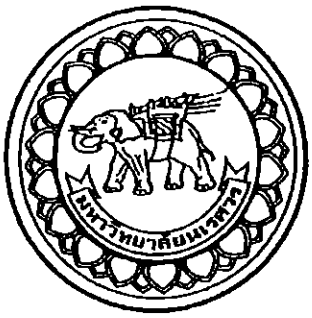


การศึกษาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำแบบง่าย

A STUDY OF ELECTRICITY UNDERWATER SIMPLE

นายนฤดล สีใส รหัส 50361415

นายธนพงษ์ อินแจ้ รหัส 50361071

ห้องสมุด คณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 27 มิ.ย. 57
เลขทะเบียน.....
เลขเรียกหนังสือ ฝร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ฉ269ก 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	**การศึกษาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำแบบง่าย**
ผู้ดำเนินโครงงาน	**นายนฤดล สีใส รหัส 50361415**
	นายธนพงษ์ อินแจ้ รหัส 50361071
ที่ปรึกษาโครงงาน	รศ.ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2554

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(รศ.ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน)

.....กรรมการ

(อาจารย์พิสุทธิ์ อภิชยกุล)

.....กรรมการ

(อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำแบบง่าย
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายนฤดล สีใส รหัส 50361415
	นายธนพงษ์ อินแจ้ รหัส 50361071
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำโดยอาศัยพลังงานจากการไหลของแม่น้ำเป็นตัวขับเคลื่อนกังหันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าแบบใต้น้ำนี้ออกแบบให้มีความเหมาะสมต่อการผลิตไฟฟ้าที่มีความสูงของหัวน้ำและความเร็วน้ำต่ำในแม่น้ำของจังหวัดพิษณุโลก โดยได้ออกแบบกังหันเป็นแบบแกนนอนมีลักษณะคล้ายกังหันลมมาทำการทดลองโดยเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำใช้กังหันลมเป็นแบบ (American Multiblade) แบบ 6 ใบมุมบิดที่ 12 องศา และแบบ 8 ใบที่พัฒนามาจากแบบหกใบมุมบิดที่ 30 องศา โดยทำการทดลองที่ความลึกไม่เกิน 1 เมตร งานวิจัยนี้มีความประสงค์ที่จะพัฒนาวิธีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากความเร็วของกระแสน้ำเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่มาจากพลังงานทางเลือกที่มีอยู่ในท้องถิ่น

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเอาใจใส่และช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา ภาควิชาวิศกรรมอุตสาหการและภาควิศวกรรมไฟฟ้าที่ให้คำปรึกษาตลอดจนตรวจสอบข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำโครงงานวิจัยในครั้งนี้แก่ผู้ทำโครงงานจนประสบความสำเร็จ ผู้ทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นกรรมการในการสอบโครงงานวิจัยในครั้งนี้และขอกราบขอบพระคุณผู้ปกครองเป็นอย่างสูงที่คอยให้การสนับสนุนการทำโครงงานวิจัยจนสำเร็จการศึกษาด้วยความปรารถนาดีมาโดยตลอด

ผู้ดำเนินโครงงาน
ธนพงษ์ อินแจ้
นฤดล สีใส

เมษายน 2555

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
กิตติกรรมประกาศ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ซ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ.....ญ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน..... 1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)..... 1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)..... 1
1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน..... 1
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน..... 1
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน..... 1
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน..... 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น.....3
2.1 หลักการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ..... 3
2.2 ระบบส่งกำลัง..... 3
2.2.1 การส่งกำลังด้วยเฟือง..... 4
2.2.2 การส่งกำลังด้วยโซ่..... 5
2.2.3 การส่งกำลังด้วยสายพาน..... 5
2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)..... 5
2.3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternator)..... 6
2.3.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (Dynamo)..... 6

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.3 ข้อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 7

2.4 ใบพัด 8

2.4.1 กังหันน้ำ (Water Turbine) 8

2.4.2 กังหันลมนำมาใช้งานแทนกังหันน้ำ 15

2.5 การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ 17

2.6 การคำนวณกำลังไฟฟ้า 18

2.7 การคำนวณทางด้านสถิติ 18

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 20

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล 20

3.1.1 กังหันน้ำ 20

3.1.2 ชุดระบบส่งกำลัง 20

3.1.3 ระบบผลิดกระแสไฟฟ้า 20

3.2 คำนวณส่วนต่างๆ 20

3.2.1 การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ 20

3.2.2 ทฤษฎีในส่วนของระบบส่งกำลัง 20

3.2.3 การคำนวณค่าไฟฟ้า 20

3.2.4 การคำนวณทางด้านสถิติ 20

3.3 การออกแบบและวางแผนสร้างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำ 20

3.4 จัดซื้ออุปกรณ์และเครื่องมือ 20

3.4.1 ทำการศึกษาอุปกรณ์และวัสดุ 20

3.4.2 จัดซื้อวัสดุ 20

3.5 ทำการผลิตและประกอบชิ้นส่วน 20

3.6 ทดลองระบบการทำงานและปรับปรุงแก้ไข 21

3.7 การออกแบบและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติเพื่อศึกษาค่าองศามุมเผิน 21

3.7.1 กำหนดปัจจัย 21

3.7.2 ระดับปัจจัย 21

3.7.3 ดำเนินการทดลอง 22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ 25

4.1 ผลการทดลอง 25

4.2 การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ 27

4.3 ระบบส่งกำลัง 32

4.4 การหาประสิทธิภาพของเครื่อง 33

4.4.1 การหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าเมื่อใช้ใบพัดแบบดั้งเดิม 33

4.4.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง 34

4.5 การคำนวณค่าทางสถิติ 34

4.6 การเลือกวัสดุ อุปกรณ์ 37

4.7 วิธีการใช้งานและทดลองเครื่อง 39

4.7.1 ทำการประกอบเครื่องเข้าด้วยกัน 39

4.7.2 ทำการตรวจสภาพเครื่องเพื่อให้พร้อมต่อการใช้งาน 42

4.7.3 นำเครื่องจุ่มลงในแม่น้ำและยึดด้วยเชือกไม่ให้ตัวเครื่องไม่ให้ตัวเครื่องเอียงและเคลื่อนที่ 42

4.7.4 ทำการวัดค่า 44

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 45

5.1 กล่าวนำ 45

5.2 สรุป 45

5.3 ข้อเสนอแนะ 45

เอกสารอ้างอิง 47

ภาคผนวก ก. ผลการทดลองเบื้องต้นก่อนดำเนินโครงงานนิสิต 48

ภาคผนวก ข. งานเขียนแบบ 52

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 62

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 2

2.1 แสดงความเชื่อมั่น 18

3.1 การทดลองเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดตัวอย่าง 23

3.2 การทดลองเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง 23

3.3 การทดลองการหาค่ากระแสเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดดั้งเดิม 24

3.4 การทดลองการหาค่ากระแสของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง 24

4.1 ผลการทดลองค่าแรงดันของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดดั้งเดิม 25

4.2 ผลการทดลองค่าแรงดันของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง 25

4.3 ผลการทดลองค่ากระแสเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดดั้งเดิม 26

4.4 ผลการทดลองค่ากระแสของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง 26

4.6 ส่วนประกอบของเครื่อง 37

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการหมุนของเฟือง	4
2.2 แสดงการขบกัน	4
2.3 หลักการพื้นฐานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	6
2.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง	7
2.5 แสดงตัวอย่างของกังหันน้ำแบงกิ	8
2.6 แสดงตัวอย่างของกังหันน้ำเพลตัน	9
2.7 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำเทอร์โก	9
2.8 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำฟรานซิส	10
2.9 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำคาปลาน	11
2.10 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำเดเรียซ	11
2.11 ล้อน้ำหรือหลุก ใช้สำหรับทดน้ำจากแหล่งน้ำไปยังจุดที่สูงกว่า	12
2.12 หลุกเปลี่ยนพลังงานจากน้ำมาเป็นพลังงานกลใช้สำหรับตำข้าว	12
2.13 กังหันหรือล้อน้ำแบบหลุกสูง	13
2.14 กังหันหรือล้อน้ำแบบหลุกกลาง	13
2.15 กังหันหรือล้อน้ำแบบหลุกต่ำ	14
2.16 แสดงความสูงและเร็วที่เหมาะสมของใบพัดแบบต่างๆ	14
2.17 ชนิดของใบกังหันลมต่างๆ	16
3.1 ใบพัดแบบดั้งเดิม	22
3.2 ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง	22
4.1 ใบพัดประดิษฐ์เอง	37
4.2 ใบพัดดั้งเดิม	37
4.3 AC เจนเนอเรเตอร์	37
4.4 ถังน้ำมัน 200 ลิตร	38
4.5 เหล็กโครงสร้าง	38
4.6 ชุดลูกปืนล้อจักรยาน	38
4.7 ชุดจานโซ่	38
4.8 จานโซ่เล็ก	40
4.9 จานโซ่กลาง	40
4.10 กล่องเก็บเจนเนอเรเตอร์	41

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.11 ฝาครอบเจนเนอเรเตอร์	41
4.12 ตัวยึดแกนเจนเนอร์เรเตอร์	41
4.13 เจนเนอร์เรเตอร์	42
4.13 ตรวจสอบเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าก่อนทำการทดลอง	42
4.14 ยกเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าลงน้ำ	43
4.15 ติดตั้งเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าลงน้ำ	43
4.16 ทดลองเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า	44
ก.1 ใบพัดและตัวเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าพร้อมกล่อง	49
ก.2 ทางน้ำออกและตำแหน่งติดตั้งเจนเนอร์เรเตอร์	49
ก.3 ทางน้ำเข้า	50
ก.4 ทำการผูกเชือกยึดตัวเครื่องเพื่อทำการทดลอง	50
ก.5 ทำการตั้งระดับตัวเครื่องเพื่อวัดในความลึกในระดับต่างๆ	51
ก.6 ทำการวัดค่าทางไฟฟ้า	51
ข.1 เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำ	53
ข.2 ตัวถังน้ำมัน	54
ข.3 จานโซ่ใหญ่	55
ข.4 จานโซ่กลาง	56
ข.5 จานโซ่เล็ก	57
ข.6 เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า	58
ข.7 ใบพัดแบบดั้งเดิม	59
ข.8 ใบพัดแบบประดิษฐ์ขึ้นเอง	60
ข.9 ชุดน็อต	61

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

Cc = เงินลงทุนเริ่มต้นรายปี

Ce = ต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท /kWh)

Cm = เงินลงทุนในการบำรุงรักษารายปี

Ct = เงินลงทุนรายปีทั้งหมด (บาท/ปี)

Cs = มูลค่าซากเมื่อสิ้นอายุการใช้งาน

G = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m / s^2)

k = ตัวประกอบของความเชื่อมั่น

n = จำนวนที่ต้องวัดขนาด

n' = จำนวนที่วัดขนาดตัวอย่าง

N_1 = อัตราเร็วของเฟืองตัวขับ

N_2 = อัตราเร็วของเฟืองตัวตาม

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ (kg / m^3)

Q = อัตราการไหลของน้ำผ่านกังหัน (m^3 / s)

V = ความเร็วของน้ำก่อนเข้ากังหัน (m /s)

S = ความคลาดเคลื่อน

Z_1 = จำนวนฟันของเฟืองตัวขับ

Z_2 = จำนวนฟันของเฟืองตัวตาม

η = ประสิทธิภาพของเครื่องผลิตกระสไฟฟ้า

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

แหล่งน้ำเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ทั่วไป แต่การนำมาใช้ประโยชน์นั้นอาจมีข้อกำหนดอยู่บ้าง จากแหล่งน้ำที่มีอยู่ทั่วไปก่อให้เกิดสายน้ำหลายสาย จึงคิดว่าสายน้ำต่างๆ ที่ไหลไปนั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยอาศัยแรงในการไหลของน้ำมาปั่นใบพัดเพื่อผลิตไฟฟ้า ในปัจจุบันการผลิตกระแสไฟฟ้ามีค่าใช้จ่ายสูงโดยเฉพาะน้ำมันเพราะส่วนใหญ่ใช้น้ำมันในการผลิต

ดังนั้นจึงคิดหาพลังงานทดแทนเพิ่มอีกหนึ่งทางเลือก โดยใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีให้เกิดประโยชน์สูงที่สุด โดยเฉพาะพลังงานน้ำซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสะอาดขั้นตอนการผลิตไม่ก่อให้เกิดมลพิษ ต้นทุนในการผลิตต่ำ การสร้างเครื่องผลิตไฟฟ้าพลังน้ำต้องอาศัยแรงดันน้ำจากที่สูง ทำให้มีข้อจำกัด ดังนั้นกลุ่มข้าพเจ้าจะออกแบบเครื่องผลิตไฟฟ้าที่สามารถใช้ได้กับแม่น้ำทั่วไปได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่สามารถเปลี่ยนแปลงพลังงานน้ำมาเป็นพลังงานไฟฟ้า

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน

เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำ

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ

กังหันพลังงานน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าได้จริง

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

เครื่องที่ออกแบบมานี้ไม่สามารถทำการทดลองในความลึกที่ไม่เกิน 1 เมตร

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

1.6.1 ท่าน้ำหน้าวัดคุ้งวารี ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

1.6.2 คลองชลประทาน มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

1 กรกฎาคม 2553 - 31 มกราคม 2554

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงาน	ช่วงเวลา				
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
1.8.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลรายละเอียดถึงการทำกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า	←	→			
1.8.2 ออกแบบและวางแผนการสร้างระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบง่าย		←	→		
1.8.3 จัดหาวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ และทำการผลิตชิ้นส่วนตามที่ได้ออกแบบไว้				← →	
1.8.4 ทำการประกอบชิ้นส่วนต่างๆของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบง่าย ทดสอบระบบการทำงานเครื่องผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบง่ายและปรับปรุงแก้ไข					← →

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

ในบรรดาพลังงานทดแทน พลังงานทางเลือกที่ทุกฝ่ายหันมาพัฒนาเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าแทนพลังงานเดิมๆนั้น พลังงานจากกระแสน้ำเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาพลิตกระแสไฟฟ้าได้แต่ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานกระแสน้ำเท่าที่ควร จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ทางคณะผู้จัดทำมีความสนใจที่จะศึกษา ค้นคว้า ข้อมูลเพื่อสร้างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าที่อาศัยพลังงานจากการไหลของกระแสน้ำเพื่อสร้างกระแสไฟฟ้า เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในยุคที่พลังงานมีราคาแพง

2.1 หลักการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ (The Hydro Power Generation)

จะใช้แรงดันน้ำที่กักเก็บในอ่างเก็บน้ำ (Reservoir) มาดันให้กังหันน้ำ (Turbine) หมุนโดยกังหันน้ำซึ่งเป็นตัวต้นกำลังต่อเชื่อมกับส่วนที่หมุน (Rotor) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ด้วยแกน Shaft ในแนวตั้ง ทำให้ส่วนหมุนตามด้วยความเร็วรอบที่เท่ากันกับกังหันน้ำ 150 รอบต่อนาที เมื่อป้อนไฟฟ้ากระแสตรง (Excite) เพื่อกระตุ้นให้ขดลวดของส่วนหมุน (Rotor Winding) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นที่ Rotor Winding เมื่อสนามแม่เหล็กหมุนตัดกับขดลวดที่อยู่กับที่ (Stator Winding) แรงดันไฟฟ้าจะถูกสร้างขึ้นที่ Stator Winding และแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น ด้วยหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า ก่อนที่จะส่งไฟฟ้าที่ผลิตได้เข้าระบบไฟฟ้า น้ำจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ต้องมีการกักเก็บน้ำไว้เพื่อเป็นการสะสมกำลัง โดยการก่อสร้างเขื่อนหรือฝายปิดลำน้ำที่มีระดับความสูงเป็นพลังงานศักย์ และผันน้ำเข้าท่อไปยังเครื่องกังหันน้ำขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ
ฝายประชาสัมพันธ์ โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก
ที่มา : http://www.bhumiboldam.egat.com/DESIGN/history_dam2.html

