



การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม
กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
A Feasibility Study of Wind Power Electricity Project
: A Case Study of Prince of Songkla University Pattani Campus

พานูวัฒน์ สาระพร
Panuwat Saraporn

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Minor Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Management

Prince of Songkla University

2559

ชื่อสารนิพนธ์ การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม
กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
ผู้เขียน นายภาณุวัฒน์ สาระพร
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการลงทุนของมหาวิทยาลัย เพื่อนำมาเป็นพลังงานทดแทนพลังงานไฟฟ้าสำหรับมหาวิทยาลัย งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความเป็นไปได้การลงทุนของโครงการ โดยใช้ความเร็วลมเฉลี่ยจากสถานีวัดอากาศอัตโนมัติ (PBWatch-AWS01) ที่ระดับความสูง 20.00 เมตร ระหว่างเดือนมีนาคม 2557 ถึง เดือนเมษายน 2558 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.48 เมตร/วินาที ผลการวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าผลิตรายปีสามารถผลิตได้ 3,409 กิโลวัตต์ชั่วโมง โดยใช้กังหันลมขนาดเล็ก 10 กิโลวัตต์ จำนวน 10 ตัว งบการลงทุนของโครงการ 7,155,350 บาท โดย NPV มีค่าเท่ากับ 2,761,854บาท IRR มีค่าเท่ากับ 15.28%และระยะเวลาคืนทุน 6 ปี 10 เดือน โครงการมีความอ่อนไหวเมื่อความเร็วลมเฉลี่ยรายปีลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นโครงการจึงมีความเป็นไปได้ทั้งด้านเทคนิค และด้านเศรษฐศาสตร์ สำหรับพื้นที่ศึกษาภายในมหาวิทยาลัย

Thesis Title A Feasibility Study of Wind Power Electricity Project
 : A Case Study of Prince of Songkla University Pattani Campus

Author Mr.Panuwat Saraporn

Major Program Industrial Management

Academic Year 2015

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate a feasibility study of producing an electrical power generation from wind energy at Prince of Songkla University, Pattani Campus. The result will be used as a useful guideline for the university's management in making investment decision. The average wind speed from automatic wind monitoring stations (PBWatch-AWS01) at 20 meters height above the ground was used as a base for this analysis. The data were collected during March 2014 – April 2015 with the result wind speed at 2.48 m/s. The result showed that net annual energy production (AEP) produced by ten 10 kW small wind farm were 3,409 kWh (kilowatt-hours).The capital investment was estimated at 7,155,350 baht. At the end, the Project's Net Present Value (NPV) was 2,761,854 baht, the Internal Rate of Return (IRR) was 15.28%, and Payback Period (PB) was 6 years and 10 months. In addition, the project was sensitive when the average annual wind speed reduced by 10%. In summary this project was technical and economic feasible for Prince of Songkla University, Pattani Campus.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์ อาจารย์ผู้ควบคุมสารนิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาและให้แนวคิดทางวิชาการ ตลอดจนสละเวลาพิจารณาแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่ผู้วิจัยมาโดยตลอด อีกทั้งขอขอบพระคุณกรรมการสอบสารนิพนธ์อีก 2 ท่านคือ รองศาสตราจารย์ วนิดา รัตนมณี ประธานกรรมการสอบ และดร.วณิชฎมพงษ์ คงแก้ว กรรมการสอบ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้งานวิจัยนี้ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณดร.สมพร ช่วยอารีย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลความเร็วลม สถานีวัด อากาศอัตโนมัติ ขอขอบคุณคุณประทีป พรหมยอด ที่ให้ความรู้ระบบไฟฟ้าต่างๆภายใน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ขอขอบคุณเพื่อนๆ ผู้ร่วมชั้นเรียนทุกท่าน และคุณกุลวดี ทัทภะ ที่เอาใจใส่และให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ ร.ต.ต.บพิธ สาระพร และคุณแม่วรรณี สาระพร ผู้ให้กำเนิดที่ให้การเลี้ยงดูเป็นอย่างดี คอยแนะนำและสั่งสอนปลูกฝัง ความซื่อสัตย์ สุจริต ให้ประพฤติปฏิบัติในสิ่งที่ดีและถูกต้อง ตลอดจนส่งเสริมในด้านการศึกษา จนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

ภานุวัฒน์ สาระพร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
ABSTRACT	4
กิตติกรรมประกาศ	5
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	11
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	12
1.4 ขอบเขตการวิจัย	12
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
2.1 ทฤษฎีของลม	13
2.2 การวัดลม	14
2.3 เครื่องวัดความเร็วลม	16
2.4 การวัดทิศทางลม	20
2.5 ลักษณะการเกิดลมของโลก	20
2.6 การเกิดลมประจำถิ่น	21
2.7 ลักษณะลมที่สำคัญที่เกิดขึ้นในประเทศไทย	24
2.8 กำลังลม	25
2.9 อากาศพลศาสตร์ของกังหันลม	25
2.10 ความสัมพันธ์ความเร็วลมกับระดับความสูง	25
2.11 สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วลม	27
2.12 ชนิดของกังหันลม	27
2.13 การเปลี่ยนรูปพลังงานในระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า	33
2.14 การเชื่อมต่อไฟฟ้ากับระบบกริด (GRID INTEGRATION)	34
2.15 ผลกระทบการใช้กังหันลมต่อสิ่งแวดล้อม	35
2.16 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม	41
2.17 โครงการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	43

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 จำนวนอาคารในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 72 อาคาร จำแนกตามประเภทอาคาร	2
ตารางที่ 2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TIME OF USE RATE : TOU)[1]	6
ตารางที่ 3 เปรียบเทียบข้อมูลพลังงานทดแทนทางเลือก[3]	8
ตารางที่ 4 ตารางเปรียบเทียบความเร็วลมและชนิดของลมของมาตราโบฟอร์ด[5]	14
ตารางที่ 5 แสดงค่าพารามิเตอร์คำนวณความเร็วลมตามความสูงเหนือพื้นดิน[11]	26
ตารางที่ 6 ขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบต่างๆ[23]	31
ตารางที่ 7 แสดงระดับความดังของเสียงจากกิจกรรมต่างๆและแหล่งกำเนิดเสียง[6]	38
ตารางที่ 8 การตายของนกจากสาเหตุต่างๆ[6]	41
ตารางที่ 9 สรุปปริมาณความเร็วลมและพลังงานที่ผลิตไฟฟ้าได้ต่อปีตามแต่ละพื้นที่และชนิดกำลังการผลิตของกังหันกรณีศึกษาในภาคกลาง ภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 แห่ง[23]	45
ตารางที่ 10 ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูงต่างๆ รายสถานี[29]	47
ตารางที่ 11 แสดงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีจากกังหันลมทั้ง 4 ขนาด รายสถานี[29]	48
ตารางที่ 12 สรุปผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม[29]	50
ตารางที่ 13 ตารางแสดงค่าพิกัดจากจุดตรวจวัดเสียง[26]	53
ตารางที่ 14 ข้อมูลด้านเทคนิคกังหันลม	58
ตารางที่ 15 ข้อมูลทางเทคนิคการวัดสถานีวัดอากาศอัตโนมัติ	64
ตารางที่ 16 ความเร็วเฉลี่ยที่ระดับความสูง 8.00 เมตร	65
ตารางที่ 17 ความเร็วเฉลี่ยที่ระดับความสูง 20 เมตร	65
ตารางที่ 18 TEST OF NORMALITY ที่ระดับความสูง 8.00 เมตร	69
ตารางที่ 19 TEST OF NORMALITY ที่ระดับความสูง 20.00 เมตร	71
ตารางที่ 20 ประมาณการก่อสร้างโรงควบคุมและกังหันลม	80
ตารางที่ 21 สรุปผลการประมาณราคาก่อสร้าง	85
ตารางที่ 22 ตารางการคำนวณพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยรายปี	86
ตารางที่ 23 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายสำหรับการลงทุนของโครงการ	87
ตารางที่ 24 ต้นทุนคงที่ของโครงการปีที่ 1-20	88
ตารางที่ 25 งบการเคลื่อนไหวของกระแสเงินสด กังหันลมขนาด 10 KW จำนวน 10 ตัว ปีที่ 1-20 (หน่วย : บาท)	90
ตารางที่ 26 งบการเคลื่อนไหวของกระแสเงินสดสุทธิ กังหันลมขนาด 10 KW จำนวน 10 ตัว ปีที่ 1-20	92

