



บทที่ 6

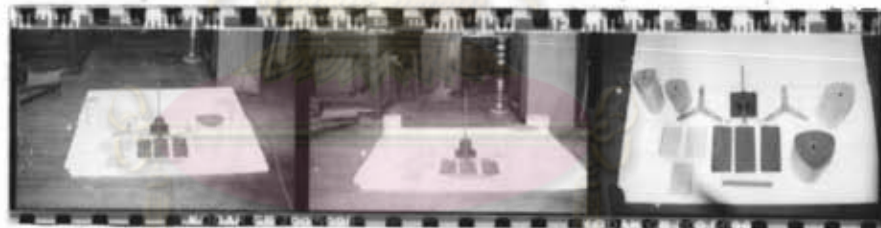
เครื่องมือ และ ผลการทดลอง

สำหรับแบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่ง

ในการศึกษากังหันลมที่มีพื้นที่ภาคตัดขวาง เหมือนปีกเฮลิคอปเตอร์ จำเป็นที่จะต้องสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาใช้เป็นเครื่องทดสอบ เพื่อหาข้อมูลวิเคราะห์ แต่การทำดังนี้ต้องใช้เงินทุนจำนวนมาก และเสี่ยงต่อการผิดพลาด ดังนั้น การสร้างแบบจำลองจึงเป็นวิธีหนึ่งซึ่งจะลดค่าใช้จ่ายและ เวลาลง การแก้ไขตัดแปลงในสิ่งที่ได้สร้างขึ้นมาแล้ว ก็ถือได้ว่าเป็นวิธีที่ดีเช่นกัน

6.1 แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่ง เสริมปริซึมผิวโค้งเข้าไปในแกนกลางของกังหันลมแกนดิ่ง และปรับให้ใบสามารถสับัด ไปมาได้ รวมทั้งสร้างตัวหยุดให้กับตัวกังหันลม โดยเปลี่ยนมุมสับัดของใบได้

ปริซึมผิวโค้งได้สร้างขึ้น 2 แบบ



ส่วนประกอบของกังหันลมแบบต้นและดิ่ง

แบบจำลองกังหันลมแกนดิ่ง สำหรับใบนาคา 0012 ในการออกแบบทั้งหมด แสดงไว้

ในรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 นำส่วนประกอบต่างๆประกอบขึ้น เป็นแบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่ง

6.2 แบบจำลองกังหันลมแกนตั้ง ทำไว้อยู่ 2 แบบ

1. แบบ 3 ใบ
2. แบบ 6 ใบ



รูปที่ 6.2 แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งแบบ 6 ใบและ 3 ใบ

6.3 อุโมงค์ลม ใช้อุโมงค์ลมของคณะโยธา อิมเอิบ ปรับความเร็วได้ 4 ความเร็วมีดังนี้

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1. 9.84 เมตร/วินาที | 2. 7.71 เมตร/วินาที |
| 3. 6.28 เมตร/วินาที | 3. 4.80 เมตร/วินาที |

ตามรูปที่ 6.3



รูปที่ 6.3



6.4 การวัดกำลังที่ได้จากกังหันลม

อุปกรณ์ที่ใช้วัดกำลังของกังหันลมก็คือ เครื่องวัดแบบโพลีเบอร์ค ซึ่งเป็นไดนาโมมิเตอร์แบบง่ายที่สุด รวมทั้งใช้ในการวัดแบบจำลองด้วย

รูปที่ 6.4 แสดงถึงโพลีเบอร์คที่ใช้ในงานวิจัย



รูปที่ 6.4 แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและถึงขณะที่วัดกำลังงานด้วยโพลีเบอร์ค

กำลังงานที่วัดได้จาก โพลีเบอร์คคือ

$$\text{Horse Power} = (F_1 - F_2) \pi D \omega / 550 \quad (5.3)$$

$$\text{หรือ} \quad \text{Power (วัตต์)} = (F_1 - F_2) \pi D \omega \quad (5.4)$$

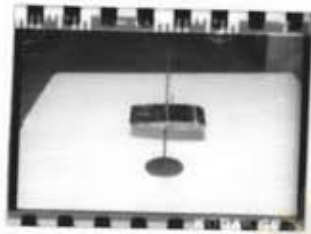
F_1 และ F_2 มีหน่วยเป็น นิวตัน

D มีหน่วยเป็น เมตร

ω มีหน่วยเป็น รอบ/วินาที



6.5 แบบจำลองไบนาคา 0012 แสดงไว้ในรูป



รูปที่ 6.5



ใช้ลูมิเนชันฟอยล์ หุ้มตัวไบทั้งหมด เพื่อให้ความเผ็ดบนผิวไบน้อยที่สุด เจาะรูบนตัวไบ 7 ตำแหน่ง

6.6



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 6.6 ส่วนประกอบของเกียร์ลดความเร็วและสายพาน

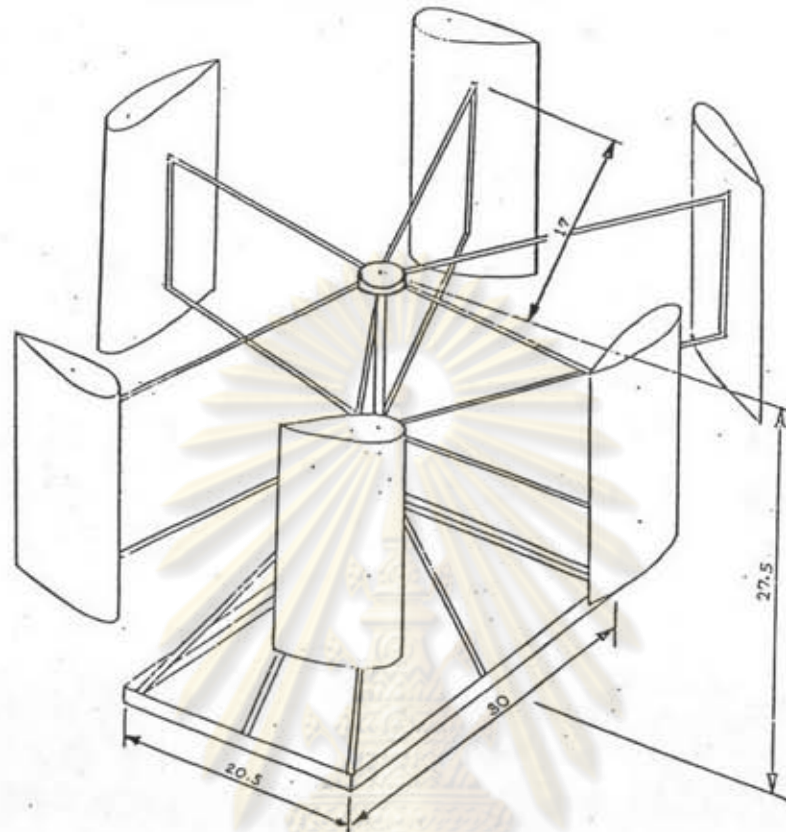
แบบจำลองที่ใช้ทดลองในอุโมงค์ลม

มีทั้งหมด 8 แบบ

- แบบที่ 1 แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 6 ใบ
- แบบที่ 2 แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ ถอดจากชนิด 6 ใบ
- แบบที่ 3 แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่งตัวใหญ่ ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก
- แบบที่ 4 แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่งตัวใหญ่ ปริซึมผิวโค้งตัวใหญ่
- แบบที่ 5 แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่งตัวเล็ก ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก
- แบบที่ 6 แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่งตัวใหญ่ ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก
ลดพื้นที่รับลมของกังหันลมลง 22.73%
- แบบที่ 7 จากแบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่งตัวใหญ่
แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ
- แบบที่ 8 จากแบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่งตัวเล็ก
แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 6 ใบ

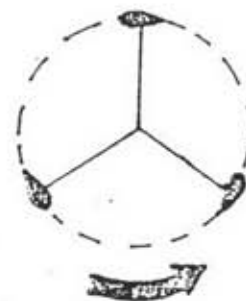
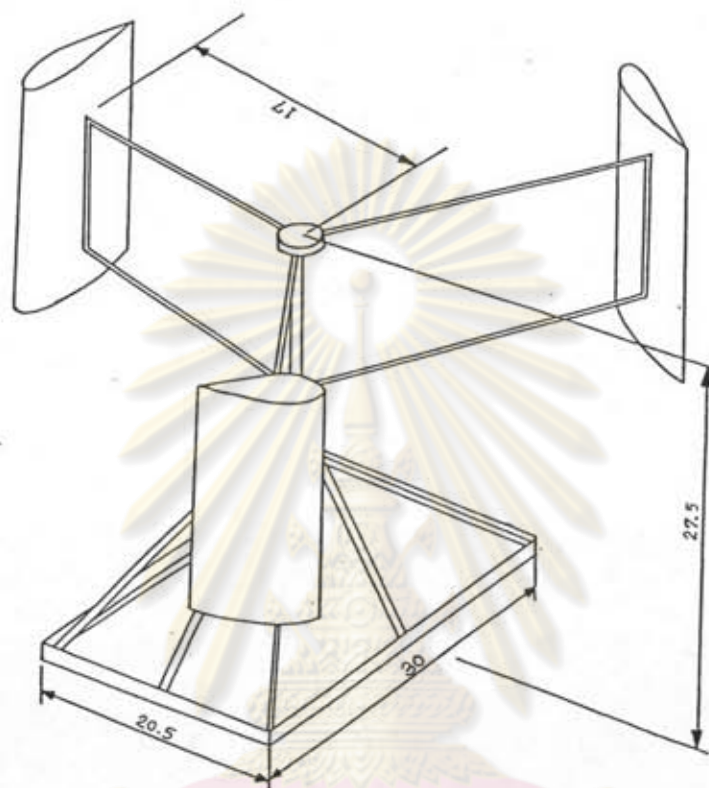


ศูนย์วิทยพัรพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

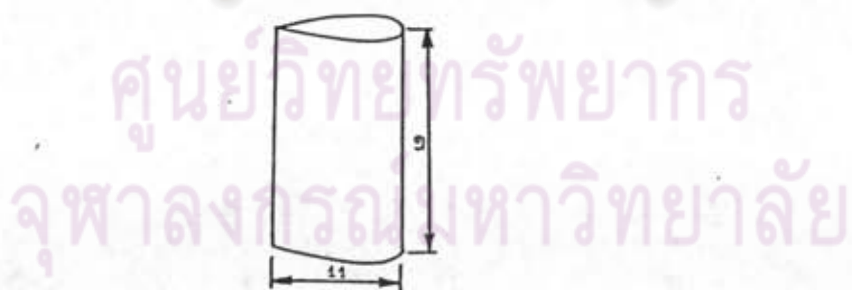
นาศา 0012

ภาพที่ 1

แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ
 ถอดจากชนิด 6 ใบ



ส่วนประกอบและมาตราส่วนของกังหันลมแกนตั้ง

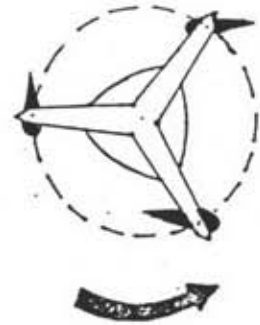
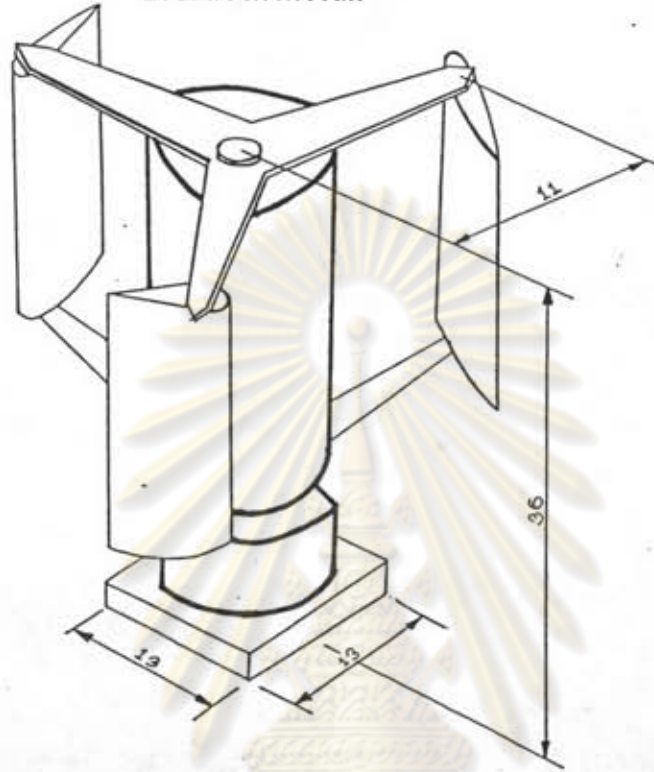


มาตรา 0012

ภาพที่ 2

มาตราส่วน : เซนติเมตร

แบบจำลองกังหันลมแบบคั่นและคิงตัวใหญ่
ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก



ส่วนประกอบและมาตราส่วนของแบบจำลองกังหันลม



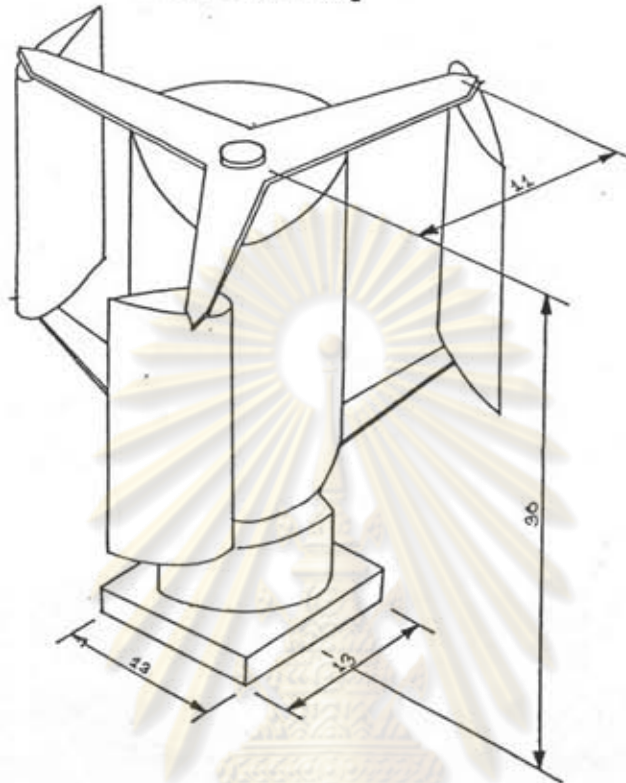
ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก

นาคา 0012

ภาพที่ 3

มาตราส่วน : เซนติเมตร

แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและติงตัวใหญ่
ปริซึมผิวโค้งตัวใหญ่



ส่วนประกอบและมาตราส่วนของแบบจำลองกังหันลม



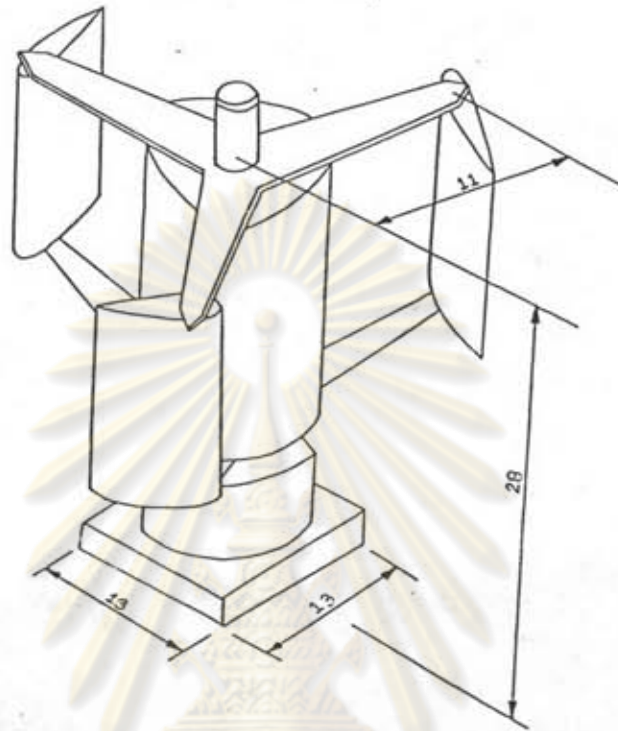
ปริซึมผิวโค้งตัวใหญ่

นาตา 0012

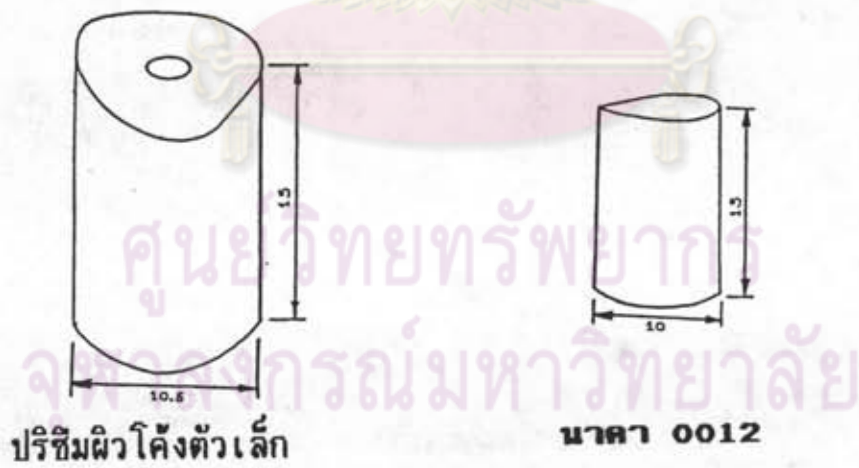
ภาพที่ 4

มาตราส่วน : เซนติเมตร

แบบจำลองกังหันลมแบบคันและติ่งตัวเล็ก
 ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก



ส่วนประกอบและมาตราส่วนของแบบจำลองกังหันลม



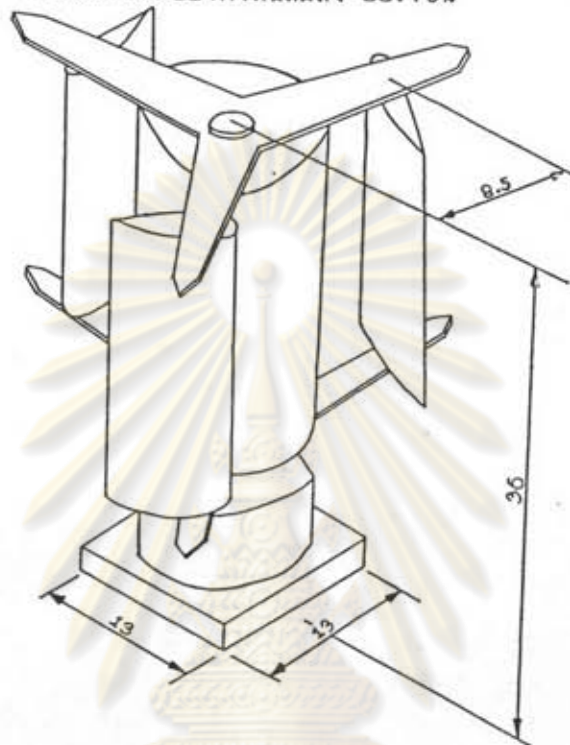
ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก

นาตา 0012

ภาพที่ 5

มาตราส่วน : เซนติเมตร

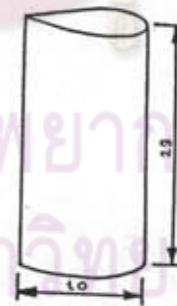
แบบจำลองกังหันลมแบบคัตและคิงตัวใหญ่
 ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก
 ลดพื้นที่รับลมของกังหันลมลง 22.73%



ส่วนประกอบและมาตราส่วนของแบบจำลองกังหันลม



ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก

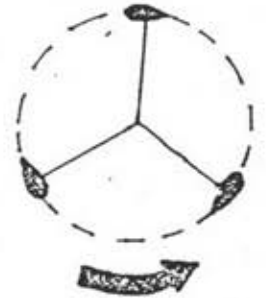
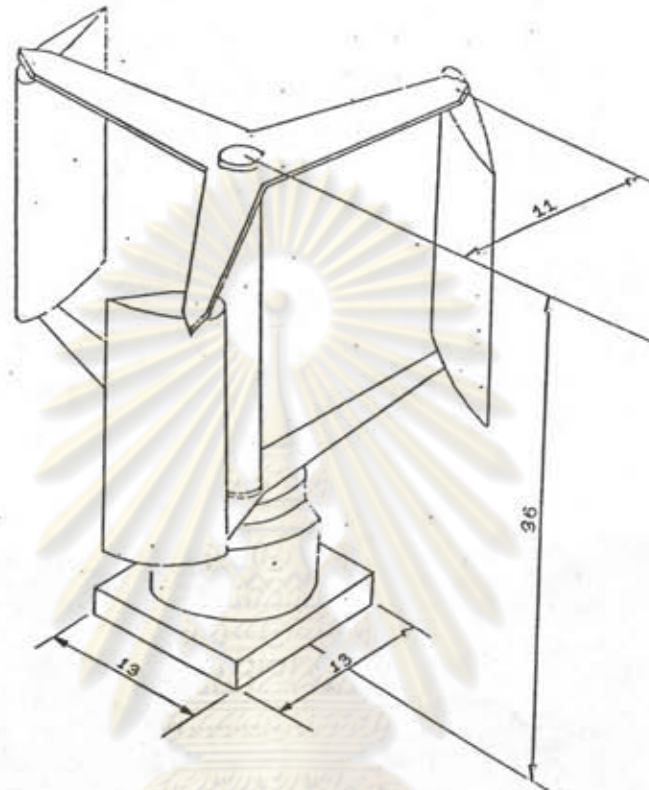


ขนาด 0012

ภาพที่ 6

มาตราส่วน : เซนติเมตร

จากแบบจำลองกังหันลมแบบต้นและถึงตัวใหญ่
แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ



ส่วนประกอบและมาตราส่วนของกังหันลมแกนตั้ง



มาตรา 0012

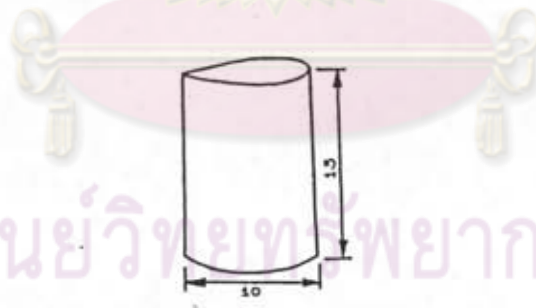
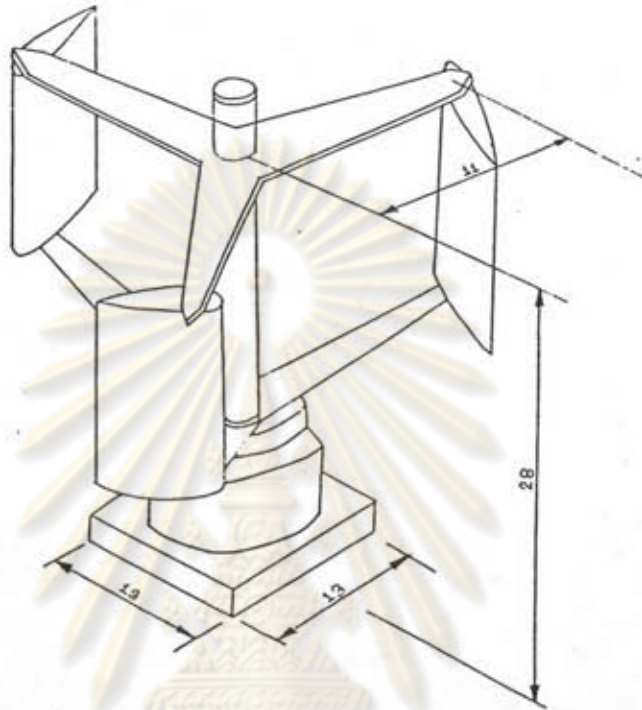
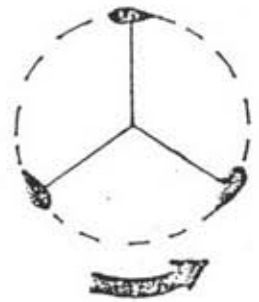
ภาพที่ 7

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตราส่วน : เซนติเมตร



จากแบบจำลองกังหันลม แบบคั่นและตั้งตัวเล็ก
แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ
ลดพื้นที่รับลมของกังหันลมลง 22.73%



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มาตรา 0012
ภาพที่ 8

มาตราส่วน : เซนติเมตร



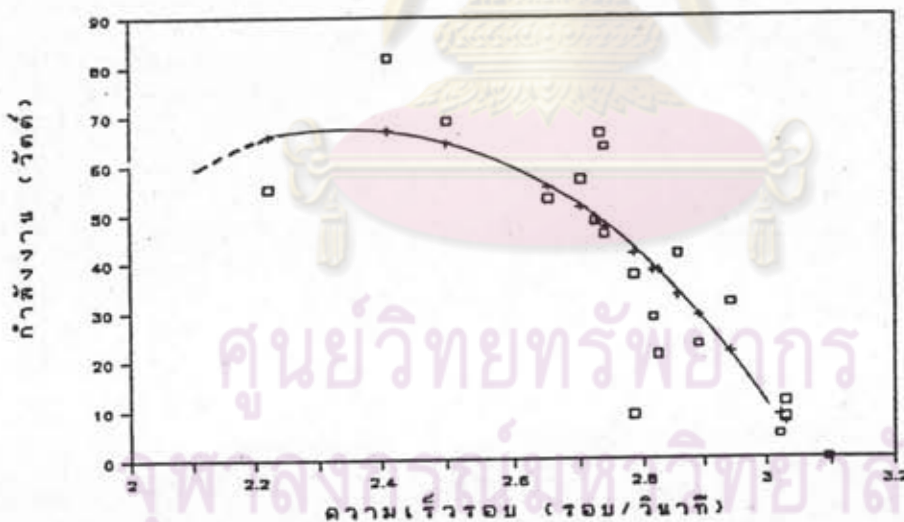
ข้อมูลดิบที่ได้จากการทดลองในอุโมงค์ลม
รวมทั้งประมวลผลข้อมูลพร้อมกันไปด้วย
ทดสอบทั้งหมด 35 แบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กังหันลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิททาน (FIT)
100.00	45.00	2.22	50.00	27.00	55.10	2.22	65.7230
100.00	41.50	2.41	46.00	14.50	81.83	2.41	66.9250
100.00	40.00	2.50	40.00	14.50	68.73	2.50	64.2970
100.00	37.70	2.65	30.00	11.50	52.91	2.65	55.3500
100.00	37.00	2.70	35.00	15.50	56.82	2.70	51.0990
100.00	36.70	2.72	30.00	13.50	48.47	2.72	49.2210
100.00	36.60	2.73	35.00	12.50	66.28	2.73	48.2440
100.00	36.50	2.74	35.00	13.50	63.51	2.74	47.2410
100.00	36.50	2.74	25.00	9.50	45.78	2.74	47.2410
100.00	35.90	2.79	20.00	7.50	37.54	2.79	41.8480
100.00	35.90	2.79	10.00	7.00	9.01	2.79	41.8480
100.00	35.50	2.82	17.00	7.50	28.85	2.82	38.3080
100.00	35.40	2.82	12.00	5.00	21.32	2.82	38.3080
100.00	35.00	2.86	25.00	11.50	41.58	2.86	33.2320
100.00	34.60	2.89	15.00	7.50	23.37	2.89	29.1590
100.00	34.00	2.94	15.00	5.00	31.71	2.94	21.8630
100.00	33.10	3.02	4.00	2.50	4.89	3.02	8.8690
100.00	33.00	3.03	5.00	2.50	8.17	3.03	7.1310
100.00	33.00	3.03	4.00	0.50	11.43	3.03	7.1310
100.00	32.30	3.10	0.00	0.00	0.00	3.10	-5.7470

กังหันลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ



สมการนิททานกำลังสองค่าสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

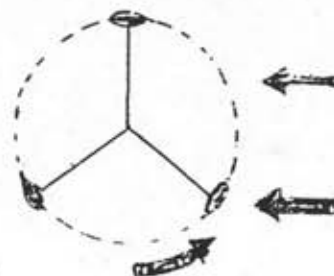
ตัวประกอบกำลัง 0: $-6.2712737020E+02$

ตัวประกอบกำลัง 1: $5.9375780146E+02$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-1.2687507635E+02$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $1.2671327E+01$

สมการนิททาน : $-126.9X^2 + 593.7X - 627.1$

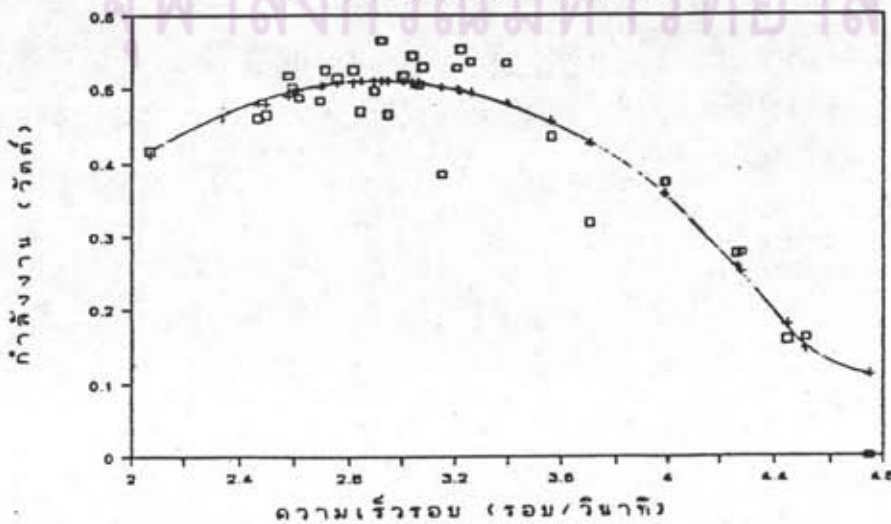


แบบจำลองกึ่งพหุนามแกดิงชนิด 6 ใบ

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	ฟังก์ชัน (FIT)
*(20.00)	34.11	2.07	340.00	60.00	0.42	2.07	0.4100
(20.00)	30.14	2.34	340.00	60.00	0.47	2.34	0.4600
(20.00)	28.59	2.47	310.00	50.00	0.46	2.47	0.4800
(20.00)	28.24	2.50	320.00	60.00	0.47	2.50	0.4800
(20.00)	27.35	2.58	330.00	50.00	0.52	2.58	0.4900
(20.00)	27.18	2.59	320.00	50.00	0.50	2.59	0.4970
(20.00)	26.96	2.61	320.00	60.00	0.49	2.61	0.4980
(20.00)	26.17	2.69	310.00	60.00	0.48	2.69	0.5040
(20.00)	26.02	2.71	330.00	60.00	0.53	2.71	0.5050
(20.00)	25.59	2.75	320.00	60.00	0.51	2.75	0.5070
(20.00)	25.06	2.81	310.00	50.00	0.52	2.81	0.5090
(20.00)	24.82	2.84	280.00	50.00	0.47	2.84	0.5100
(20.00)	24.38	2.89	290.00	50.00	0.50	2.89	0.5110
(20.00)	24.15	2.92	320.00	50.00	0.57	2.92	0.5110
(20.00)	23.94	2.94	260.00	40.00	0.46	2.94	0.5110
(20.00)	23.49	3.00	280.00	40.00	0.52	3.00	0.5100
(20.00)	23.21	3.04	310.00	60.00	0.55	3.04	0.5090
(20.00)	23.03	3.06	280.00	50.00	0.51	3.06	0.5080
(20.00)	22.91	3.08	290.00	50.00	0.53	3.08	0.5070
(20.00)	22.39	3.15	210.00	40.00	0.38	3.15	0.5030
(20.00)	22.01	3.20	270.00	40.00	0.53	3.20	0.5000
(20.00)	21.91	3.22	280.00	40.00	0.55	3.22	0.4980
(20.00)	21.65	3.26	270.00	40.00	0.54	3.26	0.4950
(20.00)	20.79	3.39	260.00	40.00	0.54	3.39	0.4810
(20.00)	19.80	3.56	210.00	40.00	0.43	3.56	0.4560
(20.00)	19.04	3.70	160.00	40.00	0.32	3.70	0.4260
(20.00)	17.70	3.98	160.00	30.00	0.37	3.98	0.3570
(20.00)	16.55	4.26	110.00	20.00	0.28	4.26	0.2590
(20.00)	16.49	4.28	110.00	20.00	0.28	4.28	0.2510
(20.00)	15.87	4.44	60.00	10.00	0.16	4.44	0.1800
(20.00)	15.63	4.51	60.00	10.00	0.16	4.51	0.1460
* (20.00)	14.85	4.75	0.00	0.00	0.00	4.75	0.1110

