บทที่ 2

การสำรวจงานวิจัยที่ผ่านมา

ตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าได้มีการพัฒนาขึ้นมาเป็นเวลาหลายปีในหลายประเทศ [2,6,10,12] ทำให้มีการพัฒนาวิธีการจัดสรรกำลังการผลิตและวิธีซื้อขายไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ ขึ้นมาหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียและความเหมาะสมแตกต่างกันไป ในบทนี้จะเป็นการนำเสนอถึงวิธีการจัดสรรกำลังการผลิตไฟฟ้าที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเป็นลำดับ และตัวอย่างตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าของต่างประเทศ [2,6,10,12]

2.1 ตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าในต่างประเทศ

ตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าในต่างประเทศได้รับการพัฒนามาเป็นเวลาหลายปีแล้ว ดังเช่นที่ California, New York, New England, New Zealand, England และ Wales เป็นต้น [7] ในอดีตนั้นสินค้าหลักในตลาดมีเพียงพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น แต่ปัจจุบันได้แผ่ขยายไปสู่การประมูล หรือเสนอขายสินค้าประเภทอื่นเพิ่มมากขึ้น เช่น regulation reserve, spinning reserve, non-spinning reserve, replacement reserve ซึ่งเรียกสินค้าชนิดต่างๆ เหล่านี้ว่าเป็น บริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้า(Ancillary serviec) [5]

ประเทศนิวซีแลนด์ได้จัดตั้งตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าและได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำการจัดสรรกำลังการผลิตไฟฟ้าเรียกว่า SPD(Scheduling, Pricing, and Dispatch) ในตลาดไฟฟ้า NZEM(New Zealand Electricity Market) [8] และทำการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยโปรแกรมเชิงเส้นซึ่งสามารถพิจารณาระบบไฟฟ้าขนาดใหญ่ได้ นอกจากนี้ ตลาดดังกล่าวยังได้แบ่งช่วงเวลาใน 1 วัน ออกเป็น 48 ช่วงๆ ละ ครึ่งชั่วโมง ดังนั้น การเสนอซื้อขายสินค้าในตลาดจึงกระทำได้สำหรับ 48 ช่วงเวลาต่อวัน

ตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้า ISO-New England หรือเรียกว่า NEPOOL นั้น [12] ได้พัฒนาวิธี Hybrid dispatch [11] ซึ่งนำเอาวิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบเรียงลำดับและวิธีการจัดสรรกำลังผลิตร่วมกันเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการจัดสรรกำลังการผลิตทั้งในส่วนของพลังงานไฟฟ้าและบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าชนิดต่างๆ [11] ทั้งนี้สินค้าที่ให้มีการซื้อขายในตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าของ NEPOOL มี 7 ประเภทได้แก่

1) Energy
2) Automatic Generation Control(AGC)
3) Ten Minute Spinning Reserve(TMSR)
4) Ten Minute Non-Spinning Reserve(TMNSR)
5) Thirty Minute Operating Reserve(TMOR)
6) Operable Capability
7) Installed Capability

ซึ่งประเภทที่ 2 ถึง 7 เรียกว่าเป็น บริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้า [11,13] แต่สินค้าที่จะทำการซื้อขายกันในลักษณะ real-time นั้นมีเพียงประเภทที่ 1 ถึง 5 เท่านั้น ซึ่งการจัดสรรกำลังการผลิตของตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้านี้มีระเบียบวิธีขั้นตอนต่างๆ [11-13] ตามลำดับ ดังนี้

1) ควบคุมและจัดการให้ระบบมีความมั่นคงและความเชื่อถือได้ตลอดเวลา
2) จัดสรรกำลังการผลิตให้มีต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่ำสุด
3) จัดสรรการจ่าย AGC ควบคู่ไปกับการจัดสรร พลังงานไฟฟ้า ให้มีราคาต่ำสุด
4) จัดสรรการจ่าย TMSR ควบคู่ไปกับการจัดสรรทั้งพลังงานไฟฟ้า และ AGC โดยให้ระบบมีต้นทุนราคาค่าไฟฟ้าต่ำสุด
5) จัดสรรการจ่าย TMNSR ให้มีราคาต่ำสุด
6) จัดสรรการจ่าย TMOR ให้มีราคาต่ำสุด

สำหรับ TMNSR และ TMOR ในข้อ 5 และ 6 นั้น สามารถทำการซื้อขายแบบ bilateral หรือ long term contract ได้ จึงไม่นำมาทำการจัดสรรพร้อมกับพลังงานไฟฟ้า AGC และ TMSR [12] ตลาดดังกล่าวนี้จะทำการคำนวณการจัดสรรกำลังการผลิตทุกๆ 5 นาที โดยจะมีการทำ pre-dispatch ทุกๆ 60 นาทีด้วย [11]

สินค้าที่จัดว่าเป็นบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าซึ่งยังไม่ได้กล่าวถึงในข้างต้นได้แก่ regulation reserve(Voltage support, frequency control และ reactive power flow), replacement reserve และ blackstart ฯลฯ เหตุผลที่ไม่ได้กล่าวถึงไว้ เนื่องจากสินค้าเหล่านี้ไม่ได้ทำการซื้อขายหรือจัดสรรกันในตลาดแบบ real-time เพราะมักเป็นการทำสัญญาซื้อขายในลักษณะ long-term หรือ bilateral contract เสียเป็นส่วนใหญ่ [14] ทำให้ไม่มีการซื้อขายกันในตลาดจร(Spot market) นั่นเอง

2.2 ตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าในประเทศไทย

ตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าของประเทศไทยกำลังอยู่ระหว่างการจัดตั้ง และในขั้นต้นได้มีการกำหนดประเภทของบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าออกเป็น 5 ประเภท [22] ได้แก่

1. การควบคุมการผลิตอัตโนมัติ(AGC)
2. การควบคุมด้วยตัวบังคับ(Governor control)
3. กำลังผลิตพร้อมจ่าย(Contingency reserve)
4. กำลังรีแอคทีฟ
5. System restart

โดยมีการกำหนดความหมายของบริการต่างๆ ข้างต้นดังนี้

ระบบควบคุมการผลิตอัตโนมัติ หมายถึง ความสามารถของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในการปรับเปลี่ยนระดับกำลังผลิตได้ภายในระยะเวลาไม่เกิน 5 นาที เพื่อสามารถรักษาความถี่และเสถียรภาพของระบบ

การควบคุมด้วยตัวบังคับ หมายถึง ความสามารถของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในการเปลี่ยนระดับกำลังผลิตภายในระยะเวลา 6 ถึง 60 วินาที เพื่อสามารถรักษาความถี่ของระบบให้มีเสถียรภาพ

กำลังผลิตพร้อมจ่าย หมายถึง กำลังผลิตสำรองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่หยุดหรือเดินเครื่องอยู่ แต่สามารถเดินเครื่องขึ้นได้ภายในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที เพื่อใช้ในการปรับกำลังผลิตและรักษาสมดุลระหว่างกำลังผลิตและโหลดไฟฟ้า เพื่อให้ระบบไฟฟ้ามีความถี่อยู่ในช่วงที่เหมาะสม

กำลังรีแอคทีฟ หมายถึง ความสามารถในการดูดซับหรือจ่ายกำลังรีแอคทีฟในระบบไฟฟ้าเพื่อรักษาระดับแรงดันของระบบให้มีค่าตามที่กำหนด

System restart หมายถึง ความสามารถในการเริ่มเดินเครื่องด้วยตัวเองและผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในภาวะที่ระบบไฟฟ้าล้มเหลว กล่าวคือ กรณีที่เกิดไฟดับทั้งระบบ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดดังกล่าวต้องสามารถเดินเครื่องใหม่และผลิตไฟฟ้าเข้าสู่ระบบด้วยตัวเองได้

2.3 เทคนิควิธีการจัดสรรพลังงานไฟฟ้าและบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้า