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 27 แสดงผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ในระยะเวลา 20 ปี	93
ตารางที่ 28 ตัวอย่างการเปรียบเทียบการลดลงของรายได้ปีที่ 1	94
ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (SENSITIVITY ANALYSIS) ของโครงการเมื่อความเร็วลม เฉลี่ยรายปีเปลี่ยนแปลง	95

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ระหว่างปี 2554-2556	1
รูปที่ 2 งบประมาณและค่าใช้จ่ายไฟฟ้ามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ระหว่างปี 2554-2556	1
รูปที่ 3 ปริมาณนักศึกษาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปี 2554-2557	5
รูปที่ 4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปี พ.ศ.2554-2556	5
รูปที่ 5 การใช้ไฟฟ้ารายวันมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี วันที่ 21 มีนาคม 2559[2]	7
รูปที่ 6 แอนนิโมมิเตอร์ชนิดลูกปิงปอง (PING PONG BALL ANEMOMETER)[7]	16
รูปที่ 7 แอนนิโมมิเตอร์แบบลูกถ้วย (CUP ANEMOMETER)[8]	17
รูปที่ 8 แอนนิโมมิเตอร์แบบใบพัด (PROPELLER ANEMOMETER)[9]	17
รูปที่ 9 แอนนิโมมิเตอร์แบบลวดร้อน (HOT WIRE ANEMOMETER)[10]	18
รูปที่ 10 เครื่องวัดทิศทางลม[6]	19
รูปที่ 11 เครื่องวัดทิศทางลม[12]	20
รูปที่ 12 ทิศทางลมเมื่อโลกไม่หมุน[13]	21
รูปที่ 13 ทิศทางลมเมื่อโลกหมุนรอบตัวเอง[14]	21
รูปที่ 14 แสดงการเกิดทะเล[15]	22
รูปที่ 15 แสดงการเกิดลมบก[15]	22
รูปที่ 16 แสดงการเกิดลมหุบเขา[16]	23
รูปที่ 17 การเกิดลมภูเขาและลมหุบเขา[16]	23
รูปที่ 18 โพรไฟล์ความเร็วลมกับระดับความสูงของพื้นผิวโลก[19]	26
รูปที่ 19 กังหันลมแบบแกนนอนและกังหันลมแบบแกนตั้ง[20]	28
รูปที่ 20 ส่วนประกอบของกังหันลมแบบแกนนอนและระบบการทำงาน[21]	29
รูปที่ 21 แสดงลักษณะของความเร็วมวลอากาศในชั้นบรรยากาศ (ATMOSPHERE BOUNDARY LAYER)[19]	31
รูปที่ 22 กำลังไฟฟ้าและช่วงการทำงานของกังหันลมแบบ STALL LIMIT (เส้นประ)	32
รูปที่ 23 การจัดวางตำแหน่งฟาร์มกังหันลม[19]	33
รูปที่ 24 การเปลี่ยนรูปพลังงานในระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า[20]	33

