลากลางคืน หรือนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆ แบตเตอรี่มีหลายชนิดและหลายขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม

2.2.7.4 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (inverter) ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้เป็นกระแสสลับ (AC) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งเป็นสองชนิด คือ sine wave inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับทุกชนิด และ modified sine wave inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ไม่มีส่วนประกอบของมอเตอร์ และหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เป็น electronic ballast

2.2.7.5 ระบบป้องกันฟ้าผ่า (lightning protection) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อฟ้าผ่า หรือเกิดการเหนี่ยวนำที่ทำให้ความต่างศักย์สูงเกินไป โดยทั่วไประบบป้องกันฟ้าผ่ามักใช้กับโครงการขนาดใหญ่และมีความสำคัญเท่านั้น และต้องใช้ร่วมกับระบบสายดินที่มีประสิทธิภาพด้วย



รูปที่ 2.15 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยวิธีโฟโต้โวลทาอิค

2.2.8 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อน

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อน (solar thermal electricity) มีลักษณะการทำงานคล้ายกับแว่นขยาย หลักการทำงานก็คือการใช้อุปกรณ์รับแสง เช่น กระจกหรือวัสดุสะท้อนแสง และหมุนตามดวงอาทิตย์ เพื่อรวบรวมความร้อนจากแสงอาทิตย์มาไว้ที่จุดเดียวกัน หรือที่เรียกว่าระบบความร้อนรวมศูนย์ (concentrated solar power หรือ CSP) ทำให้เกิดความร้อนสูง ส่งผ่านไปยังตัวกลาง เช่น น้ำ หรือน้ำมัน พลังงานความร้อนนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง หรือไม่ก็ถูกเก็บไว้ในสารเคมีบางอย่างที่สามารถเก็บความร้อนได้ เช่น สารละลายเกลือ (molten salt) ก่อนจะนำไปใช้ในการเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าอีกที

การผลิตไฟฟ้าพลังงานที่เกิดจากความร้อน สามารถแบ่งออกได้เป็นสามระบบหลักๆ ตามอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รวมศูนย์ความร้อน ได้แก่ ระบบรางพาราโบลิค (parabolic through) มีรางยาวโค้งมิติเดียวเป็นตัวรับแสง ติดตั้งอยู่บนระบบหมุนตามดวงอาทิตย์แกนเดียว ทำหน้าที่รวมแสงอาทิตย์ให้สะท้อนไปยังท่อที่ขนานกับแนวราง เพื่อถ่ายเทความร้อนให้ของเหลว (น้ำหรือน้ำมัน) ที่ไหลผ่านท่อ ทำให้ของเหลวนั้นกลายเป็นไอขับเคลื่อนกังหันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์ การผลิตไอน้ำจะใช้พลังงานสำรองอื่นเข้ามาช่วย เช่น พลังงานจากก๊าซธรรมชาติ

รูปที่ 2.16 การทำงานของระบบพาราโบลิค

ระบบหอคอย (power tower) มีตัวรับความร้อนที่ติดตั้งอยู่บนหอคอยที่ล้อมรอบด้วยแผงกระจกขนาดใหญ่จำนวนมาก เรียกว่า โฮลิโอสแตท (holiostat) ซึ่งจะหมุนตามดวงอาทิตย์และสะท้อนแสงไปยังตัวรับความร้อน เพื่อให้ของเหลวที่อยู่ภายในได้รับความร้อนจนระเหยเป็นไอขับเคลื่อนกังหันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ระบบนี้ยังอยู่ในขั้นตอนการวิจัยและกำลังจะนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ เช่น โรงไฟฟ้า Gemasolar ในเมืองเซวิลล์ ประเทศสเปน เป็นต้น

รูปที่ 2.17 การทำงานของระบบหอคอย 1

รูปที่ 2.18 การทำงานของระบบหอคอย 2

ระบบจานพาราโบลิค (parabolic dish) ประกอบด้วยจานรวมแสงแบบพาราโบลิคที่มีระบบขับเคลื่อนแบบสองแกนที่หมุนตามดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน ทำงานร่วมกับเครื่องยนต์สเตอร์ลิง (stirling engine) หลักการก็คือการเปลี่ยนความร้อนจากรังสีของดวงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานกลเพื่อนำไปผลิตไฟฟ้าโดยใช้ลูกสูบของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่ติดตั้งบนจุดโฟกัสของจานพาราโบลิค เมื่ออากาศภายในลูกสูบมีอุณหภูมิสูงขึ้นและขยายตัวจะทำให้เครื่องยนต์ทำงานอย่างต่อเนื่อง

รูปที่ 2.19 ระบบจานพาราโบลิค

2.2.9 พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการผลิตความร้อน

การผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ (solar heating) เป็นการนำความร้อนจากแสงแดดมาใช้ประโยชน์โดยตรง โดยอาศัยการรวมแสงไปที่จุดโฟกัสของภาชนะรูปพาราโบลิค ทำให้อุณหภูมิที่จุดนั้นสูงขึ้น ภาชนะรูปพาราโบลิคนี้จะใช้วัสดุสีดำและทาสีดำไว้บนท่อลำเลียง เพราะสีดำมีคุณสมบัติในการดูดซับแสงที่จะช่วยเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำ น้ำร้อนที่ได้จะถูกนำไปใช้ในระบบ ไม่ว่าจะเป็นการปรุงอาหาร ชำระล้าง หรือการทำน้ำอุ่น ตัวอย่างของการนำพลังงานความร้อนชนิดนี้มาประยุกต์ใช้ ได้แก่ เครื่องทำน้ำร้อน ตู้อบแห้ง การทำนาเกลือ บางประเทศมีการนำไปใช้กลั่นน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืดด้วย

รูปที่ 2.20 การผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์

2.2.10 ตัวอย่างของพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

ภาครัฐโดย กฟผ. เริ่มทดลองใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 ในระยะแรกเป็นโครงการต้นแบบขนาดเล็กเพื่อการผลิตไฟฟ้าให้กับชุมชนในพื้นที่ห่างไกล โดยอาศัยการนำเข้าเทคโนโลยีการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์จากต่างประเทศ อาทิ สถานีพลังงานแสงอาทิตย์สันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ กำลังผลิต 0.029 เมกะวัตต์ และโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ผาบ่อง จังหวัดแม่ฮ่องสอน กำลังผลิต 0.02 เมกะวัตต์ เป็นต้น

ปัจจุบันความก้าวหน้าของการผลิตและพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยอยู่ในภาคเอกชนเป็นสำคัญ โดยอาศัยการผลักดันและสนับสนุนจากภาครัฐในด้านต่างๆ โดยเฉพาะมาตรการด้านภาษีและการให้สิทธิประโยชน์ต่างๆ เพื่อสร้างแรงจูงใจในการลงทุน เช่น การยกเว้นภาษีนำเข้าวัตถุดิบผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ การสนับสนุนการกู้ยืมเงินทุนและเงินหมุนเวียนผ่านสถาบันการเงินหนึ่งในโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ของภาคเอกชน คือ “โรงไฟฟ้าลพบุรีโซล่าร์” ของบริษัทพัฒนาพลังงานธรรมชาติ จำกัด (Natural Energy Development Co., Ltd. หรือ NED) ตั้งอยู่ที่จังหวัดลพบุรี เปิดดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. 2554 มีการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เทคโนโลยีทินฟิล์ม (Amorphous Thin Film) ที่ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตชั้นนำของโลกกว่า 520,000 แผง เพื่อจะเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ระบบโฟโต้โวลทาอิคต้นแบบของประเทศ ในระยะที่หนึ่ง มีกำลังผลิตไฟฟ้ากระแสตรง 73 และกระแสสลับ 55 เมกะวัตต์ และระยะที่สองเพิ่มอีก 11 และ 8 เมกะวัตต์ รวมสองระยะจะผลิตไฟฟ้ากระแสตรงได้ 84 และกระแสสลับได้ 63 เมกะวัตต์

