



เครื่องสูบน้ำ พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ กักเก็บน้ำชุมชน



U-WE

University of Wellbeing and Engagement

มหาวิทยาลัยสุขภาวะและพันธกิจสัมพันธ์



Solar Cell Water Pump

เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

คู่มือการใช้งาน

รศ.ดร.ทศวรรษ สัตะวัน
พศ.ก้องภพ เขื่อนมาตย์
พศ.กิตติวัฒน์ จีบแก้ว
อ.อาจศึก มานีกุล
ดร.กรรณิศา สิงห์สุข
นายธีรวัฒน์ สำเภา
นายนักก์ โคตรภูมิ

4

บทนำ

5

บริบทพื้นที่เป้าหมาย

8

การวิจัยและประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์

12

วัตถุประสงค์ และ วิธีดำเนินการ

16

ผลการดำเนินการ

21

สรุปโครงการ

22

การต่อยอดงานวิจัย

25

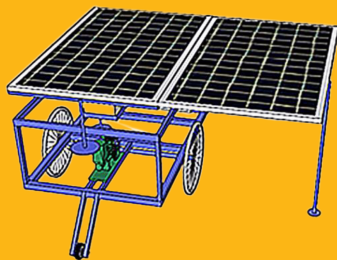
เครือข่ายความร่วมมือ และ ผลกระทบต่อชุมชน

CONTENT

เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

คู่มือเกษตรกรน้ำชุมชน

เกิดจากกระบวนการวิจัยและพัฒนา สร้างองค์ความรู้ บูรณาการกับความต้องการของกลุ่มเกษตรกร และ ประยุกต์ใช้พลังงานไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำเป็น “เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์” เพื่อแก้ปัญหาเรื่อง “น้ำ” ให้เกษตรกรที่อยู่ห่างไกลระบบสายส่งกำลังไฟฟ้าและเขตชลประทานได้ใช้นวัตกรรมทำการเกษตรตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและเป็นเกษตรกรสร้างสรรค์ (Innovative farmer) ที่เกิดการเรียนรู้ เข้าถึงนวัตกรรม ช่วยลดความเหลื่อมล้ำ สามารถพึ่งตนเองได้แล้วต่อยอดเป็นนวัตกรรมชุมชน พัฒนา ถ่ายทอด สร้างเครือข่ายความร่วมมือในศูนย์การเรียนรู้ชุมชน ขยายพื้นที่ให้เกิดชุมชนสุขภาวะวิถี (Wellbeing community) สร้างพลเมืองเข้มแข็ง (Active citizen) และสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากของชาติอย่างยั่งยืน เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์มีจุดเด่น คือ สามารถเคลื่อนที่ได้โดยการเข็นรถสามล้อไปได้ในทุก ๆ ที่ แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถปรับมุมรับแสงอาทิตย์ได้ สามารถสูบน้ำและส่งน้ำหน้าดินได้ สูบน้ำใต้ดินลึกได้ หน้าจอแสดงผล และเกษตรกรในชุมชนสามารถดูแลบำรุงรักษาได้ง่ายได้อีก



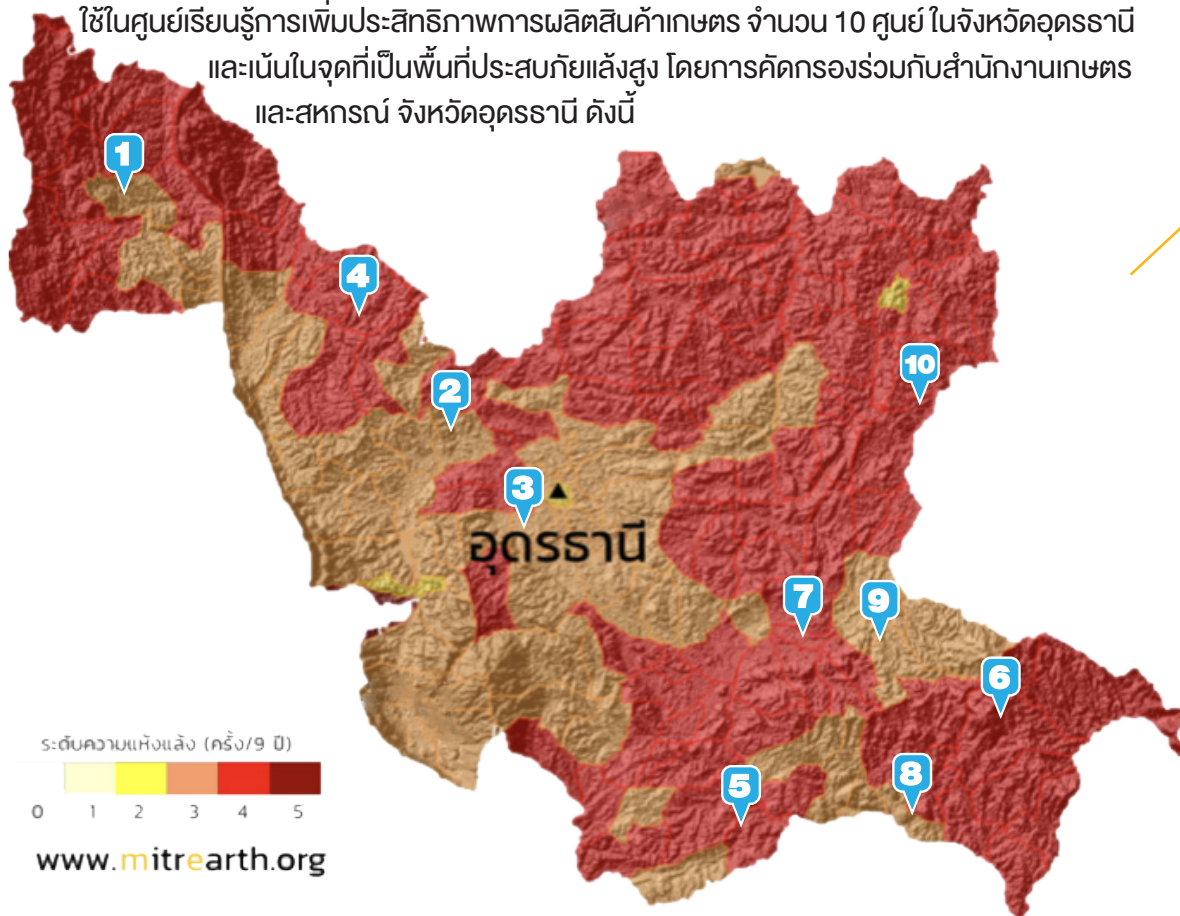
บริบทพื้นที่เป้าหมาย

จังหวัดอุดรธานี ตั้งอยู่บนที่ราบสูงของประเทศ มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 7.362 ล้านไร่ เนื้อที่ถือครองการเกษตรเท่ากับ 3,868,003 ไร่ จำแนกเป็น ที่นา 2,404,861 ไร่ พืชไร่ 754,683 ไร่ ไม้ผลและไม้ยืนต้น 395,489 ไร่ สวนผักและไม้ดอก 22,188 ไร่ เนื้อที่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตรอื่น ๆ 290,782 ไร่ และเนื้อที่นอกการเกษตร 2,693,893 ไร่ ผลผลิตหลักอันดับหนึ่งเป็นสาขาเกษตรกรรม มีมูลค่าเพิ่ม 17,805 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 17.3 พืชหลักที่มีมูลค่ามากที่สุด 6 ลำดับ ดังตาราง

