



การวิเคราะห์เงื่อนไขในการลงทุนสำหรับผู้บริโภคในพื้นที่ชนบทเล็ก

นางสาวกฤษทีรา ประทักษ์นกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



การวิเคราะห์เงื่อนไขในการลงทุนสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก



นางสาวกฤษณา ประทักษิณกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



AN ANALYSIS OF INVESTMENT CONDITIONS FOR A SMALL POWER PRODUCER

Miss Kunteera Pratuknukul

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

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์เงื่อนไขในการลงทุนสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก

โดย

นางสาวกณทีรา ประทักษ์นุกูล

สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน

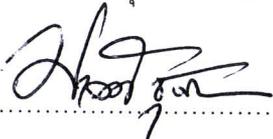
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศศิริวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชูติมา)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วิจิรวนิช)

กฤษีรา ประทักษ์นกุล : การวิเคราะห์เงื่อนไขในการลงทุนสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก. (AN ANALYSIS OF INVESTMENT CONDITIONS FOR A SMALL POWER PRODUCER) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน, 195 หน้า.

246993

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างต้นทุนของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก เพื่อดูทิศทางในการแข่งขัน และ เป็นแนวทางในการตัดสินใจในการลงทุนของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กโดยศึกษาตามกลุ่มกระบวนการผลิตไฟฟ้า คือ การผลิตไฟฟ้าด้วยระบบพลังความร้อนร่วมซึ่งประกอบด้วยเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน และ การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียน ประกอบด้วยพลังลม พลังแสงอาทิตย์ และ ชีวมวล

การวิเคราะห์เงื่อนไขในการลงทุนของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กนี้แบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) สถานที่ตั้งของโรงไฟฟ้า 2) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 3) ปริมาณกำลังการผลิตไฟฟ้า และ 4) การกำหนดส่วนเพิ่มราคาค่าไฟฟ้า ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์คือ สถานที่ตั้งของโรงไฟฟ้าประเภทต่างๆควรจะมีที่เหมาะสมกับโรงไฟฟ้าประเภทนั้นๆ เช่น โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมควรจะมีอยู่ใกล้แหล่งน้ำ ใกล้แหล่งเชื้อเพลิง อยู่ภายในนิคมอุตสาหกรรม และ อยู่ใกล้สายส่งไฟฟ้า โรงไฟฟ้าพลังงานลม ควรอยู่ในสถานที่ที่มีศักยภาพพลังงานลมที่ดีคือมีความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปีมากกว่า 6 เมตรต่อวินาที และ อยู่ใกล้สายส่ง เป็นต้น ในด้านของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต้องทำการจัดทำ การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามกฎหมายที่สำนักวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกำหนดไว้ ในด้านปริมาณกำลังการผลิตไฟฟ้าสรุปได้ว่ายิ่งลงทุนมากความคุ้มค่าก็จะยิ่งมาก และ ทางด้านการกำหนดส่วนเพิ่มราคาไฟฟ้า ระบบการผลิตไฟฟ้าประเภทพลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ และ ชีวมวล ควรได้รับส่วนเพิ่มราคาไฟฟ้า 3.34, 7.34 และ 0.84 บาท/หน่วย ตามลำดับ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนในประเทศให้คุ้มค่า และเป็นประโยชน์มากที่สุด

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรมลายมือชื่อนิสิต *ประทักษ์นกุล*
 สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรมลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก *สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน*
 ปีการศึกษา 2553

5070660021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : COST STRUCTURE / COST ANALYSIS / CLUSTER ANALYSIS

KUNTEERA PRATUKNUKUL : AN ANALYSIS OF INVESTMENT CONDITIONS FOR A SMALL POWER PRODUCER. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. SUTHAS RATTANAKUAKANGWAN, 195 pp.

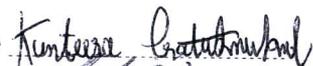
246993

The purpose of the study is to analyze the investment conditions for a small power producer as information for investor's decision making. The analysis is conducted by the type of technologies; natural gas-cogeneration, coal-cogeneration, and renewable technologies, as wind, solar, biomass.

The investment conditions are categorized in to 4 aspects; 1) plant location, 2) environmental effects, 3) plant capacity, and 4) adder. The study can be concluded that the plants should be located nearby their resources, for example, cogeneration plant should be located in the industrial estate; and nearby the water resources, and energy resources. For wind power plants, the plant should be located on where the average wind velocity should exceed 6 meter per second for the whole year period. In addition, the capacity of the transmission and distribution system nearby the plants is another factor concerned. For environmental concerned, the EIA certificate should be acquired according to the regulation. For the capacity of the plant, the study can conclude that the bigger is the better. For adder, 3.34, 7.34 and 0.84 baht per unit are the suitable rate for wind, solar and biomass, respectively in order to promote renewable energies and more economic investment.

