ภาคผนวก ก

ผลการสอบเทียบอุโมงค์ลม

	-0.60	-0.40	-0.20	0	0.20	0.40	0.60
-0.60	1.1	2.1	2.2	2.3	2.9	2.7	2
-0.40	1.5	1.8	2.2	2	2.3	2.4	2.8
-0.20	2.1	1.7	2	2.3	2	3.3	2.7
0	2.5	1.7	1.4	2.1	1.9	2.5	2
0.20	2.1	1.8	1.8	1.1	2.1	2.8	2.7
0.40	2.3	1.7	2.1	2.3	2.9	2.3	3.1
0.60	0.8	2.2	2.2	2.2	2.9	2.8	3.4

ภาพที่ ก. 1 แสดงความเร็วลมที่ระยะ 0.20 เมตร จากปากอุโมงค์ลม ที่ความเร็วลม 2 m/s

	-0.60	-0.40	-0.20	0	0.20	0.40	0.60
-0.60	1.8	2.8	3.1	3.3	3.3	3.7	3.4
-0.40	2.5	2.7	3	2.9	2.7	3.4	3
-0.20	1.9	2.6	3.1	2.4	2.8	2.9	3.1
0	2.3	3.2	1.9	3.2	2.3	3.1	3.7
0.20	2.2	3.2	2.3	1.3	2.8	2.4	3.1
0.40	2.6	2.8	2.8	3.3	3.6	2.9	3.9
0.60	1.7	2.6	2.9	3	3.7	3.4	4.6

ภาพที่ ก. 2 แสดงความเร็วลมที่ระยะ 0.20 เมตร จากปากอุโมงค์ลม ที่ความเร็วลม 3 m/s

	-0.60	-0.40	-0.20	0	0.20	0.40	0.60
-0.60	1.5	2.7	4.1	4.9	4	4.2	3.5
-0.40	2.7	3.1	4.4	4.6	3.8	4.1	4.3
-0.20	3.6	3.4	3.9	3.3	4.4	4.5	4
0	3.1	3.2	2.3	2.9	3.4	3.6	3.4
0.20	3	3	2.9	1.7	3.9	3.5	3.4
0.40	4.1	2.9	2.6	3.3	4.3	3.3	4.4
0.60	1.9	3.3	4.1	3.5	4.5	4.1	5.3

ภาพที่ ก. 3 แสดงความเร็วลมที่ระยะ 0.20 เมตร จากปากอุโมงค์ลม ที่ความเร็วลม 3.5 m/s

	-0.60	-0.40	-0.20	0	0.20	0.40	0.60
-0.60	1.6	3.5	4.6	4.5	4.7	4.5	4.2
-0.40	2.4	4.1	4	4.2	4.2	4.5	4.9
-0.20	3.2	4	4	3.5	3.8	4.6	4.7
0	4.2	3.9	3	4.4	3.8	4.6	4.5
0.20	3.9	4.4	4.1	1.8	4	5	5.7
0.40	4.1	4.2	4.3	3.9	4.6	5.5	6.1
0.60	2.4	3.9	4.5	4.2	4.7	5.6	6.2

ภาพที่ ก. 4 แสดงความเร็วลมที่ระยะ 0.20 เมตร จากปากอุโมงค์ลม ที่ความเร็วลม 4 m/s

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างข้อมูลและผลการคำนวณกังหันลมแบบจำลองใบผ้ากระสอบ จำนวนใบ (B) 6 ใบ มุมตั้งใบ (β) 20 องศา

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 1

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 2 m/s

Test No.	Dead Weight Load (kg.)	Spring Load (N)	Shaft Speed (rpm)
1	0	0	67.1
2	0.20	0.82	65.4
3	0.40	0.95	62.1
4	0.60	1.02	55.9
5	0.80	1.45	44.2
6	1.00	2.20	35.7
7	1.20	2.41	21.2
8	1.35	2.70	10.5
9	1.45	3.10	0

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 1

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 3 m/s

Test No.	Dead Weight Load (kg.)	Spring Load (N)	Shaft Speed (rpm)
1	0	0	76.1
2	0.50	1.25	58.2
3	0.70	1.47	45.1
4	0.90	1.68	34.2
5	1.10	2.34	26.0
6	1.30	2.60	17.1
7	1.50	3.10	8.0
8	1.65	3.48	0

