

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพประกอบ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความสำคัญและความเป็นมาของการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตในการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย	3
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
ลมในประเทศไทย	4
ประเภทของกังหันลม	5
ส่วนประกอบของกังหันลม	7
ทฤษฎีอากาศพลศาสตร์	10
ทฤษฎีเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
3 วิธีดำเนินการวิจัย	27
แนวทางในการดำเนินงานวิจัย	27
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	28
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	35
การทดสอบกังหันลมแบบจำลองภายในอุโมงค์ลม	35
การสร้างและทดสอบกังหันลมผลิตไฟฟ้าและสูบน้ำความเร็วรอบต่ำ	38

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์	39
ผลการทดสอบกัณฑ์ลมแบบจำลองแบบใบฝักระสอบภายในอุโมงค์ลม	39
ผลการทดสอบกัณฑ์ลมแบบจำลองแบบใบฝัฝายในอุโมงค์ลม	49
ผลการสร้างและทดสอบแบบจำลองกัณฑ์ลม	49
ผลการเก็บข้อมูลส่วนประกอบของกัณฑ์ลมแบบเต็มขนาด	50
ผลการสร้างและทดสอบกัณฑ์ลมผลิตไฟฟ้าและสูบน้ำความเร็วรอบต่ำ	53
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	56
สรุปผลการวิจัย	56
อภิปรายผล	56
ข้อเสนอแนะ	57
บรรณานุกรม	59
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ผลการสอบเทียบอุโมงค์ลม	61
ภาคผนวก ข ตัวอย่างข้อมูลและผลการคำนวณกัณฑ์ลมแบบจำลองใบฝักระสอบ	64
ภาคผนวก ค การอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีกัณฑ์ลมความเร็วรอบต่ำ	79
เพื่อการสูบน้ำและการผลิตกระแสไฟฟ้าวันที่ 30 ตุลาคม 2553	
ประวัติผู้วิจัย	82

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1 ศักยภาพของพลังงานลมในประเทศไทย	4
2 กังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบแกนนอนและแบบแกนตั้ง	6
3 องค์ประกอบกังหันลมแบบความเร็วคงที่	6
4 ตัวอย่างส่วนประกอบของกังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้า	8
5 ส่วนประกอบของกังหันลมเพื่อการสูบน้ำ	9
6 ภาพแสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศก่อนเข้าและหลังกังหันลมใน แบบแนวแกน (Axial flow) A_0 , A , A_1 เป็นพื้นที่ภาคตัดขวางพลังงานลม	11
7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์กำลังงานกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบ	14
8 การเคลื่อนที่ของอากาศด้านหลังกังหันเกิดขึ้นเนื่องจากการหมุนของกังหัน	15
9 เวกเตอร์ของความเร็วลมและแรงที่เกิดขึ้นบนโปรไฟล์ใบ	16
10 ไดอะแกรมของความเร็วลมที่เกิดขึ้นบนโปรไฟล์ใบ	18
11 อธิบายกฎของฟาราดย์	20
12 หลักการเบื้องต้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบสนามแม่เหล็กหมุนในขดลวด	20
13 หลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง	21
14 หลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	21
15 แผนการดำเนินงานวิจัยกังหันลมความเร็วรอบต่ำเพื่อการสูบน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้า	27
16 อุโมงค์ลมที่ใช้ในการวิจัย	28
17 อุปกรณ์วัดความเร็วลม	28
18 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ	29
19 คู่มือหาค่ามาตรฐานเป็นอุปกรณ์การวัดทอร์ก	29
20 เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน	30
21 เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า	30
22 เครื่องมือวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า	30
23 เครื่องมือวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้า	31
24 เครื่องมือวัดแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้า	31

ภาพที่	หน้า
25 แบบจำลองกังหันลม	32
26 กังหันลมแบบเต็มขนาด	33
27 เครื่องสูบน้ำแบบชักที่ใช้ในการทดสอบ	33
28 เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าแบบมอเตอร์เครื่องชักผ้า	34
29 หลอดไฟฟ้า DC ขนาด 24 V @70 W	34
30 ลักษณะใบกังหันลมใบผ้ากระสอบแบบที่ 1	36
31 ลักษณะใบกังหันลมใบผ้ากระสอบแบบที่ 2	36
32 ลักษณะใบกังหันลมใบผ้ากระสอบแบบที่ 3	37
33 ลักษณะใบกังหันลมใบผ้าฝ้าย	37
34 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์กำลังงานกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบ ของใบกังหันลมแบบต่าง ๆ มุมตั้งใบ 20 องศา ที่ความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที	41
35 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์กำลังงานกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบ ของใบกังหันลมแบบต่าง ๆ มุมตั้งใบ 20 องศา ที่ความเร็วลม 3 เมตรต่อวินาที	42
36 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์กำลังงานกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบ ของใบกังหันลมแบบต่าง ๆ มุมตั้งใบ 20 องศา ที่ความเร็วลม 3.5 เมตรต่อวินาที	43
37 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์กำลังงานกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบ ของใบกังหันลมแบบต่าง ๆ มุมตั้งใบ 20 องศา ที่ความเร็วลม 4 เมตรต่อวินาที	44
38 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ทอร์คกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบ ของใบกังหันลมแบบต่าง ๆ มุมตั้งใบ 20 องศา ที่ความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที	45
39 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ทอร์คกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบ ของใบกังหันลมแบบต่าง ๆ มุมตั้งใบ 20 องศา ที่ความเร็วลม 3 เมตรต่อวินาที	46
40 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ทอร์คกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบ ของใบกังหันลมแบบต่าง ๆ มุมตั้งใบ 20 องศา ที่ความเร็วลม 3.5 เมตรต่อวินาที	47
41 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ทอร์คกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบ ของใบกังหันลมแบบต่าง ๆ มุมตั้งใบ 20 องศา ที่ความเร็วลม 4 เมตรต่อวินาที	48
42 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์กำลังงาน (C_p) กับความเร็วปลายใบ (TSR) ของ TSRM 6B-T1-T5 ที่ความเร็วลมต่ำ 2-3 เมตร/วินาที	49
43 ลักษณะใบกังหันลมเวลาทางใบ	50
44 ลักษณะก้านใบกังหัน	51

ภาพที่	หน้า
45 ชุดหัวจักร เพลา สเตย์ไซด์ไบ	52
46 โครงเสาและค้ำยัน	52
47 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ (rpm) กับแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Volt)	53
48 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ (rpm) กับกระแสไฟฟ้า (Amp)	54
49 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ (rpm) กับกำลังไฟฟ้า (Watt)	54
50 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบเพลาเครื่องสูบน้ำ (rpm) กับอัตราการไหล (lps)	55
ทดสอบกับมอเตอร์ปรับรอบแทนการดูดด้วยกังหันขนาด 8 เมตร	
51 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลม (m/s) กับความเร็วรอบ (rpm)	55
ของกังหันลมขนาด 8 เมตร	