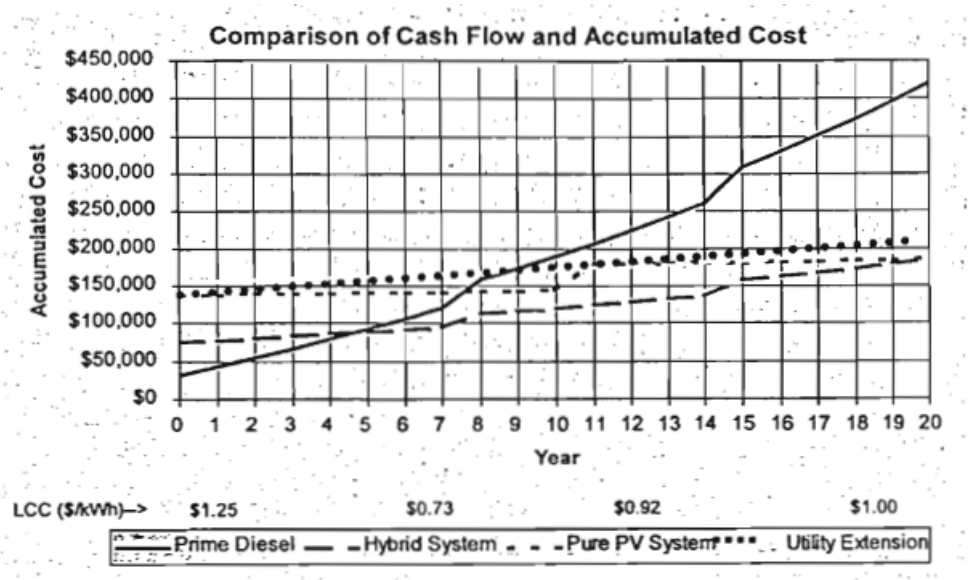
2.2.11 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์อื่นๆ ของภาคเอกชน

โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จังหวัดลำปาง (พ.ศ. 2551) โดยบริษัทอีเอโซล่าลำปาง จำกัด กำลังผลิต 128 เมกะวัตต์ โรงไฟฟ้าบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี (พ.ศ. 2555) กำลังผลิต 10 เมกะวัตต์ และโรงไฟฟ้า โคกสำโรง จังหวัดลพบุรี กำลังผลิต (พ.ศ. 2557) โดยบริษัทบ่อพลอยโซล่าร์ จำกัด บริษัทเจเคอาร์พลังงาน จำกัด และบริษัทอาร์พีวีพลังงาน จำกัด

รูปที่ 2.21 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของภาคเอกชน

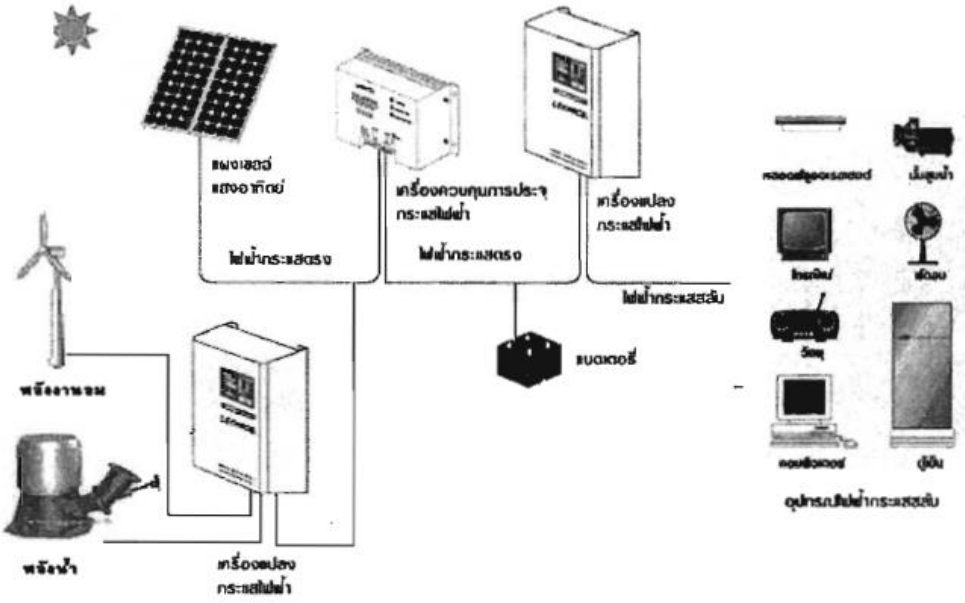
2.3 ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน (Hybrid System)

ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน คือ ระบบผลิตไฟฟ้าที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกันตั้งปต่สองชนิดขึ้นไป แหล่งกำเนิดไฟฟ้าเหล่านี้อาจได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังน้ำ พลังลม หรือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล/เบนซิล โดยมีแหล่งพลังงานหลักมาจากพลังงานหมุนเวียนอย่างน้อยหนึ่งชนิด การนำเอาแหล่งพลังงานทดแทนมาใช้เป็นแหล่งพลังงานเพื่อเป็นส่วนประกอบของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานทั่วไปจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของลักษณะภูมิประเทศและศักยภาพของแหล่งพลังงานทดแทน รวมทั้งความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์อีกด้วย



รูปที่ 2.22 กราฟแสดงการเปรียบเทียบมูลค่าการลงทุนและค่าการใช้จ่ายใช้งานสะสม

จากการศึกษาของ Eugene GAN (Gugene GAN, 1998) แสดงให้เห็นว่า เมื่อคิดอายุการใช้งานของระบบ 20 ปี ที่ภาระทางไฟฟ้าขนาดเดียวกันค่าใช้จ่ายในการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการขยายสายส่งกำลังไฟฟ้า หรือการใช้งานดีเซลเจนเนอเรเตอร์หรือระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว



รูปที่ 2.23 ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน

ปัจจุบันเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานได้ถูกนำมาใช้กับพื้นที่ชนบทห่างไกลหลายแห่งที่ยังไม่มีการใช้บริการไฟฟ้าทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยใช้แหล่งพลังงานทดแทนนำมาผลิตไฟฟ้า เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังลม พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังน้ำ หรือพลังน้ำร่วมกับพลังลม เป็นต้น ดังตัวอย่างตามตางรางที่ 2.1 และ 2.2

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานภายในประเทศไทย

สถานที่ติดตั้งระบบ/ หน่วยงานที่รับผิดชอบ	วัตถุประสงค์การใช้งาน	รายละเอียดระบบ	หมายเหตุ
1) คลองช่องกล่ำ ต.หนองน้ำใส อ.วัฒนานคร จ.สระแก้ว/ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	- เพื่อสาธิตการผลิตไฟฟ้าแบบไฮบริดระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก	- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 20 กิโลวัตต์ - ระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาด 20 กิโลวัตต์	- จ่ายไฟฟ้าเข้าสายส่งเมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2531
2) แหลมพรหมเทพ อ.เมือง จ.ภูเก็ต/ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต	- เพื่อสาธิตการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 8 กิโลวัตต์ - ระบบผลิตไฟฟ้าพลังลมขนาด 42 กิโลวัตต์	- จ่ายไฟฟ้าเข้าสายส่งเมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2533
3) อ.ท่าตะเกียบ จ.ฉะเชิงเทรา/ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	- เพื่อสาธิตการผลิตไฟฟ้าแบบไฮบริดจากพลังงานแสงอาทิตย์/ลม/พลังน้ำขนาดเล็ก/เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล - เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับสถานีวิจัยสัตว์ป่า	- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1.1 กิโลวัตต์ - ระบบผลิตไฟฟ้าพลังลมขนาด 0.8 กิโลวัตต์ - เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลขนาด 3 กิโลวัตต์	- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์/เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลเริ่มเดินระบบเมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2538 - เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังลมติดตั้งเมื่อ พ.ศ. 2539

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ตัวอย่างระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานภายในประเทศไทย

สถานที่ติดตั้งระบบ/ หน่วยงานที่รับผิดชอบ	วัตถุประสงค์การใช้งาน	รายละเอียดระบบ	หมายเหตุ
4) ต.เกาะกูด จ.ตราด/ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	- เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับ 250 หลังคาเรือน	- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 12 กิโลวัตต์ - เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ขนาด 2 x 56 กิโลวัตต์	- เริ่มเดินระบบเมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540
5) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จ.อุทัยธานี/ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	- เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับพื้นที่สำนักงานเขตรักษ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 10.5 กิโลวัตต์ - เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ขนาด 2x50 กิโลวัตต์	- เริ่มเดินระบบเมื่อ พ.ศ. 2543
6) อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จ.เลย/ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	- เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับศูนย์บริการนักท่องเที่ยว	- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 10.5 กิโลวัตต์ - ระบบผลิตไฟฟ้าพลังลม ขนาด 4.5 กิโลวัตต์ - เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ขนาด 2 x 50 กิโลวัตต์	- เริ่มเดินระบบเมื่อ พ.ศ. 2543
7) อุทยานแห่งชาติตะรุเตา จ.สตูล/ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	- เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับบริเวณที่ทำการอุทยาน	- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 10.5 กิโลวัตต์ - ระบบผลิตไฟฟ้าพลังลม ขนาด 4.5 กิโลวัตต์ - เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ขนาด 2 x 50 กิโลวัตต์	- เริ่มเดินระบบเมื่อ พ.ศ. 2543

