

สารบัญ

บทคัดย่อ	i
ABSTRACT	iii
สารบัญ	v
สารบัญรูป	x
สารบัญตาราง	xiv
คำย่อ	xvi
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีการเกิดลมและการเคลื่อนที่ของลม	5
2.1. ความสัมพันธ์ของลมกับความกดอากาศ	5
2.1.1 กลศาสตร์ของการเคลื่อนที่ของลม	5
2.1.2 GEOSTROPHIC WIND	6
2.1.3 GRADIENT WIND	7
2.1.4 ลมผิวพื้น(SURFACE WIND)	8
2.1.5 ลมสำคัญที่เกิดขึ้นในประเทศไทย	9
2.1.5.1 ลมมรสุม	9
2.1.5.2 ลมประจำถิ่น	10
2.1.6 ความสัมพันธ์ของลมกับอุณหภูมิ	12
2.1.7 ความสัมพันธ์ของความเร็วลมกับสภาพอากาศและความขรุขระของพื้นผิวโลก	14
2.1.8 สภาพอากาศในประเทศไทย	19
2.1.8.1 ฤดูหนาว (กลางเดือน ตุลาคม – กลางเดือน กุมภาพันธ์)	19
2.1.8.2 ฤดูร้อน (กลางเดือน มีนาคม – กลางเดือน พฤษภาคม)	20
2.1.8.3 ฤดูฝน (กลางเดือน พฤษภาคม – กลางเดือน ตุลาคม)	20
2.2 ประวัติพายุขนาดใหญ่ที่เคยพัดผ่านประเทศไทย	23
2.2.1 ลักษณะทั่วไปของพายุเขตร้อน	23
2.2.2 สถิติพายุตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495 – 2540	23
2.2.3 ผลกระทบที่มีต่อกังหันลม	28
2.2.4 ความสัมพันธ์ของพายุกับศักยภาพพลังงานลม	28
บทที่ 3 การรวบรวมข้อมูลและการคัดเลือกข้อมูล	30
3.1 การรวบรวมข้อมูล	30
3.1.1 การรวบรวมข้อมูลลมผิวพื้นและลมชั้นบน	30
3.1.1.1 ข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา	30
3.1.1.2 ข้อมูลกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน	32
3.1.1.3 ข้อมูลการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	33

3.1.1.4	ข้อมูลกองทัพอากาศ	33
3.1.1.5	ข้อมูลกรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ	34
3.1.2	การรวบรวมข้อมูลลมในทะเลและชายฝั่ง	34
3.1.2.1	ข้อมูลเรือเดินทะเล	34
3.1.2.2	ข้อมูลดาวเทียม	35
3.1.2.3	ข้อมูลสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (NRCT)	35
3.1.2.4	ข้อมูลบริษัท UNOCAL (THAILAND) LTD.	36
3.1.2.5	ข้อมูลสถานีประกาศต่าง ๆ ของกองทัพเรือ	37
3.1.3	สรุปการรวบรวมข้อมูล	37
3.2	การคัดเลือกข้อมูลลมผิวพื้น	38
3.2.1	หลักเกณฑ์การคัดเลือกข้อมูลลมผิวพื้นเบื้องต้น โดยใช้หลักการขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO)	38
3.2.2	การสำรวจภาคสนาม	42
3.2.3	หลักเกณฑ์การตรวจสอบความเร็วลมเฉลี่ยแต่ละปี (Inter-Annual Speed Variability)	44
3.2.4	ผลการคัดเลือก	45
3.2.4.1	การคัดเลือกข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา	45
3.2.4.2	การคัดเลือกข้อมูลของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน	49
3.2.4.3	การคัดเลือกข้อมูลของกองทัพอากาศ	49
3.2.4.4	การคัดเลือกข้อมูลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	49
3.2.4.5	การไม่คัดเลือกข้อมูลด้วยเหตุผลอื่นๆ	49
3.2.4.6	สรุปสถานีตรวจอากาศผิวพื้นที่คัดเลือก	50
3.3	การคัดเลือกข้อมูลสถานีตรวจอากาศชั้นบน	50
3.4	การคัดเลือกข้อมูลในทะเลและชายฝั่ง	50
บทที่ 4	การวิเคราะห์ลมผิวพื้น	54
4.1	หลักเกณฑ์การเตรียมข้อมูลและ การวิเคราะห์	55
4.2	วิธีการวิเคราะห์ลมผิวพื้น	55
4.2.1	การวิเคราะห์ความเร็วลมและกำลังลมรายเดือนและรายปี (Annual) และแต่ละปี(Inter-Annual)	55
4.2.2	การวิเคราะห์ข้อมูลความถี่ทิศทางและความเร็วลม	57
4.2.3	การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมรายชั่วโมง (Diurnal)	57
4.2.4	การวิเคราะห์ความถี่ของความเร็วลมรายปี	58
4.2.5	การวิเคราะห์ความยาวนานของลมสงบและค่าความถี่ของลมสงบ	59
4.2.6	การวิเคราะห์ค่า Weibull K-Shape และ C-Scale Parameter รายปี	59
4.3	ผลการวิเคราะห์ลมผิวพื้น	60

4.3.1	ความถูกต้องของข้อมูลและผลการวิเคราะห์	60
4.3.2	ผลการวิเคราะห์ตามภูมิภาค	60
4.3.3	ผลการวิเคราะห์ตามลักษณะภูมิประเทศ	61
บทที่ 5	การวิเคราะห์ลมในทะเลและลมชั้นบน	63
5.1	วิธีการวิเคราะห์ ความเร็วลมในทะเลและชายฝั่ง	63
5.1.1	การวิเคราะห์ความเร็วลมข้อมูลดาวเทียม DMSP	63
5.1.2	การวิเคราะห์ความเร็วลมจากข้อมูลทุ่นลอย (BUOYS)	63
5.1.3	สถานีขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ (GAS PLATFORM)	64
5.1.4	การวิเคราะห์ความเร็วลมจากข้อมูลประกาศการกองทัพเรือ	64
5.1.5	การวิเคราะห์ความเร็วลมจากข้อมูลเรือเดินทะเล	64
5.2	วิธีการวิเคราะห์กำลังลมในทะเลและชายฝั่ง	65
5.2.1	การวิเคราะห์กำลังลมข้อมูลดาวเทียม DMSP และทุ่นลอย	65
5.2.2	การวิเคราะห์กำลังลมข้อมูลประกาศการและสถานีขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ	66
5.3	วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลลมชั้นบน	66
5.3.1	การวิเคราะห์ความเร็วลมชั้นบน	66
5.3.2	การวิเคราะห์ WIND SHEAR	67
5.3.3	การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมแต่ละปี (INTER-ANNUAL VARIATION)	68
5.4	ผลการวิเคราะห์	68
5.4.1	ผลการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลมในทะเลและชายฝั่ง	68
5.4.1.1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม DMSP	69
5.4.1.2	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทุ่นลอย (BUOYS)	69
5.4.1.3	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถานีขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ (GAS PLATFORM)	70
5.4.1.4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประกาศการกองทัพเรือ	70
5.4.2	ผลการวิเคราะห์ลมชั้นบน	70
บทที่ 6	การจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลม	72
6.1	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลม	72
6.1.1	โปรแกรม WindMap™	72
6.1.2	โปรแกรม IDRISI™	73
6.2	ข้อมูลที่ใช้ในการจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลม	74
6.3	การใช้โปรแกรม WindMap™ และวิธีการทำ	74
6.4	การทำแผนที่กำลังลมรวมลมสงบ	87
6.5	การทำแผนที่กำลังลมไม่รวมลมสงบ	87
6.6	การใช้โปรแกรม IDRISI™ แสดงผลการวิเคราะห์	87
6.7	ผลการศึกษาจากแผนที่ศักยภาพพลังงานลม	87