จากวิธีข้างต้นผู้จัดได้นำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ทำเป็นเครื่องผลิตไฟฟ้าขนานเล็กใช้กับแม่น้ำและตัดอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็นออกเพื่อลดต้นทุนในการสร้าง ปรับแต่เครื่องให้เหมาะสมต่อสภาพแม่น้ำสะดวกต่อการบำรุงรักษา

2.2 ระบบส่งกำลัง (Transmission System)

สำหรับระบบส่งกำลังจากตัวกังหันเพื่อไปใช้งานอาจต่อกับเพลาได้โดยตรงหรืออาจจะผ่านระบบส่งกำลัง เช่น เฟือง สายพาน และโซ่ ซึ่งจะมีการทดรอบให้สอดคล้องระหว่าง กังหันกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

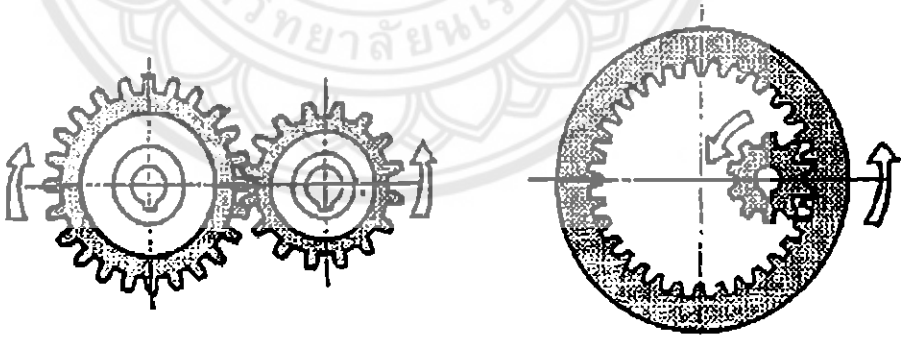
2.2.1 การส่งกำลังด้วยเฟือง (Transmission With Gear)

2.2.1.1 การส่งกำลังด้วยเฟืองมีข้อดีที่แข็งแรงมากกว่าสายพาน แต่มีเสียงดังต้องการการหล่อลื่นมากกว่าวิธีอื่น เฟืองแต่ละชนิดต้องการมีหน้าที่หลักเหมือนกัน คือ ใช้ในการส่งกำลังจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งแล้วแต่ลักษณะการใช้งานแต่การใช้งานของเฟืองแต่ละชนิดจะมีหน้าที่แตกต่างกันดังรายละเอียด คือ การส่งกำลังเฟืองไปยังตัวตามนั้น ต้องมีการขบกันของเฟือง ส่วนอัตราเร็วของเฟืองจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับจำนวนฟันเฟืองของเฟือง ขนานเส้นผ่านศูนย์กลาง และการเคลื่อนที่ของเฟืองตัวขับ จะเคลื่อนไปในทิศทางสวนกัน

รูปที่ 2.1 แสดงการหมุนของเฟือง

ที่มา : http://ipst.ac.th/

เมื่อเฟืองตัวขับเคลื่อนที่ไปหนึ่งฟัน ฟันของเฟืองตัวก็จะขับให้เฟืองตัวตามเคลื่อนที่ไปหนึ่งฟันด้วยและการขบกันของเฟืองอาจขบกันภายนอกหรือภายในก็ได้ดังรูปที่ 2.2



เฟืองขับภายนอก เฟืองขับภายใน

รูปที่ 2.2 แสดงการขบกัน

ที่มา: http://ipst.ac.th/

เฟืองเป็นส่วนประกอบของเครื่องจักรกลที่ถ่ายทอดกำลังจากเพลาอันหนึ่งไปยังอีกอันหนึ่ง การถ่ายทอดกำลังนั้นขึ้นอยู่กับอัตราเร็วและจำนวนฟันของเฟืองจำเป็นจะต้องทราบ คือ ชนิดของเฟือง ความสัมพันธ์ของจำนวนฟันเฟือง (Z) และอัตราเร็วของเฟือง (N) โดยทั่วๆ ไปหน่วยอัตราความเร็วของเฟือง มักนิยมบอกเป็นจำนวนรอบต่อนาที

ความสัมพันธ์ระหว่างเฟืองตัวขับกับเฟืองตัวตาม

$$N_1 Z_1 = N_2 Z_2 \quad (2.1)$$

N_1 คือ อัตราเร็วของเฟืองตัวขับ

N_2 คือ อัตราเร็วของเฟืองตัวตาม

Z_1 คือ จำนวนฟันของเฟืองตัวขับ

Z_2 คือ จำนวนฟันของเฟืองตัวตาม

2.2.2 การส่งกำลังด้วยโซ่ (Power Transmission Chain)

การส่งกำลังด้วยโซ่ มีข้อดี คือ สะดวกในการบำรุง ไม่ขาดง่าย วิธีนี้ออกแบบให้เฟือง แบบ Sprocket รับการขับเคลื่อนมาจากต้นกำลัง มาขับเคลื่อนโซ่และจะมีเฟืองชนิดเดียวกันเป็นเฟืองตามอยู่ที่ปลายอีกด้านหนึ่ง

การขับเครื่องโซ่มีใช้อยู่มากมายทางด้านงานเครื่องกล เนื่องจากมีลักษณะคล้ายการขับด้วยด้วยสายพาน โซ่จะคล้องกับเฟืองล้อหรือเฟืองโซ่ซึ่งติดอยู่บนเพลาขับและเพลาตามการขับเคลื่อนด้วยโซ่ที่มีความน่าเชื่อถือและถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์นิยมใช้มากในการส่งกำลังเครื่องยนต์ เครื่องจักรการเกษตรและการขนส่งและขนถ่ายวัสดุ การขับด้วยโซ่มีข้อดีอยู่ระหว่างการขับด้วยสายพานและการขับด้วยเฟืองด้านราคา สมรรถนะในการส่งกำลังและการบำรุงรักษา โซ่สามารถขับได้ไกลกว่าสายพาน และขับได้พร้อมกันหลายๆเพลา ซึ่งมีทิศทางการหมุนตามหรือสวนกันก็ได้

2.2.3 การส่งกำลังด้วยสายพาน (The Power Transmission Belt)

การส่งกำลังด้วยสายพาน นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเช่นกัน เนื่องจากบำรุงรักษาง่าย อะไหล่ราคาถูก และน้ำหนักเบา การส่งกำลังลักษณะนี้จะประกอบด้วยล้อสายพาน (Pulley) 2 ตัว คือ ตัวขับและตัวตาม และต้องมีสายพาน (Belt) เป็นตัวส่งถ่ายกำลังขับเคลื่อน

2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นเครื่องกลที่สามารถเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยการหมุนของขดลวดตัดสนามแม่เหล็ก หรือการหมุนสนามแม่เหล็กตัดขดลวดลักษณะทั่วไปของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำแนกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ชนิด คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับและเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

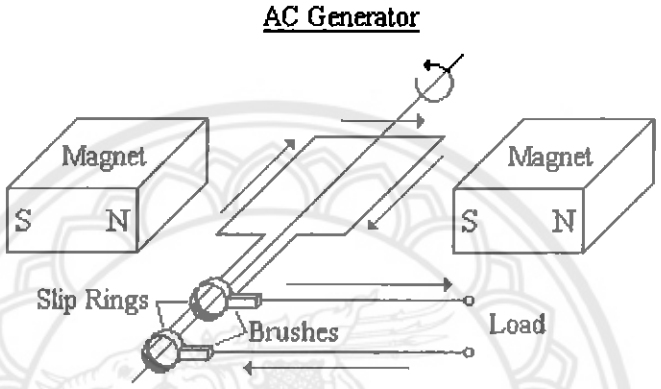
2.3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Generator)

เครื่องต้นกำลังเป็นส่วนที่ผลิตพลังงานกลขึ้นมา เพื่อหมุนเพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีดังนี้

2.3.1.1 กังหันน้ำ ได้แก่ เขื่อนต่าง ๆ

2.3.1.2 กังหันไอน้ำ ได้แก่ การนำเอาน้ำมาทำให้เกิดความร้อนแล้วนำเอาไอน้ำไปใช้งาน

2.3.1.3 กังหันแก๊ส มีแบบใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน ส่วนใหญ่ใช้น้ำมันดีเซลเพราะราคาถูก



รูปที่ 2.3 หลักการพื้นฐานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ชนิด AC

ที่มา : http:medi.moph.go.th/standard/unit_07.pdf

2.3.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Generator)

หลักการกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าโดยวิธีการของขดลวดตัดผ่านสนามแม่เหล็ก มีหลักการดังนี้ ให้ขั้วแม่เหล็กอยู่กับที่แล้วนำขดลวดตัวนำมาวางระหว่างขั้วแม่เหล็กแล้วหาพลังงานมาหมุนขดลวดตัดผ่านสนามแม่เหล็ก ทำให้ได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดตัวนำอาศัยหลักการขดลวดตัวนำหมุนตัดสนามแม่เหล็ก ขดลวดตัวนำที่สร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้เรียกว่าขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature) ซึ่งวางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กและสามารถหมุนได้โดยมีต้นกำลังงานกลมาขับ เมื่อขดลวดนี้ตัดผ่านสนามแม่เหล็ก ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับเกิดขึ้นในขดลวดอาร์เมเจอร์

2.3.3 ข้อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (And Theology Between The Dc Generator And Ac Generator)

2.3.3.1 กำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

ข้อดี คือ แรงดันที่ผลิตและความเร็วมีการเปลี่ยนแปลงน้อย

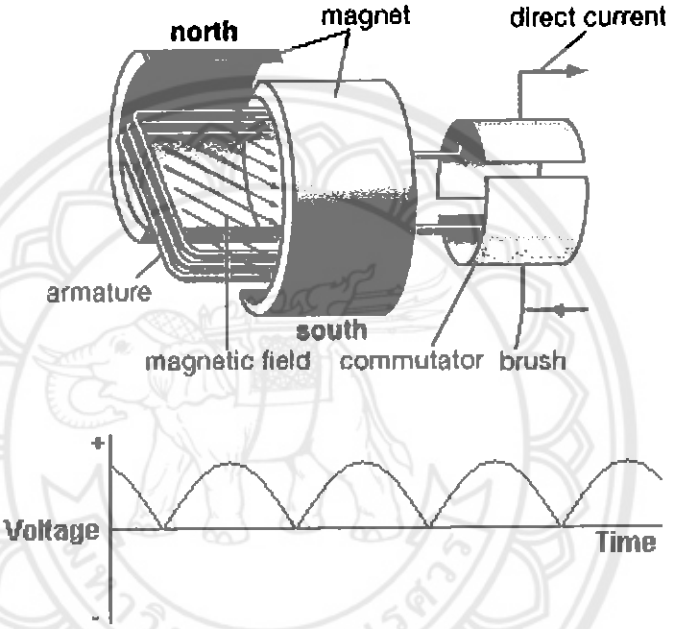
ข้อเสีย คือ ต้นทุนสูง การใช้งานไม่กว้างขวาง หากแปลงเป็นกระแสสลับจะมีค่าใช้จ่ายสูง

2.3.3.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

ข้อดี คือ ราคาถูก ขนาดเล็กและเบา สะดวกต่อการใช้งานเพราะเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนส่วนใหญ่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงได้โดยจะใช้ AC Supplies ผ่านวงจร Rectifier ทำให้ได้ไฟฟ้ากระแสตรงแทนซึ่งจะมีต้นทุนต่ำกว่าการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

ข้อเสีย คือ ควบคุมแรงดันและความเร็วรอบได้ลำบาก

ที่มา : www.eestud.en.kku.ac.th/u4018567/dc.html



รูปที่ 2.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

ที่มา : http://witsri.com/el_machines/web/dcgen/unit1/unit1.htm

2.4 ใบพัด (Propeller)

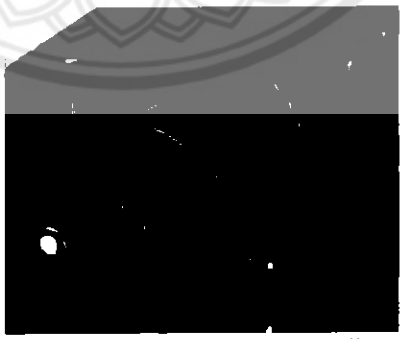
กังหันน้ำมักถูกออกแบบให้เปลี่ยนพลังงานน้ำที่ความเร็วค่าหนึ่งไปเป็นพลังงานกลให้ได้มากที่สุด ในการนี้ต้องคำนึงถึงตัวแปรออกแบบ (Design Variable) หลายตัว เช่น ความกว้าง (Cord) ของใบพัด ขนาดของใบพัดต้องเท่ากันทุกอัน ความเร็วรอบ ความสอบ (Taper) มุมบิดใบ (Twist Angle) อัตราส่วนความเร็วปลายใบ (Tip Speed Ratio) มุมปะทะ (Angle Of Attack) ที่ใบกังหันกระทำต่อน้ำ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อแรงไหลของน้ำที่กระทำต่อกังหัน ดังนั้นมุมประทะที่ดีที่สุดในแต่ละใบพัดของกังหัน จะต้องสามารถรับแรงประทะจากกระแสน้ำได้เป็นอย่างดี

2.4.1 กังหันน้ำ (Water Turbine)

กังหันน้ำเป็นอุปกรณ์ที่ถูกพัฒนาจากวงล้อน้ำ ซึ่งเดิมใช้สำหรับการทดน้ำและโม่แป้ง ในปี ค.ศ.1832 วิศวกรชาวฝรั่งเศสชื่อเบนอย์ต ฟูเนรองซ์ (Benoit Fourneyron) ประสบความสำเร็จในการพัฒนากังหันน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงในการเปลี่ยนพลังงานน้ำไปเป็นพลังงานกล โดยเรียกชื่อว่า กังหันน้ำของฟูเนรองซ์ (Fourneyron's Turbine) หลังจากที่วงล้อน้ำไม่เคยมีการพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงมากกว่า 2,000 ปีก่อนหน้านี้ (Boyle,1996) นับเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนากังหันน้ำ ในปัจจุบันกังหันน้ำได้ถูกพัฒนาให้มีขนาดและ รูปร่างที่แตกต่างกันมากมาย และมีประสิทธิภาพสูง กังหันน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ เพราะจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำไปเป็นพลังงานกล โดยการทำให้ใบพัดของกังหันน้ำเกิดการหมุน ส่งผลให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่หมุนตาม และสามารถผลิตไฟฟ้าออกมาได้ โดยทั่วไปกังหันน้ำแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

2.4.1.1 กังหันน้ำประเภทหัวฉีด (Impulse Turbine) หรือกังหันน้ำแบบแรงกระแทก กังหันน้ำแบบนี้มักใช้กับเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำที่มีหัวน้ำสูง (High Head) เพราะต้องอาศัยแรงฉีดหรือแรงกระแทกของน้ำที่ไหลมาจากท่อส่งน้ำที่รับน้ำมาจากเขื่อนน้ำที่ไหลลงมาตามท่อส่งน้ำจะถูกลดขนาดมายังหัวฉีดก่อนจะถูกฉีดเข้าไปที่ตัวของกังหันน้ำ ลำน้ำที่พุ่งผ่านหัวฉีดจะมีความแรงและความเร็วสูง ดังนั้นเมื่อกระแทกเข้าใบพัดหรือวงล้อของกังหันน้ำ จะทำให้กังหันน้ำเกิดการหมุนได้ การควบคุมการหมุนของกังหันน้ำสามารถทำได้โดยการปรับขนาดของหัวฉีด ซึ่งเสมือนเป็นการปรับปริมาณน้ำให้มากหรือน้อยได้ตามต้องการ กังหันน้ำประเภทนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