วิธีการที่ใช้ในจัดสรรพลังงานไฟฟ้าและบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าที่จะกล่าวถึงในที่นี้มีด้วยกัน 3 วิธี [2] ได้แก่ วิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบแยกชนิดสินค้า(Merit-Order-Based dispatch) วิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบเรียงลำดับ(Sequential dispatch) และวิธีการจัดสรรกำลังผลิตร่วมกัน(Joint dispatch) ซึ่งแต่ละวิธีจะให้ผลที่แตกต่างกันไป ทั้งในแง่ของประสิทธิภาพในการคำนวณและความซับซ้อนในการกำหนดราคาสินค้าไฟฟ้าที่ใช้กันในทางปฏิบัติ ทั้งนี้ได้กำหนดระบบทดสอบขนาดเล็กที่ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 6 เครื่องเพื่อทำการจัดสรรกำลังผลิตและเปรียบเทียบให้เห็นถึงผลความแตกต่างของแต่ละวิธีการ โดยจะพิจารณาผลการซื้อขายสินค้า 2 ประเภท ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า และบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้า การคำนวณทดสอบกับระบบอย่างง่ายนี้ นอกจากจะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของผลการจัดสรรที่ได้จากแต่ละวิธี ยังจะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและความสามารถของวิธีการจัดสรรกำลังผลิตร่วมกันในการจัดสรรกำลังผลิตไฟฟ้าในตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้า เมื่อเทียบกับ 2 วิธีแรก อีกทั้งวิธีการจัดสรรกำลังผลิตร่วมกันยังสามารถรักษาความมั่นคงของระบบไฟฟ้าได้ดีอีกด้วย

2.3.1 ระบบตัวอย่างที่จะทำการจัดสรรกำลังการผลิต

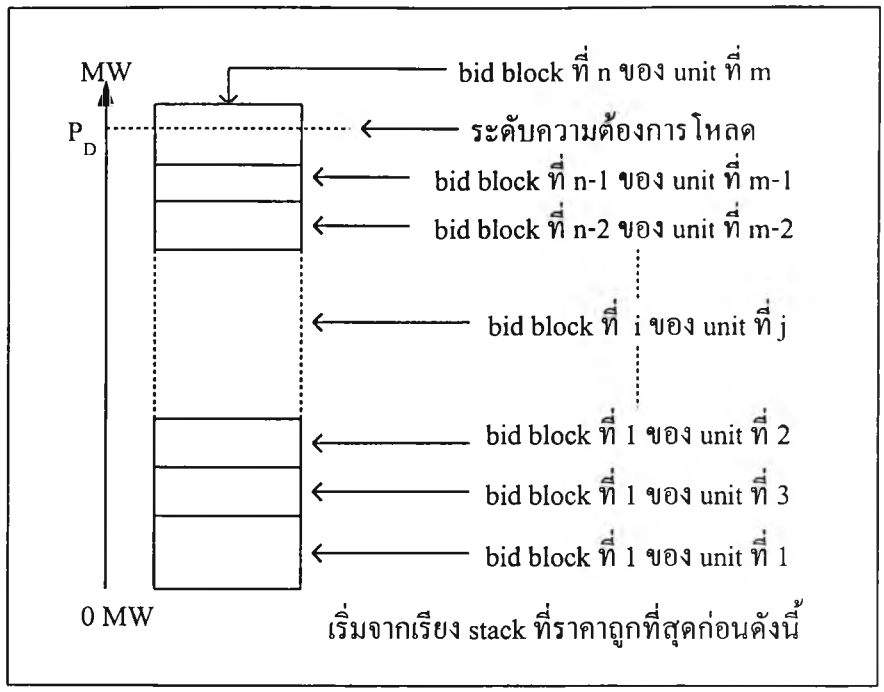
ตารางที่ 2.1 แสดงข้อมูลการเสนอราคาขายพลังงานไฟฟ้า และ บริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าด้วยระบบทดสอบที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 6 เครื่อง ซึ่งการเสนอราคาขายดังกล่าวนั้น ตลาดไฟฟ้าหลายแห่งได้อนุญาตให้ผู้ผลิตไฟฟ้าสามารถเสนอราคาขายติดลบได้ ซึ่งมีนัยสำคัญว่า พวกเขายินดีจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่ระบบไม่ว่าจะที่ราคาเท่าใด(Price taker) ทั้งนี้เพื่อให้ได้รับการคัดเลือกให้จ่ายพลังงานไฟฟ้าไม่ต่ำกว่าขีดจำกัดล่างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องนั้นๆ หรืออีกนัยหนึ่ง ระบบทดสอบนี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกเครื่องต่างต้องการได้รับการจัดสรรให้เดินเครื่องอย่างแน่นอนที่ค่าขั้นต่ำคค่าหนึ่ง ซึ่งเป็นระดับที่เรียกว่าเป็น Self Schedule MW นั่นเอง สำหรับระบบทดสอบนี้ กำหนดให้มีโหลดไฟฟ้าเท่ากับ 1040 MW และความต้องการบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าเท่ากับ 100 MW

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลระบบตัวอย่างที่ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 6 เครื่อง

เครื่อง	การเสนอขายพลังงานไฟฟ้า						การเสนอขายบริการเสริมฯ		ขนาดกำลังผลิต (MW)
	ช่วงเสนอที่ 1		ช่วงเสนอที่ 2		ช่วงเสนอที่ 3		ช่วงเสนอที่ 1		
	MW	$/MWh	MW	$/MWh	MW	$/MWh	MW	$/MWh	
A	5	-2.3	7	23	5	27	5	3.33	17
B	80	-2.6	60	26	60	28	20	2.40	200
C	70	-2.0	15	22	15	24	10	2.40	100
D	400	-2.4	60	21	60	24	50	1.12	520
E	200	-3.0	40	17	40	23	50	1.33	280
F	50	-2.4	30	27	30	29	20	2.80	110

2.3.2 วิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบแยกชนิดสินค้า [2,5]

วิธีการนี้ใช้เป็นพื้นฐานในการจัดสรรกำลังการผลิต ซึ่งตลาดไฟฟ้าจะพิจารณาสินค้าแต่ละประเภทแยกจากกันเป็นกลุ่ม(Merit-order stack) เช่น พลังงานไฟฟ้า หรือบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้า โดยแต่ละกลุ่มจะมีการกำหนดราคาและปริมาณที่ได้ทำการเสนอซื้อขายหรือกำหนดเป็นราคาประมูลในตลาดที่นำเสนอโดยสมาชิกในตลาด(Market participants) ทั้งนี้การเสนอขายพลังงานไฟฟ้า หรือบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้า จะอาศัยวิธีการจัดเรียงกลุ่ม(Stack)เป็นชั้นๆ เช่นเดียวกันหมด ยกตัวอย่างเช่น ในการพิจารณาเสนอขายพลังงานไฟฟ้าในตลาดนั้น แทนที่จะใช้เส้นโค้งแสดงราคาส่วนเพิ่ม(Incremental cost curves)สำหรับการคิดราคาต้นทุนเพื่อจัดสรรกำลังการผลิต ในทางปฏิบัติภายใต้กฎระเบียบของตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าทั่วไปจะใช้ระบบโครงสร้างราคาเป็นช่วงๆ ประจำแต่ละชั่วโมงแทน ในการจัดสรรกำลังผลิตเพื่อให้ราคาซื้อขายพลังงานไฟฟ้าในตลาดต่ำสุด วิธีการจัดสรรกำลังการผลิตดังกล่าวจะทำการจัดเรียงราคาสำหรับปริมาณไฟฟ้าที่นำเสนอเป็นกลุ่ม(Stacked bid block)โดยอาศัยราคาที่เสนอขาย(Bid-price, $/MW) และจัดเรียงจากราคาต่ำที่สุด เพิ่มต่อกันขึ้นไปเรื่อยๆ จนกระทั่งกำลังการผลิตมีค่าเพียงพอกับความต้องการโหลดของระบบ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การเรียง stacked bid block ที่ผู้ผลิตไฟฟ้าทำการเสนอขาย จากราคาต่ำสุดจนกระทั่งกำลังผลิตไฟฟ้าเพียงพอที่จะจ่ายโหลดของระบบ

วิธีดังกล่าวตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า ทั้งพลังงานไฟฟ้าและบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าไม่มีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกัน ทำให้สามารถทำการจัดสรรกำลังผลิตของสินค้าแต่ละประเภทแยกกันได้อย่างอิสระ ดังนั้นการคิดคำนวณด้วยวิธีเช่นนี้จะไม่พิจารณาขีดจำกัดของกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยตรง ทำให้ผลรวมของกำลังผลิตพลังงานไฟฟ้าและบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าที่ได้รับการจัดสรรสำหรับแต่ละรายอาจมีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าขีดจำกัดของเครื่องได้ กล่าวคือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอาจได้รับการจัดสรรให้จ่ายทั้งพลังงานไฟฟ้าและจัดกำลังผลิตสำรอง ซึ่งเมื่อรวมกำลังผลิตทั้งสองประเภทแล้วอาจมีค่าเกินกว่ากำลังผลิตของเครื่องที่จะสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ เมื่อพิจารณาระบบตัวอย่าง 6 เครื่อง พบว่า การจัดสรรกำลังการผลิตได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2.2

ค่าใช้จ่ายของพลังงานไฟฟ้าในตลาด(Energy market cost - EMC) คือ ค่าใช้จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของตลาดซึ่งเป็นผลรวมของราคาเสนอขายพลังงานไฟฟ้าคูณกับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผู้ผลิตไฟฟ้าแต่ละรายได้รับจัดสรรให้ผลิตพลังงานไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายของบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าในตลาด(Ancillary service market cost - ASMC) คือ ค่าใช้จ่ายในการผลิตบริการเสริมความมั่นคงฯ ของตลาด (คำนวณด้วยวิธีเดียวกับ EMC) ราคาพลังงานไฟฟ้า(Energy clearing price – ECP) คือ ราคาต่อหน่วย MWh ที่ตลาดรับซื้อพลังงานไฟฟ้าจากผู้ผลิต และราคาบริการเสริม

ความมั่นคงฯ (Ancillary service clearing price – ASCP) คือ ราคาต่อหน่วย MW ที่ตลาดรับซื้อบริการเสริมความมั่นคงฯ จากผู้ผลิต

ตารางที่ 2.2 ผลการจัดสรรกำลังผลิตด้วยวิธีการจัดสรรกำลังผลิตแยกชนิดสินค้า

เครื่อง	A	B	C	D	E	F
พลังงานไฟฟ้า (MWh)	12	80	100	518	280	50
บริการเสริมฯ (MW)	0	0	0	50	50	0
ค่าใช้จ่ายของพลังงานในตลาด(EMC)				$3063.50		
ค่าใช้จ่ายของบริการเสริมความมั่นคงฯในตลาด(ASMC)				$122.50		
ราคาพลังงานไฟฟ้า(ECP)				$24/MWh		
ราคาบริการเสริมความมั่นคงฯ (ASCP)				$1.33/MW		

ผลลัพธ์ในตาราง 2.2 แสดงให้เห็นได้ว่า วิธีการดังกล่าวนี้ ไม่สามารถจัดการกับข้อจำกัดในเรื่องของขีดจำกัดของกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ ดังจะเห็นจากผลการจัดสรรกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า D และ E เมื่อพิจารณาเครื่อง D พบว่า ได้รับการจัดสรรให้จ่ายพลังงานไฟฟ้าจำนวน 518 MW และให้ทำหน้าที่บริการเสริมความมั่นคงจำนวน 50 MW ซึ่งเมื่อรวมกำลังผลิตทั้งสองประเภทแล้ว พบว่ามีค่าเกินกว่าขนาดกำลังผลิตของเครื่อง D ที่มีอยู่เพียง 520 MW เท่านั้น (ตารางที่ 2.1) กรณีผลลัพธ์ของเครื่อง E สามารถอธิบายได้ทำนองเดียวกัน

2.3.3 วิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบเรียงลำดับ [2,5]

วิธีการนี้เป็นการเพิ่มความสามารถในการจัดสรรกำลังผลิตแบบแยกชนิดสินค้า ให้สามารถจัดการกับการจัดสรรกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อให้สามารถจ่ายทั้งพลังงานไฟฟ้า และบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าได้โดยไม่เกินขีดจำกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า วิธีการนี้จะทำการจัดลำดับความสำคัญและความเหมาะสมก่อนหลัง สำหรับการคัดเลือกสินค้าแต่ละประเภทในการจัดสรรกำลังการผลิตไฟฟ้า กล่าวคือ แทนที่จะจัดสรรพลังงานไฟฟ้าและบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าแยกออกจากกันเช่นวิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบแยกชนิดสินค้า วิธีนี้จะรวมเอาความสัมพันธ์ของสินค้าทั้งสองประเภทเข้ามาคิดหรือจัดสรรพร้อมๆ กัน เพื่อป้องกันไม่ให้ผลรวมของทั้งพลังงานไฟฟ้า และบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้า มีค่าเกินกว่าค่าขีดจำกัดของกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ตารางที่ 2.3 แสดงการจัดสรรกำลังผลิตของระบบทดสอบที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.1 ด้วยวิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบเรียงลำดับ ซึ่งทำการจัดสรรบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าก่อน จากนั้นจึงทำการจัดสรรพลังงานไฟฟ้า

ตารางที่ 2.3 ผลการจัดสรรกำลังผลิตด้วยวิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบเรียงลำดับ

เครื่อง	A	B	C	D	E	F
พลังงานไฟฟ้า (MWh)	17	143	100	470	230	80
บริการเสริมฯ (MW)	0	0	0	50	50	0
EMC	$3410.50		ASMC		$122.5	
ECP	$28/MWh		ASCP		$1.33/MW	

เมื่อเปรียบเทียบถึงผลและความแตกต่างของวิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบเรียงลำดับ และวิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบแยกชนิดสินค้า พบว่า วิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบเรียงลำดับนี้จะมีความรัดกุมมากกว่า เนื่องจากคำนึงถึงผลของขีดจำกัดของกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วย แต่ขณะเดียวกันก็จะพบว่า ราคาค่าไฟฟ้าของพลังงานไฟฟ้า ในกรณีนี้จะสูงขึ้นกว่ากรณีวิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบแยกชนิดสินค้า ทั้งนี้เพราะศูนย์ควบคุมอิสระจำเป็นต้องเลือกให้เครื่องที่เสนอราคาสูงกว่าเข้ามาจ่ายพลังงานไฟฟ้าแทนเครื่องที่มีราคาต่ำกว่าแต่มีค่าผลรวมของพลังงานไฟฟ้าและบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าสูงเกินค่าพิกัดกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ถ้าหากทำการสลับลำดับของการจัดสรรกำลังผลิต เช่น ให้ทำการจัดสรรพลังงานไฟฟ้าก่อน แล้วจึงทำการจัดสรรบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้า หรือทำการจัดสรรบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าก่อน แล้วจึงจัดสรรพลังงานไฟฟ้า จะให้ผลตอบของระบบเปลี่ยนแปลงไปด้วย นั่นคือ การสลับลำดับในการจัดสรรกำลังผลิตด้วยวิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบเรียงลำดับนี้ให้ผลตอบไม่คงที่ ดังนั้น ถึงแม้ว่าวิธีการนี้จะพัฒนาขึ้นอีกขั้นหนึ่งจากวิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบแยกชนิดสินค้า แต่วิธีนี้ยังไม่สามารถจะจัดการกับผลของการเชื่อมโยงกันระหว่างสินค้าแต่ละประเภทได้ดีเพียงพอ เพราะผลลัพธ์จะขึ้นอยู่กับลำดับในการจัดสรรกำลังผลิตสินค้าไฟฟ้าแต่ละประเภท

2.3.4 วิธีการจัดสรรกำลังผลิตร่วมกัน [2,5]

เมื่อตลาดไฟฟ้ามีรูปแบบหรือประเภทสินค้าหลายชนิดที่มีความเชื่อมโยงกัน วิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบแยกชนิดสินค้า หรือวิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบเรียงลำดับไม่สามารถจัดการกับการ

จัดสรรกำลังผลิตไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังจะเห็นจากผลลัพธ์ของการจัดสรรด้วย 2 วิธีดังกล่าวในตารางที่ 2.2 และ 2.3

วิธีการจัดสรรกำลังผลิตร่วมกันนี้เป็นการสังเคราะห์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของการหาผลตอบที่เหมาะสมที่สุดของระบบที่มีเงื่อนไขข้อจำกัด(Constrained optimization)ชนิดโปรแกรมเชิงเส้น และด้วยวิธีการดังกล่าวนี้ ปัญหาข้อจำกัดต่างๆ เช่น การเชื่อมโยงกำลังผลิตของสินค้าไฟฟ้าแต่ละชนิด และความสามารถในการเพิ่มและลดกำลังผลิตในแต่ละชั่วโมงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะถูกนำมาพิจารณาอย่างชัดเจน ด้วยวิธีการที่แน่นอนตายตัว วิธีการนี้จะจัดสรรกำลังผลิตทั้งพลังงานไฟฟ้า และบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าชนิดต่างๆ ให้ได้ผลลัพธ์หรือจุดทำงานที่เหมาะสมที่สุดคือ จุดที่ระบบมีค่าใช้จ่ายของสินค้าทั้งหมดในตลาดมีค่าต่ำที่สุด ขณะที่ข้อจำกัดที่จำเป็นสำหรับความมั่นคงของระบบได้รับการพิจารณาในระหว่างกระบวนการของการหาผลตอบที่เหมาะสมด้วย

ตารางที่ 2.4 ผลการจัดสรรกำลังผลิตด้วยวิธีการจัดสรรกำลังผลิตร่วมกัน

เครื่อง	A	B	C	D	E	F
พลังงานไฟฟ้า (MWh)	12	133	100	470	275	50
บริการเสริมฯ (MW)	5	20	0	50	5	20
EMC	$3174.50		ASMC		$183.30	
ECP	$26/MWh		ASCP		$4.33/MW	

ตารางที่ 2.4 แสดงผลของการจัดสรรกำลังผลิตด้วยวิธีการจัดสรรกำลังผลิตร่วมกัน พบว่าผลที่ได้สอดคล้องกับข้อจำกัดในเรื่องขีดจำกัดในการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อีกทั้งยังสามารถจัดสรรสัดส่วนของกำลังผลิตพลังงานไฟฟ้าและบริการเสริมความมั่นคงที่เหมาะสมตามกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีอยู่จำกัดได้เป็นอย่างดี โดยที่ราคาพลังงานไฟฟ้า(ECP) และราคาบริกาเสริมความมั่นคง(ASCP) คือค่าตัวคูณลากรองจ์(Lagrange multiplier)ที่ใช้ในการเชื่อมโยงเงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ เข้าด้วยกัน นอกจากนี้ วิธีการนี้ยังสามารถให้ข้อมูลที่ดีเพียงพอสำหรับการประเมินหรือคาดการณ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงหรือการรบกวนระบบได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เช่น การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนผลิตไฟฟ้าทั้งหมดของระบบ ฯลฯ ทั้งนี้ก็เพื่อใช้เป็นตัวแปรในการตัดสินใจปรับเปลี่ยนให้ระบบสอดคล้องกับเงื่อนไขต่างๆ ของระบบ(System constraint requirements)ที่เปลี่ยนแปลงไปได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบถึงผลจากตารางที่ 2.3 และ 2.4 พบว่า ถึงแม้ว่าราคาของบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าที่คำนวณด้วยวิธีการจัดสรรกำลังผลิตร่วมกัน($4.33/MW)จะสูงกว่าวิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบเรียงลำดับ($1.33/MW) แต่ราคาพลังงานไฟฟ้าจะต่ำกว่า(เท่ากับ $26/MWh เทียบกับ $28/MWh) และเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนรวมทั้งหมด(ทั้งค่าพลังงานไฟฟ้า และบริการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้า) พบว่า วิธีการจัดสรรกำลังผลิตร่วมกันมีต้นทุนผลิตไฟฟ้ารวมเท่ากับ $3174.5 + $183.30 = $3357.8 จะต่ำกว่าวิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบเรียงลำดับซึ่งมีต้นทุนผลิตไฟฟ้ารวมเท่ากับ $3410.5 + $122.5 = $3533 มาก นั่นหมายถึงความคุ้มค่าและประหยัดของระบบโดยรวม ซึ่งเป็นข้อพิสูจน์ถึงประสิทธิภาพและความสามารถในการจัดสรรกำลังผลิตของวิธีการจัดสรรกำลังผลิตร่วมกันได้ระดับหนึ่ง