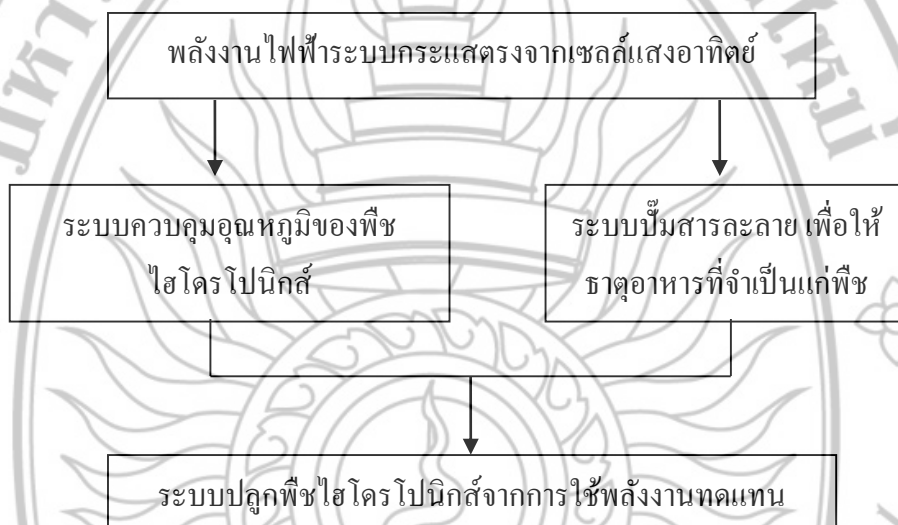


### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อใช้สำหรับระบบปั๊มสารละลายได้แก่ น้ำและปุ๋ยให้แก่พืช และระบบสเปรย์น้ำสำหรับลดอุณหภูมิในช่วงฤดูร้อน สำหรับการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ โดยระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตไฟฟ้าแบบกระแสตรงในการจ่ายไฟฟ้าเพื่อลดการใช้อุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะมีการกักเก็บพลังงานสำรองไว้ในแบตเตอรี่เพื่อใช้ในเวลากลางคืน

