



โครงการวิจัย

งบประมาณประจำปี พ.ศ. ๒๕๕๙

โครงการ

การเพิ่มประสิทธิภาพพระหัดวิดน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อ
เกษตรกรรม (Efficiency improvement of Paddle-wheel
driven by solar energy for agriculture)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ชัย วิวัฒนาช่าง

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

ศูนย์สุพรรณบุรี

บทคัดย่อ

ในอดีต ระเบิดวิดน้ำซึ่งทำจากไม้ มีความสำคัญอย่างมากต่อการทำเกษตรกรรมของประเทศ ประโยชน์เพื่อใช้ในการวิดน้ำเข้าสวนและไร่นา อันเป็นนวัตกรรมภูมิปัญญาพื้นบ้านที่บ่งบอกความรุ่งเรืองทางการเกษตรของประเทศไทย เมื่อพิจารณาจากหลักการและทฤษฎีทางด้านวิศวกรรมชลศาสตร์จะพบว่า “ระเบิดวิดน้ำภูมิปัญญาโบราณถือเป็นปั๊มน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง แต่มีข้อจำกัดในด้านความสูงของการสูบน้ำ” ถ้าหากระดับการสูบน้ำต่ำมามากกว่า 30 องศา น้ำที่ทำการชักลากจะไหลย้อนลงมาตามรางวิดน้ำ ซึ่งเป็นข้อจำกัดทางด้านประสิทธิภาพของระเบิดวิดน้ำโบราณ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะปรับปรุงระเบิดวิดน้ำให้มีความทันสมัยมากขึ้น เพื่อลดข้อด้อยของระเบิดวิดน้ำแบบเดิม ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นราคาถูกลง เพื่อความง่ายต่อการนำไปสร้าง และใช้งานได้จริงตลอดจนการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งมีอยู่อย่างเหลือเฟือ มาใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ระเบิดวิดน้ำแทนที่ใช้พลังงานลม เพื่อลดข้อจำกัดด้านพื้นที่การใช้งาน และลดการใช้เครื่องยนต์เป็นเครื่องกำเนิดพลังงาน ซึ่งนอกจากจะมีค่าใช้จ่ายสูงแล้วยังสร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ผลการทดสอบระเบิดวิดน้ำที่ระดับความสูงของการสูบน้ำเท่ากับ 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 เมตร ซึ่งคิดเป็นมุม 14° , 20.6° , 26.6° , 32° , 36.9° และ 41.2° ระเบิดวิดน้ำที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงถึง 97% ที่ระดับความสูง 1 เมตร ซึ่งค่าประสิทธิภาพจะแปรผกผันกับความชันของมุมยก (a) แสดงให้เห็นว่าระเบิดวิดน้ำที่ทำขึ้นใหม่ โดยผ่านการปรับปรุงประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้นสามารถทำงานแทนเครื่องสูบน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ายังช่วยลดค่าใช้จ่ายเรื่องเชื้อเพลิงได้อีกด้วย

ผศ.ดร.ณรงค์ชัย วิวัฒนาช่าง

นายชนะรบ วิชาลัย

นางสาวอรรณณ จันทสุโข

นายณรงค์เดช ยังสุขเกษม

ผู้ดำเนินโครงการวิจัย

20 มิถุนายน พ.ศ. 2559

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
2. ทบทวนวรรณกรรม	4
3. ทฤษฎีพื้นฐาน	8
3.1 เครื่องสูบน้ำ	8
3.2 ลักษณะทางกลศาสตร์ของเครื่องสูบน้ำ	8
3.3 รัศมีวิดน้ำโบราณ	9
3.4 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์	14
4. ขั้นตอนการทดลอง	16
4.1 ศึกษารวบรวมข้อมูล	16
4.2 ออกแบบและสร้างรัศมีวิดน้ำ	16
4.3 ออกแบบระบบต้นกำลัง	19
4.4 การวัดอัตราการไหลผ่านฝายสันคมรูปสามเหลี่ยม	20
4.5 การวัดประสิทธิภาพของรัศมีวิดน้ำ	22
5. ผลการศึกษา	24
5.1 การสร้างและทดสอบรัศมีวิดน้ำ	24
5.2 ความคุ้มค่าในการใช้งาน	27
6. สรุปและข้อเสนอแนะ	29
6.1 สรุปผลการดำเนินการ	29
6.2 ข้อเสนอแนะ	29

บรรณานุกรม	30
ภาคผนวก ก : รายละเอียดของระหัดวิดน้ำ	32
ภาคผนวก ข : คุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์และมอเตอร์กระแสตรง	37
ภาคผนวก ค : คุณสมบัติทางไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรง	42
ภาคผนวก ง : รูปภาพการทำงาน	44

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4-1 ขาดของความลึกของน้ำต่ำสุดที่สัมพันธ์กับอัตราการไหลต่ำสุด-สูงสุด ที่แนะนำสำหรับฝายสามเหลี่ยมที่มีมุมขนาดต่างๆ Grant & Dawson (ISCO 1997)	20
5-1 ค่าใช้จ่ายในการสร้างระหัดวิดน้ำ	22
5-2 ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพพระหัดวิดน้ำ	22
5-3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพพระหัดวิดน้ำ	23
5-4 ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพท่อสูบน้ำพญานาค	23
5-5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพท่อสูบน้ำพญานาค	23
5-6 ปริมาณการสูบน้ำด้วยระหัดวิดน้ำ	25

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2-1	การใช้งานเครื่องสูบน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์กระแสตรง	5
2-2	การใช้งานเครื่องสูบน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์ระบบถ่ายเทความร้อน	5
2-3	การใช้งานเครื่องสูบน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์ ทำนา 1 ไร่ ได้ 1 แสน	9
3-1	ส่วนประกอบของระหัดวิดน้ำโบราณ	10
3-2	รางน้ำ	10
3-3	ใบระหัด	11
3-4	เพลลา	11
3-5	มือหมุน	12
3-6	การใช้ระหัดวิดควบคู่กันกับกังหันลม	12
3-7	การใช้เครื่องสูบน้ำแบบท่อพญานาคในปัจจุบัน	13
3-8	การผลิตไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์	13
3-9	การใช้งานเครื่องสูบน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์กระแสสลับ	14
3-10	การใช้งานเครื่องสูบน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์กระแสตรง	14
4-1	การวิดน้ำด้วยระหัดขกมวย	15
4-2	ขนาดของระหัดวิดน้ำโบราณต้นแบบ	16
4-3	การไหลย้อนกลับของน้ำ	16
4-4	ใบระหัดวิดน้ำ	17
4-5	เพลลาระหัดวิดน้ำ	18
4-6	แบบจำลองระหัดวิดน้ำ	18
4-7	อุปกรณ์ระบบต้นกำลัง	19
4-8	วงจรระบบไฟฟ้า	19
4-9	ฝายรูปสามเหลี่ยม	20
4-10	บ่อทดสอบ	20
4-11	ขนาดของฝายรูปสามเหลี่ยม	21
5-1	ประสิทธิภาพของระหัดวิดน้ำ	24
5-2	ประสิทธิภาพของท่อสูบน้ำพญานาค	24

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงการ

ในอดีต ระเบิดวิดน้ำมีความสำคัญกับเกษตรกรในเขตจังหวัดภาคกลางเพื่อใช้สำหรับวิดน้ำเข้าสวนและไร่นาในช่วงฤดูแล้งน้ำน้อย เพื่อความต้องการให้น้ำในพื้นที่เพาะปลูกสูงกว่าน้ำในคลอง และใช้สำหรับวิดน้ำออกในยามฤดูฝนที่มีน้ำมาก โดยเกษตรกรจะทำการคันดินรอบสวนหรือที่นาตนเองให้สูงกว่าร่องสวนปกติเพื่อวิดน้ำออกจากร่องสวนให้ไหลออกสู่คลอง ดังนั้นในยามฤดูฝน โดยเฉพาะช่วงที่มีฝนตกหนักหรือช่วงน้ำขึ้น โรงระเบิดจะคราคร่ำไปด้วยชาวสวนที่นำข้อระเบิดมาเปลี่ยนใบระเบิดใหม่จนต้องรอคิวยาวและต้องเปิดร้านตั้งแต่เช้าตรู่

กลุ่มเกษตรกรที่ใช้ระเบิดวิดน้ำอีกกลุ่ม คือ กลุ่มชาวนาเกลือที่ใช้ระเบิดวิดน้ำแบบกังหันวิดน้ำเข้านาเกลือ เพื่อทำนาเกลือ โดยอาศัยแรงลมธรรมชาติให้หมุนกังหันเพื่อให้ระเบิดทำงาน ต่อมาเมื่อไม่เริ่มขาดแคลนและนโยบายรัฐที่มีการประกาศปิดป่าทำให้ราคาไม้แพงขึ้น

ปั้มน้ำโลหะจากต่างประเทศที่อาศัยเครื่องยนต์ โดยเฉพาะท่อดูดน้ำแบบพญานาคจึงเข้ามาได้รับความนิยมแทนที่ระเบิดวิดน้ำ เพราะหาซื้อได้ง่าย สะดวกต่อการใช้งาน แต่ไม่มีความประหยัดเนื่องจากมีประสิทธิภาพการทำงานต่ำ และใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงที่ทำให้ต้นทุนในการใช้งานสูงในการสูบน้ำขึ้นสู่การปลูก โดยเฉพาะปลูก ตลอดจนเกษตรกรบางรายได้มีการสร้างท่อดูดน้ำแบบพญานาคเองแบบไทยประดิษฐ์เพื่อเป็นการลดต้นทุนการซื้อปั้มน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งมีราคาสูงในท้องตลาดขึ้นมาใช้เอง โดยการนำเครื่องยนต์ขนาดใหญ่และใบพัดเรือมาใช้ ซึ่งปั้มน้ำที่ได้จะเป็นปั้มน้ำที่มีประสิทธิภาพต่ำ ทำให้มีต้นทุนในด้านน้ำมันเชื้อเพลิงในระยะยาวที่สูงมาก

ปัจจุบันกลุ่มผู้ใช้ระเบิดวิดน้ำส่วนใหญ่จะเป็นผู้ประกอบการอาชีพเลี้ยงปลาสด ทำนาเกลือและผู้ประกอบการอาชีพเลี้ยงกุ้ง แต่อย่างไรก็ตามระเบิดวิดน้ำที่ใช้แรงลมเป็นต้นกำลังในการดูดให้ระเบิดทำงานมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในพื้นที่แถบชายทะเล แต่ระเบิดวิดน้ำที่ใช้แรงลมเป็นต้นกำลังยังมีข้อจำกัดเนื่องด้วยในบางพื้นที่มีสายลมที่ไม่ต่อเนื่อง หรืออยู่ในสถานที่ที่ไม่อำนวยต่อการใช้ลมเพื่อเป็นพลังงานในการดูดระเบิดวิดน้ำ

เพื่อเป็นการลดข้อจำกัดในด้านสถานที่ที่ใช้งานที่ต้องอาศัยแรงลมจึงได้มีการนำเครื่องยนต์มาติดตั้งเข้าไปแทนการใช้พลังงานลม หากพิจารณาการใช้งานเครื่องยนต์ควบคู่กับระเบิดวิดน้ำจะพบว่า มีต้นทุนในการวิดน้ำที่สูงและยังมีมลภาวะและผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมอยู่

ตามหลักการและทฤษฎีทางด้านวิศวกรรมชลศาสตร์พบว่า ระเบิดวิดน้ำเป็นปั้มน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง แต่มีข้อจำกัดในด้านความสูงของการสูบน้ำ เพราะระเบิดวิดน้ำเป็นการชักลากน้ำผ่านร่องน้ำเปิดหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม เมื่อระดับในการสูบน้ำมีความต่างกันมากขึ้นจะทำให้หน้าที่ชักลากไหลย้อนกลับลงมา การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำการปรับปรุงรูปแบบของระเบิดวิดน้ำ เพื่อลดข้อด้อยของระเบิดวิดน้ำแบบเดิม ให้มี

ประสิทธิภาพสูงขึ้นด้วยการนำวัสดุที่มีคุณภาพสูงในปัจจุบันมาใช้ทดแทนไม้ซึ่งเป็นวัสดุเดิม ซึ่งเป็นวัสดุที่หายาก ราคาแพง ตลอดจนการออกแบบและพัฒนาให้กระทรวิน้ำมีประสิทธิภาพสูงขึ้น คือสามารถสูบน้ำขึ้นไปในที่สูงขึ้นและประหยัดพลังงานมากขึ้น ด้วยการพัฒนาท่อสูบน้ำจากเดิมแบบสี่เหลี่ยมให้เป็นหน้าตัดวงกลมแบบปิด

การประยุกต์สร้างกระทรวิน้ำสมัยใหม่ในการศึกษานี้เป็นการนำท่อ PVC เหล็ก และวัสดุเหลือใช้ เช่น ยางรถยนต์ ซึ่งเป็นการนำภูมิปัญญาพื้นบ้านโดยการนำเอาวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นมาใช้ในการผลิตด้วยวิธีการที่ไม่สลับซับซ้อน เพื่อให้ง่ายในการนำไปสร้างจริงที่ชาวบ้านสามารถสร้างเพื่อใช้งานเองได้ เพื่อเป็นการพึ่งพาตนเอง

การนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ควบคู่กับกระทรวิน้ำแทนที่ใช้แรงลมเพื่อลดข้อจำกัดด้านพื้นที่การใช้งานที่ต้องอาศัยแรงลม และการใช้เครื่องยนต์เป็นการลดต้นทุนด้านพลังงานที่สูงขึ้นอีกทั้งยังเป็นการลดมลภาวะสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระแสตรงจากเซลล์ผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยตรง เป็นการลดต้นทุนในระบบการประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่และแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อใช้งานในการสูบน้ำ หากพิจารณาในด้านการผลิตไฟฟ้านั้นเป็นต้นทุนการผลิตพลังงานที่ต่ำเมื่อไม่คิดรวมถึงแบตเตอรี่ เพราะราคาของเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีอยู่ในปัจจุบันมีราคาถูกกว่าในอดีตมาก แต่หากเมื่อรวมถึงราคาของแบตเตอรี่ที่มีการเสื่อมสภาพทุก 2-3 ปีแล้ว ต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์จะมีต้นทุนที่สูง

1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษาของโครงการ

1. เพื่อการพัฒนาระทรวิน้ำแบบเดิมซึ่งเป็นภูมิปัญญาไทยให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ด้วยการปรับปรุงรูปแบบของท่อสูบน้ำและใช้วัสดุอื่นเข้าไปแทนที่วัสดุไม้ในรูปแบบเดิม พร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ในการขับเคลื่อนกระทรวิน้ำแทนที่ใช้พลังงานลมในแบบเดิม
2. เพื่อส่งเสริมการนำกระทรวิน้ำที่มีประสิทธิภาพกลับมาใช้ได้อย่างแพร่หลายมากขึ้น สามารถอนุรักษ์พลังงาน สิ่งแวดล้อม แสดงให้เห็นถึงเอกลักษณ์และวัฒนธรรมซึ่งเป็นภูมิปัญญาเดิมของคนไทย
3. เพื่อนำเสนอวิธีการสร้างและใช้งานกระทรวิน้ำที่เกษตรกรสามารถสร้างไว้ใช้เองได้ และยังเป็น การลดการขาดดุลการค้าที่ประเทศไทยต้องนำเข้าปั้มน้ำและอุปกรณ์สูบน้ำคุณภาพสูงรวมทั้งพลังงานเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ และหาแนวทางลดต้นทุนให้เกษตรกร โดยลดปัญหาการใช้พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งปัจจุบันมีราคาสูงขึ้นตลอดจากเครื่องสูบน้ำแบบเครื่องยนต์

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลของระหัดวิดน้ำโบราณ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการ ออกแบบ และสร้างรหัดวิดน้ำ ณ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี
2. ทำการออกแบบระบบต้นกำลังที่ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสม ระหัดวิดน้ำ
3. ทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระหัดวิดน้ำที่สร้างขึ้นเทียบกับท่อสูบน้ำพญานาค ตามหลักทฤษฎีทางวิศวกรรมชลศาสตร์

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

Tamyavanich, S. (ค.ศ. 1977) ได้นำเสนอเครื่องกลสูบน้ำในการชักน้ำเข้าสู่ทุ่งในประเทศไทย คือท่อพญานาค (Propeller pump) และ ระหัดวิดน้ำ (Dragon-wheel pumps) ที่มีต้นกำเนิดเป็นเครื่อง ยนต์หรือกังหันลม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (พ.ศ.2556) ได้กล่าวถึง การใช้ ระหัดวิดน้ำไว้ว่า “เมื่อปี พ.ศ. 2524 ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานลมในประเทศไทยได้ประเมินการใช้งานกังหัน ลมแบบระหัดวิดน้ำที่มีใบพัดทำด้วยไม้ ที่ใช้ในนาข้าวมีจำนวนประมาณ 2,000 ชุด และกังหันลมแบบระหัด วิดน้ำที่มีใบพัดทำด้วยเสื่อลำแพนหรือแบบผ้าใบ ที่ใช้ในนาเกลือหรือนาทุ่งมีจำนวนประมาณ 3,000 ชุด ต่อมาได้พบว่าจำนวนกังหันลมดังกล่าวลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากการเปลี่ยน แปลงจากการพัฒนาพื้นที่ เกษตรกรรมเป็นอุตสาหกรรม และการเข้ามาแทนที่ของเครื่องยนต์สูบน้ำ ในปี พ.ศ. 2531 มีการสำรวจ จำนวนกังหันลมเฉพาะในบริเวณ 20 ตารางกิโลเมตรของจังหวัดสมุทรสาครและสมุทรสงคราม พบว่ามี กังหันลมเหลืออยู่ จำนวน 667 ชุด ในปัจจุบันจำนวนกังหันลมเหลือน้อยมาก คงพบเห็นได้ในบริเวณนา เกลือข้างถนนตามทางหลวงหมายเลข 35 รอยต่อของพื้นที่จังหวัดสมุทรสาครและสมุทรสงคราม กังหันลม ดังกล่าวถือว่าเป็นชนิดดั้งเดิมจากภูมิปัญญาชาวบ้านของคนไทย โบราณ ที่สามารถใช้พลังงานลมทดแทน พลังงานไฟฟ้าเพื่อสูบน้ำได้เป็นอย่างดี ในอนาคตคงหาได้ยากและอาจสูญหายหากไม่มีการอนุรักษ์ไว้”

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ร่วมกับ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและ อนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้ทำการเพิ่มประสิทธิภาพของระหัดวิดน้ำที่มีต้นกำเนิดหลักที่มีจาก กังหันลม โดยกังหันลมทำหน้าที่ในการรับพลังงานลมและแปลงเป็นพลังงานกลในรูปของแรงบิดจากการ หมุนของเพลากังหัน แรงบิดจากการหมุนจะถูกส่งผ่านล้อส่งกำลัง และส่งผ่านโซ่หรือสายพานส่งกำลังเพื่อ ไปขับเคลื่อนล้อของใบระหัด ทำให้ใบระหัดเกิดการเคลื่อนที่ไปตามรางและกวาดน้ำลำเลียงไปตามรางเพื่อส่ง ต่อไปยังพื้นที่ที่ต้องการ โดยความพิเศษนั้นใช้ตลับลูกปืนมาเป็นตัวเชื่อมเพื่อถ่ายทอดแรงที่เกิดขึ้นจากเพลาลงไปสู่ชิ้นส่วนอื่นๆ และลดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ทำให้ช่วยเพิ่มสมรรถนะการทำงานของชิ้นส่วนที่ มีการเคลื่อนที่ ลดการสึกหรอ ตลับลูกปืนมักจะผลิตโดยใช้วัสดุที่มีคุณภาพสูง เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการ ทำงานและประโยชน์สูงสุด สามารถใช้งานได้ยืดเยื้อยาวนาน ทนทานต่อความร้อนและแรงเสียดทานได้ดี ไม่ แตกหรือเสีย ระหัดวิดน้ำโฉมใหม่นี้ มีต้นทุนถูกลงแต่เพิ่มประสิทธิภาพในการวิดน้ำได้สะดวกรวดเร็ว ตลอดจนผลการทำงานเป็น 3 ระบบ ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า พลังงานน้ำมันเชื้อเพลิง และพลังงานลม ซึ่งมี ต้นทุนการผลิตต่อเครื่องเพียง 60,000 บาท (ที่มา : ผู้จัดการ Online)

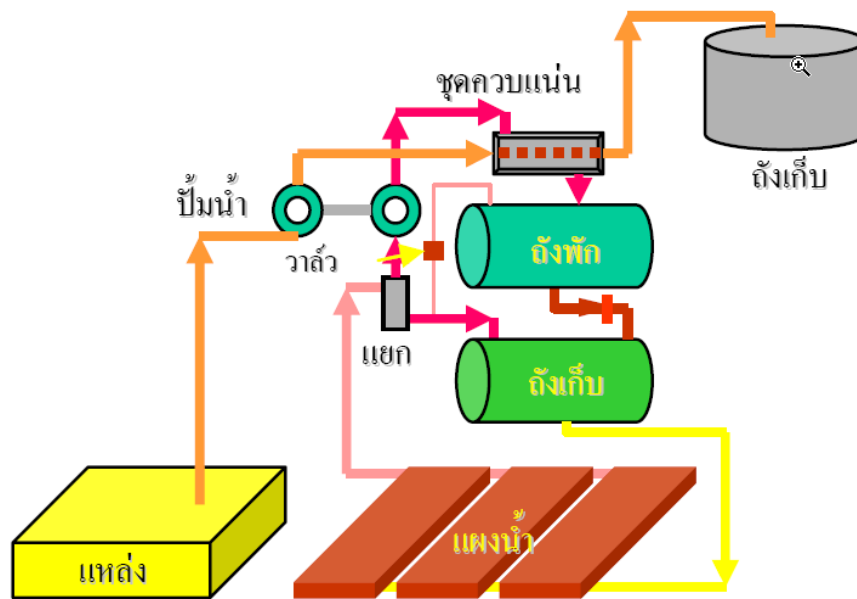
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ได้ทำการ ถ่ายทอดการใช้ เซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการสูบน้ำ เน้นเพื่อนำมาใช้สำหรับการสูบน้ำทางการเกษตรโดย

ใช้กับเครื่องสูบน้ำระบบชักซึ่งได้ปริมาณที่น้อยและประสิทธิภาพต่ำดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2-1 (วินัย บุญน้อย, 2553)

พินิจ ศิริพฤกษ์พงษ์ (พ.ศ.2548) ได้ทำการศึกษาการสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ อาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างแผงรับความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ แบบแผ่นเรียบขนาด 4 ตารางเมตร ร่วมกับปั๊มไดอะแฟรม ถังพัก ถังจ่ายน้ำยา และระบบระบายความร้อน ซึ่งใช้สารไอโซเพนเทนเป็นสารทำงาน (รูปที่ 2-2) ระบบสูบน้ำนี้สามารถสูบน้ำขึ้นที่สูงได้ 6-10 เมตร ปริมาณน้ำเฉลี่ย 2,000-2,500 ลิตร/วัน ซึ่งไม่มากนักสำหรับการเพาะปลูกสำหรับพืชที่ใช้น้ำมาก (พินิจ ศิริพฤกษ์พงษ์, พ.ศ.2548)



รูปที่ 2-1 การใช้งานเครื่องสูบน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์กระแสดรง
(วินัย บุญน้อย, 2553)



รูปที่ 2-2 การใช้งานเครื่องสูบน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์ระบบถ่ายเทความร้อน
(พินิจ ศิริพฤกษ์พงษ์ พ.ศ.2548)

สำนักข่าว Voice TV วันที่ 30 มีนาคม 2557 เวลา 17:54 น. ได้เสนอข่าวการสูบน้ำแบบประหยัด เพื่อลดต้นทุนชาวนาให้ทำนา 1 ไร่ ได้ 1 แสนบาท โดยการวิจัยต้นแบบของ NECTEC ในพื้นที่นาร่อง อำเภอ ลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี เกิดจากระบบปั้มน้ำทางการเกษตร ที่ใช้อุปกรณ์แปลงพลังงานหรืออินเวอร์เตอร์ ร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ 10 แผงที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ เพื่อแปลงพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้า ขับเคลื่อนมอเตอร์ปั้มน้ำให้มีกำลังเทียบเท่า 3 แรงม้า ส่งน้ำผ่านท่อพญานาคได้ถึง 7 แสนลิตรต่อวัน ซึ่งชาวเกษตรกร ยืนยันว่า สามารถลดต้นทุนค่าน้ำมันต่อเดือนเกือบ 1 หมื่นบาท



รูปที่ 2-3 การใช้งานเครื่องสูบน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์ ทำนา 1 ไร่ ได้ 1 แสน
ที่มา : สำนักข่าว Voice TV



รูปที่ 2-3 การใช้งานเครื่องสูบน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์ ทำนา 1 ไร่ ได้ 1 แสน
ที่มา : สำนักข่าว Voice TV

กลุ่ม ปตท. ได้ทำการจัดนิทรรศการ Know-How ชาวนา นักคั้นคว่ำแห่งท้องทุ่ง ณ มิวเซียมสยาม ในส่วนของการแสดง ระหัด (เกือบร้าง) กลางนาเกลือได้มีบทความตอนหนึ่งของเกษตรกรท้องถิ่นภาคกลาง ได้กล่าวเกี่ยวกับระหัดวิดน้ำไว้ว่า “เดี๋ยวนี้เขานำไปใช้เครื่องปั้มน้ำกันหมดแล้ว เครื่องละไม่กี่พันบาท ใช้ง่าย ใช้สะดวก ไม่ต้องดูแล แต่ไม่ประหยัด เพราะต้องใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ส่วนของลุงใช้กังหันลมชักระหัด ก็ไม่ต้องเสียเงินค่าน้ำมันสักบาท แต่ค่าตัวระหัดซื้อขายกันแถวบ้านแพ้ว จังหวัดราชบุรี ประมาณหลักหมื่น ขึ้นส่วนต่างๆ ก็มีแยกขาย อย่างใบพายพร้อมสลักอันละ ๕๐ บาทเท่านั้น ส่วนกังหันลมนั้นลุงทำเองได้แต่ก็ต้องดูแลกันนิดหน่อย” (<http://www.pttlc.com>)

จากการการศึกษาทบทวนบทวรรณกรรมพบว่าการใช้งานการสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยส่วนใหญ่ที่แพร่หลายในปัจจุบันเป็นการใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำแบบต่างๆ ที่มีจำหน่ายในปัจจุบันเท่านั้น ซึ่งเป็นปั้มน้ำที่ได้รับการนำเข้าหรือมีรูปแบบการทำงานจากต่างประเทศที่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์และสิทธิบัตรต่างๆ ที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมสูงขึ้น หากมีการพัฒนาเครื่องมือเครื่องใช้ที่เป็นภูมิปัญญาดั้งเดิมของคนไทยให้ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูงอีกทั้งยังทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศได้ จะเป็นการประหยัดต้นทุนให้กับเกษตรกร อีกทั้งยังสร้างความรักและความหวงแหนในภูมิปัญญาในท้องถิ่นของตนเอง

บทที่ 3

ทฤษฎีพื้นฐาน

3.1 เครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำ (Pump) คือ เครื่องจักรกลทางกลศาสตร์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกล (mechanical energy) ให้เป็นพลังงานไฮดรอลิก (hydraulic energy) หรือพลังงานน้ำ ซึ่งจะยกระดับน้ำให้มีระดับสูงขึ้นหรือใช้เป็นเครื่องเร่งน้ำให้ไหลในท่อให้เร็วยิ่งขึ้น โดยพลังงานกลที่ใช้กับเครื่องสูบน้ำอาจได้มาจากพลังงานไฟฟ้า เครื่องกล แสงอาทิตย์ ลม พลังงานน้ำ แรงคนหรือสัตว์

เครื่องสูบน้ำสามารถแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

- 1) เครื่องสูบน้ำแบบแทนที่ (displacement type pumps) เป็นเครื่องสูบน้ำที่มีหลักการทำงานโดยใช้ลูกสูบเคลื่อนที่ (reciprocating) หรือชิ้นส่วนหมุน (rotary) เพื่อผลักให้น้ำมีการไหลต่อไปได้ ซึ่งเครื่องสูบน้ำ
- 2) เครื่องสูบน้ำแบบแรงหมุนพลวัต (rotary dynamic type pumps) เป็นเครื่องสูบน้ำที่มีใบพัด (impeller) เป็นชิ้นส่วนหมุนรอบเพลลา โดยเมื่อใบพัดหมุนจะเกิดแรงพลวัตผลักดันให้น้ำที่อยู่ระหว่างช่องว่างของครีบบพัด (blade or vane) หมุนตามใบพัดซึ่งจะดูดน้ำเข้าและส่งน้ำออกไป และเครื่องสูบน้ำชนิดนี้ ยังสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะการไหลได้ 3 ประเภท คือ
 - เครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวรัศมี (radial flow pump)
 - เครื่องสูบน้ำแบบไหลผสม (mixed flow pump)
 - เครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน (axial flow pump)
- 3) เครื่องสูบน้ำแบบอื่นๆ เป็นเครื่องสูบน้ำที่มีลักษณะเฉพาะตัว อาทิเช่น
 - เครื่องสูบน้ำแบบลำพุ่ง (jet pump)
 - เครื่องสูบน้ำแบบอากาศลอย (air-lift pump)
 - ตะบันน้ำ (hydraulic ram)

3.2 ลักษณะทางกลศาสตร์ของเครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำหรือปั๊มเป็นเครื่องจักรกลกลศาสตร์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกล (mechanical energy) ให้เป็นพลังงานไฮดรอลิก (hydraulic energy) หรือพลังงานน้ำ ซึ่งจะยกน้ำให้มีระดับสูงขึ้นหรือใช้เป็นเครื่องเร่งน้ำให้ไหลในท่อได้เร็วยิ่งขึ้น การคำนวณหากำลังของปั๊มด้วยสมการพลังงานดังนี้

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + h_a = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_L \quad [1]$$

เมื่อ P_1 = ความดัน ณ จุดที่สูบ , P_2 = ความดัน ณ จุดสุดท้าย , V_1 = ความเร็ว ณ จุดที่สูบ , V_2 = ความเร็ว ณ จุดสุดท้าย , Z_1 = ศักย์ความสูง ณ จุดที่สูบ , Z_2 = ศักย์ความสูง ณ จุดสุดท้าย , γ = ความถ่วงจำเพาะของน้ำ , h_a = พลังงานหรือเฮดทั้งหมดที่ได้จากปั๊ม h_L = การสูญเสียพลังงาน g = แรงโน้มถ่วงของโลก พลังงานที่ได้จากเครื่องสูบน้ำ หาได้จากสมการ ดังนี้

$$P_o = \gamma Q h \quad [2]$$

เมื่อ P_o = ความดัน ณ จุดที่สูบ , γ = ความถ่วงจำเพาะของน้ำ , Q = อัตราการไหลของน้ำ , h = พลังงานหรือเฮดทั้งหมดที่ทำการสูบ

$$\text{ในระบบอังกฤษ (FPS)} \quad P_o = \frac{\gamma Q h}{550} \quad \text{แรงม้า (HP)} \quad [2.1]$$

$$\text{ในระบบ SI } (\gamma = 9.81 \text{ kN/m}^3) \quad P_o = \gamma Q h \quad \text{กิโลวัตต์ (kW)} \quad [2.2]$$

หากเครื่องสูบน้ำนี้มีรอบการหมุน ω (radian/sec) และถูกหมุนด้วยมอเตอร์แรงบิด (Torque) T ดังนั้นพลังงานกลที่ใส่ในเครื่องสูบน้ำ (P_i) สามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

$$P_i = \omega T \quad [3]$$

ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ (e_p) สามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

$$e_p = \frac{P_o}{P_i} = \frac{\gamma Q h}{\omega T} \quad [4]$$

เครื่องสูบน้ำโดยทั่วไปจะถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์น้ำมัน เมื่อพลังงานที่ใส่เข้าไปในมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์น้ำมัน คือ P_m ดังนั้น ประสิทธิภาพของมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ สามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

$$e_m = \frac{P_i}{P_m} \quad [5]$$

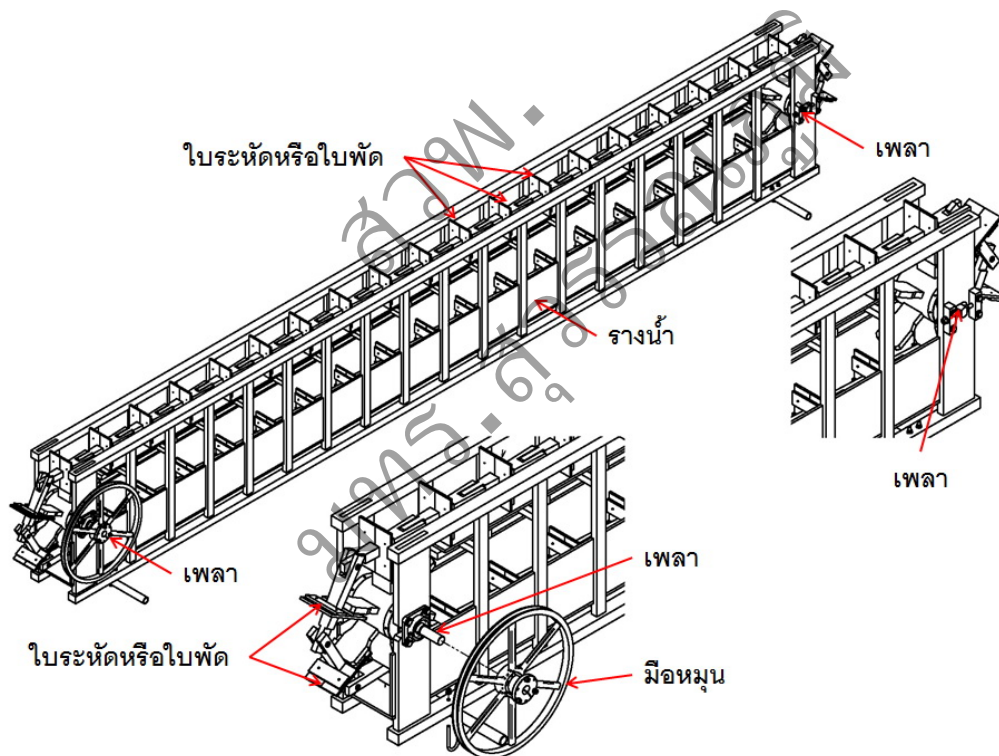
ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำทั้งหมด (E_T) สามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

$$e_T = e_m e_p = \left[\frac{P_o}{P_i} \right] \left[\frac{P_i}{P_m} \right] = \frac{P_o}{P_m} \quad [6]$$

ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำจะน้อยกว่า 1.0 หรือ 100% เสมอ เพราะมีการสูญเสียพลังงานเนื่องจากความเสียดทานของมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำ

3.3 ระหัดวิดน้ำโบราณ

ระหัด เป็นเครื่องชักน้ำหรือวิดน้ำ ทำด้วยไม้เป็นรางใช้มือหมุน และใช้ถีบด้วยเท้า (รูปที่ 3-1) ซึ่งเกษตรกรโดยทั่วไปต้องอาศัยน้ำสำหรับการเพาะปลูก โดยเฉพาะการทำนาต้องมีน้ำแช่ต้นข้าว จนกระทั่งข้าวออกรวง ชาวนาจะปลูกข้าวในฤดูฝนปีละครั้ง เรียกว่า ข้าวนาปี แต่เมื่อมีการชลประทานดีขึ้น จะปลูกข้าวนาปรังอีกด้วย



รูปที่ 3-1 ส่วนประกอบของระหัดวิดน้ำโบราณ

การใช้ระหัดวิดน้ำมีความสำคัญต่อการทำนาในสมัยก่อนมาก เพราะเมื่อฝนตกชุกน้ำในแม่น้ำลำคลองจะมีระดับสูงขึ้น หากแปลงนาซึ่งทำคันไว้ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้มากพอ สำหรับการเพาะปลูกแล้ว ชาวนาจะใช้ระหัดวิดน้ำเข้าแปลงนา การทำระหัดวิดน้ำส่วนใหญ่มักทำด้วยไม้สัก มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

รางน้ำ ใช้ไม้สักทำเป็นโครง มีความยาวประมาณ 4-6 เมตร ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยมีไม้แผ่นบาง ๆ ตีประกบทั้ง 2 ข้าง ให้รางน้ำซีกข้างบนโปร่ง ด้านล่างตีไม้ทึบ รางน้ำมีความสูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร



รูปที่ 3-2 รางน้ำ

ใบระหัดหรือใบพัด ตัดไม้แผ่นบางเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 30-40 ใบ ความกว้างประมาณ 8-10 เซนติเมตร ความยาวประมาณ 12-15 เซนติเมตร เข้าเดือยใบระหัดแต่ละใบโดยใช้สลักตอกให้แกนใบยึดซึ่งกันและกัน ใบระหัดจะยึดคล้องกันตุงลูกโซ่ มีความยาวเป็น 2 เท่า ของรางน้ำ



รูปที่ 3-3 ใบระหัด

เพล ทำเป็นท่อนไม้วงกลมใช้ไม้หรือเหล็กเป็นแกน เจาะรูหลวม ๆ ให้หมุนได้สะดวก มีเพลาด้านปลายรางน้ำ 2 เพล ทำเป็นลักษณะคล้ายฟันเฟือง เพื่อให้ใบระหัดกับฟันเฟืองสับกันไปมา สามารถชักดึงให้ใบระหัดเคลื่อนหมุนได้



รูปที่ 3-4 เพลา

มือหมุน มี 2 ข้างจะทำเป็นแกนมีที่จับ เจาะรูยึดกับแกนเพลา ใช้หมุนโดยการดึงสลับข้างกัน เวลาใช้จะวางระหัดด้านปลายจุ่มไปในน้ำให้เอียงทอด ดึงมือหมุนที่ละข้างสลับกันไปเรื่อย ๆ แกนเพลาเมื่อหมุนแล้วจะทำให้ฟันเฟืองและใบระหัดหมุนตาม ใบระหัดจะพ่นน้ำหรือตักน้ำขึ้นมาในรางและไหลออกตรงช่องมือหมุน การวิดระหัดอาจใช้คนเดียวหรือ 2 คน ช่วยกันหมุน ซึ่งทำให้ผ่อนแรงได้มาก



