

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมเครื่องกล	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
ลำดับสัญลักษณ์	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการทำโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน	2
1.6 ระยะเวลาและแผนการดำเนินงาน	3
1.7 งบประมาณ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง	4
2.2 กังหันน้ำแบบฟรานซิส	14
2.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์กังหันน้ำ	20
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3 วิธีการทดสอบ	27
3.1 วัสดุอุปกรณ์	27
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง	32
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	34
4.1 การวิเคราะห์ค่าที่ได้จากการทดลอง	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 การวิเคราะห์รูปร่างของสามเหลี่ยมความเร็วของการนำเครื่องสูบน้ำ มาใช้เป็นกังหันน้ำ	37
บทที่ 5 สรุป	42
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	44
ภาคผนวก ก ตารางผลการทดลองและการคำนวณ	45
ภาคผนวก ข ค่าคงที่ในการคำนวณ	49
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	51



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ความต้องการไฟฟ้าและกำลังผลิตสำรอง	1
ตารางที่ 2.1 แสดงความแตกต่างของใบพัด กังหันฟรานซิสแบบแกนนอนและแกนตั้ง	15
ตารางที่ ก 1 ตารางบันทึกผลการทดลอง	46
ตารางที่ ก 2 ตารางการคำนวณค่าจากการทดลอง	47
ตารางที่ ก 3 ตารางการคำนวณค่าทางทฤษฎี	48



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 องค์ประกอบหลักของเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง	4
รูปที่ 2.2 องค์ประกอบหลักของเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง	5
รูปที่ 2.3 ภาพตัดขวางของเสื้อเครื่องสูบน้ำ	5
รูปที่ 2.4 ลักษณะของใบเครื่องสูบน้ำ	6
รูปที่ 2.5 ลักษณะการทำงานของใบเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง	6
รูปที่ 2.6 ลักษณะสามเหลี่ยมความเร็วของเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง	9
รูปที่ 2.7 รูปสามเหลี่ยมความเร็วที่ทางเข้าและออกของใบพัด	10
รูปที่ 2.8 การไหลของของไหลออกจากใบพัด	10
รูปที่ 2.9 เส้นโค้งคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ	12
รูปที่ 2.10 (a) เส้นโค้งคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ	13
รูปที่ 2.10 (b) จุดทำงานของเครื่องสูบน้ำ	13
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างกังหันน้ำฟรานซิส	14
รูปที่ 2.12 กังหันฟรานซิส (Francis turbine)	15
รูปที่ 2.13 แผนภาพสามเหลี่ยมความเร็วที่ทางเข้าและออกของกังหัน	16
รูปที่ 2.14 เส้นโค้งคุณลักษณะจำเพาะของกังหันกำลังน้ำ (หัวน้ำและความเร็วให้คงที่)	19
รูปที่ 2.15 จุดทำงานของกังหัน	20
รูปที่ 2.16 การใช้ทฤษฎีของบุสแมน (Busemann)	22
รูปที่ 2.17 กราฟคุณลักษณะของมาแซล	25
รูปที่ 2.18 เส้นโค้งประสิทธิภาพของซูเตอร์ (Suter Curve)	26
รูปที่ 3.1 ชุดทดสอบสมรรถนะกังหันน้ำแบบฟรานซิส	27
รูปที่ 3.2 เครื่องสูบน้ำที่ใช้สร้างอัตราการไหลและความดัน	28
รูปที่ 3.3 สวิตช์ควบคุม	28
รูปที่ 3.4 มิเตอร์วัดอัตราการไหล	29
รูปที่ 3.5 บาร์รอมิเตอร์	29
รูปที่ 3.6 อ่างเก็บน้ำ	30
รูปที่ 3.7 ไดนาโมมิเตอร์	30
รูปที่ 3.8 กล่องควบคุม (Control box)	31

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.9 ใบพัดของเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง	31
รูปที่ 4.1 ใบพัดของเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง	34
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพจากการทดลอง	35
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่ากำลังที่ได้จากการทดลอง	36
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าแรงบิดจากการทดลอง	36
รูปที่ 4.5 สามเหลี่ยมความเร็วที่ทางเข้าและทางออกใบพัด	37
รูปที่ 4.6 สามเหลี่ยมความเร็วของน้ำที่เข้ากังหัน	38
รูปที่ 4.7 สามเหลี่ยมความเร็วของน้ำที่ออกจากกังหัน	39
รูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพจากการทดลองและการคำนวณทางทฤษฎี	40
รูปที่ 4.9 ค่ามุมที่เปลี่ยนแปลงไปจากความเสียดทานในใบพัด	40
รูปที่ 4.10 สามเหลี่ยมความเร็ว ที่ $V_{t1} > V_{t0}$ และ $V_{t2} > V_{t3}$	41

ลำดับสัญลักษณ์

สัญลักษณ์		หน่วย
P_i	กำลังที่ป้อนเข้า	w
P_o	กำลังที่ส่งออก	w
p_i	ความดันทางเข้า	Pa
p_o	ความดันทางออก	Pa
Q	อัตราการไหล	m ³ /s
T	แรงบิด	Nm
N_T	ความเร็วรอบของกังหัน	rpm
C_T	สัมประสิทธิ์แรงบิด	-
C_p	สัมประสิทธิ์กำลัง	-
D_1	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายนอกของใบพัด	m
D_2	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของใบพัด	m
B_i	ขนาดช่องทางเข้าของใบพัด	m
B_o	ขนาดช่องทางออกของใบพัด	m
β	มุมของใบพัด	องศา
∞	มุมของของไหล	องศา
η	ค่าประสิทธิภาพ	-
ρ	ความหนาแน่น	kg/m ³
U	ความเร็วของใบพัดในแนวสัมผัส	m/s
V	ความเร็วของของไหล	m/s
H	หัวน้ำ	m
H^*	หัวน้ำที่เปลี่ยนแปลง	m
k_B	ค่าคงที่ของบูลแมน	-
g	ค่าแรงโน้มถ่วงของโลก	m/s ²