

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดสอบ

ในงานวิจัยนี้ได้สร้างโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อออกแบบและสร้างกังหันน้ำสำหรับผลิตไฟฟ้าจากน้ำทิ้งอาคารจำลองที่เสดความสูงไม่เกิน 4 เมตร และทำการทดสอบหาสมรรถนะของกังหันน้ำ เพื่อวิเคราะห์ผลทางวิศวกรรมและทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

6.1.1 ผลการทดสอบกังหันน้ำ

การทดสอบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบโดยการควบคุมเสดความสูงทั้งหมด 5 ค่า คือ ที่เสดความสูง 4, 3, 2, 1.5 และ 1 เมตร ซึ่งผลการทดสอบกังหันน้ำมีดังนี้

6.1.1.1 ผลการทดสอบกังหันน้ำที่ควบคุมเสดความสูงคงที่ 4 เมตร

ผลการทดสอบกังหันน้ำที่เสดความสูง 4 เมตร พบว่า กังหันน้ำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 225 W และประสิทธิภาพรวมสูงสุดมีค่าเท่ากับ 27.49 % ที่ความเร็วรอบ 968 rpm

6.1.1.2 ผลการทดสอบกังหันน้ำที่ควบคุมเสดความสูงคงที่ 3 เมตร

ผลการทดสอบกังหันน้ำที่เสดความสูง 3 เมตร พบว่า กังหันน้ำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 174 W และประสิทธิภาพรวมสูงสุดมีค่าเท่ากับ 28.99 % ที่ความเร็วรอบ 1,121 rpm

6.1.1.3 ผลการทดสอบกังหันน้ำที่ควบคุมเสดความสูงคงที่ 2 เมตร

ผลการทดสอบกังหันน้ำที่เสดความสูง 2 เมตร พบว่า กังหันน้ำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 88 W ที่ความเร็วรอบ 860 rpm และประสิทธิภาพรวมสูงสุดเท่ากับ 27.10 % ที่ความเร็วรอบ 749 rpm

6.1.1.4 ผลการทดสอบกังหันน้ำที่ควบคุมเสถียรความสูงคงที่ 1.5 เมตร

ผลการทดสอบกังหันน้ำที่เสถียรความสูง 1.5 เมตร พบว่า กังหันน้ำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 51 W และประสิทธิภาพรวมสูงสุดมีค่าเท่ากับ 24.47 % ที่ความเร็วรอบ 616 rpm

6.1.1.5 ผลการทดสอบกังหันน้ำที่ควบคุมเสถียรความสูงคงที่ 1 เมตร

ผลการทดสอบกังหันน้ำที่เสถียรความสูง 1 เมตร พบว่า กังหันน้ำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 29 W และประสิทธิภาพรวมสูงสุดมีค่าเท่ากับ 23.74 % ที่ความเร็วรอบ 511 rpm

6.1.1.6 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับผลการคำนวณทางทฤษฎี

การทดสอบที่เสถียรความสูง 1, 1.5 และ 2 เมตร พบว่า ประสิทธิภาพไฮดรอลิกสูงสุดของกังหันน้ำจากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 47 – 54 % ส่วนประสิทธิภาพไฮดรอลิกสูงสุดของกังหันน้ำทางทฤษฎีมีค่าอยู่ระหว่าง 79 – 80 % ซึ่งประสิทธิภาพทางทฤษฎีมีค่ามากกว่าประสิทธิภาพจากการทดสอบอยู่ประมาณ 25 – 31 % ทั้งนี้เป็นผลมาจากการคำนวณทางทฤษฎีไม่ได้คิดผลของการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานของระบบส่งถ่ายกำลัง การสูญเสียเนื่องจากลูกปืน การสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานของซิลกันร้ว และการสูญเสียเนื่องจากการหมุนด้านลมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งสอดคล้องกับกังหันน้ำโดยทั่วไปที่จะมีการสูญเสียเหล่านี้อยู่ประมาณ 20 %

ผลการเปรียบเทียบการทดสอบกังหันน้ำของงานวิจัยนี้ที่เสถียรความสูง 2 เมตร กับกังหันน้ำของ Alexander et al. (2009) ที่เสถียรความสูง 3.39 เมตร พบว่า ประสิทธิภาพไฮดรอลิกสูงสุดของงานวิจัยนี้มีค่าน้อยกว่าของ Alexander et al. (2009) อยู่ 6 % แต่กังหันน้ำของงานวิจัยนี้มีขนาดเล็กกว่า 2.25 เท่า

6.1.2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ภายใต้สภาวะการทำงานของกังหันน้ำที่เสถียรความสูง 4 เมตร ให้แรงดันไฟฟ้า 220 V และกำลังไฟฟ้า 187.77 W โดยกังหันน้ำชุดนี้จะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น 40,300 บาท และมีอายุโครงการ 20 ปี ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

6.1.2.1 การวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุนกรณีหากนำกังหันน้ำไปประยุกต์ใช้งานกับอาคารพักอาศัยขนาด 15 ชั้น

อาคารพักอาศัยขนาด 15 ชั้น 300 ห้อง ซึ่งมีปริมาณน้ำทิ้งเฉลี่ยต่อวัน 43.51 m^3 จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 167.60 บาท/ปี ซึ่งไม่เกิดผลตอบแทนของโครงการ ดังนั้น โครงการนี้จึงไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

6.1.2.2 การวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุนกรณีหากนำกังหันน้ำไปประยุกต์ใช้งานกับโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่

โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่มีปริมาณน้ำทิ้งเฉลี่ยต่อวัน $2,500 \text{ m}^3$ ซึ่งจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 5,483 บาท/ปี และให้อัตราผลตอบแทนของโครงการเท่ากับ 9.25 % ซึ่งมีค่าสูงกว่าดอกเบี้ยเงินกู้ที่มีค่าเท่ากับ 8 % ดังนั้น โครงการนี้จึงมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

6.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างและทดสอบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าจากน้ำทิ้งจากอาคารที่เสดความสูงต่ำ โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่นำมาใช้ในการทดสอบนั้นมีประสิทธิภาพที่ต่ำ คือ 50 % เนื่องจากเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีอยู่แล้ว และกังหันน้ำที่ออกแบบในงานวิจัยนี้ไม่ได้พิจารณาถึงท่อ Draft tube ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยลดความเร็วของน้ำขาออกจากกังหันน้ำ ซึ่งจะส่งผลให้พลังงานจลน์ของน้ำที่ไหลออกจากกังหันน้ำมีค่าลดลงโดยจะเปลี่ยนเป็นพลังงานที่ส่งถ่ายให้กังหันน้ำแทน ส่งผลให้กังหันน้ำมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังนั้น ในการพัฒนาการออกแบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าจากน้ำทิ้งอาคารที่เสดความสูงต่ำในอนาคตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นควรพิจารณาถึงการเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้งาน และพิจารณาถึงการออกแบบท่อ Draft tube ด้วย และการนำกังหันน้ำไปใช้งานจริงนั้นควรจะต้องติดตั้งท่อน้ำที่มีลักษณะใสบริเวณก่อนทางเข้ากังหันน้ำ เพื่อที่จะสามารถตรวจสอบได้ว่าน้ำที่ไหลผ่านท่อน้ำมีการไหลเต็มท่อหรือไม่

นอกจากนี้ควรมีการนำกังหันน้ำนี้ไปติดตั้งจริงหรือนำไปประยุกต์ใช้งานกับแหล่งพลังงานน้ำที่อื่นๆ ที่มีระดับเสดความสูงไม่เกิน 4 เมตร และมีปริมาณน้ำทิ้งที่มากเพียงพอได้ เช่น โรงแรม โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น