แบบจำลองกึ่งพหุนามแกดิงชนิด 6 ใบ

ความเร็วรวม 9.84 เมตร/วินาที



สมการพิกธรรงทำล้งสองต่ำสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

ตัวประกอบทำล้ง ๐: $-7.3993160313E-01$

ตัวประกอบทำล้ง 1: $8.5680410582E-01$

ตัวประกอบทำล้ง 2: $-1.4644890220E-01$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $4.2566030E-02$



สมการพิกธรรง : $-0.146X^2 + 0.857X - 0.740$

* คุดค้วข 3.527 เนื่องจกัขเษรทคควมเร้รอรบ

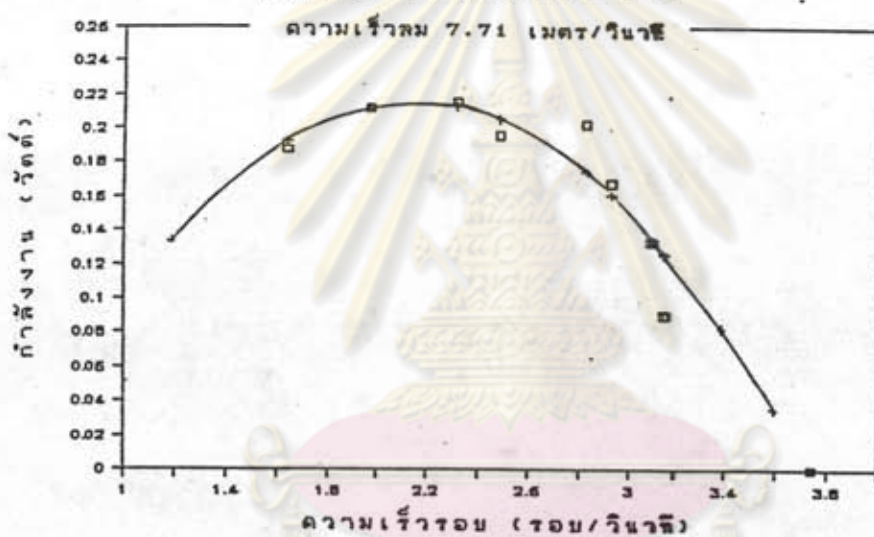


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 6 ใบ

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	x	โมดกราน (FIT)
x (5.00)	10.76	1.64	190.00	30.00	0.19	1.64	0.1925
(5.00)	8.95	1.97	180.00	30.00	0.21	1.97	0.2124
(5.00)	7.62	2.31	160.00	30.00	0.22	2.31	0.2128
(5.00)	7.10	2.48	140.00	30.00	0.20	2.48	0.2053
(5.00)	6.24	2.82	120.00	20.00	0.20	2.82	0.1750
(5.00)	6.02	2.93	100.00	20.00	0.17	2.93	0.1608
(5.00)	5.69	3.10	80.00	20.00	0.13	3.10	0.1346
(5.00)	5.59	3.15	60.00	20.00	0.09	3.15	0.1260
x (5.00)	4.71	3.74	0.00	0.00	0.00	3.74	

แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 6 ใบ

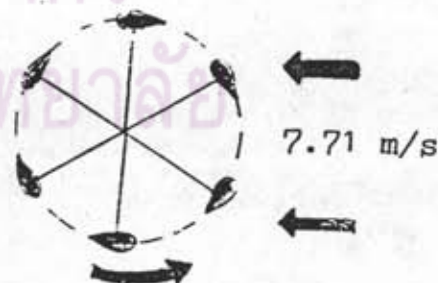


สมการนิคกรานกำลังสองต่ำสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

ตัวประกอบกำลัง 0: $-1.9275166125E-01$ ตัวประกอบกำลัง 1: $3.8016178317E-01$ ตัวประกอบกำลัง 2: $-8.8561897255E-02$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน: $1.9203164E-02$ สมการนิคกราน: $-0.088X^2 + 0.380X - 0.193$

* คำนวณ 3.527 เนื่องจากใช้เกียร์ทดความเร็วลม

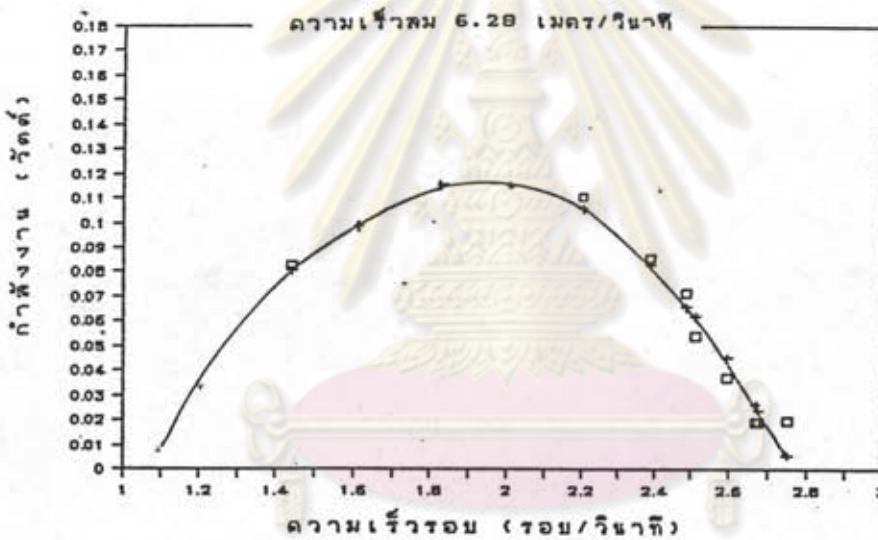




แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 6 ใบ

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทกราฟ (FIT)
X (10.00)	24.44	1.44	100.00	20.00	0.08	1.44	0.0808
(10.00)	16.00	2.20	80.00	10.00	0.11	2.20	0.1060
(10.00)	14.75	2.39	60.00	10.00	0.09	2.39	0.0829
(10.00)	14.18	2.49	50.00	10.00	0.07	2.49	0.0658
(10.00)	14.04	2.51	40.00	10.00	0.05	2.51	0.0619
(10.00)	13.59	2.59	30.00	10.00	0.04	2.59	0.0453
(10.00)	13.21	2.67	20.00	10.00	0.02	2.67	0.0266
(10.00)	13.17	2.68	20.00	10.00	0.02	2.68	0.0241
X(10.00)	12.82	2.75	20.00	10.00	0.02	2.75	0.0059

แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 6 ใบ



สมการนิทกราฟกำลังสองต่ำสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

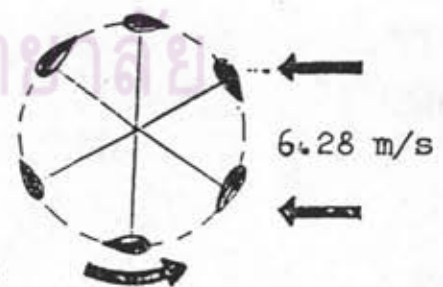
ตัวประกอบกำลัง 0: $-4.9062706553E-01$

ตัวประกอบกำลัง 1: $6.3460925943E-01$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-1.6511697603E-01$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $9.2804497E-03$

สมการนิทกราฟ : $-0.165X^2 + 0.635X - 0.491$



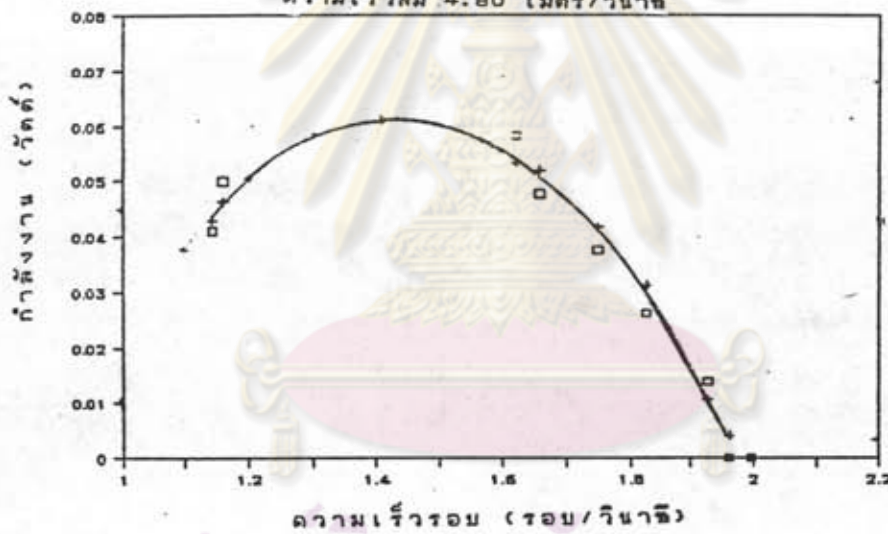
* คัดด้วย 3.527 เนื่องจากใช้เกียร์ทดความเร็วรอบ

แบบจำลองกึ่งพหุคูณแกดิงชนิด 6 ใบ

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิพจน์ (FIT)
10.00	8.75	1.14	70.00	20.00	0.04	1.14	0.0430
10.00	8.62	1.16	70.00	10.00	0.05	1.16	0.0463
10.00	6.17	1.62	60.00	10.00	0.06	1.62	0.0533
10.00	6.03	1.66	50.00	10.00	0.05	1.66	-0.0519
10.00	5.72	1.75	40.00	10.00	0.04	1.75	0.0416
10.00	5.48	1.82	30.00	10.00	0.03	1.82	0.0312
10.00	5.19	1.93	20.00	10.00	0.01	1.93	0.0106
10.00	5.10	1.96	10.00	10.00	0.00	1.96	0.0041
10.00	5.01	2.00	10.00	10.00	0.00	2.00	-0.0051

แบบจำลองกึ่งพหุคูณแกดิงชนิด 6 ใบ

ความเร็วเข้าลม 4.80 เมตร/วินาที



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
สมุทรนิตรานกำลังสองต่ำสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวประกอบจากการประมาณค่า
 ตัวประกอบกำลัง 0: $-3.7680636357E-01$
 ตัวประกอบกำลัง 1: $6.1188143065E-01$
 ตัวประกอบกำลัง 2: $-2.1302132177E-01$
 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน: $4.1116419E-03$



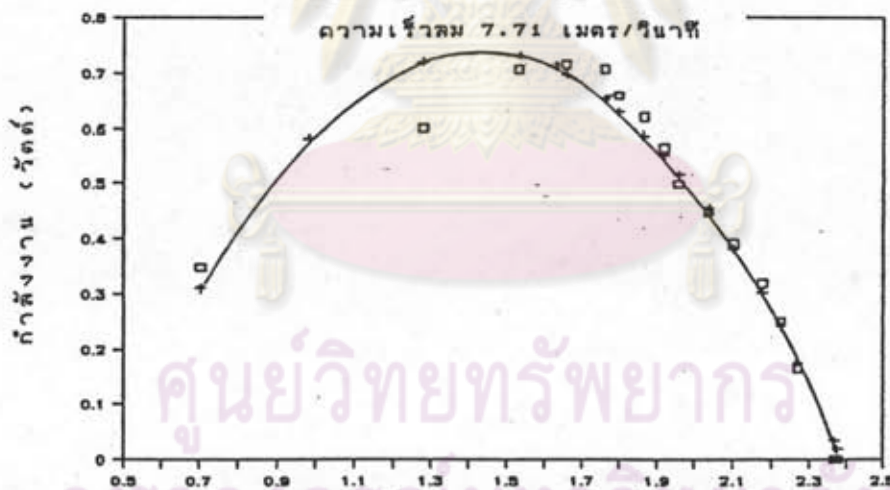
←
4.80 m/s
←

สมการนิพจน์: $-0.213X^2 + 0.612X - 0.377$

แบบจำลองกึ่งหุ่นลมแบบคั่นและดึงตัวใหญ่
 ปริซึมนิวโค้งตัวใหญ่

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	x	ฟังก์ชัน (FIT)
10.00	14.22	0.70	1410.00	260.00	0.35	0.70	0.3100
20.00	15.65	1.28	1330.00	240.00	0.60	1.28	0.7205
20.00	13.06	1.53	1310.00	240.00	0.71	1.53	0.7313
20.00	12.07	1.66	1210.00	210.00	0.71	1.66	0.6973
20.00	11.35	1.76	1110.00	180.00	0.71	1.76	0.6528
20.00	11.12	1.80	1010.00	160.00	0.66	1.80	0.6305
20.00	10.72	1.87	910.00	140.00	0.62	1.87	0.5853
20.00	10.42	1.92	810.00	130.00	0.56	1.92	0.5482
20.00	10.23	1.96	710.00	120.00	0.50	1.96	0.5156
20.00	9.83	2.03	610.00	100.00	0.45	2.03	0.4525
20.00	9.53	2.10	510.00	80.00	0.39	2.10	0.3813
20.00	9.20	2.17	410.00	70.00	0.32	2.17	0.3027
20.00	9.00	2.22	310.00	50.00	0.25	2.22	0.2415
20.00	8.82	2.27	210.00	40.00	0.17	2.27	0.1764
20.00	8.45	2.37	0.00	0.00	0.00	2.37	0.0342
20.00	8.42	2.38	0.00	0.00	0.00	2.38	0.0191

แบบจำลองกึ่งหุ่นลมแบบคั่นและดึง

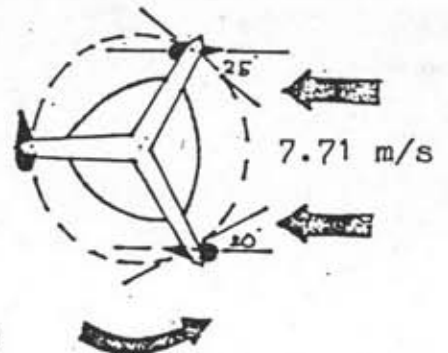


ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมการนิพจน์กำลังสองต่ำสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

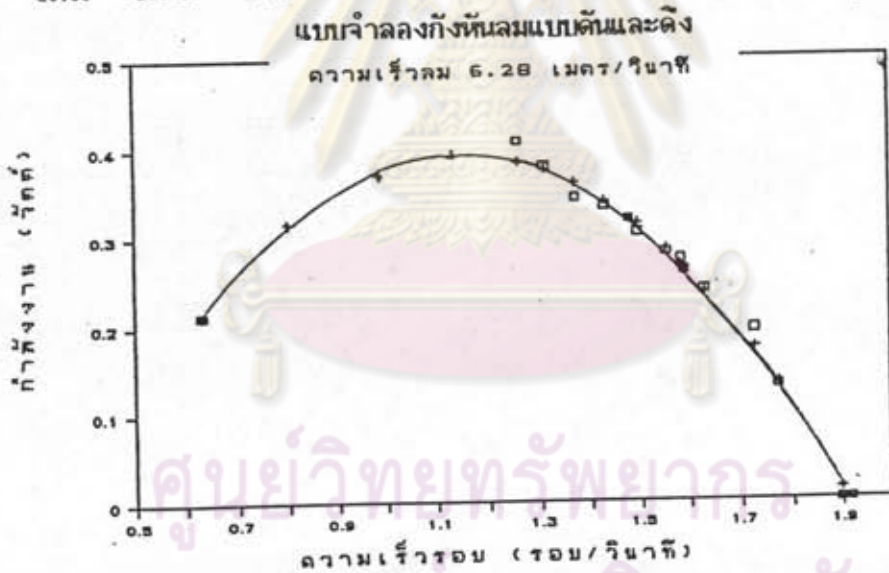
- ตัวประกอบกำลัง 0: $-9.0305707617E-01$
- ตัวประกอบกำลัง 1: $2.2935941435E+00$
- ตัวประกอบกำลัง 2: $-8.0089446102E-01$
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $4.3411166E-02$



สมการนิพจน์ : $-0.801X^2 + 2.293X - 0.903$

แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่งตัวใหญ่
ปริซึมผิว โค้งตัวใหญ่

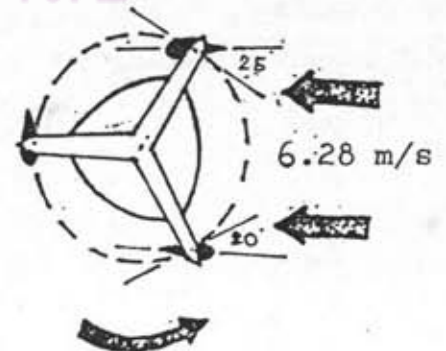
รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	x	นิทกราฟ (FIT)
10.00	15.85	0.63	960.00	180.00	0.21	0.63	0.2119
10.00	7.95	1.26	910.00	160.00	0.41	1.26	0.3841
10.00	7.64	1.31	810.00	140.00	0.38	1.31	0.3749
10.00	7.30	1.37	710.00	130.00	0.34	1.37	0.3594
10.00	7.00	1.43	660.00	120.00	0.33	1.43	0.3391
10.00	6.77	1.48	610.00	110.00	0.32	1.48	0.3185
10.00	6.69	1.49	560.00	90.00	0.30	1.49	0.3139
10.00	6.45	1.55	510.00	90.00	0.28	1.55	0.2839
20.00	12.65	1.58	480.00	80.00	0.27	1.58	0.2671
20.00	12.60	1.59	460.00	80.00	0.26	1.59	0.2612
20.00	12.30	1.63	410.00	70.00	0.24	1.63	0.2363
20.00	11.60	1.72	310.00	50.00	0.19	1.72	0.1725
20.00	11.30	1.77	210.00	40.00	0.13	1.77	0.1324
20.00	10.54	1.90	0.00	0.00	0.00	1.90	0.0123
20.00	10.43	1.92	0.00	0.00	0.00	1.92	-0.0082



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

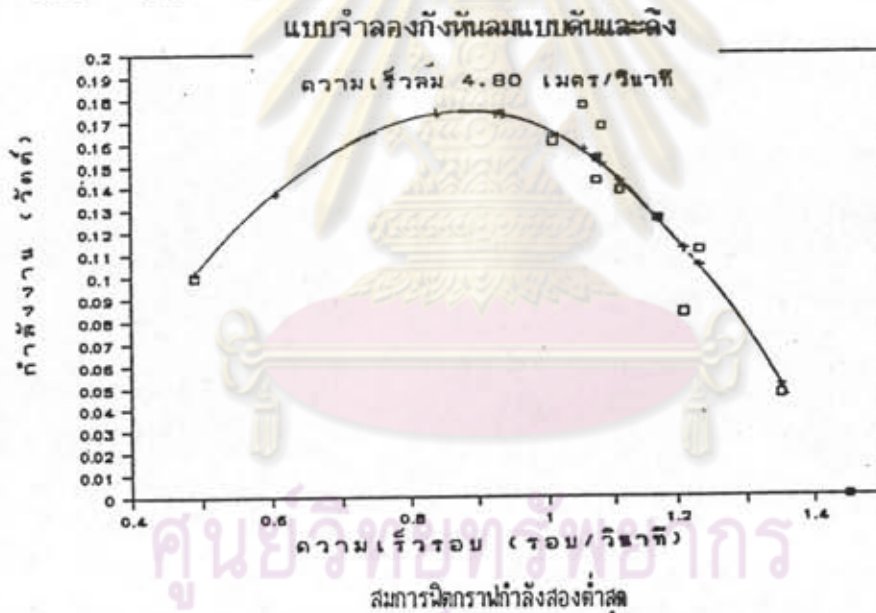
- ตัวประกอบกำลัง 0: $-4.9426535115E-01$
- ตัวประกอบกำลัง 1: $1.5449143815E+00$
- ตัวประกอบกำลัง 2: $-6.7280012917E-01$
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $1.2658103E-02$



สมการนิทกราฟ : $-0.673X^2 + 1.545X - 0.494$

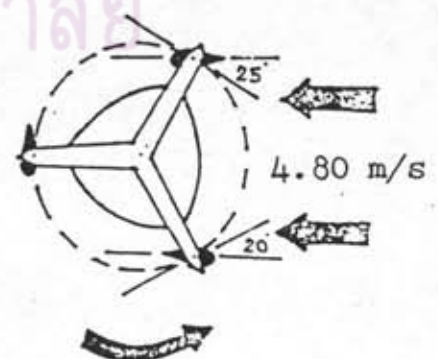
แบบจำลองกึ่งทันสมแบบคั่นและคั้งตัวใหญ่
 บริเวณผิวโค้งตัวใหญ่

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิพจน์กราฟ (FIT)
10.00	20.39	0.49	560.00	90.00	0.10	0.49	0.1011
10.00	10.73	0.93	510.00	80.00	0.17	0.93	0.1728
10.00	9.93	1.01	440.00	70.00	0.16	1.01	0.1638
10.00	9.50	1.05	460.00	70.00	0.18	1.05	0.1568
10.00	9.33	1.07	370.00	60.00	0.14	1.07	0.1527
10.00	9.32	1.07	390.00	60.00	0.15	1.07	0.1527
10.00	9.26	1.08	420.00	60.00	0.17	1.08	0.1505
10.00	9.03	1.11	350.00	60.00	0.14	1.11	0.1431
10.00	8.56	1.17	300.00	50.00	0.13	1.17	0.1256
10.00	8.28	1.21	200.00	40.00	0.08	1.21	0.1119
10.00	8.12	1.23	250.00	40.00	0.11	1.23	0.1043
10.00	7.41	1.35	100.00	20.00	0.05	1.35	0.0503
10.00	6.89	1.45	0.00	0.00	0.00	1.45	-0.0063



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

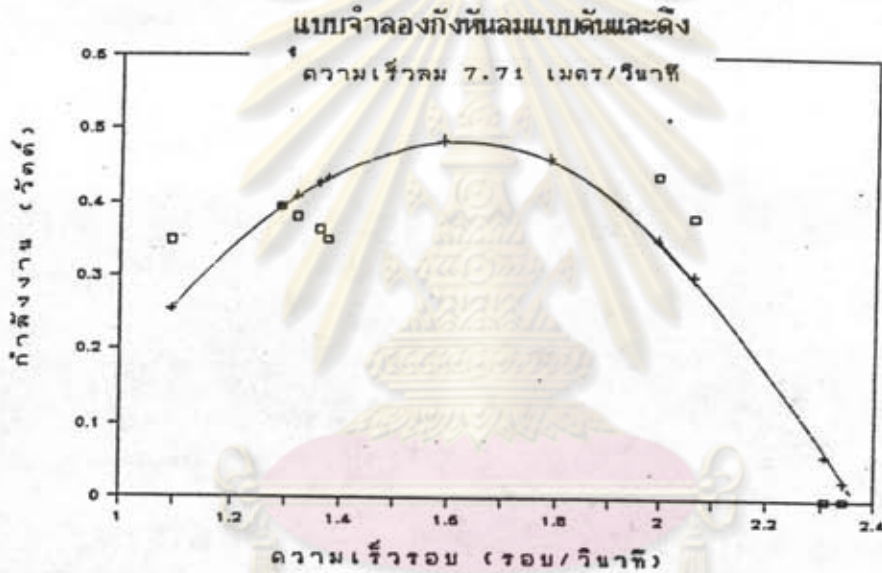
- ตัวประกอบจากการประมาณค่า
- ตัวประกอบกำลัง 0: $-2.1964473076E-01$
 - ตัวประกอบกำลัง 1: $9.1357781109E-01$
 - ตัวประกอบกำลัง 2: $-5.2855999789E-01$
 - ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $1.4923011E-02$



สมการนิพจน์กราฟ : $-0.528X^2 + 0.913X - 0.220$

แบบจำลองกึ่งหิ้นลมแบบคั่นและดึง
 ปริซึมผิวโค้งตัวใหญ่

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	โมดกราน์ (FIT)
10.00	9.14	1.09	910.00	170.00	0.35	1.09	0.2557
10.00	7.75	1.29	860.00	150.00	0.40	1.29	-0.3937
10.00	7.58	1.32	810.00	140.00	0.38	1.32	0.4087
10.00	7.35	1.36	760.00	140.00	0.36	1.36	0.4263
10.00	7.27	1.38	710.00	120.00	0.35	1.38	0.4341
20.00	10.04	1.99	610.00	100.00	0.44	1.99	0.3521
20.00	9.71	2.06	510.00	80.00	0.38	2.06	0.3030
20.00	8.67	2.31	0.00	0.00	0.00	2.31	0.0612
20.00	8.54	2.34	0.00	0.00	0.00	2.34	0.0252



ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมการพิตกรานกำลังสองต่ำสุด

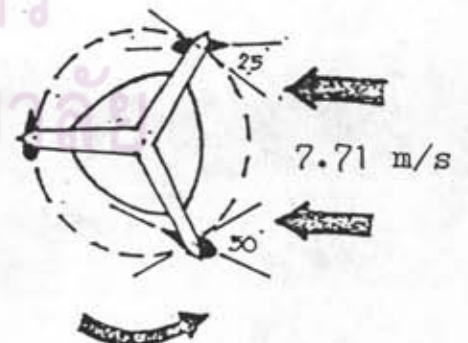
ตัวประกอบจากการประมาณค่า

ตัวประกอบกำลัง ๐: $-1.6674997641E+00$

ตัวประกอบกำลัง 1: $2.6722002568E+00$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-8.3283196944E-01$

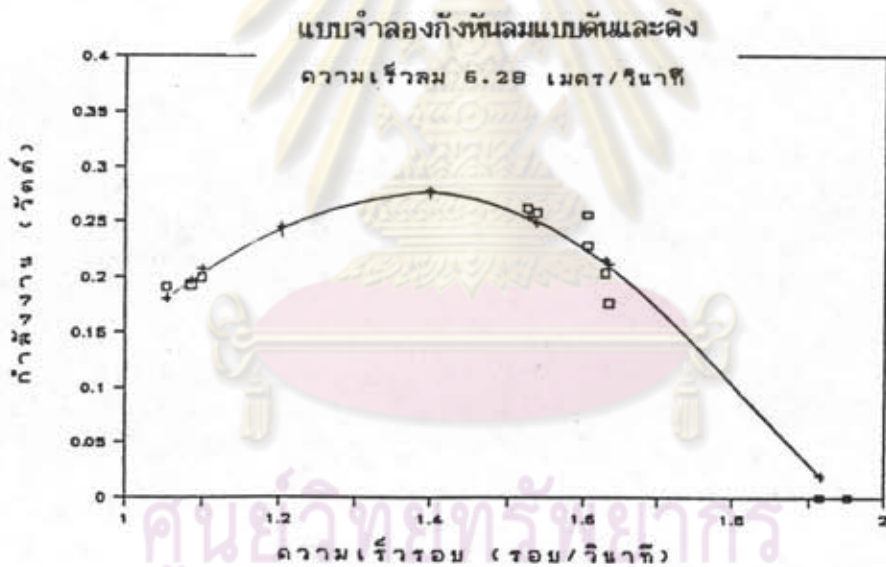
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $8.0884021E-02$



สมการพิตกราน : $-0.833X^2 + 2.672X - 1.667$

แบบจำลองกึ่งหั่นลมแบบตันและค้ำใหญ่
ปริซึมผิวโค้งค้ำใหญ่

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	ฟิตกราฟ (FIT)
10.00	9.50	1.05	510.00	90.00	0.19	1.05	0.1802
10.00	9.22	1.08	500.00	90.00	0.19	1.08	0.1967
10.00	9.10	1.10	510.00	90.00	0.20	1.10	0.2068
10.00	6.56	1.52	490.00	90.00	0.26	1.52	0.2551
10.00	6.51	1.54	480.00	90.00	0.26	1.54	0.2496
10.00	6.23	1.61	460.00	90.00	0.26	1.61	0.2247
10.00	6.23	1.61	410.00	80.00	0.23	1.61	0.2247
10.00	6.14	1.63	360.00	70.00	0.20	1.63	0.2160
10.00	6.12	1.63	310.00	60.00	0.18	1.63	0.2120
20.00	10.45	1.91	0.00	0.00	0.00	1.91	0.0197
20.00	10.25	1.95	0.00	0.00	0.00	1.95	-0.0195



สมการฟิตกราฟกำลังสองค่าสุด
จุพาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

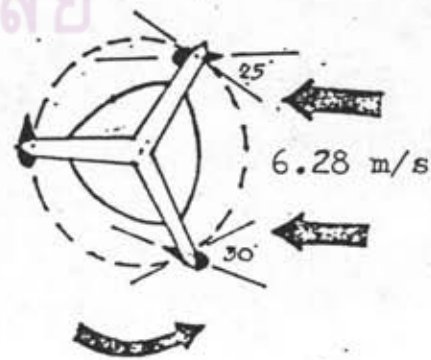
ตัวประกอบกำลัง 0: $-1.4025618987E+00$

ตัวประกอบกำลัง 1: $2.4385589464E+00$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-8.8684403732E-01$

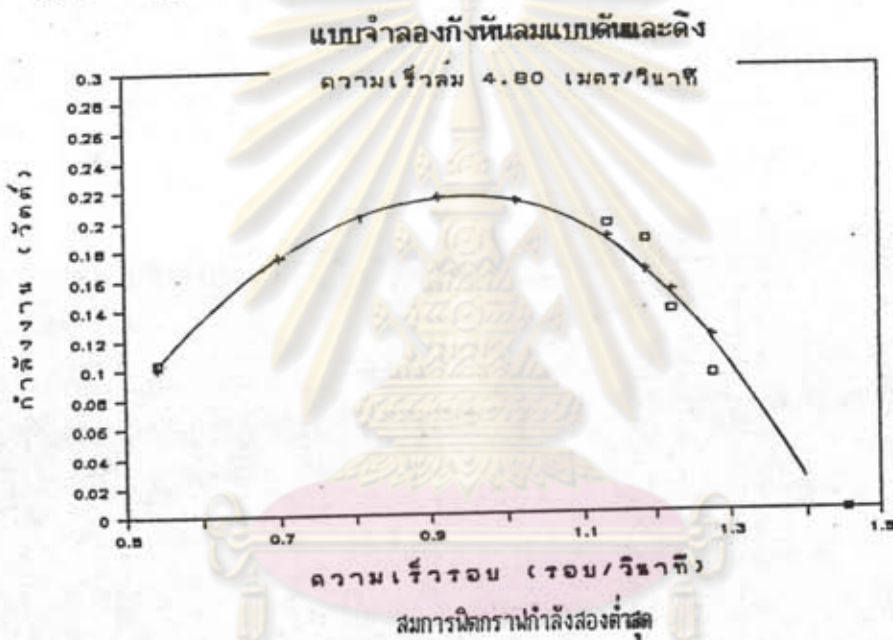
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $2.2142745E-02$