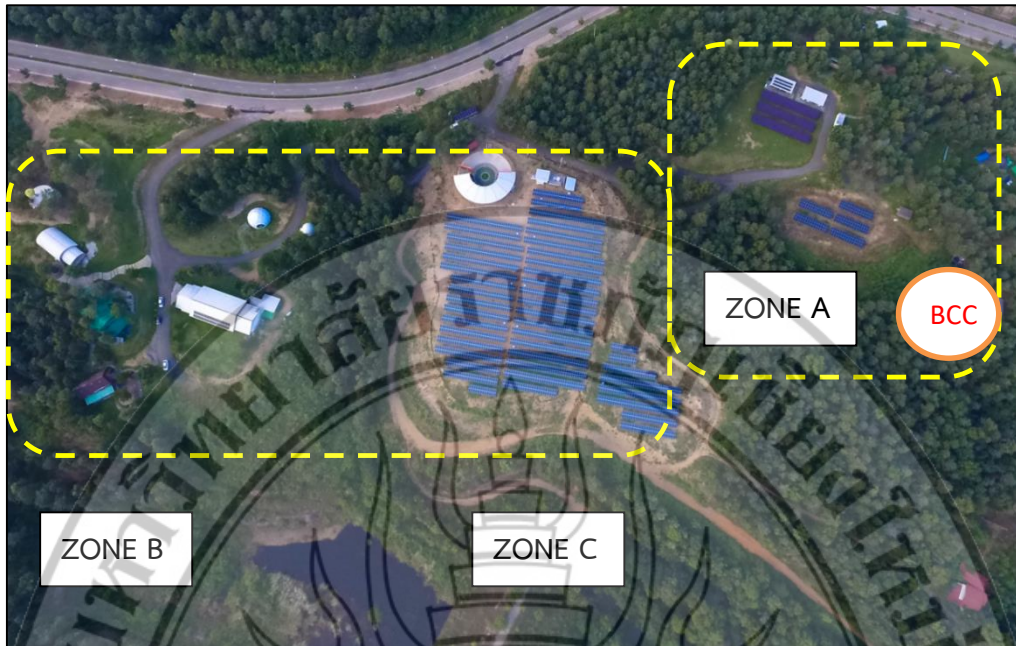


ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดของโครงการ

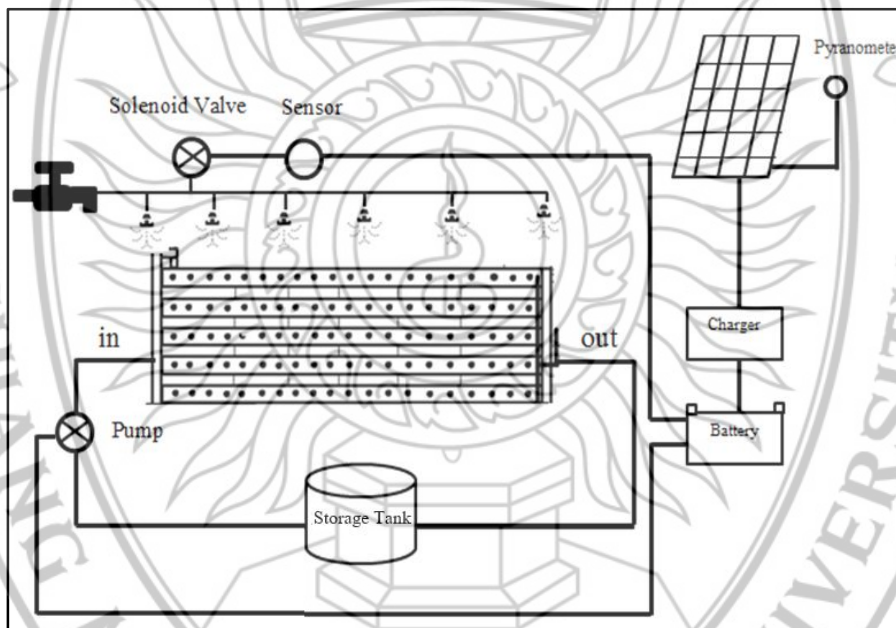
#### 3.1 การออกแบบระบบไฟฟ้ากระแสตรงจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับระบบปั๊มสารละลาย และระบบลดอุณหภูมิของพืชไฮโดรโปนิคส์

พื้นที่สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการก่อสร้างโรงเรือน ณ บริเวณของศูนย์การเรียนรู้พลังงานชีวมวลแบบครบวงจร (BCC) ซึ่งตั้งอยู่บริเวณโซน A ภายในวิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจฯ แสดงดังภาพที่ 3.1

การออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์คำนึงถึงความคุ้มค่าและเหมาะสมต่อระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ โดยระบบเวินน้ำใช้ปั๊มน้ำแบบใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) มีการสำรองพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่สำหรับกรณีที่มีแสงอาทิตย์น้อยหรือฝนตก เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งระบบสเปรย์น้ำที่ใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ สำหรับควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน เพื่อป้องกันการเหี่ยวเฉาของใบพืช ในช่วงฤดูร้อนหรือใช้ในกรณีที่สภาพอากาศร้อนจัด แสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.2 แสดงพื้นที่ที่ใช้ดำเนินการวิจัย ณ ศูนย์ BCC



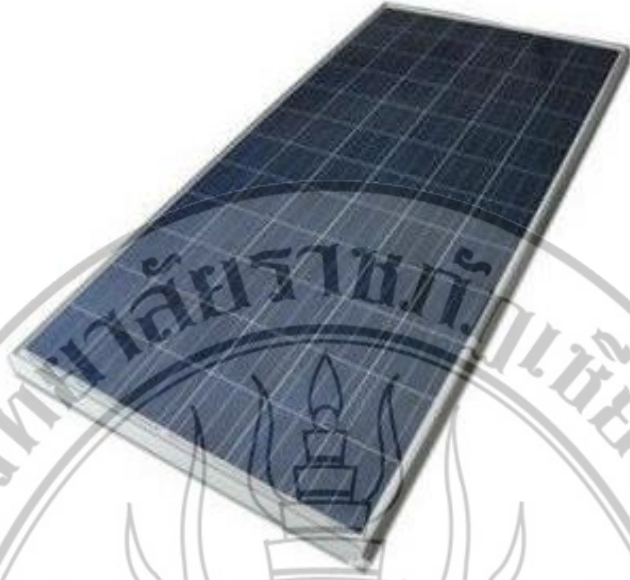
ภาพที่ 3.3 ระบบไฟฟ้ากระแสตรงจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับระบบปั๊มสารละลาย และระบบควบคุม อุณหภูมิของพีซีไครโปนิคส์

