

**การพัฒนาชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ
สำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต**
**Development of the Generating Electricity from Water Turbines Experimental
Kit for Bachelor of Engineering Program Students at Rangsit University**

พงษ์ศิลป์ แก้วรัตนศรีโพธิ์* อภากร วัฒนะ และ วรุตม์ เอมอดม
Phongsin Kaewrattanasripho*, Arpankorn Wattana and Varut Emudom

วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
College of Engineering, Rangsit University

*Corresponding author, E-mail: phongsin.k@rsu.ac.th, โทร. 083-4957342

วันที่ส่งบทความ 3 พฤษภาคม 2565 วันที่แก้ไขครั้งสุดท้าย 28 สิงหาคม 2565

วันที่ตอบรับบทความ 1 กันยายน 2565 วันที่เผยแพร่ออนไลน์ 1 มกราคม 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ 2) ศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลอง 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักศึกษาวิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่ลงทะเบียนวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างถูกทดสอบเพื่อวัดความรู้ก่อนเรียน เมื่อผ่านไป 1 สัปดาห์ ให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้ชุดทดลอง และสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ จากนั้นทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลด้วยค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์การกระจาย การทดสอบแบบที และมาตราส่วนประมาณ ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำประกอบด้วย ชุดทดลอง เอกสารปฏิบัติการทดลอง โปรแกรมแลปวิว เพื่อควบคุมและแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ 2) ชุดทดลองมีผลการทดลองที่มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากทฤษฎี 3.53 % 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนและหลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับมากในการใช้ชุดทดลองนี้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72

คำสำคัญ: ชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ การพัฒนาอุปกรณ์การสอนปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล

Abstract

The objectives of this research were 1) to design and develop the generating electricity from water turbines experimental kit, 2) to study the effectiveness of the experiment kit, 3) to compare the learning achievement and 4) to study the satisfaction of the sampling groups. The experimental kit was constructed by 30 students of the first year of the Bachelor's in mechanical engineering students of Rangsit University, who were attending class in the first semester of the academic year of 2021 by using purposive sampling. The sample group was asked to do the

pre-test for measurement their knowledge before experiment. After 1 week, the sample group was given the experimental kit to try out. They were surveyed on their satisfaction with the trial and they were tested to measure academic achievement. The obtained data were analyzed in terms of mean, percentage, standard deviation, coefficient of variation, t-test and rating scale. The following findings were obtained: 1) the generating electricity from water turbines experimental kit consisting of the experimental devices and documents, and the LabVIEW program was used to control and display data on the computer screen, 2) the experimental kit has experimental results with an average error value from the theory about 3.53%, 3) the learning achievement of the sample group before and after the experiment were significantly at .05 statistical level and 4) the sample group has a high level of satisfaction with the experimental kit--the mean scores and standard deviation were found to be 4.13 and 0.72 respectively.

Keywords: *The generating electricity from water turbines experimental kit, The development of teaching aids of mechanical engineering laboratory*