รูปที่ 3-5 มือหมุน

การใช้ระหัดวิดน้ำนอกจากใช้เพื่อการเพาะปลูกแล้ว ยังใช้วิดน้ำหาปลาได้อีกด้วย ในสมัยก่อน ชาวนาจะใช้ระหัดวิดน้ำคู่กับกังหันลม การวิดน้ำเข้านาสมัยก่อนจะใช้แรงลม (รูปที่ 3-6) และเนื่องจาก กระแสลมไม่มีความแรงที่แน่นอน ชาวนาจะใช้ระหัดวิดน้ำได้ก็ต้องมีกระแสลมแรง และน้ำขึ้นพอดี แต่ถ้า สองสิ่งไม่สมดุลกัน ชาวนาก็ไม่สามารถวิดน้ำเข้านาได้ และเมื่อมีการนำเครื่องยนต์เข้ามามีใช้ในการทำนา ชาวนาจึงนำเครื่องยนต์ / เครื่องไถนา มาใช้ในการดูดลากระหัดวิดน้ำให้วิดได้มากขึ้นและตามเวลาที่ต้องการ

แต่อย่างไรก็ตาม ระหัดวิดน้ำได้เลือนหายไปจากสังคมเกษตรกรรมเนื่องด้วยการเข้ามาของ เครื่องยนต์และปั๊มสำเร็จรูป ตลอดจนป่าไม้ที่มีลดลงซึ่งเป็นวัสดุที่สำคัญในการสร้างระหัดวิดน้ำมีราคา แพง และคนรุ่นเก่าที่เคยผูกพันกับการใช้งานระหัดวิดน้ำค่อยๆ จากโลกไป ดังนั้นเราจึงพบเห็นการใช้งาน เครื่องสูบน้ำแบบท่อพญานากันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน (รูปที่ 3-7)



รูปที่ 3-6 การใช้ระหัดวิดควบคู่กันกับกังหันลม

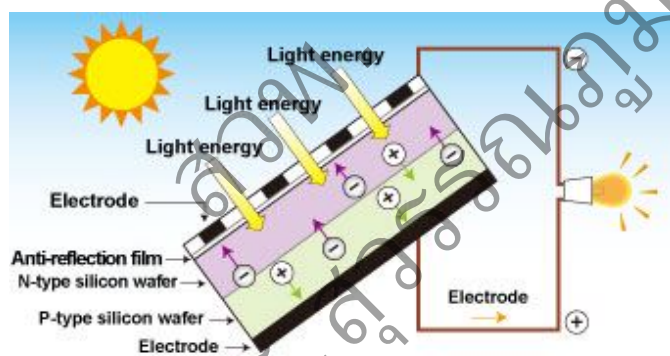


รูปที่ 3-7 การใช้เครื่องสูบน้ำแบบท่อพญานากันในปัจจุบัน

3.4 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

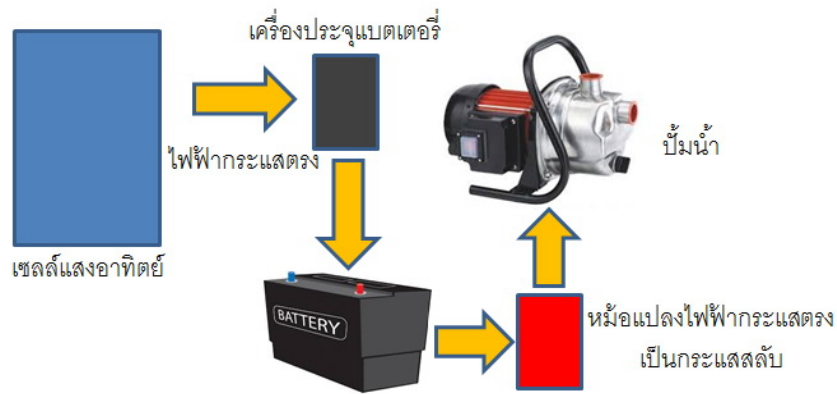
“เซลล์แสงอาทิตย์” เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนพื้นโลก นำมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และในทันทีที่มีแสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบ ที่เรียกว่า Photon จะถ่ายเทพลังงานให้กับ Electron ในสารกึ่งตัวนำ จนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของ Atom และสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่อ Electron มีการเคลื่อนที่ครบวงจร ก็จะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น

รูปที่ 3-8 องค์ประกอบหลักของ “เซลล์แสงอาทิตย์” คือ สารกึ่ง ตัวนำ (Semi Conductors) 2 ชนิด มาต่อกัน ซึ่งเรียกว่า P-N Junction เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ ก็จะถ่ายพลังงานให้อะตอมของสารกึ่งตัวนำ ทำให้เกิดอิเล็กตรอนและโฮลส์อิสระ ไปรออยู่ที่ขั้วต่อ ดังนั้นเมื่อมีการเชื่อมกับวงจรภายนอก เช่น เอาหลอดไฟฟ้ามาต่อคร่อมขั้วต่อ ก็เกิดการไหลของอิเล็กตรอนส์/โฮลส์ ที่ให้พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงกับวงจรภายนอกได้ และจะให้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ตราบเท่าที่ยังมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที หรือนำไปกักเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อใช้งานภายหลังได้



รูปที่ 3-8 การผลิตไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ในปัจจุบันราคาได้ลดลงมาเหลือ วัตต์ละ 20-45 บาท โดยมีอายุการใช้งาน 10-20 ปี ซึ่งการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์โดยส่วนใหญ่ในปัจจุบัน จะได้มีการนำมาใช้ในภาคการเกษตรมากขึ้นโดยเฉพาะการสูบน้ำ และการให้แสงสว่างในเวลากลางคืน แต่การใช้งานโดยส่วนใหญ่เป็นการใช้พลังงานไฟฟ้า ในรูปแบบไฟฟ้ากระแสสลับจากการประจุเข้าแบตเตอรี่ (รูปที่ 3-9)



รูปที่ 3-9 การใช้งานเครื่องสูบน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์กระแสสลับ

การใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าแสงอาทิตย์แบบกระแสตรง โดยตรงจากเซลล์ผลิตพลังงานไฟฟ้า เป็นการลดต้นทุนในระบบการประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่และแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อใช้งานในการสูบน้ำ (รูปที่ 3-10) หากพิจารณาในด้านการผลิตไฟฟ้านั้นเป็นต้นทุนการผลิตพลังงานที่ต่ำเมื่อไม่คิดรวมถึงแบตเตอรี่ เพราะราคาของเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีอยู่ในปัจจุบันมีราคาถูกกว่าในอดีตมาก แต่หากเมื่อรวมถึงราคาของแบตเตอรี่ที่มีการเสื่อมสภาพทุก 2-3 ปีแล้ว ต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์จะมีต้นทุนที่สูง



รูปที่ 3- 10 การใช้งานเครื่องสูบน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์กระแสตรง

บทที่ 4

ขั้นตอนการทดลอง

4.1 ศึกษารวบรวมข้อมูล

ทำการศึกษาในครั้งนี้จะทำการศึกษารวบรวมข้อมูลต่างๆ ได้แก่ข้อมูลทางประวัติศาสตร์ รูปแบบ และลักษณะการทำงานของระหัดวิดน้ำโบราณ ตลอดจนการหาต้นแบบระหัดวิดน้ำโบราณ เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบสร้างระหัดวิดน้ำใหม่โดยใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น

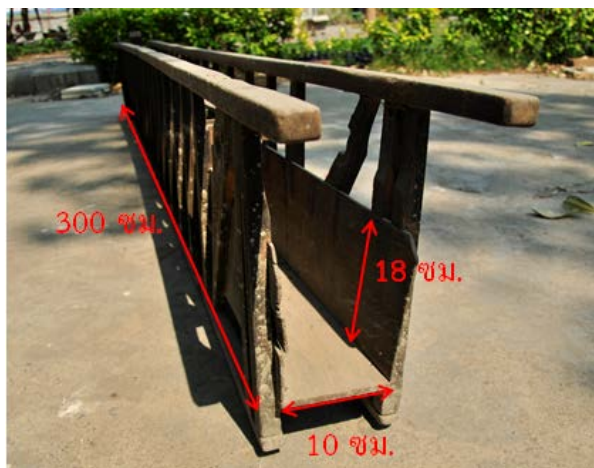
4.2 ออกแบบและสร้างระหัดวิดน้ำ

การออกแบบสร้างระหัดวิดน้ำในครั้งนี้ ได้ทำการออกแบบจากระหัดวิดน้ำโบราณต้นแบบ หรือที่ชาวบ้านในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีเรียกกันโดยทั่วไปว่า “ระหัดชกมวย” อันเนื่องมาจากลักษณะการใช้งานของระหัดวิดน้ำนี้เองที่ใช้แรงคนเป็นต้นกำลังในการหมุนระหัดวิดน้ำ โดยทำการชักด้ามไม้ที่ต่อกับมือหมุนจะคล้ายกับการชกมวยดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 การวิดน้ำด้วยระหัดชกมวย

ระหัดวิดน้ำโบราณต้นแบบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีขนาดความยาวของรางชักน้ำ 3 เมตร และมีหน้าตัดของราง คือ 10 x 18 เซนติเมตร ส่วนใบพัดที่ใช้ในการวิดน้ำมีขนาด 8.5 x 14 เซนติเมตร ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-2



ก) รางระหัดวิดน้ำ



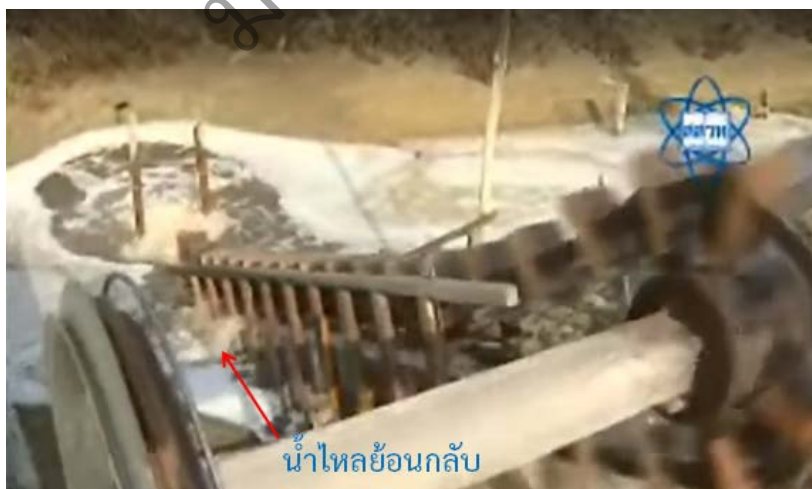
ข) ไบระหัดวิดน้ำ

รูปที่ 4-2 ขนาดของระหัดวิดน้ำโบราณต้นแบบ

การออกแบบระหัดวิดน้ำได้ทำการออกแบบให้ใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในปัจจุบันที่มีจำหน่ายตามร้านค้าวัสดุก่อสร้างทั่วไป คือ เหล็ก และ PCV ตลอดจนวัสดุเหลือใช้คือยางรถบรรทุก

เทคนิคในการสร้างระหัดวิดน้ำเป็นเทคนิคในการทำงานปกติที่ช่างก่อสร้าง ใช้กันโดยทั่วไป คือ ตัดเจาะ และเชื่อม โดยใช้เครื่องมือก่อสร้างที่มีใช้อยู่กันในปัจจุบัน รายการวัสดุในการสร้างระหัดวิดน้ำนี้ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

ด้านเทคนิคทางวิศวกรรมศาสตร์ การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการสร้างระหัดวิดน้ำที่มีหน้าตัดการไหลหรือหน้าตัดของรางชักน้ำให้มีความใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งระหัดวิดน้ำที่ได้รับการออกแบบใหม่จะมีรูปร่างของหน้าตัดรางชักน้ำเป็นรูปวงกลม จากเดิมที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมที่มีด้านบนเปิด ซึ่งเป็นข้อด้อยของระหัดวิดน้ำโบราณ คือ ไม่สามารถชักน้ำได้ในระดับสูงเกิน 30° ได้ เพราะจะเกิดการไหลย้อนกลับข้ามไบระหัดวิดน้ำ (รูปที่ 4-3) เมื่อ



รูปที่ 4-3 การไหลย้อนกลับของน้ำ

ที่มา : สสวท.

