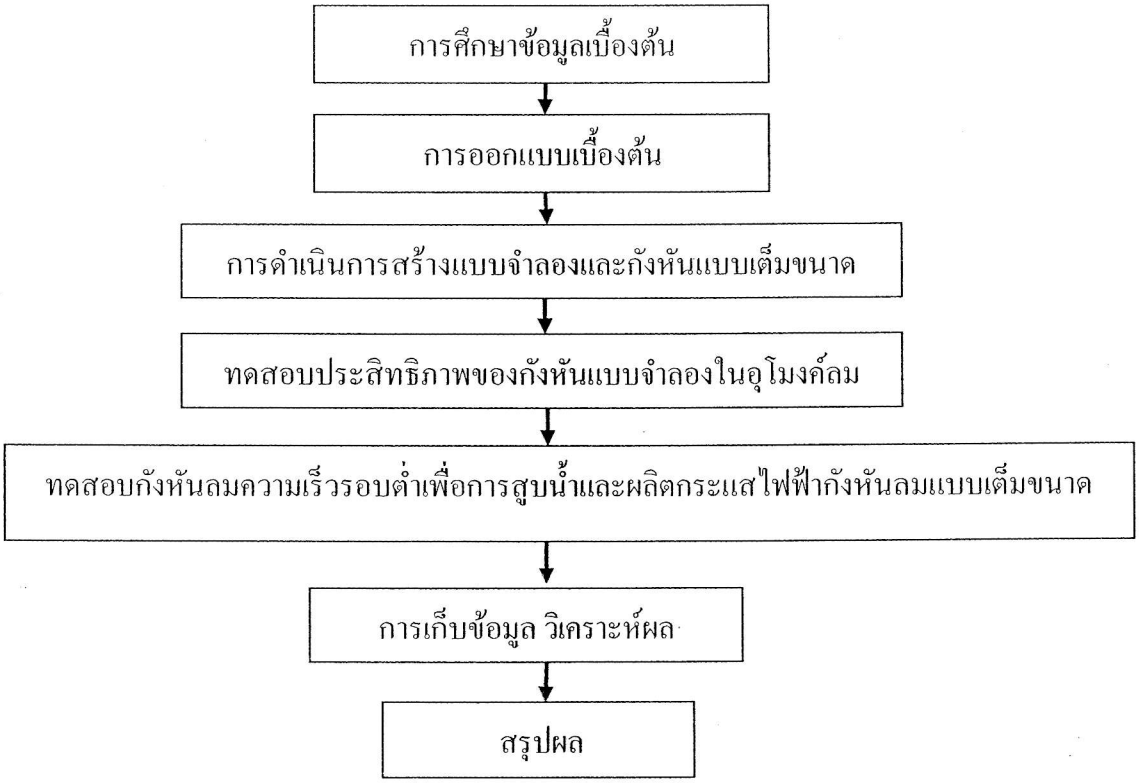
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินวิจัยกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าและสูบน้ำความเร็วรอบต่ำ มีวิธีการดำเนินการวิจัย ตามขั้นตอน คือวางแนวทางการการดำเนินงานวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย การทดสอบกังหันลมแบบจำลองภายในอุโมงค์ลม และการสร้างและทดสอบกังหันลมผลิตไฟฟ้าและสูบน้ำความเร็วรอบต่ำ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แนวทางในการดำเนินงานวิจัย

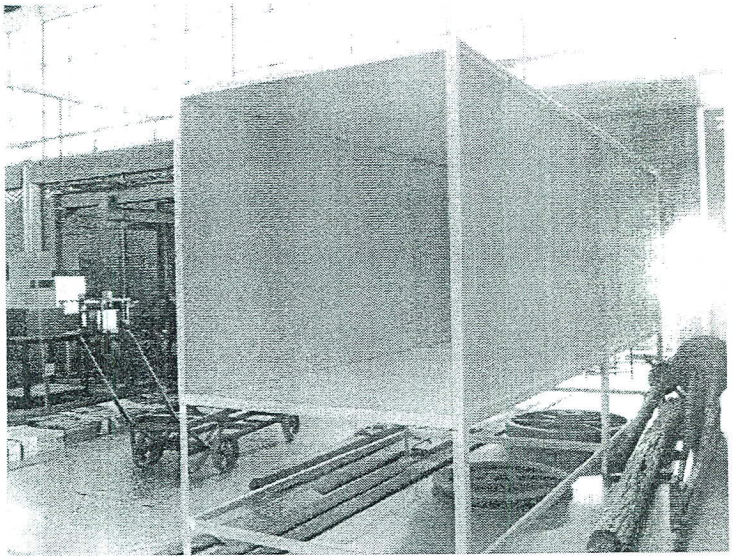
ในงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาวิจัยกังหันลมความเร็วรอบต่ำเพื่อการสูบน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้า โดยการทดสอบกับแบบจำลองและเก็บข้อมูลจากของจริง เพื่อนำไปสู่การออกแบบและปรับปรุงกังหันลมความเร็วรอบต่ำเพื่อการสูบน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้าให้ดีขึ้นต่อไป ซึ่งสามารถอธิบายแผนการดำเนินงานตามแผนผังดังนี้



ภาพที่ 15 แผนการดำเนินงานวิจัยกังหันลมความเร็วรอบต่ำเพื่อการสูบน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้า

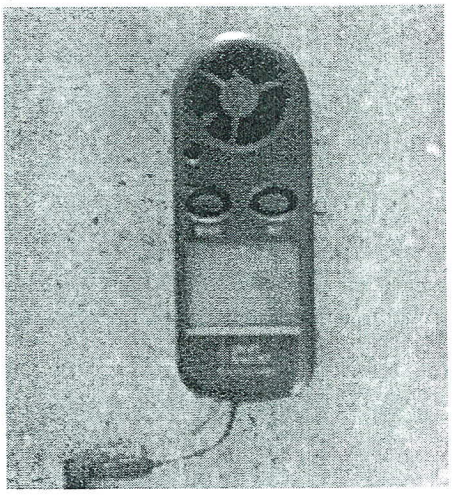
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 อุโมงค์ลม ได้สร้างอุโมงค์ลมที่ใช้ในการวิจัยนี้ มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 1.40 x 1.40 เมตร อุโมงค์ลมนี้ตั้งอยู่ที่ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ดังแสดงในภาพที่ 16



ภาพที่ 16 อุโมงค์ลมที่ใช้ในการวิจัย

2.2 อุปกรณ์วัดความเร็วลม ใช้เครื่องวัดความเร็วลมอิเล็กทรอนิกส์ แสดงผลเป็นตัวเลข มีเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิได้ เปลี่ยนหน่วยการวัดได้ เช่น mph, ft/min, Km/h, m/s or Knots (Current / Average / Max) ดังแสดงในภาพที่ 17

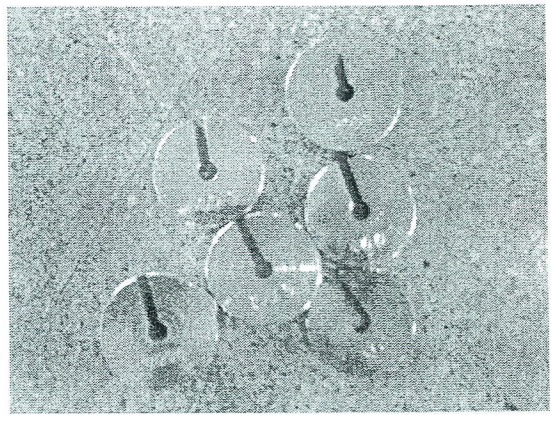


ภาพที่ 17 อุปกรณ์วัดความเร็วลม

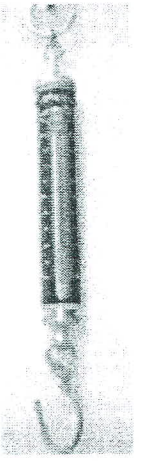
2.3 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ ในการวัดความเร็วรอบของกังหัน ใช้เครื่องวัดรอบอิเล็กทรอนิกส์ ยี่ห้อ OME แสดงผลเป็นตัวเลข โดยวัดความเร็วรอบจากการฉายแสงกระทบกับสติกเกอร์ ที่ติดไว้กับเพลากังหัน สามารถวัดความเร็วรอบได้ตั้งแต่ 0 ถึง 9999 รอบต่อนาที ความละเอียด ± 1 รอบต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 18

ภาพที่ 18 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ

2.4 อุปกรณ์วัดทอร์ค ใช้เบรกเชือก (Rope Brake) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดทอร์ค ประกอบด้วยเชือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร แขวนติดกับเพลากังหัน ตราชั่งสปริงและตุ้มน้ำหนักมาตรฐานขนาดต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 19 และ 20

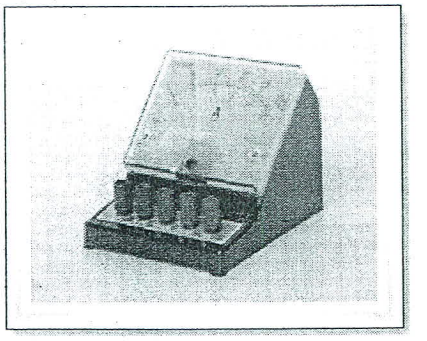


ภาพที่ 19 ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานเป็นอุปกรณ์การวัดทอร์ค



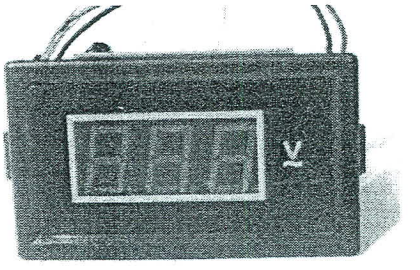
ภาพที่ 20 เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน

2.6 เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 21 เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า

2.7 เครื่องมือวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า

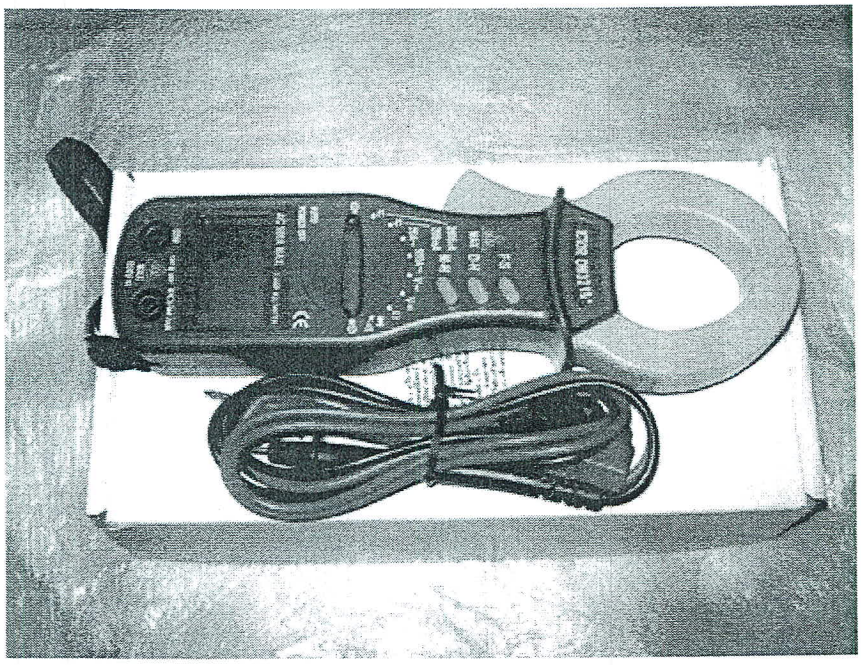


ภาพที่ 22 เครื่องมือวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า

2.8 มัลติมิเตอร์

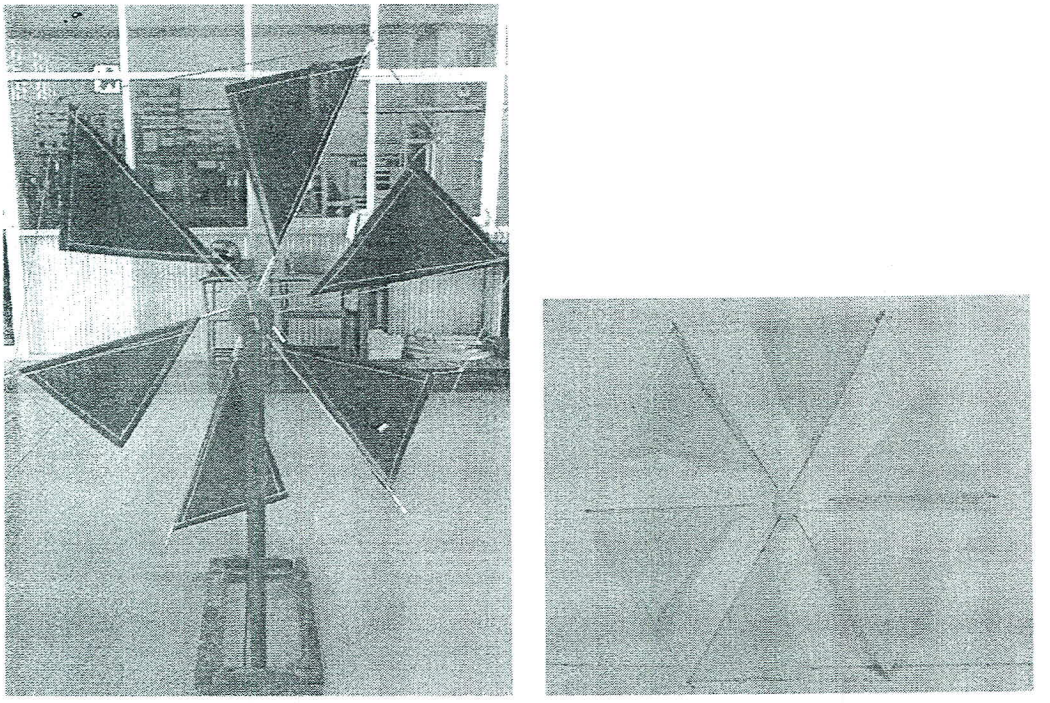
ภาพที่ 23 เครื่องมือวัดค่าต่างๆ ทางไฟฟ้า

2.9 คลิปแอมป์มิเตอร์



ภาพที่ 24 เครื่องมือวัดแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้า

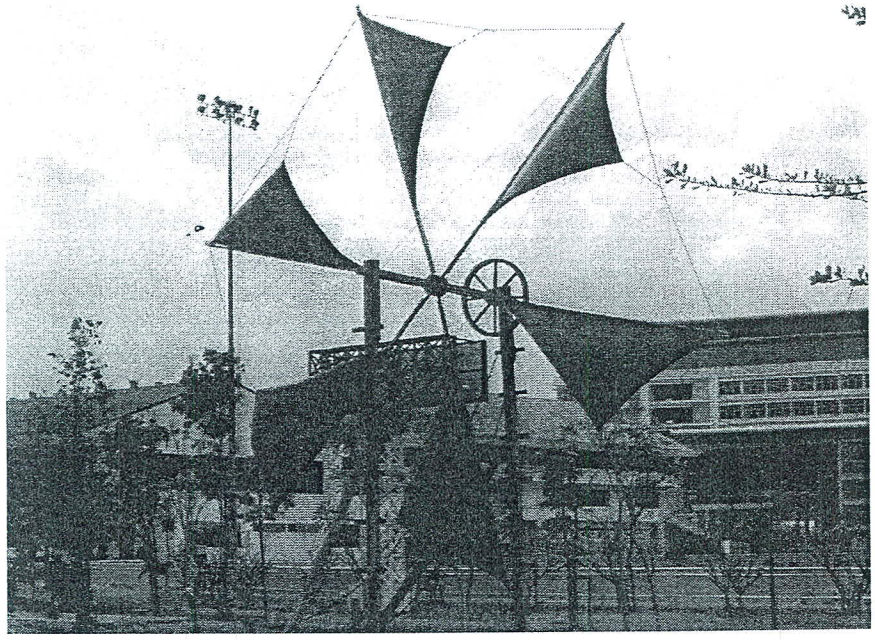
2.10 แบบจำลองกังหันลม ทำขึ้นเพื่อการทดสอบสมรรถนะในงานวิจัยนี้ใช้กังหันลมขนาดเล็ก ดังแสดงในภาพที่ 25 (ก) ใบกังหันทำด้วยผ้าใบกระสอบ โดยทำการจำลองทางรูปร่างในอัตราส่วน 1 : 6.67 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.20 เมตร และ ภาพที่ 25 (ข) ใบกังหันทำด้วยผ้าฝ้ายจำลองทางรูปร่างในอัตราส่วน 1 : 8 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 เมตร



(ก) (ข)

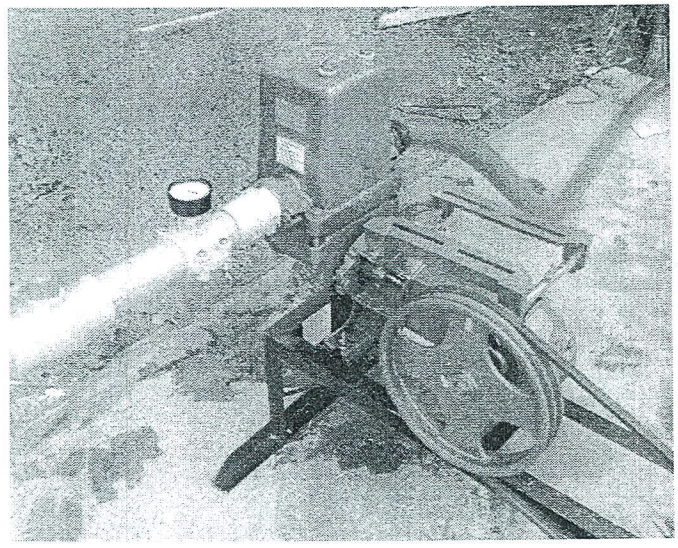
ภาพที่ 25 แบบจำลองกังหันลม

2.11 กังหันลมแบบเต็มขนาด กังหันลมที่ใช้ทดสอบเป็นกังหันลมแบบใบผ้ากระสอบสร้างขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลการสูบน้ำ และผลิตกระแสไฟฟ้า มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8.0 เมตร ติดตั้งในตำแหน่งที่รับลมในทิศทางคงที่ ในแนวทิศเหนือใต้ ตั้งอยู่ที่ สวนสุขภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ใบกังหันติดตั้งครั้งแรกเป็นแบบใบผ้ากระสอบ ดังภาพที่ 43 ตอนหลังเปลี่ยนเป็นผ้าใบไวนิลสีแดง ดังแสดงในภาพที่ 26



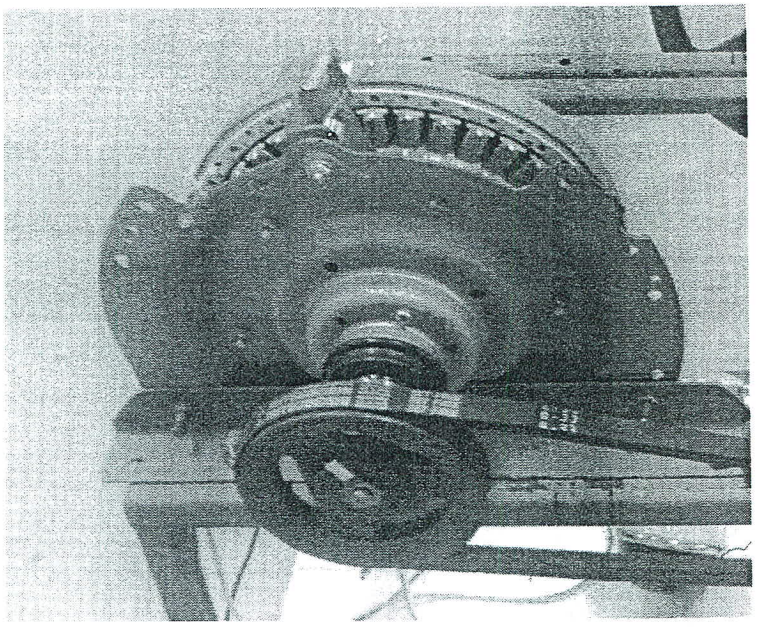
ภาพที่ 26 กังหันลมแบบเต็มขนาด

2.12 เครื่องสูบน้ำแบบชัก เครื่องสูบน้ำที่ใช้ในการทดสอบ เป็นแบบปั๊มชัก วีอาร์(VR) รุ่นดูดน้ำลึก พีวีอาร์-76 (PVR - 76) ปริมาตรน้ำ 9,000-10,000 ลิตร/ชม ท่อดูด-ส่ง ขนาด 2 นิ้ว ลูกสูบ 76 มม. ใช้มู่เลย์ ออกแบบเป็นร่อง บี (B) เพื่อสามารถต่อใช้งานกับเพลากังหันลม



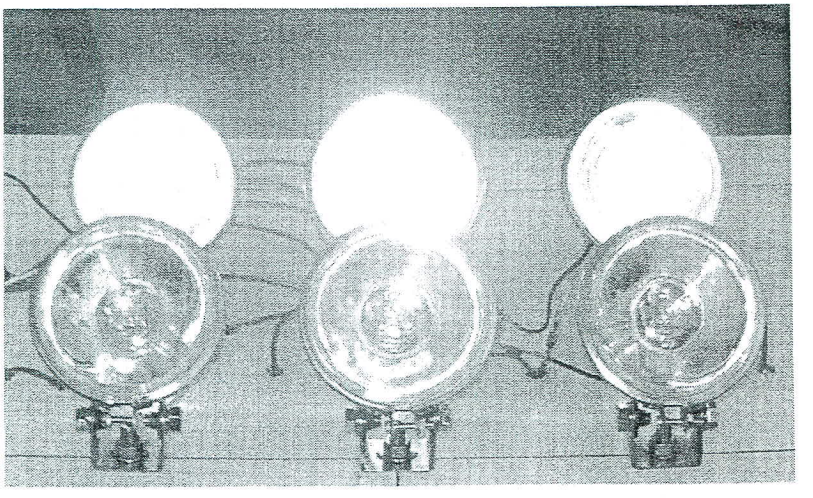
ภาพที่ 27 เครื่องสูบน้ำแบบชักที่ใช้ในการทดสอบ

2.13 เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า ในการออกแบบและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับงานวิจัยนี้ ได้ใช้มอเตอร์จากเครื่องซักผ้า เป็นเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า มีลักษณะดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าแบบมอเตอร์เครื่องซักผ้า

2.14 โหลดไฟฟ้า ในสำหรับต่อเข้าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับงานวิจัยนี้ ได้ใช้หลอดไฟฟ้า DC ขนาด 24 V @70 W เป็นโหลด ดังภาพที่ 29



ภาพที่ 29 หลอดไฟฟ้า DC ขนาด 24 V @70 W

3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 การสอบเทียบ (Calibration) อุโมงค์ลม การสอบเทียบอุโมงค์ลมนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเร็วลมและตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการติดตั้งแบบจำลอง สำหรับการสอบเทียบอุโมงค์ลมนั้น มีขั้นตอนต่าง ๆ ในการทดลองดังต่อไปนี้

1) ปรับความเร็วรอบของเครื่องเพื่อให้ได้ความเร็วลมที่ต้องการ

2) จากนั้นทำการวัดความเร็วลมภายในอุโมงค์ลม

3) กำหนดให้พื้นที่หน้าตัดเป็นพิกัดที่ตำแหน่งต่างๆ กัน คือ -0.60, -0.40, -0.20, 0.0, 0.20, 0.40 และ 0.60 เมตร ทั้งด้านล่างและด้านข้างของอุโมงค์ลม ซึ่งจะได้ทั้งหมด 49 จุด

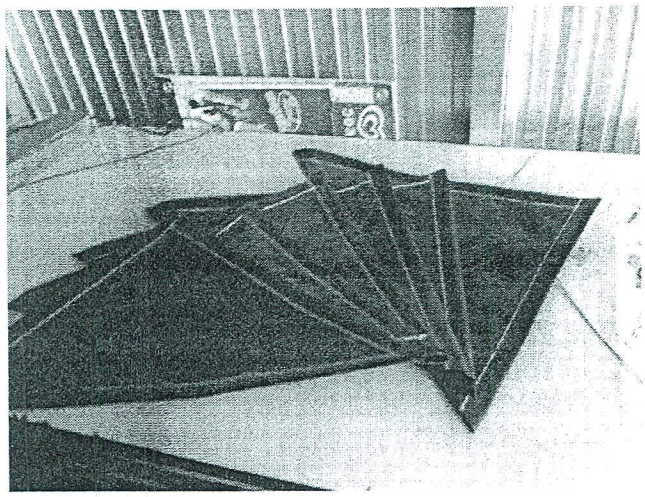
4) เมื่อทำการวัดค่าความเร็วลมได้ทั้งหมดแล้ว ให้ทำการวัดค่าที่ระยะใหม่ โดยให้ห่างจากด้านหน้าของอุโมงค์ครั้งละ 0.50 เมตร จนได้ค่าความเร็วลมตามที่ต้องการ ซึ่งจากการทดสอบได้ผลการสอบเทียบอุโมงค์ลมแสดงในภาคผนวก ก จากผลการสอบเทียบอุโมงค์ลมพบว่า เมื่อระยะห่างจากด้านหน้าอุโมงค์ลมเพิ่มขึ้น ค่าความเร็วลมมีค่าสม่ำเสมอดี แต่เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณที่มีความสม่ำเสมอมีค่าลดลง เนื่องจากมีการผสมกันระหว่างลมจากอุโมงค์ลมกับอากาศภายนอก ส่วนบริเวณด้านข้างของอุโมงค์ลมค่าความเร็วลมจะลดลง เนื่องจากเกิดชั้นชิดผิวที่ด้านข้างของอุโมงค์ลม ดังนั้นจึงเลือกตำแหน่งที่เหมาะสม ที่ใช้ทดสอบกังหัน คือ ตำแหน่งที่ปากอุโมงค์ลม โดยระยะที่สามารถติดตั้งแบบจำลองได้ ห่างจากปากอุโมงค์ลมเป็นระยะ 0.20 เมตร และขนาดของกังหันลม ควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1.40 เมตร

3.2 การติดตั้งอุปกรณ์วิจัย เพื่อทำการทดสอบสมรรถนะกังหันลมจำลอง โดยนำแบบจำลองกังหันลมวาง ณ ตำแหน่งปากอุโมงค์ลมในตำแหน่งที่มีความเร็วลมตามที่ต้องการ ติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็วลม ความเร็วรอบและเบรคเชือก (Rope brake)

4. การทดสอบกังหันลมแบบจำลองภายในอุโมงค์ลม

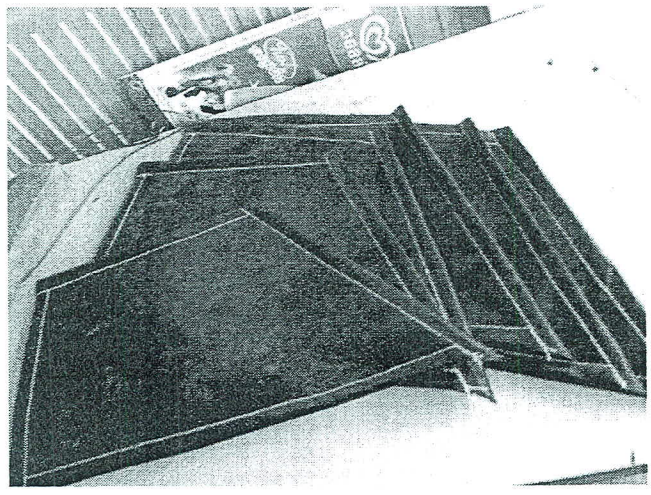
4.1 ใบกังหันลมที่นำมาทดสอบเป็นชนิดผ้าใบกระสอบมี 3 แบบ คือ

4.1.1 ใบกังหันลมแบบที่ 1 ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปใบสามเหลี่ยมมุมฉาก ขนาดความยาวทั้งสามด้าน คือ 56 , 45.86 และ 38 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 30



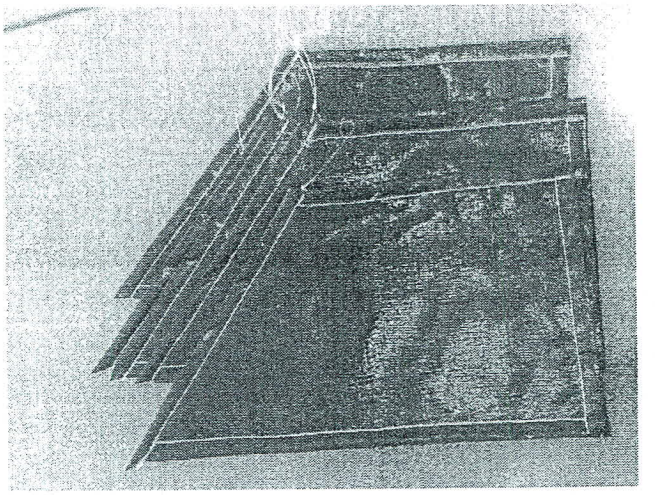
ภาพที่ 30 ลักษณะใบกังหันลมใบผ้ากระสอบแบบที่ 1

4.1.2 ใบกังหันลมแบบที่ 2 มีขนาดมุมกว้างขึ้นจนเปลี่ยนเป็นรูปสี่เหลี่ยมค้างหมู ขนาดความยาวทั้งสี่ด้าน คือ 56 , 35.56 , 38 และ 20 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 31



ภาพที่ 31 ลักษณะใบกังหันลมแบบที่ 2

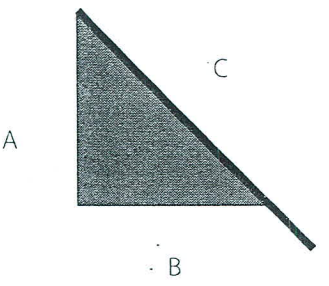
4.1.3 ใบกังหันลมแบบที่ 3 มีมุมเพิ่มขึ้นมากกว่าแบบที่ 2 ขนาดความยาวทั้งสี่ด้าน คือ 56 , 33.87 , 38 และ 30 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 32

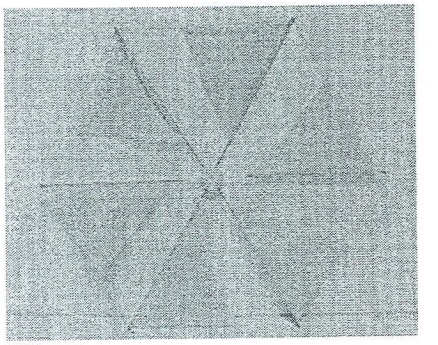


ภาพที่ 32 ลักษณะใบกังหันลมแบบที่ 3

4.2 ใบกังหันลมที่นำมาทดสอบเป็นชนิดใบผ้าฝ้าย มีลักษณะที่แตกต่างกัน 5 แบบคือ 6B-T1, 6B-T2, 6B-T3, 6B-T4 และ 6B-T5 ดังแสดงในภาพที่ 33

แบบจำลอง	จำนวนใบกังหัน (B)	ชนิด (T)	A (cm)	B (cm)	C (cm)	ความหนาแน่นใบกังหัน
6B-T1	6	T1	18.5	32.0	37.5	0.23
6B-T2		T2	24.5	32.5	37.5	0.30
6B-T3		T3	31.5	34.0	37.5	0.38
6B-T4		T4	37.5	37.5	37.5	0.46
6B-T5		T5	41.5	41.5	37.5	0.51





ภาพที่ 33 แบบจำลองกังหันลมใบผ้าฝ้าย

4.3 ขั้นตอนต่างๆ ในการทดสอบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 ติดตั้งกังหันลมที่ปากอุโมงค์ลมที่ระยะ 0.20 เมตร

4.3.2 ปรับค่าความเร็วลมให้ได้ความเร็วลมที่ต้องการเพื่อใช้ในการทดสอบ

4.3.3 เมื่อกังหันลมหมุนจนได้ความเร็วรอบคงที่ในขณะที่ยังไม่ถ่วงน้ำหนัก อ่านค่าความเร็วรอบซึ่งเป็นความเร็วรอบสูงสุด

4.3.4 เพิ่มน้ำหนักถ่วงบนเบรกเชือก อ่านค่าที่ตาชั่งสปริง น้ำหนักถ่วงและความเร็วรอบของเพลากังหันลม เพื่อนำมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์กำลังงานที่ได้จากกังหันลม สำหรับที่ความเร็วลมนั้น ๆ

4.3.5 ถ้ากังหันลมยังไม่หยุดหมุน ให้เพิ่มน้ำหนักถ่วงแล้วให้กลับไปยังขั้นตอนที่ 4) แต่ถ้ากังหันลมหยุดหมุนแล้วให้ไปยังขั้นตอนที่ 6)

4.3.6 นำตุ้มน้ำหนักที่ถ่วงออก จากนั้นวัดทอร์กเริ่มต้น (starting torque) โดยการนำสปริงดึงมาวัดที่ปลายใบกังหัน (ยกเว้นกังหันที่หมุนด้วยตัวเองไม่ได้)

4.3.7 เปลี่ยนความเร็วลมจนถึงค่าที่ต้องการ

4.3.8 เปลี่ยนใบกังหันเป็นแบบที่ 2 และ 3 และแบบจำลองกังหันจากผ้าฝ่ายจนครบ

5. การสร้างและทดสอบกังหันลมผลิตไฟฟ้าและสูบน้ำความเร็วรอบต่ำ

5.1 สร้างและทดสอบกังหันลมแบบเต็มขนาดเพื่อการสูบน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้า โดยสร้างกังหันลมใบผ้าแบบกังหันนาเกลือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 8 เมตร ตามแบบจำลอง 6B-T2 มีจำนวน 6 ใบ ใบเป็นรูปสามเหลี่ยม วัสดุที่ใช้ทำใบกังหันทำจากผ้าใบ ขนาด A = 1.96 เมตร ขนาด B = 2.60 เมตร ขนาด C = 3.00 เมตร มี 2 เสา วางแกนกังหันตามแนวทิศทางเหนือใต้ ความสูงแกนกังหัน 4.5 เมตร จากพื้นดิน ดังภาพที่ 26 ตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

5.2 สร้างระบบส่งถ่ายกำลังเข้าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า ดังภาพที่ 28 เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าแบบมอเตอร์เครื่องซักผ้า พร้อมโหลดโดยใช้หลอดไฟฟ้า DC ขนาด 24 V @70 W ดังภาพที่ 29

5.3 สร้างระบบส่งถ่ายกำลังเข้ากับเครื่องสูบน้ำแบบลูกสูบชัก ขนาด 2 นิ้ว ดังภาพที่ 27 ทดสอบที่เฮดการยกน้ำ 6 เมตร 10 เมตร และ 15 เมตร