บทที่ 6

ผลการทดสอบ

ในบทนี้จะเป็นการแสดงผลการทดสอบ และการวิเคราะห์ผลที่ได้ โดยตอนต้นของบทจะเป็นการแสดงผลการทดสอบการจัดสรรกำลังการผลิต การคำนวณราคาไฟฟ้าทั้งแบบโนด และแบบโซน โดยระบบบทดสอบที่นำมาใช้คือ ระบบ 9 บัส และระบบ 30 บัส ตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อการศึกษาความแตกต่างของราคาโนดและผลการจัดสรรกำลังการผลิต ซึ่งสาเหตุหนึ่งเกิดจากความแออัดที่เกิดขึ้นในระบบ ดังนั้นในการทดสอบของแต่ละระบบจะทดสอบทั้งกรณีที่ระบบเกิด และไม่เกิดความแออัดขึ้น

การเปรียบเทียบผลในส่วนของการจัดสรรกำลังการผลิต และราคาไฟฟ้าแบบโนดจะได้นำเสนอพร้อมกัน เนื่องจากราคาไฟฟ้าโนดสามารถคำนวณได้พร้อมกับผลการจัดสรรกำลังการผลิต โดยในแต่ละกรณีได้เปรียบเทียบวิธีการจัดสรรกำลังการผลิตดังที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 3 คือ

1) การจัดสรรกำลังการผลิตที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป
2) การจัดสรรกำลังการผลิตที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป
3) การจัดสรรกำลังการผลิตที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
   โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง
4) การจัดสรรกำลังการผลิตที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
   โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

โดยผลที่นำมาเปรียบเทียบได้แก่ ปริมาณไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายได้รับการจัดสรร ปริมาณไฟฟ้าที่ผู้จ่ายไฟฟ้าแต่ละรายได้จัดสรร ราคาไฟฟ้าแบบโนดประจำแต่ละบัส ปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดที่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับการจัดสรร ปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดที่ผู้จ่ายไฟฟ้าได้จัดสรร ผลประโยชน์รวมของทั้งระบบโดยทั่วไป ผลประโยชน์รวมของทั้งระบบโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า และ ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้จ่ายไฟฟ้า

ส่วนผลการทดสอบในส่วนของราคาไฟฟ้าโซน จะได้นำเสนอแยกในส่วนหลัง เนื่องจากราคาไฟฟ้าแบบโซนสามารถคำนวณได้จากราคาไฟฟ้าแบบโนด และผลการแบ่งกลุ่มบัสที่เหมาะสมดังที่ได้กล่าวในบทที่ 4 จากนั้นจะเป็นการแสดงตัวอย่างการคำนวณราคาค่าใช้สายส่งซึ่งเป็นต้นทุนในส่วนของ Embedded cost ของระบบสายส่ง

ในตอนท้ายจะได้แสดงการเปรียบเทียบผลการจัดสรรกำลังการผลิตที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป กับ ผลการจัดสรรกำลังการผลิตตามวิธีการที่กำหนดไว้ในร่างกฎตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้า [2] และ จากโปรแกรม MATPOWER ซึ่งเป็นโปรแกรมการคำนวณการไหลของ

กำลังไฟฟ้า และ การคำนวณออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ ที่ถูกพัฒนาโดย Power Systems Engineering Research Center (PSERC), Cornell University [32]

หัวข้อการนำเสนอในบทนี้สามารถแสดงได้ดังนี้

6.1 การทดสอบการจัดสรรกำลังการผลิตด้วยระบบทดสอบ 9 บัส

6.2 การทดสอบการจัดสรรกำลังการผลิตด้วยระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 30 บัส

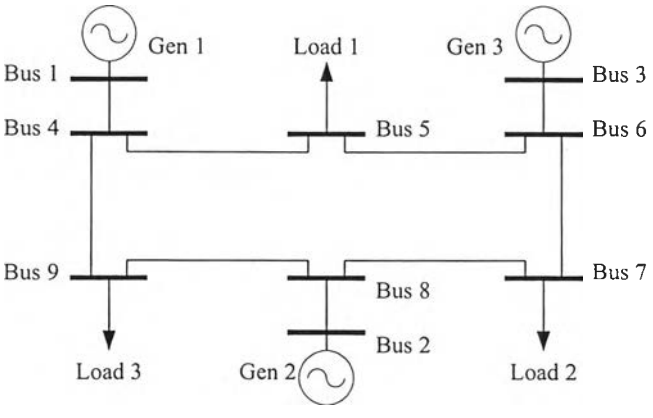
6.3 การทดสอบการคำนวณราคาไฟฟ้าแบบโซน

6.4 การทดสอบการคำนวณราคาค่าใช้สายส่ง

6.5 การเปรียบเทียบผลการจัดสรรกำลังการผลิตกับการคำนวณแบบอื่นๆ

6.1 การทดสอบการจัดสรรกำลังการผลิตด้วยระบบทดสอบขนาด 9 บัส

ระบบทดสอบที่ใช้นี้เป็นระบบ 9 บัส ซึ่งประกอบไปด้วย บัสที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 บัส บัสที่มีโหลด 3 บัส และ สายส่งจำนวน 9 เส้น ดังแสดงในรูปที่ 6.1 โดยข้อมูลของบัส ข้อมูลของระบบสายส่ง เป็นข้อมูลที่ได้จากระบบทดสอบเดิมดังแสดงในภาคผนวก ก ส่วนข้อมูลของโหลดและข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบถูกแทนด้วยข้อมูลการเสนอซื้อ และข้อมูลการเสนอขาย ตามลำดับ ซึ่งแสดงในภาคผนวก ข โดยการกำหนดข้อมูลการเสนอซื้อ และข้อมูลการเสนอนี้ ถูกกำหนดให้มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลโหลด ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และข้อมูลต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของเครื่องไฟฟ้า ซึ่งเป็นข้อมูลเดิมของระบบทดสอบ ในการทดสอบนี้ สายส่งที่กำหนดให้เกิดความแออัดคือ สายส่งเส้นที่ 2 ซึ่งเชื่อมบัส 4 และ บัส 5 ด้วยพิกัด 35 MW



รูปที่ 6.1 ระบบทดสอบขนาด 9 บัส

6.1.1 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาโนด กรณีที่ระบบส่งไม่มีความแออัด

1) การจัดสรรกำลังการผลิตที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

ตารางที่ 6.1 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	50.000	7.958
2	0.000	70.000	7.943
3	0.000	26.077	8.000
4	0.000	0.000	7.957
5	50.000	0.000	8.058
6	0.000	0.000	8.000
7	80.000	0.000	8.028
8	0.000	0.000	7.944
9	15.253	0.000	7.972

2) การจัดสรรกำลังการผลิตที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

ตารางที่ 6.2 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	50.000	7.976
2	0.000	70.000	7.952
3	0.000	30.814	8.000
4	0.000	0.000	7.975
5	50.000	0.000	8.071
6	0.000	0.000	8.000
7	80.000	0.000	8.032
8	0.000	0.000	7.952
9	20.000	0.000	7.993

3) การจัดสรรกำลังการผลิตที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

ตารางที่ 6.3 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	50.000	8.000
2	0.000	70.000	8.000
3	0.000	26.077	8.000
4	0.000	0.000	8.000
5	50.000	0.000	8.000
6	0.000	0.000	8.000
7	80.000	0.000	8.000
8	0.000	0.000	8.000
9	15.253	0.000	8.000

4) การจัดสรรกำลังการผลิตที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

ตารางที่ 6.4 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	50.000	8.000
2	0.000	70.000	8.000
3	0.000	26.720	8.000
4	0.000	0.000	8.000
5	50.000	0.000	8.000
6	0.000	0.000	8.000
7	80.000	0.000	8.000
8	0.000	0.000	8.000
9	15.898	0.000	8.000

ตารางที่ 6.5 ผลการจัดสรรกำลังการผลิตทั้งหมด และ ผลทางด้านการเงิน

การเปรียบเทียบ	การจัดสรรกำลังการผลิตโดยทั่วไป		การจัดสรรกำลังการผลิตโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง	
	กรณีที่ 1 ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า	กรณีที่ 2 มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า	กรณีที่ 3 ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า	กรณีที่ 4 มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
การใช้ไฟฟ้า (MW)	145.253	150.000	145.253	145.898
การจ่ายไฟฟ้า (MW)	146.077	150.814	146.077	146.720
ผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไป ($/h)	903.409	903.491	903.409	903.426
ผลประโยชน์รวมของระบบดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง ($/h	899.246	899.415	910.000	910.000
ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ($/MWh)	7.958	7.970	8.000	8.000
ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้จ่ายไฟฟ้า ($/MWh)	8.032	8.040	8.000	8.000

จากตารางที่ 6.1 ถึง 6.5 สามารถสรุปผลการจัดสรรกำลังการผลิตได้ดังนี้

ผลของความยืดหยุ่นในการใช้ไฟฟ้า :

โดยการเปรียบเทียบกรณีที่ 1 กับกรณีที่ 2 และ กรณีที่ 3 กับกรณีที่ 4 จะพบว่าการมีความยืดหยุ่นในการใช้ไฟฟ้าทำให้ปริมาณไฟฟ้าที่จัดสรรมีปริมาณเพิ่มขึ้น ผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไปในกรณีที่ 2 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 และ ผลประโยชน์รวมของระบบโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงในกรณีที่ 4 เท่ากับกรณีที่ 3 ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ดังนี้

การที่ผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไปในกรณีที่ 2 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 หากพิจารณาจากปริมาณการจัดสรรกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นจะพบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ระหว่างกราฟการเสนอซื้อ และกราฟการเสนอขายแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้คำนวณผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไปดังสมการที่ (3.21) ซึ่งความหมายที่แท้จริงไม่ได้มีความหมายเป็นพื้นที่ระหว่างกราฟ แต่มีความหมาย คือ พื้นที่ใต้กราฟการเสนอซื้อทั้งหมดที่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับการจัดสรร ลบด้วยพื้นที่การเสนอขายทั้งหมดที่ผู้จ่ายไฟฟ้าได้จัดสรร ซึ่งในส่วนพื้นที่การเสนอขายทั้งหมดนี้เอง มีค่ารวมไปถึงกำลังสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบส่งด้วย ดังนั้นการที่ผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไปในกรณีที่ 2 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เป็นผลมาจากกำลังสูญเสียลดลงนั่นเอง คือ ลดลงจาก 0.824 MW (146.077-145.253) เป็น 0.814 MW (150.814-150.000)

ส่วนการที่ผลประโยชน์รวมของระบบโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงในกรณีที่ 3 เท่ากับกรณีที่ 4 สามารถอธิบายได้ว่า แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงการจัดสรรกำลังการผลิตที่บัสการเปลี่ยนแปลงสุดท้าย (Marginal bus) ของทั้งฝ่ายผู้ใช้ และผู้จ่ายไฟฟ้า แต่จะพบว่าราคาไฟฟ้าโนดของทุกบัสในกรณีทั้งสองมีค่าเท่ากับ 8 $/MWh ซึ่งเท่ากับราคาเสนอซื้อ และเสนอขาย ดังนั้นในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตซึ่งเป็นผลจากความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า จึงไม่ส่งผลต่อผลประโยชน์รวมของระบบที่พิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

โดยสาเหตุที่ราคาไฟฟ้าโนดของทุกบัสมีค่าเท่ากับ 8 $/MWh สามารถอธิบายได้โดยสมการราคาโนด (4.23) (4.29) และ (4.34) ซึ่งจะพบว่าราคาไฟฟ้าโนดเริ่มต้นคือ MCP มีค่าเท่ากับ 8 $/MWh (ข้อมูลการเสนอซื้อและเสนอขายสามารถดูได้จากภาคผนวก ข) และ แลมบ์ดาในกรณีนี้มีค่าเท่ากับศูนย์ เนื่องจาก ผลการจัดสรรที่ได้ไม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงผลประโยชน์ของผู้ผลิตไฟฟ้า (กรณีที่ระบบไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า) หรือ ของทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้ไฟฟ้า (กรณีที่ระบบมีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า) เพราะผู้ใช้และผู้ผลิตไฟฟ้าที่ทำหน้าที่รับผิดชอบการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าหน่วยสุดท้ายมีราคาการเสนอซื้อและเสนอขายเท่ากับ 8 $/MWh เช่นกัน ซึ่งส่งผลให้ค่าชาร์ตกำลังสูญเสียมีค่าเท่ากับศูนย์ด้วย ส่วนค่าชาร์ตความแออัดไม่เกิดขึ้นในกรณีนี้เนื่องจากไม่มีสายส่งเส้นใดเกิดความแออัดขึ้น

ผลของการพิจารณาราคาไฟฟ้าจริง ในการจัดสรรกำลังการผลิต :

โดยการเปรียบเทียบกรณีที่ 1 กับกรณีที่ 3 และ กรณีที่ 2 กับกรณีที่ 4 จะพบว่าในกรณีที่ระบบไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า ปริมาณการจัดสรรกำลังการผลิตการใช้และการจ่ายไฟฟ้าจะเท่ากัน คือ 145.253 MW และ 146.077 MW ตามลำดับ รวมทั้งปริมาณการจัดสรรกำลังการผลิตของแต่ละบัสด้วย ในขณะที่กรณีระบบมีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า ปริมาณการจัดสรรกำลังการผลิตจะลดลง อย่างไรก็ตาม ผลประโยชน์รวมของระบบโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงจะมีค่าเพิ่มขึ้นทั้งกรณีที่ระบบมี และ ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า

6.1.2 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาโนด กรณีที่ระบบส่งมีความแออัด

1) การจัดสรรกำลังการผลิตที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

ตารางที่ 6.6 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	39.234	5.000
2	0.000	70.000	6.736
3	0.000	36.819	8.000
4	0.000	0.000	4.999
5	50.000	0.000	9.330
6	0.000	0.000	8.001
7	80.000	0.000	7.312
8	0.000	0.000	6.736
9	15.253	0.000	5.607

2) การจัดสรรกำลังการผลิตที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

ตารางที่ 6.7 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	43.033	5.000
2	0.000	70.000	6.738
3	0.000	37.774	8.000
4	0.000	0.000	4.999
5	50.000	0.000	9.331
6	0.000	0.000	8.001
7	80.000	0.000	7.313
8	0.000	0.000	6.738
9	20.000	0.000	5.611

3) การจัดสรรกำลังการผลิตที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

ตารางที่ 6.8 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	20.978	5.000
2	0.000	70.000	6.778
3	0.000	55.185	8.000
4	0.000	0.000	5.000
5	50.000	0.000	9.234
6	0.000	0.000	8.001
7	80.000	0.000	7.276
8	0.000	0.000	6.778
9	15.253	0.000	5.599

4) การจัดสรรกำลังการผลิตที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

ตารางที่ 6.9 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	14.631	5.000
2	0.000	70.000	6.778
3	0.000	66.435	8.000
4	0.000	0.000	5.000
5	50.000	0.000	9.234
6	0.000	0.000	8.001
7	80.000	0.000	7.276
8	0.000	0.000	6.778
9	20.000	0.000	5.597

ตารางที่ 6.10 ผลการจัดสรรกำลังการผลิตทั้งหมด และ ผลทางด้านการเงิน

การเปรียบเทียบ	การจัดสรรกำลังการผลิตโดยทั่วไป		การจัดสรรกำลังการผลิตโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง	
	กรณีที่ 1 ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า	กรณีที่ 2 มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า	กรณีที่ 3 ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า	กรณีที่ 4 มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
การใช้ไฟฟ้า (MW)	145.253	150.000	145.253	150.000
การจ่ายไฟฟ้า (MW)	146.053	150.806	146.164	151.066
ผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไป ($/h)	871.303	882.648	815.648	795.368
ผลประโยชน์รวมของระบบดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง ($/h	696.581	707.857	707.310	718.734
ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ($/MWh)	6.588	6.558	6.984	7.143
ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้จ่ายไฟฟ้า ($/MWh)	7.828	7.759	7.774	7.705

จากตารางที่ 6.6 ถึง 6.10 สามารถสรุปผลการจัดสรรกำลังการผลิตได้ดังนี้

ผลของความยืดหยุ่นในการใช้ไฟฟ้า :

โดยการเปรียบเทียบกรณีที่ 1 กับกรณีที่ 2 และ กรณีที่ 3 กับกรณีที่ 4 จะพบว่าการมีความยืดหยุ่นในการใช้ไฟฟ้าทำให้ปริมาณไฟฟ้าที่จัดสรรมีปริมาณเพิ่มขึ้น ผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไปในกรณีที่ 2 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 และ ผลประโยชน์รวมของระบบโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงในกรณีที่ 4 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 3 ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ดังนี้

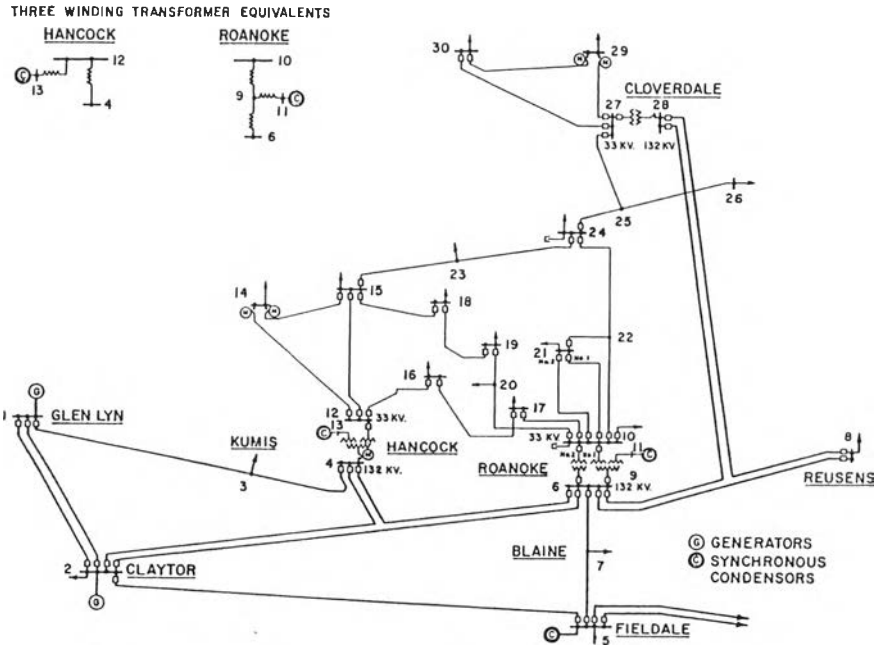
การที่ผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไปในกรณีที่ 2 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 สาเหตุคือพื้นที่ระหว่างกราฟการเสนอซื้อ และกราฟการเสนอขายได้มีการเปลี่ยนแปลงไป ทำให้พื้นที่รวมทั้งหมดมากขึ้นกว่ากรณีที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า ส่วนการที่ผลประโยชน์รวมของระบบโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงในกรณีที่ 4 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 3 สามารถอธิบายได้ในลักษณะเดียวกันคือ ผลประโยชน์ของผู้ใช้ไฟฟ้าบวกกับผลประโยชน์ของผู้จ่ายไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น

ผลของการพิจารณาราคาไฟฟ้าจริง ในการจัดสรรกำลังการผลิต :

โดยการเปรียบเทียบกรณีที่ 1 กับกรณีที่ 3 และ กรณีที่ 2 กับกรณีที่ 4 จะพบว่าทั้งกรณีที่ระบบ มี และ ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า เมื่อทำการจัดสรรกำลังผลิตโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ได้รับการจัดสรรจะไม่แตกต่างจากการจัดสรรกำลังผลิตโดยทั่วไป ทั้งในกรณีที่ มี และ ไม่มี ความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า แต่ปริมาณการจ่ายไฟฟ้าของบัสที่เป็นบัสผลิตไฟฟ้าสุดท้าย (บัส 1 และ บัส 3) จะเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งปริมาณการจ่ายไฟฟ้าทั้งหมดด้วย อย่างไรก็ตาม ผลประโยชน์รวมของระบบโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงจะมีค่าเพิ่มขึ้นทั้งกรณีที่ระบบมี และ ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า

6.2 การทดสอบการจัดสรรกำลังการผลิตด้วยระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 30 บัส

ระบบทดสอบที่ใช้นี้เป็นระบบทดสอบ IEEE 30 บัส ซึ่งประกอบไปด้วย บัสที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 6 บัส บัสที่มีโหลด 21 บัส และ สายส่งจำนวน 41 เส้น ดังแสดงในรูปที่ 6.2 โดยข้อมูลของบัส ข้อมูลของระบบสายส่ง เป็นข้อมูลที่ได้จากระบบทดสอบเดิม ส่วนข้อมูลของโหลด และข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบถูกแทนด้วยข้อมูลการเสนอซื้อ และข้อมูลการเสนอขาย ตามลำดับ โดยการกำหนดข้อมูลการเสนอซื้อ และข้อมูลการเสนอขายนี้ ถูกกำหนดให้มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลโหลด ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และข้อมูลต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของเครื่องไฟฟ้า ซึ่งเป็นข้อมูลเดิมของระบบทดสอบ ในการทดสอบนี้ สายส่งที่กำหนดให้เกิดความแออัดคือ สายส่งเส้นที่ 2 ซึ่งเชื่อมบัส 1 และ บัส 3 ด้วยพิกัด 30 MW



รูปที่ 6.2 ระบบทดสอบ IEEE ขนาด 30 บัส

6.2.1 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาโนด กรณีที่ระบบส่งไม่มีความแออัด

1) การจัดสรรกำลังการผลิตที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

ตารางที่ 6.11 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	120.000	6.674
2	30.000	50.000	6.850
3	5.000	0.000	6.920
4	20.000	0.000	6.983
5	80.000	35.000	7.155
6	0.000	0.000	7.032
7	40.000	0.000	7.170
8	20.000	42.346	7.000
9	0.000	0.000	7.039
10	20.000	0.000	7.042
11	0.000	70.000	7.039
12	30.000	0.000	6.893
13	0.000	70.000	6.891
14	10.000	0.000	7.061
15	10.000	0.000	7.114
16	0.000	0.000	6.998
17	20.000	0.000	7.087
18	5.000	0.000	7.212
19	10.000	0.000	7.230
20	5.000	0.000	7.196
21	20.000	0.000	7.138
22	0.000	0.000	7.141
23	5.000	0.000	7.252
24	20.000	0.000	7.348
25	0.000	0.000	7.333
26	5.000	0.000	7.514
27	0.000	0.000	7.241
28	0.000	0.000	7.096
29	5.000	0.000	7.640
30	20.000	0.000	7.908

2) การจัดสรรกำลังการผลิตที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

ตารางที่ 6.12 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	120.000	6.067
2	30.000	50.000	6.226
3	5.000	0.000	6.292
4	20.000	0.000	6.350
5	80.000	35.000	6.494
6	0.000	0.000	6.396
7	32.810	0.000	6.500
8	20.000	35.000	6.377
9	0.000	0.000	6.402
10	20.000	0.000	6.404
11	0.000	70.000	6.402
12	30.000	0.000	6.268
13	0.000	70.000	6.267
14	10.000	0.000	6.421
15	10.000	0.000	6.470
16	0.000	0.000	6.364
17	20.000	0.000	6.445
18	5.000	0.000	6.559
19	10.000	0.000	6.575
20	5.000	0.000	6.544
21	20.000	0.000	6.492
22	0.000	0.000	6.495
23	5.000	0.000	6.595
24	20.000	0.000	6.684
25	0.000	0.000	6.671
26	5.000	0.000	6.836
27	0.000	0.000	6.588
28	0.000	0.000	6.456
29	5.000	0.000	6.951
30	20.000	0.000	7.194

3) การจัดสรรกำลังการผลิตที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

ตารางที่ 6.13 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	120.000	6.977
2	30.000	50.000	6.989
3	5.000	0.000	6.994
4	20.000	0.000	6.999
5	80.000	35.000	7.011
6	0.000	0.000	7.002
7	40.000	0.000	7.012
8	20.000	42.346	7.000
9	0.000	0.000	7.003
10	20.000	0.000	7.003
11	0.000	70.000	7.003
12	30.000	0.000	6.992
13	0.000	70.000	6.992
14	10.000	0.000	7.004
15	10.000	0.000	7.008
16	0.000	0.000	7.000
17	20.000	0.000	7.006
18	5.000	0.000	7.015
19	10.000	0.000	7.016
20	5.000	0.000	7.014
21	20.000	0.000	7.010
22	0.000	0.000	7.010
23	5.000	0.000	7.018
24	20.000	0.000	7.025
25	0.000	0.000	7.024
26	5.000	0.000	7.037
27	0.000	0.000	7.017
28	0.000	0.000	7.007
29	5.000	0.000	7.046
30	20.000	0.000	7.065

4) การจัดสรรกำลังการผลิตที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

ตารางที่ 6.14 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	120.000	6.500
2	30.000	50.000	6.500
3	5.000	0.000	6.500
4	20.000	0.000	6.500
5	80.000	35.000	6.500
6	0.000	0.000	6.500
7	32.810	0.000	6.500
8	20.000	35.000	6.500
9	0.000	0.000	6.500
10	20.000	0.000	6.500
11	0.000	70.000	6.500
12	30.000	0.000	6.500
13	0.000	70.000	6.500
14	10.000	0.000	6.500
15	10.000	0.000	6.500
16	0.000	0.000	6.500
17	20.000	0.000	6.500
18	5.000	0.000	6.500
19	10.000	0.000	6.500
20	5.000	0.000	6.500
21	20.000	0.000	6.500
22	0.000	0.000	6.500
23	5.000	0.000	6.500
24	20.000	0.000	6.500
25	0.000	0.000	6.500
26	5.000	0.000	6.500
27	0.000	0.000	6.500
28	0.000	0.000	6.500
29	5.000	0.000	6.500
30	20.000	0.000	6.500

ตารางที่ 6.15 ผลการจัดสรรกำลังการผลิตทั้งหมด และ ผลทางด้านการเงิน

การเปรียบเทียบ	การจัดสรรกำลังการผลิตโดยทั่วไป		การจัดสรรกำลังการผลิตโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง	
	กรณีที่ 1 ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า	กรณีที่ 2 มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า	กรณีที่ 3 ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า	กรณีที่ 4 มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
การใช้ไฟฟ้า (MW)	380.000	372.810	380.000	372.810
การจ่ายไฟฟ้า (MW)	387.346	380.000	387.346	380.000
ผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไป ($/h)	3439.076	3443.766	3439.076	3443.766
ผลประโยชน์รวมของระบบดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง ($/h	3390.188	3400.310	3483.335	3490.500
ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ($/MWh)	6.881	6.254	6.992	6.500
ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้จ่ายไฟฟ้า ($/MWh)	7.143	6.491	7.010	6.500

จากตารางที่ 6.11 ถึง 6.15 สามารถสรุปผลการจัดสรรกำลังการผลิตได้ดังนี้

ผลของความยืดหยุ่นในการใช้ไฟฟ้า :

โดยการเปรียบเทียบกรณีที่ 1 กับกรณีที่ 2 และ กรณีที่ 3 กับกรณีที่ 4 จะพบว่าการมีความยืดหยุ่นในการใช้ไฟฟ้าทำให้ปริมาณไฟฟ้าที่จัดสรรมีปริมาณลดลง ผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไปในกรณีที่ 2 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 และ ผลประโยชน์รวมของระบบโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงในกรณีที่ 4 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 3 ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ดังนี้

การที่ผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไปในกรณีที่ 2 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 สาเหตุคือพื้นที่ระหว่างกราฟการเสนอซื้อ และกราฟการเสนอขายได้มีการเปลี่ยนแปลงไป ทำให้พื้นที่รวมทั้งหมดมากขึ้นกว่ากรณีที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า ส่วนการที่ผลประโยชน์รวมของระบบโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงในกรณีที่ 4 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 3 สามารถอธิบายได้ในลักษณะเดียวกันคือ ผลประโยชน์ของผู้ใช้ไฟฟ้าบวกกับผลประโยชน์ของผู้จ่ายไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น

ผลของการพิจารณาราคาไฟฟ้าจริง ในการจัดสรรกำลังการผลิต :

โดยการเปรียบเทียบกรณีที่ 1 กับกรณีที่ 3 และ กรณีที่ 2 กับกรณีที่ 4 จะพบว่าทั้งกรณีที่ระบบ มี และ ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า เมื่อทำการจัดสรรกำลังผลิตโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง ปริมาณการจัดสรรกำลังการผลิตการใช้และการจ่ายไฟฟ้าจะเท่ากัน คือ 380 MW และ 387.346 MW ในกรณีที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า หรือ 372.810 MW และ 380 MW ในกรณีที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า รวมทั้งปริมาณการจัดสรรกำลังการผลิตของแต่ละบัสด้วยปริมาณการจัดสรรกำลังการผลิตจะเท่ากัน อย่างไรก็ตาม ผลประโยชน์รวมของระบบที่พิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงจะมีค่าเพิ่มขึ้นทั้งกรณีที่ระบบมี และ ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า

โดยการเปรียบเทียบกับกรณีระบบทดสอบ 9 บัส จะพบว่าราคาไฟฟ้าโนดของการจัดสรรกำลังการผลิตที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงมีค่าไม่เท่ากันหมด สาเหตุเนื่องจาก สมาชิกในตลาดที่มีหน้าที่รับผิดชอบการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าหน่วยสุดท้าย คือ ผู้ผลิตไฟฟ้าที่บัส 8 ซึ่งมีราคาไฟฟ้าเสนอขายเท่ากับ 7 $/MWh ในขณะที่ราคาไฟฟ้าโนดที่ใช้ในการคำนวณเริ่มต้น (MCP) มีค่าเท่ากับ 6.5 $/MWh ดังนั้นจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงผลประโยชน์ของผู้ผลิตไฟฟ้า ซึ่งทำให้แลมบ์ดาในสมการที่ (4.23) มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ ส่วนกรณีการจัดสรรกำลังการผลิตที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง จะพบว่ามีราคาไฟฟ้าโนดเท่ากันทุกบัส ซึ่งสามารถอธิบายได้ในลักษณะเดียวกัน คือ สมาชิกในตลาดที่มีหน้าที่รับผิดชอบการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าหน่วยสุดท้าย คือ ผู้ใช้ไฟฟ้าที่บัส 7 ซึ่งมีราคาไฟฟ้าเสนอซื้อเท่ากับ 6.5 $/MWh ดังนั้นจะได้ว่าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงผลประโยชน์ของผู้ซื้อไฟฟ้า จึงทำให้แลมบ์ดาในสมการที่ (4.34) มีค่าเท่ากับศูนย์ ส่วนในกรณีผู้ขายไฟฟ้า เนื่องจากการผลิตไฟฟ้ามีค่าคงที่เท่ากับการจัดสรรกำลังการผลิตเริ่มต้นด้วยค่า MCP ดังนั้นค่าแลมบ์ดาในสมการที่ (4.29) จึงมีค่าเท่ากับศูนย์เช่นกัน

6.2.2 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาโนด กรณีที่ระบบส่งมีความแออัด

1) การจัดสรรกำลังการผลิตที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

ตารางที่ 6.16 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	87.873	3.000
2	30.000	50.000	6.700
3	5.000	0.000	14.510
4	20.000	0.000	12.163
5	80.000	38.256	9.000
6	0.000	0.000	10.932
7	40.000	0.000	10.266
8	20.000	70.000	10.849
9	0.000	0.000	11.165
10	20.000	0.000	11.281
11	0.000	70.000	11.169
12	30.000	0.000	11.524
13	0.000	70.000	11.533
14	10.000	0.000	11.736
15	10.000	0.000	11.759
16	0.000	0.000	11.490
17	20.000	0.000	11.440
18	5.000	0.000	11.792
19	10.000	0.000	11.746
20	5.000	0.000	11.651
21	20.000	0.000	11.447
22	0.000	0.000	11.455
23	5.000	0.000	11.850
24	20.000	0.000	11.829
25	0.000	0.000	11.651
26	5.000	0.000	11.941
27	0.000	0.000	11.407
28	0.000	0.000	11.045
29	5.000	0.000	12.042
30	20.000	0.000	12.469

2) การจัดสรรกำลังการผลิตที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

ตารางที่ 6.17 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	86.156	3.000
2	30.000	50.000	4.867
3	5.000	0.000	8.796
4	20.000	0.000	7.622
5	80.000	35.000	6.024
6	0.000	0.000	7.009
7	15.000	0.000	6.630
8	20.000	39.345	7.000
9	0.000	0.000	7.117
10	10.000	0.000	7.171
11	0.000	70.000	7.120
12	30.000	0.000	7.305
13	0.000	70.000	7.309
14	10.000	0.000	7.421
15	10.000	0.000	7.432
16	0.000	0.000	7.285
17	20.000	0.000	7.257
18	5.000	0.000	7.449
19	10.000	0.000	7.423
20	5.000	0.000	7.371
21	20.000	0.000	7.261
22	0.000	0.000	7.267
23	5.000	0.000	7.485
24	20.000	0.000	7.478
25	0.000	0.000	7.401
26	5.000	0.000	7.558
27	0.000	0.000	7.280
28	0.000	0.000	7.076
29	5.000	0.000	7.625
30	20.000	0.000	7.857

3) การจัดสรรกำลังการผลิตที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

ตารางที่ 6.18 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	63.603	3.000
2	30.000	50.000	6.814
3	5.000	0.000	15.079
4	20.000	0.000	12.540
5	80.000	61.459	9.000
6	0.000	0.000	11.206
7	40.000	0.000	10.351
8	20.000	70.000	11.191
9	0.000	0.000	11.446
10	20.000	0.000	11.565
11	0.000	70.000	11.450
12	30.000	0.000	11.952
13	0.000	70.000	11.963
14	10.000	0.000	12.014
15	10.000	0.000	11.989
16	0.000	0.000	11.821
17	20.000	0.000	11.686
18	5.000	0.000	11.932
19	10.000	0.000	11.869
20	5.000	0.000	11.802
21	20.000	0.000	11.646
22	0.000	0.000	11.652
23	5.000	0.000	11.955
24	20.000	0.000	11.845
25	0.000	0.000	11.679
26	5.000	0.000	11.810
27	0.000	0.000	11.516
28	0.000	0.000	11.272
29	5.000	0.000	11.799
30	20.000	0.000	11.990

4) การจัดสรรกำลังการผลิตที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

ตารางที่ 6.19 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	66.028	3.000
2	30.000	50.000	4.847
3	5.000	0.000	8.930
4	20.000	0.000	7.652
5	80.000	35.000	5.828
6	0.000	0.000	6.981
7	15.000	0.000	6.507
8	20.000	59.011	7.000
9	0.000	0.000	7.097
10	10.000	0.000	7.155
11	0.000	70.000	7.098
12	30.000	0.000	7.401
13	0.000	70.000	7.406
14	10.000	0.000	7.361
15	10.000	0.000	7.328
16	0.000	0.000	7.295
17	20.000	0.000	7.194
18	5.000	0.000	7.261
19	10.000	0.000	7.223
20	5.000	0.000	7.205
21	20.000	0.000	7.154
22	0.000	0.000	7.155
23	5.000	0.000	7.255
24	20.000	0.000	7.163
25	0.000	0.000	7.090
26	5.000	0.000	7.078
27	0.000	0.000	7.049
28	0.000	0.000	6.989
29	5.000	0.000	7.021
30	20.000	0.000	7.003

ตารางที่ 6.20 ผลการจัดสรรกำลังการผลิตทั้งหมด และ ผลทางด้านการเงิน

การเปรียบเทียบ	การจัดสรรกำลังการผลิตโดยทั่วไป		การจัดสรรกำลังการผลิตโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง	
	กรณีที่ 1 ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า	กรณีที่ 2 มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า	กรณีที่ 3 ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า	กรณีที่ 4 มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า
การใช้ไฟฟ้า (MW)	380.000	345.000	380.000	345.000
การจ่ายไฟฟ้า (MW)	386.129	350.501	385.062	350.039
ผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไป ($/h)	3312.578	3333.618	3176.561	3256.340
ผลประโยชน์รวมของระบบดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง ($/h	2577.422	2969.772	2606.558	3020.162
ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ($/MWh)	8.524	5.701	9.107	5.922
ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้จ่ายไฟฟ้า ($/MWh)	10.601	6.846	10.729	6.693

จากตารางที่ 6.16 ถึง 6.20 สามารถสรุปผลการจัดสรรกำลังการผลิตได้ดังนี้

ผลของความยืดหยุ่นในการใช้ไฟฟ้า :

โดยการเปรียบเทียบกรณีที่ 1 กับกรณีที่ 2 และ กรณีที่ 3 กับกรณีที่ 4 จะพบว่าการมีความยืดหยุ่นในการใช้ไฟฟ้าทำให้ปริมาณไฟฟ้าที่จัดสรรมีปริมาณลดลง ผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไปในกรณีที่ 2 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 และ ผลประโยชน์รวมของระบบโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงในกรณีที่ 4 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 3 ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ดังนี้

การที่ผลประโยชน์รวมของระบบโดยทั่วไปในกรณีที่ 2 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เช่นเดียวกับกรณีต่างๆในตอนต้น สาเหตุคือพื้นที่ระหว่างกราฟการเสนอซื้อ และกราฟการเสนอขายได้มีการเปลี่ยนแปลงไป ทำให้พื้นที่รวมทั้งหมดมากขึ้นกว่ากรณีที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า ส่วนการที่ผลประโยชน์รวมของระบบโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงในกรณีที่ 4 เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 3 สามารถอธิบายได้ในลักษณะเดียวกันคือ ผลประโยชน์ของผู้ใช้ไฟฟ้าบวกกับผลประโยชน์ของผู้จ่ายไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น

ผลของการพิจารณาราคาไฟฟ้าจริง ในการจัดสรรกำลังการผลิต :

โดยการเปรียบเทียบกรณีที่ 1 กับกรณีที่ 3 และ กรณีที่ 2 กับกรณีที่ 4 จะพบว่าทั้งกรณีที่ระบบ มี และ ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า เมื่อทำการจัดสรรกำลังผลิตโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ได้รับการจัดสรรจะไม่แตกต่างจากการจัดสรรกำลังผลิตโดยทั่วไป แต่ปริมาณการจ่ายไฟฟ้าของบัสที่เป็นบัสผลิตไฟฟ้าสุดท้าย (บัส 1 และ บัส 5 ในกรณีที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า หรือ บัส 1 และ บัส 8 ในกรณีที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า) จะเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งปริมาณการจ่ายไฟฟ้าทั้งหมดด้วย อย่างไรก็ตาม ผลประโยชน์รวมของระบบที่พิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงจะมีค่าเพิ่มขึ้นทั้งกรณีที่ระบบมี และ ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า

6.3 การทดสอบการคำนวณราคาไฟฟ้าแบบโซน

หัวข้อนี้เป็นการทดสอบการคำนวณราคาไฟฟ้าแบบโซนดังที่ได้เสนอไว้ในบทที่ 4 โดยใช้ระบบทดสอบขนาด 9 และ 30 บัส เช่นเดียวกับหัวข้อที่ 6.1 และ 6.2 ตามลำดับ ซึ่งเริ่มต้นโดยการแบ่งกลุ่มบัสในระบบไฟฟ้ากำลังด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอไว้ 3 วิธี คือ การแบ่งกลุ่มบัสตามลักษณะทางกายภาพ การแบ่งกลุ่มบัสตามความใกล้กันทางไฟฟ้าของบัสในระบบ และ การแบ่งกลุ่มบัสตามค่าตัวประกอบการกระจายความแออัด จากนั้นทำการคำนวณราคาไฟฟ้าโซนดังสมการที่ (4.39) โดยใช้ราคาไฟฟ้าแบบโนดซึ่งเป็นผลที่ได้จากการจัดสรรกำลังการผลิต การพิจารณาการแบ่งกลุ่มบัสที่เหมาะสมในการคำนวณราคาไฟฟ้าแบบโซนนั้นสามารถพิจารณาได้หลายวิธี อย่างไรตาม ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้วิธีการพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนของราคารวมทุกบัสและทุกกรณีที่เป็นไปได้ของระบบในการเปรียบเทียบหาวิธีที่เหมาะสม

ขั้นตอนในการทดสอบสามารถสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดกรณีฐาน (Base case) ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มบัส
2. ทำการแบ่งกลุ่มบัสด้วยวิธีการทั้ง 3 วิธี
3. กำหนดกรณีอื่นๆ ที่เป็นไปได้ในระบบ
4. คำนวณราคาไฟฟ้าแบบโซนของการแบ่งกลุ่มบัสแต่ละวิธี ของกรณีต่างๆ
5. คำนวณค่าความเบี่ยงเบนของราคารวมทุกบัสและทุกกรณี
6. เปรียบเทียบ และ สรุปผล

หมายเหตุ :

1. การแบ่งกลุ่มบัสด้วยวิธีลักษณะทางกายภาพ และ ความใกล้กันทางไฟฟ้านั้น ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงสภาวะของระบบไฟฟ้า ดังนั้นจึงสามารถแบ่งกลุ่มบัสได้โดยปราศจากการกำหนดกรณีฐาน อย่างไรก็ตาม การแบ่งกลุ่มบัสด้วยค่าตัวประกอบการกระจายความแออัดจำเป็นต้องทราบสภาวะหรือ กรณีของระบบไฟฟ้าในการแบ่งกลุ่มบัส เนื่องจากการแบ่งกลุ่มบัสด้วยค่าตัวประกอบการกระจายความแออัดนั้น อยู่บนพื้นฐานของการแบ่งกลุ่มบัสด้วยความแตกต่างของราคาไฟฟ้าโนด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการกำหนดกรณีฐานก่อนการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป และในกรณีฐานนี้เราจะกำหนดให้มีความแออัดของระบบส่งเกิดขึ้น เพื่อให้สามารถแบ่งกลุ่มบัสด้วยตัวประกอบการกระจายความแออัดได้ผลอย่างชัดเจน
2. เพื่อให้การเปรียบเทียบการแบ่งกลุ่มบัสสามารถเปรียบเทียบได้ชัดเจน จะกำหนดให้จำนวนกลุ่มบัสในวิธีการแบ่งกลุ่มต่างๆ มีจำนวนเท่ากัน คือ 3 กลุ่ม

6.3.1 ระบบทดสอบขนาด 9 บัส

รายละเอียดการทดสอบสามารถอธิบายได้ตามขั้นตอนที่แสดงข้างต้นได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : กำหนดให้กรณีฐาน คือ กรณีที่ระบบเกิดความแออัดขึ้นที่สายส่งเส้นที่ 2 ซึ่งเชื่อมบัส 4 และ บัส 5 ด้วยค่าพิกัดสายส่ง 35 MW

ขั้นตอนที่ 2 : การแบ่งกลุ่มบัสด้วยวิธีทั้ง 3 แสดงได้ดังนี้

การแบ่งกลุ่มบัสด้วยลักษณะทางกายภาพของระบบ : จากข้อมูลพิกัดตำแหน่งของบัสต่างๆ ในระบบดังแสดงในภาคผนวก ก จะได้ผลการแบ่งกลุ่มบัสดังนี้

กลุ่มที่ 1 : [1,4,5,8,9]

กลุ่มที่ 2 : [2]

กลุ่มที่ 3 : [3,6,7]

การแบ่งกลุ่มบัสด้วยความใกล้กันทางไฟฟ้า : ผลการแบ่งกลุ่มบัสแสดงดังนี้

กลุ่มที่ 1 : [1,4,5,9]

กลุ่มที่ 2 : [2,7,8]

กลุ่มที่ 3 : [3,6]

การแบ่งกลุ่มบัสด้วยค่าตัวประกอบการกระจายความแออัด : ผลการแบ่งกลุ่มบัสแสดงดังนี้

กลุ่มที่ 1 : [1,4,9]

กลุ่มที่ 2 : [2,3,6,7,8]

กลุ่มที่ 3 : [5]

ขั้นตอนที่ 3 : ในที่นี้จะพิจารณากรณีอื่นเฉพาะกรณีการเกิดความแออัดของสายส่งที่มีโอกาสหรือ ความถี่ในการเกิดขึ้นบ่อยครั้งเท่านั้น เนื่องจากสาเหตุที่ทำให้เกิดความเบี่ยงเบนของราคาได้มากเกิดจากราคาไฟฟ้าที่แตกต่างจากผลของความแออัด และกรณีสุดท้าย คือ กรณีที่ไม่เกิดความแออัดขึ้นบนสายส่งเลย ซึ่งกรณีดังกล่าวกำหนดให้เป็น

- กรณีเกิดความแออัดบนสายส่งเส้นที่ 8 ซึ่งเชื่อมบัส 8 และ บัส 9
- กรณีที่ไม่เกิดความแออัดขึ้นบนสายส่ง

ขั้นตอนที่ 4 : การคำนวณราคาไฟฟ้าแบบโซนในแต่ละกรณีของขั้นตอนที่ 3 จะอาศัยผลการแบ่งกลุ่มดังแสดงในขั้นตอนที่ 2 และ ราคาไฟฟ้าโนดจากการจัดสรรกำลังการผลิต ซึ่งในกรณีนี้สมมติ

ให้ตลาดกลางการซื้อขายไฟฟ้าเลือกใช้วิธีการจัดสรรกำลังผลิตแบบที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

ขั้นตอนที่ 5 : นำราคาโนดของแต่ละบัสมาคำนวณค่าความเบี่ยงเบนของราคาซึ่งเทียบกับราคาไฟฟ้าโซน ซึ่งนิยามโดยสมการที่ 4.39

ขั้นตอนที่ 6 : ราคาไฟฟ้าแบบโซนและค่าความเบี่ยงเบนของราคาไฟฟ้า ของแต่ละวิธีการแบ่งกลุ่มบัสในแต่ละกรณี สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6.21 ถึง ตารางที่ 6.23 และ ตารางที่ 6.24 เป็นการสรุปค่าความเบี่ยงเบนรวมทุกบัสทุกกรณีของแต่ละวิธีการแบ่งกลุ่มบัส

ตารางที่ 6.21 ผลของราคาโซนและค่าความเบี่ยงเบนของราคาสำหรับกรณีฐาน

วิธีการแบ่งกลุ่มบัส	ราคาโซนและความเบี่ยงเบนของราคาในกลุ่ม ($/MWh)	ผลการแบ่งกลุ่มบัส			ผลรวมค่าความเบี่ยงเบนทุกกลุ่มของแต่ละวิธี
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	
ลักษณะทางกายภาพ	ราคาโซน	8.268	0.000	7.313	3.720
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	3.720	0.000	0.000	
ความใกล้กันทางไฟฟ้า	ราคาโซน	8.268	7.313	0.000	3.720
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	3.720	0.000	0.000	
ตัวประกอบการกระจายความแออัด	ราคาโซน	5.611	7.313	9.331	0.000
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	0.000	0.000	0.000	

ตารางที่ 6.22 ผลของราคาโซนและค่าความเบี่ยงเบนของราคา สำหรับกรณีเกิดความแออัดบนสายส่งเส้นที่ 8

วิธีการแบ่งกลุ่มบัส	ราคาโซนและความเบี่ยงเบนของราคาในกลุ่ม ($/MWh)	ผลการแบ่งกลุ่มบัส			ผลรวมค่าความเบี่ยงเบนทุกกลุ่มของแต่ละวิธี
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	
ลักษณะทางกายภาพ	ราคาโซน	8.057	0.000	8.011	0.070
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	0.070	0.000	0.000	
ความใกล้กันทางไฟฟ้า	ราคาโซน	8.057	8.011	0.000	0.070
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	0.070	0.000	0.000	
ตัวประกอบการกระจายความแออัด	ราคาโซน	8.000	8.011	8.070	0.000
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	0.000	0.000	0.000	

ตารางที่ 6.23 ผลของราคาโซนและค่าความเบี่ยงเบนของราคา สำหรับกรณีไม่เกิดความแออัดขึ้นบนสายส่ง

วิธีการแบ่งกลุ่มบัส	ราคาโซนและความเบี่ยงเบนของราคาในกลุ่ม ($/MWh)	ผลการแบ่งกลุ่มบัส			ผลรวมค่าความเบี่ยงเบนทุกกลุ่มของแต่ละวิธี
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	
ลักษณะทางกายภาพ	ราคาโซน	8.049	0.000	8.032	0.078
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	0.078	0.000	0.000	
ความใกล้กันทางไฟฟ้า	ราคาโซน	8.049	8.032	0.000	0.078
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	0.078	0.000	0.000	
ตัวประกอบการกระจายความแออัด	ราคาโซน	7.993	8.032	8.071	0.000
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	0.000	0.000	0.000	

จากตารางที่ (6.21) ถึง (6.23) จะพบว่าในแต่ละกรณีค่าความเบี่ยงเบนของราคาจากวิธีการแบ่งกลุ่มบัสตามลักษณะทางกายภาพ จะเท่ากับการแบ่งกลุ่มบัสโดยความใกล้กันทางไฟฟ้า และ จะสังเกตพบว่าการแบ่งกลุ่มบัสด้วยตัวประกอบการกระจายความแออัดให้ค่าความเบี่ยงเบนน้อยที่สุด คือ เท่ากับศูนย์ โดยสาเหตุที่การแบ่งกลุ่มบัสตามลักษณะทางกายภาพให้ค่าความเบี่ยงเบนเท่ากับการแบ่งกลุ่มบัสด้วยความใกล้กันทางไฟฟ้า คือ กลุ่มบัสที่ 1 ของทั้งสองวิธีมีบัส 5 และ บัส 9 อยู่ภายในกลุ่มเหมือนกัน ซึ่งเป็นเพียงสองบัสในกลุ่มที่เป็นโหลดบัส ดังนั้นจากสมการที่ (4.39) ย่อมได้ราคาโซนเหมือนกัน ส่งผลให้ค่าความเบี่ยงเบนของราคาเท่ากันด้วย ในทำนองเดียวกัน บัส 7 ซึ่งเป็นโหลดบัสสุดท้ายที่เหลืออยู่ ไม่ว่าจะอยู่ในกลุ่มบัสใด ก็ย่อมให้ราคาไฟฟ้าโซนเท่ากับราคาไฟฟ้าโนด ส่งผลให้ค่าความเบี่ยงเบนของราคาไฟฟ้าเท่ากับศูนย์ ส่วนสาเหตุที่ การแบ่งกลุ่มบัสด้วยตัวประกอบการกระจายความแออัดให้ค่าความเบี่ยงเบนเท่ากับศูนย์ คือ ผลการแบ่งกลุ่มบัสที่ได้ทำให้แต่ละโหลดบัสแยกกันในกลุ่มบัสต่างๆ 3 กลุ่ม ดังนั้น ราคาไฟฟ้าโซนของแต่ละกลุ่ม ย่อมเท่ากับราคาไฟฟ้าโนดของแต่ละโหลดบัสในกลุ่มนั้น ซึ่งส่งผลให้ค่าความเบี่ยงเบนของราคาไฟฟ้ามีค่าเท่าศูนย์

จากวิธีการคำนวณราคาไฟฟ้าโซน สังเกตว่า อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าความเบี่ยงเบนของราคาไฟฟ้าในกลุ่มเท่ากับศูนย์ ซึ่งนอกเหนือจากการที่มีโหลดบัสเพียงบัสเดียวในกลุ่ม คือ ในกลุ่มบัสนั้นไม่มีโหลดบัสอยู่เลย

ตารางที่ 6.24 สรุปค่าความเบี่ยงเบนรวมทุกบัสทุกกรณีของแต่ละวิธีการแบ่งกลุ่มบัส

วิธีการแบ่งกลุ่มบัส	กรณีที่ระบบเกิดความแออัดบนสายส่ง			ค่าความเบี่ยงเบนรวม
	กรณีฐาน	เส้นที่ 8	ไม่เกิดความแออัด	
ลักษณะทางกายภาพ	3.72	0.07	0.078	3.868
ความใกล้กันทางไฟฟ้า	3.72	0.07	0.078	3.868
CDFs	0	0	0	0

จากตารางที่ 6.21 ถึง 6.23 จะได้ว่าทุกๆกรณีที่อาจเกิดขึ้นได้ ค่าความเบี่ยงเบนของการแบ่งกลุ่มบัสตามลักษณะทางกายภาพเท่ากับค่าที่ได้จากการแบ่งตามความใกล้ทางไฟฟ้า และ ค่าความเบี่ยงเบนจากการแบ่งกลุ่มบัสด้วยตัวประกอบการกระจายความแออัดมีค่าต่ำที่สุดคือศูนย์ ดังนั้นจึงส่งผลให้การแบ่งกลุ่มบัสตามลักษณะทางกายภาพมีค่าความเบี่ยงเบนของราคารวมทุกกรณีเท่ากับการแบ่งด้วยความใกล้กันทางไฟฟ้า และ การแบ่งกลุ่มบัสด้วยตัวประกอบการกระจายความแออัดมีค่าเท่ากับศูนย์ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากระบบที่ใช้นี้เป็นระบบขนาด 9 บัส ดังนั้น ยังไม่อาจแสดงข้อแตกต่างของแต่ละวิธีการแบ่งกลุ่มบัสได้อย่างชัดเจนมากนัก ดังเช่น การที่ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่มบัสหนึ่งๆ มีค่าเท่ากับศูนย์ มิได้หมายความว่าราคาไฟฟ้าโนดของทุกบัสในกลุ่มนั้นเท่ากับราคาไฟฟ้าโซน หากแต่ในกลุ่มบัสนั้นอาจมีโหลดบัสเพียงบัสเดียวนั่นเอง

6.3.2 ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 30 บัส

รายละเอียดการทดสอบสามารถอธิบายได้ตามขั้นตอนที่แสดงข้างต้นได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : กำหนดให้กรณีฐาน คือ กรณีที่ระบบเกิดความแออัดขึ้นที่สายส่งเส้นที่ 2 ซึ่งเชื่อมบัส 1 และ บัส 3 ด้วยค่าพิกัดสายส่ง 30 MW

ขั้นตอนที่ 2 : การแบ่งกลุ่มบัสด้วยวิธีทั้ง 3 แสดงได้ดังนี้

การแบ่งกลุ่มบัสด้วยลักษณะทางกายภาพของระบบ: จากข้อมูลพิกัดตำแหน่งของบัสต่างๆ ในระบบดังแสดงในภาคผนวก ก จะได้ผลการแบ่งกลุ่มบัสดังนี้

กลุ่มที่ 1 : [1,2,3]

กลุ่มที่ 2 : [4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23]

กลุ่มที่ 3 : [24,25,26,27,28,29,30]

การแบ่งกลุ่มบัสด้วยความใกล้กันทางไฟฟ้า : ผลการแบ่งกลุ่มบัสแสดงดังนี้

กลุ่มที่ 1 : [1,2,3,5,6,7,8,9,10,11]

กลุ่มที่ 2 : [4,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24]

กลุ่มที่ 3 : [25,26,27,28,29,30]

การแบ่งกลุ่มบัสด้วยค่าตัวประกอบการกระจายความแออัด : ผลการแบ่งกลุ่มบัสแสดงดังนี้

กลุ่มที่ 1 : [1,2,5,6,7,8,9,11,25,26,27,28,29,30]

กลุ่มที่ 2 : [3,4,12,13,14,15,16,17,18,19,20,23,24]

กลุ่มที่ 3 : [10,21,22]

ขั้นตอนที่ 3 : โดยวิธีการเช่นเดียวกับกรณีระบบทดสอบขนาด 9 บัส คือ จะพิจารณากรณีอื่นเฉพาะกรณีการเกิดความแออัดของสายส่งที่มีโอกาส หรือ ความถี่ในการเกิดขึ้นบ่อยครั้งเท่านั้น และกรณีสุดท้าย คือ กรณีที่ไม่เกิดความแออัดขึ้นบนสายส่งเลย ซึ่งกรณีดังกล่าวกำหนดให้เป็น

- กรณีเกิดความแออัดบนสายส่งเส้นที่ 5 ซึ่งเชื่อมบัส 2 และ บัส 5
- กรณีเกิดความแออัดบนสายส่งเส้นที่ 14 ซึ่งเชื่อมบัส 9 และ บัส 10
- กรณีที่ไม่เกิดความแออัดขึ้นบนสายส่ง

ขั้นตอนที่ 4 : การคำนวณราคาไฟฟ้าแบบโซนในแต่ละกรณีของขั้นตอนที่ 3 จะอาศัยผลการแบ่งกลุ่มดังแสดงในขั้นตอนที่ 2 และราคาไฟฟ้าโนดจากการจัดสรรกำลังการผลิต ซึ่งในกรณีนี้สมมติให้ตลาดกลางการซื้อขายไฟฟ้าเลือกใช้การจัดสรรกำลังการผลิตแตกต่างจากกรณีระบบทดสอบ 9 บัส คือ ใช้การจัดสรรกำลังการผลิตที่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง

ขั้นตอนที่ 5 : นำราคาโนดของแต่ละบัสมาคำนวณค่าความเบี่ยงเบนของราคาซึ่งเทียบกับราคาไฟฟ้าโซน ซึ่งนิยามโดยสมการที่ 4.39

ขั้นตอนที่ 6 : ราคาไฟฟ้าแบบโซนและค่าความเบี่ยงเบนของราคาไฟฟ้า ของแต่ละวิธีการแบ่งกลุ่มบัสในแต่ละกรณี สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6.25 ถึง ตารางที่ 6.28 และ ตารางที่ 6.29 เป็นการสรุปค่าความเบี่ยงเบนรวมทุกบัสทุกกรณีของแต่ละวิธีการแบ่งกลุ่มบัส

ตารางที่ 6.25 ผลของราคาโซนและค่าความเบี่ยงเบนของราคาสำหรับกรณีฐาน

วิธีการแบ่งกลุ่มบัส	ราคาโซนและความเบี่ยงเบนของราคาในกลุ่ม ($/MWh)	ผลการแบ่งกลุ่มบัส			ผลรวมค่าความเบี่ยงเบนทุกกลุ่มของแต่ละวิธี
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	
ลักษณะทางกายภาพ	ราคาโซน	5.431	6.789	7.076	11.771
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	4.083	7.471	0.217	
ความใกล้กันทางไฟฟ้า	ราคาโซน	6.034	7.310	7.018	8.158
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	6.849	1.231	0.078	
ตัวประกอบการกระจายความแออัด	ราคาโซน	6.056	7.390	7.154	8.805
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	5.766	3.038	0.000	

ตารางที่ 6.26 ผลของราคาโซนและค่าความเบี่ยงเบนของราคา สำหรับกรณีเกิดความแออัดบนสายส่งเส้นที่ 5

วิธีการแบ่งกลุ่มบัส	ราคาโซนและค่าความเบี่ยงเบนของราคาในกลุ่ม ($/MWh)	ผลการแบ่งกลุ่มบัส			ผลรวมค่าความเบี่ยงเบนทุกกลุ่มของแต่ละวิธี
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	
ลักษณะทางกายภาพ	ราคาโซน	5.704	6.375	6.041	5.780
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	0.252	5.502	0.026	
ความใกล้กันทางไฟฟ้า	ราคาโซน	6.526	6.012	6.048	3.235
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	3.043	0.184	0.008	
ตัวประกอบการกระจายความแออัด	ราคาโซน	6.517	6.005	6.038	3.615
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	3.342	0.272	0.002	

ตารางที่ 6.27 ผลของราคาโซนและค่าความเบี่ยงเบนของราคา สำหรับกรณีเกิดความแออัดบนสายส่งเส้นที่ 14

วิธีการแบ่งกลุ่มบัส	ราคาโซนและความเบี่ยงเบนของราคาในกลุ่ม ($/MWh)	ผลการแบ่งกลุ่มบัส			ผลรวมค่าความเบี่ยงเบนทุกกลุ่มของแต่ละวิธี
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	
ลักษณะทางกายภาพ	ราคาโซน	7.027	7.415	7.655	7.035
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	0.037	6.375	0.623	
ความใกล้กันทางไฟฟ้า	ราคาโซน	7.087	7.725	7.508	4.001
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	1.336	2.487	0.178	
ตัวประกอบการกระจายความแออัด	ราคาโซน	7.102	7.653	8.078	4.666
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	1.612	3.021	0.033	

ตารางที่ 6.28 ผลของราคาโซนและค่าความเบี่ยงเบนของราคา สำหรับกรณีไม่เกิดความแออัดขึ้นบนสายส่ง

วิธีการแบ่งกลุ่มบัส	ราคาโซนและความเบี่ยงเบนของราคาในกลุ่ม ($/MWh)	ผลการแบ่งกลุ่มบัส			ผลรวมค่าความเบี่ยงเบนทุกกลุ่มของแต่ละวิธี
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	
ลักษณะทางกายภาพ	ราคาโซน	6.500	6.500	6.500	0.000
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	0.000	0.000	0.000	
ความใกล้กันทางไฟฟ้า	ราคาโซน	6.500	6.500	6.500	0.000
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	0.000	0.000	0.000	
ตัวประกอบการกระจายความแออัด	ราคาโซน	6.500	6.500	6.500	0.000
	ค่าความเบี่ยงเบนในกลุ่ม	0.000	0.000	0.000	

จากตารางที่ 6.25 ถึง 6.28 จะพบว่าในแต่ละกรณี การแบ่งกลุ่มบัสตามลักษณะทางกายภาพให้ค่าความเบี่ยงเบนของราคาสูงที่สุด (ยกเว้นกรณีที่ระบบไม่เกิดความแออัด) รองลงมาก็คือการแบ่งกลุ่มบัสด้วยตัวประกอบการกระจายความแออัด และวิธีการที่ให้ค่าความเบี่ยงเบนของราคาต่ำที่สุดก็คือวิธีการแบ่งกลุ่มบัสด้วยความใกล้กันทางไฟฟ้า

สังเกตว่าวิธีการแบ่งกลุ่มบัสโดยความใกล้กันทางไฟฟ้าให้ค่าความเบี่ยงเบนต่ำกว่าวิธีการใช้ตัวประกอบการกระจายความแออัด แม้กระทั่งในกรณีฐาน ซึ่งใช้เป็นกรณีที่ใช้คำนวณค่าตัวประกอบการกระจายความแออัดเอง ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ราคาไฟฟ้าที่แตกต่างกันนั้นนอกจากจะเป็นผลจากราคาความแออัดแล้ว ยังมีสาเหตุมาจากราคากำลังสูญเสียอีกด้วย ดังนั้นแม้ในกรณีฐาน ก็ไม่อาจเชื่อมั่นได้ว่าการแบ่งกลุ่มบัสด้วยตัวประกอบการกระจายความแออัดจะให้ค่าความเบี่ยงเบนของราคาไฟฟ้าที่ต่ำกว่า

จากตารางที่ 6.28 จะพบว่าค่าความเบี่ยงเบนของราคาไฟฟ้าเท่ากับศูนย์ทั้งหมด ทั้งนี้มีสาเหตุเนื่องมาจาก ราคาไฟฟ้าโนดที่ได้จากการจัดสรรกำลังการผลิตมีค่าเท่ากันหมด คือ 6.5 $/MWh นั่นเอง

ตารางที่ 6.29 สรุปค่าความเบี่ยงเบนรวมทุกบัสทุกกรณีของแต่ละวิธีการแบ่งกลุ่มบัส

วิธีการแบ่งกลุ่มบัส	กรณีที่ระบบเกิดความแออัดบนสายส่ง				ค่าความเบี่ยงเบนรวม
	กรณีฐาน	เส้นที่ 5	เส้นที่ 14	ไม่เกิดความแออัด	
ลักษณะทางกายภาพ	11.771	5.78	7.035	0	24.586
ความใกล้กันทางไฟฟ้า	8.158	3.235	4.001	0	15.394
CDFs	8.8046	3.6154	3.611	0	16.031

ด้วยผลลัพธ์จากกรณีต่างๆ การแบ่งกลุ่มบัสด้วยความใกล้กันทางไฟฟ้าให้ค่าควาเบี่ยงเบนของราคาไฟฟ้าต่ำที่สุด วิธีการที่ให้ค่าความเบี่ยงเบนสูงขึ้น คือ การใช้ตัวประกอบการกระจายความแออัด และ ลักษณะทางกายภาพ ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม เช่นเดียวกับการทดสอบในกรณีระบบ 9 บัส คือ ผลดังกล่าวไม่สามารถนำมาสรุปหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแบ่งกลุ่มบัสได้ ดังที่ได้เห็นจากตัวอย่างสาเหตุต่างๆ หากแต่หลักการแบ่งกลุ่มบัสเหล่านี้จะสามารถใช้ในการหาข้อสรุปได้ก็ต่อเมื่อทราบระบบที่จะทำการพิจารณา ทราบสภาพกรณีต่างๆที่อาจเกิดขึ้นได้ในระบบ หลังจากทำการแบ่งกลุ่มบัสไปแล้ว เท่านั้น

6.4 การทดสอบการคำนวณราคาค่าใช้สายส่ง

6.4.1 ระบบทดสอบ 9 บัส

ในกรณีนี้จะแสดงตัวอย่างการคำนวณราคาค่าใช้สายส่ง โดยสมมติว่าตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าใช้การจัดสรรกำลังการผลิตที่ไม่มีความยืดหยุ่นโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง และ ในระบบส่งเกิดความแออัดขึ้นบนสายส่ง 2 เส้น คือ สายส่งเส้นที่ 2 (เชื่อมบัส 4 กับบัส 5) และ สายส่งเส้นที่ 8 (เชื่อมบัส 4 กับบัส 5) โดยมีพิกัดการไหลของกำลังไฟฟ้าเป็น 35 และ 5 MW ตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้ราคาค่าใช้สายส่งแสดงผลสะท้อนของการซื้อขายไฟฟ้าที่มีผลต่อสายส่งแต่ละเส้นอย่างชัดเจน จึงกำหนดให้สายส่งแต่ละเส้นมีต้นทุนในส่วนของ Embedded cost เท่ากันทั้งหมด คือ 1000 $/ปี

ตารางที่ 6.30 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาค่าใช้สายส่ง

บัส	การเปรียบเทียบ			
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)	ราคาค่าสายส่งของผู้ซื้อ/ผู้ขาย ($/h)
1	0.000	41.532	5.000	- / 0.071
2	0.000	38.009	4.000	- / 0.066
3	0.000	66.508	8.000	- / 0.113
4	0.000	0.000	4.999	- / -
5	50.000	0.000	12.049	0.085 / -
6	0.000	0.000	8.002	- / -
7	80.000	0.000	5.646	0.014 / -
8	0.000	0.000	4.000	- / -
9	15.253	0.000	6.957	0.027 / -

6.4.2 ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 30 บัส

ในกรณีนี้จะแสดงตัวอย่างการคำนวณราคาค่าใช้สายส่ง โดยสมมติว่าตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าใช้การจัดสรรกำลังการผลิตที่มีความยืดหยุ่นโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง และ ในระบบส่งเกิดความแออัดขึ้นบนสายส่ง 3 เส้น คือ สายส่งเส้นที่ 2 (เชื่อมบัส 1 กับบัส 3) สายส่งเส้นที่ 5 (เชื่อมบัส 2 กับบัส 5) และ สายส่งเส้นที่ 14 (เชื่อมบัส 9 กับบัส 10) โดยมีพิกัดการไหลของกำลังไฟฟ้าเป็น 30 40 และ 50 MW ตามลำดับ เช่นเดียวกับกรณีระบบทดสอบ 9 บัส เพื่อให้ราคาค่าใช้สายส่งแสดงผลสะท้อนของการซื้อขายไฟฟ้าที่มีผลต่อสายส่งแต่ละเส้นอย่างชัดเจน จึงกำหนดให้สายส่งแต่ละเส้นมีต้นทุนในส่วนของ Embedded cost เท่ากันทั้งหมด คือ 1000 $/ปี

ตารางที่ 6.31 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาค่าใช้สายส่ง

บัส	การเปรียบเทียบ			
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)	ราคาค่าสายส่งของผู้ซื้อ/ผู้ขาย ($/h)
1	0.000	75.643	3.000	- / 0.373
2	30.000	50.000	5.020	0.149 / 0.248
3	5.000	0.000	9.549	0.255 / -
4	20.000	0.000	8.155	1.041 / -
5	80.000	35.000	6.079	0.398 / 0.174
6	0.000	0.000	7.307	- / -
7	15.000	0.000	6.803	0.771 / -
8	20.000	70.000	7.338	1.044 / 0.365
9	0.000	0.000	5.991	- / -
10	10.000	0.000	9.081	0.529 / -
11	0.000	41.258	6.000	- / 0.222
12	30.000	0.000	8.563	0.148 / -
13	0.000	70.000	8.563	- / 0.346
14	10.000	0.000	8.628	0.482 / -
15	10.000	0.000	8.674	0.492 / -
16	0.000	0.000	8.787	- / -
17	11.534	0.000	9.000	0.585 / -
18	5.000	0.000	8.836	0.265 / -
19	10.000	0.000	8.926	0.524 / -
20	5.000	0.000	8.966	0.270 / -
21	20.000	0.000	9.027	1.079 / -
22	0.000	0.000	9.006	- / -
23	5.000	0.000	8.713	0.271 / -
24	20.000	0.000	8.752	0.999 / -
25	0.000	0.000	8.260	- / -
26	5.000	0.000	8.279	0.255 / -
27	0.000	0.000	7.938	- / -
28	0.000	0.000	7.387	- / -
29	5.000	0.000	7.974	0.247 / -
30	20.000	0.000	7.998	1.020 / -

จากผลการทดสอบในหัวข้อที่ 6.4.1 และ 6.4.2 จะพบว่าวิธีที่นำเสนอสามารถคำนวณราคาค่าใช้สายส่งตามปริมาณการใช้งานสายส่งแต่ละเส้นได้ ตัวอย่างเช่น ในกรณีระบบทดสอบ 9 บัส แม้ว่าบัส 7 จะมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่มากกว่าบัส 9 แต่ราคาค่าใช้สายส่งกลับมีค่าน้อยกว่า ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าสุทธิที่บัส 7 มีผลต่อการใช้งานสายส่งแต่ละเส้นน้อยกว่านั่นเอง

การคำนวณผลลัพธ์ของราคาไฟฟ้าที่ผู้ซื้อต้องจ่าย หรือผู้ขายได้รับ โดยรวมราคาค่าใช้สายส่งสามารถแสดงตัวอย่างได้ดังนี้

กรณีสำหรับผู้ซื้อไฟฟ้า :

ผู้ซื้อไฟฟ้า ณ บัส 5 ของระบบทดสอบ 9 บัส จะต้องเสียราคาไฟฟ้ารวม คือ

(ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ซื้อ x ราคาไฟฟ้าโนด) + ราคาค่าใช้สายส่ง = (50 x 12.049) + 0.085

= 602.535 $/h

กรณีสำหรับผู้ขายไฟฟ้า :

ผู้ขายไฟฟ้า ณ บัส 1 ของระบบทดสอบ 9 บัส จะได้รับราคาไฟฟ้ารวม คือ

(ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ขาย x ราคาไฟฟ้าโนด) - ราคาค่าใช้สายส่ง = (41.532 x 5) - 0.071

= 207.589 $/h

6.5 การเปรียบเทียบผลการจัดสรรกำลังการผลิตกับการคำนวณแบบอื่นๆ

ในหัวข้อนี้จะเป็นการนำวิธีการคำนวณที่ได้แสดงไว้ในวิทยานิพนธ์ เปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณจากร่างกฎตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้า และผลการคำนวณจากโปรแกรม MATPOWER เนื่องจากวิธีการทั้งสองคำนวณการจัดสรรกำลังการผลิตโดยพิจารณาว่าความต้องการใช้ไฟฟ้ามีค่าคงที่ ซึ่งได้จากจุดตัดของกราฟการเสนอซื้อและกราฟการเสนอขาย และไม่พิจารณาถึงผลของราคาไฟฟ้าจริงที่สมาชิกในตลาดจะต้องเสียหรือได้รับ ดังนั้นวิธีการจากวิทยานิพนธ์ที่สามารถนำมาเปรียบเทียบนั้นจะมีเพียงการจัดสรรกำลังการผลิตในกรณีที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

6.5.1 การเปรียบเทียบกับร่างกฎตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้า

ในที่นี้จะใช้ระบบทดสอบขนาด 9 บัสในการทดสอบ โดยให้มีความแออัดเกิดขึ้นบนสายส่งเส้นที่ 2 ซึ่งเชื่อมบัสที่ 4 และ 5 เช่นเดียวกับกรณีในการทดสอบของหัวข้อที่ 6.1.2 ผลการจัดสรรกำลังการผลิตและราคาไฟฟ้าแบบโนดโดยวิธีจากร่างกฎตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้า แสดงดังตารางที่ 6.32 และ ผลทางด้านการเงินแสดงดังตารางที่ 6.33

ตารางที่ 6.32 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยวิธีจากร่างกฎตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้า

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	50.144	4.388
2	0.000	70.000	6.479
3	0.000	30.670	8.000
4	0.000	0.000	4.388
5	50.000	0.000	9.556
6	0.000	0.000	8.001
7	80.000	0.000	7.164
8	0.000	0.000	6.479
9	20.000	0.000	5.118

ตารางที่ 6.33 ผลการจัดสรรกำลังการผลิตทั้งหมด และ ผลทางด้านการเงิน

การเปรียบเทียบ	การจัดสรรกำลังการผลิต โดยโปรแกรม MATPOWER
การใช้ไฟฟ้า (MW)	150.000
การจ่ายไฟฟ้า (MW)	150.814
ผลประโยชน์รวมของระบบ โดยทั่วไป ($/h)	903.199
ผลประโยชน์รวมของระบบ โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง ($/h)	668.823
ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ($/MWh)	7.689
ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้จ่ายไฟฟ้า ($/MWh)	6.093

จากตารางที่ 6.32 โดยการเปรียบเทียบกับตารางที่ 6.6 จะพบว่าวิธีการจัดสรรกำลังการผลิตตามร่างกฎตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าจะให้ผลการจัดสรรกำลังการผลิตและราคาไฟฟ้าโนดที่ค่อนข้างจะแตกต่างจากวิธีการที่นำเสนอ ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุสำคัญ คือ

1) วิธีตามร่างกฎตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าจะทำการกำหนดบัสใดบัสหนึ่งให้เป็นบัสอ้างอิงตลอดการคำนวณ ในขณะที่วิธีการที่นำเสนอจะมีการเปลี่ยนแปลงบัสอ้างอิงในแต่ละรอบของการคำนวณเพื่อให้ได้ ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด
2) วิธีตามร่างกฎตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าจะใช้วิธีการจัดสรรกำลังการผลิตใหม่ (Redispatch) แทนการคำนวณออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ ในการแก้ปัญหาความแออัดในระบบส่ง
3) วิธีตามร่างกฎตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้ากำหนดให้ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่จัดสรรมีค่ามากที่สุดในกรณีที่ข้อมูลการเสนอซื้อรวมและข้อมูลการเสนอขายรวมมีช่วงที่ซ้ำกัน ในขณะที่วิธีการในวิทยานิพนธ์จะใช้ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ให้ผลประโยชน์มากที่สุด

และจากตารางที่ 6.33 โดยการเปรียบเทียบกับตารางที่ 6.10 จะพบว่า แม้วิธีการในวิทยานิพนธ์จะจัดสรรกำลังการผลิตในปริมาณที่น้อยกว่า แต่ก็สามารถให้ค่าผลประโยชน์รวมของระบบโดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริงที่มากกว่าวิธีตามร่างกฎตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าได้

6.5.2 การเปรียบเทียบกับโปรแกรม MATPOWER [32]

ในที่นี้จะใช้ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 30 บัสในการทดสอบ โดยให้มีความแออัดเกิดขึ้นบนสายส่งเส้นที่ 2 ซึ่งเชื่อมบัสที่ 1 และ 3 เช่นเดียวกับกรณีในการทดสอบของหัวข้อที่ 6.2.2 ผลการจัดสรรกำลังการผลิตและราคาไฟฟ้าแบบโนดโดยวิธีจากร่างกฎตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้า แสดงดังตารางที่ 6.34 และ ผลทางด้านการเงินแสดงดังตารางที่ 6.35

ตารางที่ 6.34 ผลการจัดสรรกำลังการผลิต และ ราคาไฟฟ้าโนด ที่ไม่มีความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้าโดยโปรแกรม MATPOWER

บัส	การเปรียบเทียบ		
	การใช้ไฟฟ้า (MW)	การจ่ายไฟฟ้า (MW)	ราคาไฟฟ้า ($/MWh)
1	0.000	82.894	3.000
2	30.000	50.000	6.735
3	5.000	0.000	14.521
4	20.000	0.000	12.143
5	80.000	43.161	9.000
6	0.000	0.000	10.897
7	40.000	0.000	10.224
8	20.000	70.000	10.813
9	0.000	0.000	11.126
10	20.000	0.000	11.247
11	0.000	70.000	11.126
12	30.000	0.000	11.503
13	0.000	70.000	11.503
14	10.000	0.000	11.730
15	10.000	0.000	11.750
16	0.000	0.000	11.495
17	20.000	0.000	11.400
18	5.000	0.000	11.782
19	10.000	0.000	11.732
20	5.000	0.000	11.631
21	20.000	0.000	11.416
22	0.000	0.000	11.425
23	5.000	0.000	11.839
24	20.000	0.000	11.806
25	0.000	0.000	11.612
26	5.000	0.000	11.899
27	0.000	0.000	11.363
28	0.000	0.000	11.006
29	5.000	0.000	11.977
30	20.000	0.000	12.390

ตารางที่ 6.35 ผลการจัดสรรกำลังการผลิตทั้งหมด และ ผลทางด้านการเงิน

การเปรียบเทียบ	การจัดสรรกำลังการผลิต โดยโปรแกรม MATPOWER
การใช้ไฟฟ้า (MW)	380.000
การจ่ายไฟฟ้า (MW)	386.055
ผลประโยชน์รวมของระบบ โดยทั่วไป ($/h)	3283.372
ผลประโยชน์รวมของระบบ โดยพิจารณาถึงราคาไฟฟ้าจริง ($/h)	2575.821
ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ($/MWh)	8.524
ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับผู้จ่ายไฟฟ้า ($/MWh)	10.601

จากตารางที่ 6.34 โดยการเปรียบเทียบกับตารางที่ 6.16 จะพบว่าวิธีการจัดสรรกำลังการผลิตโดยโปรแกรม MATPOWER จะให้ผลการจัดสรรกำลังการผลิตและราคาไฟฟ้าโนดที่ค่อนข้างจะใกล้เคียงกับวิธีการที่นำเสนอ ทั้งนี้สามารถแยกอธิบายสาเหตุเป็น 3 ประเด็น เช่นเดียวกับหัวข้อที่ 6.5.1 ดังนี้

1) วิธีการในโปรแกรม MATPOWER ไม่ได้ทำการกำหนดบัสอ้างอิงที่แน่นอนในการคำนวณออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ หากแต่ใช้การพิจารณากำหนดบัสอ้างอิงซึ่งทำหน้าที่เป็นบัสรับผิดชอบการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าหน่วยสุดท้ายเพื่อให้ได้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด เช่น เดียวกับวิธีการที่นำเสนอ
2) วิธีการในโปรแกรม MATPOWER ใช้การคำนวณออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ในการจัดสรรกำลังการผลิต เช่นเดียวกับวิธีการที่ได้นำเสนอ ในการแก้ปัญหาความแออัดในระบบส่ง
3) เนื่องจากโปรแกรม MATPOWER ไม่สามารถทำการคำนวณการจัดสรรกำลังการผลิตโดยที่ข้อมูลของการใช้ไฟฟ้าเป็นการประมูลเสนอราคาซื้อได้ หากแต่สามารถคำนวณได้โดยกำหนดปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่คงที่ให้กับโปรแกรม ดังนั้น ในการคำนวณจึงจำเป็นต้องกำหนดปริมาณการใช้ไฟฟ้าดังกล่าวด้วยค่าคงที่ ซึ่งในที่นี้ใช้ค่าเดียวกับการใช้

ไฟฟ้าที่ได้จากจุดตัดของกราฟข้อมูลการเสนอซื้อและเสนอขายไฟฟ้ารวม ดังนั้นจึงเป็นที่แน่นอนว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากผลที่ได้จากโปรแกรม MATPOWER จะมีค่าเท่ากับค่าที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอ ซึ่งมีส่วนทำให้ผลการจัดสรรกำลังการผลิตและราคาไฟฟ้าโนดมีค่าใกล้เคียงกัน

และจากตารางที่ 6.35 โดยการเปรียบเทียบกับตารางที่ 6.20 จะพบว่า ผลการจัดสรรกำลังการผลิตรวมและผลทางการเงินจากโปรแกรม MATPOWER มีค่าใกล้เคียงกับผลการจัดสรรกำลังการผลิตในวิทยานิพนธ์มาก ซึ่งเป็นผลจากการจัดสรรกำลังการผลิตและราคาไฟฟ้าโนดที่ใกล้เคียงกันนั่นเอง