Department : Industrial Engineering

Student's Signature



Field of Study : Industrial Engineering

Advisor's Signature



Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รศ.สุทัศน์ รัตนเกื้อกั้วาน อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ และเป็นผู้เสนอแนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ศ.ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ปารเมศ ชูติมา รศ.ดร.วันชัย วิจิรวณิช ที่ให้ความรู้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับทุนสนับสนุนการจัดทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และพี่น้องหน่วยปฏิบัติการวิจัย การบริหารอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีทุกคน ที่ช่วยเหลือในด้านเอกสาร การเตือนกำหนดส่งบทความและเตรียมนำเสนอเพื่อให้ทันตามกำหนด รวมไปถึงขั้นตอนต่างๆ ในการส่งรูปเล่มจนสำเร็จลุล่วงออกมาด้วยดี ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นอย่างสูง ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และ ครอบครัว ซึ่งสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนวิทยานิพนธ์สามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญรูป	ฐ
บทที่ 1 : บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและเหตุผลในการศึกษาวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	10
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	10
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	10
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11
บทที่ 2 : ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	12
2.1.1 ระบบต้นทุน	12
2.1.2 ทฤษฎีการผลิต	17
2.1.3 ฟังก์ชันต้นทุน	22
2.1.4 การศึกษาทางด้านการเงิน	30
2.1.5 วิธีคิดค่าเสื่อมราคา	35
2.1.6 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน	38
2.1.7 การถดถอยเชิงเส้น	41
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	43
บทที่ 3 : ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก	48
3.1 ข้อมูลเบื้องต้น	48
3.1.1 ความเป็นมาของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก	48

3.1.2	วัตถุประสงค์ของการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายเล็ก	51
3.2	การรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก	51
3.3	การจัดกลุ่มกระบวนการผลิตไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก	53
3.3.1	กระบวนการผลิตไฟฟ้าด้วยระบบพลังความร้อนร่วม	53
3.3.2	กระบวนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียน	53
3.4	กระบวนการผลิตไฟฟ้า	56
3.4.1	การผลิตไฟฟ้าโดยกระบวนการพลังความร้อนร่วม	56
3.4.2	การผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานหมุนเวียนจากธรรมชาติ	60
3.5	แผนงานในการผลิตไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก	65
บทที่ 4 :	โครงสร้างต้นทุน และ รายได้ที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า	79
4.1	โครงสร้างต้นทุน	79
4.1.1	การผลิตไฟฟ้าด้วยระบบพลังความร้อนร่วม	79
4.1.2	การผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานหมุนเวียน	81
4.2	รายได้จากการขายไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก	83
4.2.1	รายได้ของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กสัญญาแบบ Firm	83
4.2.2	รายได้ของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กสัญญาแบบ Non-Firm	86
บทที่ 5 :	เงื่อนไขในการลงทุน	88
5.1	สถานที่ตั้งโรงไฟฟ้า	88
5.1.1	กระบวนการผลิตไฟฟ้าด้วยระบบพลังความร้อนร่วม	88
5.1.2	กระบวนการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานหมุนเวียน	90
5.2	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	107
5.2.1	กระบวนการผลิตไฟฟ้าด้วยระบบพลังความร้อนร่วม	118
5.2.2	กระบวนการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานหมุนเวียน	120
5.3	ปริมาณการผลิตไฟฟ้า	131
5.4	การกำหนดส่วนเพิ่มราคาซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก	133
5.4.1	ประเภทสัญญา Firm	133

5.4.2	ประเภทสัญญา Non-Firm	134
•		
บทที่ 6	: กรณีศึกษา	135
6.1	การคัดเลือกกรณีศึกษา	135
6.2	สมมติฐานของกรณีศึกษา	139
6.3	ปัจจัยที่มีผลต่อการลงทุน	141
6.3.1	ด้านการตลาด	141
6.3.2	ด้านเทคนิค	141
6.3.3	ด้านการเงิน	142
6.4	แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์	143
6.4.1	ส่วนของรายรับ	143
6.4.2	ส่วนของเงินลงทุน	162
6.4.3	ส่วนของรายจ่าย	163
6.4.4	ตัวชี้วัดทางการเงินที่สำคัญ	164
6.4.5	การสร้างแบบจำลอง	166
6.5	การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อเงื่อนไขการลงทุน	171
6.5.1	ด้านการตลาด	172
6.5.2	ด้านเทคนิค	173
6.5.3	ด้านการเงิน	174
6.6	การวิเคราะห์ความไวของปัจจัย	175
บทที่ 7	: สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ	180
7.1	สรุปผลการวิจัย	180
7.1.1	การจัดกลุ่มกระบวนการผลิตไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้รายเล็ก	180
7.1.2	สัดส่วนโครงสร้างต้นทุน	183
7.1.3	รายได้จากการขายไฟฟ้า	185
7.1.4	เงื่อนไขการลงทุน	187
7.1.5	การศึกษากรณีศึกษา	188