สมการฟิตกราฟ : $-0.887X^2 + 2.438X - 1.402$



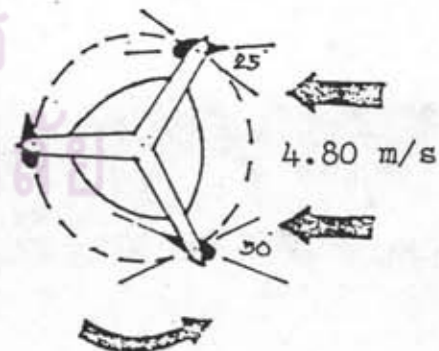
แบบจำลองกึ่งหิ้นลมแบบค้ำและค้ำใหญ่
 ปริซึมไม้ ค้างค้ำใหญ่

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	โมกราฟ (FIT)
10.00	18.45	0.54	510.00	70.00	0.10	0.54	0.1013
10.00	8.82	1.13	460.00	60.00	0.20	1.13	0.1864
10.00	8.41	1.19	410.00	50.00	0.18	1.19	0.1637
10.00	8.17	1.22	310.00	50.00	0.14	1.22	0.1501
10.00	7.83	1.28	210.00	40.00	0.09	1.28	0.1187
10.00	6.87	1.46	0.00	0.00	0.00	1.46	-0.0104



ศูนย์วิทยาศาสตร์
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

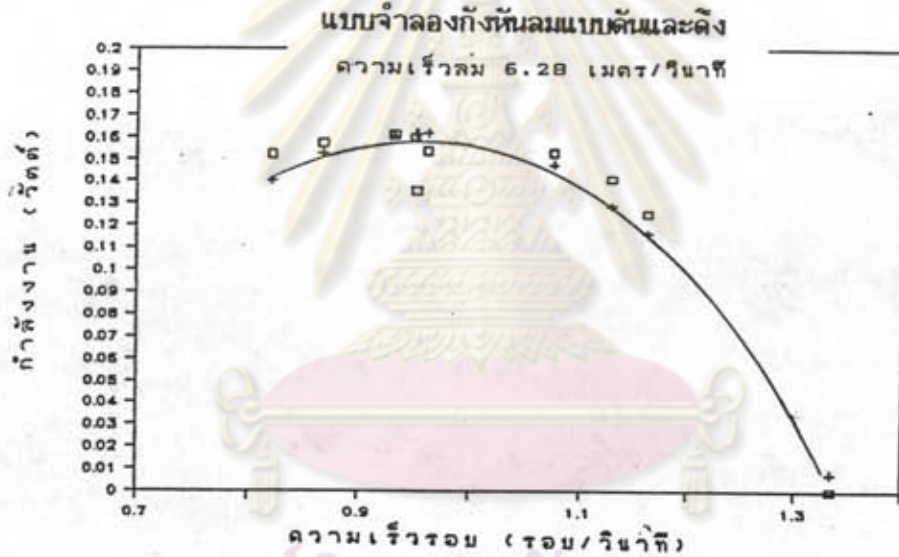
ตัวประกอบจากการประมาณค่า
 ตัวประกอบกำลัง 0: $-4.6813790270E-01$
 ตัวประกอบกำลัง 1: $1.4896116962E+00$
 ตัวประกอบกำลัง 2: $-8.0557131530E-01$
 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $2.2261304E-02$



สมการโมกราฟ : $-0.805X^2 + 1.490X - 0.468$

แบบจำลองกึ่งพหุคูณแบบคั่นและดึงตัวใหญ่
 ปริซึมนิวโล่งตัวใหญ่

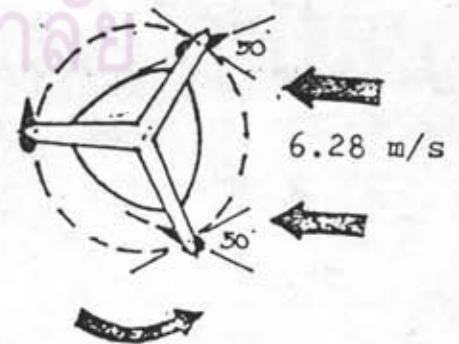
รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทกราฟ (FIT)
10.00	12.17	0.82	540.00	110.00	0.15	0.82	0.1402
10.00	11.52	0.87	520.00	100.00	0.16	0.87	0.1528
10.00	10.74	0.93	500.00	100.00	0.16	0.93	0.1606
10.00	10.53	0.95	480.00	90.00	0.16	0.95	0.1615
10.00	10.51	0.95	410.00	80.00	0.14	0.95	0.1615
10.00	10.40	0.96	460.00	90.00	0.15	0.96	0.1616
10.00	9.31	1.07	410.00	80.00	0.15	1.07	0.1478
10.00	8.87	1.13	360.00	70.00	0.14	1.13	0.1289
10.00	8.61	1.16	310.00	60.00	0.13	1.16	0.1165
10.00	7.50	1.33	0.00	0.00	0.00	1.33	0.0082



ศูนย์วิศวกรรมอากาศยาน
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ตัวประกอบจากการประมาณค่า
- ตัวประกอบกำลัง 0: $-8.6018767069E-01$
 - ตัวประกอบกำลัง 1: $2.1317714963E+00$
 - ตัวประกอบกำลัง 2: $-1.1118810479E+00$
 - ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $1.2669384E-02$

สมการพหุนาม : $-1.112X^2 + 2.132X - 0.860$



แบบจำลองกังหันลมแบบค้ำและคิงตัวใหญ่
 ปริซึมผิวโค้งตัวใหญ่

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทกราฟ (FIT)
10.00	15.39	0.65	320.00	60.00	0.07	0.65	0.0645
10.00	14.53	0.69	300.00	60.00	0.07	0.69	0.0720
10.00	13.64	0.73	280.00	50.00	0.07	0.73	0.0755
10.00	13.06	0.77	260.00	50.00	0.07	0.77	0.0748
10.00	11.73	0.85	210.00	40.00	0.06	0.85	0.0613
10.00	11.71	0.85	230.00	40.00	0.07	0.85	0.0613
10.00	10.92	0.92	110.00	20.00	0.04	0.92	0.0360
10.00	10.23	0.98	0.00	0.00	0.00	0.98	0.0044



สมการนิทกราฟกำลังสองต่ำสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

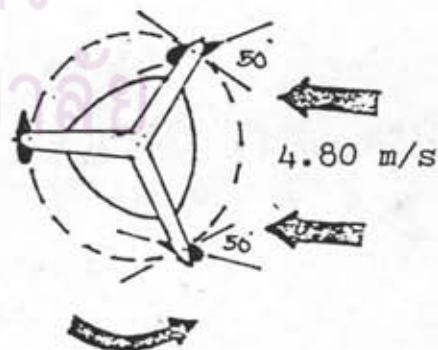
ตัวประกอบกำลัง ๐: -6.3๐75276341E-๐1

ตัวประกอบกำลัง 1: 1.9๐๐0957143E+๐๐

ตัวประกอบกำลัง 2: -1.277547153๐E+๐๐

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : 6.3327994E-๐3

สมการนิทกราฟ : $-1.277X^2 + 1.900X - 0.631$

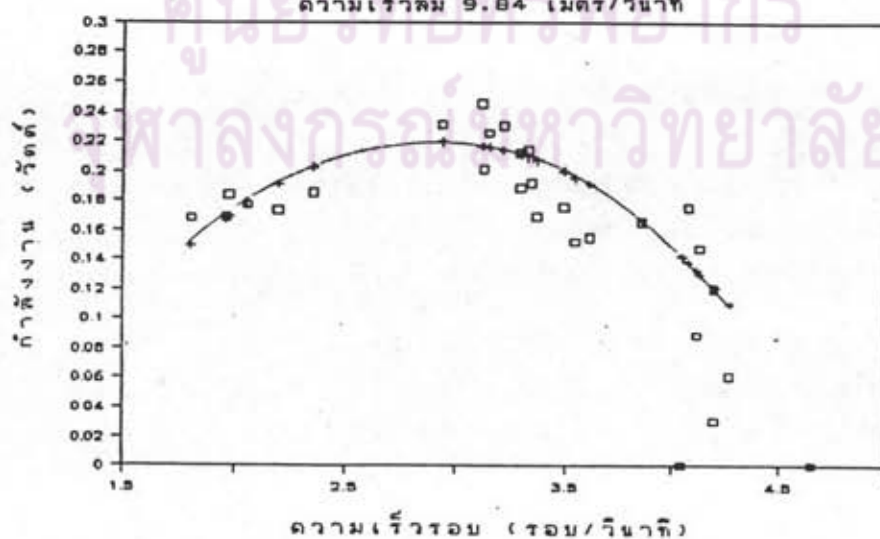


แบบจำลองกึ่งพหุนามแกดิ่งชนิด 3 ไบ

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทภาพ (FIT)
(20.00)	39.03	1.81	160.00	30.00	0.17	1.81	0.1500
(20.00)	35.93	1.96	150.00	30.00	0.17	1.96	0.1680
(20.00)	35.70	1.97	160.00	30.00	0.18	1.97	0.1690
(20.00)	34.27	2.06	150.00	30.00	0.18	2.06	0.1790
(20.00)	32.12	2.19	140.00	30.00	0.17	2.19	0.1910
(20.00)	30.01	2.35	140.00	30.00	0.19	2.35	0.2020
(20.00)	24.05	2.93	130.00	20.00	0.23	2.93	0.2200
(20.00)	22.66	3.11	130.00	20.00	0.25	3.11	0.2170
(20.00)	22.59	3.12	110.00	20.00	0.20	3.12	0.2170
(20.00)	22.43	3.14	120.00	20.00	0.23	3.14	0.2160
(20.00)	21.97	3.21	120.00	20.00	0.23	3.21	0.2140
(20.00)	21.46	3.29	100.00	20.00	0.19	3.29	0.2110
(20.00)	21.44	3.29	110.00	20.00	0.21	3.29	0.2110
(20.00)	21.24	3.32	110.00	20.00	0.21	3.32	0.2090
(20.00)	21.14	3.33	100.00	20.00	0.19	3.33	0.2090
(20.00)	21.00	3.36	90.00	20.00	0.17	3.36	0.2070
(20.00)	20.23	3.48	90.00	20.00	0.18	3.48	0.2000
(20.00)	19.94	3.54	80.00	20.00	0.15	3.54	0.1950
(20.00)	19.56	3.60	80.00	20.00	0.16	3.60	0.1910
(20.00)	18.32	3.85	70.00	10.00	0.17	3.85	0.1660
(20.00)	17.45	4.04	160.00	10.00		4.04	0.1420
(20.00)	17.33	4.07	70.00	10.00	0.18	4.07	0.1380
(20.00)	17.15	4.11	40.00	10.00	0.09	4.11	0.1330
(20.00)	17.10	4.12	60.00	10.00	0.15	4.12	0.1310
(20.00)	16.82	4.19	50.00	10.00	0.12	4.19	0.1210
(20.00)	16.81	4.19	20.00	10.00	0.03	4.19	0.1210
(20.00)	16.53	4.26	30.00	10.00	0.06	4.26	0.1100
X(20.00)	15.17	4.65	0.00	0.00	0.00	4.65	

แบบจำลองกึ่งพหุนามแกดิ่งชนิด 3 ไบ

ความเร็วรวม 9.84 เมตร/วินาที



สมการนิกรณกำลังสองต่ำสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

ตัวประกอบกำลัง ๐: $-2.7549198413E-01$

ตัวประกอบกำลัง 1: $3.4275411635E-01$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-5.9210724739E-02$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $6.5511738E-02$



9.84 m/s

สมการนิกรณ : $-0.059X^2 + 0.343X - 0.275$

* คัดท้าย 3.527 เนื่องจากใช้เกียรติศักดิ์ความเร้ารอบ



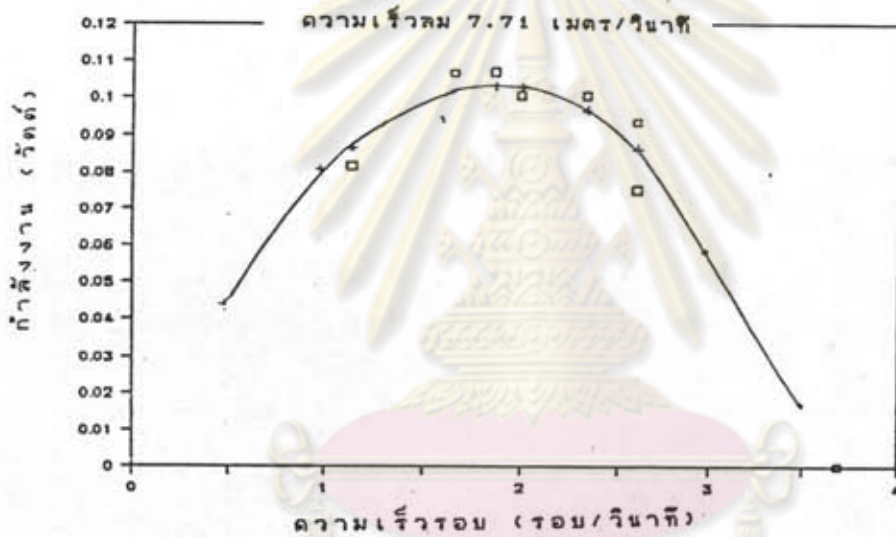
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทราฟ (FIT)
*(10.00)	8.81	1.14	120.00	20.00	0.08	1.14	0.0864
(10.00)	6.06	1.65	110.00	20.00	0.11	1.65	0.1017
(10.00)	5.37	1.86	100.00	20.00	0.11	1.86	0.1030
(10.00)	5.01	2.00	90.00	20.00	0.10	2.00	0.1026
(5.00)	7.56	2.33	80.00	20.00	0.10	2.33	0.0964
(5.00)	6.78	2.60	70.00	20.00	0.09	2.60	0.0861
(5.00)	6.77	2.60	60.00	20.00	0.07	2.60	0.0861
*(10.00)	9.56	3.69	0.00	0.00	0.00	3.69	

แบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ



สมการนิทราฟกำลังสองต่ำสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

ตัวประกอบกำลัง 0: -7.8325457725E-03

ตัวประกอบกำลัง 1: 1.1897793895E-01

ตัวประกอบกำลัง 2: -3.1863349646E-02

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน: 9.5593594E-03

สมการนิทราฟ: $-0.032X^2 + 0.119X - 0.008$



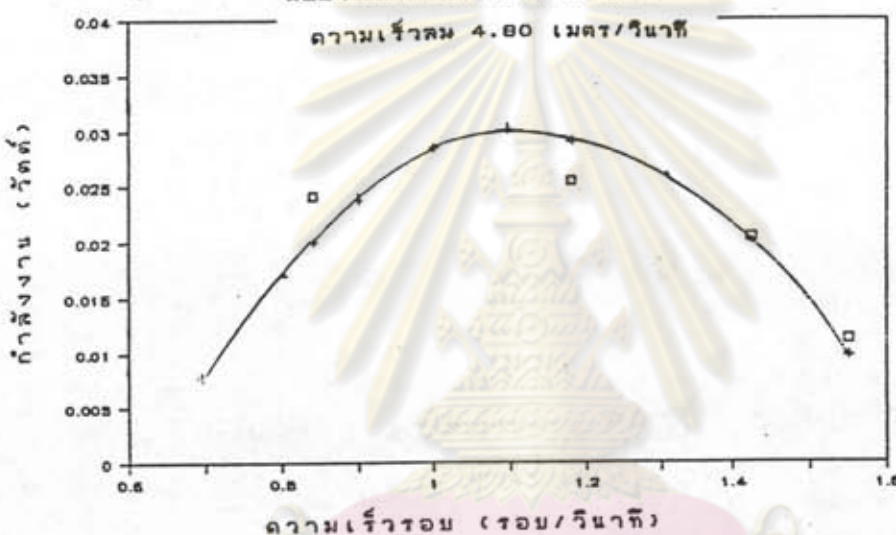
7.71 m/s

* คอตัว 3.527 เนื่องจากใช้เกียร์หาค่าความเร็วรอบ

แบบจำลองกึ่งหั่นแฉกเชิงชนิด 3 ไบ

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	โมดกรฟ (FIT)
10.00	11.89	0.84	50.00	10.00	0.02	0.84	0.0200
10.00	8.47	1.18	40.00	10.00	0.03	1.18	0.0290
10.00	7.02	1.42	30.00	10.00	0.02	1.42	0.0200
10.00	6.45	1.55	20.00	10.00	0.01	1.55	0.0097
10.00	STOP	ERR	60.00	10.00	ERR		

แบบจำลองกึ่งหั่นแฉกเชิงชนิด 3 ไบ



ความเร็วรอบ (รอบ/วินาที)

สมการโมดกรฟกำลังสองต่ำสุด

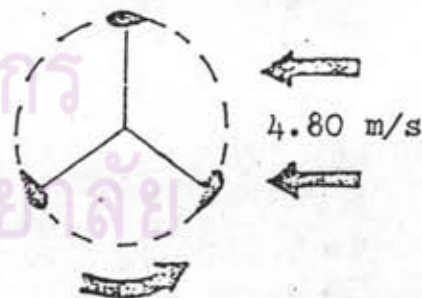
ตัวประกอบจากการประมาณค่า

ตัวประกอบกำลัง 0: $-1.1905504706E-01$

ตัวประกอบกำลัง 1: $2.6319805225E-01$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-1.1618071361E-01$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $5.39819600E-04$

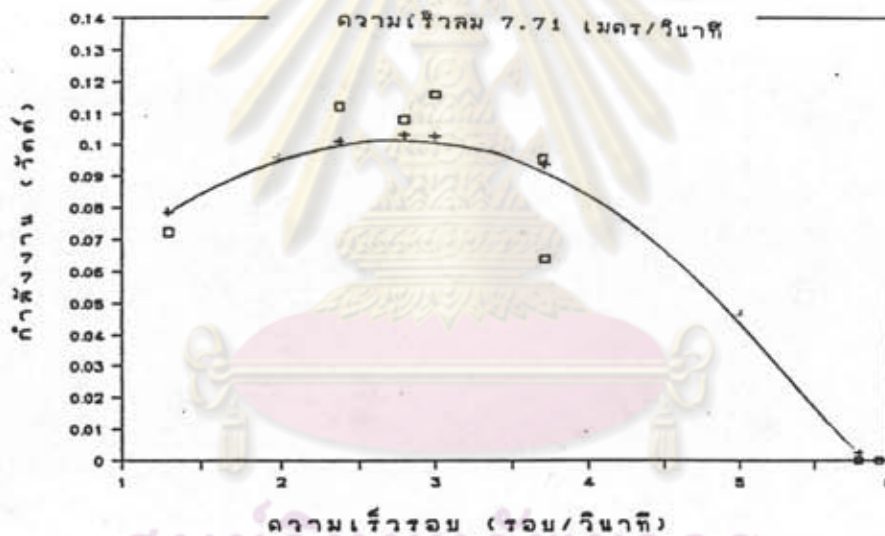


สมการโมดกรฟ : $-0.116X^2 + 0.263X - 0.119$

แบบจำลองกึ่งพหุนามอันดับ 3 ใบ

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทกราฟ (Fit)
10.00	7.74	1.29	170.00	40.00	0.07	1.29	0.0787
10.00	4.23	2.36	140.00	30.00	0.11	2.36	0.1013
x(10.00)	9.20	2.79	110.00	20.00	0.11	2.79	0.1032
10.00	3.35	2.99	110.00	20.00	0.12	2.99	0.1027
10.00	6.94	3.69	80.00	20.00	0.10	3.69	0.0941
10.00	6.91	3.71	60.00	20.00	0.06	3.71	0.0937
x(10.00)	4.42	5.80	0.00	0.00	0.00	5.80	0.0024
x(10.00)	4.32	5.93	0.00	0.00	0.00	5.93	-0.0064

แบบจำลองกึ่งพหุนามอันดับ 3 ใบ



ความเร็วรอบ (รอบ/วินาที)

สมการนิทกราฟกำลังสองค่าสุด

ศูนย์วิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

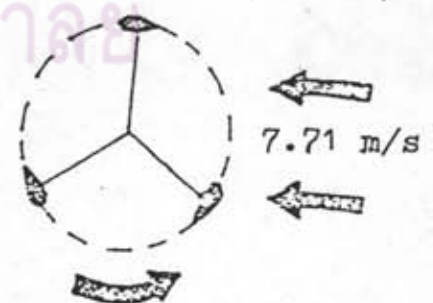
ตัวประกอบจากการประมาณค่า

ตัวประกอบกำลัง 0: $1.7940984420E-02$

ตัวประกอบกำลัง 1: $6.1412877199E-02$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-1.1049163481E-02$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน: $1.8500672E-02$



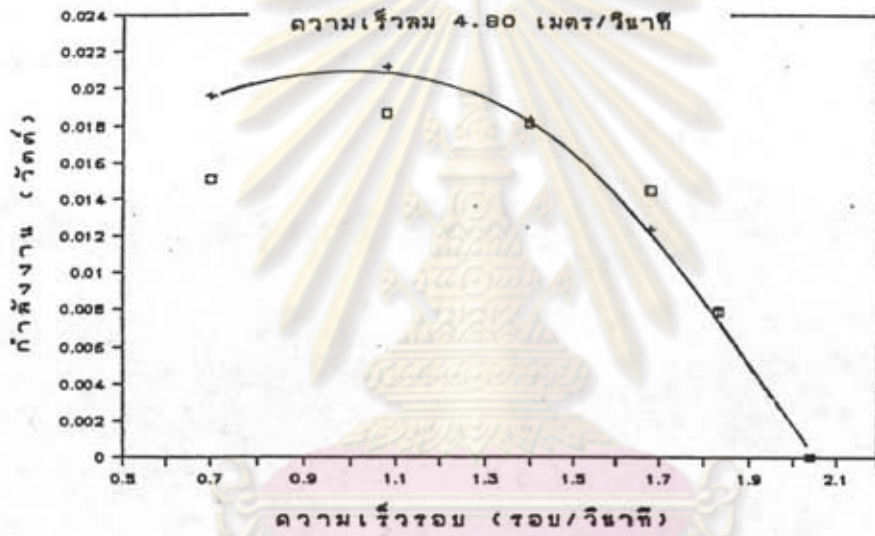
สมการนิทกราฟ: $-0.011X^2 + 0.061X + 0.018$

* คัดด้วย 2.562 เนื่องจากใช้เกียร์หัววัดความเร็วรอบ

แบบจำลองกึ่งหั่นลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทกราฟ (FIT)
10.00	14.33	0.70	50.00	0.00	0.02	0.70	0.0196
10.00	9.28	1.08	40.00	0.00	0.02	1.08	0.0211
10.00	7.17	1.39	30.00	0.00	0.02	1.39	0.0183
10.00	5.96	1.68	20.00	0.00	0.01	1.68	0.0123
10.00	5.46	1.83	10.00	0.00	0.01	1.83	0.0080
10.00	4.90	2.04	0.00	0.00	0.00	2.04	0.0000

แบบจำลองกึ่งหั่นลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ



สมการนิทกราฟกำลังสองต่ำสุด

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

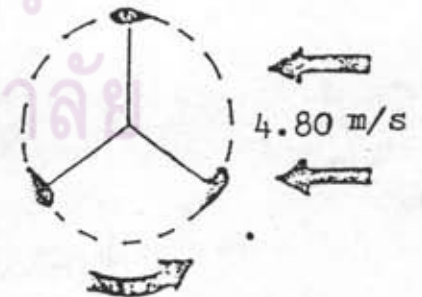
ตัวประกอบจากการประมาณค่า

ตัวประกอบกำลัง 0: $2.7714819759E-03$

ตัวประกอบกำลัง 1: $3.7383981435E-02$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-1.8864281688E-02$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $2.1618027E-03$

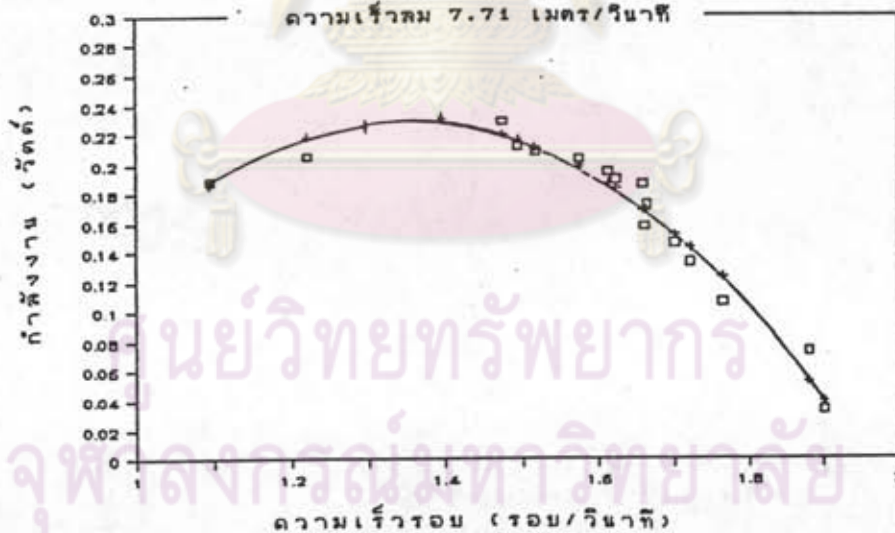


สมการนิทกราฟ : $-0.019X^2 + 0.037X + 0.003$

แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่งตัวเล็ก
 ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิคกราฟ (FIT)
10.00	9.14	1.09	470.00	70.00	0.19	1.09	0.1859
10.00	8.20	1.22	450.00	60.00	0.21	1.22	0.2183
10.00	6.79	1.47	420.00	60.00	0.23	1.47	0.2203
10.00	6.70	1.49	390.00	60.00	0.21	1.49	0.2171
10.00	6.60	1.52	370.00	50.00	0.21	1.52	0.2113
10.00	6.35	1.57	350.00	50.00	0.20	1.57	0.1990
10.00	6.20	1.61	330.00	50.00	0.19	1.61	0.1869
10.00	6.16	1.62	310.00	40.00	0.19	1.62	0.1836
10.00	6.03	1.66	300.00	40.00	0.19	1.66	0.1689
10.00	6.02	1.66	260.00	40.00	0.16	1.66	0.1689
10.00	6.01	1.66	280.00	40.00	0.17	1.66	0.1689
10.00	5.88	1.70	230.00	30.00	0.15	1.70	0.1523
10.00	5.81	1.72	210.00	30.00	0.13	1.72	0.1432
10.00	5.67	1.76	160.00	20.00	0.11	1.76	0.1235

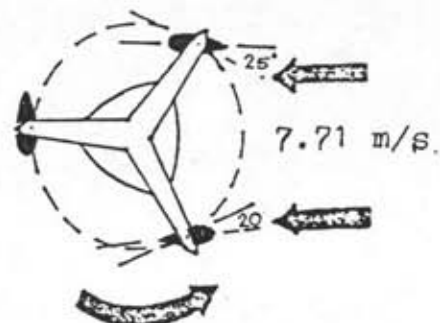
แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่ง
 ความเร็วลม 7.71 เมตร/วินาที



สมการนิคกราฟกำลังสองต่ำสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

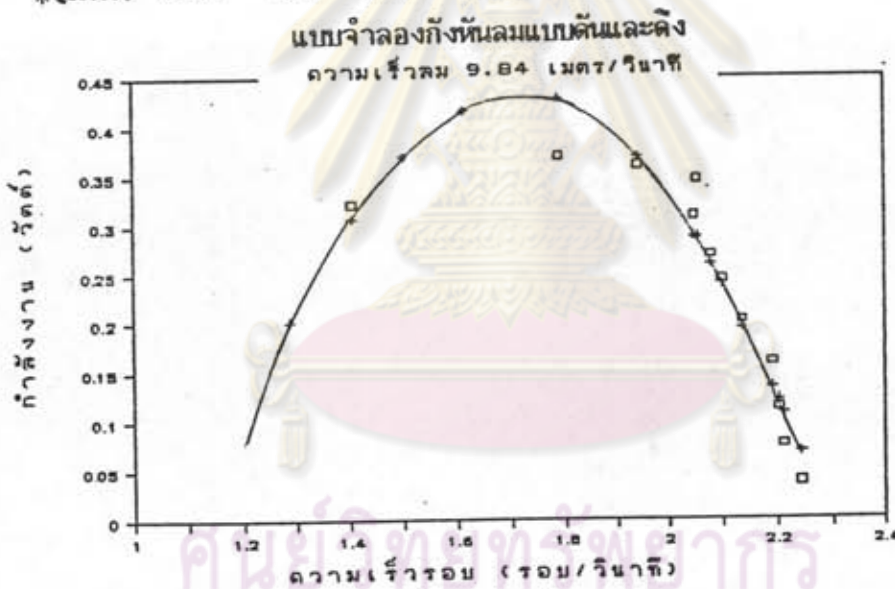
- ตัวประกอบกำลัง 0: $-9.2777697991E-01$
- ตัวประกอบกำลัง 1: $1.7122870902E+00$
- ตัวประกอบกำลัง 2: $-6.3348060167E-01$
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $1.0946525E-02$



สมการนิคกราฟ : $-0.633X^2 + 1.712X - 0.928$

แบบจำลองกึ่งตันลมแบบคั่นและดึงตัวเล็ก
ปริซึมหัวโค้งตัวเล็ก

รวม	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิพจน์ (FIT)
*(10.00)	25.23	1.41	610.00	80.00	0.32	1.41	0.3060
(10.00)	19.83	1.79	560.00	80.00	0.37	1.79	0.4290
(10.00)	18.29	1.94	510.00	80.00	0.36	1.94	0.3690
(10.00)	17.33	2.05	410.00	60.00	0.31	2.05	0.2870
(10.00)	17.27	2.05	460.00	70.00	0.35	2.05	0.2870
(10.00)	17.07	2.08	360.00	60.00	0.27	2.08	0.2590
(10.00)	16.91	2.10	310.00	40.00	0.24	2.10	0.2390
(10.00)	16.61	2.14	260.00	40.00	0.20	2.14	0.1950
(10.00)	16.20	2.19	210.00	40.00	0.16	2.19	0.1350
(10.00)	16.11	2.20	160.00	40.00	0.11	2.20	0.1220
(10.00)	16.05	2.21	110.00	30.00	0.08	2.21	0.1090
*(20.00)	31.63	2.24	60.00	20.00	0.04	2.24	0.0680



สมการนิพจน์กำลังสองค่าสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

ตัวประกอบกำลัง 0: $-3.5745402652E+00$

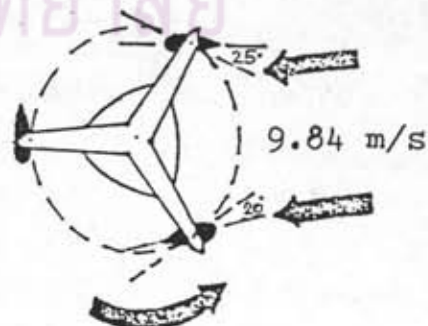
ตัวประกอบกำลัง 1: $4.6654712591E+00$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-1.3568367674E+00$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $3.4525131E-02$

สมการนิพจน์ : $-1.356X^2 + 4.665X - 3.574$

* คมด้วย 3.547 เนื่องจากใช้เกียร์หัวควดความเร็วรอบ

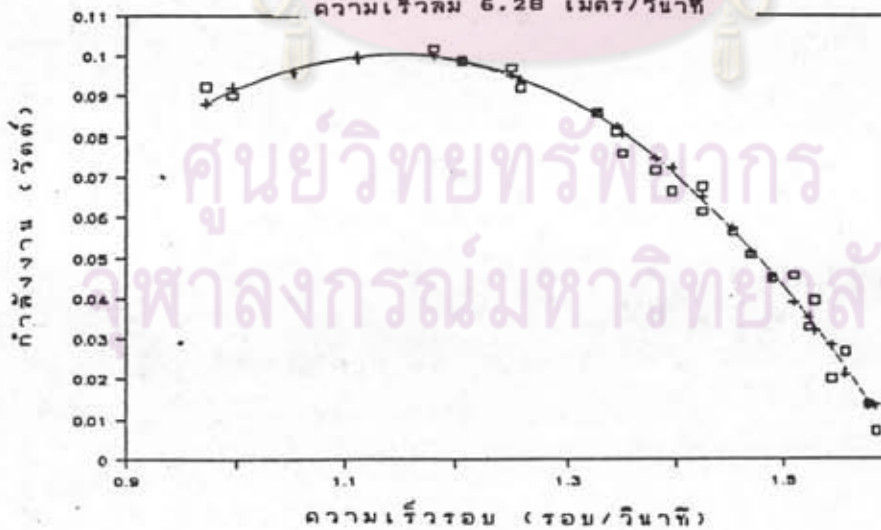


แบบจำลองกึ่งหนึ่งลมแบบตันและดึงตัวเล็ก
 ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก

รวม	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	x	นิพจน์ (FIT)
10.00	10.28	0.97	270.00	50.00	0.09	0.97	0.0883
10.00	10.04	1.00	260.00	50.00	0.09	1.00	0.0924
10.00	8.48	1.18	240.00	40.00	0.10	1.18	0.0999
10.00	8.30	1.20	230.00	40.00	0.10	1.20	0.0989
10.00	8.01	1.25	220.00	40.00	0.10	1.25	0.0950
10.00	7.96	1.26	200.00	30.00	0.09	1.26	0.0939
10.00	7.55	1.32	180.00	30.00	0.09	1.32	0.0858
10.00	7.45	1.34	170.00	30.00	0.08	1.34	0.0823
10.00	7.42	1.35	160.00	30.00	0.08	1.35	0.0805
10.00	7.25	1.38	150.00	30.00	0.07	1.38	0.0744
10.00	7.17	1.39	140.00	30.00	0.07	1.39	0.0722
10.00	7.03	1.42	130.00	20.00	0.07	1.42	0.0650
10.00	7.03	1.42	120.00	20.00	0.06	1.42	0.0650
10.00	6.89	1.45	110.00	20.00	0.06	1.45	0.0571
10.00	6.81	1.47	100.00	20.00	0.05	1.47	0.0513
10.00	6.72	1.49	90.00	20.00	0.04	1.49	0.0452
10.00	6.63	1.51	80.00	10.00	0.05	1.51	0.0388
10.00	6.57	1.52	60.00	10.00	0.03	1.52	0.0354
10.00	6.55	1.53	70.00	10.00	0.04	1.53	0.0320
10.00	6.48	1.54	40.00	10.00	0.02	1.54	0.0284
10.00	6.43	1.56	50.00	10.00	0.03	1.56	0.0211
10.00	6.34	1.58	30.00	10.00	0.01	1.58	0.0134
10.00	6.31	1.58	20.00	10.00	0.01	1.58	0.0134

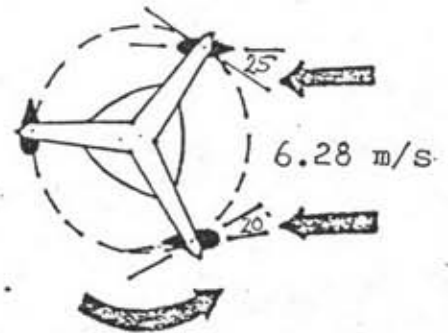
แบบจำลองกึ่งหนึ่งลมแบบตันและดึง

ความเร็วลม 6.28 เมตร/วินาที



สมการพหุนามกำลังสองค่าสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

ตัวประกอบกำลัง ๐: $-4.7274183157E-01$ ตัวประกอบกำลัง 1: $1.0091295149E+00$ ตัวประกอบกำลัง 2: $-4.4395235986E-01$ ค่าเชิงเบเบมาตรฐาน : $5.3798399E-03$ สมการพหุนาม : $-0.444X^2 + 1.009X - 0.473$ 

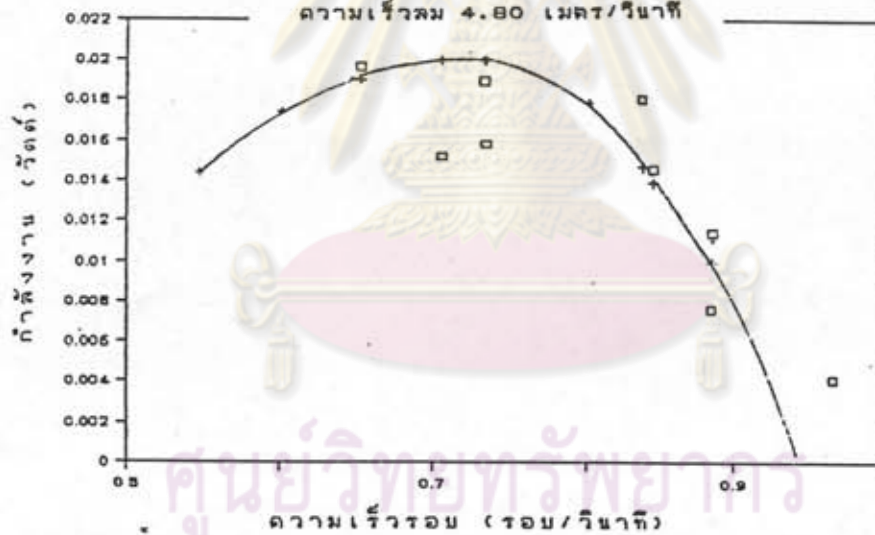
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่ง
ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิพจน์ (FIT)
*(5.00)	27.19	0.65	90.00	20.00	0.02	0.65	0.0190
(5.00)	25.17	0.70	70.00	20.00	0.02	0.70	0.0200
(5.00)	24.19	0.73	80.00	20.00	0.02	0.73	0.0200
(5.00)	24.15	0.73	70.00	20.00	0.02	0.73	0.0200
(6.00)	25.41	0.84	60.00	10.00	0.02	0.84	0.0147
(5.00)	20.98	0.85	50.00	10.00	0.01	0.85	0.0139
(5.00)	20.05	0.88	30.00	10.00	0.01	0.88	0.0111
(5.00)	20.04	0.89	40.00	10.00	0.01	0.89	0.0100
*(10.00)	36.75	0.97	20.00	10.00	0.00	0.97	-0.0003

แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่ง

ความเร็วลม 4.80 เมตร/วินาที



สมการนิพจน์กำลังสองค่าสุด

ศูนย์วิทยุแพทย์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

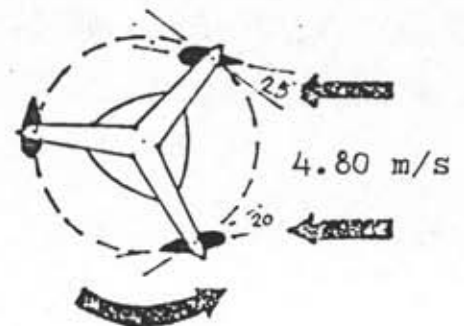
ตัวประกอบจากการประมาณค่า

ตัวประกอบกำลัง ๐: -1.1599128925E-01

ตัวประกอบกำลัง 1: 3.9095837556E-01

ตัวประกอบกำลัง 2: -2.8012733536E-01

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : 2.7260032E-03



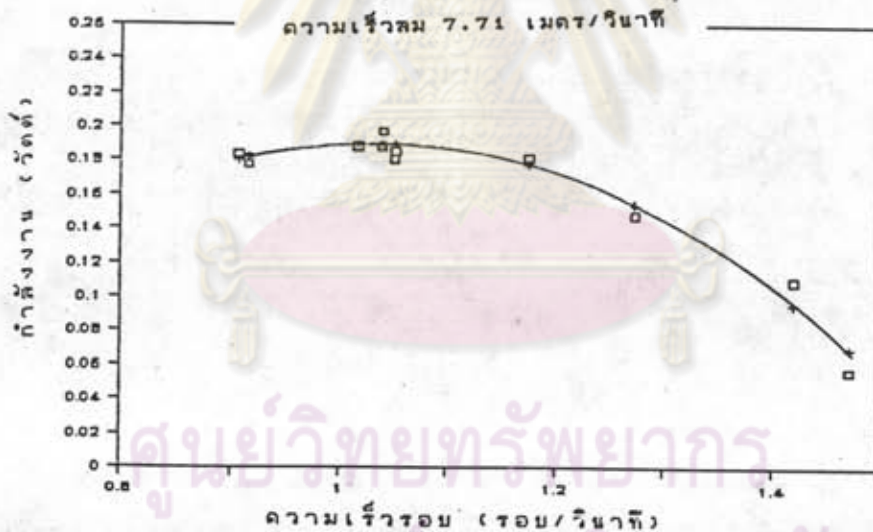
สมการนิพจน์ : $-0.280X^2 + 0.391X - 0.116$

* คัดท้าย 3.564 เนื่องจากใช้เกียร์หาคัดความเร็วรอบ

แบบจำลองกึ่งหกลมแบบค้ำและดึงตัวเล็ก
 ปริซึมผิวดิ่งตัวเล็ก

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	เชิงภาพ (FIT)
20.00	22.07	0.91	540.00	70.00	0.18	0.91	0.1806
20.00	21.85	0.92	530.00	70.00	0.18	0.92	0.1820
20.00	21.83	0.92	520.00	70.00	0.18	0.92	0.1820
20.00	19.67	1.02	490.00	60.00	0.19	1.02	0.1899
20.00	19.25	1.04	480.00	60.00	0.19	1.04	0.1899
20.00	19.22	1.04	510.00	70.00	0.20	1.04	0.1899
20.00	19.03	1.05	460.00	60.00	0.18	1.05	0.1898
20.00	19.02	1.05	470.00	60.00	0.19	1.05	0.1898
20.00	17.05	1.17	410.00	50.00	0.18	1.17	0.1781
20.00	15.72	1.27	310.00	40.00	0.15	1.27	0.1546
20.00	14.10	1.42	210.00	30.00	0.11	1.42	0.0959
20.00	13.58	1.47	110.00	20.00	0.06	1.47	0.0701

แบบจำลองกึ่งหกลมแบบค้ำและดึง



สมการพหุนามกำลังสองต่ำสุด

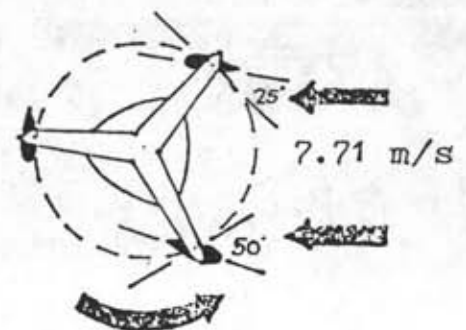
ตัวประกอบจากการประมาณค่า

ตัวประกอบกำลัง 0: $-4.7771637530E-01$

ตัวประกอบกำลัง 1: $1.2934447602E+00$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-6.2637722295E-01$

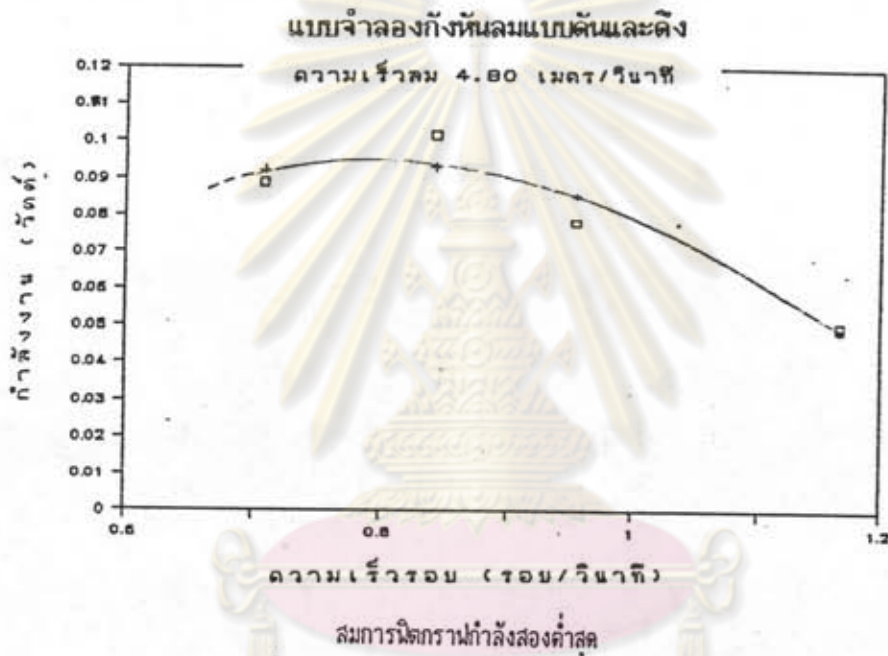
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $7.3558934E-03$



สมการพหุนาม : $-0.626X^2 + 1.293X - 0.478$

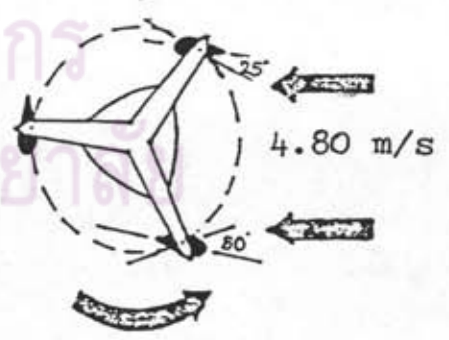
แบบจำลองกึ่งหุ่นยนต์แบบคั่นและดึงตัวเล็ก
 ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทกราฟ (FIT)
20.00	28.23	0.71	320.00	30.00	0.09	0.71	0.0922
20.00	23.76	0.84	310.00	30.00	0.10	0.84	0.0932
20.00	20.97	0.95	210.00	20.00	0.08	0.95	0.0855
20.00	17.17	1.16	110.00	10.00	0.05	1.16	0.0490



ศูนย์วิจัยวิทยาการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ตัวประกอบจากการประมาณค่า
- ตัวประกอบกำลัง ๑: -1.0785740175E-01
- ตัวประกอบกำลัง 1: 5.1300731266E-01
- ตัวประกอบกำลัง 2: -3.2569181483E-01
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : 9.0679577E-03

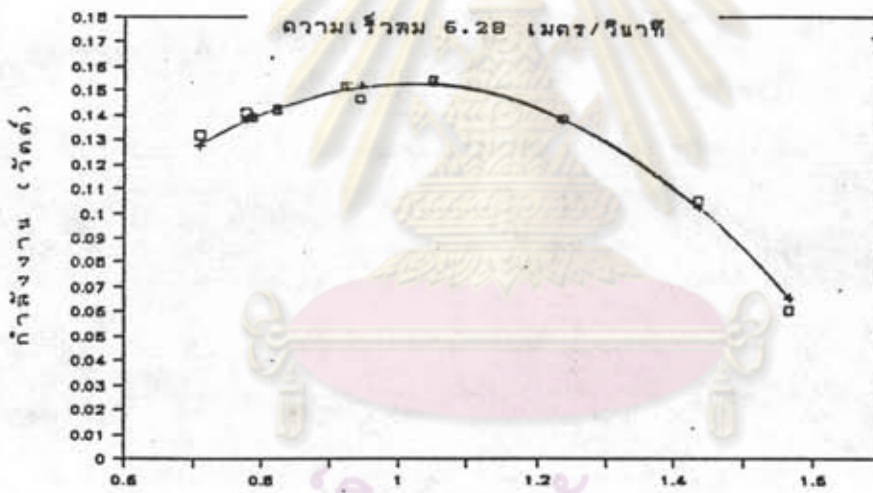


สมการนิทกราฟ : $-0.326X^2 + 0.513X - 0.108$

แบบจำลองกึ่งหิ้นลมแบบค้ำและดึงตัวใหญ่
บริษัท วิศวกร

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	โหนดกราฟ (FIT)
10.00	14.10	0.71	510.00	80.00	0.13	0.71	0.1274
10.00	12.87	0.78	490.00	70.00	0.14	0.78	0.1381
10.00	12.72	0.79	480.00	70.00	0.14	0.79	0.1394
10.00	12.14	0.82	470.00	70.00	0.14	0.82	0.1430
10.00	10.82	0.92	450.00	70.00	0.15	0.92	0.1511
10.00	10.60	0.94	430.00	70.00	0.15	0.94	0.1520
20.00	19.05	1.05	410.00	70.00	0.15	1.05	0.1529
20.00	16.19	1.24	310.00	50.00	0.14	1.24	0.1380
20.00	13.94	1.43	210.00	40.00	0.11	1.43	0.1022
20.00	12.79	1.56	110.00	20.00	0.06	1.56	0.0656

แบบจำลองกึ่งหิ้นลมแบบค้ำและดึง



ความเร็วรอบ (รอบ/วินาที)

สมการพหุนามกำลังสองค่าสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

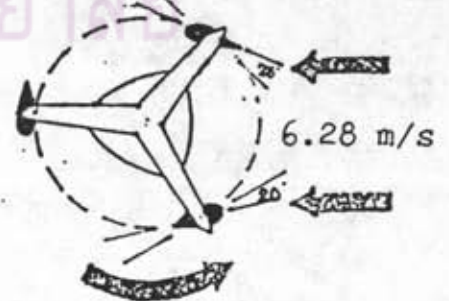
ตัวประกอบกำลัง 0: $-1.4200486122E-01$

ตัวประกอบกำลัง 1: $5.8524973062E-01$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-2.8984051923E-01$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $4.3057694E-03$

สมการพหุนาม : $-0.290X^2 + 0.585X - 0.142$

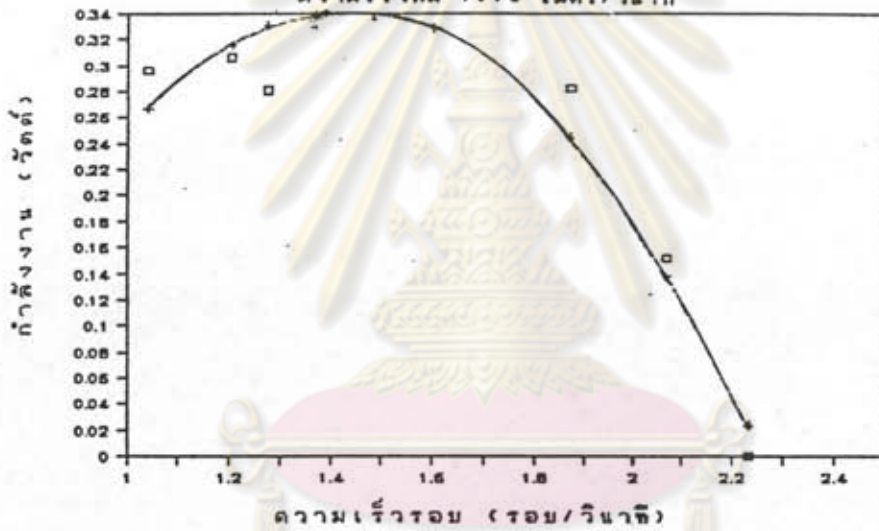




แบบจำลองกึ่งหุ่นยนต์และสิ่งตัวในอู่
ปริซึมนิวตริ่งตัวเล็ก

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	โมดูล (FIT)
10.00	9.62	1.04	810.00	150.00	0.30	1.04	0.2669
10.00	8.30	1.20	710.00	120.00	0.31	1.20	0.3156
20.00	15.67	1.28	610.00	100.00	0.28	1.28	0.3305
20.00	10.68	1.87	410.00	60.00	0.28	1.87	0.2449
20.00	9.67	2.07	210.00	40.00	0.15	2.07	0.1379
20.00	8.96	2.23	0.00	0.00	0.00	2.23	0.0239

แบบจำลองกึ่งหุ่นยนต์และสิ่งตัว
ความเร็วลม 7.71 เมตร/วินาที



สมการพหุนามกำลังสองต่ำสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

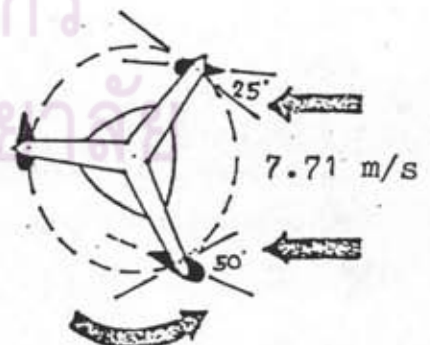
ตัวประกอบกำลัง 0: $-6.6561516339E-01$

ตัวประกอบกำลัง 1: $1.4101923737E+00$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-4.9371689246E-01$

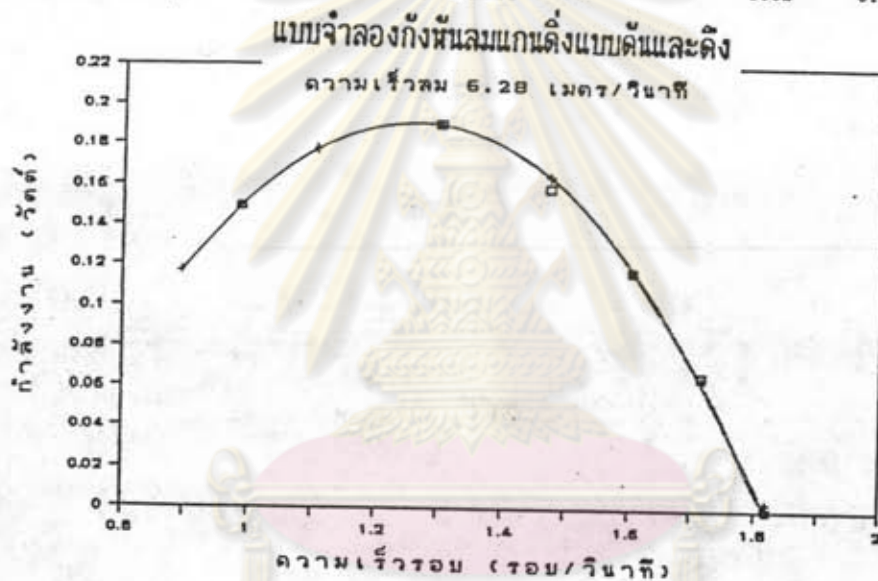
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $4.3279139E-02$

สมการพหุนาม : $-0.494X^2 + 1.410X - 0.666$



แบบจำลองกึ่งพหุคูณแบบคั่นและคิงตัวใหญ่
ปริซึมนิวโค้งตัวเล็ก

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทกราฟ (FIT)
10.00	10.14	0.99	430.00	80.00	0.15	0.99	0.1494
10.00	7.70	1.30	410.00	70.00	0.19	1.30	0.1900
10.00	6.79	1.47	310.00	60.00	0.16	1.47	0.1642
20.00	12.46	1.61	210.00	40.00	0.12	1.61	0.1175
20.00	11.66	1.72	110.00	20.00	0.07	1.72	0.0645
20.00	11.00	1.82	0.00	0.00	0.00	1.82	0.0041



สมการนิทกราฟกำลังสองต่ำสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

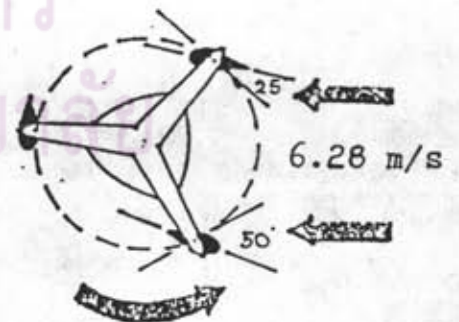
ตัวประกอบกำลัง 0: $-7.3714653423E-01$

ตัวประกอบกำลัง 1: $1.4779709185E+00$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-5.8827957544E-01$

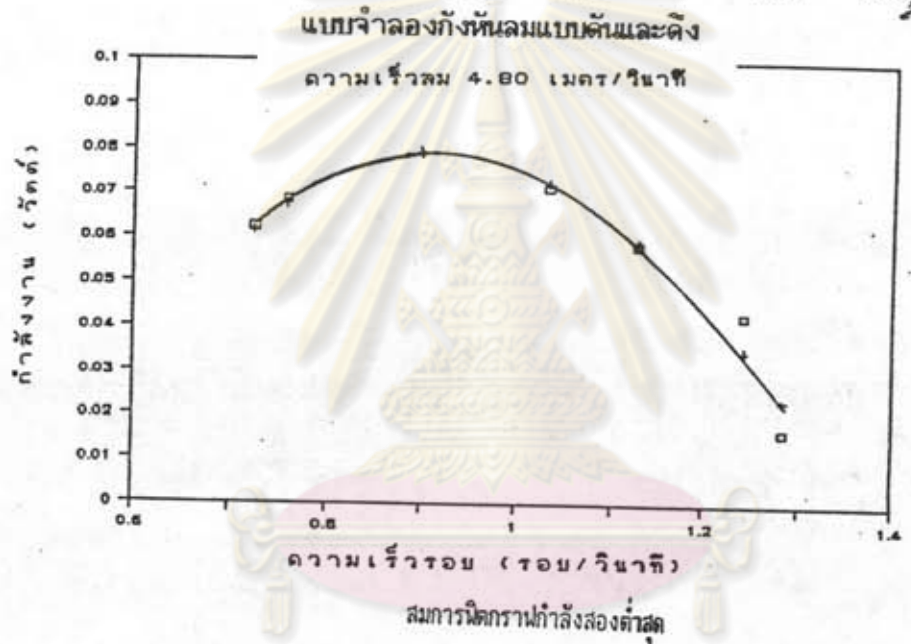
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $4.8640354E-03$

สมการนิทกราฟ : $-0.588X^2 + 1.478X - 0.737$



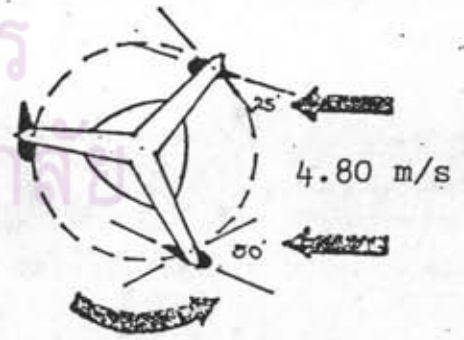
แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่งตัวใหญ่
 ปริซึมหัว โค้งตัวเล็ก

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทกราฟ (FIT)
10.00	13.82	0.72	260.00	60.00	0.06	0.72	0.0616
10.00	13.20	0.76	260.00	50.00	0.07	0.76	0.0675
10.00	9.69	1.03	210.00	50.00	0.07	1.03	0.0725
10.00	8.87	1.13	160.00	40.00	0.06	1.13	0.0592
10.00	8.05	1.24	110.00	30.00	0.04	1.24	0.0350
10.00	7.79	1.28	50.00	20.00	0.02	1.28	0.0238



ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีอากาศยาน
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

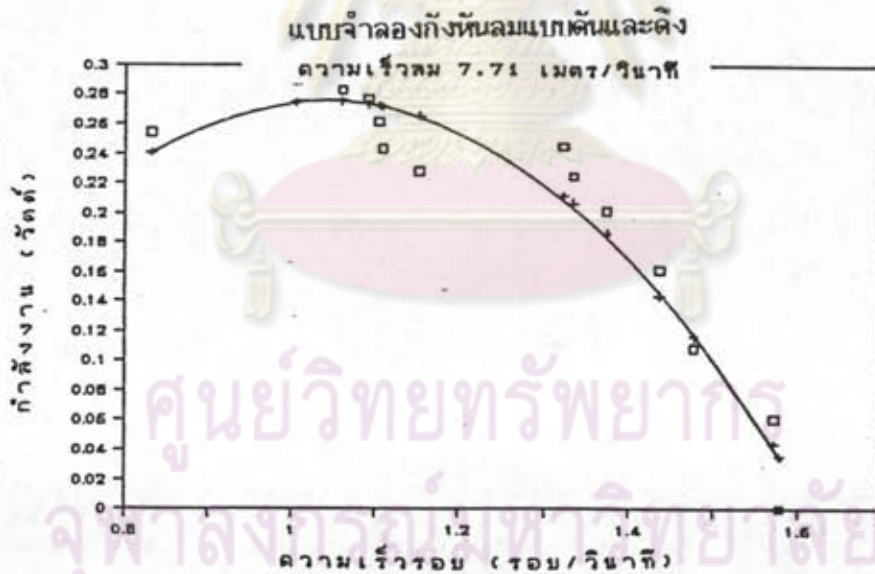
- ตัวประกอบจากการประมาณค่า
- ตัวประกอบกำลัง 0: $-2.6815571563E-01$
- ตัวประกอบกำลัง 1: $7.5382656860E-01$
- ตัวประกอบกำลัง 2: $-4.1069886665E-01$
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $4.2826576E-03$



สมการนิทกราฟ : $-0.411X^2 + 0.754X - 0.268$

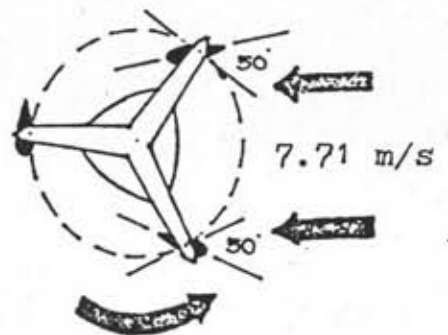
แบบจำลองกึ่งหุ่นยนต์และคิงตัวใหญ่
ปริซึมหัวโค้งตัวเล็ก

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทกราฟ (F17)
10.00	12.03	0.83	860.00	150.00	0.25	0.83	0.2405
10.00	9.97	1.00	810.00	140.00	0.29	1.00	0.2749
10.00	9.45	1.06	760.00	140.00	0.28	1.06	0.2757
10.00	9.18	1.09	710.00	120.00	0.28	1.09	0.2739
10.00	9.07	1.10	660.00	110.00	0.26	1.10	0.2729
10.00	9.03	1.11	610.00	100.00	0.24	1.11	0.2718
10.00	8.68	1.15	560.00	100.00	0.23	1.15	0.2658
10.00	7.57	1.32	510.00	80.00	0.24	1.32	0.2111
10.00	7.50	1.33	460.00	70.00	0.22	1.33	0.2064
10.00	7.28	1.37	410.00	70.00	0.20	1.37	0.1859
10.00	6.96	1.44	310.00	50.00	0.16	1.44	0.1439
10.00	6.77	1.48	210.00	40.00	0.11	1.48	0.1163
10.00	6.36	1.57	110.00	20.00	0.06	1.57	0.0445
20.00	12.67	1.58	0.00	0.00	0.00	1.58	0.0357



สมการนิทกราฟกำลังสองต่ำสุด

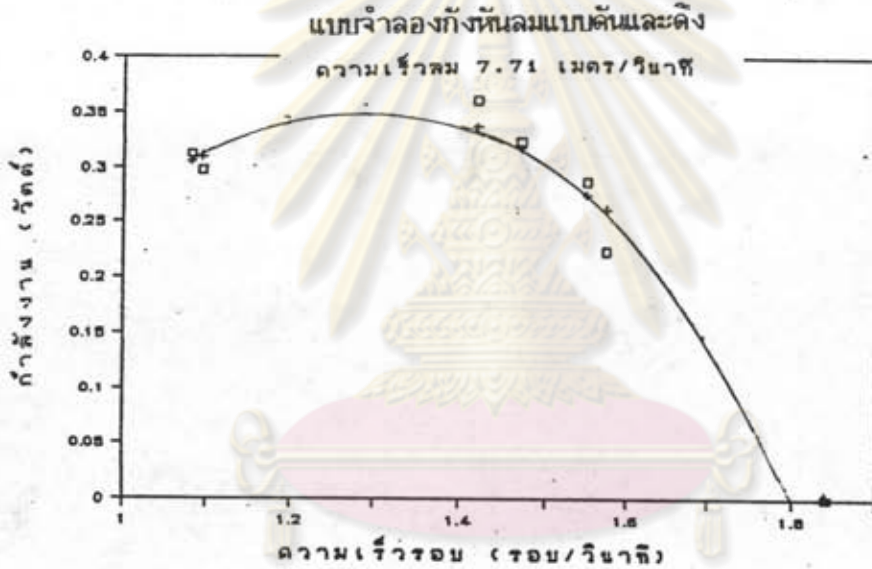
- ตัวประกอบจากการประมาณค่า
- ตัวประกอบกำลัง 0: $-6.0677800165E-01$
 - ตัวประกอบกำลัง 1: $1.7006489843E+00$
 - ตัวประกอบกำลัง 2: $-8.1896713276E-01$
 - ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $2.3113938E-02$



สมการนิทกราฟ : $-0.819X^2 + 1.700X - 0.607$

แบบจำลองกึ่งหิ้นลมแบบคั่นและค้ำใหญ่
 ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก

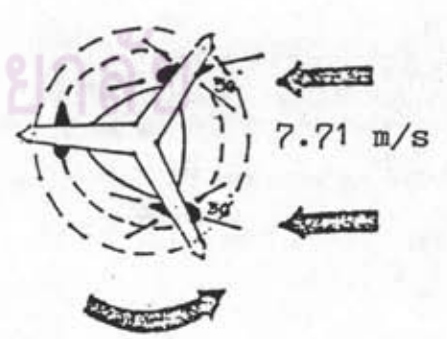
รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทกราฟ (FIT)
10.00	9.25	1.08	810.00	140.00	0.31	1.08	0.3049
10.00	9.14	1.09	760.00	130.00	0.30	1.09	0.3098
10.00	7.05	1.42	710.00	120.00	0.36	1.42	0.3364
10.00	6.81	1.47	610.00	100.00	0.32	1.47	0.3177
10.00	6.45	1.55	510.00	80.00	0.29	1.55	0.2753
10.00	6.35	1.57	410.00	80.00	0.22	1.57	0.2623
20.00	10.87	1.84	0.00	0.00	0.00	1.84	-0.0067



ศูนย์วิจัยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ตัวประกอบจากการประมาณค่า
- ตัวประกอบกำลัง 0: $-1.6310389899E+00$
 - ตัวประกอบกำลัง 1: $3.0854366233E+00$
 - ตัวประกอบกำลัง 2: $-1.1970944500E+00$
 - ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $2.6155075E-02$



สมการนิทกราฟ : $-1.197X^2 + 3.085X - 1.631$

แบบจำลองกังหันลมแบบคัตและคิงตัวใหญ่
 ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก

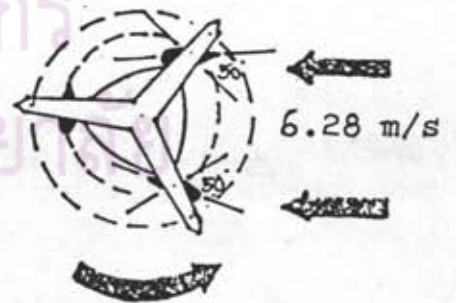
รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทกราฟ (FIT)
10.00	11.00	0.91	480.00	90.00	0.15	0.91	0.1435
10.00	10.14	0.99	460.00	90.00	0.16	0.99	0.1699
10.00	8.74	1.14	410.00	80.00	0.16	1.14	0.1619
10.00	8.10	1.23	310.00	60.00	0.13	1.23	0.1209
10.00	7.28	1.37	0.00	0.00	0.00	1.37	0.0036



สมการนิทกราฟกำลังสองต่ำสุด

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

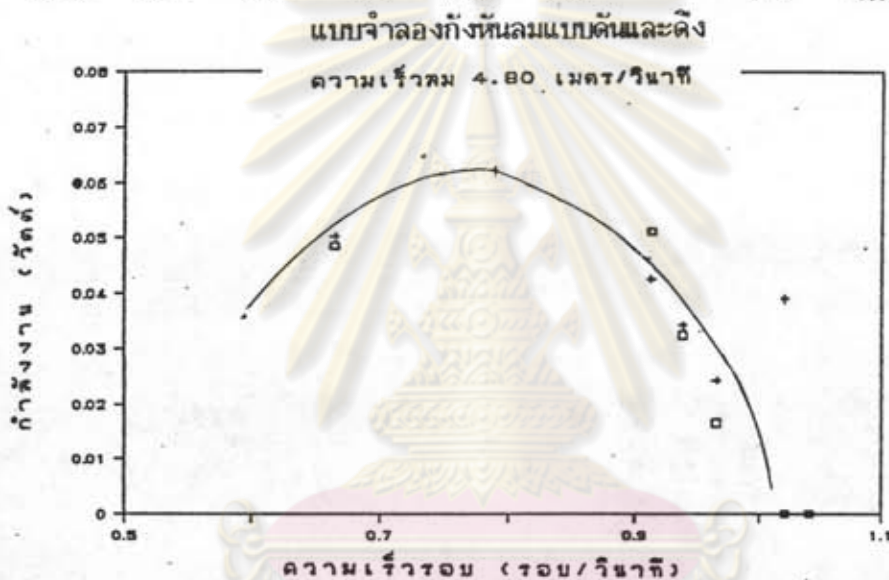
- ตัวประกอบจากการประมาณค่า
- ตัวประกอบกำลัง 0: $-1.6612537991E+00$
- ตัวประกอบกำลัง 1: $3.5027985620E+00$
- ตัวประกอบกำลัง 2: $-1.6697726716E+00$
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $1.0923541E-02$



สมการนิทกราฟ : $-1.670X^2 + 3.503X - 1.661$

แบบจำลองกึ่งหนึ่งแบบค้ำและค้ำใหญ่
 ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก

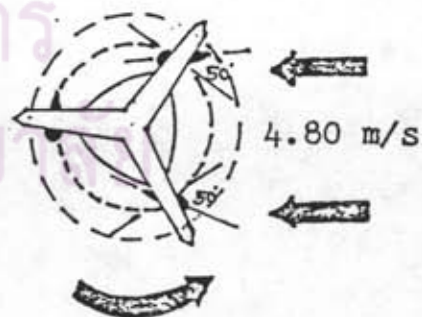
รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	นิทกราฟ (FIT)
10.00	15.07	0.66	210.00	40.00	0.05	0.66	0.0504
10.00	10.95	0.91	160.00	30.00	0.05	0.91	0.0426
10.00	10.65	0.94	110.00	30.00	0.03	0.94	0.0342
10.00	10.36	0.97	60.00	20.00	0.02	0.97	0.0242
10.00	9.80	1.02	0.00	0.00	0.00	1.02	0.0039
10.00	9.61	1.04	0.00	0.00	0.00	1.04	-0.0054



สมการนิทกราฟกำลังสองต่ำสุด

ศูนย์วิศวกรรมอากาศยาน
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ตัวประกอบจากการประมาณค่า
- ตัวประกอบกำลัง 0: $-4.6516378706E-01$
- ตัวประกอบกำลัง 1: $1.3702033309E+00$
- ตัวประกอบกำลัง 2: $-8.9246933533E-01$
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $6.6999521E-03$

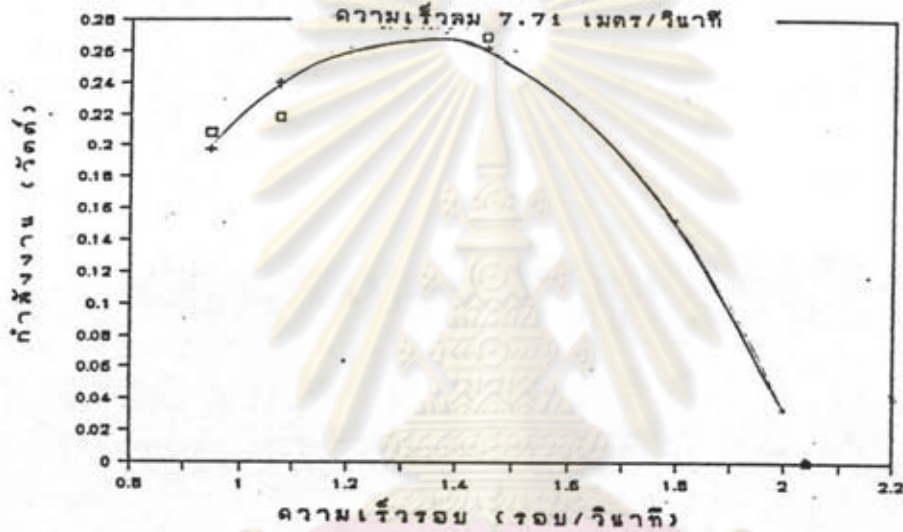


สมการนิทกราฟ : $-0.892X^2 + 1.370X - 0.465$

แบบจำลองกึ่งพินลมแบบคั่นและตั้งตัวใหม่
 ปริซึมนิว โค้งตัวเล็ก

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	x	นิคกราฟ (FIT)
10.00	10.57	0.95	610.00	100.00	0.21	0.95	0.1974
10.00	9.30	1.08	560.00	90.00	0.22	1.08	0.2393
10.00	6.89	1.45	510.00	80.00	0.27	1.45	0.2618
10.00	4.90	2.04	0.00	0.00	0.00	2.04	0.0014

แบบจำลองกึ่งพินลมแบบคั่นและตั้ง
 ความเร็วลม 7.71 เมตร/วินาที



สมการนิคกราฟกำลังสองต่ำสุด

ตัวประกอบจากการประมาณค่า

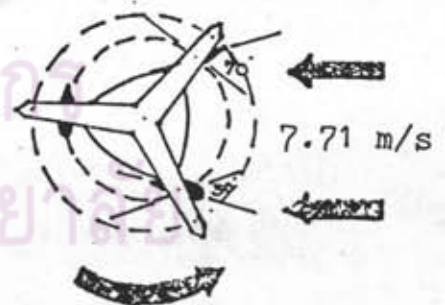
ตัวประกอบกำลัง 0: $-6.4553366571E-01$

ตัวประกอบกำลัง 1: $1.3842387221E+00$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-5.2308449333E-01$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $2.4507242E-02$

สมการนิคกราฟ : $-0.523X^2 + 1.384X - 0.645$

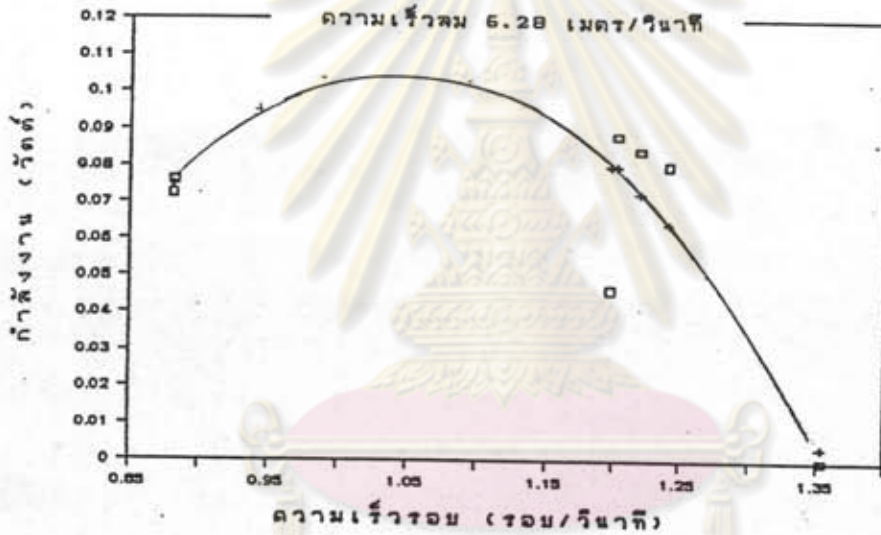


แบบจำลองกังหันลมแบบค้ำและคิงตัวใหญ่
วิธีหาค่าโค้งตัวเล็ก

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	เชิงภาพ (FIT)
10.00	11.35	0.88	260.00	70.00	0.07	0.88	0.0747
10.00	11.34	0.88	280.00	80.00	0.08	0.88	0.0747
10.00	8.35	1.20	160.00	70.00	0.05	1.20	0.0798
10.00	8.32	1.20	230.00	60.00	0.09	1.20	0.0798
10.00	8.20	1.22	220.00	60.00	0.08	1.22	0.0725
10.00	8.06	1.24	210.00	60.00	0.08	1.24	0.0644
10.00	7.39	1.35	0.00	0.00	0.00	1.35	0.0039

แบบจำลองกังหันลมแบบค้ำและคิง

ความเร็วลม 6.28 เมตร/วินาที



สมการพหุนามกำลังสองต่ำสุด

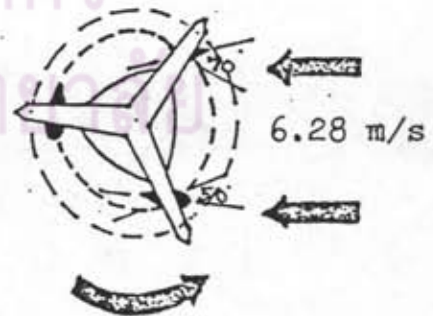
ตัวประกอบจากการประมาณค่า

ตัวประกอบกำลัง ๐: $-1.1126515093E+00$

ตัวประกอบกำลัง 1: $2.3270204391E+00$

ตัวประกอบกำลัง 2: $-1.1110767502E+00$

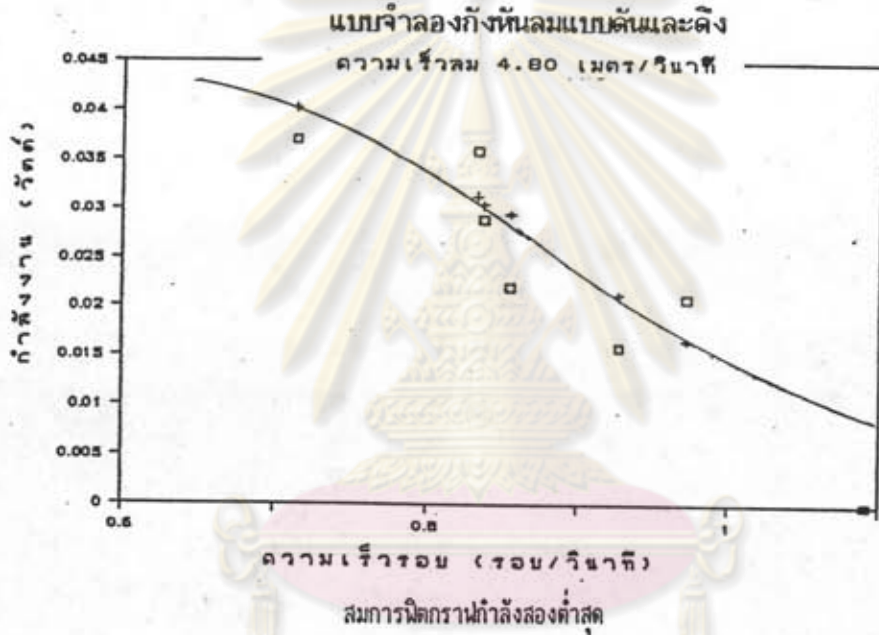
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $1.8402669E-02$



สมการพหุนาม : $-1.111X^2 + 2.327X - 1.113$

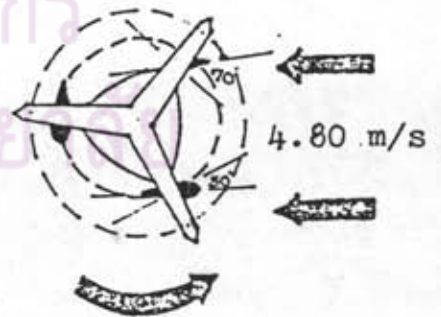
แบบจำลองกังหันลมแบบคัตและติง
 ปริซึมหัวโค้งตัวเล็ก

รอบ	วินาที	รอบ/วินาที	F1(กรัม)	F2(กรัม)	กำลังงาน(วัตต์)	X	โศกกราฟ (FIT)
10.00	14.00	0.71	150.00	30.00	0.04	0.71	0.0403
10:00	12.02	0.83	130.00	30.00	0.04	0.83	0.0313
10.00	11.96	0.84	110.00	30.00	0.03	0.84	0.0304
10.00	11.71	0.85	90.00	30.00	0.02	0.85	0.0295
10.00	10.78	0.93	60.00	20.00	0.02	0.93	0.0213
10.00	10.28	0.97	70.00	20.00	0.02	0.97	0.0167
10.00	9.17	1.09	0.00	0.00	0.00	1.09	0.0000



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ตัวประกอบจากการประมาณค่า
- ตัวประกอบกำลัง 0: $2.6866506429E-02$
- ตัวประกอบกำลัง 1: $9.8999541957E-02$
- ตัวประกอบกำลัง 2: $-1.1288382831E-01$
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : $6.6892392E-03$



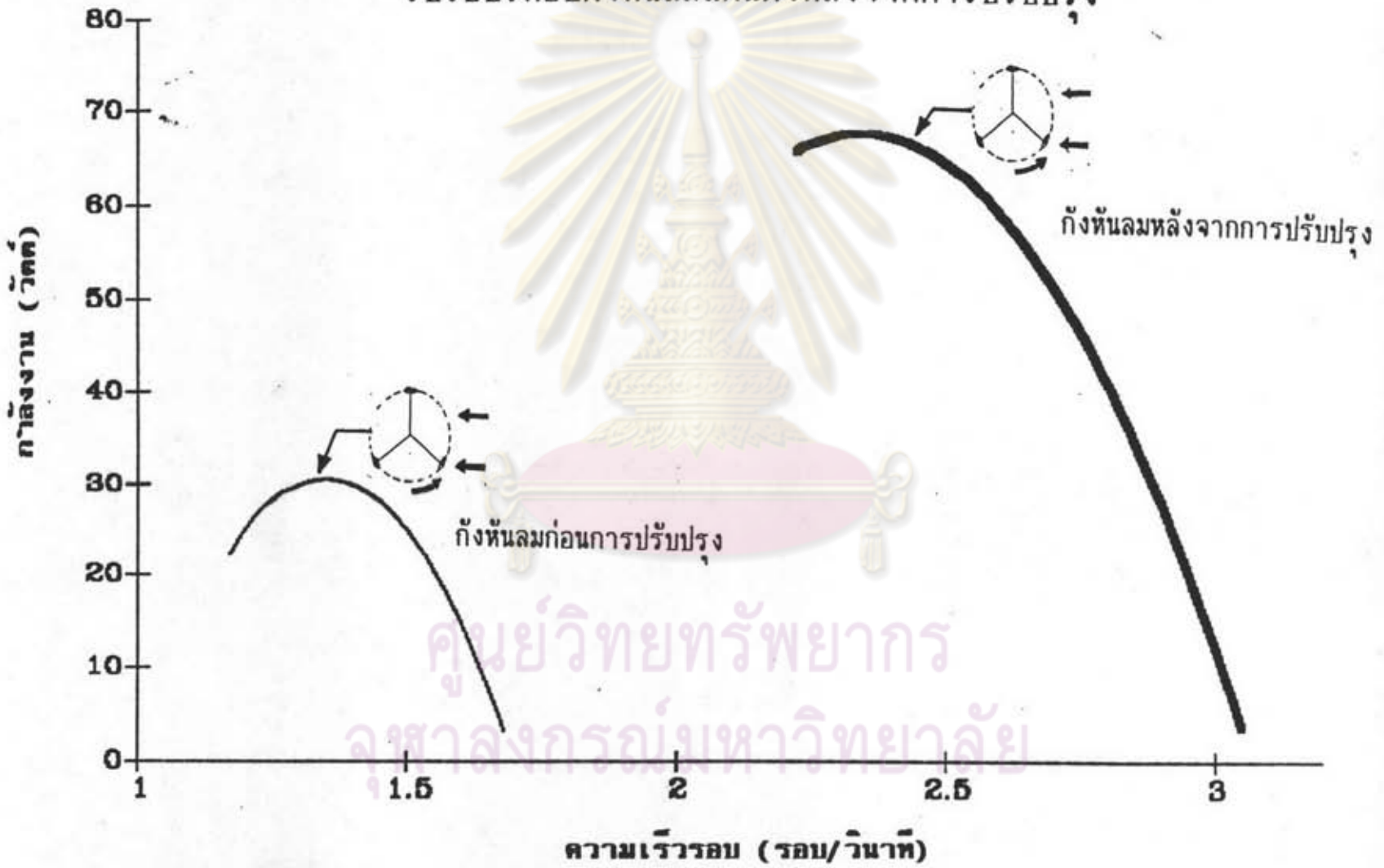
สมการพหุนาม : $-0.113X^2 + 0.099X + 0.027$

**กราฟที่ใช้เปรียบเทียบ กำลังงานของ
แบบจำลองต่างๆ มีทั้งหมด 8 ภาพ**

- ภาพที่ 1 เปรียบเทียบกังหันลมแกนตั้งหลังจากการปรับปรุง
- ภาพที่ 2 เปรียบเทียบแบบจำลองกังหันลมแบบต้นและตั้ง ปริซึมผิวโค้งตัวใหญ่
และแบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 6 ใบ
- ภาพที่ 3 เปรียบเทียบแบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 6 ใบ และชนิด 3 ใบ
- ภาพที่ 4 แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและตั้ง ปริซึมผิวโค้งตัวใหญ่
- ภาพที่ 5 เปรียบเทียบแบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ
- ถอดจากชนิด 6 ใบ
 - จากแบบจำลองกังหันลมแบบต้นและตั้งตัวใหญ่
- ภาพที่ 6 แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและตั้งตัวเล็ก ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก
- ภาพที่ 7 แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและตั้งตัวใหญ่ ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก
- ภาพที่ 8 แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและตั้งตัวใหญ่ ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก
- ลดพื้นที่รับลมของกังหันลมลง 22.73%

กราฟรูปที่ 1

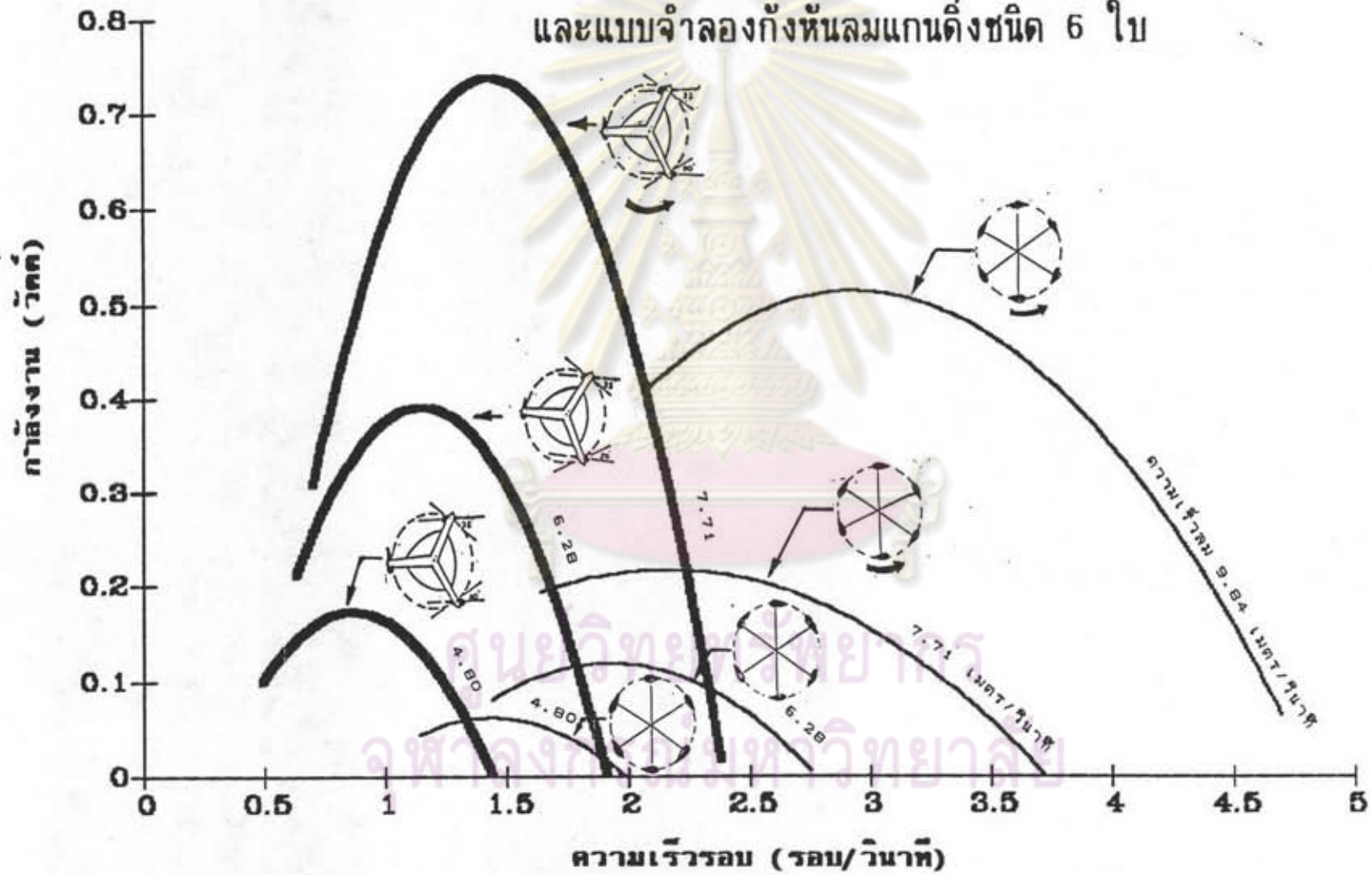
เปรียบเทียบกังหันลมแกนตั้งหลังจากการปรับปรุง



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

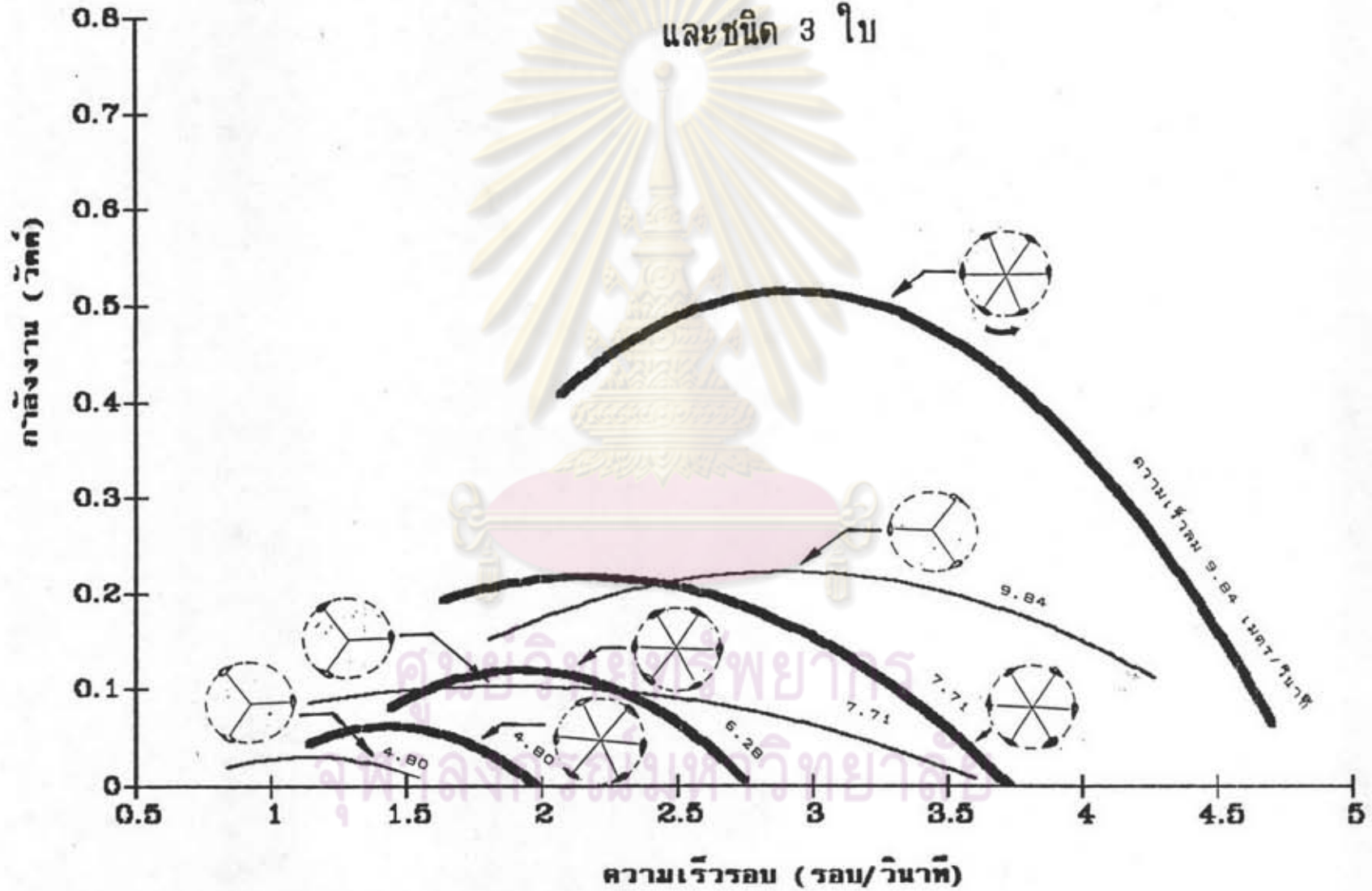
กราฟรูปที่ 2

เปรียบเทียบแบบจำลองกึ่งหั่นลมแบบด้นและดิ่ง ปริซึมผิวโค้งตัวใหญ่
และแบบจำลองกึ่งหั่นลมแกนดิ่งชนิด 6 ใบ