6.8	การใช้งานแผนที่ศักยภาพพลังงานลมโดยสื่อคอมพิวเตอร์	121
6.8.1	การเขียนโปรแกรม	121
6.8.2	วิธีการใช้โปรแกรมแผนที่ศักยภาพพลังงานลม	121
6.8.2.1	Main Map	123
6.8.2.2	Province Map	123
6.8.3	วิธีการใช้โปรแกรม E-BOOK	124
บทที่ 7	การคัดเลือกแหล่งศักยภาพพลังงานลม และแนวทางการศึกษาความเหมาะสม	125
7.1	การคัดเลือกแหล่งศักยภาพพลังงานลม	125
7.1.1	แหล่งพลังงานลมที่ดีจากแผนที่ศักยภาพพลังงานลม	125
7.1.1.1	แหล่งศักยภาพพลังงานลมแนวชายฝั่งทะเล	125
7.1.1.2	แหล่งศักยภาพพลังงานลมบริเวณยอดเขาสูง	127
7.1.2	การสำรวจแหล่งพลังงานลมในภาคสนาม	128
7.1.3	หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกแหล่งพลังงานลมที่เหมาะสมเพื่อการศึกษาต่อไป	130
7.1.4	ผลการคัดเลือกแหล่งพลังงานลมที่เหมาะสม	131
7.2	แนวทางการศึกษาวิเคราะห์ การกำหนดตำแหน่ง และการติดตั้งเครื่องมือเพื่อการศึกษาความเหมาะสมต่อไปสำหรับแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ดี	133
7.2.1	แนวทางการกำหนดตำแหน่ง	133
7.2.2	แนวทางการติดตั้งเครื่องมือ	136
7.3	แนวทางการนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดมาวิเคราะห์ ศึกษาความเหมาะสมทางด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และ การเงิน สำหรับแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ดี	139
7.3.1	แนวทางการศึกษาความเหมาะสมทางด้านเทคนิค	139
7.3.1.1	ข้อมูลที่ได้จากติดตั้งเครื่องวัด	139
7.3.1.2	การศึกษาริติดตั้งกังหันลมในพื้นที่เฉพาะ (Micrositing)	139
7.3.1.3	ข้อมูลที่ได้จากติดตั้งกังหันลม	141
7.3.2	แนวทางการศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและการเงิน	142
7.3.2.1	ส่วนของต้นทุน และค่าใช้จ่าย	142
7.3.2.2	ส่วนของรายรับ	143
7.3.2.3	ตัวแปรอื่นๆ	144
7.4	แนวทางและแผนการดำเนินการระยะ 5 ปี	145
7.4.1	แนวทางการดำเนินการสนับสนุนนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์	145
7.4.2	แนวทางการปรับปรุงการจัดเก็บข้อมูลในอนาคต	145
7.4.3	แนวทางการจัดทำโครงการศึกษากังหันลมในพื้นที่	146
บทที่ 8	สรุปผล	147

REFERENCES	149
ภาคผนวก ก แนวทางการคัดเลือกกังหันลม	150
ก.1 วิธีการคัดเลือกกังหันลมและการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่กังหันลมผลิตได้	150
ภาคผนวก ข การสอบเทียบผลวิเคราะห์	155
ข.1 การสอบเทียบผลวิเคราะห์โดยเทคนิคการวิเคราะห์เส้นความถดถอย	155
ข.2 การสอบเทียบผลวิเคราะห์โดยการคำนวณพลังงานที่ผลิตได้ในรอบปี	159
ข.3 การสอบเทียบผลวิเคราะห์จากแผนที่ศักยภาพพลังงานลม	160
ภาคผนวก ค หลักการทำงานของโปรแกรม <i>WindMap</i> TM	161
ค.1 หลักเกณฑ์การออกแบบ	161
ค.2 สมการของความต่อเนื่อง (Equation of Continuity)	162
ค.3 แผนภูมิการทำงาน (Flow Diagram)	164
ภาคผนวก ง ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์และผลวิเคราะห์	181

สารบัญญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน	3
2.1	การเกิด Geostrophic Wind	6
2.2	การเกิด Cyclonic Motion ที่ซีกโลกทางเหนือ	7
2.3	การเกิด Cyclonic Motion ที่ซีกโลกทางใต้	8
2.4	ผลของแรงต้านและแรง Coriolis	8
2.5	ลักษณะของความเร็วมวลภายใต้ Atmosphere Boundary Layer	8
2.6	ลมบกและลมทะเล	11
2.7	ลมภูเขาและลมหุบเขา	12
2.8	อุณหภูมิเหนือผิวโลกที่ระดับความสูงต่างๆ	13
2.9	สภาพอากาศในสภาวะต่างๆ	14
2.10	Wind Profile ที่ความสูง 10-100 เมตร ที่ความขรุขระของพื้นผิวโลกและ Stability Ratio ต่างๆ	16
2.11	Wind Profile ที่ความสูง 100-500 เมตร ที่ความขรุขระของพื้นผิวโลกและ Stability Ratio ต่างๆ	17
2.12	Wind Profile ที่ความสูง 500-3000 เมตร ที่ความขรุขระของพื้นผิวโลกและ Stability Ratio ต่างๆ	18
2.13	สภาพอากาศและทิศทางลมช่วงเดือน พฤศจิกายน-เมษายน	22
2.14	สภาพอากาศและทิศทางลมช่วงเดือน พฤษภาคม-ตุลาคม	22
2.15	สถิติของพายุหมุนเขตร้อนและเส้นทางเดินและการเคลื่อนตัวผ่านประเทศไทยปี พ.ศ. 2495-2540	29
3.1	ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงความเร็วมรายปีของสถานีของก่อนปรับ	45
3.2	ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงความเร็วมรายปีของสถานีของหลังปรับ	46
4.1	ANNUAL DIURNAL WIND SPEED VARIATION OF STATION 459202(เกาะสีชัง)	58
4.2	ANNUAL WIND SPEED FREQUENCY DISTRIBUTION OF STATION 459202(เกาะสีชัง)	58
4.3	ANNUAL CALM FREQUENCY & DURATION OF STATION 459202 (เกาะสีชัง)	59
5.1	Wind Speed Profile สถานีตรวจอากาศชั้นบนเชียงใหม่ Station Code 32751-มกราคม	67
5.2	ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเร็วมแต่ละปีของสถานีตรวจอากาศชั้นบนเชียงใหม่	68
6.1	ลักษณะการทำงาน โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์	73
6.2	Thailand Terrain Data	75
6.3	Thailand Roughness Data	76
6.4	Upper Air and Surface Stations	77
6.5	Pattern of Wind Map Zones	78
6.6	Surface Station Data Entry	79
6.7	Surface Station Wind Rose Data Entry	79
6.8	Wind Rose ของ Reference Station	80
6.9	Upper Air Data Entry	80
6.10	Reference Station Selection	81
6.11	Geometric Option	81

6.12	Atmospheric Option	82
6.13	Power Option	83
6.14	Initialization	84
6.15	Roughness Option	85
6.16	Iteration Control Option	86
6.17	Run MENU	86
6.18	Mosaic MENU	87
6.19	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมรวมช่วงลมสงบ - มกราคม	95
6.20	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมรวมช่วงลมสงบ - กุมภาพันธ์	96
6.21	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมรวมช่วงลมสงบ - มีนาคม	97
6.22	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมรวมช่วงลมสงบ - เมษายน	98
6.23	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมรวมช่วงลมสงบ - พฤษภาคม	99
6.24	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมรวมช่วงลมสงบ - มิถุนายน	100
6.25	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมรวมช่วงลมสงบ - กรกฎาคม	101
6.26	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมรวมช่วงลมสงบ - สิงหาคม	102
6.27	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมรวมช่วงลมสงบ - กันยายน	103
6.28	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมรวมช่วงลมสงบ - ตุลาคม	104
6.29	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมรวมช่วงลมสงบ - พฤศจิกายน	105
6.30	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมรวมช่วงลมสงบ - ธันวาคม	106
6.31	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมรวมช่วงลมสงบ - เฉลี่ยรายปี	107
6.32	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมไม่รวมช่วงลมสงบ - มกราคม	108
6.33	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมไม่รวมช่วงลมสงบ - กุมภาพันธ์	109
6.34	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมไม่รวมช่วงลมสงบ - มีนาคม	110
6.35	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมไม่รวมช่วงลมสงบ - เมษายน	111
6.36	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมไม่รวมช่วงลมสงบ - พฤษภาคม	112
6.37	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมไม่รวมช่วงลมสงบ - มิถุนายน	113
6.38	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมไม่รวมช่วงลมสงบ - กรกฎาคม	114
6.39	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมไม่รวมช่วงลมสงบ - สิงหาคม	115
6.40	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมไม่รวมช่วงลมสงบ - กันยายน	116
6.41	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมไม่รวมช่วงลมสงบ - ตุลาคม	117
6.42	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมไม่รวมช่วงลมสงบ - พฤศจิกายน	118
6.43	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมไม่รวมช่วงลมสงบ - ธันวาคม	119
6.44	แผนที่ศักยภาพพลังงานลมไม่รวมช่วงลมสงบ - เฉลี่ยรายปี	120
6.45	โครงสร้างของโปรแกรม	121
6.46	Index ของโปรแกรม	121
6.47	Main Page ของโปรแกรมแผนที่ศักยภาพพลังงานลม	122

6.48	Main Map	122
6.49	แผนที่กำลังและความเร็วลมของจังหวัดหนองคาย	124
7.1	แหล่งพลังงานลมที่ดีจากแผนที่ศักยภาพพลังงานลม	126
7.2	อุทยานแห่งชาติวังเจ้า	127
7.3	อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์	127
7.4	อุทยานแห่งชาติได้ร่มเย็น เขาหลวง เขาปู่-เขาย่า	128
7.5	อุทยานแห่งชาติแก่งกรุง และ เขาพนมเบญจา	128
7.6	ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดลม (กังหันลม) ตำแหน่งที่ 1	133
7.7	ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดลม (กังหันลม) ตำแหน่งที่ 2	134
7.8	ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดลม (กังหันลม) ตำแหน่งที่ 3	135
7.9	การติดตั้งเครื่องวัดลม	136
7.10	อุปกรณ์เครื่องวัดลมได้แก่ Anemometer, Wind Vane และ Temperature Sensor	136
7.11	ผังบริเวณแสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดลมตำแหน่งที่ 1 บ้านป่ากระวะ อ.ระโนด จ.สงขลา	138
7.12	ผังบริเวณแสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดลมตำแหน่งที่ 2 บ้านรังมดแดง กิ่งอำเภอไม้แก่น จ.ปัตตานี	138
7.13	ผังบริเวณแสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดลมตำแหน่งที่ 3 บริเวณ แหลมตาชี จ.ปัตตานี	138
ข 1	แสดงสถานีหลัก(Reference)ที่ อ.หัวไทร UNOCAL และ แหลมพรหมเทพ	155
ข 2	เส้นความถดถอยและค่า R-Square ของสถานี อ.หัวไทร	156
ข 3	เส้นความถดถอยและค่า R-Square ของสถานี UNOCAL (Zone 34b)	156
ข 4	เส้นความถดถอยและค่า R-Square ของสถานี แหลมพรหมเทพ	157
ข 5	เส้นความถดถอยและค่า R-Square ของสถานี UNOCAL (Zone 4b)	157
ข 6	เส้นความถดถอยและค่า R-Square ของสถานี อ.หัวไทร UNOCAL และ แหลมพรหมเทพ	158
ข 7	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในรอบปี หน่วย MWh โดยใช้โปรแกรม <i>WindMap</i> TM	160
ค 1	ตาราง (Mesh) หรือ เซลล์ที่ออกแบบจำลองสร้างขึ้น	161
ค 2	จุดอ้างอิงของความเร็วที่อยู่ในตำแหน่งศูนย์กลางของเซลล์	162
ค 3	รูปแสดงการไหลของเหลวใน Rectangular Coordinate System	163
ค 4	MAIN WINDOW Flow Diagram 1	165
ค 5	MAIN WINDOW Flow Diagram 2	166
ค 6	MAIN WINDOW – ELEVATION & ROUGHNESS Flow Diagram	167
ค 7	MAIN WINDOW – RUN Flow Diagram	168
ค 8	MAIN WINDOW – FILE Flow Diagram	169
ค 9	MAIN WINDOW – EXPORT Flow Diagram	170
ค 10	MAIN WINDOW – MOSAIC Flow Diagram	171
ค 11	MAIN WINDOW – SURFACE DATA Flow Diagram 1	172
ค 12	MAIN WINDOW – SURFACE DATA Flow Diagram 2	173
ค 13	MAIN WINDOW – UPPER AIR DATA Flow Diagram	174

ค14	OPTION – GEOMETRY Flow Diagram	175
ค15	OPTION – ATMOSPHERE Flow Diagram	176
ค16	OPTION – POWER Flow Diagram	177
ค17	OPTION – INITIALIZATION Flow Diagram	178
ค18	OPTION – ROUGHNESS Flow Diagram	179
ค19	OPTION – ITERATION Flow Diagram	180