7.1.6 การวิเคราะห์ความไวของปัจจัย	191
7.2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	191
รายการอ้างอิง	193
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	195

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1-1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแยกตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า ตั้งแต่ปี พ.ศ.2542 - พ.ศ.2552	3
1-2 ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2542 – พ.ศ.2552 ..	5
2-1 ข้อมูลปัจจัยการผลิต-ผลผลิต	20
2-2 เงินลงทุนของโครงการ	32
2-3 การประมาณการต้นทุนสินค้าขาย ตั้งแต่ปีแรกจนถึงสิ้นสุดโครงการ (บาท)	33
2-4 การประมาณการงบกำไร – ขาดทุน ตั้งแต่ปีแรกจนถึงสิ้นสุดโครงการ (บาท)	33
2-5 การประมาณการงบกระแสเงินสด (เพื่อใช้วางแผน) ตั้งแต่ปีแรกจนถึงสิ้นสุดโครงการ	34
3-1 ความเป็นมาของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก	48
3-2 แผนงานในการผลิตไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็กประเภทสัญญา Firm	66
3-3 แผนงานในการผลิตไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็กประเภทสัญญา Non-Firm...	74
3-2 แผนงานในการผลิตไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก ประเภทสัญญา Firm	66
4-1 รายได้ต่อหน่วยของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กประเภทสัญญา Firm	85
4-2 รายได้ต่อหน่วยของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กประเภทสัญญา Non-Firm.....	87
5-1 แหล่งพลังงานลมที่ดีจากแผนที่ศักยภาพพลังงานลม	93
5-2 รายละเอียดพื้นที่ปลูกของชีวมวลชนิดต่างๆ.....	98
5-3 ศักยภาพของการผลิตชีวมวลในประเทศไทยปี 2550/2551	99
5-4 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป	108
5-5 ค่ามาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงไฟฟ้า	110
5-6 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และ นิคมอุตสาหกรรม	111
5-7 มาตรฐานคุณภาพเสียง	116
5-8 ต้นทุนต่อหน่วยของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก	133
5-9 ราคาขายต่อหน่วยของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กประเภทสัญญา Firm	133
5-10 ส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กประเภทสัญญา Firm	134
5-11 ราคาขายต่อหน่วยของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กประเภทสัญญา Non-Firm	134
5-12 ส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กประเภทสัญญา Non-Firm	134

ตารางที่	หน้า
6-1	ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าด้วยกระบวนการ Cogeneration..... 139
6-2	สมมติฐานของโครงการ 140
6-3	เปอร์เซ็นต์ความพร้อมในการเดินโรงไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก 145
6-4	การคำนวณหาค่าพลังไฟฟ้า 146
6-5	การหาหน่วยการผลิตไฟฟ้า..... 148
6-6	การคำนวณหาอัตราค่าพลังไฟฟ้าต่อหน่วย..... 149
6-7	รายได้ที่เกิดจากการขายไฟฟ้าให้ กฟผ 153
6-8	การคำนวณหารายได้ต่อหน่วยจากการขายไฟฟ้าให้ลูกค้าภายในนิคม..... 154
6-9	การหาหน่วยการผลิตไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าขายให้กับลูกค้าในนิคม 155
6-10	การคำนวณหารายได้จากการขายไฟฟ้าให้ลูกค้าภายในนิคม 157
6-11	การหาปริมาณไอน้ำ..... 159
6-12	การคำนวณหารายได้จากการขายไอน้ำให้ลูกค้าภายในนิคมอุตสาหกรรม 160
6-13	รายได้ของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก 161
6-14	ค่าก่อสร้าง ติดตั้ง และทดลอง..... 162
6-15	เงินลงทุนของโครงการ 162
6-16	การหาจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้า 163
6-17	การหารายจ่ายที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า..... 164
6-18	การวิเคราะห์ NPV IRR และ ระยะเวลาคืนทุน ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา..... 168
6-19	มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการในแต่ละช่วงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย..... 177
7-1	สัดส่วนโครงสร้างต้นทุนของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก 185
7-2	ส่วนประกอบของรายได้ของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก..... 186
7-3	เงื่อนไขทางด้านสถานที่ 187
7-4	สรุปเงื่อนไขในการลงทุนที่ทำให้สภาพการณ์เอื้อต่อการลงทุน 190