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ตัวอย่างระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานภายในประเทศไทย

สถานที่ติดตั้งระบบ/ หน่วยงานที่รับผิดชอบ	วัตถุประสงค์การใช้งาน	รายละเอียดระบบ	หมายเหตุ
8) สวนพลังงาน มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก/ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมพลังงานแสงอาทิตย์	- เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับหมู่บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ในโครงการสวนพลังงาน	- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 2 กิโลวัตต์ - เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลเจนเนอเรเตอร์ขนาด 5 กิโลวัตต์	- เริ่มเดินระบบเมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2545

ที่มา : นิพนธ์ เกตุจ้อย, 2546

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานในต่างประเทศ

สถานที่ติดตั้งระบบ/ หน่วยงานที่รับผิดชอบ	วัตถุประสงค์การใช้งาน	รายละเอียดระบบ	หมายเหตุ
1) มองโกเลีย ประเทศจีน (Timer Gui, 2004)	- เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานภายในครัวเรือน เช่น โทรทัศน์ หลอดไฟ ตู้เย็น	- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานลมขนาด 0.3 กิโลวัตต์ - ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 0.1 - 0.2 กิโลวัตต์	- เริ่มเดินระบบเมื่อ ค.ศ. 1986
2) หมู่บ้าน Taratak ประเทศ อินโดนีเซีย (Riza Muhida etal, 2001)	- เพื่อใช้ภายในชุมชนสำหรับ ความต้องการพื้นฐาน เช่น ปั๊มน้ำสำหรับชุมชน โทรศัพท์ หลอดไฟ ตู้เย็น	- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาด 6.3 กิโลวัตต์ - ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 38 กิโลวัตต์	- เริ่มเดินระบบเมื่อ ค.ศ.1986

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) ตัวอย่างระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานในต่างประเทศ

สถานที่ติดตั้งระบบ/ หน่วยงานที่รับผิดชอบ	วัตถุประสงค์การใช้งาน	รายละเอียดระบบ	หมายเหตุ
3) เมือง Garoua ประเทศแคเมอรูน (E.M.Nfah, et al, 2008)	- เพื่อใช้ในธุรกิจประเภทโรงแรม	- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก 5 กิโลวัตต์ - ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 50 กิโลวัตต์	- เริ่มเดินระบบเมื่อ ค.ศ. 1999
4) ศาสนสถาน Simonos Petras ประเทศ Greece (Papakonstandis Spet)	- เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานภายในศาสนสถาน	- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก 33 กิโลวัตต์ - ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 45 กิโลวัตต์ - เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลเจนเนอเนเตอร์ขนาด 50 กิโลวัตต์	- เริ่มเดินระบบเมื่อ ค.ศ. 1999

2.4 โครงการพระราชดำริ

2.4.1 ระบบสูบน้ำด้วยไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบกระแสตรง พร้อมหอถังสูงโดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (สนับสนุนโดยกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน)

ระบบสูบน้ำด้วยไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบกระแสสลับพร้อมแบตเตอรี่ ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,500 วัตต์ จำนวน 1 ชุด เครื่องสูบน้ำมอเตอร์กระแสสลับขนาด 1 แรงม้า จำนวน 1 เครื่อง เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับขนาด 3 กิโลวัตต์ จำนวน 1 เครื่อง แบตเตอรี่ขนาด 130 แอมแปร์ชั่วโมง 12 โวลต์ จำนวน 20 ลูก อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ 1 ชุด ขนาด 30 แอมแปร์ 48 โวลต์ อาคารโรงคลุมอุปกรณ์ 1 หลัง และท่อส่งน้ำ 1 ชุด เครื่องสูบน้ำจะทำงานด้วยการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ถูกสะสมไว้ในแบตเตอรี่และจากเซลล์แสงอาทิตย์โดยผ่านเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าในช่วงกลางวัน หรือใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่สูบน้ำเมื่อต้องการ โดยสามารถสูบน้ำได้วันละประมาณ 45 ลูกบาศก์เมตร ที่ระยะหัวยกน้ำหนักรวม 12 เมตร และเป็นระบบที่ไม่มีหอถังสูบเก็บน้ำ เนื่องจากได้นำระบบแบตเตอรี่มาใช้เป็นอุปกรณ์สะสม

พลังงาน ทำให้ระบบนี้สามารถนำพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ได้ในช่วงเวลาที่ไม่มีความจำเป็นต้องใช้พลังงานเพื่อการสูบน้ำ เช่น ใช้กับแสงสว่าง โทรทัศน์ และอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับอื่นๆ ที่มีขนาดและระยะเวลาการใช้งานที่เหมาะสมกับพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่ ระบบดังกล่าวติดตั้งในพื้นที่แปลงเกษตรทฤษฎีใหม่

รูปที่ 2.24 ระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงทิตย์

ระบบสูบน้ำด้วยกังหันลม โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (สนับสนุนโดยกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน) และบริษัท อุสาพัฒนาเศรษฐกิจ จำกัด

2.4.2 ระบบสูบน้ำด้วยกังหันลม โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (สนับสนุนโดยกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน) และบริษัท อุสาพัฒนาเศรษฐกิจ จำกัด

จากข้อมูลลมบริเวณพื้นที่เขาหินซ้อน ความเร็วลมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง วันละประมาณ 13 ชั่วโมง ดังนั้น โครงการฯ จึงนำกังหันลมสูบน้ำจำนวน 3 ระบบ มาติดตั้งใน 3 พื้นที่คือ พื้นที่แปลงเกษตรบริเวณอ่างเก็บนำห้วยเจ๊ก ศูนย์ส่งเสริมพืชสวนบริเวณห้วยน้ำโจน และโครงการพืชอายุสั้นบริเวณห้วยน้ำโจน

ระบบที่นำมาใช้งานแต่ละระบบประกอบด้วยกังหันลม ระบบส่งกำลังแบบเฟือง ขนาดความสูง 18 เมตร ความกว้างของใบพัด 14 ฟุต จำนวนใบพัด 30 ใบ เครื่องสูบน้ำแบบลูกสูบ เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 นิ้ว ระยะชัก 7 นิ้ว หอถังเหล็กสูง 12 เมตร ความจุ 12 ลูกบาศก์เมตร ท่อส่งนำเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว และท่อดูดน้ำเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว กังหันลมจะเริ่มทำงานที่ความเร็วลมประมาณ 4 กิโลเมตรต่อชั่งโมง จะสูบน้ำไปเก็บไว้ในหอถังสูงที่ระยะหัวยกน้ำประมาณ 18 เมตร

โดยสูบน้ำได้วันละประมาณ 10 - 20 ลูกบาศก์เมตร ขึ้นอยู่กับความเร็วลม จากนั้นจึงปล่อยน้ำจากหอถังสูงผ่านระบบหัวฉีดย่อยหรือน้ำหยด ให้กับแปลงเกษตรกรรมต่อไป

รูปที่ 2.25 ระบบสูบน้ำด้วยกังหันลม

2.4.3 โครงการกังหันลมผลิตไฟฟ้าลำตะคอง

ระยะที่ 1

กฟผ. ได้ดำเนินการโครงการติดตั้งกังหันลมขนาด 1.25 เมกะวัตต์ จำนวน 2 เครื่อง เมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2551 และติดตั้งแล้วเสร็จพร้อมจ่ายไฟเชิงพาณิชย์เมื่อวันที่ 16 มีนาคม 2552 ทั้งนี้ใช้งบประมาณทั้งสิ้น 145 ล้านบาท ถือว่าเป็นแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้า โดยกังหันลมที่มีกำลังผลิตรวมมากที่สุดในประเทศไทย สามารถทดแทนการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ 0.82 ล้านลิตร/ปี และช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดภาวะโลกร้อนได้ประมาณ 2,011 ตัน/ปี

ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

เป็นแหล่งศึกษาข้อมูลด้านพลังงานทดแทนแก่นักศึกษาและผู้สนใจทั่วไปพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์เพราะนำพลังงานลมมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าตอบสนองนโยบายภาครัฐ

โดยนำพลังงานหมุนเวียนที่มีอยู่ในประเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดขยายการพัฒนาไฟฟ้าไปสู่ชนบทได้อย่างทั่วถึง

ระยะที่ 2

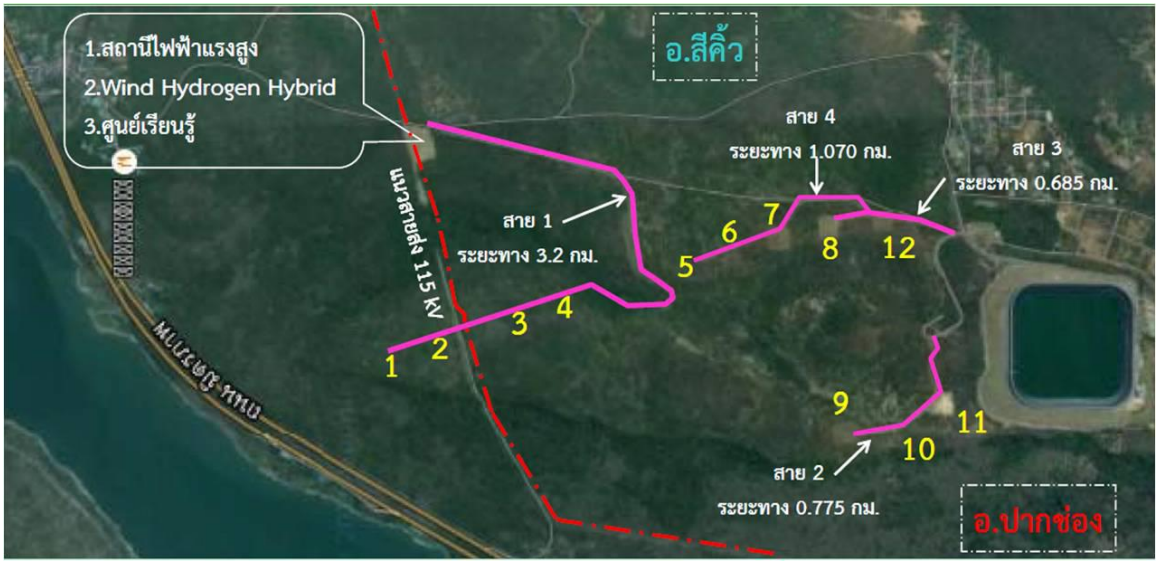
ความเป็นมาและวัตถุประสงค์

ตามที่กระทรวงพลังงานได้มียุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานทดแทน พ.ศ.2551 - 2565 โดยในส่วนของการผลิตไฟฟ้า ได้มีเป้าหมายที่จะให้มีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนชนิดต่างๆ ดังเช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังน้ำขนาดเล็ก พลังงานชีวมวล เป็นต้นนั้น ในส่วนของ กฟผ. หลังจากที่ดำเนินการก่อสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1,250 กิโลวัตต์ จำนวน 2 ชุด บริเวณรอบอ่างพักน้ำตอนบนของโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เริ่มจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 ได้พบว่า โครงการดังกล่าวสามารถผลิตไฟฟ้าได้เป็นไปตามเป้าหมาย ทั้งนี้ ในบริเวณพื้นที่ทิศเหนือของที่ตั้งกังหันลมปัจจุบันก็เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพลมสูงเช่นกัน ดังนั้น เพื่อสนับสนุนยุทธศาสตร์ของกระทรวงพลังงาน จึงขอเสนอโครงการกังหันลมผลิตไฟฟ้าลำตะคอง ระยะที่ 2

รูปที่ 2.26 ภาพจำลองบริเวณ Substation

สถานที่ตั้งโครงการ

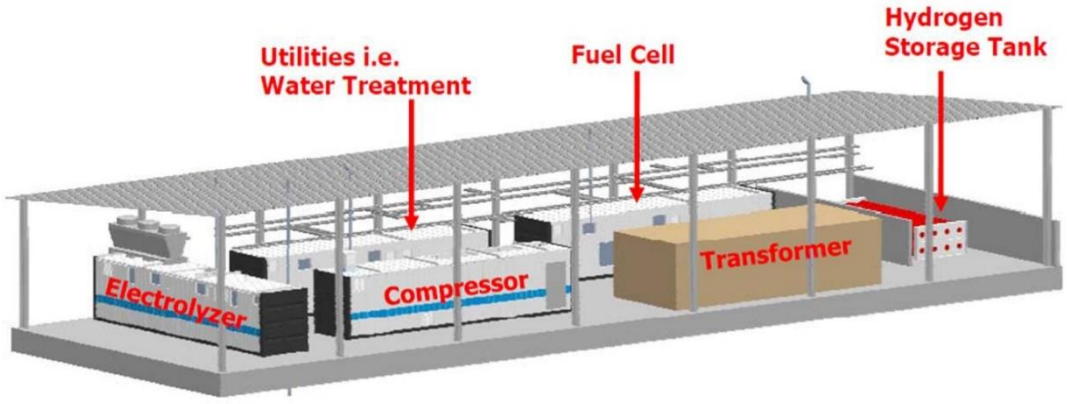
จากการศึกษาศักยภาพพลังงานลม พบว่า บริเวณที่มีความเหมาะสมคือบริเวณสันเขาบ้านเขายายเที่ยงเหนือ อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา บริเวณทิศเหนือของอ่างพักน้ำตอนบนโรงไฟฟ้าลำตะคอง ทั้งนี้ บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1B



รูปที่ 2.27 สถานที่ศึกษาศักยภาพพลังงานลม

หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหัน พลังงานจลน์ที่เกิดจากลมจะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุนและได้เป็น “พลังงานกล” ออกมา พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็น “พลังงานไฟฟ้า” โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลมจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเร็วของลม ความยาวของใบพัด และสถานที่ติดตั้งกังหันลม



รูปที่ 2.28 หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ระบบพัฒนาเสถียรภาพในการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม (Wind Hydrogen Hybrid)

ระบบ Wind Hydrogen Hybrid จะใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากกังหันลม มาแยกก๊าซไฮโดรเจนออกจากน้ำโดยผ่านกระบวนการ Electrolysis และอัดก๊าซไฮโดรเจนเก็บไว้ในถังความดัน สำหรับใช้ในการผลิตไฟฟ้าได้ 300 kW ผ่าน Fuel Cell ระบบดังกล่าวสามารถใช้ทำ Balancing คือการเก็บไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อย เช่น ช่วงเวลากลางคืน แล้วมาจ่ายไฟฟ้าในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้ามากใน ช่วงกลางวัน พร้อมทั้งได้จ่ายไฟฟ้าให้กับอาคารศูนย์เรียนรู้ด้านพลังงานซึ่งอยู่ในบริเวณเดียวกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

โครงการกังหันลมผลิตไฟฟ้าลำตะคองระยะที่ 2 ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ปีละประมาณ 37.8 ล้านหน่วย/ปี สามารถผลิตไฟฟ้าได้ปีละประมาณ 37.8 ล้านหน่วย ซึ่งสามารถทดแทนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง ประมาณ 9.1 ล้านลิตร/ปี และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการผลิตไฟฟ้า ได้ประมาณ 22,000 ตัน/ปี นอกจากนั้นโครงการดังกล่าว เป็นโครงการที่ กฟผ. จะดำเนินการพัฒนาเป็นโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด ((Clean Development Mechanism : CDM) เป็นโครงการนำร่องต้นแบบสำหรับทุ่งกังหันลมขนาดใหญ่

ระบบส่งไฟฟ้า

โครงการกังหันลมผลิตไฟฟ้าลำตะคอง ระยะที่ 2 มีความสะดวกในการเชื่อมโยงระบบส่งไฟฟ้า เนื่องจากมีแนวสายส่ง 115 เควี พาดผ่าน โดย กฟผ. จะตัดสายส่ง 115 เควี ปากช่อง - สีคิ้ว จำนวน 1 วงจร ลงที่สถานีไฟฟ้าแรงสูง 115 เควี แห่งใหม่ ด้วยเสาไฟฟ้าวงจรคู่ ระยะทางประมาณ 1 กิโลเมตร และติดตั้งหม้อแปลง 115/22 เควี ขนาด 25 เอ็มวีเอ จำนวน 1 ชุด พร้อมก่อสร้าง Collector System Station และเชื่อมโยงกับกังหันลมแต่ละต้นด้วยสายส่ง 22 เควี แบบฝังใต้ดิน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมมีการศึกษาวิจัยอย่างกว้างขวางทั่วโลกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปยุโรป ในขณะเดียวกันประเทศไทยก็ได้มีการวิจัยและสร้าง ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานลมเช่นเดียวกันแต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายเท่าที่ควร อาทิเช่น Waewsak, et al. (2007) ได้ทำการประเมินศักยภาพและจัดทำแผนที่พลังงานลมเบื้องต้นตาม แนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทยเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งใช้ข้อมูลจากสถานี

อุตุนิยมวิทยา 14 แห่ง ในระหว่างปี พ.ศ. 2538 - 2547 โดยทำการประเมินอัตราเร็วลมที่ระดับความสูง 40 - 50 เมตร ด้วยกฎของลอการิธึม พบว่า อัตราเร็วสูงสุดที่ระดับความสูง 40 และ 50 เมตร อยู่ในช่วง 4-5 และ 5-7 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยลมมรสุมที่ผัดผ่านประเทศไทยมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วลมทั้งใน เชิงพื้นที่และเชิงเวลา

Mabel and Fernandez (2008) ได้ศึกษาแนวโน้มการใช้พลังงานลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในประเทศอินเดีย พบว่า เทคโนโลยีพลังงานลมได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วมากเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนอื่นๆ โดยในปัจจุบันประเทศอินเดียมีการใช้พลังงานลมผลิตไฟฟ้ามากเป็นอันดับ 4 ของโลก เท่ากับ 6,018 MW รองจากประเทศเยอรมัน สเปน และสหรัฐอเมริกา ที่มีการนำพลังงานลมมาใช้ผลิต กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 19,540, 11,340 และ 10,640 MW ตามลำดับ โดยประเทศอินเดียนั้นมีการใช้ พลังงานลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระดับความสูง 50 m ทั้งหมด 221 แห่ง ในจำนวนนี้ร้อยละ 95.5 เป็นการลงทุนของภาคเอกชน และคาดว่าจะมีปริมาณเท่ากับ 10 GW ในปี ค.ศ. 2012 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 50 ของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ผลิตได้ทั่งประเทศ และคาดว่าจะมีการพัฒนาอย่างเต็มที่ในปี ค.ศ. 2026 - 2030

กองพัฒนาระบบไฟฟ้า (2545) ได้ศึกษาศักยภาพและจัดทำแผนที่ทรัพยากรลมในพื้นที่ชายฝั่ง ทะเลภาคใต้ของประเทศไทย ที่ระดับความสูง 20, 30 และ 40 m ในปี พ.ศ. 2544 พบว่าที่แหลม ตะลุมพุก แหลมปะการัง อ.สทิงพระ จ.สงขลา และบ้านราไวเหนือ มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 4.0, 3.8, 3.9 และ 3.5 m/s ตามลำดับ ซึ่งเท่ากับการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งปีได้ 506, 650, 502,580, 539,168 และ 407,070 kW-h และการจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทยที่ประกอบด้วยข้อมูลลม ผิวดิน ลมในทะเล และลมชายฝั่ง จากทุ่นลอย ประภาคาร สถานีขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ เรือเดินทะเล และดาวเทียม พบว่า ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทยเฉลี่ยทั้งปีอยู่ในระดับ 3 คือ มีความเร็วลม ตั้งแต่ 6.4 m/s ขึ้นไป ที่ความสูง 50 m ซึ่งอยู่บริเวณชายฝั่งในภาคใต้ของไทยตั้งแต่ จ.นครศรีธรรมราช จ.สงขลา จ.ปัตตานี และที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จ.เชียงใหม่ รองลงมา มีความเร็วลม 4.4 m/s ที่ภาคใต้ตอนบนบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตก ตั้งอยู่ จ.เพชรบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์ จ.ชุมพร และ จ.สุราษฎรธานี รวมทั่งบริเวณเทือกเขาในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ จ.เชียงใหม่ จ.เพชรบูรณ์ และ จ.เลย ในขณะที่แผนที่ศักยภาพพลังงานลมได้บรรจุและเผยแพร่ลงในอินเทอร์เน็ตของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

ศศิอนงค์ (2551) ได้เสนอบทความเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของพลังงานลม ความเป็นไปได้ของ การใช้พลังงานลมในเขตการใช้งานของการไฟฟ้านครหลวง และผลงานวิจัยในการพัฒนาเทคโนโลยีที่ เกี่ยวกับพลังงานลม ซึ่งจากการศึกษาความเป็นไปได้ของการนำพลังงานลมมาใช้งานในการไฟฟ้านคร หลวงด้วยข้อมูลปัจจุบันพบว่ายังไม่เหมาะสมนักเนื่องจากความเร็วลมเฉลี่ยของเขตกรุงเทพฯ ยังอาจไม่ เพียงพอที่จะนำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้า อย่างไรก็ตามพื้นที่บางแห่งในเขตพื้นที่ของการไฟฟ้านครหลวง อาจมีความเหมาะสมในการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลม เช่น พื้นที่เขตใกล้ชายฝั่งทะเลหรือที่ยอด อาคารสูง ซึ่งในอนาคตควรมีการศึกษาในเรื่องของ “Wind survey” เพิ่มเติมอีกทั้งควรมีการติดตาม เทคโนโลยีทางด้านกังหันลมที่ใช้ในพื้นที่เขตความเร็วลมต่ำ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในเขตพื้นที่การไฟฟ้า นครหลวงต่อไปหากมีความเป็นไปได้ทั้งทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อแหล่งเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ประยุกต์นำไปใช้ประโยชน์ในด้านงานการเกษตรกรในครัวเรือน

3.1 เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์

3.1.1 ชุดกังหันลมร่วมกับแผงโซล่าเซลล์

3.1.2 เครื่องควบคุมชาร์จเจอร์กังหันลม

3.1.3 เครื่องควบคุมการชาร์จแบบไฮบริด

3.1.4 แบตเตอรี่

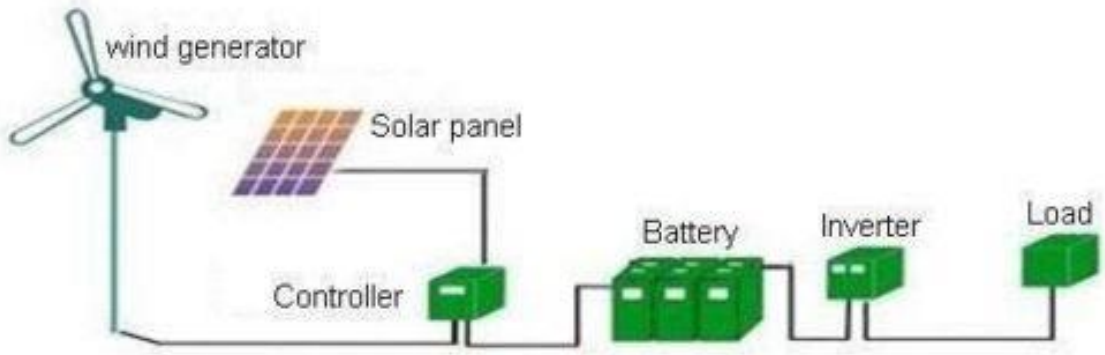
3.2 การศึกษาข้อมูล

3.2.1 ศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับ ภูมิปัญญาท้องถิ่นความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในครัวเรือนสำหรับชีวิตประจำวันของประชากรในบริเวณหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งพบว่าบริเวณชุมชนไฟฟ้าไม่สามารถเข้าถึงบริเวณได้ซึ่งเป็นขอบเขตการปกครองของทหาร

3.2.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะพื้นฐานทางด้านบุคคล ปัจจัยความต้องการไฟฟ้าเพื่อดำเนินชีวิตประจำวันของประชากรในบริเวณหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีการใช้ไฟฟ้าในรูปแบบเชื้อเพลิง อาทิเช่น มีเครื่องปั่นไฟใช้ในครัวเรือนและใช้ในด้านเกษตรกร

3.3 การพัฒนาชุดต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์

3.3.1 ออกแบบและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์

การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ ได้นำกังหันลมและโซล่าเซลล์ต่อที่เข้าเครื่องควบคุมการชาร์จแบบไฮบริด จากนั้นพลังงานไฟฟ้ารูปแบบกระแสตรงจะบรรจุเข้าที่แบตเตอรี่ ผู้ใช้สามารถนำแบตเตอรี่ไปใช้งานได้ทั้งไฟในครัวเรือนและปั๊มน้ำให้กับเกษตรกร

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์

3.3.2.1 ชุดใบพัดและชุดหาง

รูปที่ 3.2 ชุดใบพัดและชุดหาง

ชุดใบพัดและชุดหาง เสือควบคุมทิศทางตามทิศทางลมที่พัดผ่านเพื่อให้ใบพัดหมุนต่อเนื่องตามความเร็วลม ที่พัดผ่านในแต่ละช่วงเวลา กำลังไฟ 400 วัตต์ แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด DC 12 -24 V แรงดันไฟฟ้าบริการ DC 12 – 24 V ความเร็วลมที่ตัดได้ 2.5 เมตร/วินาที ความเร็วลมสูงสุด 10.5 m/s ความเร็วลมสูงสุด 35 m/s และความเร็วในการหมุนสูงสุด 800 r/นาที

3.3.2.2 ชุดใบพัดกังหันลม แบบ 3 ใบ

รูปที่ 3.3 ใบพัดกังหันลม แบบ 3 ใบ

รูปที่ 3.4 ชุดกังหันลมประกอบเรียบร้อย

ปริมาณใบพัดลม 3 ใบพัด วัสดุที่ใช้เป็นวัสดุจากเส้นใยคาร์บอนไฟเบอร์ เส้นผ่าศูนย์กลางโรเตอร์ 1.2 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของทาวเวอร์มากกว่า 80 มม. สามารถตั้งบนเสาด้วยความสูง 4.5 เมตร - 10 เมตร พัดลมมีน้ำหนัก 8 กิโลกรัม เส้นผ่าศูนย์กลางโพลมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 7.4 ซม. น้ำหนักบรรจุ 687 มม./ 365 มม./ 210 มม.

3.3.2.3 แผงโซลล่าเซลล์ ขนาด 100 วัตต์

รูปที่ 3.5 แผงโซล่าเซลล์ ขนาด 100 วัตต์

3.3.2.4 เครื่องควบคุมการชาร์จแบบไฮบริด

รูปที่ 3.6 เครื่องควบคุมการชาร์จแบบไฮบริด

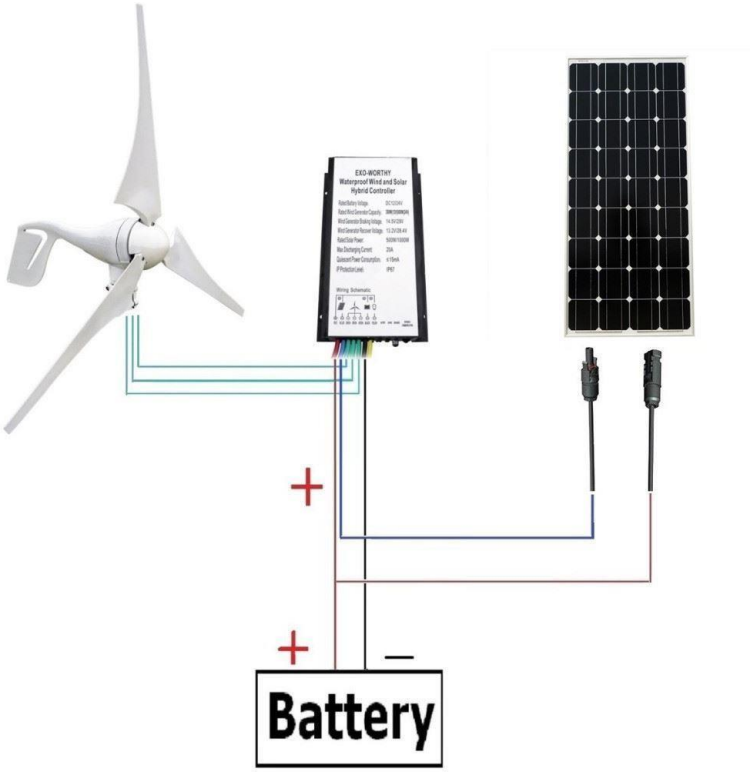
เครื่องควบคุมการชาร์จแบบไฮบริด รุ่น FWS 03/ 06 - 12/ 24 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดโดยแบตเตอรี่ DC 12 V/ 24 V กำลังรับแรงหมุนกังหัน 400 W/ 800 W แรงดันเบรค 14.5 V/ 29V แรงดันไฟฟ้ากังหัน 13.2 V/ 26.4 V กำลัง 500 วัตต์/ 1000 วัตต์ ด้วยกระแส 20A การป้องกันแบตเตอรี่เกินพิกัด 16.5 V/ 33V (ปิดเครื่องโหลด) แบตเตอรี่ 10.7 V/ 21.4 V (ปิดเครื่องโหลด) Battery Discharge Recovery Protection 12 V/ 25 V (เอาต์พุตการส่งไฟ) กำลังไฟฟ้าสถิตย์ 15 mA อุณหภูมิในการทำงาน -35 ~ + 75 ขนาดคอนโทรลเลอร์ 150 * 87 * 28 มม. (5.9" x 3.4" x 1.1")

3.3.2.5 แบตเตอรี่โซล่าเซลล์

รูปที่ 3.7 แบตเตอรี่โซล่าเซลล์

แบตเตอรี่ โซล่าเซลล์ GLOBATT DEEP CYCLE 12V 45A สำหรับเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ระดับพลีเมี่ยม ผ่านกระบวนการผลิตมาตรฐานประเทศเยอรมันนี สามารถจ่ายพลังงานปริมาณน้อยได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ออกแบบให้มีเทคโนโลยี Magic eye สามารถตรวจสอบสภาพการใช้งานแบตเตอรี่ได้แม้ขณะการใช้งาน และสามารถยืดอายุของแบตเตอรี่ให้ยาวนานยิ่งขึ้น

3.3.2.6 วงจรระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 3.8 วงจรระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์

การทำงานของวงจรระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์นั้น โดยมีกังหันลมและแผงโซล่าเซลล์เป็นอินพุตเพื่อส่งให้เครื่องควบคุมชาร์จเจอร์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าและส่งออกไปยังแบตเตอรี่

3.3.2.7 ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ประกอบเสร็จสิ้นและติดตั้งการบริเวณพื้นที่บริเวณหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เรียบร้อย ซึ่งปัจจุบันได้นำไปใช้งานเรื่องระบบส่องสว่างและปั้มน้ำในการเกษตร ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ประกอบเสร็จสิ้น

3.3 การวิเคราะห์และสรุปผล

1) วิเคราะห์ผลการทดลองในประเด็นต่างๆ ได้แก่ ผลของความเร็วลมต่อกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้ โดยวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R2) ค่าทางสถิติด้วยค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2) วิเคราะห์และสรุปความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าพลังงาน ลมความเร็วรอบต่ำอย่างง่ายที่พัฒนาขึ้น

3) วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนและเพื่อการนำไปใช้งานจริงในชุมชนของพื้นที่หมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

3.4 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ได้พิจารณาค่าทางสถิติ 2 ค่า คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Average value, $\bar{X}$) ดังนี้

3.3.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คือ ค่ากลางหรือเป็นตัวแทนของข้อมูลที่ดีที่สุด เป็นค่าที่ไม่เอนเอียง มีความคงเส้นคงวา มีความแปรปรวนต่ำที่สุด และเป็นค่าที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตมีข้อจำกัดในการใช้ กล่าวคือ ถ้าข้อมูลมีการกระจายมากหรือข้อมูลบางตัวมีค่ามากหรือน้อยจนผิดปกติ หรือข้อมูลมีการเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะไม่สามารถเป็นค่ากลางหรือเป็นตัวแทนที่ดีของข้อมูลได้ ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\bar{x} = \sum_{i=0}^{n} Xi$$

เมื่อ	$\bar{X}$	คือ	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	X	คือ	ข้อมูลการทดลอง
	n	คือ	จำนวนข้อมูลที่ทดลอง
	i	คือ	จำนวนเต็มใดๆ เท่ากับ 1,2,3, …

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่ การสร้างและติดตั้งเสา การประกอบชุดกำเนิดไฟฟ้า หางเสือและใบพัด การทดสอบชุดกำเนิดไฟฟ้าที่ความเร็วต่างๆ และการทดสอบผลิตไฟฟ้ารูปแบบกระแสตรงเพื่อใช้ในครัวเรือนและใช้กับเกษตรกร(ปั๊มน้ำ)

4.1 ผลการสร้างและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์

รูปที่ 4.1 ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งสำเร็จ

เสากังหันลมท่าจากเหล็กฉากเชื่อมต่อเป็นโครงสี่เหลี่ยมด้านเท่าขนาดความกว้างด้านละ 26 เซนติเมตร ความสูงถึงปลายชุดกังหันลมเท่ากับ 20 เมตร ติดตั้งบนฐานที่ท่าจากปูนซีเมนต์ ความกว้างด้านละ 0.8 เมตร ลึก 1.2 เมตร (ภาพที่ 4.1) แล้วยึดด้วยลวดสลิงทั้ง 4 ด้าน ซึ่งเชื่อมต่อเข้ากับสมอบกบนฐานตอหม้อ ขนาดเดียวกันกับฐานเสาจากนั้นนำดินกลับทับด้านบน

4.2 ผลการทดลองระบบกำเนิดไฟฟ้าความเร็วลมต่างๆ

การทดลองระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ ทำได้โดยนำระบบกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลม ไปติดตั้งบนเสาที่ระดับความสูงประมาณ 20 เมตร หมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ วันที่ 15 – 20 ธันวาคม พ.ศ.2560 เวลา 15.00 – 18.00 น. โดยบันทึกค่าความเร็วลม ความเร็วรอบของมอเตอร์ ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 30 นาที จำนวน 3 ครั้ง แล้วค่านวณค่าเฉลี่ย ซึ่งพบว่า ทันทีที่มีลมมากระทบใบพัดที่สร้างจากเส้นใยคาร์บอนไฟเบอร์ ส่งผลให้มอเตอร์หมุนแล้วผลิตไฟฟ้าออกมา โดยการทดสอบนั้นความเร็วลมเฉลี่ย จะเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 10.5 m/s ความเร็วลมสูงสุด 35 m/s ทำให้ความเร็วรอบของมอเตอร์กำเนิดไฟฟ้า

4.3 ผลการทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์

เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์แล้วเสร็จ จึงดำเนินการทดสอบผลิตไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น หมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ วันที่ 5 - 10 มกราคม พ.ศ.2561 ช่วงเวลา 15.00 – 17.00 น.

รูปที่ 4.2 การทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์

การทดสอบชุดกังหันลมที่มีใบพัดจำนวน 3 ใบ ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ ทำงานต่อเนื่องกันเป็นเวลา 30 นาที จำนวน 3 ครั้ง แล้วค่านวณค่าเฉลี่ย พบว่า เมื่อใช้ใบพัดกังหันลมจำนวน 3 ใบ ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ จะได้ความความเร็วรอบของมอเตอร์ ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเฉลี่ย

เท่ากับ 105.6 rpm, 42.2 V และ 15.4 mA ตามลำดับ ที่ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 m/s (จะได้ความความเร็วรอบของมอเตอร์ ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 104.9 rpm, 40.3 V และ 14.8 mA ตามล่าดับ ที่ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 m/s เชื่อมต่อกันกับระบบควบคุมการชาร์จ(Control Charger) ในตัวเดียวกัน ของระบบไฟฟ้าจากกังหันลมกับเซลล์แสงอาทิตย์สู่แบตเตอรี่ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อเก็บกระแสไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้งานตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งคอนโทรลชาร์จเจอร์มีหลักการทำงานหรือหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้า เมื่อแรงดันของแบตเตอรี่อยู่ในระดับแรงดันต่ำ และจะทำการติดระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อไปประจุให้กับแบตเตอรี่เมื่อแรงดันของแบตเตอรี่อยู่ในระดับที่แรงดันสูงตามที่กำหนดไว้ เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าสูงเกิน (Over Charge) เพื่อไม่ให้แบตเตอรี่เกิดความเสียหาย ซึ่งสามารถทำงานร่วมกันได้ระหว่างชุดกังหันลมกับเซลล์แสงอาทิตย์ได้

4.4 ผลการทดสอบด้านประหยัดพลังงาน

การทดสอบระบบวงจรผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับใช้ในการเกษตร เพื่อหาประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน การหาผลลัพธ์ทำได้โดยการเปรียบเทียบ และบันทึกผลการทดสอบตามชั่วโมงที่กำหนดตามเวลาดังตารางที่ 4.1 ได้คำนวณการใช้ปั๊มน้ำกระแสตรงด้วยระบบวงจรผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อใช้ในการสูบน้ำในงานการเกษตรเพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายให้กับเกษตรกรและบริเวณที่ไม่มีไฟฟ้า

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของปั๊มน้ำเพื่อสูบน้ำในงานเกษตร

การทดสอบ	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	จำนวนน้ำ (ลิตร)	เปรียบเทียบประหยัดค่าใช้จ่ายตามจริง (บาท)
ครั้งที่ 1	20 ชั่วโมง	296,000	7.73
ครั้งที่ 2	48 ชั่วโมง	710,400	18.55
ครั้งที่ 3	60 ชั่วโมง	888,000	23.18
ครั้งที่ 4	72 ชั่วโมง	1,065,600	27.83
ครั้งที่ 5	120 ชั่วโมง	1,776,000	46.37

จากตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบตารางการใช้จ่ายของปั๊มน้ำเพื่อสูบน้ำในงานเกษตร โดยมีการทดสอบการสูบน้ำด้วยปั๊มน้ำกระแสตรง ซึ่งปั๊มน้ำชนิดที่ทำการทดลองเป็นปั๊มน้ำกระแสตรงที่เหมาะกับการสูบน้ำในงานด้านการเกษตร การทดสอบได้ทำการทดสอบจำนวน 5 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ทดสอบจำนวน 20 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 296,000 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 7.73 บาท ครั้งที่ 2 ทดสอบจำนวน 48 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 710,400 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 18.55 บาท ครั้งที่ 3 ทดสอบจำนวน 60 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 888,000 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 23.18 บาท ครั้งที่ 4 ทดสอบจำนวน 72 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 1,065,600 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 27.37 บาทและครั้งที่ 5 ทดสอบจำนวน 120 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 1,776,000 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 46.37 บาท

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

1) การพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน เมื่อใช้ใบพัดกังหันลมจำนวน 3 ใบ ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 100 วัตต์ ความความเร็วรอบของมอเตอร์ ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 105.6 rpm, 42.2 V และ 15.4 mA ตามลำดับ ที่ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 m/s ทั้งนี้กังหันลมที่ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ใช้ใบพัดจำนวน 3 ใบ มีความเหมาะ จึงควรส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ประชาชนและผู้สนใจติดตั้งชุดระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าในระดับครัวเรือน

2) การหาประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบ และบันทึกผลการทดสอบตามชั่วโมงที่กำหนดตามเวลาการใช้ปั๊มน้ำเพื่อสูบน้ำในงานเกษตร โดยมีการทดสอบการสูบน้ำด้วยปั๊มน้ำกระแสตรง ซึ่งปั๊มน้ำชนิดที่ทำการทดลองเป็นปั๊มน้ำกระแสตรงที่เหมาะกับการสูบน้ำในงานด้านการเกษตร การทดสอบได้ทำการทดสอบจำนวน 5 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ทดสอบจำนวน 20 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 296,000 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 7.73 บาท ครั้งที่ 2 ทดสอบจำนวน 48 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 710,400 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 18.55 บาท ครั้งที่ 3 ทดสอบจำนวน 60 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 888,000 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 23.18 บาท ครั้งที่ 4 ทดสอบจำนวน 72 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 1,065,600

ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 27.37 บาทและ ครั้งที่ 5 ทดสอบจำนวน 120 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 1,776,000 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 46.37 บาท

5.2 อภิปรายผล

จากผลการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน เมื่อใช้ใบพัดกังหันลมจำนวน 3 ใบ ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 100 วัตต์ ความความเร็วรอบของมอเตอร์ ความต่างศักย์และ กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 105.6 rpm, 42.2 V และ 15.4 mA ตามลำดับ ที่ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 m/s ทั้งนี้กังหันลมที่ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ใช้ใบพัดจำนวน 3 ใบ มีความเหมาะ จึงควรส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ประชาชนและผู้สนใจติดตั้งชุดระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ ผลิตไฟฟ้าในระดับครัวเรือน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ประชาชนอาศัยอยู่บริเวณที่ไม่มีไฟฟ้า การทำงานของระบบผสมผสานนั้น เมื่อพื้นที่ดังกล่าวบางช่วงเวลาไม่มีลมที่จุดนั้น ก็สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ได้ โดยวางเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ตรงจุดรับแสงอาทิตย์ในที่โล่ง โดยระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

จากการทดสอบประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงานใช้งานด้านการเกษตร โดยการเปรียบเทียบ การบันทึกผลการทดสอบตามเวลาชั่วโมงที่กำหนด การใช้ปั๊มน้ำเพื่อสูบน้ำในงานเกษตร และการคิดคำนวณจากค่าใช้จ่ายของปั๊มน้ำเพื่อสูบน้ำในงานเกษตร มีการทดสอบการสูบน้ำด้วยปั๊มน้ำกระแสตรง ที่เหมาะสำหรับการสูบน้ำเกี่ยวกับงานด้านเกษตร ได้ทำการทดสอบ 5 ครั้ง ผลการทดสอบ คือ ครั้งที่ 1 ทดสอบจำนวน 20 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 296,000 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 7.73 บาท ครั้งที่ 2 ทดสอบจำนวน 48 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 710,400 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 18.55 บาท ครั้งที่ 3 ทดสอบจำนวน 60 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 888,000 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 23.18 บาท ครั้งที่ 4 ทดสอบจำนวน 72 ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 1,065,600 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 27.37 บาทและ ครั้งที่ 5 ทดสอบจำนวน 120ชั่วโมง สูบน้ำได้จำนวน 1,776,000 ลิตร ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 46.37 บาท จะเห็นได้ว่าในการทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวนน้ำที่สูบได้ในแต่ละครั้งนั้น เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายให้กับเกษตรกรและบริเวณที่ไม่มีไฟฟ้า

5.3 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาพลังงานทดแทนบริเวณหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ จะเกิดขึ้นและประสบความสำเร็จได้ต้องให้ชุมชนมีส่วนร่วม ทั้งการรับรู้ การร่วมวางแผน การใช้ประโยชน์และบำรุงรักษา การเป็นเจ้าของหรือร่วมลงทุน และการร่วมขยายผลและต่อยอด เนื่องจากชุมชนเป็นกลไกสำคัญในการถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานทางเลือกไปประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวัน

5.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

5.4.1 ประชากรได้รู้จักการนำพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนตามแนวพระราชดำริ มาผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อครัวเรือนและเพื่อใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างพอเพียง

5.4.2 ประชากรได้รับความรู้จากการสืบสานตามแนวพระราชดำริเพื่อชีวิตที่ยั่งยืน สามารถนำความรู้ที่ได้รับนำมาประยุกต์ในการดำเนินชีวิตประจำวันในการพลังงานไฟฟ้าจากธรรมชาติ

5.4.3 ผู้วิจัยพัฒนาศักยภาพในพื้นที่วิจัยให้ประชากรในหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสลียงแห้ง 1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับความรู้และสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนนำไปใช้ได้จริงตามแนวพระราชดำริ

5.4.4 ได้รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของงานวิจัยนี้ หลังจากการเผยแพร่จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน นักศึกษา นักวิจัย และผู้สนใจทั่วไป

บรรณานุกรม

จารณัย พณิชยกุล. **พลังงาน**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2546.

นิตยา ไชยคำวัง. **พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 2552.

ปรีชา อมาตยกุล. **พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานทดแทนวันนี้**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2549.

พรจิต ประทุมวรรณ. **เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ใช้งานอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์, 2536.

มงคล ทองสงคราม. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า 2 (ELECTRICAL CIRCUIT 2)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : รามาการพิมพ์. 2553.

ลือชัย ทองนิล. **การออกแบบและการติดตั้งระบบไฟฟ้า**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ส.ส.ท). 2556.

สมคิด วิริยประสิทธิ์ชัย และอรรถพล มณีโชติ. **การสร้างโครงงานอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2544.

สุภาเพ็ญ จริยะเศรษฐ์. **ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการวิจัย**. กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี, 2542.

สุวรรณ บุญทิพย์. **ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : ประชาชน, 2542.

เทคโนโลยีชาวบ้าน. ภูมิปัญญาไทยพลังงานทดแทนจาก ดิน น้ำ ลม ไฟ. [online]. 2561. แหล่งที่เข้าถึง : **https://www.technologychaoban.com/thai-local-wisdom/article_33228**. **[**21 กันยายน 2557**]**

จรัส บุณยธรรมา. ปั๊มน้ำ. [online]. 2554. แหล่งที่เข้าถึง : **http://www.rmutphysics.com/physics/ oldfront/57/inductor%20faraday.htm**. [19 กันยายน 2557]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การนำพลังงานผสมผสานร่วมกับงานด้านเกษตร

การนำพลังงานผสมผสานร่วมกับงานด้านเกษตร

ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทน โดยการนำพลังงานผสมผสานร่วมกับงานด้านเกษตร

รูปที่ ก-1 ชุดระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์

ชุดระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ มีการเข้าร่วมบรรยายนอกชั้นเรียน โดยนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมเข้าร่วมศึกษาทางแนวในเรื่องพลังงานทดแทน

รูปที่ ก-2 ชุดพลังงานผสมผสานกับงานเกษตร 1

ชุดระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ได้เป็นส่วนหนึ่งในโครงการเครือข่าย เพชบุระตามรอยพ่อของแผ่นดิน ได้นำไปใช้ประโยชน์การปั๊มน้ำจากบ่อน้ำมารดน้ำให้ผักสวนครัว

รูปที่ ก-3 ชุดพลังงานผสมผสานกับงานเกษตร 2

ชุดระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ได้เป็นส่วนหนึ่งในโครงการเครือข่ายเพชบุระตามรอยพ่อของแผ่นดิน ได้นำไปใช้ประโยชน์การปั๊มน้ำสูบน้ำลงสู่บ่อน้ำ

รูปที่ ก-4 ชุดพลังงานผสมผสานกับงานเกษตร 3

ชุดระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ได้เป็นส่วนหนึ่งในโครงการเครือข่ายเพชบุระตามรอยพ่อของแผ่นดิน เป็นสาธิตสำหรับการทำเกษตรพอเพียงตามแนวพระราชดำริ

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นายนิสิต องอาจ

Mr. Nisit Ong-art

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1-6199-00007-57-6

3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ

4. ตำแหน่งทางวิชาการ -

5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

วิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

โทรศัพท์ 0-5671-7100 ต่อ 1702, 08-2877-4388

E-mail : Nisit_Fang@hotmail.com

6. ประวัติการศึกษา

วท.บ (เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม)

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

คอ.ม (ไฟฟ้าอุตสาหกรรม)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

ไฟฟ้าอุตสาหกรรม

พลังงานทดแทน

ผชอ.06041 ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ (อาคาร)

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

- ชุดสาธิตการนับจำนวนและควบคุมพื้นที่การจอดรถยนต์ด้วย พีแอลซี

The Demonstration of Counter and Control Parking car by PLC

ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

- ชุดประลองการควบคุมลิฟต์จำลอง 4 ชั้นแบบคู่ ด้วยโปรแกรม

เมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

Experimental Set on Lift controller of Four–level twin–type with Programmable Logic Controllers(PLC)
ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

- ชุดสาธิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ ขนาด 300 วัตต์
The Demonstration Model of Hydro Power Plant 300 watts.
ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

- การสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้เพื่อเฝ้าระวังภัยพิบัติของจังหวัดเพชรบูรณ์
The Construct of Sustainable Social Knowledge for Disaster Monitoring of Phetchabun Province
ทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาโดยผ่านความเห็นชอบจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

- ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
Solar Electric Lighting System LED for the Industrial Technology Building
ทุนอุดหนุนการวิจัย เพื่อพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

- การศึกษาพฤติกรรมการใช้อินเตอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูลสารสนเทศของนักศึกษา ภาค กศ.ปช. วิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
The Students Behaviors with Internet Information Searching of Irregular Section in Major Electrical Technology Industry
ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทวิจัยการเรียนการสอน คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย-ราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

- สถาปัตยกรรมบ้านเรือนพักอาศัยด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่น สู่การพัฒนาอย่างมั่นคงแข็งแรง สร้างกระบวนการชุมชนมีส่วนร่วมในจังหวัดเพชรบูรณ์
ทุนอุดหนุนการวิจัย สกอ. ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559
- การพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทนสำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึก บ้านเสลียงแห้ง 1 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
The development of hybrid power generator from wind turbines and sola cells for the prototype household according to his Majesty's initiative renewable energy for village Baan Saleang Hang1, Sadophong , Khao Kho, Phetchabun
ทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาโดยผ่านความเห็นชอบจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวศิริวรรณ พลเศษ
Miss Siriwan Polset
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1-1601-00152-08-0
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำพิเศษ
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก
วิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 056-717137 ต่อ 1702
E-mail : cheezecake2529@gmail.com
6. ประวัติการศึกษา
วท.บ. (เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม)
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
คอม. (วิศวกรรมไฟฟ้า)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
ด้านประยุกต์ไมโครคอนโทรลเลอร์
ด้านดิจิตอล
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
-