บทนำ

การศึกษาเกี่ยวกับวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี จะบรรลุความสำเร็จได้ต้องฝึกปฏิบัติและทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในทฤษฎีที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น และส่งเสริมความสามารถทางสติปัญญาให้สามารถประยุกต์ผลที่ได้จากการทดลองไปใช้ในการปฏิบัติจริง (สุราษฎร์ พรหมจันทร์, 2552) การสอนแบบทดลองเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ถูกต้องขั้น เพื่อให้ผู้เรียนใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจในเนื้อหาที่ยิ่งขึ้นและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พิสูจน์หลักการนั้นด้วยการทดลอง (คมกฤษ ขำยัง, 2556) สำหรับหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิตจัดให้มีการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมโรงจักรผลิตกำลัง วิชาการวัดและเครื่องมือวัด วิชากลศาสตร์ของไหล วิชาเครื่องจักรกลของไหล ซึ่งเป็นภาคทฤษฎีที่มีเนื้อหาส่วนหนึ่งเป็นเรื่องกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า และให้นักศึกษาได้ปฏิบัติการทดลองเรื่องการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำในวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจทฤษฎีอย่างเป็นรูปธรรมและมีทักษะที่ทันกับเทคโนโลยี การศึกษาระบบการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ ซึ่งมีกังหันน้ำเป็นตัวต้นกำลังให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยการทำให้น้ำมีความดันสูงๆ (เช่นกักเก็บไว้ในเขื่อน หรือใช้เครื่องสูบน้ำขับ) ไหลผ่านกังหันน้ำ ทำให้กังหันน้ำหมุนและไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะผลิตไฟฟ้าออกมาเข้าระบบส่งจ่ายไฟฟ้าและจ่ายให้ผู้ต้องการไฟฟ้า แต่การศึกษาทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำในห้องปฏิบัติการทดลองนั้นมีข้อจำกัดเกี่ยวกับปริมาณน้ำและความดันน้ำที่ต้องใช้พื้นที่ในการสร้างแหล่งเก็บน้ำขนาดใหญ่ และพื้นที่ติดตั้งเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่และราคาแพง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะสร้างชุดทดลองที่จำลองระบบการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ ตามแนวทางการสร้างชุดทดลอง คือศึกษาข้อมูล, กำหนดและพิจารณาหน้าที่ของอุปกรณ์, วิเคราะห์และเลือก, ออกแบบและสร้าง, ทดลองต้นแบบ (พงษ์ศิลป์ แก้วรัตนศรีโพธิ์, 2556) โดยมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินคุณภาพชุดทดลอง, เอกสารสำหรับการทดลอง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และมีการสอบถามความพึงพอใจของผู้ที่ใช้ชุดทดลอง เพื่อให้ได้ชุดทดลองที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะความสามารถในเรื่องการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ

4) ทดสอบ และประเมินคุณภาพ หลังจากที่ได้สร้างชุดทดลองเสร็จ ผู้วิจัยได้ทดสอบและแก้ไขปรับปรุงชุดทดลองให้ได้ผลตามทฤษฎี และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ ถ้ามีจุดบกพร่องก็นำมาแก้ไขปรับปรุง

การสร้างแบบทดสอบ

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) สร้างแบบทดสอบ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา วัดดูประสงค์ แล้วสร้างแบบทดสอบ
2) ตรวจสอบ หลังจากที่ได้สร้างแบบทดสอบเสร็จ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบ และนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ ถ้ามีจุดบกพร่องก็นำมาแก้ไขปรับปรุง

3) นำแบบทดสอบหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น โดยการทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

การสร้างแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียน

ผู้วิจัยนำแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองของพงษ์ศิลป์ แก้วรัตน์ศรีโพธิ์ จากงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดทดลองกังหันลมจำลองมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามแบบปลายปิด 5 ระดับ ถามความพึงพอใจเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพ และการนำไปใช้งานของชุดทดลอง

ตอนที่ 2 ถามข้อเสนอแนะเพิ่มเติม มีลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิด

โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 แสดงว่าระดับพึงพอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 แสดงว่าระดับพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 แสดงว่าระดับพึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 แสดงว่าระดับพึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 แสดงว่าระดับพึงพอใจน้อยที่สุด

4. การดำเนินงานและเก็บข้อมูล มีวิธีการดังนี้

1) แนะนำเกี่ยวกับเอกสาร การใช้ชุดทดลอง และวิธีทดลอง

2) ทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่างในสัปดาห์แรก

3) ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองด้วยชุดทดลองในสัปดาห์ที่สอง

4) เมื่อกลุ่มตัวอย่างใช้ชุดทดลองแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียน

ที่มีต่อชุดทดลอง และทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบ

5) นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ และแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์การกระจาย วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลอง

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการออกแบบและพัฒนาชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ

ชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำที่สร้างขึ้น ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ มีรายละเอียดดังนี้

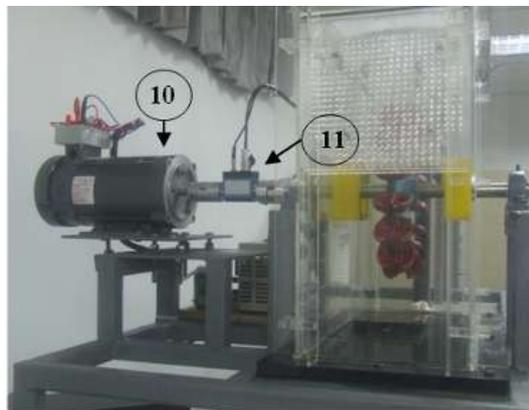
1) ฮาร์ดแวร์ของชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ แสดงดังรูปที่ 1 และ 2 ประกอบด้วย

หมายเลข 1

Pelton wheel, หมายเลข 2 Water tank, หมายเลข 3 Pressure sensor, หมายเลข 4 Flow rate sensor, หมายเลข 5 Load (Lamp), หมายเลข 6 Control cabinet, หมายเลข 7 Monitor (Control and display), หมายเลข 8 Power control cabinet, หมายเลข 9 Water pump, หมายเลข 10 Generator และหมายเลข 11 Torque and speed sensor



รูปที่ 1 ด้านหน้าชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ



รูปที่ 2 ด้านข้างชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ

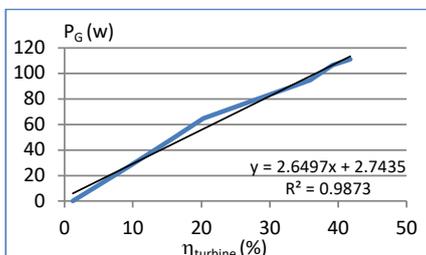
2) ซอฟต์แวร์ของชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำเป็นโปรแกรมแลปวิว ประกอบด้วยหน้าต่างหลัก 2 หน้าต่างคือหน้าต่างบล็อกไดอะแกรม (Block diagram) และหน้าต่างของพอนต์พาแนล (Front panel) สำหรับให้ผู้ปฏิบัติทำการควบคุมปั้มน้ำ (Pump control) เปิดปิดโหลดทางไฟฟ้า (Load control) และสามารถเห็นค่าต่าง ๆ ได้จาก หน้าต่างของพอนต์พาแนล ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3 ส่วนเอกสารที่ใช้ในชุดทดลอง ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ทฤษฎี รายการอุปกรณ์เครื่องมือ ขั้นตอนการทดลอง ตารางบันทึกผล สรุปผลและอภิปราย คำถาม หลังการทดลอง



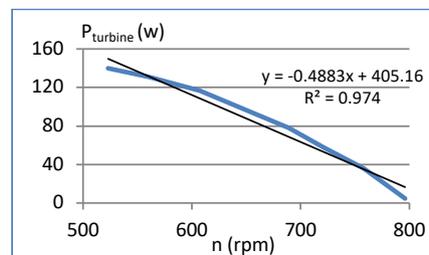
รูปที่ 3 หน้าจอควบคุมและแสดงผล

2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

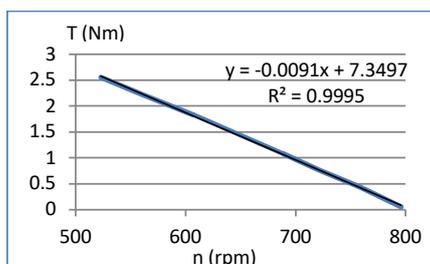
ชุดทดลองมีผลการทดลองที่มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากทฤษฎี 3.53 % ซึ่งเมื่อกลุ่มตัวอย่างทดลองแล้วสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ และสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของกังหันน้ำ (η) กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (P_G) ดังรูปที่ 4, แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของกังหันน้ำ (n) กับกำลังกังหันน้ำ (P_{turbine}) ดังรูปที่ 5, แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของกังหันน้ำ (n) กับแรงบิดทางกล (T) ดังรูปที่ 6 และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของกังหันน้ำ (n) กับประสิทธิภาพกังหันน้ำ (η) ดังรูปที่ 7



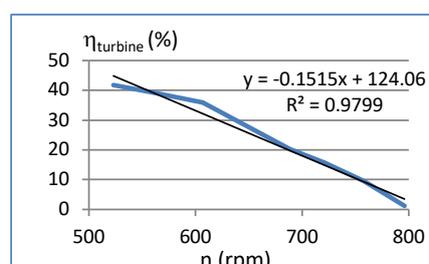
รูปที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของกังหันน้ำ (η_{turbine}) กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (P_G)