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
•	
1-1	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแยกตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า ตั้งแต่ปี พ.ศ.2542 - พ.ศ.2552 2
1-2	ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2542 – พ.ศ.2552 .. 4
1-3	โครงสร้างระบบไฟฟ้าเบื้องต้น 7
1-4	โครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้าของประเทศไทย 8
1-5	สัดส่วนกำลังผลิตไฟฟ้า (ณ ธันวาคม 2552) 9
2-1	ลักษณะของเส้นผลผลิตชนิดต่างๆ 20
2-2	เส้นต้นทุนรวม ต้นทุนผันแปร และต้นทุนคงที่ 24
2-3	เส้นต้นทุนการผลิตระยะสั้นประเภทต่างๆ 25
2-4	เส้นต้นทุนเฉลี่ยระยะยาว 26
2-5	ปริมาณการผลิตที่ทำให้กำไรสูงสุดโดยเปรียบเทียบระหว่างค่า TR และ TC 29
2-6	ปริมาณการผลิตที่ทำให้กำไรสูงสุดโดยเปรียบเทียบระหว่างค่า MR และ MC 30
2-7	ตัวอย่างการคำนวณสมการถดถอยเชิงเส้น 43
3-1	สรุปข้อกำหนดของผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก SPP 52
3-2	โรงไฟฟ้าประเภทต่างๆของผู้ผลิตไฟฟ้าย่อยรายเล็ก 55
3-3	แผนภาพการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ 57
3-4	แผนภาพการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง 59
3-5	หลักการทำงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ 60
3-6	หลักการทำงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ ต่อกับระบบจำหน่าย 61
3-7	ทำงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน 62
3-8	กังหันลมแบบแนวแกนนอน 62
3-9	หลักการทำงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง 64
3-10	สัดส่วนของผู้ผลิตไฟฟ้าย่อยรายเล็ก ประเภทสัญญา Firm และ Non-Firm 65
3-11	สัดส่วนกำลังการผลิตไฟฟ้าตามสัญญา ประเภทสัญญา Firm..... 73'
3-12	สัดส่วนกำลังการผลิตไฟฟ้าตามสัญญา ประเภทสัญญา Non-Firm..... 78

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4-๑	สัดส่วนโครงสร้างต้นทุนของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง 80
4-2	สัดส่วนโครงสร้างต้นทุนของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง 80
4-3	สัดส่วนโครงสร้างต้นทุนของโรงไฟฟ้าพลังลม..... 81
4-4	สัดส่วนโครงสร้างต้นทุนของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ 82
4-5	สัดส่วนโครงสร้างต้นทุนของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนที่ใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง 82
5-1	แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย 91
5-2	แหล่งพลังงานลมที่ดีจากแผนที่ศักยภาพพลังงานลม 94
5-3	อุทยานแห่งชาติวังเจ้า และ ดอยอินทนนท์ 96
5-4	อุทยานแห่งชาติได้ร่มเย็น เขาหลวง เขาปู่-เขาย่า แก่งกรุง และ เขาพนมเบญจา 97
5-5	จังหวัดที่มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าและสถานที่ตั้งของแหล่งวัตถุดิบฟางข้าว 101
5-6	จังหวัดที่มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าและสถานที่ตั้งของแหล่งวัตถุดิบผลผลิตอ้อย 102
5-7	จังหวัดที่มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าและสถานที่ตั้งของแหล่งวัตถุดิบยอดและใบอ้อย. 103
5-8	จังหวัดที่มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าและสถานที่ตั้งของแหล่งวัตถุดิบผลผลิตข้าวโพด. 104
5-9	จังหวัดที่มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าและสถานที่ตั้งของแหล่งวัตถุดิบชีวมวลข้าวโพด . 105
5-10	จังหวัดที่มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าและสถานที่ตั้งของแหล่งวัตถุดิบมันสำปะหลัง 106
5-11	จังหวัดที่มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าและสถานที่ตั้งของแหล่งเห้ง้ำมันและลำต้นมัน.... 107
5-12	ตัวอย่างมาตรการป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองของเชื้อเพลิงชีวมวล 126
5-13	การวิเคราะห์กำลังการผลิตไฟฟ้า 132
6-1	ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2553 - พ.ศ. 2568 136
6-2	ปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ และ ถ่านหิน 138
6-3	มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการในแต่ละช่วงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย..... 178
7-1	สรุปข้อกำหนดของผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก 181
7-2	สัดส่วนของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก ประเภทสัญญา Firm และ Non-Firm 182
7-3	สัดส่วนกำลังการผลิตไฟฟ้าตามสัญญา แยกตามประเภทเชื้อเพลิง ของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กประเภทสัญญา Firm..... 182
7-4	สัดส่วนกำลังการผลิตไฟฟ้าตามสัญญา แยกตามประเภทเชื้อเพลิง ของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กประเภทสัญญา Non-Firm..... 183

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
7-5	กลุ่มกระบวนการผลิตไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก	184
7-6	การวิเคราะห์กำลังการผลิต.....	188