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 25 รูปแบบการเชื่อมต่อของผู้ผลิตไฟฟ้าที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสไม่เกิน 1 เมกะวัตต์เชื่อมต่อ ต่อกับระบบ 22 หรือ 33 กิโลโวลต์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค[25]	35
รูปที่ 26 ขอบเขตมาตรฐานของการมองเห็นกังหันลม[6]	39
รูปที่ 27 มุมโอบล้อมแนวตั้ง[6]	40
รูปที่ 28 มุมโอบล้อมแนวนอน[6]	40
รูปที่ 29 กราฟ POWER CURVE ของกังหันรุ่นต่างๆ ในประเทศตุรกี[32]	52
รูปที่ 30 แผนผังจุดตรวจวัดความระดับเสียงมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี[26]	53
รูปที่ 31 แผนที่ CONTOUR แสดงระดับความดังเสียง ณ ตำแหน่งมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี[26]	54
รูปที่ 32 เส้นชั้นความดังเสียง (ซ้าย) และกราฟความดันเสียง (ขวา) รอบๆกังหันขนาด 0.25MW	54
รูปที่ 33 เส้นชั้นความดันเสียง(ซ้าย) และกราฟพื้นผิวความดันเสียง(ขวา)	55
รูปที่ 34 แสดงระดับความดันเสียงบริเวณต่างๆของหอคอย[29]	55
รูปที่ 35 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย	56
รูปที่ 36 แผนผังมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปรับปรุงปี2559	61
รูปที่ 37 แสดงพื้นที่ศึกษาติดตั้งกังหันลม ขนาด 10KW	62
รูปที่ 38 สถานีตรวจอากาศอัตโนมัติ (PBWATCH-AWS01) มอ.ปัตตานี	63
รูปที่ 39 ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนเมษายน 2557	64
รูปที่ 40 กราฟค่าเฉลี่ยความเร็วลมเดือนธันวาคม 2557	66
รูปที่ 41 กราฟค่าเฉลี่ยความเร็วลมรายปีระหว่างเดือนเมษายน 2557 ถึง เดือนมีนาคม 2558	67
รูปที่ 42 แผนภาพ HISTOGRAM แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยเดือนธันวาคม 2557	67
รูปที่ 43 กราฟNORMAL Q-Q PLOT เดือนธันวาคม 2557 ที่ระดับความสูง 8.00 เมตร	68
รูปที่ 44 แผนภาพ HISTOGRAM แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยเดือนธันวาคม 2557	69
รูปที่ 45 กราฟNORMAL Q-Q PLOT เดือนธันวาคม 2557 ที่ระดับความสูง 20.00 เมตร	70
รูปที่ 46 ผังบริเวณติดตั้งกังหันลม ตำแหน่งโรงควบคุมและระบบสายส่งไฟฟ้า	71
รูปที่ 47 แปลนพื้นที่โรงควบคุม	73
รูปที่ 48 รูปด้าน 1	74
รูปที่ 49 รูปด้าน 2	75
รูปที่ 50 รูปด้าน 3	76
รูปที่ 51 รูปด้าน 4	77

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 52 แบบฐานรากกึ่งหันลม	78
รูปภาคผนวก ก- 1 แผนที่ตำแหน่งของพื้นที่ศึกษาโครงการ	104
รูปภาคผนวก ก- 2 แผนที่แสดงความขรุขระพื้นผิวและความสูงชันของภูมิประเทศ ของพื้นที่ศึกษาโครงการ	104
รูปภาคผนวก ก- 3 แผนที่แสดงจุดเชื่อมต่อสายส่งไฟฟ้าของพื้นที่ศึกษาโครงการ	105
รูปภาคผนวก ก- 4 แผนที่แสดงจุดติดตั้งกึ่งหันลมและจุดเชื่อมต่อสายส่งไฟฟ้าของพื้นที่ศึกษา โครงการ	105
รูปภาคผนวก ข- 1 ความเร็วลมเฉลี่ยวันที่ 17 เมษายน 2557 และวันที่ 21 พฤษภาคม 2557	107
รูปภาคผนวก ข- 2 ความเร็วลมเฉลี่ยวันที่ 11 มิถุนายน 2557 และวันที่ 4 กรกฎาคม 2557	107
รูปภาคผนวก ข- 3 ความเร็วลมเฉลี่ยวันที่ 6 สิงหาคม 2557 และวันที่ 11 กันยายน 2557	108
รูปภาคผนวก ข- 4 ความเร็วลมเฉลี่ยวันที่ 15 ตุลาคม 2557 และวันที่ 30 พฤศจิกายน 2557	108
รูปภาคผนวก ข- 5 ความเร็วลมเฉลี่ยวันที่ 27 ธันวาคม 2557 และวันที่ 10 มกราคม 2558	109
รูปภาคผนวก ข- 6 ความเร็วลมเฉลี่ยวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2558 และวันที่ 16 มีนาคม 2558	109
รูปภาคผนวก ค- 1 ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนเมษายน 2557	111
รูปภาคผนวก ค- 2 ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนพฤษภาคม 2557	111
รูปภาคผนวก ค- 3 ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนมิถุนายน 2557	112
รูปภาคผนวก ค- 4 ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนกรกฎาคม 2557	112
รูปภาคผนวก ค- 5 ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนสิงหาคม 2557	113
รูปภาคผนวก ค- 6 ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนกันยายน 2557	113
รูปภาคผนวก ค- 7 ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนตุลาคม 2557	114
รูปภาคผนวก ค- 8 ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนพฤศจิกายน 2557	114
รูปภาคผนวก ค- 9 ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนธันวาคม 2557	115
รูปภาคผนวก ค- 10 ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนมกราคม 2558	115
รูปภาคผนวก ค- 11 ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์ 2558	116
รูปภาคผนวก ค- 12 ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนมีนาคม 2558	116