การศึกษานี้ได้เลือกใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว โดยท่อนี้มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 126.67 ตารางเซนติเมตร โดยระหัดวิดน้ำโบราณต้นแบบมีขนาดหน้าตัด 130 ตารางเซนติเมตร

ใบระหัดที่สร้างใหม่เป็นรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 นิ้ว มีเหล็กรูปพรรณ ขนาด 1 x 1 นิ้ว หนา 1.2 มิลลิเมตร เป็นก้านพัด ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-4

เพลาระหัดวิดน้ำที่สร้างใหม่โดยใช้วัสดุเหล็กกล้า โดยมีใบจักรที่เป็นเหล็กแบนกว้าง 2 นิ้ว หนา 6 มิลลิเมตร ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-5

แบบจำลองของระหัดวิดน้ำที่สร้างใหม่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-6 ส่วนรายละเอียดทางเทคนิคของการสร้างระหัดวิดน้ำใหม่นี้ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก



ก) ก้านใบพัด

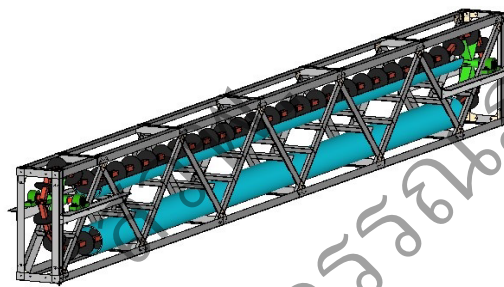
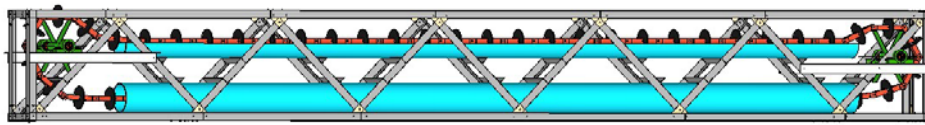


ข) ใบวิดน้ำ

รูปที่ 4-4 ใบระหัดวิดน้ำ



รูปที่ 4-5 เพลาระหัดวิดน้ำ

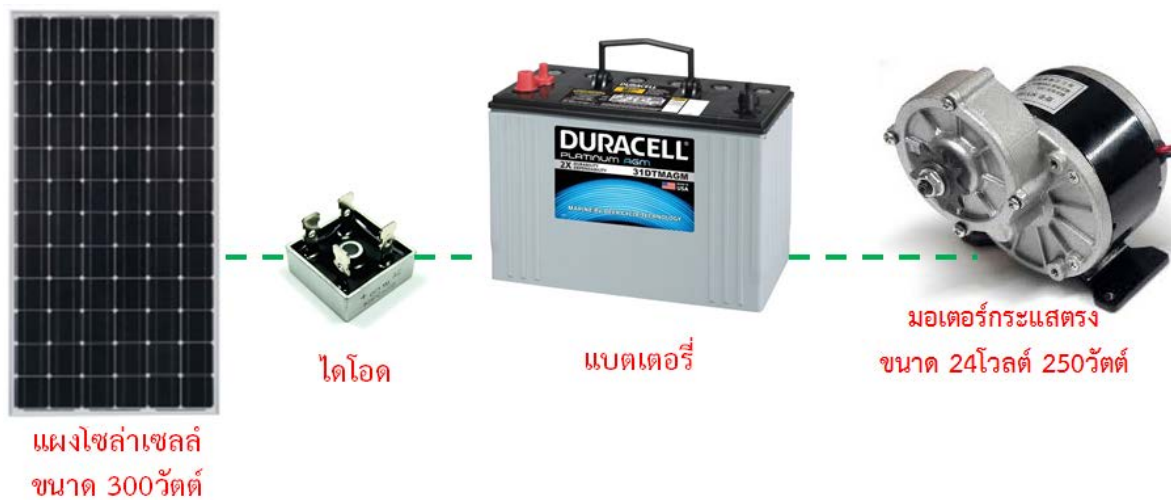


รูปที่ 4-6 แบบจำลองระหัดวิดน้ำ

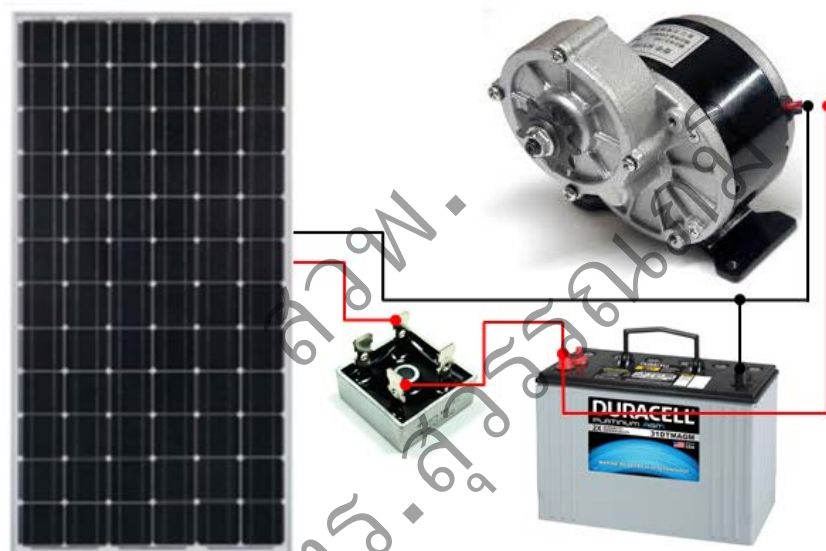
4.3 ออกแบบระบบต้นกำลัง

ต้นกำลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนระหัดวิดน้ำในการศึกษาในครั้งนี้ใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Monocrystalline Silicon Solar Cell ขนาด 30 โวลต์ 300 วัตต์ โดยขับเคลื่อนกับมอเตอร์กระแสตรงขนาด 24 โวลต์ 250 วัตต์ ที่ต่อขึ้นด้วยบริดจ์ไดโอดขนาด 50แอมป์ 1000 โวลต์ และแบตเตอรี่

คุณลักษณะทางไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์และมอเตอร์กระแสตรงได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข และภาคผนวก ค



รูปที่ 4-7 อุปกรณ์ระบบต้นกำลัง



รูปที่ 4-8 วงจรระบบไฟฟ้า

4.4 การวัดอัตราการไหลผ่านฝายสันคมรูปสามเหลี่ยม

การวัดอัตราการไหลผ่านฝายสามารถทำการวัดอัตราการไหลของน้ำที่มีปริมาณการไหลน้อยได้ละเอียด ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้ฝายสันคมรูปสามเหลี่ยมในการวัดค่าอัตราการไหลของระหัดวิดน้ำ และเครื่องสูบบทอพญานาค โดยมีความสะดวก และประหยัด ตลอดจนมีความถูกต้องเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางในการวัดอัตราการไหลของทางน้ำเปิด แต่ยังมีข้อด้อยบางประการ อาทิเช่น ต้องการความต่างของระดับหัวน้ำที่มาก และต้องเป็นการไหลข้ามฝายแบบอิสระ (free flow conditions) อีกทั้งยังต้องการคลองส่งน้ำที่มีความเรียบในการติดตั้งฝายเพื่อวัดอัตราการไหล และต้องการน้ำที่สะอาด ปราศจากตะกอน ขยะ สิ่งปฏิกูล

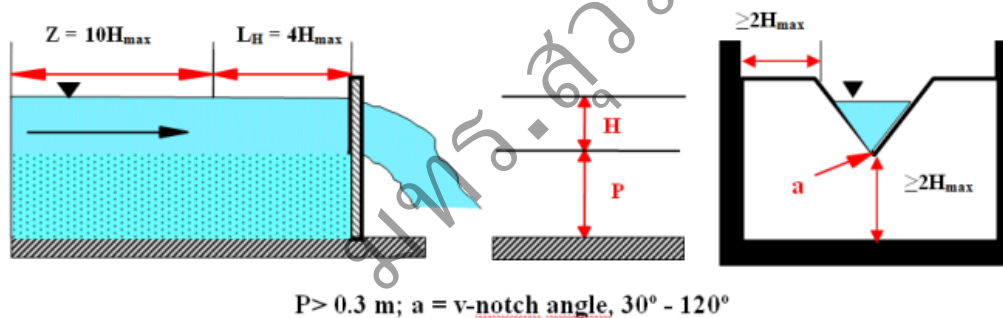
มาตรฐาน ISO 4371 ได้กำหนดวิธีการวัดอัตราการไหลผ่านฝายของหน้าตัดการไหลที่ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยม ดังนี้

$$Q = \sqrt{\frac{g}{2}} \left(\frac{H}{0.795} \right) \tan \frac{a}{2} \quad [7]$$

เมื่อ Q = อัตราการไหล (L/s) , g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก = 9.8066 m/s^2 , H = ความลึกของน้ำ ณ สันฝาย , และ a = ขนาดของมุมแหลมรูปตัว V ของฝาย

ตารางที่ 4-1 ขาดของความลึกของน้ำต่ำสุดที่สัมพันธ์กับอัตราการไหลต่ำสุด-สูงสุดที่แนะนำสำหรับฝายสามเหลี่ยมที่มีมุมขนาดต่างๆ Grant & Dawson (ISCO 1997)

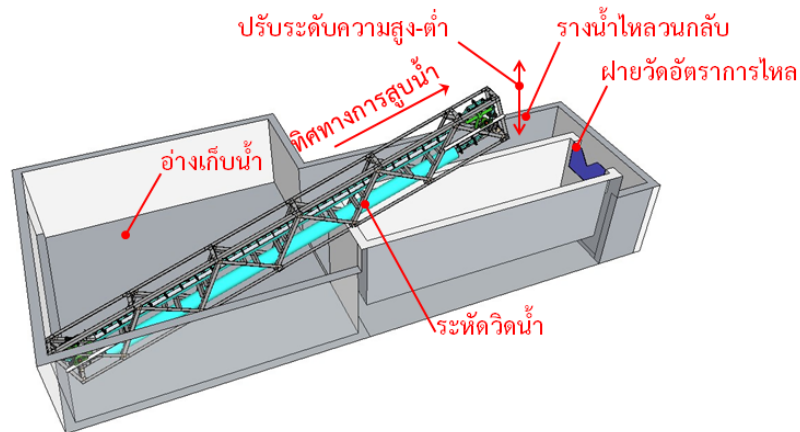
มุม (a)	สมการการไหล [L/s]	ความลึกต่ำสุด H [m]	ความลึกสูงสุด H [m]	อัตราการไหล ต่ำสุด [L/s]	อัตราการไหล สูงสุด[L/s]
30°	$Q = 373.2 H^{2.5}$	0.06	0.6	0.329	104
45°	$Q = 571.4 H^{2.5}$	0.06	0.6	0.504	159
60°	$Q = 796.7 H^{2.5}$	0.06	0.6	0.703	222
90°	$Q = 1,380 H^{2.5}$	0.06	0.6	1.220	385
120°	$Q = 2,391 H^{2.5}$	0.06	0.6	2.110	667



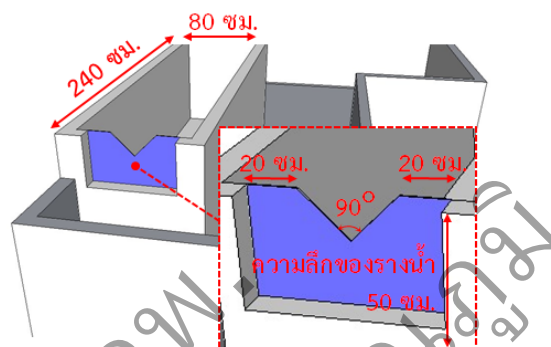
รูปที่ 4-9 ฝายรูปสามเหลี่ยม [$H_{\max}$ = maximum dimension = $2 * H = 2h_{\max}$].

ที่มา : <http://itrcweb.org>

ในการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างฝายสันคมรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม 90° ที่สามารถวัดความลึกสูงสุดที่หน้าฝาย ($H_{\max}$) 10 เซนติเมตร โดยมีรายละเอียดดังรูปที่ 4-10 และ 4-11



รูปที่ 4-10 บ่อทดสอบ



รูปที่ 4-11 ขนาดของฝายรูปสามเหลี่ยม

4.5 การวัดประสิทธิภาพของระหัดวิดน้ำ

การคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำสามารถคำนวณด้วยสมการ ดังนี้

$$Efficiency = \frac{power_{output}}{power_{input}} \times 100\% \quad [8]$$

เมื่อ $Power_{output}$ คือ กำลังที่ได้จากเครื่องสูบน้ำ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 9 และ 10 ดังนี้

$$power_{output} (HP) = \frac{Qh}{273} \quad [9]$$

หรือ

$$power_{output} (KW) = \frac{Qh}{367} \quad [10]$$

เมื่อ Q คือ อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที) และ h ความสูงของระดับน้ำที่ทำการสูบ (เมตร)

ส่วนค่ากำลังมอเตอร์ ($\text{power}_{\text{input}}$) สามารถวัดได้จากค่ากำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ขณะทำงานและค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์ (motor efficiency) สามารถหาได้จากตารางคุณสมบัติของมอเตอร์ที่ทดสอบโดยผู้ผลิต (ภาคผนวก ค)

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ

บทที่ 5

ผลการศึกษา

จากการทดสอบประสิทธิภาพพระหัตถ์วิดน้ำที่สร้างขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ โดยการทดสอบด้วยการวัดอัตราการไหลด้วยฝายสันคมที่ระยะความสูงในการสูบน้ำที่ระดับต่างกัน จะได้ผลข้อมูลออกมาเป็นตารางบันทึกผลการทดสอบแล้วนำค่าที่ได้สร้างเป็นแผนภูมิเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพพระหว่างระหัตถ์วิดน้ำที่สร้างขึ้นและเครื่องสูบน้ำแบบท่อพญานาค

5.1 การสร้างและทดสอบระหัตถ์วิดน้ำ

การสร้างระหัตถ์วิดน้ำในครั้งนี้ มีรายละเอียดค่าใช้จ่ายเฉพาะค่าวัสดุโดยไม่รวมค่าแรงดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 ค่าใช้จ่ายในการสร้างระหัตถ์วิดน้ำ

รายการ	บาท
ระบบส่งกำลัง	3,000
ระบบโครงสร้าง	5,000
ระบบไฟฟ้า	15,500
รวม	<u>23,500</u>

ผลการทดสอบระหัตถ์วิดน้ำที่ระดับความสูงการสูบน้ำที่ 1.0 , 1.5 , 2.0 , 2.5 , 3 และ 3.5 ม. ซึ่งคิดเป็นมุม 14° , 20.6° , 26.6° , 32° , 36.9° , 41.2° ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-2 และ 5-3 และผลการทดสอบของเครื่องสูบน้ำท่อพญานาคได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-4 และ 5-5 โดยเมื่อนำที่ได้จากตารางที่ 5-3 และ 5-5 มาสร้างกราฟของผลการทดสอบได้ดังรูปที่ 5-1 และ 5-2 ตามลำดับ

จากผลการทดสอบพบว่าระหัตถ์วิดน้ำที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงถึง 97% ที่ระดับความสูง 1 เมตร และมีประสิทธิภาพที่ลดลงเมื่อระดับการสูบน้ำที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5-3 ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพพระหัดวิดน้ำ

ระดับปลาย ท่อสูบ (ม.)	มุม (a)	ความลึกที่สัน ฝาย (ซม.)	อัตราการไหล (ลิตร/วินาที)	ค่าความต่าง ศักย์ (โวลต์)	ค่ากระแส (แอมป์)	อุณหภูมิมอเตอร์ (องศาเซลเซียส)	กำลังมอเตอร์ (วัตต์)
1.0	14.0	11.0	5.5	23.5	8.4	39	197.4
1.5	20.6	8.8	3.2	23	8.5	40	195.5
2.0	26.6	8.1	2.6	23.5	8.8	43	206.8
2.5	32.0	7.4	2.1	24	8.7	45	208.8
3.0	36.9	6.0	1.2	24.5	8.9	46	218.05
3.5	41.2	5.7	1.1	25	8.9	46	222.5

ตารางที่ 5-4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพพระหัดวิดน้ำ

ระดับปลายท่อสูบ (ม.)	มุม (a)	อัตราการไหล (ลิตร/วินาที)	พลังงานจาก ระหัด (วัตต์)	กำลังมอเตอร์ (วัตต์)***	ประสิทธิภาพปั๊ม (%)
1.0	14.0	5.5	149.5	153.972	97
1.5	20.6	3.2	131.0	152.49	86
2.0	26.6	2.6	141.8	161.304	88
2.5	32.0	2.1	141.2	162.864	87
3.0	36.9	1.2	99.9	170.079	59
3.5	41.2	1.1	100.2	173.55	58

***หมายเหตุ : กำลังมอเตอร์ (วัตต์) ที่คำนวณได้และยังไม่ได้คิดค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ 78%

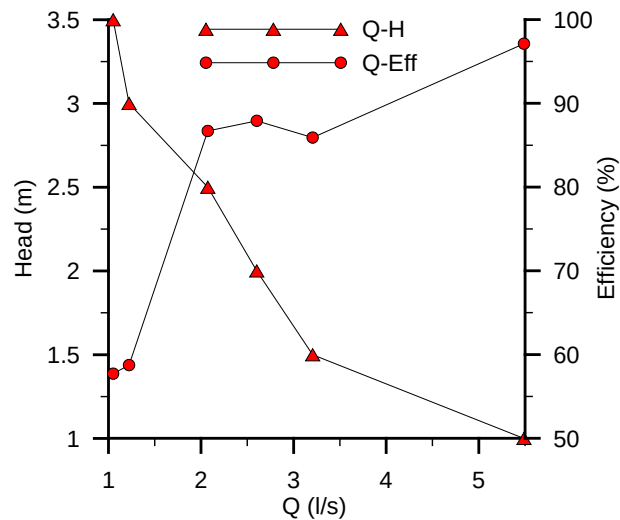
ตารางที่ 5-4 ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพท่อสูบน้ำพญานาค

ระดับปลาย ท่อสูบ (ม.)	มุม (a)	ความลึกที่สัน ฝาย (ซม.)	อัตราการไหล (ลิตร/วินาที)	ค่าความต่าง ศักย์ (โวลต์)	ค่ากระแส (แอมป์)	อุณหภูมิมอเตอร์ (องศาเซลเซียส)	กำลังมอเตอร์ (วัตต์)
1.0	14.0	29.5	65.2	219	12.2	35.1	2671.8
1.5	20.6	28	57.2	222	18.1	38.4	4018.2
2.0	26.6	26.5	49.9	220	19.2	38.5	4224
2.5	32.0	24	38.9	223	20.8	40.1	4638.4
3.0	36.9	22.5	33.1	218	21.6	40.3	4708.8
3.5	41.2	20	24.7	221	23.1	40.5	5105.1

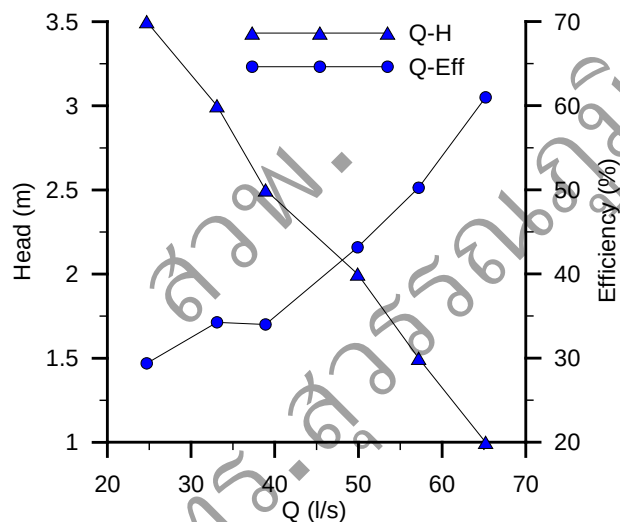
ตารางที่ 5-5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพท่อสูบน้ำพญานาค

ระดับปลายท่อสูบ (ม.)	มุม (a)	อัตราการไหล (ลิตร/วินาที)	พลังงานจากท่อ สูบ (กิโลวัตต์)	กำลังมอเตอร์ (กิโลวัตต์)	ประสิทธิภาพปั๊ม (%)
1.0	14.0	65.2	177.7	291.3	60.99
1.5	20.6	57.2	233.8	465.3	50.24
2.0	26.6	49.9	271.9	630	43.16
2.5	32.0	38.9	265.0	779.5	33.99
3.0	36.9	33.1	270.6	790	34.25
3.5	41.2	24.7	235.6	802	29.37

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ



รูปที่ 5-1 ประสิทธิภาพของระหัดวิดน้ำ



รูปที่ 5-2 ประสิทธิภาพของท่อสูบน้ำพญานาค

5.2 ความคุ้มค่าในการใช้งาน

จากข้อมูลการใช้น้ำของพืชในภาคกลางโดยกรมชลประทาน (พ.ศ.2559) พบว่า นาข้าว 1 ไร่ จะใช้น้ำตลอดฤดูการเพาะปลูกในอัตราสูงสุด 1244 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ในจังหวัดกาญจนบุรีและลพบุรี โดยมีระยะเวลาในการส่งน้ำทั้งสิ้น 86วัน คือ ในอัตราเฉลี่ย 14.5 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อวัน

หากยึดแนวทางการใช้ชีวิตตามทฤษฎีใหม่ขั้นต้น (มูลนิธิชัยพัฒนา, พ.ศ. 2559) ตามแนวเกษตรพอเพียง คือ หนึ่งครอบครัวทำนา 5 ไร่ , พืชสวน 5 ไร่ , สระน้ำ 3ไร่ ลึก 4 เมตร , และอยู่อาศัย 2 ไร่

ดังนั้น การทำนา 15 ไร่จะต้องใช้น้ำถึง 217.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 5-6 พบว่าระหัดวิดน้ำสามารถนำมาใช้ในการจัดการน้ำสำหรับน้ำเพื่อใช้ในการทำนาได้เป็นอย่างดี โดยระดับการสูบน้ำต้องไม่สูงกว่า 2 เมตร

แต่หากต้องการสูบน้ำในระดับที่สูงกว่า 2 เมตร ต้องมีการเปลี่ยนแปลงต้นกำลังระดับน้ำให้มีกำลังมากขึ้น ตลอดจนต้องเพิ่มขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ให้มีขนาดที่สอดคล้องกันกับขนาดของมอเตอร์ต้นกำลังด้วย

ตารางที่ 5-6 ปริมาณการสูบน้ำด้วยระดับน้ำ

ระดับปลายท่อสูบ (ม.)	อัตราการไหล (ลิตร/วินาที)	อัตราการไหล (ลบ.ม./ชั่วโมง)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน) หรือ (ลบ.ม./24ชม.)
1.0	5.5	19.8	475.2
1.5	3.2	11.5	276
2.0	2.6	9.4	225.6
2.5	2.1	7.5	180
3.0	1.2	4.3	103.2
3.5	1.1	3.9	93.6

จุดคุ้มทุนของระดับน้ำและเครื่องสูบน้ำที่พอเหมาะ

ในการสูบน้ำด้วยท่อสูบน้ำพญานาคจะมีค่าน้ำมันเชื้อเพลิง โดยปกติแล้วจะสูบน้ำกันโดยเฉลี่ย 1 ครั้งต่อ 10 วัน เป็นอย่างน้อย ให้การปลูกข้าวต่อ 1 ฤดูกาลอยู่ที่ 120 วัน ฉะนั้น ในหนึ่งฤดูกาลจึงสูบน้ำเฉลี่ย 10 ครั้ง (ตัดช่วงไถ่เก็บเกี่ยวที่ต้องปล่อยให้น้ำแห้ง) โดยเครื่องสูบน้ำจะกินน้ำมันในอัตรา 2.5 ลิตรต่อ 1 ไร่ ราคาน้ำมันดีเซลอยู่ที่ลิตรละ 30 บาท จะได้ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นต้นทุนที่ประมาณ 750 บาทต่อไร่

เมื่อทำนา 5 ไร่ จะมีค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ $5 \text{ ไร่} \times 750 \text{ บาท/ไร่}$ เป็นเงินค่าสูบน้ำ 3,750 บาท/ฤดูกาล ดังนั้น จุดคุ้มทุนในการเปลี่ยนจากเครื่องสูบน้ำที่พอเหมาะมาเป็นระดับน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ คือ $23,500/3,750 = 6$ ฤดูกาล หรือ ไม่เกิน 2 ปี สำหรับพื้นที่ที่สามารถทำนาได้ 4 ครั้ง/ปี

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการดำเนินการ

การสร้างระหัดวิดน้ำสามารถสร้างจากวัสดุที่หาได้ง่ายในปัจจุบัน ตลอดจนถึงการนำวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ใหม่ แต่อย่างไรก็ตาม วัสดุที่นำมาใช้ยังมีข้อด้อยบางประการ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระหัดวิดน้ำ

การทดสอบประสิทธิภาพของระหัดวิดน้ำ จากผลการทดสอบพบว่า ระหัดวิดน้ำมีประสิทธิภาพสูงกว่าท่อสูบน้ำพญานาคที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามระหัดวิดน้ำในการศึกษาในครั้งนี้สามารถสูบน้ำได้ปริมาณน้อยเนื่องจากระบบต้นกำลังที่มีขนาดเล็ก ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานเริ่มต้นของการศึกษาในครั้งนี้ที่จะพัฒนาระหัดวิดน้ำเพื่อการพึ่งพาตนเองตามแนวเกษตรทฤษฎีใหม่ สำหรับการสูบน้ำในปริมาณที่มากขึ้น สามารถเพิ่มขนาดต้นกำลังหรือขยายขนาดของระหัดวิดน้ำให้ใหญ่ขึ้นได้ตามความต้องการ

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้มีปัญหและอุปสรรค ที่เป็นข้อเสนอแนะในการพัฒนาเพิ่มเติมคือ

- 1) ใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาและทนต่อการกัดกร่อนมาใช้ เพื่อลดการสูญเสียพลังงานและยืดอายุการใช้งานระหัดวิดน้ำ
- 2) ทำการหาอัตราทดรอบที่เหมาะสมกับต้นกำลังที่เหมาะสมกับมอเตอร์ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด
- 3) ทำการทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบระหัดวิดน้ำที่เหมาะสมกับขนาดของท่อสูบ ในด้านของแรงเสียดทานและประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ

บรรณานุกรม

หนังสือ/ตำรา

เอกสารเผยแพร่รวมผลงานวิจัย มข. 2551 ระหัดวิดน้ำ ภูมิปัญญาท้องถิ่น พลังงานทดแทนในยุคน้ำมันแพง
สำนักบริหารการวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น หน้า 9-10 จาก 106 หน้า

Linsley, R. K., and Franzini, J. B., Water., 1979. Resources Engineering, McGraw-Hill Book Company. Third Edition.

Grant, D.M. and B.D. Dawson(1997). Isco Open Channel Flow Measurement Handbook 5th Edition. Isco Inc., Lincoln Nebraska. (Isco, 1997)

ISO 4371:1984, Measurement of liquid flow in open channels by weirs and flumes - End depth method for estimation of flow in non-rectangular channels with a free overfall

งานวิจัย

พินิจ ศิริพฤกษ์พงษ์ (พ.ศ.2548) การวิจัยและพัฒนาระบบสูบน้ำด้วยพลังความร้อนจากแสงอาทิตย์. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 11-13 พฤษภาคม 2548 โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี

Tamyavanich, S., 1977 Water pumps and their uses for aquaculture in Thailand. Manila, South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, SCS/77/GEN/15:423-5

ข้อมูลจาก เวิลด์ ไวด์ เว็บ

กรมชลประทาน (พ.ศ.2559) จากข้อมูลการใช้น้ำของพืชในภาคกลาง (ออนไลน์).เข้าถึงได้จาก
<http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/CWRdata/ET/index.htm> (วันที่สืบค้น 18 มีนาคม 2559)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2556) แบบระหัด (กัณฑ์ลมแบบ
ระหัดดุดน้ำของคณไทยโบราณ) (ออนไลน์).เข้าถึงได้จาก <http://www.dede.go.th>
<http://www.manager.co.th/> (วันที่สืบค้น13 กุมภาพันธ์ 2559)

ปัญญา แดงวิไลลักษณ์. (2557) เปิดตัว "ระหัดวิดน้ำ" ใช้งานทั้งปีไม่มีค่าเชื้อเพลิง, ผู้จัดการออนไลน์
(ออนไลน์).เข้าถึงได้จาก <http://www.manager.co.th/> (วันที่สืบค้น13 กุมภาพันธ์ 2559)

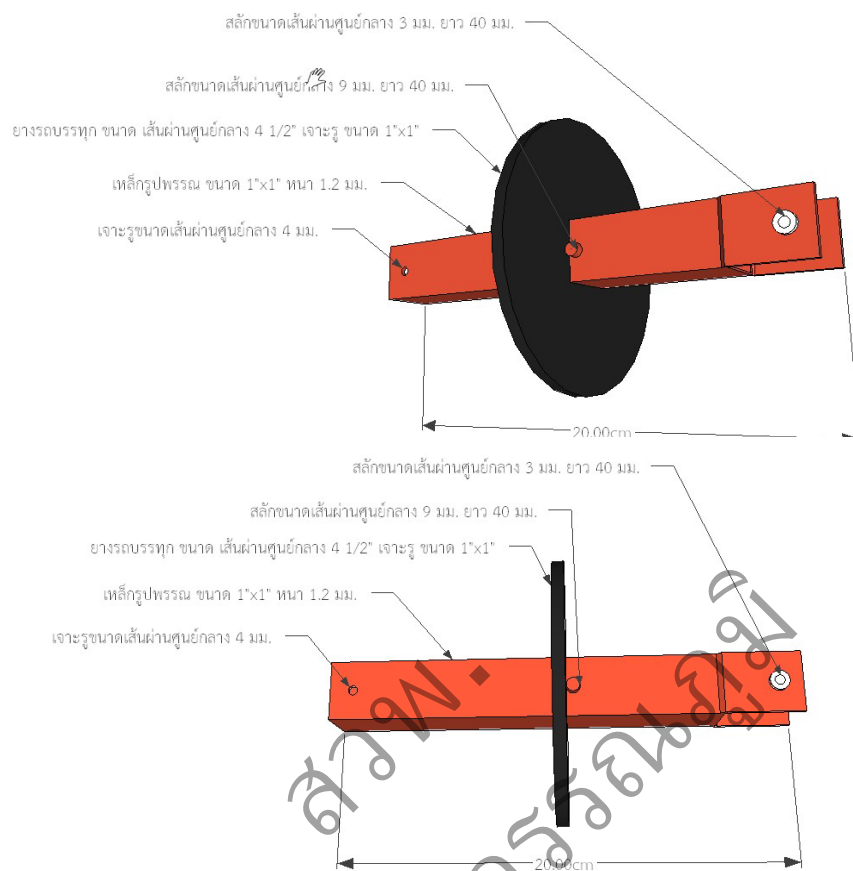
มูลนิธิชัยพัฒนา. (2559) ทฤษฎีใหม่ (ออนไลน์).เข้าถึงได้จาก <http://www.chaipat.or.th/> (วันที่สืบค้น
18 มีนาคม 2559)

วินัย บุญน้อย (2553) โซล่าเซลล์เพื่อการสูบน้ำทางการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
(ออนไลน์).เข้าถึงได้จาก http://www.phrae.mju.ac.th/system/clinic_technology/ (วันที่สืบค้น13
กุมภาพันธ์ 2559)

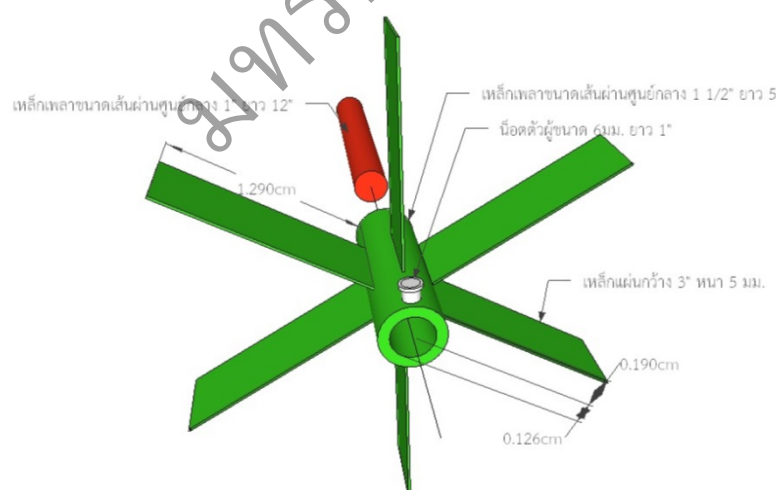
สำนักข่าว Voice TV การสูบน้ำแบบประหยัดเพื่อลดต้นทุนชาวนาให้ทำนา 1 ไร่ ได้ 1 แสนบาท (ออนไลน์).
เข้าถึงได้จาก <http://shows.voicetv.co.th/voice-news/101420.html> (วันที่สืบค้น2 เมษายน 2557)

สสวท. ทศนศึกษาออนไลน์ : กัณฑ์ลม (ออนไลน์). เข้าถึงได้ <http://fieldtrip.ipst.ac.th/> (วันที่สืบค้น 14
กุมภาพันธ์ 2559)

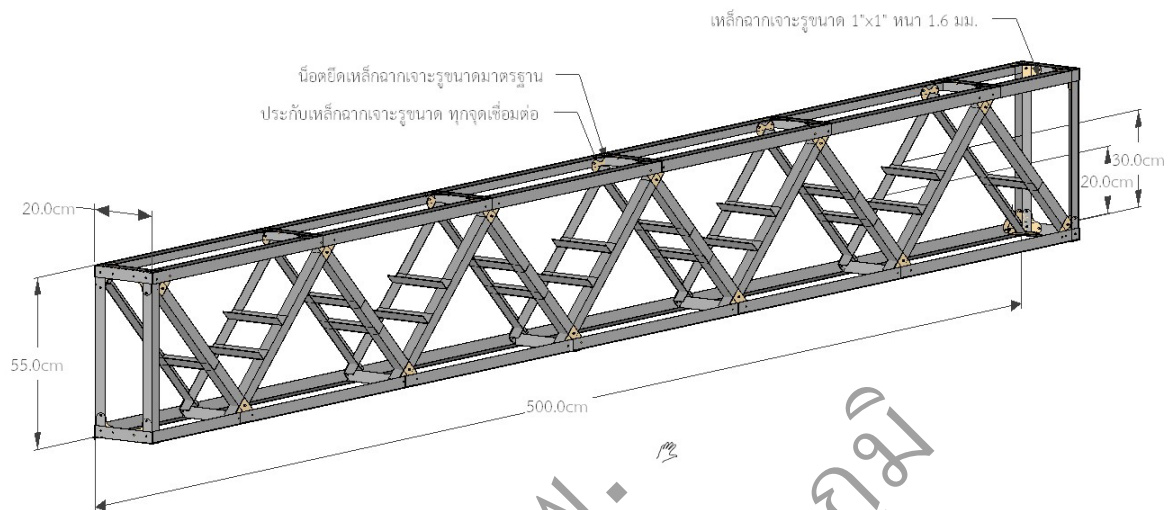
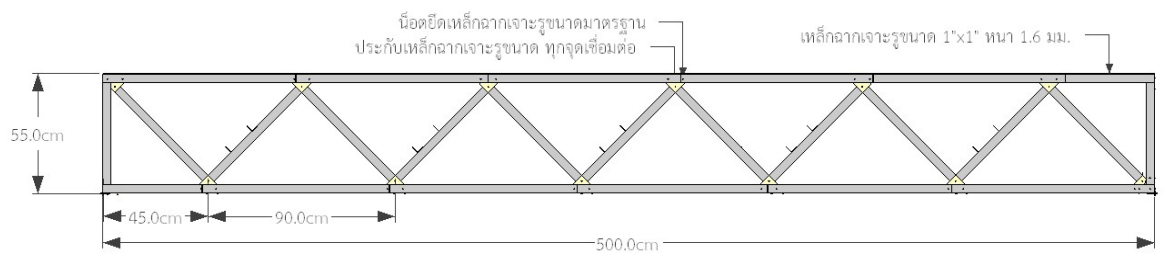
ภาคผนวก ก : รายละเอียดของระหัดวิดน้ำ



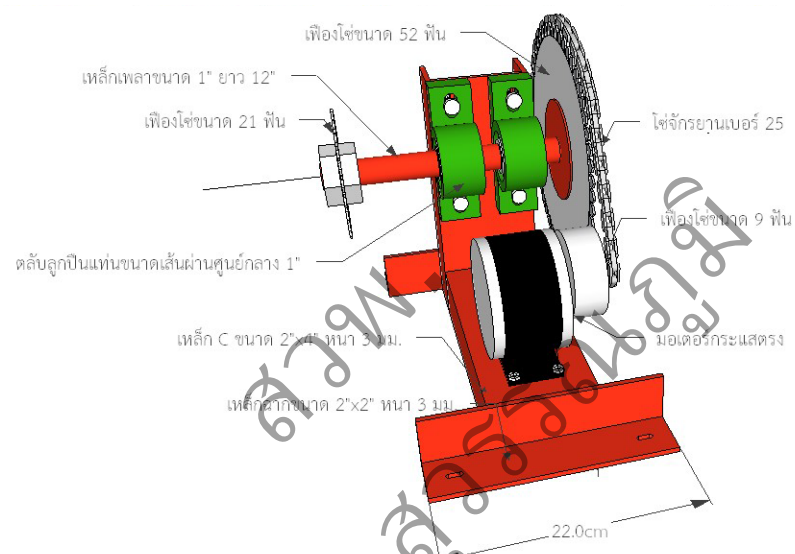
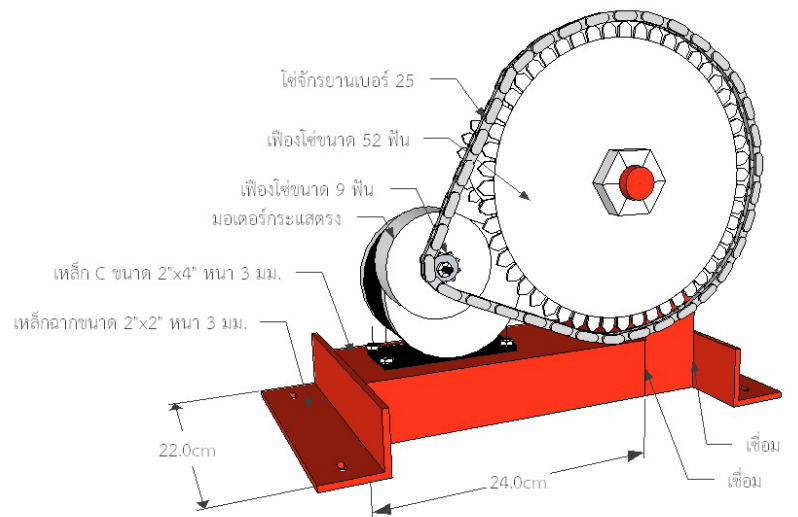
รูปที่ ผ-1 ใบระหัด



รูปที่ ผ-2 เพลระหัด



รูปที่ ผ-3 โครงระหัด



รูปที่ ผ-4 มอเตอร์ต้นกำลัง

รายการวัสดุ

ระบบส่งกำลัง

จานโซ่จักรยานขนาด 52 ฟัน	2 จาน
เฟืองฟรีโซ่จักรยาน ขนาด 22 ฟัน	1 อัน
เหล็กฉากขนาด 2"x2" หน้า 3 มม. ยาว 22 ซม	2 ชิ้น
เหล็ก C ขนาด 2"x4" หน้า 3 มม. ยาว 23 ซม.	1 ชิ้น
เหล็ก C ขนาด 2"x4" หน้า 3 มม. ยาว 25 ซม.	1 ชิ้น
แท่นตลับลูกปืน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1"	6 ชิ้น
เหล็กเพลลา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1" ยาว 12"	2 ชิ้น
เหล็กเพลลา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1" ยาว 15"	1 ชิ้น
โซ่จักรยานเบอร์ 25	2 เส้น
น็อตตัวเมีย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1"	3 ชิ้น
แผ่นเหล็กขนาด 4"x4" หน้า 4 มม.	2 ชิ้น
เหล็กเพลลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5" ยาว 5"	2 ชิ้น
เหล็กแผ่นขนาด 3" หน้า 3 มม. ยาว 5 1/2"	12 ชิ้น

โครงสร้างระหัด

เหล็กฉากเจาะรู	15 เส้น
แผ่นประกบ	120 ชิ้น
น็อตยึดเหล็กฉาก	400 ชุด
ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5"	2 ท่อ
เหล็กกล่องขนาด 1"x1" หน้า 1.7 มม.	4 เส้น
เหล็กเส้นกลม RB9	1 เส้น
ชุดน็อตสกรูแฉกขนาด 4 มม. ยาว 1 1/2" พร้อมแหวนคู่	61 ชุด
ชุดน็อตสกรูแฉกขนาด 4 มม. ยาว 2"	61 ชุด
ยางรถบรรทุกสลิบล้อแบบใช้ยางใน	3 เส้น

ระบบไฟฟ้า

มอเตอร์ 24V 250W พร้อมเกียร์ทด 6:1 และเฟืองขนาด 9 ฟัน	1 ตัว
บริจต์ไดโอด ขนาด 50A 1000v	1 ตัว
แบตเตอรี่ 12V	2 ตัว

สายไฟฟ้า 2x2.5 sq.m

20 เมตร

แผงโซลาร์เซลล์ 300W

1 แผง

สวฟ.
มทร.สุวรรณภูมิ

ภาคผนวก ข : คุณลักษณะทางไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์และมอเตอร์กระแสตรง



Good Faith Moves Mountains



NBJ-300P

JINSHI SOLAR MODEL

72 CELLS

MULTICRYSTALLINE MODULE

300W

POWER OUTPUT RANGE

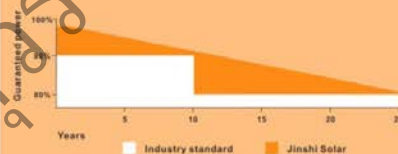
15.5%

MAXIMUM EFFICIENCY

0~+3%

POWER OUTPUT GUARANTEE

- Solar cell: High efficiency crystalline solar cell. Even if under the weak light, the solar module can produce maximum power output.
- Tempered glass: Anti-reflecting coating and high transmission rate glass increasing the power output and mechanical strength of solar module.
- EVE and TPT: Using high quality EVA and TPT to prevent destroying and water.
- All frames: Without screws corner connection. 8 holes on the frame can be installed easily.
- Junction box: Multi-functional and water-proof junction box.
- Good performance of preventing from atrocious weather such as wind and hails.
- Resisting moisture and etching effectively, not effected by geology.
- Certificates issued by international authorities: ISO Quality Management system, CE, TUV (IEC61215 and IEC61730)



Mechanical Characteristics:

Cell Size (mm)	156X156
No. of cells	72(6X12)
Module Size (mm)	1956X992X50
Module Weight (KG)	23

Packaging Specifications:

Q'ty/Pallet,	1×20'ft	1×40'GP	1×40'HQ
Pallet Q'ty	10 pallets	24 pallets	24 pallets
Q'ty/Container	200pcs	480pcs	528pcs

This publication summarizes product warranty and specification, which is subject to change without notice.

Jinshi Solar
http://www.jinshisolar.com/
sales02@jinshisolar.com

Ningbo Jinshi Solar Electrical Science&Technology Co., Ltd
No. 19 Laoshan Road, Bailun, Ningbo, China
+86 574 26877723

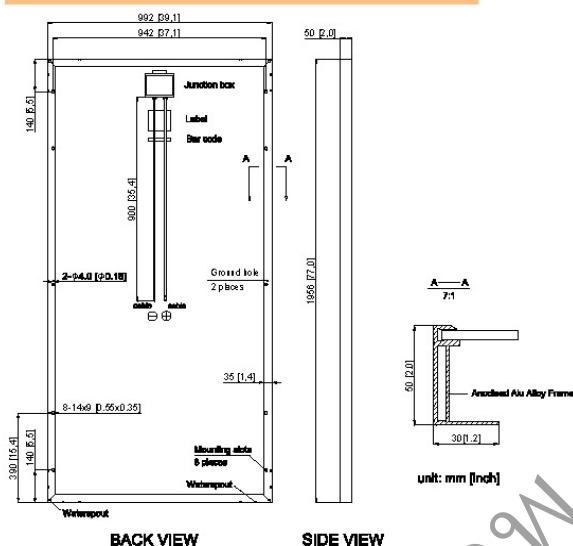


Construction Materials:

Front Glass	3.2mm, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminum Alloy Type 6063-T5
Junction Box	IP 65 Rated (Black)
Output Cables	TUV 1×4mm ² , length:900mm

Connector	MC4 (IP67)
Encapsulation Material	EVA(0.45±0.03mm thickness)
Back Foil	White TPT(0.32±0.03mm thickness)
Fixing Adhesive	Silicone Sealant(White)

Module Diagram:



Temperature Coefficient:

Power Tolerance	0~+3%
Temperature Coefficient of Pmax	(-0.43±0.05)%/°C
Temperature Coefficient of Voc	(-0.33±0.02)%/°C
Temperature Coefficient of Isc	(0.058±0.01) %/°C
NOTC(°C)	(47±2) °C

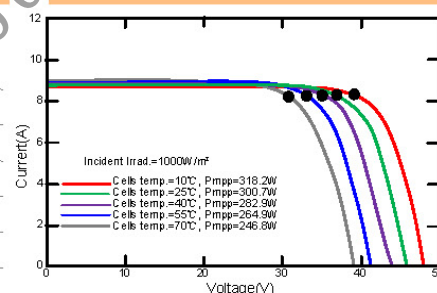
Operating Conditions:

Max. system voltage	1000VDC (IEC)
Max. system fuse rating (A)	15
Operating temperature (°C)	-40~85
Max. static load, front (e.g., snow) pa	5400
Max. static load, back (e.g., wind) pa	2400

Electrical Parameters at Standard Test Conditions (STC)

Module type	NBJ-300P
Rated Maximum Power (Pmax/W)	300
Maximum Power Voltage (Vmp/V)	36.41
Open-circuit Voltage (Voc/V)	45.20
Maximum Power Current (Imp/A)	8.24
Short-circuit Current (Isc/A)	8.73
Module Efficiency (%)	15.5
STC: Irradiance 1000W/M2	Module Temperature: 25°C
	AM=1.5

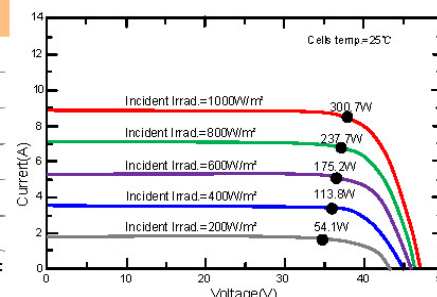
I-V Curve:



Electrical Parameters at Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)

Module type	NBJ-300P
Max Power (Pmax/W)	217.80
Maximum Power Voltage (Vmp/V)	33.77
Open-circuit Voltage (Voc/V)	42.31
Maximum Power Current (Imp/A)	6.45
Short-circuit Current (Isc/A)	6.89

Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s.



This publication summarizes product warranty and specification, which is subject to change without notice.

Jinshi Solar
http://www.jinshisolar.com/
sales02@jinshisolar.com

Ningbo Jinshi Solar Electrical Science & Technology Co., Ltd
No. 19 Laoshan Road, Beilun, Ningbo, China
+86 574 26877723

CERTIFICATE



TÜV NORD CERT GmbH
herewith declares that

Ningbo Jinshi Solar Electrical Science & Technology Co., Ltd.
No.19, Laoshan Road
Ningbo City, Zhejiang Province
315800
P.R. China

is authorized to provide the product mentioned below with the mark as illustrated:



Description of product (details see Annex 2):

PV Modules with 6" Poly-crystalline Silicon Solar Cells

Valid until: 2017-06-27

Tested according to: IEC / EN 61215:2005;
IEC 61730-1:2004 / EN 61730-1:2007;
IEC 61730-2:2004 / EN 61730-2:2007.
Remark: The fire test (MST 23 of IEC 61730-2) was performed.
Registered No.: 44 780 14 406749 - 127
Manufacturer: see Annex 1
Test Report No.: 492010541.001
File No.: GZV09024/14


TÜV NORD CERT GmbH
Certification Body
Consumer Products

Essen, 2014-11-14

Please also pay attention to the information stated overleaf.

TÜV NORD CERT GmbH

Langemarckstr. 20
Fon +49 (0)201 825 5120

45141 Essen
Fax +49 (0)201 825 3209

www.tuev-nord-cert.de
prodcert@tuev-nord.de



Anlage 1 zum Zertifikat Nr.: / Annex 1 to Certificate No.: 44 780 14 406749 - 127

Seite / Page 1 von / of 1

Aktenzeichen: / File reference: GZV09024/14

2014-11-14

Manufacturer:

Manufacturer:

Ningbo Jinshi Solar Electrical Science & Technology Co., Ltd.

No.19, Laoshan Road

Ningbo City, Zhejiang Province, 315800, P.R. China

Factory inspection report no.:

862010146.002

Remark:

Factory inspection is mandatory to be performed annually. Please refer to factory inspection report for detailed information.

สวพ.
มทอ. - สวพ. - สวพ. - สวพ.

TÜV NORD CERT GmbH
Certification Body
Consumer Products

Description of product(s):

Module types:

PV Modules with 6" Poly-crystalline Silicon Solar Cells

- a) NBJ-XXXP-36 (XXX=245-320, in increments of 5)
- b) NBJ-XXXP-30 (XXX=205-260, in increments of 5)
- c) NBJ-XXXP-27 (XXX=180-240, in increments of 5)
- d) NBJ-XXXP-24 (XXX=160-210, in increments of 5)
- e) NBJ-XXXP-36*85/156 (XXX=150-170, in increments of 5)
- f) NBJ-XXXP-18 (XXX=120-160, in increments of 5)
- g) NBJ-XXXP-18*4/5 (XXX=90-125, in increments of 5)
- h) NBJ-XXXP-18*3/5 (XXX=70-95, in increments of 5)
- i) NBJ-XXXP-18*1/2 (XXX=60-80, in increments of 5)
- j) NBJ-XXXP-18*60/156 (XXX=50-60, in increments of 5)
- k) NBJ-XXXP-18*1/3 (XXX=50)
- l) NBJ-XXXP-18*1/4 (XXX=40,)
- m) NBJ-XXXP-18*36/156 (XXX=35,)
- n) NBJ-XXXP-18*28/156 (XXX=25)
- o) NBJ-XXXP-18*23/156 (XXX=20)
- p) NBJ-XXXP-18*18/156 (XXX=15)
- q) NBJ-XXXP-18*13/156 (XXX=10)
- r) NBJ-XXXP-18*12/78 (XXX=5)

Maximum system voltage:

1000V

Fuse rating:

15A

Application class:

Class A

Electrical protection class:

Class II

Fire safety class:

C

Rated mechanical load:

For a, 5400Pa
For b-d, if frame thickness=45mm, 5400Pa. Others are 2400Pa.

Remark:

For detailed product information, please refer to CDF (Constructional Data Form) in Annex 1 of test report.


TÜV NORD CERT GmbH
Certification Body
Consumer Products

ภาคผนวก ค : คุณสมบัติทางไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรง

DC motor specifications

Product Descriptions : Model MY1016Z2



The MY1016Z2 is a high-torque "pancake"-style motor designed to deliver good performance and efficiency at an economical price.

This is achieved by the use of four brushes and advanced electromagnetic computer modeling and design.

The MY1016Z2 motor is 4.0 inches in diameter and 3.2 inches long.

The shaft rides in two high-quality ball bearings. The heavy-gauge

motor leads are 14 inches long. The motor weighs 4.2 pounds and it is finished in a high-quality black powder-coat.

This reversible motor can be used at voltages ranging from 12V to 36VDC. At 24 Volts it has the following performance: The no-load speed is 400 RPM. The rated power output is 250W at 350 RPM at 14 Amps. Peak efficiency is 78%.

The MY1016Z2 motors are used in diverse applications including robots, electric scooters, and electric bicycles.

Product Features

- Measures 4.0 inches diameter, (102 mm) by 3.2 inches long, (81 mm)
- No-load RPM: 400 at 24 Volts; Can be used at voltages ranging from 12V to 36VDC
- Electric current : $\leq 14A$
- Continuous power: 250W (1/3 Horsepower)

- Peak efficiency at 24V: 78%
- Short "Pancake" Motor with 9-tooth Sprocket for #25 Chain
- Weight: 4.2 pounds

ดร. วรพ.
ผอ. วรพ. วรพ. วรพ.

ภาคผนวก ง : รูปภาพการทำงาน