ลำดับที่	พืช 	ราคาขาย	มูลค่ารวมของที่ขายได้ (บาท)
1	อ้อยโรงงาน	850 บาท/ตัน	6,117,463,600
2	ข้าวนาปี	9,160 บาท/ตัน	5,178,083,880
3 	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7.73 บาท/กิโลกรัม	4,769,410,000
4	ยางพารา	44.17 บาท/กิโลกรัม	2,827,322
5	มันสำปะหลังโรงงาน	2.22 บาท/กิโลกรัม	2,471,852
6	ข้าวนาปรัง 	7,854 บาท/ตัน	152,037,732

เกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย

จากสภาพปัญหาที่คณะผู้วิจัยได้สำรวจและลงพื้นที่จริงมาแล้วนั้น จึงได้สร้างนวัตกรรมการส่งน้ำที่สามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างสะดวก และสามารถประจุไฟฟ้าได้โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อช่วยแก้ปัญหาคาดอุปสรรคส่งน้ำของเกษตรกรในพื้นที่ห่างไกล นวัตกรรมดังกล่าวได้นำไปใช้ในศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร จำนวน 10 ศูนย์ ในจังหวัดอุดรธานี และเน้นในจุดที่เป็นพื้นที่ประสบภัยแล้งสูง โดยการคัดกรองร่วมกับสำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดอุดรธานี ดังนี้



ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร จ.อุดรธานี

- 1 ตำบลโสมเยี่ยม อำเภอน้ำโสม
- 2 ตำบลเชียงเพ็ง อำเภอกุดจับ
- 3 ตำบลนาดี อำเภอเมือง
- 4 ตำบลหายโศก อำเภอบ้านผือ
- 5 ตำบลบุงแก้ว อำเภอโนนสะอาด

- 6 ตำบลบะยาว อำเภอดงสามหมอก
- 7 ตำบลค้อใหญ่ อำเภอภูแก้ว
- 8 ตำบลห้วยน้ำคำ อำเภอศรีธาตุ
- 9 อำเภอไชยวาน
- 10 อำเภอทุ่งฝน



แหล่งน้ำ

280 แห่ง



กลางพฤษภาคม-ปลายกันยายน

ปลายตุลาคม-กลางกุมภาพันธ์

กลางกุมภาพันธ์-ปลายพฤษภาคม

ปริมาณน้ำฝน เฉลี่ยทั้งปี

100.93 มิลลิเมตร มีมากที่สุดใน

เดือนกรกฎาคม วัดได้ 263.1 มิลลิเมตร

ภูมิอากาศ



ภัยแล้งของ จ.อุดรธานี

จากผลการรายงานพื้นที่ ๆ ประสบภัยแล้งมากกว่า 4 ครั้งในรอบ 9 ปี ซึ่งมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ทั้งจังหวัดอุดรธานี แม้พื้นที่ส่วนใหญ่มีแหล่งน้ำโดยรวมต่อปีค่อนข้างสูง แต่ขาดนวัตกรรมที่จะส่งน้ำไปยังพื้นที่ทางการเกษตร นอกจากนี้บางพื้นที่ขาดไฟฟ้าจึงไม่สามารถใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในการส่งน้ำได้

อ่างเก็บน้ำ 163 แห่ง

ขนาดใหญ่ : ขนาดกลาง : ขนาดเล็ก
2 แห่ง : 19 แห่ง : 142 แห่ง

ฝายคอนกรีต 115 แห่ง

ก่อบน 2 แห่ง

สภาพปัญหา

- ขาดนวัตกรรม
- การจัดการระบบส่งน้ำ
- ภัยแล้ง
- พื้นที่ราบสูง และความจำกัดของพื้นที่
- ไม่มีระบบสายส่งกำลังไฟฟ้า
- ขาดองค์ความรู้ การจัดการการบำรุงรักษาขนัตกรรม
- การบริหารจัดการ

ความต้องการ

- ลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตในด้านการเกษตร
- อำนวยความสะดวกในด้านการเกษตร
- เพิ่มโอกาสในการเข้าถึงเทคโนโลยีของเกษตรกร
- ประยุกต์ใช้กับระบบไฟฟ้าได้
- การสาธารณสุขปกคของชุมชน
- การบริหารจัดการน้ำของชุมชน
- องค์ความรู้ด้านเซลล์แสงอาทิตย์และระบบสูบน้ำ

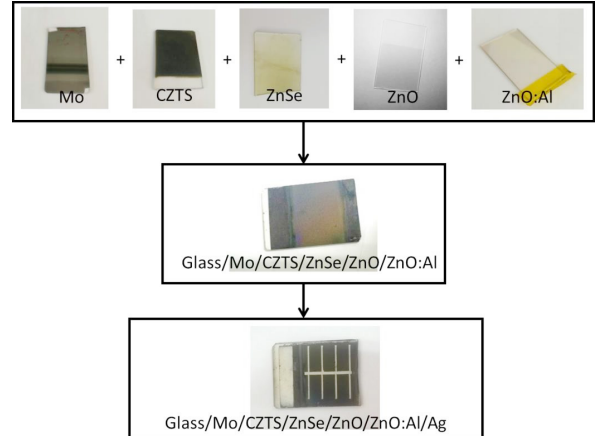
	ประเภทแหล่งน้ำ						ปริมาณน้ำที่ เก็บเฉลี่ยทั้งปี (ลูกบาศก์กิโลเมตร)
	อ่างเก็บน้ำ			ฝาย คอนกรีต	ทำนบ	รวม	
	ใหญ่	กลาง	เล็ก				
1	-	1	5	11	-	17	6.53
2	-	-	5	3	-	8	2.08
3	1	10	14	5	2	32	160.96
4	-	1	9	15	-	25	9.76
5	-	1	7	1	-	9	3.25
6	-	2	16	7	-	25	55.58
7	-	-	1	2	-	3	0.5
8	-	-	7	9	-	16	1.13
9	-	-	9	4	-	13	2.91
10	-	-	6	-	-	6	3.23

การวิจัยและประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์



การประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบาง CZTSSe [1]

การศึกษาและประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบาง CZTSSe เพื่อพัฒนาต้นแบบสำหรับการประดิษฐ์เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางแบบโค้งงอได้ โครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วยชั้นของ FTO/CZTSSe-p/ZnS-n/ZnO/ZAO/Ag โดยชั้นฟิล์ม $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_4$ และชั้นฟิล์ม ZnS ถูกเตรียมเป็นสารละลายด้วยกระบวนการโซล-เจลแบบต้นทุนต่ำและนำมาเคลือบเป็นฟิล์มด้วยเทคนิคการเคลือบจุ่ม ชั้นฟิล์ม ZnO และชั้นฟิล์ม $\text{ZnO}:\text{Al}_2\text{O}_3$ ปลูกด้วยเทคนิค ดิซี แมกนีตรอนสเปิตเตอริง พบว่าเซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบาง CZTSSe มีประสิทธิภาพอยู่ที่ 1.6 %



การวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ [2]



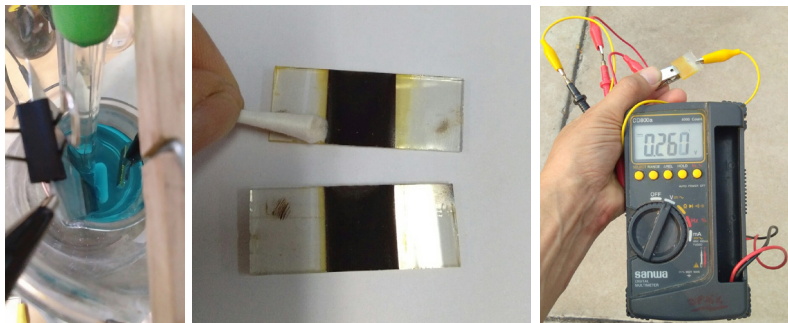
Glass/Mo/CZTS/ZnSe/ZnO/ZAO/Ag

การประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบาง CZTS/ZnSe มีโครงสร้างประกอบด้วยชั้นของ Glass/Mo/CZTS/ZnSe/ZnO/ZAO/Ag ซึ่งใช้เทคโนโลยีฟิล์มบางได้แก่ การจุ่มเคลือบ ชั้นฟิล์ม CZTS การเคลือบหมุนเหวี่ยง ZnSe และเทคนิค ดิซี แมกนีตรอนสเปิตเตอริง

ในการเคลือบฟิล์ม ชั้นฟิล์ม ZnO ขับไฟฟ้าโปร่งใส ZAO และ ขับไฟฟ้าโลหะ Ag เมื่อวิเคราะห์สมบัติของฟิล์มพบว่า ชั้นฟิล์ม CZTS มีโครงสร้างผลึกแบบเตตระโกนอล (Tetragonal) ชนิดเคสเตอร์ไรต์ (Kesterite) มีค่าดูดกลืนแสงสูงในช่วงความยาวคลื่น 400-700 nm ลักษณะทางกายภาพพื้นผิวของมีการก่อตัวของผลึกเป็นก้อนขนาดประมาณ $0.25 \mu\text{m}$ องค์ประกอบธาตุหลัก เป็น Cu (21.52%) Zn (8.37%) Sn (38.55%) และ S (21.26%) ชั้นฟิล์ม ZnSe ZnO และ AZO มีโครงสร้างผลึกเป็นเอกซโกนอลแบบเวิร์ทไซด์ และมีการส่งผ่านของแสง 70% ในช่วงความยาวคลื่น 300-1100 nm เมื่อนำฟิล์มที่ได้มาประกอบเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบาง CZTS/ZnSe มีค่า V_{oc} เท่ากับ 0.34 V, I_{sc} เท่ากับ 27.59 mA ค่า FF เท่ากับ 0.08 ให้ประสิทธิภาพสูงสุด 0.76%



การประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง CZTS (Copper Zinc Tin Sulfide) ด้วยเทคนิคสังเคราะห์ทางไฟฟ้าเคมี [3]



การประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ CZTS ด้วยวิธีเคลือบด้วยไฟฟ้า เป็นวิธีการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์แบบรอยต่อเฮเทอโรจังก์ชันของ CZTS/ZnO และ CZTS/ZnS ด้วยเทคนิคสังเคราะห์ทางไฟฟ้าเคมี สามารถทำได้โดยง่าย ไม่พึ่งพากระบวนการสุญญากาศ ทำให้อุ่นภูมิห้องและทำในพื้นที่ขนาดใหญ่ได้ เพื่อประยุกต์ใช้เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์ CZTS มีประสิทธิภาพการแปลงไฟฟ้าที่ 1.2%



การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันที่ใช้แล้วโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ [4]

การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันที่ใช้แล้วโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์กรณีศึกษาโครงการธนาคารน้ำมันที่ใช้แล้วของโรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภовาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร พบว่าการสร้างเครื่องปฏิกรณ์ (reactor) พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีขนาดกำลังการผลิต 50 ลิตรต่อวันเพื่อใช้ในการกระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันที่ใช้แล้ว



แล้ว การทดสอบคุณสมบัติและประสิทธิภาพของน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์ดังกล่าว เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดและมีค่าประสิทธิภาพการใช้งานกับเครื่องจักรกลทางการเกษตรแบบเครื่องยนต์รอบต่ำ (รถไถนา) ใกล้เคียงกับน้ำมันปิโตรเลียมดีเซล และสามารถสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ด้านพลังงานทดแทนที่ประกอบด้วย โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิเป็นฐานการเรียนรู้ให้กับชุมชน เทศบาลตำบลปทุมธานีเป็นหน่วยงานท้องถิ่นที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณ บุคลากร และอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมพูนฐานและเกษตรกรโดยรอบโรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ

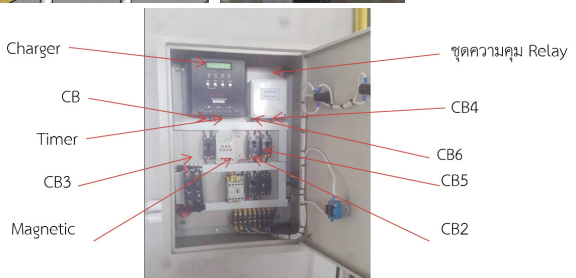
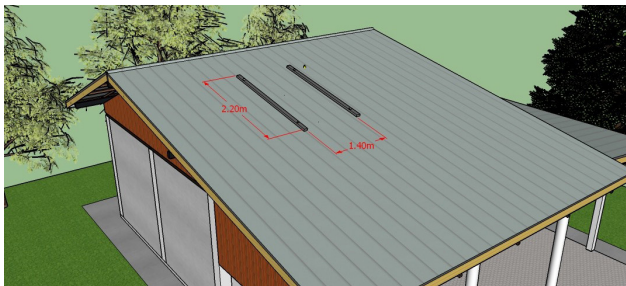


การสร้างและหาประสิทธิภาพระบบปั้มน้ำอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ [5] กรณีติดตั้งศูนย์ประสานงานองค์การชุมชนตำบลโคกภู อ.ภูพาน จ. สกลนคร

ในการสร้างระบบปั้มน้ำอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 300 วัตต์ 2 แผง ยาว 2 เมตร กว้าง 1 เมตร ติดตั้งกับโครงเหล็กหลังคา และระบบปั้มน้ำอัตโนมัติ ซึ่งการหาประสิทธิภาพระบบปั้มน้ำอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบด้วย การสร้างระบบปั้มน้ำควบคุมอัตโนมัติโดยการตั้งเวลาในการจ่ายไฟฟ้า ไปสู่มั้มน้ำอัตโนมัติ ผลทดลอง 30 วัน ดังตาราง

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพระบบปั้มน้ำอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์	ค่าเฉลี่ย
ความสว่างแสง	54,164.76 ลักซ์
อุณหภูมิด้านใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์	35.63 องศาเซลเซียส
แรงดันแผงเซลล์แสงอาทิตย์	33.23 โวลต์
กระแสไฟฟ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์	9.14 แอมแปร์
แรงดันแบตเตอรี่	23.93 โวลต์
กระแสไฟฟ้าแบตเตอรี่	17.62 แอมแปร์
แรงดันไฟฟ้าปั้มน้ำ	217.06 โวลต์
กระแสไฟฟ้าปั้มน้ำ	2.64 แอมแปร์

พบว่าระหว่างก่อนไปติดตั้งระบบปั้มน้ำอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ 3 เดือน มีค่าเฉลี่ยหน่วยไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ 308.33 หน่วย และหลังไปติดตั้งระบบปั้มน้ำอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ 3 เดือน มีค่าเฉลี่ยหน่วยไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ 210 หน่วย ดังนั้นระบบปั้มน้ำอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้แหล่งจ่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ คือ สามารถทำงานได้ตลอดเวลาตามเกณฑ์ที่กำหนด และกรณีไม่มีแสงหรือไฟฟ้าดับจะทำงานได้ 4 ชั่วโมง

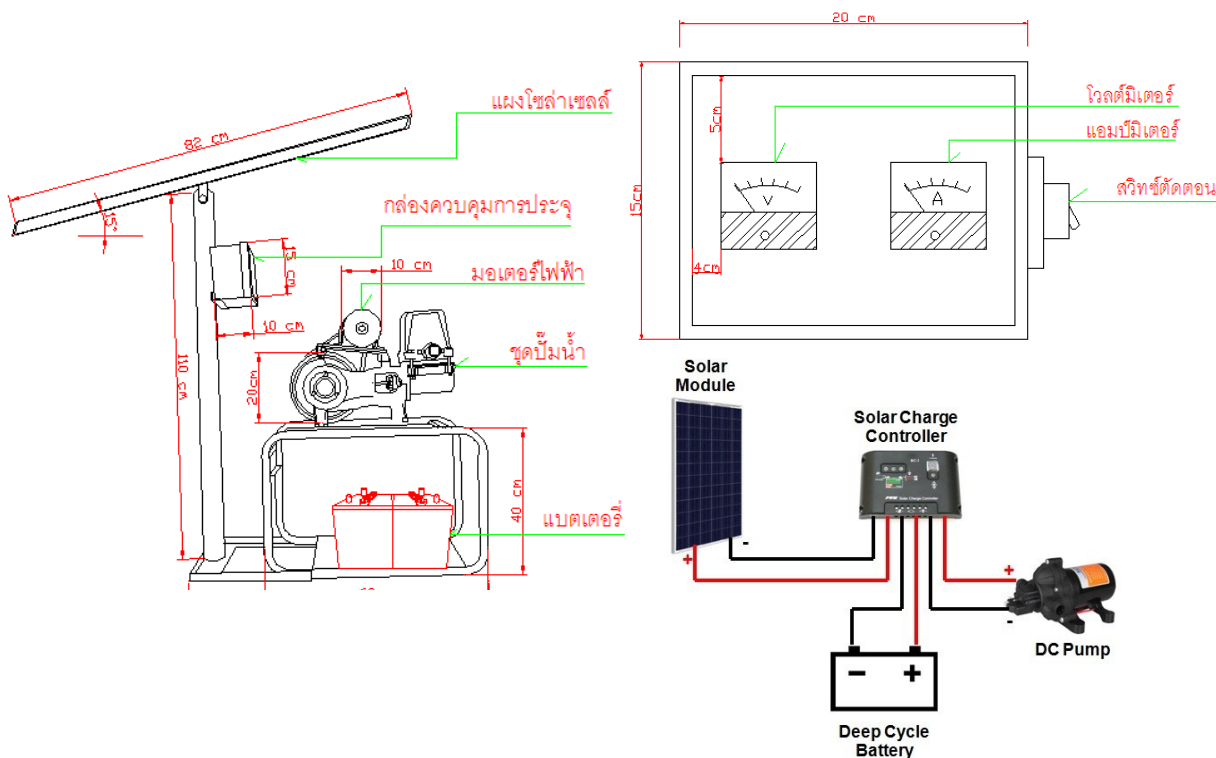




การสร้างและหาประสิทธิภาพระบบปั๊มน้ำเพื่อการเกษตร [6] พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

การหาประสิทธิภาพระบบปั๊มน้ำเพื่อการเกษตร พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ ทำได้โดยการวัดค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ในแต่ละวันตั้งแต่เริ่มมีแสงไปจนมีแสงน้อยด้วยเครื่องวัดความเข้มของแสงอาทิตย์ (Lux Meter) การหาค่ากำลังวัตต์ที่ใช้งานจริงของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การหาค่าความจุของแบตเตอรี่ การออกแบบโครงสร้าง และวิธีการหาประสิทธิภาพ โดยการวัดค่าในประจุไฟฟ้า การวัดค่าแรงดันของแบตเตอรี่ วัดค่ากระแสโดยใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า (Voltmeter) ปริมาตรน้ำ อุณหภูมิที่มอเตอร์ และความเร็วรอบของมอเตอร์ พบว่า ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพระบบปั๊มน้ำอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังตาราง

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ระบบปั๊มน้ำอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์	ค่าเฉลี่ย
อัตราการไหลของน้ำ	31.47 ลิตรต่อนาที
ค่าแรงดันไฟฟ้า	23.43 โวลต์
แรงดันจากแบตเตอรี่	23.48 โวลต์
ค่ากระแสไฟฟ้า	4.21 แอมแปร์
กระแสจากแบตเตอรี่	4.35 แอมแปร์
ความเร็วรอบมอเตอร์	60.59 รอบต่อนาที
ทำงานต่อเนื่อง	30 นาที



วัตถุประสงค์

เพื่อแก้ปัญหาเรื่อง “น้ำ” ให้เกษตรกรที่อยู่ห่างไกลระบบสายส่งกำลังไฟฟ้าและนอกเขตชลประทาน เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์และเพื่อพัฒนา ถ่ายทอด และสร้างเครือข่ายความร่วมมือในศูนย์การเรียนรู้ชุมชน

วิธีดำเนินการ

ในการจัดทำโครงการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในการสูบน้ำเพื่อการเกษตรโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริม สนับสนุน และส่งมอบเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในการสูบน้ำเพื่อการเกษตรโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ให้กับเกษตรกรกลุ่มเป้าหมายและขยายผลและเพิ่มจำนวนเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในการสูบน้ำเพื่อการเกษตรโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ให้สอดคล้องกับศักยภาพและปัญหาของชุมชน โดยมีแนวทางในการดำเนินงานดังนี้



คำนวณหาปริมาณที่ได้จากการใช้เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

การหาค่าความจุของแบตเตอรี่ คำนวณได้จากสูตร

(1)

$$Q_{Batt} = \frac{P_{Load}}{V_{Batt} \times DOD \times E_{inverter}}$$

Q_{Batt} คือ ความจุแบตเตอรี่ (แอมแปร์ ชั่วโมง)

P_{Load} คือ กำลังวัตต์รวม (วัตต์)

V_{Batt} คือ แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ (โวลต์)

DOD คือ ค่าระดับความลึกการคายประจุ (30%-50%)

$E_{inverter}$ คือ ค่าประสิทธิภาพตัวแปลงสัญญาณไฟฟ้า (0.8-0.9)

การหาค่ากำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ คำนวณได้จากสูตร

(2)

$$PV = \frac{E_{total}}{t}$$

PV คือ กำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (วัตต์)

E_{total} คือ พลังงานรวมที่ใช้ (จูล)

t คือ เวลาที่ใช้พลังงาน (ชั่วโมง)

กำลังวัตต์ของเซลล์แสงอาทิตย์ที่คำนวณได้ 373 วัตต์ อย่างไรก็ตามในการทดสอบเลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 330 วัตต์ จำนวน 2 แผง เพื่อรองรับสำหรับการเพิ่มโหลดในอนาคต

การคำนวณหาหน่วยการใช้ไฟฟ้า คำนวณได้จากสูตร

$$(3) \text{ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง) } = \frac{(\text{วัตต์} \times \text{จำนวนชั่วโมงใช้งาน} \times \text{จำนวนวันที่ใช้งานต่อเดือน})}{1000}$$

หมายเหตุ 1 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง = 1 หน่วย

การคิดค่าไฟฟ้าแบบก้าวหน้า

ค่าพลังงานไฟฟ้า	ค่าบริการ
ไม่มีการใช้ไฟฟ้า	เป็นเงิน 4.67
5 หน่วยกิโลวัตต์ (หน่วยที่ 1-5)	เป็นเงิน 4.96
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6-15)	หน่วยละ 0.7124
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16-25)	หน่วยละ 0.8993
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26-35)	หน่วยละ 1.1516
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36-100)	หน่วยละ 1.5348
50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101-150)	หน่วยละ 1.6282
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151-400)	หน่วยละ 2.1329
เกินกว่า 400 หน่วย	หน่วยละ 2.4226

การคำนวณปริมาณน้ำ หากจากความต้องการของพืช (ET)

$$(4) \text{ ปริมาณน้ำ (ลูกบาศก์เมตร) } = ET (\text{เมตร/วัน}) \times \text{จำนวนวัน} \times \text{พื้นที่เพาะปลูก (ตรม.)}$$

ET คือ ความต้องการน้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)

จำนวนวัน คือ ช่วงเวลาที่ต้องการให้น้ำ (วัน)

พื้นที่เพาะปลูก คือ จำนวนพื้นที่เพาะปลูก (ตารางเมตร)





ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในการสูบน้ำโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์

โหลด	จำนวน	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	การใช้งาน (จำนวนชั่วโมง)	กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์)
มอเตอร์ DC Brushless	1	350	8	2,800
รวม				2,800



จัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

คู่มือเครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์จัดทำขึ้นเพื่อเป็นการจัดการองค์ความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนที่สอดคล้องกับปัญหาภัยแล้งสำหรับใช้กับการเกษตรซึ่งเน้นให้เกษตรกรได้พึ่งพาตัวเองตามศักยภาพของกลุ่มให้มีความรู้ ความเข้าใจ การติดตั้ง การใช้งานและรักษาระบบของเครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ได้ด้วยตัวเอง และเครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ที่ประดิษฐ์ขึ้นยังเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชุมชนและให้เกษตรกรได้ใช้พลังงานทดแทนที่มีอยู่ตามบริบทของท้องถิ่นอย่างยั่งยืน



คู่มือ

เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์
โครงการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในการสูบน้ำเพื่อการเกษตรโดยใช้เซลล์
แสงอาทิตย์



มหาวิทยาลัยราชภัฏนครพนม



การประสานงาน ถ่ายทอดองค์ความรู้และส่งมอบเครื่องสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์

การประสานงาน ถ่ายทอดองค์ความรู้และส่งมอบเครื่องสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบ่งเป็น 2 กิจกรรม เป้าหมายของผู้เข้าร่วมกิจกรรม จำนวน 200 คน ประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 ประสานและเก็บข้อมูลศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร โดยการชี้แจงวัตถุประสงค์ของโครงการ เก็บข้อมูลข้อมูลพื้นฐานของกลุ่ม ศพก. ทั้ง 10 กลุ่ม

กิจกรรมที่ 2 ถ่ายทอดองค์ความรู้และส่งมอบเครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ ดำเนินการโดยถ่ายทอดและส่งมอบเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมายทั้ง 10 กลุ่ม

ภายใต้กิจกรรมเป็นการองค์ความรู้ที่นำไปใช้ประโยชน์ในการถ่ายทอดให้แก่กลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย ความรู้เรื่องการออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประกอบ ความรู้เรื่องการทำงานและการต่อวงจรควบคุม และความรู้เรื่องการประยุกต์ใช้งานและการบำรุงรักษาระบบต่าง ๆ

กิจกรรมที่ 1	กิจกรรมที่ 2		ชื่อผู้ประสานงาน
25 ก.ค. 62	9 พ.ย. 62	ต. โสมเยี่ยม อ.น้ำโสม	นายสมปอง กองพิลา
26 ก.ค. 62	19 พ.ย. 62	ต. เขียวเพ็ง อ.กุดจับ	นายชัชวาล ท้าวมะลิ
27 ก.ค. 62	16 พ.ย. 62	ต. นาดี อ.เมือง	นายสนั่น ชื่นวง
28 ก.ค. 62	7 ธ.ค. 62	ต. หายโศก อ.บ้านพือ	นายชาญชัย คำวงษา
29 ก.ค. 62	7 พ.ย. 62	ต. บุ่งแก้ว อ.โนนสะอาด	นายศิริเทพ ศิริวรรณหอม
4 ส.ค. 62	3 พ.ย. 62	ต. บะยาว อ.วังสามหมอ	นายประสงค์ หลวงท่าแม่
10 ส.ค. 62	2 พ.ย. 62	ต. ค้อใหญ่ อ.กู่แก้ว	นายเฉลียว มะลิวัลย์
11 ส.ค. 62	26 ต.ค. 62	ต. ห้วยคำ อ.ศรีธาตุ	นายบุญสม เครือเนตร
24 ส.ค. 62	27 ต.ค. 62	อำเภอไชยวาน	นายแสงเลิศ กงขุย
25 ส.ค. 62	8 ก.ย. 62	อำเภอกู่พน	นางยุพารก สมบัติคำไร



ติดตามและประเมินโครงการ

หลังจากได้ถ่ายทอดองค์ความรู้เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบสูบน้ำ มอเตอร์ไฟฟ้า ระบบควบคุมไฟฟ้า การใช้และบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ให้แก่เกษตรกรทุก ศพก. (10 กลุ่ม) ทำการติดตามโดยลงพื้นที่ หรือโทรศัพท์ หรือติดต่อไลน์กลุ่ม เพื่อเก็บข้อมูลและเก็บงำให้เกษตรกรได้ทันก่วงที่และแก้ปัญหาได้ตรงจุด

ผลการดำเนินการ

ผลคำนวณหาปริมาณที่ได้จากการใช้เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

การคำนวณค่า DOD

DOD จะมีค่าเท่ากับ 0.3 ถึง 0.5 ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 30% ถึง 50% กำหนดให้ค่าประสิทธิภาพของตัวแปลงสัญญาณไฟฟ้าเท่ากับ 0.85 ซึ่งค่าประสิทธิภาพในการออกแบบอยู่ในช่วง 0.8-0.9 ถ้าการแทนค่า $P_{Load} = 2,800$ วัตต์, $V_{Batt} = 24$ โวลต์, $DOD = 0.5$, $E_{inverter} = 0.85$ ดังนั้น ค่าความจุแบตเตอรี่มีค่าเท่ากับ

$$Q_{Batt} = \frac{2,800}{24 \times 0.5 \times 0.9} = 259.25 \text{ แอมแปร์ ชั่วโมง}$$

การหาค่ากำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

พลังงานทั้งหมดที่ใช้ $E_{total} = 2,800$ จูล, เวลาที่ใช้ใน 1 วัน (ประมาณ 8 ชั่วโมง) ดังนั้น

$$PV = \frac{E_{total}}{t} = \frac{2,800}{8} = 350 \text{ วัตต์}$$

กำลังวัตต์ของเซลล์แสงอาทิตย์ที่คำนวณได้ 350 วัตต์ อย่างไรก็ตามในการทดสอบเลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 330 วัตต์ จำนวน 2 แผง เพื่อรองรับสำหรับการเพิ่มโหลดในอนาคต

การคำนวณหาหน่วยการใช้ไฟฟ้า

การทำงานแบบเปียกสลับแห้งในหนึ่งรอบการผลิตจะใช้น้ำ 720 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกข้าว 5 ไร่ โดยใช้เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดการคำนวณ ดังนี้

- การคำนวณปริมาณน้ำสำหรับการทำนา เท่ากับ 720 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ $\times$ 5 ไร่ ดังนั้นใช้น้ำทั้งสิ้น 3,600 ลูกบาศก์เมตร หรือ 3,600,000 ลิตร

● เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์โมดูลขนาด 350 วัตต์ สามารถสูบน้ำได้ 2,400 ลิตรต่อชั่วโมง ใช้งานได้ 8 ชั่วโมงต่อวัน ปริมาณน้ำ 3,600,000 ลิตร ดังนั้น จะใช้เวลาสูบน้ำทั้งสิ้น คือ (3,600,000 ลิตร) / 2,400 ลิตรต่อชั่วโมง เท่ากับ 1,500 ชั่วโมง หรือประมาณ 63 วัน

ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง) = (วัตต์×จำนวนชั่วโมงใช้งาน×จำนวนวันที่ใช้งานต่อเดือน)/1000
 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง) = (350 x 8 x 63)/1,000
 = 176.4 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง
 = หรือประมาณ 177 หน่วย

การคิดค่าไฟฟ้า ในครั้งนี้ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 177 หน่วย

5 หน่วยแรก	-	4.96 บาท
10 หน่วยต่อไป	10×0.714	7.12 บาท
10 หน่วยต่อไป	10×0.8993	8.99 บาท
10 หน่วยต่อไป	10×1.1516	11.52 บาท
65 หน่วยต่อไป	65×1.5348	99.76 บาท
50 หน่วยต่อไป	50×1.6282	81.41 บาท
27 หน่วยต่อไป	27×2.1329	57.59 บาท
รวมเป็นเงิน		271.35 บาท



การคำนวณปริมาณน้ำ

กำหนดให้

- 1) ความต้องการใช้น้ำของหัวเหวี่ยง ค่า ET เท่ากับ 4.0 มิลลิเมตรต่อวัน
- 2) ให้น้ำทุก ๆ 7 วัน (ช่วงระยะเวลาการให้น้ำ)
- 3) จำนวนครั้งของการให้น้ำ (ปลูก-เก็บเกี่ยว) เท่ากับ 12 ครั้ง
- 4) พื้นที่แปลงปลูก เท่ากับ 0.5 ไร่ (800 ตารางเมตร)
- 5) วัตุน้ำผ่าน ท่อส่งเข้าแปลงปลูก 2 ลิตรต่อวินาที

การใช้น้ำชลประทานในการเพาะปลูกพืชของเกษตรกร กลุ่ม ศพก. จังหวัดอุดรธานี



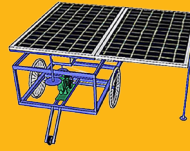
ตัวอย่าง	พื้นที่	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ช่วงการให้น้ำ (วัน)	ค่าการระเหยเฉลี่ย (มม.)	ค่า ET/E (Kp)	น้ำใช้ของพืชต่อวัน (มม.)	น้ำใช้ต่อฤดู	
							มม.	ลบ.ม.ต่อไร่
	อุดรธานี	100	86	63	1.30	8.2+1.5	834	1334

Solar Cell Water Pump



ส่วนประกอบ

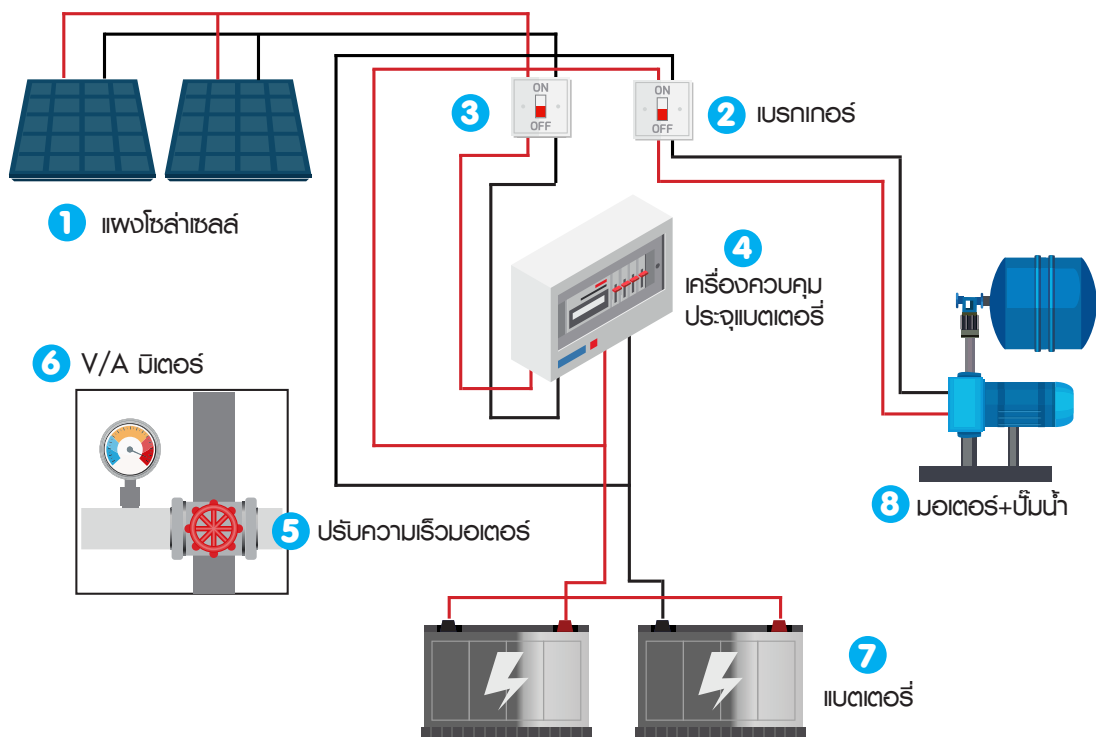
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 330 วัตต์ 2 แผง
- แบตเตอรี่ ขนาด 30 แอมแปร์ 2 ลูก
- เครื่องควบคุมประจุแบตเตอรี่ 1 อัน
- ชุดควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ 1 ชุด
- หน้าจอแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้า 1 อัน
- แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 2 ลูก
- มอเตอร์ขนาด 350 วัตต์ / บิ๊มน้ำ DC 24 โวลต์ 1 ชุด
(ขนาดท่อน้ำเข้าและออก 1 นิ้ว)



ขั้นตอนการใช้งาน

- 1 นำเครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ไปรับแสงจากดวงอาทิตย์
- 2 นำแผงโซลาร์เซลล์หันไปทิศทางใต้หรือที่เหมาะสม
- 3 ต่อท่อน้ำเข้าและออก
- 4 เปิดแบตเตอรี่เพื่อรับแสงจากดวงอาทิตย์
- 5 เปิดแบตเตอรี่เมื่อต้องการสูบน้ำมาใช้งาน





ระบบสูบน้ำโดยใช้พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม เพื่อให้ได้แรงดันสูงสุดที่ 74 โวลต์ และแบตเตอรี่ต่อแบบอนุกรมเป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับระบบ โดยมีเบรกเกอร์ต่อระหว่างชุดควบคุมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และเบรกเกอร์ต่อระหว่างชุดควบคุมกับมอเตอร์และปั๊มน้ำ ซึ่งชุดควบคุม ประกอบด้วย

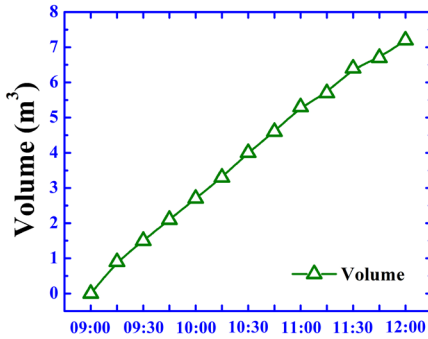
เครื่องควบคุมประจุแบตเตอรี่ (charger) ภายในประกอบด้วยวงจรเรียงกระแส ทำหน้าที่ในการอัดประจุกระแสไฟฟ้าเพื่อไปเก็บไว้ที่แบตเตอรี่ ชุดควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ ซึ่งมีวงจรปรับความเร็วมอเตอร์ (12-40 โวลต์กระแสตรง 10 แอมแปร์) หน้าจอแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ การสิ้นเปลืองพลังงาน

เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์มีปริมาณสูบน้ำสูงสุด 2,500 ลิตรต่อชั่วโมง สามารถสูบน้ำแนวลึกได้ 10 เมตร ระยะส่งในแนวราบได้ 300 เมตร และในแนวตั้งได้ 10-15 เมตร

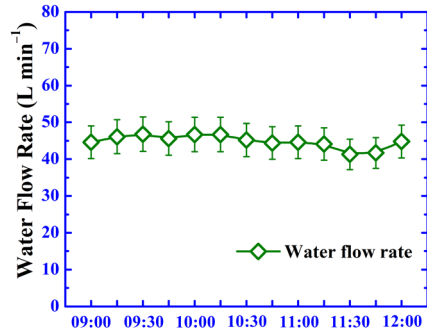


การทดสอบประสิทธิภาพ

เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ มีอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย 45.96 ลิตรต่อนาที และสามารถสูบน้ำเฉลี่ย 2.7 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง



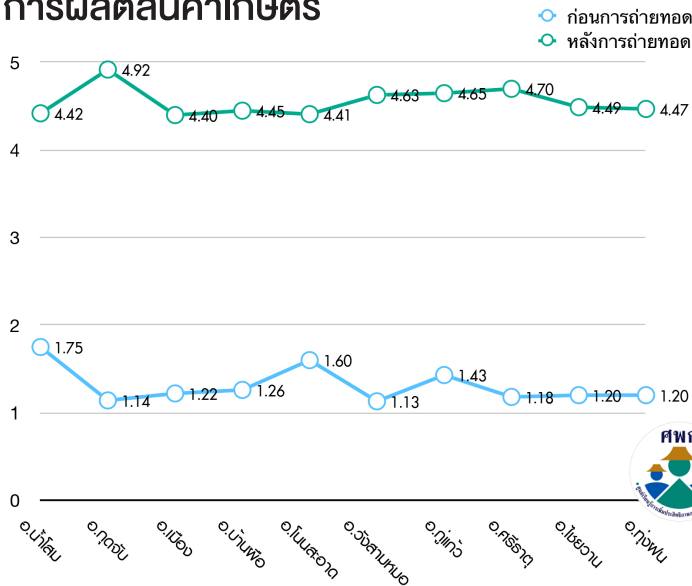
ปริมาณน้ำ



อัตราการไหลของน้ำ



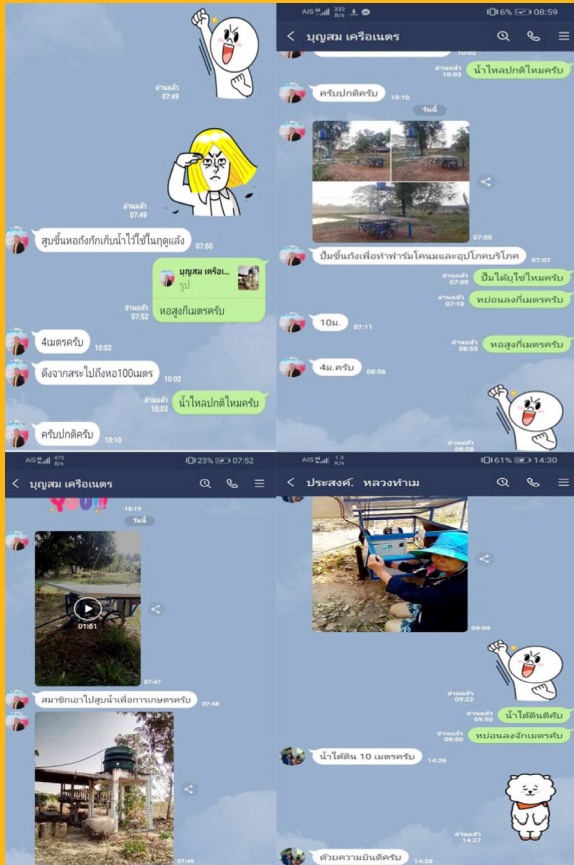
ผลการประสานและเก็บข้อมูล ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตสินค้าเกษตร



ความรู้ความเข้าใจและความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการอยู่ในเกณฑ์ระดับ มาก



ผลการติดตามและประเมินผล การดำเนินโครงการ



จากการติดตามหลังจากการถ่ายทอดเทคโนโลยี
สู่กลุ่มเกษตรกรโดยใช้ช่องทางจากโทรศัพท์และสื่อ
ออนไลน์ แต่ละกลุ่ม ศพก. ได้นำระบบสูบน้ำเพื่อการเกษตร
โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้งาน ซึ่งแต่ละ ศพก. จะมีแหล่ง
น้ำหน้าดินเกือบทั้ง 10 กลุ่ม และมีบางกลุ่มมีแหล่งน้ำหน้าดิน
และใต้ดิน เป็นตัวอย่างในการนำไปใช้งานของศูนย์เรียนรู้
การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อ.ศรีธาตุ
จากภาพเป็นการสูบน้ำหน้าดินและสูบน้ำใต้ดินขึ้นไปเก็บที่
ถังพักน้ำ

สรุปโครงการ

ร่วมโครงการ 171 คน
คิดเป็น 85.50%

การแจ้งวัตถุประสงค์ของ
โครงการและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ
ระบบเซลล์แสงอาทิตย์

25 กรกฎาคม 2562

กิจกรรมที่ 1



กิจกรรมที่ 2

8 กันยายน 2562

การถ่ายทอดเทคโนโลยีและ
ส่งมอบชุดต้นแบบเครื่อง
สูบน้ำพลังงานเซลล์แสง
อาทิตย์

ร่วมโครงการ 211 คน
คิดเป็น 105.50%



การถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี

- การออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประกอบ
- การทำงานและการต่อวงจรควบคุม
- การประยุกต์ใช้งานและการบำรุงรักษาระบบต่าง ๆ

สรุป

- เป้าหมายของผู้เข้าร่วมกิจกรรม จำนวน 200 คน
เฉลี่ยตลอดโครงการคิดเป็น 95.50%
- เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจและความพึงพอใจ
อยู่ในระดับมาก
- ส่งมอบ “เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์”
ให้แก่ กลุ่ม ศพก. จำนวน 10 ศูนย์
- ติดตามการใช้งาน ประเมินปัญหา ผ่านช่องทาง
ออนไลน์ และการลงพื้นที่



การออกแบบ

เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ มีการเพิ่มเติมอุปกรณ์จากเครื่องต้นแบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานได้ดียิ่งขึ้น ดังนี้

- มอเตอร์ไร้ปลงถ่านขนาด 500 วัตต์
- มุ่ล่ย์บนบ่ีมน้ำ ขนาด 6 นิ้ว
- ตัวรับรู้้อัตราการไหลของน้ำ
- ไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยเปลี่ยนขนาดมุ่ล่ย์ที่ติดตั้งบนบ่ีมน้ำจาก 8.5 นิ้ว เป็น 6 นิ้ว ซึ่งเป็นการทดรอบให้กับบ่ีมน้ำทำให้มีความเร็วรอบอยู่ที่ 467 รอบต่อนาที จากเดิมมีความเร็วรอบอยู่ที่ 400 รอบต่อนาที และท่อน้ำออกของบ่ีมน้ำติดตั้งตัวรับรู้้อัตราการไหลของน้ำเพื่อส่งข้อมูลไปยังตัวประมวลผล



ความโดดเด่น

1 ระบบเก็บข้อมูล เป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน้าจอแบบดิจิทัลแสดงผลค่าปริมาณการใช้น้ำและไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ประมวลผล

2 ติดตั้งตัวรับรู้้อัตราการไหลของน้ำในต้นน้ำไหลออกของบ่ีมน้ำ เพื่อส่งข้อมูลให้กับตัวประมวลผล



การทดสอบประสิทธิภาพ

เครื่องสูบน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้รับการออกแบบพัฒนาต่อยอด ซึ่งนอกจากการสูบน้ำหน้าดินแล้ว ยังสามารถสูบน้ำใต้ดินได้ลึกถึง 20 เมตร ส่งน้ำในแนวราบได้ไกลถึง 350 เมตร ในแนวตั้งได้สูงถึง 13 เมตร ปริมาณการสูบน้ำสูงสุด 3.12 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ในกรณีใช้พลังงานจากแบตเตอรี่เพียงอย่างเดียวสามารถใช้งานต่อเนื่องถึง 2 ชั่วโมง 42 นาที ต่อการชาร์จแบตเตอรี่เต็มหนึ่งครั้ง โดยใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 30 กิโลวัตต์ชั่วโมง เหมาะกับการปลูกพืชที่ใช้ปริมาณน้ำไม่เกิน 800 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อฤดูกาลปลูก เช่น พืชตระกูลถั่ว หน่้าเล่ียงสัตว์ กระล่ำปल्ली กระเทียม ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดเล่ียงสัตว์ คะน้า พักกาดขาว พักกาดเขียว ข้างฟ่าง ข้าวนาปรังที่ขนาด 2-3 ไร่ เป็นต้น

उत्कृष्ट INNOVATION



AREA BASED การต่อยอด



พื้นที่การถ่ายทอด
องค์ความรู้และเทคโนโลยี

2562

โครงการการพัฒนาเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตร
โดยใช้เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชน

2563

ส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในการสูบน้ำเพื่อการเกษตร
โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ระยะที่ 2

2564

การส่งเสริมใช้เซลล์แสงอาทิตย์สูบน้ำการเกษตร
สำหรับกลุ่มศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพ
การผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.)
เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิต
ของกลุ่มจังหวัดสปป.
(สกลนคร นครพนม
มุกดาหาร)





เครือข่ายความร่วมมือ



— IMPACT —

ผลกระทบต่อชุมชน

ด้านเศรษฐกิจ



- ลดต้นทุนการเกษตร
- รายได้ของชุมชนที่เพิ่มมากขึ้น

ด้านสังคม



- เกษตรกรเป็นเกษตรกรสร้างสรรค์ (Innovative farmer) เกิดการเรียนรู้ เข้าถึงนวัตกรรม
- ลดความเหลื่อมล้ำและสามารถพึ่งตนเองได้
- เกิดชุมชนสุขภาวะวิถี (Wellbeing community)
- เป็นชุมชนต้นแบบในการเผยแพร่องค์ความรู้ ด้านนวัตกรรมพลังงานทางเลือก
- สร้างพลเมืองเข้มแข็งของชาติ (Active citizen)

ด้านสิ่งแวดล้อม



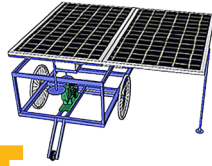
- ไม่ปล่อยควันพิษ
- ลดมลพิษทางเสียง
- ไม่ปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำ





REFERENCE

- [1] นัททิ โคตรภูมิ (2561) การประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบาง CZTSSe Fabrication of Thin Film Solar Cell CZTSSe กุณสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน แผนพลังงานทดแทน กองนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน
- [2] ธีรวุฒิ สำเภา นัททิ โคตรภูมิ (2560) การวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ กุณสนับสนุนการวิจัยสำหรับบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2560
- [3] ธีรวุฒิ สำเภา, นัททิโคตรภูมิ (2559) การประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง CZTS(Copper Zinc Tin Sulde) ด้วยเทคนิคสังเคราะห์ทางไฟฟ้า
- [4] วุฒิชัย รสชาติ, สันติ พิวพ่อง (2561) การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันที่ใช้แล้วโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ : กรณีศึกษาโครงการธนาคารน้ำมันที่ใช้แล้วของโรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภวาริชภูมิจังหวัดสกลนครจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้ชุดโครงการ “การพัฒนาวิจัยและระบบสนับสนุนนักวิจัยเพื่อชุมชนและสังคม
- [5] ประสาน อรรถสาร, อาจศิก มามีกุล และคณะ (2560) การสร้างและหาประสิทธิภาพระบบปั๊มน้ำอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ กรณีติดตั้งศูนย์ประสานงานองค์การชุมชนตำบลโคกภู อ.ภูพาน จ. สกลนคร
- [6] กิตติวัฒน์ จีบแก้ว และอาจศิก มามีกุล (2557) การสร้างและหาประสิทธิภาพระบบปั๊มน้ำเพื่อการเกษตรพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์



CONTACT



Solar Cell Water Pump

ที่ปรึกษา

- อาจารย์ ดร.มาลี ศรีพรหม
- อาจารย์ ดร.สุธาสิณี คุปตะบุตร
- อาจารย์ลฎากา ศรีพสุตา

ข้อมูล

- คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
- คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ศูนย์ความเป็นเลิศด้านพลังงานทางเลือก

เรียบเรียง ออกแบบและจัดทำ

งานสารสนเทศและเผยแพร่งานวิจัย
สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร สถาบันวิจัยและพัฒนา

680 ถนนิตโย ต.ธาตุเชิงชุม อ.เมืองสกลนคร จ.สกลนคร

โทรศัพท์/โทรสาร 042970154 <http://rdi.snru.ac.th>

E-mail : rdi_snru@snru.ac.th



RDI SNRU



RIS SNRU

