บทที่ 4
ผลการศึกษา

ผลการศึกษาที่จะกล่าวต่อไปนี้ ในส่วนแรกจะแสดงถึงสมการถดถอยเบื้องต้น 3 ประเภทของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ได้แก่ สมการการผลิต สมการการปล่อยก๊าซ และสมการอุปสงค์ ซึ่งสมการถดถอยรวมทั้งค่าคงที่ที่คำนวณมาได้นี้ เป็นพื้นฐานสำคัญในการวิเคราะห์หากำไรของผู้ผลิต ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคมในส่วนต่อไป ในส่วนที่สองจะแสดงผลของการวิเคราะห์หาสวัสดิการสังคมรวม ซึ่งได้แยกเป็น 2 กรณี คือ กรณีใช้มาตรการบังคับและควบคุมโดยตรง โดยให้มีการปรับเปลี่ยนอัตราการใช้เครื่องบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ณ อัตราพื้นฐานที่แตกต่างกัน กับกรณีใช้มาตรการการค้าใบอนุญาตการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยให้มีการปรับเปลี่ยนทั้งอัตราการใช้เครื่องบำบัดก๊าซ และอัตราการค้าใบอนุญาตการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ณ อัตราพื้นฐาน แยกเป็น 4 กรณีที่ต่างกัน โดยจะแสดงผลการวิเคราะห์ในกรณีที่ทำให้เกิดสวัสดิการสังคมรวมสูงสุด ในส่วนที่สามเป็นการเปรียบเทียบสวัสดิการสังคมรวมสำหรับการใช้มาตรการบังคับและควบคุม และมาตรการการค้าใบอนุญาต

4.1 สมการการผลิต สมการการปล่อยก๊าซ และสมการอุปสงค์[1]

ในการวิเคราะห์หาสมการการผลิต สมการการปล่อยก๊าซ และสมการอุปสงค์นี้ เราได้ยกกรณีศึกษาจากหน่วยการผลิตของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ซึ่งได้ทำการแบ่งโรงไฟฟ้าแม่เมาะเป็นสองหน่วยการผลิต คือ เครื่องที่ 4 – 7 เป็นหน่วยที่หนึ่ง ($i = 1$) และเครื่องที่ 8 – 13 เป็นหน่วยที่สอง ($i = 2$)

4.1.1 สมการการผลิต

เนื่องจากโรงไฟฟ้าทั้งสองหน่วยนั้นมีเทคโนโลยีการผลิตที่เหมือนกัน ดังนั้น สมการการผลิตของโรงไฟฟ้าทั้งสองจึงแสดงได้โดยสมการเดียวกัน ดังนี้

$$q_i = f_i(x_p, k_{1i})$$

กำหนดให้ q_i คือ ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า (ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง)

---

[1] ผลการทำ regression และค่าต่าง ๆ ที่สำคัญ ดูได้ในภาคผนวก ก.

x_i คือ ปริมาณลิกไนต์ (ล้านตัน)

k_{1i} คือ ทุนหรือมูลค่าเครื่องจักรที่ใช้ไปในการผลิตไฟฟ้า (ล้านบาท)

โดยมีเงื่อนไขว่า $f_x > 0$ คือ ระดับการผลิตกระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น เมื่อมีการใช้ลิกไนต์เพิ่ม

$f_{k1} > 0$ คือ ระดับการผลิตกระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น เมื่อมีสัดส่วนของการใช้ทุนเพิ่ม

สมมติให้ สมการการผลิตของโรงไฟฟ้าทั้งสองมีรูปแบบดังนี้

$$f_i(x_i, k_{1i}) = A x_i^{\alpha} k_{1i}^{1-\alpha}$$

โดย A และ α คือ ค่าคงที่ มีค่าเป็นบวก

สมการถดถอยที่วิเคราะห์ได้ สำหรับการผลิตไฟฟ้าในช่วงปี พ.ศ. 2530 - 2541 เป็นดังนี้

$$q_i = 114.247\, x_i^{0.531} k_{1i}^{0.469}$$

4.1.2 สมการการปล่อยก๊าซ

โรงไฟฟ้าทั้งสองหน่วยมีเทคโนโลยีการปล่อยก๊าซที่เหมือนกัน แทนโดยสมการในรูปแบบทั่วไป ดังนี้

$$e_i = h_i(q_i, k_{2i})$$

กำหนดให้ e_i คือ ระดับการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

q_i คือ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิต

k_{2i} คือ ปัจจัยทุนที่ใช้ในการควบคุมการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

โดยมีเงื่อนไขว่า $h_{qi} > 0$ คือ ระดับการปล่อยก๊าซจะลดลงเมื่อมีการผลิตกระแสไฟฟ้าลดลง

$h_{k2i} < 0$ คือ ระดับการปล่อยก๊าซจะลดลงเมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซเพิ่มขึ้น

h_i: $\partial^2 h / \partial q_i \partial k_{2i} < 0$ คือ เมื่อมีการผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพของปัจจัยทุนที่ใช้ในการควบคุมก๊าซจะเพิ่มขึ้นด้วย

ดังนั้น สมการการปล่อยก๊าซของโรงไฟฟ้าทั้งสองมีรูปแบบดังนี้

$$h_i(q_i, k_{2i}) = \frac{B q_i}{k_{2i}^{\gamma}}$$

โดย B_i และ γ คือ ค่าคงที่ มีค่าเป็นบวก

สมการถดถอยที่วิเคราะห์ได้สำหรับหน่วยการผลิตที่ 1 เป็นดังนี้

$$e_1 = \frac{4.842\text{x}10^{-5}\, q_1}{k_{21}^{\,0.0611}}$$

และ สมการถดถอยที่วิเคราะห์ได้สำหรับหน่วยการผลิตที่ 2 เป็นดังนี้

$$e_2 = \frac{1.284\text{x}10^{-3}\, q_2}{k_{22}^{\,0.0611}}$$

4.1.3 สมการอุปสงค์

เนื่องจากโรงไฟฟ้าทั้งสองขายกระแสไฟฟ้าให้กับตลาดเดียวกัน ดังนั้น สมการอุปสงค์ของกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าทั้งสองจึงเป็นสมการเดียวกันโดยปริมาณเป็นปัจจัยกำหนดราคาในตลาด แสดงได้ดังนี้

$$p_i = p_i(q_i)$$

กำหนดให้ p_i คือ ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท / กิโลวัตต์ชั่วโมง)[2]

q_i คือ ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า (ล้านตัน)

ดังนั้น สมการอุปสงค์ของโรงไฟฟ้าทั้งสองมีรูปแบบดังนี้

$$p_i = c - d\, q_i$$

กำหนดให้ c และ d คือ ค่าคงที่ มีค่าเป็นบวก

สมการถดถอยที่วิเคราะห์ได้ เป็นดังนี้

$$p_i = 1.41 - 7.969\text{x}10^{-6}\, q_i$$

---

[2] มีการปรับราคาค่าไฟฟ้าที่เป็นข้อมูลดิบเพื่อหาราคาค่าไฟฟ้าที่แท้จริง ณ ปีฐานเดียวกันโดยการใช้ดัชนีราคาผู้บริโภค ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข.