รูปที่ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของกังหันน้ำ (n) กับกำลังกังหันน้ำ (P_{turbine})



รูปที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของกังหันน้ำ (n) กับแรงบิดทางกล (T)



รูปที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของกังหันน้ำ (n) กับประสิทธิภาพกังหันน้ำ (η_{turbine})

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

นำคะแนนการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 1 ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

รายการ	N	ก่อนเรียน				หลังเรียน			
		\bar{X}	%	S.D.	V	\bar{X}	%	S.D.	V
กลุ่มตัวอย่าง	30	5.76	32	1.89	32.74	15.60	86.66	2.21	14.14

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 5.76 คิดเป็นร้อยละ 32 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.89 จากผู้เรียนทั้งหมด 30 คน ส่วนคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 15.60 คิดเป็นร้อยละ 86.66 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.21 จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 30 คน

จะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสัมประสิทธิ์การกระจายคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีการกระจายน้อยกว่าสัมประสิทธิ์การกระจายคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน

นำผลต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบได้ผลดังตารางที่ 2 ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

รายการ	\bar{d}	S_d	n	t	$t_{table}(d_f=29, \alpha=.05)$
กลุ่มตัวอย่าง	9.83	1.86	30	28.98	1.69

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนมีค่าเท่ากับ 9.83 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างเท่ากับ 1.86 ค่าจำนวนค่า t ได้ 28.98 และจากการเปิดตาราง t ที่ $d_f = 29, \alpha = .05$ ได้ 1.69 ประมวลผลได้ว่ากลุ่มตัวอย่าง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทางสถิติ หรือคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมากกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทางสถิติ

5. ผลการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองแล้วเสร็จ จึงนำมาวิเคราะห์ผลดังนี้

1) วิเคราะห์ผลแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) วิเคราะห์อันดับความพึงพอใจโดยหาค่าความถี่ (Frequency) และสรุปออกมาเป็นร้อยละ (Percentage)

2) วิเคราะห์ผลแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) วิเคราะห์โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean : \bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) สัมประสิทธิ์การกระจาย (Coefficient of variation : V) และสรุปเกณฑ์

3) ข้อมูลเกี่ยวกับข้อเสนอแนะอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาชุดทดลอง เป็นลักษณะปลายเปิด (Open End) ใช้วิธีวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เป็นความถี่ ((Frequency) และสรุปออกมาเป็นร้อยละ (Percentage) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผลดังตารางที่ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ

1) กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าชุดทดลองมีความสวยงามน่าใช้ ระดับมากที่สุด จำนวน 4 คน (ร้อยละ 13), ระดับมาก จำนวน 16 คน (ร้อยละ 53) และระดับปานกลาง จำนวน 10 คน (ร้อยละ 33)

2) กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน ระดับมากที่สุดจำนวน 10 คน (ร้อยละ 33), ระดับมากจำนวน 18 คน (ร้อยละ 60) และระดับปานกลาง จำนวน 2 คน (ร้อยละ 7)

3) กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าชุดทดลองมีความแข็งแรง ระดับมากที่สุด จำนวน 13 คน (ร้อยละ 43), ระดับมาก จำนวน 15 คน (ร้อยละ 50) และระดับปานกลาง จำนวน 2 คน (ร้อยละ 7)

4) กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าชุดทดลองง่ายต่อการเก็บรักษา ระดับมากที่สุด จำนวน 11 คน (ร้อยละ 37), ระดับมาก จำนวน 12 คน (ร้อยละ 40) และระดับปานกลาง จำนวน 7 คน (ร้อยละ 23)

5) กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าวัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองมีคุณภาพ ระดับมากที่สุด จำนวน 9 คน (ร้อยละ 30), ระดับมาก จำนวน 17 คน (ร้อยละ 57) และระดับปานกลาง จำนวน 4 คน (ร้อยละ 13)

ตารางที่ 3 ผลการแสดงความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดทดลอง

รายการ	จำนวนคน(ค่าร้อยละ)				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ส่วนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ					
1) ชุดทดลองมีความสวยงามน่าใช้	4 (13%)	16 (53%)	10 (33%)	-	-
2) ชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	10 (33%)	18 (60%)	2 (7%)	-	-
3) ชุดทดลองมีความแข็งแรง	13 (43%)	15 (50%)	2 (7%)	-	-
4) ชุดทดลองง่ายต่อการเก็บรักษา	11 (37%)	12 (40%)	7 (23%)	-	-
5) วัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองมีคุณภาพ	9 (30%)	17 (57%)	4 (13%)	-	-
ส่วนที่ 2 ความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน					
6) ชุดทดลองง่ายต่อการใช้งาน	10 (33%)	15 (50%)	5 (17%)	-	-
7) ชุดทดลองก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้	15 (50%)	8 (27%)	7 (23%)	-	-
8) ชุดทดลองสามารถก่อให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์	15 (50%)	14 (47%)	1 (3%)	-	-
9) เอกสารการทดลองง่ายต่อการเรียนรู้	7 (23%)	12 (40%)	8 (27%)	3(10%)	-
10) โปรแกรมที่สร้างขึ้นง่ายต่อการเรียนรู้	9 (30%)	11 (37%)	8 (27%)	2(7%)	-

ส่วนที่ 2 ความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน

6) กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าชุดทดลองง่ายต่อการใช้งาน ระดับมากที่สุด จำนวน 10 คน (ร้อยละ 33), ระดับมาก จำนวน 15 คน (ร้อยละ 50) และระดับปานกลาง จำนวน 5 คน (ร้อยละ 17)

7) กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าชุดทดลองก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ระดับมากที่สุด จำนวน 15 คน (ร้อยละ 50), ระดับมาก จำนวน 8 คน (ร้อยละ 27) และระดับปานกลาง จำนวน 7 คน (ร้อยละ 23)

8) กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าชุดทดลองสามารถก่อให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ระดับมากที่สุด จำนวน 15 คน (ร้อยละ 50), ระดับมาก จำนวน 14 คน (ร้อยละ 47) และระดับปานกลาง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 3)

9) กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าเอกสารการทดลองง่ายต่อการเรียนรู้ ระดับมากที่สุด จำนวน 7 คน (ร้อยละ 23), ระดับมากจำนวน 12 คน (ร้อยละ 40), ระดับปานกลาง จำนวน 8 คน (ร้อยละ 27) และระดับน้อย จำนวน 3 คน (ร้อยละ 10)

10) กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นง่ายต่อการเรียนรู้ ระดับมากที่สุด จำนวน 9 คน (ร้อยละ 30), ระดับมาก จำนวน 11 คน (ร้อยละ 37), ระดับปานกลาง จำนวน 8 คน (ร้อยละ 27) และระดับน้อย จำนวน 2 คน (ร้อยละ 7)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสัมประสิทธิ์การกระจาย (V) ของกลุ่มตัวอย่างที่
แสดงความความคิดเห็นต่อชุดทดลอง

รายการ	\bar{X}	S.D.	V	การประเมินอยู่ในระดับ
ส่วนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ				
1) ชุดทดลองมีความสวยงามน่าใช้	3.80	0.66	0.17	มาก
2) ชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.27	0.58	0.14	มาก
3) ชุดทดลองมีความแข็งแรง	4.37	0.61	0.14	มาก
4) ชุดทดลองง่ายต่อการเก็บรักษา	4.13	0.78	0.19	มาก
5) วัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองมีคุณภาพ	4.17	0.65	0.16	มาก
ส่วนที่ 2 ความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน				
6) ชุดทดลองง่ายต่อการใช้งาน	4.17	0.70	0.17	มาก
7) ชุดทดลองก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้	4.27	0.83	0.19	มาก
8) ชุดทดลองสามารถก่อให้เกิดการเรียนรู้ตาม วัตถุประสงค์	4.47	0.57	0.13	มาก
9) เอกสารการทดลองง่ายต่อการเรียนรู้	3.77	0.94	0.25	มาก
10) โปรแกรมที่สร้างขึ้นง่ายต่อการเรียนรู้	3.90	0.92	0.24	มาก
เฉลี่ย	4.13	0.72	0.18	มาก

จากตารางที่ 4 เมื่อนำผลการแสดงความความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดทดลองมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X})
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสัมประสิทธิ์การกระจาย (V) พบว่า