ตารางที่ ข. 3 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 1

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 3.5 m/s

Test No.	Dead Weight Load (kg.)	Spring Load (N)	Shaft Speed (rpm)
1	0	0	85.7
2	0.50	0.89	81.5
3	1.00	1.87	78.0
4	1.50	2.70	65.1
5	1.70	2.82	58.7
6	1.90	2.95	50.1
7	2.10	3.78	39.5
8	2.30	3.90	24.8
9	2.50	4.76	12.1
10	2.70	4.95	5.0
11	2.85	5.20	0

ตารางที่ ข. 4 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 1

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 4 m/s

Test No.	Dead Weight Load (kg.)	Spring Load (N)	Shaft Speed (rpm)
1	0	0	94.8
2	1.00	1.88	80.5
3	2.00	3.80	62.0
4	2.50	4.79	53.7
5	3.00	5.91	41.8
6	3.50	7.98	29.5
7	4.00	10.10	10.1
8	4.20	11.72	0

ตารางที่ ข. 5 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 2

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 2 m/s

Test No.	Dead Weight Load (kg.)	Spring Load (N)	Shaft Speed (rpm)
1	0	0	57.5
2	0.20	0.57	27.2
3	0.40	0.86	10.8
4	0.55	0.98	0

ตารางที่ ข. 6 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 2

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 3 m/s

Test No.	Dead Weight Load (kg.)	Spring Load (N)	Shaft Speed (rpm)
1	0	0	68.3
2	0.20	0.75	64.9
3	0.40	0.91	53.1
4	0.60	1.21	41.8
5	0.80	1.50	35.3
6	1.00	2.28	20.5
7	1.20	2.44	10.2
8	1.30	2.69	6.2
9	1.40	2.98	0

ตารางที่ ข. 7 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 2

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 3.5 m/s

Test No.	Dead Weight Load (kg.)	Spring Load (N)	Shaft Speed (rpm)
1	0	0	85.3
2	0.50	0.85	76.0
3	1.00	1.72	63.0
4	1.50	2.75	54.0
5	1.70	2.87	45.5
6	1.90	3.10	40.1
7	2.10	3.60	35.2
8	2.30	3.98	30.5
9	2.50	4.68	22.7
10	2.70	4.81	10.9
11	2.85	4.90	5.8
12	2.95	5.20	0

ตารางที่ ข. 8 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 2

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 4 m/s

Test No.	Dead Weight Load (kg.)	Spring Load (N)	Shaft Speed (rpm)
1	0	0	99.7
2	1.00	2.00	86.0
3	2.00	4.28	72.2
4	3.00	5.80	65.1
5	4.00	8.89	50.0
6	4.50	10.76	32.0
7	5.00	12.20	21.8
8	5.50	15.10	15.6
9	5.70	16.10	6.2
10	5.90	17.85	0

ตารางที่ ข. 9 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 3

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 2 m/s

Test No.	Dead Weight Load (kg.)	Spring Load (N)	Shaft Speed (rpm)
1	0	0	47.9
2	0.20	0.52	33.7
3	0.40	0.87	25.5
4	0.60	0.92	14.1
5	0.80	1.17	6.0
6	0.95	1.29	0

ตารางที่ ข. 10 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 3

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 3 m/s

Test No.	Dead Weight Load (kg.)	Spring Load (N)	Shaft Speed (rpm)
1	0	0	64.6
2	0.50	1.00	50.2
3	1.00	1.80	40.8
4	1.20	2.00	32.0
5	1.40	2.50	15.1
6	1.60	2.80	10.0
7	1.80	3.20	4.2
8	2.00	3.50	0

ตารางที่ ข. 11 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 3

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 3.5 m/s

Test No.	Dead Weight Load (kg.)	Spring Load (N)	Shaft Speed (rpm)
1	0	0	87.9
2	0.50	1.20	74.2
3	1.00	2.10	66.9
4	1.50	3.20	60.0
5	2.00	4.25	52.1
6	2.20	4.60	49.7
7	2.40	4.92	40.5
8	2.60	5.62	35.9
9	2.80	5.90	29.7
10	3.00	6.00	20.0
11	3.20	6.30	15.1
12	3.35	6.80	8.0
13	3.45	7.00	0

ตารางที่ ข. 12 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 3

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 4 m/s

Test No.	Dead Weight Load (kg.)	Spring Load (N)	Shaft Speed (rpm)
1	0	0	88.8
2	1.00	2.00	79.0
3	1.50	3.10	68.2
4	2.00	4.30	60.0
5	2.50	5.40	55.1
6	3.00	5.75	46.0
7	3.20	6.60	40.2
8	3.40	7.30	35.1
9	3.60	7.12	30.7
10	3.80	8.00	24.9
11	4.00	8.60	12.7
12	4.20	9.10	8.3
13	4.35	9.55	0

ตารางที่ ข. 13 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 1

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 2 m/s

Test No.	Shaft Speed (rpm)	Torque (N-m)	Lamda	Cp	Cq
1	67.1	0	2.4581	0	0
2	65.4	0.1159	2.3958	0.0246	0.0103
3	62.1	0.3019	2.2749	0.0609	0.0268
4	55.9	0.4939	2.0478	0.0897	0.0438
5	44.2	0.6494	1.6192	0.0932	0.0576
6	35.7	0.7724	1.3078	0.0896	0.0685
7	21.2	0.9502	0.7766	0.0654	0.0842
8	10.5	1.0702	0.3847	0.0365	0.0949
9	0	1.1291	0	0	0.1001

ตารางที่ ข. 14 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 1

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 3 m/s

Test No.	Shaft Speed (rpm)	Torque (N-m)	Lamda	Cp	Cq
1	76.1	0	1.8585	0	0
2	58.2	0.3710	1.4214	0.0467	0.0329
3	45.1	0.5478	1.1014	0.0535	0.0486
4	34.2	0.7256	0.8352	0.0537	0.0643
5	26.0	0.8578	0.6350	0.0483	0.0760
6	17.1	1.0305	0.4176	0.0382	0.0914
7	8.0	1.1789	0.1954	0.0204	0.1045
8	0	1.2897	0	0	0.1143

ตารางที่ ข. 15 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 1

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 3.5 m/s

Test No.	Shaft Speed (rpm)	Torque (N-m)	Lamda	Cp	Cq
1	85.7	0	1.7940	0	0
2	81.5	0.4075	1.7061	0.0616	0.0361
3	78.0	0.8059	1.6328	0.1167	0.0714
4	65.1	1.2195	1.3628	0.1473	0.1081
5	58.7	1.4065	1.2288	0.1532	0.1247
6	50.1	1.5924	1.0488	0.1481	0.1412
7	39.5	1.7073	0.8269	0.1252	0.1514
8	24.8	1.8943	0.5191	0.0872	0.1679
9	12.1	2.0061	0.2533	0.0450	0.1778
10	5.0	2.1860	0.1047	0.0203	0.1938
11	0	2.3100	0	0	0.2048

ตารางที่ ข. 16 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 1

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 4 m/s

Test No.	Shaft Speed (rpm)	Torque (N-m)	Lamda	Cp	Cq
1	94.8	0	1.7364	0	0
2	80.5	0.8049	1.4745	0.1052	0.0714
3	62.0	1.6057	1.1356	0.1617	0.1424
4	53.7	2.0031	0.9836	0.1747	0.1776
5	41.8	2.3873	0.7656	0.1620	0.2116
6	29.5	2.6750	0.5403	0.1281	0.2371
7	10.1	2.9577	0.1850	0.0485	0.2622
8	0	2.9924	0	0	0.2653

ตารางที่ ข. 17 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 2

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 2 m/s

Test No.	Shaft Speed (rpm)	Torque (N-m)	Lamda	Cp	Cq
1	57.5	0	2.1064	0	0
2	27.2	0.1413	0.9964	0.0125	0.0125
3	10.8	0.3110	0.3956	0.0109	0.0276
4	0	0.4482	0	0	0.0397

ตารางที่ ข. 18 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 2

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 3 m/s

Test No.	Shaft Speed (rpm)	Torque (N-m)	Lamda	Cp	Cq
1	68.3	0	1.6680	0	0
2	64.9	0.1230	1.5850	0.0173	0.0109
3	53.1	0.3059	1.2968	0.0352	0.0271
4	41.8	0.4746	1.0208	0.0430	0.0421
5	35.3	0.6443	0.8621	0.0492	0.0571
6	20.5	0.7643	0.5007	0.0339	0.0678
7	10.2	0.9472	0.2491	0.0209	0.0840
8	6.2	1.0214	0.1514	0.0137	0.0905
9	0	1.0915	0	0	0.0968

ตารางที่ ข. 19 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 2

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 3.5 m/s

Test No.	Shaft Speed (rpm)	Torque (N-m)	Lamda	Cp	Cq
1	85.3	0	1.7856	0	0
2	76.0	0.4116	1.5909	0.0580	0.0365
3	63.0	0.8211	1.3188	0.0960	0.0728
4	54.0	1.2144	1.1304	0.1217	0.1077
5	45.5	1.4014	0.9525	0.1183	0.1242
6	40.1	1.5772	0.8394	0.1174	0.1398
7	35.2	1.7256	0.7369	0.1127	0.1530
8	30.5	1.8862	0.6385	0.1068	0.1672
9	22.7	2.0143	0.4752	0.0849	0.1786
10	10.9	2.2002	0.2282	0.0445	0.1951
11	5.8	2.3404	0.1214	0.0252	0.2075
12	0	2.4096	0	0	0.2136

ตารางที่ ข. 20 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 2

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 4 m/s

Test No.	Shaft Speed (rpm)	Torque (N-m)	Lamda	Cp	Cq
1	99.7	0	1.8262	0	0
2	86.0	0.7927	1.5752	0.1107	0.0703
3	72.2	1.5570	1.3225	0.1825	0.1380
4	65.1	2.3984	1.1924	0.2535	0.2126
5	50.0	3.0805	0.9158	0.2501	0.2731
6	32.0	3.3886	0.5861	0.1761	0.3004
7	21.8	3.7403	0.3993	0.1324	0.3316
8	15.6	3.9438	0.2857	0.0999	0.3496
9	6.2	4.0414	0.1136	0.0407	0.3583
10	0	4.0629	0	0	0.3602

ตารางที่ ข. 21 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 3

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 2 m/s

Test No.	Shaft Speed (rpm)	Torque (N-m)	Lamda	Cp	Cq
1	47.9	0	1.7547	0	0
2	33.7	0.1464	1.2345	0.0160	0.0130
3	25.5	0.3100	0.9342	0.0257	0.0275
4	14.1	0.5040	0.5165	0.0231	0.0447
5	6.0	0.6778	0.2198	0.0132	0.0601
6	0	0.8150	0	0	0.0723

ตารางที่ ข. 22 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 3

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 3 m/s

Test No.	Shaft Speed (rpm)	Torque (N-m)	Lamda	Cp	Cq
1	64.6	0	1.5777	0	0
2	50.2	0.3964	1.2260	0.0431	0.0351
3	40.8	0.8130	0.9964	0.0718	0.0721
4	32.0	0.9919	0.7815	0.0687	0.0879
5	15.1	1.1403	0.3688	0.0373	0.1011
6	10.0	1.3089	0.2442	0.0283	0.1160
7	4.2	1.4675	0.1026	0.0133	0.1301
8	0	1.6362	0	0	0.1451

ตารางที่ ข. 23 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 3

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 3.5 m/s

Test No.	Shaft Speed (rpm)	Torque (N-m)	Lamda	Cp	Cq
1	87.9	0	1.8400	0	0
2	74.2	0.3761	1.5533	0.0518	0.0333
3	66.9	0.7826	1.4004	0.0972	0.0694
4	60.0	1.1688	1.2560	0.1301	0.1036
5	52.1	1.5601	1.0906	0.1508	0.1383
6	49.7	1.7237	1.0404	0.1590	0.1528
7	40.5	1.8903	0.8478	0.1421	0.1676
8	35.9	2.0184	0.7515	0.1345	0.1789
9	29.7	2.1892	0.6217	0.1207	0.1941
10	20.0	2.3781	0.4187	0.0883	0.2108
11	15.1	2.5468	0.3161	0.0714	0.2258
12	8.0	2.6454	0.1675	0.0393	0.2345
13	0	2.7247	0	0	0.2416

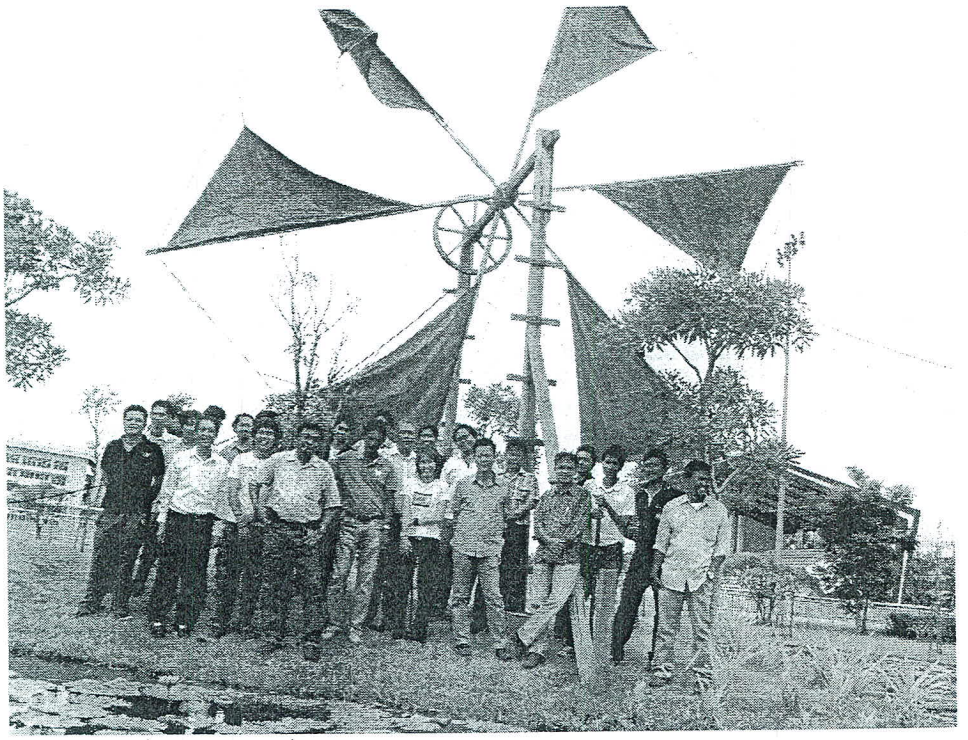
ตารางที่ ข. 24 ข้อมูลทดสอบใบกังหันลมนาเกลือ แบบที่ 3

ความเร็วลมในการทดสอบ (V) = 4 m/s

Test No.	Shaft Speed (rpm)	Torque (N-m)	Lamda	Cp	Cq
1	88.8	0	1.6265	0	0
2	79.0	0.7927	1.4470	0.1017	0.0703
3	68.2	1.1789	1.2492	0.1306	0.1045
4	60.0	1.5550	1.0990	0.1515	0.1379
5	55.1	1.9412	1.0092	0.1737	0.1721
6	46.0	2.4035	0.8426	0.1795	0.2131
7	40.2	2.5164	0.7363	0.1643	0.2231
8	35.1	2.6445	0.6429	0.1507	0.2344
9	30.7	2.8619	0.5623	0.1427	0.2537
10	24.9	2.9717	0.4561	0.1202	0.2635
11	12.7	3.1100	0.2326	0.0641	0.2757
12	8.3	3.2584	0.1520	0.0439	0.2889
13	0	3.3620	0	0	0.2981

ภาคผนวก ค

การอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีกังหันลมความเร็วรอบต่ำ
เพื่อการสูบน้ำและการผลิตกระแสไฟฟ้า
วันที่ 30 ตุลาคม 2553



ภาพที่ ค.1 ผู้เข้าอบรมกังหันลมความเร็วรอบต่ำเพื่อการสูบน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้า

ภาพที่ ค.2 อธิบายและสาธิตการทำงานของกังหันลมความเร็วรอบต่ำเพื่อการสูบน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้า

ภาพที่ ค.3 สาธิตการกางใบกังหันลมความเร็วรอบต่ำเพื่อการสูบน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้า

ภาพที่ ค.4 สาธิตการเก็บใบกังหันลมความเร็วรอบต่ำเพื่อการสูบน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้า