4.2 การหาสวัสดิการสังคมรวม

ในการวิเคราะห์หาสวัสดิการสังคมรวม หาได้จากการนำกำไรของผู้ผลิตรวมกับส่วนเกินผู้บริโภคของการผลิตในจุดดุลยภาพ ณ จุดต่าง ๆ ที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด ภายใต้การกำหนดค่าของสัดส่วนการติดตั้งเครื่องกำจัดก๊าซ ณ อัตราพื้นฐาน(φ) และสัดส่วนของการค้าใบอนุญาต ณ อัตราพื้นฐาน (θ) เริ่มต้นจากการกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ในส่วนถัดไปจะเป็นผลการศึกษากรณีมาตรการบังคับและควบคุมโดยตรง ตามด้วยกรณีการค้าใบอนุญาตการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

4.2.1 การกำหนดค่าตัวแปร

ค่าตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์มาจากสองส่วนด้วยกัน คือ จากการคำนวณได้ในสมการถดถอย และค่าตัวแปรอื่น ๆ ที่นำมาจากแหล่งต่าง ๆ กัน ดังแสดงสรุปไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปค่าตัวแปรที่คำนวณได้ในสมการถดถอย และค่าตัวแปรอื่น ๆ ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

ค่าตัวแปรที่เหมือนกันสำหรับโรงไฟฟ้าทั้งสอง							
α	γ	A	c	d	s	r	w
0.531	0.061	114.247	1.41	7.969×10^{-6}	0.17	0.15	470
ค่าตัวแปรที่แตกต่างกันสำหรับโรงไฟฟ้าทั้งสอง							
B_1		B_2	e_1	e_2	$E_1 = L_1^*$	$E_2 = L_2^*$	
4.842×10^{-5}		1.284×10^{-3}	0.1482	11.4729	0.0741	5.73645	

หมายเหตุ: ตัวแปรที่คำนวณได้จากการทำสมการถดถอย ได้แก่ α, γ, A, c, d, B_1 และ B_2

สำหรับตัวแปรอื่น ๆ ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ s, r, w, L_1, E_1, L_2, E_2, e_1 และ e_2 มีคำอธิบายดังนี้

s คือ อัตราดอกเบี้ยในท้องตลาด = ร้อยละ 17

r คือ อัตราดอกเบี้ยที่ กฟผ. ต้องจ่าย = ร้อยละ 15

w คือ ราคาลิกไนต์เฉลี่ย = 470 บาท / ตัน

e_1 คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เฉลี่ยในอดีตของโรงไฟฟ้าที่หนึ่ง = 0.1482 ตัน / ปี

e_2 คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เฉลี่ยในอดีตของโรงไฟฟ้าที่สอง = 11.4729 ตัน / ปี

E_1 คือ ปริมาณการปล่อยที่รัฐอนุญาตให้ปล่อยได้ ซึ่งถูกจำกัดให้ลดลงร้อยละ 50 ของการปล่อยเฉลี่ยในอดีตของโรงไฟฟ้าที่หนึ่ง (กรณีบังคับและควบคุมโดยตรง) = 0.0741 ตัน / ปี

L_1 คือ ปริมาณการปล่อยที่ได้รับในใบอนุญาตสำหรับโรงไฟฟ้าที่หนึ่ง (กรณีการค้าใบอนุญาต) = 0.0741 ตัน / ปี

E_2 คือ ปริมาณการปล่อยที่รัฐอนุญาตให้ปล่อยได้ ซึ่งถูกจำกัดให้ลดลงร้อยละ 50 ของการปล่อยเฉลี่ยในอดีตของโรงไฟฟ้าที่สอง (กรณีบังคับและควบคุมโดยตรง) = 5.73645 ตัน / ปี

L_2 คือ ปริมาณการปล่อยที่ได้รับในใบอนุญาตสำหรับโรงไฟฟ้าที่สอง (กรณีการค้าใบอนุญาต) = 5.73645 ตัน / ปี

* กำหนดให้ $E_i = L_i$ เพื่อให้มีการปล่อยออกที่เท่ากันทั้งสองกรณีศึกษา

4.2.2 กรณีมาตรการบังคับและควบคุมโดยตรง

การวิเคราะห์หาสวัสดิการสังคมรวมเริ่มต้นด้วยกรณีมาตรการบังคับและควบคุมโดยตรง เนื่องจากการวิเคราะห์มีความสลับซับซ้อนน้อยกว่ากรณีการค้าใบอนุญาต อีกทั้งยังมีตัวแปรน้อยกว่า และผลการศึกษาที่ได้นี้สามารถนำไปเป็นเกณฑ์เริ่มต้นที่ดีในการเปรียบเทียบสวัสดิการสังคมรวมของทั้งสองกรณีอีกด้วย

เริ่มต้นจากการกำหนดระดับการปล่อยออกที่รัฐบาลต้องการ นั่นคือให้ลดลงร้อยละ 50 ของการปล่อยออก (emissions) ในอดีต ซึ่งโรงไฟฟ้าทั้งสองจะต้องทำตามที่รัฐบาลกำหนดอย่างเคร่งครัด เมื่อเรากำหนดระดับการปล่อยออกแล้ว ทางเลือกในการศึกษานี้สำหรับโรงไฟฟ้าทั้งสอง จะเป็นไปได้เพียงสองวิธี นั่นก็คือ การลดการผลิตไฟฟ้าลง หรือการใช้เครื่องบำบัดก๊าซให้มากขึ้น วิธีการแรกคือการลดการผลิตไฟฟ้าจะมีผลกระทบโดยตรงต่อผู้บริโภค คือทำให้ค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามเส้นอุปสงค์ สำหรับวิธีการใช้เครื่องบำบัดก๊าซให้มากขึ้นนี้จะแสดงได้โดยการปรับค่าของสัดส่วนการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐาน (φ) ในสมการกำไร ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นในตารางที่ 4.2 - 4.4 และรูปที่ 4.1 – 4.3

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าของ φ ของโรงไฟฟ้าที่ 1

φ	q_1	p	x_1	k_{11}	k_{21}	PC_1	APC_1	AC_1	AAC_1	MAC_1	TC_1	ATC_1	π_1	CS_1	SW_1
0.0	1.403	860.480	0.018	7052.779	0.000080	1066.320	1.239	1.1936E-05	1.39E-08		1066.320	1.239	141.056	2.950	144.006
0.1	1.403	862.024	0.018	7065.373	0.000082	1068.224	1.239	1.2292E-05	1.43E-08	2.31E-07	1068.224	1.239	141.307	2.961	144.268
0.2	1.403	887.340	0.018	7271.806	0.000132	1099.438	1.239	1.9756E-05	2.23E-08	2.95E-07	1099.438	1.239	145.437	3.137	148.574
0.3	1.403	894.247	0.019	7328.121	0.000150	1107.955	1.239	2.2434E-05	2.51E-08	3.88E-07	1107.955	1.239	146.562	3.186	149.748
0.4	1.403	900.901	0.019	7382.362	0.000169	1116.153	1.239	2.5333E-05	2.81E-08	4.36E-07	1116.153	1.239	147.648	3.234	150.882
0.5	1.403	869.667	0.018	7127.702	0.000095	1077.648	1.239	1.4206E-05	1.63E-08	3.56E-07	1077.648	1.239	142.554	3.014	145.568
0.6	1.403	881.969	0.018	7228.015	0.000119	1092.817	1.239	1.7885E-05	2.03E-08	2.99E-07	1092.817	1.239	144.560	3.099	147.659
0.7	1.403	883.515	0.018	7240.625	0.000123	1094.723	1.239	1.8406E-05	2.08E-08	3.37E-07	1094.723	1.239	144.812	3.110	147.922
0.8	1.403	889.250	0.018	7287.385	0.000136	1101.793	1.239	2.0465E-05	2.3E-08	3.59E-07	1101.793	1.239	145.747	3.151	148.898
0.9	1.403	907.489	0.019	7436.071	0.000190	1124.275	1.239	2.8547E-05	3.15E-08	4.43E-07	1124.275	1.239	148.721	3.281	152.002
1.0	1.390	2526.760	0.063	16767.598	3715.432271	2544.877	1.007	557.314841	0.220565	0.344176	3102.191	1.228	409.661	25.439	435.100

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) APC คือ ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย (Average Production Cost)

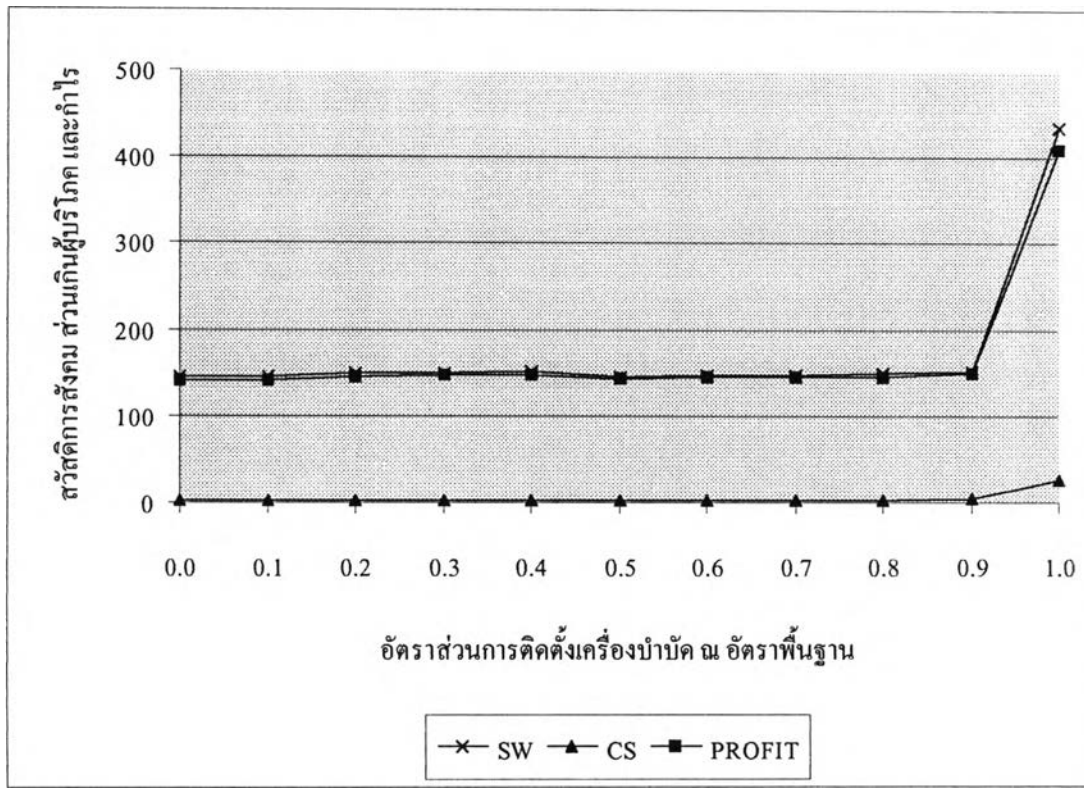
AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost) AAC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซเฉลี่ย (Average Abatement Cost)

MAC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซหน่วยสุดท้าย (Marginal Abatement Cost)

TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

รูปที่ 4.1 แสดงสวัสดิการสังคม ส่วนเกินผู้บริโภค และกำไรของโรงไฟฟ้าโรงที่ 1 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับของการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐาน (φ)



หมายเหตุ: SW คือ สวัสดิการสังคม
CS คือ ส่วนเกินผู้บริโภค
PROFIT คือ กำไรของโรงไฟฟ้า

ที่มา: จากตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าของ φ ของโรงไฟฟ้าที่ 2

φ	q_2	p	x_2	k_{12}	k_{22}	PC_2	APC_2	AC_2	AAC_2	MAC_2	TC_2	ATC_2	π_2	CS_2	SW_2
0.0	3627.543	1.381	0.076	29259.010	0.032882	4424.788	1.220	0.00493	1.36E-06		4424.793	1.220	585.180	52.432	637.612
0.1	3039.980	1.386	0.064	24604.136	0.001815	3720.644	1.224	0.00027	8.96E-08	7.93E-06	3720.644	1.224	492.083	36.823	528.906
0.2	3012.799	1.386	0.063	24388.011	0.001567	3687.953	1.224	0.00023	7.8E-08	1.37E-06	3687.953	1.224	487.760	36.167	523.927
0.3	3161.220	1.385	0.066	25567.314	0.003446	3866.338	1.223	0.00052	1.64E-07	1.9E-06	3866.339	1.223	511.346	39.818	551.164
0.4	2185.586	1.393	0.046	17777.171	0.000008	2688.064	1.230	0.0000012	5.57E-10	5.29E-07	2688.064	1.230	355.544	19.033	374.577
0.5	8247.676	1.344	0.257	42706.368	23163.804257	6526.745	0.791	3474.57	0.421279	0.573164	10001.316	1.213	1085.765	271.042	1356.807
0.6	8667.386	1.341	0.644	16782.057	52263.187264	2819.989	0.325	7839.48	0.90448	10.39982	10659.467	1.230	962.793	299.330	1262.123
0.7	8471.467	1.342	0.356	31255.554	35926.669663	4855.653	0.573	5389.00	0.636135	12.50761	10244.654	1.209	1128.088	285.951	1414.039
0.8	8517.735	1.342	0.399	27784.024	39282.187559	4355.134	0.511	5892.33	0.691772	10.87853	10247.462	1.203	1184.198	289.083	1473.281
0.9	8017.767	1.346	0.218	48483.429	14572.315499	7374.974	0.920	2185.85	0.272625	7.413436	9560.822	1.192	1231.970	256.142	1488.112
1.0	8254.649	1.344	0.267	41046.599	23486.948505	6282.480	0.761	3523.04	0.426795	5.644983	9805.522	1.188	1290.668	271.501	1562.169

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) APC คือ ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย (Average Production Cost)

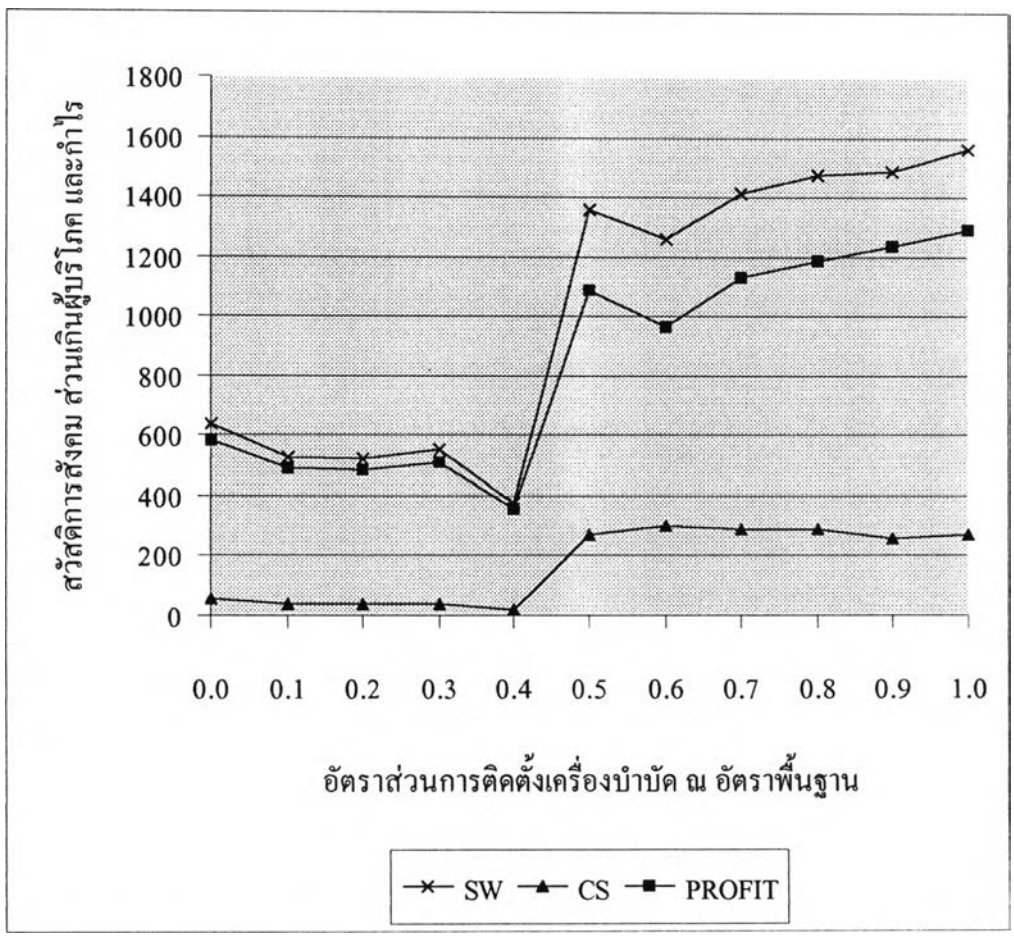
AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost) AAC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซเฉลี่ย (Average Abatement Cost)

MAC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซหน่วยสุดท้าย (Marginal Abatement Cost)

TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

รูปที่ 4.2 แสดงสวัสดิการสังคม ส่วนเกินผู้บริโภค และกำไรของโรงไฟฟ้าโรงที่ 2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับของการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐาน (φ)



หมายเหตุ : SW คือ สวัสดิการสังคม

CS คือ ส่วนเกินผู้บริโภค

PROFIT คือ กำไรของโรงไฟฟ้า

ที่มา : จากตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้ารวม ต้นทุนการผลิตรวม ต้นทุนการบำบัดก๊าซรวม กำไรของโรงไฟฟ้ารวม ส่วนเกินผู้บริโภครวม และสวัสดิการสังคมรวม เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าของ φ ของโรงไฟฟ้าทั้งสอง

φ	Σq	Σx	Σk_1	Σk_2	ΣPC	ΣAPC	ΣAC	ΣAAC	ΣTC	ΣATC	$\Sigma \pi$	ΣCS	ΣSW
0.0	4488.023	0.094	36311.789	0.033	5491.108	1.224	0.004944	0.000001102	5491.113	1.224	726.236	55.382	781.618
0.1	3902.004	0.082	31669.509	0.002	4788.868	1.227	0.000285	0.000000073	4788.868	1.227	633.390	39.784	673.174
0.2	3900.139	0.082	31659.817	0.002	4787.390	1.227	0.000255	0.000000065	4787.391	1.227	633.197	39.304	672.501
0.3	4055.467	0.085	32895.435	0.004	4974.293	1.227	0.000539	0.000000133	4974.294	1.227	657.908	43.004	700.912
0.4	3086.487	0.064	25159.533	0.000	3804.217	1.233	0.000027	0.000000009	3804.217	1.233	503.192	22.267	525.459
0.5	9117.343	0.275	49834.070	23163.804	7604.393	0.834	3474.570653	0.381094651	11078.964	1.215	1228.319	274.056	1502.375
0.6	9549.355	0.662	24010.072	52263.187	3912.806	0.410	7839.478107	0.820943206	11752.284	1.231	1107.353	302.429	1409.782
0.7	9354.982	0.374	38496.179	35926.670	5950.376	0.636	5389.000468	0.576056744	11339.377	1.212	1272.900	289.061	1561.961
0.8	9406.985	0.417	35071.409	39282.188	5456.927	0.580	5892.328154	0.626377969	11349.255	1.206	1329.945	292.234	1622.179
0.9	8925.256	0.237	55919.500	14572.316	8499.249	0.952	2185.847353	0.244905844	10685.097	1.197	1380.691	259.423	1640.114
1.0	10781.409	0.330	57814.197	27202.381	8827.356	0.819	4080.357116	0.378462325	12907.714	1.197	1700.329	296.940	1997.269

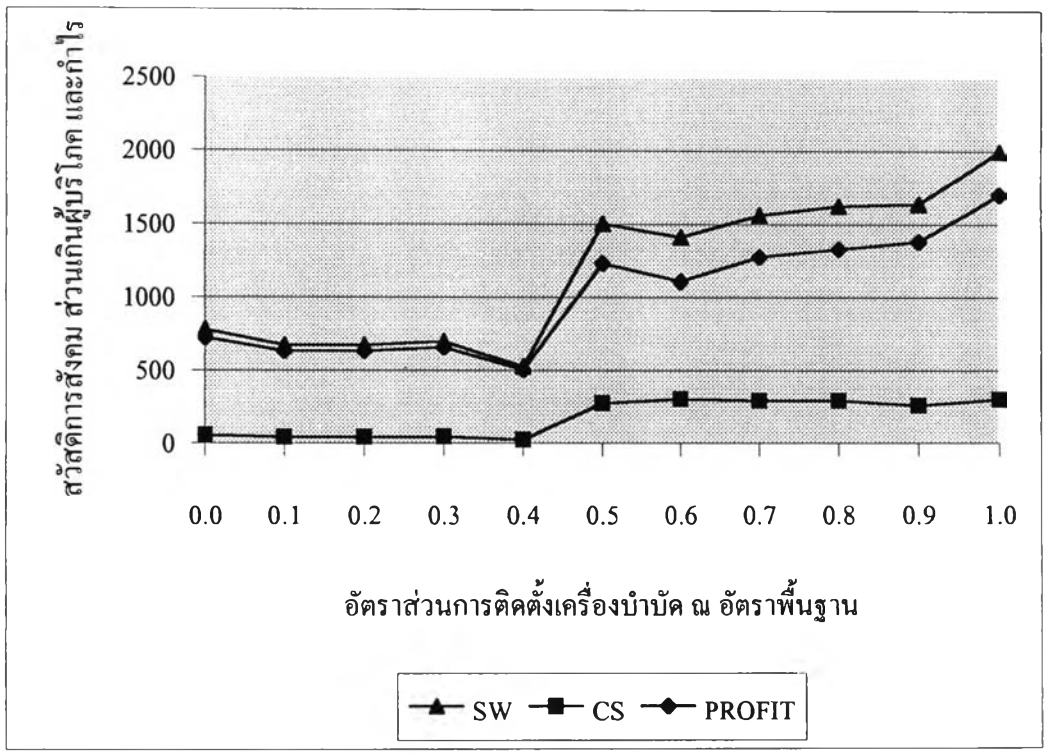
หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) APC คือ ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย (Average Production Cost)

AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost) AAC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซเฉลี่ย (Average Abatement Cost)

TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

รูปที่ 4.3 แสดงสวัสดิการสังคมรวม ส่วนเกินผู้บริโภครวม และกำไรของโรงไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับของการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐาน (φ)



หมายเหตุ : SW คือ สวัสดิการสังคม

CS คือ ส่วนเกินผู้บริโภค

PROFIT คือ กำไรของโรงไฟฟ้า

ที่มา : จากตารางที่ 4.4

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.1 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่าของการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐาน (φ) ที่มีต่อปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า (q) ต้นทุนการผลิต (PC) ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (AC) กำไรของโรงไฟฟ้า (π) ส่วนเกินผู้บริโภค (CS) และสวัสดิการทางสังคม (SW) ของโรงไฟฟ้าที่ 1 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการเพิ่มสัดส่วนการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซขึ้นเรื่อย ๆ ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ณ ดุลยภาพที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย การที่โรงไฟฟ้าผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แม้ว่าค่าไฟฟ้า (p) จะยังคงที่แต่ปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น ส่งผลไปยังส่วนเกินผู้บริโภคให้เพิ่มขึ้นด้วย ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย (APC) คงที่ แต่ต้นทุนการบำบัดก๊าซเฉลี่ย (AAC)นั้นไม่คงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้เครื่องบำบัด (k_2) ทั้งนี้ เนื่องจากโรงไฟฟ้าต้องทำการจำกัดการปล่อยก๊าซตามที่รัฐบาลกำหนด แต่โรงไฟฟ้ายังจะต้องผลิตกระแสไฟฟ้าให้ได้เพิ่มขึ้น ณ ดุลยภาพที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด จึงจำเป็นต้องมีการใช้เครื่องบำบัดก๊าซมากขึ้น การใช้เครื่องบำบัดก๊าซเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนที่มากกว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นทำให้ต้นทุนการบำบัดก๊าซเฉลี่ยเพิ่มขึ้นด้วย แต่เมื่อนำต้นทุนการผลิตและต้นทุนการบำบัดก๊าซมาหักลบกับยอดขายแล้ว โรงไฟฟ้าที่ 1 มีกำไร เพิ่มขึ้นเมื่อมีอัตราส่วนการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซเพิ่มขึ้น และเมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซเต็มที่แล้ว ปริมาณการผลิต กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคมจะสูงขึ้นอย่างทันทีประมาณ 3 เท่าตัว จะเห็นได้ว่าทั้งส่วนเกินผู้บริโภค และกำไรของโรงไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีอัตราส่วนการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐานเพิ่มขึ้น ดังนั้น สวัสดิการสังคมจึงสูงที่สุดเมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซเต็มที่ 100%

สำหรับโรงไฟฟ้าที่ 2 ผลการวิเคราะห์จะดูได้จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.2 เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซแล้ว ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ณ ดุลยภาพที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด มีค่าลดลดในช่วงแรก แล้วกลับเพิ่มสูงขึ้นทันที คือจะมีการผลิตกระแสไฟฟ้าต่ำที่สุด ณ ระดับที่มีการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซ 40% และเพิ่มขึ้นอย่างฉับพลันเมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัด 50% แล้วมีแนวโน้มสูงขึ้นติดต่อกันเมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคมมีค่าขึ้นลงตามไปด้วย ทั้งนี้ ค่าของต้นทุนการผลิตเฉลี่ย และต้นทุนรวมเฉลี่ยก็ผันแปรไปตามการผลิตที่มีค่าขึ้นลงนี้ด้วย อย่างไรก็ตาม ระดับของสวัสดิการสังคมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีสัดส่วนการติดตั้งเครื่องบำบัดเพิ่มขึ้น และมีค่าสูงที่สุดเมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัดเต็มที่ 100%

ผลของสวัสดิการสังคมรวมจากโรงไฟฟ้าทั้ง 2 จะมีแนวโน้มไปตามผลของโรงไฟฟ้าที่ 2 เพราะตัวเลขที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่าโรงไฟฟ้าที่ 1 ในทุกกรณี สังเกตค่าของปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนต่าง ๆ รวมถึงสวัสดิการสังคมรวมได้จากตารางที่ 4.4 และ รูปที่ 4.3 โดยรวมแล้วปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า การใช้ลิกไนต์ และการใช้ทุนจะเพิ่มขึ้น ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย และต้นทุนรวมเฉลี่ยมีค่าค่อน

ข้างคงที่ในช่วงแรก และแปรปรวนเมื่อพ้นระดับการติดตั้งเครื่อง 40% สำหรับระดับที่มีอัตราส่วนการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซทั้งหมด ณ อัตราพื้นฐาน (φ = 1) จะให้ค่าสวัสดิการสังคมรวมสูงที่สุด ทั้งนี้ ต้นทุนการบำบัดก๊าซหน่วยสุดท้าย (MAC) ของโรงไฟฟ้าที่ 1 มีค่าต่ำกว่าของโรงไฟฟ้าที่ 2 และระดับของสวัสดิการสังคมของโรงไฟฟ้าที่ 2 นั้นสูงกว่าของโรงไฟฟ้าที่ 1 ประมาณ 4 เท่า

4.2.3 กรณีมาตรการการค้าใบอนุญาตปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

การปรับค่าตัวแปร φ (อัตราส่วนการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐาน) และ θ (อัตราส่วนการค้าใบอนุญาต ณ อัตราพื้นฐาน) ในกรณีมาตรการการค้าใบอนุญาตปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แบ่งเป็น 4 กรณี คือ

<u>กรณีที่ 1</u> กำหนดให้ φ = 0 และปรับค่าของ θ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1 ในช่วงปิด 0 - 1

<u>กรณีที่ 2</u> กำหนดให้ φ = 1 และปรับค่าของ θ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1 ในช่วงปิด 0 - 1

<u>กรณีที่ 3</u> กำหนดให้ θ = 0 และปรับค่าของ φ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1 ในช่วงปิด 0 - 1

<u>กรณีที่ 4</u> กำหนดให้ θ = 1 และปรับค่าของ φ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1 ในช่วงปิด 0 - 1

ผลการคำนวณหาปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม แยกเป็นกรณี สำหรับโรงไฟฟ้าที่ 1 และโรงไฟฟ้าที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.5 – 4.16 และรูปที่ 4.4 – 4.7

4.2.3.1 ผู้ซื้อและผู้ขายใบอนุญาต

จากกรณีมาตรการบังคับและควบคุมโดยตรง ตารางที่ 4.2 และ 4.3 แสดงต้นทุนการบำบัดก๊าซหน่วยสุดท้าย (MAC)ของโรงไฟฟ้าที่ 1 และโรงไฟฟ้าที่ 2 ซึ่งสังเกตได้ว่า ต้นทุนการบำบัดก๊าซหน่วยสุดท้ายของโรงไฟฟ้าที่ 1 นั้นต่ำกว่าของโรงไฟฟ้าที่ 2 ตามทฤษฎีการค้าใบอนุญาตที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 บ่งว่า ธุรกิจที่มีต้นทุนการบำบัดก๊าซหน่วยสุดท้ายที่ต่ำกว่าจะเป็นผู้ขายใบอนุญาต และกระทำการบำบัดก๊าซของตนเองเพิ่มขึ้น ซึ่งผลจากการคำนวณก็เป็นไปในทางเดียวกันกับทฤษฎี กล่าวคือ โรงไฟฟ้าที่ 1 ซึ่งมีต้นทุนการบำบัดก๊าซหน่วยสุดท้ายต่ำกว่าจะเป็นผู้ขายใบอนุญาต และโรงไฟฟ้าที่ 2 ซึ่ง

มีต้นทุนการบำบัดก๊าซหน่วยสุดท้ายที่สูงกว่าจะเป็นผู้ซื้อใบอนุญาต ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นกับการทดลองทั้ง 4 กรณี

ส่วนประกอบของต้นทุนการบำบัดก๊าซ (AC) ประกอบไปด้วยส่วนของทุนเครื่องจักรที่ใช้ในการบำบัด (rk_2) และรายรับ (รายจ่าย) ที่ได้รับ (เสียไป) จากการที่โรงงานขาย (ซื้อ) ใบอนุญาต ($p_l(l-L)$)เราจะสังเกตได้ว่า ต้นทุนการบำบัดก๊าซของโรงไฟฟ้าที่ 1 มีเครื่องหมายเป็นลบ นั่นก็คือโรงไฟฟ้าที่ 1 มีระดับการปล่อยก๊าซที่น้อยกว่าใบอนุญาตที่ได้รับ ($l < L$) ที่เหลือจึงนำไปขาย ซึ่งแสดงว่าโรงไฟฟ้าที่ 1 มีรายได้มาจากการขายใบอนุญาต ต้นทุนการบำบัดจึงมีเครื่องหมายติดลบ แต่ต้นทุนการบำบัดก๊าซของโรงไฟฟ้าที่ 2 มีเครื่องหมายเป็นบวก มาจากการที่มีการปล่อยก๊าซมากว่าที่ได้รับในใบอนุญาต ($l > L$) ซึ่งแสดงว่ามีการจ่ายเงินไปในการซื้อใบอนุญาตเพื่อให้มีการปล่อยเพิ่มเติมนั่นเอง

4.2.3.2 ราคาของใบอนุญาต

ราคาของใบอนุญาตในการทดลองกรณีที่ 1, 2 และ 4 นั้น เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของตัวแปร φ และ θ กล่าวคือ ในกรณีที่ 1 เมื่อไม่มีการติดตั้งเครื่องบำบัดเลย ณ อัตราพื้นฐาน ($\varphi = 0$) แล้วกระทำการเพิ่มสัดส่วนการค้าใบอนุญาต ณ อัตราพื้นฐาน ราคาของใบอนุญาตจะเพิ่มขึ้นจากราคา 56 บาท จนถึง 16,454 บาท เมื่อมีการค้าใบอนุญาตเต็มที่ (รูปที่ 4.4 ก.) สำหรับกรณีที่ 2 แม้ว่าจะมีการติดตั้งเครื่องบำบัด 100% ณ อัตราพื้นฐาน ($\varphi = 1$) แล้วกระทำการเพิ่มสัดส่วนการค้าใบอนุญาต ณ อัตราพื้นฐาน จะทำให้ราคาของใบอนุญาตจะเพิ่มขึ้นจากราคา 56 บาท จนถึง 16,517 บาท เมื่อมีการค้าใบอนุญาตเต็มที่ จะสังเกตได้ว่า ในช่วงแรกราคาของใบอนุญาตจะไต่ระดับเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ แต่เมื่อถึงระดับการติดตั้งเครื่องบำบัดเต็มที่ ราคากลับพุ่งสูงขึ้นมากหลายเท่าตัว ซึ่งผลที่ได้นี้ใกล้เคียงกันมากกับในกรณีที่ 1 (รูปที่ 4.5 ก.) สำหรับกรณีที่ 4 ที่กำหนดให้มีการค้าใบอนุญาตอย่างเต็มที่ ณ อัตราพื้นฐาน (θ =1) แล้วกระทำการเพิ่มสัดส่วนของการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซ ณ อัตราพื้นฐาน ราคาของใบอนุญาตจะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นทีละน้อย ๆ ในแนวเส้นตรง คืออยู่ในช่วง 16,454 ถึง 16,517 บาท (รูปที่ 4.6 ก.)

การที่ราคาของใบอนุญาตในกรณีที่ 1 และ 2 เพิ่มขึ้นนั้น ก็เนื่องมาจากว่าเมื่อมีการกำหนดให้โรงไฟฟ้าไม่มีการติดตั้งเครื่องบำบัดเลย หรือมีการติดตั้งเครื่องบำบัดเต็มที่แล้ว ณ อัตราพื้นฐาน โรงไฟฟ้าที่ 2 ซึ่งมีต้นทุนการบำบัดหน่วยสุดท้ายสูงกว่าโรงไฟฟ้าที่ 1 แม้ว่าจะได้มีการบำบัดก๊าซเองบางส่วนแล้ว แต่ก็ยังมีความต้องการซื้อใบอนุญาตเพื่อปล่อยก๊าซที่เกินมาอยู่ ยิ่งเพิ่มสัดส่วนการค้าใบอนุญาต ณ อัตราพื้นฐานเพิ่มมากขึ้นเท่าใด โอกาสที่โรงไฟฟ้าที่ 2 จะหาซื้อใบอนุญาตมาได้ยิ่งเพิ่มขึ้น เป็นโอกาสให้

โรงไฟฟ้ายิ่งผลิตกระแสไฟฟ้ามากขึ้น การปล่อยก๊าซก็เพิ่มขึ้นตามมาอีก ราคาของใบอนุญาตก็ยิ่งสูงมาก เพราะเป็นที่ต้องการของโรงไฟฟ้าที่ 2 นี่เอง

สำหรับการทดลองกรณีที่ 4 เมื่อปล่อยให้มีการค้าใบอนุญาตอย่างเสรีเต็มที่ 100% แล้ว ราคาของใบอนุญาตยังเพิ่มขึ้น เมื่อกำหนดให้โรงไฟฟ้ากระทำการติดตั้งเครื่องบำบัดเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่อโรงไฟฟ้าถูกบังคับให้ติดตั้งเครื่องบำบัดเพิ่มขึ้น โรงไฟฟ้าจะสามารถปล่อยก๊าซได้มากขึ้น เมื่อโรงไฟฟ้าโรงที่ 1 มีการใช้ทุนในการบำบัดก๊าซ ณ ดุลยภาพที่ทำให้ได้กำไรสูงสุดเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.14) การควบคุมการปล่อยก๊าซก็เป็นไปตามที่รัฐบาลกำหนด ทำให้มีใบอนุญาตเหลือไว้ขายได้ ส่วนโรงไฟฟ้าที่ 2 ซึ่งก็ได้ติดตั้งเครื่องบำบัดเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่ด้วยต้นทุนการบำบัดหน่วยสุดท้ายที่สูงกว่า ทำให้ความต้องการปล่อยยังมีมากกว่าความสามารถในการจัดการบำบัด ใบอนุญาตจึงเป็นที่ต้องการของโรงไฟฟ้าที่ 2 อยู่ส่วนหนึ่ง ราคาของใบอนุญาตจึงพุ่งสูงขึ้นอย่างช้า ๆ

ราคาของใบอนุญาตจะเปลี่ยนแปลงลดลงในการทดลองกรณีที่ 3 ซึ่งกำหนดให้ไม่มีการค้าใบอนุญาตเลย ณ อัตราพื้นฐาน ($\theta = 0$) แล้วกระทำการเพิ่มสัดส่วนการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซ ณ อัตราพื้นฐาน ราคาของใบอนุญาตจะเปลี่ยนแปลงลดลงทีละน้อยมาก และค่อนข้างเป็นเส้นตรง คืออยู่ในช่วงของ 56.649 ถึง 56.638 บาท (รูปที่ 4.7 ก.)

