

โครงการที่ 802/2562 (วศบ.อุตสาหกรรม)



การติดตั้งปั้มน้ำโซลล่าเซลล์สำหรับการเกษตรเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

นายชวกร รุ่งทวีชัย

รหัสนักศึกษา 590612050

นายอนุรักษ์ ตาคำ

รหัสนักศึกษา 590612105

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2562

หัวข้อโครงการ	การติดตั้งปั้มน้ำโซลล่าเซลล์สำหรับการเกษตรเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน			
โดย	นายชวกร	รุ่งทวีชัย	รหัสนักศึกษา	590612050
	นายอนุรักษ์	ตาคำ	รหัสนักศึกษา	590612105
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่			
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.เสริมเกียรติ จอมจันทร์ยอง			
ปีการศึกษา	2562			

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อนุมัติให้นับ
 โครงการนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

กรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ
 (รศ.ดร.เสริมเกียรติ จอมจันทร์ยอง)

..... กรรมการ
 (อ.ดร.สาธิต สันติธีรากุล)

..... กรรมการ
 (ผศ.ดร.ชนม์เจริญ แสงรัตน์)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงกระบวนการติดตั้งโซลาร์เซลล์กับปั๊มสูบน้ำ สำหรับพื้นที่การเกษตร เพื่อติดตั้งสำหรับพื้นที่เกษตรศูนย์การเรียนรู้เกษตรทฤษฎีใหม่ ต.แม่แรม อ.แมริม จ.เชียงใหม่ โดยการหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมที่ได้จากการวิเคราะห์ และทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของระบบและผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปที่ได้จากการดำเนินงาน ปัญหาที่พบจากการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะในการทำโครงการ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.เสริมเกียรติ จอมจันทร์ยองซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำแนะนำ ความรู้ และเสนอแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงตลอดจนคอยให้คำปรึกษาตลอดมา

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนบุคลากรทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการวิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณผศ.เสริมสุข บัวเจริญ ที่ให้ความรู้ระบบปั๊มน้ำการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ที่ถูกต้องตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่เพาะปลูก

อนุรักษ์ ตาคำ

ชวกร รุ่งทวีชัย

หัวข้อโครงการ	การติดตั้งปั้มน้ำโซลล่าเซลล์สำหรับการเกษตรเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน			
โดย	นายชวกร	รุ่งทวีชัย	รหัสนักศึกษา	590612050
	นายอนุรักษ	ตาคำ	รหัสนักศึกษา	590612105
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่			
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.เสริมเกียรติจอมจันทร์ยอง			
ปีการศึกษา	2562			

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงกระบวนการติดตั้งโซลล่าเซลล์กับปั้มน้ำ สำหรับพื้นที่การเกษตร เพื่อติดตั้งสำหรับพื้นที่เกษตรศูนย์การเรียนรู้เกษตรทฤษฎีใหม่ ต.แม่แรม อ.แมริม จ.เชียงใหม่ โดยการหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมที่ได้จากการวิเคราะห์ และทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของระบบและผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปที่ได้จากการดำเนินงาน ปัญหาที่พบจากการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะในการทำโครงการ

จากผลการทดลองพบว่า การติดตั้งระบบปั้มน้ำโซลล่าเซลล์กับแบตเตอรี่เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ในการปั้มน้ำจากการทดลองต่อระบบสูบน้ำโดยใช้แหล่งจ่ายเป็นแบตเตอรี่ขนาดพิกัด 12 โวลต์ 100 แอมแปร์ต่อชั่วโมง 2 ลูก ต่อเข้ากับปั้มน้ำ 24 โวลต์ 370 วัตต์ ซึ่งประสิทธิภาพของปั้มน้ำจะขึ้นอยู่กับแรงดันของแบตเตอรี่ ถ้าหากนำมาต่อกับปั้มน้ำกินกระแสที่ 15 แอมแปร์จะทำงานได้ไม่ถึง 5 ชั่วโมง ซึ่งหลังจากนั้นแบตเตอรี่พลังงานจึงหมดไป หลังจากนั้นทำการทดลองโดยที่มีแผงโซลล่าเซลล์ขนาด 345 วัตต์ เข้ามาชาร์จแบตเตอรี่พบว่าใช้งานไป 5 ชั่วโมง แรงดันเหลือ 24.4 โวลต์ พบว่าการหาขนาดของแผงโซลล่าเซลล์ให้เหมาะกับแบตเตอรี่นั้นสามารถใช้งานได้เกิน 5 ชั่วโมง ต่อเนื่อง และปริมาณน้ำที่ได้เฉลี่ยต่อวันนั้นเพียงพอกับความต้องการของพื้นที่การเกษตรแล้ว หลังจากนั้นทำการหาผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ค่า อัตราผลตอบแทน เท่ากับ 6.68 เปอร์เซนต์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ = 3,456 บาท และอัตราการคืนทุน อยู่ที่ 11 ปี 8 เดือน

Project Title	Installation a Solar Water Pump for Agriculture for Sustainable Development
Name	Mr.Chawakorn Rungtaweechai code 590612050 Mr.Anurak Takam code 590612105
Department	Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University
Project Advisor	Sermkiat Jomjunyong, Ph.D
Academic Year	2019

ABSTRACT

This research has studied the process of installing the villa cells with water pump pumps. For agricultural areas to be installed for agricultural area, learning Center, agricultural theory. T. Mae Ram The Mae Rim Chiang Mai by finding the right equipment from the analysis and designing experiments to earn system performance and economic analysis. This chapter describes the summarized results of the operation. A problem found by operations and suggestions to make a project from the experimental results showed the installation of the solar water pump system to the battery to test the performance of the batteries in the water pump. The pumping system is equipped with a battery source of 12 volts 100 ampere per hour, per 24 volts 370 watt pump, which the efficiency of the pump depends on the pressure of the battery. If it is connected to a 15-hour water pump, it will run less than 5 hours, after which the battery power is exhausted. After a trial, with the solar panel in size 345 watts, the battery is found to be used for 5 hours. Voltage 24.4 Volt Find the size of the panel a cell to suit the battery can be used more than 5 hours a day, and the average amount of water that is in the area is sufficient for agricultural areas. In the past, the result of the physical analysis of the dividend was found = 6.68. NET current Value percentage = 3,456 Baht and the return rate is 11 years 8 months.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการศึกษาของโครงการ	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความหมายและที่มาของโซลล่าเซลล์	4
2.2 การออกแบบระบบน้ำเพื่อการเกษตร	6
2.3 การออกแบบปั้มน้ำการเกษตร	9
2.4 ผลงานวิจัยในอดีต	11
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างเครื่องปั้มน้ำโซลล่าเซลล์	14
3.2 ศึกษาลงพื้นที่การเกษตร	17
3.3 ทำการออกแบบ และติดตั้งปั้มน้ำโซลล่าเซลล์	18
3.4 ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์	22
3.5 ดำเนินการ และออกแบบการทดลองการใช้แบตเตอรี่เป็นตัวให้พลังงาน	24
3.6 ดำเนินการ และออกแบบการทดลองอัดประจุอัดประจุเข้าแบตเตอรี่	25
3.7 ดำเนินการและออกแบบการทดลองหาปริมาณน้ำของปั้ม	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.8 วิเคราะห์ตัวเลขทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาจุดคุ้มทุนของระบบ	26
บทที่ 4 ผลดำเนินการ	
4.1 ผลการทดลองการใช้แบตเตอรี่เป็นตัวให้พลังงานในการปั้มน้ำโดยตรง	27
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพการอัดประจุเข้าไปแบตเตอรี่โดยใช้แผงโซลล่าเซลล์	28
4.3 การทดลองทดสอบระบบโดยการหาปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละเวลา	28
4.4 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	29
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 อภิปรายผลการทดลอง	31
5.2 สรุปผลดำเนินงาน	32
5.3 ข้อเสนอแนะ	32
5.4 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	32

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 ศึกษาพื้นที่เพื่อดูสภาพภูมิศาสตร์ของพื้นที่เกษตรกรรม	17
3.2 ขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้	22
3.3 ขั้นตอนการติดตั้งปั้มน้ำโซลล่าเซลล์	23
4.1 ผลการทดลองวัดแรงดันกระแสกำลัง และปริมาณน้ำจากแบตเตอรี่	27
4.2 ผลการทดลองการชาร์จประจุแบตเตอรี่	28
4.3 ผลการทดลองการหาปริมาณน้ำในแต่ละช่วงเวลาการทดลอง	28
4.4 พลังงานที่ได้รับจากแผงโซลล่าเซลล์ระยะเวลา 1 ปี	29
4.5 แสดงระยะเวลาคืนทุน	30

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 แผงโซลาร์เซลล์	1
1.2 ปั๊มน้ำพลังงานโซลาร์เซลล์	2
2.1 แผงโซลาร์เซลล์	
2.2 ภาพปั๊มน้ำหอยโข่ง	6
2.3 ปั๊มน้ำเพลาลอย	7
2.4 ปั๊มน้ำเครื่องยนต์	7
2.5 ปั๊มน้ำซับเมอร์ส	
2.6 ปั๊มน้ำอัตโนมัติ	8
2.7 ปั๊มจุ่มน้ำ	9
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	13
3.2 กระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	14
3.3 แสดงระบบสูบน้ำจากแหล่งน้ำไปยังพื้นที่การเกษตร	18
3.4 แสดงระยะความยาวของท่อต่างๆ	19
3.5 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์อัตราการไหลน้ำและการสูญเสียในท่อพีวีซี	20
3.6 ภาพปั๊มน้ำหอยโข่ง	21
3.7 แสดงการทดลองการใช้แบตเตอรี่เป็นตัวให้พลังงานปั๊มน้ำ	24
3.8 แสดงการทดลองอัดประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์	25

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงการ

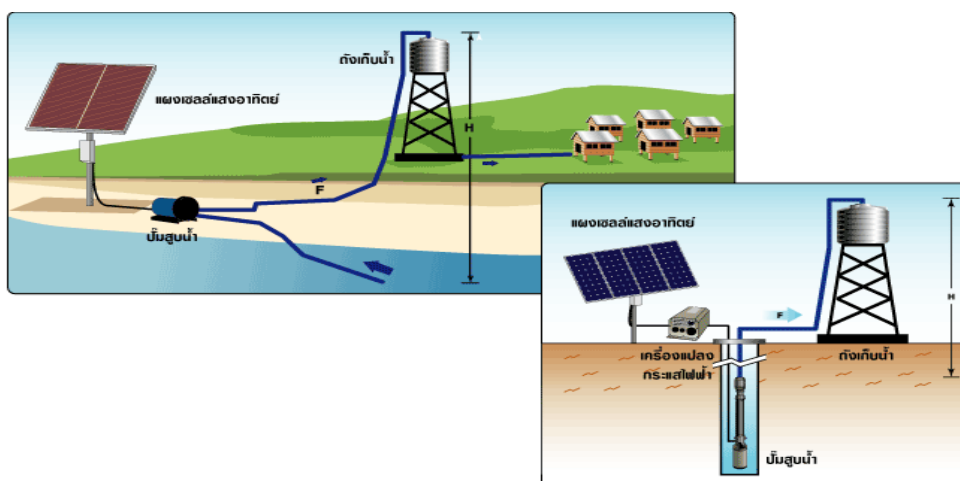
ในปัจจุบันความต้องการใช้พลังงานทั่วโลกมีความต้องการเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้าซึ่งได้มาจากน้ำมัน และแก๊สธรรมชาติแต่เนื่องจากทรัพยากรเหล่านี้เป็นทรัพยากรที่มีจำกัด เมื่อใช้แล้วจะหมดไป และก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมายต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน มลพิษทางอากาศ เป็นต้น ดังนั้นการใช้พลังงานทดแทนจึงเป็นทางเลือกที่จำเป็นโดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) นับว่าเป็นพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูงเป็นพลังงานสะอาดปราศจากมลพิษ และมีไม่สิ้นสุด ซึ่งสามารถนำแสงแดดมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) ดังภาพ 1.1 ซึ่งในการเกษตร การสูบน้ำเป็นเรื่องที่สำคัญ โดยเฉพาะในแหล่งที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง ซึ่งบางครั้งการดำเนินการเรื่องต่อสายไฟเข้าไบนั้นค่อนข้างลำบาก และใช้ต้นทุนสูงในขณะที่เซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นใดนอกจากแสงอาทิตย์



ภาพ 1.1 แผงโซลาร์เซลล์

ที่มา : <http://www.somyongservice.com/>

ดังนั้นการนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) นำมาประยุกต์ใช้กับระบบปั๊มชักสูบน้ำดังภาพ 1.2 จะทำให้ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง และไฟฟ้าที่ใช้กับปั๊มน้ำแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ทั่วไปโดยทางผู้ศึกษามีความสนใจที่จะออกแบบระบบชุดปั๊มน้ำใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาใช้กับระบบน้ำเพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนในการบริหารจัดการที่ให้ผลคุ้มค่าในระยะยาว ทำให้ผู้วิจัยได้เห็นถึงความเหมาะสมที่จะนำวิธีการเหล่านี้นี้มาใช้ในพื้นที่ เกษตรกรรม ณ ศูนย์การเรียนรู้เกษตรทฤษฎีใหม่ ตำบลแม่แตง อำเภอแม่อรมิ จังหวัดเชียงใหม่ โดยยึดหลักแนวคิด “การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development)” ที่หมายถึง การตอบสนองความต้องการของคนรุ่นปัจจุบัน โดยไม่มีผลกระทบในทางลบต่อความต้องการของคนรุ่นต่อไปในอนาคต



ภาพ 1.2 ปั๊มน้ำพลังงานโซล่าเซลล์

ที่มา : <http://www.nsthai.com/news3.ht>

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อสร้าง และพัฒนาระบบปั้มน้ำโซลล่าเซลล์ สำหรับพื้นที่เกษตรที่ศูนย์การเรียนรู้เกษตรทฤษฎีใหม่ ต.แม่แรม อ.แมริม จ.เชียงใหม่ โดยยึดหลักแนวคิด การพัฒนาที่ยั่งยืน
- 1.2.2 เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของปั้มน้ำโซลล่าเซลล์
- 1.2.3 เพื่อหาจุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์เมื่อใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

- 1.3.1 การศึกษาในครั้งนี้มุ่งศึกษาเกี่ยวกับระบบปั้มน้ำโซลล่าเซลล์
- 1.3.2 พื้นที่ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือศูนย์การเรียนรู้เกษตรทฤษฎีใหม่ ตำบลแม่แรม อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่
- 1.3.3 ศึกษาต้นทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ และปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้รู้วิธีการออกแบบปั้มน้ำโซลล่าเซลล์ สำหรับการเกษตรเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
- 1.4.2 ได้ทราบถึงศักยภาพของการใช้ปั้มน้ำโซลล่าเซลล์ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้โซลล่าเซลล์กับกระบวนการทางการเกษตรอื่นๆ ในอนาคตได้
- 1.4.3 ได้ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในเรื่องของการลงทุนระยะยาว และสามารถประหยัดต้นทุน

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและที่มาของเซลล์แสงอาทิตย์

2.1.1 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

เป็นสิ่งประดิษฐ์กรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าดังแสดงในภาพ 2.1 โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุด และมีมากที่สุดบนพื้นโลกมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และทันทีที่แสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่เรียกว่า โฟตอน (Photon) จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (Atom) และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น



ภาพ 2.1 ภาพแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cell)

ที่มา : <https://guru.sanook.com/6613/>

2.1.2 ประวัติความเป็นมาของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ถูกสร้างขึ้นมาครั้งแรกในปี ค.ศ. 1954 (พ.ศ. 2497) โดย แชปปีน (Chapin) ฟูลเลอร์ (Fuller) และเพียร์สัน (Pearson) แห่งเบลล์เทเลโฟน (Bell Telephone) โดยทั้ง 3 ท่านนี้ได้ค้นพบเทคโนโลยีการสร้างรอยต่อ พี-เอ็น (P-N) แบบใหม่ โดยวิธีการแพร่สารเข้าไปในผลึกของซิลิกอน จนได้เซลล์แสงอาทิตย์อันแรกของโลก ซึ่งมีประสิทธิภาพเพียง 6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปัจจุบันนี้เซลล์แสงอาทิตย์ได้ถูกพัฒนาขึ้นจนมีประสิทธิภาพสูงกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ แล้วในระยะแรกเซลล์แสงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะใช้สำหรับโครงการด้านอวกาศ ดาวเทียม หรือยานอวกาศที่ส่งจากพื้นโลกไปโคจรในอวกาศ ก็ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า ต่อมาจึงได้มีการนำเอาแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้บนพื้นโลกเช่นในปัจจุบันนี้

2.1.3 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. กลุ่มเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำสารประเภทซิลิคอน ซึ่งมักจะแบ่งตามลักษณะของรูปทรงผลึกที่เกิดขึ้น คือแบบที่เป็นรูปผลึก (Crystal) และแบบที่ไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous) แบบที่เป็นรูปผลึก จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน (Single Crystalline Silicon Solar Cell) และชนิดผลึกรวมซิลิคอน (Poly Crystalline Silicon Solar Cell) แบบที่ไม่เป็นรูปผลึก คือชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell)

2. กลุ่มเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน ซึ่งสารประเภทเหล่านี้เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูงถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป แต่มีราคาสูงมาก ไม่นิยมนำมาใช้บนพื้นโลก จึงใช้งานสำหรับดาวเทียม และระบบรวมแสงเป็นส่วนใหญ่ แต่การพัฒนาขบวนการผลิตสมัยใหม่จะทำให้มีราคาถูกลง และนำมาใช้มากขึ้นในอนาคต

2.1.4 การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งโดยแบ่งออกเป็น 3 ระบบ

1. การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ

2. การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่ายเป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

3. การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน ซึ่งเป็นระบบที่ผลิตจะ

ไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และเครื่องยนต์

2.1.5 คุณสมบัติ และตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์ ตัวแปรที่สำคัญที่มีส่วนทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ต่างกัน และมีความสำคัญในการพิจารณานำไปใช้ในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนการนำไปคำนวณระบบหรือคำนวณจำนวนแผงแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในแต่ละพื้นที่ มีดังนี้

1. ความเข้มของแสงกระแสไฟ (Current) โดยที่จะเป็นส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสงที่มีซึ่งหมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่ง ปราศจากเมฆหมอก และวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้ม ของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 มิลลิวัตต์ ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 1,000 วัตต์ ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 1.5 (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศา กับพื้นโลกความเข้มของแสง จะมีค่าเท่ากับประมาณ 75 มิลลิวัตต์ ตารางเมตรต่อชั่วโมง หรือ 750 วัตต์ ต่อ ตารางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM2 กรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะใช้ค่า AM 1.5 เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของแผง

2. อุณหภูมิกระแสไฟ (Current) จะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปโดยขณะที่แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5 เปอร์เซ็นต์ และในกรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ 25 เซลเซียส

2.2 การเลือกชนิดของปั้มน้ำโซลล่าเซลล์

2.2.1 ปั้มหอยโข่งชื่อของปั้มน้ำชนิดนี้มาจากรูปร่างลักษณะของตัวปั้มที่เหมือนขดของหอยโข่งดังแสดงในภาพ 2.2 เป็นปั้มน้ำชนิดที่คนนิยมใช้กันมากเป็นปั้มน้ำชนิดแรงเหวี่ยงข้อดีก็คือใช้งานคล่องตัว และดูแลรักษาได้ง่าย



ภาพ 2.2 ภาพปั้มน้ำหอยโข่ง

ที่มา : <https://www.ktw.co.th/>

2.2.2 ปัมเปลาลอยดังแสดงในภาพ 2.3 สามารถใช้กับน้ำสะอาดเท่านั้น จะมีเฟลาเป็นส่วนประกอบโดยเฟลาจะลอยอยู่เหนือของเหลวหรือน้ำ ซึ่งปั๊มชนิดนี้มีการออกแบบมาใหม่ทำให้ไม่ต้องล่อน้ำ ถ้าเป็นแบบลูมิเนียมจะทนทาน ไม่เป็นสนิม และน้ำหนักเบาถูกออกแบบมาเป็นแบบ BACK PULL OUT คือสามารถถอดไปบำรุงรักษาได้ง่าย โดยไม่ต้องถอดเฟลา หรือมอเตอร์ ตัวเรือนปั๊มทำจากเหล็กหล่อ ใบพัดทำจากบรอนซ์ ใช้ซีลกันรั่วชนิดแมคคานิคอลซีล MECHANICAL SEAL น้ำจะไม่รั่วออกจากระบบ เหมาะกับงานที่ทำระบบความเย็น งานดับเพลิง ระบบสปริงเกอร์ งานประปาหมู่บ้าน



ภาพ 2.3 ภาพปั๊มน้ำเฟลาลอย

ที่มา : <https://www.ktw.co.th/>

2.2.3 ปั๊มน้ำเครื่องยนต์ดังแสดงในภาพ 2.4 ปั๊มน้ำที่ใช้เครื่องยนต์จะมีกลไกที่ซับซ้อนกว่าปั๊มน้ำชนิดอื่นๆ และมีความทนทานเหมาะกับการใช้งานต่อเนื่องและสามารถรองรับงานสูบน้ำหนักๆได้ ซึ่งมักใช้สูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ



ภาพ 2.4 ภาพปั๊มน้ำเครื่องยนต์

ที่มา : <https://www.ktw.co.th/>

2.2.4 ปัมป์เมอร์สดังแสดงในภาพ 2.5 ใช้งานสำหรับการดูดน้ำลึกเช่นการดูดน้ำในบ่อขุดบาดาลที่มีความลึกมากๆ ซึ่งการใช้งานเป็นการใช้งานเฉพาะ ดังนั้นจึงไม่ควรนำปั้มน้ำชนิดอื่นมาใช้แทน เพราะนอกจากจะไม่ได้ประสิทธิภาพดังที่ต้องการแล้ว เครื่องจะเกิดความเสียหายด้วย ปัมป์เมอร์สนี้มีระบบการทำงานเป็นสองส่วนก็คือ ปั้มน้ำ มอเตอร์ และกล่องคอนโทรลในการควบคุมการทำงานของปั้มการเลือกใช้ปั้มเมอร์สให้เหมาะสมต้องพิจารณาจากชนิดของบ่อบาดาล ความคงที่ของน้ำขณะน้ำขึ้น และน้ำลดแรงเคลื่อนไฟฟ้า



ภาพ 2.5 ภาพปั้มเมอร์ส

ที่มา : <http://franklinthailand.com/>

2.2.5 ปั้มอัตโนมัติดังแสดงในภาพ 2.6 เป็นปั้มน้ำที่เราใช้กันโดยทั่วไปตามบ้านเรือน แต่ไม่ได้มีอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อควบคุมแรงดันติดตั้งอยู่ด้วย ซึ่งเมื่อถูกใช้งานในปริมาณมาก หรือมีการใช้งานพร้อมๆ กันหลายที่จากจุดการทำงานปั้มตัวเดียวก็จะทำให้แรงดันน้ำเปลี่ยนไป คือ แรงดันน้ำถูกแย่งการใช้งานกันจึงอ่อนลง มีปั้มน้ำอีกชนิดหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหานี้ เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการแรงดันน้ำมาก และต่อเนื่องก็คือปั้มน้ำแรงดันคงที่ที่มีตัวควบคุมแรงดันน้ำในกรณีดังกล่าวให้แรงดันของน้ำไม่ตกลง จึงทำงานในประสิทธิภาพเท่าเดิมคงที่ต่อเนื่องได้



ภาพ 2.6 ภาพปั้มอัตโนมัติ

ที่มา : <https://www.ktw.co.th/>

2.2.6 ปัมพ์จุ่มดังแสดงในภาพ 2.7 มีอีกชื่อที่มักเรียกกันจนคุ้นหูก็คือ ไดโว่ มักจะใช้งานกับการสูบน้ำจากที่หนึ่งออกไปยังอีกที่หนึ่งเหมาะสำหรับน้ำที่ไม่มีตะกอน และใช้งานในครัวเรือน เช่น การสูบน้ำท่วมน้ำขัง หรือสูบน้ำจากสระน้ำเป็นต้น หรือใช้ทำน้ำพุใช้ฉีดล้างรถยนต์ก็ได้การจะเลือกใช้ปั๊มน้ำชนิดใดกับประเภทการใช้งานได้นั้น จึงควรพิจารณาคุณสมบัติของปั๊มน้ำชนิดต่าง ๆ กับลักษณะการใช้งานตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้สอดคล้องกัน



ภาพ 2.7 ภาพปั๊มจุ่ม

ที่มา : <https://www.ktw.co.th/>

2.3 การออกแบบระบบปั๊มน้ำเพื่อการเกษตร

ปั๊มน้ำเป็น อุปกรณ์สำหรับส่งน้ำหรือถ่ายเทของเหลวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเพื่อเพิ่มแรงดันของน้ำซึ่งมีทั้งแบบที่ใช้มอเตอร์ (ไฟฟ้า) และแบบที่ใช้ เครื่องยนต์ (น้ำมัน) ทำหน้าที่หมุนส่งกำลังให้ปั๊มน้ำทำงาน เพื่อเพิ่มแรงดัน และส่งน้ำไปตามท่อปั๊มน้ำที่ใช้ในบ้านส่วนใหญ่

2.3.1 หลักการคำนวณ

เครื่องสูบน้ำ (ปั๊มน้ำ) สำหรับเกษตรมักนิยมใช้แบบปั๊มหอยโข่งซึ่งอาจมีขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเลือกใช้เครื่องยนต์ตามความเหมาะสม เช่น ที่ปั๊มน้ำขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 2 แรงม้า โดยจะให้ น้ำที่ 25,000-30,000 ลิตรต่อชั่วโมง, ปั๊มน้ำขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ ในแบบใช้เครื่องยนต์เบนซิลที่จะ เครื่องสูบน้ำ เรามักจะเป็นปัญหาให้กับผู้ที่ต้องการเลือกซื้อเอามาใช้งาน ไม่ว่า เพื่อนำมาใช้ในรูปแบบใดก็ตามซึ่งถ้าเลือกที่ให้น้ำมากไปก็เสียเงินเกินความจำเป็น ตัวที่ให้น้ำน้อยไปก็เสียเงินในการซื้อเครื่องใหม่ ซึ่งทำให้ต้องเสียทรัพย์เพิ่มโดยไม่มี ความจำเป็นจะพิจารณาจากอัตราการไหล ซึ่งจะบอก ถึงปริมาณน้ำ (Quantity – Q) ต่อหน่วยเวลา และจะมีแรงดันหรือแรงส่งน้ำ (Head – H) จะบ่งบอกความสูงเป็นเมตร ทั้งใน Q และ H จะเป็นตัวกำหนดโดยกำลังเครื่องสูบน้ำนั้น ซึ่งอาจจะบอกเป็นวัตต์ (W) กิโลวัตต์ (KW) หรือแรงม้า (HP) โดยจะมีตัวเลขดังกล่าวจะบอกไว้บน Name Plate ซึ่งอยู่ที่บนตัวเรือนปั๊ม เช่น เครื่องสูบน้ำมีแผ่นป้ายที่ประจำของมอเตอร์ (Name Plate) โดยที่บนตัวเครื่องระบุว่าที่ Q = 300-950 ลิตรต่อนาที H = 12- 6 เมตร โดยอธิบายได้ว่า ถ้าเกิดเครื่องสูบน้ำส่งน้ำสูง

ที่ระยะไม่เกิน 6 เมตร ซึ่งจะได้ว่าปริมาณน้ำ 950 ลิตรต่อนาที ให้ส่งน้ำสูงที่ระยะ 12 เมตร โดยที่จะได้น้ำเพียง 300 ลิตรต่อนาที และส่วนของปริมาณน้ำที่มีระยะสูงอยู่ระหว่าง 6-12 เมตร ที่จะบอกมา

ในการเลือก ปั้มน้ำเบื้องต้น ถ้าต้องการปริมาณน้ำมาก จะต้องเลือกเครื่องสูบน้ำบอกปริมาณน้ำ (Q) ที่มีค่ามากๆ แต่ถ้าต้องการส่งน้ำไปไกลมาก และส่งขึ้นที่สูงต้องเลือกเครื่องสูบน้ำที่บอกค่า H สูง และข้อควรรู้ที่ต้องมีทราบ ถ้าค่าของ Q มาก ค่าของ H จะต่ำ และถ้ามีค่า Q น้อย ค่าของ H ก็สูง นอกจากคู่อัตราการไหล (Q) และมีแรงดัน (H) แล้ว ยังมีส่วนอื่นที่ทราบด้วย ดังนี้แรงม้า (HP) บางเครื่องจะบอกเป็น แรงม้า (HP) บางเครื่องจะบอกเป็นกำลังไฟเป็นวัตต์ (W) หรือกิโลวัตต์ (KW) เช่น 1 แรงม้า เท่ากับ 746 วัตต์ ความเร็วรอบเครื่อง (มอเตอร์) ในเครื่องสูบน้ำที่มีประสิทธิภาพ และกำลังเท่ากัน ควรเลือกเครื่องรอบหมุนต่ำดีกว่า เพราะเครื่องที่มีรอบหมุนสูงจะสึกหรอ และเสื่อมเร็วรอบในการหมุนของเครื่องที่จะบ่งบอกถึงหน่วยเป็นโดยรอบเครื่องสูบน้ำมาตรฐานจะบอกชั้นของฉนวน และในระดับในการป้องกันฝุ่นละออง และน้ำ (IP) ชั้นของฉนวนกันความร้อน โดยจะบอกถึงอุณหภูมิที่สูงสุดที่มอเตอร์จะทนได้ ในส่วนระดับในการป้องกันฝุ่นละออง และการป้องกันน้ำ จะบอกเป็นตัวอักษร IP (Protection Degree IP) ตามด้วยตัวเลข 2 หลักหลักแรกมี 6 ระดับโดยที่จะเริ่มจาก 0 – 5 บอกถึงระดับที่เพิ่มขึ้นของการป้องกันที่ในวัสดุที่แปลกปลอม หรือบุคคลจากการสัมผัสกับไฟฟ้าหลักสองมี 9 ระดับ เริ่มจาก 0 – 8 บอกถึงระดับที่เพิ่มขึ้นในการป้องกันน้ำเข้าในมอเตอร์ มอเตอร์ที่ผลิตขายทั่วไปจะมีระดับการป้องกันสูงสุดที่ IP 55 แต่สำหรับปั้มน้ำสูบน้ำบาดาลซึ่งมีระดับการป้องกันถึง IP 58 ก็มี การเลือกขนาดของปั้มน้ำ ที่ให้ความสำคัญที่ 2 ส่วน คือ ปริมาณการจ่ายน้ำ (Q) และ แรงดันน้ำ (H)

ในพื้นที่ซึ่งระยะท่อเมนยาวกว่าปกติ คือมากกว่า 100 เมตร จะต้องเพิ่มค่าแรงดันมาตรฐาน (H=25) ขึ้นอีกเท่ากับ 4 เมตร ทุกๆระยะท่อเมน 100 เมตร เช่น ระยะท่อเมน 300 เมตร ดังนั้นต้องใช้แรงดันน้ำที่ต้องการจะมีค่าเท่ากับ (H) = 25 + (4*300/100) = 25+12 = 37 เมตร ในพื้นที่เป็นเนินลาดชันจะต้องเพิ่มค่าแรงดันมาตรฐาน (H=25) ขึ้นอีกเท่ากับระดับความสูงระหว่างพื้นที่กับปั้มน้ำ เช่น ในพื้นที่เป็นเนินที่สูงขึ้น 5 เมตรดังนั้นแรงดันน้ำที่ต้องการ (H) = 25+5 = 30 เมตร

2.3.2 การเลือกซื้อปั้มน้ำ

- รุ้รายละเอียดการใช้น้ำ เช่น ถ้าจะติดตั้งสปริงเกอร์ต้องรู้ปริมาณน้ำและรู้ถึงแรงดันของสปริงเกอร์แต่ละชนิด เช่น หัวจ่ายน้ำแบบเหวี่ยงรูจ่ายน้ำ 4 หมุนจ่ายปริมาณน้ำ 200-400 ลิตรต่อชั่วโมง หัวฉีดสเปรย์ รูน้ำผ่านขนาด 2-3 มิลลิเมตร จ่ายปริมาณน้ำ 80-120 ลิตรต่อชั่วโมง

- เลือกปั้มน้ำ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ปั้มน้ำทะเล ต่อเคมีสำหรับสูบน้ำในทะเลหรือเคมี,ปั้มน้ำหอยโข่งสำหรับงานเกษตร,งานสปริงเกอร์, งานประปาหมู่บ้านหรืองานดับเพลิง ปั้มน้ำสำหรับงานดูดน้ำบาดาล,น้ำดีหรือน้ำเสีย

- เลือกขนาดของปั้มน้ำ โดยในการเลือกปั้มน้ำต้องดูว่าปั้มน้ำสามารถจ่ายปริมาณน้ำได้มากแค่ไหนให้ได้เพียงพอกับการใช้งานหรือไม่ และที่แรงดันน้ำที่ต้องการ เช่น

- ปริมาณน้ำ 280 ลิตรต่อนาที หรือ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

- แรงดัน5บาร์ (10 m=1bar) ระยะทางส่ง 50 เมตรเท่ากับ 5 บาร์

- ขนาดมอเตอร์ 220 โวลต์ หรือ 380 โวลต์
- 50 เฮิร์ต
- 400 วัตต์
- 1.6 แอมแปร์

2.4 ผลงานวิจัยในอดีต

2.4.1 ในอดีตได้มีโครงการของคณะผู้วิจัย นายอัครธร ธิเชียว, นายกล้าณรงค์ วงศ์สุวรรณ, นายธนชาติ รักศิลป์ (2560) เรื่อง การจัดการน้ำเพื่อการเกษตรบนพื้นที่สูงด้วยระบบสูบน้ำพลังงานทดแทนของโครงการ สวมหมวกใส่รองเท้าให้ภูเขาหัวโล้น จังหวัดน่าน โดยการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มี วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสูบน้ำพลังงานทดแทนที่ใช้จัดการน้ำสำหรับการทำการเกษตรบนพื้นที่สูงของ โครงการสวมหมวกใส่รองเท้าให้ภูเขาหัวโล้น จังหวัดน่าน ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรตาม โครงการสวมหมวกใส่รองเท้าให้ภูเขาหัวโล้น จังหวัดน่าน การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 1 ราย ในพื้นที่บ้านงอบกลาง ตำบลงอบ อำเภอดงช้าง จังหวัดน่าน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ แบบบันทึก ข้อมูลผลการดำเนินงานตามขั้นตอนของการศึกษาวิจัย และนำมาวิเคราะห์ความเชื่อมโยงในประเด็นสำคัญถ้าการสังเคราะห์ข้อมูล แล้วนำมาเสนอในเชิงพรรณนา ผลการวิจัยพบว่า การจัดการน้ำสำหรับการเกษตรบนพื้นที่สูง การศึกษานี้มีความจำเป็นต้องใช้ แรงดันน้ำที่สูง เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีความลาดชันมากกว่า 60 องศา หากมีการติดตั้งระบบปั๊มน้ำพลังงานทดแทนและระบบท่อส่งน้ำแบบทั่วไปจะก่อให้เกิดแรงดันน้ำไม่เพียงพอที่จะส่งน้ำขึ้นไปเก็บไว้ที่บ่อเก็บน้ำได้ และอาจทำให้มอเตอร์ของปั๊มน้ำไหม้และเสียหายได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการติดตั้งระบบแอร์แวน เพื่อช่วยเพิ่ม แรงดันของน้ำให้มากขึ้นจนทำให้สามารถส่งน้ำไปตามท่อที่มีความลาดชันสูงจนถึงถึงบ่อเก็บน้ำได้ รวมถึงเป็นการลดการสึกหลอของปั๊มน้ำได้ เป็นการยืดอายุการใช้งานของปั๊มน้ำไปในตัว

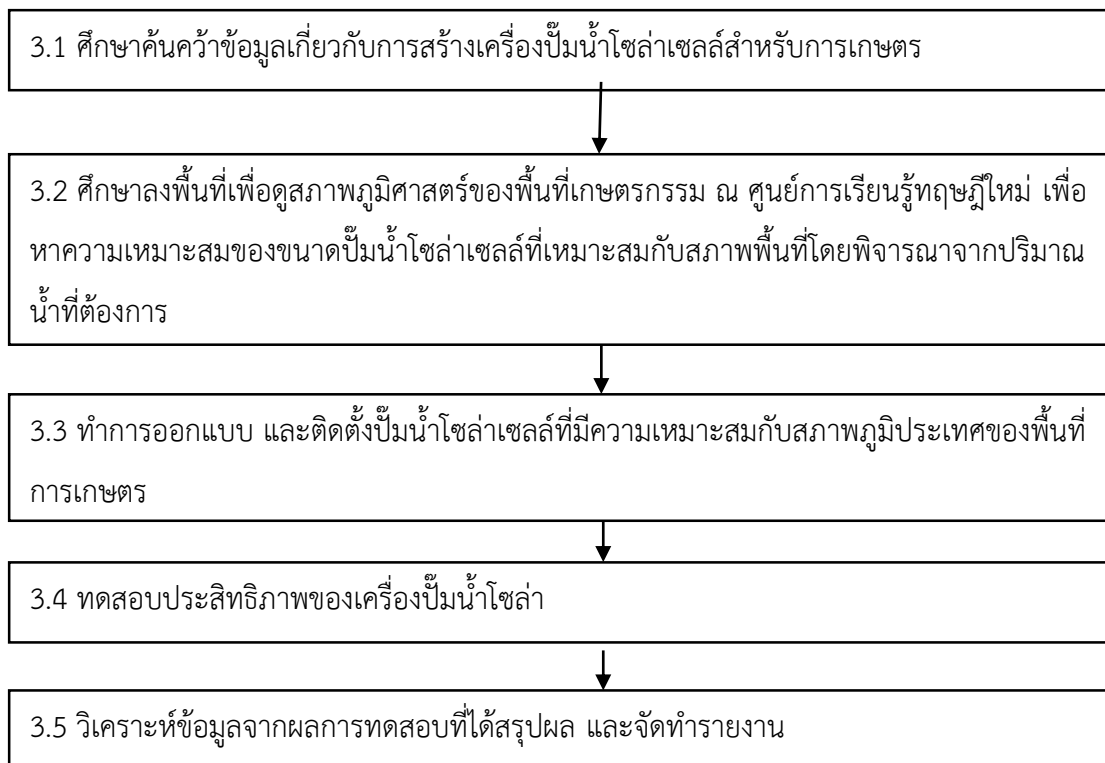
2.4.2 โครงการของ เจษฎา วรรณศรี, วัชรพันธ์ อินทมาศ และสุรวุฒิ ยะนิล เรื่องเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ Solar-Cell Water Pump System in Mobile การวิจัยนี้มี วัตถุประสงค์เพื่อ 1.ออกแบบสร้างเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ 2.ทำการทดลองผล และหาประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ โดยการทำงานร่วมกันระหว่างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงกับระบบในเกียร์อัตโนมัติแบบ CVT (Continuously Variable Transmission) จากนั้นทำการออกแบบให้เครื่องสูบน้ำสามารถเคลื่อนย้ายโดยการติดตั้งบนรถเข็น 4 ล้อ รถขนาดรถกว้าง 85 เซนติเมตร ยาว 130 เซนติเมตร และใช้ปั๊มน้ำที่ขนาดความโตท่อส่ง และท่อดูด 1 นิ้ว จากนั้นใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 VDC กำลัง ไฟฟ้า 350 วัตต์ ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนปั๊มน้ำ และนำหลักการชุด CVT ของรถมอเตอร์ไซด์เกียร์อัตโนมัติยี่ห้อ Yamaha Mio ไปทำการดัดแปลงใช้ กับมอเตอร์ไฟฟ้า DC เพื่อเพิ่มความเร็วรอบและลดแรงบิดใน การออกตัวให้กับมอเตอร์

เตอร์และใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากการผลิตไฟฟ้าของเซลล์สุริยะ (Solar-Cell) โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 250 วัตต์ 36 โวลต์ 8.3 แอมแปร์ จำนวน 2 แผง (500วัตต์) นำมาต่อขนานกันเพื่อนำไปเป็น แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ ผ่านกล่อง ควบคุมระบบไฟฟ้าและชาร์จไฟลงแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ 80 แอมแปร์ต่อชั่วโมง จำนวน 2 ลูก ที่ต่ออนุกรมกันเป็นตัวสำรองไฟ ในการวัดผลการ ทำงาน 2 ครั้ง ผู้จัดทำได้ กำหนดให้การสูบน้ำใส่ถังน้ำปริมาตร 200 ลิตร และทำการจับเวลาเพื่อหา อัตราการไหล (Q) ของปั้มน้ำ และทำการเปรียบเทียบผลการทดลอง เพื่อหาว่าชุด CVT นั้นทำ ให้อัตราการไหลเพิ่มมากขึ้นและทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าใช้กระแสน้อยกว่าการต่อแบบต่อตรงหรือไม่ จากผลการทดลองนั้นพบว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่นำมาต่อกับชุด CVT สามารถเพิ่ม ความเร็ว รอบให้กับปั้มน้ำได้มากกว่าการต่อการทำงานแบบต่อเป็นผลทำให้อัตราการไหลของปั้มน้ำเพิ่มขึ้นจาก เฉลี่ย 3.0 ลิตรต่อนาที และเมื่อวัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้ มอเตอร์กระแสตรงที่ต่อกับชุด CVT ใช้ กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าแบบต่อตรงเฉลี่ยถึง 4

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการทำวิจัย

ในปัจจุบันการทำการเกษตรในพื้นที่ห่างไกลจากชุมชนได้เกิดปัญหาในเรื่องของพลังงานไฟฟ้าที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของการทำการเกษตร ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้กับปั๊มสูบน้ำเพื่อใช้ในการเกษตร โดยมีขั้นตอนการศึกษการใช้ปั๊มน้ำโซล่าเซลล์สำหรับการเกษตรดังภาพ 3.1



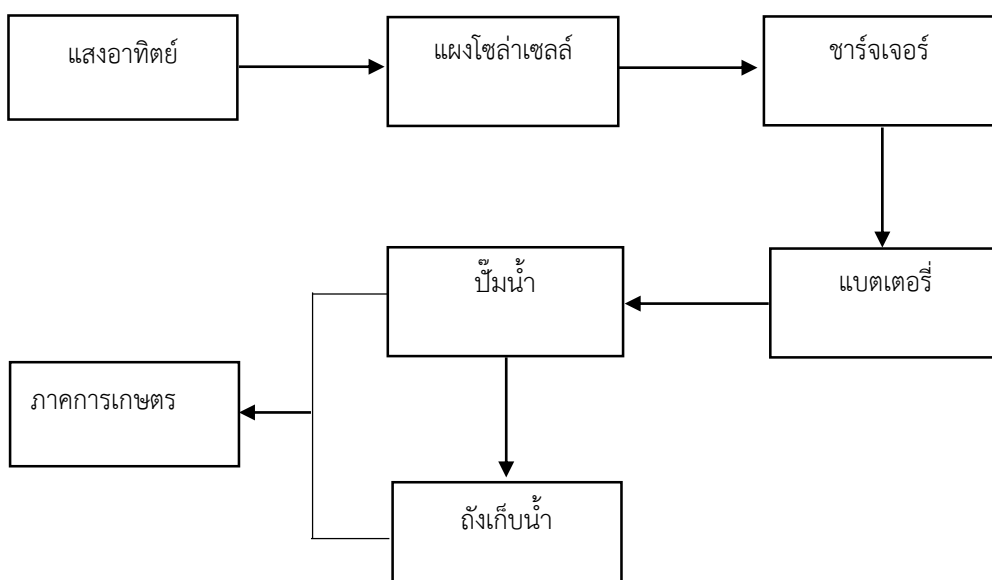
ภาพ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างเครื่องปั้มน้ำโซล่าเซลล์

3.1.1 ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์คือการประยุกต์นำแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าให้กับปั้มน้ำ เป็นระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ โดยไม่มีการเชื่อมต่อเข้ากับไฟฟ้าบ้าน

3.1.2 ส่วนประกอบของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

ส่วนประกอบหลักของระบบจะประกอบไปด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic,PV) ระบบควบคุมทางไฟฟ้า (Controller) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับสูบน้ำ (Inverter) ปั้มน้ำ (Motor Pump) และถังเก็บน้ำ โดยรายละเอียดส่วนประกอบแสดงดังภาพ 3.2



ภาพ 3.2 กระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

3.1.3 เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์นี้ประกอบด้วย

1) แผงโซล่าเซลล์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่แปลงพลังงานแสง หรือโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยตรงโดยปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก นั่นก็คือ คุณสมบัติของสารเช่น ค่าความต้านทาน แร่งตัน และกระแสจะเปลี่ยนไปเมื่อมีแสงตกกระทบโดยไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอก และเมื่อต่อหลอดไฟจะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านหลอดนั้นได้

2) ป้อนน้ำอุปกรณ์สำหรับส่งน้ำ หรือถ่ายเทของเหลวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเพื่อเพิ่มแรงดันของน้ำ ซึ่งมีทั้งแบบที่ใช้มอเตอร์(ไฟฟ้า) และแบบที่ใช้ เครื่องยนต์(น้ำมัน) ทำหน้าที่หมุนส่งกำลังให้ปั้มน้ำทำงาน เพื่อเพิ่มแรงดัน

3) เครื่องควบคุมการชาร์จ และจ่ายไฟในระบบสูบน้ำ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัวหนึ่งที่มีคุณสมบัติเพื่อคอยควบคุมการชาร์จไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ลงสู่แบตเตอรี่ ของระบบโซลาร์เซลล์เพื่อเก็บกระแสไฟเพื่อนำมาใช้งานตามที่เรากำหนดไว้

4) แบตเตอรี่ สำหรับหลักการทำงานจะแบ่งเป็น 2 แบบ คือแบบมีแบตเตอรี่จะมีแผงโซลาร์เซลล์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นกระแสไฟฟ้าแล้วทำการประจุ (ชาร์จ) เข้าไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อรอจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ปั้มน้ำต่อไป โดยมีตัวควบคุมการชาร์จ และใช้กระแสไฟฟ้าทั้งหมดในระบบแบบใช้ตรง ไม่มีแบตเตอรี่ โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อไปขับเคลื่อนมอเตอร์ของปั้มน้ำให้สูบน้ำในเวลากลางวัน โดยผ่านตัวควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ น้ำที่สูบได้จะถูกจัดเก็บไว้ในถังเก็บน้ำ ซึ่งติดตั้งอยู่บนหอสูง น้ำจากหอสูงจะไหลไปสู่บ้านผู้ใช้น้ำในบริเวณใกล้เคียง และบริเวณพื้นที่ทำเกษตรกรรม นอกเหนือจากสูบน้ำแล้วเรายังสามารถนำกระแสไฟไปใช้กับครัวเรือนได้อีกทางหนึ่งด้วย

5) ถังเก็บน้ำ เป็นวัสดุโพลีเมอร์ (PE) ไม่เกิดสนิม สามารถบรรจุน้ำได้หลายหลายชนิด ไม่ต้องกังวลเรื่องการเกิดสนิม เพราะเป็นวัสดุ โพลีเมอร์มีหลายแบบให้เลือก ทั้งแบบ ถังเก็บน้ำบนดิน และถังเก็บน้ำฝังดิน

6) สิ่งที่เราควรรู้ก่อนการติดตั้งปั้มน้ำเมื่อเลือกขนาดปั้มน้ำได้แล้ว ก็ต้องดูสถานที่ที่จะติดตั้งให้เหมาะสม เพื่อความสะดวก ปลอดภัย และทนทาน และก่อนการติดตั้งควรทำความเข้าใจส่วนประกอบอื่น ๆ เพื่อให้ปั้มน้ำทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด สิ่งที่เราควรทราบก่อนการติดตั้งคือ

ก) ศึกษาข้อมูล และคู่มือก่อนการติดตั้ง

ข) ควรติดตั้งโดยช่างที่มีความรู้ ความชำนาญ

ค) ตัดไฟฟ้าก่อนทำการติดตั้ง

ง) ติดตั้งชุดควบคุม (เบรกเกอร์) เพื่อความปลอดภัย และสะดวกในการซ่อมบำรุง

จ) ขนาดของสายไฟต้องรองรับกระแสไฟฟ้าที่ใช้กับปั้มน้ำได้

ฉ) ต้องติดตั้งเข้ากับถังเก็บน้ำ

ช) ติดตั้งในที่ร่ม หรืออาจทำเป็นหลังคาคลุม เพื่อไม่ให้โดนแดดโดนฝน

ซ) ติดตั้งให้ห่างจากผนังอย่างน้อย 10 เซนติเมตร เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก และสะดวกต่อการซ่อมบำรุง

ฌ) ติดตั้งให้สูงจากพื้นเล็กน้อยอยู่บนฐานรอง เพื่อป้องกันน้ำขังสะดวกต่อการทำความสะอาด

ญ) ติดตั้งข้อต่อของปั้มควรให้ได้ระนาบเดียวกันกับท่อน้ำ

ฎ) ติดตั้งท่อน้ำควรระวังเรื่องเศษวัสดุ และสิ่งสกปรกต่างๆเข้าไปในท่อ ซึ่งจะทำให้ระบบเกิดการขัดข้องได้

ฐ) ติดตั้งท่อดูด และท่อจ่ายน้ำให้ได้ขนาดถูกต้องตามคู่มือ

ฑ) การติดตั้งซ่อม ในส่วนที่เกี่ยวกับระบบไฟฟ้าควรจะทำโดยช่างที่มีความรู้ความชำนาญโดยตรง

3.1.5 การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มีจุดเด่นที่สำคัญ ดังนี้

- 1) ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวในขณะใช้งาน จึงทำให้ไม่มีมลภาวะทางเสียง
- 2) ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษจากขบวนการผลิตไฟฟ้า
- 3) มีการบำรุงรักษาน้อยมาก และใช้งานแบบอัตโนมัติได้ง่าย
- 4) สามารถผลิตเป็นแผงขนาดต่างๆ ได้ง่ายทำให้สามารถผลิตได้ปริมาณมาก
- 5) ได้พลังงานไฟฟ้าโดยตรงซึ่งเป็นพลังงานที่นำมาใช้สะดวกที่สุด
- 6) ผลิตไฟฟ้าได้แม้มีแสงแดดอ่อน หรือมีเมฆ
- 7) เป็นการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้มาฟรี และมีไม่สิ้นสุด
- 8) ผลิตไฟฟ้าได้ทุกมุมโลกแม้บนเกาะเล็กๆ กลางทะเล บนยอดเขาสูง และในอวกาศ
- 9) ได้พลังงานไฟฟ้าโดยตรงซึ่งเป็นพลังงานที่นำมาใช้ได้สะดวกที่สุด

3.1.6 ข้อจำกัดการใช้พลังงานแสงอาทิตย์

1) ความเข้มของพลังงานขาเข้าต่ำแม้ว่าพลังงานของดวงอาทิตย์ไม่มีวันหมด แต่ความเข้มของพลังงานนั้นไม่สูง ทำให้กรณีที่ต่อ Output สูงจำเป็นต้องใช้จำนวนเซลล์แสงอาทิตย์มาก และพื้นที่มากตามไปด้วย

2) ปริมาณไฟฟ้าที่ได้จะแปรผันตามสภาพอากาศเนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ ณ Input ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ (ความเข้มแสงอาทิตย์) ดังนั้น output จึงแปรผันตามไปด้วย

3) เก็บไฟฟ้าไว้ไม่ได้ (ไม่ใช่แบตเตอรี่ ไฟฟ้าจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีแสง และตัวมันเองไม่สามารถเก็บไฟได้ ดังนั้น การออกแบบระบบหากจำเป็น จะต้องมีการผสมกับไฟฟ้าในปกติ หรือแบตเตอรี่เพื่อใช้ในเวลาที่ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ไม่จ่ายกระแสไฟ

3.2 ศึกษาพื้นที่เพื่อดูสภาพภูมิศาสตร์ของพื้นที่เกษตรกรรม ณ ศูนย์การเรียนรู้ทฤษฎีใหม่ เพื่อหาความเหมาะสมของขนาดปั้มน้ำโซล่าเซลล์ บ่อน้ำโดยพิจารณาจากปริมาณน้ำที่ต้องการตั้ง

ตาราง 3.3

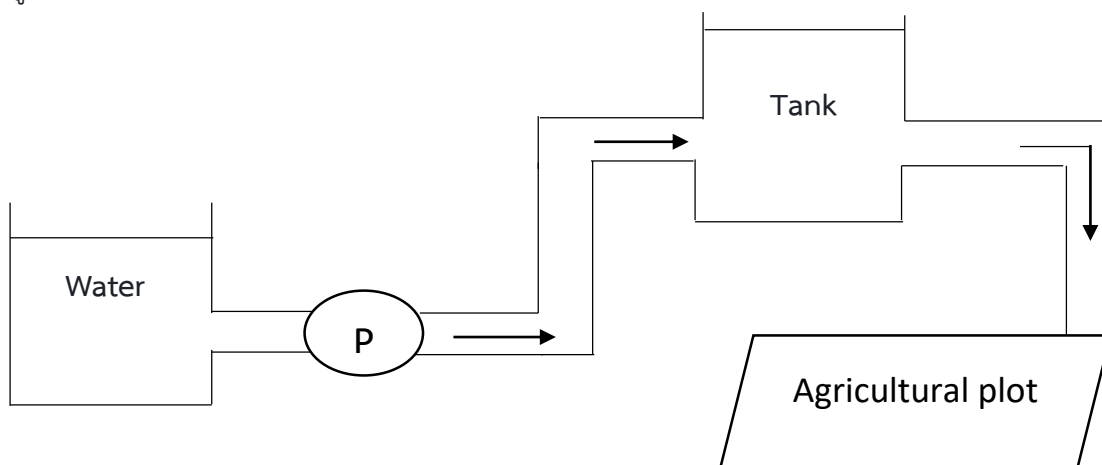
ตาราง 3.1 ศึกษาพื้นที่เพื่อดูสภาพภูมิศาสตร์ของพื้นที่เกษตรกรรม

รูปภาพ	คำอธิบาย
	พื้นที่สำรวจตั้งอยู่ในศูนย์การเรียนรู้เกษตรทฤษฎีใหม่ ตำบลแม่แรม อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่
	พื้นที่เพาะปลูกพืชการเกษตร

3.3 ทำการออกแบบ และติดตั้งปั้มน้ำโซล่าเซลล์ที่เหมาะสมกับภูมิประเทศของพื้นที่การเกษตร

ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Pump System) เป็นระบบสูบน้ำสำหรับใช้ในเกษตรกรรมซึ่งประกอบด้วยแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Panel) ตัวแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ระบบควบคุมอัจฉริยะ (Smart Control) ปั้มน้ำ (Water Pump) และระบบท่อส่งน้ำ (Pipe System) โดยแผงโซลาร์เซลล์จะผลิตไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ผ่านอินเวอร์เตอร์เป็นกระแสสลับ (AC) เพื่อจ่ายไฟให้กับมอเตอร์สูบน้ำเพื่อให้สามารถสูบน้ำได้โดยไม่ต้องอาศัยไฟฟ้าจากภาครัฐ

การติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ภาพ 3.3 ขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการใช้น้ำต่อวัน ความลึกของบ่อน้ำ และความสูงของถังเก็บน้ำซึ่งจะใช้ปริมาณแผงโซลาร์เซลล์ และขนาดของปั้มน้ำที่แตกต่างกันออกไป



ภาพ 3.3 แสดงระบบสูบน้ำจากแหล่งน้ำไปยังพื้นที่การเกษตร

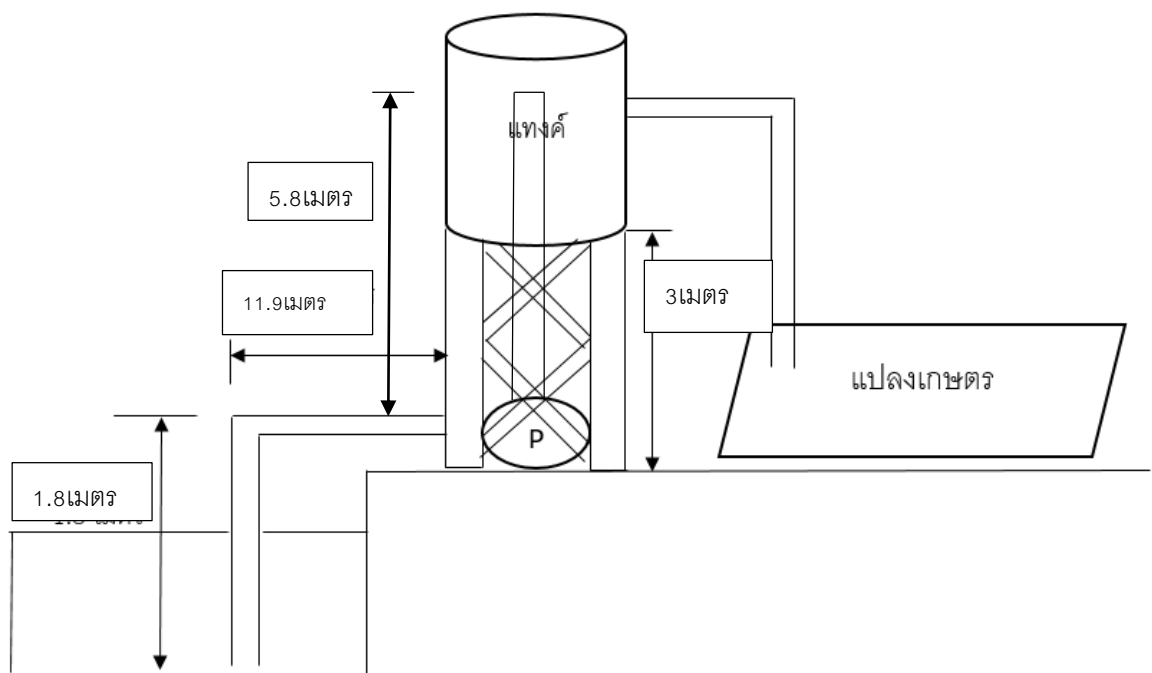
ปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณระบบสูบน้ำ

เฮด (Head) คือความสูง ความแตกต่างระหว่างระดับต่างๆ และความชัน ในกรณีของปั้มน้ำ ปั้มน้ำที่มีปริมาณการไหลของน้ำเท่ากับ Q ลิตร ที่เฮด (Head) 30 เมตร หมายความว่า สามารถดันน้ำ Q ลิตร ขึ้นไปในแนวตั้งได้ 30 เมตร ทุกๆระยะเวลาต่อเวลาที่ปริมาณ Q ลิตร สำหรับปั้มน้ำโดยทั่วไป เฮด (Head) ของปั้มน้ำ สามารถหาได้จากเอกสารแสดงข้อมูลทางเทคนิคของปั้มน้ำจากผู้ผลิตโดย ปริมาณ เฮด (Head) ของปั้มน้ำส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับขนาด และความเร็วในการหมุนของใบพัดปั้มน้ำ ในกรณีที่น่ามาใช้งานในระบบสปริงเกอร์ เฮด (Head) คือแรงดันที่ต้องการของหัวจ่ายน้ำ เพื่อให้ได้รัศมี และมีปริมาณน้ำที่กำหนด มีสมการดังนี้

ปริมาณการไหล (Flow) คือปริมาตรของเหลวที่ไหลผ่านพื้นที่ผิวต่อช่อง ต่างๆ เช่น ปริมาณการไหลของน้ำที่ไหลผ่านทางน้ำออกของปั้มน้ำหรือท่อส่งน้ำต่อ 1 หน่วยเวลาปริมาณการไหลของน้ำ

สามารถวัดได้ในหน่วย ลิตรต่อนาที หรือลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงปริมาณการไหลของน้ำในท่อ และปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านสายไฟนั้นมีหลักการค่อนข้างคล้ายกัน โดย เฮด (Head) ของของเหลวจะเหมือนกับแรงเคลื่อนไฟฟ้า โวลต์ (V) และปริมาณการไหลของของเหลวก็จะเปรียบเหมือนกับปริมาณกระแสไฟฟ้า แอมป์ (A) และปัจจัยที่ทำให้ค่าเหล่านี้เปลี่ยนแปลงก็ยิ่งเหมือนกันอีก ด้วยสายไฟเส้นเล็กจะไม่สามารถจ่ายไฟได้มากเท่ากับสายไฟเส้นใหญ่ เช่นเดียวกันกับท่อน้ำที่มีขนาดเล็กก็จะส่งน้ำได้น้อยกว่าท่อน้ำขนาดใหญ่ (ขนาดของท่อส่งสามารถใช้ท่อให้ใหญ่กว่าทางออกของปั๊มน้ำได้ โดยให้ดูจากปริมาณน้ำที่ปั๊มน้ำสามารถจ่ายน้ำได้ในกรณีของน้ำ ค่าแรงต้านทานก็คือค่า Head Loss ซึ่งจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของท่อที่ใช้ (วัตถุดิบที่ใช้ รูปร่าง และพื้นผิวภายในท่อ โดยที่ความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านก็มีส่วนด้วย)

$$TDH = \text{เฮดความเร็ว} + \text{เฮดสูญเสียจากแรงเสียดทาน} + \text{เฮดที่ยกน้ำขึ้น} + \text{เฮดที่ต้องการใช้งาน} \quad (3.1)$$



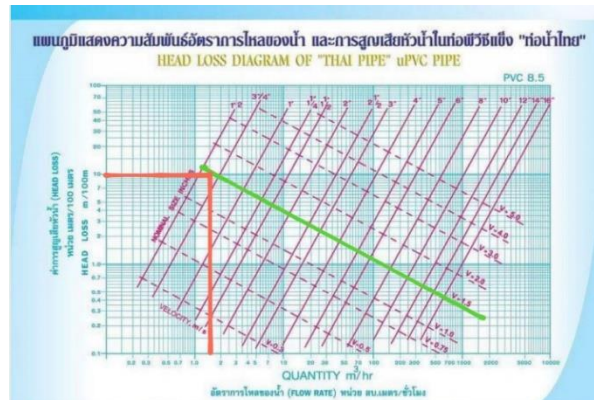
ภาพ 3.4 แสดง ระยะความยาวของท่อต่างๆ

3.3.1 วิธีการคำนวณค่าต่างๆจากจากความยาวของท่อในภาพ 3.4

1) หาอัตราการใช้น้ำ (Q) และความเร็วของน้ำในท่อ (V) จากการสำรวจข้อมูลพบว่าเกษตรมีพื้นที่ใช้สอย 2,500 ตารางเมตร พืชต้องการน้ำอยู่ที่ 0.003 เมตรต่อวัน ดังนั้น 1 วันต้องใช้น้ำ $2,500 \times 0.003 = 7.5$ ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 7,500 ลิตรต่อวัน โดย 1 วัน ให้ปั๊มน้ำทำงานวันละ 5 ชั่วโมง ดังนั้นขนาดปั๊มน้ำที่ต้องการคือมากกว่า 1,500 ลิตรต่อชั่วโมง หาความเร็วของน้ำใน

ท่อ (V) โดยตามมาตรฐานทั่วไปความเร็วของน้ำในท่อจะอยู่ที่ 1-2 เมตรต่อวินาที โดยผู้วิจัยจะเลือกใช้ความเร็วไม่เกินที่ 1.5 เมตรต่อวินาที

2) หาขนาดท่อที่เหมาะสมจากกราฟภาพ 3.5 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์อัตราการไหลของน้ำและการสูญเสียหัวน้ำในท่อพีวีซี จากข้อมูล $Q = 1.5$ ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และ $V = 1.5$ เมตรต่อวินาที



ภาพ 3.5 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์อัตราการไหลของน้ำ และการสูญเสียหัวน้ำในท่อพีวีซี
ที่มา : <http://thaiengineering.com/>

จากกราฟจะได้ว่า ที่อัตราการจ่ายน้ำ 1.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง จะได้ท่อน้ำ 3 ส่วน 4 นิ้ว ความเร็วในเส้นท่อประมาณ 1.5 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงตามที่กำหนด และ ค่าเฮดสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานมีค่า 10 ต่อ 100 เมตร ดังนั้นท่อยาว 19.5 เมตร เฮดสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานของท่อจะมีค่าเป็น $19.5 \times 10/100 = 1.95$ เมตร และข้อต่อปกติจะมีค่าเฮดสูญเสียอยู่ที่ 20 เปอร์เซ็นต์ของเฮดสูญเสีย จะได้ $1.95 \times 0.2 = 0.39$ เมตร จะได้เฮดสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานมีค่า $1.95 + 0.39 = 2.34$ เมตร

3.3.2. การหา Total Dynamic Head

เฮดความเร็ว = เนื่องจากค่าเฮดความเร็วมีค่าน้อยมากใกล้เคียง 0 ถือว่ามีค่าเป็น 0

เฮดสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน = 2.34 เมตร

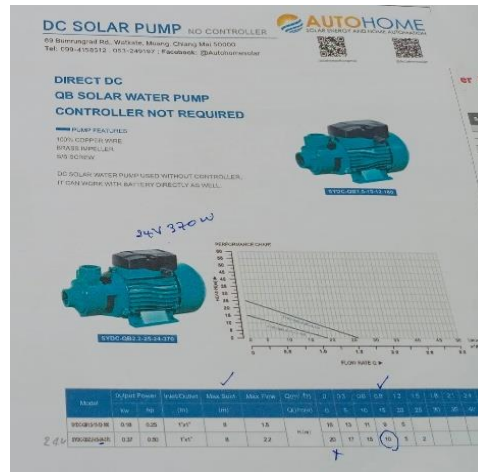
เฮดน้ำที่ต้องยกขึ้น = 5.8 เมตร

เฮดที่ต้องการใช้งาน = เฮดที่ต้องการใช้งานในกรณีที่สูงส่งอย่างเดียวโดยเผื่อค่าไว้

ประมาณ 5 เมตร

ได้ว่าจากสมการ (1) $TDH = 0 + 2.34 + 5.8 + 5 = 13.14$ เมตร หรือประมาณ 14 เมตร

3.3.4 การเลือกปั้มน้ำโดยกำหนดมา 2 ตัว ในการเลือกขนาดปั้มน้ำดังนี้ Total Dynamic Head (TDH) = 14 เมตร ควรเผื่อค่าไว้ประมาณ 2 เท่าของค่า TDH ปริมาณการจ่ายน้ำ (Q) = 1,500 ลิตรต่อชั่วโมง ดังนั้นจึงทำการเลือก ปั้มน้ำ DC หอยโข่ง 24 โวลต์ 370 วัตต์ ดังภาพ 3.6 เป็น ปั้มน้ำโซลล่าเซลล์กระแสดรง 24 โวลต์ สามารถใช้ไฟจากแผงโซลล่าเซลล์โดยตรงมีค่า Max Head อยู่ที่ 30 เมตร และปริมาณการจ่ายน้ำอยู่ที่ 2,200 ลิตรต่อชั่วโมง ซึ่งตรงกับความต้องการแล้ว



ภาพ 3.6 ปั้มน้ำหอยโข่ง

3.3.5 การหาขนาดของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์เก็บประจุไฟฟ้าเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนสูบน้ำเพื่อการเกษตรจากฟักัดโหลดของระบบที่ใช้แบตเตอรี่ใช้งานต่อวันใน 1 วันคิดให้ทางานวันละ 5 ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 P_{load} / \text{day} &= \text{จำนวนวัตต์} \times \text{จำนวนชั่วโมง} \\
 &= 370 \text{ วัตต์} \times 5 \text{ ชั่วโมง} \\
 &= 1,850 \text{ วัตต์ต่อชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

กำหนดฟักัดแรงดันที่ใช้คือ 24 โวลต์ ตามฟักัดแบตเตอรี่ที่กำหนดค่า Dept of Discharge (DOD) คือการคายประจุสูงสุดโดยแบตเตอรี่แบบ Deep Cycle จะอยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเราสามารถคำนวณหาขนาดของแบตเตอรี่ได้จาก

$$\text{ขนาดของแบตเตอรี่} = \frac{P_{load} / \text{day}}{DOD \times V \text{ battery}} = \frac{1850}{0.8 \times 24} = 96.35 \text{ แอมแปร์ต่อชั่วโมง}$$

จากการคำนวณเราจะได้อา AH ซึ่งคือพิกัด Amp-Hour ของแบตเตอรี่ที่ต้องการใช้คือ 96.35 แอมแปร์ต่อชั่วโมง การเลือกขนาดแบตเตอรี่ควรจะมีความใหญ่กว่าที่คำนวณเล็กน้อยแต่ไม่ควรใหญ่เกินไป เพราะอาจจะเกิดปัญหาในการชาร์จไม่เต็มและแบตเตอรี่เสื่อมเร็วกว่ากำหนดทางผู้จัดทำจึงได้ทำการเลือกขนาดแบตเตอรี่ Deep cycle ขนาด 100 แอมแปร์ต่อชั่วโมง 12 โวลต์ 2 ลูกเพื่อให้ได้แรงดัน 24 โวลต์ ตามพิกัดแรงดันที่ใช้

3.3.6 การหาขนาดของแผงโซลาร์เซลล์

จากพิกัดโหลดต้องการคือ 370 วัตต์ ซึ่งการเลือกขนาดวัตต์ของโซลาร์เซลล์ที่เหมาะสม ควรมีขนาดพิกัดโหลดของเครื่องสูบน้ำอยู่ระหว่าง 300-400 วัตต์ ทางผู้วิจัยได้ทำการเลือกแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 345 วัตต์ จำนวน 1 แผง มาใช้กับระบบ

สรุปขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้ในตาราง 3.2

ตาราง 3.2 ขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้

ขนาดเครื่องสูบน้ำ	ขนาดแบตเตอรี่	ขนาดแผงโซลาร์เซลล์
DC หอยโข่ง 24 โวลต์ 370 วัตต์	100 แอมแปร์ต่อชั่วโมง 12 โวลต์ 2 ลูก	345 วัตต์

3.4 ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. DC เบรกเกอร์ 2 P 550 โวลต์ 40 แอมแปร์ 1
2. MPPT Charger Con 12/24 1
3. แผงโซลาร์เซลล์ 345 วัตต์ 1
4. Battery Gel Deep-Cycle 12 โวลต์ 2
5. ปั๊มหอยโข่ง 24 โวลต์ 370 วัตต์ 1

ตาราง 3.3 ขั้นตอนการติดตั้งปั้มน้ำโซลล่าเซลล์

รูป	อุปกรณ์	กระบวนการ
	1. ปั้มหอยโข่ง 24 โวลต์ 370 วัตต์ 2. ท่อน้ำ	เตรียมอุปกรณ์
	1. ปั้มหอยโข่ง 24 โวลต์ 370 วัตต์ 2. ท่อน้ำ 3. โซลล่าชาร์จเจอร์	ประกอบท่อเข้ากับปั้มน้ำ และติดตั้งโซลล่าชาร์จเจอร์
	แผงโซลล่าเซลล์	หาสถานที่ติดตั้งแผงโซลล่าเซลล์พร้อมเดินสายติดตั้งเข้ากับปั้มน้ำ

3.5 ดำเนินการ และออกแบบการทดลองการใช้แบตเตอรี่เป็นตัวให้พลังงาน

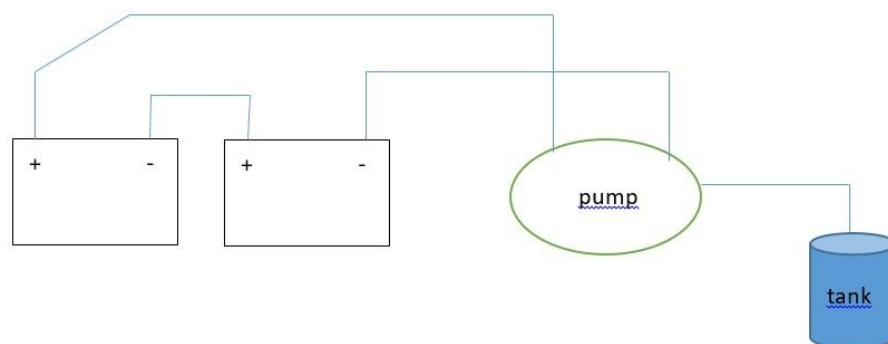
การทดลองการใช้แบตเตอรี่เป็นตัวให้พลังงานในการปั้มน้ำวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ในการปั้มน้ำโดยต่อระบบดังภาพ 3.7

อุปกรณ์การทดลอง

1. แบตเตอรี่ 24 โวลต์ 100 แอมแปร์ต่อชั่วโมง
2. ปั้มน้ำ 24 โวลต์ 370 วัตต์

การทดลอง

1. ทำการต่อวงจรการทดลองดังภาพที่ 3.7
2. ทำการวัดปริมาณการใช้แบตเตอรี่เมื่อต่อใช้กับปั้มน้ำโดยตรง
3. วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง



ภาพ 3.7 แสดง การทดลองการใช้แบตเตอรี่เป็นตัวให้พลังงานปั้มน้ำ

3.6 ดำเนินการและออกแบบการทดลองอัดประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์

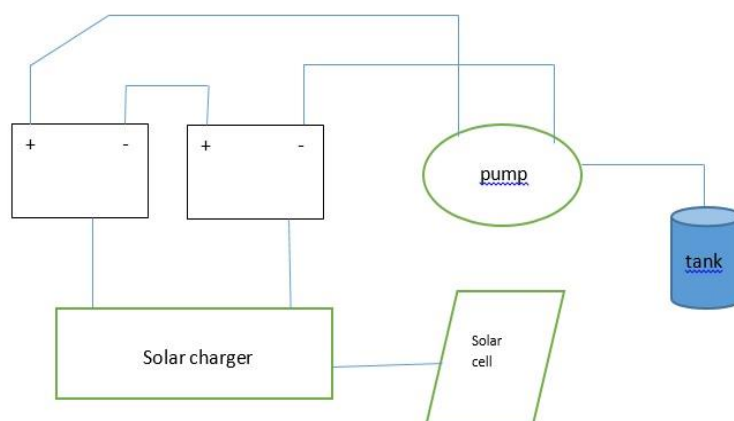
เพื่อต้องการทดสอบประสิทธิภาพการอัดประจุของแบตเตอรี่โดยการอัดประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่โดยผ่านแผงโซลาร์เซลล์เป็นตัวจ่ายพลังงานโดยต่อระบบดังภาพ 3.8

อุปกรณ์การทดลอง

1. แผงโซลาร์เซลล์ 345 วัตต์ 1 แผง
2. แบตเตอรี่ 24 โวลต์ 100 แอมแปร์ต่อชั่วโมง
3. เครื่องชาร์จแบตเตอรี่จากโซลาร์เซลล์
5. ปั๊มน้ำ 24 โวลต์ 370 วัตต์

การทดลอง

1. ดำเนินการต่อวงจรการทดลองดังภาพที่ 3.8
2. ทำการวัดกระแสหลังผ่านตัวชาร์จ ทุกๆระยะเวลา 1 ชั่วโมง
3. วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง



ภาพ 3.8 แสดงการทดลองอัดประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์

3.7 ดำเนินการและออกแบบการทดลองหาปริมาณน้ำของปั๊มในแต่ละช่วงเวลาทุกๆ 1 ชั่วโมง

เพื่อหาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละช่วงเวลา

อุปกรณ์การทดลอง

1. แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 345 วัตต์ 1 แผง
2. ปั๊มน้ำ
3. มิเตอร์วัดน้ำ
4. แบตเตอรี่ 24 โวลต์ 100 แอมแปร์ต่อชั่วโมง

การทดลอง

ทำการบันทึกค่าปริมาณน้ำที่ได้ทุกๆ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 8.00 นาฬิกา – 17.00 นาฬิกา

3.8 วิเคราะห์ตัวเลขทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาจุดคุ้มทุนของระบบ

การคำนวณจุดคุ้มทุนต้องนำจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ผลิตได้มาคำนวณหาว่า เมื่อนำมารวมกันแล้วแต่ละปี มีจุดคุ้มทุนอยู่ที่กี่ปี

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

ในบทนี้แสดงให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่ได้จากการทดลองโดยแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ในการปั้มน้ำ และการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ โดยใช้แผงโซล่าเซลล์เป็นตัวจ่ายพลังงาน และแสดงผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรต่อไปได้

4.1 ผลการทดลองการใช้แบตเตอรี่เป็นตัวให้พลังงานในการปั้มน้ำโดยตรง

ผู้วิจัยต้องการทดสอบถึงประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ในการปั้มน้ำโดยทำการต่อระบบดังภาพ 3.9 โดยทำการวัดค่ากระแส แรงดัน และกำลังโดยผลที่ได้จากการทดลองแสดงในตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ผลการทดลองวัดแรงดันกระแสกำลัง

เวลา (ชั่วโมง)	แรงดัน (โวลต์)	กระแส (แอมแปร์)	กำลัง (วัตต์)
ชั่วโมงที่ 1	24.2	15	363
ชั่วโมงที่ 2	24	15	360
ชั่วโมงที่ 3	23.8	15	357
ชั่วโมงที่ 4	23.3	15	349.5
ชั่วโมงที่ 5	23	15	345

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพการอัดประจุเข้าไปแบตเตอรี่โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์

ผู้วิจัยต้องการผลการทดสอบประสิทธิภาพการอัดประจุของแบตเตอรี่ โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์เป็นตัวจ่ายพลังงานโดยการต่อระบบดังภาพ 3.10 แสดงในตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ผลการทดลองการชาร์จประจุแบตเตอรี่

ระยะเวลา (นาฬิกา)	กระแสชาร์จ (แอมแปร์)	แรงดันแบตเตอรี่ (โวลต์)
11.00 นาฬิกา	2.4	25.3
12.00 นาฬิกา	2.4	25
13.00 นาฬิกา	4.8	24.7
14.00 นาฬิกา	4.8	24.4
15.00 นาฬิกา	4.8	24.4

4.3 การทดลองทดสอบระบบโดยการหาปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละเวลาของปั้มน้ำ

ผู้วิจัยต้องการหาอัตราการให้น้ำของปั้มน้ำที่ใช้พลังงานจากโซลาร์เซลล์ในแต่ละช่วงเวลา โดยเก็บข้อมูลปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาทุกๆ ชั่วโมงดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 ผลการทดลองการหาปริมาณน้ำในแต่ละช่วงเวลาการทดลอง

ปริมาณน้ำที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ในแต่ละช่วงเวลา		ปริมาณน้ำที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ในแต่ละช่วงเวลา		ปริมาณน้ำที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ในแต่ละช่วงเวลา	
ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)	ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)	ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)
7.00	0	7.00	0	7.00	0
8.00	396	8.00	376	8.00	401
9.00	704	9.00	700	9.00	714
10.00	1,056	10.00	887	10.00	1,062
11.00	1,368	11.00	1319	11.00	1,376
12.00	1,188	12.00	968	12.00	1,195
13.00	1,100	13.00	915	13.00	1,180
14.00	1,122	14.00	927	14.00	1,192

ตาราง 4.3 ผลการทดลองการหาปริมาณน้ำในแต่ละช่วงเวลา (ต่อ)

ปริมาณน้ำที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ในแต่ละช่วงเวลา		ปริมาณน้ำที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ในแต่ละช่วงเวลา		ปริมาณน้ำที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ในแต่ละช่วงเวลา	
ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)	ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)	ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)
15.00	1,056	15.00	886	15.00	1,096
16.00	770	16.00	740	16.00	960
17.00	630	17.00	600	17.00	900

4.4 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การคำนวณจุดคุ้มทุนโดยนำจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ได้จากโซลาร์เซลล์มาหาจุดคุ้มทุนอยู่ที่กี่ปี
ดังตาราง 4.4.1 พลังงานที่ได้รับจากแผงโซลาร์เซลล์ และระยะเวลาคืนทุนดังตาราง 4.4.2

ตาราง 4.4 พลังงานที่ได้รับจากแผงโซลาร์เซลล์ระยะเวลา 1 ปี

เดือน	รังสีดวงอาทิตย์ (กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง / ลูกบาศก์เมตร / วัน)	พลังงานไฟฟ้าที่ได้ (กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง)	จำนวนเงิน (บาท)
มกราคม	3.59	29	115
กุมภาพันธ์	4.32	31	125
มีนาคม	4.21	33	133
เมษายน	4.71	35	142
พฤษภาคม	4.74	37	147
มิถุนายน	4.12	31	126
กรกฎาคม	3.74	30	119
สิงหาคม	3.88	31	122
กันยายน	4.23	32	127
ตุลาคม	4.02	32	126
พฤศจิกายน	3.62	28	111
ธันวาคม	3.31	27	107
Annual	4.04	375	1,500

ตาราง 4.5 แสดงระยะเวลาคืนทุน

ปี (Year)	ประสิทธิภาพ ของการผลิต	พลังงานที่ ผลิต ได้ต่อปี	ค่าไฟที่ขายได้ ต่อหน่วย (บาท)	รวมเงิน	ค่า ลงทุน (บาท)	รวม เงิน (บาท)	กระแส เงินสด รับสุทธิ	รายได้ สะสม (บาท)
0	100	375	5	0	20,745	20,745	-20,745	0
1	99.2	372	5	1,860	0	0	1,860	1,860
2	98.4	369	5	1,845	0	0	1,845	3,705
3	97.6	366	5	1,830	0	0	1,830	5,535
4	96.8	363	5	1,815	0	0	1,815	7,350
5	96	360	5	1,800	0	0	1,800	9,150
6	95.2	357	5	1,785	0	0	1,785	10,935
7	94.4	354	5	1,770	0	0	1,770	12,705
8	93.6	351	5	1,755	0	0	1,755	14,460
9	92.8	348	5	1,740	0	0	1,740	16,200
10	92	345	5	1,725	0	0	1,725	17,925
11	91.2	342	5	1,710	0	0	1,710	19,635
12	90.4	339	5	1,695	0	0	1,695	21,330
13	89.6	336	5	1,680	0	0	1,680	23,010
14	88.8	333	5	1,665	0	0	1,665	24,675
15	88	330	5	1,650	0	0	1,650	26,325
16	87.2	327	5	1,635	0	0	1,635	27,960
17	86.4	324	5	1,620	0	0	1,620	29,580
18	85.6	321	5	1,605	0	0	1,605	31,185
19	84.8	318	5	1,590	0	0	1,590	32,775
20	84	315	5	1,575	0	0	1,575	34,350
21	83.2	312	5	1,560	0	0	1,560	35,910
22	82.4	309	5	1,545	0	0	1,545	37,455
23	81.6	306	5	1,530	0	0	1,530	38,985
24	80.8	303	5	1,515	0	0	1,515	40,500
25	80	300	5	1,500	0	0	1,500	42,000

อัตราผลตอบแทน (IRR) = 6.68 เปอร์เซ็นต์

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) = 3,456 บาท

ระยะเวลาคืนทุน (PB) = 11 ปี 8 เดือน

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงกระบวนการติดตั้งโซลาร์เซลล์กับปั๊มสูบน้ำ สำหรับพื้นที่การเกษตร เพื่อติดตั้งสำหรับพื้นที่เกษตรศูนย์การเรียนรู้เกษตรทฤษฎีใหม่ ตำบลแม่แรม อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยการหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมที่ได้จากการวิเคราะห์ และทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของระบบ และผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปที่ได้จากการดำเนินงาน ปัญหาที่พบจากการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะในการทำโครงการ

5.1 อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า การติดตั้งระบบปั๊มน้ำโซลาร์เซลล์กับแบตเตอรี่เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ในการปั๊มน้ำจากการทดลองต่อระบบสูบน้ำโดยใช้แหล่งจ่ายเป็นแบตเตอรี่ขนาดพิกัด 12 โวลต์ 100 แอมแปร์ต่อชั่วโมง 2 ลูก ต่อเข้ากับปั๊มน้ำ 24 โวลต์ 370 วัตต์ ซึ่งประสิทธิภาพของปั๊มน้ำจะขึ้นอยู่กับแรงดันของแบตเตอรี่ ถ้าหากนำมาต่อกับปั๊มน้ำกินกระแสที่ 15 แอมแปร์ จะทำงานได้น้อยกว่า 5 ชั่วโมง ซึ่งหลังจากนั้นแบตเตอรี่พลังงานจึงหมดไป หลังจากนั้นทำการทดลองโดยที่มีแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 345 วัตต์เข้ามาชาร์จแบตเตอรี่พบว่าใช้งานไป 5 ชั่วโมง แรงดันเหลือ 24.4 โวลต์ พบว่าการหาขนาดของแผงโซลาร์เซลล์ให้เหมาะกับแบตเตอรี่นั้นสามารถใช้งานได้เกิน 5 ชั่วโมง ต่อเนื่องและปริมาณน้ำที่ได้เฉลี่ยต่อวันนั้นเพียงพอกับความต้องการของพื้นที่การเกษตรแล้ว หลังจากนั้นทำการหาผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ค่าอัตราผลตอบแทนเท่ากับ 6.68 เปอร์เซ็นต์ มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 3,456 บาท และระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 11 ปี 8 เดือน

5.2 สรุปผลดำเนินงาน

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือเพื่อให้ปั๊มน้ำมีความเหมาะสมเพียงพอต่อความต้องการของพื้นที่การเกษตรศูนย์การเรียนรู้เกษตรทฤษฎีใหม่ ต.แม่แรม อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ โดยเกษตรกรสามารถใช้สูบน้ำเพื่อการเกษตรใน 1 วันที่เวลาทำงาน 5 ชั่วโมงต่อเนื่องโดยระบบสูบน้ำที่ออกแบบมานั้นสามารถใช้งานได้ในช่วงเวลาที่มีแสงสว่างที่เพียงพอ และพบว่าในช่วงเวลาที่เพียงพอจะเริ่มต้นอยู่ในช่วง 10.00-16.00 นาฬิกา นอกเหนือช่วงเวลาดังกล่าวจะทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพแต่เนื่องจากการติดตั้งมีการใช้แบตเตอรี่ในการเก็บพลังงานสะสมจึงทำให้มีการกักเก็บพลังงานมาใช้สำรองได้เมื่อไม่มีแสงอาทิตย์ และระบบแบตเตอรี่ยังทำให้ปริมาณน้ำที่ได้มีค่ามั่นคงมากกว่าระบบต่อโดยตรง อีกทั้งยังสามารถกักเก็บพลังงานไปใช้งานด้านอื่นๆได้อีกด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1. การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งาน จะต้องขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ

5.3.2. ในการใช้งานระบบพลังงานแสงอาทิตย์นั้น เหมาะกับการนำมาใช้กับโหลดที่กินกระแสแบบต่อเนื่อง

5.3.4. หากไม่ต้องการเก็บประจุจากแผงโซลาร์เซลล์มาใช้สำรองสามารถต่อตรงแผงโซลาร์เซลล์เข้ากับปั๊มน้ำโดยตรงได้เลย ซึ่งระบบนี้จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่าระบบที่มีแบตเตอรี่

5.4 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ปัญหาที่พบ และวิธีการดำเนินการแก้ไขสามารถสรุปได้ดังตาราง 5.1

ตาราง 5.1 ปัญหาที่พบ และวิธีการดำเนินการแก้ไข

ปัญหา และอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
เนื่องจากพื้นที่เป็นพื้นที่ป่าทำให้มีต้นไม้บดบังแสงอาทิตย์ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์ทำงานได้ไม่เต็มที่	ทำการตัดต้นไม้กิ่งไม้ที่บดบังออกไป

บรรณานุกรม

- นายอัศธร ธิเชียว, นายก้านรงค์ วงศ์สุวรรณ, นายธนชาติ รักษ์ศิลป์. (2560). การจัดการน้ำเพื่อการเกษตรบนพื้นที่สูงด้วยระบบสูบน้ำพลังงานทดแทนของโครงการ สวมหมวกใส่รองเท้าให้ภูเขาโล้น จังหวัดน่าน
- เจษฎา วรรณศรี,วัชรพันธ์ อินทมาศ และสุรุติ ยะนิล. (2558). เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ Solar-Cell Water Pump System in Mobile
- สฤณี อาชวานันทกุล. “การพัฒนาที่ยั่งยืน” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.salforest.com/glossary/sustainable-development>

ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการติดตั้งปั้มน้ำโซล่าเซลล์



ภาพ ก-1 การติดตั้งเสาเพื่อเป็นฐานรองรับแผงโซลาร์เซลล์



ภาพ ก-2 ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์โดยหันแผงไปทางทิศใต้



ภาพ ก-3 เดินสายไฟจากแผงโซลาร์ไปยังชาร์จเจอร์



ภาพ ก-4 ทำการติดตั้งเบรกเกอร์ดีซีและชาร์จเจอร์



ภาพ ก-5 ติดตั้งปั้มน้ำ



ภาพ ก-6 เดินท่อส่งน้ำจากปั้มน้ำไปยังแทงค์น้ำ



ภาพ ก-7 ทดสอบปั้มน้ำ

ภาคผนวก ข

การทดสอบระบบ



ภาพ ข-1 การเก็บข้อมูลจากโซลล่าชาร์จเจอร์



ภาพ ข-2 การเก็บข้อมูลจากมิเตอร์วัดน้ำ

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ	นายชวกร	รุ่งทวีชัย
รหัสนักศึกษา	590612050	
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 9	กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2540
ประวัติการศึกษา	จบการศึกษาชั้นมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนอัสสัมชัญลำปาง พ.ศ. 2557	
ภูมิลำเนา	470/53 หมู่ 5 ตำบลพระบาท อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000	



ชื่อ	นายอนุรักษ์	ตาคำ
รหัสนักศึกษา	590612105	
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 26	มิถุนายน พ.ศ. 2537
ประวัติการศึกษา	จบการศึกษาชั้นมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนยุพราช พ.ศ. 2555	
ภูมิลำเนา	9/4 หมู่ 5 ตำบลป่าบง อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ 50140	