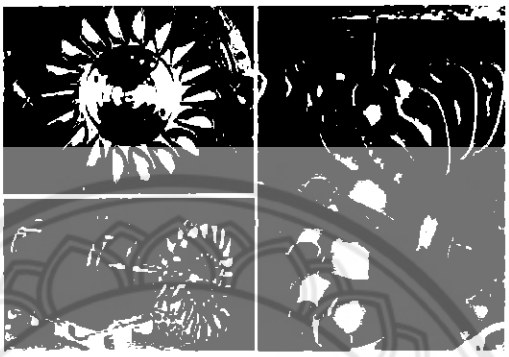
ก. กังหันน้ำแบงกิ (Banki Turbine) กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำต่ำ (Low Head) และต้องการกำลังการผลิตค่อนข้างน้อย ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ซึ่งปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้แล้ว



รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างของกังหันน้ำแบงกิ
ที่มา : Total Alternative Power, 2008

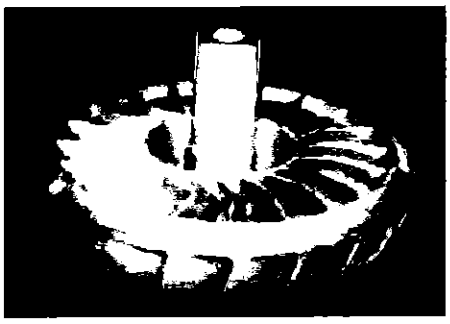
ข. กังหันน้ำเพลตัน (Pelton Turbine) กังหันน้ำชนิดนี้ได้รับการพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1880 โดยเลสเตอร์ เพลตัน (Lester Pelton) รูปแบบของกังหันน้ำนี้ ถูกออกแบบโดยใช้ถ้วยรับน้ำซึ่งติดอยู่ในวงล้อภายในตัวกังหันเป็นแบบถ้วยคู่ ดังแสดงในรูปที่ 2.6 และสามารถใช้กับ

ลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดมากกว่า 1 ช่อง โดยอาจมีจำนวนถึง 4 ช่องก็ได้ ซึ่งจะทำให้ได้รับกำลังเพิ่มขึ้นในขณะที่ขนาดของกังหันน้ำเท่าเดิม โดยทั่วไปกังหันน้ำนี้เหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำที่มีระดับของหัวน้ำสูง (High Head) ซึ่งสูงกว่า 250 เมตร หรืออาจน้อยกว่าก็ได้ในกรณีที่เป็นระบบเล็ก การทำให้กังหันน้ำชนิดนี้หมุนอาจใช้ความเร็วของลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดที่ไม่ต้องมีความเร็วสูงนัก โดยประสิทธิภาพของกังหันน้ำชนิดนี้จะดีที่สุด เมื่อความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของการหมุนของวงล้อถ้วยเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วของลำน้ำที่ฉีดเข้าไป



รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างของกังหันน้ำเพลตัน
ที่มา : Total Alternative Power, 2008

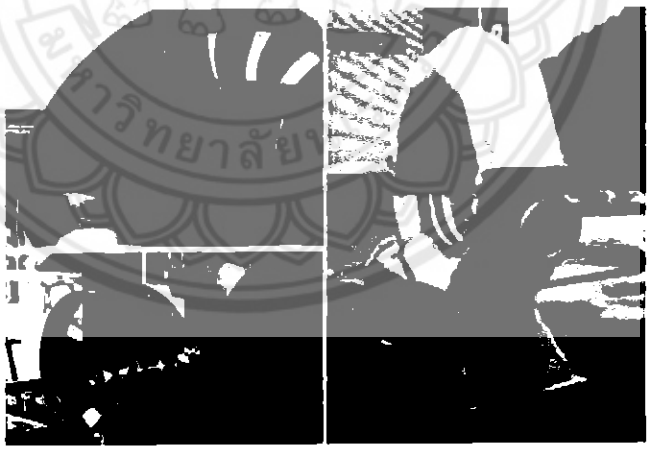
ค. กังหันน้ำเทอร์โก (Turgo Turbine) เป็นกังหันน้ำที่ถูกพัฒนาขึ้นจากกังหันน้ำแบบเพลตัน เมื่อประมาณปี ค.ศ. 1920 โดยภายในตัวกังหันน้ำนี้จะใช้ถ้วยรับน้ำแบบเดี่ยวและค่อนข้างตื้นแทนถ้วยรับน้ำแบบคู่ในกังหันน้ำแบบเพลตัน ดังแสดงในรูปที่ 2.7 กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำที่มีระดับความสูงปานกลาง (Medium Head) เพราะสามารถใช้กับลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดซึ่งมีความเร็วไม่มากนัก และมีความสามารถในการรับปริมาณน้ำได้มากกว่ากังหันน้ำเพลตัน โดยประสิทธิภาพของกังหันน้ำจะดีที่สุดเมื่อความเร็วของการหมุนของวงล้อถ้วยเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วของลำน้ำที่ฉีดเข้าไปเหมือนกับกรณีของกังหันน้ำแบบเพลตัน



รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำเทอร์โก
ที่มา : Kansas wind power, 2009

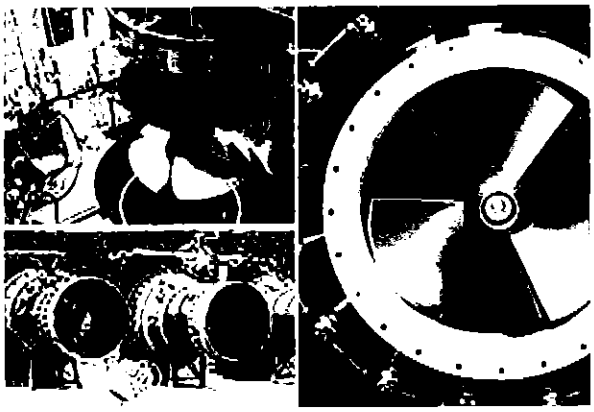
2.4.1.2 กังหันน้ำประเภทแรงปฏิกิริยา (Reaction Turbine) กังหันน้ำประเภทแรงปฏิกิริยา (Reaction Turbine) เป็นกังหันน้ำที่ต้องอาศัยแรงดันของน้ำ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของระดับน้ำที่อยู่ด้านหน้าและด้านท้ายของกังหันน้ำมาทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน น้ำที่เข้าไปในตัวกังหันจะแทรกเข้าไปในช่องระหว่างใบพัดเต็ม ทุกช่องพร้อมกันทำให้ตัวกังหันน้ำทั้งหมดจะจมอยู่ในน้ำ กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับการใช้กับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำต่ำถึงปานกลาง โดยทั่วไปที่นิยมใช้อยู่จะแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

ก. กังหันน้ำแบบฟรานซิส (Francis Turbine) กังหันน้ำชนิดนี้เป็นกังหันน้ำที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะสามารถใช้กับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำตั้งแต่ 20 เมตร ถึง 300 เมตร หลักการทำงานของกังหันน้ำแบบฟรานซิส คือ น้ำที่ถูกส่งเข้ามาจากท่อส่งน้ำจะไหลเข้าสู่ท่อก้นหอยที่ประกอบอยู่รอบๆ ตัวกังหัน ท่อก้นหอยจะมีขนาดของพื้นที่หน้าตัดเล็กลงตามความยาวของท่อเพื่อต้องการทำให้น้ำมีแรงดันและความเร็วในการไหลมากขึ้น ภายในท่อก้นหอยจะมีน้ำเต็มอยู่ตลอดเวลา น้ำที่ไหลในท่อก้นหอยจะแทรกตัวผ่านลิ้นนำน้ำเข้า (Guide Vane) เพื่อเข้าสู่ตัวกังหันน้ำทำให้วงล้อของกังหันน้ำเกิดการหมุนได้ ลิ้นนำน้ำเข้าสามารถปรับแต่งมุมให้ปิดหรือเปิดได้มากน้อยตามความต้องการ ทำหน้าที่คล้ายหัวฉีดของกังหันน้ำแบบเพลตัน น้ำซึ่งถ่ายพลังงานจลน์ให้กับใบพัดกังหันน้ำแล้ว จะไหลลงสู่ท่อรับน้ำที่อยู่ด้านล่างต่อไป กังหันน้ำแบบฟรานซิสมีทั้งแบบแกนตั้งและแกนนอน ซึ่งการเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับการออกแบบและขนาดของโรงไฟฟ้าแต่โดยทั่วไปจะนิยมใช้แบบแกนตั้งมากกว่า ลักษณะของกังหันน้ำฟรานซิส ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำฟรานซิส
ที่มา : Total Alternative Power, 2008

ข. กังหันน้ำคาปลาน (Kaplan Turbine) เป็นกังหันน้ำที่มีลักษณะเหมือนใบพัด ดังแสดงในรูปที่ 2.9 เหมาะกับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำต่ำตั้งแต่ 1 เมตร ถึง 70 เมตร (วัฒนาถาวร, 2543) และมีหลักการทำงานโดยน้ำไหลผ่านใบพัดในทิศขนานกับแกนของกังหันน้ำ โดยใบพัดของกังหันน้ำคาปลานสามารถปรับมุมเพื่อรับแรงอัดหรือแรงฉีดของน้ำโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมความเร็วในการหมุนของกังหันน้ำได้



รูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำคาปลาน

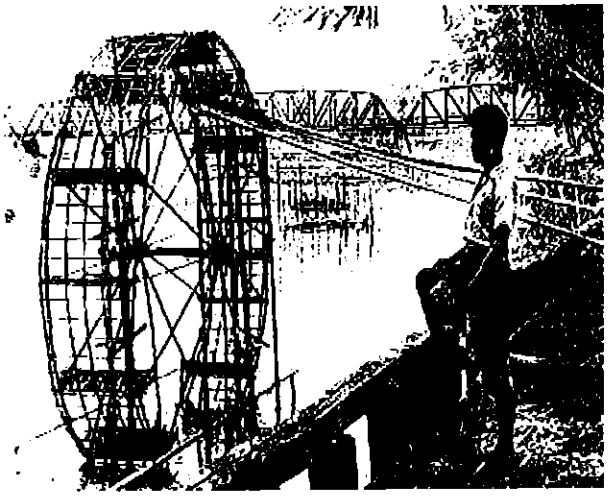
ที่มา : Total Alternative Power, 2008

ค. กังหันน้ำเดเรียซ (Deriaz Turbine) เป็นกังหันน้ำที่มีลักษณะทั่วไปคล้ายกับกังหันน้ำคาปลาน แต่ต่างกันในส่วนของรูปแบบของใบพัด ซึ่งคล้ายกับใบพัดของกังหันน้ำฟรานซิส กังหันน้ำชนิดนี้จะใช้แรงดันน้ำที่เกิดจากการไหลของน้ำในทิศทางทแยงมุมกับแกนของกังหันน้ำ และการประยุกต์ใช้จะเหมาะกับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำสูงๆ เพราะต้องใช้แรงดันน้ำที่มีแรงดันสูง ลักษณะของกังหันน้ำแบบเดเรียซ ดังแสดงในรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำเดเรียซ

ที่มา: The Encyclopedia Of Alterative Energy And Sustainable Living, 2009

2.4.1.3 หลุกระหัดวิดน้ำ (Water Wheel) เป็นอุปกรณ์ที่ถูกสร้างขึ้นซึ่งเดิมใช้สำหรับการทดน้ำและใช้ในการเกษตรอื่น ๆ เช่น โม่แป้ง ตำข้าว ลักษณะของหลุก ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ล้อน้ำหรือหลุก ใช้สำหรับทดน้ำจากแหล่งน้ำไปยังจุดที่สูงกว่า

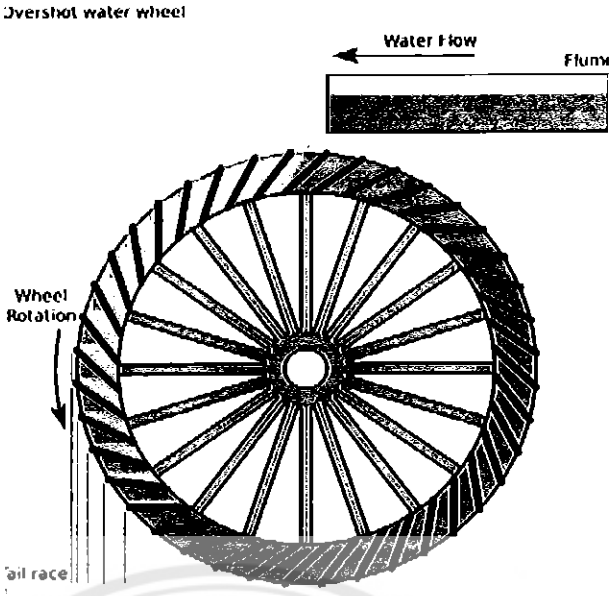
ที่มา: บุญเสริม สาตราภัย, 2550

รูปที่ 2.12 หลุกเปลี่ยนพลังงานจากน้ำมาเป็นพลังงานกลใช้สำหรับตำข้าว

ที่มา: บุญเสริม สาตราภัย, 2550.

ล้อน้ำ หรือ หลุก หรือ ระหัดวิดน้ำ (Water Wheel) ยังสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ใหญ่ๆ ตามรูปแบบของระดับน้ำที่ไหลเข้ากังหันคือ

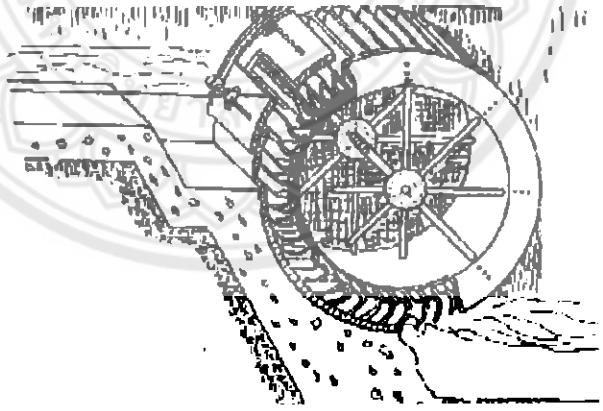
ก. หลุกสูง (Overshot Water Wheel) แบบนี้น้ำจะไหลเข้าทางด้านบนของตัวกังหันโดยกังหันจะรับน้ำ แล้วหมุนไปตามน้ำหนักของน้ำที่ไหลลงตามแรงโน้มถ่วงของโลก ดังแสดงในรูปที่ 2.13 กังหันแบบนี้มีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง แต่ต้องอาศัยพื้นที่ของลำน้ำที่มีความต่างระดับหรือความลาดเอียงของลำน้ำมากๆ เพียงพอที่จะต่อรางน้ำให้ไหลเข้าทางด้านบนของตัวกังหัน



รูปที่ 2.13 กังหันหรือล้อน้ำแบบหลุกสูง

ที่มา: Davis Lindsey, 1996

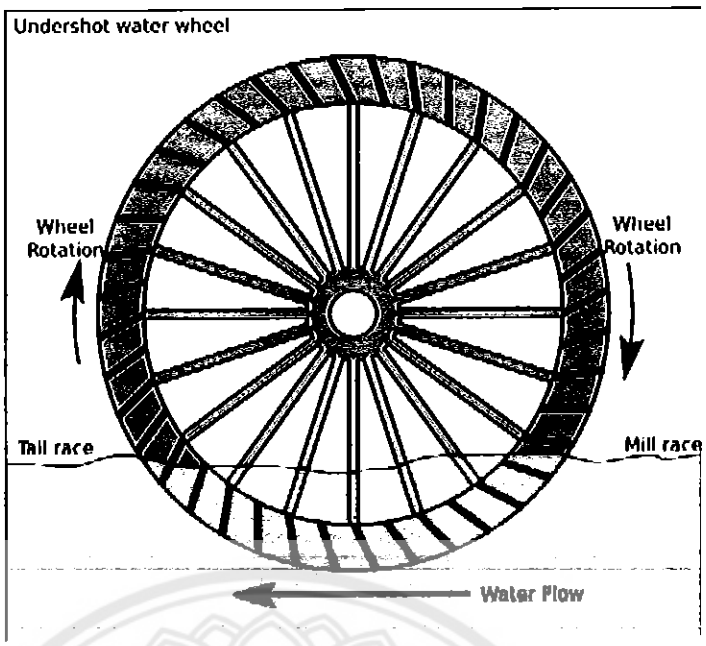
ข. หลุกกลาง (Breast Shot Water Wheel) แบบนี้น้ำจะไหลเข้าตรงส่วนกลางของตัวกังหัน ดังแสดงในรูปที่ 2.14 แบบนี้อาศัยความต่างระดับของลำน้ำเช่นกันแต่ไม่มากเท่าแบบแรกและความใช้เร็วในการไหลของน้ำร่วมด้วย



