บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาสมรรถนะปล่องกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 ผลการสำรวจความเร็วลม

4.2 ผลการทดลองปล่องทรงกระบอก

4.3 ผลการทดลองปล่องทรงกรวย

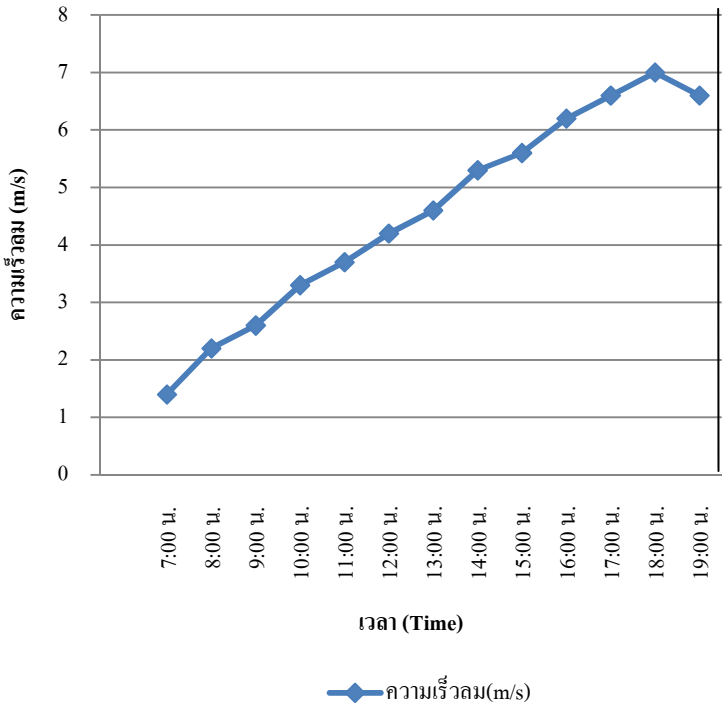
4.4 ผลการเปรียบเทียบปล่องทรงกระบอกและปล่องทรงกรวย

4.5 ผลการทดลองปล่องกังหันลมผลิตไฟฟ้า

4.6 การทดลองปล่องทรงกระบอกกรณีทำการเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล่อง

4.7 การประเมินค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์

4.1 ผลการสำรวจความเร็วลม



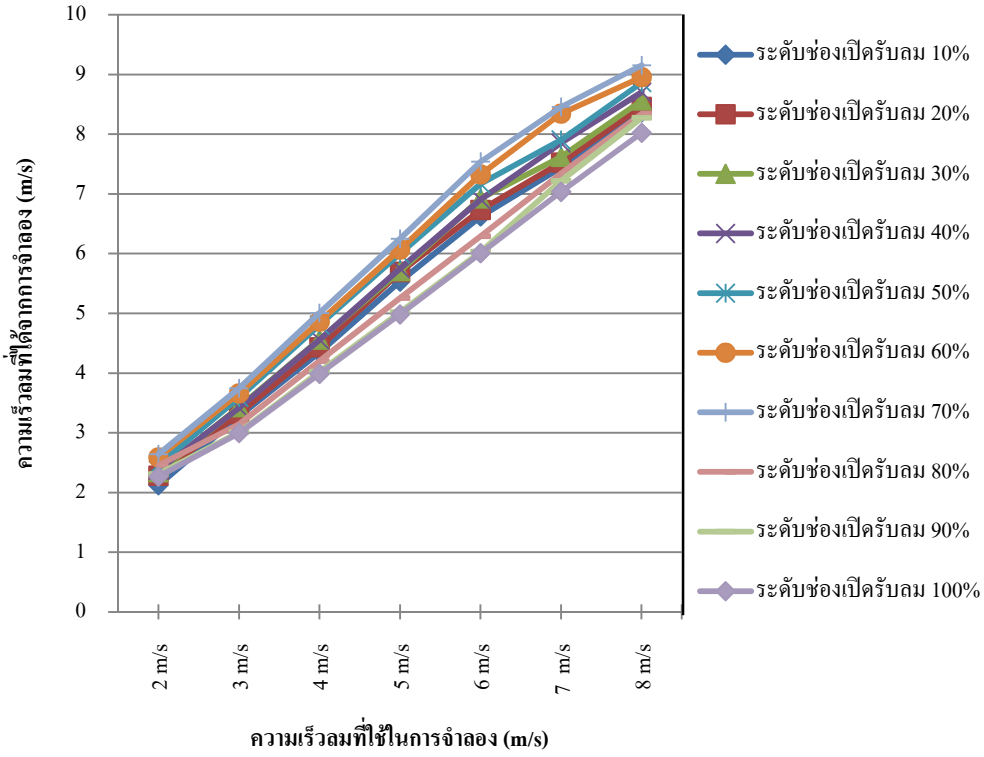
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับเวลา

จากรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับเวลา สถานที่ที่ใช้ในการทดลองคือ บริเวณริมทะเลดอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงคราม ช่วงเดือน มีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2556 ความเร็ว

ลมที่ทำการวัดได้ตลอดทั้งวันระหว่างช่วงเวลา 8.00 น.ถึง 18.00 น. เฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ 2.0-7.0 m/s และอุณหภูมิเฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ 28 – 30 °C

4.2 ผลการทดลองปล่องทรงกระบอก

4.2.1 การจำลองปล่องด้วยโปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์



รูปที่ 4.2 การจำลองปล่องทรงกระบอกที่ระดับความสูงช่องเปิดรับลม 10-100% ของความสูงปล่อง

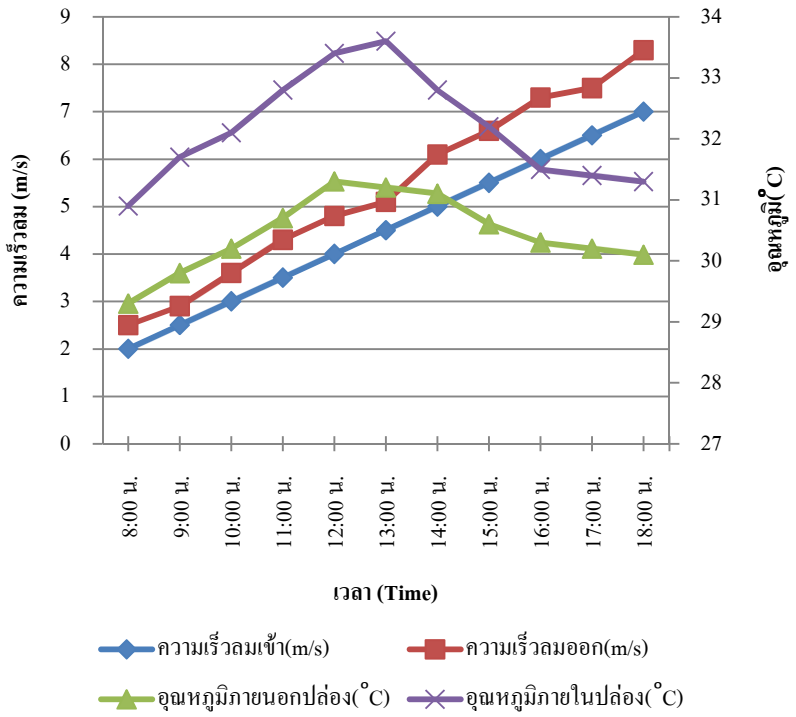
จากรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นถึงการจำลองปล่องทรงกระบอกที่ระดับความสูงช่องเปิดรับลม10-100% ของความสูงปล่องด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ Solid works Flow Simulation ความเร็วลมที่ใช้ในการจำลองคือ 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 m/s ตามลำดับพบว่าที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 60 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง2.587, 3.659, 4.862, 6.069, 7.325, 8.344 และ8.955 m/sตามลำดับที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 70 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง 2.642, 3.744, 5.006, 6.249, 7.538, 8.457 และ 9.152m/s ตามลำดับที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 80 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง 2.453, 3.145, 4.199, 5.256, 6.29, 7.341 และ 8.342 m/s ตามลำดับ ดังนั้นผลจากการจำลองปล่องทรงกระบอกด้วย

โปรแกรมทางคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นว่าที่ระดับความสูงของช่องรับลมเข้า 70 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่องทรงกระบอก ปล่องมีสมรรถนะในการเพิ่มความเร็วลมได้ดีที่สุด

4.2.2 การทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริง

การติดตั้งปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริงเป็นการทดลองเพื่อให้เห็นถึงสมรรถนะหลังจากที่ได้ทำการจำลองด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ Solid works Flow Simulation ดังนั้นเพื่อเป็นการรวดเร็วและประหยัดเวลา จึงทำการเลือกปล่องทรงกระบอกที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 60, 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง มาทำการทดลอง

4.2.2.1 การทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลม 60 เปอร์เซ็นต์

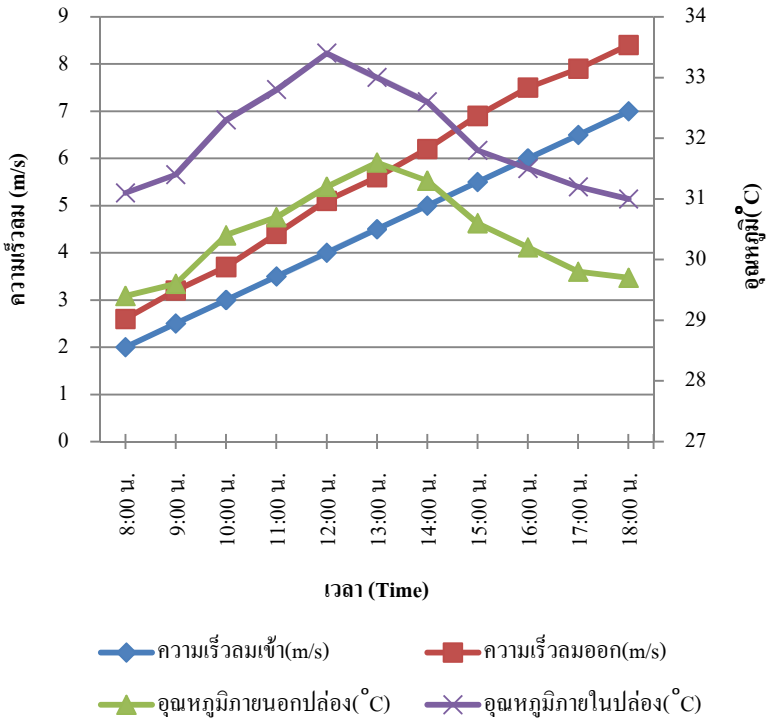


รูปที่ 4.3 การทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลมเข้า 60 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นถึงการทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลมเข้า 60 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ทำการวัดได้ตลอดทั้งวันระหว่างช่วงเวลา 8.00 น. ถึง 18.00 น. เฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ 2.0-7.0 m/s และอุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 28 – 30°C ผลจากการวัดความเร็วลมที่ออกจากปล่องในทุก ๆ 1 ชั่วโมง วัดความเร็วลมได้ 2.5, 2.9, 3.6, 4.3, 4.8, 5.1,

6.1,6.3, 7.3, 7.5 และ 8.3 m/s ตามลำดับ และทำการวัดอุณหภูมิภายในปล่องได้ 30.9, 31.7, 32.1, 32.8, 33.4, 33.6, 32.8, 32.2, 31.5, 31.4 และ 31.3 °C ตามลำดับ

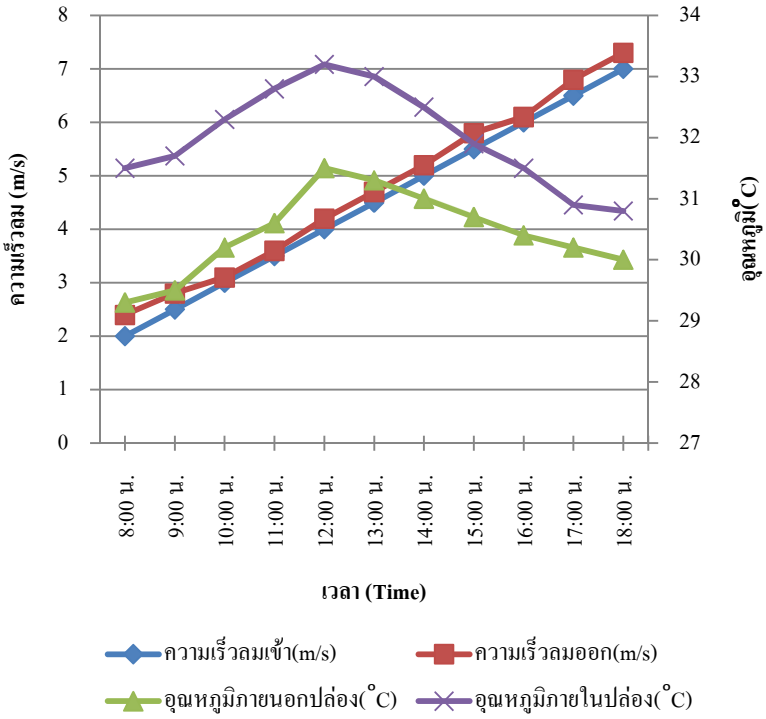
4.2.2.2 การทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลม 70 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.4 การทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลมเข้า 70 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นถึงการทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลมเข้า 70 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ทำการวัดได้ตลอดทั้งวันระหว่างช่วงเวลา 8.00 น. ถึง 18.00 น. เฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ 2.0-7.0 m/s และอุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 28 – 30 °C ผลจากการวัดความเร็วลมที่ออกจากปล่องในทุก ๆ 1 ชั่วโมง วัดความเร็วลมได้ 2.6, 3.2, 3.7, 4.4, 5.1, 5.6, 6.2, 6.8, 7.5, 7.9 และ 8.4 m/s ตามลำดับ และทำการวัดอุณหภูมิภายในปล่องได้ 31.1, 31.4, 32.3, 32.8, 33.4, 33.0, 32.6, 31.8, 31.5, 31.2 และ 31.0 °C ตามลำดับ

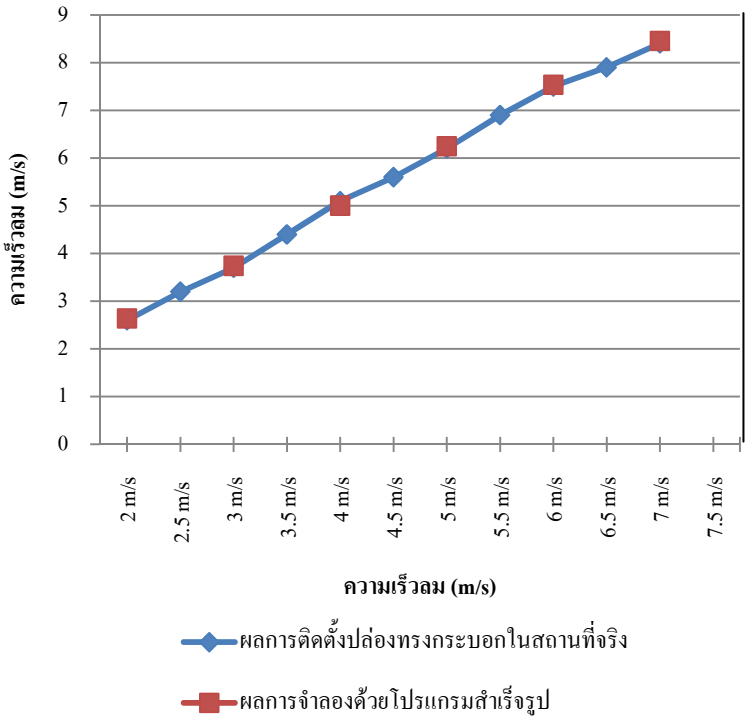
4.2.2.3 การทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลม 80 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.5 การทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลมเข้า 80 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นถึงการทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลมเข้า 80 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ทำการวัดได้ตลอดทั้งวันระหว่างช่วงเวลา 8.00 น. ถึง 18.00 น. เฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ 2.0-7.0 m/s และอุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 28 – 30°C ผลจากการวัดความเร็วลมที่ออกจากปล่องในทุก ๆ 1 ชั่วโมง วัดความเร็วลมได้ 2.4, 2.8, 3.1, 3.6, 4.2, 4.7, 5.2, 5.8, 6.1, 6.8 และ 7.3 m/s ตามลำดับ และทำการวัดอุณหภูมิภายในปล่องได้ 31.5, 31.7, 32.3, 32.8, 33.2, 33.0, 32.5, 31.9, 31.5, 30.9 และ 30.8°C ตามลำดับ

4.2.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการใช้โปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์กับการทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริง



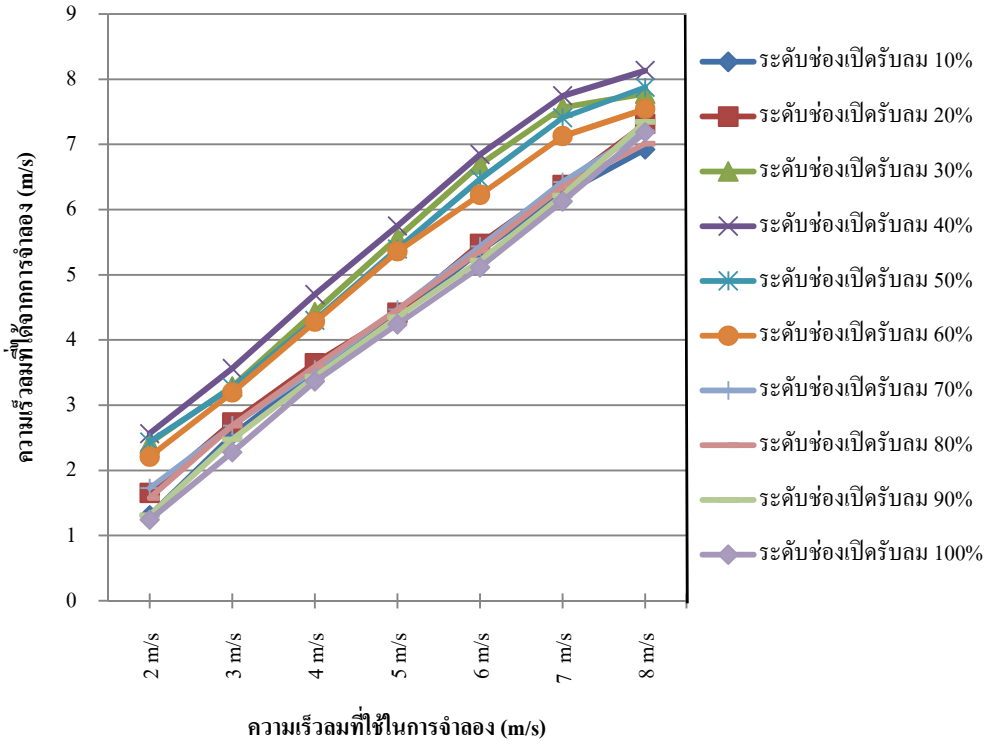
รูปที่ 4.6 การวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการใช้โปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์กับการทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริง

จากรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการใช้โปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์กับการทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริงหลังจากที่ได้ทำการทดสอบสมรรถนะปล่องทรงกระบอก ทั้ง 2 วิธี พิจารณาปล่องทรงกระบอกเปิดช่องรับลมที่ระดับความสูง 70 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง การจำลองด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ความเร็วลมที่ใช้ในการจำลองคือ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 m/s ตามลำดับความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นซึ่งได้จากผลการจำลองดังนี้ 2.642, 3.744, 5.006, 6.249, 7.538 และ 8.457 m/s ตามลำดับและจากการติดตั้งปล่องในสถานที่จริงความเร็วลมที่ทำการวัดได้ตลอดทั้งวันระหว่างช่วงเวลา 8.00 น. ถึง 18.00 น. ทำการวัดความเร็วลมทุก ๆ 1 ชั่วโมง ได้ดังนี้ 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5 และ 7 m/s ตามลำดับ ความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นซึ่งวัดได้จากปล่องในสถานที่จริงคือ 2.6, 3.2, 3.7, 4.4, 5.1, 5.6, 6.2, 6.8, 7.5, 7.9 และ 8.4 m/sตามลำดับที่อุณหภูมิภายในปล่อง 31.1, 31.4, 32.3, 32.8, 33.4, 33.0, 32.6, 31.8, 31.5, 31.2 และ 31.0 $^{\circ}$C ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบผลการทดลองปล่องกังหันลมระหว่างการใช้โปรแกรมการจำลองด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ กับผลการทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริงโดยผลจากการทดลองทั้ง 2 วิธีมีความใกล้เคียงกัน คือสามารถแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะของลมที่ออกจากปล่องได้ประมาณ 25% ของ

ความเร็วลมปกติ ดังนั้นจึงได้นำโปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์ Solid works Flow Simulation มาใช้ในการออกแบบรูปทรงปล่องครั้งต่อไป

4.3 ผลการทดลองปล่องทรงกรวย

4.3.1 การจำลองปล่องด้วยโปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์



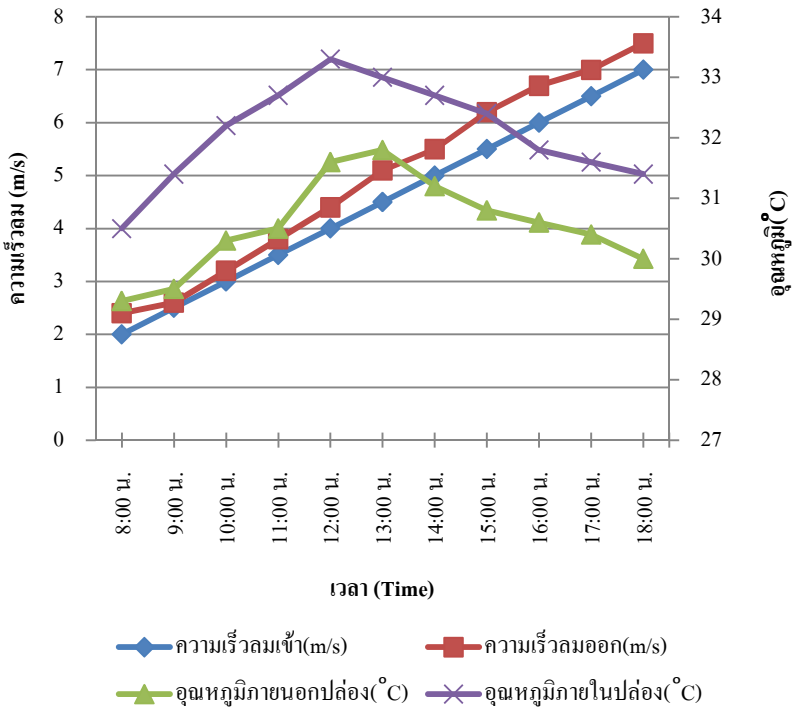
รูปที่ 4.7 การจำลองปล่องทรงกรวยที่ระดับความสูงช่องเปิดรับลม 10-100% ของความสูงปล่อง

จากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นถึงการจำลองปล่องทรงกรวยที่ระดับความสูงช่องเปิดรับลม 10 – 100% ของความสูงปล่องด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ Solid works Flow Simulation ความเร็วลมที่ใช้ในการจำลองคือ 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 และ 8 m/s ตามลำดับ พบว่าที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 30 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง 2.415, 3.291, 4.429, 5.568, 6.693, 7.564 และ 7.776m/s ตามลำดับ ที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 40 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง 2.667, 3.565, 4.698, 5.750, 6.846, 7.744 และ 8.132 m/s ตามลำดับที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 50 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง 2.438, 3.272, 4.304, 5.398, 6.467, 7.409 และ 7.875m/s ตามลำดับ ดังนั้นผลจากการจำลองปล่องทรงกรวยด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นว่าที่ระดับความสูงของช่องรับลมเข้า 40 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่องทรงกรวยปล่องมีสมรรถนะในการเพิ่มความเร็วลมได้ดีที่สุด

4.3.2 การทดลองปล่องทรงกรวยในสถานที่จริง

การติดตั้งปล่องทรงกรวยในสถานที่จริงเป็นการทดลองเพื่อให้เห็นถึงสมรรถนะหลังจากที่ได้ทำการจำลองด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ Solid works Flow Simulation ดังนั้นเพื่อเป็นการรวดเร็วและประหยัดเวลา จึงทำการเลือกปล่องทรงกรวยที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง มาทำการทดลอง

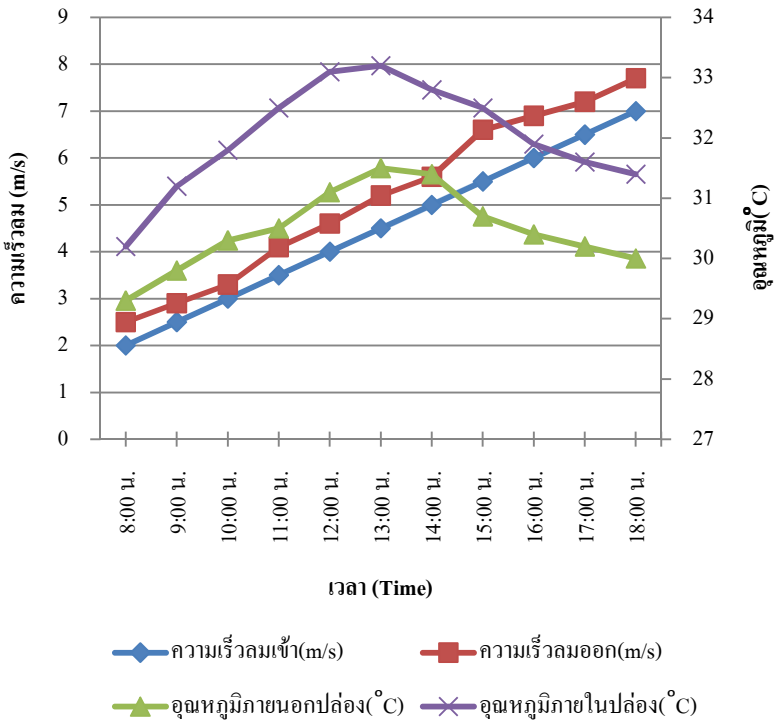
4.3.2.1 การทดลองปล่องทรงกรวยในสถานที่จริงที่ระดับความสูงช่องรับลม 30 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.8 การทดลองปล่องทรงกรวยในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลมเข้า 30 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นถึงการทดลองปล่องทรงกรวยในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลมเข้า 30 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ทำการวัดได้ตลอดทั้งวันระหว่างช่วงเวลา 8.00 น.ถึง 18.00 น. เฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ 2.0-7.0 m/s และอุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 28 – 30°C ผลจากการวัดความเร็วลมที่ออกจากปล่องในทุก ๆ 1 ชั่วโมง วัดความเร็วลมได้ 2.4, 2.6, 3.2, 3.8, 4.4, 5.1, 5.5, 6.2, 6.7, 7.0 และ 7.5 m/s ตามลำดับ และทำการวัดอุณหภูมิภายในปล่องได้ 29.3, 30.5, 31.4, 32.2, 32.7, 33.3, 33.0, 32.7, 32.4, 31.8,31.6 และ 31.4°C ตามลำดับ

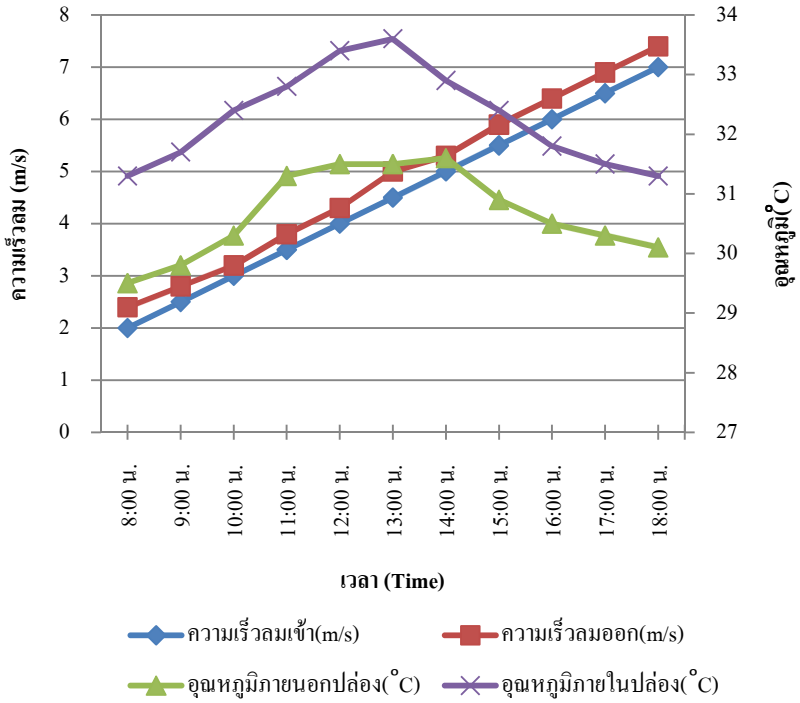
4.3.2.2 การทดลองปล่องทรงกรวยในสถานที่จริงที่ระดับความสูงช่องรับลม 40 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.9 การทดลองปล่องทรงกรวยในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลมเข้า 40 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นถึงการทดลองปล่องทรงกรวยในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลมเข้า 40 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ทำการวัดได้ตลอดทั้งวันระหว่างช่วงเวลา 8.00 น.ถึง 18.00 น. เฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ 2.0-7.0 m/s และอุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 28 – 30°C ผลจากการวัดความเร็วลมที่ออกจากปล่องในทุก ๆ 1 ชั่วโมง วัดความเร็วลมได้ 2.5, 2.9, 3.3, 4.0, 4.5, 5.2, 5.6, 6.4, 6.9, 7.2 และ 7.7 m/s ตามลำดับ และทำการวัดอุณหภูมิภายในปล่องได้30.2, 31.2, 31.8, 32.5, 33.1, 33.2, 32.8, 32.5, 31.9, 31.6 และ 31.4°C ตามลำดับ

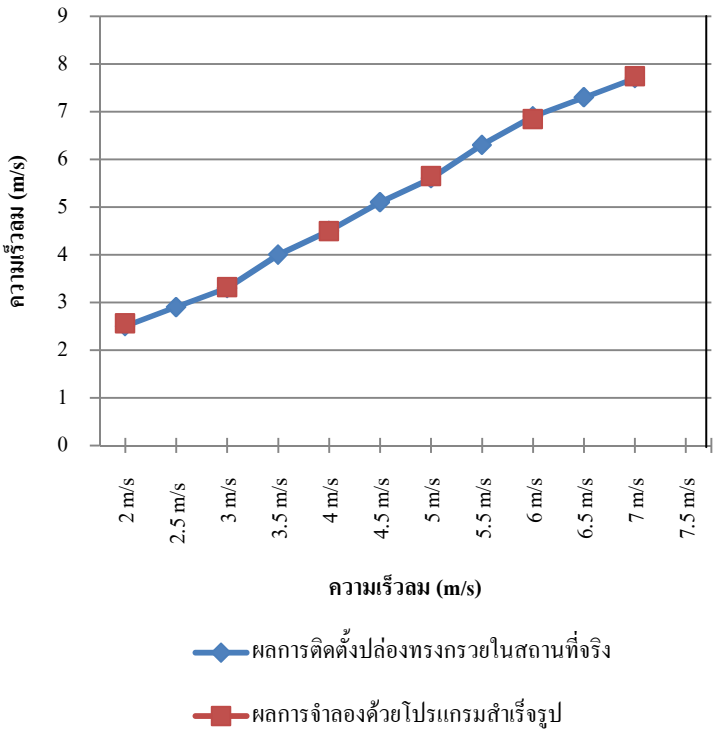
4.3.2.3 การทดลองปล่องทรงกรวยในสถานที่จริงที่ระดับความสูงช่องรับลม 50 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.10 การทดลองปล่องทรงกรวยในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลมเข้า 50 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.10 แสดงให้เห็นถึงการทดลองปล่องทรงกรวยในสถานที่จริงระดับความสูงช่องรับลมเข้า 50 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ทำการวัดได้ตลอดทั้งวันระหว่างช่วงเวลา 8.00 น.ถึง 18.00 น. เฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ 2.0-7.0 m/s และอุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 28 – 30°C ผลจากการวัดความเร็วลมที่ออกจากปล่องในทุก ๆ 1 ชั่วโมง วัดความเร็วลมได้ 2.4, 2.8, 3.2, 3.8, 4.3, 5.0, 5.3, 5.9, 6.4, 6.9 และ 7.4 m/s ตามลำดับ และทำการวัดอุณหภูมิภายในปล่องได้ 31.3, 31.7, 32.4, 32.8, 33.4, 33.6, 32.9, 32.4,31.8, 31.5 และ 31.3°C ตามลำดับ

4.3.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการใช้โปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์กับการทดลองปล่องทรงกรวยในสถานที่จริง



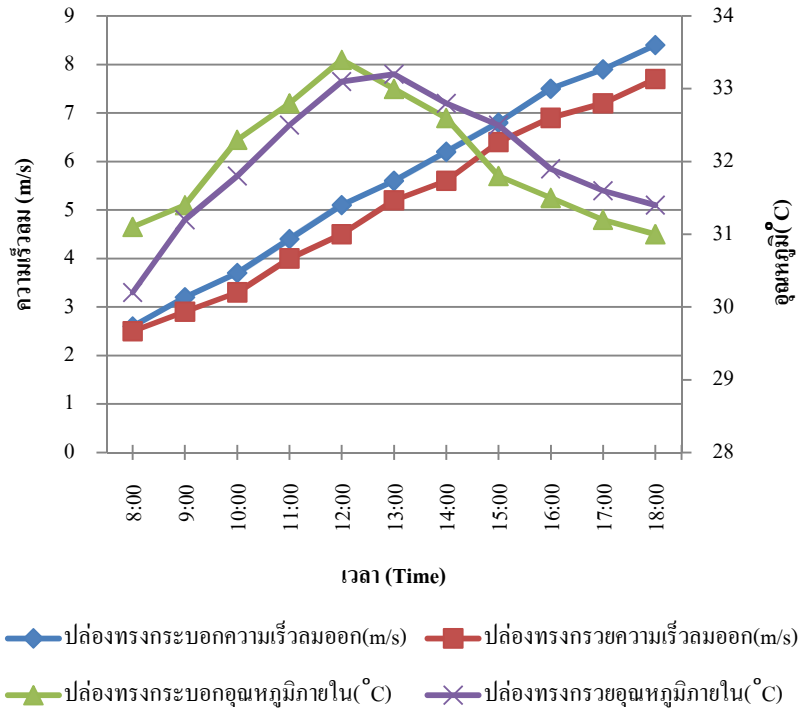
รูปที่4.11การวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการใช้โปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์กับการทดลองปล่องทรงกรวยในสถานที่จริง

จากรูปที่ 4.11 แสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการใช้โปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์กับการทดลองปล่องทรงกรวยในสถานที่จริง หลังจากที่ได้ทำการทดสอบสมรรถนะปล่องทรงกรวย ทั้ง 2 วิธี พิจารณาปล่องทรงกรวยเปิดช่องรับลมที่ระดับความสูง 40 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง การจำลองด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ความเร็วลมที่ใช้ในการจำลองคือ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 m/s ตามลำดับ ความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นซึ่งได้จากผลการจำลอง 2.567 , 3.324 , 4.498 , 5.560 , 6.846 และ 7.744 m/s ตามลำดับและจากการติดตั้งปล่องในสถานที่จริงความเร็วลมที่ทำการวัดได้ตลอดทั้งวันระหว่างช่วงเวลา 8.00 น. ถึง 18.00 น. ทำการวัดความเร็วลมทุก ๆ 1 ชั่วโมง ได้ 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5 และ 7.0 m/s ตามลำดับ ความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นซึ่งวัดได้จากปล่องในสถานที่จริงดังนี้ 2.5, 2.9, 3.3, 4.0, 4.5, 5.1, 5.6, 6.3, 6.9, 7.3 และ 7.7 m/s ตามลำดับที่อุณหภูมิภายในปล่อง 30.2, 31.2, 31.8, 32.5, 33.1, 33.2, 32.8, 32.5, 31.9, 31.6 และ 31.4 $^{\circ}$C ตามลำดับจากการเปรียบเทียบผลการทดลองปล่องกังหันลมระหว่างการใช้โปรแกรมการจำลองด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ กับผลการทดลองปล่องทรงกระบอกในสถานที่จริง โดยผลจากการทดลองทั้ง 2 วิธีมีความใกล้เคียงกัน คือสามารถแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะของลมที่ออกจากปล่องได้ประมาณ 18%

ของความเร็วลมปกติ ดังนั้นจึงได้นำโปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์ Solid works Flow Simulation มาใช้ในการออกแบบรูปทรงปล่องครั้งต่อไป

4.4 ผลการเปรียบเทียบปล่องทรงกระบอกและปล่องทรงกรวย

จากที่ได้ทำการทดสอบปล่องทรงกระบอกและปล่องทรงกรวยทั้งสองรูปทรง ด้วยวิธีใช้การจำลองโปรแกรมทางคณิตศาสตร์และวิธีการทดลองในสถานที่จริงเสร็จสิ้นแล้วผลการวิเคราะห์สมรรถนะของปล่องทั้งสองรูปทรงพบว่าปล่องทรงกระบอกเหมาะสมที่สุดระดับความสูงช่องรับลมเข้าจะอยู่ที่ 70 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง และปล่องรูปทรงกรวยเหมาะสมที่สุดระดับความสูงช่องรับลมเข้าจะอยู่ที่ 40 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง เมื่อทราบถึงสมรรถนะของปล่องทั้งสองรูปทรงแล้วต้องจะนำมาเปรียบเทียบเพื่อทำการเลือกปล่องที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดและจะนำไปติดตั้งใบพัดและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



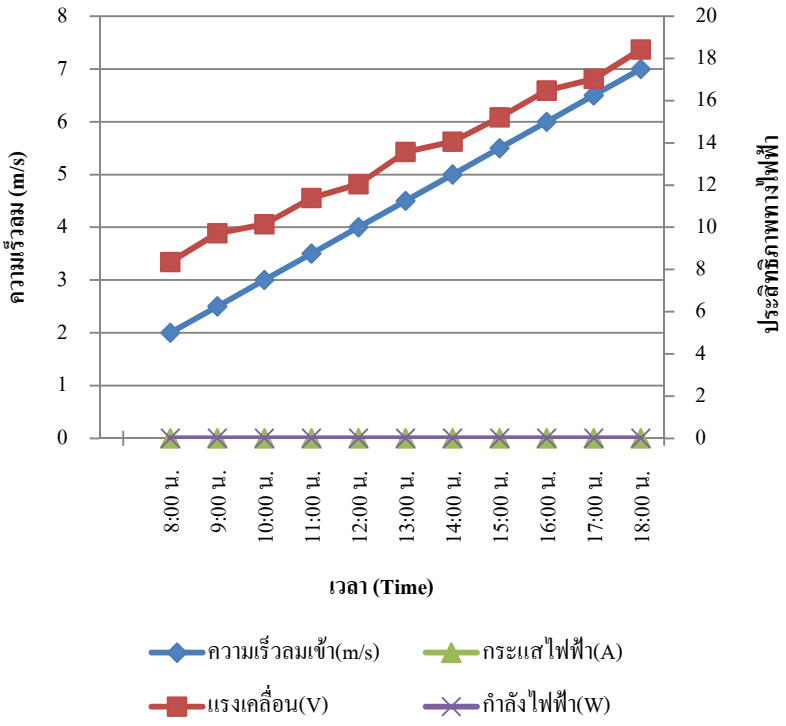
รูปที่ 4.12 การเปรียบเทียบระหว่างปล่องทรงกระบอกและปล่องทรงกรวย

จากรูปที่ 4.12 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบปล่องทั้งสองรูปทรงระหว่างปล่องทรงกระบอกและปล่องทรงกรวย ปล่องทรงกระบอกระดับความสูงช่องรับลมเข้า 70 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง วัดความเร็วลมที่ออกจากปล่องได้ 2.6, 3.2, 3.7, 4.4, 5.1, 5.6, 6.2, 6.8, 7.5, 7.9 และ 8.4 m/s ตามลำดับ และทำการวัดอุณหภูมิภายในปล่องได้ดังนี้ 31.1, 31.4, 32.3, 32.8, 33.4, 33.0, 32.6, 31.8, 31.5, 31.2 และ 31.0°C ตามลำดับในขณะเดียวกันปล่องทรงกรวยที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 40 เปอร์เซ็นต์

ของความสูงปล่อง วัดความเร็วลมที่ออกจากปล่องได้ 2.5, 2.9, 3.3, 4.0, 4.5, 5.2, 5.6, 6.4, 6.9, 7.2 และ 7.7 m/s ตามลำดับ และทำการวัดอุณหภูมิภายในปล่องได้ดังนี้ 30.2, 31.2, 31.8, 32.5, 33.1, 33.2, 32.8, 32.5, 31.9, 31.6 และ 31.4°C ตามลำดับเมื่อหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบแล้วพบว่าปล่องทรงกระบอกมีสมรรถนะในการเพิ่มความเร็วลมที่ดีกว่าปล่องรูปทรงกรวยถึง 7 % ดังนั้นจึงนำปล่องทรงกระบอกไปทำการติดตั้งใบพัดและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อทำการศึกษาสมรรถนะปล่องกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า

4.5 ผลการทดลองปล่องกังหันลมผลิตไฟฟ้า

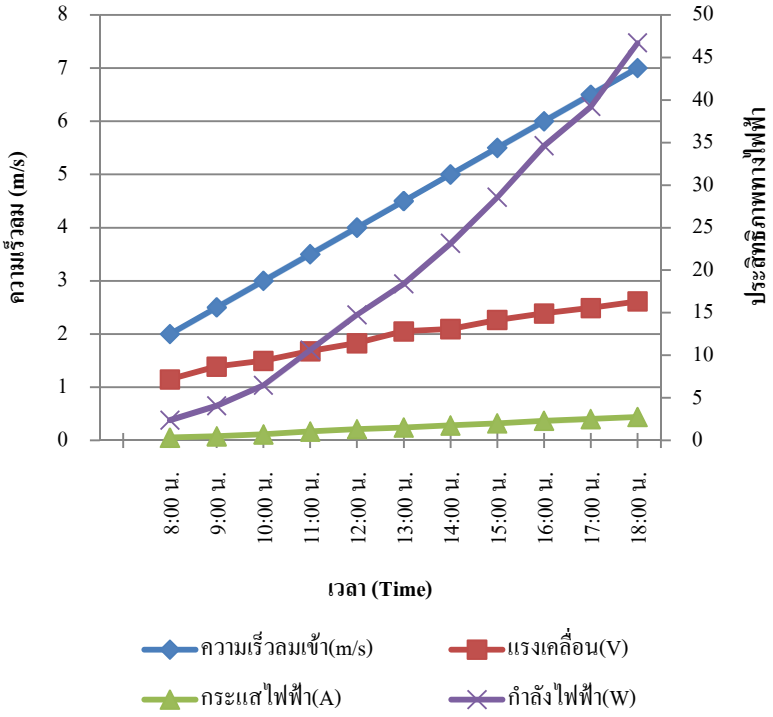
4.5.1 การทดลองปล่องกังหันลมผลิตไฟฟ้าในกรณีไม่ทำการต่อโหลดทางไฟฟ้า



รูปที่ 4.13 การทดลองปล่องกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าโดยไม่ทำการต่อโหลดทางไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.13 แสดงให้เห็นถึงการทดลองปล่องกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าโดยไม่ทำการต่อโหลดทางไฟฟ้าจากการที่ได้ทำการวัดความเร็วลมตลอดทั้งวัน ในช่วงระยะเวลา 8.00 น.ถึง 18.00 น. ความเร็วลมเฉลี่ยจะอยู่ที่ 2.0-7.0 m/s ทำการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในทุก ๆ 1 ชั่วโมง แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้คือ 8.35, 9.72,10.14,11.38,12.04, 13.57, 14.06, 15.21, 16.48, 17.04 และ 18.43V ตามลำดับ

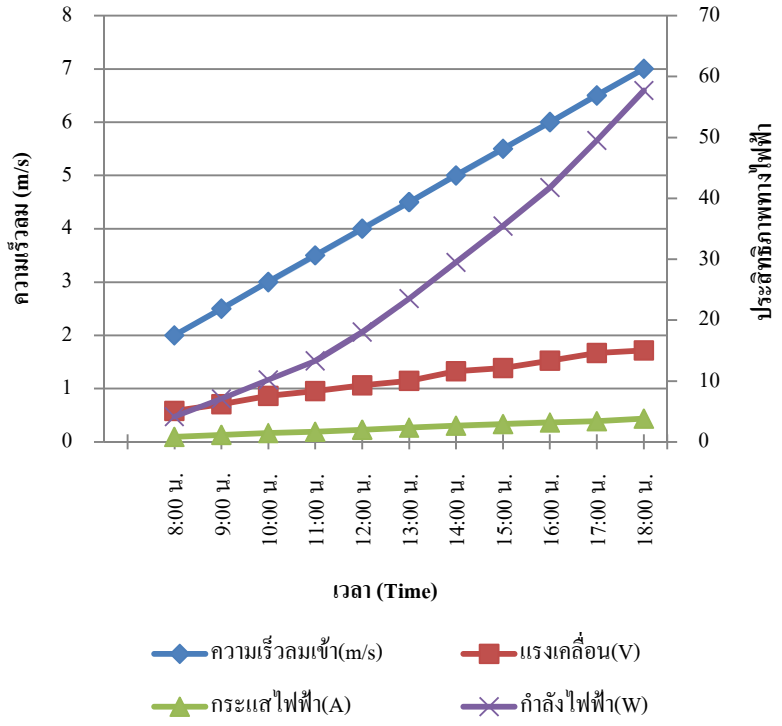
4.5.2 การทดลองปล่องกังหันลมผลิตไฟฟ้าในกรณีทำการต่อโหลดทางไฟฟ้า 20W



รูปที่ 4.14 การทดลองปล่องกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าโดยทำการต่อโหลดทางไฟฟ้า 20W

จากรูปที่ 4.14 แสดงให้เห็นถึงการทดลองปล่องกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าโดยทำการต่อโหลดทางไฟฟ้า 20Wจากการที่ได้ทำการวัดความเร็วลมตลอดทั้งวัน ในช่วงระยะเวลา 8.00 น.ถึง18.00 น. ความเร็วลมเฉลี่ยจะอยู่ที่ 2.0-7.0 m/s ทำการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในทุก ๆ 1 ชั่วโมง แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้คือ 7.18, 8.67, 9.35, 10.48, 11.42, 12.81, 13.09, 14.16, 14.92, 15.56 และ 16.33V ตามลำดับ และสามารถทำการวัดกระแสไฟฟ้าได้ 0.34, 0.5, 0.72, 1.06, 1.34, 1.53, 1.77, 2.02, 2.32, 2.52 และ 2.76 A ตามลำดับ จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากปล่องกังหันลม พบว่าหลังจากที่ได้ทำการต่อโหลดทางไฟฟ้า 20W ให้กับปล่องกังหันลม แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากปล่องกังหันลมจะมีค่าต่ำลง แต่ในขณะเดียวกันค่ากระแสจะเพิ่มขึ้นไปตามลำดับ

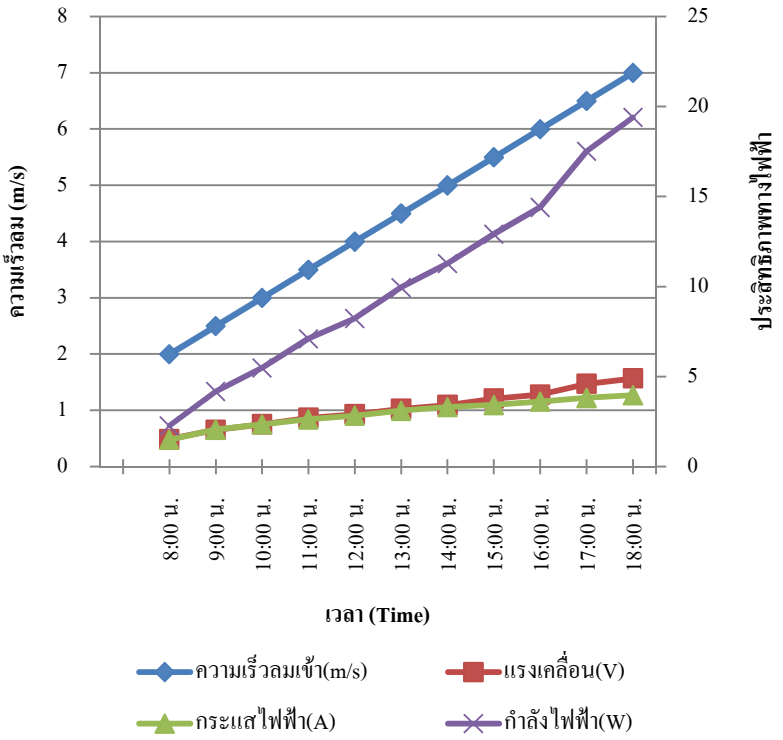
4.5.2 การทดลองปล่องกังหันลมผลิตไฟฟ้าในกรณีทำการต่อโหลดทางไฟฟ้า 50W



รูปที่ 4.15 การทดลองปล่องกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าโดยทำการต่อโหลดทางไฟฟ้า 50W

จากรูปที่ 4.15 แสดงให้เห็นถึงการทดลองปล่องกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าโดยทำการต่อโหลดทางไฟฟ้า 50W จากการที่ได้ทำการวัดความเร็วลมตลอดทั้งวัน ในช่วงระยะเวลา 8.00 น. ถึง 18.00 น. ความเร็วลมเฉลี่ยจะอยู่ที่ 2.0-7.0 m/s ทำการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในทุก ๆ 1 ชั่วโมง แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้คือ 5.08, 6.17, 7.54, 8.33, 9.28, 10.02, 11.59, 12.14, 13.34, 14.6 และ 15.03V ตามลำดับ และสามารถทำการวัดกระแสไฟฟ้าได้ 0.82, 1.15, 1.45, 1.06, 1.66, 2.0, 2.35, 2.66, 3.19, 3.39 และ 3.82 A ตามลำดับ

4.5.3 การทดสอบปล่องกังหันลมผลิตไฟฟ้าในกรณีทำการต่อโหลดทางไฟฟ้า 80W

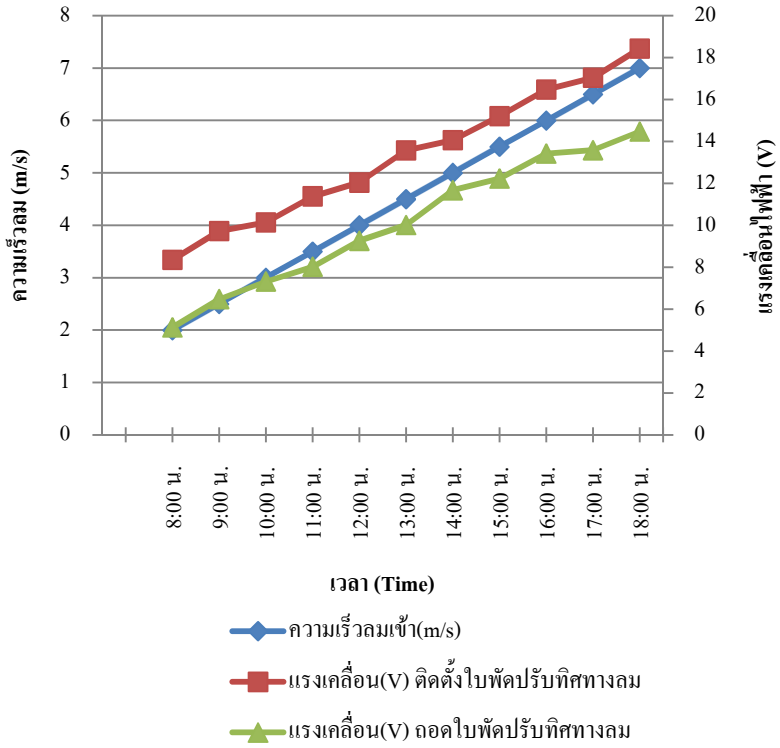


รูปที่ 4.16 การทดลองปล่องกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าโดยทำการต่อโหลดทางไฟฟ้า 80W

จากรูปที่ 4.16แสดงให้เห็นถึงการทดลองปล่องกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าโดยทำการต่อโหลดทางไฟฟ้า 80Wจากการที่ได้ทำการวัดความเร็วลมตลอดทั้งวัน ในช่วงระยะเวลา 8.00 น.ถึง 18.00 น. ความเร็วลมเฉลี่ยจะอยู่ที่ 2.0-7.0 m/sทำการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในทุก ๆ 1 ชั่วโมง แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้คือ 1.53 , 2.04 , 2.35 , 2.71, 2.91, 3.21, 3.42, 3.78, 4.0, 4.6และ 4.9 V ตามลำดับ และสามารถทำการวัดกระแสไฟฟ้าได้ 1.49, 2.05, 2.34, 2.62, 2.83, 3.1, 3.3, 3.42, 3.60, 3.81และ 3.96 A ตามลำดับ

จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากปล่องกังหันลม พบว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะแปรผันโดยตรงกับความเร็วลม กล่าวคือ เมื่อมีความเร็วลมเพิ่มขึ้น ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าก็จะมีค่ามากขึ้นไปด้วย โดยเฉพาะในกรณีที่ปล่องกังหันลมไม่มีการต่อโหลดทางไฟฟ้าจะให้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่สูงสุด แต่ในขณะเดียวกันหลังจากที่ได้ทำการต่อโหลดทางไฟฟ้า 20-80W ให้กับปล่องกังหันลม พบว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากปล่องกังหันลมจะมีค่าต่ำลงและค่ากระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นไปตามลำดับ

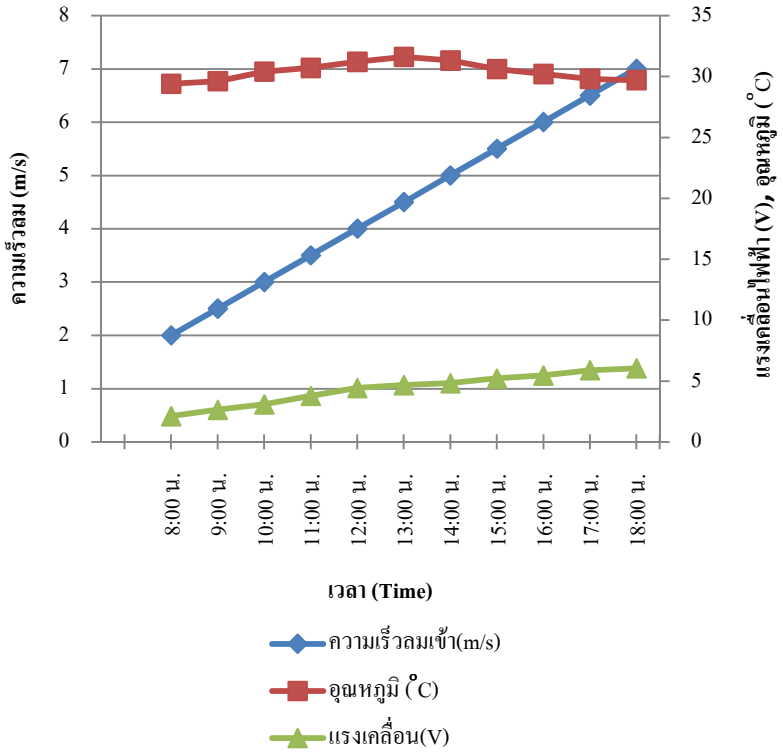
4.5.4การทดลองสมรรถนะปล่องกังหันลมแบบมีใบพัดปรับทิศทางลม (Fixed Blade)



รูปที่ 4.17การทดลองสมรรถนะปล่องกังหันลมแบบมีใบพัดปรับทิศทางลม (Fixed Blade)

จากรูปที่ 4.17 แสดงให้เห็นถึงการทดลองสมรรถนะปล่องกังหันลมแบบมีใบพัดปรับทิศทางลม (Fixed Blade)ดังนั้นในการทดสอบปล่องกังหันลมผลิตไฟฟ้า จะต้องทำการทดสอบด้วยกัน 2 กรณี คือทดสอบด้วยการติดตั้งใบพัดปรับทิศทางลม กับทดสอบด้วยการถอดใบพัดปรับทิศทางลมออก โดยการทดสอบทั้งสองกรณีจะไม่ทำการต่อโหลดทางไฟฟ้าใดๆ ทั้งสิ้น จากการที่ได้ทำการวัดความเร็วลมตลอดทั้งวัน ในช่วงระยะเวลา 8.00 น. ถึง 18.00 น. ความเร็วลมเฉลี่ยจะอยู่ที่ 2.0-7.0 m/s ทำการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในทุก ๆ 1 ชั่วโมง พบว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้จากปล่องที่ได้ทำการติดตั้งใบพัดปรับทิศทางลมคือ 8.35, 9.72, 10.14, 11.38, 12.04, 13.57, 14.06, 15.21, 16.48, 17.04 และ 18.43V ตามลำดับ แต่ในขณะเดียวกันแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้จากปล่องภายหลังจากที่ได้ทำการถอดใบพัดปรับทิศทางลมคือ 5.13, 6.48, 7.32, 8.02, 9.26, 10.01, 11.67, 12.23, 13.42, 13.58และ14.47 V ตามลำดับ จากการทดลองสมรรถนะปล่องกังหันลมแบบมีใบพัดปรับทิศทางลม (Fixed Blade) แสดงให้เห็นว่าใบพัดปรับทิศทางลมเป็นหนึ่งองค์ประกอบที่มีความสำคัญในการช่วยปรับทิศทางลมและปล่องกังหันลมสามารถผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้มากขึ้น

4.5.5 การทดลองสมรรถนะใบพัดกังหันลมในกรณีไม่มีปล่อง



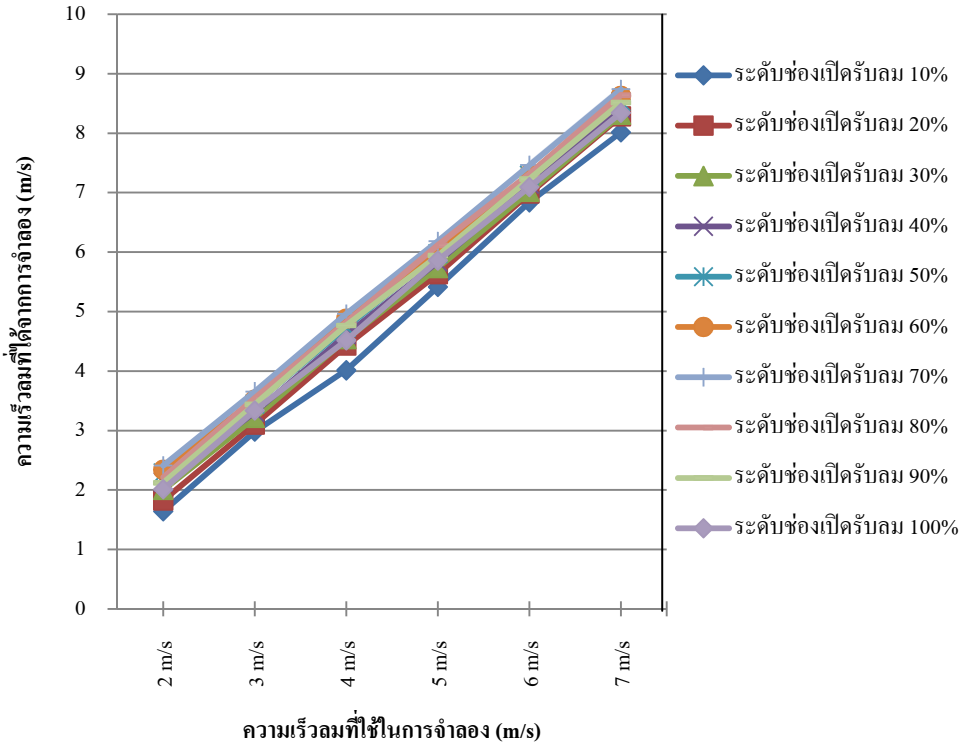
รูปที่ 4.18 การทดลองสมรรถนะใบพัดกังหันลมในกรณีไม่มีปล่อง

จากรูปที่ 4.18 แสดงให้เห็นถึงการทดลองสมรรถนะใบพัดกังหันลมในกรณีไม่มีปล่อง จากการที่ได้ทำการวัดความเร็วลมตลอดทั้งวัน ในช่วงระยะเวลา 8.00 น. ถึง 18.00 น. ความเร็วลมเฉลี่ยจะอยู่ที่ 2.0-7.0 m/s ทำการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในทุก ๆ 1 ชั่วโมง พบว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้จากชุดใบพัดกังหันลมคือ2.11, 2.64, 3.08, 3.78, 4.43, 4.67, 4.82, 5.21, 5.45, 5.89 และ 6.04 V. ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 29.4, 29.6, 30.4, 30.7, 31.2, 31.6, 31.3, 30.6, 30.2, 29.8 และ 29.7 °C ตามลำดับ ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า จากการที่ชุดใบพัดกังหันลมในกรณีไม่มีปล่อง มีกำลังการผลิตไฟฟ้าต่ำ สาเหตุอันเนื่องมากจากชุดใบพัดกังหันลมถูกทำการออกแบบมาเพื่อสำหรับติดตั้งภายในปล่องเท่านั้น จึงไม่เหมาะกับการที่จะนำมาเป็นกังหันแกนนอน นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงปล่องมีความสำคัญในเรื่องของการควบคุมทิศทางลมที่ออกให้ไปยังชุดใบพัดกังหันลม

4.6 ผลการจำลองปล่องทรงกระบอกกรณีทำการเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล่อง

จากการเปรียบเทียบผลการจำลองปล่องกังหันลมระหว่างการใช้โปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์ Solid Works Flow Simulationกับผลการทดลองด้วยการติดตั้งปล่องกังหันลมในสถานที่จริง โดยผลจากการทดลองทั้ง 2 วิธี มีความใกล้เคียงกัน กล่าวคือสามารถแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะของลมที่ออกจากปล่องได้ดังนั้นจึงได้นำโปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์ Solid Works Flow Simulationมาใช้ในการออกแบบปล่องเพื่อวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ขนาด ที่ความสูงปล่อง 5 เมตร ได้แก่ 1.3, 2.5, 3.6 เมตร ซึ่งมีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.6.1 ปล่องทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.3 เมตร สูง 5 เมตร

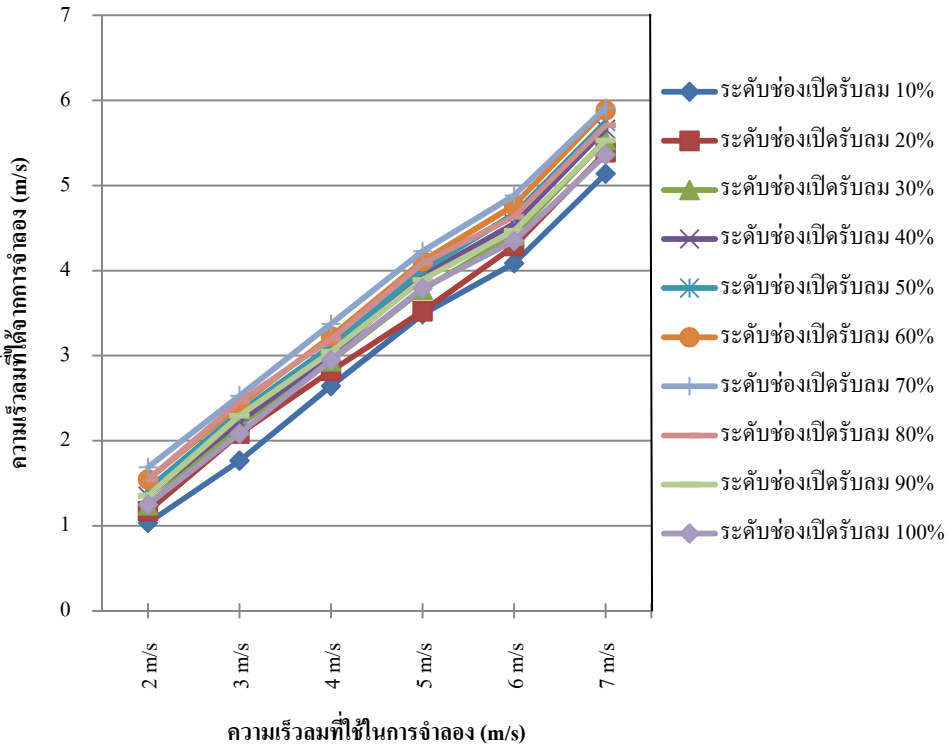


รูปที่ 4.19 การจำลองปล่องทรงกระบอกที่ระดับความสูงช่องเปิดรับลม 10-100% ของความสูงปล่อง

จากรูปที่ 4.19 แสดงให้เห็นถึงการจำลองปล่องทรงกระบอกที่ระดับความสูงช่องเปิดรับลม 10-100% ของความสูงปล่องด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ Solid works Flow Simulation ความเร็วที่ใช้ในการจำลองคือ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 m/s ตามลำดับ พบว่าที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 60 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง 2.344, 3.521, 4.882, 6.013, 7.315 และ8.625 m/s

ตามลำดับที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 70 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง 2.409, 3.654, 4.961, 6.183, 7.463 และ 8.738 m/sตามลำดับที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 80 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง 2.209, 3.544, 4.821, 6.115, 7.314 และ 8.642 m/s ตามลำดับ ดังนั้นผลจากการจำลองปล่องทรงกระบอกด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ Solid works Flow Simulation แสดงให้เห็นว่าที่ระดับความสูงของช่องรับลมเข้า 70 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่องปล่องมีสมรรถนะในการเพิ่มความเร็วลมดีที่สุด

4.6.2 ปล่องทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5เมตร สูง 5 เมตร

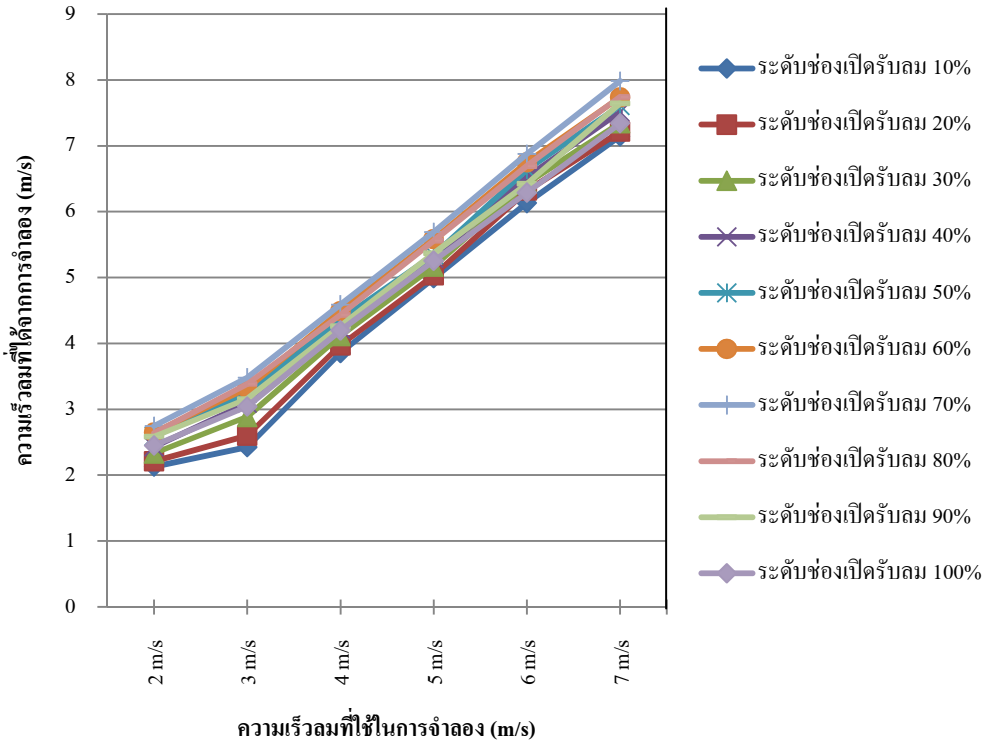


รูปที่ 4.20 การจำลองปล่องทรงกระบอกที่ระดับความสูงช่องเปิดรับลม 10-100% ของความสูงปล่อง

จากรูปที่ 4.20 แสดงให้เห็นถึงการจำลองปล่องทรงกระบอกที่ระดับความสูงช่องเปิดรับลม10-100% ของความสูงปล่องด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ Solid works Flow Simulationความเร็วที่ใช้ในการจำลองคือ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 m/s ตามลำดับ พบว่าที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 60 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง 1.545, 2.416, 3.225, 4.112, 4.763 และ5.882m/s ตามลำดับที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 70 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง 1.689, 2.529, 3.374, 4.227, 4.884, และ 5.913m/s ตามลำดับที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 80

เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง 1.542, 2.460, 3.194, 4.084, 4.635 และ 5.707 m/s ตามลำดับ ดังนั้นผลจากการจำลองปล่องทรงกระบอกด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ Solid works Flow Simulation แสดงให้เห็นว่าที่ระดับความสูงของช่องรับลมเข้า 70เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ปล่องมีสมรรถนะในการเพิ่มความเร็วลมดีที่สุด

4.6.3 ปล่องทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.6 เมตร สูง 5 เมตร



รูปที่ 4.21 การจำลองปล่องทรงกระบอกที่ระดับความสูงช่องเปิดรับลม 10-100% ของความสูงปล่อง

จากรูปที่ 4.21 แสดงให้เห็นถึงการจำลองปล่องทรงกระบอกที่ระดับความสูงช่องเปิดรับลม10-100% ของความสูงปล่องด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ Solid works Flow Simulation ความเร็วที่ใช้ในการจำลองคือ 2, 3, 4, 5, 6 และ7 m/s ตามลำดับ พบว่าที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 60 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง 2.649, 3.321, 4.492, 5.584, 6.751 และ7.739m/s ตามลำดับที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 70 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง 2.746, 3.481, 4.589, 5.692, 6.878, และ 7.984m/sตามลำดับที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 80 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง2.642, 3.385, 4.432, 5.561, 6.695 และ 7.745m/s ตามลำดับ ดังนั้นผลจากการจำลองปล่องทรงกระบอกด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ Solid

works Flow Simulation แสดงให้เห็นว่าที่ระดับความสูงของช่องรับลมเข้า 70 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ปล่องมีสมรรถนะในการเพิ่มความเร็วลมดีที่สุด

4.7 ผลการประเมินค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์

จากการออกแบบและจัดสร้าง การพัฒนาปล่องกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าในครั้งนี้ ได้จัดสร้างขึ้นจากวัสดุและอุปกรณ์ที่จัดหาได้ง่ายและมีขายทั่วไป ซึ่งในการจัดสร้างกังหันลมในครั้งนี้จะมีเฉพาะค่าใช้จ่ายในการลงทุนเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 13,000 บาท คาดว่ามีอายุการใช้งานประมาณ 7 ปี มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษารายปีประมาณ 100 บาท และมีมูลค่าซากประมาณ 2,000 บาท ไม่มีค่าใช้จ่ายในด้านเชื้อเพลิง

4.7.1 การหาค่าเสื่อมราคารายปี

ค่าเสื่อมราคารายปี = (ค่าลงทุนเบื้องต้น – มูลค่าซาก)/อายุการใช้งาน

แทนค่า = (13000 - 2000)/10

ค่าเสื่อมราคารายปี = 1,100 บาท

4.7.2 การหาค่าผลตอบแทนรายปี

การหาค่าตอบแทนรายปีของการพัฒนาปล่องกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า สามารถหาได้จากการคิดหาจำนวนเงินที่ประหยัดได้จากการจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าในแต่ละปี ซึ่งจากการทดลอง พบว่าปล่องกังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดและทำให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากที่สุดประมาณ2หน่วยต่อวัน แต่เนื่องจากการพัฒนาปล่องกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้ามีตัวแปรที่สำคัญที่ส่งผลต่อการผลิตไฟฟ้าคือ ความเร็วลม ดังนั้นในการคิดผลตอบแทนรายปีของปล่องกังหันลมจะคิดที่ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของการผลิตไฟฟ้า

ผลตอบแทนรายปี $= \left(\frac{kw \times B \times D \times 70}{100} \right)$

แทนค่า $= \left(\frac{2kWh \times 3 \times 365_{day} \times 70}{100} \right)$

ผลตอบแทนรายปี = 1,533 บาท/ปี

4.7.3 การหาค่าอัตราคืนทุน

การหาค่าอัตราการคืนทุนของการพัฒนาปล่องกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า หาได้ดังนี้

อัตราการคืนทุน = ผลตอบแทน – {(ค่าเสื่อมราคา – ค่าใช้จ่ายรายปี)}/ ต้นทุน

แทนค่า $= \frac{[1,533-(1,100+100)]}{13,000}\times 100$

อัตราการคืนทุน = 4.1 เปอร์เซ็นต์

4.7.4 ระยะเวลาในการคืนทุน

ระยะเวลาในการคืนทุน = เงินค่าลงทุน / (ผลตอบแทนรายปี – ค่าใช้จ่ายรายปี)

แทนค่า $= \frac{13,000}{(1,533-100)}$

ระยะเวลาในการคืนทุน = 9.07 ปี