กลยุทธ์การเสนอราคาในตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าสำหรับบริษัทผลิตไฟฟ้า

นาย วีระยุทธ วงศ์อมรชัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544
ISBN 974-17-0324-4
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

POOL PRICE BIDDING STRATEGIES FOR GENERATION COMPANIES

Mr. Werayut Wongamonchai

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirments

For the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-17-0324-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	กลยุทธ์การเสนอราคาในตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าสำหรับบริษัทผลิตไฟฟ้า
โดย	นาย วีระยุทธ วงศ์อมรชัย
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ไชยะ แช่มช้อย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

.....กรรมการ

(ดร.ทรงศักดิ์ ชุษณพิพัฒน์)

.....กรรมการ

(ดร.แนบบุญ หุนเจริญ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วีระยุทธ วงศ์อมรชัย : กลยุทธ์การเสนอราคาในตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าสำหรับบริษัทผลิตไฟฟ้า (Pool Price Bidding Strategies for Generation Companies)
อ. ที่ปรึกษา รศ.ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์, 100 หน้า. ISBN 974-17-0324-4

โครงสร้างกิจการไฟฟ้าที่มีการซื้อขายไฟฟ้าหรือเรียกว่า ตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้า ประกอบด้วย บริษัทผลิตไฟฟ้า บริษัทค้าปลีกไฟฟ้า ดำเนินการเสนอประมูลขายและซื้อไฟฟ้าตามลำดับ เพื่อยื่นข้อมูลการเสนอซื้อขายให้แก่ศูนย์ควบคุมอิสระ ซึ่งทำหน้าที่สั่งเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและควบคุมการดำเนินงานของระบบ โดยใช้หลักการผลประโยชน์ของสังคมสูงสุด เพื่อทำการกำหนดราคาไฟฟ้าและจัดสรรกำลังการผลิต ตามเงื่อนไขความสมดุลของกำลังไฟฟ้า ในวิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึงกลยุทธการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าในตลาดไฟฟ้าสำหรับบริษัทผลิตไฟฟ้า โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด และพิจารณาเฉพาะตลาดล่วงหน้ารายวัน โดยใช้วิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล เพื่อทำนายพฤติกรรมของคู่แข่ง ประกอบกับอาศัยข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในอดีต ร่วมกับการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ วิธีที่พัฒนาขึ้นนี้ได้นำมาทดสอบกับระบบตัวอย่างโดยข้อมูลการเสนอซื้อ-ขายไฟฟ้าของรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา และใช้ข้อมูลโรงไฟฟ้าของประเทศไทย จากผลการคำนวนพบว่าการใช้กลยุทธการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าสามารถใช้เป็นแนวทางในการเสนอราคาในตลาดไฟฟ้าได้ ซึ่งให้ผลดีกว่าการเสนอราคาไฟฟ้าที่ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยที่กำลังผลิตสูงสุด และได้ผลที่ดีขึ้นเมื่อมีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต_____
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____
ปีการศึกษา 2544 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

4370508421 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING
KEY WORD : POWER POOL / BIDDING STRATEGY
WERAYUT WONGAMONCHAI : POOL PRICE BIDDING STRATEGIES FOR GENERATION COMPANIES
ADVISOR : ASSOC. PROF BUNDHIT EUA-ARPORN, Ph.D
100 pp. ISBN 974-17-0324-14

Under the deregalation of electric supply industry, suppliers (generator) and consumers (retailers) offer and bid MWh generation and consumption respectively. An independent System Operator (ISO) uses maximization social welfare to determine the generation, load dispatch and electricity price subject to power balance constraint.This paper presents bidding strategies for a generation company to maximize its profit for bidding generation in the day-ahead market.This involves a bidding strategy and unit commitment for a generation company. The objective is to take into account the uncertain bidding information of other market participants by predicting optimum bidding point in the next trading period.The model for the electricity market is based on the drafted Thailand market rule[1].The optimum bidding in each hour is a solved by statistic bidding information and a self-scheduling. This method has been tested with the actual past records of California Power Pool. The encouraging results have been obtained.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Electrical Engineering Student's signature

Field of study Electrical Engineering Advisor's signature

Academic year 2001

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีมาตลอด รวมทั้งได้กรุณาตรวจสอบและแก้ไขเนื้อหาจนสำเร็จเรียบร้อย และขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์ไชยะ แช่มช้อย ดร. ทรงศักดิ์ ชุษณพิพัฒน์ และ ดร. แนบบุญ หุนเจริญ ที่ได้เสียสละเวลาตรวจสอบแก้ไขและให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา ที่ให้กำลังใจตลอดมา ตลอดจนเพื่อน ๆ พี่ น้อง ทุก ๆ คนที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

นาย วีระยุทธ วงศ์อมรชัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ญ
สารบัญภาพ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 การศึกษาบทความที่เกี่ยวข้อง..... 2
1.3 วัตถุประสงค์..... 3
1.4 ขอบเขตในการทำวิทยานิพนธ์..... 3
1.5 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีดำเนินการ..... 4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์..... 4
1.7 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์..... 4
บทที่ 2 ตลาดไฟฟ้า..... 5
2.1 ตลาดล่วงหน้ารายวัน (Day ahead Market)..... 6
2.2 ตลาด ณ เวลาจริง (Real timeMarket)..... 6
2.3 ลักษณะการเสนอราคาไฟฟ้า..... 7
2.4 การคิดราคาไฟฟ้าและจัดสรรกำลังการผลิตไฟฟ้า..... 8
2.4.1 การคิดราคาไฟฟ้าในตลาดล่วงหน้ารายวัน..... 9
2.4.2 การคิดราคาไฟฟ้าในตลาด ณ เวลาจริง..... 9
บทที่ 3 ยูนิตคอมมิตเมนต์..... 12
3.1 การวางแผนการผลิตไฟฟ้า..... 12
3.2 ประเภทของโรงไฟฟ้า..... 14
3.2.1 โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน (Thermal power pant)..... 14
3.2.2 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ (Hydro power pant)..... 14
3.3 ยูนิตคอมมิตเมนต์ด้วยวิธีต่าง ๆ..... 15
3.3.1 วิธีเรียงตามลำดับ (Priority list)..... 15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.2
วิธีโปรแกรมเชิงพลวัต (DynamicProgramming)..... 16
3.3.3
วิธีแลกเซชันแบบลากรองจ์ (Lagragian relaxation)..... 18
บทที่ 4 ความรู้ที่ใช้ร่วมกับกลยุทธ์การประมูลไฟฟ้า.....20
4.1 การสุ่มสถานะ..... 21
4.2 เกณฑ์การหยุดคำนวณ..... 22
4.3 แผนภาพการคำนวณหาราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของบริษัทไฟฟ้าด้วย
วิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล..... 23
บทที่ 5 กลยุทธ์การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทไฟฟ้า.....24
5.1 นิยามตัวแปร..... 25
5.2 ปัญหา..... 26
5.2.1 ปัญหาทางด้าน ISO..... 26
5.2.2 ปัญหาภายในโรงไฟฟ้า..... 28
5.3 การแก้ปัญหา.....28
5.3.1 การทำนายพฤติกรรมการเสนอราคาของคู่แข่ง..... 28
5.3.2 การแก้ปัญหา ISO และปัญหาภายในโรงไฟฟ้า..... 32
5.3.2.1 การหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอโดยใช้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของจุดตัดระหว่างกราฟการเสนอซื้อและเสนอขาย..... 34
5.2.3.2 การหาคำตอบโดยวิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลโดยใช้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของจุดตัดระหว่างกราฟการเสนอซื้อและเสนอขายในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอ.....38
5.3.3 วิธีการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง..... 43
5.4 การทำยูนิตคอมมิตเมนต์ในตลาดไฟฟ้า..... 45
5.4.1 การกำหนดสภาวะการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดที่เป็นไปได้.....46
5.4.2 การหาค่าเหมาะสมในการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของแต่ละสถานะการทำงานและผลกำไรที่ได้ในแต่ละชั่วโมง..... 47
5.4.3 ใช้โปรแกรมเชิงพลวัตเพื่อหาเส้นทางที่ทำให้ได้กำไรสูงสุดโดยรวมตลอดทั้งวัน.....50

บทที่ 6 ตัวอย่างผลการคำนวณและการวิเคราะห์.....51
6.1 เปรียบเทียบผลจากการใช้ข้อมูลการเสนอประมูลซื้อขายไฟฟ้าที่แตกต่างกัน 52
6.1.1 สถิติประจำวันที่ 8-29 เมษายน 2543.....53

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.1.2 สถิติประจำวันที่ 15-29 เมษายน 2543.....57
6.1.3 สถิติประจำวันที่ 23-29 เมษายน 2543.....61
6.2 ผลการคำนวนและการวิเคราะห์ โดยการเปรียบเทียบผลที่ได้ในแต่ละชั่วโมง ระหว่างการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 1 ช่วง กับการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 10 ช่วง.....67
6.3 ผลการคำนวนและการวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างการเสนอประมูลโดยมีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์กับไม่มีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์.....69
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....73
7.1 สรุปผลการวิจัย.....73
7.2 ข้อเสนอแนะ.....74
รายการอ้างอิง.....75
ภาคผนวก.....76
ภาคผนวก ก.....76
ภาคผนวก ข.....78
ประวัติผู้เขียน.....100

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

5.1 ตารางแสดงสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด.....46

6.1 ตารางแสดงข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า.....51

6.2 ผลการทำนายกำไร ราคา และกำลังไฟฟ้าที่บริษัท A ควรเสนอ คำนวณโดยใช้ข้อมูล ตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วง โดยไม่คิด ยูนิตคอมมิตเมนต์.....54

6.3 ผลการคำนวณเมื่อนำข้อมูลจากการทำนาย จากตารางที่ 6.2 ไปเสนอประมูล ในวันที่ 30 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วง โดยไม่คิด ยูนิตคอมมิตเมนต์.....55

6.3 ข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัท A โดยข้อมูลตั้งแต่ วันที่ 8-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูล 1 ช่วงการเสนอขาย โดยไม่คิด ยูนิตคอมมิตเมนต์.....56

6.5 ผลการทำนายกำไร ราคา และกำลังไฟฟ้าที่บริษัท A ควรเสนอ คำนวณ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 15-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วง โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์.....58

6.6 ผลการคำนวณเมื่อนำข้อมูลจากการทำนาย จากตารางที่ 6.5 ไปเสนอประมูล ในวันที่ 30 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วง โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์.....59

6.7 ข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัท A โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ วันที่ 15-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูล 1 ช่วงการเสนอขาย โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์.....60

6.8 ผลการทำนายกำไร ราคา และกำลังไฟฟ้าที่บริษัท A ควรเสนอ คำนวณ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 23-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วง โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์.....62

6.9 ผลการคำนวณเมื่อนำข้อมูลจากการทำนาย จากตารางที่ 6.8 ไปเสนอประมูล ในวันที่ 30 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วง โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์.....63

6.10ข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัท A โดยข้อมูลตั้งแต่ วันที่ 23-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูล 1 ช่วงการเสนอขาย โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์.....64

6.11ตารางเปรียบเทียบผลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลการประมูลซื้อขายไฟฟ้า ที่นำมาใช้เป็นสถิติ.....66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

6.12 ผลการคำนวณโดยข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติ
และเสนอประมูลแบบ 10 ช่วง โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์……..…..68
6.13 ผลการทำนายกำไร ราคา และกำลังไฟฟ้าที่บริษัท A ควรเสนอ คำนวณโดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่
8-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วง โดยคิดยูนิตคอมมิตเมนต์……..…….71
6.14 ผลการเสนอขายไฟฟ้าในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอราคา
และกำลังไฟฟ้าจากตารางที่ 6.13 เสนอการประมูลแบบ 1 ช่วง……...72

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.1 ตลาดไฟฟ้า……..5

2.2 ช่วงเวลาการเสนอราคา……...6

2.3 การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ซื้อและผู้ขาย……..……..8

2.4 การประมูลในตลาดล่วงหน้ารายวัน……9

2.5 การประมูลในตลาด ณ เวลาจริง……..…….9

2.6 ลักษณะการตัดกันระหว่างกราฟการเสนอราคาของผู้ซื้อและผู้ขาย…….……..….10

4.1 วิธีการสุ่มสถานะการทำงานของแต่ละอุปกรณ์……..…20

4.2 การแบ่งช่วงความน่าจะเป็น……...…21

4.3 แผนภาพแสดงการหาราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของบริษัทไฟฟ้าด้วยวิธีการจำลองแบบมอนติคาร์โล…….……..23

5.1 กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขายเริ่มต้น……...29

5.2 กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขายที่ไม่รวมข้อมูลของบริษัท A…….29

5.3 ข้อมูลตัวอย่างของกราฟการเสนอราคาขายและกำลังไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น……...…….…….30

5.4 ข้อมูลตัวอย่างของกราฟการเสนอราคาซื้อและกำลังไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น ……...……...……..… 30

5.5 การแบ่งช่วงกำลังการผลิตเพื่อหาความถี่ของราคาที่เกิดขึ้น ณ ช่วงกำลังการผลิตต่าง ๆ …..31

5.6 ตัวอย่างการแจกแจงความน่าจะเป็นของราคาไฟฟ้า ณ ช่วงกำลังไฟฟ้าที่เสนอ……..……..32

5.7 การเพิ่มการประมูลของบริษัท A ลงในกราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขาย……...……34

5.8 ตัวอย่างการหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ทำให้ราคาไฟฟ้าของตลาดไม่เปลี่ยนแปลง……39

5.9 กำลังไฟฟ้าที่ทำให้ราคาไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง…….....36

5.10 แผนภาพแสดงขั้นตอนการหาค่าเหมาะสมของราคไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่บริษัท A ควรเสนอ.....37

5.11 ตัวอย่างการแจกแจงความน่าจะเป็นของราคาที่เสนอ……..……..38

5.12 แผนภาพแสดงการเสนอประมูลไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น……...39

5.13 แผนภาพแสดงการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทผลิตไฟฟ้าควรเสนอ...42

5.14 การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าเพียงช่วงเดียวและแบ่งออกเป็นช่วงย่อย……..…..43
5.15 การเสนอราคาโดยเทียบกับต้นทุนการผลิตหน่วยสุดท้าย……..…44

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

5.16 การเสนอราคาไฟฟ้าโดยเทียบกับต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต...…….45
5.17 แผนภาพการหาค่าราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอรวมทั้งกำไรที่ได้ของแต่ล่ะสภาวะการทำงานในแต่ละชั่วโมง.. ……...49
6.1 กราฟเปรียบเทียบลักษณะการเสนอขายแบบ 1 ช่วงกับหลายช่วง……..……...……69

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตลาดไฟฟ้าเป็นแหล่งรวมการซื้อขายส่งไฟฟ้าขนาดใหญ่ซึ่งรวบรวมการเสนอราคาไฟฟ้าและกำลังการผลิต ทั้งจากผู้ซื้อและผู้ขาย เพื่อให้ได้ราคาตลาด (Market Clearing Price) ที่เป็นจุดสมดุลของทั้งสองฝ่าย โดยตลาดไฟฟ้าจะประกอบด้วย ศูนย์ควบคุมอิสระ (Independent System Operator – ศูนย์ควบคุมระบบอิสระ) บริษัทผลิตไฟฟ้า (Generation Company – Genco) บริษัทผู้ค้าปลีกไฟฟ้า (Retailer Company – Retailco) และ ผู้ค้าไฟฟ้า (Trader) ทั้งนี้ศูนย์ควบคุมอิสระจะคำนวณราคาไฟฟ้าและจัดสรรกำลังการผลิต โดยอาศัยหลักการที่จะทำให้เกิดผลประโยชน์ต่อส่วนรวมสูงสุด [5] ตามปกติจุดประสงค์ของผู้ขายไฟฟ้าย่อมต้องการได้ราคาสูงจากการเข้าร่วมกับตลาด ส่วนผู้เสนอซื้อไฟฟ้าก็มีจุดประสงค์ที่จะต้องการซื้อไฟฟ้าในราคาต่ำที่สุด ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีหลักในการเสนอราคาและกำลังการผลิต เพื่อที่จะให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายดังกล่าว

ในกรณีที่ไม่มีการเปิดเผยข้อมูลการเสนอราคาซื้อขายไฟฟ้านั้น สมาชิกแต่ละรายจะสามารถทราบได้เพียงข้อมูลการเสนอราคาและกำลังการผลิตรวมของทั้งทางด้านผู้ซื้อและผู้ขายเท่านั้น การที่จะเสนอราคาเพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของตนนั้น จึงจำเป็นต้องมีการพยากรณ์ข้อมูลการเสนอราคารวมที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยการพยากรณ์ยิ่งมีความถูกต้องมากเท่าไร การที่จะทำให้ได้ราคาค่าไฟฟ้าตามที่ต้องการก็จะยิ่งมีความเป็นไปได้มากขึ้นเท่านั้น ดังนั้น จึงมีการนำหลักการต่าง ๆ มาใช้ เช่น หลักการความน่าจะเป็น หรือ ทฤษฎีเกม[1] โดยราคาไฟฟ้าในตลาดขึ้นอยู่กับผลของหลายปัจจัยประกอบกัน เช่น ความต้องการไฟฟ้า ปริมาณกำลังการผลิต พฤติกรรมผู้เสนอราคา และเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เป็นต้น

ในทางทฤษฎี ตลาดไฟฟ้าที่มีการแข่งขันสมบูรณ์นั้น หากพิจารณาในระยะยาวแล้ว ผู้เสนอราคาควรจะเสนอราคาที่ราคาต้นทุนหรือใกล้เคียงกับราคาต้นทุน อย่างไรก็ตามในความจริงตลาดไฟฟ้าไม่ได้เป็นดังนั้น ทั้งผู้ผลิตและผู้ซื้อล้วนที่จะต้องการให้ได้ผลประโยชน์ของตนมากที่สุด เมื่อพิจารณาในด้านผู้ผลิตหรือผู้ขาย จึงอาจมีการเสนอราคาขายสูงกว่าต้นทุน หรือ กระทำการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลประโยชน์เพิ่มขึ้น เรียก การกระทำนี้ว่า กลยุทธการเสนอราคาประมูลที่เหมาะสมที่สุด(Optimal bidding strategy [2])

1.2 การศึกษาบทความที่เกี่ยวข้อง

บทความที่[2] เป็นการเสนอแนวทางและวิธีการหาค่าเหมาะสมในการเสนอราคาอย่างกว้าง ๆ โดยแนวทางในการกำหนดกลยุทธ์ในการเสนอราคามี 3 แนวทาง คือ

1) ทำนายราคาไฟฟ้าของตลาดในอนาคต
2) ทำนายพฤติกรรมของคู่แข่ง
3) ทฤษฎีเกม

บทความที่[3] เป็นการหาค่าการเสนอราคาที่เหมาะสมในสภาวะที่กำหนดให้ฝ่ายผู้ซื้อหรือผู้ขาย แข่งขันกันในตลาดฝ่ายละ 2 ราย และแข่งขันกันที่กำลังไฟฟ้าเพียง 1 ช่วง ซึ่งเป็นการแข่งขันกันที่ราคาเสนอเพียงอย่างเดียว โดยทราบค่าฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของคู่แข่งขัน ซึ่งในบทความนี้กำหนดฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นอยู่ในรูปสามเหลี่ยม และการเสนอราคาจากจุดที่ทำให้ค่าคาดหวังของความแตกต่างระหว่างต้นทุนกับราคาเสนอของคู่แข่ง

บทความที่[4] ทำการศึกษาโดย กำหนดให้มีการแข่งขันทั้งด้านผู้ซื้อและผู้ขาย โดยราคาที่เสนออยู่ในรูปสมการเส้นตรง ที่เป็นฟังก์ชันของกำลังไฟฟ้าซึ่งตัวแปรที่เป็นตัวกำหนดลักษณะของสมการ อยู่ในรูปของความน่าจะเป็นเนื่องจากผู้เสนอราคาไม่สามารถทราบค่าการเสนอราคาที่แน่นอนของคู่แข่งขันได้ จากนั้นทำการหาค่าที่เหมาะสมซึ่งได้จากจุดที่ทำให้ได้ค่าคาดหวังของกำไรมีค่าสูงสุด

บทความที่[5] กำหนดสถานการณ์ให้ผู้เสนอราคาใช้กลยุทธการเสนอราคาลักษณะเดียวกัน โดยการเสนอราคาไฟฟ้าอยู่ในรูปสมการเส้นตรงและตัวแปรอยู่ในรูปของความน่าจะเป็นและการหาราคาไฟฟ้า การจัดสรรกำลังการผลิตใช้หลักการผลประโยชน์รวมของระบบสูงสุด โดยคิดรวมเงื่อนไขของโหลด และข้อจำกัดของสายส่งและค่าการเสนอราคาที่เหมาะสมที่สุดของผู้เสนอราคาทุก ๆ ราย จากนั้นทำการหาค่าเสนอราคาที่เหมาะสมของผู้ร่วมเสนอราคาทุกราย ซึ่งได้ผลคือราคาไฟฟ้าอยู่ที่จุดสมดุลที่เรียกว่า จุดสมดุลของแนส (Nash equilibrium)

บทความที่[6] เป็นการพิจารณารวมของทั้งผู้ซื้อและผู้ขาย โดยหาค่าการเสนอราคาที่เหมาะสมที่สุดของทุกราย โดยมีเงื่อนไขให้ได้รายได้ที่พอเพียงสำหรับผู้ร่วมเสนอราคา โดยผลที่ได้พบว่าราคาไฟฟ้าในตลาดมีค่าสูงกว่าราคาในตลาดสมบูรณ์ที่ผู้เสนอราคาเสนอที่ราคาต้นทุน

บทความที่[7] กำหนดสถานการณ์ในตลาด คือ ไม่มีการแข่งขันทางด้านผู้ซื้อ โดยทราบค่าความต้องการไฟฟ้าที่แน่นอนและไม่มีการแข่งขันกันทางด้านการเสนอปริมาณกำลังไฟฟ้า คือ กำหนดให้ผู้ขายเสนอกำลังไฟฟ้าเป็น block ของการผลิตเท่านั้น และผู้เสนอราคาทราบค่าฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของการเสนอราคาของคู่แข่ง จากนั้นทำการหาค่าการเสนอราคาที่เหมาะสมที่สุด โดยได้จากจุดที่ทำให้ค่าความหวังของกำไรมีค่าสูงสุด

จากบทความเหล่านี้ เป็นการเสนอวิธีการหาค่าเหมาะสมที่สุดในการเสนอราคาหลายวิธี ซึ่งล้วนแล้วแต่ต้องอาศัยการพยากรณ์พฤติกรรมของคู่แข่ง โดยใช้หลักของความน่าจะเป็นและกำหนดสถานการณ์ในตลาดที่แตกต่างจากความเป็นจริง เช่น ในบทความที่[3] กำหนดให้ตลาดไฟฟ้ามีคู่แข่งขันในตลาด 2 ราย แต่ไม่คำนึงถึงการเสนอด้านปริมาณไฟฟ้า ในบทความที่[4] และ [5] กำหนดให้ผู้เสนอราคาเสนอกำลังไฟฟ้าได้เพียง 1 ช่วงเท่านั้น ในบทความที่[7] กำหนดให้ไม่มีการแข่งขันทางด้านผู้ซื้อ โดยทราบค่าความต้องการไฟฟ้าที่แน่นอน และไม่มีการแข่งขันกันทางด้านการเสนอปริมาณไฟฟ้า โดยกำหนดให้ผู้ขายเสนอกำลังไฟฟ้าเป็นช่วงของการผลิต ซึ่งความเป็นจริง ตลาดไฟฟ้าประกอบด้วย ผู้ซื้อและผู้ขายหลายราย ซึ่งมีการแข่งขันการเสนอราคาไฟฟาและกำลังการผลิตทั้งทางด้านผู้ซื้อและผู้ขาย ซึ่งสามารถแบ่งปริมาณกำลังการผลิตออกได้หลายช่วงตามราคาที่เสนอ จึงได้กราฟการเสนอราคาที่มีลักษณะเป็นขั้นบันได โดยปกติเมื่อข้อมูลการเสนอราคาของทั้งผู้ซ้อและผู้ขายถูกปกปิด ผู้เสนอราคาจะไม่สามารถทราบพฤติกรรมการเสนอราคาของคู่แข่งแต่ละรายได้ แต่สามารถทราบได้เพียงข้อมูลการเสนอราคารวมของทั้งผู้ซื้อและผู้ขายในตลาดเท่านั้น

ในบทความนี้ ได้เสนอวิธีการในการหาค่าเหมาะสม โดยใช้หลักของความน่าจะเป็นและเพื่อให้ตรงกับการเสนอราคาไฟฟ้าในความเป็นจริง จึงกำหนดสถานการณ์ในตลาดไฟฟ้าให้มีทั้งการแข่งขันทางด้านผู้ซื้อและผู้ขาย ซึ่งวิธีการเสนอราคาตรงกับกลไกของตลาดไฟฟ้าของประเทศไทย และทำการคำนวณเฉพาะตลาดล่วงหน้ารายวัน โดยใช้การพยากรณ์พฤติกรรมของคู่แข่งโดยรวมในตลาด

1.3 วัตถุประสงค์

1) เพื่อพัฒนากระบวนวิธีที่จะใช้เป็นแนวทางในการเสนอราคาและกำลังการผลิตไฟฟ้าของผู้ผลิตในตลาดไฟฟ้าเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด โดยเน้นผลใน ตลาดล่วงหน้ารายวัน
2) เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถคำนวณค่าเหมาะสมของราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า ของบริษัทผลิตไฟฟ้า และวิเคราะห์ผลในตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าได้

1.4 ขอบเขตในการทำวิทยานิพนธ์

1) พิจารณาเฉพาะการประมูลในตลาดล่วงหน้ารายวันโดยผู้ร่วมประมูลที่ประกอบด้วยผู้ซื้อและผู้ขาย
2) บริษัทผลิตไฟฟ้าที่พิจารณาสามารถมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากกว่า 1 เครื่อง
3) ค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าพิจารณาเฉพาะค่าเชื้อเพลิงในการผลิตเท่านั้น โดยไม่มีเงื่อนไขขีดจำกัดของเชื้อเพลิง ฯลฯ

1.5 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีดำเนินงาน

1) ศึกษากลไกตลาดและการคิดราคาไฟฟ้าที่จะเกิดขึ้นของตลาดไฟฟ้าในประเทศไทย
2) หาวิธีการสร้างแบบจำลองของ กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขาย และกราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ซื้อ ที่ถูกต้องที่สุด
3) ทำการ Simulation เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการเสนอราคา และกำลังการผลิตไฟฟ้าเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

พัฒนาแนวทางในการเสนอประมูลราคาไฟฟ้าของตลาดไฟฟ้าในอนาคต ที่มีการแข่งขันทั้งการซื้อและขายไฟฟ้า

1.7 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ในแต่ละบทเป็นดังนี้

บทที่ 2 กล่าวถึง ความรู้พื้นฐานตลาดกลางการซื้อขายไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย ตลาดล่วงหน้ารายวัน และตลาด ณ เวลาจริง ลักษณะกราฟการเสนอราคาไฟฟ้ารูปแบบต่างๆ ตัวอย่างข้อมูลการเสนอซื้อและเสนอขายไฟฟ้า การคิดราคาไฟฟ้าและจัดสรรกำลังการผลิต

บทที่ 3 กล่าวถึง การทำยูนิตคอมมิตเมนต์ ซึ่งประกอบด้วย การวางแผนการผลิตไฟฟ้า ประเภทของโรงไฟฟ้า การทำยูนิตคอมมิตเมนต์ด้วยวิธีต่าง ๆ

บทที่ 4 กล่าวถึง พื้นฐานความรู้ที่จำเป็น ซึ่งประกอบด้วย การจ่ายโหลดอย่างประหยัด การจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล

บทที่ 5 กล่าวถึง กลยุทธ์การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย การแก้ปัญหา ได้แก่ ปัญหาด้าน ISO ปัญหาภายในโรงไฟฟ้า การทำนายพฤติกรรมการเสนอราคาของคู่แข่ง การแก้สมการหาค่าเหมาะสมโดยวิธีวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ การหาคำตอบโดยวิธีจำลองเหตุการณ์ตามแบบมอนติคาร์โร และแผนภาพการทำงานทั้งหมด

บทที่ 6 ตัวอย่างผลการคำนวณและการวิเคราะห์

บทที่ 7 กล่าวถึง บทสรุป ประโยชน์ที่ได้ และ ข้อดี-ข้อเสียของวิธีการที่นำเสนอ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะเพิ่มเติมต่างๆ

บทที่ 2

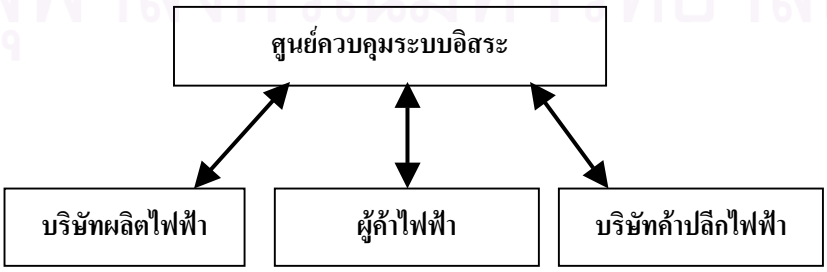
ตลาดไฟฟ้า

ตลาดไฟฟ้า เป็นแหล่งที่ใช้สำหรับการติดต่อซื้อขายไฟฟ้า ระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายไฟฟ้า ตามโครงสร้างกิจการไฟฟ้าของไทย[1]นั้น ตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าของไทยประกอบด้วยสมาชิก 4 ประเภทหลักดังแสดงในรูปที่ 2.1 ได้แก่

- ศูนย์ควบคุมระบบอิสระ (ศูนย์ควบคุมระบบอิสระ-Independent System Operator)
- บริษัทผลิตไฟฟ้า (Genco)
- บริษัทค้าปลีกไฟฟ้า (Retailco)
- ผู้ค้าไฟฟ้า (Trader)

โดยสมาชิกแต่ละประเภทมีหน้าที่ดังนี้

- ศูนย์ควบคุมระบบอิสระ (Independent System Operator-ISO) มีหน้าที่เป็นองค์กรกลางในการซื้อขายไฟฟ้า โดยจะรับข้อมูลการเสนอราคาจากผู้เสนอราคา แล้วนำมาคิดราคาไฟฟ้าและทำการสั่งเดินเครื่องโรงไฟฟ้าที่ได้รับอนุญาตให้ผลิตพลังงานไฟฟ้า ทำการประมาณความต้องการไฟฟ้า ณ เวลาต่าง ๆ และแจ้งข้อมูลให้กับผู้เสนอราคาในตลาด
- บริษัทผลิตไฟฟ้า (Generation Company-Genco) มีหน้าที่ผลิตไฟฟ้าเข้าระบบเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการและสามารถเข้าร่วมเสนอราคาไฟฟ้าในตลาดในฐานะผู้ขายไฟฟ้าได้
- บริษัทค้าปลีกไฟฟ้า (Retailco) มีหน้าที่เสนอราคาซื้อขายไฟฟ้าจากในตลาดไฟฟ้าเพื่อนำไปให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้า
- ผู้ค้าไฟฟ้า (Trader) เป็นหน่วยงานที่ซื้อหรือขายพลังงานโดยไม่มีหน่วยผลิตไฟฟ้าเป็นของตัวเอง แต่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ผลิตไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้า หรือ ผู้ค้าปลีกไฟฟ้า โดยสามารถทำการดำเนินการเสนอราคาในตลาดเสมือนเป็นทั้งผู้ขายและผู้ซื้อได้



รูปที่ 2.1 ตลาดไฟฟ้า

ตลาดไฟฟ้าจะแบ่งการซื้อขายไฟฟ้าออกเป็น 2 ประเภท คือ

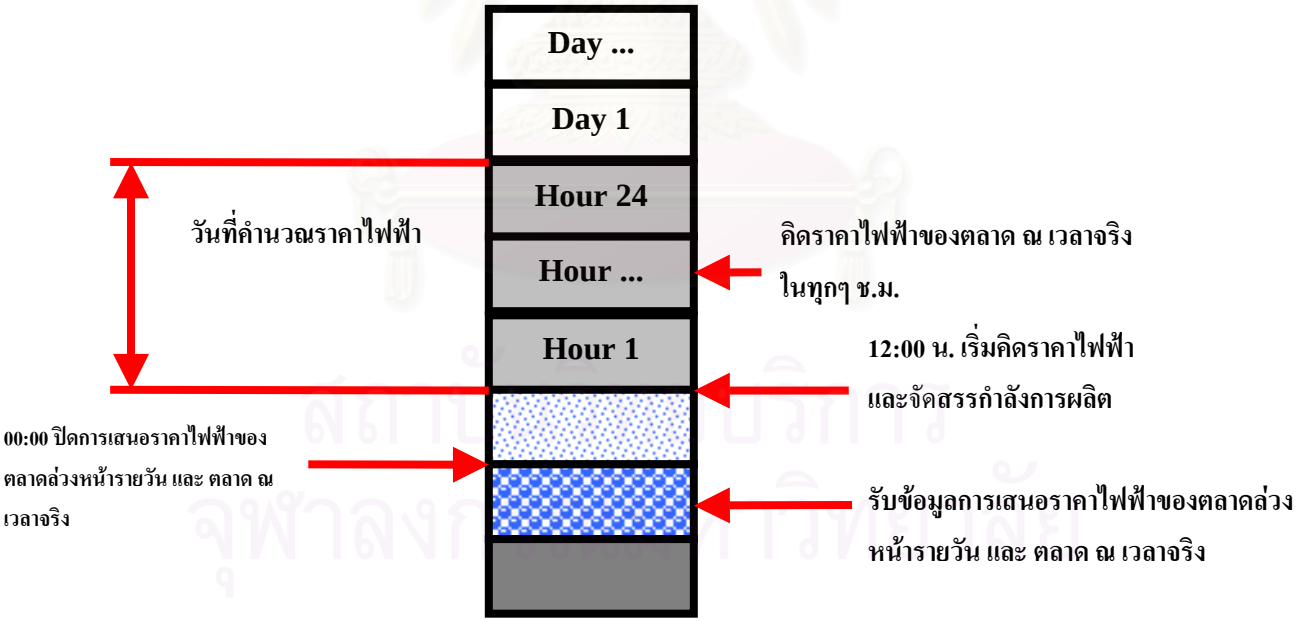
2.1 ตลาดล่วงหน้ารายวัน (Day ahead market)

เป็นการซื้อขายไฟฟ้าโดยดำเนินการล่วงหน้าก่อนเวลาทำการจริงซึ่งทั้งGenco,Retailco และ Trader (ผู้ร่วมเสนอราคาทั้งหมด) ทำการส่ง ข้อมูลการเสนอราคา เช่น ราคาและจำนวนกำลังไฟฟ้าในรายชั่วโมง ให้แก่ ศูนย์ควบคุมระบบอิสระ เพื่อที่จะทำการ คิดราคาไฟฟ้าและจัดสรรกำลังการผลิตไฟฟ้าล่วงหน้า โดยปกติการยื่นเสนอราคาในตลาดล่วงหน้ารายวัน นี้จะปิดการเสนอราคาก่อนเวลาจริง 12 ชั่วโมง[1]

2.2 ตลาด ณ เวลาจริง (Real time market)

เป็นการดำเนินการซื้อขายไฟฟ้า ณ เวลาจริง โดยการคิดราคาประจำทุก 1 ชั่วโมงหรือทุกครึ่งชั่วโมง นั้นจะมาจากผลการจัดสรรกำลังผลิตตามที่เกิดขึ้นจริง

เงื่อนไขของการคิดราคาไฟฟ้าและการจัดสรรกำลังการผลิตในตลาดทั้งสอง ขึ้นอยู่กับกลไกของตลาด สำหรับประเทศไทยนั้น กำหนดการซื้อขายไฟฟ้าในตลาดเบื้องต้นสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่2.2 ช่วงเวลาการเสนอราคา

2.3 ลักษณะการเสนอราคาไฟฟ้า

การเสนอราคาไฟฟ้า คือ การเสนอซื้อ-ขายไฟฟ้า ที่ราคาและกำลังไฟฟ้าในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ โดยทั้งผู้ซื้อและผู้ขายต้องยื่นข้อมูลให้แก่ศูนย์ควบคุมระบบอิสระ โดยแบ่งออกได้เป็นหลายลักษณะ ได้แก่

- Statistics auction การเสนอราคาและกำลังการผลิตของผู้เสนอแต่ละรายจะถูกปกปิด
- Dynamic auction ราคาที่เสนอและกำลังการผลิตของผู้เสนอทุกรายจะถูกเปิดเผย เพื่อเป็นการให้ผู้เสนอสามารถตรวจสอบข้อมูลเพื่อใช้ทบทวนตรวจสอบและกำหนดแนวทางในการเสนอราคาต่อไป

ลักษณะข้อมูลการเสนอราคา แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

1) เสนอราคาแยกส่วน(Multipart bid) เป็นการเสนอราคาโดยแยกออกเป็นค่า ramps rate , start-up costs , shut-down costs , no-load operation , และ ค่าพลังงานไฟฟ้า
2) เสนอราคาเดียว(Single-part bid)เป็นการเสนอราคาเดียวโดยรวมค่าใช้จ่ายทุกอย่างที่เกี่ยวข้อง

การเสนอราคาในแต่ละช่วงเวลาจะแบ่งออกตามช่วงของกำลังการผลิต ซึ่งจะแบ่งออกได้เป็น 10 ช่วง[1] ทั้งนี้ผู้เสนอขายไฟฟ้าต้องเสนอราคาเรียงตามกำลังการผลิตที่มีค่าน้อยไปสู่ค่ามาก ให้มีลักษณะราคาจากต่ำไปสูง และผู้ซื้อไฟฟ้าต้องเสนอราคาจากสูงลงต่ำ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.3

สำหรับกำลังไฟฟ้าที่เสนอขายนั้น สามารถทำการเสนอราคาได้ทั้งใน ตลาดล่วงหน้ารายวัน และ ตลาด ณ เวลาจริง ส่วนพลังงานไฟฟ้าที่เสนอซื้อนั้นแบ่งออกเป็น

- โหลดไฟฟ้าที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนกำลังไฟฟ้า(Non-dispatchable load)
- โหลดไฟฟ้าที่สามารถปรับเปลี่ยนกำลังไฟฟ้า(Dispatchable load)

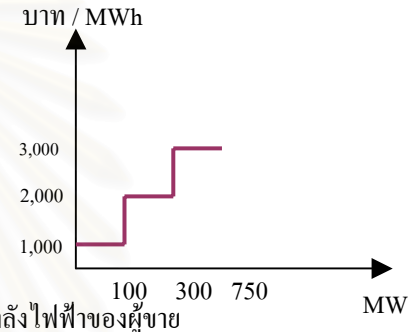
ซึ่งในโหลดไฟฟ้าที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนกำลังไฟฟ้า จะสามารถทำการเสนอราคาได้เฉพาะในตลาดล่วงหน้ารายวันเท่านั้น ส่วนโหลดไฟฟ้าที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนกำลังไฟฟ้าที่เหลือจาก ตลาดล่วงหน้ารายวัน จะต้องนำไปคิดใน ตลาด ณ เวลาจริง โดยพิจารณาเสมือนว่าเสนอที่ราคาสูงสุดของตลาด (Cap Price) ส่วนโหลดไฟฟ้าที่สามารถปรับเปลี่ยนกำลังไฟฟ้า จะสามารถเสนอราคาได้ทั้งใน ตลาดล่วงหน้ารายวัน และ ตลาด ณ เวลาจริง

2.4 การคิดราคาไฟฟ้าและการจัดสรรการผลิตไฟฟ้า[1]

เมื่อทั้งผู้ขายและผู้ซื้อเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าให้แก่ศูนย์ควบคุมระบบอิสระแล้ว ศูนย์ควบคุมระบบอิสระ จะทำการคิดราคาไฟฟ้าและจัดสรรกำลังการผลิต โดยเริ่มจากนำข้อมูลที่ได้จากผู้เสนอขายไฟฟ้ามาสร้างเป็นกราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขาย(กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขาย) โดยทำการเรียงจากราคาที่เสนอของผู้ขายจากต่ำไปสูง ทำให้ได้กราฟเป็นแบบขั้นบันได จากนั้นศูนย์ควบคุมระบบอิสระก็จะนำข้อมูลที่ได้จากผู้เสนอซื้อไฟฟ้ามาเรียงจากราคาสูงไปต่ำเพื่อสร้างกราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ซื้อ (กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ซื้อ) ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 2.3

การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขาย

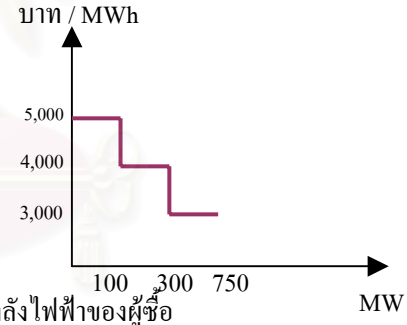
Bid block	Bath/MWh	MW
1	1,000	100
2	2,000	200
3	3,000	450



ก) การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขาย

การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ซื้อ

Bid block	Bath/MWh	MW
1	5,000	100
2	4,000	200
3	3,000	450



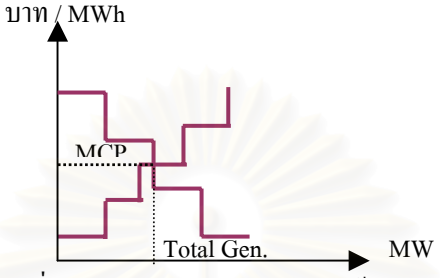
ข) การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ซื้อ

รูปที่2.3 การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ซื้อและผู้ขาย

ศูนย์ควบคุมระบบอิสระจะคิดราคาไฟฟ้าและจัดสรรกำลังการผลิต โดยใช้หลักการที่ให้ผลตอบแทนแก่ส่วนรวมสูงสุด ซึ่งเป็น จุดที่ค่าสูงสุดของรายจ่ายรวมของผู้ซื้อ – รายได้รวมของผู้ขายที่ได้รับเลือกในตลาด ซึ่งตามปกตินั้น ผลตอบที่ได้จะอยู่ที่จุดตัดของกราฟทั้งสอง

2.4.1 การคิดราคาไฟฟ้าใน ตลาดล่วงหน้ารายวัน

ใน ตลาดล่วงหน้ารายวัน ศูนย์ควบคุมระบบอิสระ สามารถนำข้อมูลที่ได้มาคิดราคาและจัดสรรกำลังการผลิตได้เลยเมื่อปิดตลาด โดยการหาจุดตัดระหว่าง กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขาย และ กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ซื้อ จุดตัดดังกล่าวจะบ่งบอกถึงราคาไฟฟ้าของตลาด (MCP) และกำลังไฟฟ้าที่ซื้อขายทั้งหมดของตลาด (Total Generation)



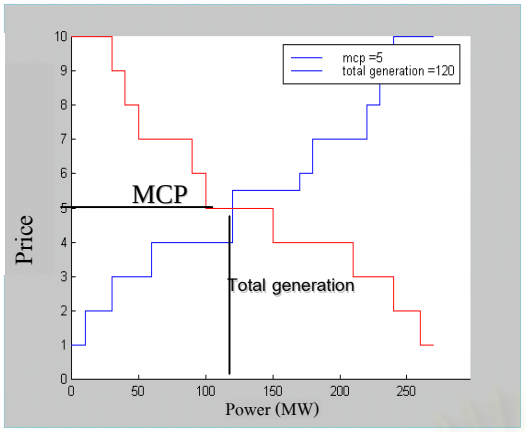
รูปที่ 2.4 การประมูลใน ตลาดล่วงหน้ารายวัน

2.4.2 การคิดราคาไฟฟ้าใน ตลาด ณ เวลาจริง

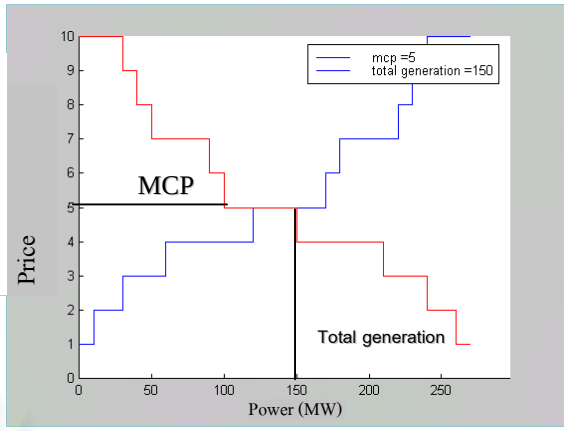
หลังจากการคิดราคาและจัดสรรกำลังการผลิตไฟฟ้าในตลาดล่วงหน้ารายวันเสร็จสิ้น และเมื่อเวลาที่แท้จริงมาถึง ศูนย์ควบคุมระบบอิสระ จะนำค่าโหลดไฟฟ้าที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนกำลังไฟฟ้าที่เหลือจาก ตลาดล่วงหน้ารายวัน และโหลดไฟฟ้าที่สามารถปรับเปลี่ยนกำลังไฟฟ้า ที่ผู้ซื้อทำการเสนอมาสร้างเป็น กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ซื้อ และนำราคาที่เสนอของผู้เสนอขายที่เหลือจาก ตลาดล่วงหน้ารายวัน รวมกับราคาและกำลังการผลิตที่เสนอใน ตลาด ณ. เวลาจริง มาสร้างเป็น กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขาย และคิดราคาไฟฟ้าและจัดสรรกำลังการผลิตจากจุดตัดของกราฟทั้งสองดังตัวอย่าง

รูปที่ 2.5 การประมูลใน ตลาด ณ เวลาจริง

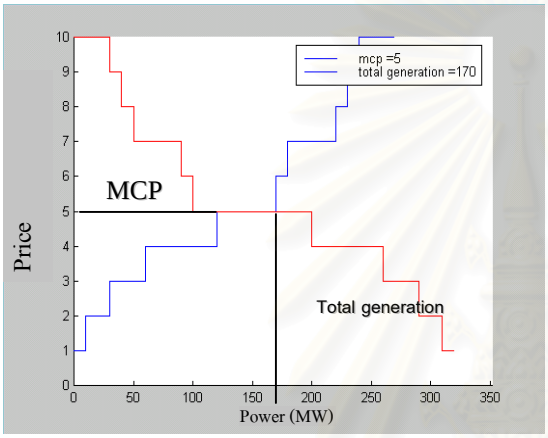
ทั้งนี้ลักษณะกราฟที่เกิดขึ้นและจุดตัดของ กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขาย และ กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ซื้อ สามารถเกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ ดังนั้นการคิดราคาไฟฟ้าและการจัดสรรกำลังการผลิตจะขึ้นอยู่กับลักษณะการตัดกันของกราฟต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.6



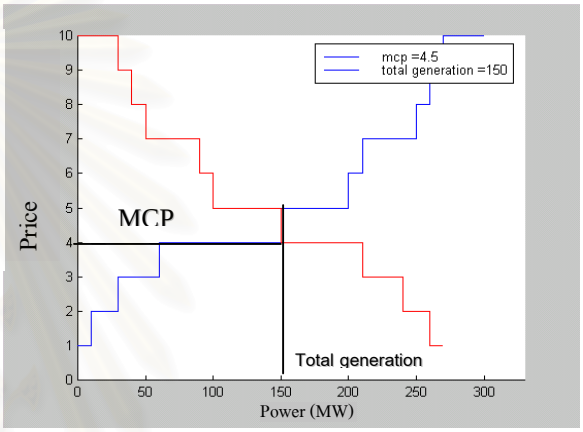
ก)



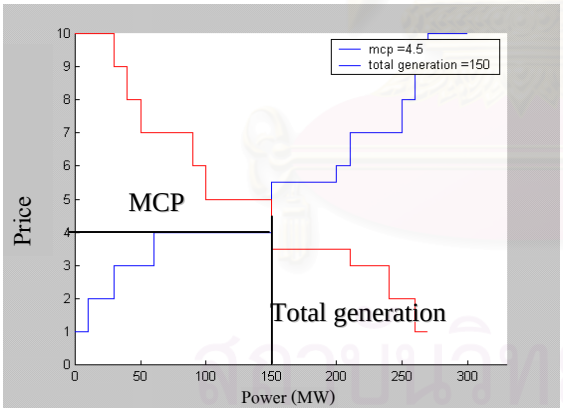
ข)



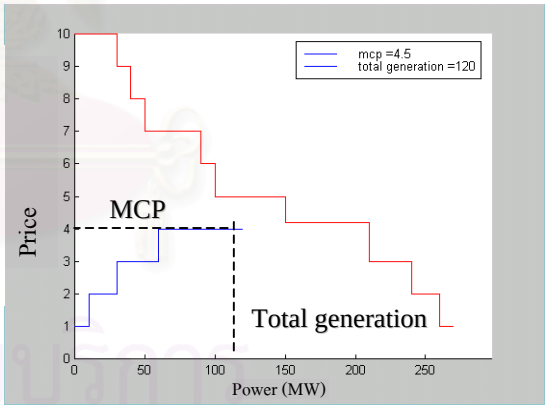
ค)



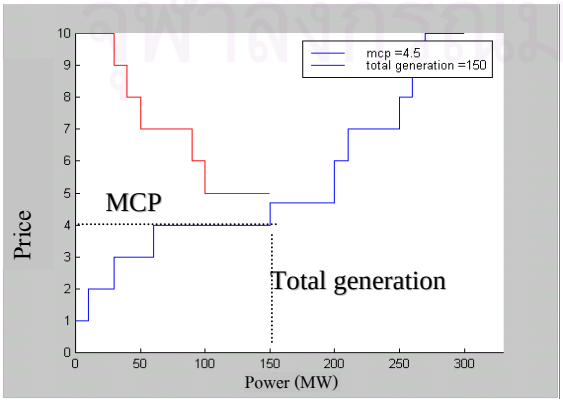
ง)



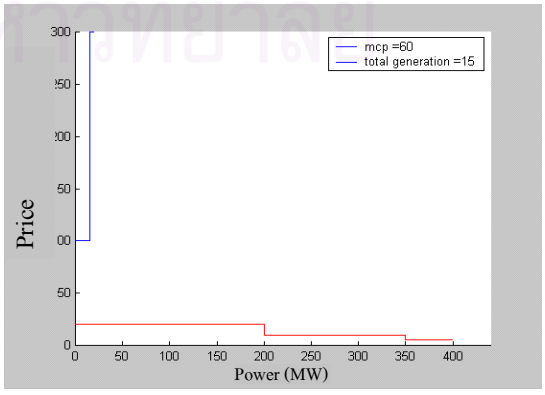
จ)



ฉ)



ช)



ซ)

รูปที่ 2.6 ลักษณะการตัดกันระหว่างกราฟการเสนอราคาของผู้ซื้อและผู้ขาย

จากกราฟจะเห็นได้ว่า ราคาไฟฟ้าและกำลังการผลิตรวม จะคำนวณได้จากจุดตัดของ กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขายและผู้ซื้อ โดยมีบางกรณีที่จุดตัดมีหลายจุด เช่น

- รูปที่ ข,ค จะเห็นว่าช่วงของการเสนอกำลังไฟฟ้า ที่มีราคาเท่ากับราคาไฟฟ้าในตลาด อาจเกิดจากการเสนอราคาของผู้ร่วมเสนอราคาหลายราย การแบ่งการผลิตให้แก่ผู้ร่วมเสนอราคา จะใช้วิธีเทียบอัตราส่วนจากกำลังการผลิตที่ผู้ร่วมเสนอราคา

- รูปที่ ง,จ,ฉ,ช ราคาตลาดจะได้จากราคาที่เสนอหน่วยสุดท้าย ของผู้เสนอราคาที่ได้รับอนุญาตให้ผลิต

- รูปที่ ซ ราคาเสนอของผู้ขาย มีค่ามากกว่า ราคาเสนอของผู้ซื้อ ตั้งแต่ช่วงกำลังไฟฟ้าแรก จึงไม่เกิดจุดตัด ดังนั้นการเสนอราคา และจัดสรรกำลังการผลิต จะคิดที่ ตลาด ณ เวลาจริงทั้งหมด

การเปลี่ยนแปลงจากระบบผลิตไฟฟ้าซึ่งเป็นระบบผูกขาดโดยรัฐบาลทำหน้าที่จัดหาและจัดสรรกำลังไฟฟ้าเป็นระบบตลาดไฟฟ้าที่มีการแข่งขันทางด้านราคาและกำลังไฟฟ้า โดยใช้หลักการคิดราคาไฟฟ้าและจัดสรรกำลังไฟฟ้าที่ได้กล่าวไปแล้ว สำหรับบริษัทผลิตไฟฟ้าที่ต้องการเผชิญกับการแข่งขัน เพื่อให้ได้มาซึ่งผลประโยชน์สูงสุดแก่บริษัท จึงต้องทำการกำหนดกลยุทธ์ในการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าและต้องดำเนินการในการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ภายใต้ภาวะการแข่งขัน ซึ่งมีความไม่แน่นอนของกำลังไฟฟ้าที่จะต้องผลิต และราคาไฟฟ้าที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา โดยในวิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอกลยุทธ์การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้า รวมถึงการยูนิตคอมมิตเมนต์ซึ่งจะกล่าวถึงในบทถัดไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ยูนิตคอมมิตเมนต์

ในตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้า การเสนอขายไฟฟ้าของบริษัทผลิตไฟฟ้านั้น จะต้องเสนอราคาขายและปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ต้องการขาย โดยแยกเสนอเป็นข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องที่บริษัทผลิตไฟฟ้านั้นๆ เป็นเจ้าของ ดังนั้นหากบริษัทผลิตไฟฟ้ามีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลายเครื่อง เพื่อให้ได้กำไรสูงสุดโดยรวมตลอดวันที่ทำการซื้อขายไฟฟ้า บริษัทผลิตไฟฟ้าจึงต้องมีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ เพื่อช่วยในการกำหนดสถานะการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เหมาะสม โดยในบทนี้จะกล่าวถึงความรู้ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ซึ่งได้แก่ การวางแผนการผลิตไฟฟ้า ประเภทของโรงไฟฟ้า และการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ในแบบต่าง ๆ [8,9]

3.1 การวางแผนการผลิตไฟฟ้า

โดยทั่วไปการวางแผนการผลิตไฟฟ้าสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามระยะเวลาได้ดังนี้ คือ

1) การวางแผนพัฒนา

เป็นการกำหนดแผนงานเพื่อปรับปรุงและขยายระบบไฟฟ้า อาจมีการเพิ่มสายส่ง หรือก่อสร้างโรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นแผนระยะยาว มีระยะเวลา 3 ปีถึง 5 ปีขึ้นไป

2) การวางแผนปฏิบัติการ (Operational planning)

อาจแบ่งตามกิจกรรมหลักได้ดังนี้

- แผนการผลิตและส่งจ่ายไฟฟ้า
- แผนการบำรุงรักษา
- แผนการใช้เชื้อเพลิง

สำหรับแผนการผลิตและจ่ายไฟฟ้าอาจแบ่งได้เป็น 3 แผนการ ดังต่อไปนี้

ก. แผนการผลิตและจ่ายไฟฟ้าระยะยาว (Long term planning)

เป็นแผนการสำหรับใช้ในช่วงระยะเวลาประมาณ 1 ─ 3 ปี

ข. แผนการผลิตและจ่ายไฟฟ้าระยะกลาง (Medium term planning)

เป็นแผนการสำหรับใช้ในช่วงระยะเวลาประมาณ 1 เดือน ─ 1 ปี

ค. แผนการผลิตและจ่ายไฟฟ้าระยะสั้น (Short term planning)

เป็นแผนการสำหรับใช้ในช่วงระยะเวลาประมาณ 1 วัน – 1 สัปดาห์ การวางแผนประเภทนี้ครอบคลุมถึงกระบวนการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการตัดสินใจที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

1) การกำหนดสถานะการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบ

เป็นการคำนวณหาว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องใด ควรจะเดินเครื่อง (ON) หรือหยุดเดินเครื่อง (OFF) ในช่วงคาบเวลาใด จึงจะทำให้มีกำลังผลิตในระบบเพียงพอกับความต้องการโดยมีต้นทุนการผลิตรวมต่ำที่สุด

2) การกำหนดค่ากำลังการจ่ายโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง

เป็นการคำนวณหาว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ได้รับการกำหนดให้เดินเครื่องในแต่ละคาบเวลานั้นควรจะจ่ายโหลดปริมาณเท่าใดจึงจะเพียงพอกับความต้องการของระบบและทำให้มีต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุด ปัญหานี้เรียกกันทั่วไปว่าการจ่ายโหลดอย่างประหยัด (Economic Dispatch)

เนื่องจากการคำนวณหาค่าที่ต้องการของปัญหาทั้งสองมีลักษณะต่อเนื่องกัน ดังนั้นในการคำนวณจึงมักรวมปัญหาทั้งสองเข้าด้วยกันเป็นปัญหายูนิตคอมมิตเมนต์ ที่มีปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัดเป็นปัญหาย่อยภายใน

ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการทำยูนิตคอมมิตเมนต์

1) การทำนายโหลด (Load forecasting)

ข้อมูลโหลดที่ใช้ในการทำยูนิตคอมมิตเมนต์เป็นโหลดที่ได้จากการทำนายล่วงหน้า (Forecasted load) ซึ่งความผิดพลาดจากการพยากรณ์เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ในกรณีที่ทำนายโหลดไว้ต่ำกว่าความเป็นจริงจะทำให้กำลังผลิตที่ได้รับการจัดสรรไว้ในระบบไม่เพียงพอกับความต้องการ ซึ่งอาจจะทำให้ต้องใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีต้นทุนการผลิตสูงมาใช้จ่ายโหลดเพิ่มเติมส่งผลให้ต้นทุนการผลิตรวมมีค่าสูงกว่าที่ควร แต่ถ้าหากทำนายโหลดมากเกินความเป็นจริงก็จะทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีต้นทุนสูงอาจได้รับการกำหนดให้เดินเครื่องโดยไม่จำเป็น ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการทำยูนิตคอมมิตเมนต์จะให้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ก็ต่อเมื่อโหลดที่ได้จากการทำนายนั้นมีความแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้เท่านั้น

2) กำลังผลิตสำรอง (Spinning reserve)

นอกจากความผิดพลาดในการทำนายโหลดแล้ว ปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ คือ ความขัดข้องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ต่อขนานอยู่กับระบบซึ่งอาจจะเกิดขึ้นโดยไม่มีทางรู้ล่วงหน้าได้ เหตุการณ์เหล่านี้เป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แต่ปัญหาอัน

เนื่องมาจากเหตุการณ์เหล่านี้สามารถป้องกันได้ โดยทั่วไปแล้วเราจะกำหนดให้กำลังการผลิตติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ได้รับการกำหนดให้เดินเครื่องมีค่ามากกว่าปริมาณโหลดที่ทำนายไว้ โดยความสามารถส่วนที่เกินกว่าโหลดนี้เรียกว่า กำลังผลิตสำรอง (Spinning reserve) ความหมายของกำลังผลิตสำรองคือปริมาณกำลังผลิตที่สามารถผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดที่ต่อขนานอยู่กับระบบลบด้วยโหลดและกำลังสูญเสียที่เวลานั้น ๆ กำลังผลิตสำรองนี้ต้องมีค่ามากเพียงพอเพื่อว่าเวลาที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดการขัดข้องจะไม่ทำให้ความถี่ของระบบมีค่าตกลงมากจนเกินไป

ปริมาณที่เหมาะสมของกำลังผลิตสำรองควรมีค่าเท่าใดนั้น ขึ้นกับแนวทางการปฏิบัติงานของระบบไฟฟ้าแต่ละแห่ง บางแห่งอาจกำหนดให้มีค่าเท่ากับกำลังผลิตสูงสุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุด ในขณะที่บางแห่งอาจกำหนดจากความเสี่ยงของยูนิตคอมมิตเมนต์ (Unit commitment risk)

3.2 ประเภทของโรงไฟฟ้า

โดยทั่วไประบบไฟฟ้าประกอบด้วยโรงไฟฟ้าจำนวนมากซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันไปดังนี้

3.2.1โรงไฟฟ้าพลังความร้อน (Thermal power plant)

การผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยโรงไฟฟ้าประเภทนี้อาศัยการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ ฯลฯ นำมาเผาไหม้ให้เกิดพลังงานความร้อน พลังงานความร้อนที่ได้จะถูกแปลงเป็นพลังงานกลเพื่อนำไปหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าอีกต่อหนึ่ง โรงไฟฟ้าดังกล่าวอาจแยกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1) โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ อาศัยความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงไปต้มน้ำจนเดือดเป็นไอน้ำ ไอน้ำที่ได้นี้มีความดันสูงมากจนสามารถหมุนเครื่องกังหันไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าได้

2) โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ โรงไฟฟ้าประเภทนี้ไม่ต้องอาศัยการต้มน้ำแต่ใช้ก๊าซร้อนที่มีความดันสูงไปหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยตรง

3) โรงไฟฟ้าดีเซล หลักการผลิตไฟฟ้าคล้ายกับโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซแต่ใช้เชื้อเพลิงเป็นน้ำมันดีเซล

4) โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม เนื่องจากเชื้อเพลิงก๊าซที่เหลือจากโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซยังมีความร้อนสูงมาก เราจึงสามารถนำก๊าซที่เหลือนี้มาต้มน้ำให้เดือดเป็นไอแล้วไปหมุนเครื่องกังหันไอน้ำได้ ซึ่งจะทำให้ใช้พลังงานได้คุ้มค่ามากยิ่งขึ้น โรงไฟฟ้าประเภทนี้จึงเปรียบเสมือนโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำรวมกับโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

3.2.2 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydro power plant)

การผลิตไฟฟ้าโดยวิธีนี้ใช้พลังงานศักย์จากน้ำที่กักเก็บไว้ในอ่างหรืออาศัยพลังงานจลน์จากการไหลของแม่น้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาใช้หมุนกังหันน้ำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้า

ด้วยโรงไฟฟ้าประเภทนี้จึงไม่เสียต้นทุนค่าเชื้อเพลิง สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่ในโรงไฟฟ้าพลังน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydro unit) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทนี้มีวิธีการผลิตไฟฟ้าเหมือนกับที่อธิบายไว้ข้างต้น

2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบสูบกลับ (Pumped storage unit) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทนี้มีลักษณะการทำงานเหมือนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำแต่มีความสามารถพิเศษตรงที่สามารถสูบน้ำกลับได้ โดยการสูบน้ำกลับนี้จะใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบมาเป็นแหล่งพลังงานในการสูบน้ำกลับ ดังนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทนี้จึงสามารถเป็นได้ทั้งเครื่องผลิตไฟฟ้าและเครื่องสูบน้ำได้ในตัวเดียวกัน

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องในโรงไฟฟ้าอาจแยกกันทำงานได้อย่างอิสระ หรือต้องมีการทำงานร่วมกันเพื่อให้ปริมาณการปล่อยน้ำของโรงไฟฟ้ามีค่าตามที่กำหนด

3.3 การทำยูนิตคอมมิตเมนต์ด้วยวิธีต่าง ๆ [8,9]

การหาผลลัพธ์ของปัญหายูนิตคอมมิตเมนต์ได้มีการพัฒนาเทคนิควิธีการมาโดยตลอดเป็นระยะเวลานาน วิธีการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการคำนวณ พอจะสรุปได้ดังนี้

3.3.1 วิธีเรียงตามลำดับ (Priority list)

การทำยูนิตคอมมิตเมนต์โดยวิธีนี้จะเลือกเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามลำดับที่กำหนดไว้ ซึ่งการเรียงลำดับนี้อาจทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความต้องการของแต่ละระบบไฟฟ้า เช่น เรียงลำดับตามขนาดพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เรียงลำดับตามประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือเรียงลำดับตามราคาเชื้อเพลิงต่อหน่วยพลังงาน(฿/MW·h) ฯลฯ การเรียงลำดับนี้อาจมีการดัดแปลงโดยคำนึงถึงลักษณะของโหลด ความมั่นคงของระบบในพื้นที่ต่าง ๆ กำลังงานสูญเสียในสายส่ง ผลของค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่อง เป็นต้น

วิธีที่นิยมใช้กันทั่วไปจะเป็นการเรียงลำดับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามลำดับของต้นทุนการผลิตเฉลี่ยที่กำลังผลิตสูงสุด (Average Full Load Cost : AFLC) จากต้นทุนการผลิตต่ำไปหาต้นทุนการผลิตสูง โดยจะเริ่มจากเครื่องที่มีต้นทุนการผลิตต่ำก่อน แล้วค่อย ๆ เพิ่มตามลำดับจนได้กำลังผลิตรวมมีค่าเท่ากับโหลดที่ต้องการ การคำนวณหาต้นทุนการผลิตเฉลี่ยที่กำลังผลิตสูงสุด สามารถกระทำได้โดยนำต้นทุนค่าเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่กำลังผลิตสูงสุดหารด้วยกำลังผลิตสูงสุดดังสมการ

$$AFLC_i = \frac{F_i(P\max_i)}{P\max_i} \qquad (3.1)$$

$F_i(.)$ คือ ต้นทุนค่าเชื้อเพลิงของเครื่องที่ i เป็นฟังก์ชันที่ขึ้นกับกำลังผลิต(฿)

$Pmax_i$ คือ กำลังผลิตสูงสุดของเครื่องที่ i (MW)

สำหรับขั้นตอนการทำยูนิตคอมมิตเมนต์โดยวิธีเรียงตามลำดับมีดังต่อไปนี้

1) คำนวณค่า AFLC ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกเครื่อง แล้วเรียงลำดับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามค่า AFLC จากต่ำไปสูง
2) ในแต่ละชั่วโมงของช่วงเวลาที่กำหนด
   - พิจารณาโหลด และกำลังผลิตสำรองที่ระบบต้องการจากข้อมูลการพยากรณ์โหลด
   - เลือกเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามลำดับ AFLC จนกระทั่งกำลังผลิตรวมมีค่าไม่น้อยกว่าผลบวกของโหลดและกำลังผลิตสำรองของระบบ
   - ตรวจสอบเงื่อนไขของเวลาเดินเครื่องน้อยที่สุด (Minimum up time) และเวลาหยุดเดินเครื่องน้อยที่สุด (Minimum down time) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่นำมาใช้งานด้วย
3) เมื่อได้แผนการเดินเครื่องที่เป็นไปได้แล้วให้พิจารณาว่าสามารถนำบางเครื่องที่เดินเครื่องไม่เต็มที่ออกจากระบบได้หรือไม่ เพื่อลดต้นทุนการผลิต

ข้อดีของวิธีเรียงตามลำดับ คือ หาผลลัพธ์ของยูนิตคอมมิตเมนต์ได้ง่ายและเร็ว แต่มีข้อเสีย คือ ไม่ได้คำนึงถึงการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ร่วมกับการจ่ายโหลดอย่างประหยัดอย่างชัดเจน เนื่องจากวิธีนี้พิจารณาแค่เพียงบางส่วนของกำหนดการเดินเครื่อง (Combination) ที่เป็นไปได้เท่านั้น ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีนี้จึงมักให้ค่าที่ต่างจากค่าที่เหมาะสม ข้อเสียอีกประการหนึ่ง คือ ไม่สามารถใช้กับระบบที่ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีเชื้อเพลิงจำกัด หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำได้โดยตรง

3.3.2 วิธีโปรแกรมเชิงพลวัต (Dynamic programming)

วิธีโปรแกรมเชิงพลวัต (Dynamic programming) เป็นเทคนิคซึ่งแตกต่างจากวิธีโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming) วิธีนี้จะแบ่งการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ออกเป็นช่วง ๆ แล้วหาคำตอบที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงการเปลี่ยนสถานะ(State)ในแต่ละเวลาด้วย วิธีโปรแกรมเชิงพลวัตมักให้คำตอบดีกว่าวิธีเรียงตามลำดับเพราะจำนวนสถานะที่วิธีนี้ตรวจสอบจะมีมากกว่า ยกตัวอย่างเช่น ระบบที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 4 เครื่องจะมีสถานะที่เป็นไปได้ในการจ่ายโหลดที่เวลาหนึ่ง ๆ เท่ากับ $2^4-1 = 15$ และถ้าหากมีโหลดที่เวลาต่าง ๆ กันเป็นจำนวน 10 ช่วง จำนวนเส้นทาง (Strategy) ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของการทำยูนิตคอมมิตเมนต์จะมีค่าเท่ากับ $(2^4-1)^{10}$ ซึ่งเป็นค่าที่สูงมากทำให้การคำนวณหาต้นทุนการผลิตจากเส้นทางเหล่านี้ทั้งหมดเป็นไปได้ยากโดยเฉพาะในระบบที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลายเครื่อง เนื่องจากต้องใช้เวลาในการคำนวณยาวนานมาก อย่างไรก็ตามหากการค้น

หาคำตอบนำเอาลำดับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมมาพิจารณาร่วมด้วยก็จะช่วยลดขนาดของปัญหาลงไปได้มาก เพราะจำนวนสถานะที่เป็นไปได้จะลดลง เช่น

สถานะที่ 1 : เครื่องที่ 1
สถานะที่ 2 : เครื่องที่ 1 + เครื่องที่ 2
สถานะที่ 3 : เครื่องที่ 1 + เครื่องที่ 2 + เครื่องที่ 3
สถานะที่ 4 : เครื่องที่ 1 + เครื่องที่ 2 + เครื่องที่ 3 + เครื่องที่ 4

อย่างไรก็ตามการนำเอาวิธีเรียงตามลำดับมาใช้กับการทำโปรแกรมเชิงพลวัตมักจะทำให้ผลตอบที่ได้มีต้นทุนการผลิตไฟฟ้าสูงกว่าการคำนวณตามเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดดังกล่าวข้างต้น

สมมติฐานของการใช้วิธีโปรแกรมเชิงพลวัตมีดังนี้

- สามารถแยกปัญหาออกได้เป็นหลายสถานะ
- สถานะ คือ เซตที่บอกให้ทราบว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องใดเดินเครื่องหรือหยุดเดินเครื่อง
- ไม่มีค่าใช้จ่ายในการสั่งหยุดเดินเครื่อง (Shut down)
- สถานะที่เป็นไปได้ในแต่ละเวลาคือสถานะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีกำลังผลิตรวมไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดและกำลังผลิตสำรองที่ระบบต้องการในเวลานั้น ๆ

ขั้นตอนการทำโปรแกรมเชิงพลวัตสรุปได้ดังนี้

1) ในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดเราจะเริ่มพิจารณาทีละคาบเวลาหรือชั่วโมงโดยคำนึงถึงเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น การหยุดเดินเครื่องเพื่อบำรุงรักษา กำลังผลิตติดตั้งเพียงพอกับความต้องการของโหลดและกำลังผลิตสำรองหรือไม่ เป็นต้น
2) คำนวณหาสถานะที่เป็นไปได้ที่ทำให้ต้นทุนการผลิตรวมมีค่าน้อยที่สุดทำการเก็บสถานะที่ดีที่สุดเหล่านั้นไว้จำนวนหนึ่งแล้วแต่จะกำหนด
3) คำนวณหาสถานะที่เป็นไปได้ในช่วงเวลาถัดไปอีกครั้ง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงเงื่อนไขเวลาเดินเครื่องต่ำสุด (Minimum up time) และเงื่อนไขเวลาหยุดเดินเครื่องต่ำสุด (Minimum down time) ด้วย
4) คำนวณหาเส้นทางที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมในสถานะนั้นมีค่าต่ำที่สุด
5) เพิ่มการพิจารณาไปอีกหนึ่งคาบเวลาแล้วกลับไปคำนวณในขั้นที่ 1 จนกระทั่งถึงคาบเวลาสุดท้ายที่สนใจ
6) เลือกเส้นทางที่ทำให้เสียต้นทุนการผลิตน้อยที่สุดมาเป็นคำตอบ

สำหรับสมการที่ใช้ในการคำนวณตามขั้นตอนดังกล่าวคือ

$$F_{cost}(t,I) = \min_{\{L\}}\left\{P_{cost}(t,I) + S_{cost}(t-1,L:t,I) + F_{cost}(t-1,L)\right\} \qquad (3.2)$$

โดยที่

$F_{cost}(t,I)$ = ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุดจนกระทั่งถึง สถานะ (t,I)

$P_{cost}(t,I)$ = ค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าสำหรับสถานะ (t,I) หาได้โดยทำการจ่ายโหลดอย่างประหยัด (Economic dispatch)

$S_{cost}(t\text{-}1,L:t,I)$ = ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ (t-1,L) ไปยังสถานะ (t,I)

ทั้งนี้สถานะ (t,I) ก็คือ สถานะลำดับที่ I ในคาบเวลา t และสถานะ (t-1,L) คือ สถานะลำดับที่ L ในคาบเวลา t-1 วิธีการคำนวณแบบนี้จะพิจารณาช่วงเวลาทั้งหมดโดยเริ่มจาก คาบเวลาแรกถึงคาบเวลาสุดท้าย (Forward dynamic programming) หรือเริ่มจากคาบเวลาสุดท้ายถึงคาบเวลาแรก (Backward dynamic programming) ในระหว่างที่ดำเนินการนี้สามารถพิจารณาข้อจำกัดต่าง ๆ ได้ เช่น เงื่อนไขปริมาณเชื้อเพลิง เงื่อนไขการซ่อมบำรุงรักษา เป็นต้น