รูปที่ 2.14 กังหันหรือล้อน้ำแบบหลุกกลาง

ที่มา: Davis Lindsey, 1996

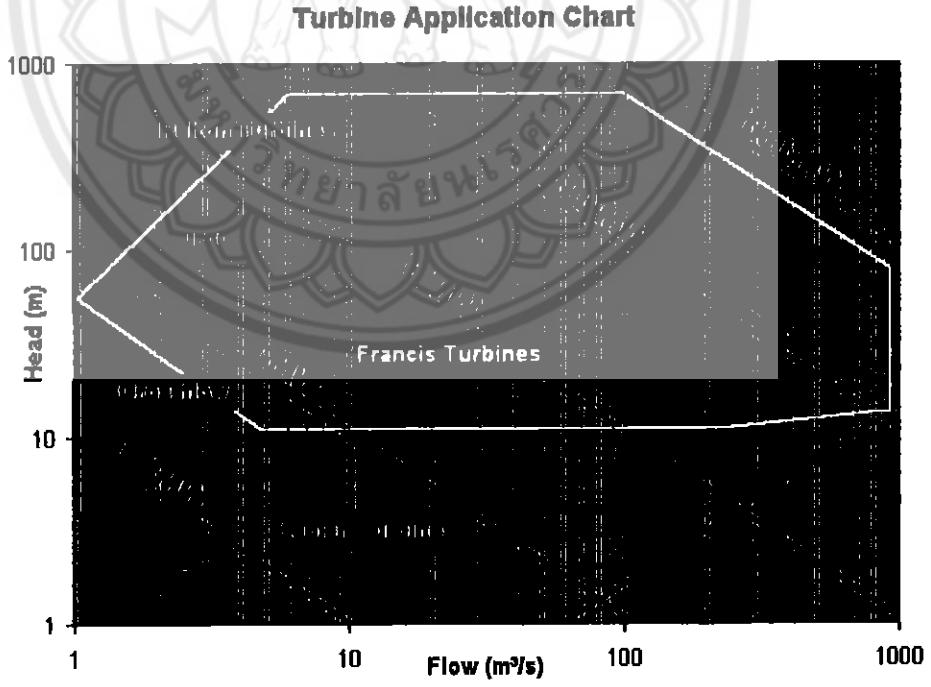
ค. หลุกต่ำ (Undershot Waterwheel) แบบนี้น้ำจะไหลเข้าทางด้านล่างของตัวกังหันโดยกังหันจะอาศัยแรงดันจากความเร็วของน้ำเพียงอย่างเดียว ดังแสดงในรูปที่ 2.15 แบบนี้จะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าสองแบบแรก แต่สร้างง่ายที่สุดและไม่จำเป็นต้องอาศัยความชันของลำน้ำมากนัก เพียงนำไปติดตั้งในทางน้ำไหลก็สามารถทำงานได้โดยรบกวนระบบนิเวศน์น้อยที่สุด



รูปที่ 2.15 กังหันหรือล้อน้ำแบบหลุกต่ำ

ที่มา: Davis Lindsey, 1996

2.4.1.4 การเลือกรูปแบบใบพัด



รูปที่ 2.16 แสดงความสูงและเร็วที่เหมาะสมของใบพัดแบบต่างๆ

ที่มาhttp://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/Water_Turbine_Chart.png

จากกราฟข้างบนแสดงให้เห็นว่าหากต้องการจะสร้างเครื่องผลิตไฟฟ้าแบบใต้น้ำและใช้ความเร็วของกระแสน้ำควรเลือกใช้ใบพัดแบบคาปลาน เพราะใช้ความสูง 1 เมตร ถึง 40 เมตร

2.4.2 กังหันลมนำมาใช้งานแทนกังหันน้ำ (Wind Turbine Are Used Intead Of Water)

บริษัทมารีน เคอเรนต์ เทอร์ไบน์ (เอ็มซีที) ได้รับการรับรองจากสำนักงานสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรในไอร์แลนด์เหนือ ให้สามารถดำเนินการติดตั้งเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันที่เหมือนกับกังหันลมแต่ต่างกันที่ตัวใบพัดถูกนำมาติดตั้งใต้ผิวน้ำทะเลโดยใช้กระแสน้ำเป็นตัวหมุน หลักการคือกังหันน้ำทำงานคล้ายกับกังหันลม แต่นำมาใช้ในใต้ทะเลและใช้กระแสน้ำเป็นตัวหมุนใบกังหันแทนอากาศ ตัวเสาและกังหันสามารถติดตั้งในทะเลที่กระแสน้ำไหลแรงหรือที่มีกระแสคลื่นทะเลพัดผ่านอย่างต่อเนื่อง

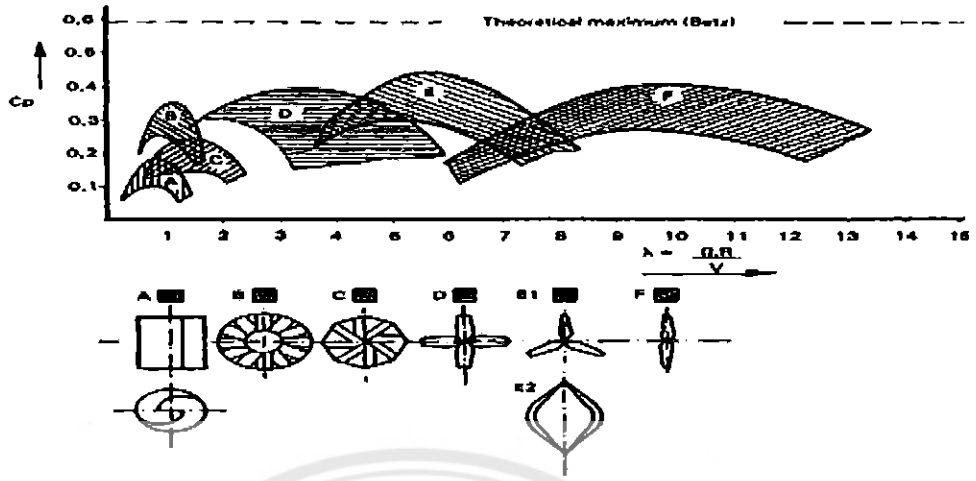
ตัวกังหันที่อยู่ใต้น้ำตัวหนึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 750 กิโลวัตต์ ถึง 1500 กิโลวัตต์ ขึ้นอยู่กับรูปแบบของกระแสน้ำในแต่ละที่และความเร็วสูงสุด ปริมาณกระแสไฟจากแต่ละต้นจะเชื่อมต่อกันเป็นโรงผลิตไฟฟ้าใต้ทะเลและให้กระแสไฟฟ้ากำลังสูง เป็นรูปแบบเดียวกับฟาร์มกังหันลม ต่างกันที่กังหันไฟฟ้ากระแสน้ำให้กำลังไฟในอัตราที่น้อยกว่า เนื่องจากมีความหนาแน่นกว่าอากาศ 800 เท่า แต่กระแสน้ำจะไหลมาพร้อมกันสองทิศทางคือไปข้างหน้าและถอยหลังขณะที่กระแสลมจะพัดมาจากหลายทิศทางกว่า

จากที่กล่าวมาข้างต้นทางผู้ดำเนินงานมีความสนใจในการที่จะสร้างเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยการไหลของแม่น้ำโดยที่ใบพัดอยู่ใต้ผิวน้ำและตัวใบพัดเป็นแบบกังหันลมตามที่ผลวิจัยข้างต้นได้กล่าวมาเพื่อเป็นการศึกษาและพัฒนาพลังงานจากการไหลของกระแสน้ำ และเป็นทางเลือกหนึ่งในการหาแหล่งพลังงานแห่งใหม่

ที่มา: http://www1.mod.go.th/opsd/dedweb/energy/news/newsold/newsFeb49/feb49_2.htm

2.4.2.1 กังหันลม (Wind Turbine) ใบกังหันลม นับว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เกิดพลังงานกลที่เพลาของกังหันจำนวนใบกังหันอาจมีตั้งแต่หนึ่งถึงหลายสิบใบกังหันลมที่มีจำนวนมากส่วนใหญ่ใช้กับงานที่ต้องการแรงบิดสูง (Torque) ในทางตรงข้ามกังหันที่มีจำนวนใบน้อยส่วนใหญ่ใช้กับงานที่ต้องการความเร็วสูง เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า

2.4.2.2 กังหันลมชนิดต่างๆ



รูปที่ 2.17 ชนิดของใบกังหันลมต่างๆ

ที่มา http://natee2007.thaiza.com/blog_view.php?blog_id=24533

แบบ A คือ แบบแนวตั้ง (Savonius; Chinese Panamone)

แบบ B คือ กังหันแนวนอน (American Multiblade)

แบบ C คือ กังหันแนวนอน (Cretan Sail Rotor)

แบบ D คือ กังหันแกนนอนชนิด 4 ใบพัด (Four Bladed Airfoil)

แบบ E1 คือ กังหันแกนนอนชนิด 3 ใบพัด (Three-Bladed Airfoil)

แบบ E2 คือ กังหันแกนตั้งชนิด 3 ใบพัด (Darrieus Airfoil)

แบบ F คือ กังหันแกนนอน 2 ใบพัด (Two-Bladed Airfoil)

Cp คือ ค่าประสิทธิภาพของกังหัน (Power coefficient) ชนิดต่างๆ เกิดจากค่าพลังงานลมเปลี่ยนมาเป็นกำลังโดยคิดกำลังที่ได้หารด้วยกำลังลมทั้งหมดที่ใช้ไป

λ คือ ค่าอัตราส่วนความเร็วปลายใบ (Tip speed ratio) เกิดจากค่ารัศมีของใบกังหัน (R)×ความเร็วเชิงมุมที่ส่วนปลายใบกังหัน (Ω) และหารด้วยความเร็วลม (V)

จากรูปที่ 2.17 แสดงรูปแบบของใบพัดชนิดต่างๆ กราฟนี้ใช้หาค่าประสิทธิภาพของใบพัดโดยคำนวณจากสูตรค่าอัตราส่วนความเร็วปลายใบ เมื่อได้ค่าแล้วนำมาเปรียบเทียบกราฟในรูปที่ 2.17 เนื่องจากว่าความเร็วของลมในทุกพื้นที่ในประเทศไทยจะอยู่ที่ประมาณ 2 เมตร ถึง 3 เมตรต่อวินาที ใบพัดที่มีความเหมาะสมกับประเทศไทยจะเป็นแบบ A, B, C และ D เพราะทำงานได้ที่ความเร็วลมต่ำ ส่วนใบพัดแบบ E1, E2 และ F ไม่เหมาะสมเพราะต้องใช้ความเร็วลม 4 เมตรต่อวินาทีขึ้นไป ในการที่จะทำให้กังหันลมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เหตุผลในกลุ่มกังหัน A, B, C และ D เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยใช้รูปที่ 2.17 ทำให้ทราบได้ว่ากังหันลมชนิด B มีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อ λ มีค่าเท่ากัน ในโครงงานนี้จึงได้เลือกใช้กังหันลมชนิด B ในการศึกษาและทำการทดลอง

ที่มา : ผ.ศ. ไพรัช สิมปิยากร และคณะ หนังสือชุดพลังงานยั่งยืน เล่ม 5,2545

2.5 การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ (The Economics)

$$Ce = \frac{Ct}{Ea} \tag{2.2}$$

เมื่อ Ce คือ ต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย (บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)

Ct คือ เงินลงทุนรายปีทั้งหมด (บาทต่อปี) โดยที่เงินลงทุนรายปีทั้งหมดสามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ตามสมการที่ 2.3 ได้ดังนี้

$$Ct = Cc + Cm - Cs \tag{2.3}$$

เมื่อ Cc คือ เงินลงทุนเริ่มต้นรายปี

ซึ่งคำนวณได้จากความสัมพันธ์ตามสมการที่ 2.4 ได้ดังนี้

$$Cc = \text{เงินลงทุนเริ่มต้น} \times \left[\frac{\left[i(1+i)^{n}\right]}{(1+i)^{n}-1}\right] \tag{2.4}$$

เมื่อ i คือ อัตราดอกเบี้ยเปอร์เซ็นต์ต่อปี

n คือ อายุการใช้งานของเครื่องปี

Cm คือ เงินลงทุนในการบำรุงรักษารายปี

ซึ่งคำนวณโดยใช้สมการที่ 2.5 ได้ดังนี้

$$Cm = \text{เงินลงทุนเริ่มต้น} \times 0.05 \tag{2.5}$$

เมื่อ Cs คือ มูลค่าซากเมื่อสิ้นอายุการใช้งาน

ซึ่งสามารถคำนวณหามูลค่าซากรายปีได้โดยใช้สมการที่ 2.6 ได้ดังนี้

$$Cs = 0.1 \times \text{เงินลงทุนเริ่มต้น} \times \left[\frac{i}{(1+i)^{n}-1} \right] \quad (2.6)$$

2.6 การคำนวณกำลังไฟฟ้า (Computing Power)

สมการที่ 2.7 กำลังไฟฟ้า

$$P = VI \quad (2.7)$$

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้า (วัตต์)

V คือ แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)

I คือ ค่ากระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

$$W = PT \quad (2.8)$$

เมื่อ W คือ ค่าพลังงานที่สามารถผลิตได้ (จูล)

T คือ เวลา (ชั่วโมง)

2.7 การคำนวณทางด้านสถิติ (Statistical Calculations)

2.7.1 การหาค่าความเชื่อถือ

$$n = \left(\frac{k}{S} \frac{\sqrt{n\sum x_i^2} - \sqrt{(\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right)^2 \quad (2.9)$$

โดยที่ k = ตัวประกอบของความเชื่อมั่น

S = ความคลาดเคลื่อน

n = จำนวนที่ต้องวัดขนาด

n' = จำนวนที่วัดขนาดตัวอย่าง

ตาราง 2.1 แสดงความเชื่อมั่น

ระดับความเชื่อมั่น	ค่า k
68.3	1
95.5	2
99.7	3

ที่มา: กานต์ (2549)

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

3.1.1 กังหันน้ำ

ศึกษาข้อมูลและรูปแบบของกังหันน้ำรูปแบบต่างและเลือกกังหันน้ำที่เหมาะสมในการใช้งานในแม่น้ำ

3.1.2 ชุดระบบส่งกำลัง

ทำการศึกษาการส่งกำลังที่เหมาะในการทำงานของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำแบบง่าย

3.1.3 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า

ศึกษาวิธีการทำงานของเครื่องกำเนิดฟ้าแบบต่างๆ และเลือกแบบที่เหมาะสมเพื่อใช้ในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำแบบง่าย

3.2 คำนวณส่วนต่างๆ

3.2.1 การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์

เป็นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย

3.2.2 ทฤษฎีในส่วนของระบบส่งกำลัง

คำนวณหารอบการทำงานของระบบส่งกำลัง

3.2.3 การคำนวณค่าไฟฟ้า

คำนวณค่าไฟฟ้าที่ได้จากการทดลอง

3.2.4 การคำนวณทางด้านสถิติ

เป็นการคำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูล

3.3 การออกแบบและวางแผนสร้างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำ

นำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าและศึกษาข้อมูลมาทำการออกแบบเพื่อสร้างเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำแบบง่าย และทำการเตรียมอุปกรณ์และซื้อวัตถุดิบ

3.4 จัดซื้ออุปกรณ์และเครื่องมือ

3.4.1 ทำการศึกษาอุปกรณ์และวัสดุ

ศึกษาอุปกรณ์และวัสดุอีกครั้งก่อนเลือกซื้อ

3.4.2 จัดซื้อวัสดุ

จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ

3.5 ทำการผลิตและประกอบชิ้นส่วน

ผลิตชิ้นส่วนต่างๆตามแบบของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าแบบง่าย

3.6 ทดลองระบบการทำงานและปรับปรุงแก้ไข

ทดลองการทำงานของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำและทดสอบหาองศาใบพัดที่ทำให้เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุด

3.7 การออกแบบและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติเพื่อศึกษาค่าองศามุมเผินและจำนวนใบพัดที่มีผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า

3.7.1 กำหนดปัจจัย

ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์มี 2 ปัจจัย คือ เวลา รูปแบบใบพัดและองศาใบพัด

3.7.2 ระดับปัจจัย

กำหนดเวลาไว้ 5 ระดับ คือ 5, 10, 15, 20, 25 วินาที

กำหนดรูปแบบบัดไว้ 2 แบบ คือ ใบพัดแบบดั้งเดิมและใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง

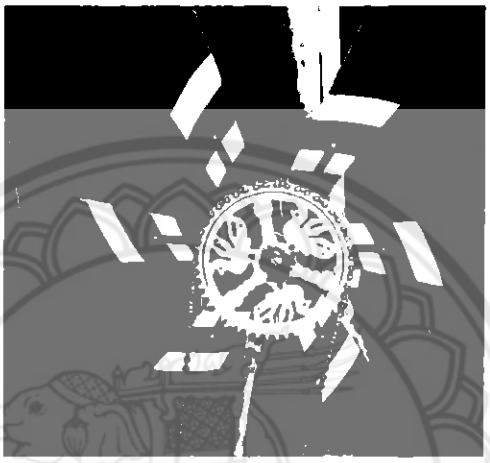
กำหนดองศาใบพัดไว้ 3 แบบ คือ 12, 30 และ 45 องศา

3.7.3 ดำเนินการทดลอง

โดยนำเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ประกอบเสร็จแล้วมาติดตั้งโดยส่วนประส่วนใหญ่จะอยู่ใต้น้ำยกเว้นเจนเนอเรเตอร์อยู่อยู่เหนือผิวนั้น จากนั้นทำการทดลองเก็บค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้ด้วยแอมมิเตอร์เพื่อบันทึกผลเป็นกระแสไฟฟ้าออกมา

3.7.3.1 รูปแบบใบพัดที่ใช้ทำการทดลอง

ก. ใบพัดแบบดั้งเดิม



รูปที่ 3.1 ใบพัดแบบดั้งเดิม

ข. ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง

รูปที่ 3.2 ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง

3.7.3.2 ตารางทดลองการทำงานของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยใบพัดที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3.1 การทดลองค่าแรงดันของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดดั้งเดิม

เวลา (วินาที)	ค่าแรงดัน (โวลต์)					เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
5						
10						
15						
20						
25						

ตารางที่ 3.2 การทดลองค่าแรงดันของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง

องศา	ค่าแรงดัน (โวลต์)					เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
12						
30						
45						

ตารางที่ 3.3 การทดลองค่ากระแสเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดดั้งเดิม

เวลา (วินาที)	ค่ากระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)					เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
5						
10						
15						
20						
25						

ตารางที่ 3.4 การทดลองค่ากระแสของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง

องศา	ค่ากระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)					เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
12						
30						
45						

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

4.1 ผลการทดลอง

ผลการทดลองการทำงานของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยใบพัดที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองค่าแรงดันของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดดั้งเดิม

เวลา (วินาที)	ค่าแรงดัน (โวลต์)					เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
5	20.5	18.6	20.2	20.6	22.1	20.65
10	21.3	18.6	20.1	19.7	21.8	
15	21.6	22.4	21.5	23.2	22.3	
25	21.9	20.5	20.2	19.3	24.0	
30	16.7	19.3	22.2	15.9	21.7	

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองค่าแรงดันของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง

องศา	ค่าแรงดัน (โวลต์)					เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
12	11.6	13.4	14.7	15.2	18.0	15.03
	13.4	14.6	17.1	16.8	14.3	
	12.7	12.4	13.2	14.5	13.4	
	14.3	13.7	16.2	15.8	14.7	
	15.3	16.4	17.7	18.0	18.4	
30	21.4	23.2	23.5	23.1	23.3	24.48
	22.5	24.2	25.1	24.6	25.8	
	23.4	24.8	25.3	25.1	25.1	
	25.3	25.1	25.4	25.3	25.5	
	24.8	24.5	25.5	25.0	25.3	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการทดลองค่าแรงดันของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง

องศา	ค่าแรงดัน (โวลต์)					เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
45	17.4	18.3	19.7	19.1	16.8	18.42
	17.8	18.3	16.9	17.5	19.1	
	18.9	16.8	17.3	20.2	21.1	
	20.7	17.3	18.8	19.4	21.1	
	17.7	17.3	16.9	18.4	17.7	

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองค่ากระแสเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดดั้งเดิม

เวลา (วินาที)	ค่ากระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)					เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
5	0.65	0.59	0.64	0.66	0.71	0.65
10	0.68	0.59	0.64	0.63	0.70	
15	0.69	0.71	0.69	0.74	0.71	
25	0.70	0.65	0.64	0.61	0.77	
30	0.53	0.62	0.71	0.51	0.69	

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองค่ากระแสของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบ**พัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง**

องศา	ค่ากระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)					เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
12	0.37	0.43	0.47	0.48	0.57	0.48
	0.43	0.46	0.54	0.53	0.45	
	0.40	0.39	0.42	0.46	0.43	
	0.45	0.44	0.52	0.50	0.47	
	0.49	0.52	0.56	0.57	0.59	

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ผลการทดลองค่ากระแสของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง

องศา	ค่ากระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)					เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
30	0.68	0.74	0.75	0.74	0.74	0.78
	0.72	0.77	0.80	0.79	0.82	
	0.75	0.79	0.81	0.80	0.80	
	0.79	0.78	0.81	0.80	0.81	
	0.81	0.80	0.81	0.81	0.81	
45	0.55	0.58	0.63	0.61	0.53	0.59
	0.57	0.58	0.54	0.56	0.61	
	0.60	0.53	0.55	0.64	0.67	
	0.56	0.55	0.54	0.59	0.56	
	0.66	0.55	0.60	0.62	0.67	

สาเหตุที่แบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลอง ซึ่งการทดลองที่ 1 แบบใบพัดดั้งเดิม เหตุผลเพราะต้องการทราบประสิทธิภาพตามการทำงานของใบพัดแบบนี้ โดยใบพัดแบบนี้มีการมีการตั้งมุมบิดที่ไม่สามารถปรับองศาได้โดยมีมุมบิดที่ 12 องศา มีใบพัดจำนวน 6 ใบ

การทดลองที่ 2 แบบประดิษฐ์เอง เหตุผลเพราะอยากทราบความสามารถของใบพัดเมื่อปรับปรุงใบพัดแบบดั้งเดิม โดยปรับให้ขนาดของใบพัดใหญ่ขึ้น และจำนวนใบมากขึ้นเป็น 8 ใบ เพื่อเพิ่มแรงบิดของใบพัด แต่ก็ไม่ทราบมุมบิดของใบพัดที่เหมาะสม จึงได้ทำการทดลองขึ้นมา 3 ระดับ คือ 12 30 และ 45 องศาตามลำดับ โดยค่าแรกเป็นค่ามุมบิดเดิมของใบพัดต้นแบบ ส่วนค่า 30 และ 45 เป็นค่าที่สมมติขึ้น

4.2 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์เป็นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยและระยะเวลาคืนทุน โดยมีข้อมูลและสมมติฐานในการวิเคราะห์ คือ เงินลงทุนเริ่มในการสร้างระบบกังหันน้ำซึ่งรวมเป็นเงินลงทุนทั้งหมดเท่ากับ 5,030 บาท ส่วนใบพัดแบบประดิษฐ์เองต้นทุนอยู่ที่ 5,740 บาท ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ของเงินลงทุนเริ่มต้น มูลค่าซากของระบบเมื่อครบอายุการใช้งานเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ของเงินลงทุนเริ่มต้น อัตราดอกเบี้ยเงินกู้เท่ากับ 2.72 เปอร์เซ็นต์ ระบบมีอายุการใช้งาน 5 ปี และในการคำนวณระยะคืนทุนกำหนดให้มูลค่าพลังงานต่อหน่วยเท่ากับ 2.62 บาท

4.2.1 การวิเคราะห์ต้นทุน

ในส่วนของการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตพลังงานจากระบบกังหันน้ำในงานวิจัยหาได้จากการคำนวณดังนี้

4.2.1.1 การวิเคราะห์ต้นทุนของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดแบบดั้งเดิม

จากสมการที่ 2.2 ได้ดังนี้ $$Ce = \frac{Ct}{Ea} \quad (2.2)$$

เมื่อ Ce **คือ ต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย (บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)**

Ct **คือ เงินลงทุนรายปีทั้งหมด (บาทต่อปี) โดยที่เงินลงทุนรายปีทั้งหมด** สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ตามสมการที่ 2.3 ได้ดังนี้

$$Ct = Cc + Cm - Cs \quad (2.3)$$

โดย

Cm คือ เงินลงทุนในการบำรุงรักษารายปี คำนวณได้จากสมการที่ 2.5 ได้ดังนี้

$$Cm = \text{เงินลงทุนเริ่มต้น} \times 0.05 \quad (2.5)$$

แทนค่า $Cm = 5030 \times 0.05$

$= 251.5$ บาทต่อปี

โดย

Cc คือ เงินลงทุนเริ่มต้นรายปี คำนวณได้จากนสมการที่ 2.4 ได้ดังนี้

$$Cc = \text{เงินลงทุนเริ่มต้น} \times \left[\frac{\left[i(1+i)^{n}\right]}{(1+i)^{n}-1}\right] \quad (2.4)$$

แทนค่า $$Cc = 5030 \times \left[\frac{2.72(1+2.72)^{5}}{(1+2.72)^{5}-1}\right]$$

$Cc = 13700$ บาทต่อปี

Cs คือ มูลค่าซากเมื่อสิ้นอายุการใช้งาน คำนวณได้จากสมการที่ 2.6 ได้ดังนี้

$$Cs = 0.05 \times \text{เงินลงทุนต้น} \times \left[\frac{i}{(1+i)^{n}-1}\right] \quad (2.6)$$

แทนค่า

$$Cs = 0.05 \times 5030 \times \left[\frac{2.72}{(1+2.72)^{5}-1}\right]$$

$Cs = 0.96$ บาทต่อปี

ดังนั้นสามารถคำนวณเงินลงทุนรายปีทั้งหมด (บาทต่อปี) ได้จากสมการที่ 2.3 ได้ดังนี้

$$Ct = Cc + Cm - Cs \quad (2.3)$$

แทนค่า $Ct = 13700+251.55-0.96$

$Ct = 13950.54$ บาท/ปี

ดังนั้น ต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย (บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.6 ได้ดังนี้

$$Ce = \frac{Ct}{Ea} \quad (2.2)$$

ซึ่ง Ea หรือ W คือ ค่าพลังงานที่สามารถผลิตได้จริงในรอบปี

คำนวณได้จาก W (กิโลวัตต์ชั่วโมง) $= P$ (วัตต์) $\times t$ (ชั่วโมง) (2.8)

จากกระแสไฟฟ้าของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าแบบใช้ใบพัดดั้งเดิมผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.65 (แอมแปร์) แปลงค่าหาค่ากำลังไฟฟ้า โดยค่าความดันไฟฟ้า 20.05 โวลต์

จากสมการที่ 2.7 $P = VI$ (2.7)

แทนค่า $P = 0.65 \times 20.05$

$P = 13.42$ วัตต์

หาค่ากำลังที่ผลิตได้รายปีจากสมการที่ 2.8 ได้ดังนี้

$$W = PT \quad (2.8)$$

แทนค่า $W = \frac{13.42}{1000} \times 24 \times 365$

W = 117.56 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

ดังนั้น เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดแบบดั้งเดิมสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เท่ากับ 117.56 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

และสามารถหาค่า Ce ได้ดังนี้

แทนค่า $Ce = \frac{13950.54}{117.56}$

Ce = 118.68 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง

4.2.1.2 การวิเคราะห์ต้นทุนของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดแบบประดิษฐ์ขึ้นเอง

จากสมการที่ 2.2 ได้ดังนี้ $Ce = \frac{Ct}{Ea}$ (2.2)

เมื่อ Ce คือ ต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย (บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)

Ct คือ เงินลงทุนรายปีทั้งหมด (บาทต่อปี) โดยที่เงินลงทุนรายปีทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ตามสมการที่ 2.3 ได้ดังนี้

$$Ct = Cc + Cm - Cs \quad (2.3)$$

โดย

Cm คือ เงินลงทุนในการบำรุงรักษารายปี คำนวณได้จากสมการที่ 2.5 ได้ดังนี้

$$Cm = \text{เงินลงทุนเริ่มต้น} \times 0.05 \quad (2.5)$$

แทนค่า $Cm = 5740 \times 0.05$

= 287 บาทต่อปี

Cc คือ เงินลงทุนเริ่มต้นรายปี คำนวณได้จากสมการที่ 2.4 ได้ดังนี้

$$Cc = \text{เงินลงทุนเริ่มต้น} \times \left[\frac{\left[i(1+i)^{n}\right]}{(1+i)^{n}-1}\right] \qquad (2.4)$$

แทนค่า $$Cc = 5740 \times \left[\frac{2.72(1+2.72)^{5}}{(1+2.72)^{5}-1}\right]$$

$$Cc = 15634.74 \text{ บาทต่อปี}$$

Cs คือ มูลค่าซากเมื่อสิ้นอายุการใช้งาน คำนวณได้จากสมการที่ 2.6 ได้ดังนี้

$$Cs = 0.05 \times \text{เงินลงทุนต้น} \times \left[\frac{i}{(1+i)^{n}-1}\right] \qquad (2.6)$$

แทนค่า

$$Cs = 0.05 \times 5740 \times \left[\frac{2.72}{(1+2.72)^{5}-1}\right]$$

$$Cs = 1097 \text{ บาท/ปี}$$

ดังนั้นสามารถคำนวณเงินลงทุนรายปีทั้งหมด (บาทต่อปี)

จากสมการที่ 2.3 คำนวณได้ดังนี้ $Ct = Cc + Cm - Cs$ (2.3)

แทนค่า

$$Ct = 15634.74+287-1.097$$

$$Ct = 15920.64 \text{ บาทต่อปี}$$

ดังนั้น ต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย (บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.2 ได้ดังนี้

$$Ce = \frac{Ct}{Ea} \qquad (2.2)$$

ซึ่ง Ea หรือ W คือ ค่าพลังงานที่สามารถผลิตได้จริงในรอบปี

คำนวณได้ จากสมการที่ 2.8 ได้ดังนี้ W (กิโลวัตต์ชั่วโมง) = P (วัตต์) × t (ชั่วโมง) (2.8)

จากกระแสไฟฟ้าของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าแบบประดิษฐ์ขึ้นเองผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.78 แอมแปร์ แปลงค่าหาค่ากำลังไฟฟ้า โดยค่าความดันไฟฟ้า 24.48 โวลต์

จาก สมการที่ 2.7 คำนวณได้ดังนี้ $P = VI$ (2.7)

แทนค่า $P = 24.48 \times 0.78$

$P = 19.09$ วัตต์

หาค่ากำลังที่ผลิตได้รายปีจากสมการที่ 2.8 ได้ดังนี้

$$W = PT \qquad (2.8)$$

แทนค่า $W = \frac{19.09}{1000} \times 24 \times 365$

$W = 167.23$ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

ดังนั้น เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดแบบประดิษฐ์ขึ้นเองสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เท่ากับ 167.23 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

และสามารถหาค่า Ce ได้ดังนี้

แทนค่า $Ce = \frac{15920.64}{167.23}$

$Ce = 95.20$ บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง

4.3 ระบบส่งกำลัง

ความสัมพันธ์ระหว่างเฟืองตัวขับกับเฟืองตัวตามจากสมการที่ 2.1 คำนวณได้ดังนี้

$$N_1 Z_1 = N_2 Z_2 \qquad (2.1)$$

ต้องการหาอัตราส่วน $\frac{N_1}{N_2}$

เมื่อ Z_1 = 48 ฟัน และ Z_2 = 18 ฟัน

แทนค่า $N_1 (48) = N_2 (18)$

ดังนั้น $\frac{N_1}{N_2} = \frac{48}{18}$

$$\frac{N_1}{N_2} = 2.67 \text{ รอบ}$$

สมมติว่า N_1 อัตราเร็ว 1 รอบต่อนาที N_2 จะเท่ากับ 2.67 รอบต่อนาที

N_1 คือ อัตราเร็วของเฟืองตัวขับ

N_2 คือ อัตราเร็วของเฟืองตัวตาม

Z_1 คือ จำนวนฟันของเฟืองตัวขับ

Z_2 คือ จำนวนฟันของเฟืองตัวตาม

4.4 การหาประสิทธิภาพของเครื่อง

จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากำลังขับเคลื่อนสูงสุด คือ 28 วัตต์ ระบบไฟฟ้าที่ผลิตเป็นค่าเฉลี่ย คือ X แสดงว่าประสิทธิภาพของระบบผลิตกระแสไฟฟ้า X % โดยการเทียบด้วยวิธี Interpoled

จาก 28 วัตต์ คือ ค่าประสิทธิภาพ 100 %

X วัตต์ จะได้ $\frac{X}{28} \times 100\% = Y$ %

ดังนั้นจะสามารถหาประสิทธิภาพของใบพัดที่ใช้แตกต่างกันได้ดังนี้

4.4.1 การหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าเมื่อใช้ใบพัดแบบดั้งเดิม

จากตาราง 4.1 สภาวะการทดลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าจากเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้ใบพัดแบบดั้งเดิมมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 13.42 วัตต์ต่อวินาที ซึ่งสามารถหาประสิทธิภาพได้ดังนี้

จากกำลังไฟฟ้า 28 วัตต์ มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 100 %

ถ้ากำลังไฟฟ้า 13.42 วัตต์ จะมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ $\frac{13.42}{28} \times$ 100 % = 47.92 %

ดังนั้น เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดแบบดั้งเดิมจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 47.92 %

4.4.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง

จากตาราง 4.2 สภาวะการทดลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าจากเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าแบบที่ใช้ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเองที่มุมบิดของใบพัดที่ 30 องศา และมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 19.09 วัตต์ซึ่งสามารถหาประสิทธิภาพได้ดังนี้

จากกำลังไฟฟ้า 28 วัตต์ มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 100 %

ถ้ากำลังไฟฟ้า 19.09 วัตต์ จะมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ $\frac{19.09}{28} \times 100\% = 68.18\ \%$

ดังนั้น เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดแบบประดิษฐ์ขึ้นเองจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าสูงสุดได้เท่ากับ 68.18 %

4.5 การคำนวณค่าทางสถิติ

การคำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดแบบดั้งเดิมกับใบพัดแบบประดิษฐ์ขึ้นเอง

จากสมการที่ 2.9 $$n = \left(\frac{k}{s}\frac{\sqrt{n\sum x_i^2} - \sqrt{(\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right)^2 \qquad (2.9)$$

โดยที่ k = ตัวประกอบของความเชื่อมั่น

s = ความคลาดเคลื่อน

n = จำนวนครั้งที่ต้องการทดสอบ

n' = จำนวนครั้งในการวัดจากการทดลองจริง

ซึ่งจะให้ข้อมูลนี้มีความเชื่อมั่นที่ 95% ดังนั้นจะมีความคลาดเคลื่อน 5 % จะทำให้มีค่าตัวประกอบของความเชื่อมั่น (K) เท่ากับ 2

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนคำนวณได้จาก

$$s = \frac{5}{100}$$

$$= 0.05$$

ตัวอย่างการคำนวณค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากการทดลอง

จากตารางที่ 4.1 สามารถคำนวณความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากการทดลองของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดแบบดั้งเดิม ได้ดังนี้

เมื่อ $k = 2$

$s = 0.05$

$\sum x = 516.20$

$\sum x^2 = 10744.42$

$(\sum x)^2 = 266462.44$

แทนค่า
$$n = \left(\frac{2}{0.05} \times \frac{\sqrt{25(10744.42) - 266462.44}^2}{516.20}\right)$$

$$= \left(40 \times \frac{46.35}{516.20}\right)^2$$

$$= 12.90$$

จากการคำนวณ พบว่า n =12.90 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า n' ซึ่ง n' = 25 **ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีความน่าเชื่อถือ**

จากตารางที่ 4.2 สามารถคำนวณความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากการทดลองของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง ได้ดังนี้

ตัวอย่างการคำนวณที่ 30 องศา

เมื่อ $k = 2$

$s = 0.05$

$\sum x = 612.10$

$\sum x^2 = 15016.59$

$$(\sum x)^2 = 374666.41$$

แทนค่า $$n = (\frac{2}{0.05} \times \frac{\sqrt{25(15016.59) - 374666.41^2}}{612.10})$$

$$= (40 \times \frac{27.36}{612.10})^2$$

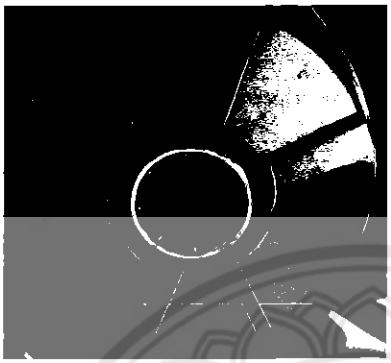
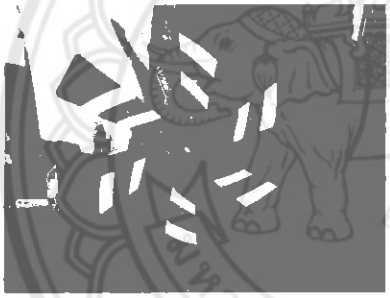
$$= 3.20$$

จากการคำนวณ พบว่า n =3.20 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า n' ซึ่ง n' = 25 ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีความน่าเชื่อถือ

สำหรับตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 ก็สามารถหาความน่าเชื่อถือจากการคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน

4.6 การเลือกวัสดุอุปกรณ์

ตาราง 4.5 ส่วนประกอบของเครื่อง

ลำดับ	ชนิดอุปกรณ์	ข้อดี	ข้อเสีย
1	ใบพัด  รูปที่ 4.1 ใบพัดประดิษฐ์เอง  รูปที่ 4.2 ใบพัดดั้งเดิม	- เหมาะกับความเร็วของน้ำในแม่น้ำ	- ราคาแพง
2	ACเจนเนอเรเตอร์ รูปที่ 4.3 AC เจนเนอเรเตอร์	- ราคาถูก	- ให้กำลังไฟฟ้าน้อย

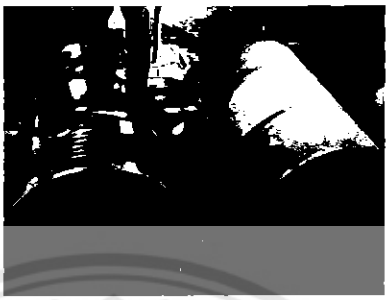
ตาราง 4.5 (ต่อ) ส่วนประกอบของเครื่อง

ลำดับ	ชนิดอุปกรณ์	ข้อดี	ข้อเสีย
3	ถังน้ำมัน 200 ลิตร รูปที่ 4.4 ถังน้ำมัน 200 ลิตร	- หาได้ง่าย - ปลอดภัย - รับน้ำหนักได้มาก	- น้ำหนักมาก - ขนถ่ายลำบาก
4	เหล็กแผ่นยึดโครงสร้าง รูปที่ 4.5 เหล็กโครงสร้าง	- มีความแข็งแรงสูง	- น้ำหนักมาก
5	ชุดลูกปืนล้อจักรยาน รูปที่ 4.6 ชุดลูกปืนล้อจักรยาน	- น้ำหนักเบา	- รับน้ำหนักได้น้อย
6	ชุดโซ่จักรยาน รูปที่ 4.7 ชุดโซ่จักรยาน	- ราคาถูก	- เกิดเสียงดังรบกวนขณะเครื่องทำงาน

4.7 วิธีการใช้งานและทดลองเครื่อง

4.7.1 ทำการประกอบเครื่องเข้าด้วยกัน

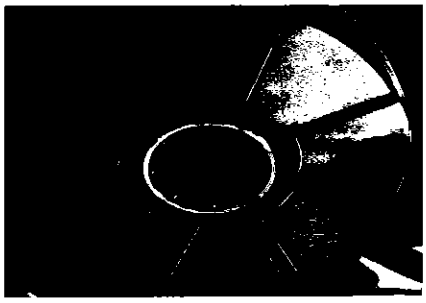
4.7.1.1 นำถังน้ำมัน 200 ลิตร 2 ถังมาเชื่อมยึดด้วยเหล็กฉาก 200 × 38 × 4 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้นประกบหัวและท้ายถังดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ถังน้ำมัน 200 ลิตร

4.7.1.2 ทำการสร้างใบพัดโดยทำใบพัดขึ้นมา 2 แบบแรกคือแบบดั้งเดิม (American Multiblade) เส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร มีใบพัด 6 ใบ ซึ่งมีความเหมาะสมกับความเร็วของกระแสน้ำในธรรมชาติ และแบบที่สองเป็นกังหันที่ได้พัฒนามาจากแบบดั้งเดิมเส้นผ่านศูนย์กลาง 750 มิลลิเมตร มีใบพัด 8 ใบเหตุที่ได้มีการเพิ่มจำนวนใบและขนาดใบพัดเพื่อเพิ่มแรงบิดของใบกังหัน ดังรูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2

รูปที่ 3.1 ใบพัดแบบดั้งเดิม

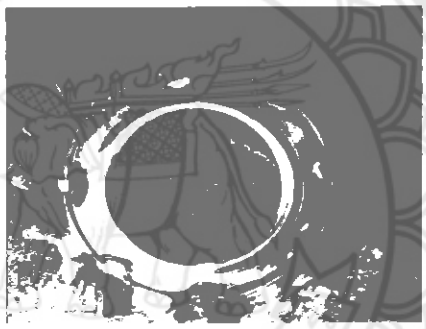


รูปที่ 3.2 ใบพัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง

4.7.1.3 ดัดแปลงจากโซ่รถจักยานมาทำเป็นชุดส่งกำลังโดยจานโซ่มีสามอัน อันแรกเป็นจานขับมี 48 ฟันติดอยู่กับแกนใบพัดเป็นตัวรับกำลังจากตัวใบพัดโดยตรง ตัวจานโซ่อยู่ใต้ผิวน้ำ

รูปที่ 4.7 ชุดจานโซ่

จานโซ่เล็กมีจำนวนฟัน 18 ฟัน จานโซ่นี้จะรับแรงจากโซ่ใหญ่เพื่อไปขับแกน**หมุนของเจนเนอเรเตอร์** โดยจานโซ่ตัวเล็กจะอยู่เหนือผิวน้ำติดกับแกนของเจนเนอเรเตอร์



รูปที่ 4.8 จานโซ่เล็ก

จานโซ่กลางมีจำนวนฟันที่ 44 ฟัน จานโซ่กลางจะทำหน้าที่เป็นเฟืองอำนวย**คือตัวรักษาความตึงของโซ่เพื่อป้องกันการหย่อนและการหลุดของโซ่**

รูปที่ 4.9 จานโซ่กลาง

4.7.1.4 **ชุดดุมล้อรถจักรยาน เป็นแกนหมุนของจานโซ่ทำให้โซ่สามารถหมุนได้โดยชุดดุมจักรยานเหมาะที่จะนำมาทำแกนหมุนเพราะว่ามีน้ำหนักเบา**

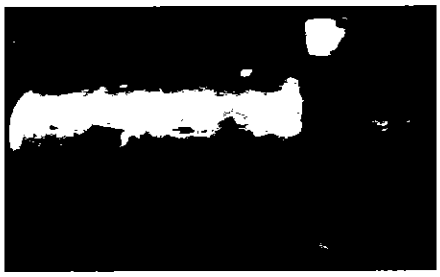
4.7.1.5 ชุดกล่องเก็บเจนเนอเรเตอร์ โดยชุดกล่องเก็บเจนเนอเรเตอร์จะมีชิ้นส่วนอยู่ 3 ชิ้น คือ ชิ้นแรก คือ กล่องใส่เจน โดยออกแบบมาเพื่อป้องกันการกระแทกและน้ำที่อาจจะมาโดนตัวเจนเนอเรเตอร์ ซึ่งอาจจะเสียหายได้ ตัวกล่องออกแบบเป็นทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์ 105 มิลลิเมตร สูง 50 มิลลิเมตร มีทางเปิดทางเดียวและทำเกลียวไว้ใส่ฝาปิด

รูปที่ 4.10 กล่องเก็บเจนเนอเรเตอร์

ชิ้นที่สอง คือ ฝาปิดทำจาก ท่อ PVC รูปทรงเป็นรูปครึ่งวงกลม มีรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยตัวฝาหนา 3 มิลลิเมตร ตรงขอบทำเกลียวเพื่อติดกับตัวกล่อง

รูปที่ 4.11 ฝาครอบเจนเนอเรเตอร์

ชิ้นที่สาม คือ ตัวยึดแกนเจนเนอร์เรเตอร์ โดยจะทำหน้าที่เพิ่มความยาวของแกนเจนเนอเรเตอร์ไปเชื่อมต่อกับกับแกนจานโซ่เล็ก



รูปที่ 4.12 ตัวยึดแกนเจนเนอร์เรเตอร์

4.7.1.6 เจนเนอร์เรเตอร์ เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า

รูปที่ 4.13 เจนเนอร์เรเตอร์

4.7.2 ทำการตรวจสภาพเครื่องเพื่อให้พร้อมต่อการใช้งาน

4.7.3 นำเครื่องจุ่มลงในแม่น้ำและยึดด้วยเชือกเพื่อไม่ให้ตัวเครื่องเอียงและเคลื่อนที่

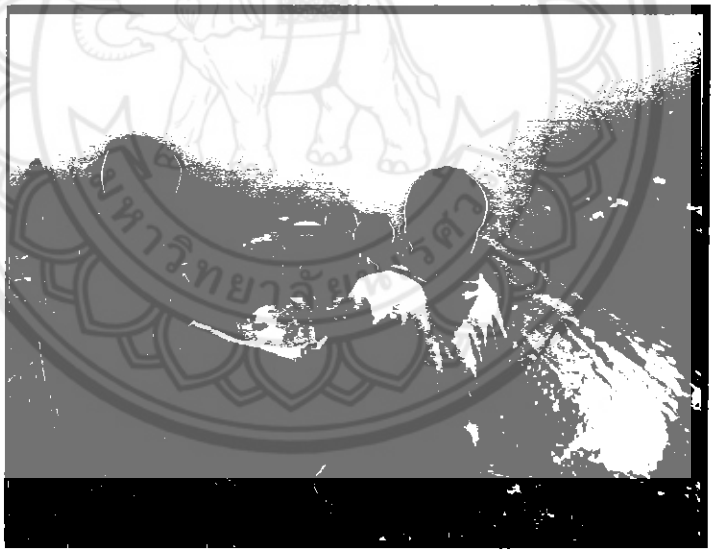
4.7.3.1 การทดลองเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำ

รูปที่ 4.13 ตรวจสอบเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าก่อนทำการทดลอง

4.7.3.2 ตรวจสภาพเครื่องเพื่อให้พร้อมต่อการใช้งาน โดยดูระบบโซ่ว่ามีความหล่อลื่นดีหรือไม่ และดูว่าถังน้ำมันมีรอยรั่วหรือไม่ก่อนลอยน้ำ

รูปที่ 4.14 ยกเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าลงน้ำ

4.7.3.3 ผูกเชือกเข้ากับตัวยึดเครื่องเพื่อเวลาที่เอาลงน้ำไปจะได้มีเชือกยึดไม่ให้กระแสน้ำพัดเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าแบบง่ายไปกับกระแสน้ำ



รูปที่ 4.15 ติดตั้งเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าลงน้ำ

4.7.3.4 ยกเครื่องลงน้ำในแนวตั้งเพื่อไม่ให้ใบพัดเกิดความเสียหาย และนำเชือกมัดโซ่ไม่ให้ใบพัดหมุนก่อนที่จะทำการทดลอง

รูปที่ 4.16 ทดลองเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า

4.7.3.5 นำเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าลงน้ำและเอาเชือกที่มัดโซ่ออก **แล้วทำการวัดค่า**

4.7.4 ทำการวัดค่า

4.7.4.1 โดยจะทำการวัดค่าทุก 5 วินาที โดยบันทึกลงตารางบันทึก**ค่า ตารางที่ 4.1 ถึง ตาราง**ที่ 4.4

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 กล่าวนำ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาแนวทางการผลิตไฟฟ้าแนวใหม่คือการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยการไหลของกระแสน้ำมาเป็นตัวขับเคลื่อน และใช้ใบพัดที่มีรูปทรงแบบกังหันลมซึ่งแตกต่างจากกังหันน้ำโดยทั่วไป

5.2 สรุป

5.2.1 ลักษณะของตัวเครื่องโดยใบพัดเป็นแบบ American Multiblade แบบ 6 ใบ และ 8 ใบ ต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระแสสลับ ขนาด 28 วัตต์ โดยใช้โซ่จักรยานเป็นระบบส่งกำลัง อุปกรณ์ทั้งยึดติดกับทุ่นลอยที่ทำจากถังน้ำมัน 200 ลิตร

5.2.2 จากผลการทดลองพบว่ากังหันลมแบบ American Multiblade แบบ 6 ใบพัดมีมุมบิดที่ 12 องศาเมื่อนำมาดัดแปลงเป็นกังหันน้ำ ติดตั้งที่ความลึกไม่เกิน 1 เมตร สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าไฟได้ 117.56 กิโลวัตต์ต่อปี และกังหันลมแบบ American Multiblade แบบ 8 ใบที่พัฒนามาจากแบบ 6 ใบ มีมุมบิด 30 องศา สามารถผลิตกระแสไฟฟ้า 167.23 กิโลวัตต์ต่อปี ในความลึกเดียวกัน เห็นได้ว่ากังหันแบบ American Multiblade แบบ 8 ใบ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าใบพัดแบบ American Multiblade แบบ 6 ใบ เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำที่สร้างขึ้นมานี้สามารถทำงานในความลึกไม่เกิน 1 เมตร และเหมาะสมต่อความเร็วของกระแสน้ำที่ต่ำ และมีต้นทุนในการสร้างที่ไม่สูง

5.2.3 เมื่อคำนวณต้นทุนการผลิตของเครื่องพบว่ากำลังไฟฟ้าผลิตของเครื่องไม่คุ้มค่าเพราะมีต้นทุนต่อหน่วยที่สูงกว่าการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1ควรเลือกเจนเนอร์เรเตอร์ที่กันน้ำได้ เพราะเวลานำไปติดตั้งจะได้ต่อตรงไปยังชุดใบพัดที่อยู่ในน้ำโดยที่ไม่ต้องใช้ระบบส่งกำลังเข้าช่วย ซึ่งการติดตั้งจะทำให้ได้รอบการหมุนของเจนเนอร์เรเตอร์เร็วที่สุด

5.3.2 หากต้องการจะนำระบบที่ทำการทดลองไปใช้ผลิตไฟเชิงพาณิชย์ จะต้องปรับปรุงระบบให้มีความสามารถในผลิตกระแสไฟฟ้ามีต้นทุนต่อหน่วยต่ำกว่าหน่วยละ 4.10 บาท (ราคารับซื้อค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตจากผู้ผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำรายย่อย) ถึงจะมีผลกำไร โดยการผลิตกระแสไฟฟ้าจากการใช้ใบพัดแบบประดิษฐ์เอง American Multiblade แบบ 8 ใบ มีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยอยู่ที่ 95.2 บาทต่อหน่วย หากต้องการให้ต้นทุนต่อหน่วยน้อยกว่า 4.10 บาท ต้องใช้เจนเนอร์เรเตอร์ ขนาด 500 วัตต์ โดยให้ค่าสมมุติว่า เจนเนอร์เรเตอร์ทำงานเต็มประสิทธิภาพ ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง และ ราคาเครื่องเท่ากับ 5740 บาท

เอกสารอ้างอิง

เมืองมนต์ เนตรหาญ. (2554). การวิเคราะห์และทดสอบประสิทธิภาพกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 800 วัตต์. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

วิกันดา ศรีเดช. (2550). การกำหนดลักษณะใบพัดกังหันลมเพื่อผลิตพลังให้ได้มากที่สุดในสถิติลมเฉพาะที่. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ธนาวุฒิ ไชยลังกา และคณะ. (2553). กังหันลมพลังงานธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุเทพ เหลี่ยมสิริเจริญ. (2507). พลังงานน้ำขนาดเล็ก. สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2554, จาก http://www.oknation.net/blog/print.php?id=202302.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตเขื่อนภูมิพล. (2549). หลักการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม2554, จาก http://www.bhumiboldam.egat.com/DESIGN/history_dam2.html.

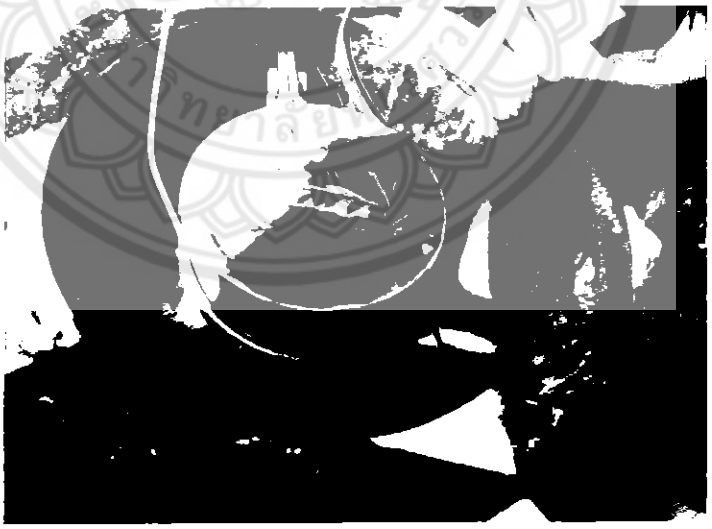
น.อ.เศวตนันท์ ประยูรรัตน์ (2553). โครงการวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนจากกระแสน้ำ. โรงเรียนนายเรือ, สืบค้นเมื่อ มีนาคม 2554, จาก www.navy.mi.th/nrdo/jreport /mmaga/maga1_49/p4149.pdf.

กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง. (2549). สถิติวิศวกรรม (Engineering Statistics). ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก ผลการทดลองเบื้องต้นก่อนดำเนินโครงงานนิสิต

รูปที่ ก.1 ใบพัดและตัวเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าพร้อมกล่อง



รูปที่ ก.2 ทางน้ำออกและตำแหน่งติดตั้งเจนเนอร์เรเตอร์

รูปที่ ก.3 ทางน้ำเข้า

รูปที่ ก.4 ทำการผูกเชือกยึดตัวเครื่องเพื่อทำการทดลอง

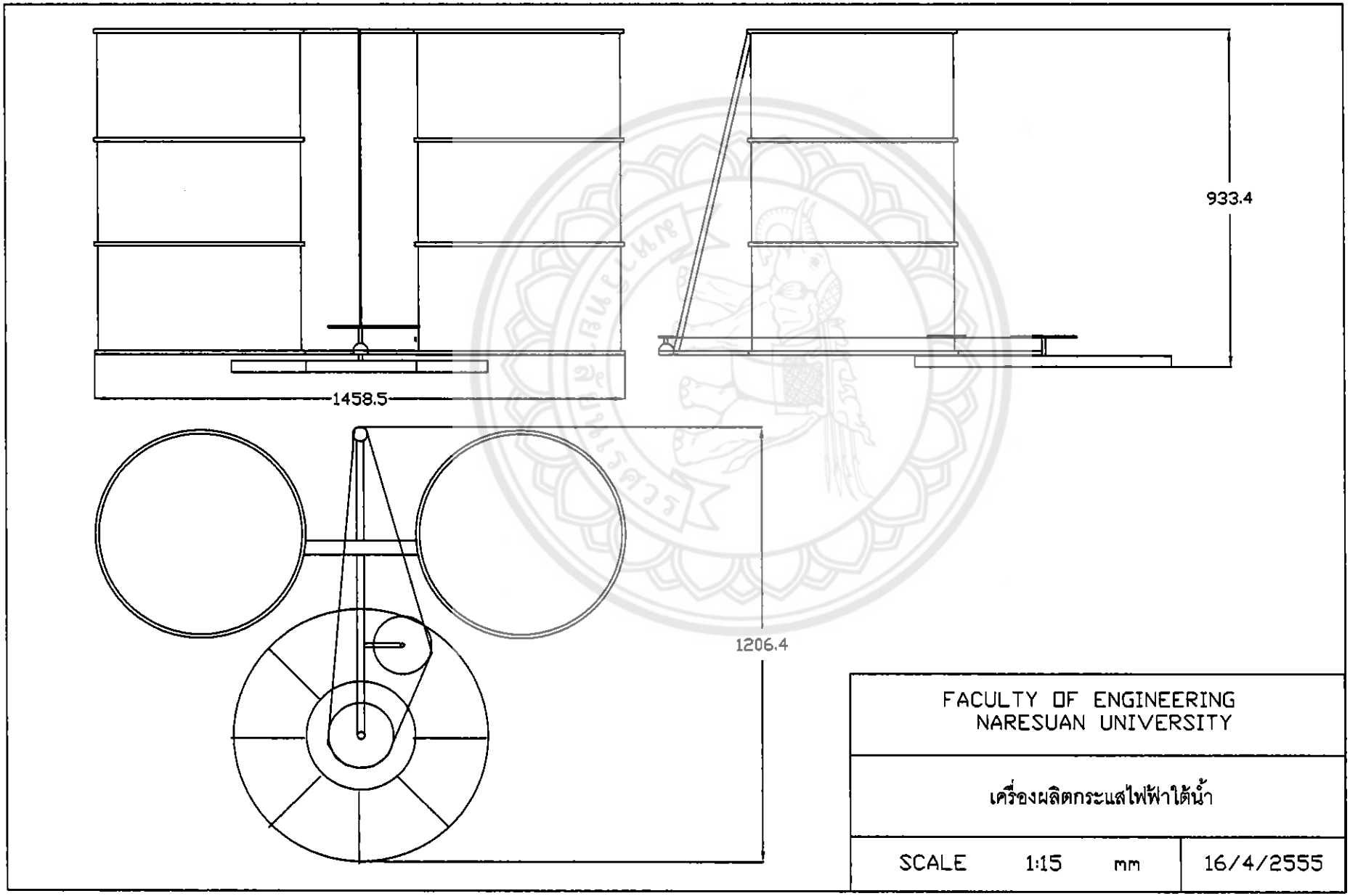
รูปที่ ก.5 ทำการตั้งระดับตัวเครื่องเพื่อวัดในความลึกในระดับต่างๆ

รูปที่ ก.6 ทำการวัดค่าทางไฟฟ้า

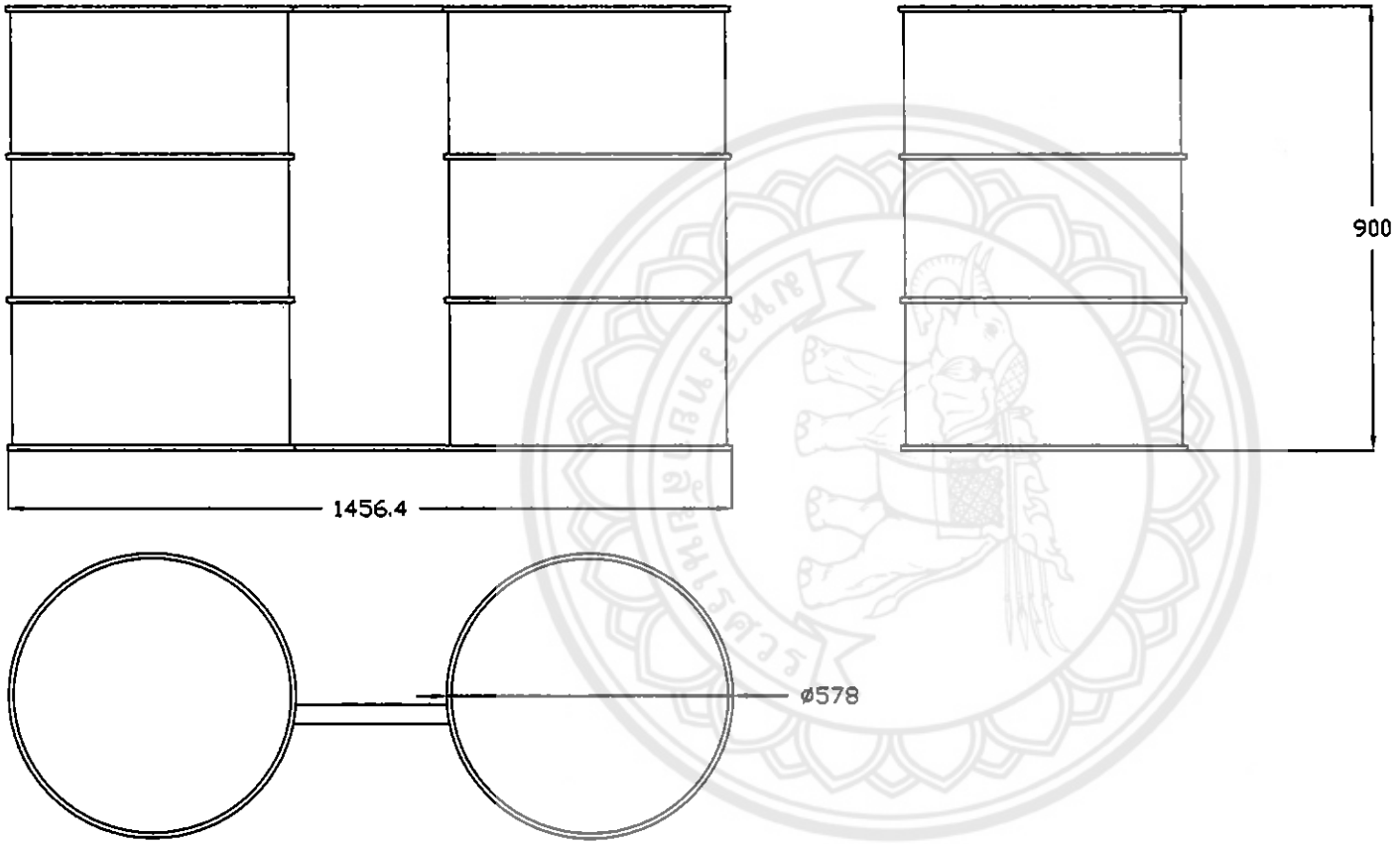
สรุปผลการทดลองเบื้องต้นก่อนดำเนินโครงงานนิสิตซึ่งในการทดลองเบื้องต้นนี้ไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เนื่องจาก

1. ใบพัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร ซึ่งเล็กเกินไป ทำให้เมื่อหย่อนลงไปในน้ำใบพัดไม่หมุน
2. ชุดโอลิงกันน้ำทำให้มอเตอร์ฝืด เนื่องจากชุดโอลิงกันน้ำจะยึดติดมอเตอร์แน่นมาก ทำให้ใบพัดไม่หมุน
3. น้ำเข้ามอเตอร์ได้ง่ายเลยทำให้การทดลอง

ภาคผนวก ข

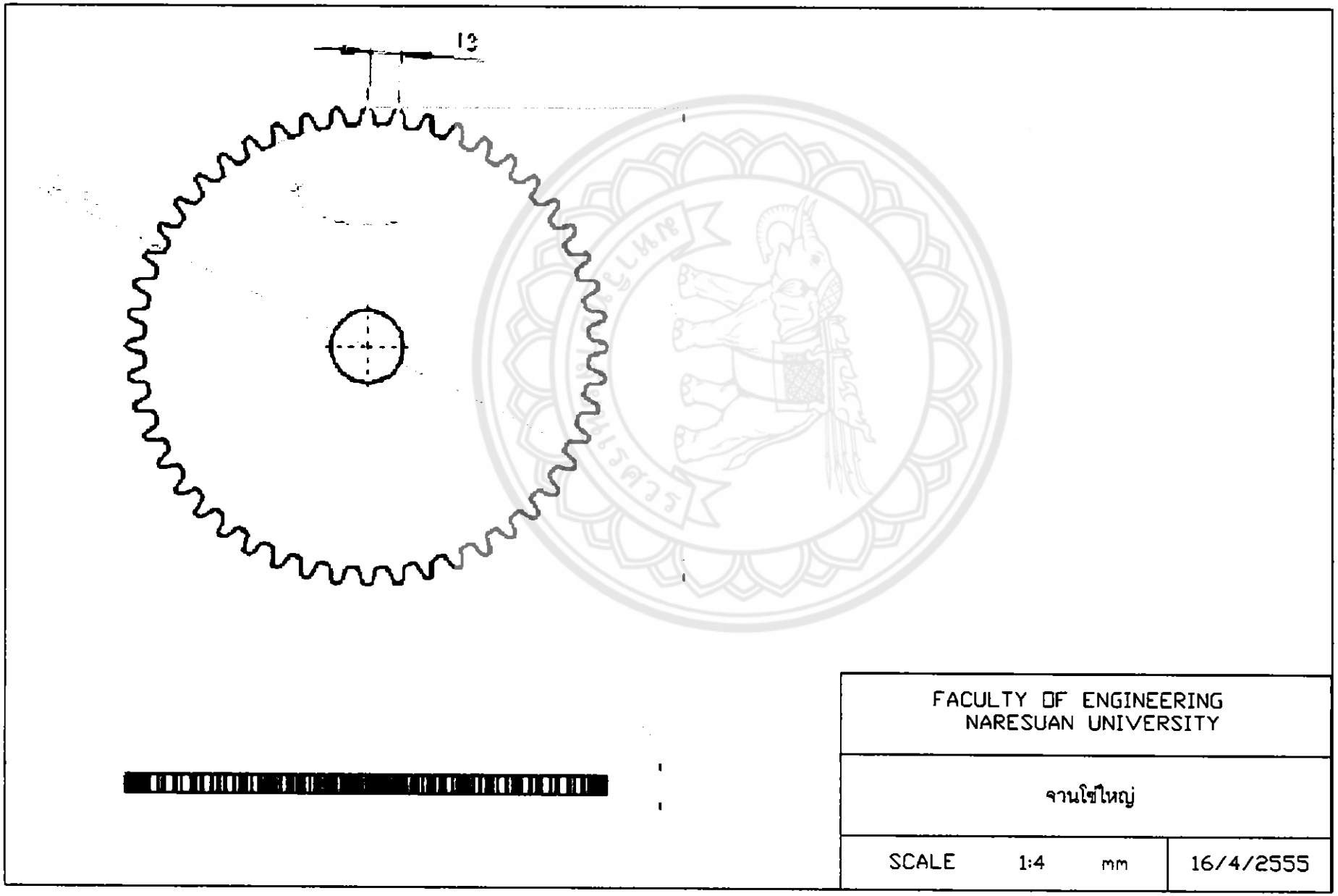


รูปที่ ข.1 เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าใต้น้ำ

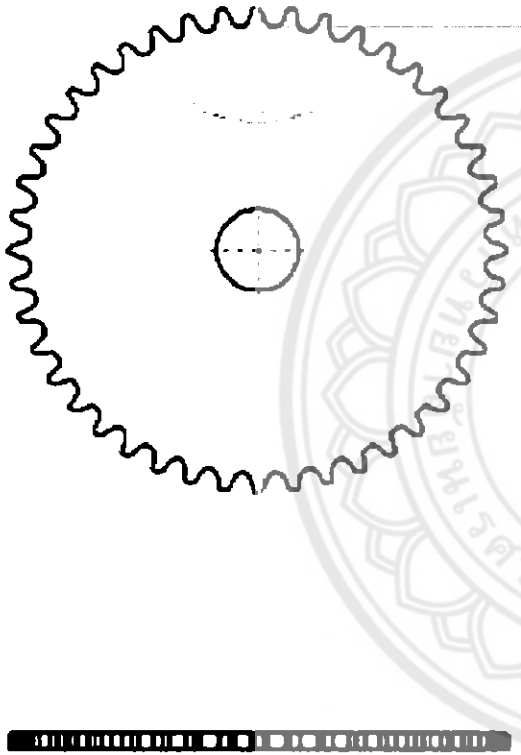


FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	
ถังน้ำมันน้ำ	
SCALE 1:15 mm	16/4/2555

รูปที่ ข.2 ถังน้ำมัน

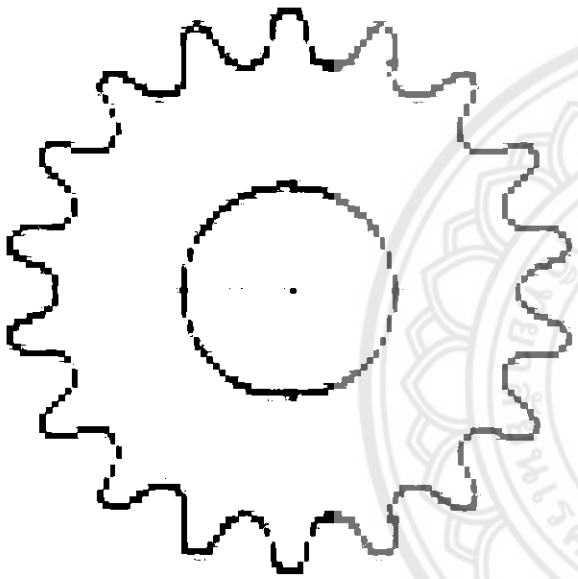


รูปที่ ข.3 จานโซ่ใหญ่



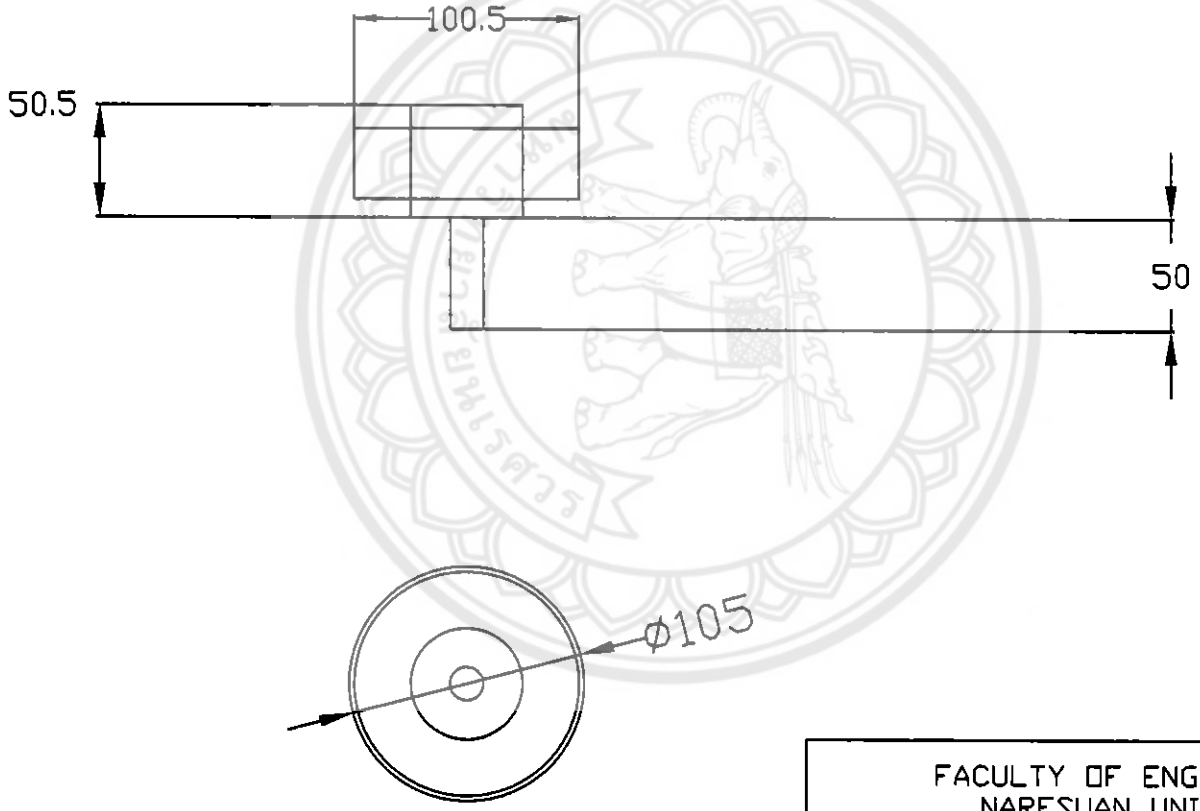
FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY		
จานโซ่กลาง		
SCALE	1:4 mm	16/4/2555

รูปที่ ข.4 จานโซ่กลาง



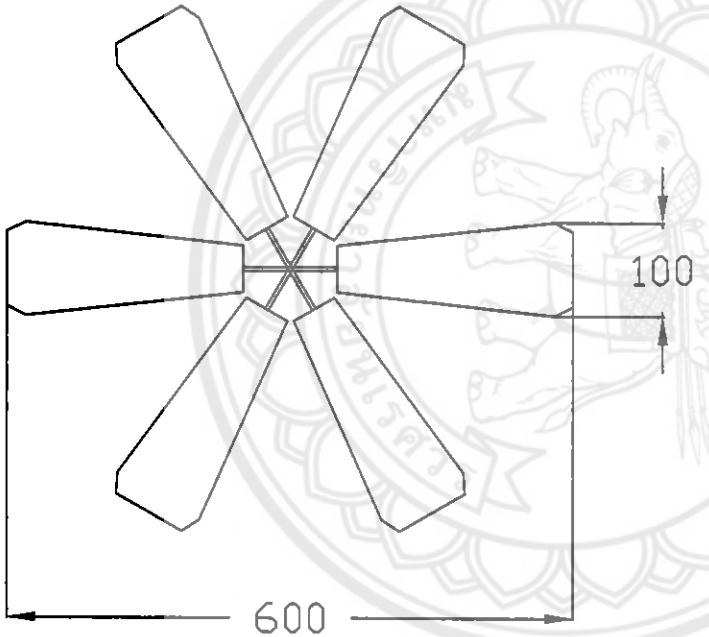
FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY			
จานโซ่เล็ก			
SCALE	1:2	mm	16/4/2555

รูปที่ ข.5 จานเล็ก



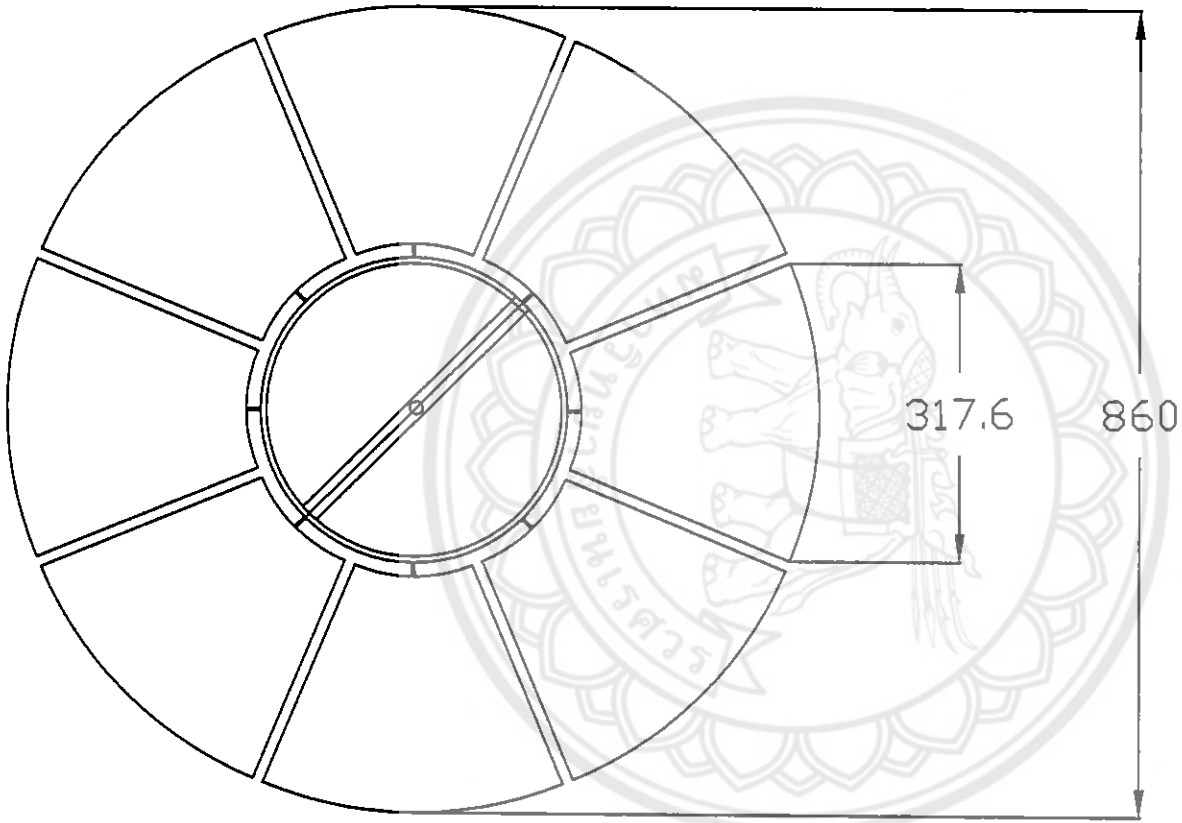
FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY			
เจนเนอร์เรเตอร์			
SCALE	1:4	mm	16/4/2555

รูปที่ ข.6 เจนเนอร์เรเตอร์



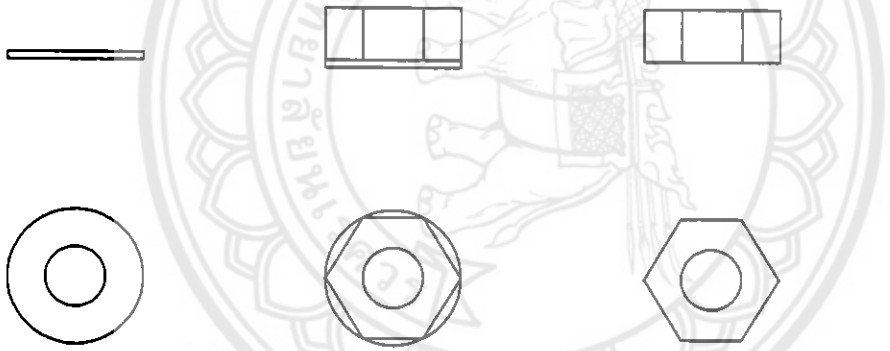
FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY			
ใบพัดแบบดั้งเดิม			
SCALE	1:8	mm	16/4/2555

รูปที่ ข.7 ใบพัดแบบดั้งเดิม



FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY		
ใบพัดแบบประดิษฐ์เอง		
SCALE 1:8 mm		16/4/2555

รูปที่ ข.8 ใบพัดแบบประดิษฐ์เอง



FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY		
ชุดน็อต		
SCALE	1:1 mm	16/4/2555

รูปที่ ข.9 ชุดน็อต

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายนฤดล สีใส

ภูมิลำเนา 143 หมู่ 11 ต. หล่มเก่า อ. หล่มเก่า
จ. เพชรบูรณ์ 67120

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนหล่มเก่าพิทยาคม จ. เพชรบูรณ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: Kaeng_ie@hotmail.com

ชื่อ นายธนพงษ์ อินแจ้

ภูมิลำเนา 24 หมู่ 8 ต. หาดล้า อ. ท่าปลา จ. อุตรดิตถ์ 53150

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนท่าปลาประชาอุทิศ จ. อุตรดิตถ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: Ben.moche@hotmail.com