ส่วนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ

รายการที่ 1 ได้ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเท่ากับ 3.80 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยอยู่ในเกณฑ์มากกว่า
ชุดทดลองมีความสวยงามน่าใช้ ที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 0.17

รายการที่ 2 ได้ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเท่ากับ 4.27 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยอยู่ในเกณฑ์มากกว่า
ชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน ที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 และสัมประสิทธิ์การกระจาย
เท่ากับ 0.14

รายการที่ 3 ได้ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเท่ากับ 4.37 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยอยู่ในเกณฑ์มากกว่า
ชุดทดลองมีความแข็งแรง ที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 0.14

รายการที่ 4 ได้ค่าเฉลี่ยความคิดเห็น 4.13 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยอยู่ในเกณฑ์มากกว่า ชุดทดลอง
ง่ายต่อการเก็บรักษา ที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.78 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 0.19

รายการที่ 5 ได้ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นเท่ากับ 4.17 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยอยู่ในเกณฑ์มากกว่า
วัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองมีคุณภาพ ที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ
0.16

ส่วนที่ 2 ความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน

รายการที่ 6 ได้ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นเท่ากับ 4.17 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยอยู่ในเกณฑ์มากกว่า
ชุดทดลองง่ายต่อการใช้งาน ที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 0.17

รายการที่ 7 ได้ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นเท่ากับ 4.27 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยอยู่ในเกณฑ์มากกว่า ชุดทดลองก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.83 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 0.19

รายการที่ 8 ได้ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นเท่ากับ 4.47 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยอยู่ในเกณฑ์มากกว่า ชุดทดลองสามารถก่อให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 0.13

รายการที่ 9 ได้ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นเท่ากับ 3.77 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยอยู่ในเกณฑ์มากกว่า เอกสารการทดลองง่ายต่อการเรียนรู้ ที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.94 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 0.25

รายการที่ 10 ได้ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นเท่ากับ 3.90 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยอยู่ในเกณฑ์มากกว่า โปรแกรมที่สร้างขึ้นง่ายต่อการเรียนรู้ ที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.92 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 0.24

เมื่อหาค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นพบว่า มีค่าเท่ากับ 4.13 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจเฉลี่ยต่อชุดทดลองนี้อยู่ในเกณฑ์มาก ที่โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.72 และสัมประสิทธิ์การกระจายเฉลี่ยเท่ากับ 0.18

แบบสอบถามระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดทดลอง ในส่วนที่ 3 เป็นแบบปลายเปิด ซึ่งไม่มีผู้แสดงข้อเสนอแนะ

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาเพื่อสร้างชุดทดลองเรื่องการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยรังสิต ทำการวัดพื้นฐานความรู้ก่อนเรียน ด้วยแบบทดสอบที่สร้างขึ้น แล้วจึงให้กลุ่มตัวอย่างใช้ชุดทดลองและทำแบบสอบถามความคิดเห็น เพื่อวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ และทำการทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแบบทดสอบ นำคะแนนก่อนและหลังเรียน ผลจากแบบสอบถามความคิดเห็น มาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบ ซึ่งสรุปและอภิปรายผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. สรุปผลการวิจัย จากการวิจัยพบว่า :

1) ชุดทดลองประกอบด้วย ชุดผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ โปรแกรมควบคุมและแสดงผล เอกสารที่ใช้ในการทดลองซึ่งมีวัตถุประสงค์ เนื้อหาวิชา รายการอุปกรณ์เครื่องมือ ขั้นตอนการปฏิบัติ ตารางบันทึกผลการสรุปและอภิปรายผล คำถามหลังการทดลอง

2) ชุดทดลองมีผลการทดลองที่มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากทฤษฎี 3.53 %

3) กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้น 54.66 % จากคะแนนก่อนเรียน

4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5) กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมากต่อชุดทดลองนี้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.72

2. อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาและสร้างชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดทดลอง ผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1) ชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ: ผลดำเนินการมีความถูกต้องโดยเปรียบเทียบกับ การคำนวณทางทฤษฎี ทำให้สามารถนำไปใช้ศึกษาได้ การใช้งานก็ทำได้ง่าย สะดวกสามารถควบคุมและดูผลจากโปรแกรมได้ทันที

2) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน: คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทางสถิติซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ กล่าวคือเมื่อกลุ่มตัวอย่างได้ใช้ชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำในการเรียนการสอนแล้ว จะทำให้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้ชุดทดลองในการเรียนการสอน เช่น (พงษ์ศิลป์ แก้วรัตน์ศรีโพธิ์, 2556) ได้ใช้ชุดทดลองในระบบการเรียนการสอนแล้วทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จะสังเกตเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้มีการกระจายของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เพราะชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำนี้ถูกสร้างตามแนวทางการสร้างชุดทดลอง ประกอบกับได้คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ (ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเห็นด้วยมากถึงมากที่สุดในด้านใบทดลอง ด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ด้านชุดทดลอง และมีข้อเสนอ) จากการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างพบว่าชุดทดลองและเอกสารที่ใช้ประกอบนั้นเข้าใจง่าย และเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีปัญหาข้อสงสัยสามารถซักถามได้ทันที ดังนั้นชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนแล้วจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะในเรื่องนี้

3. ข้อเสนอแนะ

- 1) เมื่อไม่ใช้ปั้มน้ำเป็นเวลานานจะเกิดสนิมและจะทำให้อายุการใช้งานสั้นลง ดังนั้นควรสตาร์ทให้ปั้มทำงานบ้าง และเปลี่ยนน้ำ หรือใช้ปั้มน้ำสแตนเลส
- 2) ถ้าต้องการให้ผลการทดลองผิดพลาดน้อยกว่านี้ ควรใช้การ์ดแปลงสัญญาณกระแสไฟฟ้าเป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีคุณภาพที่ดีกว่าเดิม หรือเพิ่มวงจรป้องกันสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า
- 3) เนื่องจากไม่มีน้ำตกค้างในท่อน้ำขาออก เวลาสตาร์ทปั้มน้ำจะทำให้เกิดความดันสูงและจะลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นควรปรับปั้มของอินเวอร์เตอร์ เพื่อควบคุมการไหลของน้ำเริ่มต้น ให้น้ำมีอัตราการไหลน้อย ๆ ออกมาจากหัวฉีด แล้วจึงปรับปั้มของอินเวอร์เตอร์เพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้อัตราการไหลของน้ำตามที่ต้องการ หรือนำระบบการควบคุมปั้มน้ำที่สามารถลดความดันน้ำช่วงสตาร์ทมาใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์สนับสนุนและพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต

รายการอ้างอิง

- คมกฤษ ขำยั้ง. (2556). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาประลอง* (ปริญญาานิพนธ์
ปริญญาดุขุภีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พงษ์ศิลป์ แก้วรัตน์ศรีโพธิ์. (2555). *เรื่องการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำ* (เอกสารประกอบการสอน). ปทุมธานี:
วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
- พงษ์ศิลป์ แก้วรัตน์ศรีโพธิ์. (2556). *การพัฒนาชุดทดลองกังหันลมจำลอง* (รายงานการวิจัย). ปทุมธานี:
มหาวิทยาลัยรังสิต.
- สุราษฎร์ พรหมจันทร์. (2552). *การพัฒนาหลักสูตรรายวิชา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Essom company limited. (2016). *Mini pelton turbine Instruction manual*. N.P.: n.p.
- Markus, E. (1992). *Micro pelton turbines*. St.Gallen: SKAT Swiss centre for development
cooperation in technology and management.
- National Instruments Corporate. (2003). *LabVIEW user manual*. N.P.: n.p.
- Rolf, W. & Alex, A. (1992). *Village electrification*. St.Gallen: SKAT Swiss centre for development
cooperation in technology and management.

Translated Thai References

- Kaewrattanasripho, P. (2012). *The hydroelectric power generation* (Teaching publications).
Patumthani: College of engineering, Rangsit University. [in Thai]
- Kaewrattanasripho, P. (2013). *Effectiveness of experimental kit of wind turbine simulator*
(Research report). Patumthani: Rangsit University. [in Thai]
- Khumyoung, K. (2013). *The development of instructional training model for the laboratory course*
(Doctoral dissertation). Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok.
[in Thai]
- Promachan, S. (2009). *Course development* (2nd ed.). Bangkok: King Mongkut's University of
Technology North Bangkok. [in Thai]