กราฟรูปที่ ๓

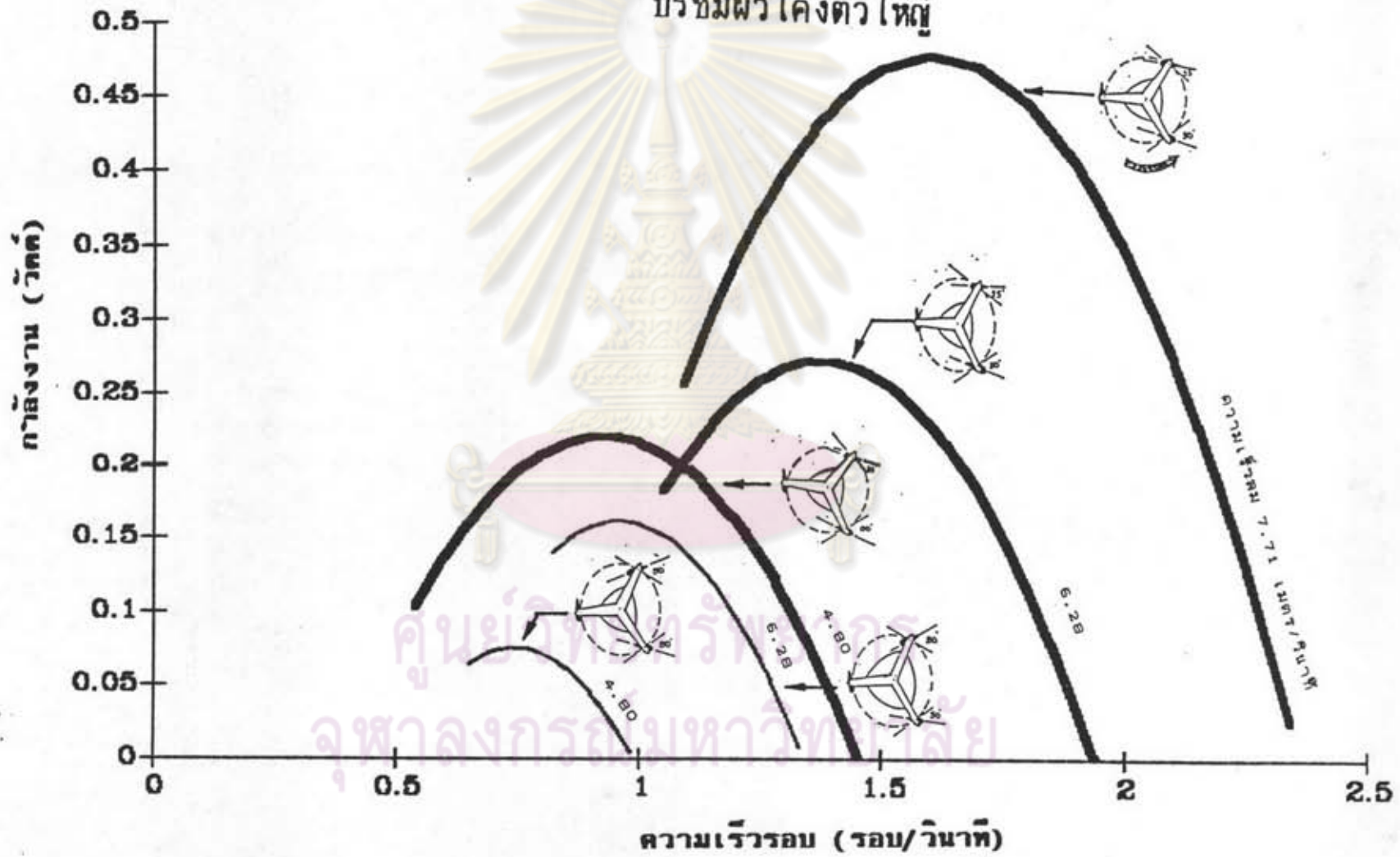
เปรียบเทียบแบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 6 ใบ
และชนิด 3 ใบ



กราฟรูปที่ 4

แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่ง

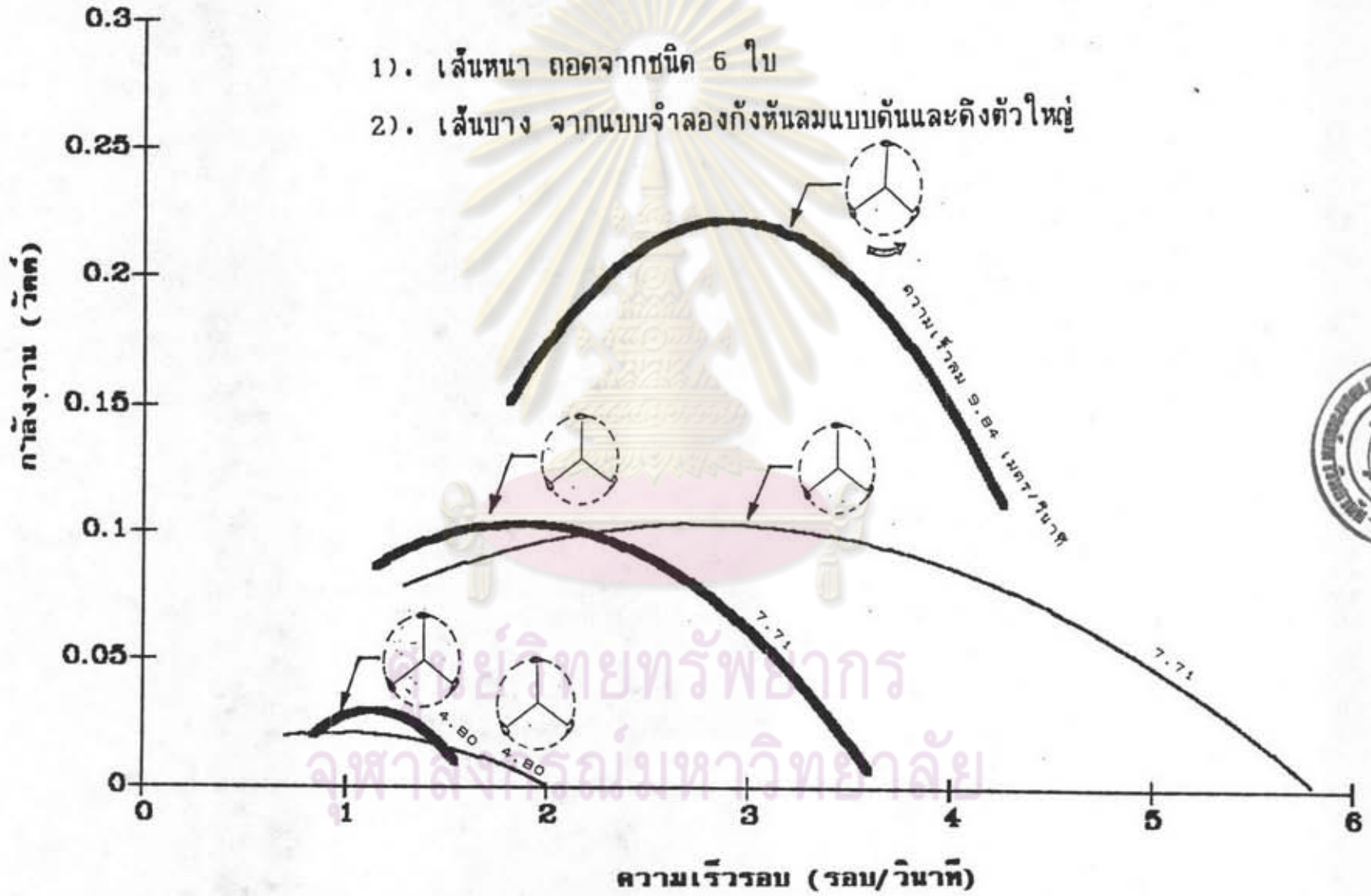
ปริซึมผิวโค้งตัวใหญ่



กราฟรูปที่ ๕

เปรียบเทียบแบบจำลองกังหันลมแกนตั้งชนิด 3 ใบ

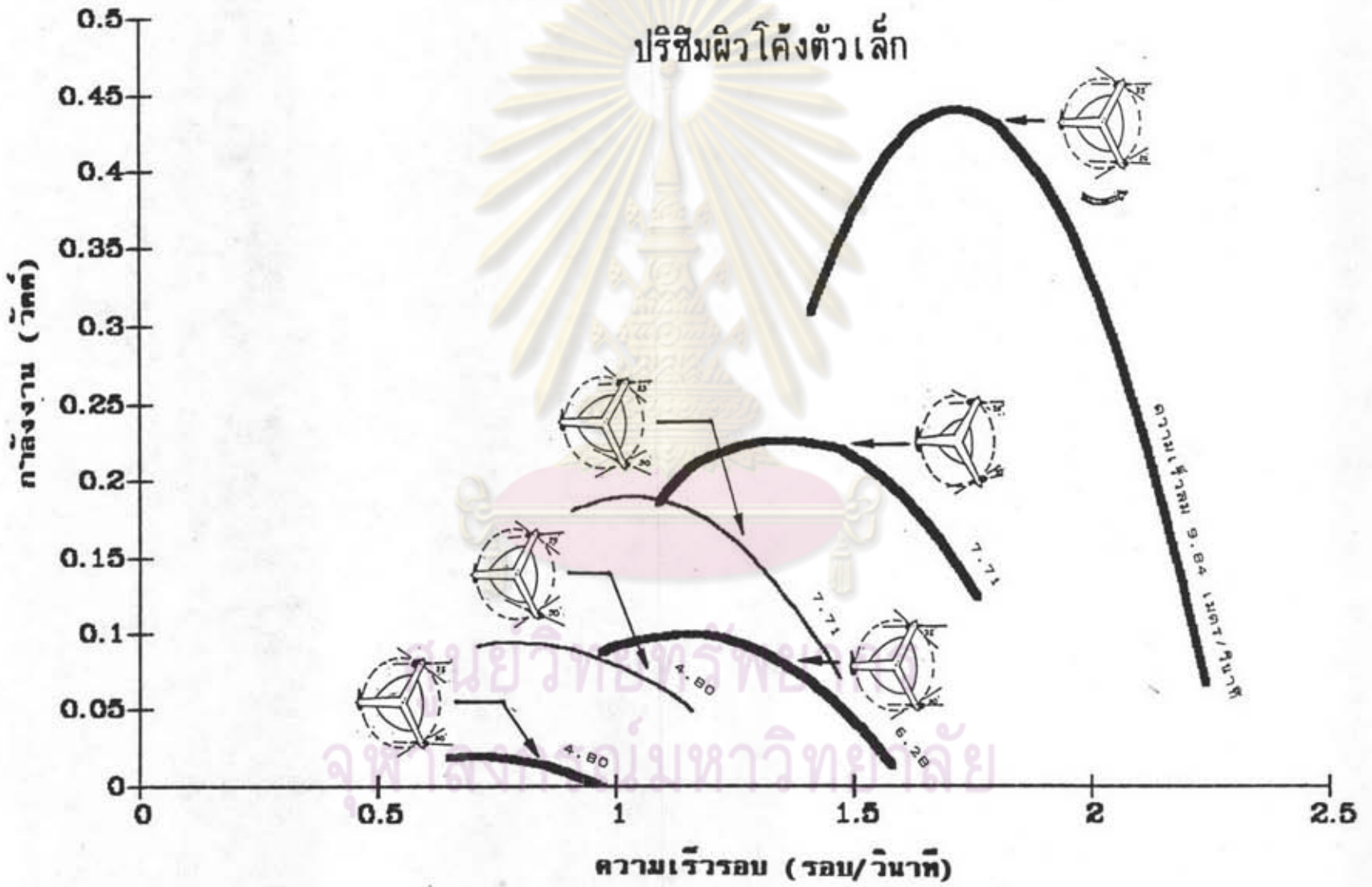
- 1). เส้นหนา ถอดจากชนิด 6 ใบ
- 2). เส้นบาง จากแบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่งตัวใหญ่



กราฟรูปที่ ๘

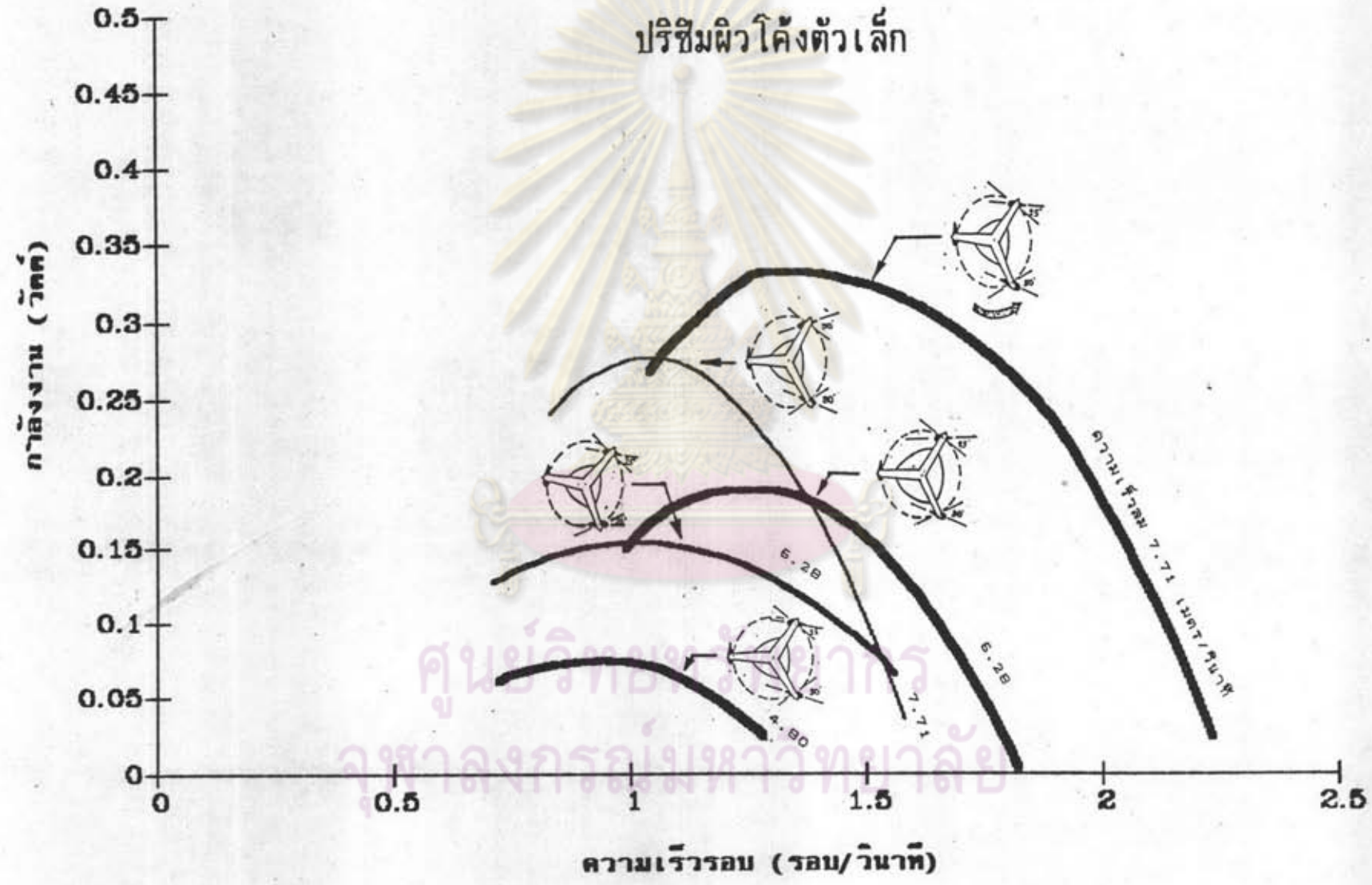
๘๑ แบบจำลองกึ่งหันลมแบบต้นและดิ่งตัวเล็ก

ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก



กราฟรูปที่ 7

แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่งตัวใหญ่
ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก



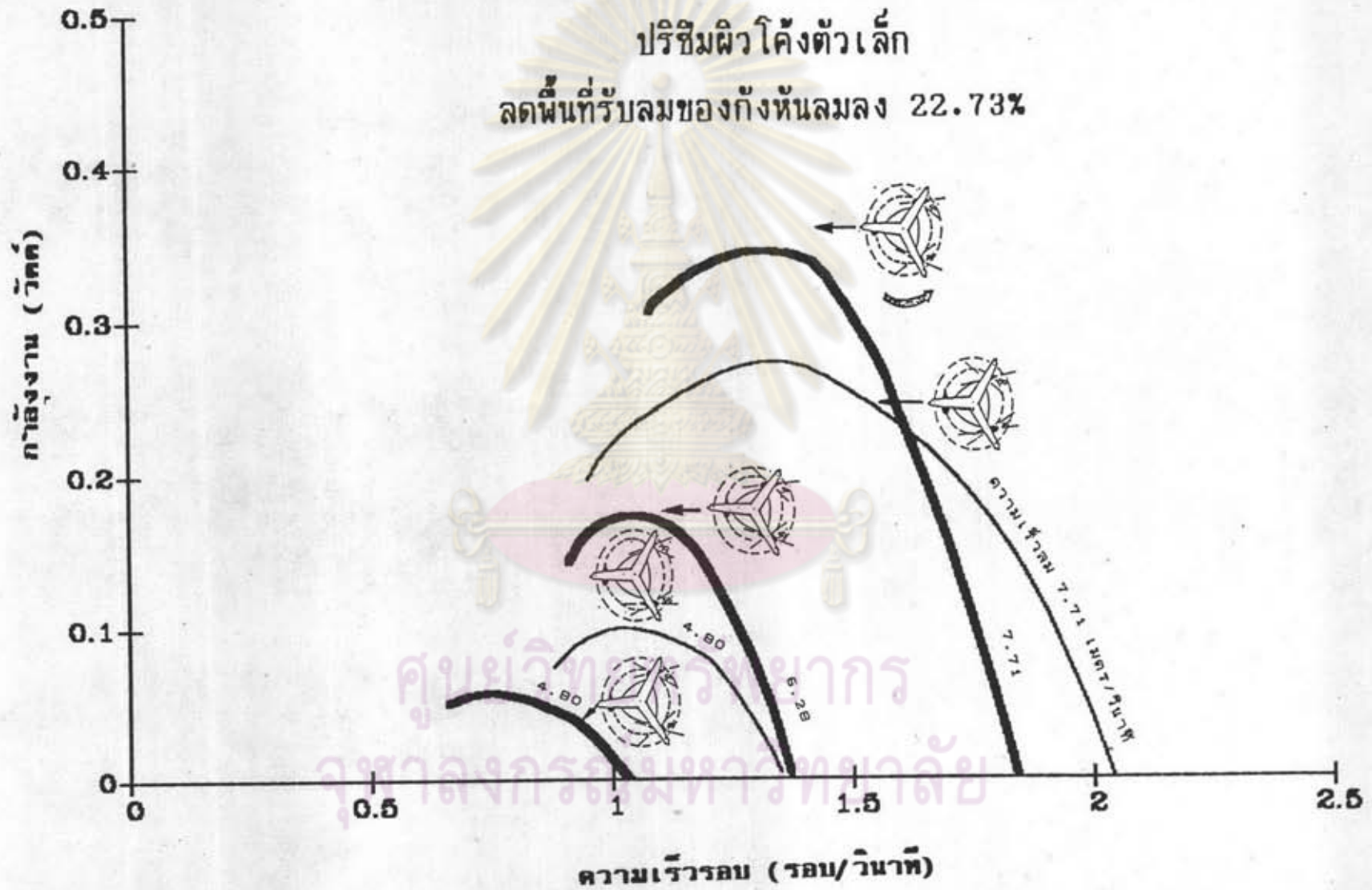
ศูนย์วิจัยและพัฒนา
อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัย

กราฟรูปที่ 8

แบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่งตัวใหญ่

ปริซึมผิวโค้งตัวเล็ก

ลดพื้นที่รับลมของกังหันลมลง 22.73%



อธิบายผลที่ได้จากการเปรียบเทียบแบบจำลองต่างๆ

- กราฟรูปแรก เป็นกราฟที่แสดงถึงกำลังงานหลังจากการปรับปรุง ด้วยการลดพื้นที่รับลมไป 44% ตามทฤษฎีแล้วกำลังงานที่ได้รับควรจะลดลง แต่เนื่องจากเปลี่ยน แผง พัดลมให้พัดกังหันลมเต็มใบ และยึด โครงต่างๆ ให้แข็งแรง และลดแรงเสียดทานของผิวใบ สามารถเพิ่มกำลังงานและความเร็วรอบได้มาก แต่เนื่องจากการออกแบบเดิมไม่ดีพอ และรัศมีหลังจากการปรับปรุงน้อยมากจึงไม่สามารถใช้ลมธรรมชาติในการหมุน
- กราฟรูปที่ 2 ปรากฏว่าแบบจำลองกังหันลมแบบต้นและดิ่ง ให้กำลังงานมากกว่า กังหันลมแกนดิ่งชนิด 6 ใบ มาก ที่ความเร็วลมเดียวกัน
- กราฟรูปที่ 3 ผลออกมาว่าแบบจำลองกังหันลมแกนดิ่งชนิด 6 ใบ ให้กำลังงานมากกว่า ชนิด 3 ใบถึง 1.3 เท่า ที่อัตราความเร็วรอบ 2.9 รอบ/วินาที ณ. ความเร็วลม 9.84 เมตร/วินาที
- กราฟรูปที่ 5 ผลปรากฏว่ากังหันลมทั้ง 2 ชนิด มีกำลังงานไม่แตกต่างกันมาก แสดงถึงการออกแบบที่ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก
- กราฟรูปที่ 8 การลดพื้นที่ของกังหันลมลง ไป 22.73% เมื่อเทียบกับเมื่อยังไม่ได้ลดพื้นที่รับลม (กราฟรูปที่ 7) ผลออกมาว่า กำลังงานสูงสุดเกือบเท่ากัน ทั้งนี้ เพราะขณะที่ลดรัศมีของแกนใบ ทำให้ไปลดช่องว่างเวนจูรี่ ซึ่งเสริมกำลังขึ้นทดแทนกับที่สูญเสียในการลดพื้นที่รับลม ไป

กราฟแท่งแสดงถึงความแตกต่าง
ของความดันของไบนาคา 0012
ใช้สำหรับวิเคราะห์หาช่องว่างที่
เหมาะสมสำหรับ ปราบกฎการณ์
เวนจูรี และใช้สำหรับออกแบบใบ
โดยที่ตัวใบหุ้มด้วยอลูมิเนียมพอยส์
เพื่อลดแรงเสียดทาน

แสดงด้วยกันทั้งหมด 8 กราฟ

กราฟรูปที่ 1 แสดงความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งต่างๆของใบ

ความเร็วลม 7.71 เมตร/วินาที

กราฟรูปที่ 2 ความเร็วลม 6.28 เมตร/วินาที

กราฟรูปที่ 3 เมื่อใบอยู่ในทิศทางตามลม

ความเร็วลม 7.71 เมตร/วินาที

กราฟรูปที่ 4 ความเร็วลม 6.28 เมตร/วินาที

กราฟรูปที่ 5 ปรับช่องว่างเวนจูรี 3 ตำแหน่ง ดังนี้

2 4 6 เซนติเมตร

ความเร็วลม 7.71 เมตร/วินาที

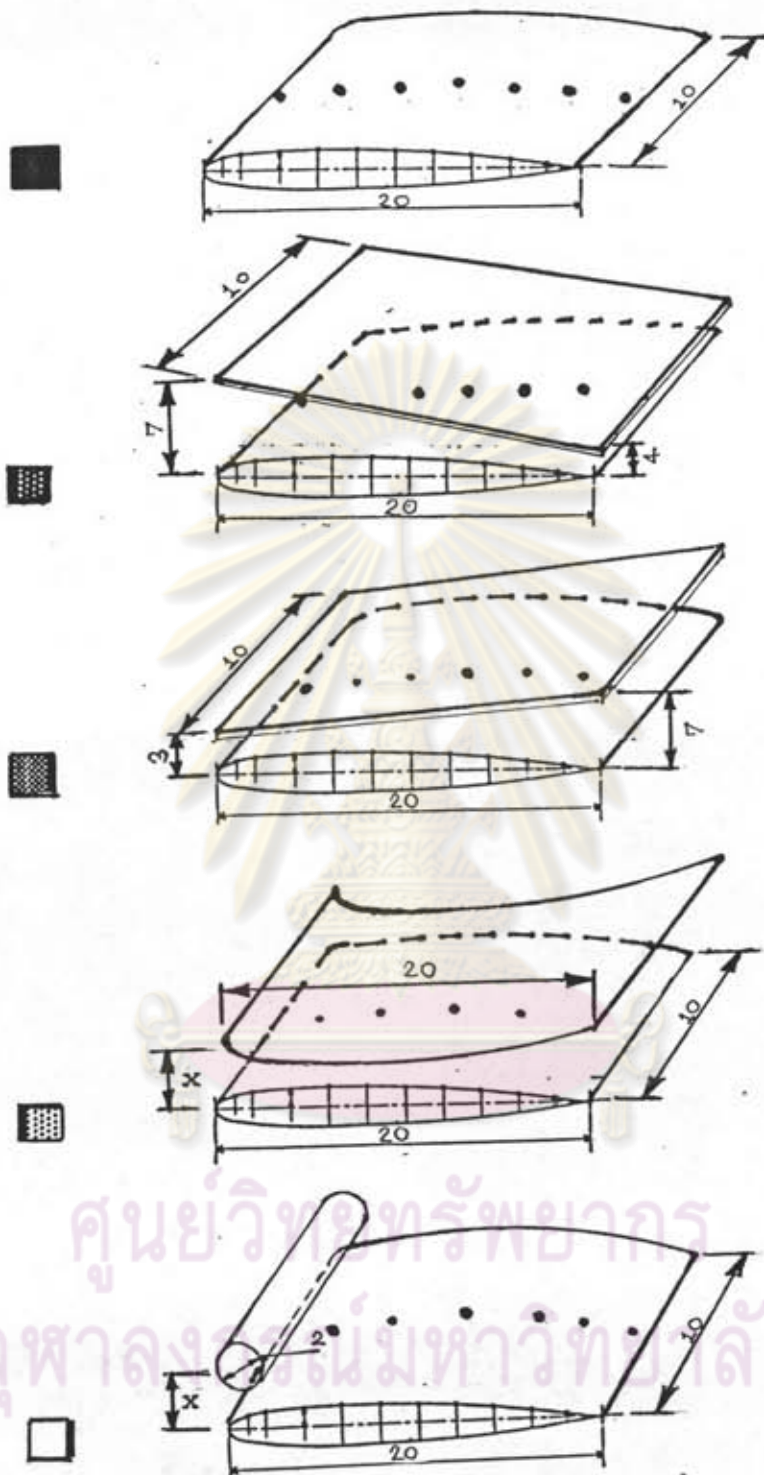
กราฟรูปที่ 6 ความเร็วลม 6.28 เมตร/วินาที

กราฟรูปที่ 7 ปรับช่องว่างของทรงกระบอก 2 ตำแหน่ง ดังนี้

2 4 เซนติเมตร

ความเร็วลม 7.71 เมตร/วินาที

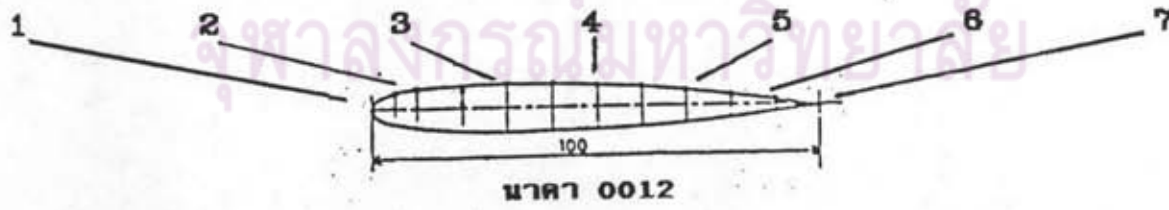
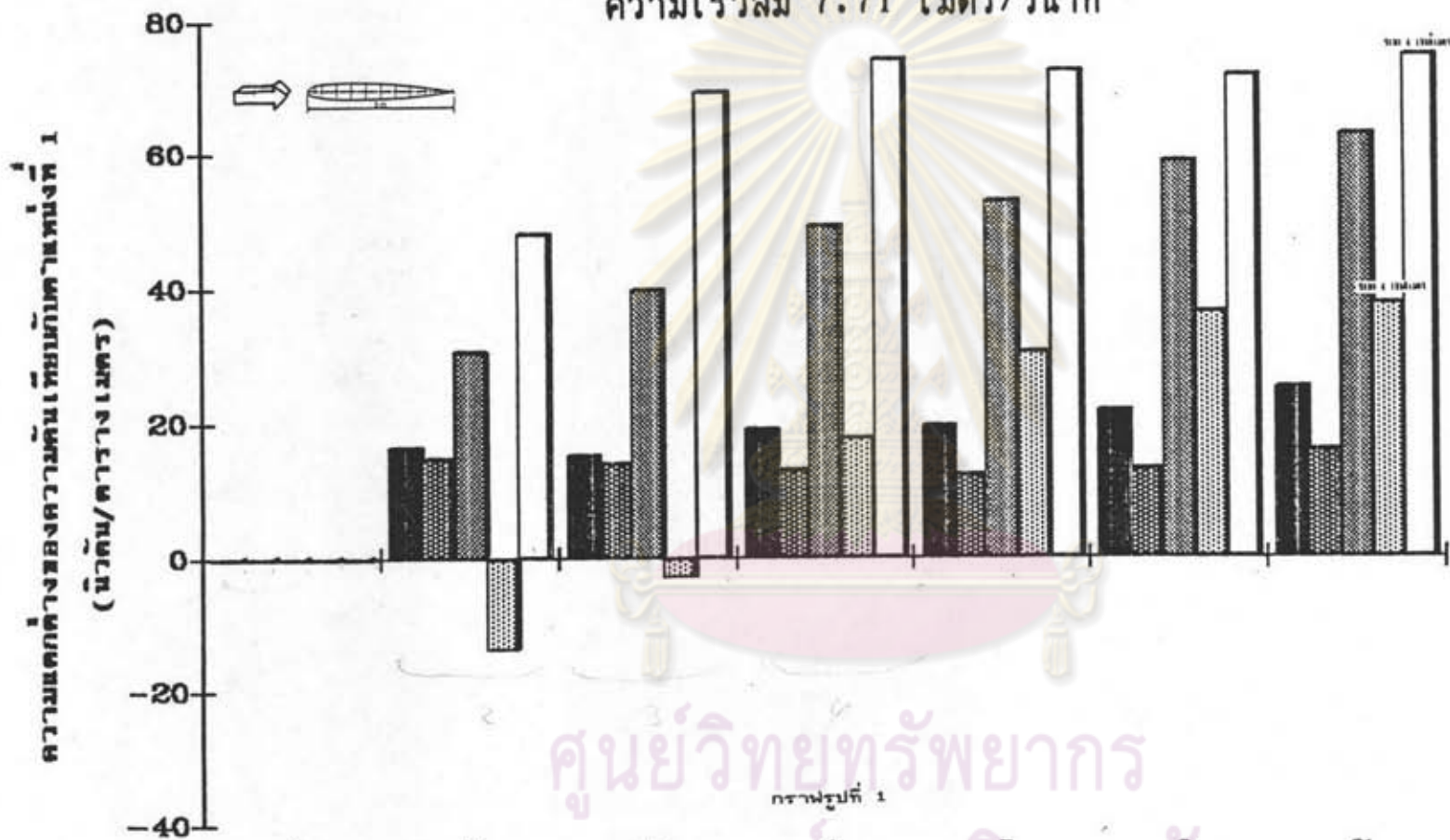
กราฟรูปที่ 8 ความเร็วลม 6.28 เมตร/วินาที



มาตราส่วน : เซนติเมตร

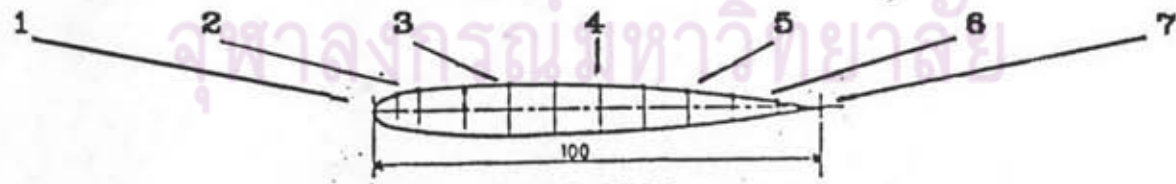
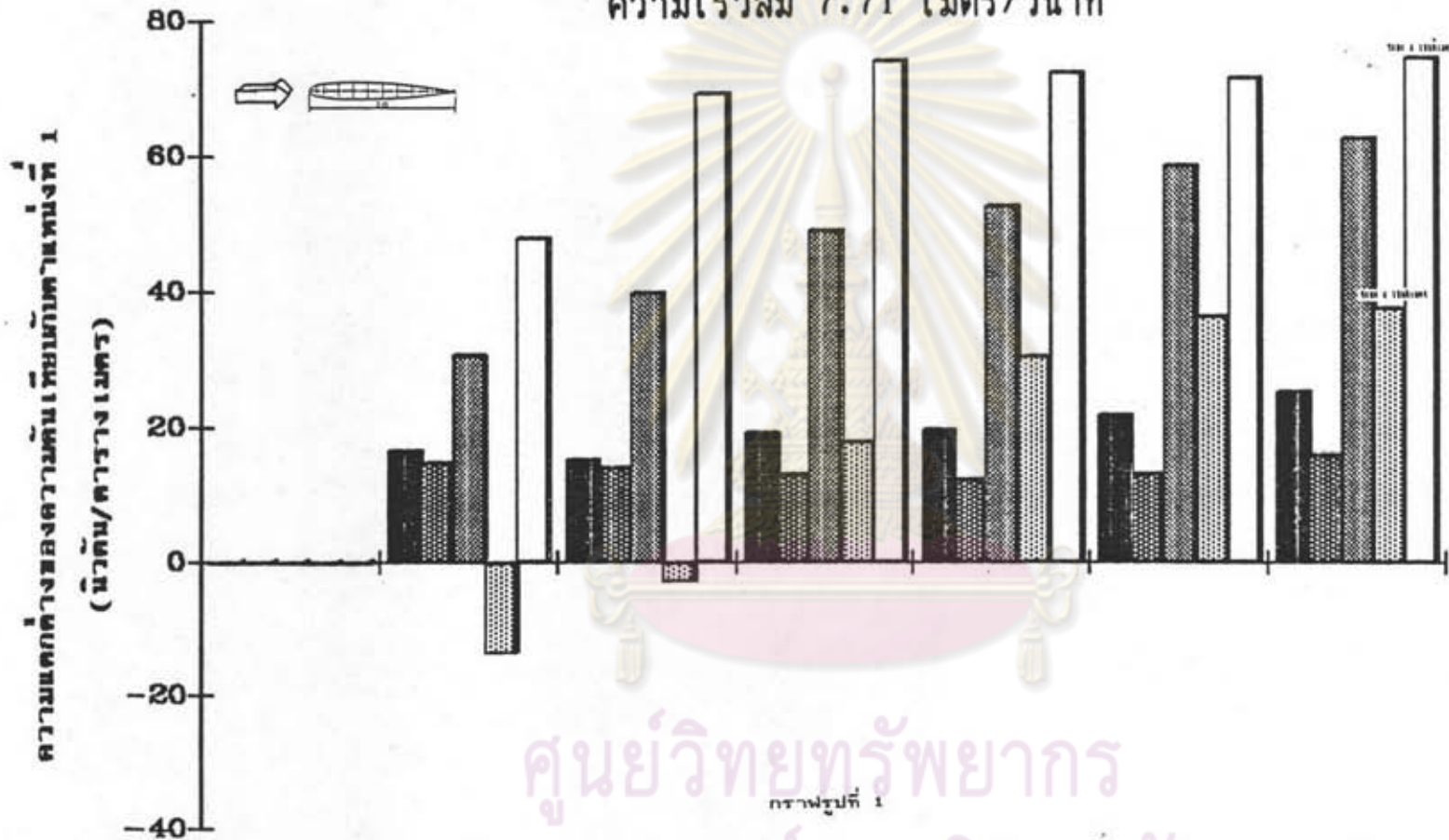
แบบจำลองของใบ ราคา 0012
 สำหรับทดสอบ ความแตกต่างของความดัน
 เทียบกับตำแหน่งที่ 1
 แสดงโดยใช้กราฟแท่ง
 ทั้งหมดมี 7 ตำแหน่ง

กราฟแท่งแสดงความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งต่างๆของใบ
ความเร็วลม 7.71 เมตร/วินาที



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

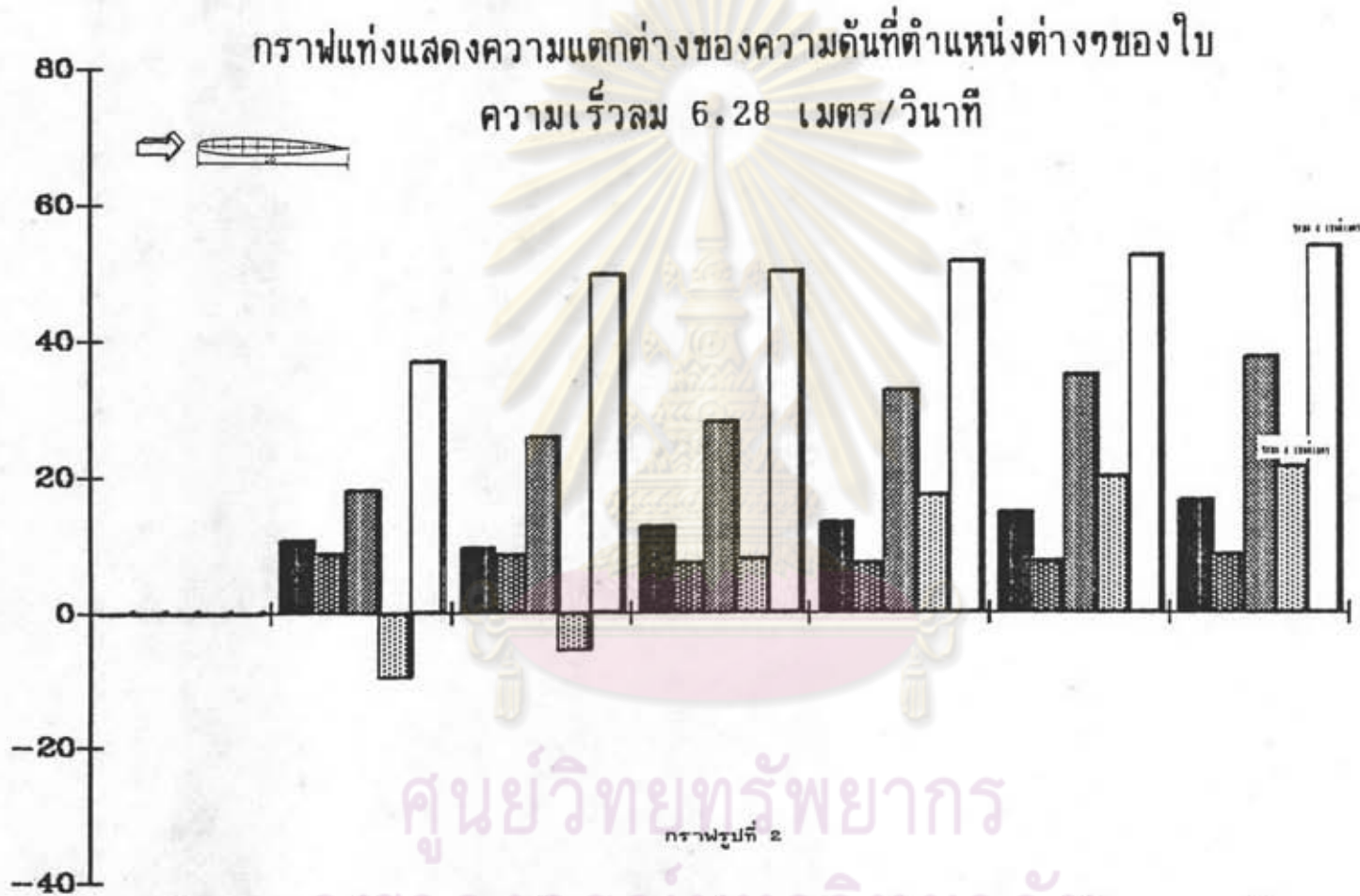
กราฟแท่งแสดงความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งต่างๆของใบ
ความเร็วลม 7.71 เมตร/วินาที



มาตรา 0012

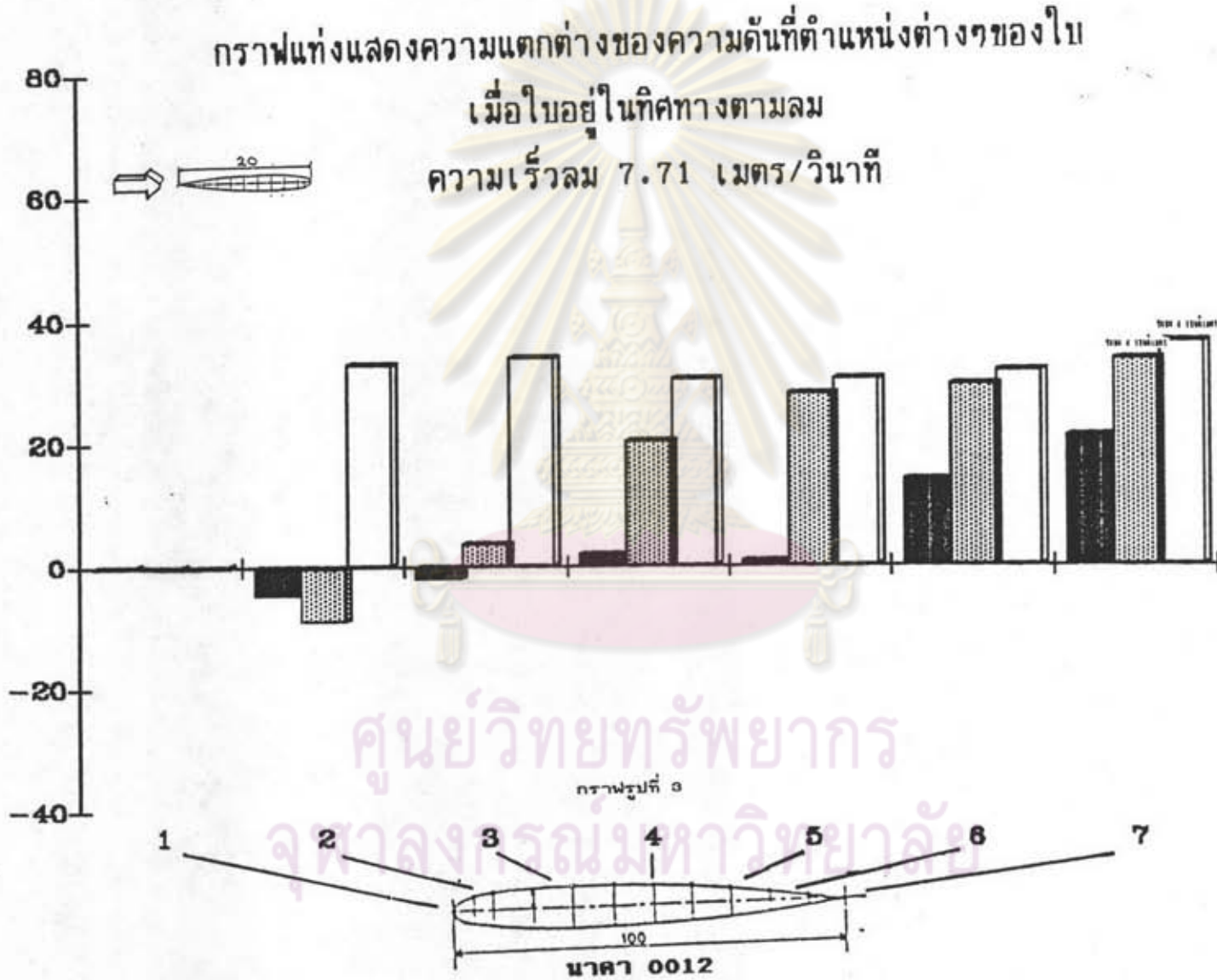
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งที่ 1
(นิวตัน/ตารางเมตร)



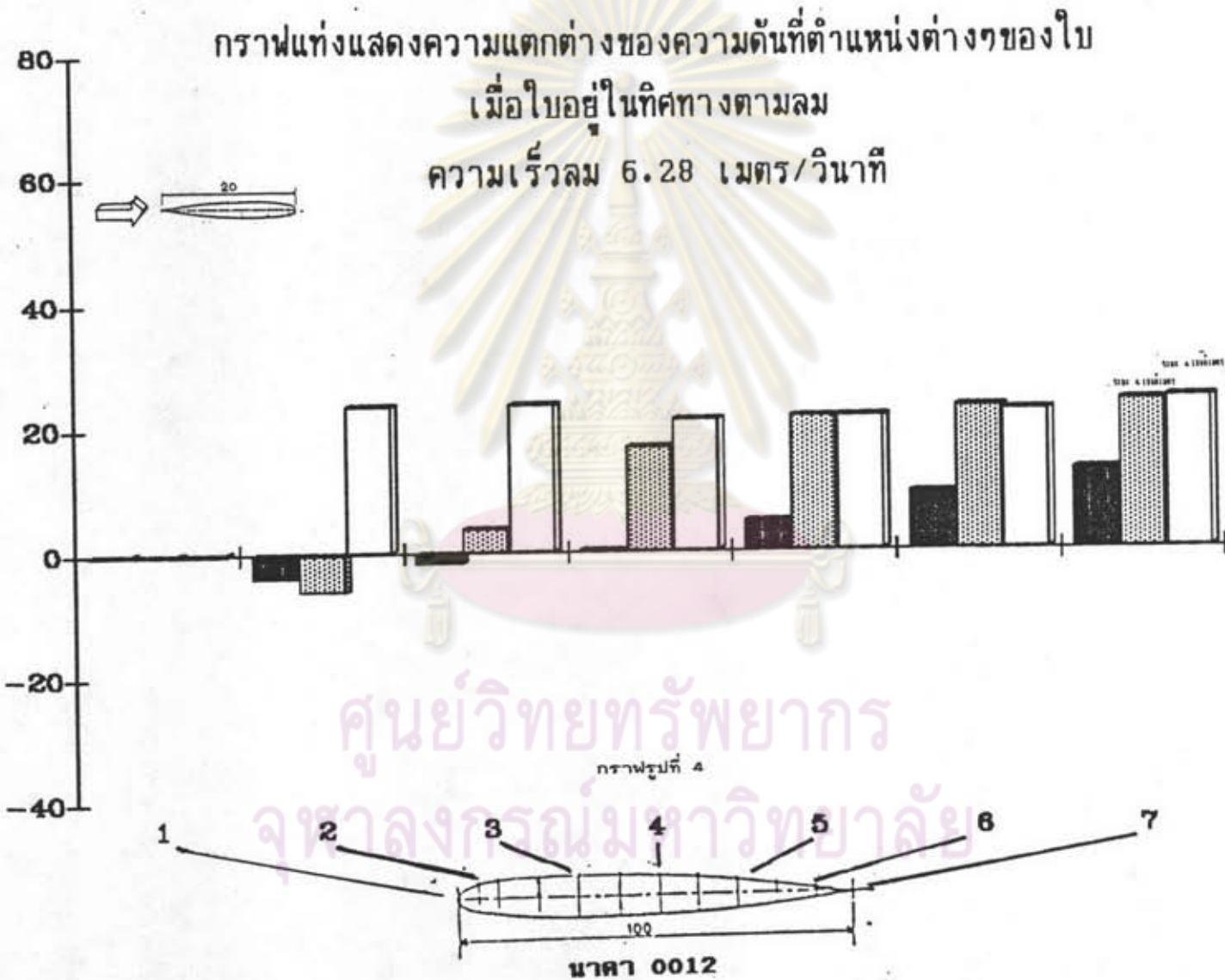
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความแตกต่างของความดันเทียบกับตำแหน่งที่ 1
(หน่วย: เมตร)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

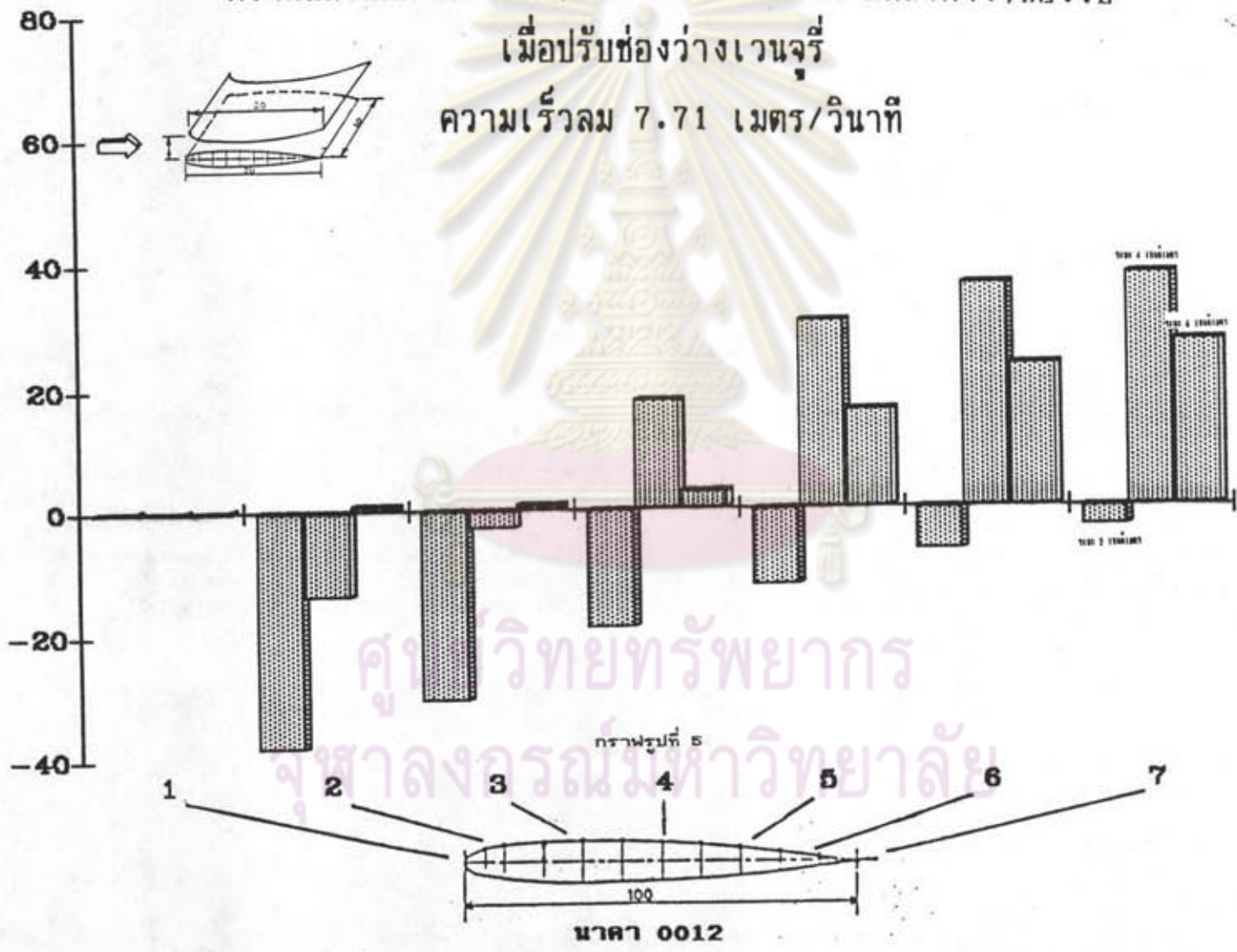
ความแตกต่างของความเร็วกับตำแหน่งที่ 1
(นับข้างเมตร)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความแตกต่างของความดันเทียบกับตำแหน่งที่ 1
(นิวตัน/ตารางเมตร)

กราฟแท่งแสดงความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งต่างๆของใบ
เมื่อปรับช่องว่างเวนจูรี
ความเร็วลม 7.71 เมตร/วินาที

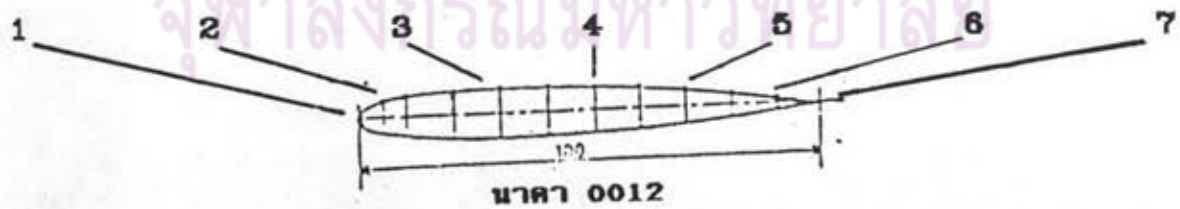
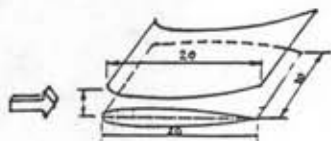
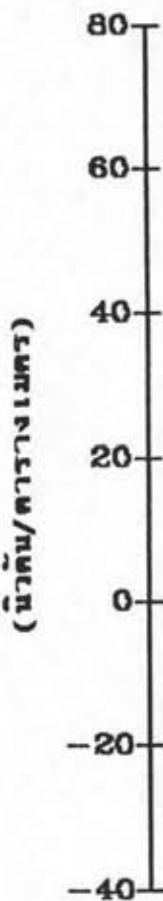


กราฟแท่งแสดงความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งต่างๆของใบ

เมื่อปรับช่องว่างเวนจูรี

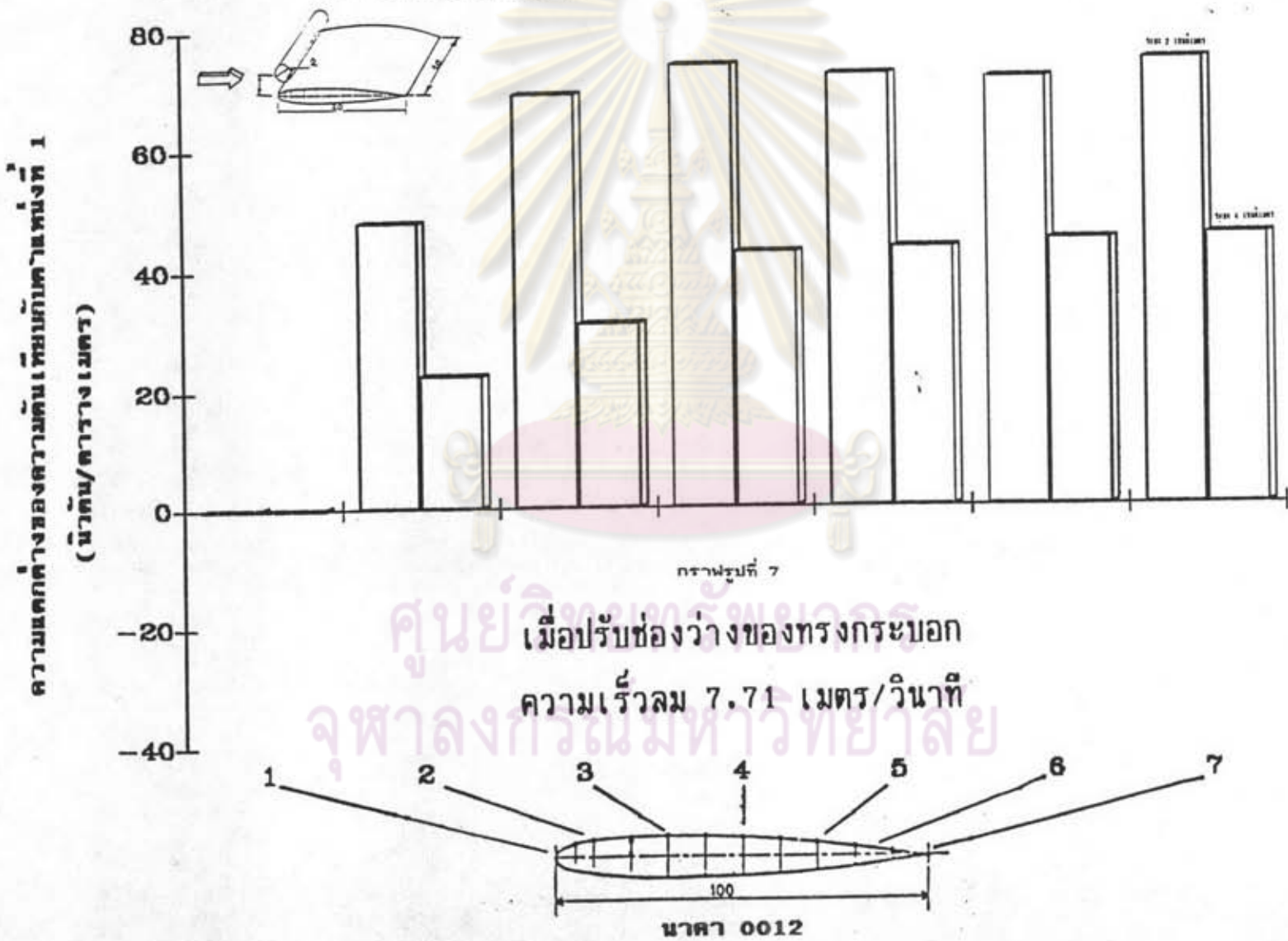
ความเร็วลม 6.28 เมตร/วินาที

ความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งที่ 1
(เมตร/วินาที)

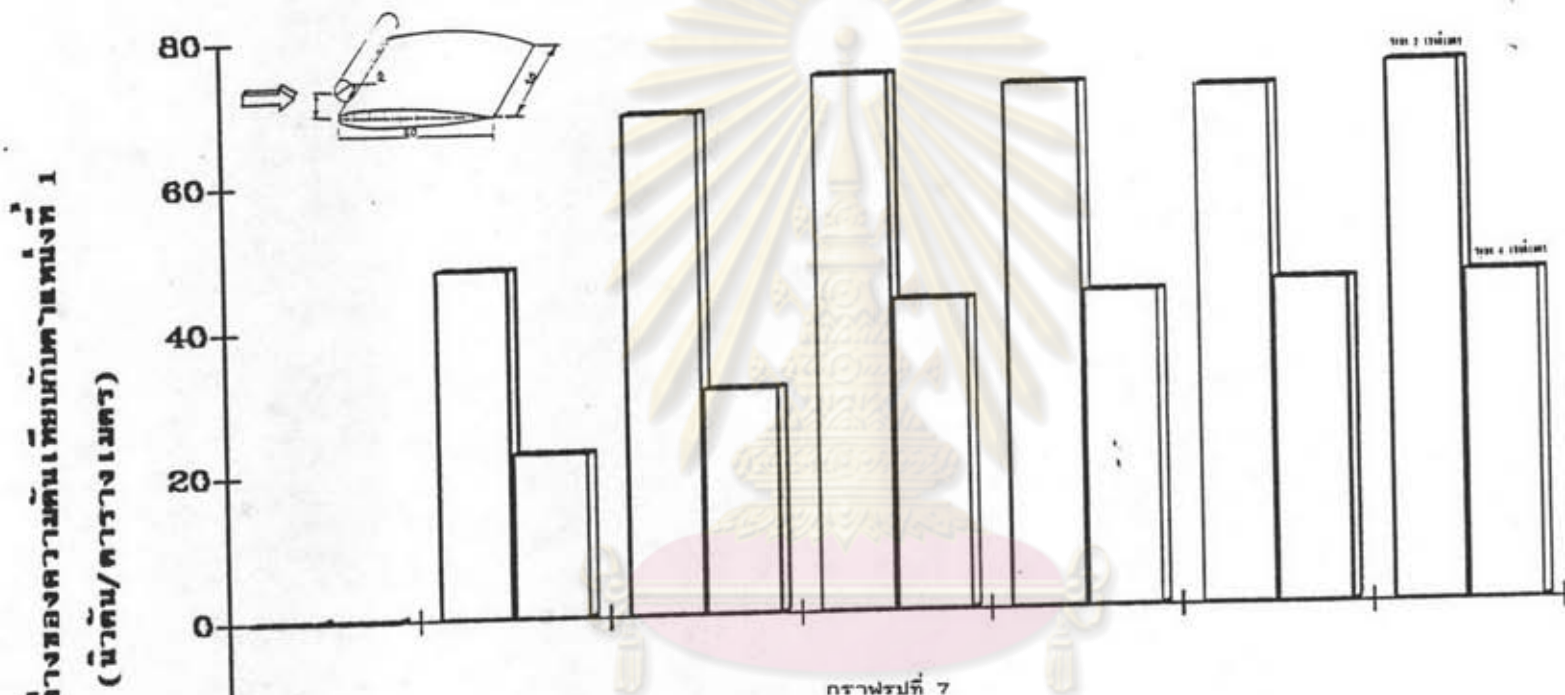


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟแท่งแสดงความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งต่างๆของใบ



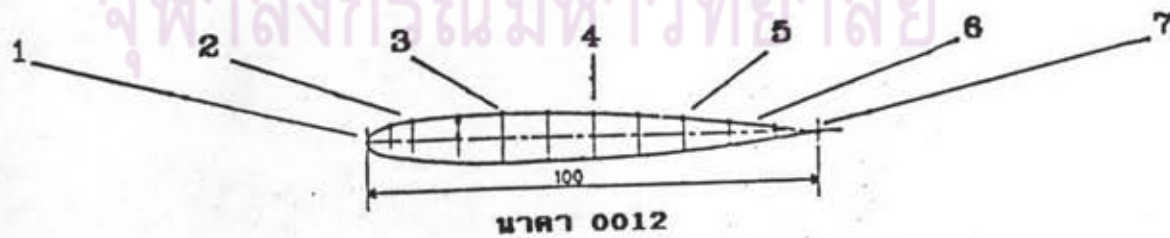
กราฟแท่งแสดงความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งต่างๆของใบ



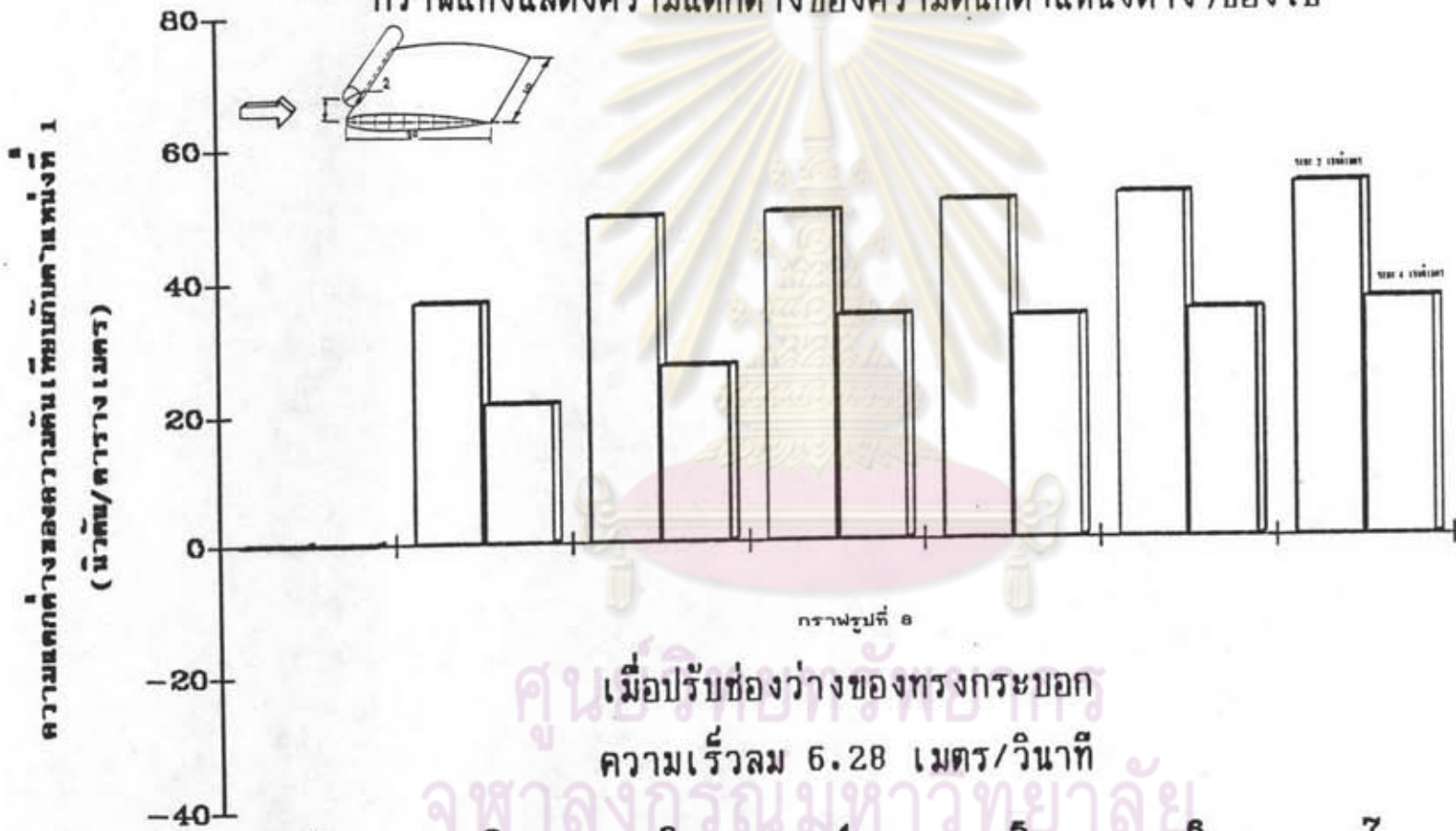
กราฟรูปที่ 7

ศูนย์วิจัยกสิกรรม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

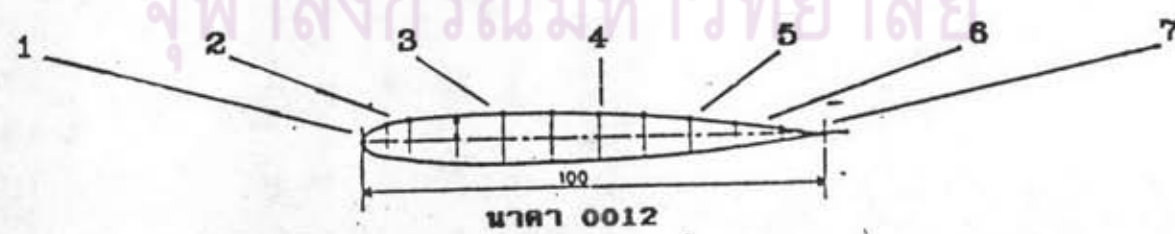
เมื่อปรับช่องว่างของทรงกระบอก
ความเร็วลม 7.71 เมตร/วินาที



กราฟแท่งแสดงความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งต่างๆของใบ



เมื่อปรับช่องว่างของทรงกระบอก
ความเร็วลม 6.28 เมตร/วินาที



อธิบายผลที่ได้จากกราฟแท่ง

กราฟรูปที่ 1 แสดงไว้อยู่ 5 รูปแบบ

1. ใบอยู่ในสภาพต้านลม
2. เสริมแผ่นสี่เหลี่ยมเพื่อให้เกิดปรากฏการณ์เวนจูรีที่บริเวณหาง
3. กลับแผ่นสี่เหลี่ยมเพื่อให้เกิดปรากฏการณ์เวนจูรีที่บริเวณหัว
4. ใช้แผ่นเวนจูรีที่จำลองจากปริซึมผิวโค้ง
5. ใช้ทรงกระบอกกันลมเพื่อให้เกิดเป็นช่องออริฟิซ

กราฟรูปที่ 1 เมื่อใช้เวนจูรีที่จำลองจากปริซึมผิวโค้ง ให้ความดันที่แตกต่างกันมาก สังเกตว่าความดันตำแหน่งที่ 2 และ ตำแหน่งที่ 3 มีค่าเป็นลบ ทำให้ตำแหน่งที่ 7 มีค่าเป็นบวกมากขึ้น การทดสอบรูปแบบที่ 5 ถึงแม้ว่าตำแหน่งที่ 7 จะมีความดันแตกต่างที่สูงกว่ารูปแบบที่ 4 แต่ว่าตำแหน่งที่ 2 และ 3 มีค่าเป็นบวกที่สูงมาก มีผลทำให้ตำแหน่งที่ 7 มีค่าเป็นบวกน้อยลง

การทดลองรูปแบบที่ 3 มีการสูญเสียสูงมาก

การทดลองรูปแบบที่ 2 มีผลในทางลบ สังเกตเห็นว่าจากตำแหน่ง 2 ถึง 7 มีความดันที่ใกล้เคียงกันมาก

กราฟรูปที่ 2 เปลี่ยนความเร็วลมลงมาที่ 6.28 เมตร/วินาที ผลที่ได้อธิบายได้เช่นเดียวกับรูปที่ 1 เพียงแต่มีค่าที่ลดน้อยลงมา

กราฟรูปที่ 3 เมื่อใบอยู่ในสภาพต้านลม ทดสอบพร้อมกัน 3 รูปแบบ

1. ใบอยู่ในสภาพตามลม
2. ใช้แผ่นเวนจูรีที่จำลองมาจากปริซึมผิวโค้ง
3. ใช้ทรงกระบอกกันลมเพื่อทำให้เกิดเป็นช่องออริฟิซ

สังเกตเห็นว่าเมื่อเสริมแผ่นเวนจูรี ตำแหน่งที่ 3 มีค่าเป็นบวก ทำให้ตำแหน่งที่ 7 มีค่าเป็นบวกน้อยลงเมื่อเทียบกับตำแหน่งที่ 3 ดังนั้นการออกแบบใบให้สับได้นั้นก็เพื่อหลีกเลี่ยงผลทางนี้ด้วย

กราฟรูปที่ 4 ทดสอบโดยใช้แผ่นเวนจูรีที่จำลองจากปริซึมผิวโค้ง สามารถเลื่อนเพื่อปรับช่องว่างเวนจูรี ได้ 3 ค่า

2 4 6 เซนติเมตร

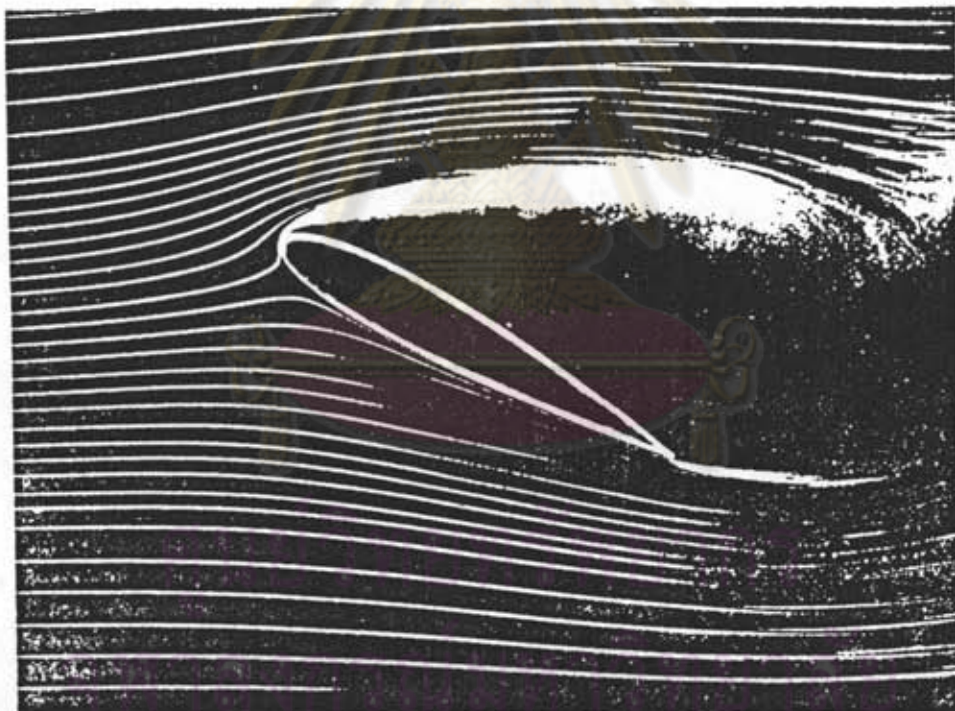
ผลการทดลอง ที่ระยะ 4 เซนติเมตร เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดนำไปใช้ในการออกแบบ และทำแบบจำลองกังหันลมแกนดิ่งแบบต้นและดิ่ง เมื่อนำแบบจำลองไปทดสอบ กำลังงานที่ได้ออกมาสูงสุดเมื่อเทียบกับระยะเวลายูรีค่าอื่นๆ

กราฟรูปที่ 7 ใช้ทรงกระบอกบังลม ความดันสูงมากทุกบริเวณ จากการทดลองถ้าย้ายตำแหน่งทรงกระบอกไปตำแหน่งที่ 3 จะช่วยเสริมแรงให้ใบได้ แต่ถ้ามีการออกแบบเพื่อใช้งาน ต้องศึกษาต่อไปอีกมาก



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

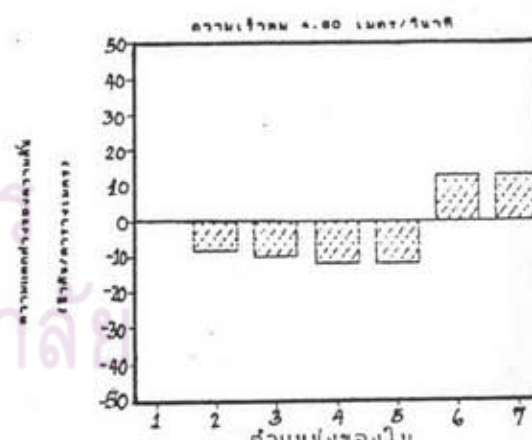
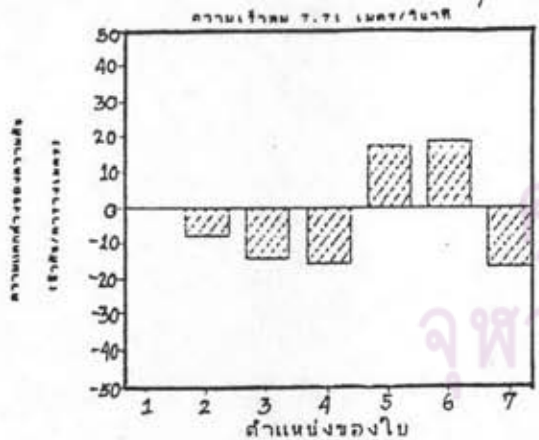
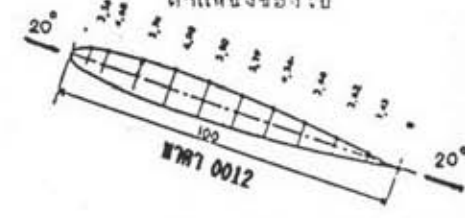
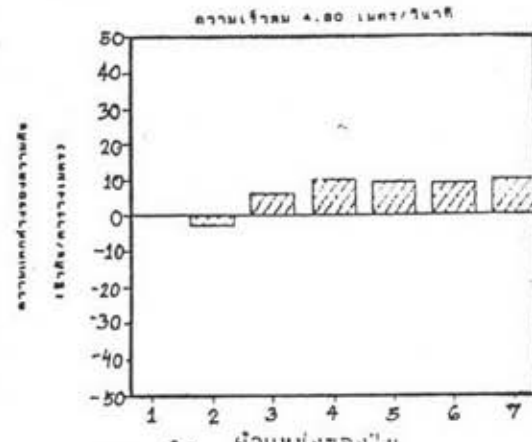
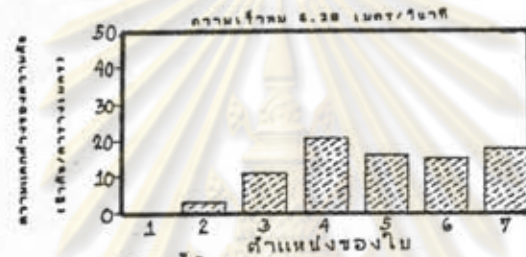
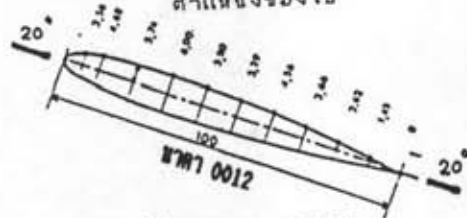
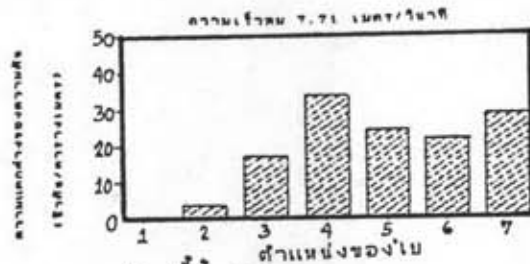
กราฟแท่งแสดงความแตกต่าง ของความดันที่มุม
 ต่างๆ เมื่อเอียงที่มุม 20° สังเกตเห็นว่ามีความ
 ต่างของความดันระหว่างด้านบนและด้านล่าง
 ของ ใบมาก ที่ -10° ผลออกมาเช่นเดียวกัน
 จากรูปตัวอย่างที่ถ่ายได้ในอุโมงค์ลม



รูปตัวอย่าง ทดสอบในอุโมงค์ลม โดยใช้ควันเพื่อให้เห็นเส้นการไหลอย่างชัดเจน ที่มุมปะทะ
 สูงจะเกิดการสทอลขึ้น บริเวณด้านบนของใบ

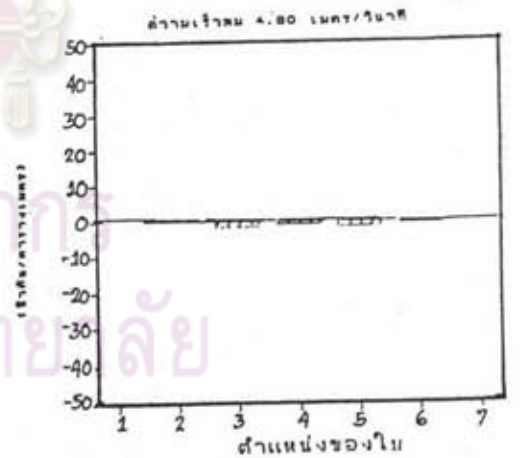
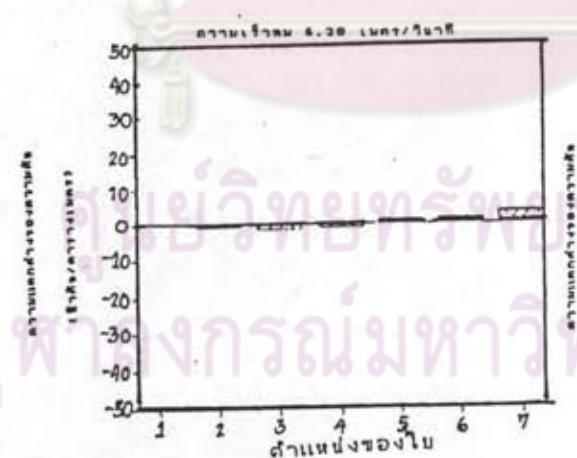
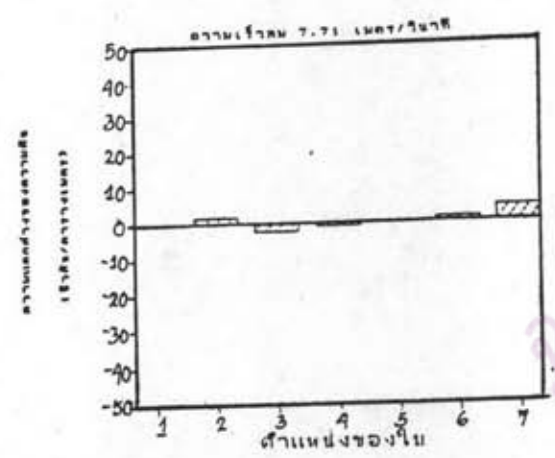
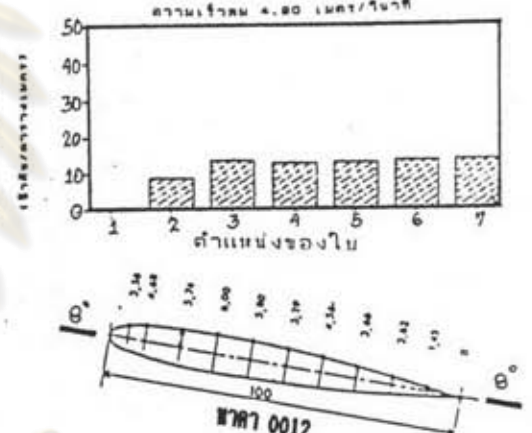
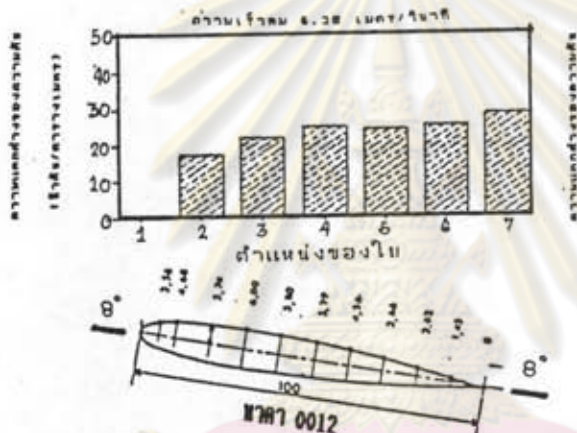
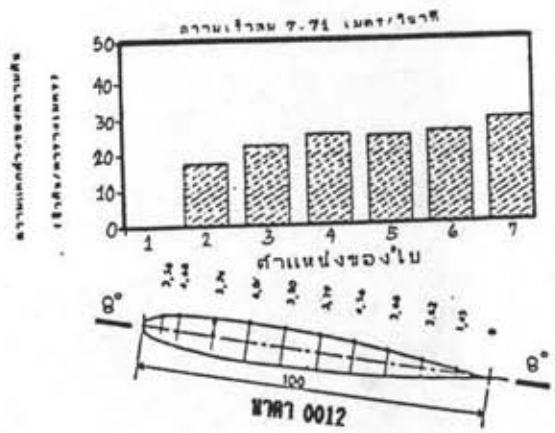
กราฟแท่งแสดงความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งต่างๆของใบ

เทียบกับตำแหน่งที่ 1

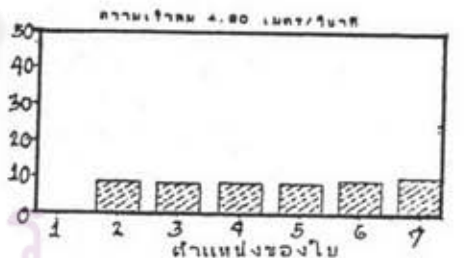
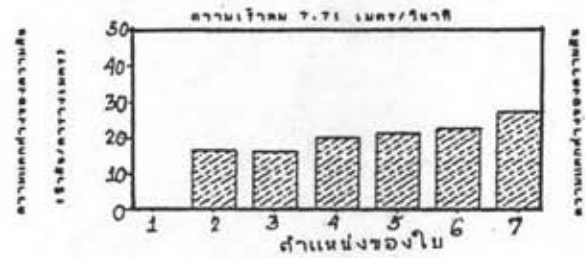
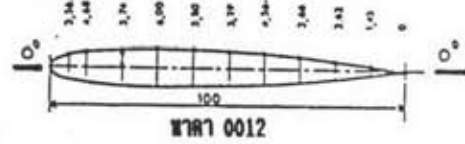
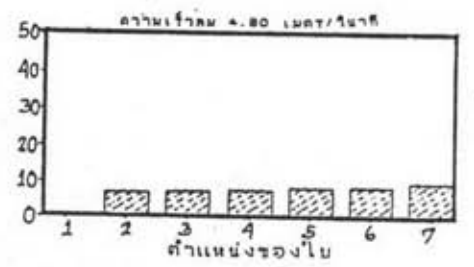
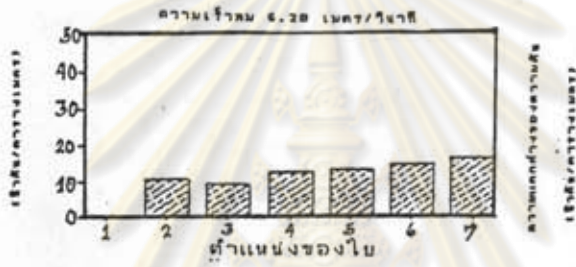
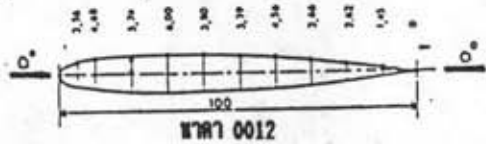
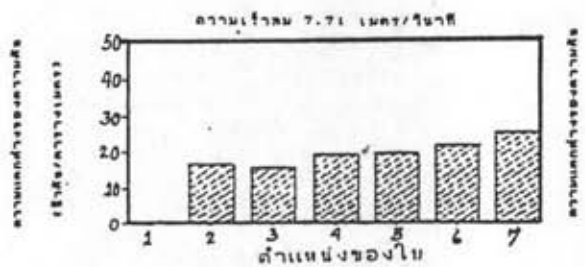


กราฟแท่งแสดงความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งต่างๆของใบ

เทียบกับตำแหน่งที่ 1



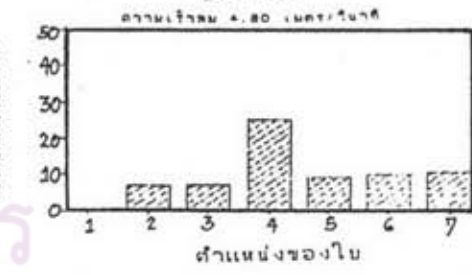
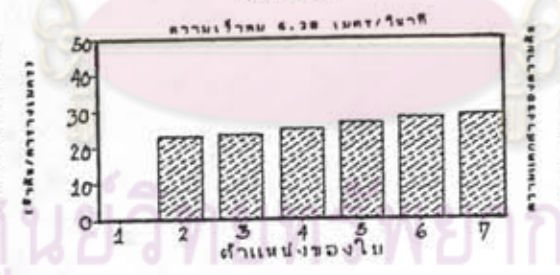
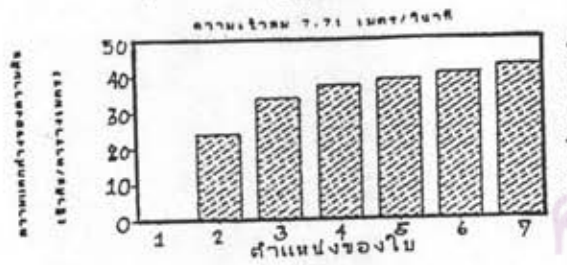
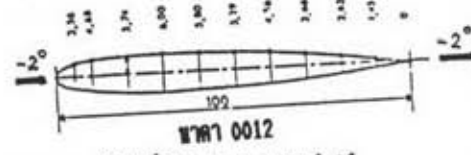
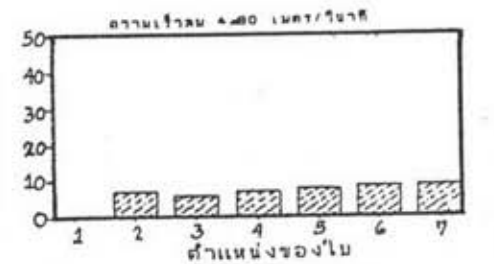
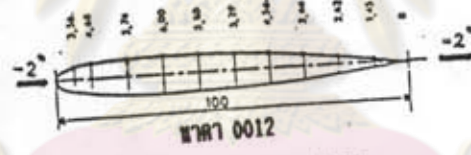
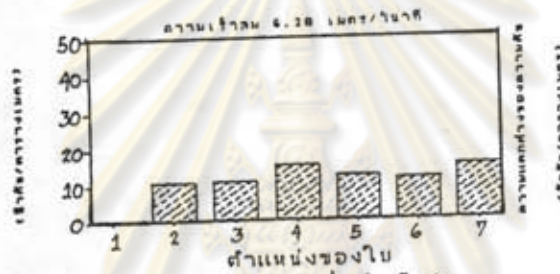
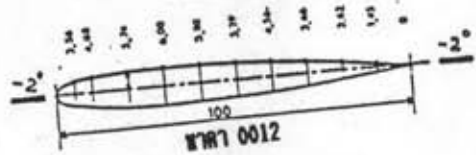
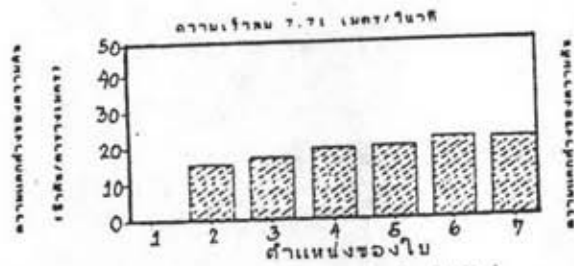
กราฟแท่งแสดงความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งต่างๆของใบ เทียบกับค่าหนึ่งที่ 1



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

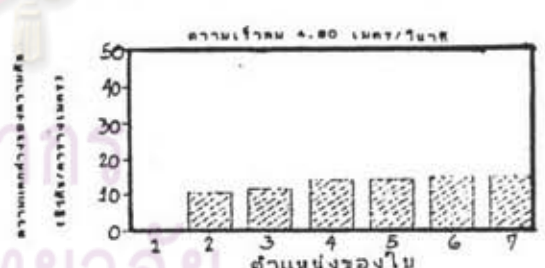
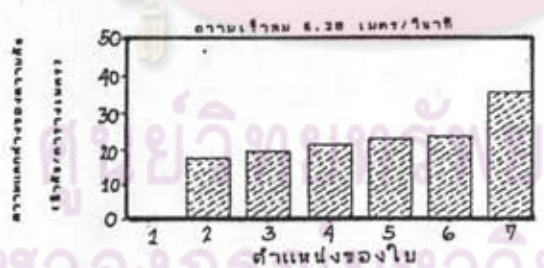
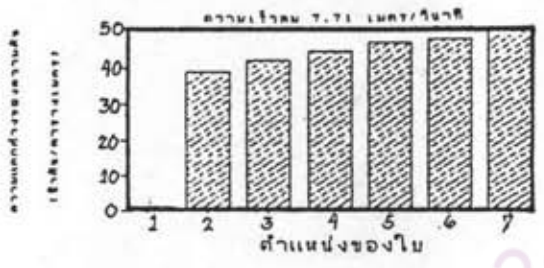
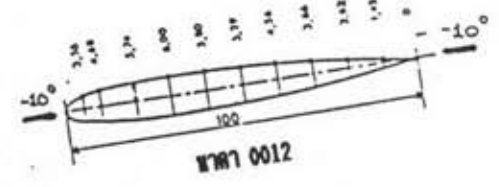
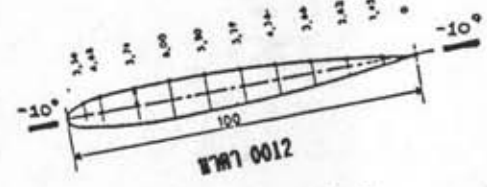
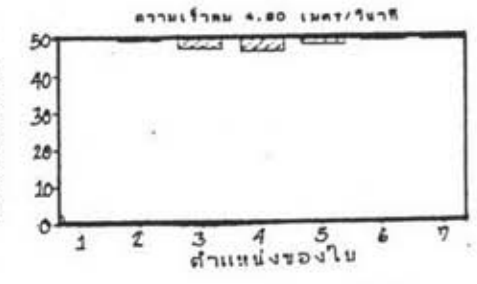
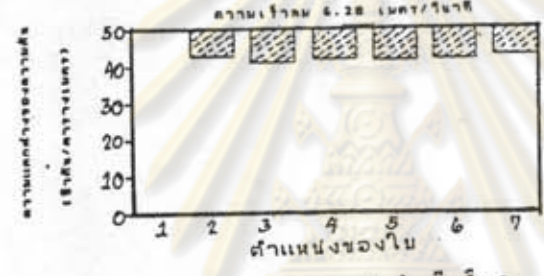
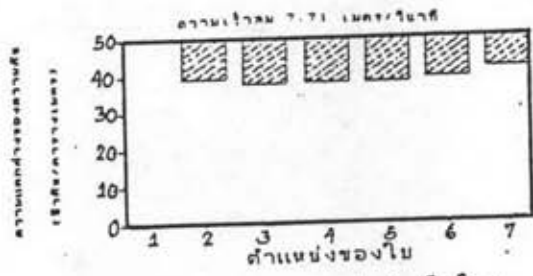
กราฟแท่งแสดงความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งต่างๆของใบ

เทียบกับค่าหนึ่งที่ 1



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟแท่งแสดงความแตกต่างของความดันที่ตำแหน่งต่างๆของใบ เทียบกับตำแหน่งที่ 1



ศูนย์วิจัยและพัฒนาอากาศยาน
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย