

การศึกษาหาแรงบิดและประสิทธิภาพกังหันน้ำจากพลังงานน้ำวนอิสระ

A study of Torque and hydro turbine efficiency from Free Vortex Energy

ณัฐ โพธิ์วาระ (Nut Potiwara)* ดร.รัชพล สันติวรากร (Dr. Ratchaphon Suntivarakom)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแรงบิดและประสิทธิภาพกังหันน้ำจากพลังงานน้ำวนอิสระ โดยออกแบบและสร้างอุปกรณ์วัดแรงบิด ซึ่งประยุกต์จากหลักการไดนาโมมิเตอร์ชนิด โพรนิ์เบรก โดยมีดิสก์เบรกเป็นตัวให้ภาระกับเพลากังหัน การควบคุมเบรกจะควบคุมโดยชุดเบรกมือ โดยที่กำลังจากเพลากังหันน้ำที่ทำการทดสอบจะถูกส่งไปยังโพรนิ์เบรก และสามารถวิเคราะห์หาแรงบิดและประสิทธิภาพของกังหันน้ำได้ โดยได้ทำการทดสอบแรงบิดของกังหันน้ำ 2 ชุด ที่มีจำนวนใบพัด 5 ใบ ที่ความเร็วรอบต่างกัน ที่อัตราการไหลของน้ำคงที่ที่ 0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จากการทดลองพบว่ากังหันแบบที่ 1 มีแรงบิดและประสิทธิภาพมากที่สุด ที่ความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที โดยที่กังหันแบบที่ 1 มีแรงบิดและประสิทธิภาพเท่ากับ 23.45 นิวตัน-เมตร, 29.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกังหันแบบที่ 2 มีแรงบิดและประสิทธิภาพเท่ากับ 21.46 นิวตัน-เมตร, 27.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยที่กังหันแบบที่ 1 มีประสิทธิภาพมากกว่าแบบที่ 2 เฉลี่ย 9.28 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากรูปแบบใบพัดสามารถรับพลังงานจากน้ำวนได้มากกว่า

ABSTRACT

The purpose of this research was to examine the torque and the efficiency of hydro turbine from Free Vortex Energy. Torque instrument was designed and built by using the principle of prony brake dynamometer with disc brakes in order to measure the torque. The load was generated by disc brakes for turbine shaft. The load was control by hand brake. The power from the hydro turbine shaft will be sent to the prony brake, and then it can be analyzed for torque and efficiency of the hydro turbine. The torque of the two set of hydro turbine with 5 blades were tested at different speeds and a constant water flow rate of 0.06 cubic meters per second. From the experiment. It was found that the first type of turbine had the highest torque and efficiency at a speed of 50 rpm. The first type of turbine had the torque and efficiency equal to 23.45 N.m, 29.79 percent, respectively, and the second type of turbine had the torque and efficiency equal to 21.46 N.m, 27.26 percent, respectively. The first type of turbine had more efficiency than the second one at an average of 9.28 percent because the blade of the first type can get more energy from the vortex.

คำสำคัญ: กังหันน้ำ พลังงานน้ำวนอิสระ แรงบิด

Key Words: Hydro turbine, Free vortex energy, Torque

* นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ในปริมาณที่สูง เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ และถ่านหินซึ่งผลเสียที่เกิดจากการเผาไหม้คือแก๊สเรือนกระจกและแก๊สพิษซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมของโลก สภาวะโลกร้อน และภัยพิบัติร้ายแรง ประเทศไทย

การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำเป็นอีกรูปแบบที่นิยมและเป็นที่ยอมรับ คือการสร้างเขื่อนขนาดใหญ่เพื่อเก็บกักน้ำ แต่การสร้างเขื่อนขนาดใหญ่จำเป็นต้องใช้งบประมาณสูง และต้องใช้พื้นที่เป็นบริเวณมาก ระยะเวลาในการก่อสร้างยาวนาน ทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

พลังงานน้ำวนอิสระเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่สามารถใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ โดยอาศัยหลักการเพิ่มพลังงานจลน์ของกระแสน้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติให้มีพลังงานสูงขึ้นอีกด้วยการเหวี่ยงน้ำให้เข้าสู่ขอบบ่อน้ำวนตามแนวเส้นสัมผัส น้ำที่เข้าสู่บ่อน้ำวนแล้วจะถูกดูดด้วยท่อดูดที่อยู่ก้นถัง แรงดูดจะช่วยเพิ่มความเร็วในการหมุนวนเข้าไปอีก โดยกระแสน้ำจะมีความเร็วสูงสุดที่รัศมีของจุดศูนย์กลางการหมุนวน หลักของโมเมนตัมเชิงมุมบอกให้ทราบว่า ยิ่งบ่อน้ำวนมีรัศมีของบ่อมากเท่าใด และอัตราการไหลมากเท่าใด โมเมนตัมเชิงมุมที่เกิดขึ้นย่อมมีมากขึ้นด้วย จากนั้นน้ำจะไหลผ่านเข้าสู่กังหัน จะทำหน้าที่เปลี่ยนโมเมนตัมเชิงมุมของน้ำเป็นแรงบิด เพื่อไปหมุนปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป (บริษัท เทสลา เทคโนโลยี จำกัด. 2555)

การผลิตไฟฟ้าพลังน้ำวนอิสระนี้จะเอื้อประโยชน์มากสำหรับภูมิประเทศที่เป็นต้นน้ำลำธาร มีน้ำไหลตลอดปี ที่มีระดับหัวน้ำไม่มาก เหมาะกับชุมชนที่ห่างไกลไฟฟ้าเข้าถึงได้ยาก ทำให้ชุมชนสามารถเลี้ยงตัวเองได้ และมีชีวิตที่ดีขึ้น

การศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของกังหันน้ำของระบบพลังน้ำวนอิสระมีความจำเป็นต้องทราบแรงบิดของกังหันน้ำ เพื่อนำไปคำนวณกำลังของกังหันน้ำ นำไปสู่การหาประสิทธิภาพของกังหันน้ำ หรือจำเป็นต้องทราบแรงบิดเพื่อควบคุมสภาวะการทดสอบให้แม่นยำ อย่างไรก็ตามอุปกรณ์วัดแรงบิดที่มีความแม่นยำนั้นมีราคาค่อนข้างแพง จึงมีความต้องการอุปกรณ์วัดแรงบิดที่สามารถผลิตเองใช้เองได้ มีความแม่นยำ ราคาถูก และเหมาะสมกับระบบพลังงานน้ำวนอิสระต้นแบบ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดวัดแรงบิด เพื่อวัดประสิทธิภาพของกังหัน การวัดแรงบิดนั้นจะประยุกต์ใช้หลักการไดนาโมมิเตอร์ โดยหลักการวัดกำลังแบบดูดซับ (Absorbsion Dynamometer) ชนิดโพรนิเบรก

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาและสร้างอุปกรณ์วัดแรงบิดที่ใช้ในระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำวนอิสระ
2. ศึกษาหาแรงบิดและประสิทธิภาพกังหันน้ำจากพลังงานน้ำวนอิสระ

วิธีการวิจัย

การหาแรงบิดและประสิทธิภาพกังหัน

ในการหาแรงบิดและประสิทธิภาพกังหันจะประยุกต์ ไดนาโมมิเตอร์แบบดูดซับ (Absorbsion Dynamometer) ชนิดโพรนิเบรก (Prony Brake) หลักการคือ เพลาที่ติดตั้งกับโพรนิเบรกจะเกิดแรงบิดในทิศทางตรงข้ามกับโพรนิเบรก ที่โพรนิเบรกนี้จะมีแขนยึดติดอยู่ เมื่อเกิดแรงบิดจะทำให้เกิดแรงดึงหรือกดตามทิศทางของแรงบิดกับสปริงหรือ ดาซัง (น้ำหนัก โกล และสฟโซด, 2552) ก็จะสามารอ่านค่าแรงได้

1. การคำนวณแรงบิดที่เพลาที่ติดตั้งกับโพรนิเบรก สามารถคำนวณจากสมการ

$$\tau = WL \quad (1)$$

เมื่อ τ = แรงบิดก้านหันน้ำ (N.m)

W = ค่าแรงค้ำที่แขนโพรนิเบรคกระทำตาส่งสปริง (N)

L = ความยาวแขนโพรนิเบรค (m)

2. การคำนวณกำลังที่ได้จริงจากเพลาก้านหันน้ำ สามารถคำนวณได้จาก

$$P = \frac{2\pi \tau N}{60} \quad (2)$$

เมื่อ P = กำลังที่ได้จริงจากเพลาก้านหันน้ำ (W)

τ = แรงบิดก้านหันน้ำ (N.m)

N = จำนวนรอบของการหมุนของเพลาก้าน (rpm)

3. การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยรวม (Overall efficiency) หรือประสิทธิภาพที่ได้จริงของก้านหัน (actual efficiency) หมายถึงอัตราส่วนระหว่างกำลังที่ได้จริงทางเพลาก้านหันต่อกำลังที่ให้โดยน้ำ ดังนั้นประสิทธิภาพโดยรวม หรือประสิทธิภาพที่ได้จริงของก้านหัน คือ

$$\eta = \frac{P}{\rho g Q H} \quad (3)$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3)

g = ค่าความโน้มถ่วง (m/s^2)

Q = อัตราการไหลของน้ำ (m^3/s)

H = เสดน้ำ (m)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดบ่อน้ำวนอิสระ จะมีส่วนประกอบ 6 ส่วน คือ

- ถังเก็บน้ำเหล็กด้านบน รูปทรงมีขนาด $1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}$
- รางน้ำ
- บ่อน้ำวนอิสระ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 m สูง 1 m
- ช่องทางน้ำออกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2 m
- อ่างเก็บน้ำด้านล่าง
- ท่อและปั๊มน้ำ

(โครงการหมายเลข ME 2011-17, 2554)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ก) ระบบผลิตไฟฟ้าต้นแบบพลังงานน้ำวนอิสระ ข) แสดงการหมุนวนอิสระของน้ำ

2. ชุดก้านหันน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ก้านหันน้ำ 2 ชนิด ก้านหันแบบที่ 1 และก้านหันแบบที่ 2 โดยมีจำนวนใบพัด 5 ใบ

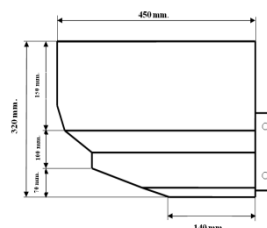


(ก)

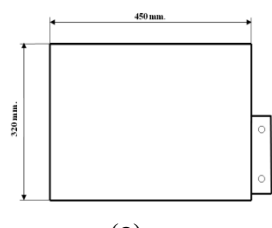


(ข)

ภาพที่ 2 ลักษณะของก้านที่ทดสอบ ก) ก้านแบบที่ 1 และ ข) ก้านแบบที่ 2 (โครงการหมายเลข ME2012-09, 2555)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 ภาพคลี่ของใบพัด ก) ก้านแบบที่ 1 และ ข) ก้านแบบที่ 2

3. อุปกรณ์วัดแรงบิด

โพรนิเบรค (Prony Brake) หลักการคือ เพลาก้านหันที่ติดตั้งกับโพรนิเบรคจะเกิดแรงบิดในทิศตรงข้ามกับโพรนิเบรค ที่โพรนิเบรคนี้จะมีแขนยึด

ติดอยู่ เมื่อเกิดแรงบิดจะทำให้เกิดแรงดึงตามทิศทางของแรงบิดกับ ดาซังน้ำหนัก ก็จะสามารถอ่านค่าแรงได้ โดยประยุกต์ใช้ระบบดิสก์เบรกของรถจักรยานยนต์



ภาพที่ 4 ชุดโพรนิเบรกวัดแรงบิดเพลากังหัน

4. ปัมเปอร์กมือ

ระบบเบรกใช้แรงดันน้ำมันเป็นตัวส่งถ่ายกำลังงาน เมื่อปั๊มคันเบรกมือ น้ำมันเบรกจะเกิดแรงดันไหลไปดันลูกสูบของชุดคาลิเปอร์กดแผ่นผ้าเบรก เมื่อจานเบรกถูกบีบก็จะมีความเร็วลดลงตามต้องการ



ภาพที่ 5 ปัมเปอร์กมือ

วิธีการทดลอง

มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. สตาร์ทปั๊มน้ำเป็นอันดับแรก
2. กำหนดอัตราการไหลของน้ำให้คงที่ที่ 0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
3. เพิ่มโหลดที่โพรนิเบรก โดยการค่อยๆ เบรกที่ปั๊มเบรกมือ กำหนดความเร็วรอบเพลากังหันโดยใช้เทคโคมิเตอร์วัดความเร็วรอบในการเบรก กำหนดความเร็วรอบกัณฑ์ 100 ถึง 1 รอบต่อนาที

4. บันทึกผลที่ได้

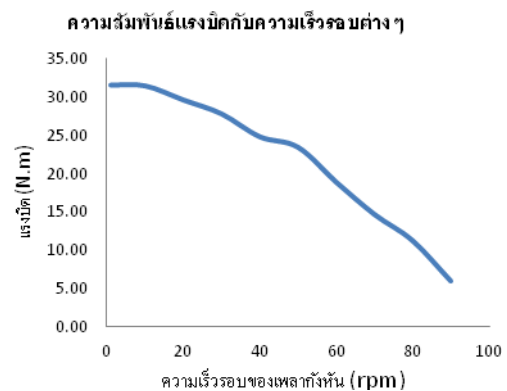
ค่าที่ต้องการบันทึกมีดังนี้

1. บันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดแรงบิด
2. บันทึกค่าของความเร็วรอบเพลากังหัน

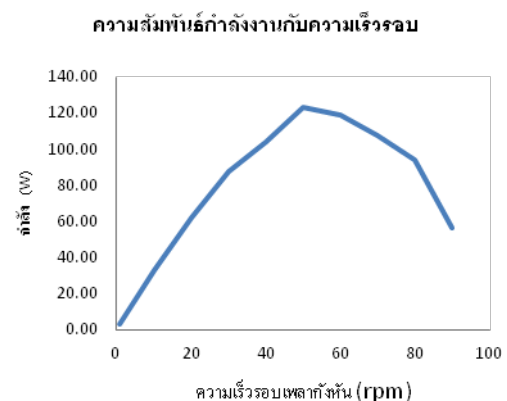
ในการทดสอบจะทำการทดสอบกัณฑ์แบบที่ 1 ก่อน จากนั้นทดสอบกัณฑ์แบบที่ 2 ด้วยขั้นตอนทดสอบเหมือนกัน

ผลการวิจัย

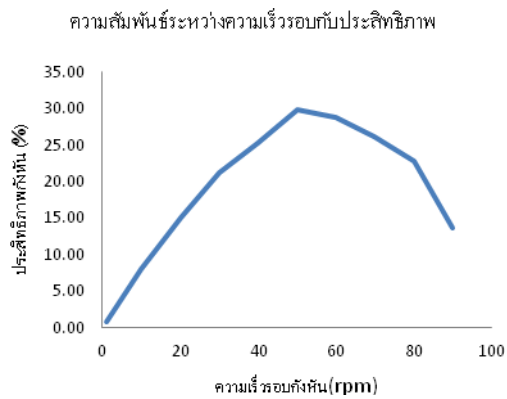
จากการทดสอบกัณฑ์ทั้ง 2 แบบ ในความเร็วรอบต่างๆ ได้ผลการทดสอบพิจารณาจากค่ากำลังที่ได้จริงจากเพลากังหันน้ำ จะพบว่ากัณฑ์น้ำแบบที่ 1 กำลังงานสูงสุดอยู่ที่ 122.73 W ที่ความเร็วรอบ 50 rpm กัณฑ์น้ำแบบที่ 2 มีกำลังงานสูงสุดอยู่ที่ 112.30 W ที่ความเร็วรอบ 50 rpm



(ก)

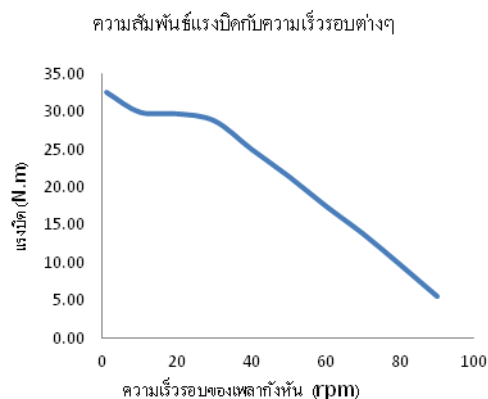


(ข)

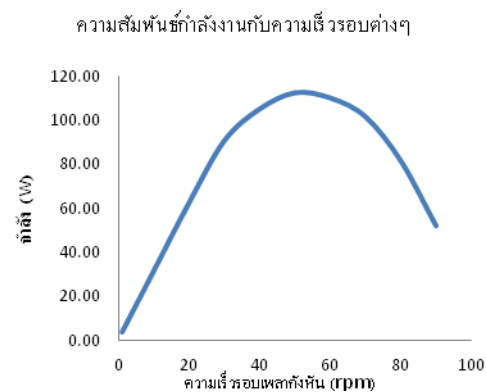


(ค)

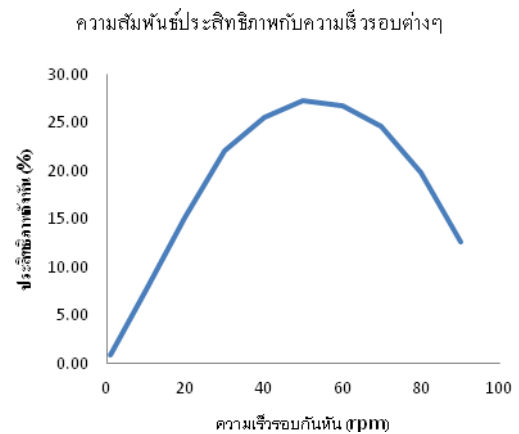
ภาพที่ 5 ผลการทดสอบกังหันแบบที่ 1 ก) แรงบิดกับความเร็วรอบเพลากังหัน ข) กำลังกับความเร็วรอบเพลากังหัน ค) ประสิทธิภาพ กับความเร็วรอบเพลากังหัน



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 6 ผลการทดสอบกังหันแบบที่ 2 ก) แรงบิดกับความเร็วรอบเพลากังหัน ข) กำลังกับความเร็วรอบเพลากังหัน ค) ประสิทธิภาพ กับความเร็วรอบเพลากังหัน

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบ แรงบิด กำลัง และประสิทธิภาพของกังหันแบบที่ 1 และกังหันแบบที่ 2 ที่ความเร็วรอบต่างๆ

ความเร็วรอบเพลา กังหัน (rpm)	กังหันแบบที่ 1			กังหันแบบที่ 2		
	แรงบิด (N.m)	กำลัง (W)	ประสิทธิภาพ (%)	แรงบิด (N.m)	กำลัง (W)	ประสิทธิภาพ (%)
90	5.94	55.95	13.58	5.49	51.75	12.56
80	11.23	94.01	22.82	9.72	81.36	19.75
70	14.66	107.42	26.07	13.84	101.38	24.61
60	18.88	118.59	28.78	17.51	109.97	26.69
50	23.45	122.73	29.79	21.46	112.30	27.26
40	24.82	103.93	25.22	25.06	104.94	25.47
30	27.81	87.33	21.20	28.84	90.56	21.98
20	29.63	62.03	15.05	29.77	62.32	15.12
10	31.49	32.95	8.00	29.97	31.37	7.61
1	31.59	30.42	7.38	32.62	32.43	7.87

จะเห็นว่า ที่ความเร็วรอบกังหัน 50 รอบต่อนาที ของกังหันทั้ง 2 แบบ มีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่มีพลังงานจลน์สูงสามารถถ่ายทอดพลังงานสู่กังหันน้ำได้มาก และกังหันแบบที่ 1 มีประสิทธิภาพมากกว่ากังหันแบบที่ 2 เนื่องจาก

รูปแบบใบพัดกังหันมีการบิดตัวเพื่อรับพลังงานจาก
น้ำวนได้มากกว่า

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเกี่ยวกับแรงบิดและ
ประสิทธิภาพของกังหันน้ำของระบบพลังน้ำวนอิสระ
พบว่า อุปกรณ์วัดแรงบิดที่สร้างขึ้นสามารถวัดค่า
แรงบิดได้จริง และจากการทดลองที่ความเร็วรอบ 1-90
รอบต่อนาที พบว่ากังหันแบบที่ 1 และกังหันแบบที่ 2 มี
ประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที
เท่ากับ 29.79, 27.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมี
แรงบิดของกังหันแบบที่ 1 และแบบที่ 2 เท่ากับ 23.45,
21.46 นิวตัน-เมตร ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกลและ
กลุ่มวิจัยวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีควบคุม
อัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ที่สนับสนุนทุนวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาใน
ครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

บริษัท เทสลา เทคโนโลยี จำกัด. 2555. เทคโนโลยี
ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กพลังน้ำวนอิสระ.
ค้นเมื่อ 1 พฤษภาคม 2556, จาก
<http://www.teslatechengineer.com/main/>
ภักพงษ์ ภูมิโสภณัฐ, ประจวบ หล้าดี, ชีร์วัช แซ่ตั้ง,
ปิยะ ตันรัตนะ. 2555. ออกแบบและพัฒนา
กังหันน้ำประสิทธิภาพสูงสำหรับระบบผลิต
ไฟฟ้าต้นแบบขนาดเล็กพลังน้ำวนอิสระ
โครงการหมายเลข ME2012-09. ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คมสันต์ พาหา, ชีร์นัย จันทศรี, พิทักษ์ สร้อยแก้ว.

2554. การพัฒนาต้นแบบการผลิตไฟฟ้าจาก
น้ำวนอิสระ โครงการหมายเลข ME 2011-17.

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

โกศล หมั่นทา, สฟโชค ชัยสกุลกาญจน์. การ

วิเคราะห์ และออกแบบเครื่องวัดกำลัง

รถจักรยานยนต์ ขอนแก่น : ภาควิชา

วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น