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สถิติพายุที่พัดผ่านประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2495-2540	27
3.1 ข้อมูลความเร็วลมกรมอุตุนิยมวิทยา	31
3.2 ข้อมูลทิศทางลมกรมอุตุนิยมวิทยา	31
3.3 ข้อมูลสถานีตรวจอากาศชั้นบน	32
3.4 ข้อมูลกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน	33
3.5 ข้อมูลการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	33
3.6 ข้อมูลกองทัพอากาศ	34
3.7 ข้อมูลเรือเดินทะเล	35
3.8 ข้อมูลจากดาวเทียม DMSP	35
3.9 ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (NRCT)	36
3.10 ข้อมูลจาก UNOCAL(THAILAND)LTD.	36
3.11 สรุปแหล่งข้อมูลที่ทำกรรวบรวม	37
3.12 จำนวนสถานีผิวพื้นที่ทำการคัดเลือก	41
3.13 วิธีการสำรวจภาคสนาม	43
3.14 สรุปสถานีที่ไปตรวจภาคสนาม	44
3.15 ตัวอย่างแสดงสภาพแวดล้อมและการกั้นกรองข้อมูลของสถานีกรมอุตุนิยมวิทยา	47
3.16 สรุปสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยาที่คัดเลือกและตัดออก	48
3.17 สรุปผลการคัดเลือกสถานีตรวจอากาศผิวพื้น	51
4.1 การวิเคราะห์ความถี่ของทิศทางและความเร็วลม	57
5.1 ตารางเปรียบเทียบความเร็วลมข้อมูลเรือ-ทุ่นลอย	65
5.2 Wind Speed Profile สถานีตรวจอากาศชั้นบนเชียงใหม่ Station Code 327501- มกราคม และตาราง Wind Shear Exponent ที่ความสูงระดับต่างๆ	67
5.3 เดือนที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงจากข้อมูลดาวเทียม	69
5.4 ความเร็วลมเฉลี่ยในรอบปีสูงสุดจากข้อมูลดาวเทียม	69
5.5 เดือนที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงจากข้อมูลทุ่นลอย	69
5.6 ความเร็วลมเฉลี่ยในรอบปีสูงสุดจากข้อมูลทุ่นลอย	70
7.1 แหล่งพลังงานลมที่ดีจากแผนที่ศักยภาพพลังงานลม	125
7.2 รายชื่อสถานที่และความเร็วลมที่สำรวจในภาคสนามวันที่ 9-13 มีนาคม 2544	129
7.3 รายชื่อแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ได้รับการจัดอันดับการคัดเลือก	132
ก 1 Power Curve ของ กังหันลมขนาด 750 kW (Generic)	150
ก 2 ตาราง Histogram โดย Rayleigh Distribution ที่ความเร็วลม 7.0 m/s	152
ก 3 ตาราง Histogram โดย Rayleigh Distribution ที่ความเร็วลม 6.40 m/s	154

ข 1	การเปรียบเทียบค่า R-Square ในการสอบเทียบผลวิเคราะห์	155
ข 2	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้(kWh) ระหว่างปี 1997-1998 จากกังหันลม Nordtank-150	159
ง 1	Annual Wind Speed and Weibull K-Shape and C-Scale Parameter TMD, DEDP, EGAT&RTAF	183
ง 2	Summary of Wind Speed In The Sea	188
ง 3	Summary of Wind Power In The Sea	189
ง 4	Summary of Upper Air Wind Speed	190
ง 5	Roughness Length	191
ง 6	Surface and Upper Wind Reference and Initialization Station	192

คำย่อ

กฟผ.	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
กรมอุตุฯ	กรมอุตุนิยมวิทยา
ทอ.	กองทัพอากาศ
พพ	กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
AGROMET.	Agro-meteorological Observation Station
AVG.	Average
BOI	Board of Investment
DAT	Time series files
Deg.	Degree
DEM	Digital Elevation Model
DMSP	Defense Meteorological Satellite Program, U.S.A
DOE	Department of Energy, U.S.A
E	East
EIRR	Economic Internal Rate of Return
FIRR	Financial Internal Rate of Return
GIS	Geographic Information System
GMT	Greenwich Mean Time
GPS	Geographic Positioning System
Ht	Height
HTML	Hypertext Markup Language
ID	Identical
IDRISI™	Geographic Information System Software so-called IDRISI Program
IRR	Internal Rate of Return
JPL	Jet Propulsion Laboratory
kg	kilogram
kW	kilowatt
Lat.	Latitude
LIB	WASP library files
Long.	Longitude
m	meter
m/s	meter per second
mb	millibar
N	North

NASA	Nation Astronaut Satellite Administration, U.S.A
NCDC	National Climatic Data Center, U.S.A
NE	North East
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S.A
NOABL	Numerical Objective Analysis of Boundary Layer
NRCT	National Research Council of Thailand
NREL	National Renewable Energy Laboratory
NW	North West
Pct	Percentage
ROE	Return on Equity
S	South
SAT	Satellite
SE	South East
Std. Dev.	Standard Deviation
SW	South West
TAB	WASP histogram files
Temp	Temperature
TMD	Thai Meteorological Department
US \$	United State Dollar
USAID	Agency for International Development, U.S.A
USGS	Geological Survey Department, U.S.A
UTM	Universal Transverse Macerator
W	West
<i>WindMap</i> TM	Program Wind Map
WMO	World Meteorological Organization