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปภาคผนวก ง- 1 แผนภาพ HISTOGRAM แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย เดือนพฤษภาคม 2557	118
รูปภาคผนวก ง- 2 แผนภาพ HISTOGRAM แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย เดือนมิถุนายน 2557	118
รูปภาคผนวก ง- 3 แผนภาพ HISTOGRAM แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย เดือนกรกฎาคม 2557	119
รูปภาคผนวก ง- 4 แผนภาพ HISTOGRAM แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย เดือนสิงหาคม 2557	119
รูปภาคผนวก ง- 5 แผนภาพ HISTOGRAM แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย เดือนกันยายน 2557	120
รูปภาคผนวก ง- 6 แผนภาพ HISTOGRAM แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย เดือนตุลาคม 2557	120
รูปภาคผนวก ง- 7 แผนภาพ HISTOGRAM แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย เดือนพฤศจิกายน 2557	121
รูปภาคผนวก ง- 8 แผนภาพ HISTOGRAM แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย เดือนธันวาคม 2557	121
รูปภาคผนวก ง- 9 แผนภาพ HISTOGRAM แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย เดือนมกราคม 2558	122
รูปภาคผนวก ง- 10 แผนภาพ HISTOGRAM แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย เดือน กุมภาพันธ์ 2558	122
รูปภาคผนวก ง- 11 แผนภาพ HISTOGRAM แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย เดือนมีนาคม 2558	123
รูปภาคผนวก จ- 1 ตารางแสดงผล Test of Normality เดือนเมษายน 2557	125
รูปภาคผนวก จ- 2 ตารางแสดงผล Test of Normality เดือนพฤษภาคม 2557	125
รูปภาคผนวก จ- 3 ตารางแสดงผล Test of Normality เดือนมิถุนายน 2557	125
รูปภาคผนวก จ- 4 ตารางแสดงผล Test of Normality เดือนกรกฎาคม 2557	125
รูปภาคผนวก จ- 5 ตารางแสดงผล Test of Normality เดือนสิงหาคม 2557	126
รูปภาคผนวก จ- 6 ตารางแสดงผล Test of Normality เดือนกันยายน 2557	126
รูปภาคผนวก จ- 7 ตารางแสดงผล Test of Normality เดือนตุลาคม 2557	126

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปภาพผนวก จ- 8 ตารางแสดงผล Test of Normality เดือนพฤศจิกายน 2557	126
รูปภาพผนวก จ- 9 ตารางแสดงผล Test of Normality เดือนธันวาคม 2557	127
รูปภาพผนวก จ- 10 ตารางแสดงผล Test of Normality เดือนมกราคม 2558	127
รูปภาพผนวก จ- 11 ตารางแสดงผล Test of Normality เดือนกุมภาพันธ์ 2558	127
รูปภาพผนวก จ- 12 ตารางแสดงผล Test of Normality เดือนมีนาคม 2558	127
รูปภาพผนวก ฉ- 1 แปลนฐานรากโรงควบคุม	129
รูปภาพผนวก ฉ- 2 แปลนโครงสร้างโรงควบคุม	130
รูปภาพผนวก ฉ- 3 แปลนพื้นโรงควบคุม	131
รูปภาพผนวก ฉ- 4 รูปด้าน 1	132
รูปภาพผนวก ฉ- 5 รูปด้าน 2	133
รูปภาพผนวก ฉ- 6 รูปด้าน 3	134
รูปภาพผนวก ฉ- 7 รูปด้าน 4	135
รูปภาพผนวก ฉ- 8 รูปตัด 1	136
รูปภาพผนวก ฉ- 9 รูปตัด 2	137
รูปภาพผนวก ฉ- 10 แปลนโครงสร้างโครงหลังคา	138
รูปภาพผนวก ฉ- 11 แปลนหลังคาโรงควบคุม	139
รูปภาพผนวก ฉ- 12 แบบขยายงานโครงสร้าง	140
รูปภาพผนวก ฉ- 13 แบบไฟฟ้าโรงควบคุม	141
รูปภาพผนวก ฉ- 14 แบบฐานรากกึ่งหันลม	142