วิธีโปรแกรมเชิงพลวัตใช้คำนวณยูนิตคอมมิตเมนต์ได้ดีสำหรับระบบขนาดเล็กและขนาดปานกลาง แต่มีข้อเสียเมื่อใช้กับระบบขนาดใหญ่ เนื่องจากเมื่อจำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จำนวนสถานะที่เป็นไปได้จะเพิ่มขึ้นมากทำให้จำเป็นต้องใช้เวลาและหน่วยความจำในการคำนวณเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามได้มีการปรับปรุงวิธีโปรแกรมเชิงพลวัตให้ค้นหาคำตอบได้รวดเร็วขึ้น เช่น Sequential dynamic programming และ Sequential-truncated dynamic programming โดยวิธีแรกจะจำกัดจำนวนเส้นทางที่ต้องเก็บไว้ในขณะที่วิธีที่สองจะใช้วิธีลดช่วงการค้นหาให้น้อยลง ซึ่งทั้งสองวิธีสามารถลดจำนวนสถานะการเดินเครื่องที่เป็นไปได้ให้น้อยลง

3.3.3 วิธีรีแลกเซชันแบบลากรองจ์ (Lagrangian relaxation)

วิธีนี้เป็นวิธีที่เหมาะกับระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ เนื่องจากสามารถแยกปัญหาขั้นต้นที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลายเครื่องออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ได้ทำให้เวลาที่ใช้ในการคำนวณลดลง พื้นฐานของวิธีรีแลกเซชันแบบลากรองจ์ (Lagrangian relaxation) มาจากเทคนิคการแก้ปัญหาแบบดูอัล (Dual optimization) โดยเทคนิคดังกล่าวจะเปลี่ยนรูปแบบของปัญหาพรีมัล(Primal problem) ซึ่งเป็นปัญหาขั้นต้นให้เป็นรูปแบบของปัญหาดูอัล (Dual problem) โดยปัญหาทั้งสองนี้เป็นปัญหาที่สมมูลกัน สำหรับรายละเอียดของวิธีรีแลกเซชันแบบลากรองจ์นี้ ผู้ที่สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากเอกสารอ้างอิงที่ 8 และ 9

จากวิธีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น จะพบว่าวิธีการต่างๆมีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน เนื่องจากบริษัทผลิตไฟฟ้าที่พิจารณาในการหากลยุทธการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้านั้น มีเพียงบริษัทเดียวและเป็นเจ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวนไม่มากนัก ดังนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงเลือกใช้วิธีโปรแกรมเชิงพลวัตในการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ เนื่องจากเป็นวิธีที่คำนวณได้ครอบคลุมทุกสถานะทั้งหมดที่เป็นไปได้ อีกทั้งจำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่พิจารณามีจำนวนน้อย

จำนวนเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดจึงมีค่าไม่มาก ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการคำนวณจึงค่อนข้างสั้น โดยรายละเอียดของวิธีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์โดยพิจารณาร่วมกับกลยุทธการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้านั้นได้แสดงไว้ในบทที่ 5 และเนื่องจากการทำการซื้อขายไฟฟ้านั้นเป็นการกระทำที่เกิดขึ้นในอนาคต เราจึงไม่สามารถทราบได้แน่นอนว่าราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องจะได้ผลิตนั้นมีค่าเท่าไร ดังนั้นเพื่อที่จะจัดการกับปัญหาดังกล่าว ในวิทยานิพนธ์นี้จึงใช้วิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล โดยรายละเอียดได้อธิบายในบทถัดไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

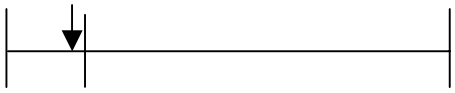
การจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล

จากวิธีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ที่ได้กล่าวในบทที่แล้วนั้น เป็นเพียงวิธีการกำหนดสถานะการดำเนินการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยมีสมมติฐานว่าเราสามารถทราบปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ต้องทำการผลิต แต่เนื่องจากการทำการซื้อขายไฟฟ้าในตลาดซื้อขายไฟฟ้านั้น เป็นการกระทำที่เกิดจากการแข่งขันกันในอนาคต ดังนั้นเราจึงไม่สามารถทราบได้แน่นอนว่าผู้ร่วมประมูลซื้อขายไฟฟ้ารายอื่นจะเสนอข้อมูลการซื้อขายไฟฟ้าอย่างไร ดังนั้นเราจึงไม่สามารถทราบได้ว่าราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอนั้นมีค่าเท่าไร เพื่อที่จะทำนายพฤติกรรมการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น และหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทผลิตไฟฟ้าควรเสนอ ในบทนี้จึงจะกล่าวถึงวิธีการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลซึ่งเป็นวิธีที่สามารถนำมาแก้ปัญหาความไม่แน่นอนของข้อมูลได้

การจำแนกประเภทของการสุ่มแบบมอนติคาร์โล[10]นั้นหากจำแนกตามความสัมพันธ์ของแต่ละสถานะที่สุ่มได้จะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือชนิดที่ไม่มีความเกี่ยวเนื่องกัน(Non-sequential) และชนิดที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน(Sequential) ในบทนี้จะกล่าวถึงการสุ่มแบบมอนติคาร์โลแบบ การสุ่มสถานะ(State sampling) ซึ่งเป็นการสุ่มแบบที่แต่ละสถานะไม่เกี่ยวเนื่องกัน และนำมาประยุกต์ใช้กับกลยุทธการเสนอราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสำหรับบริษัทผลิตไฟฟ้า ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การสุ่มสถานะ

โดยปกติการสุ่มตัวแปรแบบมอนติคาร์โล โดยการสุ่มสถานะที่ใช้ในการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า เป็นการสุ่มตัวเลข(U)ในช่วง [0,1] หนึ่งตัวสำหรับอุปกรณ์แต่ละตัวหากตัวเลขที่สุ่มได้มีค่ามากกว่าค่าดัชนีความเสี่ยงของอุปกรณ์ หมายความว่าอุปกรณ์ไม่ล้มเหลว แต่หากตัวเลขที่สุ่มได้มีค่าน้อยกว่าค่าดัชนีความเสี่ยงของอุปกรณ์ก็หมายความว่าอุปกรณ์เกิดเหตุขัดข้องหรือล้มเหลว ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วิธีการสุ่มสถานะการทำงานของแต่ละอุปกรณ์

ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ใช้หลักการที่คล้ายการสุ่มสถานะ เพื่อทำนายพฤติกรรมการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น โดยเปลี่ยนจากการสุ่มสถานะของอุปกรณ์เป็นการสุ่มราคาไฟฟ้าในแต่ละช่วงกำลังไฟฟ้าของการเสนอซื้อ-ขาย เนื่องจากเราไม่สามารถทราบได้ว่าราคาไฟฟ้าในแต่ละช่วงกำลังไฟฟ้าที่เสนอของผู้ร่วมประมูลซื้อ-ขายไฟฟ้ารายอื่นจะเสนอในอนาคตมีค่าเท่าไร ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในอดีต เพื่อทำนายพฤติกรรมการเสนอซื้อ-ขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดไฟฟ้ารายอื่นในอนาคต ซึ่งเราทราบลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของราคาไฟฟ้าที่เสนอซื้อ-ขายในแต่ละช่วงของกำลังไฟฟ้าที่เสนอได้ เราจะสามารถใช้วิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลเพื่อหาราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของบริษัทไฟฟ้าที่เราทำการพิจารณาได้

เนื่องจากราคาไฟฟ้าที่เสนอซื้อ-ขายในแต่ละช่วงของกำลังไฟฟ้าที่เสนออยู่ในรูปของการแจกแจงความน่าจะเป็น ซึ่งในแต่ละช่วงของการเสนอซื้อ-ขาย ราคาไฟฟ้าสามารถเกิดขึ้นได้หลายค่า โดยมีความน่าจะเป็นแตกต่างกันและผลรวมของความน่าจะเป็นของราคาไฟฟ้าทั้งหมดในแต่ละช่วงมีค่าเท่ากับหนึ่ง ดังนั้นการสุ่มตัวเลขเพื่อหาค่าราคาไฟฟ้าในแต่ละครั้งของการสุ่ม จึงต้องสอดคล้องกับความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้น เนื่องจากราคาไฟฟ้ามีลักษณะเป็นตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง ดังนั้น การหาค่าราคาไฟฟ้าในแต่ละช่วงของการเสนอกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากการสุ่มสถานะสามารถทำได้ดังนี้

1. แบ่งช่วง [0,1] ออกเป็นช่วงย่อย ๆ ตามความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้น ของค่าต่าง ๆ ของราคาไฟฟ้า ณ ช่วงของการเสนอกำลังไฟฟ้านั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.2
2. สุ่มตัวเลขในช่วง [0,1] โดยราคาไฟฟ้าที่ได้ คือราคาไฟฟ้าที่มีช่วงความน่าจะเป็นครอบคลุมตัวเลขที่สุ่มได้

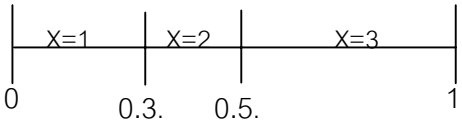
   ตัวอย่างเช่น กำหนดให้ราคาไฟฟ้า(X) ณ ช่วงของการเสนอกำลังไฟฟ้าหนึ่งๆ มีการแจกแจงความน่าจะเป็นดังนี้

   X=1 มีความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.3

   X=2 มีความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.2

   X=3 มีความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.5

   สามารถแบ่งช่วง [0,1] ออกเป็นช่วงย่อยตามความน่าจะเป็น ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การแบ่งช่วงความน่าจะเป็น

โดยถ้าตัวเลขที่สุ่มได้มีค่าเท่ากับ 0.35 ราคาไฟฟ้า(X)ที่ได้จะมีค่าเป็น 2 เป็นต้น

จากวิธีการสุ่มราคาไฟฟ้าดังที่ได้กล่าวข้างต้น เราสามารถนำมาใช้หาค่าเหมาะสมของราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทผลิตไฟฟ้าควรเสนอ ได้ดังรูปที่ 4.3 โดยขั้นตอนการหาค่าเหมาะสม และการหา

การแจกแจงความน่าจะเป็นของราคาไฟฟ้าที่เสนอซื้อ-ขายในแต่ละช่วงของกำลังไฟฟ้าที่เสนอของผู้ร่วมประมูลซื้อขายไฟฟ้ารายอื่น จะกล่าวถึงในบทที่5

4.2 เกณฑ์การหยุดคำนวณ(Stopping Criteria)

สำหรับเกณฑ์การหยุดการคำนวณ(Stopping Criteria) ของการจำลองเหตุการณ์ตามวิธีมอนติคาร์โลนั้นนิยมใช้เกณฑ์สองแบบ คือการกำหนดจำนวนรอบสูงสุดในการทำงานไว้ที่ค่าค่าหนึ่ง หรือการกำหนดค่าสูงสุดของความคลาดเคลื่อน ของดัชนีที่ยอมรับได้ไว้ที่ค่าหนึ่ง การคำนวณความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์แสดงไว้ในสมการ (4.1)

$$\text{ความคลาดเคลื่อน} = |\hat{x}_{n-1} - \hat{x}_n| \qquad (4.1)$$

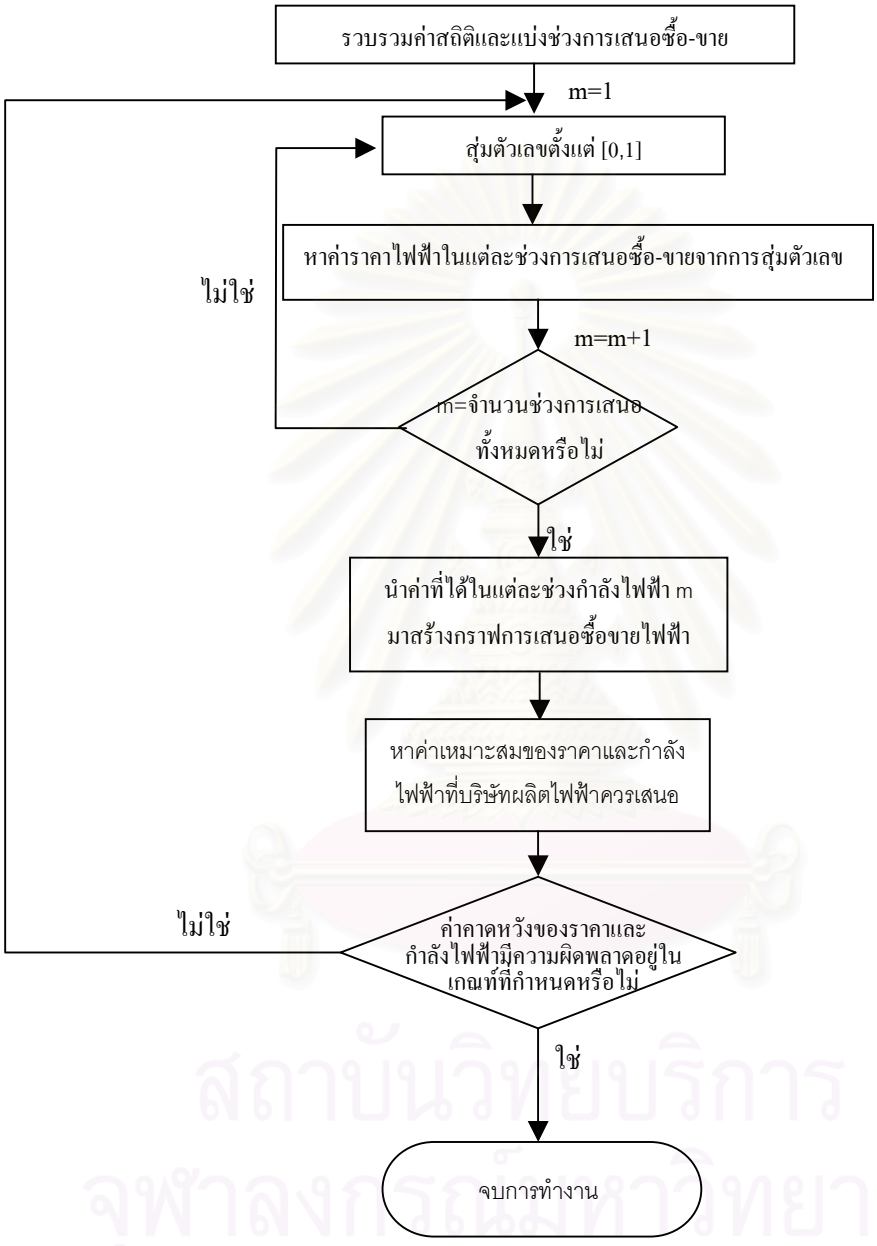
โดยที่ $\hat{x}$ = ค่าคาดหวัง(Expected value)ของตัวแปร x

n = จำนวนครั้งของการสุ่ม

ในวิทยานิพนธ์นี้จะใช้การกำหนดค่าสูงสุดของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ เป็นเกณฑ์การหยุดการคำนวณ และอาศัยวิธีการสุ่มการเปลี่ยนสถานะ เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถคำนวณดัชนีทุกชนิดได้โดยง่าย สำหรับวิธีการคำนวณร่วมกับการใช้กลยุทธการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทผลิตไฟฟ้านั้นได้แสดงไว้ในบทถัดไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 แผนภาพการคำนวนหาราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของบริษัทไฟฟ้าด้วยวิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล



รูปที่ 4.3 แผนภาพแสดงการหาราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของบริษัทไฟฟ้าด้วยวิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

กลยุทธ์การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทไฟฟ้า

เนื่องจากจุดประสงค์ของผู้ขาย คือ ต้องการทำกำไรให้มากที่สุด ส่วนผู้ซื้อก็ต้องการซื้อไฟฟ้าที่ราคาต่ำที่สุด ดังนั้นในการประมูลซื้อขายไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ตามปรกติแล้วการเสนอราคาและกำลังการผลิตแต่ละครั้งนั้นทั้งผู้ซื้อและผู้ขายไม่สามารถทราบได้ว่าผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่นมีการเสนอราคา และกำลังการผลิตในลักษณะใด ดังนั้นการนำมาซึ่งการตัดสินใจที่ถูกต้อง ผู้เสนอจึงต้องคาดการณ์ถึงลักษณะการเสนอราคา และกำลังการผลิตของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่นที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งการกระทำดังกล่าวสามารถทำได้หลายวิธี ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการเสนอวิธีการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทผลิตไฟฟ้าควรเสนอเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด โดยการใช้ข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในอดีต เพื่อทำนายพฤติกรรมการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น และทำการหาคำตอบด้วยวิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลโดยใช้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของจุดตัดระหว่างกราฟการเสนอซื้อและการเสนอขาย เนื้อหาในบทนี้ประกอบด้วย

1. กล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้น แสดงสมการและแนวทางการแก้ปัญหา ได้แก่ ปัญหาของISO ปัญหาภายในโรงไฟฟ้า และการทำนายพฤติกรรมการเสนอราคาไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

2. แสดงการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอโดยใช้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของจุดตัดระหว่างกราฟการเสนอซื้อและเสนอขายไฟฟ้า ในแต่ละช่วงเวลาของการเสนอซื้อ-ขายไฟฟ้า

3. แสดงการหาคำตอบด้วยวิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลโดยใช้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของจุดตัดระหว่างกราฟการเสนอซื้อและเสนอขาย เพื่อหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอ

4. แสดงวิธีการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง

5. แสดงการหาค่าเหมาะสมของราคาไฟฟ้าตลอดช่วงเวลาการของการเสนอซื้อ-ขายไฟฟ้าและการทำยูนิตคอมมิตเมนต์โดยวิธีโปรแกรมเชิงพลวัตร

5.1 นิยามตัวแปร

t : ดัชนีเวลา

T : ระยะเวลาทั้งหมดที่พิจารณา (Hr)

Δt :คาบเวลาของการเสนอซื้อขาย (Hr)

i : ดัชนีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของบริษัทผลิตไฟฟ้า

I : จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของบริษัทผลิตไฟฟ้าที่เดินเครื่อง

MCP_t : ราคาไฟฟ้าของตลาดไฟฟ้า ณ เวลา t (฿/MWh)

q_{it} : ปริมาณไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ผลิต ณ เวลา t (MW)

q_{nt} : ปริมาณไฟฟ้าที่ได้ซื้อ ณ ช่วงการเสนอซื้อที่ n ของกราฟการเสนอซื้อ ณ เวลา t (MW)

q_{mt} : ปริมาณไฟฟ้าที่ได้ขาย ณ ช่วงการเสนอขายที่ m ของกราฟการเสนอขาย ณ เวลา t (MW)

q'_{nt} : ปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดที่เสนอซื้อ ณ ช่วงการเสนอซื้อที่ n ของกราฟการเสนอซื้อ ณ เวลา t (MW)

q'_{mt} : ปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดที่เสนอขาย ณ ช่วงการเสนอขายที่ m ของกราฟการเสนอขาย ณ เวลา t (MW)

b_{nt} :ราคาไฟฟ้าที่เสนอซื้อ ณ ช่วงการเสนอซื้อที่ n ของกราฟการเสนอซื้อ ณ เวลา t (฿/MWh)

b_{mt}:ราคาไฟฟ้าที่เสนอขาย ณ ช่วงการเสนอขายที่ m ของกราฟการเสนอขาย ณ เวลา t (฿/MWh)

N_t : ช่วงการเสนอซื้อทั้งหมดของกราฟเสนอซื้อ ณ เวลา t

M_t: ช่วงการเสนอขายทั้งหมดของกราฟเสนอขาย ณ เวลา t

n : ดัชนีช่วงการเสนอซื้อ

m : ดัชนีช่วงการเสนอขาย

U_{it}: สถานะการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ของบริษัทไฟฟ้าที่พิจารณา ณ เวลา t โดย ที่ 1=on , 0=off

S_{it} : ค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ณ เวลา t (฿)

X_{it} : สภาวะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ของบริษัทผลิตไฟฟ้าที่พิจารณา ณ เวลา t ค่านี้เป็นระยะเวลาการเดินเครื่อง (t) หรือหยุดเดินเครื่อง (-) ติดต่อกัน เช่น X_{it}=3 ชั่วโมง ถ้าเครื่องที่ i ณ เวลาที่ t เดินเครื่องมาแล้วนาน 3 ชั่วโมง หรือ X_{it}=-5 ชั่วโมง ถ้าเครื่องที่ i ณ เวลา t หยุดเดินเครื่องมาแล้วนาน 5 ชั่วโมง

τ_i : ค่าคงตัวการปลดปล่อยความร้อนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i (Hr)

$C_i(q)$: ค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่อง i (฿/Hr)

$E(x)$: ค่าคาดหวังของตัวแปร x

FST_i : ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเริ่มเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i (฿)

SFC_i : ค่าใช้จ่ายผันแปรในการเริ่มเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i (฿)

5.2 ปัญหา

การดำเนินการในตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้า ตัวแปรที่มีส่วนสำคัญ ที่มีผลกระทบต่อกำไรของบริษัทผลิตไฟฟ้าได้แก่

1) ราคาไฟฟ้าของตลาด (MCP) เนื่องจากราคาไฟฟ้าของตลาดแปรผันตรงกับรายได้จากการขายไฟฟ้า
2) ราคาไฟฟ้าที่บริษัท A เสนอ เนื่องจากราคาที่ควรเสนอนั้นต้องอยู่ในค่าที่เหมาะสม เพราะราคานี้เป็นตัวกำหนดการได้รับเลือกให้จ่ายไฟฟ้าเข้าไปในระบบหรือไม่
3) ปริมาณไฟฟ้าที่บริษัท A ควรเสนอ เนื่องจาก ปริมาณไฟฟ้ามีผลโดยตรงกับรายได้และต้นทุนของการผลิตไฟฟ้า

จากตัวแปรทั้ง 3 ค่าที่กล่าวข้างต้น มีผลโดยตรงกับกำไรของบริษัท ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

กำไร=((ราคาไฟฟ้าตลาด x ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ผลิต)-ต้นทุนของการผลิตไฟฟ้า)xช่วงเวลาที่ผลิตไฟฟ้า

$$Profit = (MCP*q-C(q))*\Delta t \quad (5.1)$$

ในการหาผลตอบของราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอ เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด สามารถแบ่งปัญหาออกเป็น 2 ส่วนคือ ปัญหาด้าน ISO และ ปัญหาภายในโรงไฟฟ้า ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

5.2.1 ปัญหาทางด้าน ISO

เนื่องจาก ISO เป็นตัวกลางในการซื้อขายไฟฟ้า มีหน้าที่ในการคิดราคาไฟฟ้าและจัดสรรกำลังไฟฟ้า โดยใช้หลักการผลประโยชน์รวมของระบบสูงสุด (Maximize Social Welfare)[5,6,7,11,12] เขียนเป็นสมการโดยรวมข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของทั้งผู้ซื้อและผู้ขายทุกรายแล้วแบ่งออกเป็นช่วงตามราคาไฟฟ้าที่เสนอได้ดังนี้

$$\max\left(\sum_{n=1}^{N_t} b_{nt} q_{nt} - \sum_{m=1}^{M_t} b_{mt} q_{mt}\right) \quad (5.2)$$

โดยมีเงื่อนไข คือ

$$1.\ \sum_{n=1}^{N_t} q_{nt} = \sum_{m=1}^{M_t} q_{mt} \qquad (5.3)$$

$$2.\ 0 \le q_{nt} \le q'_{nt} \qquad (5.4)$$

$$3.\ 0 \le q_{mt} \le q'_{mt} \qquad (5.5)$$

จากสมการ (5.2) สามารถเขียนเป็นสมการลากรองจ์[8,13] ได้ดังนี้

$$L_{iso} = \left(\sum_{n=1}^{N_t} b_{nt} q_{nt} - \sum_{m=1}^{M_t} b_{mt} q_{mt} + \lambda \left(\sum_{n=1}^{N_t} q_{nt} - \sum_{m=1}^{M_t} q_{mt}\right) + \sum_{n=1}^{Nt} \pi_{nt} (q_{nt} - q'_{nt}) + \sum_{m=1}^{Mt} \pi_{mt} (q_{mt} - q'_{mt})\right) \qquad (5.6)$$

จากกลไกการคิดราคาไฟฟ้าของตลาดไฟฟ้า จะกำหนดราคาไฟฟ้าของตลาดมีค่าเท่ากับตัวคูณลากรองจ์(λ) ตามสมการที่ (5.6) ซึ่งจะเห็นได้ว่าราคาไฟฟ้าของตลาดขึ้นอยู่กับราคาและกำลังไฟฟ้าที่เสนอซื้อและเสนอขายของแต่ละช่วงกำลังไฟฟ้า ดังนั้นการทำนายราคาไฟฟ้าในอนาคต จึงขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่

1) พฤติกรรมการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้แข่งขันในตลาด

การทำนายพฤติกรรมของผู้อื่นเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการหาผลตอบที่เหมาะสม เนื่องจากการซื้อขายไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมีลักษณะของการแข่งขัน ทั้งทางด้านราคาและปริมาณ อีกทั้งเป็นเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้นการที่สามารถทำนายพฤติกรรมของผู้อื่นได้แม่นยำ ย่อมทำให้คำตอบที่ได้มีความถูกต้อง

2) การทำนายโหลด

โหลดไฟฟ้ามีผลต่อราคาไฟฟ้าในตลาดและมีผลต่ออัตราการแข่งขันในตลาด เนื่องจากโหลดไฟฟ้าเป็นตัวกำหนดปริมาณความต้องการไฟฟ้าในตลาด เมื่อปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้ามีมาก อาจส่งผลให้ผู้เสนอขายมีอำนาจในการกำหนดราคาไฟฟ้ามากขึ้น เมื่อพิจารณาในกรณีที่ผู้ขายมีปริมาณคงที่ การเพิ่มขึ้นของโหลดไฟฟ้าจะส่งผลให้อัตราการแข่งขันทางด้านผู้ขายต่ำลง จึงมีโอกาสให้ผู้ขายขึ้นราคาไฟฟ้าได้ และในทางตรงกันข้าม เมื่อปริมาณโหลดไฟฟ้ามีค่าลดลงจะส่งผลให้อัตราการแข่งขันทางด้านผู้ขายมีมากขึ้นและอาจส่งผลให้ราคาไฟฟ้ามีค่าลดลง

3) จำนวนผู้แข่งขันในตลาดและการมีอิทธิพลเหนือตลาดของผู้แข่งขัน

ในกรณีที่ผู้แข่งขันในตลาดมีอำนาจต่อรองใกล้เคียงกัน การที่มีจำนวนผู้แข่งขันในตลาดมากรายจะส่งผลให้อัตราการแข่งขันมีค่าสูง และในทางตรงกันข้าม การมีผู้แข่งขันน้อยรายจะส่งผลให้อัตราการแข่งขันต่ำ

การมีอิทธิพลเหนือตลาดของผู้แข่งขัน หรือการมีอำนาจต่อรองในตลาดไฟฟ้า (Market Power) หมายถึง การที่มีผู้แข่งขันรายใดรายหนึ่ง หรือหลายรายมีอำนาจในการกำหนดราคาไฟฟ้าในตลาด ซึ่งอาจมีสาเหตุจาก การที่มีผู้ผลิตรายใดรายหนึ่งมีศักยภาพในการผลิตสูงกว่าผู้อื่น หรือมีปริมาณไฟฟ้าในครอบครองสูงกว่ารายอื่นมากจนสามารถกำหนดราคาไฟฟ้าในตลาดได้

นอกจากนี้ราคาไฟฟ้าในตลาดยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายประการ เช่น สภาวะเศรษฐกิจ ค่าเชื้อเพลิง เป็นต้น โดยในวิทยานิพนธ์นี้จะพิจารณาเฉพาะการทำนายพฤติกรรมของผู้แข่งขันในตลาด โดยอาศัยหลักการทางสถิติ ซึ่งได้แสดงวิธีการในหัวข้อ5.3.1

5.2.2 ปัญหาภายในโรงไฟฟ้า[9,11]

ตามปกติการดำเนินงานของริษัทเอกชนย่อมต้องการกำไรสูงสุด ภายใต้กรอบกติกาที่กำหนดไว้ การดำเนินการภายในโรงไฟฟ้าจึงมีส่วนสำคัญ โดยมีปัจจัยที่กระทบต่อผลกำไร ดังนี้

1. ราคาไฟฟ้าของตลาด
2. ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิต
3. การเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (การทำยูนิตคอมมิตเมนต์)

ในขั้นตอนนี้เป็นการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของบริษัทผลิตไฟฟ้า โดยปัญหาภายในโรงไฟฟ้าสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\max \sum_{t}^{T}\sum_{i}^{I}(mcp_{t} q_{it} u_{it} \Delta t - [C_{it}(q_{it}) u_{it} \Delta t + S_{it}(x_{i,t-1}, u_{it}, u_{i,t-1})]) \qquad (5.7)$$

โดยมีเงื่อนไขคือ

$$q_{\min,i} \le q_{i} \le q_{\max,i} \qquad (5.8)$$

โดยที่

$$S_{it} = u_{it}(1-u_{i,t-1})[FST_{i} + SFC_{i}(1-e^{-x_{i,t-1}/\tau_{i}})] \qquad (5.9)$$

ในสมการ(5.7) เป็นสมการจุดประสงค์เพื่อหาผลเฉลยของราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอในแต่ละช่วงเวลาที่ทำให้ได้ผลรวมของกำไรตลอดช่วงระยะเวลา T ที่พิจารณามีค่าสูงสุด โดยมีเงื่อนไขขอบเขตของกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ดังสมการ(5.8)

5.3 การแก้ปัญหา

5.3.1 การทำนายพฤติกรรมการเสนอราคาของคู่แข่ง

เนื่องจากการดำเนินการซื้อขายไฟฟ้าเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้นเราจึงไม่สามารถทราบถึงข้อมูลการเสนอราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่นได้ การใช้ข้อมูล

การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าที่เคยเกิดขึ้นในอดีตเป็นวิธีการอย่างหนึ่งเพื่อจะทำนายพฤติกรรมการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ร่วมประมูลในอนาคต แต่เนื่องจากกลไกของตลาดที่ไม่เปิดเผยข้อมูลการเสนอประมูลโดยแยกเป็นผู้ร่วมประมูลแต่ละราย ดังนั้นเราจึงไม่สามารถทำนายพฤติกรรมการเสนอราคาโดยแยกเป็นผู้ร่วมประมูลแต่ละรายได้ เราจึงต้องทำนายทำนายพฤติกรรมการเสนอราคาโดยรวมของทั้งผู้ซื้อและผู้ขาย ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1)รวบรวมสถิติการประมวลของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่นจากข้อมูลการประมูลในอดีต

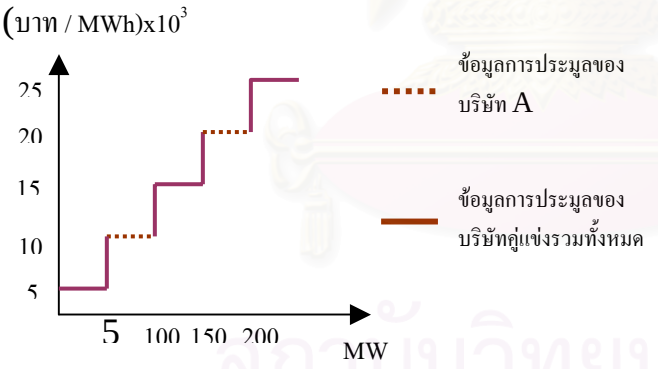
2)แบ่งช่วงกำลังไฟฟ้าออกเป็นช่วงย่อย ๆ และหาการแจกแจงความน่าจะเป็น

1) การรวบรวมสถิติประมูลของคู่แข่งจากข้อมูลประมูลในอดีต

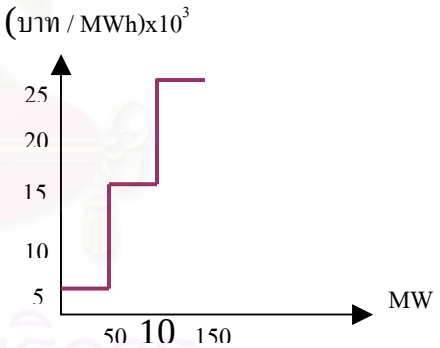
ข้อมูลในอดีตจะบ่งบอกถึงราคาไฟฟ้าที่เคยเกิดขึ้นแต่ละช่วงกำลังไฟฟ้าที่เสนอ ซึ่งจากกลไลของตลาดข้อมูลการประมูลของผู้ประมูลแต่ละรายจะถูกปิดเป็นความลับและผู้ร่วมประมูลจะสามารถรู้ได้เพียงกราฟการเสนอราคารวมของผู้ซื้อและผู้ขายเท่านั้น ดังนั้น จึงไม่สามารถรวบรวมสถิติโดยแยกออกเป็นสถิติของคู่แข่งแต่ละรายได้ ดังนั้น วิทยานิพนธ์นี้ จึงเสนอวิธีการรวบรวมสถิติของคู่แข่งโดยรวม ซึ่งจากการทำนายพฤติกรมคู่แข่งแต่ละรายจะเปลี่ยนเป็นการทำนายพฤติกรรมโดยรวม และเพื่อให้ง่ายต่อการอ้างอิง จึงกำหนดให้บริษัทไฟฟ้าที่พิจารณาเรียกว่าบริษัทไฟฟ้าA โดยวิธีการดังกล่าวมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่1 ลบข้อมูลของการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทA ที่เคยเกิดขึ้นในอดีต ดังรูปที่ 5.1 และ 5.2

ด้วยวิธีการดังกล่าวบริษัท A จะสามารถทำการประมาณกราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขาย



รูปที่ 5.1 กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขายเริ่มต้น

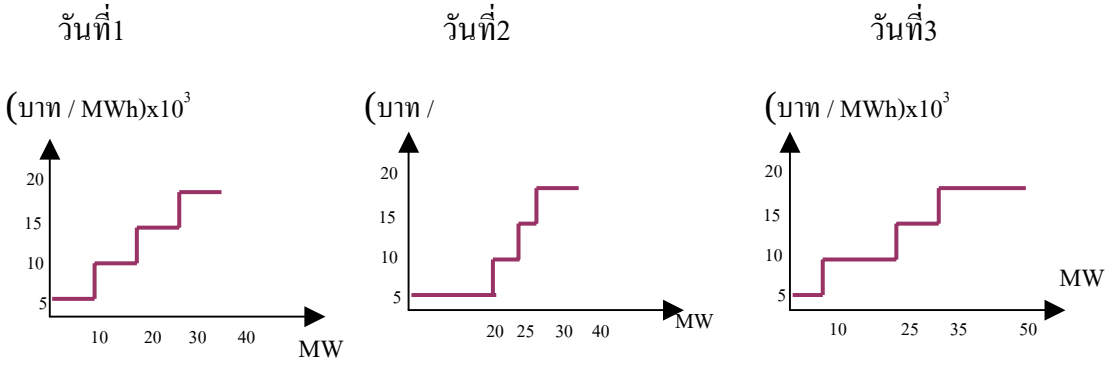


รูปที่ 5.2 กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขายที่ไม่รวมข้อมูลของบริษัท A

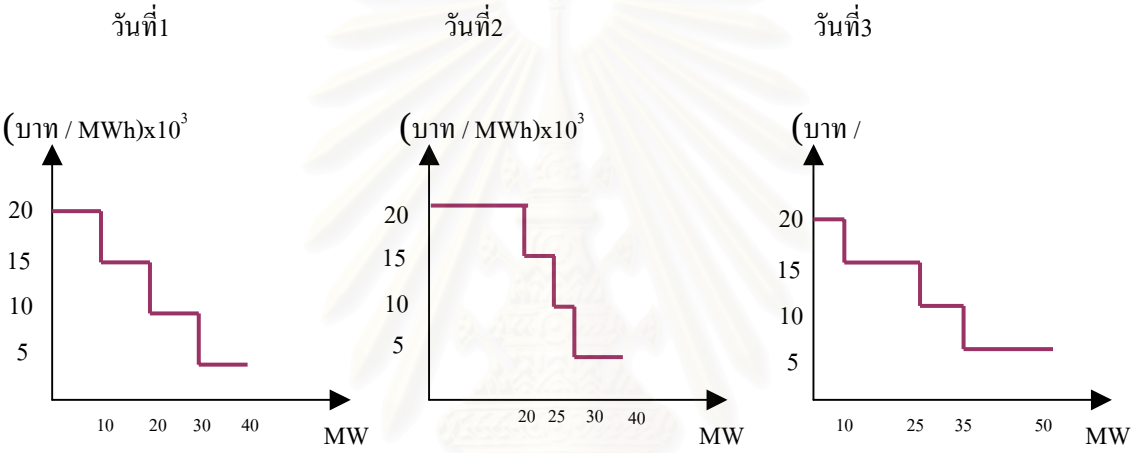
ทั้งหมดที่ไม่รวมตนเอง

ขั้นตอนที่2 แบ่งช่วงกำลังไฟฟ้าออกเป็นช่วงย่อย ๆ เพื่อหาการแจกแจงความน่าจะเป็น

สมมุติข้อมูล กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขายและผู้ซื้อ ณ ชม.ที่1 ของวันที่ 1,2 และ3 ในอดีตที่ไม่คิดผลการเสนอราคาของโรงไฟฟ้าA มีดังรูปที่ 5.3 และ 5.4



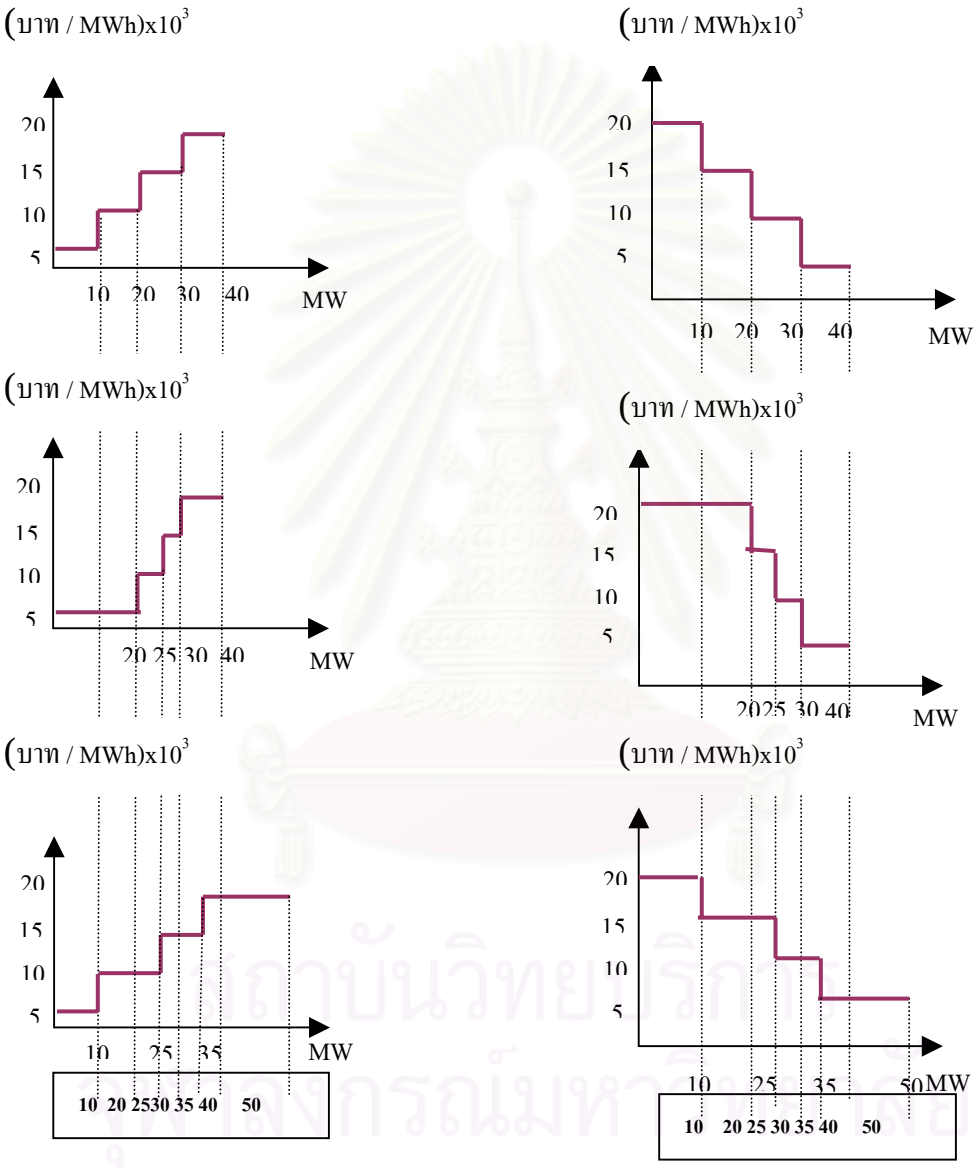
รูปที่ 5.3 ข้อมูลตัวอย่างของ กราฟการเสนอราคาขายและกำลังไฟฟ้ารวมของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น



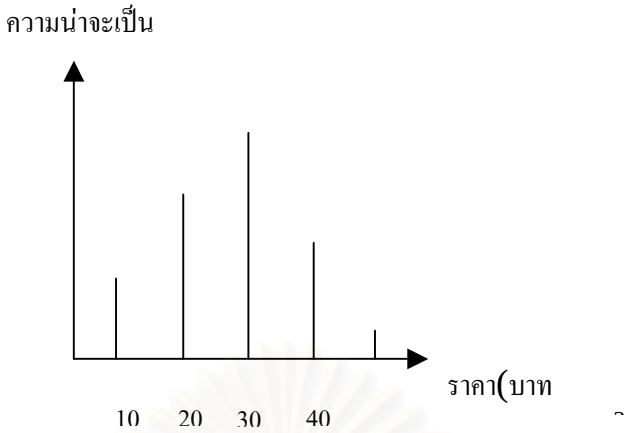
รูปที่ 5.4 ข้อมูลตัวอย่างของ กราฟการเสนอราคาซื้อและกำลังไฟฟ้ารวมของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากข้อมูล รูปที่5.3 และ 5.4 ทำการแบ่งช่วงการผลิตดังรูปที่ 5.5 โดยแบ่งทุกการเปลี่ยนแปลงย่อยที่เกิดขึ้นเพื่อการหาความน่าจะเป็นของราคาโดยได้จากความถี่ของราคาในแต่ละช่วงของกำลังการผลิตที่เสนอซื้อหรือเสนอขายไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.5 การแบ่งช่วงกำลังการผลิตเพื่อหาความถี่ของราคาที่เกิดขึ้น ณ ช่วงกำลังไฟฟ้าต่าง ๆ



รูปที่ 5.6 ตัวอย่างการแจกแจงความน่าจะเป็นของราคาไฟฟ้า ณ ช่วงกำลังไฟฟ้าที่เสนอ

จากรูปที่ 5.6 ทำให้บริษัท A สามารถทราบถึงลักษณะพฤติกรรมการเสนอราคาที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในแต่ละช่วงกำลังไฟฟ้าย่อย โดยสามารถประมาณได้ ในรูปแบบการแจกแจงของตัวแปรสุ่มที่ไม่ต่อเนื่อง หลังจากนั้นเราสามารถนำลักษณะพฤติกรรมการเสนอราคาในแต่ละช่วงกำลังไฟฟ้าย่อยที่ได้นี้ไปใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทผลิตไฟฟ้าควรเสนอได้ โดยจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

5.3.2 การแก้ปัญหา ISO และปัญหาภายในโรงไฟฟ้า

จากปัญหาISO และ ปัญหาภายในโรงไฟฟ้า เนื่องจากมีตัวแปรที่เกี่ยวพันกันได้แก่ ราคาไฟฟ้าของตลาด,ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ได้ผลิต ดังนั้นการแก้ปัญหาทำได้โดยการหาค่าเหมาะสม 2 ขั้นตอน (Two Level Optimization) [5,11] โดยขั้นที่1 เป็นการแก้ปัญหาISO และขั้นที่2 เป็นการแก้ปัญหาภายในโรงไฟฟ้า โดยในที่นี้กำหนดให้

$q^{A}_{jt,i}$: ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ของบริษัทAได้ขายที่ช่วงการเสนอที่ j ของบริษัทA ณ เวลา t (MW)

$q'^{A}_{jt,i}$: ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ของบริษัทA เสนอที่ช่วงการเสนอที่ j ของบริษัทA ณ เวลา t (MW)

$b^{A}_{jt,i}$: ราคาไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ของบริษัทA เสนอที่ช่วงการเสนอที่ j ของบริษัทA ณ เวลา t (฿/MWh)

$J_{At,i}$: จำนวนช่วงการเสนอขายทั้งหมดที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ของบริษัทA เสนอณ เวลา t

j : ลำดับของช่วงการเสนอขายของบริษัทA

สำหรับรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหาแสดงได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ปัญหาของ ISO

เริ่มต้นเมื่อทำการลบข้อมูลการเสนอราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของบริษัทA จะสามารถเขียนสมการจุดประสงค์ปัญหาISO เฉพาะข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่นได้ดังสมการที่ (5.2) และมีเงื่อนไขตามสมการที่ (5.3)─(5.5)

จากนั้นเมื่อบริษัทA เสนอขายไฟฟ้าเข้าสู่ตลาด สมการจุดประสงค์ของปัญหาISO สามารถเขียนได้ใหม่ดังนี้

$$\max\left(\sum_{n=1}^{N} b_{nt} q_{nt} - \sum_{m=1}^{M} b_{mt} q_{mt}\right) - \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J_{At,i}} b^{A}_{jt,i} q^{A}_{jt,i} \qquad (5.10)$$

โดยมีเงื่อนไขดังนี้

$$1.\ \sum_{n=1}^{N_t} q_{nt} = \sum_{m=1}^{M_t} q_{mt} - \sum_{j}^{J_{At,i}} q^{A}_{jt,i} \qquad (5.11)$$

$$2.\ 0 \le q_{nt} \le q'_{nt} \qquad (5.12)$$

$$3.\ 0 \le q_{mt} \le q'_{mt} \qquad (5.13)$$

$$4.\ 0 \le q^{A}_{jt,i} \le q'^{A}_{jt,i} \qquad (5.14)$$

โดยที่ ราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าในแต่ละช่วงการเสนอของผู้ร่วมประมูลรายอื่นได้จากผลการทำนายพฤติกรรมการเสนอราคาที่ได้กล่าวในหัวข้อที่ 5.3.1 และผลตอบที่ได้ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วยราคาไฟฟ้าของตลาด(MCP) ซึ่งอยู่ในรูปตัวแปรของราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA เสนอ จากนั้นเราจะสามารถหาค่าเหมาะสมของตัวแปรทั้ง2 ได้ในขั้นตอนที่2 ดังนี้

ขั้นตอนที่ 2 ปัญหาภายในโรงไฟฟ้า

จากการแก้สมการในขั้นตอนที่ 1 เราสามารถแก้สมการเพื่อหาค่าเหมาะสมของราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอ เพื่อให้ได้กำไรของบริษัทสูงสุดดังนี้

$$\max \sum_{t}^{T}\sum_{i}^{I}\left(mcp_{t}\left(\sum_{j}^{J_{A,i}} q^{A}_{jt,i}\right)u_{it}\Delta t - \left[C_{it}(q_{it})u_{it}\Delta t + S_{it}(x_{i,t-1}, u_{it}, u_{i,t-1})\right]\right) \qquad (5.15)$$

โดยมีเงื่อนไขดังนี้

$$q_{\min,i} \le q_i \le q_{\max,i} \qquad (5.16)$$

$$q_i = \sum_{j}^{J_{A,i}} q^{A}_{jt,i} \qquad (5.17)$$

จากขั้นตอนนี้ เราจะได้ผลตอบคือค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอแต่เนื่องจาก ราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่เสนอของผู้ร่วมประมูลรายอื่นแต่ละรายในแต่ละช่วงเวลา มีความไม่แน่นอน ดังนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์ควบคู่กับการใช้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของจุดตัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระหว่างกราฟการเสนอซื้อและเสนอขายเพื่อหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้า โดยรายละเอียดของวิธีการดังกล่าวมีดังนี้

5.3.2.1 การหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอโดยใช้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของจุดตัดระหว่างกราฟการเสนอซื้อและเสนอขาย

กำหนดให้

k : ดัชนีของจำนวนครั้งที่เพิ่มกำลังไฟฟ้า (รอบการคำนวณ)

b_k : ราคาไฟฟ้าที่บริษัทA เสนอ ณ รอบการคำนวณที่ k (฿/MWh)

q_k : กำลังไฟฟ้าที่บริษัทA เสนอ ณ รอบการคำนวณที่ k (MW)

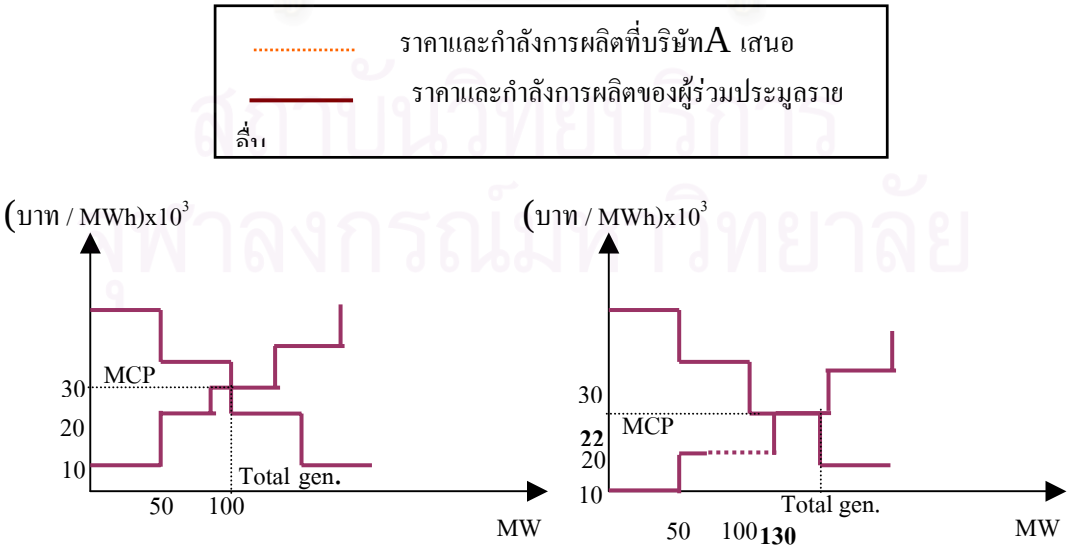
Δq_k : กำลังไฟฟ้าที่บริษัทA สามารถเพิ่มขึ้นได้ โดยที่ราคาไฟฟ้ายังมีค่าเท่ากับ MCP_k (MW)

MCP_k: ราคาไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ณ การเพิ่มกำลังไฟฟ้าครั้งที่ k (฿/MWh)

q^*_{ik} : ค่าเหมาะสมของกำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ควรเสนอ ณ รอบการคำนวณที่ k (MW)

b^*_{ik} : ค่าเหมาะสมของราคาไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ควรเสนอ ณ รอบการคำนวณที่ k (฿/MWh)

เนื่องจากฟังก์ชันการเสนอราคาอยู่ในรูปขั้นบันได โดยที่มีราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของตลาดอยู่ที่จุดตัดระหว่างกราฟการเสนอซื้อและกราฟการเสนอขาย ดังนั้น หากบริษัทA เสนอขายไฟฟ้าเพิ่มขึ้นโดยราคาของกำลังไฟฟ้าที่เสนอนั้นมีค่าไม่เกินราคาไฟฟ้าของตลาดที่เป็นอยู่ในขณะนั้น บริษัทA ย่อมได้รับการอนุญาตให้จ่ายไฟฟ้าเข้าระบบและเมื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้าที่เสนอขายถึงระดับหนึ่ง จะทำให้ค่าราคาไฟฟ้าของตลาดเปลี่ยนแปลงไปโดยแสดงได้ดังรูปที่ 5.7



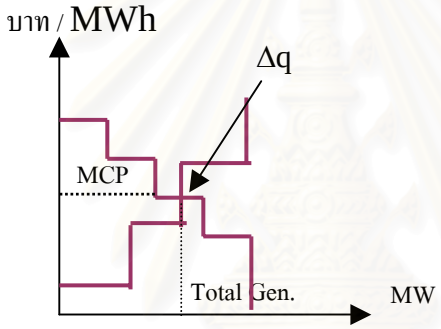
รูปที่ 5.7 การเพิ่มการประมูลของบริษัทA ลงใน กราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขาย

จากรูปที่ 5.7 (ซ้าย) เมื่อบริษัทที่ 1 เพิ่มกำลังไฟฟ้ามากพอระดับหนึ่งจะทำให้ราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ารวมของตลาดเปลี่ยนแปลงไปดังรูปที่ 5.7 (ขวา)

จากลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะเห็นว่าสามารถคำนวณหา ราคาไฟฟ้าของตลาดและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA จะได้ขายได้จากจุดตัดของกราฟการเสนอซื้อและขาย

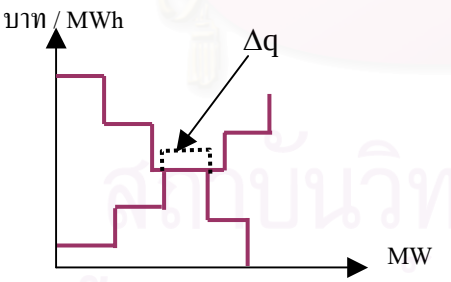
จากลักษณะการเปลี่ยนแปลงนี้ ทำให้สามารถหาค่าเหมาะสมในการเสนอราคาเพื่อให้ได้กำไรสูงสุดของบริษัทได้ โดยอธิบายได้ดังนี้

จากลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกราฟสามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่บริษัทAสามารถเพิ่มเข้าไปในการเสนอราคาแล้ว ทำให้ราคาไฟฟ้าของตลาดยังไม่เปลี่ยนแปลง และเพื่อให้บริษัทAได้รับเลือกให้ขายไฟฟ้า ราคาที่เสนอต้องมีค่าไม่เกินราคาไฟฟ้าของตลาด ณ ขณะนั้น ดังรูปที่ 5.8 โดยที่ Δq คือ ปริมาณไฟฟ้าสูงสุดที่บริษัทA สามารถเพิ่มเข้าไปในการเสนอราคาแล้ว ทำให้ราคาไฟฟ้าของตลาดยังไม่เปลี่ยนแปลง

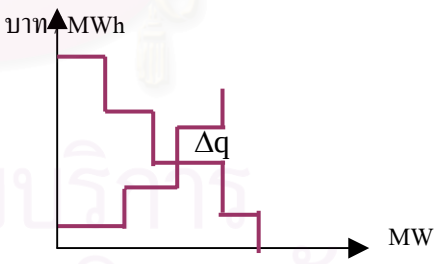


รูปที่ 5.8 ตัวอย่างการหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ทำให้ราคาไฟฟ้าของตลาดไม่เปลี่ยน

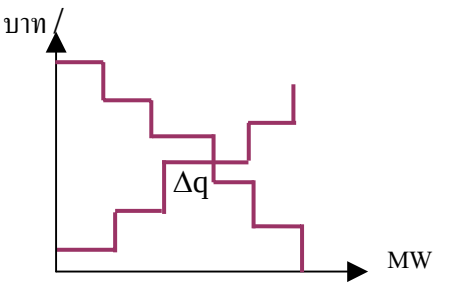
ค่าΔq ขึ้นอยู่กับลักษณะการตัดกันของกราฟ ซึ่งสามารถจำแนกรูปแบบทั้งหมดได้ดังรูปที่ 5.9



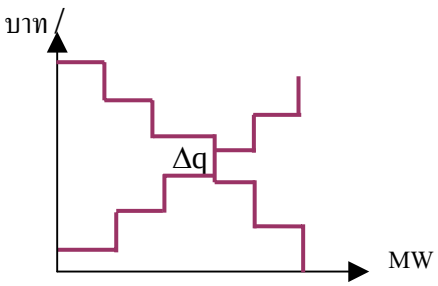
รูปที่ 5.9 ก)



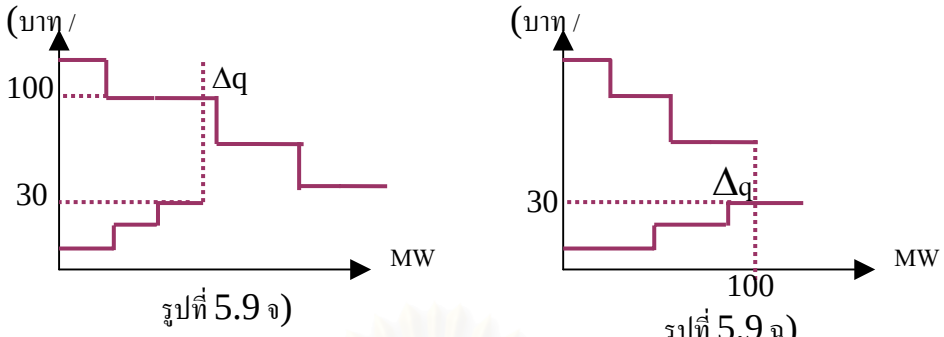
รูปที่ 5.9 ข)



รูปที่ 5.9 ค)



รูปที่ 5.9 ง)



รูปที่ 5.9 จ) รูปที่ 5.9 ฉ)

รูปที่ 5.9 กำลังไฟฟ้าที่ทำให้ราคาไฟฟ้าของตลาดเปลี่ยนแปลง

รูปที่ 5.9 ก)-5.9ง) และ 5.9ฉ) กราฟลักษณะเหล่านี้ บริษัทA จะไม่สามารถเสนอราคาเพื่อให้ราคาไฟฟ้าในตลาดสูงขึ้นได้ ยกเว้น รูปที่ 5.9จ) เป็นลักษณะของกราฟที่ไม่มีจุดตัด ซึ่งบริษัทA สามารถเสนอราคาเพื่อให้ราคาไฟฟ้าในตลาดเพิ่มขึ้นได้ โดยจากรูป5.9จ) ราคาไฟฟ้าเดิมของตลาดมีค่า $30x10^3$ ฿/MWh บริษัทA สามารถเสนอราคาเพื่อให้ราคาไฟฟ้าของตลาดมีค่าเท่ากับ $100x10^3$ ฿/MWh ได้

การคำนวณจะเริ่มคำนวณโดยเพิ่มกำลังไฟฟ้าตามค่า Δq_k ของแต่ละราคาไฟฟ้าของตลาด และหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมในช่วงการผลิตที่สามารถเพิ่มได้ นั่นคือ $[0 , q_k]$ โดยที่ $q_k=q_{k-1}+\Delta q_k$ โดยในช่วงนี้ราคาไฟฟ้าสามารถเสนอได้ตั้งแต่ค่า 0 ถึง MCP_k

ในแต่ละรอบการคำนวณ (k) เราสามารถคำนวณหาค่าเหมาะสมของกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง(q^*_{ik})ได้จาก

$$max \quad f_p = MCP_k . q\Delta t - \sum_{i=1}^{I} C(q_{ik})\Delta t \tag{5.18}$$

โดยมีเงื่อนไข คือ

$$0 \le q \le q_k \tag{5.19}$$

$$\sum_{i=1}^{I} q_{ik} = q \tag{5.20}$$

$$q_{min,i} \le q_{ik} \le q_{max,i} \tag{5.21}$$

$$0 \le b^*_{ik} \le MCP_k \tag{5.22}$$

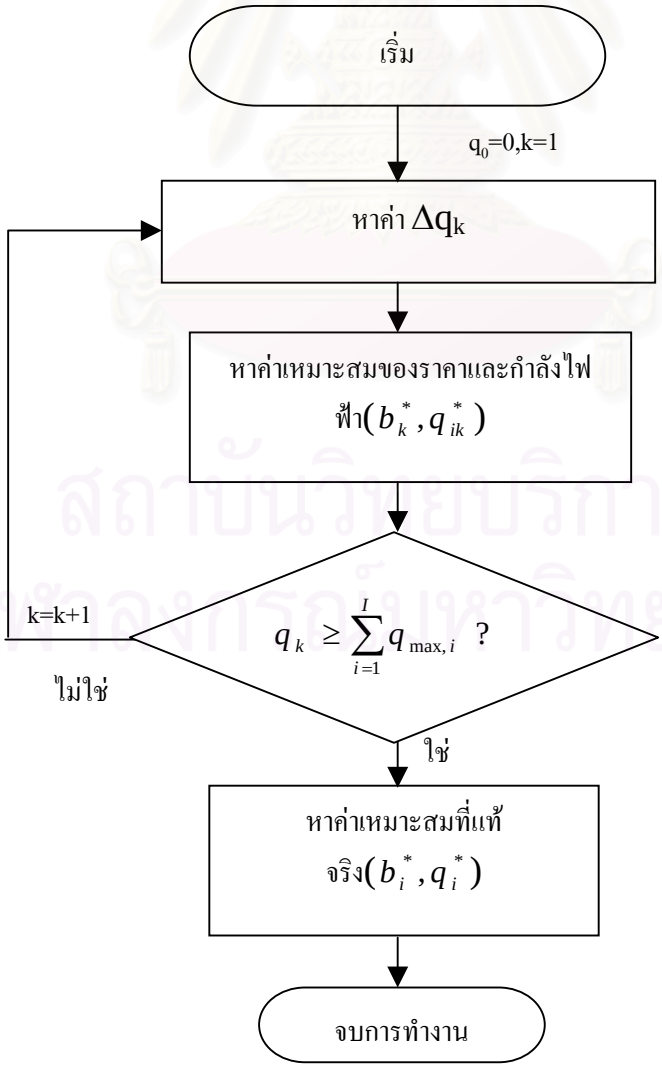
โดยค่าเหมาะสมของสมการจุดประสงค์(5.18) คือปริมาณกำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องควรผลิตเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด ขณะที่ราคาไฟฟ้าของตลาดมีค่าเท่ากับ(MCP_k) และการคำนวณจะทำจนกระทั่งปริมาณกำลังไฟฟ้าที่เสนอมีค่าเกินปริมาณกำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่บริษัทสามารถผลิตได้($q_k \leq \sum_{i=1}^{I} q_{\max,i}$)

เนื่องจากการเพิ่มกำลังไฟฟ้าแต่ละครั้งย่อมได้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ทำให้ได้กำไรสูงสุดในแต่ละช่วงของการเพิ่มกำลังไฟฟ้า ดังนั้นค่าเหมาะสมที่แท้จริงของการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้า คือ จุดที่ทำให้ได้กำไรมากที่สุด เมื่อเทียบกันระหว่างทุก ๆ ครั้งของการเพิ่มกำลังไฟฟ้าแสดงได้ดังสมการที่ (5.23) โดยขั้นตอนการหาค่าเหมาะสมแสดงได้ดังรูปที่ 5.10

$$f_p(b_i^*, q_i^*) = \max(f_p(b_{ik}^*, q_{ik}^*)) \qquad \forall k \in K \qquad (5.23)$$

โดยที่ b_i^*, q_i^* :ราคาและกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สุดที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i

K : จำนวนรอบการคำนวณทั้งหมด



รูปที่ 5.10 แผนภาพแสดงขั้นตอนการหาค่าเหมาะสมของราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทAควร

5.3.2.2 การหาคำตอบโดยวิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลโดยใช้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของจุดตัดระหว่างกราฟการเสนอซื้อและเสนอขาย ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอ

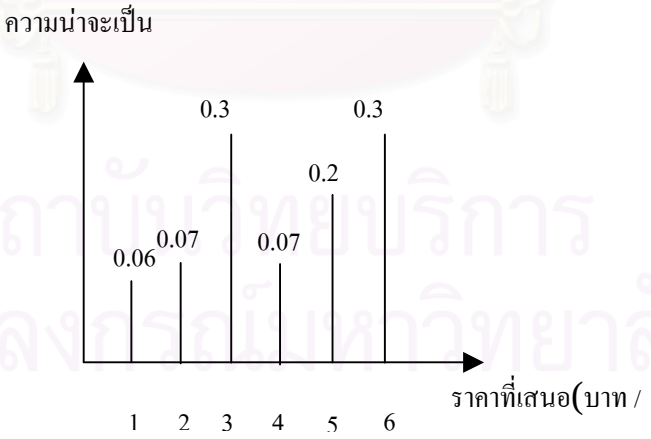
การหาผลเฉลยจึงใช้วิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล มีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างกราฟการเสนอราคาของคู่แข่งทั้งผู้ซื้อและผู้ขาย โดยใช้วิธีการสุ่มสถานะ
1. หาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องภายในบริษัทผลิตไฟฟ้าA
2. ทำซ้ำตามขั้นตอนที่1 และ 2 จนกระทั่งค่าคาดหวังของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอมีความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

1) การสร้างกราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดทั้งผู้ซื้อและผู้ขาย โดยใช้วิธีการสุ่มสถานะ

เนื่องจากในแต่ละช่วงกำลังไฟฟ้า ราคาเสนอของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่นอยู่ในรูปของการแจกแจง โดยมีตัวแปรสุ่มตามสถิติที่เกิดขึ้นในอดีต ดังนั้นการสุ่มตัวแปรเพื่อใช้ในการคำนวณต้องเป็นไปตามหลักความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้น ในที่นี้ใช้การสุ่มสถานะที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 4 แสดงตัวอย่างได้ดังนี้

สมมุติการแจกแจงความน่าจะเป็นของราคา ณ ช่วงกำลังไฟฟ้าที่ 1 ของกราฟการเสนอราคาขายไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่นมีลักษณะดังนี้



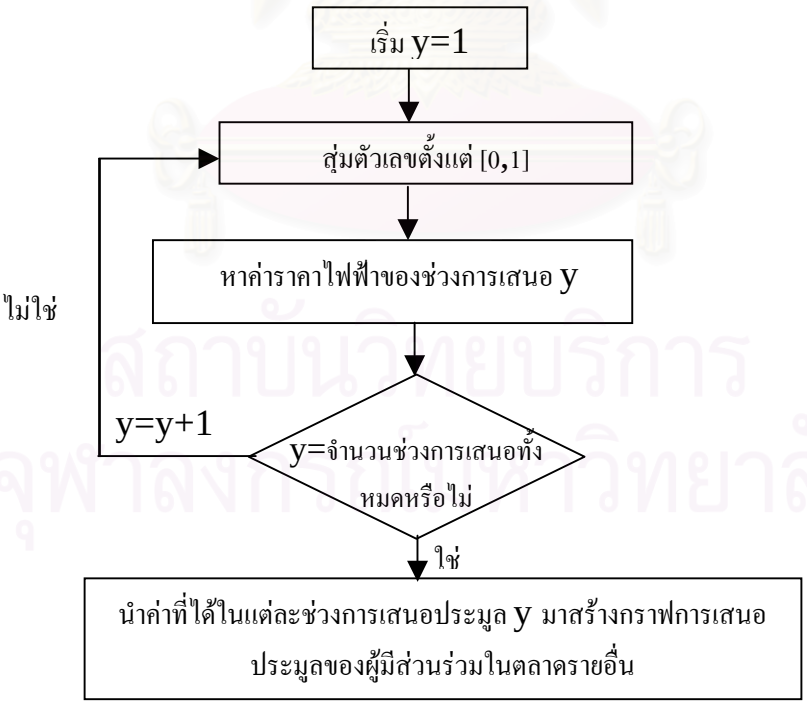
รูปที่ 5.11 ตัวอย่างการแจกแจงความน่าจะเป็นของราคาที่เสนอ

จากรูปที่ 5.11 สามารถแบ่งช่วง [0,1] ออกได้ดังนี้

ช่วงที่ 1 (0,0.06] มีราคาที่เสนอเท่ากับ 1000 ฿/MWh
ช่วงที่ 2 (0.06,0.13] มีราคาที่เสนอเท่ากับ 2000 ฿/MWh
ช่วงที่ 3 (0.13,0.43] มีราคาที่เสนอเท่ากับ 3000 ฿/MWh
ช่วงที่ 4 (0.43,0.5] มีราคาที่เสนอเท่ากับ 4000 ฿/MWh
ช่วงที่ 5 (0.5,0.7] มีราคาที่เสนอเท่ากับ 5000 ฿/MWh
ช่วงที่ 6 (0.7,1] มีราคาที่เสนอเท่ากับ 6000 ฿/MWh

โดยถ้าตัวเลขในช่วงที่สุ่มได้ [0,1] มีค่า 0.431 ราคาที่เสนอ ณ ช่วงการเสนอนี้ จะมีค่าเท่ากับ 4000 ฿/MWh

จากตัวอย่างข้างต้นเป็นการหาค่าราคาที่เสนอเพียงช่วงของการเสนอกำลังไฟฟ้าช่วงเดียวเท่านั้น ดังนั้นเพื่อที่จะให้ได้กราฟการเสนอราคาทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วย หลาย ๆ ช่วงกำลังไฟฟ้า จึงต้องทำการสุ่มตัวแปรจนครบทุก ๆ ช่วงการเสนอ และเนื่องจากผู้มีส่วนร่วมในตลาดมี 2 ประเภท คือ ผู้ซื้อและผู้ขาย ดังนั้นการสร้างกราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ซื้อจึงต้องใช้สถิติที่เป็นของผู้ซื้อและกราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ขายต้องใช้สถิติของผู้ขาย โดยการสร้างกราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาด แสดงได้ดังรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 แผนภาพแสดงการเสนอประมูลไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

2) การหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องภายในบริษัทผลิตไฟฟ้า

สามารถทำได้โดยใช้วิธีในหัวข้อ 5.3.2.1 เพื่อค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอ แต่เนื่องจากกราฟการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้ร่วมประมูลรายอื่นที่สร้างนั้นเกิดจากการสุ่มตัวแปรเพียงครั้งเดียวเท่านั้น และเมื่อมีการสร้างกราฟครั้งใหม่คำตอบที่ได้ย่อมเปลี่ยนไป ด้วยเหตุนี้ค่าค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ได้จึงยังไม่สามารถนำไปใช้เป็นคำตอบได้ เนื่องจากการใช้วิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลจะทำให้ได้ผลตอบที่มีลักษณะการแจกแจง ดังนั้นการที่จะใช้ค่าใดค่าหนึ่งเป็นตัวแทนของคำตอบทั้งหมดจึงขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล เนื่องจากราคาและกำลังไฟฟ้าเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ดังนั้นค่าที่เหมาะสมในการใช้เป็นตัวแทนของคำตอบ คือ ค่าคาดหวัง(Expected Value) ดังนั้นการที่จะได้มาซึ่งคำตอบที่แท้จริงจึงต้องทำการคำนวณหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้า โดยใช้การสร้างกราฟการเสนอประมูลที่ได้จากการสุ่มตัวแปรหลายครั้งจน ค่าคาดหวังของราคาและกำลังไฟฟ้า ที่ได้มีการลู่เข้า โดยเกณฑ์การหยุดคำนวณแสดงในหัวข้อถัดไป

3) เกณฑ์การหยุดคำนวณ

เนื่องจากการหาคำตอบขึ้นอยู่กับการสุ่มตัวแปร ดังนั้นในแต่ละรอบการคำนวณผลเฉลยย่อมมีค่าไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับตัวแปรสุ่มและยังไม่สามารถนำไปใช้เป็นคำตอบที่แท้จริงได้ ดังนั้นการคำนวณจึงต้องมีการเก็บสถิติของผลเฉลยได้แก่ ราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอ ที่ได้จากแต่ละรอบการคำนวณ เพื่อนำมาใช้หาค่าคาดหวัง ดังสมการ

$$E(q_{z,i}) = \sum_{r=1}^{R_{z,i}} q^*_{r,i} . \Pr(q^*_{r,i}) \qquad (5.24)$$

$$E(b_{z,i}) = \sum_{r=1}^{R_{z,i}} b^*_{r,i} . \Pr(b^*_{r,i}) \qquad (5.25)$$

โดยที่

r : ลำดับของผลเฉลย

$R_{z,i}$: จำนวนผลเฉลยทั้งหมด ในรอบการคำนวณที่ z ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i

z : จำนวนรอบการคำนวณ

$q^*_{r,i}$: ค่าเหมาะสมของกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ณ ลำดับผลเฉลยที่ r

$b^*_{r,i}$: ค่าเหมาะสมของราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ณ ลำดับผลเฉลยที่ r

$E(q_{z,i})$: ค่าคาดหวังของกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ณ รอบการคำนวณที่ z

$E(b_{z,i})$: ค่าคาดหวังของราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ณ รอบการคำนวณที่ z

ในแต่ละรอบของการคำนวณค่าคาดหวังของผลเฉลยทั้งราคาและกำลังไฟฟ้า จะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจนกระทั่ง จำนวนรอบการคำนวณมากพอ ความน่าจะเป็นของราคาและกำลังไฟฟ้าจะเริ่มลู่เข้าสู่ค่าหนึ่ง ๆ โดยการลู่เข้าสามารถสังเกตจากความแตกต่างระหว่างค่าคาดหวังของผลเฉลยดังนี้

$$\Delta E(b^{*}_{z,i}) = \left| E(b^{*}_{z-1,i}) - E(b^{*}_{z,i}) \right| \quad (5.26)$$

$$\Delta E(q^{*}_{z,i}) = \left| E(q^{*}_{z-1,i}) - E(q^{*}_{z,i}) \right| \quad (5.27)$$

โดยที่

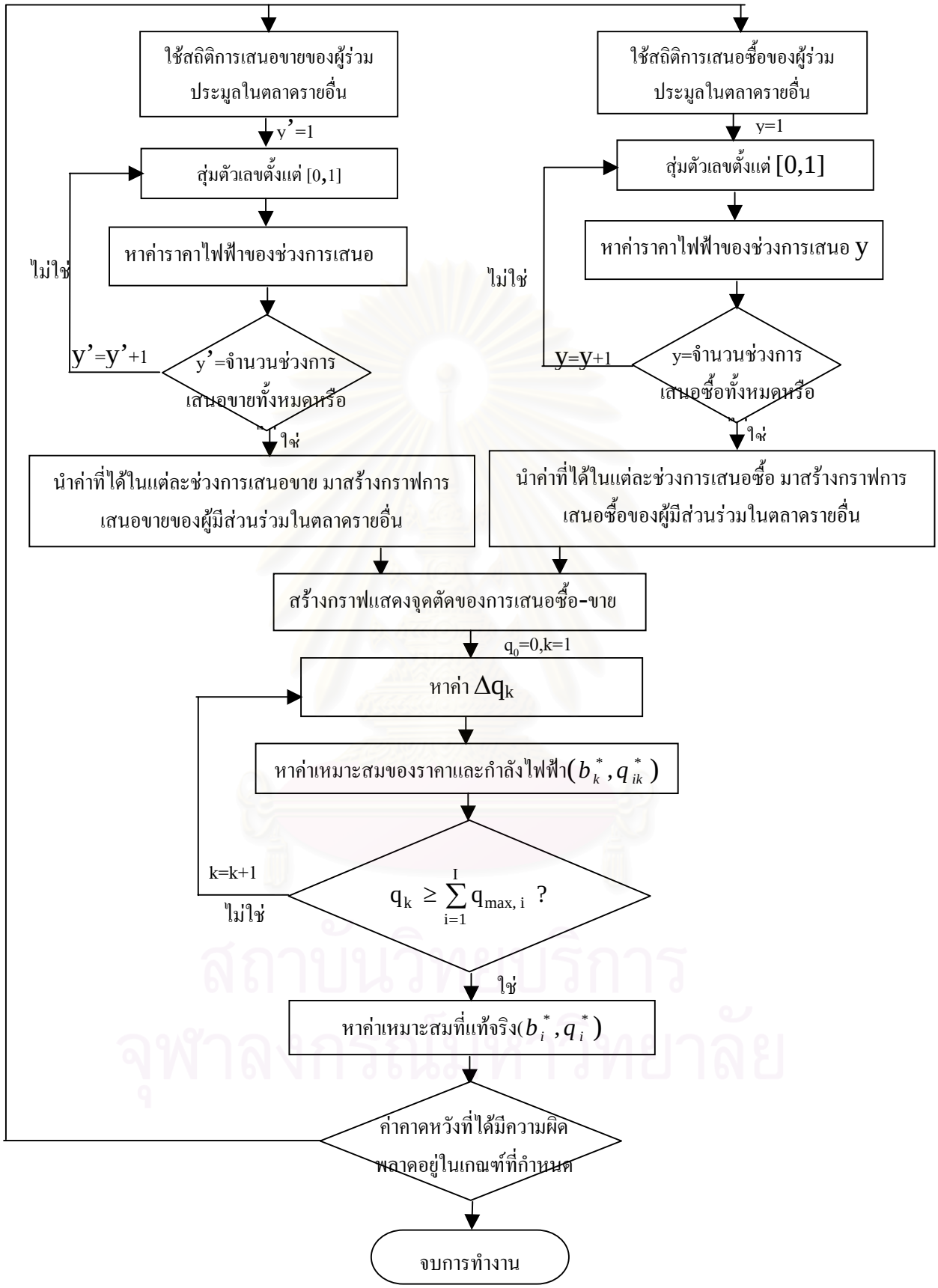
$\Delta E(b^{*}_{z,i})$ ความแตกต่างของค่าคาดหวังของราคาไฟฟ้าระหว่างรอบการคำนวณที่ z กับ z-1 ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i

$\Delta E(q^{*}_{z,i})$ ความแตกต่างของค่าคาดหวังของกำลังไฟฟ้าระหว่างรอบการคำนวณที่ z กับ z-1 ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i

ซึ่งคำตอบจะลู่เข้าเมื่อ $\Delta E(b^{*}_{z,i})$ และ $\Delta E(q^{*}_{z,i})$; $\forall i \in I$ มีค่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ โดยแผนภาพการคำนวณหาค่าเหมาะสมในแต่ละชั่วโมงด้วยวิธีมอนติคาร์โล แสดงได้ดังรูปที่ 5.13

การหาค่าเหมาะสมในแต่ละชั่วโมงด้วยวิธีมอนติคาร์โล ที่ได้กล่าวไปแล้วนั้นเป็นเพียงการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอเพื่อให้ได้กำไรสูงสุดโดยพิจารณาเพียงช่วงเวลาการเสนอประมูลเพียงชั่วโมงเดียวเท่านั้น และเนื่องจากช่วงเวลาของการเสนอประมูลซื้อ-ขายไฟฟ้าหนึ่งครั้ง มีทั้งหมด 24 ชั่วโมง ดังนั้นหากต้องการพิจารณาหาค่าเหมาะสมที่ทำให้กำไรสูงสุดโดยรวมตลอดทั้งวันสามารถทำได้โดยใช้วิธียูนิตคอมมิตเมนท์ ที่จะกล่าวในหัวข้อที่5.4

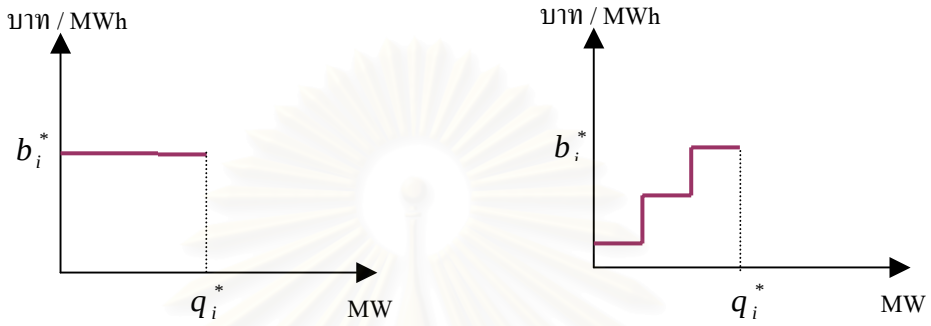
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.13 แผนภาพแสดงการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทผลิตไฟฟ้าควรเสนอ

5.3.3 วิธีการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง

หลังจากที่เราได้ราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอแล้วนั้น เราสามารถนำคำตอบที่ได้มาใช้ในการเสนอขายไฟฟ้าโดยสามารถเสนอเพียง1ช่วงกำลังไฟฟ้า หรือแบ่งออกเป็นหลายๆช่วงได้ โดยที่ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ทั้งหมดที่เสนอนั้นต้องเท่ากับ ค่าเหมาะสมของกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอที่ได้จากการคำนวน ดังแสดงในรูปที่5.14



รูปที่ 5.14 การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้า เพียงช่วงเดียวและแบ่งออกเป็นช่วงย่อย

ซึ่งจากกลไกของตลาดไฟฟ้าบริษัทผลิตไฟฟ้าต้องทำการเสนอขายไฟฟ้า โดยแบ่งข้อมูลการเสนอ ออกเป็นข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง และสามารถแบ่งช่วงการเสนอได้ไม่เกิน 10 ช่วง เนื่องจากคำตอบของราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอที่ได้จากการใช้กลยุทธการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้า ที่ได้นั้นมีลักษณะเป็นช่วงโดยมีค่าตั้งแต่ 0 จนถึงค่าเหมาะสมค่าหนึ่ง ดังนั้นเพื่อให้ราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่เสนอไปนั้นไม่ทำให้ขาดทุน โดยการเสนอจะต้องสอดคล้องเงื่อนไขดังนี้

$$b_{ij} . q_{ij}^{'} \Delta t \; - C_i (q_{ij}^{'}) \Delta t \; \geq 0 \qquad \forall i \in I \tag{5.27}$$

โดยที่

b_{ij} : ราคาไฟฟ้าที่เสนอ ณ ช่วงการเสนอที่ j ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i

$q_{ij}^{'}$: กำลังไฟฟ้าที่เสนอรวมตั้งแต่ช่วงการเสนอที่ 1 ถึงช่วงการเสนอที่ j ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i

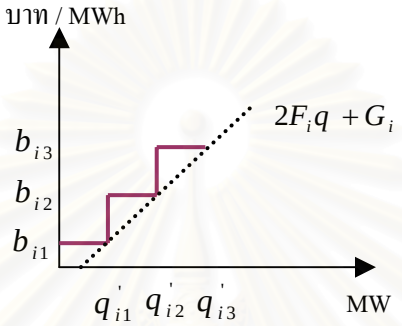
$C_i(.)$: ฟังก์ชันต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i (฿/h)

$MC(.)$: ฟังก์ชันต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i (฿/MWh) ; $MC_i(.) = \dfrac{dC_i(.)}{dq}$

ในที่นี้กำหนดให้ $C_i(q) = F_i q^2 + G_i q + H_i$ (5.28)

จะได้ว่า $$MC_i(q) = \frac{dC_i(q)}{dq} = 2F_i q + G_i \quad (5.29)$$

เนื่องจากราคาไฟฟ้าที่เสนอขายมีหน่วยเป็น (฿/MWh) ดังนั้น อาจเปรียบเทียบได้กับต้นทุนการผลิตหน่วยสุดท้าย (Marginal Cost:MC) เพื่อใช้ในการกำหนดราคาเสนอขายไฟฟ้าต่ำสุดเพื่อป้องกันการขาดทุนจากการขายไฟฟ้า โดยเสนอราคาขายไฟฟ้าให้มีค่ามากกว่า MC ที่ช่วงกำลังไฟฟ้าที่เสนอขาย แสดงได้ดังรูปที่ 5.15



รูปที่ 5.15 การเสนอราคาไฟฟ้าโดยเทียบกับต้นทุนการผลิตหน่วยสุดท้าย

แสดงได้ดังสมการ

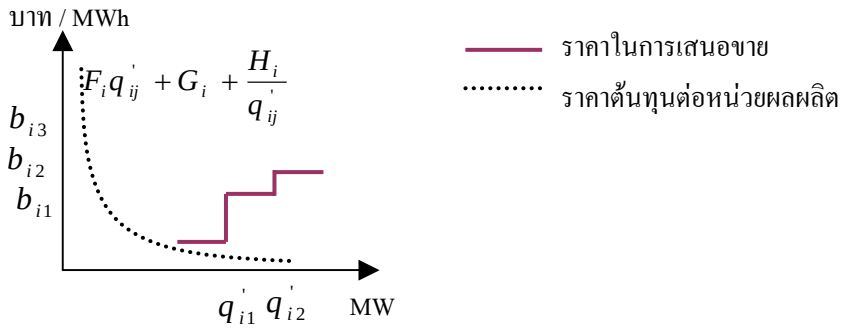
$$\int_0^q MC_i(q)dq = F_i q^2 + G_i q \neq F_i q^2 + G_i q + H_i \quad (5.30)$$

จากสมการที่ (5.30) จะเห็นว่าต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่คิดจาก MC มีค่าไม่เท่ากับต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจริง ด้วยเหตุนี้ วิทยานิพนธ์นี้จึงได้เสนอแนวทางในการเสนอราคาไฟฟ้าเพื่อป้องกันการขาดทุนจากการขายไฟฟ้าดังนี้

จากสมการ(5.27) เขียนใหม่โดยแทนค่า C(q) จากสมการ(5.28) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} b_{ij}.q'_{ij}\Delta t - (F_i q'^2_{ij} + G_i q'_{ij} + H_i)\Delta t \geq 0 \\ (b_{ij} - (F_i q'_{ij} + G_i + \frac{H_i}{q'_{ij}}))q'_{ij} \geq 0 \\ b_{ij} - (F_i q'_{ij} + G_i + \frac{H_i}{q'_{ij}}) \geq 0 \\ b_{ij} \geq (F_i q'_{ij} + G_i + \frac{H_i}{q'_{ij}}) \end{aligned} \quad (5.31)$$

จากสมการ(5.31) สามารถหาฟังก์ชันต้นทุนต่อหน่วยที่ใช้เป็นแนวทางในการเสนอราคาไฟฟ้าเพื่อป้องกันการขาดทุนจากการขายไฟฟ้าได้ ดังรูปที่ 5.16



รูปที่ 5.16 การเสนอราคาไฟฟ้าโดยเทียบกับต้นทุนต่อหน่วยผล

จากกลไกของตลาดไฟฟ้า การเสนอขายไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องสามารถแบ่งช่วงกำลังไฟฟ้าที่จะทำการเสนอขายเป็นช่วยย่อยได้ไม่เกิน 10 ช่วง ดังนั้นเพื่อให้ราคาไฟฟ้าที่เสนอในแต่ละช่วงย่อยมีค่ามากกว่าต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต ในบทนี้จึงเสนอวิธีการหาค่าราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอในแต่ละช่วงย่อยดังนี้

1. แบ่งค่าเหมาะสมของกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอ ออกเป็น 10 ช่วงเท่าๆกัน

$$q_{ij} = q_i^* / 10 \tag{5.32}$$

2. คำนวณราคาไฟฟ้าในแต่ละช่วงของการเสนอ ตามสมการที่ (5.33)

$$b_{ij} = \begin{cases} b_i^* \; ; \; j = 10 \\ \dfrac{b_{i,j+1} + (F_i q'_{ij} + G_i + (H_i / q'_{ij}))}{2} \\ b_{i,j+1} \quad ; \; b_{ij} > b_{i,j+1} \end{cases} \tag{5.33}$$

5.4 การทำยูนิตคอมมิตเมนต์ในตลาดไฟฟ้า

จากที่ได้กล่าวมาเป็นเพียงการหาค่าเหมาะสมของราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าโดยพิจารณาช่วงเวลาการประมูลซื้อขายเพียง1ชั่วโมงเท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงการเสนอซื้อขายไฟฟ้าแต่ละครั้งจะทำการเสนอซื้อขายทั้ง 24ชั่วโมง ด้วยเหตุนี้การดำเนินการปิด-เปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจึงมีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในการผลิต เนื่องจากในบางช่วงเวลา เครื่องกำเนิดไฟฟ้าบางเครื่องอาจไม่ได้ผลิตไฟฟ้า ซึ่งอาจเป็นระยะเวลานาน การเดินเครื่องในลักษณะนี้จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายไปโดยเปล่าประโยชน์ ในบางครั้งการปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น ๆ แล้วเริ่มเดินเครื่องในช่วงเวลาที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นได้ผลิตไฟฟ้า อาจทำให้ค่าใช้จ่ายน้อยกว่ากรณีแรก โดยทั่วไปเมื่อไม่คำนึงถึงการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ กลยุทธ์การประมูลไฟฟ้าจะมีจุดประสงค์ที่จะให้ได้ผลประโยชน์สูงสุดในแต่ละชั่วโมงเท่านั้น แต่เมื่อคำนึงถึงการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ ผู้ประมูลจึงต้องมองภาพรวมมากขึ้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ได้ ผลประโยชน์รวมสูงสุดตลอดช่วงเวลาการประมูล (1 วัน)

สมการจุดประสงค์เพื่อให้ได้ผลประโยชน์รวมสูงสุดตลอดช่วงเวลาการประมูลเขียนได้ดังนี้

$$\max \quad \sum_t^T \sum_i^I (mcp_t q_{it} u_{it} \Delta t - [C_{it}(q_{it}) u_{it} \Delta t + S_{it}(x_{i,t-1}, u_{it}, u_{i,t-1})]) \tag{5.34}$$

โดยมีเงื่อนไขคือ

$$q_{\min,i} \le q_i \le q_{\max,i}$$

(5.35)

โดยที่

$$S_{it} = u_{it}(1-u_{i,t-1})[FST_i + SFC_i(1-e^{-x_{i,t-1}/\tau_i})]$$

(5.36)

เนื่องจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในการดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้านั้น เกิดขึ้นได้หลายกรณี ดังนั้นเพื่อที่จะให้ได้ การดำเนินการที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละชั่วโมงตลอดทั้งวัน ในวิทยานิพนธ์นี้จึงใช้วิธีโปรแกรมเชิงพลวัตร เพื่อช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด โดยมีวิธีการดังนี้

1. กำหนดสภาวะการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดที่เป็นไปได้
2. หาค่าเหมาะสมในการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้า ของแต่ละสภาวะในแต่ละชั่วโมง
3. ใช้โปรแกรมเชิงพลวัตร เพื่อหาเส้นทางที่ทำให้ได้ผลประโยชน์โดยรวมตลอดทั้งวันสูงสุด

5.4.1 การกำหนดสภาวะการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดที่เป็นไปได้

ตัวอย่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 4 เครื่อง จะมีสภาวะการทำงานทั้งหมด 2^4 ตลอด 24 ชั่วโมง มีเหตุการณ์เป็นไปได้ทั้งหมด $(2^4)^{24}$ เหตุการณ์

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด

สภาวะ	สถานะเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
16	1111
15	1110
14	1101
13	1100
12	1011
11	1010
10	1001
9	1000
8	0111
7	0110
6	0101

ตารางที่ 5.1(ต่อ) ตารางแสดงสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด

สภาวะ	สถานะเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

5	0100
4	0011
3	0010
2	0001
1	0000
Unit	1234

5.4.2 การหาค่าเหมาะสมในการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของแต่ละสภาวะการทำงานและผลกำไรที่ได้ในแต่ละชั่วโมง

ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องที่สภาวะการทำงานหนึ่งๆ นั้น สามารถทำได้โดยใช้วิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล โดยใช้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของจุดตัดระหว่างกราฟการเสนอซื้อและเสนอขาย ที่ได้แสดงในหัวข้อที่ 5.3.2.2 แต่เนื่องจากในการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ต้องหาค่าเหมาะสมในการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของแต่ละสถานะการทำงานและผลกำไรที่ได้ในแต่ละชั่วโมง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการหาเส้นทางที่ดีที่สุดตลอดทั้งวันในโปรแกรมเชิงพลวัตร

ดังนั้นสมการในการหาค่าเหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องที่แต่ละรอบการคำนวณk เขียนได้ดังนี้

$$\max \quad f_{p,k,t,s} = MCP_k . q\Delta t - \sum_{i=1}^{I} C_i (q^*_{ik,s,t}) u_{it,s} \Delta t \tag{5.37}$$

โดยมีเงื่อนไข คือ

$$0 \le q \le q_k \tag{5.38}$$

$$\sum_{i=1}^{I} q^*_{ik,s,t} u_{it,s} = q \tag{5.39}$$

$$q_{\min,i} u_{it,s} \le q^*_{ik,s,t} \le q_{\max,i} u_{it,s} \tag{5.40}$$

$$0 \le b^*_{ik,s,t} \le MCP_k u_{it,s} \tag{5.41}$$

โดยที่ $u_{it,s}$:สถานะการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ของบริษัทไฟฟ้าที่พิจารณา ณ เวลา t ที่สภาวะการทำงาน s โดยที่ 1=on , 0=off

$q^*_{ik,s,t}$:ค่าเหมาะสมของกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ณ สภาวะการทำงานที่ s ในรอบการคำนวณที่ k ที่เวลา t

$b^{*}_{ik,s,t}$:ค่าเหมาะสมของราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ณ สภาวะการทำงานที่ s ในรอบการคำนวณที่ k ที่เวลา t

จากนั้นสามารถหากำไร และราคาและกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละสภาวะ และในแต่ละ ชม.ได้จาก

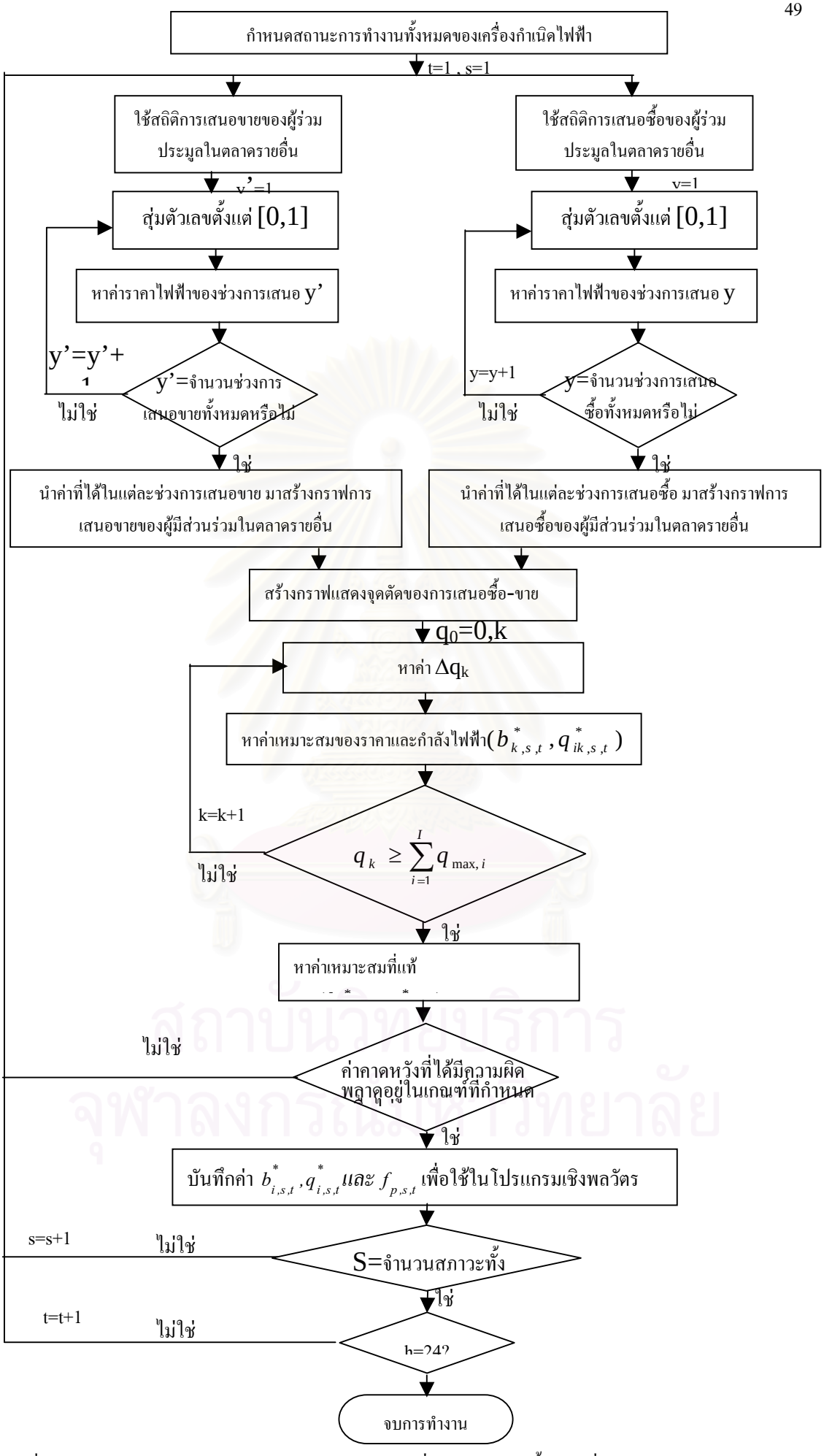
$$f_{p,s,t}(b^{*}_{i,s,t}, q^{*}_{i,s,t}) = \max(f_{p}(b^{*}_{ik,s,t}, q^{*}_{ik,s,t})) \qquad \forall k \in K \qquad (5.42)$$

โดยที่ $b^{*}_{i,s,t}, q^{*}_{i,s,t}$:ราคาและกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สุดที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ I ณ สภาวะการทำงานที่ s ที่เวลา t

$f_{p,s,t}(b^{*}_{i,s,t}, q^{*}_{i,s,t})$:กำไรที่ได้จากการเสนอขายไฟฟ้า ณ สภาวะการทำงานที่ s ที่เวลา t

โดยขั้นตอนการหาค่าเหมาะสมในการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของแต่ละสภาวะการทำงานและผลกำไรที่ได้ในแต่ละชั่วโมง แสดงดังรูป 5.17

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.17 แผนภาพแสดงการหาค่าราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอรวมทั้งกำไรที่ได้ของแต่ละสภาวะการทำงานใน

5.4.3 ใช้โปรแกรมเชิงพลวัตร เพื่อหาเส้นทางที่ทำให้ได้กำไรสูงสุดโดยรวมตลอดทั้งวัน

เนื่องจากใน 24 ชั่วโมง สถานะการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีได้มากมาย เพื่อที่จะหาสถานะการทำงานที่ดีที่สุด ที่ทำให้ได้ผลกำไรมากที่สุดโดยรวมตลอดทั้งวัน วิทยานิพนธ์นี้จึงใช้โปรแกรมเชิงพลวัตรเพื่อหาเส้นทางการทำงานที่เหมาะสมที่สุด โดยสถานะที่ดีที่สุดนั้น คือ สถานะที่มีผลกำไรที่ได้ทำการขายไว้สูงสุด

ขั้นตอนการทำโปรแกรมเชิงพลวัตรสรุปได้ดังนี้

1) ในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดเราจะเริ่มพิจารณาทีละคาบเวลาหรือชั่วโมง
2) คำนวณหาสถานะที่เป็นไปได้ที่ทำให้กำไรรวมมีค่ามากที่สุด แล้วทำการเก็บ ค่าราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องของสถานะที่ดีที่สุดเหล่านั้นไว้จำนวนหนึ่งแล้วแต่จะกำหนด
3) คำนวณหาสถานะที่เป็นไปได้ในช่วงเวลาถัดไปโดยคิดผลของ ค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่อง
4) คำนวณหาเส้นทางที่ทำให้กำไรรวมในสถานะนั้นมีค่าต่ำที่สุด
5) เพิ่มการพิจารณาไปอีกหนึ่งคาบเวลาแล้วกลับไปคำนวณในขั้นที่ 1 จนกระทั่งถึงคาบเวลาสุดท้ายที่สนใจ
6) เลือกเส้นทางที่ทำกำไรรวมมีค่ามากที่สุด มาเป็นคำตอบ

สำหรับสมการที่ใช้ในการคำนวณตามขั้นตอนดังกล่าวคือ

$$F_{profit}(t,s) = \max_{\{L\}} \left\{ f_{p,s,t} + S_{cost}(t-1, S:t, I) + F_{profit}(t-1, s) \right\} \tag{5.43}$$

โดยที่

$F_{profit}(t,s)$ = ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุดจนกระทั่งถึง สถานะ (t,s)

$f_{p,s,t}$ = กำไรจากการขายไฟฟ้าสำหรับสถานะ s ในคาบเวลา t

$S_{cost}(t-1,S:t,I)$ = ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ (t-1,S) ไปยังสถานะ (t,s)

ทั้งนี้สถานะ (t,s) ก็คือ สถานะลำดับที่ s ในคาบเวลา t และสถานะ (t-1,S) คือ สถานะลำดับที่ S ในคาบเวลา t-1 วิธีการคำนวณแบบนี้จะพิจารณาช่วงเวลาทั้งหมดโดยเริ่มจาก คาบเวลาแรกถึงคาบเวลาสุดท้าย

ผลการคำนวณทำให้ได้ ค่าราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง และสถานะการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ของแต่ละชั่วโมงตลอดช่วงเวลาที่พิจารณา เพื่อนำไปใช้ในการเสนอขายไฟฟ้า ในตลาดล่วงหน้ารายวันเพื่อให้ได้กำไรรวมตลอดวันสูงสุด

บทที่ 6

ตัวอย่างผลการคำนวณและการวิเคราะห์

ในบทนี้เป็นตัวอย่างการคำนวณเพื่อหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทผลิตไฟฟ้าควรเสนอ ด้วยวิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลโดยใช้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของจุดตัดระหว่างกราฟการเสนอซื้อและการเสนอขาย ซึ่งในการคำนวณมีข้อกำหนดดังนี้

1. พิจารณาเฉพาะการประมูลในตลาดล่วงหน้ารายวัน
2. ต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าพิจารณาเฉพาะต้นทุนค่าเชื้อเพลิงเท่านั้น
3. ในการทำยูนิตคอมมิตเมนต์คิดเฉพาะค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่อง(Start-up cost)เท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงเงื่อนไขอื่นๆ เช่นเงื่อนไขเวลาเดินเครื่องต่ำสุด(Minimum up time) เงื่อนไขเวลาหยุดเดินเครื่องต่ำสุด(Minimum down time) , Ramp rate เป็นต้น

สำหรับระบบทดสอบจะใช้ข้อมูลการเสนอซื้อ-ขายไฟฟ้าในตลาดล่วงหน้าของรัฐแคลิฟอร์เนีย(www.ucei.berkeley.edu/ucei/datamine/datamine.html) ตั้งแต่วันที่ 1-30 เมษายน 2543เพื่อใช้เป็นข้อมูลการเสนอซื้อขายของผู้ร่วมประมูลรายอื่น ส่วนบริษัทผลิตไฟฟ้าที่พิจารณาแทนด้วยบริษัทA ซึ่งในที่นี้กำหนดให้บริษัทA มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด 4 เครื่องซึ่งมีกำลังการผลิตทั้งหมด 1931.2 MW โดยใช้ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของประเทศไทย รหัส WN-CC1 , WN-CC2 , WN-CC3 และ KN-T2 แสดงในภาคผนวก ก เนื่องจากข้อมูลการเสนอราคาไฟฟ้าที่นำมาใช้นั้น ใช้สกุลเงิน $ ดังนั้นข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้จึงเปลี่ยนสกุลเงินเป็น$ ดังแสดงในตารางที่ 6.1โดยในที่นี้ใช้อัตราแลกเปลี่ยนคือ 1$ = 40 บาท

ตารางที่ 6.1 ตารางแสดงข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

No.	Min (MW)	Max (MW)	Avr.cost ($/MWh)	Start up_cost			Heat Rate (a+b*P+c*P^2:MBTU/Hr)			Fuel Cst (default)
				FST	SFC	τ (Hr)	a	b	c	($/MBtu)
WN-CC1	150	630	17.024	2.49342×10^{3}	1.4×10^{4}	51.1	1404110.787	3218.1961	1.957	0.0025485
WN-CC2	150	531	17.589	2.49342×10^{3}	1.4×10^{4}	51.1	1404110.787	3218.1961	1.957	0.0025485
WN-CC3	420	700	15.908	2.49342×10^{3}	1.4×10^{4}	51.1	1557777.291	2671.31	1.922	0.00254785
KN-T2	60	70.2	30.168	2.5×10^{3}	0.05×10^{4}	10	184078.125	9702.5	0.001	0.00244775
รวมกำลังการผลิตทั้งหมด = 1931.2 MW										

FST_i : ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเริ่มเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i (บาท)

SFC_i : ค่าใช้จ่ายผันแปรในการเริ่มเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i (บาท)

τ_i : ค่าคงตัวการปลดปล่อยความร้อนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i (Hr)

ในบทนี้ได้แบ่งการคำนวณออกเป็นหลายๆกรณี เพื่อทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลที่ได้ ซึ่งในที่นี้จะใช้สถิติการซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบการคำนวนในกรณีต่างๆโดยแบ่งออกเป็นกรณีย่อยดังนี้

1) เปรียบเทียบผลที่ได้ในแต่ละชั่วโมงจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลการเสนอประมูลซื้อ-ขายไฟฟ้าที่นำมาใช้เป็นสถิติ เนื่องจากข้อมูลการเสนอประมูลในอดีตใช้ในการทำนายพฤติกรรมการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น ดังนั้นจำนวนข้อมูลที่เลือกใช้นั้นย่อมทำให้ได้ผลตอบที่เปลี่ยนแปลงไป โดยในการคำนวณแบ่งจำนวนข้อมูลที่นำมาใช้ดังนี้

1. ใช้สถิติข้อมูลประจำวันที่ 8-29 เมษายน 2543
2. ใช้สถิติข้อมูลประจำวันที่ 15-29 เมษายน 2543
3. ใช้สถิติข้อมูลประจำวันที่ 23-29 เมษายน 2543

โดยข้อมูลสถิติที่ใช้นั้นใช้เพื่อเป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอในวันที่ 30 เมษายน 2543

2) เปรียบเทียบผลที่ได้ในแต่ละชั่วโมงจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากการเสนอประมูลไฟฟ้าสามารถเสนอได้ตั้งแต่ 1-10 ช่วง ในที่นี้จึงแบ่งลักษณะการเสนอราคาออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. เสนอราคาไฟฟ้าที่ 1 ช่วงกำลังไฟฟ้า
2. เสนอราคาไฟฟ้าที่ 10 ช่วงกำลังไฟฟ้า

โดยการแบ่งราคาและกำลังไฟฟ้าออกเป็น 10 ช่วงนั้นใช้วิธีการตามหัวข้อที่ 5.3.4
การคำนวณในหัวข้อที่ 1และ2 เป็นการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมงโดยยังไม่คิดการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ภายในโรงไฟฟ้า

3) เปรียบเทียบผลที่ได้จากการทำการคำนวณโดยไม่มีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์และมีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ภายในโรงไฟฟ้า

6.1 เปรียบเทียบผลจากการใช้ข้อมูลการเสนอประมูลซื้อ-ขายไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

ในหัวข้อนี้ เป็นการเปรียบเทียบผลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าที่ทำให้ได้กำไรสูงสุดจากการทำนาย และผลของกำไรและปริมาณกำลังไฟฟ้าที่บริษัทAได้ผลิตจริง เมื่อนำข้อมูลจากการทำนายโดยอาศัยจำนวนสถิติข้อมูลที่แตกต่างกันไปเสนอประมูลในวันที่ 30 เมษายน 2543 สถิติดังกล่าวประกอบด้วย 1) สถิติประจำวันที่ 8-29 เม.ย. 2) สถิติประจำวันที่ 15-29 เม.ย. 3) สถิติประจำวันที่ 15-29 เม.ย. ตามลำดับ โดยในขั้นตอนนี้จะสมมุติให้บริษัทดังกล่าวทำการเสนอ ราคาและกำลังการผลิตแบบ 1 ช่วงโดยยังไม่พิจารณายูนิตคอมมิตเมนต์ร่วมด้วย ซึ่งผลการทำนายที่ได้จากการคำนวนทั้งหมด อันประกอบด้วย กำไรจากการขายไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและราคาที่เสนอ ได้แสดงรายละเอียดไว้ใน ภาคผนวก ข สำหรับผลจากการทดสอบสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

6.1.1 สถิติประจำวันที่ 8-29 เมษายน 2543

จากข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 ที่นำมาใช้เป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอในวันที่ 30 เมษายน 2543 ได้ผลดังตารางที่ 6.2

เมื่อนำไปประมูลในวันที่ 30 เมษายน 2543 ได้ผลแสดงดังตารางที่ 6.3โดยรายละเอียดข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทAประจำแต่ละชั่วโมงได้นำแสดงในตารางที่ 6.4 ส่วนราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ารวมของตลาดที่ได้จากการเสนอประมูลแสดงในตาราง ข1 ในภาคผนวกข ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้ในตารางที่ 6.2 กับผลที่ได้ในตารางที่ 6.3 จะพบว่า กำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้ามีค่าต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น ในชั่วโมงที่ 8 ผลจากจากตารางที่6.2 พบว่าการทำนายคาดว่าจะได้กำไรจากการขายไฟฟ้าเป็นจำนวน 2725.26$ ที่ราคาขายเท่ากับ 21.10$ และปริมาณกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1644 MW แต่ผลจากการนำไปประมูลจริงในวันที่ 30 เม.ย. 2543 ดังตารางที่ 6.3 พบว่าบริษัทA ไม่ได้รับเลือกให้ขายไฟฟ้า เนื่องจากราคาไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในตลาดซื้อขายไฟฟ้า ณ ชั่วโมงที่8 มีค่า 20.01 $ ดังแสดงในตาราง ข1 ในภาคผนวก ข ซึ่งต่ำกว่าราคาขายไฟฟ้าที่ได้ทำนายไว้ทำให้บริษัทAไม่ได้ขายไฟฟ้าดังนั้นจึงไม่มีกำไรจากการขายไฟฟ้า

ในชั่วโมงที่ 9 ผลจากจากตารางที่6.2 พบว่าการทำนายคาดว่าจะได้กำไรจากการขายไฟฟ้าเป็นจำนวน 4354.936$ ที่ราคาขายเท่ากับ 19.50$ และปริมาณกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1659.28 MW แต่ผลจากการนำไปประมูลจริงในวันที่ 30 เม.ย. 2543 ดังตารางที่ 6.3 พบว่าบริษัทAได้กำไรจากการขายไฟฟ้าเป็นจำนวน 6450.78$ และปริมาณไฟฟ้าที่ขายได้ทั้งหมดเท่ากับ 1659.28$ ซึ่งเท่ากับปริมาณที่เสนอ โดยเหตุที่ได้กำไรต่างกันนี้เนื่องจาก ราคาไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในตลาดซื้อขายไฟฟ้า ณ ชั่วโมงที่ 9 มีค่า 21.00 $ ดังแสดงในตาราง ข1 ในภาคผนวก ข ซึ่งสูงกว่าราคาขายไฟฟ้าที่ได้ทำนายไว้ทำให้บริษัทAขายไฟฟ้าได้ในราคาที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ได้กำไรจากการขายไฟฟ้ามากขึ้น และด้วยเหตุผลเดียวกันกับชั่วโมงที่9 ในชั่วโมงอื่นๆ(ยกเว้น ชม.ที่ 8) กำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้าจึงมีค่ามากกาว่ากำไรที่ได้ทำนายไว้ ส่งผลให้กำไรรวมที่เกิดขึ้นจากการประมูลขายไฟฟ้าจริงในวันที่ 30 เมษายนในตารางที่ 6.3 นั้นจึงมีค่ามากกว่ากำไรรวมในตารางที่ 6.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 ผลการทำนาย กำไร,ราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอ คำนวณโดยข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วงการเสนอขาย โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์

				Start up cost($)				สถานะการทำงาน**
ชั่วโมง	ผลกำไรที่ได้จากการทำนาย*	ราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอ($/MWh)	ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอ(MW)	เครื่องที่1	เครื่องที่2	เครื่องที่3	เครื่องที่4	เครื่องที่ 4 3 2 1
1	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
2	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
3	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
4	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
5	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
6	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
7	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
8	2725.26	21.10	1644	4285.84	4285.84	4285.84	0	0 1 1 1
9	4354.93	19.50	1659.28	0	0	0	0	0 1 1 1
10	509.4296	16.88247	698.2804	0	0	0	0	0 1 0 0
11	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
12	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
13	1101.708	17.50	681.95	3291.75	0	3030.83	0	0 1 0 1
14	8876.853	21.55682	1853.54	0	3547.62	0	0	0 1 1 1
15	10652.89	22.72636	1863.04	0	0	0	0	0 1 1 1
16	10103.39	22.28201	1824.388	0	0	0	0	0 1 1 1
17	2029.159	17.86151	1752.58	0	0	0	0	0 1 1 1
18	6906.21	20.5934	1784.13	0	0	0	0	0 1 1 1
19	595.25	16.54993	647.22	0	0	0	0	0 1 0 0
20	7207.17	20.3316	1652.85	2764.76	2764.76	0	0	0 1 1 1
21	5570.67	19.76242	1799.89	0	0	0	0	0 1 1 1
22	1385.66	17.58384	1286.29	0	0	0	0	0 1 0 1
23	204.528	16.00	100.00	0	0	0	0	0 1 0 0
24	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
กำไรสุทธิ 33965.88 $								

*ไม่รวม Startup-cost

** 1 หมายถึงเดินเครื่อง , 0 หมายถึง หยุดเครื่อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.3 ผลการคำนวณเมื่อนำข้อมูลจากการทำนายจากตารางที่ 6.2 ไปเสนอประมูลในวันที่ 30 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วงการเสนอขาย โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์

	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิต(MW)					Start Up Cost ($)			
ชั่วโมง	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	ผลกำไร($) *	เครื่องที่1	เครื่องที่2	เครื่องที่3	เครื่องที่4
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	502.62	502.62	654.04	0	6405.78	4522.4	4522.4	4522.4	0
10	0	0	663.81	0	6717.85	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	681.95	0	8811.08	0	0	3030.8	0
14	622.39	531	700	0	18043.13	3547.6	3547.6	0	0
15	572.01	531	700	0	16519.41	0	0	0	0
16	591.43	531	700	0	17846.02	0	0	0	0
17	526.29	526.29	678.14	0	16905.18	0	0	0	0
18	553.13	531	700	0	17609.38	0	0	0	0
19	0	0	647.22	0	8270.27	0	0	0	0
20	500.46	500.46	651.85	0	26204.85	2764.8	2764.8	0	0
21	568.99	531	700	0	29532.65	0	0	0	0
22	586.29	0	700	0	21210.76	0	0	0	0
23	0	0	700	0	6616.46	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0

กำไรสุทธิ = 171,470 $

*ไม่รวม Startup-cost

ตารางที่ 6.4 ข้อมูลการเสนอราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า ของบริษัทA โดยข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูล 1 ช่วงการเสนอขาย โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์

HOUR	UNIT1		UNIT2		UNIT3		UNIT4	
	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	21.10	493.39	21.10	493.39	21.10	644.64	0.00	0.00
9	19.50	502.62	19.50	502.62	19.50	654.04	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	16.88	663.81	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	17.50	681.95	0.00	0.00
14	21.55	622.39	21.55	531.00	21.55	700.00	0.00	0.00
15	22.27	572.01	22.27	531.00	22.27	700.00	0.00	0.00
16	22.28	591.43	22.28	531.00	22.28	700.00	0.00	0.00
17	17.86	526.29	17.86	526.29	17.86	678.14	0.00	0.00
18	20.59	553.13	20.59	531.00	20.59	700.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	16.54	647.22	0.00	0.00
20	20.33	500.46	20.33	500.46	20.33	651.85	0.00	0.00
21	19.76	568.99	19.76	531.00	19.76	700.00	0.00	0.00
22	17.58	586.29	0.00	0.00	17.58	700.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	700.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.1.2 สถิติประจำวันที่ 15-29 เมษายน 2543

จากข้อมูลตั้งแต่วันที่ 15-29 เมษายน 2543 ที่นำมาใช้เป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอในวันที่ 30 เมษายน 2543 ได้ผลดังตารางที่ 6.5 เมื่อนำไปประมูลในวันที่ 30 เมษายน 2543 ได้ผลแสดงดังตารางที่ 6.6โดยข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทA แสดงในตารางที่ 6.7 ส่วนราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ารวมของตลาดที่ได้จากการเสนอประมูลแสดงในตาราง ข2 ในภาคผนวกข ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้ในตารางที่ 6.5 กับ ผลที่ได้ในตารางที่ 6.6 จะพบว่ากำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้ามีค่าต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น ในชั่วโมงที่ 10 ผลจากจากตารางที่6.5 พบว่าการทำนายคาดว่าจะได้กำไรจากการขายไฟฟ้าเป็นจำนวน 1608.71 $ ที่ราคาขายเท่ากับ 17.69$ และปริมาณกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1827.71 MW แต่ผลจากการนำไปประมูลจริงในวันที่ 30 เม.ย. 2543 ดังตารางที่ 6.6 พบว่าบริษัทAได้กำไรจากการขายไฟฟ้าเป็นจำนวน 14073.76$ และปริมาณไฟฟ้าที่ขายได้ทั้งหมดเท่ากับ 1827.71 $ ซึ่งเท่ากับปริมาณที่เสนอ โดยเหตุที่ได้กำไรต่างกันนี้เนื่องจาก ราคาไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในตลาดซื้อขายไฟฟ้า ณ ชั่วโมงที่ 10 มีค่า 24.51 $ ดังแสดงในตาราง ข2 ในภาคผนวก ข ซึ่งสูงกว่าราคาขายไฟฟ้าที่ได้ทำนายไว้ทำให้บริษัทAขายไฟฟ้าได้ในราคาที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ได้กำไรจากการขายไฟฟ้ามากขึ้น และด้วยเหตุผลเดียวกันกับชั่วโมงที่10 ในชั่วโมงอื่นๆกำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้าจึงมีค่ามากกาว่ากำไรที่ได้ทำนายไว้ ส่งผลให้กำไรรวมที่เกิดขึ้นในตารางที่ 6.5 มีค่ามากกว่ากำไรรวมในตารางที่ 6.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.5 ผลการทำนาย กำไร,ราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอ คำนวณโดยข้อมูลตั้งแต่วันที่ 15-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วงการเสนอขาย โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์

				Start up cost($)				สถานะการทำงาน**
ชั่วโมง	ผลกำไรที่ได้จากการทำนาย*	ราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอ($/MWh)	ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอ(MW)	เครื่องที่1	เครื่องที่2	เครื่องที่3	เครื่องที่4	เครื่องที่ 4 3 2 1
1	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
2	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
3	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
4	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
5	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
6	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
7	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
8	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
9	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
10	1608.71	17.69	1827.71	4754.46	4754.46	4754.46	0	0 1 1 1
11	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
12	8647.1	21.43	1856.1	2764.76	2764.76	2764.76	0	0 1 1 1
13	6167.64	19.73	1674.3	0	0	0	0	0 1 1 1
14	7172.6	20.71	1719.7	0	0	0	0	0 1 1 1
15	6323.59	20.19	1748.6	0	0	0	0	0 1 1 1
16	2566.45	18.28	1723.8	0	0	0	0	0 1 1 1
17	5465.16	20.09	1861	0	0	0	0	0 1 1 1
18	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
19	1411.24	17.6	1771.1	2764.76	2764.76	2764.76	0	0 1 1 1
20	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
21	688.95	16.79	656.98	0	0	2764.76	0	0 1 0 0
22	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
23	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
24	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
กำไรสุทธิ 6434.74 $								

*ไม่รวม Startup-cost

** 1 หมายถึงเดินเครื่อง , 0 หมายถึง หยุดเครื่อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.6 ผลการคำนวณเมื่อนำข้อมูลจากการทำนายจากตารางที่ 6.5 ไปเสนอประมูลในวันที่ 30 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วงการเสนอขาย โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์

ชั่วโมง	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิต(MW)				ผลกำไร($)*	Start Up Cost($)			
	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4		เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	596.71	531	700	0	14073.76	4754.5	4754.5	4754.5	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	625.13	531	700	0	18076.31	2764.8	2764.8	2764.8	0
13	542.66	531	694.82	0	17404.49	0	0	0	0
14	522.64	522.64	674.42	0	16345.64	0	0	0	0
15	532.82	531	684.79	0	15848.63	0	0	0	0
16	524	524	675.81	0	16795.85	0	0	0	0
17	630	531	700	0	18228.02	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	543.97	531	696.14	0	17545.25	2764.8	2764.8	2764.8	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	656.98	0	13482.11	0	0	2764.8	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0

กำไรสุทธิ = 114,183 $

*ไม่รวม Startup-cost

ตารางที่ 6.7 ข้อมูลการเสนอราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า ของบริษัทA โดยข้อมูลตั้งแต่วันที่ 15-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูล 1 ช่วงการเสนอขาย โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์

HOUR	UNIT1		UNIT2		UNIT3		UNIT4	
	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE	BID QUANTITY
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	17.69	596.71	17.69	531.00	17.69	700.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	21.43	625.13	21.43	531.00	21.43	700.00	0.00	0.00
13	19.73	542.66	19.73	531.00	19.73	694.82	0.00	0.00
14	20.71	522.64	20.71	522.64	20.71	674.42	0.00	0.00
15	20.19	532.82	20.19	531.00	20.19	684.79	0.00	0.00
16	18.28	524.00	18.28	524.00	18.28	675.81	0.00	0.00
17	20.09	630.00	20.09	531.00	20.09	700.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	17.60	543.97	17.60	531.00	17.60	696.14	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	16.79	656.98	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.1.3 สถิติประจำวันที่ 23-29 เมษายน 2543

จากข้อมูลตั้งแต่วันที่ 23-29 เมษายน 2543 ที่นำมาใช้เป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอในวันที่ 30 เมษายน 2543 ได้ผลดังตารางที่ 6.8 เมื่อนำไปประมูลในวันที่ 30 เมษายน 2543 ได้ผลแสดงดังตารางที่ 6.9โดยข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทA แสดงในตารางที่ 6.10 ส่วนราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ารวมของตลาดที่ได้จากการเสนอประมูลแสดงในตาราง ข3 ในภาคผนวกข ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้ในตารางที่ 6.8 กับ ผลที่ได้ในตารางที่ 6.9 จะพบว่า กำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้ามีค่าต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น ในชั่วโมงที่ 15 ผลจากจากตารางที่6.8 พบว่าการทำนายคาดว่าจะได้กำไรจากการขายไฟฟ้าเป็นจำนวน 10434.77 $ ที่ราคาขายเท่ากับ 19.42 $ และปริมาณกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1347.23 MW แต่ผลจากการนำไปประมูลจริงในวันที่ 30 เม.ย. 2543 ดังตารางที่ 6.9 พบว่าบริษัทAได้กำไรจากการขายไฟฟ้าเป็นจำนวน 22448.86$ และปริมาณไฟฟ้าที่ขายได้ทั้งหมดเท่ากับ 1347.23 MW ซึ่งเท่ากับปริมาณที่เสนอ โดยเหตุที่ได้กำไรต่างกันนี้เนื่องจาก ราคาไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในตลาดซื้อขายไฟฟ้า ณ ชั่วโมงที่ 10 มีค่า 33.00 $ ดังแสดงในตาราง ข3 ในภาคผนวก ข ซึ่งมีค่าสูงกว่าราคาขายไฟฟ้าที่ได้ทำนายไว้ทำให้บริษัทAขายไฟฟ้าได้ในราคาที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ได้กำไรจากการขายไฟฟ้ามากขึ้น และด้วยเหตุผลเดียวกันกับชั่วโมงที่10 ในชั่วโมงอื่นๆกำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้าจึงมีค่ามากกาว่ากำไรที่ได้ทำนายไว้ ส่งผลให้กำไรรวมที่เกิดขึ้นในตารางที่ 6.8 มีค่ามากกว่ากำไรรวมในตารางที่ 6.9

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.8 ผลการทำนาย กำไร,ราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอ คำนวณโดยข้อมูลตั้งแต่วันที่ 23-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วงการเสนอขาย โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์

				Start up cost($)				สถานะการทำงาน**
ชั่วโมง	ผลกำไรที่ได้จากการทำนาย*	ราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอ($/MWh)	ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอ(MW)	เครื่องที่1	เครื่องที่2	เครื่องที่3	เครื่องที่4	เครื่องที่ 4 3 2 1
1	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
2	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
3	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
4	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
5	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
6	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
7	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
8	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
9	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
10	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
11	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
12	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
13	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
14	4680.58	19.76	1838.93	5638.41	5638.41	5638.41	0	0 1 1 1
15	10434.77	19.42	1347.23	0	0	0	0	0 1 1 1
16	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
17	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
18	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
19	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
20	1620.98	17.99	1831.00	3547.62	3547.62	3547.62	0	0 1 1 1
21	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
22	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
23	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
24	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
กำไรสุทธิ -10821.80 $								

*ไม่รวม Startup-cost

** 1 หมายถึงเดินเครื่อง , 0 หมายถึง หยุดเครื่อง

ตารางที่ 6.9 ผลการคำนวณเมื่อนำข้อมูลจากการทำนายจากตารางที่ 6.8 ไปเสนอประมูลในวันที่ 30 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วงการเสนอขาย โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์

	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิต(MW)				ผลกำไร($)*	Start Up Cost($)			
ชั่วโมง	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4		เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	463.98	463.98	614.7	0	13975.49	5638.41	5638.41	5638.41	0
15	397.72	397.72	547.23	0	22448.86	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	607.54	531	700	0	28893.35	3547.62	3547.62	3547.62	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0

กำไรสุทธิ = 37,759.60 $

*ไม่รวม Startup-cost

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.10 ข้อมูลการเสนอราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า ของบริษัทA โดยข้อมูลตั้งแต่วันที่ 23-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูล 1 ช่วงการเสนอขาย โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์

HOUR	UNIT1		UNIT2		UNIT3		UNIT4	
	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	19.76	463.98	19.76	463.98	19.76	463.98	0.00	0.00
15	19.42	397.72	19.42	397.72	19.42	547.23	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	17.99	607.54	17.99	531.00	17.99	700.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากผลที่แสดงในตารางที่ 6.3 6.6 และ 6.9เมื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบถึงผลกำไรที่เกิดขึ้นจริงในวันที่ 30 เมษายน 2543 จากการใช้ข้อมูลทั้ง 3 กรณีสรุปได้ดังตารางที่ 6.11 ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงข้อมูลสถิติของการเสนอราคาซื้อขายไฟฟ้านั้น มีผลต่อกำไรที่ได้ในแต่ละชั่วโมง ซึ่งโดยสรุปจะพบว่าการเพิ่มจำนวนข้อมูลวันของการเสนอขายไฟฟ้าของผู้ประกอบการรายอื่น(ยกเว้นบริษัทA)สามารถทำให้ผลกำไรรวมทุกชั่วโมงมีค่าเพิ่มขึ้นได้ แม้ว่าจะทำให้ผลกำไรในบางชั่วโมงมีค่าลดลง โดยผลที่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละชั่วโมงสามารถอธิบายได้ดังนี้

ในชั่วโมงที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,11 และ24 พบว่าผลกำไรที่ได้ของบริษัทAไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นผลมาจากราคาไฟฟ้าของตลาดในขั้นตอนของการคำนวณมีค่าต่ำกว่าต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังนั้นบริษัทA จึงไม่มีการเสนอขายไฟฟ้าในชั่วโมงดังกล่าว ผลกำไรที่ได้จึงมีค่าเท่ากับศูนย์

ในชั่วโมงที่ 10,15,16,18,21,22 และ23 พบว่าผลกำไรที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มช่วงของข้อมูลที่นำมาใช้เป็นค่าสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มช่วงของข้อมูลทำให้ได้ค่าสถิติที่มีความครอบคลุมพฤติกรรมการเสนอราคาของผู้ร่วมประมูลรายอื่นมากขึ้น ซึ่งในตอนต้นการใช้ข้อมูลในวันที่ 23-29 เมษายน นั้นยังไม่เพียงพอที่จะใช้ทำนายพฤติกรรมของผู้ประมูลรายอื่นได้ เนื่องจากค่าเหมาะสมยังไม่อยู่ในช่วงของสถิติที่นำมาใช้ และเมื่อเพิ่มช่วงของข้อมูลที่นำมาใช้เป็นค่าสถิติทำให้ได้ค่าสถิติที่มีความครอบคลุมพฤติกรรมการเสนอราคาของผู้ร่วมประมูลรายอื่นมากขึ้น การทำนายพฤติกรรมของผู้ประมูลรายอื่นจึงมีความถูกต้องมากขึ้น ทำให้ได้ค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ถูกต้องกว่า

ในชั่วโมงที่ 9,12,13,14,17,19 และ20 พบว่าผลกำไรที่ได้มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มช่วงของข้อมูลที่นำมาใช้เป็นค่าสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้เป็นค่าสถิติที่เพิ่มเข้าไปนั้นส่งผลให้พฤติกรรมการเสนอราคาของผู้ประมูลรายอื่นเบี่ยงเบนจากความเป็นจริงมากขึ้น ทำให้ได้ค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ผิดพลาดมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.11 ตารางเปรียบเทียบผลกำไรที่ได้จากการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลการเสนอประมูลซื้อ-ขายไฟฟ้าที่นำมาใช้เป็นสถิติ

	กำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมง($) โดยการเสนอประมูล 1 ช่วงกำลังไฟฟ้า		
ชั่วโมงที่	ใช้ข้อมูลวันที่ 23-29 เมษายน 2543	ใช้ข้อมูลวันที่ 15-29 เมษายน 2543	ใช้ข้อมูลวันที่ 8-29 เมษายน 2543
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	-7,161.42
10	0	-189.74	6,717.85
11	0	0	0
12	0	9,781.91	0
13	0	17,404.49	5,780.28
14	-2,939.74	16,345.64	10,947.93
15	12,448.86	15,848.63	16,519.41
16	0	16,795.85	17,846.02
17	0	18,228.02	16,905.18
18	0	0	17,609.38
19	0	9,250.85	8,270.27
20	18,250.49	0	20,675.25
21	0	10,717.31	29,532.65
22	0	0	21,210.76
23	0	0	6,616.46
24	0	0	0
รวม	37,759.61	114,183	171,470

6.2 ผลการคำนวณ และการวิเคราะห์ โดยการเปรียบเทียบผลที่ได้ในแต่ละชั่วโมง ระหว่างการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 1 ช่วง กับการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 10 ช่วง

โดยในที่นี้ได้ใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้า ในการเปรียบเทียบระหว่างการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 1 ช่วง กับการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 10 ช่วง ซึ่งผลที่ได้จากการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 1 ช่วงได้แสดงรายละเอียดในตารางที่ 6.3 และผลที่ได้จากการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 10 ช่วงได้แสดงรายละเอียดในตารางที่ 6.12 ซึ่งจากผลการเปรียบเทียบผลกำไรที่เกิดขึ้นจากตารางที่6.3 กับตารางที่6.12 พบว่าชั่วโมงที่ได้ผลกำไรจากการขายไฟฟ้าต่างกันมีเพียงชั่วโมงที่ 8 เท่านั้น โดยที่การเสนอขายไฟฟ้าแบบ 10 ช่วงได้ผลกำไรมากกว่าการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 1 ช่วงที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากราคาไฟฟ้าที่เสนอขายในชั่วโมงที่8 นั้นมีค่าเท่ากับ 21.10$ ดังแสดงในตารางที่6.2 มีค่ามากกว่าราคาไฟฟ้าของตลาดที่เกิดขึ้นในขณะนั้นซึ่งมีค่าเท่ากับ 21.01$ ด้วยเหตุนี้การเสนอขายไฟฟ้าแบบ 1 ช่วงซึ่งมีราคาเสนอขายเพียงค่าเดียวคือ 21.10$ จึงไม่ได้รับเลือกให้ขายไฟฟ้า ซึ่งต่างจากการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 10 ช่วงซึ่งมีราคาเสนอขายถึง 10 ค่าดังแสดงในตารางข5 ในภาคผนวก ข จะพบว่าในชั่วโมงที่8 การเสนอราคาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้ง 3 เครื่อง(เครื่องที่ 1 2 และ 3)นั้นมีช่วงที่ราคาเสนอนั้นมีค่าต่ำกว่าราคาไฟฟ้าของตลาดดังนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้ง 3 จึงมีสิทธิ์ที่จะได้รับเลือกให้ขายไฟฟ้า แต่จากผลจากการเสนอประมูลดังแสดงในตารางที่ 6.12 นั้นพบว่าเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ 3 เท่านั้นที่ได้รับเลือกให้ขายไฟฟ้า ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากราคาที่เสนอของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ 3 นั้นมีค่าต่ำกว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีก 2 เครื่อง ดังนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ 3 จึงมีสิทธิ์ที่จะได้รับเลือกให้ขายไฟฟ้าก่อน และเมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่3 ได้ขายไฟฟ้าเป็นจำนวน 580.14 MW ทำให้กราฟการเสนอซื้อขายไฟฟ้ามีจุดตัดเปลี่ยนไป ทำให้จุดสมดุลของราคาไฟฟ้าของตลาดอยู่ที่ 19.00 $ ด้วยเหตุนี้ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ 1และ 2 ซึ่งเสนอราคาสูงกว่า 19.00 $ ไม่ได้รับเลือกให้ขายไฟฟ้า

จากเหตุผลที่กล่าวข้างต้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 1 ช่วงกับการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 10 ช่วง สามารถสรุปได้ว่าการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 10 ช่วงนั้นจะทำให้มีโอกาสที่จะได้ขายไฟฟ้ามากกว่าการเสนอขายไฟฟ้าแบบ 1 ช่วง เนื่องจากในบางครั้งราคาไฟฟ้าที่เราเสนออาจมีค่ามากกว่าราคาไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงของตลาดทำให้การเสนอขายไฟฟ้าแบบ 1 ช่วงไม่ได้รับเลือกให้ขายไฟฟ้า แต่การเสนอขายไฟฟ้าแบบ 10 ช่วงอาจมีบางช่วงที่ราคาไฟฟ้าที่เสนอนั้นมีค่าต่ำกว่าราคาไฟฟ้าของตลาดทำให้ได้รับเลือกให้ขายไฟฟ้าในช่วงนั้นๆ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

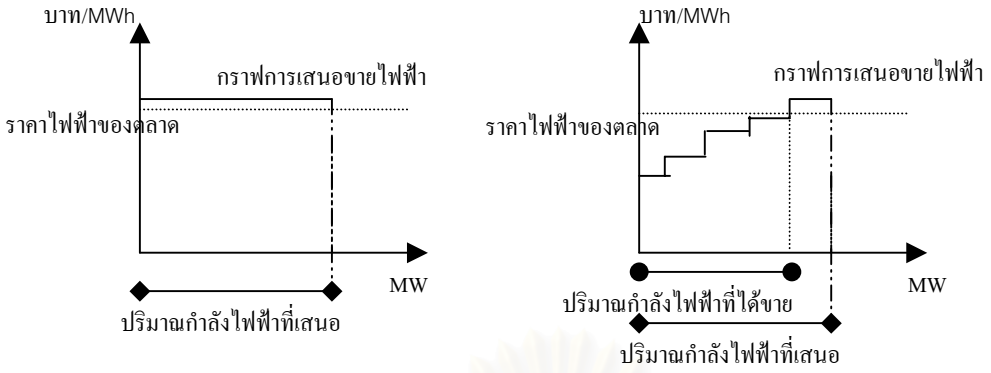
ตารางที่ 6.12 ผลการคำนวณโดยข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติ และเสนอการประมูลแบบ 10 ช่วง โดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์

	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิต(MW)					Start Up Cost ($)			
ชั่วโมง	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	ผลกำไร($)*	เครื่องที่1	เครื่องที่2	เครื่องที่3	เครื่องที่4
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	580.14	0	1454.90	0	0	4285.8	0
9	502.62	502.62	654.04	0	6405.78	4522.4	4522.4	0	0
10	0	0	663.81	0	6717.85	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	681.95	0	8811.08	0	0	3030.8	0
14	622.39	531	700	0	18043.13	3547.6	3547.6	0	0
15	572.01	531	700	0	16519.41	0	0	0	0
16	591.43	531	700	0	17846.02	0	0	0	0
17	526.29	526.29	678.14	0	16905.18	0	0	0	0
18	553.13	531	700	0	17609.38	0	0	0	0
19	0	0	647.22	0	8270.27	0	0	0	0
20	500.46	500.46	651.85	0	26204.85	2764.8	2764.8	0	0
21	568.99	531	700	0	29532.65	0	0	0	0
22	586.29	0	700	0	21210.76	0	0	0	0
23	0	0	700	0	6616.46	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0

กำไรสุทธิ = 173,161.5 $

*ไม่รวม Startup-cost

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.1 กราฟเปรียบเทียบลักษณะการเสนอขายพลังงานไฟฟ้าระหว่างกรณีที่มีและไม่มีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์

6.3 ผลการคำนวณ และการวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างการเสนอประมูลโดยมีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ กับไม่มีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์

จากข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 ที่นำมาใช้เป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอในวันที่ 30 เมษายน 2543 ได้ผลดังตารางที่ 6.2 ซึ่งยังไม่พิจารณาร่วมกับการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ และเมื่อนำไปพิจารณาร่วมกับการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ได้ผลดังตารางที่ 6.13 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้ในตารางที่ 6.2 กับ ผลที่ได้ในตารางที่ 6.13 จะพบว่าผลกำไรรวมที่ได้จากตารางที่ 6.13 มีค่ามากกว่าผลกำไรรวมที่ได้ในตารางที่ 6.2 ทั้งนี้เนื่องจากในบางชั่วโมงทั้ง 2 วิธีได้ผลของการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแตกต่างกัน เช่น ในชั่วโมงที่ 11และ12 เมื่อไม่มีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์พบว่าควรหยุดเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด บริษัทจึงจะไม่ขาดทุนจากการขายไฟฟ้า และเมื่อพิจารณาต่อมาพบว่าในชั่วโมงที่13 การขายไฟฟ้าโดยเปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ 1 และ 3โดยเสนอขายไฟฟ้าที่ราคา 17.50$ เป็นจำนวน 681.5 MW จะทำให้ได้กำไรมากที่สุด แต่เนื่องจากในชั่วโมงที่11และ12 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่มีการเดินเครื่องดังนั้นจึงต้องทำการเปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใหม่เป็นผลให้เสียค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่องเป็นจำนวน 6322.58$ ซึ่งเมื่อมีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์จะได้ว่าในชั่วโมงที่ 11และ12 ควรเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ 1,2 และ3 โดยยอมขายไฟฟ้าขาดทุนเป็นจำนวน 4972.39$ แต่ทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่องเครื่องในชั่วโมงที่ 13 ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายแล้วการยอมขายไฟฟ้าขาดทุนในชั่วโมง 11และ12 โดยไม่ปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้ลดค่าใช้จ่ายได้เป็นจำนวน 1350.19$ ด้วยเหตุผลเดียวกันในชั่วโมงที่ 19 โดยการทำยูนิตคอมมิตเมนต์จึงไม่ควรปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ 1และ2 และเมื่อรวมผลกำไรที่ได้ทั้งหมดจากตารางที่ 6.2และ6.13พบว่ากำไรรวมที่ได้จากการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ มีค่ามากกว่ากำไรรวมโดยไม่มีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ และเมื่อนำค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอ ของทั้ง 2 กรณีจากตารางที่ 6.2 และ 6.13 มาใช้เสนอประมูลในวันที่ 30 เมษายน 2543 ทำให้ได้ผลจากการเสนอประมูลโดยไม่คิดยูนิตคอมมิตเมนต์ดังตารางที่ 6.3 และได้ผลจากการเสนอประมูลโดยคิดยูนิตคอมมิตเมนต์ดังตารางที่ 6.15 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลกำไรที่ได้จากตารางทั้งสองพบว่าการเสนอขายไฟฟ้าโดยมีการคิดยูนิตคอมมิตเมนต์ ทำให้ได้ผลกำไรโดยรวมมากกว่าการเสนอขายไฟฟ้าโดยไม่มีการคิดยูนิตคอมมิตเมนต์ ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับที่ได้กล่าวข้างต้น

ดังนั้นการเสนอขายไฟฟ้าโดยพิจารณาการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ จะทำให้ได้กำไรมากกว่า เนื่องจากการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ เป็นการพิจารณาโดยรวมถึง ค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อหาเส้นทางที่ดีที่

สุดเพื่อให้ได้กำไรรวมสูงสุดตลอดทั้งวัน ขณะที่การหากำไรสูงสุดโดยพิจารณาเฉพาะกำไรสูงสุดในแต่ละชั่วโมง จะทำให้มีการปิด-เปิด เครื่องกำเนิดไฟฟ้าบ่อยครั้ง ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ค่อนข้างมาก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.13 ผลการทำนาย กำไร,ราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอ คำนวณโดยข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 และเสนอการประมูลแบบ 1 ช่วงการเสนอขาย โดยคิดยูนิตคอมมิตเมนต์

				Start up cost($)				สถานะการทำงาน** เครื่องที่ 4 3 2 1
ชั่วโมง	ผลกำไรที่ได้จากการทำนาย*	ราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอ($/MWh)	ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอ(MW)	เครื่องที่1	เครื่องที่2	เครื่องที่3	เครื่องที่4	
1	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
2	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
3	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
4	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
5	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
6	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
7	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
8	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
9	4354.936	19.50	1663.601	4522.44	4522.44	4522.44	0	0 1 1 1
10	-331.64	16.54	803.02	0	0	0	0	0 1 1 1
11	-2292.523	15.69	789.97	0	0	0	0	0 1 1 1
12	-2679.874	15.11	711.04	0	0	0	0	0 1 1 1
13	406.1612	17.52	867.78	0	0	0	0	0 1 1 1
14	8876.853	21.55	1853.54	0	0	0	0	0 1 1 1
15	10652.89	22.72	1863.04	0	0	0	0	0 1 1 1
16	10103.39	22.28	1824.39	0	0	0	0	0 1 1 1
17	2029.159	17.86	1752.58	0	0	0	0	0 1 1 1
18	6906.21	20.59	1784.13	0	0	0	0	0 1 1 1
19	-1020.357	16.42	725.46	0	0	0	0	0 1 1 1
20	7207.17	20.33	1652.85	0	0	0	0	0 1 1 1
21	5570.67	19.76	1799.89	0	0	0	0	0 1 1 1
22	1385.66	17.58	1286.29	0	0	0	0	0 1 0 1
23	204.528	16.00	700	0	0	0	0	0 1 0 0
24	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
กำไรสุทธิ 37805.91$								

*ไม่รวม Startup-cost

** 1 หมายถึงเดินเครื่อง , 0 หมายถึง หยุดเครื่อง

ตารางที่ 6.14 ผลการเสนอขายไฟฟ้าในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าจากตารางที่ 6.13 เสนอการประมูลแบบ 1 ช่วง

ชั่วโมง	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิต(MW)				กำไร ($) *	Start Up Cost($)				สถานะการทำงาน** เครื่องที่ 4 3 2 1
	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4		เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0
9	504.05	504.05	655.5	0	6439.39	4522.44	4522.44	4522.44	0	0 1 1 1
10	218.92	218.92	365.18	0	2543.45	0	0	0	0	0 1 1 1
11	214.6	214.6	360.78	0	3255.76	0	0	0	0	0 1 1 1
12	188.45	188.45	334.15	0	3233.46	0	0	0	0	0 1 1 1
13	240.38	240.38	387.02	0	5500.24	0	0	0	0	0 1 1 1
14	622.54	531	700	0	18044.99	0	0	0	0	0 1 1 1
15	630	531	700	0	17204.47	0	0	0	0	0 1 1 1
16	593.39	531	700	0	17870.51	0	0	0	0	0 1 1 1
17	534.79	531	686.79	0	17195.01	0	0	0	0	0 1 1 1
18	553.13	531	700	0	17609.38	0	0	0	0	0 1 1 1
19	193.22	193.22	339.01	0	3324.7	0	0	0	0	0 1 1 1
20	500.49	500.49	651.87	0	26204.85	0	0	0	0	0 1 1 1
21	568.89	531	700	0	29532.65	0	0	0	0	0 1 1 1
22	586.29	0	700	0	20760.16	0	0	0	0	0 1 0 1
23	0	0	700	0	6616.46	0	0	0	0	0 1 0 0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0

กำไรสุทธิ = 181,768.16$

*ไม่รวม Startup-cost

** 1 หมายถึงเดินเครื่อง , 0 หมายถึง หยุดเครื่อง

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการเสนอกลยุทธ์การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าสำหรับบริษัทผลิตไฟฟ้าแห่งหนึ่งภายใต้ภาวะที่มีการแข่งขันทั้งทางด้านการเสนอซื้อและการเสนอขาย ทั้งนี้บริษัทดังกล่าวอาจประกอบด้วยโรงไฟฟ้าที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากกว่าหนึ่งเครื่อง กลยุทธในการกำหนดราคาเสนอขายไฟฟ้าของบริษัทจะเป็นการอาศัยข้อมูลทางสถิติที่ได้จากการเสนอซื้อ-ขายที่เกิดขึ้นในอดีตของสมาชิกในตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้ารายอื่นๆ ด้วยวิธีการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้การจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลแบบสุ่มสถานะ ประกอบกับการใช้วิธีเชิงกราฟในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทผลิตไฟฟ้าควรเสนอ สำหรับข้อมูลที่นำมาใช้ทดสอบวิธีการที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นข้อมูลการเสนอราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นของตลาดไฟฟ้ารัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ในช่วงเดือนเมษายน 2543 โดยแบ่งการคำนวณออกเป็น 2 กรณีหลักคือ

1) การเปรียบเทียบผลการเสนอราคา แบบ 1 ช่วง และ 10 ช่วง
2) การเปรียบเทียบผลการทำและไม่ทำยูนิตคอมมิตเมนต์ของบริษัทผลิตไฟฟ้า โดยในการทดสอบผลดังกล่าวได้อาศัยข้อมูลในช่วงของวันที่ 8-29 เมษายน มาใช้ในการกำหนดราคาเสนอขายไฟฟ้าในวันที่ 30 เมษายน 2543

จากผลการคำนวนสามารถให้ข้อสรุปได้ดังนี้

1) การเสนอราคาแบบ 10 ช่วง ทำให้ได้กำไรจากการขายไฟฟ้ามากกว่าการเสนอราคาแบบ 1 ช่วง เนื่องจากเป็นการเพิ่มโอกาสที่จะได้ขายไฟฟ้าเพราะในบางครั้งการทำนายราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอนั้นอาจได้ค่าที่มากกว่าราคาไฟฟ้าของตลาดที่เกิดขึ้นจริงทำให้การเสนอราคาเพียงช่วงเดียวจะสูญเสียโอกาสที่จะได้ขายไฟฟ้า แต่การเสนอราคา 10 ช่วงทำให้มีราคาไฟฟ้าที่เสนอมีหลายค่า ทำให้มีโอกาสที่ราคาไฟฟ้าที่เสนอมีค่าน้อยกว่าราคาไฟฟ้าของตลาด ดังนั้นบริษัทผลิตไฟฟ้าจึงได้ขายไฟฟ้าในช่วงดังกล่าว ดังนั้นการเสนอขายไฟฟ้าโดยแบ่งออกเป็นช่วงย่อยๆ จึงเป็นการเพิ่มโอกาสที่จะได้ขายไฟฟ้าในกรณีที่ราคาขายไฟฟ้าที่เราทำนายไว้นั้นมีค่ามากกว่าราคาไฟฟ้าของตลาด

2) การเสนอประมูลไฟฟ้าโดยการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ ทำให้ได้กำไรรวมตลอดทั้งวันมากกว่า การเสนอประมูลโดยไม่มีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ เนื่องการทำยูนิตคอมมิตเมนต์เป็นการหาสถานะการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมเพื่อทีจะให้ได้กำไรสูงสุดโดยรวมตลอดช่วงเวลาของการเสนอซื้อขายไฟฟ้า โดยพิจารณารวมถึงค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในขณะที่การเสนอประมูลโดยไม่มีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์จะเป็นการเสนอขายไฟฟ้าโดยให้ได้กำไรสูงสุดในแต่ละชั่วโมงเท่านั้น ซึ่งทำให้เกิดการปิด-เปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลายครั้ง ทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้มีค่าสูงดังนั้นกำไรสุทธิโดยรวมตลอดช่วงเวลาการเสนอซื้อขายไฟฟ้ามีค่าต่ำ

7.2 ข้อเสนอแนะ

1) ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอกลยุทธ์การเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าเฉพาะในตลาดล่วงหน้ารายวันเท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริง การเสนอประมูลมีทั้งในตลาดล่วงหน้าและตลาด ณ เวลาจริง ซึ่งปัญหาที่พิจารณาจะมีความซับซ้อนยิ่งขึ้น เนื่องจากในตลาด ณ เวลาจริงต้องพิจารณาเงื่อนไขของระบบไฟฟ้า เช่น พิกัดสายส่ง ค่ากำลังสูญเสีย ฯลฯ เป็นต้น ค่าใช้จ่ายส่วนอื่น ๆ เช่น ค่าเช่าสายส่ง ค่ากำลังสูญเสีย(Loss charge) ค่าการติดขัดของสายส่ง(Congestion charge) เป็นต้น

2) กลยุทธ์ในการเสนอประมูลมีได้หลายแบบที่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น การWithholding หรือการเป็นทั้งผู้ซื้อและผู้ขายในเวลาเดียวกัน เป็นต้น

3) พฤติกรรมการเสนอราคาของคู่แข่ง ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ไม่เพียงแต่ข้อมูลการเสนอราคาในอดีตเท่านั้น ปัจจัยอื่น ๆ เช่น สภาวะเศรษฐกิจ ราคาเชื้อเพลิง สภาวะการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของคู่แข่งในขณะนั้น เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. Thailand Market Rule . National Energy Policy Office. July 2001.
2. A.K. David and F.S. Wen. Strategic bidding in competitive electricity markets: A literature survey . Proceedings of IEEE PES 2000 Summer Power Meeting. Vol. 4, Seattle, USA, July 2000 : pp. 2168-2173
3. J.W. Lamont and S. Rajan, " Strategic bidding in an energy brokerage. IEEE Trans. on Power Systems .Vol. 12, No. 4 : pp. 1729-1733, 1997.
4. Haili Song, Chen-Ching Liu, Jacques Lawarree. Decision Making of an Electricity Supplier's Bid in a Spot Market. IEEE Trans. on Power Systems, 1999.
5. J.D. Weber, T.J. Overbye. A two-Level Optimization Problem for Analysis of Market Bidding Strategies. IEEE Trans. on Power Systems , 1999.
6. C.A.Li, A.J.Svoboda, X.H.Guan, and H.Singh . Revenue adequate bidding strategies in competitive electricity markets. IEEE Trans. On Power systems .Vol. 14, No.2 : pp.492-497, 1999
7. Shangyou Hao. A Study of Basic Bidding Strategy in Clearing Pricing Auctions . IEEE Trans. on Power Systems. Vol. 15, No. 3 : pp 975-980, 2000.
8. Wood, A. J.,and Wollenberg,B.F. Power generation operation and control. New York: John Wiley, 1984.
9. กมล พงศ์ธาดาพร. "การทำยูนิตคอมมิตเมนต์ในระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต: ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
10. กุลยศ อุดมวงศ์เสรี. "การประเมินความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต: ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
11. Daoyuan Zhang, Yajun Wang, Peter B. Luh . Optimization Based Bidding Strategies in the Deregulated Market . IEEE Trans. on Power Systems. : pp 63-69, 1999.
12. Hao, S., G.A , Angelidis, H. Singh, A.D. Papalexopoulos. "Consumer Payment Minimization in Power Pool Auctions", IEEE Trans. on Power Syst, Vol. 13 , No.3 : pp 986-991, August 1998
13. S.G.Nash and A.Sofer . Linear and Nonlinear Programming. Singapore: McGraw-Hill.,1996

ภาคผนวก ก

ตาราง ก.1 ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อน

ชื่อโรงไฟฟ้า	รหัส	No.	Heat Rate (Mbtu/Hr)			MUP	MDN	Fuel	Fuel	Start up cost		
			a	b	c	(Hr)	(Hr)	Constraint	Type	FST(บาท)	VST(บาท)	τ (Hr)
บางปะกง	BPK-T1	1	609626.4	7514.79	1.917	24	1	0	Oil	128453	211201	32.6
	BPK-T2	2	615343.9	7714.61	1.664	24	1	0	Oil	128453	211201	32.6
	BPK-T3	3	596145.3	7351.15	1.9	24	1	0	Oil	128453	211201	32.6
	BPK-T4	4	633656.1	7165.66	2.088	24	1	0	Oil	128453	211201	32.6
	BPK-CC1	5	1138418.5	6067.30	0.001	12	6	1	Gas	99737	560053	51.1
	BPK-CC2	6	979616.7	6543.49	0.001	12	6	1	Gas	99737	560053	51.1
	BPK-CC3	7	266693.3	7202.16	0.001	12	6	1	Gas	99737	560053	51.1
	BPK-CC4	8	727118.9	5559.30	0.001	12	6	1	Gas	99737	560053	51.1
พระนครเหนือ	NB-T1	9	168288.0	7785.70	10.351	24	1	0	Oil	100000	99147	69.3
	NB-T2	10	168288.0	7785.70	10.351	24	1	0	Oil	100000	99147	69.3
	NB-T3	11	149245.6	8497.57	3.904	24	1	0	Oil	100000	44077	58
วังน้อย	WN-CC1	12	1404110.8	3218.20	1.957	12	6	1	Gas	99737	560053	51.1
	WN-CC2	13	1404110.8	3218.20	1.957	12	6	1	Gas	99737	560053	51.1
	WN-CC3	14	1557777.3	2671.31	1.922	12	6	1	Gas	99737	560053	51.1
น้ำพอง	NPO-CC1	15	1651134.6	2151.57	0.001	12	6	0	Gas	99737	560053	51.1
	NPO-CC2	16	1616983.0	2090.90	0.001	12	6	0	Gas	99737	560053	51.1
ไทรน้อย (SNO)	SRT-GT1	17	156185.6	9645.77	2.164	1	1	0	Diesel	50000	100000	20
	SRT-GT2	18	156185.6	9645.77	2.164	1	1	0	Diesel	50000	100000	20
แม่เมาะ	MM-T1	19	384575.4	3562.46	42.298	24	1	0	Lignite	100000	80000	35
	MM-T2	20	384575.4	3562.46	42.298	24	1	0	Lignite	100000	80000	35
	MM-T3	21	384575.4	3562.46	42.298	24	1	0	Lignite	100000	80000	35
	MM-T4	22	152682.3	9596.78	1.059	24	1	0	Lignite	102474	252549	13.8
	MM-T5	23	152682.3	9596.78	1.059	24	1	0	Lignite	102474	252549	13.8
	MM-T6	24	152682.3	9596.78	1.059	24	1	0	Lignite	102474	252549	13.8
	MM-T7	25	152682.3	9596.78	1.059	24	1	0	Lignite	102474	252549	13.8
	MM-T8	26	1938042.7	-89.43	13.85	24	1	0	Lignite	101332	848505	20.7
	MM-T9	27	996792.6	4201.89	6.566	24	1	0	Lignite	101332	848505	20.7
	MM-T10	28	804977.9	6035.50	4.274	24	1	0	Lignite	101332	848505	20.7
	MM-T11	29	1572389.0	1645.58	10.495	24	1	0	Lignite	101332	848505	20.7
	MM-T12	30	1126987.9	4404.84	6.255	24	1	0	Lignite	101332	848505	20.7
	MM-T13	31	1126987.9	4404.84	6.255	24	1	0	Lignite	101332	848505	20.7
พระนครใต้	SB-T1	32	210666.2	7711.04	8.945	24	1	0	Oil	302577	163346	33.8
	SB-T2	33	105376.5	9383.79	1.478	24	1	0	Oil	302577	163346	33.8
	SB-T3	34	495117.6	6663.60	4.276	24	1	0	Oil	100000	500000	25
	SB-T4	35	414382.2	7200.24	4.636	24	1	0	Oil	100000	500000	25
	SB-T5	36	403056.9	6524.39	7.023	24	1	0	Oil	100000	500000	25

ตาราง ก.1 (ต่อ) ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อน

ชื่อโรงไฟฟ้า	รหัส	No.	Heat Rate (Mbtu/Hr)			MUP	MDN	Fuel	Fuel	Start up cost		
			a	b	c	(Hr)	(Hr)	Constraint	Type	FST(บาท)	VST(บาท)	τ (Hr)
	SB-CC1	37	598666.9	6335.06	0.001	12	6	1	Gas	99737	560053	51.1
	SB-CC2	38	1032419.7	5746.37	0.001	12	6	1	Gas	99737	560053	51.1
ลาน	LKB-GT1	39	170218.7	-8638.84	882.838	1	1	0	Gas	30000	80000	10
กระบือ	LKB-GT2	40	187128.5	1648.49	0.001	1	1	0	Gas	30000	80000	10
	LKB-GT3	41	94379.4	9393.56	11.465	1	1	0	Gas	30000	80000	10
	LKB-GT4	42	152206.3	4556.00	0.001	1	1	0	Gas	30000	80000	10
	LKB-GT5	43	159539.3	4563.80	96.106	1	1	0	Gas	30000	80000	10
	LKB-GT6	44	131103.3	7453.30	0.001	1	1	0	Gas	30000	80000	10
	LKB-GT7	45	79589.5	9269.49	0.001	1	1	0	Gas	30000	80000	10
	LKB-GT8	46	144487.4	-3669.86	300.631	1	1	0	Gas	30000	80000	10
	LKB-GT9	47	119694.4	6983.02	40.046	1	1	0	Gas	30000	80000	10
	LKB-GT10	48	119694.4	6983.02	40.046	1	1	0	Gas	30000	80000	10
หนองจอก	NCO-GT1	49	156185.6	9645.77	2.164	1	1	0	Diesel	80000	170000	20
	NCO-GT2	50	156185.6	9645.77	2.164	1	1	0	Diesel	80000	170000	20
	NCO-GT3	51	156185.6	9645.77	2.164	1	1	0	Diesel	80000	170000	20
	NCO-GT4	52	156185.6	9645.77	2.164	1	1	0	Diesel	80000	170000	20
ระยอง	RY-CC1	53	274286.9	7088.66	0.001	12	6	1	Gas	99737	560053	51.1
	RY-CC2	54	266902.9	6929.01	0.001	12	6	1	Gas	99737	560053	51.1
	RY-CC3	55	250236.2	7247.70	0.001	12	6	1	Gas	99737	560053	51.1
	RY-CC4	56	383672.6	6850.81	0.001	12	6	1	Gas	99737	560053	51.1
ขนอม	KN-T1	57	100804.7	9644.75	0.001	24	1	1	Gas	100000	20000	10
	KN-T2	58	184078.1	9702.50	0.001	24	1	1	Gas	100000	20000	10
	KN-CC	59	1684317.9	3981.38	0.001	12	6	1	Gas	100000	20000	10

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 ราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ารวมของตลาดที่ได้จากการเสนอประมูลโดยใช้ข้อมูลวันที่ 8-29 เมษายน 2543 เสนอประมูลแบบ 1 ช่วง โดยไม่มีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์

HOUR	MCP($/MWh)	POOL GENERATION(MW)
1	20.01	17442.03
2	14	16732.62
3	10	15807.26
4	8.75	15483.98
5	8.75	15650.68
6	10	16249.01
7	14	17146.57
8	20.01	17542.02
9	21	18742.87
10	26.16	19343.51
11	32.49	19064.7
12	33	19307.3
13	28.89	19795.54
14	26.51	20351.92
15	26.01	20673.48
16	26.61	20603.68
17	26.75	20428.7
18	26.75	20214.01
19	28.89	19547.71
20	33.01	21378.01
21	33.26	21619.22
22	33	20513.89
23	25.36	18788.7
24	20.51	17265.02

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2 ราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ารวมของตลาดที่ได้จากการเสนอประมูลโดยใช้ข้อมูลวันที่ 15-29 เมษายน 2543 เสนอประมูลแบบ 1 ช่วง โดยไม่มีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์

HOUR	MCP($/MWh)	POOL GENERATION(MW)
1	20.01	17442.03
2	14	16732.62
3	10	15807.26
4	8.75	15483.98
5	8.75	15650.68
6	10	16249.01
7	14	17146.57
8	20.1	17542.02
9	25.01	18459.07
10	24.51	19569.27
11	32.49	19064.7
12	26.51	20232.12
13	26.75	19980.06
14	26.51	20351.92
15	26.01	20619.08
16	26.74	20601.84
17	26.56	20526.33
18	31.01	19029.89
19	26.81	20216.26
20	37.99	20728.57
21	36.59	21331.21
22	35.28	20098.37
23	26.76	18556.91
24	20.51	17265.02

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.3 ราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ารวมของตลาดที่ได้จากการเสนอประมูลโดยใช้ข้อมูลวันที่ 23-29 เมษายน 2543 เสนอประมูลแบบ 1 ช่วง โดยไม่มีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์

HOUR	MCP($/MWh)	POOL GENERATION(MW)
1	20.01	17442.03
2	14	16732.62
3	10	15807.26
4	8.75	15483.98
5	8.75	15650.68
6	10	16249.01
7	14	17146.57
8	20.1	17542.02
9	25.01	18459.07
10	28.11	18871.92
11	32.49	19064.7
12	33	19307.3
13	31.01	19313.6
14	31.01	19412.1
15	33	19473.8
16	33	19292.27
17	32.06	19285.21
18	31.01	19029.89
19	30	19000.49
20	37.99	20728.57
21	37.77	21057.95
22	35.28	20098.37
23	26.76	18556.91
24	20.51	17265.02

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.4 ราคาไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ารวมของตลาดที่ได้จากการเสนอประมูลโดยใช้ข้อมูลวันที่ 8-29 เมษายน 2543 เสนอประมูลแบบ 10 ช่วง โดยไม่มีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์

HOUR	MCP($/MWh)	POOL GENERATION(MW)
1	20.01	17442.03
2	14	16732.62
3	10	15807.26
4	8.75	15483.98
5	8.75	15650.68
6	10	16249.01
7	14	17146.57
8	19	17727.89
9	21	18742.87
10	26.16	19343.51
11	32.49	19064.7
12	33	19307.3
13	28.89	19795.54
14	26.51	20351.92
15	26.01	20673.48
16	26.61	20603.68
17	26.75	20428.7
18	26.75	20214.01
19	28.89	19547.71
20	33.01	21378.01
21	33.26	21619.22
22	33	20513.89
23	25.36	18788.7
24	20.51	17265.02

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทA จากการเสนอราคาไฟฟ้าที่ 10 ช่วงกำลังไฟฟ้าที่เสนอโดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอในวันที่ 30 เมษายน 2543

HOUR	$UNIT_1$		$UNIT_2$		$UNIT_3$		$UNIT_4$	
	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE	BID QUANTITY
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.5 (ต่อ) ข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทA จากการเสนอราคาไฟฟ้าที่ 10 ช่วงกำลังไฟฟ้าที่เสนอโดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอในวันที่ 30 เมษายน 2543

HOUR	$UNIT_1$		$UNIT_2$		$UNIT_3$		$UNIT_4$	
	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.5 (ต่อ) ข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทA จากการเสนอราคาไฟฟ้าที่ 10 ช่วงกำลังไฟฟ้าที่เสนอโดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอในวันที่ 30 เมษายน 2543

HOUR	$UNIT_1$		$UNIT_2$		$UNIT_3$		$UNIT_4$	
	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE	BID QUANTITY
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	19.51	49.34	19.51	49.34	17.87	64.46	0.00	0.00
	19.51	49.34	19.51	49.34	17.87	64.46	0.00	0.00
	19.51	49.34	19.51	49.34	17.87	64.46	0.00	0.00
	19.51	49.34	19.51	49.34	17.87	64.46	0.00	0.00
	19.51	49.34	19.51	49.34	17.87	64.46	0.00	0.00
	19.51	49.34	19.51	49.34	17.87	64.46	0.00	0.00
	19.51	49.34	19.51	49.34	17.87	64.46	0.00	0.00
	19.51	49.34	19.51	49.34	17.91	64.46	0.00	0.00
	19.79	49.34	19.79	49.34	18.80	64.46	0.00	0.00
	21.10	49.34	21.10	49.34	21.10	64.46	0.00	0.00
9	18.93	50.26	18.93	50.26	17.46	65.40	0.00	0.00
	18.93	50.26	18.93	50.26	17.46	65.40	0.00	0.00
	18.93	50.26	18.93	50.26	17.46	65.40	0.00	0.00
	18.93	50.26	18.93	50.26	17.46	65.40	0.00	0.00
	18.93	50.26	18.93	50.26	17.46	65.40	0.00	0.00
	18.93	50.26	18.93	50.26	17.46	65.40	0.00	0.00
	18.93	50.26	18.93	50.26	17.46	65.40	0.00	0.00
	18.93	50.26	18.93	50.26	17.46	65.40	0.00	0.00
	18.93	50.26	18.93	50.26	17.97	65.40	0.00	0.00
	19.50	50.26	19.50	50.26	19.50	65.40	0.00	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.5 (ต่อ) ข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทA จากการเสนอราคาไฟฟ้าที่ 10 ช่วงกำลังไฟฟ้าที่เสนอโดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอในวันที่ 30 เมษายน 2543

HOUR	$UNIT_1$		$UNIT_2$		$UNIT_3$		$UNIT_4$	
	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)
10	0.00	0.00	0.00	0.00	16.63	66.38	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.63	66.38	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.63	66.38	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.63	66.38	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.63	66.38	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.63	66.38	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.63	66.38	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.63	66.38	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.63	66.38	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.88	66.38	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.5 (ต่อ) ข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทA จากการเสนอราคาไฟฟ้าที่ 10 ช่วงกำลังไฟฟ้าที่เสนอโดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอในวันที่ 30 เมษายน 2543

HOUR	$UNIT_1$		$UNIT_2$		$UNIT_3$		$UNIT_4$	
	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)
13	0.00	0.00	0.00	0.00	16.82	68.20	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.82	68.20	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.82	68.20	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.82	68.20	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.82	68.20	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.82	68.20	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.82	68.20	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.82	68.20	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.89	68.20	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	17.50	68.20	0.00	0.00
14	18.63	62.24	19.28	53.10	17.53	70.00	0.00	0.00
	18.63	62.24	19.28	53.10	17.53	70.00	0.00	0.00
	18.63	62.24	19.28	53.10	17.53	70.00	0.00	0.00
	18.63	62.24	19.28	53.10	17.53	70.00	0.00	0.00
	18.63	62.24	19.28	53.10	17.53	70.00	0.00	0.00
	18.63	62.24	19.28	53.10	17.53	70.00	0.00	0.00
	18.63	62.24	19.28	53.10	17.53	70.00	0.00	0.00
	18.67	62.24	19.28	53.10	17.76	70.00	0.00	0.00
	19.47	62.24	19.81	53.10	18.87	70.00	0.00	0.00
	21.55	62.24	21.55	53.10	21.55	70.00	0.00	0.00
15	19.14	57.20	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	19.14	57.20	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	19.14	57.20	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	19.14	57.20	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	19.14	57.20	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	19.14	57.20	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	19.14	57.20	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	19.15	57.20	19.46	53.10	17.94	70.00	0.00	0.00
	20.00	57.20	20.17	53.10	19.23	70.00	0.00	0.00
	22.27	57.20	22.27	53.10	22.27	70.00	0.00	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.5 (ต่อ) ข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทA จากการเสนอราคาไฟฟ้าที่ 10 ช่วงกำลังไฟฟ้าที่เสนอโดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอในวันที่ 30 เมษายน 2543

HOUR	$UNIT_1$		$UNIT_2$		$UNIT_3$		$UNIT_4$	
	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)
16	18.97	59.14	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	18.97	59.14	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	18.97	59.14	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	18.97	59.14	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	18.97	59.14	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	18.97	59.14	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	18.97	59.14	19.46	53.10	17.62	70.00	0.00	0.00
	19.03	59.14	19.46	53.10	17.94	70.00	0.00	0.00
	19.93	59.14	20.18	53.10	19.24	70.00	0.00	0.00
	22.28	59.14	22.28	53.10	22.28	70.00	0.00	0.00
17	17.86	52.63	17.86	52.63	16.93	67.81	0.00	0.00
	17.86	52.63	17.86	52.63	16.93	67.81	0.00	0.00
	17.86	52.63	17.86	52.63	16.93	67.81	0.00	0.00
	17.86	52.63	17.86	52.63	16.93	67.81	0.00	0.00
	17.86	52.63	17.86	52.63	16.93	67.81	0.00	0.00
	17.86	52.63	17.86	52.63	16.93	67.81	0.00	0.00
	17.86	52.63	17.86	52.63	16.93	67.81	0.00	0.00
	17.86	52.63	17.86	52.63	16.93	67.81	0.00	0.00
	17.86	52.63	17.86	52.63	17.08	67.81	0.00	0.00
	17.86	52.63	17.86	52.63	17.86	67.81	0.00	0.00
18	18.86	55.31	19.04	53.10	17.41	70.00	0.00	0.00
	18.86	55.31	19.04	53.10	17.41	70.00	0.00	0.00
	18.86	55.31	19.04	53.10	17.41	70.00	0.00	0.00
	18.86	55.31	19.04	53.10	17.41	70.00	0.00	0.00
	18.86	55.31	19.04	53.10	17.41	70.00	0.00	0.00
	18.86	55.31	19.04	53.10	17.41	70.00	0.00	0.00
	18.86	55.31	19.04	53.10	17.52	70.00	0.00	0.00
	19.23	55.31	19.33	53.10	18.39	70.00	0.00	0.00
	20.59	55.31	20.59	53.10	20.59	70.00	0.00	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.5 (ต่อ) ข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทA จากการเสนอราคาไฟฟ้าที่ 10 ช่วงกำลังไฟฟ้าที่เสนอโดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอในวันที่ 30 เมษายน 2543

HOUR	$UNIT_1$		$UNIT_2$		$UNIT_3$		$UNIT_4$	
	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)
19	0.00	0.00	0.00	0.00	16.51	64.72	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.51	64.72	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.51	64.72	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.51	64.72	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.51	64.72	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.51	64.72	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.51	64.72	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.51	64.72	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.51	64.72	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.54	64.72	0.00	0.00
20	19.25	50.05	19.25	50.05	17.68	65.18	0.00	0.00
	19.25	50.05	19.25	50.05	17.68	65.18	0.00	0.00
	19.25	50.05	19.25	50.05	17.68	65.18	0.00	0.00
	19.25	50.05	19.25	50.05	17.68	65.18	0.00	0.00
	19.25	50.05	19.25	50.05	17.68	65.18	0.00	0.00
	19.25	50.05	19.25	50.05	17.68	65.18	0.00	0.00
	19.25	50.05	19.25	50.05	17.68	65.18	0.00	0.00
	19.36	50.05	19.36	50.05	18.39	65.18	0.00	0.00
	20.33	50.05	20.33	50.05	20.33	65.18	0.00	0.00
21	18.54	56.90	18.83	53.10	17.31	70.00	0.00	0.00
	18.54	56.90	18.83	53.10	17.31	70.00	0.00	0.00
	18.54	56.90	18.83	53.10	17.31	70.00	0.00	0.00
	18.54	56.90	18.83	53.10	17.31	70.00	0.00	0.00
	18.54	56.90	18.83	53.10	17.31	70.00	0.00	0.00
	18.54	56.90	18.83	53.10	17.31	70.00	0.00	0.00
	18.54	56.90	18.83	53.10	17.31	70.00	0.00	0.00
	18.75	56.90	18.92	53.10	17.98	70.00	0.00	0.00
	19.76	56.90	19.76	53.10	19.76	70.00	0.00	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.5 (ต่อ) ข้อมูลการเสนอราคาและกำลังไฟฟ้าของบริษัทA จากการเสนอราคาไฟฟ้าที่ 10 ช่วงกำลังไฟฟ้าที่เสนอโดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติของการเสนอซื้อขายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการหาค่าเหมาะสมของราคาและกำลังไฟฟ้าที่บริษัทA ควรเสนอในวันที่ 30 เมษายน 2543

HOUR	$UNIT_1$		$UNIT_2$		$UNIT_3$		$UNIT_4$	
	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)	BID PRICE ($/MWh)	BID QUANTITY (MW)
22	17.58	58.63	0.00	0.00	16.76	70.00	0.00	0.00
	17.58	58.63	0.00	0.00	16.76	70.00	0.00	0.00
	17.58	58.63	0.00	0.00	16.76	70.00	0.00	0.00
	17.58	58.63	0.00	0.00	16.76	70.00	0.00	0.00
	17.58	58.63	0.00	0.00	16.76	70.00	0.00	0.00
	17.58	58.63	0.00	0.00	16.76	70.00	0.00	0.00
	17.58	58.63	0.00	0.00	16.76	70.00	0.00	0.00
	17.58	58.63	0.00	0.00	16.76	70.00	0.00	0.00
	17.58	58.63	0.00	0.00	16.89	70.00	0.00	0.00
	17.58	58.63	0.00	0.00	17.58	70.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	70.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	70.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	70.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	70.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	70.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	70.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	70.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	70.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	70.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	70.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.6 ผลการทำนายกำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้าในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

กำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้า($) ในแต่ละชั่วโมง												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่1	ชั่วโมงที่2	ชั่วโมงที่3	ชั่วโมงที่4	ชั่วโมงที่5	ชั่วโมงที่6	ชั่วโมงที่7	ชั่วโมงที่8	ชั่วโมงที่9	ชั่วโมงที่10	ชั่วโมงที่11	ชั่วโมงที่12
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	0	-650.614	0	-650.614	-325.307	0	-650.614	325.3069	1556.017	201.2621	-125.747	-247.602
0 0 1 0	-650.614	-650.614	0	-650.614	-325.307	0	-1295.27	325.3069	1844.012	119.0107	-285.02	-391.967
0 0 1 1	-1301.23	-1301.23	0	-1301.23	-650.614	0	-3235.2	650.6139	1219.046	-79.4046	-991.882	-1046
0 1 0 0	-721.508	-721.817	0	-721.817	-360.909	0	-1059.88	353.7494	1987.764	509.4296	-18.0581	-205.245
0 1 0 1	-1372.12	-1372.43	0	-1372.43	-686.216	0	-2032.82	679.0563	3527.937	444.3056	-335.076	-557.352
0 1 1 0	-1372.12	-1372.43	0	-1372.43	-2744.86	-686.216	-5336.5	1817.028	4353.867	431.32	-538.948	-1086.07
0 1 1 1	-2022.74	-2023.05	-2023.05	-2023.05	-4046.09	-1011.52	-7949.4	2725.266	4354.936	-331.647	-2292.52	-2679.87
1 0 0 0	-81.9231	-81.9231	0	-81.9231	-40.9616	0	-122.885	40.96157	-73.0666	-88.8526	-147.035	-143.878
1 0 0 1	-732.537	-732.537	0	-732.537	-366.269	0	-1459.12	366.2685	1323.762	-72.5154	-501.728	-550.212
1 0 1 0	-732.537	-732.537	-732.537	-732.537	-1465.07	-366.269	-2909.72	1027.432	1632.211	-239.732	-806.921	-989.151
1 0 1 1	-1383.15	-2074.73	-2074.73	-1383.15	-2766.3	-691.575	-5504.1	1931.98	1646.926	-527.298	-1923.13	-2233.62
1 1 0 0	-803.431	-803.74	0	-803.74	-1205.61	0	-3079.61	1035.365	3024.087	747.8905	-63.7677	-448.673
1 1 0 1	-1454.04	-1454.35	0	-1454.35	-2908.71	-727.177	-5664.2	1939.912	1922.978	-48.5152	-1255.35	-1647.41
1 1 1 0	-2774.47	-7270.98	-2908.71	-7271.26	-6544.59	-2870.04	-7112.73	6555.974	4256.154	293.3742	-1244.23	-1840.27
1 1 1 1	-11023.1	-11576.5	-11577.3	-11576.6	-11577.3	-11334.3	-11400.4	10558.74	3954.936	111.8203	-2384.36	-2981.27
เครื่องที่												
4 3 2 1												

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.6 (ต่อ) ผลการทำนายกำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้าในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

กำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้า($) ในแต่ละชั่วโมง												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่13	ชั่วโมงที่14	ชั่วโมงที่15	ชั่วโมงที่16	ชั่วโมงที่17	ชั่วโมงที่18	ชั่วโมงที่19	ชั่วโมงที่20	ชั่วโมงที่21	ชั่วโมงที่22	ชั่วโมงที่23	ชั่วโมงที่24
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	443.32	2163.344	3222.418	2228.793	478.8295	1737.462	18.41462	2829.012	1281.225	328.269	-220.44	-650.614
0 0 1 0	392.5699	2397.656	2890.548	3017.487	609.5824	2090.124	-5.15426	2362.553	1515.758	313.8513	-329.386	-1626.53
0 0 1 1	-183.371	2480.714	3526.002	2535.694	6.897207	1571.006	-468.486	4157.206	1302.791	-200.203	-848.804	-3253.07
0 1 0 0	800.9866	2819.168	3668.951	3072.561	800.5542	2084.309	595.25	3596.967	1788.554	724.9436	204.528	-1443.63
0 1 0 1	1101.561	4891.162	6006.602	4801.546	1157.051	3651.335	297.4291	6223.532	2907.904	1385.66	-436.893	-2744.86
0 1 1 0	1403.38	5969.943	7500.881	7165.042	1993.823	5033.639	585.2575	5945.231	3912.057	1284.566	-625.123	-3431.08
0 1 1 1	-406.161	8876.853	10652.89	10103.39	2029.159	6906.21	-1020.36	7207.17	5570.67	-508.248	-1709.33	-5057.61
1 0 0 0	-114.11	-111.404	-204.808	-96.8747	-84.3423	-95.618	-92.4608	-159.664	-102.834	-106.894	-131.249	-163.846
1 0 0 1	45.72592	1938.008	2812.802	2454.799	225.3327	1525.257	-258.856	2475.024	1083.312	22.89268	-451.918	-1831.34
1 0 1 0	-64.4382	2323.072	2835.383	3278.695	147.5914	1933.579	-370.619	2075.524	1195.319	-107.16	-704.717	-1831.34
1 0 1 1	-383.639	3057.976	5358.638	4015.718	53.41317	2166.822	-903.718	3665.226	1558.707	-496.439	-1554.92	-4149.45
1 1 0 0	1072.708	3923.387	4569.471	4772.324	1415.379	3413.995	579.4895	3748.61	2648.698	1048.445	-249.731	-2009.35
1 1 0 1	7.273146	3501.52	5436.584	4229.862	379.0372	2465.077	-463.317	5376.211	1942.732	-27.095	-894.485	-3635.89
1 1 1 0	978.7432	6232.888	7448.321	7333.053	1593.244	5116.872	-65.1253	5522.911	3955.521	887.3353	-1391.34	-7998.95
1 1 1 1	815.3891	8408.273	10632.89	9673.395	1585.779	6476.218	-835.2	6707.817	5019.746	847.5333	-2705.37	-11577.3
เครื่องที่												
4 3 2 1												

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.7 ผลการทำนายราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย ในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

ราคาเสนอขายไฟฟ้า($/MWh)												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่1	ชั่วโมงที่2	ชั่วโมงที่3	ชั่วโมงที่4	ชั่วโมงที่5	ชั่วโมงที่6	ชั่วโมงที่7	ชั่วโมงที่8	ชั่วโมงที่9	ชั่วโมงที่10	ชั่วโมงที่11	ชั่วโมงที่12
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	8.928182	5.781818	5.55	6.105455	5.187273	8.182727	7.909091	22.46364	21.02541	17.04744	16.56311	15.42509
0 0 1 0	8.286364	5.501818	4.85	5.569091	4.529091	7.219091	7.690909	21.87182	20.55311	16.71718	16.16404	15.04477
0 0 1 1	8.222727	5.501818	4.693636	5.556364	4.314545	7.02	7.601818	21.87	20.40438	16.67259	16.02854	15.03339
0 1 0 0	8.375455	5.503636	5.100909	5.726364	4.845455	7.68	7.728182	22.14364	20.58448	16.88247	16.21734	15.12736
0 1 0 1	8.36	5.501818	5.004545	5.655455	4.668182	7.441818	7.728182	22.06182	20.47833	16.74219	16.14292	15.08424
0 1 1 0	7.742727	5.357273	4.133636	5.174545	4.061818	6.75	7.731818	21.36273	20.02369	16.58393	15.8523	15.1043
0 1 1 1	7.726364	5.215455	4.541818	5.146364	4.047273	6.663636	7.73	21.1	19.50444	16.54057	15.69886	15.10671
1 0 0 0	8.331818	5.501818	4.960909	5.630909	4.657273	7.348182	7.69	21.92545	20.49078	16.72647	16.1488	15.07395
1 0 0 1	8.286364	5.501818	4.85	5.569091	4.529091	7.219091	7.690909	21.87091	20.62831	16.70749	16.10345	15.04425
1 0 1 0	7.726364	5.214545	4.532727	5.144545	4.003636	6.651818	7.757273	21.35636	20.5219	16.55981	15.83458	15.14004
1 0 1 1	7.700909	5.285455	4.775455	5.067273	4.001818	6.581818	7.799091	21.14182	20.35323	16.54643	15.86179	15.13825
1 1 0 0	7.746364	5.405455	4.14	5.187273	3.974545	6.802727	7.731818	21.36364	20.42364	16.62254	16.08701	15.13479
1 1 0 1	7.742727	5.357273	4.133636	5.174545	4.061818	6.75	7.731818	21.36273	20.37442	16.58187	15.81532	15.10835
1 1 1 0	7.223636	5.728182	4.246364	5.953636	4.782727	6.644545	7.664545	22.64091	19.94392	16.83483	16.02305	15.19499
1 1 1 1	8.564545	5.851818	5.560909	6.179091	5.22	8.164545	8.022727	22.68455	19.54125	16.90125	15.81031	15.20827
เครื่องที่												
4 3 2 1												

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.7(ต่อ) ผลการทำนายราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย ในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

ราคาเสนอขายไฟฟ้า($/MWh)												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่13	ชั่วโมงที่14	ชั่วโมงที่15	ชั่วโมงที่16	ชั่วโมงที่17	ชั่วโมงที่18	ชั่วโมงที่19	ชั่วโมงที่20	ชั่วโมงที่21	ชั่วโมงที่22	ชั่วโมงที่23	ชั่วโมงที่24
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	18.2714	22.33678	23.04818	23.1434	18.49596	21.54914	17.27409	21.19472	20.40996	18.30652	15.63973	4.849091
0 0 1 0	17.91431	22.05867	22.91273	22.85227	18.26129	21.29081	16.91552	20.86661	20.16977	18.11567	15.46739	4.851818
0 0 1 1	17.76977	21.98107	22.91273	22.77844	18.15787	21.19397	16.76294	20.81809	20.0626	17.96844	15.45527	4.851818
0 1 0 0	17.5052	22.08521	23.00455	22.91344	18.29981	21.31869	16.54	20.93409	20.20575	18.13609	16.01	4.850909
0 1 0 1	17.84837	22.03661	22.91273	22.86624	18.2364	21.25932	16.88217	20.87833	20.15742	17.58	15.48357	4.850909
0 1 1 0	17.55648	21.7788	22.72636	22.43686	17.96083	20.88117	16.62036	20.55429	19.85085	17.79086	15.36795	4.851818
0 1 1 1	17.52187	21.55682	22.72636	22.28201	17.86151	20.5934	16.42826	20.33	19.76	17.70587	15.34899	4.851818
1 0 0 0	17.92099	22.02928	22.91	22.87438	18.21709	21.26019	16.84467	20.79854	20.10292	18.03402	15.48141	4.850909
1 0 0 1	17.90915	22.08861	23.00455	22.88762	18.2828	21.36264	16.84876	20.86706	20.15714	18.09378	15.46963	4.851818
1 0 1 0	17.87146	22.02709	22.95273	22.56657	18.17136	21.30266	16.63673	20.77926	20.05166	18.08439	15.34576	4.851818
1 0 1 1	17.64409	21.93929	22.81818	22.44152	18.01933	21.13317	16.5164	20.68541	19.86013	17.81877	15.32135	4.852727
1 1 0 0	17.80378	22.0024	22.90909	22.62539	18.1528	21.2157	16.81808	20.74668	20.03125	18.06828	15.38848	4.851818
1 1 0 1	17.66079	21.97158	22.91182	22.52467	18.06123	21.17295	16.58098	20.67871	19.89722	17.86305	15.37494	4.851818
1 1 1 0	17.52063	21.74247	22.72182	22.3695	17.99343	20.85049	16.76896	20.76182	19.78416	17.77898	15.34317	4.861818
1 1 1 1	17.42811	21.55875	22.72091	22.24803	17.8486	20.49447	16.66293	20.45091	19.7801	17.57657	15.56999	4.861818
เครื่องที่												
4 3 2 1												

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.8 ผลการทำนายกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย ในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

กำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย(MW) ในแต่ละชั่วโมง												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่1	ชั่วโมงที่2	ชั่วโมงที่3	ชั่วโมงที่4	ชั่วโมงที่5	ชั่วโมงที่6	ชั่วโมงที่7	ชั่วโมงที่8	ชั่วโมงที่9	ชั่วโมงที่10	ชั่วโมงที่11	ชั่วโมงที่12
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	0	0	0	0	0	0	0	0	368.2898	353.0232	266.122	124.79
0 0 1 0	0	0	0	0	0	0	14.73577	0	490.3944	478.9041	331.8181	167.8616
0 0 1 1	0	0	0	0	0	0	44.20731	0	537.9263	437.2929	395.0095	310.1256
0 1 0 0	0.967273	0	0	0	0	0	24.00223	11.52707	424.2279	374.8624	421.3356	338.9109
0 1 0 1	0.967273	0	0	0	0	0	31.37012	11.52707	917.5429	698.2804	530.3184	373.685
0 1 1 0	0.967273	0	0	0	0	0	170.388	140.341	1101.168	1032.527	784.0129	582.0048
0 1 1 1	0.967273	0	0	0	0	0	268.8933	1644.54	1663.601	803.0277	789.9768	711.0429
1 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 0 0 1	0	0	0	0	0	0	14.73577	0	429.5807	355.8491	295.0697	172.9675
1 0 1 0	0	0	0	0	0	0	40.99851	51.00889	632.4548	224.8363	318.419	286.2276
1 0 1 1	0	0	0	0	0	0	61.9758	102.0178	779.9062	601.8594	663.9445	568.1023
1 1 0 0	0.967273	0	0	0	0	0	126.1807	89.33213	689.8832	635.2598	521.8043	373.8958
1 1 0 1	0.967273	0	0	0	0	0	170.388	140.341	726.6858	580.1689	644.4328	507.501
1 1 1 0	70.99058	6.195771	0	5.349807	0	49.92975	185.0903	364.722	1247.303	1130.895	1087.294	1079.127
1 1 1 1	442.3352	6.195771	0	7.133077	0	291.2961	229.2976	546.9647	1673.601	1691.146	1743.543	1692.802
เครื่องที่												
4 3 2 1												

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.8 (ต่อ) ผลการทำนายกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย ในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 8-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

กำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย(MW) ในแต่ละชั่วโมง												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่13	ชั่วโมงที่14	ชั่วโมงที่15	ชั่วโมงที่16	ชั่วโมงที่17	ชั่วโมงที่18	ชั่วโมงที่19	ชั่วโมงที่20	ชั่วโมงที่21	ชั่วโมงที่22	ชั่วโมงที่23	ชั่วโมงที่24
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	351.8469	448.0487	554.4527	394.4518	362.7806	401.8198	332.3688	512.8631	417.4097	412.389	143.7284	0
0 0 1 0	497.5114	532.1041	537.8223	524.8039	491.5562	510.1613	474.3702	481.6901	512.4489	528.4827	151.9888	0
0 0 1 1	470.8604	681.2148	786.0864	664.5246	458.9727	603.7279	408.4781	896.9878	630.5227	503.2375	288.6698	0
0 1 0 0	681.95	507.035	541.7255	483.4461	400.7558	430.4108	647.22	573.8974	463.0326	458.088	700	0
0 1 0 1	800.5976	1026.772	1083.704	932.9881	804.1768	916.2145	1055.23	1091.252	927.25	1286.29	357.245	0
0 1 1 0	1110.791	1180.544	1231	1162.85	1099.916	1154.639	1045.287	1089.022	1118.518	1187.674	490.0154	0
0 1 1 1	867.7867	1853.54	1863.04	1824.388	1752.58	1784.13	725.4657	1652.85	1799.89	911.685	661.9053	0
1 0 0 0	0	0	0	5.874169	0	0	0	0	0	0	0	0
1 0 0 1	399.789	500.7206	554.4527	524.9424	399.843	459.3654	350.1808	540.867	467.5507	421.5708	165.9319	0
1 0 1 0	440.2658	703.3017	666.8188	749.4034	488.9225	684.5414	263.7734	561.0196	652.4419	400.2055	257.2318	0
1 0 1 1	691.8471	914.4344	1136.333	961.6585	787.7458	870.7748	552.8914	939.347	889.0949	720.8405	553.0915	0
1 1 0 0	648.2133	756.1183	746.1412	788.9824	651.5133	743.9494	637.036	656.1036	710.3493	696.0831	273.1347	0
1 1 0 1	674.4549	898.3657	1028.738	936.9435	726.2739	838.6314	596.1476	1053.772	848.4221	698.4423	480.7619	0
1 1 1 0	1179.102	1354.204	1336.684	1334.161	1232.675	1304.748	1107.633	1217.29	1288.23	1218.339	1098.826	0
1 1 1 1	1741.268	1853.54	1861	1824.388	1723.979	1775.538	1646.796	1656.096	1800.445	1813.576	1721.157	0
เครื่องที่												
4 3 2 1												

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.9 ผลการทำนายกำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้าในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 15-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

กำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้า($) ในแต่ละชั่วโมง												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่1	ชั่วโมงที่2	ชั่วโมงที่3	ชั่วโมงที่4	ชั่วโมงที่5	ชั่วโมงที่6	ชั่วโมงที่7	ชั่วโมงที่8	ชั่วโมงที่9	ชั่วโมงที่10	ชั่วโมงที่11	ชั่วโมงที่12
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	-325.31	0	0	0	-650.61	-1626.53	-635.88	-30.14	-278.97	379.2	-258.11	2160
0 0 1 0	-325.31	0	0	0	-650.61	-1626.53	-961.18	-247.68	-419.83	241.15	-366.37	2259.57
0 0 1 1	-1951.84	0	0	0	-1301.23	-3253.07	-1922.36	-827.3	-879.93	342.25	-694.96	4472.52
0 1 0 0	-360.91	0	0	0	-721.82	-1804.54	-1034.45	357.23	-26.35	1330.73	-19.71	3890.88
0 1 0 1	-686.22	0	0	0	-1372.43	-3431.08	-1995.97	-551.94	-767.83	357.45	-525.88	3133.32
0 1 1 0	-6735.57	0	0	0	-2744.86	-4117.29	-1994.91	-1164.14	-952.3	1342.62	-706.77	5936.15
0 1 1 1	-9982.27	0	0	0	-4046.09	-6069.14	-3688.26	-2965.85	-1816.92	1608.71	-1065.18	8647.1
1 0 0 0	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58
1 0 0 1	-366.27	0	0	0	-732.54	-1831.34	-1084.07	-358.46	-533.44	142.13	-467.62	2509.84
1 0 1 0	-4011.18	0	0	0	-1465.07	-2197.61	-1299.87	-982.07	-808.29	-167.55	-850.65	1966.17
1 0 1 1	-7572.56	0	0	0	-2766.3	-4149.45	-3024.84	-2039.09	-1938.25	-460.28	-1681.34	2690.56
1 1 0 0	-3520.94	0	0	0	-1607.48	-2411.22	-1156.62	-237.15	-311.05	976.05	-278.38	3673.75
1 1 0 1	-7145.19	0	0	0	-2908.71	-4363.06	-2117.8	-1413.05	-1167.14	1126.21	-777	5923.35
1 1 1 0	-7847.17	-4216.49	-3635.89	-5090.24	-7998.95	-5090.24	-5448.39	-2204	-1941.31	937.07	-1301.46	5891.65
1 1 1 1	-11416.3	-11282.3	-11577.3	-11577.3	-11577.3	-11577.2	-8763.43	-5435.79	-4025.75	1113.52	-2080.13	8206.68
เครื่องที่												
4 3 2 1												

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.9 (ต่อ) ผลการทำนายกำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้าในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 15-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

กำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้า($) ในแต่ละชั่วโมง												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่13	ชั่วโมงที่14	ชั่วโมงที่15	ชั่วโมงที่16	ชั่วโมงที่17	ชั่วโมงที่18	ชั่วโมงที่19	ชั่วโมงที่20	ชั่วโมงที่21	ชั่วโมงที่22	ชั่วโมงที่23	ชั่วโมงที่24
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	1888.77	2096.26	1885.25	918.2	1713.12	-1159.93	423.29	-650.26	-46.23	-287.43	-325.31	-325.31
0 0 1 0	1653.12	2196.29	1924.68	883.82	1659.86	-1500.52	262.63	-819.01	-293.16	-386.17	-975.92	-325.31
0 0 1 1	3487.16	4479.52	3662.72	1657.58	3154.12	-3171.11	482.54	-1735.75	-494.8	-817.85	-1951.84	-650.61
0 1 0 0	3142.97	3770.35	3408.22	2078.49	3199.65	-1010.33	1405.06	-658.58	688.95	-155.08	-1082.73	-360.91
0 1 0 1	3119.91	3489.17	2573.56	1168.2	2563.29	-2787.85	231	-1607.73	-255.56	-789.16	-2058.65	-686.22
0 1 1 0	4526.82	5393.67	4897.83	2549.18	4221.33	-3099.67	1383.89	-2219.92	169.3	-930.67	-3293.5	-2058.65
0 1 1 1	6167.64	7172.6	6323.59	2566.45	5465.16	-4990.54	1411.24	-3913	-288.35	-1603.92	-4904.23	-4039.69
1 0 0 0	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58
1 0 0 1	1804.04	2443.03	2127.14	896.78	1813.35	-1840.26	189.52	-972.67	-446.08	-484.96	-1098.81	-366.27
1 0 1 0	1263.57	2076.85	1715.02	407.98	1275.99	-2116.75	-201.29	-1465.65	-697.65	-826.9	-1792.42	-1465.07
1 0 1 1	1811.56	2700.95	2106.46	454.36	1869.25	-4380.68	-473.88	-3048.23	-1463.92	-1752.75	-3380.28	-2766.3
1 1 0 0	2780.9	3603.87	3187.69	1735.63	2849.09	-1597.13	1007.68	-1066.6	278.73	-395.43	-1904.92	-1205.61
1 1 0 1	4480.13	5693	4808.42	2400.98	4246.75	-3517.45	1140.71	-2475.15	-21.37	-1103.45	-3498.31	-2181.53
1 1 1 0	3887.83	5581.35	4654.25	2030.13	4078.9	-4134.78	1006.73	-3403.93	-252.58	-1896.65	-5588.98	-6505.25
1 1 1 1	5470.37	6854.03	5821.07	2119.92	5565.12	-6399.55	1322.54	-6042.97	-831.38	-3614.37	-11265.2	-11531.2
เครื่องที่												
4 3 2 1												

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.10 ผลการทำนายราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย ในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 15-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

ราคาเสนอขายไฟฟ้า($/MWh)												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่1	ชั่วโมงที่2	ชั่วโมงที่3	ชั่วโมงที่4	ชั่วโมงที่5	ชั่วโมงที่6	ชั่วโมงที่7	ชั่วโมงที่8	ชั่วโมงที่9	ชั่วโมงที่10	ชั่วโมงที่11	ชั่วโมงที่12
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	7.9673	9.1436	6.1355	5.0373	5.0809	3.1573	12.5264	15.4247	15.5358	18.1502	15.9144	22.031
0 0 1 0	6.6327	8.0082	6.0018	4.9855	5.0073	2.5291	12.1636	14.7103	14.9393	17.9939	15.8913	21.7945
0 0 1 1	6.7336	8.0082	6.0009	4.9791	5.0073	2.5282	11.9973	14.4553	14.8318	17.9033	15.8908	21.7334
0 1 0 0	6.9655	8.2282	6.0018	4.9864	5.0073	2.5291	12.4827	14.8621	15.133	17.995	15.9001	21.837
0 1 0 1	6.8673	8.0127	6.0018	4.9855	5.0073	2.5291	12.4027	14.736	14.9997	17.9569	15.8927	21.7805
0 1 1 0	7.8127	7.7109	5.9609	4.9536	5.0064	2.2827	10.1409	13.9295	14.5775	17.7919	15.8907	21.6162
0 1 1 1	7.7882	7.4964	5.9064	4.9527	5.0064	2.2355	10.1345	13.5342	14.4016	17.6901	15.8896	21.43
1 0 0 0	6.7691	8.0082	6.0018	4.9855	5.0073	2.5291	12.3382	14.7161	15.0459	17.9681	15.8929	21.7114
1 0 0 1	6.6327	8.0082	6.0018	4.9855	5.0073	2.5291	12.1636	14.6752	14.9269	17.9792	15.8915	21.8003
1 0 1 0	8.1109	7.4036	5.8491	4.9527	5.0064	2.1973	10.1764	14.4685	14.73	17.9704	15.8934	21.7918
1 0 1 1	8.1073	7.1927	5.6545	4.9527	5.0036	2.0936	10.4509	13.6769	14.664	17.8495	15.8937	21.7292
1 1 0 0	7.5691	7.8645	5.9964	4.9636	5.0064	2.4745	10.4355	14.5283	14.8159	17.9591	15.8919	21.7557
1 1 0 1	7.8127	7.7109	5.9609	4.9536	5.0064	2.2827	10.1409	13.884	14.5466	17.7774	15.8901	21.6115
1 1 1 0	8.04	8.0073	5.4236	4.8909	5.2	2.3282	12.2455	13.8289	14.7335	17.7847	15.8956	21.5574
1 1 1 1	8.04	9.0845	6.19	5.1873	5.2	3.2509	12.0782	14.279	14.8218	17.6835	15.89	21.4291
เครื่องที่												
4 3 2 1												

ตาราง ข.10(ต่อ) ผลการทำนายราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย ในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 15-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

ราคาเสนอขายไฟฟ้า($/MWh)												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่13	ชั่วโมงที่14	ชั่วโมงที่15	ชั่วโมงที่16	ชั่วโมงที่17	ชั่วโมงที่18	ชั่วโมงที่19	ชั่วโมงที่20	ชั่วโมงที่21	ชั่วโมงที่22	ชั่วโมงที่23	ชั่วโมงที่24
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	20.4499	21.5136	21.1182	19.1204	20.975	12.9564	18.1424	14.3985	17.0474	15.4446	7.5182	7.1227
0 0 1 0	20.104	21.2833	20.8137	18.6944	20.7089	12.3596	18.0091	13.9303	16.9159	14.8856	6.4991	6.4645
0 0 1 1	19.9813	21.2	20.6835	18.5666	20.5863	12.2376	17.9278	13.8195	16.8273	14.766	6.4564	6.3609
0 1 0 0	20.1446	21.3404	20.8589	18.7444	20.7114	12.4049	18.0165	13.9968	16.7915	14.9765	7.0145	6.5864
0 1 0 1	20.1227	21.316	20.8193	18.6746	20.6426	12.3666	17.9565	13.932	16.8953	14.9049	6.8582	6.5091
0 1 1 0	19.7816	20.9465	20.3385	18.3598	20.3634	12.2076	17.8283	13.7289	16.8041	14.5667	6.5436	6.2391
0 1 1 1	19.7315	20.7113	20.1938	18.282	20.0931	12.1769	17.6	13.6099	16.7937	14.5023	6.5382	6.3755
1 0 0 0	20.2578	21.3201	20.7461	18.6484	20.5516	12.5554	17.9075	13.9835	16.9654	14.8987	6.8564	6.4918
1 0 0 1	20.0802	21.2786	20.8031	18.669	20.6876	12.3539	18.0032	13.9069	16.9009	14.85	6.4991	6.4645
1 0 1 0	19.9923	21.1359	20.625	18.6207	20.681	12.464	17.9776	13.8291	16.7804	14.6255	6.5391	6.3745
1 0 1 1	20.076	21.0315	20.5806	18.4558	20.6564	12.4527	17.9542	13.8734	16.8518	14.6202	6.4545	6.3464
1 1 0 0	19.9384	21.1296	20.6072	18.5492	20.6427	12.3649	17.9764	13.8244	16.8999	14.7078	6.5445	6.2782
1 1 0 1	19.7845	20.9364	20.3217	18.3317	20.3281	12.233	17.8105	13.7339	16.7582	14.5611	6.5436	6.2391
1 1 1 0	19.9402	20.9951	20.3698	18.4351	20.3447	12.4691	17.8146	13.8885	16.8075	14.5762	6.8436	6.9618
1 1 1 1	19.8815	20.8625	20.2731	18.2453	20.0767	12.4637	17.6948	13.786	16.7197	14.8745	7.6191	7.1809
เครื่องที่												
4 3 2 1												

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.11 ผลการทำนายกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย ในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 15-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

กำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย(MW) ในแต่ละชั่วโมง												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่1	ชั่วโมงที่2	ชั่วโมงที่3	ชั่วโมงที่4	ชั่วโมงที่5	ชั่วโมงที่6	ชั่วโมงที่7	ชั่วโมงที่8	ชั่วโมงที่9	ชั่วโมงที่10	ชั่วโมงที่11	ชั่วโมงที่12
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	0	0	0	0	0	0	164	308.2	211.5	442.5	179.7	472.6
0 0 1 0	0	0	0	0	0	0	164	303.3	171	531.3	192.7	532.6
0 0 1 1	0	0	0	0	0	0	328	394.6	370.2	924	438.6	1070.8
0 1 0 0	0	0	0	0	0	0	305	395.5	513.4	672.7	635.2	670.7
0 1 0 1	0	0	0	0	0	0	466	421.5	324.8	651	419.5	774.3
0 1 1 0	129.9942	0	0	0	0	0	476	550.7	639.4	1206.5	657.4	1200.3
0 1 1 1	134.8894	0	0	0	0	0	1319	389.9	929.4	1827.7	1103.2	1856.1
1 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 0 0 1	0	0	0	0	0	0	164	329.7	166	614.4	228	621
1 0 1 0	45.2168	0	0	0	0	0	628	318.9	279.9	374.7	325.8	631.7
1 0 1 1	85.9829	0	0	0	0	0	1126	412.7	527.5	774	683.3	847.8
1 1 0 0	93.8754	0	0	0	0	0	312	431.1	394.7	698.7	367.2	725.6
1 1 0 1	129.9942	0	0	0	0	0	476	529	632.5	1246.4	733	1262
1 1 1 0	157.6138	114.6817	0	0	0	0	599.1	656.5	932.2	1228.1	1174.3	1327.9
1 1 1 1	169.7858	242.7893	0	0	0	0.0018	660.1	926.6	1609.8	1833	1860.6	1857.4
เครื่องที่												
4 3 2 1												

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.11 (ต่อ) ผลการทำนายกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย ในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 15-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

กำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย(MW) ในแต่ละชั่วโมง												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่13	ชั่วโมงที่14	ชั่วโมงที่15	ชั่วโมงที่16	ชั่วโมงที่17	ชั่วโมงที่18	ชั่วโมงที่19	ชั่วโมงที่20	ชั่วโมงที่21	ชั่วโมงที่22	ชั่วโมงที่23	ชั่วโมงที่24
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	493	454.1	443.4	428.6	481.4	351.7	459	150.4	493	148.2	0	0
0 0 1 0	496.2	496.6	489.5	490.2	530.9	397	512.8	152.6	498.4	147.6	0	0
0 0 1 1	1044.7	1013.1	972.5	962.5	1060.4	838.7	974.9	270.7	996.6	244.9	0	0
0 1 0 0	637.2	630.4	621	624	680.2	631.2	663.5	375.1	652.2	475.4	0	0
0 1 0 1	948	811.1	732.1	684.8	831.1	804.7	674.6	253	989.8	210.5	0	0
0 1 1 0	1137.5	1078.1	1104.1	1116.8	1181.7	993.4	1158.1	520.3	1132	457.2	0	0
0 1 1 1	1674.3	1719.7	1748.6	1723.8	1861	1486.9	1771.1	782.7	656.98	756.8	0	0
1 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 0 0 1	581	578.3	569.5	573.4	621.6	431.2	592.3	138.6	574	154.2	0	0
1 0 1 0	548.9	613.6	601.1	545	624.6	432.9	407.1	280.3	380.3	229.8	0	0
1 0 1 1	902.4	843.7	797.9	841	894.8	806.2	788	535.1	956.5	457.4	0	0
1 1 0 0	664.6	690	678.3	651.4	706.3	571.4	676.6	308.1	667	266.9	0	0
1 1 0 1	1201	1176.6	1153.7	1161.8	1256.3	1010.6	1189.2	523.1	1193	479.2	0.0785	0
1 1 1 0	1191.8	1260.5	1254.3	1219.5	1268.6	1018.3	1184.3	961.4	1157.4	885.4	0.127	0
1 1 1 1	1756.9	1741.9	1750.8	1722.1	1843.7	1543.3	1781.6	1379.1	1673.9	1585.7	0.2381	0
เครื่องที่												
4 3 2 1												

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.12 ผลการทำนายกำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้าในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 23-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

กำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้า($) ในแต่ละชั่วโมง												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่1	ชั่วโมงที่2	ชั่วโมงที่3	ชั่วโมงที่4	ชั่วโมงที่5	ชั่วโมงที่6	ชั่วโมงที่7	ชั่วโมงที่8	ชั่วโมงที่9	ชั่วโมงที่10	ชั่วโมงที่11	ชั่วโมงที่12
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	-3124.13	-3482.71	-3578.28	-3578.34	-3570.88	-3191.65	-3578.38	-3276.24	-3470.07	-3578.38	-3313.57	-3417.53
0 0 1 0	-2868.4	-3480.35	-3578.28	-3578.34	-3570.88	-3016.83	-3578.38	-3273.07	-3467.18	-3578.38	-3313.57	-3417.53
0 0 1 1	-6296.56	-7004	-7156.63	-7156.71	-7144.58	-6347.19	-7156.75	-6560.14	-6945.48	-7156.75	-6627.14	-6836.1
0 1 0 0	-2921.32	-3650.53	-3960.81	-3964.35	-3907.48	-2982.28	-3970	-3221.44	-3585.2	-3970	-3274.23	-3453.17
0 1 0 1	-6495.36	-7232.23	-7540.14	-7543.17	-7494.4	-6480.59	-7548.37	-6544.42	-7075.86	-7548.37	-6587.8	-6903.71
0 1 1 0	-6429.5	-7206.13	-7539.35	-7542.84	-7486.23	-6420.65	-7548.37	-6515.74	-7071.48	-7548.37	-6587.8	-6871.21
0 1 1 1	-9949.45	-10766.7	-11117.5	-11121.1	-11063	-9921.83	-11126.8	-9816.79	-10551.6	-11126.8	-9901.37	-10289.3
1 0 0 0	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58
1 0 0 1	-3319.89	-3930.98	-4028.86	-4028.92	-4021.44	-3467.78	-4028.95	-3723.52	-3917.76	-4028.95	-3764.15	-3868.1
1 0 1 0	-3318.86	-3930.98	-4028.86	-4028.92	-4021.44	-3467.17	-4028.95	-3723.52	-3917.76	-4028.95	-3764.15	-3868.1
1 0 1 1	-6812.11	-7455.06	-7607.21	-7607.29	-7595.14	-6904.32	-7607.33	-7012.47	-7396.62	-7607.33	-7077.72	-7286.68
1 1 0 0	-3371.12	-4100.75	-4411.33	-4414.92	-4357.91	-3431.87	-4420.57	-3672.26	-4035.7	-4420.57	-3724.8	-3903.74
1 1 0 1	-6882.97	-7655.42	-7989.7	-7993.35	-7935.79	-6876.21	-7998.95	-6964.45	-7518.15	-7998.95	-7038.38	-7321.79
1 1 1 0	-6877.67	-7655.05	-7989.7	-7993.35	-7935.79	-6869.77	-7998.95	-6963.5	-7518.12	-7998.95	-7038.38	-7321.79
1 1 1 1	-10399.3	-11217	-11568.1	-11571.7	-11513.4	-10371.6	-11577.3	-10264	-11002.2	-11577.3	-10352	-10739.8
เครื่องที่												
4 3 2 1												

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.12 (ต่อ) ผลการทำนายกำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้าในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 23-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

กำไรที่ได้จากการขายไฟฟ้า($) ในแต่ละชั่วโมง												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่13	ชั่วโมงที่14	ชั่วโมงที่15	ชั่วโมงที่16	ชั่วโมงที่17	ชั่วโมงที่18	ชั่วโมงที่19	ชั่วโมงที่20	ชั่วโมงที่21	ชั่วโมงที่22	ชั่วโมงที่23	ชั่วโมงที่24
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	-3183.02	1445.67	3183.02	-3389.17	-3553.54	-3562.78	-3570.85	-394.16	-1840.17	-3183.02	-3570.62	-3578.38
0 0 1 0	-3183.02	1478.17	3183.02	-3354.44	-3536.82	-3554.01	-3569.93	52.57	-1822.69	-3183.02	-3569.09	-3578.38
0 0 1 1	-6366.04	2898.44	6366.04	-6764.27	-7100.75	-7123.6	-7143.43	-82.76	-3751.28	-6366.04	-7142.47	-7156.75
0 1 0 0	-3068.74	1780.39	4068.74	-3386.77	-3901.75	-3924.31	-3948.05	1055.36	-1267.89	-3068.74	-3946.75	-3970
0 1 0 1	-6251.76	2287.25	6251.76	-6816.92	-7478.32	-7502.46	-7525.77	-288.64	-3490.27	-6251.76	-7523.75	-7548.37
0 1 1 0	-6251.76	2277.72	6251.76	-6804.09	-7472.31	-7498.45	-7523.7	723.47	-3264.08	-6251.76	-7521.79	-7548.37
0 1 1 1	-9434.77	4680.58	10434.77	-10220.7	-11046.3	-11073.5	-11100.3	620.98	-5334.09	-9434.77	-11098	-11126.8
1 0 0 0	-450.58	450.58	450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58	-450.58
1 0 0 1	-3633.6	1842.87	3633.6	-3803.6	-3987.17	-4004.42	-4020.63	-89.63	-2230.88	-3633.6	-4019.69	-4028.95
1 0 1 0	-3633.6	1928.05	3633.6	-3804.33	-3987.54	-4004.42	-4020.63	-394.25	-2277.81	-3633.6	-4019.69	-4028.95
1 0 1 1	-6816.61	3390.25	6816.61	-7228.58	-7557.79	-7577.9	-7594.54	-1201.42	-4329.5	-6816.61	-7593.19	-7607.33
1 1 0 0	-3519.32	1226.79	3519.32	-3835.08	-4351.61	-4374.77	-4398.46	697.08	-1719.47	-3519.32	-4397.36	-4420.57
1 1 0 1	-6702.33	2648.28	6702.33	-7253.19	-7922.65	-7948.67	-7974.26	489.52	-3703.65	-6702.33	-7972.28	-7998.95
1 1 1 0	-6702.33	2723.35	6702.33	-7252.19	-7922.18	-7948.67	-7974.11	350.63	-3703.05	-6702.33	-7972.27	-7998.95
1 1 1 1	-9885.35	4120.17	9885.35	-10670.7	-11496.8	-11524	-11550.8	290.72	-5760.47	-9885.35	-11548.6	-11577.3
เครื่องที่												
4 3 2 1												

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.13 ผลการทำนายราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย ในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 23-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

ราคาเสนอขายไฟฟ้า($/MWh)												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่1	ชั่วโมงที่2	ชั่วโมงที่3	ชั่วโมงที่4	ชั่วโมงที่5	ชั่วโมงที่6	ชั่วโมงที่7	ชั่วโมงที่8	ชั่วโมงที่9	ชั่วโมงที่10	ชั่วโมงที่11	ชั่วโมงที่12
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	13.34	9.63	7.25	7.14	8.02	12.09	4.95	10.67	9.5	3.7	10.5	10.04
0 0 1 0	12.6	9.62	7.25	7.14	8.02	11.76	4.95	10.65	9.49	3.7	10.5	10.04
0 0 1 1	12.2	9.57	7.25	7.14	8.02	11.42	4.95	10.63	9.48	3.7	10.5	9.99
0 1 0 0	12.12	9.43	7.21	7.12	7.9	11.46	4.95	10.63	9.47	3.7	10.5	9.99
0 1 0 1	11.85	9.41	7.23	7.13	7.94	11.21	4.95	10.65	9.47	3.7	10.5	9.99
0 1 1 0	11.85	9.39	7.21	7.12	7.89	11.22	4.95	10.62	9.46	3.7	10.5	9.99
0 1 1 1	11.6	9.37	7.21	7.12	7.9	11.05	4.95	10.61	9.46	3.7	10.5	9.99
1 0 0 0	13.91	9.7	7.25	7.14	8.03	12.35	4.95	10.68	9.52	3.7	10.5	10.08
1 0 0 1	12.59	9.62	7.25	7.14	8.02	11.76	4.95	10.65	9.49	3.7	10.5	10.04
1 0 1 0	12.6	9.62	7.25	7.14	8.02	11.76	4.95	10.65	9.49	3.7	10.5	10.04
1 0 1 1	12.43	9.57	7.25	7.14	8.02	11.63	4.95	10.64	9.48	3.7	10.5	9.99
1 1 0 0	12.12	9.44	7.21	7.12	7.9	11.46	4.95	10.63	9.47	3.7	10.5	9.99
1 1 0 1	11.86	9.4	7.21	7.12	7.9	11.21	4.95	10.62	9.46	3.7	10.5	9.99
1 1 1 0	11.85	9.4	7.21	7.12	7.9	11.22	4.95	10.62	9.46	3.7	10.5	9.99
1 1 1 1	11.61	9.37	7.21	7.12	7.9	11.05	4.95	10.6	9.46	3.7	10.5	9.99
เครื่องที่												
4 3 2 1												

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.13(ต่อ) ผลการทำนายราคาไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย ในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 23-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

ราคาเสนอขายไฟฟ้า($/MWh)												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่13	ชั่วโมงที่14	ชั่วโมงที่15	ชั่วโมงที่16	ชั่วโมงที่17	ชั่วโมงที่18	ชั่วโมงที่19	ชั่วโมงที่20	ชั่วโมงที่21	ชั่วโมงที่22	ชั่วโมงที่23	ชั่วโมงที่24
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	11.01	14.86	11.01	10.29	6.99	2.23	6.71	18.14	14.17	11.01	3.25	1.92
0 0 1 0	11.01	14.81	11.01	10.22	6.95	2.21	6.71	17.68	14.1	11.01	3.24	1.92
0 0 1 1	11.01	14.8	11.01	10.17	6.93	2.2	6.71	17.51	14.02	11.01	3.24	1.92
0 1 0 0	11.01	14.81	11.01	10.18	6.92	2.19	6.7	17.7	14.07	11.01	3.23	1.92
0 1 0 1	11.01	14.81	11.01	10.16	6.92	2.18	6.7	17.64	14.12	11.01	3.23	1.92
0 1 1 0	11.01	14.79	11.01	10.15	6.91	2.19	6.7	17.35	13.98	11.01	3.23	1.92
0 1 1 1	11.01	19.76	19.42	10.12	6.9	2.19	6.7	17.99	13.9	11.01	3.23	1.92
1 0 0 0	11.01	14.88	11.01	10.35	7.02	2.25	6.72	18.22	14.18	11.01	3.26	1.92
1 0 0 1	11.01	14.81	11.01	10.23	6.95	2.21	6.71	17.65	14.1	11.01	3.24	1.92
1 0 1 0	11.01	14.81	11.01	10.23	6.95	2.21	6.71	17.71	14.1	11.01	3.24	1.92
1 0 1 1	11.01	14.81	11.01	10.2	6.94	2.21	6.71	17.47	14.13	11.01	3.24	1.92
1 1 0 0	11.01	14.8	11.01	10.18	6.92	2.19	6.7	17.6	14.07	11.01	3.23	1.92
1 1 0 1	11.01	14.79	11.01	10.15	6.91	2.19	6.7	17.35	14	11.01	3.23	1.92
1 1 1 0	11.01	14.79	11.01	10.14	6.91	2.19	6.7	17.35	13.98	11.01	3.23	1.92
1 1 1 1	11.01	14.79	11.01	10.12	6.9	2.19	6.7	17.25	13.9	11.01	3.23	1.92
เครื่องที่												
4 3 2 1												

ตาราง ข.14 ผลการทำนายกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย ในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 23-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

กำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย(MW) ในแต่ละชั่วโมง												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่1	ชั่วโมงที่2	ชั่วโมงที่3	ชั่วโมงที่4	ชั่วโมงที่5	ชั่วโมงที่6	ชั่วโมงที่7	ชั่วโมงที่8	ชั่วโมงที่9	ชั่วโมงที่10	ชั่วโมงที่11	ชั่วโมงที่12
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	99.48	106.34	0.24	0.08	18.5	123.71	0	236.94	123.99	0	230.42	171.21
0 0 1 0	212.47	111.87	0.24	0.08	18.54	256.84	0	240.5	125.9	0	230.42	171.21
0 0 1 1	264.6	162.84	0.25	0.08	27.3	353.88	0	474.21	247.17	0	460.85	358.59
0 1 0 0	269	204.24	32.6	27.45	69.68	336.83	0	384.02	264.7	0	376.89	324.83
0 1 0 1	299.82	225.24	27.57	24.5	57.1	387.92	0	583.28	371.92	0	607.31	472.06
0 1 1 0	330.11	240.87	32.04	27.07	69.3	404.34	0	610.39	376.55	0	607.31	504.12
0 1 1 1	423.65	273.42	32.74	27.52	71.08	465.74	0	833.19	494.11	0	837.73	683.42
1 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 0 0 1	212.22	112.26	0.24	0.08	18.63	256.81	0	240.42	125.99	0	230.42	171.21
1 0 1 0	212.84	112.26	0.24	0.08	18.63	257.49	0	240.42	125.99	0	230.42	171.21
1 0 1 1	220.86	160.53	0.25	0.08	27.45	256.42	0	469.5	245.37	0	460.85	358.59
1 1 0 0	269.7	204.33	32.66	27.5	69.57	337.27	0	384.03	264.78	0	376.89	324.83
1 1 0 1	325.61	240.61	32.65	27.45	70.21	404.91	0	612.01	381.23	0	607.31	504.12
1 1 1 0	330.97	241.47	32.65	27.45	70.21	405.31	0	614.04	381.37	0	607.31	504.12
1 1 1 1	422.3	273.12	32.8	27.59	71.15	466.8	0	836.57	494.11	0	837.73	683.42
เครื่องที่												
4 3 2 1												

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.14 (ต่อ) ผลการทำนายกำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย ในวันที่ 30 เมษายน 2543 โดยใช้ข้อมูลการเสนอซื้อขายไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 23-29 เมษายน 2543 เป็นข้อมูลสถิติการเสนอซื้อขายไฟฟ้าของผู้มีส่วนร่วมในตลาดรายอื่น

กำลังไฟฟ้าที่ควรเสนอขาย(MW) ในแต่ละชั่วโมง												
สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ชั่วโมงที่13	ชั่วโมงที่14	ชั่วโมงที่15	ชั่วโมงที่16	ชั่วโมงที่17	ชั่วโมงที่18	ชั่วโมงที่19	ชั่วโมงที่20	ชั่วโมงที่21	ชั่วโมงที่22	ชั่วโมงที่23	ชั่วโมงที่24
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	281.55	598.84	281.55	174.66	9.7	8.21	6.38	481.87	523.39	281.55	5.59	0
0 0 1 0	281.55	528.49	281.55	183.74	15.48	11.98	7.25	529.29	491.3	281.55	7.45	0
0 0 1 1	563.1	1139.78	563.1	358.69	21.89	17.83	11.2	1085.99	1012.03	563.1	11.7	0
0 1 0 0	428.95	693.78	428.95	324.19	21.49	17.91	11.56	667.23	648.88	428.95	12.55	0
0 1 0 1	710.5	1278.42	710.5	490.74	23.26	19.48	12.21	1040.98	1042.44	710.5	14.06	0
0 1 1 0	710.5	1223.15	710.5	496.89	25.01	20.68	13.66	1199.84	1119.91	710.5	15.11	0
0 1 1 1	992.05	1838.93	1342.23	677.42	26.77	22.96	14.55	1831	1614.92	992.05	16.09	0
1 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 0 0 1	281.55	614.82	281.55	183.85	15.52	11.95	7.14	603.73	548.43	281.55	7.35	0
1 0 1 0	281.55	528.66	281.55	183.59	15.33	11.95	7.14	534.25	489	281.55	7.35	0
1 0 1 1	563.1	1126.9	563.1	354.85	18.62	15.85	10.33	1009.82	936.38	563.1	11.56	0
1 1 0 0	428.95	695.76	428.95	324.96	21.72	18.01	11.7	691.79	650.41	428.95	12.57	0
1 1 0 1	710.5	1307.75	710.5	498.86	24.75	20.65	13.82	1261.72	1155.11	710.5	15.2	0
1 1 1 0	710.5	1224.24	710.5	500.12	25.24	20.68	13.84	1211.61	1125.88	710.5	15.23	0
1 1 1 1	992.05	1841.98	992.05	678.05	26.96	23.09	14.55	1803.64	1627.72	992.05	16.09	0
เครื่องที่												
4 3 2 1												

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวีระยุทธ วงศ์อมรชัย เกิดวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2522 ที่จังหวัดลพบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2543 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาไฟฟ้ากำลัง ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย