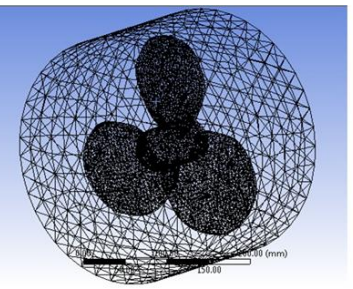
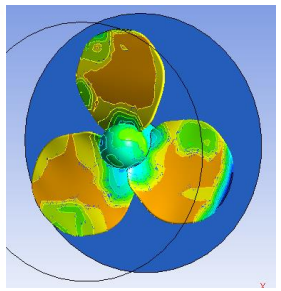
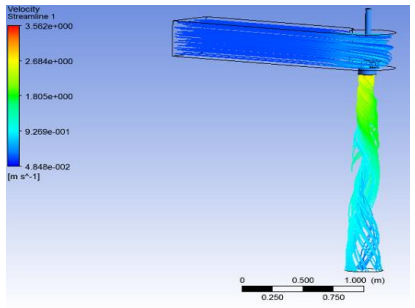
รายงานโครงการวิจัย
“การพัฒนาชุดกังหันน้ำขนาดเล็กมากนวัตกรรมทั่วถึงสำหรับการผลิตไฟฟ้าในชนบท”

โดย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี







สวทช NSTDA

EGAT
Power for Thai Happiness

KMUTT King Mongkut's University of Technology Thonburi

ที่มา

ราคากังหันน้ำ (บาท/วัตต์)

ราคากังหันน้ำ (บาท/วัตต์)

จำนวนครัวเรือนที่ใช้งาน

locally designed

>100	3

Performance investigation

>100	3

Pelton's bucket

35	15

2535 2549 2552 2558

1. วัตถุประสงค์เชิงกิจกรรม

1. เพื่อพัฒนาชุดกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากที่เหมาะที่สุดที่สภาวะการทำงานต่าง ๆ โดยใช้วัสดุ เครื่องจักร และเทคโนโลยีการผลิตในประเทศ โดยคำนึงถึงความแข็งแรงทนทาน ระยะเวลาในการผลิต และราคา ที่จะก่อให้เกิดนวัตกรรมกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากทั่วถึง

2. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีกังหันน้ำขนาดเล็กมากนวัตกรรมทั่วถึง ผ่านกลุ่มกังหันน้ำคีรีวง จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อเพิ่มช่องทางในการรับรู้ข่าวสารและข้อมูลการเข้าถึงเทคโนโลยีกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก ส่งผลให้มีการขยายการติดตั้งและถ่ายทอดเทคโนโลยีกังหันน้ำให้กับชุมชนต่าง ๆ ที่มีลักษณะภูมิประเทศใกล้เคียงกันทั่วประเทศ

2. เป้าหมาย/ผลงานหลักของโครงการ

ได้ต้นแบบและกระบวนการผลิตชุดกังหันน้ำขนาดมากเล็กต้นทุนต่ำโดยใช้เทคโนโลยีในประเทศ ที่สามารถถ่ายทอดสู่ชุมชนและภาคอุตสาหกรรมได้ ครอบคลุมทั้ง 3 ลักษณะการใช้งาน ประกอบด้วย

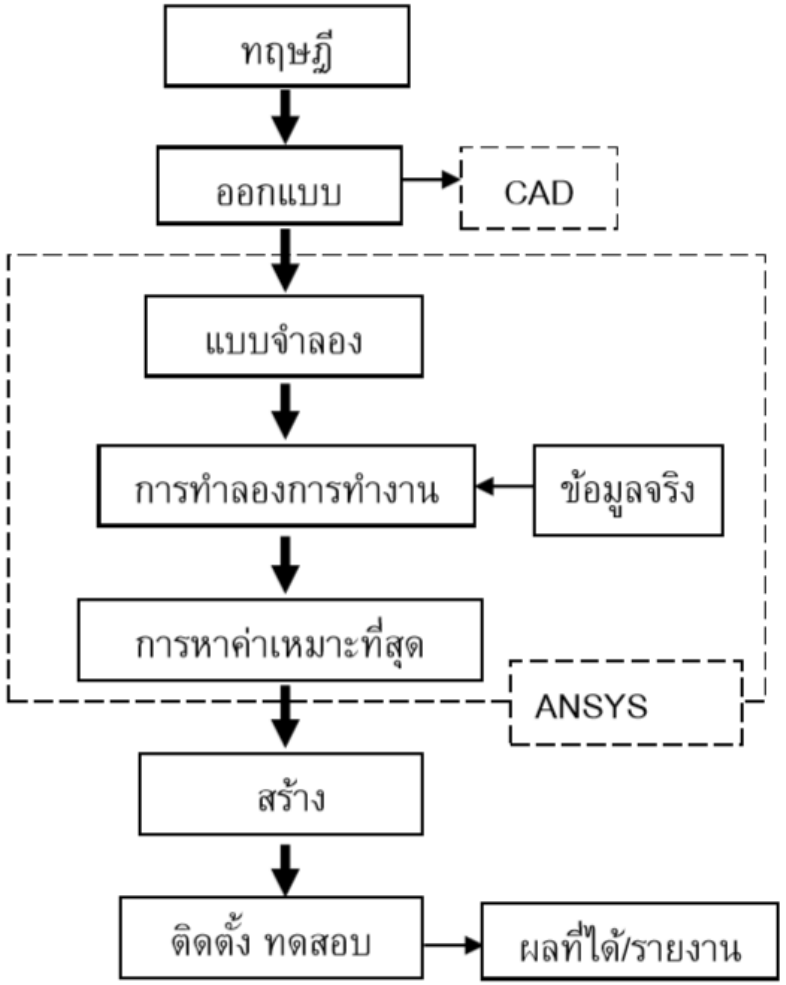
1) ชุดกังหันน้ำเพลตัน ซึ่งเหมาะกับพื้นที่ใช้งานกรณีมีระยะเฮดสูง (High Head)

2) ชุดกังหันน้ำใบพัด ซึ่งเหมาะกับพื้นที่ใช้งานกรณีมีระยะเฮดต่ำ (Low Head)

3) ชุดกังหันน้ำกระแสน้ำไหล ซึ่งเหมาะกับพื้นที่ใช้งานในกระแสน้ำไหล (Current Flow)

ที่ราคาต้นทุนไม่เกิน 10,000 บาท/ชุด (10 บาท/วัตต์) เมื่อนำไปติดตั้งใช้งาน จะก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน คิดเป็นมูลค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบกังหันน้ำ 0.45 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งต่ำกว่าอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคประมาณ 4 เท่า

3. วิธีดำเนินงาน



1. การออกแบบใบพัดกังหันน้ำที่เหมาะที่สุดที่สภาวะการทำงานต่าง ๆ โดยใช้อัลกอริทึมทางคณิตศาสตร์

2. การออกแบบชุดกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากที่เหมาะที่สุด

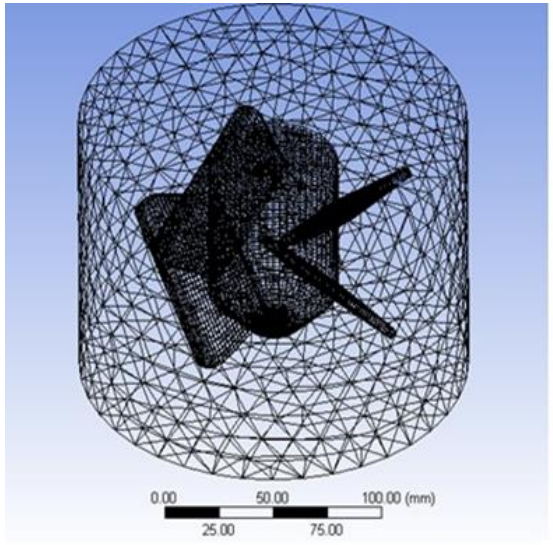
3. การพัฒนากระบวนการผลิตชุดกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก โดยใช้วัสดุ เครื่องจักร และเทคโนโลยีการผลิตในประเทศ

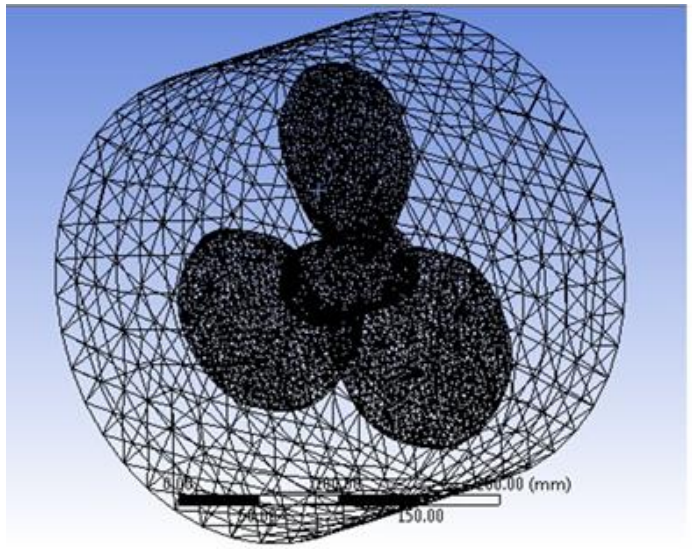
4. การติดตั้ง/ทดสอบระบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากทั้งในห้องปฏิบัติการและการติดตั้งทดสอบในรูปแบบการใช้งานจริงที่บ้านคีรีวง

5. การถ่ายทอดเทคโนโลยีกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากนวัตกรรมทั่วถึง ผ่านวิสาหกิจชุมชนกังหันน้ำคีรีวง จังหวัดนครศรีธรรมราช

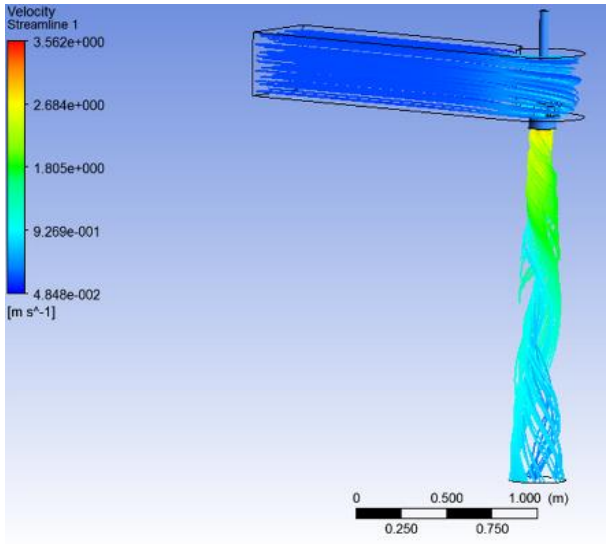
3. วิธีดำเนินงาน

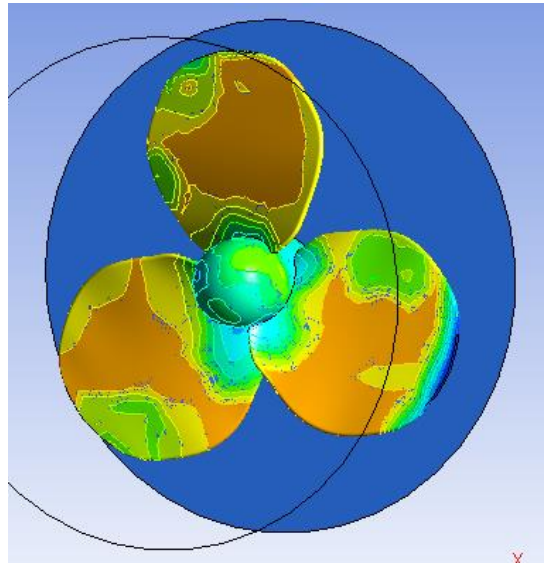
3.1 การออกแบบใบพัดกังหันน้ำที่เหมาะที่สุดที่สภาวะการทำงานต่าง ๆ โดยใช้อัลกอริทึมทางคณิตศาสตร์





เมชเอลิเมนต์ของแบบจำลองชุดกังหันน้ำ

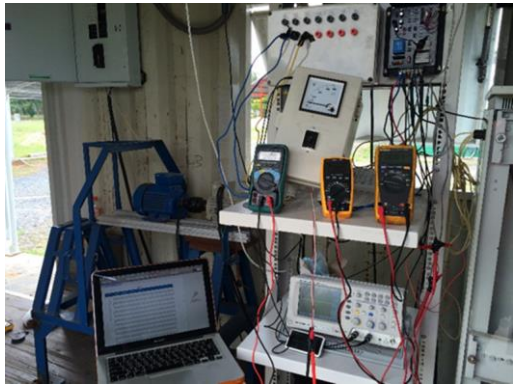




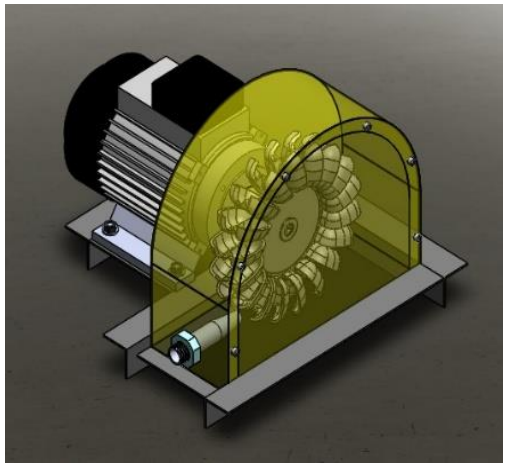
ผลการจำลองการทำงานกังหันน้ำใบพัดด้วยโปรแกรม ANSYS

3. วิธีดำเนินงาน

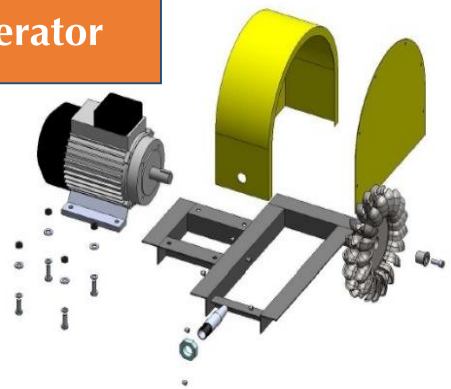
3.2 การออกแบบชุดกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากที่เหมาะที่สุด



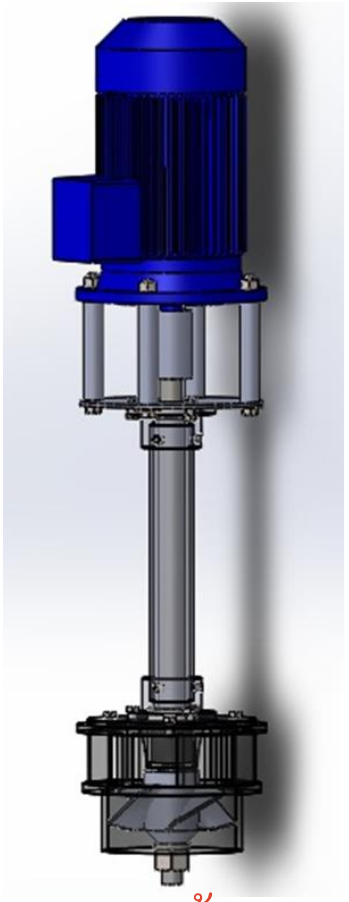
การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและชุดควบคุม



Nturbine (pmax) = Ngenerator



ชุดกังหันน้ำเพลตัน

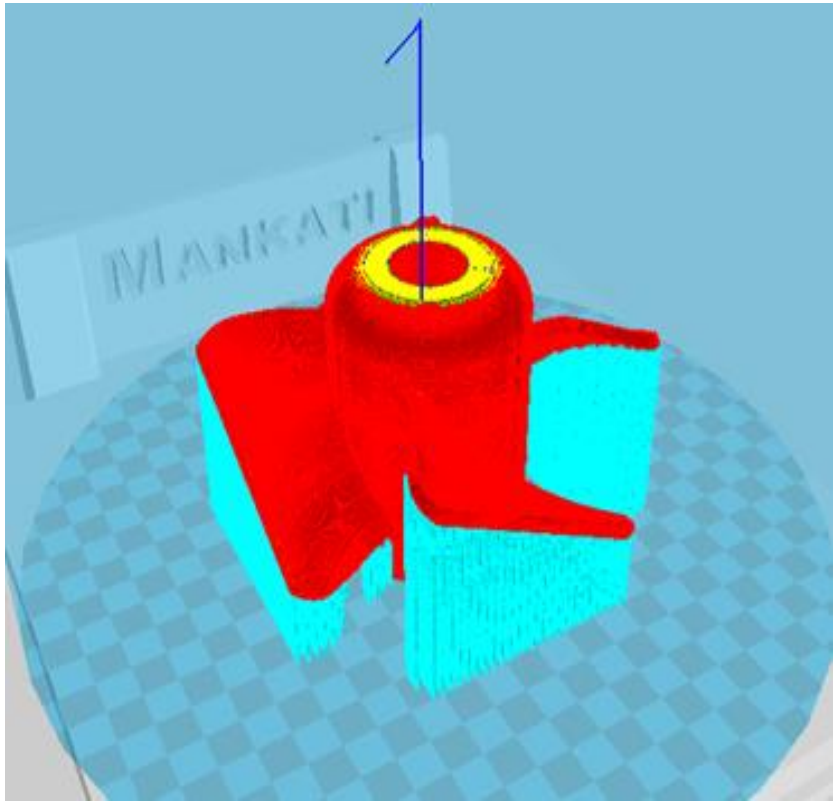


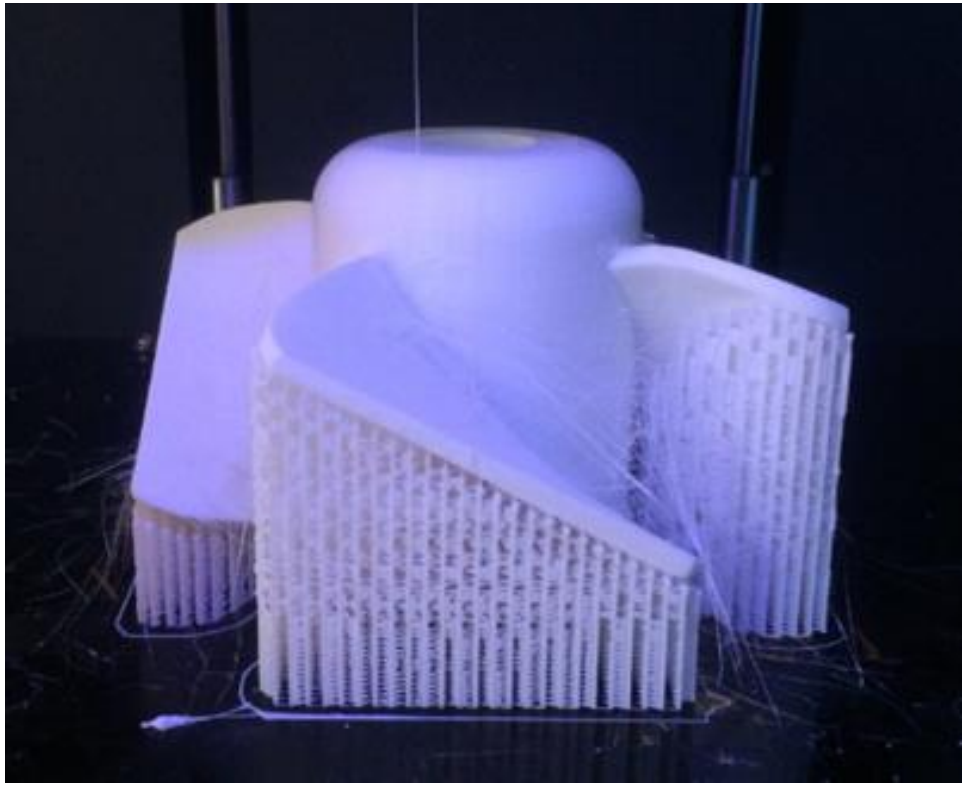
ชุดกังหันน้ำใบพัด

ชุดกังหันกระแสน้ำไหล

3. วิธีดำเนินงาน

3.3 การพัฒนากระบวนการผลิตชุดกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก โดยใช้วัสดุ เครื่องจักร และเทคโนโลยีในประเทศ

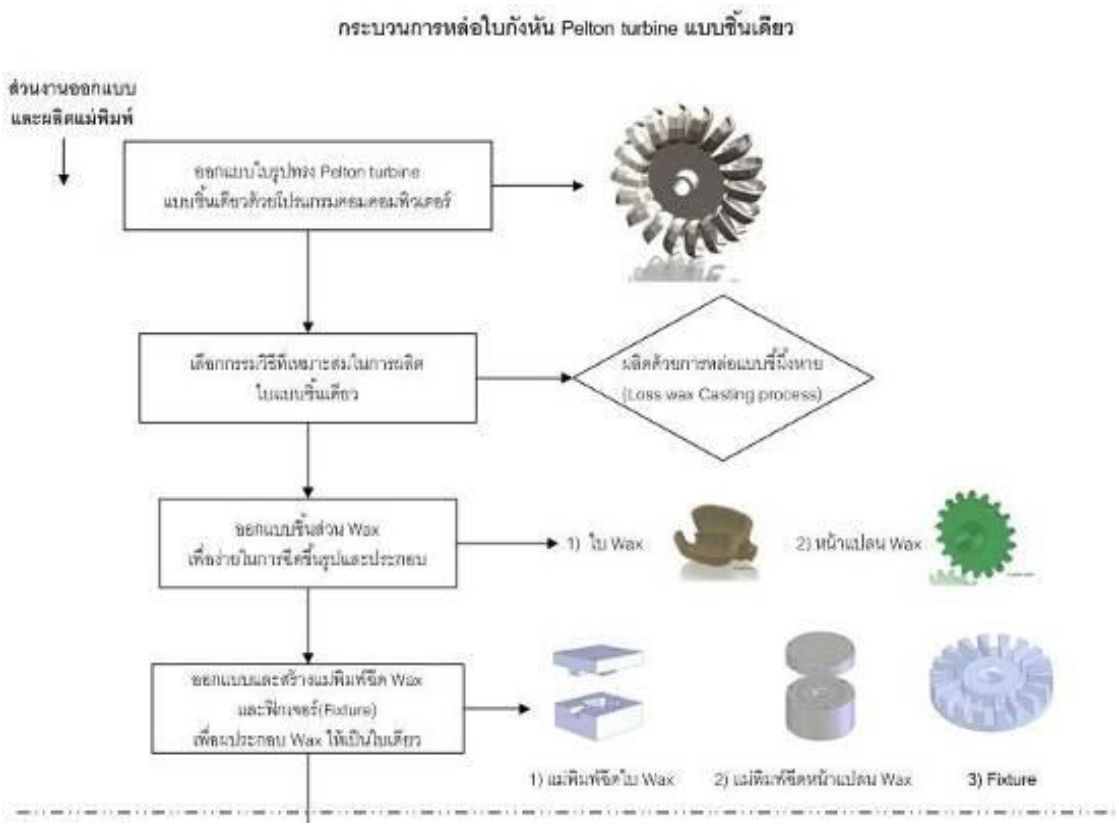


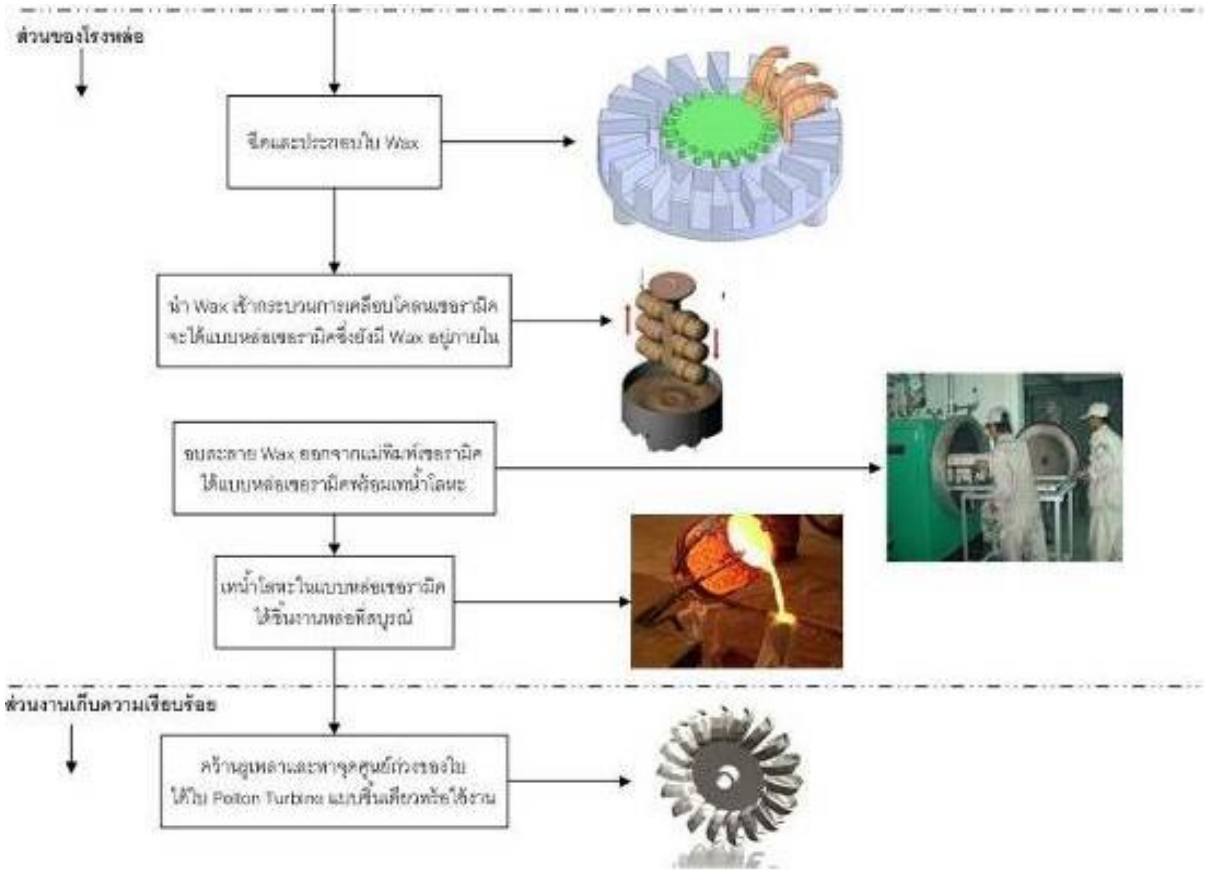


กระบวนการผลิตในขั้นตอนเครื่องต้นแบบ >> เครื่องพิมพ์ 3 มิติ

3. วิธีดำเนินงาน

3.3 การพัฒนากระบวนการผลิตชุดกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก โดยใช้วัสดุ เครื่องจักร และเทคโนโลยีในประเทศ



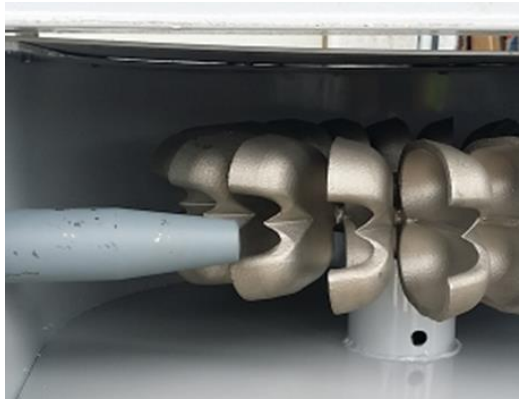


กระบวนการผลิตในการขยายผล >>ขึ้นรูปโดยการหล่อด้วยวิธี Loss Wax

3. วิธีดำเนินงาน

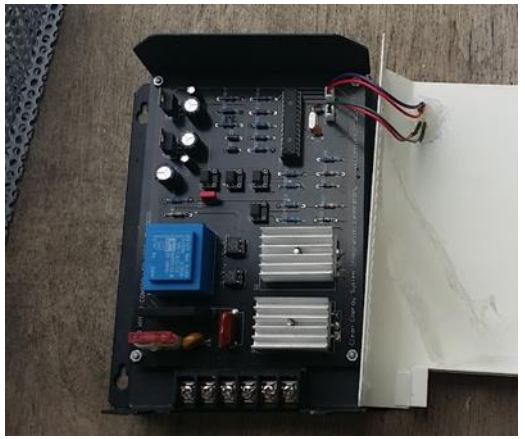
3.3 การพัฒนากระบวนการผลิตชุดกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก โดยใช้วัสดุ เครื่องจักร และเทคโนโลยีในประเทศ

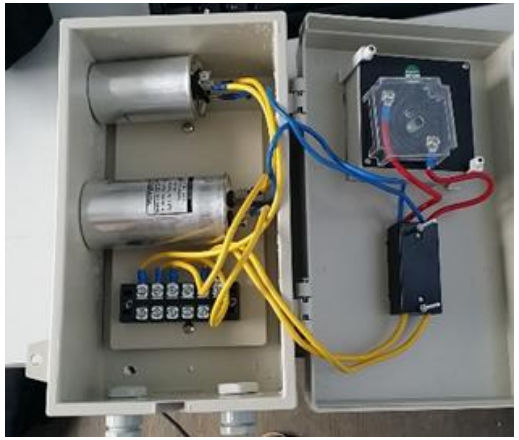
1 kW ชุดกังหันน้ำเพลตัน



500 W ชุดกังหันน้ำใบพัด

100 W ชุดกังหันกระแสน้ำไหล





1 kW ชุดควบคุม

3. วิธีดำเนินงาน

4. การติดตั้ง/ทดสอบระบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากทั้งในห้องปฏิบัติการและการติดตั้งทดสอบในรูปแบบการใช้งานจริงที่บ้านคีรีวง

การติดตั้ง/ทดสอบระบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากในห้องปฏิบัติการ

3. วิธีดำเนินงาน

4. การติดตั้ง/ทดสอบระบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากทั้งในห้องปฏิบัติการและการติดตั้งทดสอบในรูปแบบการใช้งานจริงที่บ้านคีรีวง

การติดตั้ง/ทดสอบระบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากในห้องปฏิบัติการ

ชุดกังหันน้ำเพลตัน

(792 W @ H=80 m, Flow 2 l/s)

ประสิทธิภาพ 50%

ชุดกังหันน้ำใบพัด

(189 W @ H=2.5 m, Flow 20 l/s)

ประสิทธิภาพ 37% >> turbulent flow

ชุดกังหันกระแสน้ำ

(56 W @ V=4m/s, A= 0.061m2)

ประสิทธิภาพ 2.8% >> turbulent flow

3. วิธีดำเนินงาน

4. การติดตั้ง/ทดสอบระบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากทั้งในห้องปฏิบัติการและการติดตั้งทดสอบในรูปแบบการใช้งานจริงที่บ้านคีรีวง

การติดตั้ง/ทดสอบระบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากที่บ้านคีรีวง

ชุดกังหันน้ำเพลตัน

(680 W @ H=80 m, Flow 1.68 l/s)

ประสิทธิภาพ 50%

ชุดกังหันน้ำใบพัด

(150 W @ H=2.5 m, Flow 10 l/s)

ประสิทธิภาพ 56%

ชุดกังหันกระแสน้ำ

(60 W @ V=3m/s, A= 0.061m2)

ประสิทธิภาพ 7%

3. วิธีดำเนินงาน

5. การถ่ายทอดเทคโนโลยีกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากนวัตกรรมทั่วถึง ผ่านวิสาหกิจชุมชนกังหันน้ำคีรีวง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ถ่ายทอดเทคโนโลยีกังหันน้ำเพลตันผ่านการฝึกอบรมให้กับกลุ่มชาวบ้านคีรีวง กว่า 100 คน เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2555

ถ่ายทอดเทคโนโลยีกังหันน้ำให้กับวิสาหกิจชุมชนกังหันน้ำคีรีวง ผ่านกระบวนการทำงานวิจัยร่วมกันตลอดโครงการ

4. ผลการดำเนินงาน

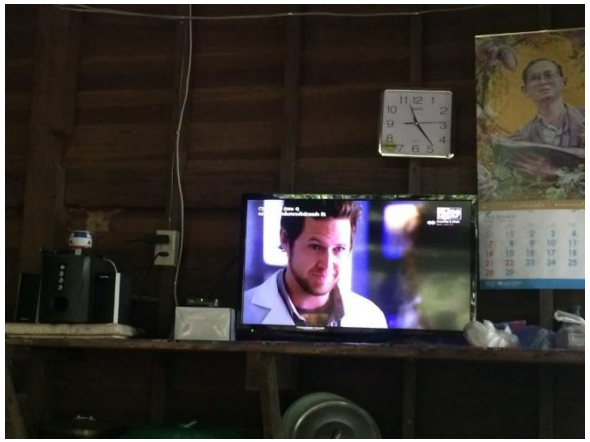
ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบรายการต้นทุนกรณีการใช้งานชุดกังหันน้ำต้นแบบและนำเข้าเทคโนโลยี

ต้นทุน	กังหันเพลตัน (บาท)	กังหันใบพัด (บาท)	กังหันกระแสน้ำ (บาท)
กรณีชุดกังหันน้ำต้นแบบ			
1. ค่าใช้จ่ายลงทุน			
งานโยธา เช่น ฐานรอง อาคาร	10,000	10,000	5,000
งานไฟฟ้า เช่น สายไฟฟ้า เสาไฟ	5,000	5,000	5,000
กังหันน้ำ (AC)	15,000 15 บาท/วัตต์	11,414 22 บาท/วัตต์	19,500 390/195 บาท/วัตต์
ระบบท่อ/ราง/ข้อต่อ	-	10,000	-
รวม	30,000	36,414	29,500
กรณีนำเข้าเทคโนโลยี			
1. ค่าใช้จ่ายลงทุน			
งานโยธา เช่น ฐานรอง อาคาร	10,000	10,000	5,000
งานไฟฟ้า เช่น สายไฟฟ้า เสาไฟ	5,000	5,000	5,000
กังหันน้ำ (DC)	125,000 125 บาท/วัตต์	85,000 170 บาท/วัตต์	65,000 650 บาท/วัตต์
ระบบท่อ/ราง/ข้อต่อ	-	10,000	-
รวม	140,000	110,000	75,000

4. ผลการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.3 ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน

ต้นทุน	นำเข้าเทคโนโลยี	ในโครงการ
ชุดกังหันน้ำเพลตัน		
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)	20,195	130,195
อัตราผลตอบแทนภายใน (เปอร์เซ็นต์)	13%	76%
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (B/C Ratio)	1.85	6.49
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	6	2
อัตราค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	2.51	0.72
ชุดกังหันน้ำใบพัด		
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)	-34,204	39,382
อัตราผลตอบแทนภายใน (เปอร์เซ็นต์)	3%	29%
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน(B/C Ratio)	1.15	2.83
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	9	4
อัตราค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	4.04	1.64
ชุดกังหันกระแสน้ำ		
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)	-64,265	-27,205
อัตราผลตอบแทนภายใน (เปอร์เซ็นต์)	-18%	-23%
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน(B/C Ratio)	0.34	0.36
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	-	-
อัตราค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	13.86	12.88



4. ผลการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบราคาและคุณสมบัติทางเทคนิคของชุดกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีจำหน่ายเชิงพานิชย์ในปัจจุบัน

ประเภท	กังหันน้ำ	ระยะเฮด (เมตร)		อัตราการไหล (ลิตร/วินาที)		ราคา (บาท/กิโลวัตต์)	
		สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด
กังหันแรงกระแทก	Peltric set	50	20	20	10	75,600	32,655
	PPP	100	25	15	3	105,000	70,000
	Low Cost DC	60	20	10	5	75,250	63,000
	MDFH	30	20	2	1	105,000	70,000
	Stream engine	100	2	1.5	0.04	75,250	63,000
	Turgo	20	5	8	2	119,000	112,000
	Cross-flow	20	5	50	5	105,000	70,000
	ในโครงการวิจัยนี้	100	40	4	1.5	15,000	
กังหันแรงสะท้อน	Power pal	5	1	130	35	70,000	52,500
	Open flume	6	3	100	10	140,000	87,500
	Split reaction	5	2	16	8	42,000	35,000
	ในโครงการวิจัยนี้	5	2.5	60	20	22,828	
กังหันวงล้อ	Overshot	10	2.5	4	2	175,000	52,500
	Undershot	2.5	0.5	10	7	140,000	115,500
	PAT	20	5	50	5	105,000	70,000
	Submersible 100 W	In stream		4 m/s		70,000	52,500
	Archimedes screw	5	2	8	0.5	70,000	35,000
	Submersible งานวิจัยนี้	In stream		4 m/s		195,000	

4. ผลการดำเนินงาน

KMUTT สวทช NSTDA EGAT Power for Thai Happiness

กังหันน้ำขนาดเล็กมาก นวัตกรรมทั่วถึง สำหรับการผลิตไฟฟ้าในชนบท

Inclusive innovation of pico hydro turbine units for rural electrification

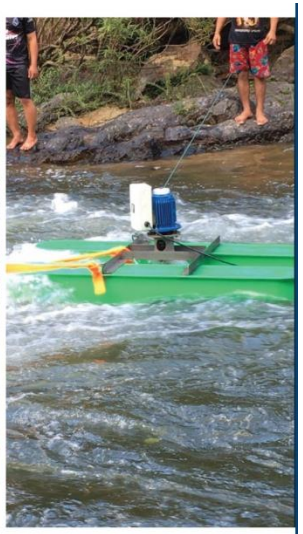
เหมาะสำหรับการใช้งานในทุกลักษณะภูมิประเทศ

ใช้วัสดุและกระบวนการผลิตในประเทศ

แข็งแรง ทนทาน สะดวกในการติดตั้งและบำรุงรักษา

ราคาถูกกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ

ผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 230 โวล์ท 50 เฮิร์ต พร้อมใช้งาน



ชุดกังหัน *มีหลายขนาด เลือกให้เหมาะกับการใช้งาน*

ชุดกังหันน้ำเพลตัน ขนาด 1 กิโลวัตต์

ระยะเฮดใช้งาน 60–100 เมตร

อัตราการไหลใช้งาน 2–3 ลิตร/วินาที (ท่อน้ำ 2–3 นิ้ว)

ราคา 30,000 บาท/ชุด

อัตราค่าไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบ 0.72 บาท/กิโลวัตต์–ชั่วโมง

ชุดกังหันน้ำเพลตัน ขนาด 300 วัตต์

ระยะเฮดใช้งาน 40–80 เมตร

อัตราการไหลใช้งาน 0.5–1.5 ลิตร/วินาที (ท่อน้ำ 1–1.5 นิ้ว)

ราคา 15,000 บาท/ชุด

อัตราค่าไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบ 1.58 บาท/กิโลวัตต์–ชั่วโมง

ชุดกังหันน้ำใบพัด ขนาด 500 วัตต์

ระยะเฮดใช้งาน 3–4 เมตร

อัตราการไหลใช้งาน 20–40 ลิตร/วินาที

ราคา 20,000 บาท/ชุด

อัตราค่าไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบ 1.11 บาท/กิโลวัตต์–ชั่วโมง

ชุดกังหันกระแสน้ำ ขนาด 100 วัตต์

วางในลำธารที่มีความเร็วกระแสน้ำ 3–6 เมตร/วินาที

ราคา 29,000 บาท/ชุด

อัตราค่าไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบ 12.88 บาท/กิโลวัตต์–ชั่วโมง

4. ผลการดำเนินงาน

ราคากังหันน้ำ (บาท/วัตต์)

ราคากังหันน้ำ (บาท/วัตต์)

จำนวนครัวเรือนที่ใช้งาน

locally designed

>100	3

Performance investigation

>100	3

Pelton's bucket

35	15

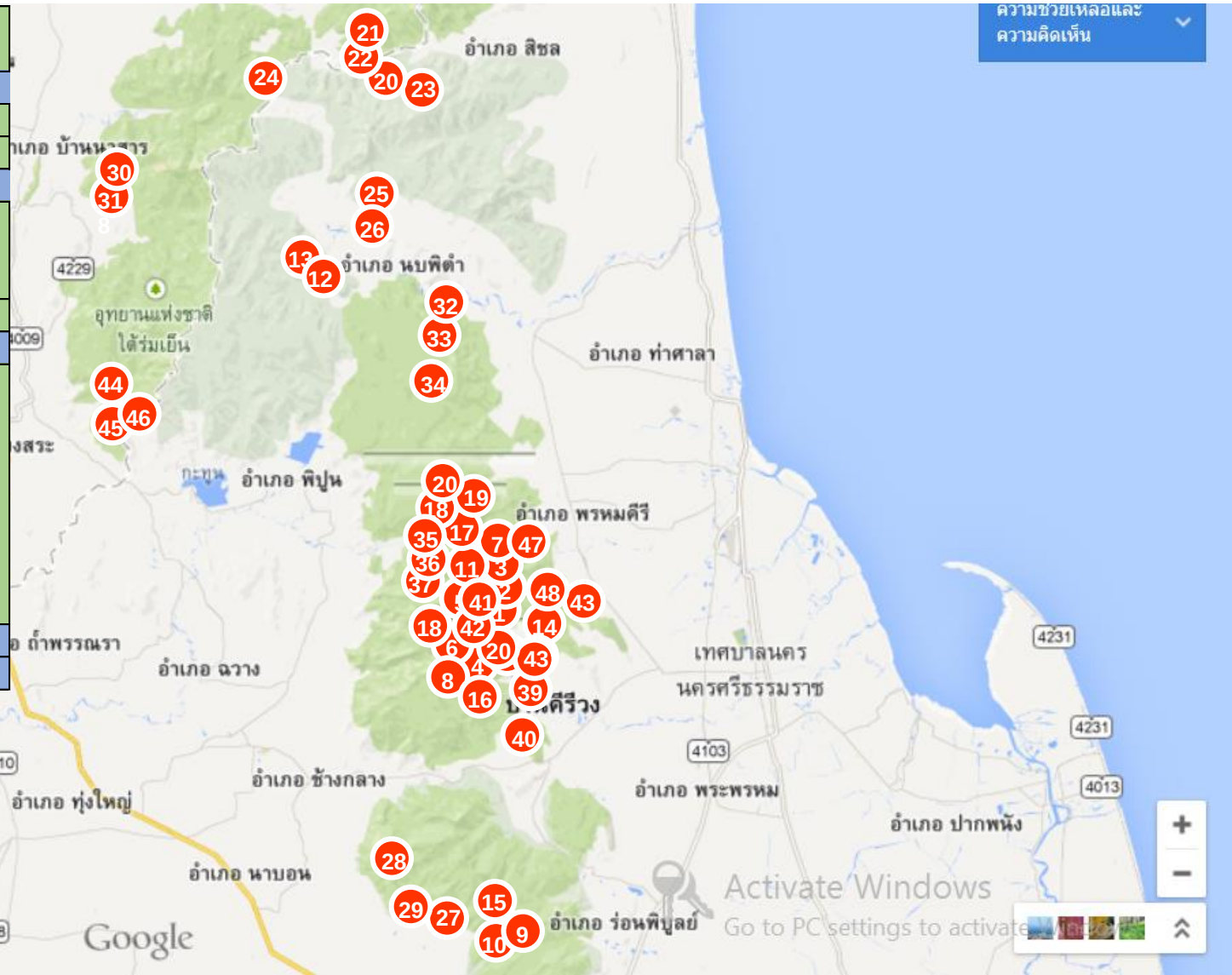
1 step runner foundry

10	>50

2535 2549 2552 2558

4. ผลการดำเนินงาน

ระยะเวลา	จำนวน	รวมกำลังการผลิต (kW)	สถานที่ติดตั้งใช้งาน
ก่อนเริ่มโครงการ พ.ศ. 2549-2557			
กังหันเพลตัน 1 kW	16	16	บ้านคีรีวง จังหวัดนครศรีธรรมราช
รวม		16	
ในโครงการ พ.ศ. 2558			
กังหันเพลตัน 1 kW	1	1	บ้านคีรีวง จังหวัดนครศรีธรรมราช
กังหันใบพัด 500 W	1	0.5	บ้านคีรีวง จังหวัดนครศรีธรรมราช
กังหันกระแสน้ำ 100 W	1	0.1	บ้านคีรีวง จังหวัดนครศรีธรรมราช
รวม		1.6	
การขยายผล พ.ศ. 2558-2559			
กังหันเพลตัน 1 kW	40	40	ชุมชนรอบเทือกเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช
กังหันเพลตัน 1 kW	3	3	อุทยานแห่งชาติตะรุเตา จังหวัดสตูล
กังหันเพลตัน 300 W	30	9	ชุมชนรอบเทือกเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช
กังหันเพลตัน 3 kW	3	0.9	บ้านคีรีวง จังหวัดนครศรีธรรมราช
กังหันใบพัด 500 W	5	2.5	บ้านคีรีวง จังหวัดนครศรีธรรมราช
กังหันใบพัด 1 KW	1	1	อุทยานแห่งชาติตะรุเตา จังหวัดสตูล
กังหันกระแสน้ำ 100 W	5	0.5	บ้านคีรีวง จังหวัดนครศรีธรรมราช
กังหันกระแสน้ำ 100 W	5	0.5	บ้านโป่งลึก-บางกลอย จังหวัดเพชรบุรี
รวม		57.4	
รวมทั้งหมด		75	



5. ข้อเสนอแนะ

1) การปรับปรุงชุดกังหันน้ำเพลตัน

นำชุดใบพัดเพลตันได้กว่าไปใช้งานเพื่อผลิตกำลังไฟฟ้าสูงกว่า 1 กิโลวัตต์ โดยการปรับเปลี่ยนขนาดและจำนวนหัวฉีด และขนาดเครื่องกำเนิด เช่น ที่ 3 กิโลวัตต์ จะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนลดลงเหลือเพียง 7 บาทต่อวัตต์เท่านั้น

2) การปรับปรุงชุดกังหันน้ำใบพัด

2.1) เทคโนโลยีการหล่อแบบ Loss Wax Casting สำหรับใบพัดและช่องบังคับน้ำ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนลดลง

2.2) ออกแบบรูปทรงใบพัดใหม่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยอาศัยการศึกษาพลศาสตร์ของไหลเพื่อหาใบพัดที่มีประสิทิภาพสูงสุด ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนลดลง

5. ข้อเสนอแนะ

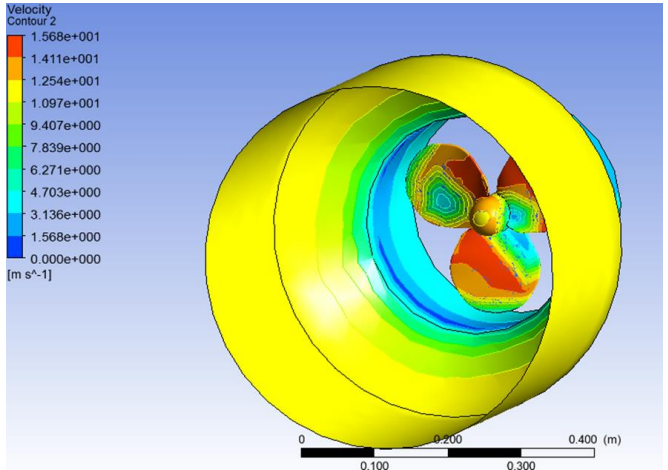
3) การปรับปรุงชุดกังหันน้ำกระแสน้ำ

2.1) เทคโนโลยีการหล่อแบบ Loss Wax Casting สำหรับใบพัดและช่องบังคับน้ำ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนลดลง

2.2) นำ Diffuser มาติดตั้งใช้งานร่วมกับชุดกังหันกระแสน้ำ

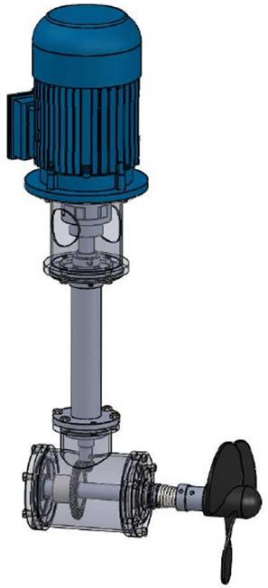
>> ลดความปั่นป่วนของกระแสน้ำที่ไหลเข้าปะทะใบพัดกังหันน้ำ

>> เพิ่มความเร็วของกระแสน้ำ (ค่าใช้จ่ายในการลงทุนลดลงเหลือเพียง 195 บาทต่อวัตต์)



5. ข้อเสนอแนะ

3) การปรับปรุงชุดกังหันน้ำกระแสน้ำ



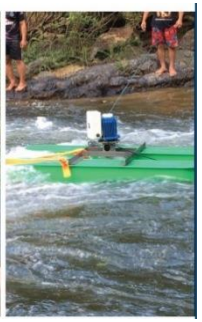
6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ที่เห็นความสำคัญของงานวิจัย

สมาชิกวิสาหกิจชุมชนกังหันน้ำคีรีวง รวมถึงชาวบ้านคีรีวงทุกคน ที่โอบอ้อมอารีย์ต่อทีมงานวิจัย

“Inclusive innovation development of pico hydro turbine units for rural electrification”



(คลิกลูกศรเมื่ออยู่ในโหมดการนำเสนอสไลด์)