บทที่6

ผลการทดสอบและการวิเคราะห์

6.1 บทนำ

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาของการจ่ายโหลดอย่างประหยัดที่คำนึงถึงข้อจำกัดการปล่อยก๊าซพิษจากโรงไฟฟ้า โดยจะจัดสรรการผลิตไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องและคำนวณค่าใช้จ่ายทั้งหมด ทั้งกรณีที่คิดเฉพาะต้นทุนการผลิตเพียงอย่างเดียว และกรณีที่คิดถึงผลของการปล่อยก๊าซพิษเพิ่มเข้ามา รวมทั้งผลจากกรณีติดตั้งเครื่องดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยในการศึกษานี้จะจำแนกเป็น

1).การศึกษากรณีที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่างๆ กัน

2).การศึกษากรณีโรงไฟฟ้ามีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น

3).การศึกษากรณีติดตั้งเครื่องดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ซึ่งรายละเอียดของการศึกษาจะได้กล่าวถัดไป

6.2 ผลการศึกษากรณีที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่างๆ กัน

ในการศึกษานี้จะใช้ระบบไฟฟ้ากำลังของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(กฟผ.)คือโรงไฟฟ้าพลังความร้อนที่ แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง จำนวน11เครื่องโดยแต่ละเครื่อง มีกำลังผลิตดังนี้

เครื่องที่ 1-3 กำลังผลิตเครื่องละ 75 MW

เครื่องที่ 4-7 กำลังผลิตเครื่องละ 150 MW

เครื่องที่ 8-11 กำลังผลิตเครื่องละ 300 MW

รวมกำลังผลิตทั้งหมดเท่ากับ 2025 MW

ก่อนอื่นเราจะต้องหาฟังก์ชันต้นทุนการผลิตและฟังก์ชันการปล่อยก๊าพิษของแต่ละเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยได้อาศัยข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ข้อมูลฟังก์ชันต้นทุนการผลิต

จะหาจากปริมาณการใช้ถ่านหินของแต่ละเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดย

ปริมาณการใช้ถ่านหิน = $H*10^6/0.92*4.1868*A$ (กก./ชม.) (6.1)

โดย H = ความร้อนที่ใช้โดยกังหัน(basic turbine heat consumption) (GJ/hr)

A = ค่าความร้อนจำเพาะของถ่านหิน(heating value) ซึ่งเท่ากับ2600 (kcal/kg)

ประสิทธิภาพของ boiler =0.92

ถ่านหินราคาตันละ 500 บาท

เครื่องที่ 1-3

$H = 9.308L + 41.2$

โดย L = โหลด(load) (MW)

แทน H ในสมการที่ (6.1) จะได้

ปริมาณการใช้ถ่านหินของแต่ละเครื่อง $= 0.9308L + 4.12$ (ตัน/ชม.)

และฟังก์ชันต้นทุนการผลิตของแต่ละเครื่อง $= 0.465L + 2.06$ (พันบาท/ชม.)

เครื่องที่ 4-7

$H = 7.82L + 52.3$

โดย L = โหลด(load) (MW)

แทน H ในสมการที่ (6.1) จะได้

ปริมาณการใช้ถ่านหินของแต่ละเครื่อง $= 0.782L + 5.23$ (ตัน/ชม.)

และฟังก์ชันต้นทุนการผลิตของแต่ละเครื่อง $= 0.391L + 2.615$ (พันบาท/ชม.)

เครื่องที่ 8-9

$H = 7.303L + 144.94$

โดย L = โหลด(load) (MW)

แทน H ในสมการที่ (6.1) จะได้

ปริมาณการใช้ถ่านหินของแต่ละเครื่อง = 0.730L + 14.494 (ตัน/ชม.)

และฟังก์ชันต้นทุนการผลิตของแต่ละเครื่อง = 0.365L + 7.247 (พันบาท/ชม.)

เครื่องที่ 10

H = 7.5193L + 140.36

โดย L = โหลด(load) (MW)

แทน H ในสมการที่ (6.1) จะได้

ปริมาณการใช้ถ่านหินของแต่ละเครื่อง = 0.752L + 14.036 (ตัน/ชม.)

และฟังก์ชันต้นทุนการผลิตของแต่ละเครื่อง = 0.376L + 7.02 (พันบาท/ชม.)

เครื่องที่ 11

H = 7.354L + 153.657

โดย L = โหลด(load) (MW)

แทน H ในสมการที่ (6.1) จะได้

ปริมาณการใช้ถ่านหินของแต่ละเครื่อง = 0.735L + 15.365 (ตัน/ชม.)

และฟังก์ชันต้นทุนการผลิตของแต่ละเครื่อง = 0.368L + 7.682 (พันบาท/ชม.)

ข้อมูลฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษ

SO_2 ที่ปล่อยออกมา เขียนสมการได้ดังนี้

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

โดยน้ำหนัก (32g) (32g) (64g)

หากพิจารณาค่าต่อน้ำหนัก(By weight) จะพบว่า ซัลเฟอร์ 1kg จะก่อให้เกิดSO_2 2 kg

จากการวิเคราะห์แบบประมาณ(Proximate Analysis)ที่ ซัลเฟอร์ = 1%

จะได้ SO_2 ที่ปล่อย = 2% ของปริมาณถ่านหินที่ใช้

ดังนั้น ฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษของแต่ละเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีดังนี้

เครื่องที่ 1-3 ฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษของแต่ละเครื่อง = 0.018L + 0.08 (ตัน/ชม.)

เครื่องที่ 4-7 ฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษของแต่ละเครื่อง = 0.015L + 0.10 (ตัน/ชม.)

เครื่องที่ 8-9 ฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษของแต่ละเครื่อง = 0.014L + 0.29 (ตัน/ชม.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่องที่ 10 ฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษของแต่ละเครื่อง = 0.015L + 0.28 (ตัน/ชม.)
เครื่องที่ 11 ฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษของแต่ละเครื่อง = 0.013L + 0.31 (ตัน/ชม.)

การทดสอบในขั้นต้นเป็นการศึกษาถึงกรณีที่ความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยจะทำการศึกษาที่กรณีความต้องการใช้ไฟฟ้าที่ระดับความต้องการใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ กันที่ 1000, 1100, ... , 2000 MW. ของการจ่ายโหลดอย่างประหยัด และเนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานของการปล่อยก๊าซSO_2(emission) ในการศึกษานี้จะใช้การประมาณเปรียบเทียบกับข้อมูลของ Pennsylvania Power and Light Company (PP&L) ประเทศสหรัฐอเมริกา [5] ได้ค่าการปล่อยก๊าซSO_2 (emission) ประมาณ $\leq$ 30 ตัน/ชม. ดังนั้นจึงใช้เงื่อนไขการปล่อยก๊าซSO_2 ต้องไม่เกิน 30 ตัน/ชม.

ผลลัพธ์แสดงไว้ในตารางที่ 6.2.1 - 6.2.4 ซึ่งจะแสดงผลของการจ่ายโหลดอย่างประหยัดที่ความต้องการใช้ไฟฟ้า 1000,1400,1800,1900 MW ตามลำดับ ส่วนตารางที่6.2.5 จะแสดงถึงค่าสูงสุดและต่ำสุดของก๊าซพิษSO_2 ที่ปล่อย และค่าราคาก๊าซพิษ SO_2ที่ทำให้สามารถหาจุดเหมาะสมของกำลังการผลิต ผลการศึกษาดังตาราง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2.1 ผลของการจ่ายโหลดอย่างประหยัด

DEMAND =1000 MW. TOTAL SULFUR =30 TON/HR

กำลังผลิตของเครื่องหมายเลข	กรณีคิดเฉพาะต้นทุนการผลิต(MW)	กรณีคิดเฉพาะผลของการปล่อยก๊าซพิษ(MW)	คิดทั้ง 2 กรณี (MW) และเริ่ม WEIGHT ที่						
			0.5	1.0	1.5 หน่วย	2.0 (พันบาท)	2.5 /ตัน	3.0	3.5
1	50	50	50	50	50	50	50	50	50
2	50	50	50	50	50	50	50	50	50
3	50	50	50	50	50	50	50	50	50
4	120	120	120	120	120	120	120	120	120
5	120	120	120	120	120	120	120	120	120
6	120	120	120	120	120	120	120	120	120
7	120	120	120	120	120	120	120	120	120
8	180	190	180	180	180	190	190	190	190
9	190	180	190	190	190	180	180	180	180
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRODUCTION COST (พันบาท/ชม.)	456.2	-	456.20	456.20	456.20	456.22	456.22	456.22	456.22
EMISSION COST (พันบาท/ชม.)	-	-	7.78	15.55	23.34	31.12	38.90	46.68	54.46
SO_2 EMISSION (ตัน/ชม.)	15.56	15.55	15.56	15.56	15.56	15.55	15.55	15.55	15.55
TOTAL COST (พันบาท/ชม.)	456.2	-	463.98	471.75	479.54	487.34	495.12	502.90	510.68

ที่ WEIGHT = 2.0 จะได้ค่ากำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่มีต้นทุนการผลิตของระบบมีราคาต่ำ และปล่อยก๊าซพิษน้อยที่สุด รวมทั้งเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ 6.2.2 ผลของการจ่ายโหลดอย่างประหยัด

DEMAND =1400 MW. TOTAL SULFUR =30 TON/HR

กำลังผลิตของเครื่องหมายเลข	กรณีคิดเฉพาะต้นทุนการผลิต(MW)	กรณีคิดเฉพาะผลของการปล่อยก๊าซพิษ(MW)	คิดทั้ง 2 กรณี (MW) และเริ่ม WEIGHT ที่						
			0.5	1.0	1.5 หน่วย	2.0 (พันบาท)	2.5 /ตัน	3.0	3.5
1	50	50	50	50	50	50	50	50	50
2	50	50	50	50	50	50	50	50	50
3	50	50	50	50	50	50	50	50	50
4	120	120	120	120	120	120	120	120	120
5	120	120	120	120	120	120	120	120	120
6	120	120	120	120	120	120	120	120	120
7	120	120	120	120	120	120	120	120	120
8	180	230	180	180	180	180	180	180	180
9	230	180	230	230	230	230	230	230	230
10	180	180	180	180	180	180	180	180	180
11	180	180	180	180	180	180	180	180	180
PRODUCTION COST (พันบาท/ชม.)	586.00	-	586.00	586.00	586.00	586.10	586.10	586.10	586.10
EMISSION COST (พันบาท/ชม.)	-	-	10.19	20.33	30.47	40.61	50.75	60.89	71.03
SO_2 EMISSION (ตัน/ชม.)	20.38	20.33	20.38	20.38	20.38	20.33	20.33	20.33	20.33
TOTAL COST (พันบาท/ชม.)	586.00	-	596.19	606.33	616.47	626.71	636.85	646.99	657.13

ที่ WEIGHT = 2.0 จะได้ค่ากำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่มีต้นทุนการผลิตของระบบมีราคาต่ำ และปล่อยก๊าซพิษน้อยที่สุด รวมทั้งเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ 6.2.3 ผลของการจ่ายโหลดอย่างประหยัด

DEMAND =1800 MW. TOTAL SULFUR =30 TON/HR

กำลังผลิตของเครื่องหมายเลข	กรณีคิดเฉพาะต้นทุนการผลิต(MW)	กรณีคิดเฉพาะผลของการปล่อยก๊าซพิษ(MW)	คิดทั้ง 2 กรณี (MW) และเริ่ม WEIGHT ที่						
			0.5	1.0	6.0 หน่วย	7.5 (พันบาท)	8.0 /ตัน	8.5	9.0
1	50	50	50	50	50	50	50	50	50
2	50	50	50	50	50	50	50	50	50
3	50	50	50	50	50	50	50	50	50
4	120	120	120	120	120	120	120	120	120
5	120	150	120	120	120	150	150	150	150
6	120	150	120	120	120	120	150	150	150
7	120	150	120	120	150	150	150	150	150
8	300	300	300	300	300	300	300	300	300
9	300	300	300	300	300	300	300	300	300
10	270	180	270	270	240	210	180	180	180
11	300	300	300	300	300	300	300	300	300
PRODUCTION COST (พันบาท/ชม.)	733.02	-	733.02	733.02	733.53	733.98	734.46	734.46	734.46
EMISSION COST (พันบาท/ชม.)	-	-	12.73	25.45	152.16	189.75	201.92	214.54	227.16
SO_2 EMISSION (ตัน/ชม.)	25.45	25.24	25.45	25.45	25.36	25.30	25.24	25.24	25.24
TOTAL COST (พันบาท/ชม.)	733.02	-	745.75	758.47	885.69	923.73	936.38	949.00	961.62

ที่ WEIGHT = 8.0 จะได้ค่ากำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่มีต้นทุนการผลิตของระบบมีราคาต่ำ และปล่อยก๊าซพิษน้อยที่สุด รวมทั้งเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

59

ตารางที่ 6.2.4 ผลของการจ่ายโหลดอย่างประหยัด

DEMAND =1900 MW. TOTAL SULFUR =30 TON/HR

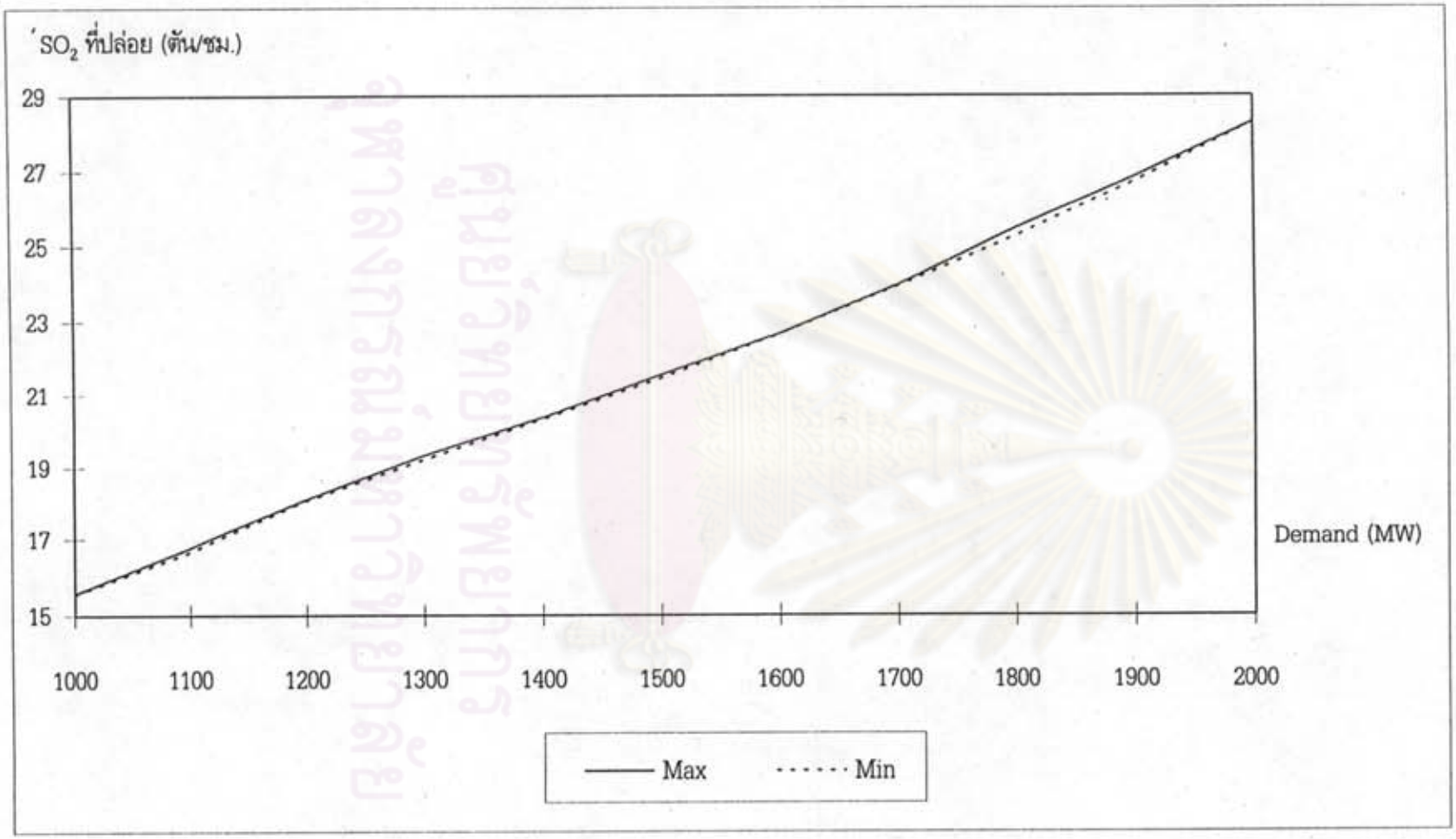
กำลังผลิตของเครื่องหมายเลข	กรณีคิดเฉพาะต้นทุนการผลิต(MW)	กรณีคิดเฉพาะผลของการปล่อยก๊าซพิษ(MW)	คิดทั้ง 2 กรณี (MW) และเริ่ม WEIGHT ที่						
			0.5	1.0	1.5 หน่วย	2.0 (พันบาท)	8.5 /ตัน	15.5	16.0
1	50	50	50	50	50	50	50	50	50
2	50	50	50	50	50	50	50	50	50
3	50	50	50	50	50	50	50	50	50
4	150	150	150	120	120	120	120	150	150
5	150	150	150	150	150	150	150	150	150
6	130	150	130	150	130	130	150	150	150
7	120	150	120	130	150	150	150	150	150
8	300	300	300	300	300	300	300	300	300
9	300	300	300	300	300	300	300	300	300
10	300	250	300	300	300	300	280	250	250
11	300	300	300	300	300	300	300	300	300
PRODUCTION COST (พันบาท/ชม.)	771.68	-	771.68	771.72	771.74	771.74	772.06	772.51	772.51
EMISSION COST (พันบาท/ชม.)	-	-	13.42	26.80	40.17	53.56	227.29	414.01	427.36
SO_2 EMISSION (ตัน/ชม.)	26.84	26.71	26.84	26.80	26.78	26.78	26.74	26.71	26.71
TOTAL COST (พันบาท/ชม.)	771.68	-	785.10	798.52	811.91	825.30	999.35	1187	1200

ที่ WEIGHT = 15.5 จะได้ค่ากำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่มีต้นทุนการผลิตของระบบมีราคาต่ำ และปล่อยก๊าซพิษน้อยที่สุด รวมทั้งเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

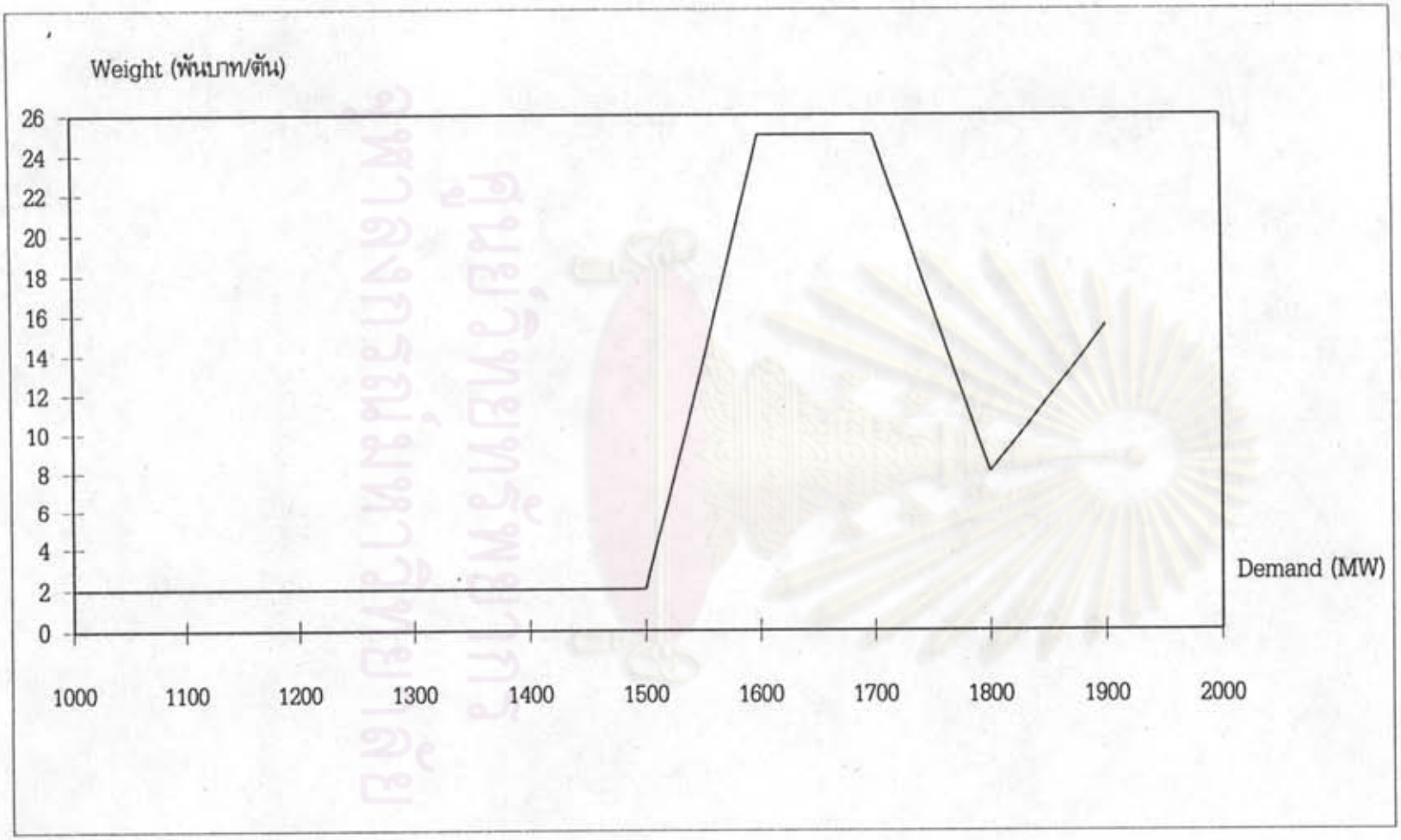
ตารางที่6.2.5 แสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของการปล่อยก๊าซพิษ SO_2 และ ค่า Weight สำหรับ ความต้องการใช้ไฟฟ้าต่างๆกัน

Demand (MW)	ค่าสูงสุดของ SO_2 ที่ปล่อย(ตัน/ชม.)	ค่าต่ำสุดของ SO_2 ที่ปล่อย(ตัน/ชม.)	weight (ราคาของก๊าซพิษ SO_2) (พันบาท/ตัน)
1000	15.56	15.55	2
1100	16.76	16.65	2
1200	18.13	18.09	2
1300	19.32	19.21	2
1400	20.38	20.33	2
1500	21.55	21.46	2
1600	22.67	22.66	25
1700	23.97	23.94	25
1800	25.45	25.24	8
1900	26.84	26.71	15.5
2000	28.28	28.28	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่6.1 กราฟแสดงค่าการปล่อย SO_2 สูงสุดและต่ำสุดเทียบกับโหลด(ของตารางที่6.2.5)



รูปที่6.2 กราฟแสดงค่า weight ที่เหมาะสมเทียบกับโหลด(ของตารางที่6.2.5)

ตัวอย่างจากตารางที่6.2.3และรูปที่6.1 ผลของโปรแกรมจะพบว่า การจ่ายโหลดอย่างประหยัด กรณีที่ความต้องการใช้ไฟฟ้า 1800 MW โปรแกรมจะจัดสรรให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง คือ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องที่ 1-3 ผลิตเครื่องละ 50 MW

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องที่ 4-7 ผลิตเครื่องละ 120 MW

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องที่ 8,9,11 ผลิตเครื่องละ 300 MW

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องที่ 10 ผลิต 270 MW

โดยต้นทุนการผลิตรวมของระบบ = 733,020 บาท/ชม.,ค่า SO_2 Emission =25.45 ตัน/ชม. ทั้งนี้จะคำนึงถึงการจ่ายโหลดอย่างประหยัด(ต้นทุนการผลิตที่ถูกที่สุด) และเมื่อคิดรวมผลของอัตราการปล่อยก๊าซพิษเพิ่มเข้ามา พบว่าที่ราคาก๊าซพิษของSO_2 (weight) =8,000 บาท/ตัน โปรแกรมการจ่ายโหลดอย่างประหยัดก็จะจัดสรรให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องผลิตไฟฟ้าดังนี้คือ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องที่ 1-3 ผลิตเครื่องละ 50 MW

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องที่ 4 ผลิต 120 MW

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องที่ 5-7 ผลิตเครื่องละ 150 MW

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องที่ 8,9,11 ผลิตเครื่องละ 300 MW

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องที่ 10 ผลิต 180 MW

โดยต้นทุนการผลิตรวมของระบบ = 734,460 บาท/ชม., ค่า SO_2 Emission =25.24 ตัน/ชม. จะเห็นว่ากรณีคิดรวมผลของการปล่อยก๊าซพิษ SO_2Emission จะลดลง 210 กก./ชม.แต่ค่าต้นทุนการผลิตรวมของระบบจะเพิ่มขึ้น 1420 บาท/ชม. ทั้งนี้จะคำนึงถึงการจ่ายโหลดอย่างประหยัด (ต้นทุนการผลิตที่ถูกที่สุด) รวมทั้งมีการปล่อยก๊าซพิษน้อยที่สุดเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด (Total $SO_2 \leq$ 30 ตัน/ชม.)

และกรณีนี้จะพบว่าค่าต้นทุนการผลิตของระบบ(Production cost) จะเพิ่มมากกว่ากรณีที่คิดเฉพาะต้นทุนการผลิตเพียงอย่างเดียว

พร้อมกันนี้ จากผลทั้งหมดจะพบว่า ตั้งแต่ราคาก๊าซพิษของ SO_2 (weight) =8,000 บาท/ตัน เป็นต้นไป ไม่ว่าเราจะเพิ่มราคาก๊าซพิษของSO_2ให้แพงขึ้น(มากกว่า 8,000 บาท/ตัน) ผลการจ่ายโหลดอย่างประหยัดก็จะไม่เปลี่ยนแปลงคือ กำลังผลิตที่ได้และการปล่อยก๊าซพิษก็จะเท่ากับกรณีที่ราคาก๊าซพิษ =8,000 บาท/ตัน และปริมาณก๊าซSO_2 ที่ปล่อยก็ยังคงเท่ากับ 25.24 ตัน/ชม.ตลอด

สรุปผลที่ได้จากกรณีความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าต่างๆ ผลของการจ่ายโหลดสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าทุกระดับ โดยยิ่งความต้องการใช้ไฟฟ้ามาก ค่าต้นทุนการผลิตและอัตราการปล่อยก๊าซพิษก็จะยิ่งมาก แต่โปรแกรมก็สามารถหาจุดที่กำลังผลิตที่เหมาะสมทั้งราคาและสิ่งแวดล้อม สำหรับค่าราคาก๊าซพิษ SO_2 (weight) หนึ่งๆ ที่แต่ละระดับความต้องการผู้ใช้ไฟฟ้า (สรุปไว้ในตารางที่6.2.5)

จากตารางที่ 6.2.5 และ รูปที่6.1จะเห็นช่วงในการปล่อยของ SO_2 ที่แต่ละระดับความต้องการใช้ไฟฟ้า และการปล่อยก๊าซSO_2 ก็จะเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการใช้ไฟฟ้า และจากรูปที่6.2 จะพบว่า เมื่อความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ค่าราคาก๊าซพิษSO_2 สำหรับที่จะหาจุดของกำลังผลิตที่เหมาะสม (Optimal) ทั้งราคาและการปล่อยก๊าซพิษ SO_2 ก็จะเพิ่มมากขึ้น และที่ระดับราคาก๊าซพิษ SO_2 หนึ่งๆ ซึ่งโปรแกรมสามารถหาจุดกำลังผลิตที่เหมาะสมทั้งราคา และการปล่อยก๊าซพิษSO_2 ที่ค่าหนึ่งๆ ไม่ว่าจะเพิ่มราคาก๊าซพิษSO_2 ให้แพงขึ้นจากระดับราคาก๊าซพิษตรงนั้น การปล่อยก๊าซพิษSO_2 ก็ยังคงเท่าเดิม ไม่ได้ลดลงตามราคาก๊าซพิษSO_2ที่เพิ่มขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3 ผลการศึกษากรณีโรงไฟฟ้ามีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น

เมื่อโรงไฟฟ้ามีการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้าตลอดเวลาเป็นเวลานาน อายุการใช้งานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปประสิทธิภาพของเครื่องก็จะลดลง การปล่อยก๊าซพิษของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจึงมากขึ้นกว่าเดิม

ในการศึกษานี้เราจะทำการเพิ่มค่าฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษ(emission function) เป็น 1.5 เท่า, 2 เท่า และ 2.5 เท่า ของฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษเดิม ดังตารางที่6.3.1 เพื่อจำลองระบบของโรงไฟฟ้าที่มีอายุการใช้งานมากขึ้น การปล่อยก๊าซพิษSO_2 ก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย เพื่อหาผลของการจ่ายโหลดอย่างประหยัด โดยมีผลของการศึกษาดังนี้

ตารางที่6.3.2 จะแสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของการปล่อยก๊าซพิษSO_2 และค่าราคาก๊าซพิษ SO_2 ที่โปรแกรมสามารถหาจุดกำลังผลิตที่เหมาะสม สำหรับแต่ละระดับของความต้องการใช้ไฟฟ้าต่างๆ กัน โดยฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษ = 1.5 เท่าของฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษเดิม

ตารางที่6.3.3 จะแสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของการปล่อยก๊าซพิษSO_2 และค่าราคาก๊าซพิษ SO_2 ที่โปรแกรมสามารถหาจุดกำลังผลิตที่เหมาะสม สำหรับแต่ละระดับของความต้องการใช้ไฟฟ้าต่างๆ กัน โดยฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษ = 2 เท่าของฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษเดิม

ตารางที่6.3.4 จะแสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของการปล่อยก๊าซพิษSO_2 และค่าราคาก๊าซพิษ SO_2 ที่โปรแกรมสามารถหาจุดกำลังผลิตที่เหมาะสม สำหรับแต่ละระดับของความต้องการใช้ไฟฟ้าต่างๆ กัน โดยฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษ = 2.5 เท่าของฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษเดิม

ผลการศึกษาดังตาราง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่6.3.1 ค่า Emission Function

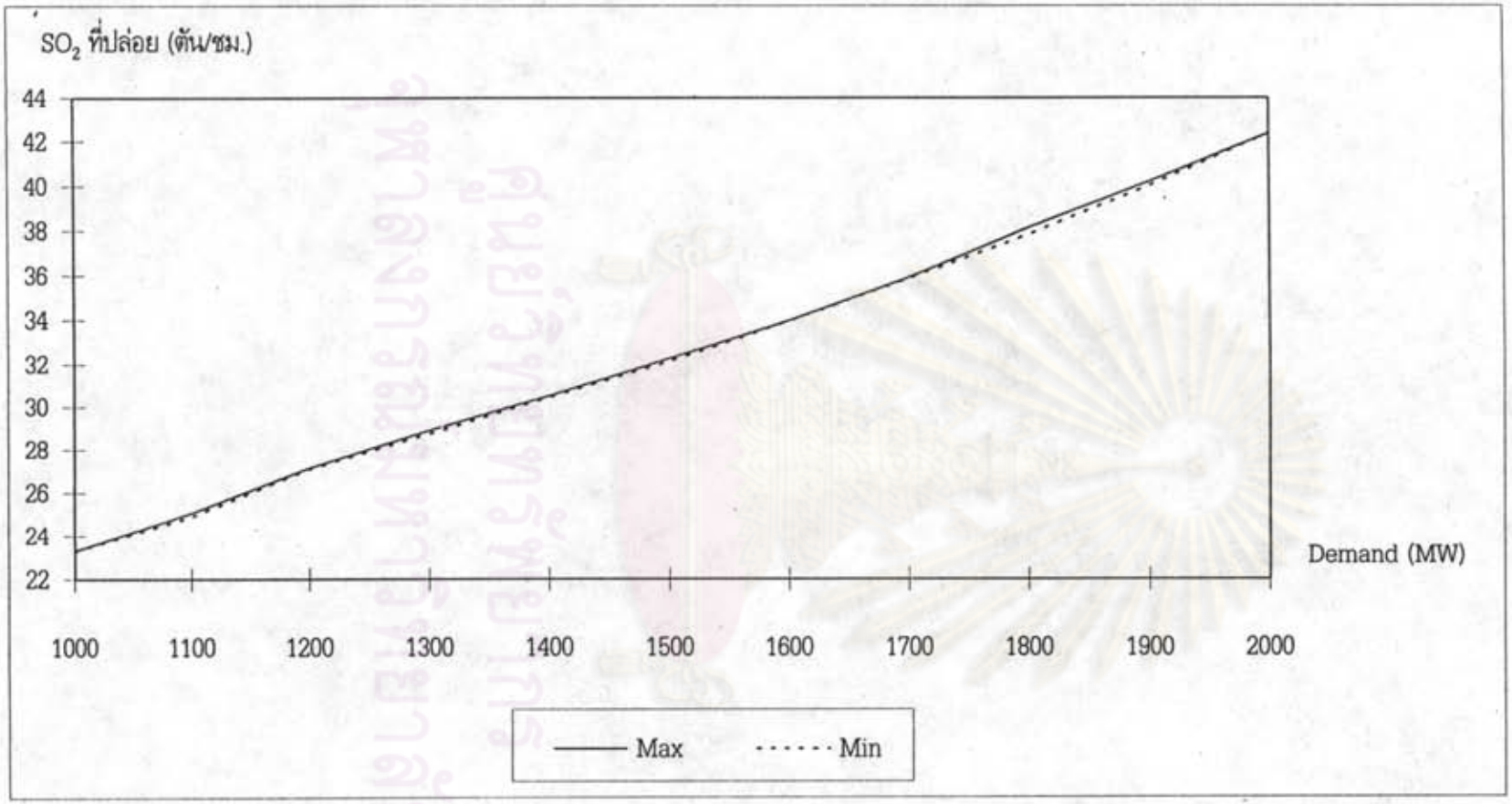
หน่วย ตัน/ชั่วโมง

Gen.No.	Emission Func.เดิม		1.5เท่า		2เท่า		2.5เท่า	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.02	0.08	0.03	0.12	0.04	0.16	0.05	0.24
2	0.02	0.08	0.03	0.12	0.04	0.16	0.05	0.24
3	0.02	0.08	0.03	0.12	0.04	0.16	0.05	0.24
4	0.01	0.10	0.02	0.15	0.02	0.20	0.03	0.30
5	0.01	0.10	0.02	0.15	0.02	0.20	0.03	0.30
6	0.01	0.10	0.02	0.15	0.02	0.20	0.03	0.30
7	0.01	0.10	0.02	0.15	0.02	0.20	0.03	0.30
8	0.01	0.29	0.02	0.44	0.02	0.58	0.03	0.87
9	0.01	0.29	0.02	0.44	0.02	0.58	0.03	0.87
10	0.02	0.28	0.02	0.42	0.03	0.56	0.04	0.84
11	0.01	0.31	0.02	0.47	0.02	0.62	0.03	0.93

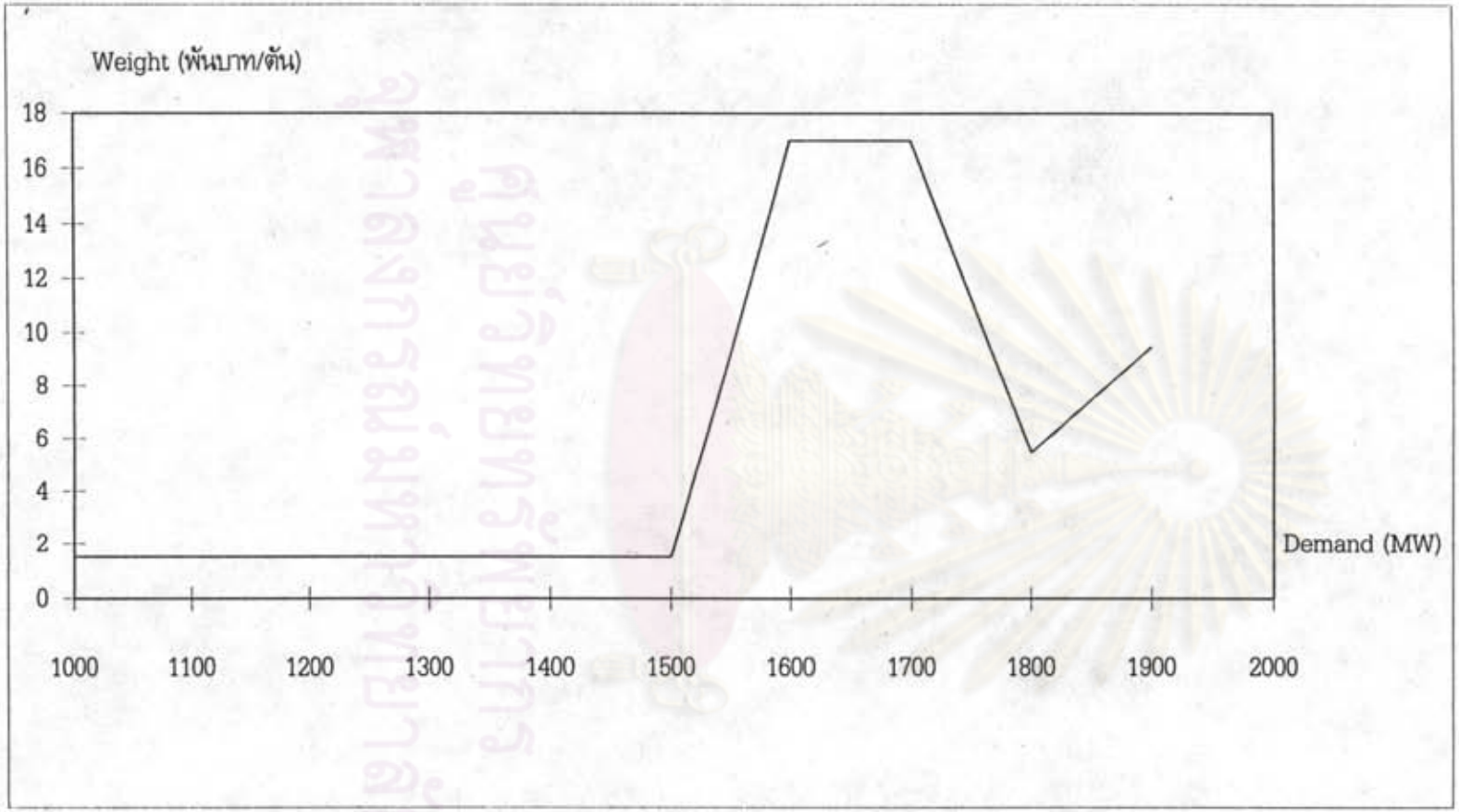
ตารางที่6.3.2 แสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของการปล่อยก๊าซพิษ SO_2 และ ค่า Weight สำหรับ ความต้องการใช้ไฟฟ้าต่างๆกัน Emission Function = 1.5 เท่า ของ Emission Function เดิม

Demand (MW)	ค่าสูงสุดของ SO_2 ที่ปล่อย(ตัน/ชม.)	ค่าต่ำสุดของ SO_2 ที่ปล่อย(ตัน/ชม.)	weight (ราคาของก๊าซพิษ SO_2) (พันบาท/ตัน)
1000	23.28	23.26	1.5
1100	25.08	24.91	1.5
1200	27.13	27.08	1.5
1300	28.91	28.75	1.5
1400	30.51	30.44	1.5
1500	32.27	32.13	1.5
1600	33.95	33.93	17
1700	35.9	35.85	17
1800	38.11	37.8	5.5
1900	40.2	40.01	9.5
2000	42.35	42.35	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่6.3 กราฟแสดงค่าการปล่อย SO_2 สูงสุดและต่ำสุดเทียบกับโหลด(ของตารางที่6.3.2)

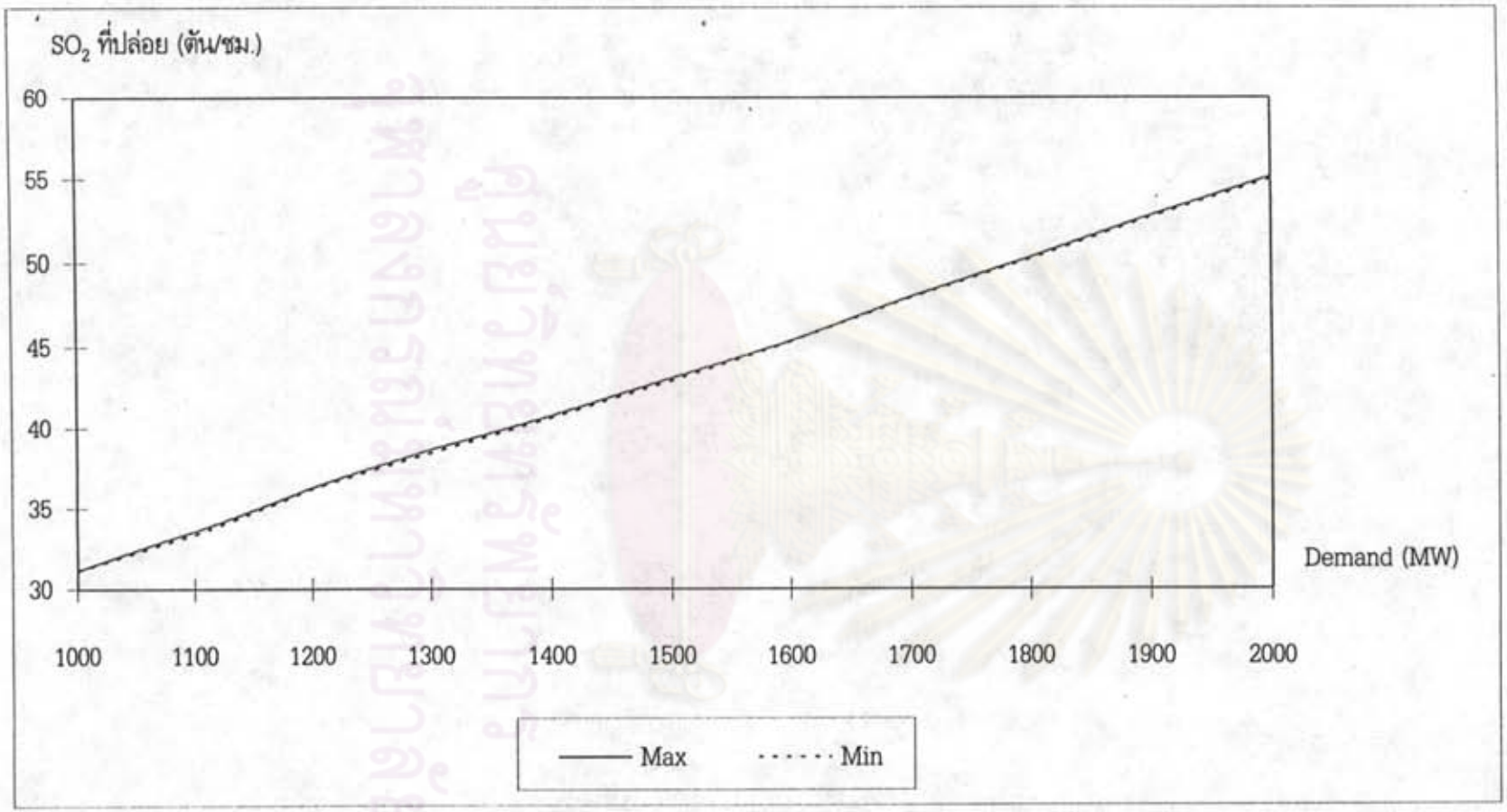


รูปที่6.4 กราฟแสดงค่า weight ที่เหมาะสมเทียบกับโหลด(ของตารางที่6.3.2)

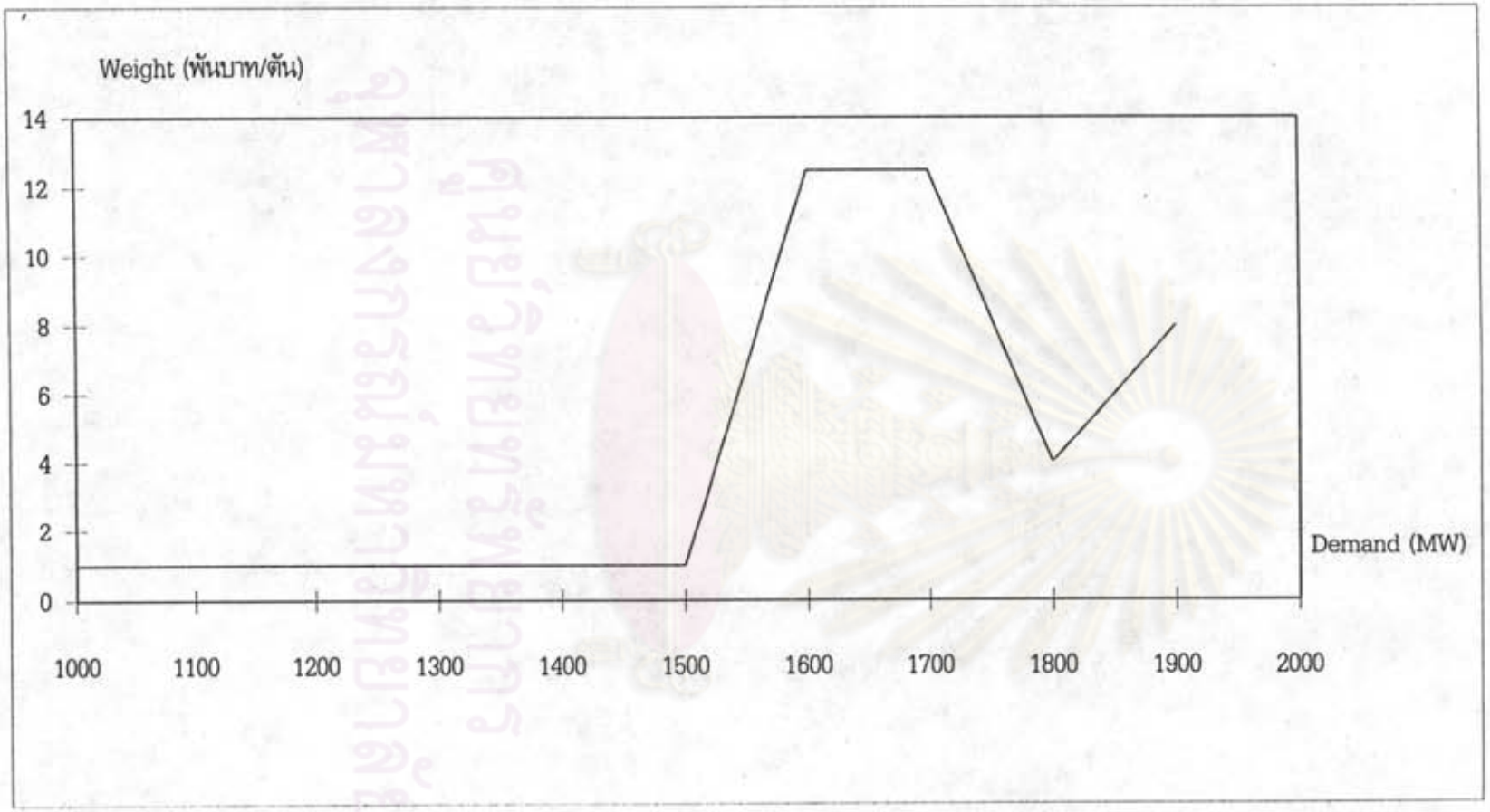
ตารางที่6.3.3 แสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของการปล่อยก๊าซพิษ SO_2 และ ค่า Weight สำหรับ ความต้องการใช้ไฟฟ้าต่างๆกัน Emission Function = 2 เท่า ของ Emission Function เดิม

Demand (MW)	ค่าสูงสุดของ SO_2 ที่ปล่อย(ตัน/ชม.)	ค่าต่ำสุดของ SO_2 ที่ปล่อย(ตัน/ชม.)	weight (ราคาของก๊าซพิษ SO_2) (พันบาท/ตัน)
1000	31.12	31.1	1
1100	33.52	33.3	1
1200	36.25	36.19	1
1300	38.63	38.41	1
1400	40.76	40.66	1
1500	43.1	42.92	1
1600	45.34	45.32	12.5
1700	47.94	47.88	12.5
1800	50.3	50.21	4
1900	52.72	52.61	8
2000	55.14	55.02	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่6.5 กราฟแสดงค่าการปล่อย SO_2 สูงสุดและต่ำสุดเทียบกับโหลด(ของตารางที่6.3.3)

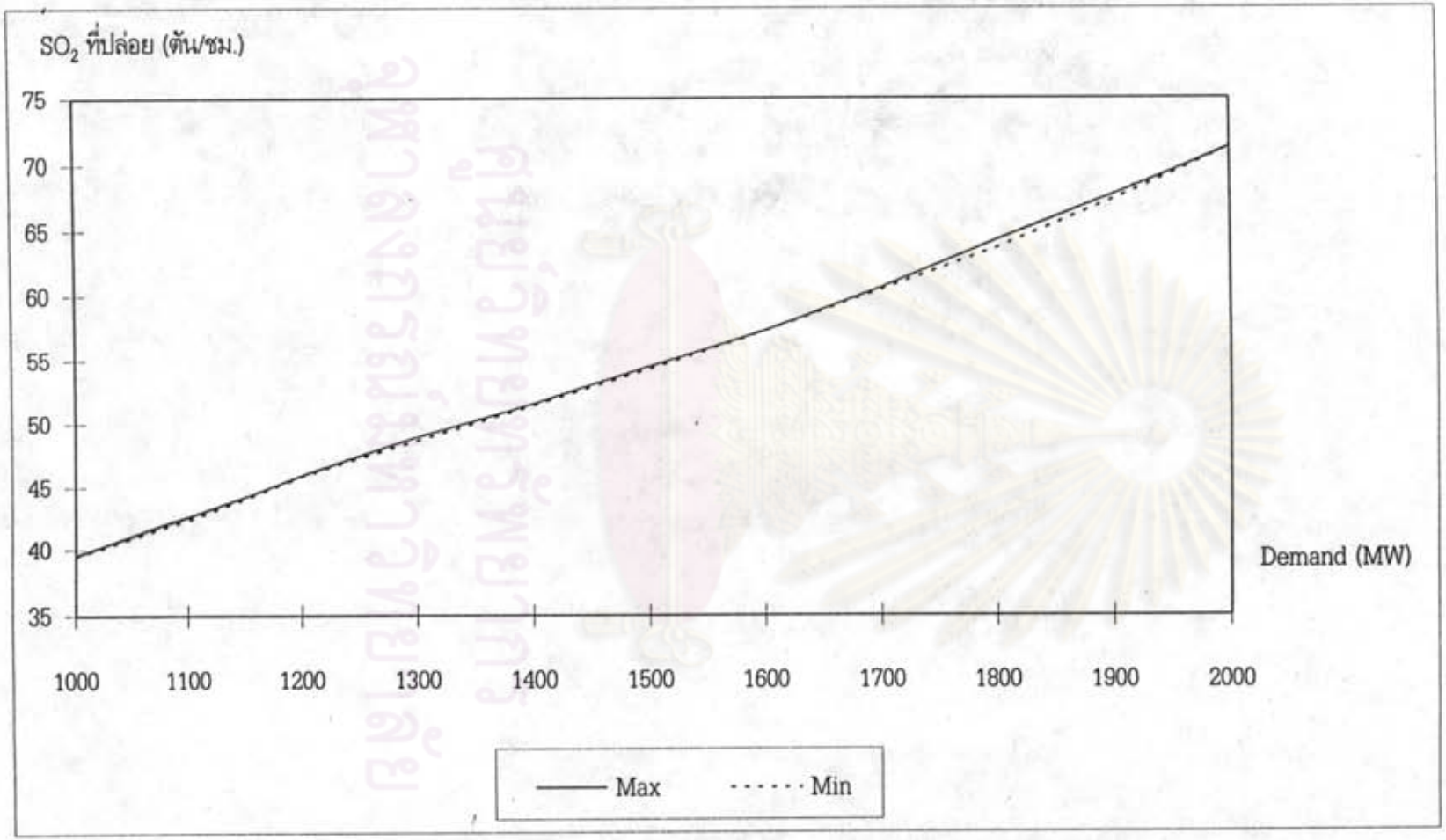


รูปที่6.6 กราฟแสดงค่า weight ที่เหมาะสมเทียบกับโหลด(ของตารางที่6.3.3)

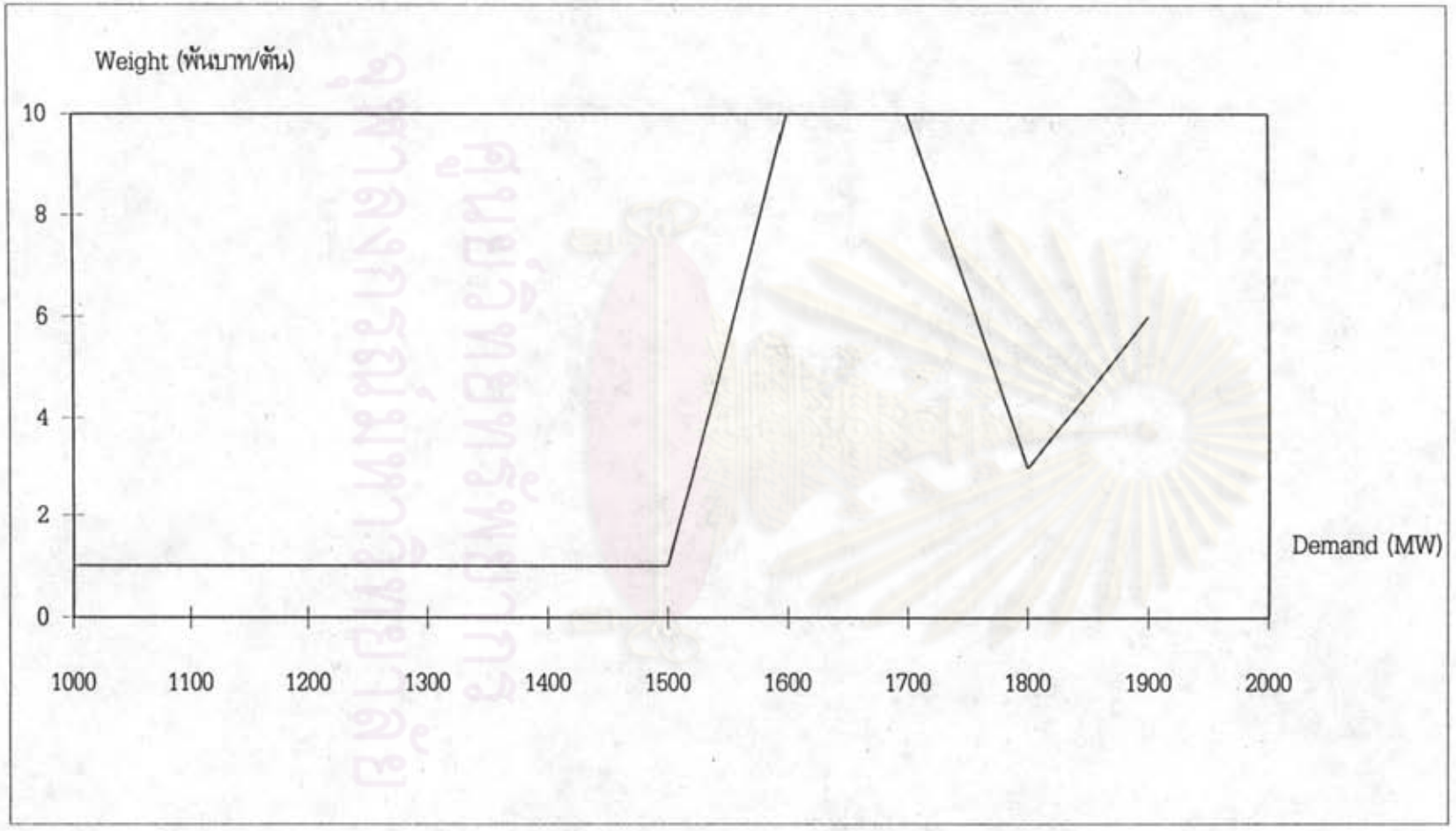
ตารางที่6.3.4 แสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของการปล่อยก๊าซพิษ SO_2 และ ค่า Weight สำหรับ ความต้องการใช้ไฟฟ้าต่างๆกัน Emission Function = 2.5 เท่า ของ Emission Function เดิม

Demand (MW)	ค่าสูงสุดของ SO_2 ที่ปล่อย(ตัน/ชม.)	ค่าต่ำสุดของ SO_2 ที่ปล่อย(ตัน/ชม.)	weight (ราคาของก๊าซพิษ SO_2) (พันบาท/ตัน)
1000	39.5	39.48	1
1100	42.51	42.23	1
1200	45.92	45.84	1
1300	48.89	48.62	1
1400	51.56	51.43	1
1500	54.48	54.26	1
1600	57.28	57.26	10
1700	60.53	60.38	10
1800	64.23	63.63	3
1900	67.68	67.31	6
2000	71.24	71.24	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่6.7 กราฟแสดงค่าการปล่อย SO_2 สูงสุดและต่ำสุดเทียบกับโหลด(ของตารางที่6.3.4)



รูปที่6.8 กราฟแสดงค่า weight ที่เหมาะสมเทียบกับโหลด(ของตารางที่6.3.4)

จากผลการศึกษาทั้งหมดของกรณีที่โรงไฟฟ้ามีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นจะพบว่า เมื่อโรงไฟฟ้ามีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่าฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษโรงไฟฟ้าก็จะเพิ่มมากขึ้น โดยในการนี้ได้ทดลองเพิ่มค่าฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษ เป็น 1.5 , 2.0, 2.5 เท่า ของฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษเดิม ซึ่งจะเห็นว่า การปล่อยก๊าซพิษ SO_2 ก็จะเพิ่มมากขึ้น เมื่อค่าฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษ เพิ่มขึ้น แต่ราคาของก๊าซพิษ SO_2 (Weight) ที่จะหาจุดเหมาะสมของกำลังการผลิตที่จะทำให้ต้นทุนการผลิตและอัตราการปล่อยก๊าซพิษ SO_2 เป็นไปอย่างเหมาะสม(Optimal) ก็จะลดน้อยลง ดังเช่น

ที่ความต้องการผู้ใช้ไฟฟ้า 1800 MW.

สำหรับค่าฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษเดิม ค่า Weight = 8 พันบาท/ตัน

สำหรับค่า 1.5 เท่าของฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษเดิม ค่า Weight = 5.5 พันบาท/ตัน

สำหรับค่า 2.0 เท่าของฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษเดิม ค่า Weight = 4 พันบาท/ตัน

สำหรับค่า 2.5 เท่าของฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษเดิม ค่า Weight = 3 พันบาท/ตัน

จะเห็นว่าที่ฟังก์ชันการปล่อยก๊าซพิษที่เพิ่มขึ้น 2.5 เท่า มีการใช้ค่าราคาของก๊าซพิษ SO_2 น้อยที่สุด ในการหาจุดเหมาะสมของกำลังการผลิตที่จะทำให้ต้นทุนการผลิตและอัตราการปล่อยก๊าซพิษ SO_2 เป็นไปตามที่ต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.4 ผลการศึกษากรณีติดตั้งเครื่องดักจับ SO_2

เมื่อมีการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง ผลที่ได้คือพลังงานไฟฟ้าและก๊าซพิษ SO_2 ยิ่งมีการผลิตไฟฟ้ามากเท่าไร อีกทั้งอายุการใช้งานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น การปล่อยก๊าซพิษSO_2ก็จะเพิ่มมากขึ้นซึ่งอาจเป็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับผู้อาศัยบริเวณใกล้เคียงกับโรงไฟฟ้าจึงได้มีการนำเครื่องดักจับSO_2มาติดตั้งใช้งานกับโรงไฟฟ้า เพื่อลดปัญหาของการปล่อยก๊าซพิษ SO_2

กรณีที่มีการติดตั้งเครื่องดักจับ SO_2 กรณีนี้จะไม่มีเงื่อนไขทางสิ่งแวดล้อมทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้เท่าที่ต้องการ

โดยเราสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายกรณีติดเครื่องดักจับSO_2ของแต่ละเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ดังนี้

ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องดักจับSO_2 = 23,744 บาท/ชม.

ค่าใช้จ่ายในการกำจัดกำมะถัน = 6,578 บาท/ชม.

ค่าลงทุนเริ่มแรกในการก่อสร้าง = 2,194 ล้านบาท (ประมาณว่าใช้เครื่องนี้ 30 ปี)

= 8,348 บาท/ชม.

รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการกำจัดก๊าซSO_2 =23,744 + 8,348 + (6,578*SO_2emiss)

= 32.092 + (6.578* SO_2emiss) พันบาท/ชม

โดย SO_2emiss : SO_2 ที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องปล่อยที่กำลังผลิตต่างๆ กัน

ผลของการศึกษาดังตารางต่อไปนี้

สำหรับตารางที่6.4.1 แสดงต้นทุนในการผลิตทั้งหมดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ 1-3

สำหรับตารางที่6.4.2 แสดงต้นทุนในการผลิตทั้งหมดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ 4-7

สำหรับตารางที่6.4.3 แสดงต้นทุนในการผลิตทั้งหมดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ 8-11

โดย Production Cost :ค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้า (พันบาท/ชม.)

SO_2 Cost :ค่าใช้จ่ายในการกำจัด SO_2 (พันบาท/ชม.)

Total Cost :ค่าใช้จ่ายทั้งหมด(ค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้า+ ค่าใช้จ่ายในการกำจัดSO_2) (พันบาท/ชม.)

ส่วนตารางที่ 6.4.4 แสดงต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดที่แต่ละระดับความต้องการใช้ไฟฟ้า เปรียบเทียบทั้ง 3 กรณี ผลการศึกษาดังตาราง

ตารางที่6.4.1 ต้นทุนในการผลิตของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า No.1-3 Max 75 MW,Min 50 MW

หน่วย พันบาท/ชั่วโมง

Gen.No.		MW.ที่ผลิต					
		50	55	60	65	70	75
1	Production Cost	25.06	27.36	29.66	31.96	34.26	36.56
	SO_2 Cost	46.37	47.68	48.99	50.30	51.61	52.92
	Total Cost	71.43	75.04	78.65	82.26	85.87	89.48
2	Production Cost	25.06	27.36	29.66	31.96	34.26	36.56
	SO_2 Cost	46.37	47.68	48.99	50.30	51.61	52.92
	Total Cost	71.43	75.04	78.65	82.26	85.87	89.48
3	Production Cost	25.06	27.36	29.66	31.96	34.26	36.56
	SO_2 Cost	46.37	47.68	48.99	50.30	51.61	52.92
	Total Cost	71.43	75.04	78.65	82.26	85.87	89.48

ตารางที่6.4.2 ต้นทุนในการผลิตของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า No.4-7 Max 150 MW,Min 120 MW

หน่วย พันบาท/ชั่วโมง

Gen.No.		MW.ที่ผลิต						
		120	125	130	135	140	145	150
4	Production Cost	49.42	51.37	53.32	55.27	57.22	59.17	61.12
	SO_2 Cost	57.15	58.14	59.13	60.12	61.11	62.10	63.09
	Total Cost	106.57	109.51	112.45	115.39	118.33	121.27	124.21
5	Production Cost	49.42	51.37	53.32	55.27	57.22	59.17	61.12
	SO_2 Cost	57.15	58.14	59.13	60.12	61.11	62.10	63.09
	Total Cost	106.57	109.51	112.45	115.39	118.33	121.27	124.21
6	Production Cost	49.42	51.37	53.32	55.27	57.22	59.17	61.12
	SO_2 Cost	57.15	58.14	59.13	60.12	61.11	62.10	63.09
	Total Cost	106.57	109.51	112.45	115.39	118.33	121.27	124.21
7	Production Cost	49.42	51.37	53.32	55.27	57.22	59.17	61.12
	SO_2 Cost	57.15	58.14	59.13	60.12	61.11	62.10	63.09
	Total Cost	106.57	109.51	112.45	115.39	118.33	121.27	124.21

ตารางที่ 6.4.3 ต้นทุนในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า No.8-11 Max 300 MW,Min 180 MW

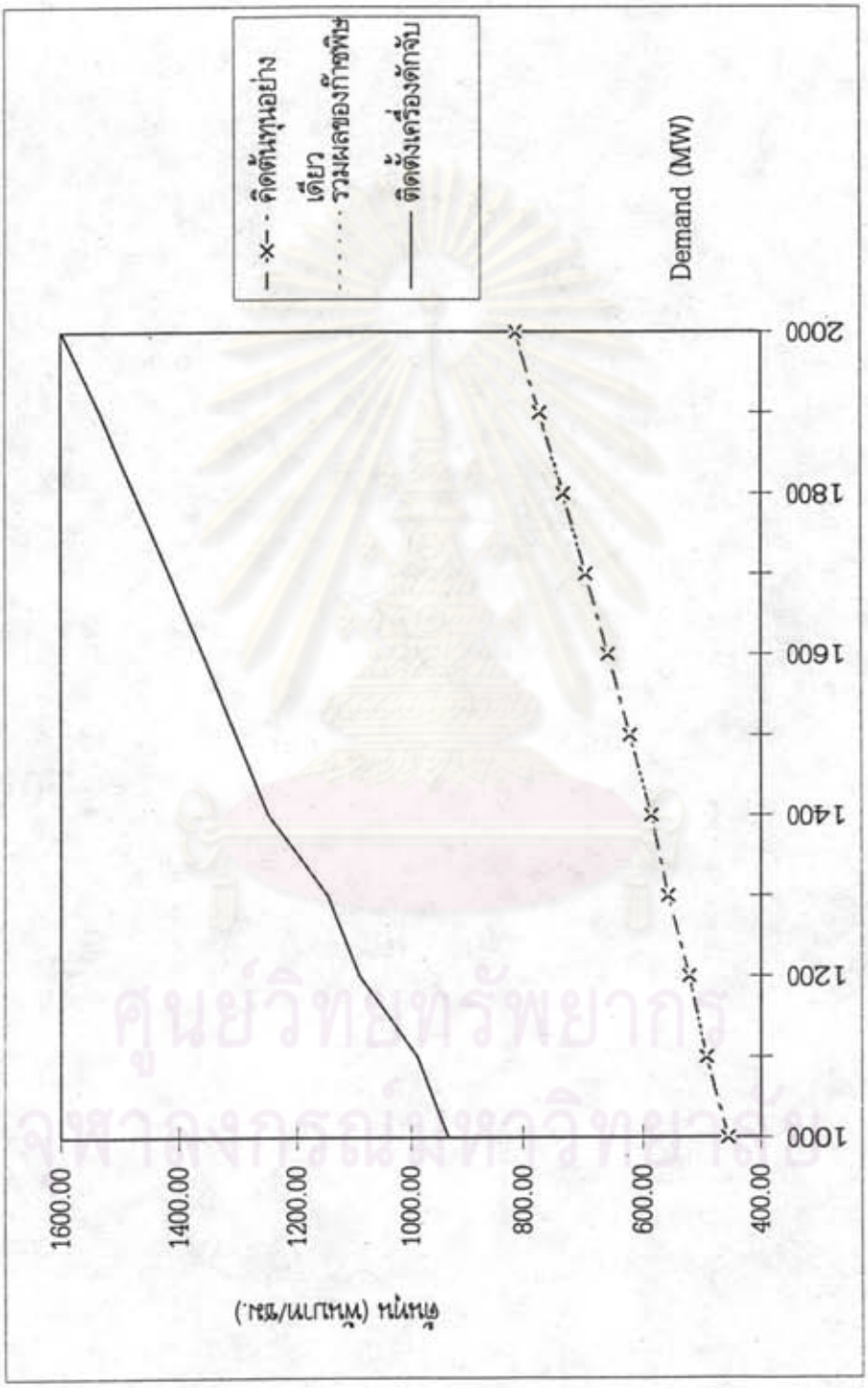
หน่วย พันบาท/ชม.

Gen.No.		MW.ที่ผลิต												
		180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
8	Production Cost	72.05	75.65	79.25	82.85	86.45	90.05	93.65	97.25	100.85	104.45	108.05	111.65	115.25
	SO_2 Cost	71.43	73.40	75.37	77.34	79.31	81.28	83.25	85.22	87.19	89.16	91.13	93.10	95.07
	Total Cost	143.48	149.05	154.62	160.19	165.76	171.33	176.90	182.47	188.04	193.61	199.18	204.75	210.32
9	Production Cost	72.05	75.65	79.25	82.85	86.45	90.05	93.65	97.25	100.85	104.45	108.05	111.65	115.25
	SO_2 Cost	71.43	73.40	75.37	77.34	79.31	81.28	83.25	85.22	87.19	89.16	91.13	93.10	95.07
	Total Cost	143.48	149.05	154.62	160.19	165.76	171.33	176.90	182.47	188.04	193.61	199.18	204.75	210.32
10	Production Cost	75.42	79.22	83.02	86.82	90.62	94.42	98.22	102.02	105.82	109.62	113.42	117.22	121.02
	SO_2 Cost	71.30	73.27	75.24	77.21	79.18	81.15	83.12	85.09	87.06	89.03	91.00	92.97	94.94
	Total Cost	146.72	152.49	158.26	164.03	169.80	175.57	181.34	187.11	192.88	198.65	204.42	210.19	215.96
11	Production Cost	74.28	77.98	81.68	85.38	89.08	92.78	96.48	100.18	103.88	107.58	111.28	114.98	118.68
	SO_2 Cost	71.63	73.60	75.57	77.54	79.51	81.48	83.45	85.42	87.39	89.36	91.33	93.30	95.27
	Total Cost	145.91	151.58	157.25	162.92	168.59	174.26	179.93	185.60	191.27	196.94	202.61	208.28	213.95

ตารางที่6.4.4 ต้นทุนในการผลิตกำลังไฟฟ้าที่ Demand ต่างๆกัน โดยเปรียบเทียบทั้ง 3 กรณี

Demand (MW)	ต้นทุนในการผลิต (พันบาท/ชั่วโมง)		
	กรณีคิดเฉพาะต้นทุนการผลิตเพียงอย่างเดียว	กรณีคิดรวมผลของการปล่อยก๊าซพิษเพิ่มเข้ามา	กรณีติดตั้งเครื่องดักจับ SO_2
1000	456.20	456.22	933.10
1100	492.40	492.62	988.80
1200	521.72	521.78	1090.96
1300	557.94	558.16	1146.66
1400	586.00	586.10	1248.01
1500	622.26	622.44	1303.71
1600	658.70	658.95	1359.51
1700	695.50	696.25	1416.21
1800	733.02	734.46	1473.81
1900	771.68	772.51	1532.22
2000	814.41	814.41	1597.78

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่6.9 กราฟแสดงต้นทุนในการผลิตห่วงกรณี เทียบกับโหลด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการศึกษาทั้งหมดจะเห็นว่า ตัวอย่างที่ระดับความต้องการใช้ไฟฟ้า 1800 MW (ตารางที่6.4.4)

กรณีคิดเฉพาะต้นทุนการผลิตเพียงอย่างเดียว

ต้นทุนในการผลิตเป็นเงินทั้งหมด 733,020 บาท/ชม.

กรณีคิดผลของการปล่อยก๊าซพิษเพิ่มเข้ามา

ต้นทุนในการผลิตเป็นเงินทั้งหมด 734,460 บาท/ชม.

กรณีติดตั้งเครื่องดักจับ SO_2

ต้นทุนในการผลิตเป็นเงินทั้งหมด 1,473,460 บาท/ชม.

จะเห็นว่ากรณีคิดเฉพาะต้นทุนการผลิตเพียงอย่างเดียว ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อชั่วโมงจะถูกสุด (733,020 บาท) และถ้าคิดผลของการปล่อยก๊าซพิษเพิ่มเข้ามา ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อชั่วโมง จะแพงขึ้น (734,460 บาท) โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 0.2 % เมื่อเทียบกับกรณีคิดเฉพาะต้นทุนการผลิตเพียงอย่างเดียว แต่ถ้ากรณีติดตั้งเครื่องดักจับ SO_2 ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อชั่วโมงจะแพงที่สุด(1,473,810 บาท) โดยเพิ่มขึ้นประมาณอีก 1 เท่าตัว เมื่อเทียบกับทั้ง 2 กรณี

แต่กรณีติดตั้งเครื่องดักจับ SO_2 นี้สามารถให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง ผลิตไฟฟ้าได้เท่าที่ต้องการ โดยไม่ต้องคำนึงถึงอัตราการปล่อยก๊าซพิษจากโรงไฟฟ้า และไม่มีปัญหากับผู้คนในบริเวณใกล้เคียงกับโรงไฟฟ้า พร้อมทั้งสามารถตอบสนองมาตรฐานของก๊าซพิษที่ทางราชการกำหนดในอัตราที่ต่ำเพียงใดก็ตาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย