สถิบันวทยาการ

# การศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

# THE FEASIBILITY STUDY ON THE GROUNDWATER PUMPING BY SOLAR ENERGY

นายวัศพล หมายชัย รหัส 54366058

นายอมรเทพ ยศวงค์เจริญ รหัส 54366256

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน - 6 ก.พ. 2561
เลขทะเบียน 1722 4035
เลขเรียกหนังสือ จ454ก
2558

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2558

# ใบรับรองปริญญานิพนธ์

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ชื่อหัวข้อโครงงาน** | การศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ | | |
| **คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงาน** | นายวัศพล | หมายชัย | รหัส 54366058 |
| | นายอมรเทพ | ยศวงค์เจริญ | รหัส 54366256 |
| **ที่ปรึกษาโครงงาน** | รองศาสตราจารย์ ดร.กวิน | | สนธิเพิ่มพูน |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมอุตสาหการ | | |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมอุตสาหการ | | |
| **ปีการศึกษา** | 2558 | | |

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน)

.....กรรมการ
(ดร.ชัยธำรง พงศ์พัฒนศิริ)

.....กรรมการ
(อาจารย์เกตุชนา บุญฤทธิ์)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ชื่อหัวข้อโครงงาน** | การศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ | | |
| **คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงาน** | นายวัศพล | หมายชัย | รหัส 54366058 |
| | นายอมรเทพ | ยศวงค์เจริญ | รหัส 54366256 |
| **ที่ปรึกษาโครงงาน** | รองศาสตราจารย์ ดร.กวิน | | สนธิเพิ่มพูน |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมอุตสาหการ | | |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมอุตสาหการ | | |
| **ปีการศึกษา** | 2558 | | |

.....

## บทคัดย่อ


จากการดำเนินโครงงาน การศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 20 ไร่ บริเวณพื้นที่หมู่บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก ในการลงทุนระยะเวลา 1 ปี ระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ใช้งบประมาณ 172,500 บาท ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าใช้งบประมาณ 111,305.64 บาท และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลล์ใช้งบประมาณ 182,898.2 บาท เมื่อเทียบกับการจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105 ในระยะเวลา 1 ปี หลังหักต้นทุนแล้วได้กำไรสุทธิ 92,700 บาท โดยคิดอัตราส่วนต้นทุนของแต่ละระบบต่อกำไรสุทธิในการจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105 ซึ่งระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าให้อัตราส่วนต้นทุนต่อกำไรสุทธิน้อยที่สุดจึงเหมาะสมในด้านงบประมาณในการลงทุนมากที่สุด

จากการทดลองพบว่าระยะเวลา 1 ปี ระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้ปริมาณน้ำจำนวน 41,714,266 ลิตร ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลได้ปริมาณน้ำจำนวน 78,545,440.80 ลิตร และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าได้ปริมาณน้ำจำนวน 82,125,000 ลิตร ทำให้ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าให้ความคุ้มค่ากับการลงทุน เมื่อเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ทางการเกษตร

จากการคำนวณตามอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานมากที่สุด (20 ปี) พบว่าระบบสูบน้ำบาดาลที่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีต้นทุนน้อยที่สุด 263,000 บาท ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ามีต้นทุน 773,209.22 บาท และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมีต้นทุน 1,308,681.1 บาท ทำให้โครงงาน การศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีความเป็นไปได้จากผลการดำเนินโครงงาน

| | | |
|---|---|---|
| **Project title** | THE FEASIBILITY STUDY ON THE GROUNDWATER PUMPING BY SOLAR ENERGY | |
| **Authors** | Mr. Wassapon Maichai | ID 54366058 |
| | Mr. Amorntep Yotwongcharoen | ID 54366256 |
| **Projectadvisor** | Assoc.Prof.Dr.Kawin Sonthipermpoon | |
| **Major** | Industrial Engineering | |
| **Department** | Industrial Engineering | |
| **Academic year** | 2015 | |

.....


## Abstract

Studying the possibility of the system groundwater pumping by solar energy. In total 20 hectares of Thai jasmine rice 105, planting area village Baan wangsomsa Phitsanulok. The investment period of one year, the system groundwater pumping by solar energy with a budget 172,500 baht, the system groundwater pumping uses an electric motor with a budget of 111,305.64 baht and the system groundwater pumping uses diesel with a budget 182,898.2 baht. Compared with sales of Thai jasmine rice 105 during the first year after deducting costs and gains, net 92,700 Baht by a percentage cost of each system to earnings in the distribution of Thai jasmine rice 105. The system groundwater pumping uses an electric motor to the ratio of cost to profit less. The most reasonable budget to invest the most.

The results showed that one-year period, the system groundwater pumping by solar energy water volume of 41,714,266 liters, the system groundwater pumping uses diesel water volume 78,545,440.80 liters and the system groundwater pumping uses an electric motor water volume 82.125 million liters, the system groundwater pumping uses electric motor to a worthwhile investment. Compared to groundwater pumping systems and solar pumping groundwater used in agriculture.

Calculated based on the useful life of the device of most active (20 years) found that system groundwater pumping with solar energy cost minimum 263,000 baht. There is a possibility of operating results from the project feasibility study on the groundwater pumping by solar energy.

# กิตติกรรมประกาศ

ในการดำเนินโครงงานนี้ คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน เป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง นอกจากนั้นยังทำให้คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงานมีกำลังใจที่จะฝ่าฟันอุปสรรค และความย่อท้อต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินโครงงานในครั้งนี้ ให้ผ่านไปอย่างราบรื่น จนสำเร็จลุล่วงออกมาเป็นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อาจารย์ทุกท่าน ตลอดจนบุคลากรทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และให้ข้อมูลสำหรับการดำเนินโครงงานนี้ด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้อง ผู้ที่มีพระคุณยิ่งที่ให้การสนับสนุน ส่งเสริมในด้านการศึกษา ตลอดจนพี่ๆ และเพื่อนร่วมรุ่น ที่ได้ให้ความรักให้การสนับสนุน คอยช่วยเหลือ เป็นกำลังใจที่ดี และอยู่เคียงข้างกันเสมอมา ทำให้คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงานประสบผลสำเร็จในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงาน
นายวัศพล หมายชัย
นายอมรเทพ ยศวงค์เจริญ
กันยายน 2559

# สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract) .....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญรูป .....ช
สารบัญตาราง .....ญ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน.....2
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ .....2
1.5 ขอบเขตของโครงงาน.....2
1.6 สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน .....3
1.7 ระยะเวลาดำเนินโครงงาน .....3
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน .....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น .....4
2.1 การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ .....4
2.2 ข้าวหอมมะลิ 105 .....5
2.2.1 ลักษณะทั่วไป .....5
2.2.2 ข้อดี.....6
2.2.3 ข้อจำกัด .....6
2.3 เซลล์แสงอาทิตย์.....7
2.4 แผงโซล่าเซลล์ .....8
2.4.1 ระบบการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ .....8
2.4.2 เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกโพลี (Polycrystalline).....9
2.5 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยปี 2558 ..... 11

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


2.6 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของโซลาร์ฟาร์มในไทย ..... 15
2.6.1 การติดตั้งแบบอยู่กับที่ (Fixed System) ..... 15
2.6.2 การติดตั้งแบบหมุนตามดวงอาทิตย์ (Tracking System) ..... 15
2.7 เครื่องสูบน้ำ ..... 16
2.7.1 เครื่องสูบน้ำประเภทเหวี่ยงหนีศูนย์ ..... 16
2.7.2 เครื่องสูบน้ำชนิดจุ่มใต้น้ำ ..... 18
2.8 ถังเก็บน้ำพลาสติก ..... 19
2.9 น้ำบาดาล ..... 19
2.10 การใช้ไฟฟ้าต่อหน่วย ..... 20
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 21
2.11.1 โซลาร์ปั๊ม วิจัยใช้ได้จริง (2557) ..... 21
2.11.2 ศุภชัย กวินวุฒิกุล (2551) ..... 22
2.11.3 สมชาย สุวราห์วรรณ (2537) ..... 22
2.11.4 ธัญชนก หงส์ทอง (2556) ..... 23

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน ..... 24
3.1 การเก็บข้อมูล ..... 25
3.1.1 การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับข้าวหอมมะลิ 105 ..... 25
3.1.2 การเก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ..... 25
3.1.3 การเก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ..... 26
3.1.4 การเก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ..... 27
3.2 การวิเคราะห์ผลการดำเนินโครงงานและการศึกษาความเป็นไปได้ ..... 27
3.2.1 การเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ..... 28
3.2.2 การเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ..... 28
3.2.3 การเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 20 ไร่
ใน 1 ปี (3 รอบ) ..... 28
3.3 การสรุปผลการดำเนินโครงงาน ..... 28
3.4 การจัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์ ..... 28

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


บทที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน ..... 29
4.1 การเก็บข้อมูล ..... 29
4.1.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับข้าวหอมมะลิ 105 ..... 29
4.1.2 การเก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ..... 32
4.1.3 การเก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ..... 36
4.1.4 การเก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ..... 40
4.2 การวิเคราะห์ผลการดำเนินโครงงานและการศึกษาความเป็นไปได้ ..... 44
4.2.1 การเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ..... 45
4.2.2 การเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ..... 46
4.2.3 การเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 20 ไร่ ใน 1 ปี (3 รอบ) 47
4.3 การสรุปผลการดำเนินโครงงาน ..... 48
4.3.1 สรุปการเปรียบเทียบระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
กับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ..... 48
4.3.2 สรุปการเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 20 ไร่
ใน 1 ปี (3 รอบ) ..... 49

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ ..... 51
5.1 บทสรุป ..... 51
5.2 ข้อเสนอแนะ ..... 52

เอกสารอ้างอิง ..... 53

ภาคผนวก ก การคำนวณค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ..... 56
ภาคผนวก ข การคำนวณค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ..... 59
ภาคผนวก ค การคำนวณค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ..... 64

ประวัติคณะนิสิตผู้จัดทำโครงงาน ..... 68

# สารบัญรูป


รูปที่ หน้า

2.1 ข้าวหอมมะลิ 105 ..... 5

2.2 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากเซลล์แสงอาทิตย์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ..... 7

2.3 แผงโซล่าเซลล์ ..... 8

2.4 เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกโพลี ..... 10

2.5 ขบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม ..... 10

2.6 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยปี 2558 ..... 13

2.7 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยปี 2558 ..... 14

2.8 การติดตั้งแบบอยู่กับที่ ..... 15

2.9 การติดตั้งแบบหมุนตามดวงอาทิตย์ ..... 15

2.10 เครื่องสูบน้ำแบบใช้เครื่องยนต์ ..... 17

2.11 เครื่องสูบน้ำแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ..... 17

2.12 ปั๊มน้ำชนิดจุ่มใต้น้ำ ..... 18

2.13 ถังเก็บน้ำพลาสติก ..... 19

2.14 น้ำใต้ดิน ..... 19

3.1 ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน ..... 24

4.1 พื้นที่ที่ใช้ทำการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ..... 33

4.2 เครื่องสูบน้ำ Submersible Pump Grundfos รุ่น SQFlex 5A - 7 ..... 34

4.3 กล่องควบคุมการทำงานเครื่องสูบน้ำ ..... 34

4.4 แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ แผงขนาด 285 วัตต์ ..... 35

4.5 ถังพลาสติก ขนาด 200 ลิตร วัดน้ำที่ใช้สำหรับการทดลอง ..... 35

4.6 พื้นที่ที่ทำการสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ..... 37

4.7 เครื่องยนต์ดีเซล YANMARTF 115 - YM ..... 37

4.8 ปั๊มหอยโข่งแบบใช้สายพานฉุด ขนาดท่อดูด - ส่ง 3 นิ้ว ..... 38

4.9 การทำงานของระบบเครื่องยนต์ดีเซล ..... 39

4.10 ระดับความลึกบ่อบาดาลของระบบเครื่องยนต์ดีเซล ..... 39

4.11 การทดลองของระบบเครื่องยนต์ดีเซล ..... 39

4.12 ปริมาณน้ำที่ออกจากระบบเครื่องยนต์ดีเซล ..... 40

# สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.13 พื้นที่ที่ทำการสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ..... 41
4.14 มอเตอร์ไฟฟ้า MITSUBISHI Single Phase Motors (Super Line K Series) 5 แรงม้า ..... 41
4.15 การทำงานของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า ..... 42
4.16 ระดับความลึกบ่อบาดาลของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า ..... 43
4.17 ปริมาณน้ำที่ออกจากระบบมอเตอร์ไฟฟ้า ..... 43
4.18 การวัดปริมาณน้ำของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า ..... 44
ข.1 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย ..... 61

# สารบัญตาราง


ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน ..... 3

4.1 ต้นทุนที่ใช้ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ..... 30

4.2 ความต้องการน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ..... 30

4.3 ผลผลิตในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ 105 ..... 31

4.4 ราคาข้าวเปลือกของข้าวหอมมะลิ 105 ..... 31

4.5 กำไรสุทธิจากการจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105 ..... 31

4.6 ผลการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ..... 36

4.7 ผลการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ..... 40

4.8 ผลการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ..... 44

4.9 การเปรียบเทียบข้อมูลด้านราคากับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ..... 45

4.10 การเปรียบเทียบข้อมูลด้านการทดลองกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ..... 45

4.11 การเปรียบเทียบข้อมูลด้านราคากับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ..... 46

4.12 การเปรียบเทียบข้อมูลด้านการทดลองกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ..... 46

4.13 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำของแต่ละระบบกับความต้องการน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ..... 47

4.14 การคำนวณอัตราส่วนค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบสูบน้ำบาดาลกับกำไรสุทธิจากการจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105 ..... 47

4.15 เปรียบเทียบข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในระยะเวลาช่วงการปลูกข้าว 1 ปี ใน 3 รอบ ..... 48

4.16 การเปรียบเทียบต้นทุนในระยะเวลา 20 ปี ..... 49

4.17 การเปรียบเทียบข้อมูลด้านการทดลองปริมาณน้ำ ..... 49

ก.1 ข้อมูลด้านราคาของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ..... 57

ก.2 ข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ..... 57

ก.3 ข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระยะเวลา 20 ปี ..... 58

ข.1 ข้อมูลด้านราคาของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ..... 60

ข.2 ข้อมูลด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ..... 62

# สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ข.3 ข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในระยะเวลา 20 ปี..... 62
ข.4 ข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในระยะเวลา 20 ปี..... 63
ค.1 ข้อมูลด้านราคาของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล..... 65
ค.2 ข้อมูลด้านการใช้น้ำมันของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล..... 65
ค.3 ข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล..... 66
ค.4 ข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลในระยะเวลา 20 ปี..... 67

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

พลังงานถือได้ว่าเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอันดับต้นๆ ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มนุษย์รู้จักกันดี และถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ง่าย สามารถควบคุมและใช้งานได้สะดวก โดยทั่วไปแล้วการผลิตกระแสไฟฟ้าจะอาศัยทรัพยากรจากแหล่งกำเนิดพลังงานฟอสซิล อันได้แก่ ปิโตรเลียม แก๊สธรรมชาติ และถ่านหิน เป็นต้น แต่ปัจจุบันพบว่าแหล่งพลังงานต่างๆ มีปริมาณที่จำกัด กำลังลดลงเรื่อยๆ จนหมดไปในไม่ช้านี้ ดังนั้นมนุษย์จึงให้ความสนใจในการพัฒนาการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่นพลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานความร้อนใต้พิภพ และพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น (พงศธร อมรพิทักษ์สุข และนรารักษ์ หลีสกุล, 2546)

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้นกำเนิดของชีวิตบนโลกมนุษย์ พืชและจุลินทรีย์ ที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ เป็นต้นตอของระบบห่วงโซ่อาหาร และนับเป็นแหล่งพลังงานที่ไม่มีทางหมดไป เป็นพลังงานหมุนเวียนที่สะอาดไม่ทำปฏิกิริยาใดๆ อันจะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศใกล้เส้นศูนย์สูตร และได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อปีเป็นจำนวนมาก และมีสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างคงตัว ไม่เปลี่ยนแปลงง่าย ปัญหาความไม่แน่นอนของผลผลิตพลังงานแสงอาทิตย์จึงมีไม่มากนัก เซลล์แสงอาทิตย์ จึงเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเลคทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง ที่ถูกนำมาใช้ผลิตไฟฟ้า เนื่องจากสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงพลังงานแสงอาทิตย์ไม่จำเป็นต้องอาศัยการขนส่งเชื้อเพลิง หรือการส่งกำลังไฟฟ้าเพราะสามารถผลิตได้โดยหน่วยผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก ในการทำความร้อนและความเย็นการใช้แสงแดดโดยตรงจะกำจัดปัญหาเรื่องการขนส่งเชื้อเพลิง และส่งกำลังไฟฟ้าเป็นระยะทางไกลๆ ข้อได้เปรียบอันนี้จะช่วยหักลบกับค่าใช้จ่ายที่สูงเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้า และปัญหาการเก็บกำลังไฟฟ้าในกรณีที่แสงอาทิตย์ไม่ได้มีอยู่อย่างต่อเนื่อง (ธัญชนก หงส์ทอง การศึกษาความเหมาะสมของระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อการเกษตรตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง, 2556)

เนื่องด้วยสภาพแวดล้อม และสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบัน ทำให้พลังงานทางเลือกเป็นช่องทางที่น่าสนใจ เพราะนอกจากจะช่วยลดปัญหามลภาวะจากการใช้น้ำมัน หรือใช้พลังงานไฟฟ้ามากเกินไป การเลือกใช้พลังงานทางเลือกยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในระยะยาว พลังงานทางเลือก ที่สามารถนำมาใช้กับปั๊มน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell)

การสูบน้ำในชนบทเพื่ออุปโภค บริโภค และเพื่อการเกษตร ถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากสำหรับประเทศไทย ทั้งนี้เพื่อตอบสนองความต้องการพื้นฐานทางด้านอาหาร น้ำดื่ม และเกษตรกรรม ปัจจุบันเกษตรกรใช้เครื่องสูบน้ำดีเซลเป็นส่วนใหญ่ มีบางท้องที่ใช้เครื่องสูบน้ำด้วยไฟฟ้าอย่างไรก็ตาม

ในพื้นที่ที่มีไฟฟ้าใช้ การสูบน้ำด้วยไฟฟ้าก็ยังมีข้อจำกัด เฉพาะบริเวณที่มีสายส่งถึงส่วนบริเวณที่ไม่มีสายส่งถึง ที่เป็นบริเวณการเกษตรห่างไฟฟ้าหลายกิโลเมตรและมีความต้องการน้ำ จะไม่สามารถสูบน้ำด้วยไฟฟ้าได้ ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสูบน้ำด้วยพลังงานทดแทนดังกล่าวได้รับการพัฒนาจนอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยมีความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจในบางสถานที่และบางโอกาส (ผศ.ดร.ศิริชัย เทพา, 2540)

การศึกษานี้ เป็นการศึกษาพื้นที่ทางการเกษตรของหมู่บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก เพื่อที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเทคนิค การสอบถาม และการทดลอง เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการทำนาข้าว มาประกอบการตัดสินใจในการเลือกติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลให้คุ้มค่ากับการลงทุน

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ของหมู่บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก

## 1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

ความเป็นไปได้ในการลงทุนเพื่อติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

## 1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

ระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ให้ความคุ้มค่ากับการลงทุนเมื่อเปรียบเทียบกับการสูบน้ำที่ใช้เครื่องยนต์ทางการเกษตรที่สูบน้ำบาดาลมาใช้ในการทำนาข้าว

## 1.5 ขอบเขตของโครงงาน

1.5.1 การศึกษานี้ เป็นการศึกษาพื้นที่ทางการเกษตรของหมู่บ้านวังส้มซ่า อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก และกองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก

1.5.2 การศึกษานี้ เป็นการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยนำระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของกองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก มาเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อสูบน้ำบาดาลมาใช้ในการทำนาข้าว ของหมู่บ้านวังส้มซ่า และอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

1.5.3 การศึกษานี้ ทำการทดลองวัดปริมาณน้ำขนาดท่อ 3 นิ้ว และใช้พื้นที่ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 20 ไร่

1.5.4 การศึกษานี้ ให้ความสำคัญกับข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบและปริมาณน้ำที่ได้จากการทดลอง เท่านั้น

15.5 การศึกษาระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ไม่มีแบตเตอรี่ตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้อง เนื่องจากระบบจะเริ่มทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีปริมาณแสงอาทิตย์ที่เพียงพอต่อระบบ

## 1.6 สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน

1.6.1 กองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก

1.6.2 บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก

1.6.3 อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

1.6.4 หอสมุดมหาวิทยาลัยนเรศวร

## 1.7 ระยะเวลาดำเนินโครงการ

ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558

## 1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

| ลำดับ | การดำเนินโครงงาน | ช่วงเวลา | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. |
| 1.8.1 | การเก็บข้อมูล | ← | — | — | — | → | | |
| 1.8.2 | การวิเคราะห์ผลการดำเนินโครงงานและการศึกษาความเป็นไปได้ | | | | | ← | — | → |
| 1.8.3 | การสรุปผลการดำเนินโครงงาน | | | | | | ← | — → |
| 1.8.4 | การจัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์ | | | | | | ← | — → |

# บทที่ 2
# หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

ในการดำเนินโครงงาน การศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ของหมู่บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าทฤษฎี และหลักการต่างๆ กล่าวโดยสรุปดังต่อไปนี้

## 2.1 การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

ปัจจุบันการจะลงทุนทำโครงการใดๆ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาหาข้อมูลให้ถูกต้องและแน่นอนก่อนที่จะดำเนินโครงการนั้นๆ เพื่อที่จะได้ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์มากที่สุดและคุ้มค่ากับการลงทุน การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการนับว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เพื่อที่จะนำข้อมูลมาประกอบกับการวางแผนโครงการ ทั้งยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการช่วยให้การตัดสินใจของผู้ลงทุนง่ายขึ้น

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการมีวัตถุประสงค์สำคัญดังนี้

2.1.1 เพื่อรายงานผู้ตัดสินใจถึงลักษณะสำคัญ (Characteristics) ของโครงการ ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ตอบแทนจากโครงการ หากจะทำการตัดสินใจลงทุนหรือดำเนินงานตามโครงการ

2.1.2 เพื่อจัดหาสิ่งที่ต้องการ (Requirements) ทั่วไปของโครงการ โดยระบุรายละเอียดในรูปของการรายงานอย่างเป็นทางการ เช่น วัสดุที่ใช้ ราคาของวัสดุ ปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นตลอดจนเกณฑ์สำคัญในการประมาณผลสำเร็จของโครงการ เป็นต้น (ความหมายและแนวทางการประเมินค่าโครงการ, https://www.gotoknow.org/posts/458755)

## 2.2 ข้าวหอมมะลิ 105

ความเป็นมาของข้าวหอมมะลิ 105 เป็นพันธุ์ข้าวหอมที่ได้จากการนำข้าวพันธุ์พื้นเมืองจากนาเกษตรกร อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 199 รวง มาปลูกเพื่อศึกษาพันธุ์และได้ข้าวรวงที่ 105 ที่มีลักษณะพิเศษ คือ มีกลิ่นหอมและเมล็ดอ่อนนุ่มเมื่อนำมาหุงต้ม จึงมีการปรับปรุงพันธุ์ให้บริสุทธิ์ตามหลักวิชาการจนได้พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และรัฐบาลประกาศให้ขยายพันธุ์ส่งเสริมการปลูกได้ตั้งแต่วันที่ 25 พฤษภาคม 2502 เป็นต้นมาสำหรับพื้นที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เหมาะสม ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลางบางพื้นที่ ข้าวหอมมะลิ 105 แสดงดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ข้าวหอมมะลิ 105

ที่มา : http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=4695&s=tblrice

### 2.2.1 ลักษณะทั่วไป

2.2.1.1 เป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง

2.2.1.2 เป็นข้าวต้นสูงประมาณ 140 - 150 เซนติเมตร

2.2.1.3 อายุเก็บเกี่ยว ข้าวจะออกดอกประมาณวันที่ 20 ตุลาคม และสุกแก่เก็บเกี่ยวได้ประมาณวันที่ 20 พฤศจิกายน ของทุกปี

2.2.1.4 ระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 8 สัปดาห์

2.2.1.5 ขนาดเมล็ดข้าวกล้องยาว 7.5 มิลลิเมตร กว้าง 2.1 มิลลิเมตร หนา 1.8 มิลลิเมตร

2.2.1.6 ลักษณะเมล็ดข้าวเปลือก เมล็ดเรียวยาว ก้นงอน สีฟาง

**2.2.2 ข้อดี**

2.2.2.1 มีกลิ่นหอม เมล็ดอ่อนนุ่มเมื่อนำมาหุงต้ม

2.2.2.2 ทนต่อสภาพแล้ง ทนต่อดินเปรี้ยวและดินเค็ม

2.2.2.3 คุณภาพการขัดสีดี เมล็ดข้าวสารใส แข็ง มีท้องไข่น้อย

2.2.2.4 นวดง่าย เนื่องจากเมล็ดหลุดร่วงจากรวงได้ง่าย

2.2.2.5 เป็นที่ต้องการของตลาด ขายได้ราคาดี

**2.2.3 ข้อจำกัด**

2.2.3.1 ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง โรคใบสีส้ม โรคใบจุด สีน้ำตาล และโรคไหม้ และโรคใบหงิก

2.2.3.2 ไม่ต้านทานแมลงบั่ว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

2.2.3.3 ต้นอ่อนล้มง่าย ถ้าปลูกในบริเวณที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

มหาวิทยาลัยนเรศวร

## 2.3 เซลล์แสงอาทิตย์

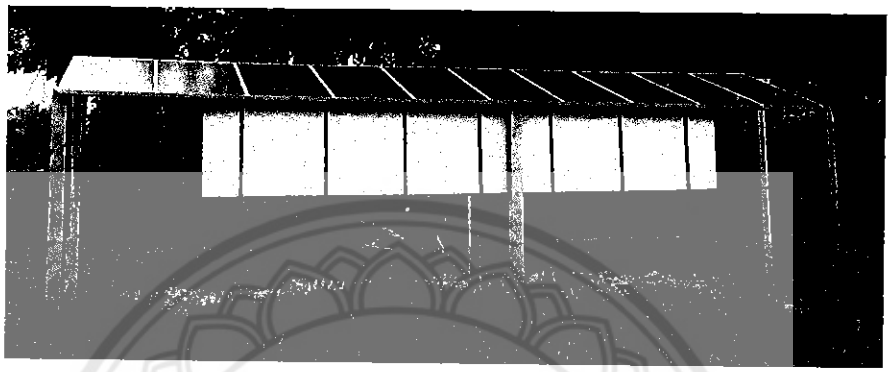
เซลล์แสงอาทิตย์เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนพื้นโลกมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และทันทีที่แสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่เรียกว่า โฟตอน (Proton) จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (Atom) และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น เมื่อพิจารณาลักษณะการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพมาใช้ผลิตไฟฟ้า เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน (ศุภชัย กวินวุฒิกุล การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์ให้เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์, 2555) ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังรูปที่ 2.2

**รูปที่ 2.2** ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากเซลล์แสงอาทิตย์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์

ที่มา : http://www.bansuanporpeang.com/node/25781

## 2.4 แผงโซลาร์เซลล์

แผงโซลาร์เซลล์ หมายถึงสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างมาจากสารกึ่งตัวนำ เมื่อได้รับแสงจากดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง ถือว่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากเซลล์แสงอาทิตย์นี้ เป็นพลังงานทดแทนชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นพลังงานสะอาด และไม่สร้างมลภาวะใด ให้กับสิ่งแวดล้อมขณะใช้งาน แผงโซลาร์เซลล์ แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แผงโซลาร์เซลล์

ที่มา : กองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก

### 2.4.1 ระบบการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบควบคุมประจุไฟฟ้า การควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้า ครอบตัดไฟเมื่อมีแรงดันสูงเกินไป และป้องกันการไหลกลับของกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปยังเซลล์ เวลาที่เซลล์ไม่ได้ผลิตไฟฟ้า หรือเวลาที่ไม่มีแสงแดดนั่นเอง นอกจากนั้นก็ยังมีระบบการควบคุมสภาวะไฟฟ้า เมื่อต้องการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ ก็สามารถเปลี่ยนเป็นกระแสตรงได้

2.4.1.1 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ

ก. เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand Alone System) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

ข. เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid Connected System) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

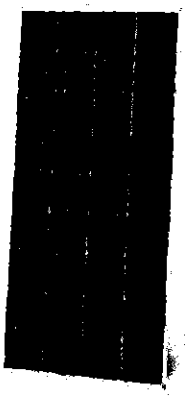
ค. เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid System) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม, เครื่องยนต์ดีเซล, ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น (กองพัฒนาพลังงานทดแทน ฝ่ายแผนงานพัฒนาโรงไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2554)

ข้อดี พลังงานแสงอาทิตย์มีปริมาณมหาศาลไม่รู้จักหมดสิ้น เป็นพลังงานที่สะอาด ไม่มีอันตรายไม่ทำให้สภาวะแวดล้อมเป็นพิษ เป็นพลังงานที่ได้มาเปล่าๆ และมีอยู่โดยทั่วไปไม่ต้องซื้อ

ข้อเสีย รังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ ทำอันตรายต่อมนุษย์ เช่น โรคต้อกระจก โรคภูมิแพ้ ผิวหนังที่ได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตนานๆ อาจเป็นมะเร็งได้

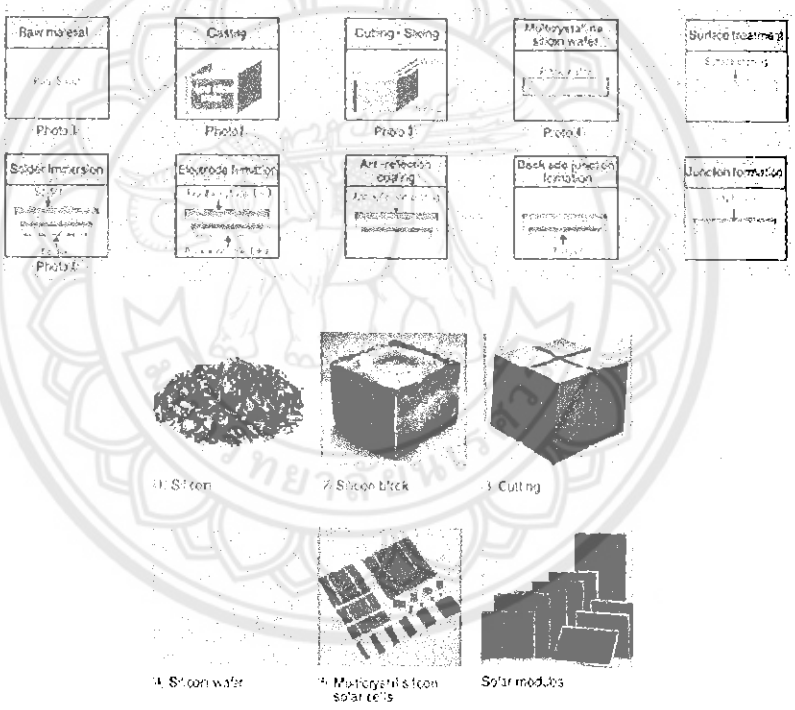
### 2.4.2 เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกโพลี (Polycrystalline)

เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกโพลีได้ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อแก้ปัญหาต้นทุนสูงของเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว ซิลิคอนแบบหลายผลึก ก็คือก้อนซิลิคอนที่เกิดจากการรวมตัวกันของชิ้นเล็กๆ (ขนาดระดับไมโครเมตร - มิลลิเมตร) ของผลึกเดี่ยวของซิลิคอน รูปที่ 2.4 เป็นการแสดงขั้นตอนการผลิตของโพลีซิลิคอน ด้านบนของรูปแสดงการหล่อ (Casting) โดยจะเทซิลิคอนที่หลอมละลายเข้าไปในเบ้าหลอม (Crucible) แล้วปล่อยให้เย็นลงอย่างช้าๆ ซึ่งก็จะได้ก้อน (Ingot) ของซิลิคอนหลายผลึกที่มีรูปร่างตามเบ้าหลอมที่ใช้ หลังจากนี้การนำไปทำเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะคล้ายกับกรณีของแบบผลึกเดี่ยว คือ นำไปตัดเป็นเวเฟอร์หนาขนาด 300 - 400 ไมโครเมตร แล้วก็ทำ P - N Junction ต่อไป ด้านล่างของรูปเป็นการสร้างแผ่นซิลิคอนหลายผลึกที่จะใช้ในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์โดยตรงจากสารหลอมเหลวของซิลิคอน เรียกวิธีนี้ว่า (Ribbon) โดยวิธีนี้จะช่วยลดขั้นตอนที่จะต้องหั่นเป็นแผ่นเวเฟอร์ ในกรณีที่ใช้ Ingot เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกโพลี แสดงดังรูปที่ 2.4 และขบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม แสดงดังรูปที่ 2.5 (ธัญชนก หงส์ทอง การศึกษาความเหมาะสมของระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อการเกษตรตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง, 2556)



**รูปที่ 2.4** เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกโพลี

ที่มา : http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php




**รูปที่ 2.5** ขบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม

ที่มา : http://www3.egat.co.th/re/solarcell/image_solar/basic_cell_poly.gif

## 2.5 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยปี 2558

การกระจายความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของเดือนมกราคมบริเวณตอนเหนือของประเทศจะมีค่าโดยเฉลี่ย ต่ำกว่าภาคอื่นๆ ถึงแม้ว่าเดือนมกราคมเป็นช่วงฤดูหนาว สภาพท้องฟ้าโดยทั่วไปมีเมฆน้อย แต่ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มิได้ขึ้นกับสภาพท้องฟ้าเพียงอย่างเดียว หากยังขึ้นอยู่กับมุมตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์บนพื้นผิวโลก มุมดังกล่าวจะขึ้นกับละติจูดของตำแหน่งบนพื้นโลกและตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ในเดือนมกราคมดวงอาทิตย์จะอยู่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรท้องฟ้าประมาณ 20 องศา ทางซีกฟ้าใต้ ทำให้ค่ามุมตกกระทบรังสีดวงอาทิตย์ในบริเวณทางตอนเหนือของประเทศมีค่ามากกว่าทางตอนใต้ของประเทศ ทำให้ภาคเหนือได้รับรังสีดวงอาทิตย์น้อยกว่า โดยมีค่ารังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือน อยู่ในช่วง 15 - 18 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน แผ่เป็นบริเวณกว้างจนถึงภาคกลางตอนบน

การกระจายความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของเดือนกุมภาพันธ์ รังสีดวงอาทิตย์จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดือนมกราคม โดยทางตอนเหนือสุดของประเทศมีค่าความเข้มประมาณ 17 - 19 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน ส่วนบริเวณทางตอนกลางของประเทศ ความเข้มสูงขึ้นโดยจะอยู่ในช่วง 20 - 22 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน

การกระจายความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของเดือนมีนาคม ดวงอาทิตย์จะอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรท้องฟ้าและเป็นช่วงฤดูร้อน พื้นที่โดยทั่วไปจึงได้รับรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น โดยทางภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการกระจายความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เป็นแถบกว้าง ซึ่งมีความเข้มอยู่ในช่วง 20 - 23 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน กระจายอยู่ทั่วบริเวณ และภาคเหนือมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แปรค่าอยู่ในช่วง 18 - 22 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน

การกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของเดือนเมษายน มุมตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์ตอนเที่ยงวันจะตั้งฉากหรือเกือบตั้งฉากกับพื้นผิวโลกทั่วทั้งประเทศ เนื่องจากช่วงดังกล่าวอยู่ในช่วงฤดูแล้ง ท้องฟ้าค่อนข้างแจ่มใส ทำให้ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงทั่วทั้งประเทศ โดยกระจายอยู่ในช่วง 18 - 23 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน โดยเฉพาะทางภาคกลาง และบริเวณภาคเหนือยังคงมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงประมาณ 19 - 22 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน

การกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของเดือนพฤษภาคม ในเดือนพฤษภาคมทั่วทั้งประเทศเริ่มได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ส่งผลให้ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมมากและบางวันมีฝนตก ทำให้บริเวณทั่วทั้งประเทศมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ลดลงจากเดือนเมษายน โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กระจายอยู่ในช่วง 16 - 21 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน

การกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของเดือนมิถุนายน อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีผลต่อความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในบริเวณต่างๆ ของประเทศสูงขึ้น ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมและมีฝนตกมาก ทำให้ทั่วทั้งประเทศได้รับรังสีดวงอาทิตย์ลดลงจากเดือนพฤษภาคม โดยค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ทั่วประเทศกระจายอยู่ในช่วง 15 - 21 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน

การกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของเดือนกรกฎาคม โดยในเดือนนี้พื้นที่ทั่วประเทศได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มีเมฆและฝนกระจายอยู่ทั่วประเทศ ซึ่งเป็นผลทำให้ค่ารังสีดวงอาทิตย์ลดลง กล่าวคือมีค่าส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 14 - 20 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน โดยเฉพาะทางภาคเหนือตอนบนและภาคตะวันตกของประเทศ ซึ่งติดกับเทือกเขาตะนาวศรี และภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีค่า ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ต่ำประมาณ 14 - 17 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน โดยบริเวณความเข้มสูง 18 - 20 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน จะปรากฏเป็นหย่อมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของเดือนสิงหาคม พื้นที่ทั่วประเทศยังคงอยู่ในอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลักษณะการกระจายความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ทั่วประเทศมีค่า ลดลงจากเดือนกรกฎาคม โดยการกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ทั่วทั้งประเทศอยู่ในช่วง 13 - 19 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน แต่บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ ยังคงมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงคือมีค่า อยู่ในช่วง 18 - 20 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน

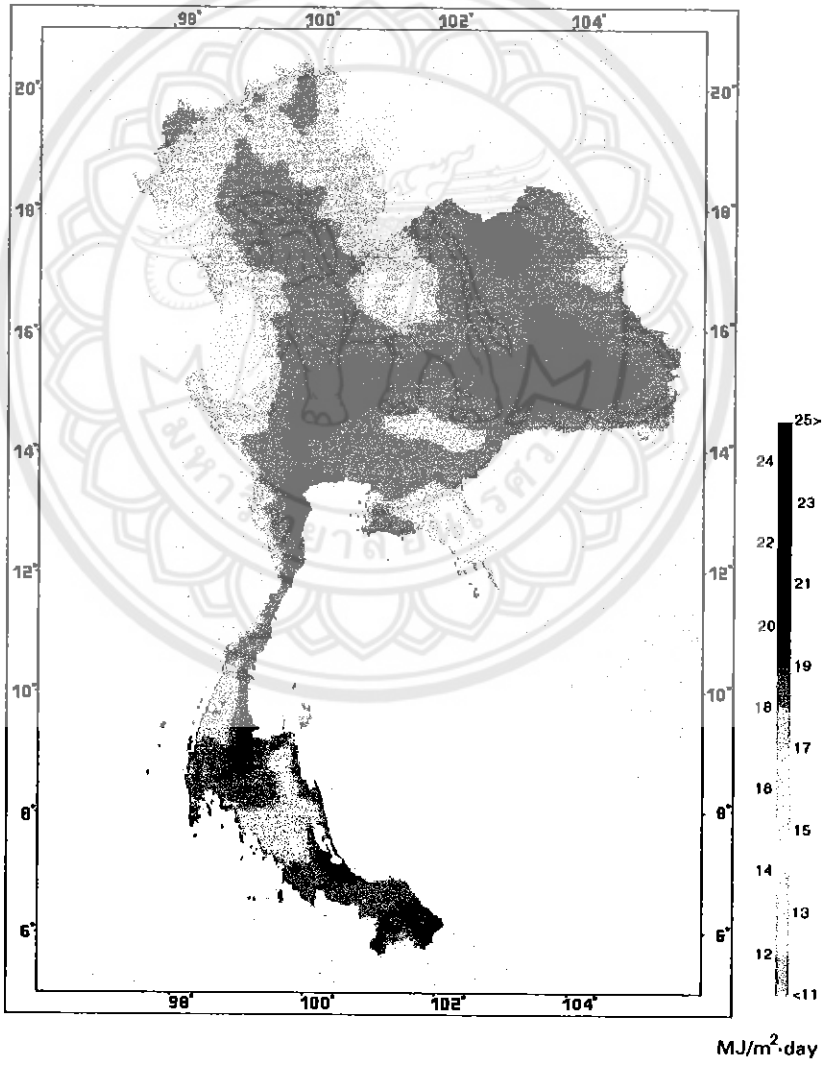
การกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของเดือนกันยายน ถึงแม้ว่าดวงอาทิตย์จะเคลื่อนตัวมาอยู่ที่ศูนย์สูตรท้องฟ้า แต่พื้นที่ทั่วประเทศยังถูกปกคลุมด้วยเมฆ อันเนื่องมาจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้พื้นที่ทุกภาคของประเทศยังคงมีค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ค่อนข้างต่ำ กล่าวคือส่วนใหญ่ มีค่ากระจายอยู่ในช่วง 14 - 19 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน

การกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของเดือนตุลาคม โดยทั่วไปในช่วงเดือนตุลาคมประเทศไทยจะเริ่มได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ปริมาณฝนลดลงและท้องฟ้าแจ่มใส แต่เป็นช่วงเวลาเดียวกับที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ไปอยู่ทางใต้ของเส้นศูนย์สูตรท้องฟ้า ทำให้รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบมีค่าลดลงจากเดือนกันยายน แต่ด้วยสภาพท้องฟ้าที่แจ่มใส จึงทำให้การกระจายรังสีดวงอาทิตย์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ มีค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์อยู่ในช่วง 17 - 19 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน ส่วนบริเวณอื่นๆ ของประเทศยังคงมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อเดือนไม่ต่างกับเดือนกันยายน ยกเว้นทางภาคเหนือตอนบนและภาคใต้ของประเทศที่มีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อเดือนลดลงเป็น 14 - 17 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน

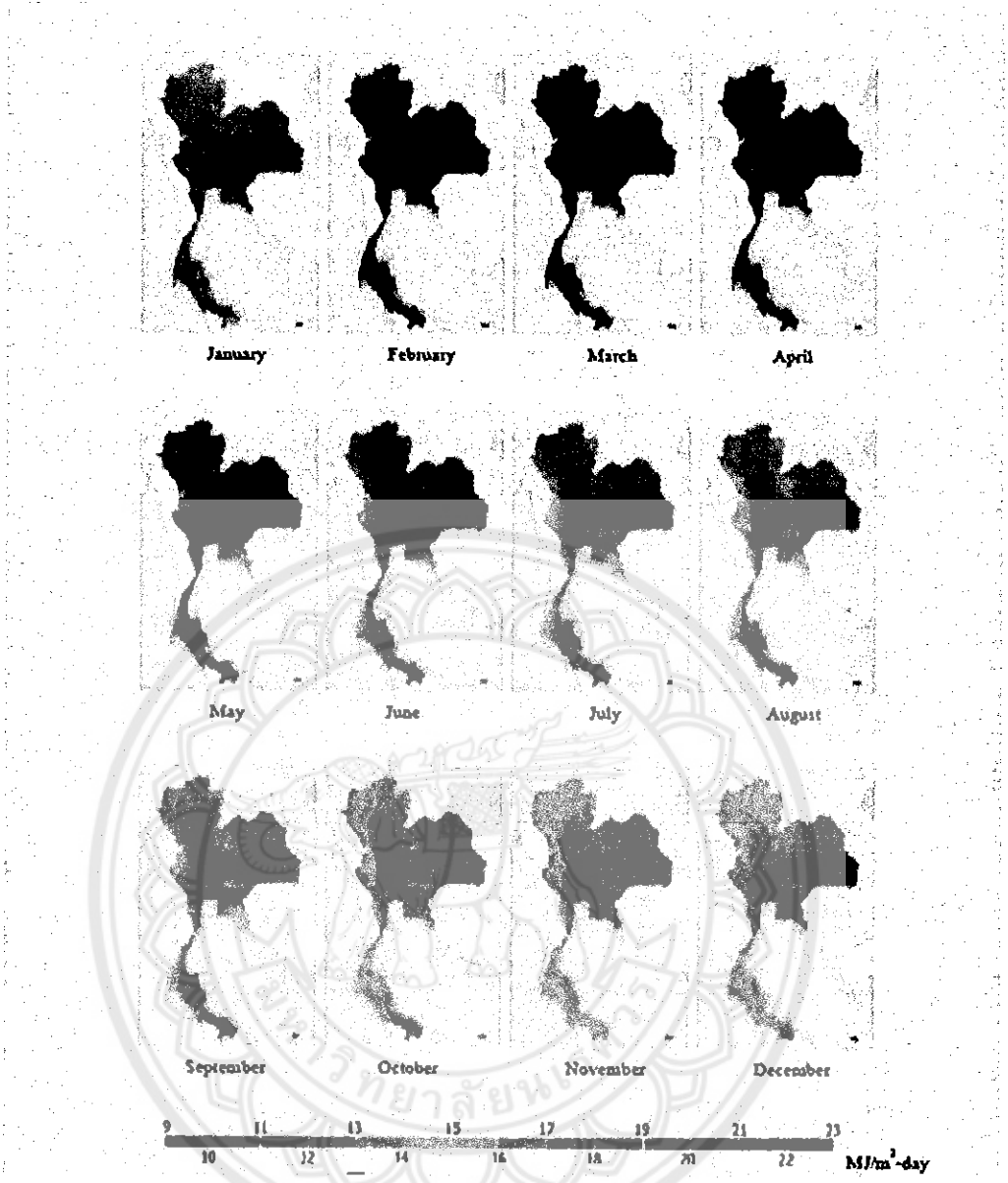
การกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของเดือนพฤศจิกายน พื้นที่ทั่วประเทศได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือค่อนข้างมาก ทำให้ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมมาก ค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จึงมีค่าน้อยกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันออก ส่วนภาคเหนือก็ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ท้องฟ้าจะมีสภาพของฟ้าหลัว ซึ่งทำให้ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับมีค่าน้อยอยู่ในช่วง 13 - 17 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน สำหรับภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการกระจายความเข้มรังสีดวงอาทิตย์คล้ายคลึงกัน คือ มีค่าอยู่ในช่วง 18 - 19 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน การกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของเดือนธันวาคม ในเดือนนี้ดวงอาทิตย์เคลื่อนตัวไปอยู่ทางตอนใต้ของเส้นศูนย์สูตรท้องฟ้ามากที่สุด ทำให้รังสีดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลกบนพื้นราบมีค่า

ต่ำสุด ถึงแม้ว่าท้องฟ้าจะมีสภาพแจ่มใส แต่รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวโลกบริเวณ ประเทศไทยยังคงมีค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ลดลงจากเดือนพฤศจิกายน โดยเป็นผลมาจากตำแหน่งดวงอาทิตย์ กล่าวคือทางตอนใต้ ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กระจายอยู่ในช่วง 12 - 16 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน ส่วนบริเวณอื่นของประเทศค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์อยู่ในช่วง 17 - 19 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน โดยทางภาคเหนือตอนบนของประเทศ มีค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ลดลงอยู่ในช่วง 13 - 16 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน (http://www.solargen.co.th/th/blog/1012/blog-1012)

จากผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพพลังงาน แสงอาทิตย์ค่อนข้างสูงแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยปี 2558 แสดงดังรูปที่ 2.6 และแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยในแต่ละเดือนของปี 2558 แสดงดังรูปที่ 2.7




**รูปที่** 2.6 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์โดยรวมของประเทศไทยปี 2558
ที่มา : http://www.solargen.co.th/th/blog/1012/blog-1012



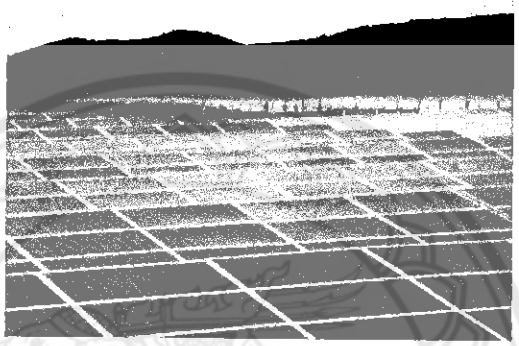

รูปที่ 2.7 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยในแต่ละเดือนของปี 2558

ที่มา : http://www.solargen.co.th/th/blog/1012/blog-1012

## 2.6 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของโซลาร์ฟาร์มในไทย

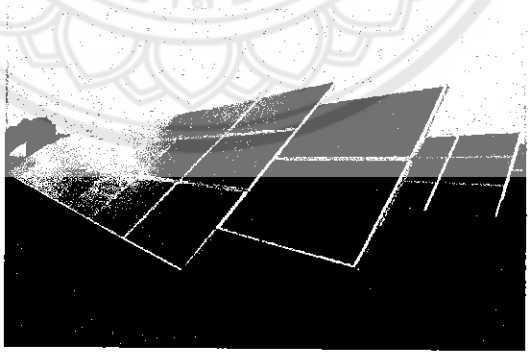
ปัจจุบันโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก จะมีการเลือกเทคโนโลยีในการติดตั้งแผงเซลล์อาทิตย์ที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับเงินลงทุนของแต่ละบริษัทที่นิยมใช้กันอยู่เวลานี้จะมีอยู่ 2 ประเภท ได้แก่

2.6.1 การติดตั้งแบบอยู่กับที่ (Fixed System) ซึ่งเป็นการติดตั้งแผงแบบระบุตำแหน่งชัดเจน โดยใช้การคำนวณจากข้อมูลเฉลี่ยของระดับความเข้มของแสงในแต่ละพื้นที่ เพื่อกำหนดองศาของการติดตั้งแผงเพื่อรับแสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด การติดตั้งแบบอยู่กับที่ แสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การติดตั้งแบบอยู่กับที่
ที่มา : http://www.dadjar.solar/14798315/โซล่าร์เซลล์ในthai

2.6.2 การติดตั้งแบบหมุนตามดวงอาทิตย์ (Tracking System) แสดงดังรูปที่ 2.9



**รูปที่ 2.9** การติดตั้งแบบหมุนตามดวงอาทิตย์
ที่มา : http://www.dadjar.solar/14798315/โซล่าร์เซลล์ในthai

อย่างไรก็ตาม การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่นี้ ทำให้ได้รับค่าพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ดีเพียงบางช่วงเวลาหรือประมาณ 5 - 6 ชั่วโมงต่อวัน เนื่องจากดวงอาทิตย์มีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดจาก ทิศตะวันออกไปสู่ทิศตะวันตก แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ จะได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ได้เต็มที่ในเวลาเที่ยงวันเท่านั้น จึงทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เต็มศักยภาพเท่าที่ควร แต่ข้อดีของการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบนี้จะมีต้นทุนในการติดตั้งไม่สูงมากนัก และการดูแลรักษาง่าย (เอ็กโก กรุ๊ป การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของโซลาร์ฟาร์มในไทย, 2551)

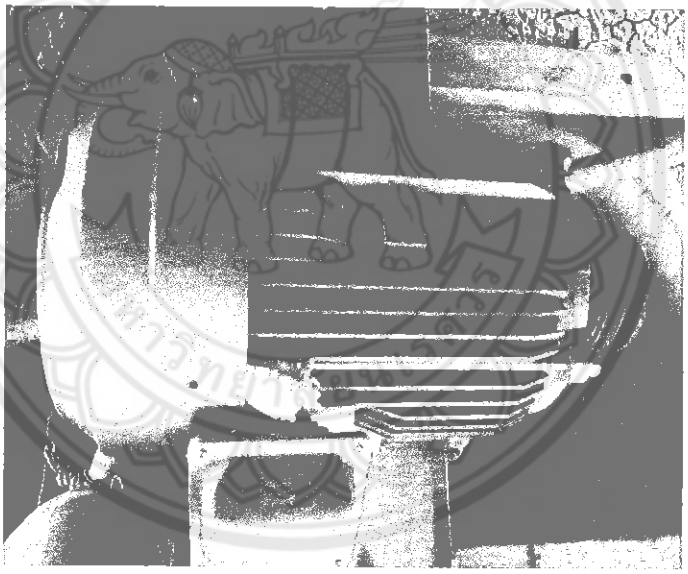
## 2.7 เครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยสูบน้ำหรือทำให้น้ำเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่ง ไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งปัจจุบันเครื่องสูบน้ำ เป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นสำหรับบ้านพักอาศัย โดยเฉพาะอาคารชุดหรืออาคารที่มีความสูงหลายชั้น เครื่องสูบน้ำทำงานโดยใช้พลังงานไฟฟ้า ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องสูบน้ำ จะช่วยให้ทราบถึงแนวทางในการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำอย่างถูกวิธีจะทำให้ประหยัดน้ำ, ไฟฟ้า และน้ำมัน (สมชาย สุวราห์วรรณ, 2537)

### 2.7.1 เครื่องสูบน้ำประเภทเหวี่ยงหนีศูนย์

เรียกกันทั่วไปว่าเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งเป็นเครื่องสูบน้ำที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการเกษตร ใช้ในระบบการให้น้ำทางท่อ เช่น น้ำหยด มินิสปริงเกอร์ หรือใช้ในการระบายน้ำได้เช่นกัน เครื่องสูบน้ำประเภทนี้จะมีให้เลือกได้อย่างมากมายหลายแบบ และหลายขนาดตามความต้องการของผู้ใช้ สามารถเลือกใช้ได้ทั้งที่น้ำมากแรงดันต่ำ หรือน้ำน้อยแรงดันสูง หรือทั้งน้ำมากแรงดันมาก สามารถใช้ได้ทั้งเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าเครื่องสูบน้ำแบบใช้เครื่องยนต์ แสดงดังรูปที่ 2.10 และเครื่องสูบน้ำแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 2.11 (การเลือกเครื่องสูบน้ำ ศูนย์ส่งเสริมวิศวกรรมเกษตรที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก)

รูปที่ 2.10 เครื่องสูบน้ำแบบใช้เครื่องยนต์
ที่มา : หมู่บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก



**รูปที่ 2.11** เครื่องสูบน้ำแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า
ที่มา : หมู่บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก

### 2.7.2 เครื่องสูบน้ำชนิดจุ่มใต้น้ำ

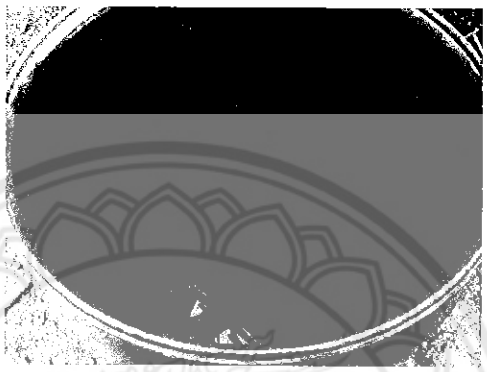
เครื่องสูบน้ำชนิดจุ่มใต้น้ำ (Submersible Pumps) มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนเรือนปั๊ม และส่วนมอเตอร์ ส่วนเรือนปั๊มจะมีใบพัดจำนวนหลายใบบรรจุอยู่พร้อมทั้งมีแกนใบพัดโผล่ออกมาเพื่อใช้เชื่อมต่อกับส่วนมอเตอร์เมื่อน้ำถูกสูบเข้ามาในเรือนปั๊มใบพัดแต่ละใบจะผลิตแรงดันเพื่อส่งน้ำออกไป ยิ่งมีจำนวนใบพัดมากเท่าไรก็จะยิ่งส่งน้ำได้สูงขึ้นเท่านั้น ปกติปั๊มซัมเมอร์สที่มีขนาดแรงม้าสูง เช่น 0.5 - 5 แรงม้า มักจะนิยมใช้ใบพัดที่ทำมาจากพลาสติกซึ่งทำให้ใบพัดและเรือนปั๊มเสียหายได้ง่ายหากทำการสูบโดยไม่มีน้ำนอกจากนี้อาจทำให้มอเตอร์เสียหายอีกด้วย ปั๊มน้ำชนิดจุ่มใต้น้ำ แสดงดังรูปที่ 2.12 (คู่มือการบริหารจัดการและการบำรุงรักษาระบบประปาชนบท กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)

รูปที่ 2.12 ปั๊มน้ำชนิดจุ่มใต้น้ำ

ที่มา : กองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก

## 2.8 ถังเก็บน้ำพลาสติก

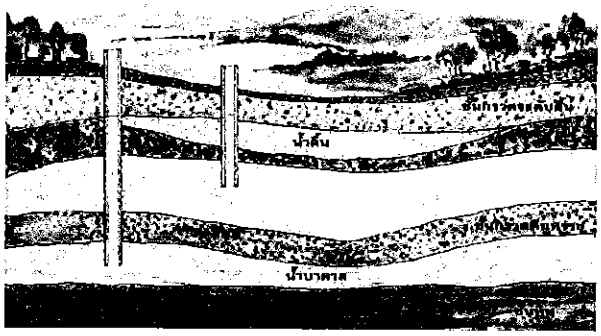
ถังเก็บน้ำพลาสติกถังน้ำชนิดนี้ไม่มีสารพิษอันก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ ตั้งกลางแดดได้น้ำไม่ร้อน ไม่เป็นสนิม ไม่เป็นตะใคร่ไม่กรอบแตกใส่น้ำได้ทั้งน้ำประปา น้ำฝน น้ำคลอง น้ำบาดาล โดยไม่มีผลต่อคุณภาพสินค้า หากแต่ถ้าเป็นน้ำคลอง หรือน้ำบาดาล อาจจะต้องล้างถังบ่อยกว่าน้ำประปา เนื่องจากมีตะกอนดินไหลปะปนมากับน้ำโดยที่ ถังเก็บน้ำพลาสติก เป็นถังที่ทำจากพอลิเอทิลีน ราคาไม่แพง อายุการใช้งานสั้นกรอบแตกง่ายและมีปัญหาเรื่องสนิม ถังเก็บน้ำพลาสติก แสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ถังเก็บน้ำพลาสติก
ที่มา : หมู่บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก

## 2.9 น้ำบาดาล

น้ำบาดาล คือ น้ำที่ถูกกักเก็บหรือสะสมตัวอยู่ใต้ดิน อาจจะสะสมตัวอยู่ตามรอยแตก, รอยแยกของชั้นหิน และอาจจะสะสมตัวอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดกรวด หรือเม็ดทราย ที่อยู่ใต้ดินลึกลงไปเมื่อน้ำสะสมตัวกันมากๆ จนเราสามารถเจาะบ่อน้ำบาดาล และสูบเอาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ได้ ในบริเวณนั้นเราจะเรียกว่า ชั้นน้ำบาดาล น้ำใต้ดิน แสดงดังรูปที่ 2.14




**รูปที่ 2.14 น้ำใต้ดิน**
ที่มา : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ecology/chapter3/chapter3_water4.htm

น้ำบาดาลในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่างจังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และพิจิตร

กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้จัดทำโครงการทดลองเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่างจังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และพิจิตร เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรกรรม จากการที่ระดับน้ำบาดาลลดตัวลงอย่างต่อเนื่องและเป็นการหาแนวทางแก้ไขปัญหาภัยแล้งและปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และจังหวัดพิจิตร เนื่องจากไม่มีพื้นที่กักเก็บน้ำขนาดใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำยม

จากผลการศึกษาในพื้นที่ 6.56 ล้านไร่ ในพื้นที่จังหวัดพิจิตร จังหวัดพิษณุโลกและสุโขทัยพบว่ามีการสูบน้ำบาดาลระดับตื้นขึ้นมาใช้เพื่อทำการเกษตรกรรมถึงปีละ 7,800 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยเป็นการใช้น้ำบาดาลเกินสมดุลถึงปีละ 820 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้ระดับน้ำบาดาลลดตัวลง อย่างรวดเร็ว 10 - 30 เซนติเมตรต่อปี ในอดีตระดับน้ำบาดาลจะอยู่ที่ความลึก 5 - 10 เมตร จากผิวดิน ปัจจุบันระดับน้ำลดมาอยู่ที่ระดับ 10 - 25 เมตร จากผิวดิน โดยชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นจะมีระดับต่ำสุด 30 เมตรการลดตัวลงของระดับน้ำที่เกิดขึ้นในปัจจุบันทำให้เกษตรกรต้องเสียค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการสูบน้ำเพิ่มขึ้น มีค่าใช้จ่ายการทรุดบ่อมากขึ้น นอกจากนั้นยังเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากการขาดอากาศหายใจ ในระหว่างการทรุดบ่อน้ำบาดาล และหากยังมีการสูบน้ำบาดาลในปริมาณ ที่เกินสมดุลย์ อย่างต่อเนื่องจะทำให้ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นแห้งตัวลงในที่สุดกลายเป็นชั้นน้ำบาดาลตาย หรือ (Dead Aquifer) และจะส่งผลกระทบต่อการทำการเกษตรกรรม ในพื้นที่จังหวัดจังหวัดพิษณุโลก พิจิตร และสุโขทัยที่มีมาอย่างช้านาน เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวไม่มีระบบชลประทาน ไม่มีแหล่งน้ำอื่นๆ มีเพียงน้ำบาดาลระดับตื้นเท่านั้น (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล สำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล,โครงการศึกษาทดลองการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน 2556)

## 2.10 การใช้ไฟฟ้าต่อหน่วย

ก่อนที่จะทราบอัตราค่าไฟฟ้า ควรจะทราบว่าเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ ใช้ไฟฟ้า หรือกินไฟเท่าไหร่ โดยสังเกตคู่มือการใช้งาน หรือแถบป้ายที่ติดอยู่กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เขียนว่ากำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) ถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้ามีจำนวนวัตต์มาก กินไฟมากตามไปด้วย ดังนั้นสามารถคำนวณจากเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในบ้าน ว่ามีเครื่องใช้ไฟฟ้ากี่ชนิด แต่ละชนิดกินไฟกี่วัตต์ และเปิดใช้งานประมาณเดือนละกี่ชั่วโมง หลังจากนั้น นำมาคิดคำนวณจะทำให้ทราบว่า ในแต่ละเดือนใช้ไฟฟ้าไปประมาณกี่หน่วย เพื่อเป็นแนวทางในการประหยัดค่าไฟฟ้า (GURU การคิดค่าไฟฟ้าด้วยตัวเอง ,http://guru.sanook.com/7798)

สำหรับการใช้ไฟฟ้า 1 หน่วยหรือ 1 ยูนิต คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าขนาด 1,000 วัตต์ที่ใช้งานใน 1 ชั่วโมง สูตรการคำนวณการใช้ไฟฟ้าต่อหน่วย แสดงดังสมการที่ 2.1

$$\text{ยูนิต} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า(วัตต์)ของเครื่องใช้ไฟฟ้า}}{1{,}000} \times \text{จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า} \times \text{จำนวนชั่วโมง} \qquad (2.1)$$

## 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.11.1 โซลาร์ปั๊ม วิจัยใช้ได้จริง (2557)

ปั๊มสูบน้ำพลังแสงอาทิตย์ ไม่มีแบตเตอรี่ไม่ใช้น้ำมัน ผลงานวิจัยใช้ได้จริงจากเนคเทค มุ่งลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรที่จำเป็นต้องผันน้ำจากแหล่งน้ำเข้าสู่บ่อพักน้ำหรือพื้นที่เพาะปลูก ทดสอบใช้ในโครงการทำนา 1 ไร่ได้เงิน 1 แสนในพื้นที่ อ.ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี และพร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ภาคเอกชนไปผลิตเชิงพาณิชย์ "จุดเด่นอยู่ที่ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดในทุกช่วงแสงของวัน และใช้แผงโซลาร์เซลล์น้อยกว่าอินเวอร์เตอร์ทั่วไปในท้องตลาด ไม่มีแบตเตอรี่และไม่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง จึงประหยัดค่าใช้จ่ายของระบบลง ถึงแม้การลงทุนติดตั้งครั้งแรกจะใช้งบกว่า 1 แสนบาท แต่ก็คืนทุนภายใน 1 ปี และแผงโซลาร์เซลล์ยังมีอายุการใช้งานนานกว่า 25 ปี" สุทัศน์ ปฐมนุพงศ์ หัวหน้าห้องปฏิบัติการวิจัยต้นแบบและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เนคเทค กล่าว : ปั๊มน้ำ ไม่มีแบตเตอรี่ไม่ใช้น้ำมัน ปัจจุบัน ปั๊มน้ำที่ใช้พลังงานไฟฟ้าโดยตรงจากแผงโซลาร์เซลล์ต้องใช้ปั๊มน้ำแบบ DC (DC Pump) ซึ่งมีขนาดกำลังขับต่ำ ไม่มีรูปแบบของปั๊มน้ำให้เลือกตามการใช้งานมากนัก ขณะที่ปั๊มน้ำแบบ AC (AC Pump) ซึ่งในท้องตลาดมีให้เลือกใช้หลายรุ่นหลายแบบ หลายกำลังขับ จำเป็นต้องใช้อินเวอร์เตอร์ในการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไปเป็นกระแสสลับก่อน อีกทั้งข้อจำกัดของอินเวอร์เตอร์โดยทั่วไปคือ ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อต้องรับแรงดันที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ไม่แน่นอน และแรงดันสูง 270 - 350 VDC ทำให้ต้องใช้จำนวนแผงโซลาร์เซลล์มากเกินความจำเป็น สำหรับอินเวอร์เตอร์ปั๊มน้ำที่เนคเทคพัฒนาขึ้นนี้ ได้เพิ่มระบบ MPPT (Maximum Power Point Tracking) ที่มีความสามารถจัดการพลังงานแบบหาจุดการถ่ายทอดพลังงานสูงสุดในแต่ละช่วงแสง เพื่อให้ปั๊มน้ำทำงานได้ดีที่สุดที่ความเข้มแสงหนึ่งๆ โดยตัวอินเวอร์เตอร์เองได้รับการออกแบบให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานกลางแจ้งด้วย ไม่ว่าจะเป็น ระบบป้องกันความเสียหายจากฟ้าผ่า การกันฝุ่นกันน้ำตามมาตรฐาน IP55 อีกทั้งไม่จำเป็นต้องใช้ร่วมกับแบตเตอรี่ สามารถนำไปขับมอเตอร์แบบ PSC ได้ตั้งแต่ 0.5 - 3 แรงม้า และมีให้เลือกใช้งานหลายรูปแบบหลายขนาด ทั้งกำลังดูดหรือส่ง (Head) อัตราการไหล (Flow) "เราศึกษาและวิจัยระบบนี้ประมาณ 6 เดือน จึงนำลงมาสาธิตการใช้งานจริงในพื้นที่ดังกล่าวเกือบ 3 เดือนมาแล้ว ผลปรากฏว่าสามารถช่วยลดต้นทุนให้กับชาวเกษตรกรได้" นักวิจัยกล่าวว่า เนคเทคทดลองติดตั้งใช้ปั๊มสูบน้ำพลังแสงอาทิตย์ 10 แผง ในพื้นที่ทำนา อ.ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี ขับเคลื่อนมอเตอร์ปั๊มน้ำให้มีกำลังเทียบเท่า 3 แรงม้า ส่งน้ำผ่านท่อพญานาคได้ถึง 700,000 ลิตรต่อวัน ทั้งนี้ การพัฒนาแผงโซลาร์เซลล์มีแนวโน้มของเทคโนโลยีสูงขึ้น ขนาดแผงเล็กลง และหากผลิตในปริมาณสูง ต้นทุนจะลดลงตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม แผงโซลาร์เซลล์ มีราคาค่อนข้างแพงจึงต้องนำมาใช้ให้เกิดความคุ้มค่า ซึ่งระบบ MPPT ที่พัฒนาขึ้นจะช่วยหาจุดที่มีพลังงานสูงสุดในทุกแสงช่วง เพื่อให้การสูบน้ำหรือปั๊มน้ำทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด โดยสามารถสูบน้ำได้ถึง 800,000 ลิตรต่อวัน : ทำนา 1 ไร่ได้เงิน 100,000 บาท Solar Inverter Pump ที่เนคเทคได้พัฒนาขึ้นนี้ ถือเป็นต้นแบบอินเวอร์เตอร์สำหรับปั๊มน้ำจากเซล

แสงอาทิตย์หลายกำลังขับ ซึ่งนำมาใช้ในโครงการทำนา 1 ไร่ได้เงิน 100,000 บาท โครงการนี้ดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยหอการค้าไทยและหอการค้าไทย เป็นการช่วยในเรื่องลดต้นทุนในการผลิตแก่เกษตรกร ที่ทำเกษตรกรรมในพื้นที่ซึ่งจำเป็นต้องการผันน้ำจากแหล่งน้ำหลักเข้าสู่บ่อพักน้ำหรือเข้า พื้นที่เพาะปลูกโดยตรง ดังนั้น การนำต้นแบบอินเวอร์เตอร์มาใช้อาจช่วยให้มีการเปลี่ยนมาใช้พลังงานทางเลือกในรูปแบบต่างๆ มากขึ้น สุทัศน์ กล่าวอีกว่า จากเดิมที่เกษตรกรนิยมสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ ทำให้ต้องเสียค่าน้ำมันเดือนละกว่า 9,000 บาท แต่ในส่วนการทดสอบของโครงการนี้เกษตรกรยืนยันว่าสามารถลดต้นทุนค่าน้ำมันต่อเดือนเกือบทั้งหมด หรือไม่มีค่าใช้จ่ายด้านเชื้อ เพลิงพลังงานแต่อย่างใด ผู้ประกอบการที่สนใจเทคโนโลยีสูบน้ำแบบประหยัด Solar Inverter Pump หรือปั๊มสูบน้ำพลังแสงอาทิตย์ ด้วยระบบ MPPT สามารถสอบถามข้อมูลได้ที่ ห้องปฏิบัติการวิจัยต้นแบบและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือเข้าชมในงาน NAC 2014 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ระหว่างวันที่ 1-3 เมษายนนี้ (โซลาร์ปั๊ม วิจัยใช้ได้จริง กรุงเทพธุรกิจ ฉบับวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2557, หน้า 9)

2.11.2 ศุภชัย กวินวุฒิกุล (2551)

ได้ทำการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์ให้เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ เป็นการทดลองเพื่อหาอัตราการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดอะเมอร์ฟลิซิลิคอนที่ใช้กระจกเงาสะท้อนแสงเพิ่มความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ให้กับแผงเซลล์พร้อมกับการเคลื่อนที่แผงเซลล์ตามแนวการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ เปรียบเทียบกับประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเดียวกันแต่ลักษณะการใช้แตกต่างกันอีก 2 รูปแบบคือ รูปแบบที่แผงเซลล์ไม่เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ โดยเปรียบเทียบแบบที่มีการติดตั้งกระจกเงากับไม่มีการติดตั้งกระจกเงา และรูปแบบที่แผงเซลล์เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ โดยเปรียบเทียบแบบที่มีการติดตั้งกระจกเงากับไม่มีการติดตั้งกระจกเงา

ผลการวิจัยพบว่า แผงเซลล์ที่ติดตั้งกระจกเงาและเคลื่อนที่ตามแนวเคลื่อนที่ดวงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.33 และมีประสิทธิภาพสูงกว่าแผงเซลล์ที่เคลื่อนที่ตามแนวเคลื่อนที่ดวงอาทิตย์และไม่ติดตั้งกระจกเงาคิดเป็นร้อยละ 14.12 ส่วนแผงเซลล์ที่ติดตั้งกระจกเงาและไม่เคลื่อนที่ตามแนวเคลื่อนที่ดวงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.05 และมีประสิทธิภาพสูงกว่าแผงเซลล์ที่ไม่เคลื่อนที่ตามแนวเคลื่อนที่ดวงอาทิตย์และไม่ติดตั้งกระจกเงาคิดเป็นร้อยละ 11.89

2.11.3 สมชาย สุวราห์วรรณ (2537)

ได้ทำการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคและเศรษฐกิจของระบบสูบน้ำด้ายพลังงานแสงอาทิตย์แบบต่อตรงเพื่อการเกษตร ลักษณะของระบบประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของบริษัท Solar ARCO ขนาด 47 วัตต์ จำนวน 15 แผง ต่อแบบอนุกรม 3 แผง และขนานกัน 5 ชุด ชุดมอเตอร์/ปั๊มน้ำบริษัท MeDonald โมเดล 150307DSU สายไฟขนาด 25 ตารางมิลลิเมตร ความยาว 306 เมตร ท่อน้ำชนิด PVC เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ความยาว 260 เมตร และถังพักน้ำขนาด 24

ลูกบาศก์เมตร ผลการทดสอบภาคสนามระยะสั้นพบว่า ประสิทธิภาพสูงสุดของระบบเท่ากับร้อยละ 17 ของชุดมอเตอร์/ปั๊มน้ำ เท่ากับร้อยละ 24 และแผงเซลล์เท่ากับร้อยละ 8 ระบบมีอัตราการสูบน้ำสูงสุดเท่ากับ 2.4 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง กระแสไฟฟ้าสูงสุด 11.5 แอมป์ แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 35 โวลต์ กำลังไฟฟ้าสูงสุด 400 วัตต์ และค่ารังสีแสงอาทิตย์วิกฤตเท่ากับ 400 วัตต์/ตารางเมตร กระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงไปตามค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ จะมีรูปไม่แน่นอนที่ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์น้อยกว่า 300 วัตต์/ตารางเมตร เนื่องจากอยู่ในสภาวะที่มอเตอร์ทำงานและหยุดทำงาน แต่ที่ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์มากว่า 400 วัตต์/ตารางเมตร แรงดันไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงตามค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพสูงสุดของระบบรวม และระบบย่อยของระบบที่อยู่ที่ค่าความเข้มรังสีแสงมอาทิตย์เท่ากับ 750 วัตต์/ตารางเมตร ผลการทดสอบระบบภาคสนามในระยะยาวพบว่าค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์เฉลี่ยรายวันเท่ากับ 4.46 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตารางเมตร-วัน ระยะเฮดสถิตเฉลี่ยเท่ากับ 10.9

2.11.4 ธัญชนก หงส์ทอง (2556)

ได้ทำการศึกษาความเหมาะสมของระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบสูบน้ำ และประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ของภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เพื่อสูบน้ำเข้าแปลงปลูกผักแบบพอเพียง ผู้จัดทำได้ทำการติดตั้งแผงวงจรการใช้ไฟฟ้าเพื่อทดลองประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยระบบสูบน้ำ โดยการติดตั้งระบบแบ่งเป็นสองส่วน 1 การจัดทำแผงวงจรควบคุมการเดินไฟ 2 การติดตั้งระบบเครื่องสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ มีทั้งหมดรวม 3 ระบบ ระบบที่ 1 Crystalline Silicon Solar Cell ระบบที่ 2 Amorphous Silicon Solar Cell และระบบที่ 3 Flexible Solar Panel

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์พบว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Flexible Solar Panel 128 วัตต์ 36 โวลต์ ให้ประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline และ Amorphous Silicon

จากการทดสอบความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์พบว่าแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Flexible Solar Panel มีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุดเมื่อเทียบกับแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์แผ่นอื่น รองลงมาคือ แผ่นชนิด Amorphous Silicon และสุดท้าย แผ่นชนิด Polycrystalline

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินโครงงาน

.ในการดำเนินโครงงาน การศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีการดำเนินโครงงานตามผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน แสดงดังรูป ที่ 3.1

**รูปที่ 3.1** ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

17224035
25
6 มี.ค. 2561

## 3.1 การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลเกี่ยวกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ของกองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก, ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลของทาง อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าของทาง บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

### 3.1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับข้าวหอมมะลิ 105

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทั่วไป ข้อดี ข้อจำกัด และต้นทุนในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105

### 3.1.2 การเก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของกองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก โดยทำการสอบถามอาจารย์ที่ปรึกษาและวิทยากรของกองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การเก็บข้อมูลด้านเทคนิค และการเก็บข้อมูลด้านการทดลอง

3.1.2.1 การเก็บข้อมูลด้านเทคนิค

เป็นการเก็บข้อมูลด้านเทคนิคของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีวิธีการเก็บข้อมูลดังนี้

ก. เก็บข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ที่ใช้ทำการติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ข. ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ทำการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และข้อมูลด้านราคา

โดยสอบถามจาก เรืออากาศเอกณัฐศิษย์ ทองบุญชู วิทยากรของกองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก

3.1.2.2 การเก็บข้อมูลด้านการทดลอง

เป็นการเก็บข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีวิธีการเก็บข้อมูลดังนี้

ก. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ก.1 ถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร จำนวน 1 ถัง

ก.2 นาฬิกาจับเวลา

ข. วิธีการเก็บข้อมูล

ข.1 นำถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร นำมารองน้ำที่ปลายท่อน้ำออกขนาด 3 นิ้ว ของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ข.2 เปิดระบบให้น้ำไหลตามปกติ

ข.3 เริ่มจับเวลาตั้งแต่นำถังไปรองน้ำจนเต็มพอดี และบันทึกผล จำนวน 3 ครั้ง

ข.4 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ต่อไป

**3.1.3 การเก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล**

เก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลของทาง อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก โดยทำการสอบถามบุคคลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การเก็บข้อมูลด้านเทคนิค และการเก็บข้อมูลด้านการทดลอง

3.1.3.1 การเก็บข้อมูลด้านเทคนิค

เป็นการเก็บข้อมูลด้านเทคนิคของระบบสูบน้ำบาดาลใช้เครื่องยนต์ดีเซล โดยมีวิธีการเก็บข้อมูลดังนี้

ก. เก็บข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ที่ใช้ทำการติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

ข. ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ทำการสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลและข้อมูลด้านราคา

โดยสอบถามจากชาวนาที่ทำการสูบน้ำเข้านา อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

3.1.3.2 การเก็บข้อมูลด้านการทดลอง

เป็นการเก็บข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล โดยมีวิธีการเก็บข้อมูลดังนี้

ก. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ก.1 ถังเก็บน้ำพลาสติก ขนาด 200 ลิตร จำนวน 1 ถัง

ก.2 นาฬิกาจับเวลา

ข. วิธีการเก็บข้อมูล

ข.1 เปิดระบบให้น้ำไหลตามปกติ

ข.2 นำถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร นำมารองน้ำที่ปลายท่อน้ำออกขนาด 3 นิ้ว ของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

ข.3 เริ่มจับเวลาตั้งแต่นำถังไปรองน้ำจนเต็มพอดี และบันทึกผล จำนวน 3 ครั้ง

ข.4 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ต่อไป

**3.1.4 การเก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า**

เก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าของทาง บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก โดยทำการสอบถบุคคลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การเก็บข้อมูลด้านเทคนิค และการเก็บข้อมูลด้านการทดลอง

3.1.4.1 การเก็บข้อมูลด้านเทคนิค

เป็นการเก็บข้อมูลด้านเทคนิคของระบบสูบน้ำบาดาลใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีวิธีการเก็บข้อมูลดังนี้

ก. เก็บข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ที่ใช้ทำการติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

ข. ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ทำการสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าและข้อมูลด้านราคา

โดยสอบถามจากชาวนาที่ทำการสูบน้ำเข้านา บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก

3.1.4.2 การเก็บข้อมูลด้านการทดลอง

เป็นการเก็บข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีวิธีการเก็บข้อมูลดังนี้

ก. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ก.1 ถังเก็บน้ำพลาสติก ขนาด 200 ลิตร จำนวน 1 ถัง

ก.2 นาฬิกาจับเวลา

ข. วิธีการเก็บข้อมูล

ข.1 เปิดระบบให้น้ำไหลตามปกติ

ข.2 นำถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร นำมารองน้ำที่ปลายท่อน้ำออกขนาด 3 นิ้ว ของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

ข.3 เริ่มจับเวลา ตั้งแต่นำถังไปรองน้ำจนเต็ม และบันทึกผล จำนวน 3 ครั้ง

ข.4 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ต่อไป

## 3.2 การวิเคราะห์ผลการดำเนินโครงงานและการศึกษาความเป็นไปได้

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลทางด้านเทคนิค และผลการทดลอง ของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของกองพันทหารอากาศโยธินกองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการประกอบการตัดสินใจว่าโครงการมีความน่าลงทุนหรือไม่ โดยทำการเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลของทาง อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าของทาง บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

**3.2.1 การเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล**

นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลทางด้านเทคนิค และผลการทดลอง ของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ กับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล โดยเปรียบเทียบข้อมูลด้านราคา และข้อมูลการได้น้ำของระบบ

**3.2.2 การเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า**

นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลทั้งทางด้านเทคนิค และผลการทดลอง ของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ กับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยเปรียบเทียบข้อมูลด้านราคา และข้อมูลด้านประสิทธิภาพ

**3.2.3 การเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 20 ไร่ ใน 1 ปี (3 รอบ)**

นำข้อมูลการได้น้ำและค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบ มาเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 20 ไร่ ใน 1 ปี (3 รอบ) เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการตัดสินใจในการติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลให้คุ้มค่ากับการลงทุน

## 3.3 การสรุปผลการดำเนินโครงงาน

สรุปผลการดำเนินโครงงานรวมทั้งพิจารณาความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะอื่นๆ

## 3.4 การจัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์

# บทที่ 4
# ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน การศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในการปลูกข้าว บริเวณพื้นที่ทางการเกษตรของกองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## 4.1 การเก็บข้อมูล

คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงาน ได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการเก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของ กองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก โดยทำการสอบถามอาจารย์ที่ปรึกษาและวิทยากรของกองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งผลการเก็บข้อมูลมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 4.1.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับข้าวหอมมะลิ 105

ในการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับข้าวหอมมะลิ 105 คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้กำหนดขอบเขตพื้นที่ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 20 ไร่ ซึ่งผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับข้าวหอมมะลิ 105 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1.1 ต้นทุนที่ใช้ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ใน 1 รอบ แสดงดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ต้นทุนที่ใช้ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ใน 1 รอบ

| รายการใช้จ่าย | ต่อไร่ (บาท) | ต่อ 20 ไร่ (บาท) |
|---|---|---|
| ค่าปุ๋ย | 2,550 | 51,000 |
| ค่าเมล็ดพันธ์ | 540 | 10,800 |
| สารเคมี | 200 | 4,000 |
| เก็บเกี่ยว | 580 | 11,600 |
| เตรียมดิน | 400 | 8,000 |
| การปรับหน้าดินให้เรียบเสมอกัน | 300 | 6,000 |
| ค่าจ้างหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าว | 100 | 2,000 |
| ค่าจ้างฉีดสารเคมี | 200 | 4,000 |
| อื่นๆ | 1,500 | 30,000 |
| รวม | 6,370 | 127,400 |

ที่มา : สำนักข่าวออนไลน์ไทยพับลิก้า ThaiPublica.org

4.1.1.2 ความต้องการน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 แสดงดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** ความต้องการน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105

| ข้าวหอมมะลิ 105 | ความต้องการน้ำ (ลิตร) |
|---|---|
| 1 ไร่ | 600,000 |
| 20 ไร่ | 12,000,000 |
| 1 ปี | 36,000,000 |

ที่มา : เกษตรพอเพียง.คอม

4.1.1.3 ผลผลิตในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ 105 ใน 1 รอบ แสดงดังตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3** ผลผลิตในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ 105 ใน 1 รอบ

| ผลผลิตที่ได้ | |
|---|---|
| พื้นที่ปลูก | กิโลกรัม |
| 1 ไร่ | 500 |
| 20 ไร่ | 10,000 |

**ที่มา : วิไลภรณ์ ชนกนำชัย การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 กรมส่งเสริมการเกษตร**
http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/rice/rice.pdf

4.1.1.4 ราคาข้าวเปลือกของข้าวหอมมะลิ 105 ใน 1 รอบ แสดงดังตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** ราคาข้าวเปลือกของข้าวหอมมะลิ 105 ใน 1 รอบ

| น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ราคา (บาท) |
|---|---|
| 1 | 15.83 |
| 10,000 | 158,300 |

ที่มา : สหกรณ์การเกษตรธาตุพนม จำกัด

4.1.1.5 กำไรสุทธิจากการจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105 ใน 1 ปี แสดงดังตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** กำไรสุทธิจากการจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105 ใน 1 ปี

| รายการ | ราคา (บาทต่อปี) |
|---|---|
| เงินลงทุนในการทำนา | 382,200 |
| เงินในการจำหน่ายข้าว | 474,900 |
| กำไรสุทธิ | 92,700 |

**4.1.2 การเก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์**

คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงาน ได้เก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของกองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การเก็บข้อมูลด้านเทคนิค และการเก็บข้อมูลด้านการทดลอง

4.1.2.1 การเก็บข้อมูลด้านเทคนิค

ก. ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ที่ทำการติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แสดงดังรูปที่ 4.1

ข. ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ทำการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และข้อมูลด้านราคา

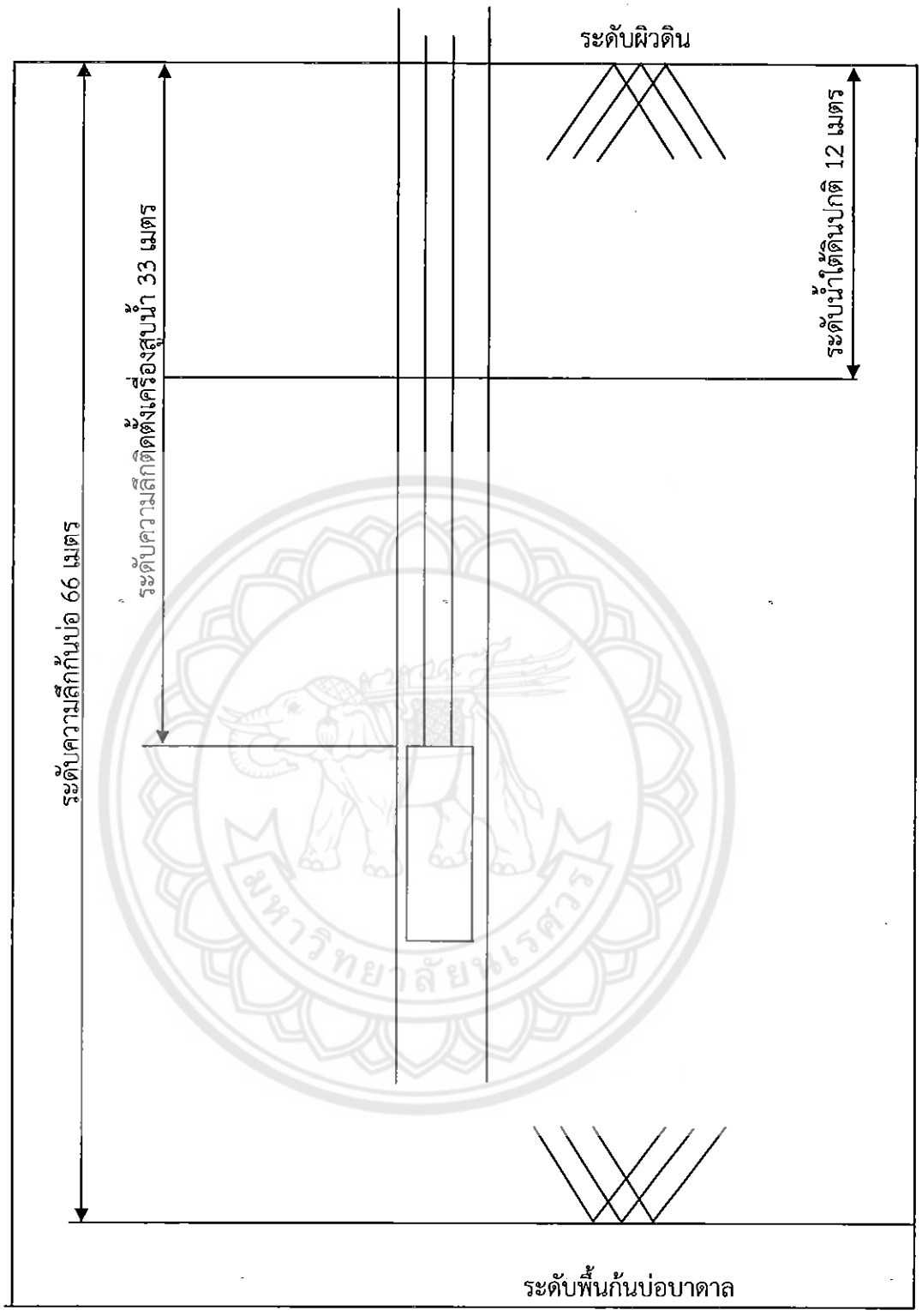
ข.1 เครื่องสูบน้ำ Submersible Pump Grundfos รุ่น SQFlex 5A - 7 แสดงดังรูปที่ 4.2

ข.2 กล่องควบคุมการทำงานเครื่องสูบน้ำ แสดงดังรูปที่ 4.3

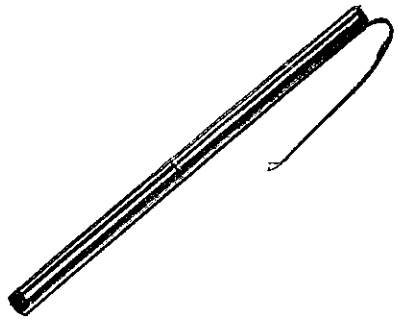
ข.3 แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ แผงขนาด 285 วัตต์ แสดงดังรูปที่ 4.4

4.1.2.2 การเก็บข้อมูลด้านการทดลอง

ข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แสดงดังตารางที่ 4.6




**รูปที่ 4.1** พื้นที่ที่ใช้ทำการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

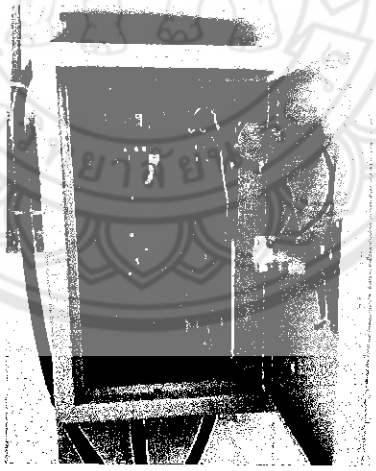


**รูปที่ 4.2** เครื่องสูบน้ำ Submersible Pump Grundfos รุ่น SQFlex 5A - 7

ที่มา : http://order.phaesun.com/index.php/submersible-pump-grundfos-sq-flex-5a-7.html

เครื่องสูบน้ำ Submersible Pump Grundfos รุ่น SQFlex5A - 7 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว อายุการใช้งาน 10 ปี ความเร็วของรอบมอเตอร์ไฟฟ้า 500 - 3,600 รอบต่อนาที

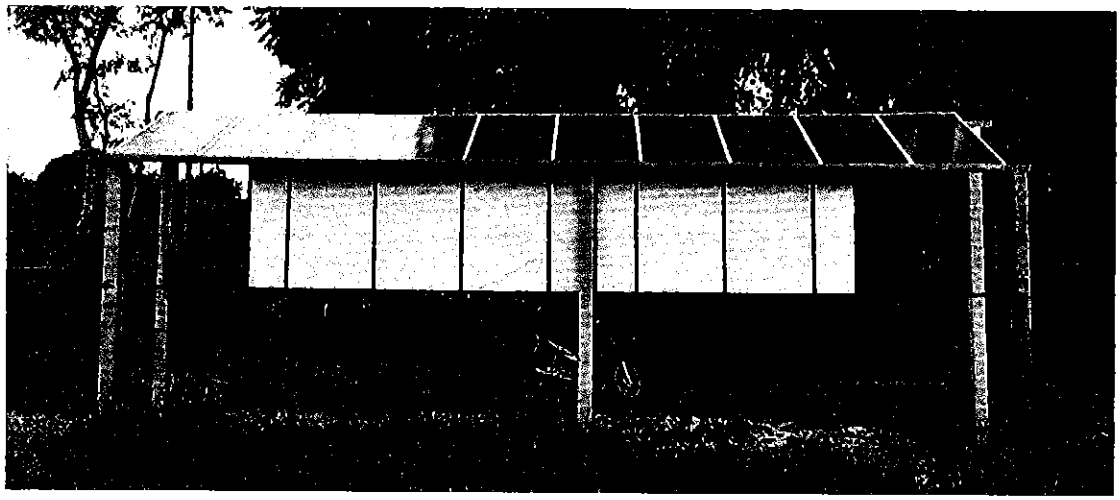
เครื่องสูบน้ำ Submersible Pump Grundfos รุ่น SQFlex5A - 7 ราคา 86,000 บาท



**รูปที่ 4.3** กล่องควบคุมการทำงานเครื่องสูบน้ำ

กล่องควบคุมการทำงานเครื่องสูบน้ำ ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ อายุการใช้งาน 5 ปี ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) 30 - 300 โวลต์ ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 90 - 240 โวลต์ 50 - 60 เฮิรตซ์

กล่องควบคุมการทำงานเครื่องสูบน้ำ แปลงกระแสไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ราคา 1,500 บาท



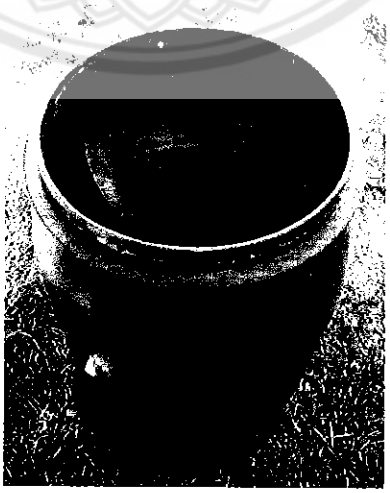
**รูปที่ 4.4** แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ แผงขนาด 285 วัตต์

แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ แผงขนาด 285 วัตต์ จำนวน 10 แผง กำลังผลิตสูงสุด 2,565 วัตต์ อายุการใช้งาน 20 ปีราคา 55,000 บาท

ค่าใช้จ่ายขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล, ค่าติดตั้งระบบ และอุปกรณ์ต่างๆ 30,000 บาท

ที่มา : กองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก

ในการเก็บข้อมูลด้านการทดลอง คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้ใช้ถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร ทำการวัดประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการเอาถังพลาสติกรองน้ำ และจับเวลา เพื่อทำการวัดปริมาณน้ำที่ได้จากระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อวันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ. 2559 แสดงดังรูปที่ 4.5



**รูปที่ 4.5** ถังพลาสติก ขนาด 200 ลิตร วัดน้ำที่ใช้สำหรับการทดลอง

ซึ่งได้ทำการทดลองจำนวน 3 ครั้ง โดยทำการวัดปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละครั้ง ซึ่งได้ผลการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แสดงดังตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.6** ผลการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

| ระบบสูบน้ำบาดาล | การทดลองครั้งที่ 1 | การทดลองครั้งที่ 2 | การทดลองครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | รวมปริมาณน้ำ |
|---|---|---|---|---|---|
| พลังงานแสงอาทิตย์ | 200 ลิตรต่อ 0.62 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.51 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.76 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.63 นาที | 19,047.61 ลิตรต่อ 1 ชม. |

**4.1.3** การเก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงาน ได้เก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลของทางอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การเก็บข้อมูลด้านเทคนิค และการเก็บข้อมูลด้านการทดลอง

4.1.3.1 การเก็บข้อมูลด้านเทคนิค

ก. ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ที่ทำการสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล แสดงดังรูปที่ 4.6

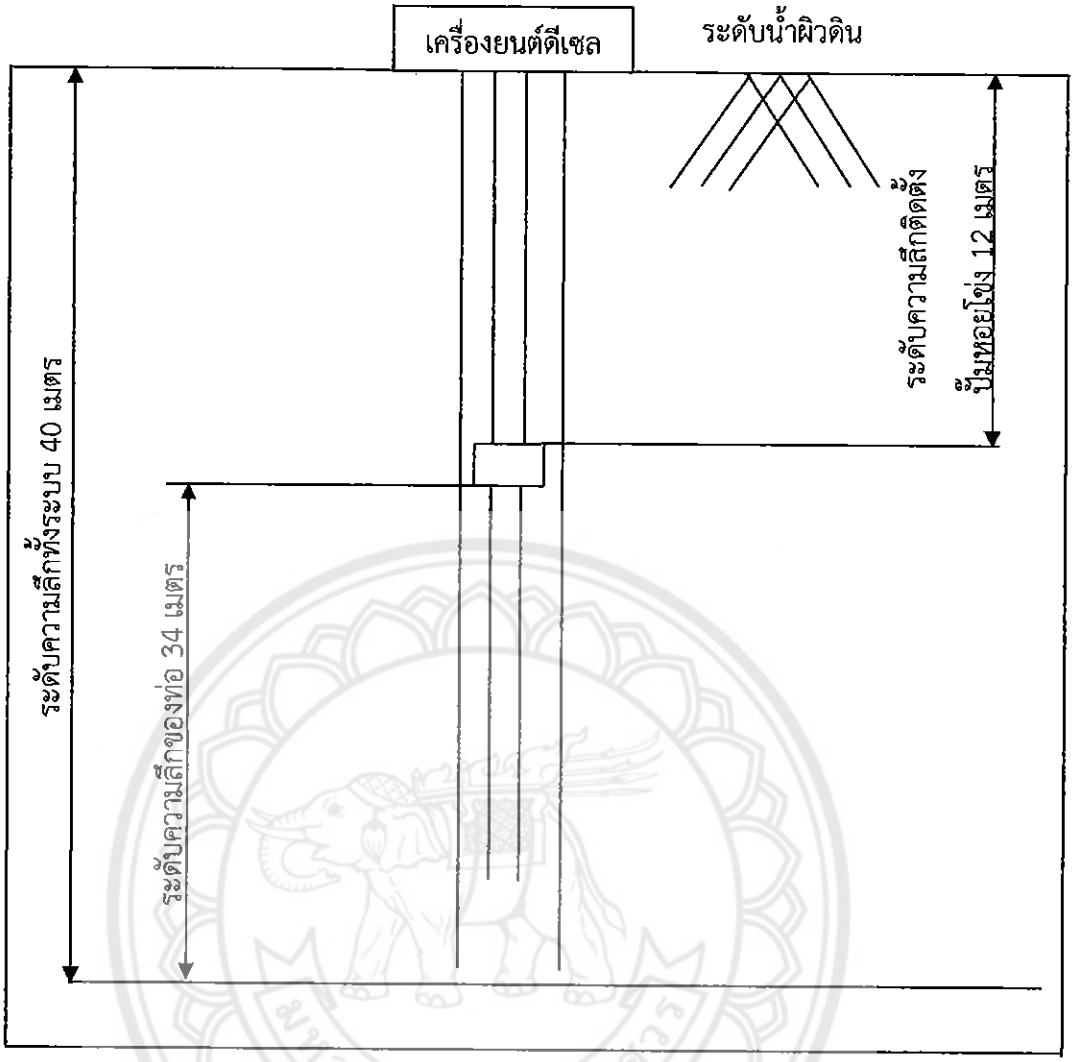
ข. ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ทำการสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลและข้อมูลด้านราคา

ข.1 เครื่องยนต์ดีเซล YANMARTF115 - YM แสดงดังรูปที่ 4.7

ข.2 ปั๊มหอยโข่งแบบใช้สายพานฉุด ขนาดท่อดูด - ส่ง 3 นิ้ว แสดงดังรูปที่ 4.8

4.1.3.2 การเก็บข้อมูลด้านการทดลอง

ข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล แสดงดังตารางที่ 4.7




**รูปที่ 4.6** พื้นที่ที่ทำการสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

**รูปที่ 4.7** เครื่องยนต์ดีเซล YANMARTF 115 - YM

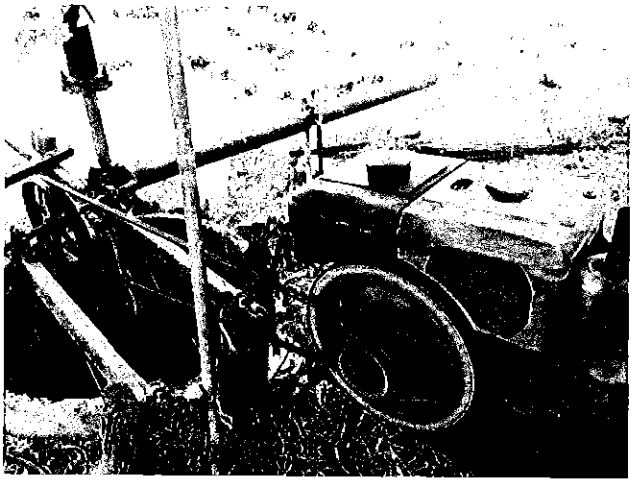
เครื่องยนต์ดีเซล YANMARTF 115 - YM อายุการใช้งาน 10 ปี
กำลังสูงสุด 11.5 แรงม้า 8.5 กิโลวัตต์
กำลังที่กำหนดต่อเนื่อง 9.8 แรงม้า 7.2 กิโลวัตต์
ความเร็วรอบที่กำหนด 2,400 รอบต่อนาที
อัตราการบริโภคน้ำมันขณะเครื่องยนต์ทำงาน 117 กรัม/ชั่วโมง
เครื่องยนต์ดีเซล YANMARTF 115 - YM ราคา 35,000 บาท

**รูปที่** 4.8 ปั๊มหอยโข่งแบบใช้สายพานฉุด ขนาดท่อดูด - ส่ง 3 นิ้ว
ที่มา : http://www.ablewaterpump.com/web/product/mechanicalseal/rhinomechanicalseal/turbo9000

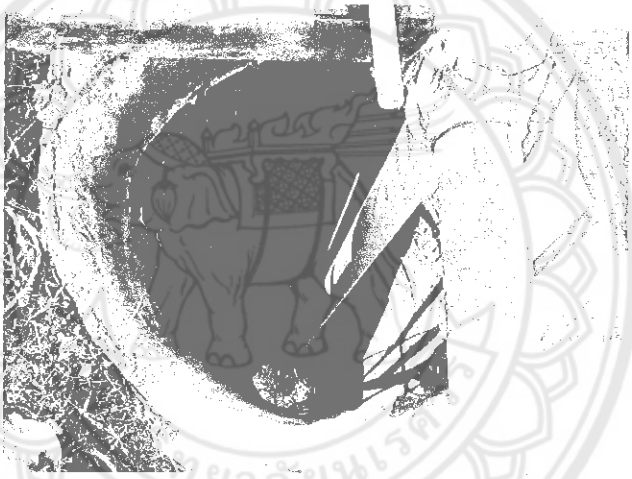
ปั๊มหอยโข่งแบบใช้สายพานฉุด ขนาดท่อดูด - ส่ง 3 นิ้ว อายุการใช้งาน 5 ปีราคา 4,500 บาท

ค่าใช้จ่ายขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล, ค่าติดตั้งระบบ และอุปกรณ์ต่างๆ 30,000 บาท
ที่มา : อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

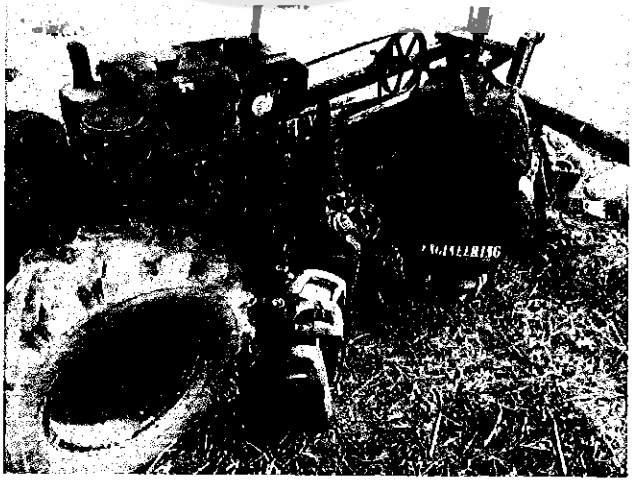
ในการเก็บข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้ทำการทดลอง โดยใช้ถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร ทำการวัดประสิทธิภาพของระบบ ด้วยการจับเวลา เมื่อน้ำจากระบบไหลเข้าสู่ถังพลาสติกจนเต็ม ทำการทดลองจำนวน 3 ครั้ง เมื่อวันที่ 27 สิงหาคม พ.ศ. 2559 การทำงานของระบบเครื่องยนต์ดีเซล แสดงดังรูปที่ 4.9, ระดับความลึกบ่อบาดาลของระบบเครื่องยนต์ดีเซล แสดงดังรูปที่ 4.10, การทดลองของระบบเครื่องยนต์ดีเซล แสดงดังรูปที่ 4.11 และปริมาณน้ำที่ออกจากระบบเครื่องยนต์ดีเซล แสดงดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.9 การทำงานของระบบเครื่องยนต์ดีเซล



รูปที่ 4.10 ระดับความลึกบ่อบาดาลของระบบเครื่องยนต์ดีเซล



**รูปที่ 4.11** การทดลองของระบบเครื่องยนต์ดีเซล

รูปที่ 4.12 ปริมาณน้ำที่ออกจากระบบเครื่องยนต์ดีเซล

ซึ่งผลที่ได้จากการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

| ระบบสูบน้ำบาดาล | การทดลองครั้งที่ 1 | การทดลองครั้งที่ 2 | การทดลองครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | รวมปริมาณน้ำ |
|---|---|---|---|---|---|
| เครื่องยนต์ดีเซล | 200 ลิตรต่อ 0.33 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.37 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.30 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.33 นาที | 36,363.63 ลิตรต่อ 1ชม. |

**4.1.4** การเก็บข้อมูลระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้เก็บข้อมูลของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าของบ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การเก็บข้อมูลด้านเทคนิค และการเก็บข้อมูลด้านการทดลอง

4.1.4.1 การเก็บข้อมูลด้านเทคนิค

ก. ข้อมูลเกี่ยวพื้นที่ที่ทำการสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 4.13

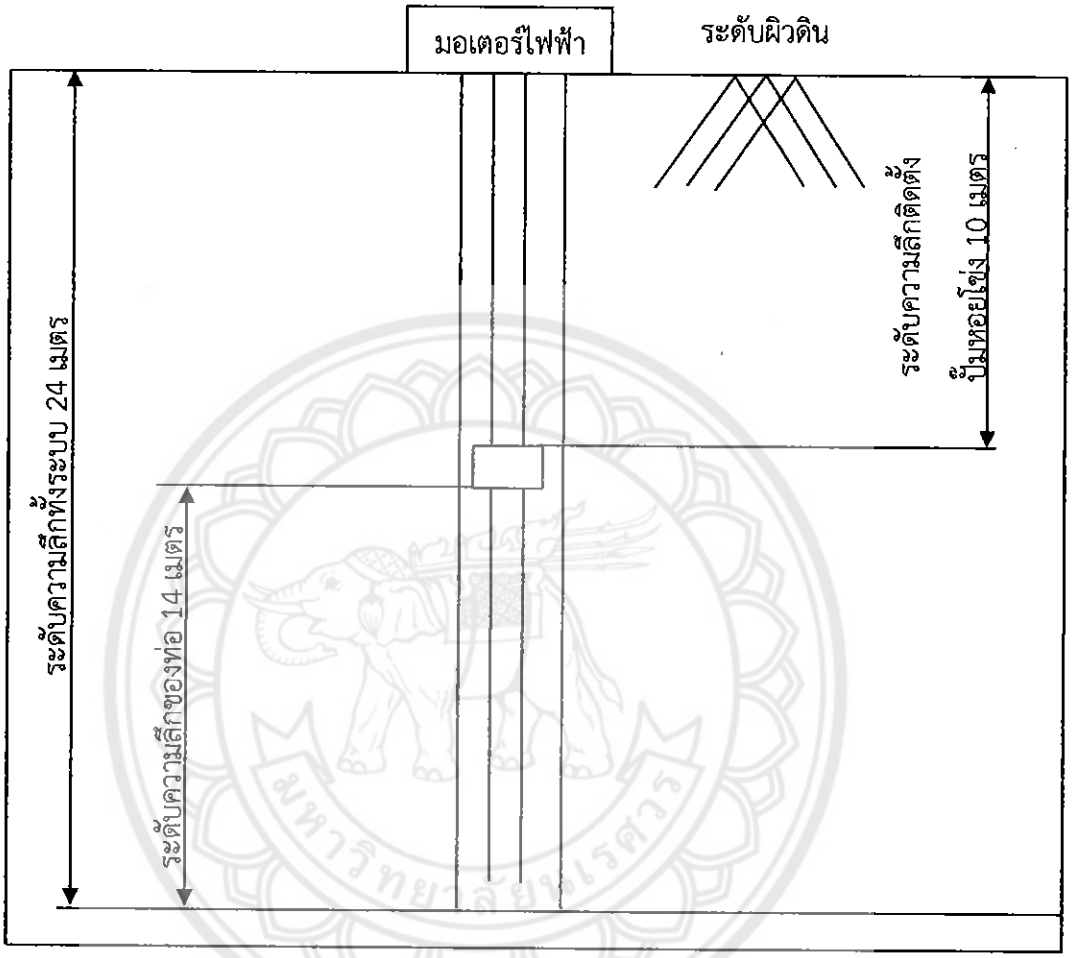
ข. ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ทำการสูบน้ำบาดาลด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและข้อมูลด้านราคา

ข.1 มอเตอร์ไฟฟ้า MITSUBISHI Single Phase Motors (Super Line K Series) 5 แรงม้า แสดงดังรูปที่ 4.14

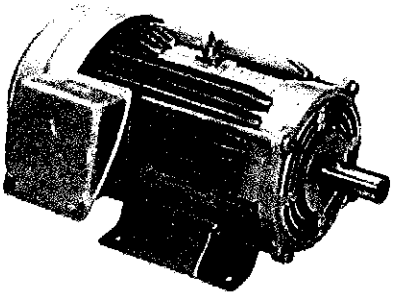
ข.2 ปั๊มหอยโข่งแบบใช้สายพานฉุด ขนาดท่อดูด - ส่ง 3 นิ้ว

4.1.4.2 การเก็บข้อมูลด้านปฏิบัติ

ข้อมูลด้านประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า แสดงดังตารางที่ 4.8




รูปที่ 4.13 พื้นที่ที่ทำการสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า



**รูปที่ 4.14** มอเตอร์ไฟฟ้า MITSUBISHI Single Phase Motors (Super Line K Series) 5 แรงม้า

ที่มา : http://www.akeanantachai.co.th/ae/product-detail.php?product_id =75&pagebackproduct=

มอเตอร์ไฟฟ้า MITSUBISHI Single Phase Motors (Super Line K Series) 5 แรงม้า (3.7 กิโลวัตต์) อายุการใช้งาน 5 ปี ราคา 12,000 บาท

ปั๊มหอยโข่งแบบใช้สายพานฉุด ขนาดท่อดูด - ส่ง 3 นิ้ว อายุการใช้งาน 5 ปี ราคา 5,000 บาท

ค่าใช้จ่ายขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล, ค่าติดตั้งระบบ และอุปกรณ์ต่างๆ 30,000 บาท

ที่มา : บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก

ในการเก็บข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้ทำการทดลอง โดยใช้ถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร ทำการวัดประสิทธิภาพของระบบ ด้วยการจับเวลาเมื่อน้ำที่ได้จากระบบเต็มถังพลาสติก ทำการทดลองจำนวน 3 ครั้ง เมื่อวันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ. 2559 การทำงานของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 4.15, ระดับความลึกบ่อบาดาลของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 4.16, ปริมาณน้ำที่ออกจากระบบมอเตอร์ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 4.17 และการวัดปริมาณน้ำของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 4.18

**รูปที่ 4.15** การทำงานของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า

รูปที่ 4.16 ระดับความลึกบ่อบาดาลของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า

**รูปที่ 4.17** ปริมาณน้ำที่ออกจากระบบมอเตอร์ไฟฟ้า

รูปที่ 4.18 การวัดปริมาณน้ำของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า

ซึ่งผลที่ได้จากการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

| ระบบสูบน้ำบาดาล | การทดลองครั้งที่ 1 | การทดลองครั้งที่ 2 | การทดลองครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | รวมปริมาณน้ำ |
|---|---|---|---|---|---|
| มอเตอร์ไฟฟ้า | 200 ลิตรต่อ 0.32 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.34 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.30 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.32 นาที | 37,500 ลิตรต่อ 1 ชม. |

## 4.2 การวิเคราะห์ผลการดำเนินโครงงานและการศึกษาความเป็นไปได้

คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงาน ได้วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลทั้งทางด้านเทคนิค และการเก็บข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ของกองพันทหารอากาศโยธิน กองบิน 46 จังหวัดพิษณุโลก เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการประกอบการตัดสินใจว่าโครงการมีความน่าลงทุนหรือไม่ โดยทำการเปรียบเทียบกับ ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลของ อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าของบ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก การวิเคราะห์ผลการดำเนินโครงงานและการศึกษาความเป็นไปได้นี้มีระยะเวลา 20 ปี โดยยึดอายุการใช้งานของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานสูงที่สุดของทั้งสามระบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 การเปรียบเทียบระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลทั้งทางด้านเทคนิค และทางด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล โดยยึดตามอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานสูงที่สุดของทั้ง 3 ระบบ คือ 20 ปี (อายุการใช้งานของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ แผงขนาด 285 วัตต์ จำนวน 10 แผง)

ซึ่งผลการเปรียบเทียบระหว่าง 2 ระบบ การเปรียบเทียบข้อมูลด้านราคา แสดงดังตารางที่ 4.9 และการเปรียบเทียบข้อมูลด้านการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.10

**ตาราง**ที่ 4.9 การเปรียบเทียบข้อมูลด้านราคาระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงาน**แสงอาทิตย์**กับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

| ระบบสูบน้ำบาดาล | ค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ (บาท) | ราคาอุปกรณ์อื่นๆ (บาท) | ราคาค่าติดตั้งระบบ (บาท) | ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ตลอดอายุการใช้งาน (บาท) | ราคารวม (บาท) |
|---|---|---|---|---|---|
| พลังงานแสงอาทิตย์ | 142,500 | 90,500 | 30,000 | - | 263,000 |
| เครื่องยนต์ดีเซล | 96,199.1 | 48,500 | 30,000 | 1,133,982 | 1,308,681.1 |

ที่มา : ภาคผนวก ก, ค

**ตารางที่** 4.10 การเปรียบเทียบข้อมูลด้านการทดลองกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้**เครื่องยนต์ดีเซล**

| ระบบสูบน้ำบาดาล | การทดลองครั้งที่ 1 | การทดลองครั้งที่ 2 | การทดลองครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | รวมปริมาณน้ำ |
|---|---|---|---|---|---|
| พลังงานแสงอาทิตย์ | 200 ลิตรต่อ 0.62 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.51 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.76 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.63 นาที | 19,047.61 ลิตรต่อ 1 ชม. |
| เครื่องยนต์ดีเซล | 200 ลิตรต่อ 0.33 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.37 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.30 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.33 นาที | 36,363.63 ลิตรต่อ 1ชม. |

ที่มา : ภาคผนวก ก, ค

4.2.2 การเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลทั้งทางด้านเทคนิค และทางด้านปฏิบัติของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ กับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ยึดตามอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานสูงที่สุดของทั้ง 3 ระบบ คือ 20 ปี (อายุการใช้งานของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ แผงขนาด 285 วัตต์)

ซึ่งผลการเปรียบเทียบระหว่าง 2 ระบบ การเปรียบเทียบข้อมูลด้านราคา แสดงดังตารางที่ 4.11 และการเปรียบเทียบข้อมูลด้านการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.12

**ตารางที่ 4.11** การเปรียบเทียบข้อมูลด้านราคากับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

| ระบบสูบน้ำบาดาล | ค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ (บาท) | ราคาอุปกรณ์อื่นๆ (บาท) | ราคาค่าติดตั้งระบบ (บาท) | ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ตลอดอายุการใช้งาน (บาท) | ราคารวม (บาท) |
|---|---|---|---|---|---|
| พลังงานแสงอาทิตย์ | 142,500 | 90,500 | 30,000 | - | 263,000 |
| มอเตอร์ไฟฟ้า | 49,152.82 | 51,000 | 30,000 | 643,056.4 | 773,209.22 |

ที่มา : ภาคผนวก ก, ข

**ตารางที่** 4.12 การเปรียบเทียบข้อมูลด้านการทดลองกับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

| ระบบสูบน้ำบาดาล | การทดลองครั้งที่ 1 | การทดลองครั้งที่ 2 | การทดลองครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | รวมปริมาณน้ำ |
|---|---|---|---|---|---|
| พลังงานแสงอาทิตย์ | 200 ลิตรต่อ 0.62 นาที | 200 ลิตรต่อ 0. 51 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.76 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.63 นาที | 19,047.61 ลิตรต่อ 1 ชม. |
| มอเตอร์ไฟฟ้า | 200 ลิตรต่อ 0.32 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.34 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.30 นาที | 200 ลิตรต่อ 0.32 นาที | 37,500 ลิตรต่อ 1 ชม. |

ที่มา : ภาคผนวก ก, ข

4.2.3 การเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 20 ไร่ ใน 1 ปี (3 รอบ)

คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้ทำการนำข้อมูลการได้น้ำและค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบมาเปรียบเทียบกับความต้องการน้ำในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 และกำไรสุทธิที่ได้จากการจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105 ในระยะเวลา 1 ปี

ซึ่งผลการเปรียบเทียบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.3.1 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำของแต่ละระบบกับความต้องการน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 แสดงดังตารางที่ 4.13

**ตารางที่ 4.13** การเปรียบเทียบปริมาณน้ำของแต่ละระบบกับความต้องการน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105

| รายการ | ความสามารถในการสูบน้ำ (ลิตร) | ความต้องการน้ำในการปลูกข้าว (ลิตร) | อัตราส่วน | ร้อยละ |
|---|---|---|---|---|
| พลังงานแสงอาทิตย์ | 41,714,266.00 | 36,000,000 | 1.158 | 15.87 |
| เครื่องดีเซล | 78,545,440.80 | 36,000,000 | 2.181 | 118.18 |
| เครื่องยนต์ที่ใช้ไฟฟ้า | 82,215,000.00 | 36,000,000 | 2.283 | 128.37 |

4.2.3.2 การคำนวณอัตราส่วนค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบสูบน้ำบาดาลกับกำไรสุทธิจากการจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105 แสดงดังตารางที่ 4.14

**ตารางที่ 4.14** การคำนวณอัตราส่วนค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบสูบน้ำบาดาลกับกำไรสุทธิจากการจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105

| ระบบสูบน้ำบาดาล | ต้นทุนระบบสูบน้ำบาดาล (บาท) | กำไรสุทธิ (บาท) | อัตราส่วน | ร้อยละ |
|---|---|---|---|---|
| พลังงานแสงอาทิตย์ | 172,500.00 | 92,700 | 1.860841 | 86.0 |
| เครื่องดีเซล | 182,898.20 | 92,700 | 1.973012 | 97.3 |
| เครื่องยนต์ที่ใช้ไฟฟ้า | 111,305.64 | 92,700 | 1.200708 | 20.0 |

## 4.3 การสรุปผลการดำเนินโครงงาน

สรุปผลการดำเนินโครงงาน จากการวิเคราะห์ผลการดำเนินโครงงานและการศึกษาความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระยะเวลาช่วงการปลูกข้าว 1 ปี ใน 3 รอบ ซึ่งการสรุปผลการดำเนินโครงงาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 4.3.1 สรุปการเปรียบเทียบระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงาน ได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลทางด้านเทคนิค และทางด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งผลการสรุปมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1.1 สรุปการเปรียบเทียบข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายรวมใน 1 ปี

จากการเปรียบเทียบข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ ซึ่งผลการสรุปมีรายละเอียด แสดงดังตารางที่ 4.15

**ตารางที่** 4.15 เปรียบเทียบข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ในระยะเวลาช่วงการปลูกข้าว 1 ปี ใน 3 รอบ

| ระบบพลังงาน | ราคา (บาท) |
|---|---|
| พลังงานแสงอาทิตย์ | 172,500.00 |
| เครื่องยนต์ดีเซล | 182,898.20 |
| มอเตอร์ไฟฟ้า | 111,305.64 |

ซึ่งได้ข้อสรุปว่า ในระยะเวลา 1 ปี ทำการปลูกข้าวได้ 3 รอบ ระบบการสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลใช้ต้นทุนสูงกว่าระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่า เพราะระบบสูบน้ำที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมีปัจจัยราคาน้ำมันที่มีผลกระทบต่อต้นทุนของระบบที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนเริ่มแรกค่อนข้างสูง

เนื่องจากอายุการใช้งานของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีอายุการใช้งานของอุปกรณ์ 20 ปี (อายุการใช้งานของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ แผงขนาด 285 วัตต์) คณะผู้จัดทำโครงงานจึงคิดต้นทุนในระยะเวลา 20 ปี แสดงดังตารางที่ 4.16

**ตารางที่ 4.16** การเปรียบเทียบต้นทุนในระยะเวลา 20 ปี

| ระบบพลังงาน | ราคา (บาท) |
|---|---|
| พลังงานแสงอาทิตย์ | 263,000.00 |
| เครื่องยนต์ดีเซล | 1,308,681.10 |
| มอเตอร์ไฟฟ้า | 773,209.22 |

สรุปได้ว่า ระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ต้นทุนต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนในระยะเวลา 20 ปี

4.3.1.2 สรุปการเปรียบเทียบข้อมูลด้านการทดลอง

จากการเปรียบเทียบข้อมูลด้านการทดลองปริมาณน้ำใน 1 ชั่วโมง ของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งผลการสรุปมีรายละเอียด แสดงดังตารางที่ 4.17

**ตารางที่** 4.17 การเปรียบเทียบข้อมูลด้านการทดลองปริมาณน้ำ

| ระบบพลังงาน | ปริมาณน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง) |
|---|---|
| พลังงานแสงอาทิตย์ | 19,047.61 |
| เครื่องยนต์ดีเซล | 36,363.63 |
| มอเตอร์ไฟฟ้า | 37,500.00 |

**4.3.2** สรุปการเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 20 ไร่ ใน 1 ปี (3 รอบ)

คณะนิสิตผู้จัดทำโครงงาน ได้ทำการนำข้อมูลการได้น้ำและค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบมาเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 20 ไร่ ใน 1 ปี (3 รอบ) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.2.1 สรุปอัตราส่วนปริมาณน้ำของแต่ละระบบกับความต้องการน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105

ก. ระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีอัตราส่วนความสามารถในการสูบน้ำต่อความต้องการน้ำในการปลูกข้าวเท่ากับ 1.158 ร้อยละ 11.58

ข. ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล มีอัตราส่วนความสามารถในการสูบน้ำต่อความต้องการน้ำในการปลูกข้าวเท่ากับ 2.181 ร้อยละ 21.81

ค. ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า มีอัตราส่วนความสามารถในการสูบน้ำต่อความต้องการน้ำในการปลูกข้าวเท่ากับ 2.283 ร้อยละ 22.83

อัตราส่วนทำให้ทราบว่ามีความสามารถในการสูบน้ำของแต่ละระบบเป็นกี่เท่าของความต้องการน้ำในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ยิ่งอัตราส่วนมีค่ามากยิ่งทำให้มีปริมาณน้ำที่มากต่อความต้องการน้ำในการปลูกข้าว

4.3.2.2 สรุปอัตราส่วนค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบสูบน้ำบาดาลกับกำไรสุทธิจากการจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105

ก. ระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 1.860841

ข. ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล 1.973012

ค. ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1.200708

อัตราส่วนทำให้ทราบว่ามีต้นทุนระบบสูบน้ำบาดาลของแต่ละระบบเป็นกี่เท่าของกำไรสุทธิจากการจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105 ยิ่งอัตราส่วนมีค่ามากยิ่งทำให้มีต้นทุนสูง

# บทที่ 5
# บทสรุปและข้อเสนอแนะ

## 5.1 บทสรุป

จากการดำเนินโครงงาน การศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 20 ไร่ บริเวณพื้นที่หมู่บ้านวังส้มซ่า จังหวัดพิษณุโลก จากการวิเคราะห์และเปรียบเทียบระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งข้อมูลแต่ละระบบได้ใช้การลงทุนที่แตกต่างกัน ในการลงทุนระยะเวลา 1 ปี ระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ใช้งบประมาณ 172,500 บาท ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าใช้งบประมาณ 111,305.64 บาท และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลใช้งบประมาณ 182,898.2 บาท เมื่อเทียบกับการจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105 ในระยะเวลา 1 ปี หลังหักต้นทุนแล้วได้กำไรสุทธิ 92,700 บาท โดยคิดอัตราส่วนต้นทุนของแต่ละระบบต่อกำไรสุทธิในการจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105 ระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ได้อัตราส่วนต้นทุนต่อกำไรสุทธิร้อยละ 86 ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ได้อัตราส่วนต้นทุนต่อกำไรสุทธิร้อยละ 20 ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ได้อัตราส่วนต้นทุนต่อกำไรสุทธิร้อยละ 97.3 ซึ่งระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าให้อัตราส่วนต้นทุนต่อกำไรสุทธิน้อยที่สุดจึงเหมาะสมในด้านงบประมาณในการลงทุนมากที่สุด

จากการทดลองพบว่าระยะเวลา 1 ปี ระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้ปริมาณน้ำจำนวน 41,714,266 ลิตร ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลได้ปริมาณน้ำจำนวน 78,545,440.80 ลิตร และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าได้ปริมาณน้ำจำนวน 82,125,000 ลิตร ซึ่งสรุปได้ว่าทั้ง 3 ระบบให้ปริมาณน้ำเพียงพอต่อความต้องการน้ำในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ในพื้นที่ 20 ไร่ ในความต้องการน้ำจำนวน 36,000,000 ลิตร ทำให้ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าให้ความคุ้มค่ากับการลงทุน เมื่อเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ทางการเกษตร

จากการคำนวณตามอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานมากที่สุด (20 ปี) พบว่าระบบสูบน้ำบาดาลที่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีต้นทุนน้อยที่สุด 263,000 บาท ระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ามีต้นทุน 773,209.22 บาท และระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมีต้นทุน 1,308,681.1 บาท ทำให้โครงงาน การศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีความเป็นไปได้จากผลการดำเนินโครงงาน

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการศึกษาความเป็นไปได้ในการสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ได้กำหนดให้ใน 1 วัน ทุกระบบทำงาน 6 ชั่วโมง ตามการได้รับค่าพลังงานแสงอาทิตย์ของการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์แบบอยู่กับที่ และกำหนดให้อุปกรณ์ใช้งานเต็มประสิทธิภาพ ในส่วนของค่าใช้จ่ายเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ อาจเปลี่ยนไปตามกาลเวลา ค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบอาจไม่เป็นไปตามการทดลอง

ในการศึกษาความเป็นไปได้นี้ให้ความสำคัญกับข้อมูลด้านปริมาณน้ำที่ได้จากการทดลอง ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของแต่ละระบบ และราคาจำหน่ายข้าวหอมมะลิ 105 ตามราคาตลาด ณ วันที่ทำการคำนวณ เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริงในปัจจุบันมากที่สุด

# เอกสารอ้างอิง


การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2555). **ขบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม.** สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2558, จาก http://www3.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.htm.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2554). **ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์.** สืบค้นเมื่อ 18 พฤษภาคม 2558, จาก http://www3.egat.co.th/re/solarcell/solarcell_pg5.htm.

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2555). **อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย.** สืบค้นเมื่อ 28 กรกฎาคม 2559, จาก www.pea.co.th.

เกษตรพอเพียง.คอม. (2551). **ความต้องการน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105.** สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2559, จาก http://www.kasetporpeang.com/forums/index.php?topic=67434.0.

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2558). **คู่มือการบริหารจัดการและการบำรุงรักษาระบบประปาชนบท.** สืบค้นเมื่อ 18 พฤษภาคม 2558, จาก http://202.129.59.73/tn/submersible%20pumps.files/submersible%20pumps.htm.

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2556). **โครงการศึกษาทดลองการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินผ่านระบบสระน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่าง (ระยะที่ 2).** สำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล.

ช่างเอกอยากเล่า. (2554). **ถังเก็บน้ำพลาสติก.** สืบค้นเมื่อ 18 พฤษภาคม 2558, จาก http://unchain.exteen.com/20111105/entry.

โซลาร์ปั๊ม วิจัยใช้ได้จริง. (2557). กรุงเทพธุรกิจ. ฉบับวันที่ 02 เมษายน พ.ศ. 2557, หน้า 9.

โซลาร์เจน. (2558). **แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยปี 2558.** สืบค้นเมื่อ 18 พฤษภาคม 2559, จาก http://www.solargen.co.th/th/blog/1012/blog-1012.

แดดจ้า ดอทโซล่าร์. (2555). **การติดตั้งแบบหมุนตามดวงอาทิตย์.** สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2559, จาก http://www.dadjar.solar/14798315/โซล่าร์เซลล์ในthai.

แดดจ้า ดอทโซล่าร์. (2555). **การติดตั้งอยู่กับที่.** สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2559, จาก http://www.dadjar.solar/14798315/โซล่าร์เซลล์ในthai.

ไทยพับลิก้า. (2557). **ต้นทุนที่ใช้ในการปลูกข้าวหอมมะลิ 105.** สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2559, จาก http://thaipublica.org/2014/02/cost-of-famer.

ธัญชนก หงส์ทอง. (2556). **การศึกษาความเหมาะสมของระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง.** สาขาวิชาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนายั่งยืน ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

พงศธร อมรพิทักษ์สุข และนรารักษ์ หลีสกุล. (2546). **เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดใช้สีย้อมเป็นเซนซิไทเซอร์.** มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

รักบ้านเกิด. (2555). **ข้าวหอมมะลิ 105.** สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2559, จาก http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=4695&s=tblrice.

ลีโอนิคส์. (2555). **เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกโพลี.** สืบค้นเมื่อ 18 พฤษภาคม 2558, จาก http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php.

วิไลภรณ์ ชนกนำชัย. (2557). **การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105.** สืบค้นเมื่อ 19 กรกฎาคม 2559, จาก http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/rice/rice.pdf.

ศุภชัย กวินวุฒิกุล. (2551). **การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมแผงโซล่าเซลล์ให้เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์.** รายงานโครงการวิจัย สาขาวิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ศูนย์ส่งเสริมวิศวกรรมเกษตรที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก. (2557). **การเลือกเครื่องสูบน้ำ.** สืบค้นเมื่อ 18 พฤษภาคม 2558, จาก www.aepd02.doae.go.th/km_aepd02/การเลือกเครื่องสูบน้ำ.doc.

ศิริชัย เทพา. (2540). **การประเมินความเหมาะสมทางเทคนิค เศรษฐกิจและสังคมของระบบสูบด้วยโซล่าเซลล์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ระยะที่ 3 2540-41).** คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

บ้านสวนพอเพียง. (2556). **ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากเซลล์แสงอาทิตย์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์.** สืบค้นเมื่อ 8 กรกฎาคม 2559, จาก http://www.bansuanporpeang.com/node/25781.

สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้. (2555). **น้ำใต้ดิน.** สืบค้นเมื่อ 21 พฤษภาคม 2558, จาก http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ecology/chapter3/chapter3_water4.htm.

สมชาย สุวราห์วรรณ. (2537). **การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคและเศรษฐกิจของระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อตรงเพื่อการเกษตร.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สหกรณ์การเกษตรธาตุพนม จำกัด. (2559). **ราคาข้าวเปลือกของข้าวหอมมะลิ 105.** สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2559, จาก http://www.coopthai.com/tpn/raka.html.

เอ็กโก กรุ๊ป. (2551). **การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของโซล่าร์ฟาร์มในไทย.** สืบค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2559, จาก http://www.egco.com/th/energy_knowledge_solar4.asp.

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

เอ็มวอเตอร์. (2552). **มาตรวัดน้ำ.** สืบค้นเมื่อ 18 พฤษภาคม 2558, จาก http://www.mwater.in.th/2009/10/27/มาตรวัดน้ำ-ประปา-เขาอ่า/.

Gotoknow. (2558). **ความหมายและแนวทางการประเมินค่าโครงการ.** สืบค้นเมื่อ 22 พฤษภาคม 2558, จาก https://www.gotoknow.org/posts/458755.

GURU. (2556). **การคิดค่าไฟฟ้าด้วยตัวเอง.** สืบค้นเมื่อ 23 พฤษภาคม 2558, จาก http://guru.sanook.com/7798.

# ภาคผนวก ก
# การคำนวณค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

## ก. การคำนวณค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การคำนวณค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นข้อมูลด้านราคาและข้อมูลด้านการทดลองในการสูบน้ำยึดตามอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานสูงที่สุดของทั้ง 3 ระบบ คือ 20 ปี กำหนดให้ใน 1 วัน มีแสงอาทิตย์เฉลี่ย 6 ชั่วโมงและกำหนดให้อุปกรณ์ใช้งานเต็มประสิทธิภาพ จนหมดอายุการใช้งาน

ซึ่งมีข้อมูลด้านราคาแสดงดังตารางที่ ก.1, ข้อมูลด้านการทดลองแสดงดังตารางที่ ก.2 และข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายในระยะเวลา 20 ปี แสดงดังตารางที่ ก.3

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลด้านราคาของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

| รายการ | ราคา (บาท) |
|---|---|
| เครื่องสูบน้ำ Submersible Pump | 86,000 |
| ตัวแปลงกระแสไฟฟ้า | 1,500 |
| แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ | 55,000 |
| ค่าติดตั้ง | 30,000 |
| รวม | 172,500 |

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

| ชั่วโมง | ระยะเวลา | ปริมาณน้ำที่ได้ (ลิตร) |
|---|---|---|
| 1 | 1 ชั่วโมง | 19,047.61 |
| 6 | 1 วัน | 114,285.66 |
| 180 | 30 วัน | 3,428,569.80 |
| 2,190 | 1 ปี | 41,714,265.90 |
| 10,950 | 5 ปี | 208,571,329.50 |
| 21,900 | 10 ปี | 417,142,659.00 |
| 43,800 | 20 ปี | 834,285,318.00 |
| รวม | | 1,505,275,475.47 |

**ตารางที่ ก.3** ข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระยะเวลา 20 ปี

| ระยะเวลา(ปี) | ค่าใช้จ่าย(บาท) |
|---|---|
| 0 | 172,500 |
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 0 |
| 5 | 1,500 |
| 6 | 0 |
| 7 | 0 |
| 8 | 0 |
| 9 | 0 |
| 10 | 87,500 |
| 11 | 0 |
| 12 | 0 |
| 13 | 0 |
| 14 | 0 |
| 15 | 1,500 |
| 16 | 0 |
| 17 | 0 |
| 18 | 0 |
| 19 | 0 |
| 20 | 0 |
| รวม | [illegible] |

| | |
|---|---|
| | ค่าใช้จ่ายแรกเริ่ม |
| | ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์ |
| | ค่าใช้จ่ายรวม |

# ภาคผนวก ข

## การคำนวณค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

## ข.การคำนวณค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

การคำนวณค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นข้อมูลด้านราคาและข้อมูลด้านการทดลองในการสูบน้ำ ยึดตามอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานสูงที่สุดของทั้ง 3 ระบบ คือ 20 ปี กำหนดให้ใน 1 วัน มี 6 ชั่วโมงและกำหนดให้อุปกรณ์ใช้งานเต็มประสิทธิภาพ จนหมดอายุการใช้งาน

ซึ่งมีข้อมูลด้านราคาแสดงดังตารางที่ ข.1, ข้อมูลด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าแสดงดังตารางที่ ข.2, ข้อมูลด้านการทดลองแสดงดังตารางที่ ข.3 และข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายในระยะเวลา 20 ปี แสดงดังตารางที่ ข.4

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลด้านราคาของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

| รายการ | ราคา(บาท) |
|---|---|
| มอเตอร์ไฟฟ้า | 12,000.00 |
| ปั๊มหอยโข่ง | 5,000.00 |
| ค่าติดตั้ง | 30,000.00 |
| ค่าใช่จ่ายไฟฟ้า | 32,152.82 |
| รวม | 79,152.82 |

ข.1 การใช้ไฟฟ้าต่อหน่วยของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 แรงม้า ใน 1 ชั่วโมง จากสมการที่ 2.1

$$\text{ยูนิต} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า(วัตต์)ของเครื่องใช้ไฟฟ้า}}{1{,}000} \times \text{จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า} \times \text{จำนวนชั่วโมง}$$

ทำให้ทราบการใช้ไฟฟ้าต่อหน่วยของระบบดังนี้

$$\text{ยูนิต} = \frac{5 \text{ แรงม้า}}{1{,}000} \times 1 \times 1 = 3.73 \text{ หน่วยต่อชั่วโมง}$$

*หมายเหตุ ค่าแรงม้า ใน 1 แรงม้า มีค่าเท่ากับ 746 วัตต์

ข.2 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย แสดงดังรูปที่ ข.1

**อัตราค่าไฟฟ้า**

**ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย**

สำหรับการใช้ไฟฟ้าภายในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย รวมทั้งวัด สำนักสงฆ์ และสถานประกอบศาสนกิจของทุกศาสนา ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

| 1.1 อัตราปกติ | | ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย) | ค่าบริการ (บาท/เดือน) |
|---|---|---|---|
| 1.1.1 ใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน | | | 8.19 |
| 15 หน่วยแรก | (หน่วยที่ 0 – 15) | 1.8632 | |
| 10 หน่วยต่อไป | (หน่วยที่ 16 – 25) | 2.5026 | |
| 10 หน่วยต่อไป | (หน่วยที่ 26 – 35) | 2.7549 | |
| 65 หน่วยต่อไป | (หน่วยที่ 36 - 100) | 3.1381 | |
| 50 หน่วยต่อไป | (หน่วยที่ 101 – 150) | 3.2315 | |
| 250 หน่วยต่อไป | (หน่วยที่ 151 – 400) | 3.7362 | |
| เกิน 400 หน่วยขึ้นไป | (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป) | 3.9361 | |
| ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 1.1.1 ที่ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 50 หน่วยต่อเดือน ได้รับสิทธิค่าไฟฟ้าฟรีในเดือนนั้น | | | |
| 1.1.2 ใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน | | | 38.22 |
| 150 หน่วยแรก | (หน่วยที่ 0 – 150) | 2.7628 | |
| 250 หน่วยต่อไป | (หน่วยที่ 151 – 400) | 3.7362 | |
| เกิน 400 หน่วยขึ้นไป | (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป) | 3.9361 | |

**รูปที่ ข.1** อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

*<u>หมายเหตุ</u> อัตราค่าไฟฟ้าข้างต้น เริ่มใช้ตั้งแต่ ค่าไฟฟ้าประจำเดือน มิถุนายน 2555 จนถึงเดือน ตุลาคม 2558 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค www.pea.co.th

**ตารางที่ ข.2** ข้อมูลด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

| ระยะเวลา | ชั่วโมง | การใช้ไฟฟ้า หน่วยต่อชั่วโมง | จำนวน หน่วย | บาท/หน่วย | บาท |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 ชั่วโมง | 1 | 3.73 | 3.73 | 1.8632 | 6.9497 |
| 1 วัน | 6 | 3.73 | 22.38 | 2.5026 | 56.0081 |
| 30 วัน | 180 | 3.73 | 671.40 | 3.9361 | 2,642.6975 |
| 1 ปี | 2,190 | 3.73 | 8,168.70 | 3.9361 | 32,152.8201 |
| 5 ปี | 10,950 | 3.73 | 40,843.50 | 3.9361 | 160,764.1004 |
| 20 ปี | 43,800 | 3.73 | 163,374.00 | 3.9361 | 643,056.4014 |
| รวม | | | | | 838,678.9772 |

*หมายเหตุ อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย ณ วันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2558 กรณีที่ใช้เกิน 400 หน่วยขึ้นไป ราคาหน่วยละ 3.9361 ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

**ตารางที่ ข.3** ข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในระยะเวลา 20 ปี

| ชั่วโมง | ระยะเวลา | ปริมาณน้ำที่ได้ (ลิตร) |
|---|---|---|
| 1 | 1 ชั่วโมง | 37,500 |
| 6 | 1 วัน | 225,000 |
| 180 | 30 วัน | 6,750,000 |
| 2,190 | 1 ปี | 82,125,000 |
| 10,950 | 5 ปี | 410,625,000 |
| 21,900 | 10 ปี | 821,250,000 |
| 43,800 | 20 ปี | 1,642,500,000 |
| รวม | | 2,963,512,500 |

**ตารางที่ ข.4** ข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในระยะเวลา 20 ปี

| ระยะเวลา (ปี) | ค่าใช้จ่าย(บาท) |
|---|---|
| 0 | 79,152.82 |
| 1 | 32,152.82 |
| 2 | 32,152.82 |
| 3 | 32,152.82 |
| 4 | 32,152.82 |
| 5 | 49,152.82 |
| 6 | 32,152.82 |
| 7 | 32,152.82 |
| 8 | 32,152.82 |
| 9 | 32,152.82 |
| 10 | 49,152.82 |
| 11 | 32,152.82 |
| 12 | 32,152.82 |
| 13 | 32,152.82 |
| 14 | 32,152.82 |
| 15 | 49,152.82 |
| 16 | 32,152.82 |
| 17 | 32,152.82 |
| 18 | 32,152.82 |
| 19 | 32,152.82 |
| 20 | 32,152.82 |
| รวม | |

| | |
|---|---|
| | ค่าใช้จ่ายแรกเริ่ม+ค่าไฟฟ้า |
| | ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์+ค่าไฟฟ้า |
| | ค่าใช้จ่ายรวม |

# ภาคผนวก ค
# การคำนวณค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

## ค.การคำนวณค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

การคำนวณค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เป็นข้อมูลด้านราคาและข้อมูลด้านการทดลองในการสูบน้ำ ยึดตามอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานสูงที่สุดของทั้ง 3 ระบบ คือ 20 ปี กำหนดให้ใน 1 วัน 6 ชั่วโมงและกำหนดให้อุปกรณ์ใช้งานเต็มประสิทธิภาพจนหมดอายุการใช้งาน

ซึ่งมีข้อมูลด้านราคาแสดงดังตารางที่ ค.1, ข้อมูลด้านการใช้น้ำมันแสดงดังตารางที่ ค.2, ข้อมูลด้านการทดลองแสดงดังตารางที่ ค.3 และข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายในระยะเวลา 20 ปี แสดงดังตารางที่ ค.4

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลด้านราคาของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

| รายการ | ราคา(บาท) |
|---|---|
| เครื่องยนต์ดีเซล YANMAR TF 115 - YM | 35,000.0 |
| ปั๊มหอยโข่งแบบใช้สายพานฉุด | 4,500.0 |
| ค่าติดตั้งและอุปกรณ์ต่างๆ | 30,000.0 |
| ราคาน้ำมัน | 56,699.1 |
| รวม | 126,199.1 |

ตารางที่ ค.2 ข้อมูลด้านการใช้น้ำมันของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

| ระยะเวลา | ชั่วโมง | ค่าน้ำมัน (บาท) |
|---|---|---|
| 1 ชั่วโมง | 1 | 25.89 |
| 1 วัน | 6 | 155.34 |
| 30 วัน | 180 | 4,660.20 |
| 1 ปี | 2,190 | 56,699.10 |
| 5 ปี | 10,950 | 283,495.50 |
| 10 ปี | 21,900 | 566,991.00 |
| 20 ปี | 43,800 | 1,133,982.00 |
| รวม | | 2,046,009.03 |

*หมายเหตุ ราคาน้ำมันดีเซล ณ วันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2558 ราคาลิตรละ 25.89 บาท

**ตารางที่ ค.3** ข้อมูลด้านการทดลองของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

| ชั่วโมง | ระยะเวลา | การได้น้ำ(ลิตร) |
|---|---|---|
| 1 | 1 ชั่วโมง | 36,363.63 |
| 6 | 1 วัน | 218,181.78 |
| 180 | 30 วัน | 6,545,453.40 |
| 2,190 | 1 ปี | 78,545,440.80 |
| 10,950 | 5 ปี | 392,727,204.00 |
| 21,900 | 10 ปี | 796,363,497.00 |
| 43,800 | 20 ปี | 1,592,726,994.00 |
| รวม | | 2,867,163,134.61 |

**ตารางที่ ค.4** ข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของระบบสูบน้ำบาดาลที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลในระยะเวลา 20 ปี

| ระยะเวลา(ปี) | ค่าใช้จ่าย(บาท) |
|---|---|
| 0 | 126,199.1 |
| 1 | 56,699.1 |
| 2 | 56,699.1 |
| 3 | 56,699.1 |
| 4 | 56,699.1 |
| 5 | 61,199.1 |
| 6 | 56,699.1 |
| 7 | 56,699.1 |
| 8 | 56,699.1 |
| 9 | 56,699.1 |
| 10 | 96,199.1 |
| 11 | 56,699.1 |
| 12 | 56,699.1 |
| 13 | 56,699.1 |
| 14 | 56,699.1 |
| 15 | 61,199.1 |
| 16 | 56,699.1 |
| 17 | 56,699.1 |
| 18 | 56,699.1 |
| 19 | 56,699.1 |
| 20 | 56,699.1 |
| รวม | [illegible] |

| | |
|---|---|
| | ค่าใช้จ่ายแรกเริ่ม+ค่าน้ำมัน |
| | ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์+ค่าน้ำมัน |
| | ค่าใช้จ่ายรวม |

# ประวัติคณะนิสิตผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อ นายวัศพล หมายชัย

ภูมิลำเนา 66/2 หมู่ 16 ต.ท่าโรง อ.วิเชียรบุรี จ.เพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนนิยมศิลป์ อนุสรณ์ จ.เพชรบูรณ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 6 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: chotrattanawijit@gmail.com

ชื่อ นายอมรเทพ ยศวงค์เจริญ

ภูมิลำเนา 167 หมู่ 7 ต.ศรีถ้อย อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเวียงป่าเป้าวิทยาคม จ.เชียงราย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 6 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: amorntep_777@hotmail.com