ทั้งนี้ ชุดระบบไฟฟ้ากระแสตรงจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับระบบปั๊มสารละลาย และระบบลด อุณหภูมิของพีซีไครโปนิคส์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

3.1.1 เซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด Poly ขนาด 185 วัตต์ ทำหน้าผลิตพลังงานไฟฟ้า โดย กระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเมื่อแสงแดดซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กระแทกกับสารกึ่งตัวนำ ก็จะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 185 วัตต์ ที่ใช้ในงานวิจัย

ลักษณะไฟฟ้า	
รายการเลขที่	185 M/40
กำลังสูงสุดที่ ST (Pmax)	185 Wp
แรงดันไฟฟ้าสูงสุด (Vmp)	40.11 V
กระแสไฟฟ้าสูงสุด (Imp)	4.61 A
แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (Voc)	49.01 V
กระแสไฟฟ้ลัดวงจร (Isc)	5.03 A
ขนาดของโมดูล (มม.)	1640 * 990 * 40
จำนวนเซลล์ (PCS)	60 (6 * 10) PCS
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	18.5 G
เซลล์แสงอาทิตย์	โพลี 156 * 156
ความทนทานต่อไฟฟ้า	0 ~ + 3%
ข้อมูลส่วนประกอบและเครื่องกล	
ความหนาของกระจกด้านหน้า (มม.)	กระจกนิรภัยความสูง 3.2 มม
ชนิดของกล่องเชื่อมต่อ	ผ่าน TUV Certificate PPO (Black / IP65)
สายเคเบิลเอาต์พุต	4 mm <sup>2</sup> / 0.9 m
เฟรม (มุมวัสดุ ฯลฯ )	อลูมิเนียมอัลลอยด์
วัสดุห่อหุ้ม	EVA (ความหนา 0.50 ± 0.03 มม.)
พอยล์ด้านหลัง	สีขาว TPT (ความหนา 0.50 ± 0.03 มม.)
กาวยึด	กาวซิลิโคน (สีขาว)
ช่วงอุณหภูมิ (°C)	-40 °C ถึง +90 °C
กำลังการผลิตสูงสุด (Kpa)	โหลด 2.4wind / 5.4 หิมะโหลด
Values ที่เงื่อนไขการทดสอบมาตรฐาน	
เอสทีซี	Irradiance: 1000 วัตต์ / m <sup>2</sup>
อุณหภูมิโมดูล	25 °C
AM	1.5

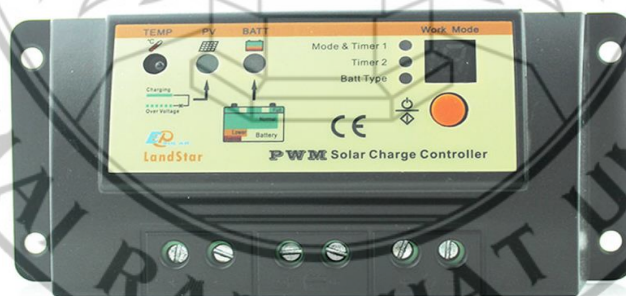


ภาพที่ 3.4 เซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 185 วัตต์

### 3.1.2 ระบบประจุไฟฟ้า (charger)

เครื่องควบคุมการชาร์จ แบบ Pulse Width Modulation สำหรับควบคุมการชาร์จในระบบโซลาร์เซลล์ ระบบชาร์จแบตเตอรี่ 12V หรือ 24V กระแสชาร์จสูงสุดไม่เกิน 10A ควบคุมการทำงานด้วยดิจิทัลเทคโนโลยี และทำงานแบบอัตโนมัติได้ทั้งระบบ ชาร์จแบตเตอรี่แบบ 12V หรือ 24V และมีระบบป้องกัน Electronic protection และ Timer เพื่อตั้งเวลาการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง เช่น ใช้งานในระบบไฟถนนพลังงาน แสงอาทิตย์ ออกแบบให้มีน้ำหนักเบา

เครื่องควบคุมการชาร์จ แบบ Pulse Width Modulation สำหรับระบบชาร์จแบตเตอรี่ 12V หรือ 24V กระแสชาร์จสูงสุดไม่เกิน 10A และมีฟังก์ชัน Timer เพื่อตั้งเวลาการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง



ภาพที่ 3.5 เครื่องควบคุมการชาร์จ (Charger)

### 3.1.3 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ deep cycle คือ แบตเตอรี่ที่ถูกออกแบบมาให้สามารถคายประจุหรือ discharge ได้ลึกหรือได้มากกว่าแบตเตอรี่แบบธรรมดา โดยที่แบตเตอรี่ deep cycle สามารถที่จะคายประจุได้ถึง 45 -75%

ของพลังงานที่เก็บสะสมอยู่ ซึ่งมีความแตกต่างจาก แบตเตอรี่รถยนต์ทั่วๆ ไป เพราะว่าแบตเตอรี่รถยนต์ถูก ออกแบบมาสำหรับใช้งานในลักษณะที่ต่างกันคือ ต้องการกระแสสูงๆ ภายในระยะเวลาสั้นๆ ในขณะที่ สตาร์ทเครื่องยนต์เป็นหลัก



ภาพที่ 3.6 แบตเตอรี่ DEEP CYCLE

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลแบตเตอรี่ที่ใช้ในงานวิจัย

ชนิดแบตเตอรี่ DEEP CYCLE 45Ah12V ยี่ห้อ GLOBATT รุ่น 46B24L
ความจุแอมป์/ชั่วโมง : 45 Ah
ขนาดภายนอกสูงสุด (มิลลิเมตร) : 238x129x227x225

3.1.4 ถังบรรจุน้ำขนาด 200 ลิตร เป็นถังบรรจุน้ำ และปุ๋ยน้ำสำหรับการเพาะปลูกพืช ไฮโดรโปนิคส์ เป็นถังบรรจุน้ำทรงกลม มีฝาเกลียวปิดมิดชิด เนื้อพลาสติกหนา ทนทาน แข็งแรง ทำจากเม็ดพลาสติก PE



ภาพที่ 3.7 ถังบรรจุน้ำขนาด 200 ลิตร

### 3.1.5 ปั้มน้ำระบบไฟฟ้ากระแสตรง

ใช้สำหรับการปั้มน้ำและเวียนระบบน้ำที่ผสมกับปุ๋ยน้ำ สำหรับใช้ในการเพาะปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ โดยอาศัยพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์หรือแบตเตอรี่ในการทำงาน



ภาพที่ 3.8 ปั้มน้ำระบบไฟฟ้ากระแสตรง

#### ตารางที่ 3.3 ข้อมูลปั้มน้ำระบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ใช้ในงานวิจัย

Unit Pump Weight	0.45 lbs (0.34 kg)
Selling Unit Size (L x W x H)	3.94" x 3.54" x 4.65" (10 x 9 x 11.8 cm) (Carton) 7.68" x 5.71" (19.5 x 14.5 cm) (Clam)
Selling Unit Weight	0.82 lbs (0.37 kg)
Master Carton Size (L x W x H)	20.47" x 14.96" x 10.39" (52 x 38 x 26.4 cm)
Master Carton Quantity	40 pcs
Master Carton Weight	35.28 lbs (16 kg)

### 3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้ากระแสตรงจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับระบบปั้มน้ำสารละลาย และระบบลดอุณหภูมิของพืชไฮโดรโปนิกส์

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้ากระแสตรงจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับระบบปั้มน้ำสารละลาย และระบบลดอุณหภูมิของพืชไฮโดรโปนิกส์ ในเบื้องต้นได้ทำการเก็บข้อมูลสมรรถนะของเซลล์แสงอาทิตย์สภาพอากาศที่มีฝนตก สภาพอากาศที่มีอากาศหนาว และสภาพอากาศที่มีแดดจัด เพื่อทำการวิเคราะห์การทำงานของระบบ ซึ่งวิธีการเก็บข้อมูลมีดังนี้

หลังจากทำการเก็บข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้ากระแสตรงจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับระบบปั้มน้ำสารละลาย และระบบลดอุณหภูมิของพืชไฮโดรโปนิกส์ จะนำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยตัวอย่างการเก็บข้อมูลแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างตารางการเก็บข้อมูลการทดสอบชุดผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

วันที่เก็บข้อมูล	ข้อมูล	แผงเซลล์แสงอาทิตย์	
		แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)
(สภาพอากาศที่มีฝน)	ค่าเฉลี่ย		
	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (W/hr)		
(สภาพอากาศที่หนาว)	ค่าเฉลี่ย		
	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (W/hr)		
(สภาพอากาศที่มีแดดจัด)	ค่าเฉลี่ย		
	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (W/hr)		

อุณหภูมิในโรงเรือนเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของพืชไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่ไม่มีการสเปรย์น้ำเปรียบเทียบกับโรงเรือนที่มีการติดตั้งระบบสเปรย์น้ำเพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน โดยระบบสเปรย์น้ำจะทำงานในกรณีที่อุณหภูมิในโรงเรือนสูง โดยระบบสเปรย์จะช่วยลดอุณหภูมิในโรงเรือนไม่ให้สูงจนเกินไปเพื่อเป็นการป้องกันการเสียหายของใบพืชไฮโดรโปนิกส์ที่ทำการเพาะปลูก ซึ่งระบบสเปรย์น้ำจะอาศัยพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ในการเปิดปิดระบบการสเปรย์น้ำแบบอัตโนมัติ

### 3.3 การศึกษาการเจริญเติบโตของพืชไฮโดรโปนิกส์ด้วยระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

การวิจัยในครั้งนี้เลือกปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์เฉพาะผักกรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค โดยทำการศึกษาการวิธีการปลูก ระยะเวลาการเพาะปลูก การดูแลรักษาปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการเพาะปลูก เพื่อให้เข้าใจถึงขั้นตอนวิธีการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ รวมถึงการศึกษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในการนำมาประยุกต์ใช้ โดยได้ศึกษาการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ความคุ้มค่าและความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งาน และประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าเพื่อให้สามารถเข้าใจถึงหลักการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เบื้องต้น

การศึกษาการเจริญเติบโตของผักกรีนโอ๊คและเรดโอ๊คที่ใช้ระบบไฟฟ้ากระแสตรงจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับระบบปั๊มสารละลายและระบบลดอุณหภูมิของพืชไฮโดรโปนิกส์ในแต่ละสัปดาห์โดยการวัดความสูงเฉลี่ยของผักกรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค จากการปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์แบบใช้สารละลายหมุนเวียนน้ำ และปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์แบบใช้สารละลายไม่หมุนเวียนน้ำ แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลการเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของผักกรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค โดยการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์แบบใช้สารละลายหมุนเวียนน้ำ และปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์แบบใช้สารละลายไม่หมุนเวียนน้ำ

สัปดาห์	ความสูงเฉลี่ยของกรีนโอ๊ค		ความสูงเฉลี่ยของเรดโอ๊ค	
	ปลูกแบบใช้สารละลายหมุนเวียนน้ำ (cm)	ปลูกแบบใช้สารละลายไม่หมุนเวียนน้ำ [6] (cm)	ปลูกแบบใช้สารละลายหมุนเวียนน้ำ (cm)	ปลูกแบบใช้สารละลายไม่หมุนเวียนน้ำ[6] (cm)
สัปดาห์ที่ 1				
สัปดาห์ที่ 2				
สัปดาห์ที่ 3				
สัปดาห์ที่ 4				

### 3.4 การวิเคราะห์ต้นทุนระบบไฟฟ้ากระแสตรงจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับระบบปั๊มสารละลาย และระบบลดอุณหภูมิของพืชไฮโดรโปนิคส์

ทำการประเมินค่าต้นทุนการผลิต ต้นทุนค่าระบบเพาะเลี้ยงพืชไฮโดรโปนิคส์ ต้นทุนระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ค่าดำเนินการ รวมผลกำไรจากการจำหน่ายผักไฮโดรโปนิคส์ที่ทำการเพาะปลูก โดยจะทำการประเมินให้เป็นมูลค่าเงินปัจจุบันแล้วนำมาประเมินเป็นต้นทุนระบบไฟฟ้ากระแสตรงจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับระบบปั๊มสารละลาย และระบบลดอุณหภูมิของพืชไฮโดรโปนิคส์เพื่อหาระยะเวลาคืนทุน