เป็นที่น่าสังเกตว่าในการทดลองกรณีที่ 3 นี้ ราคาของใบอนุญาตมีการเปลี่ยนแปลงลดลงเมื่อกำหนดให้มีการติดตั้งเครื่องบำบัดเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.6 ก.) ซึ่งแตกต่างจากกรณีอื่นทั้งหมด สามารถอธิบายได้ว่า ในกรณีที่ไม่อนุญาตให้กระทำการค้าใบอนุญาต ณ อัตราพื้นฐานเลย ธุรกิจจะกระทำการผลิตกระแสไฟฟ้า และมีการใช้ทุนภายใต้ดุลยภาพของตนเองเพื่อให้เกิดกำไรสูงสุดแล้วเมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐานเพิ่มขึ้น โรงไฟฟ้าจึงมีการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ลดลงตามสมการการปล่อย ดังนั้น เมื่อโรงไฟฟ้าที่ 2 กระทำการติดตั้งเครื่องบำบัดเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ณ อัตราพื้นฐาน ประสิทธิภาพของเครื่องบำบัดก็มากขึ้น นั่นคือสามารถบำบัดก๊าซได้ดีขึ้น ความจำเป็นที่จะต้องซื้อใบอนุญาตมาเพิ่มก็เริ่มลดน้อยลง เมื่ออุปสงค์ของใบอนุญาตลดลง จึงทำให้ราคาของใบอนุญาตลดลงไปด้วย ตามกฎของอุปสงค์นั่นเอง

4.2.3.3 ลักษณะของสวัสดิการสังคมรวมในแต่ละกรณี

ลักษณะผลกระทบของอุตสาหกรรมโดยรวมนั้น มีอิทธิพลสืบเนื่องมาจากการผลิตของโรงไฟฟ้าที่ 2 เนื่องจากมีปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้ามากกว่าโรงไฟฟ้าที่ 1 ยังผลให้กำไรของโรงไฟฟ้าส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคมนั้นแตกต่างกันมาก อย่างไรก็ตาม แนวทางการเปลี่ยนแปลงของผลกระทบยังเป็นไปตามทฤษฎีที่ได้คาดหมายไว้

<u>กรณีที่ 1</u> กำหนดให้ $\varphi = 0$ และปรับค่าของ θ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1 ในช่วงปิด 0 - 1

เมื่อกำหนดให้อัตราส่วนการติดตั้งเครื่องบำบัดเป็นศูนย์ ณ อัตราพื้นฐาน (φ = 0) และกระทำการเปลี่ยนแปลงค่าของอัตราส่วนการค้าใบอนุญาต ณ อัตราพื้นฐาน (θ) แล้ว สำหรับโรงไฟฟ้าที่ 1 เมื่อปล่อยให้มีการค้าใบอนุญาต ณ อัตราพื้นฐานมากขึ้น โรงไฟฟ้าที่ 1 มีการขายใบอนุญาตเพิ่มมากขึ้น สังเกตได้จากต้นทุนการบำบัดก๊าซ (AC) ที่ติดลบมากขึ้น (ตารางที่ 4.5) อันเนื่องมาจากมีการปล่อยก๊าซน้อยลง และมีใบอนุญาตเหลือนำไปขายเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลการคำนวณก็สอดคล้องกับโรงไฟฟ้าที่ 2 ซึ่งเป็นผู้ซื้อใบอนุญาต โดยโรงไฟฟ้าที่ 2 จะหันมาซื้อใบอนุญาตเพิ่มมากขึ้น โดยต้นทุนการบำบัดก๊าซนั้นเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน (ตารางที่ 4.6)

โรงไฟฟ้าที่ 1 เมื่อมีการเพิ่มระดับของการค้าใบอนุญาต จะทำการผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นค่อนข้างคงที่ ทำให้ระดับของส่วนเกินผู้บริโภคเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ โรงไฟฟ้าที่ 1 ยังมีกำไรเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากส่วนที่ได้มาจากการขายใบอนุญาต ระดับที่ให้สวัสดิการสังคมสูงที่สุด คือระดับที่มีการค้าใบอนุญาต ณ อัตราพื้นฐาน 100% เนื่องจากสามารถขายใบอนุญาตได้เต็มที่ ด้วยราคาที่สูงมาก (ตารางที่ 4.5) แต่สำหรับโรงไฟฟ้าที่ 2 นั้น มีระดับการผลิตที่ขึ้นลงแปรปรวน มีระดับที่ให้สวัสดิการสังคมสูงมากสองจุด คือระดับที่มีการค้าใบอนุญาต 30% และ 90% ซึ่งโรงไฟฟ้าจะผลิตกระแสไฟฟ้าในประมาณที่มาก ส่งผลให้ราคาค่าไฟฟ้าลดต่ำลง ส่วนเกินผู้บริโภคและสวัสดิการสังคมจึงสูงมาก ณ สองจุดนี้ (ตารางที่ 4.6) สำหรับอุตสาหกรรมโดยรวม ณ ระดับที่มีการค้าใบอนุญาต 10% จะให้สวัสดิการสังคมรวมต่ำที่สุด และเมื่อเพิ่มสัดส่วนการค้าใบอนุญาตจนกระทั่งถึงระดับ 30% กลับทำให้สวัสดิการสังคมในกรณีนี้พุ่งสูงขึ้นมาก และรักษาระดับแล้วสูงขึ้นจนถึงจุดสูงที่สุด ณ ระดับการติดตั้งเครื่องบำบัด 90% จากนั้นเมื่อปล่อยให้มีการค้าใบอนุญาตเต็มที่ จะมีการผลิตกระแสไฟฟ้ารวมที่ลดลง ยังผลให้ส่วนเกินผู้บริโภคลดลงอย่างฉับพลัน และสวัสดิการสังคมรวมก็ลดลงด้วยเช่นกัน (ตารางที่ 4.7 และ รูปที่ 4.4 ข.)

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม ของโรงไฟฟ้าที่ 1

ในกรณีที่ 1 เมื่อกำหนดให้ φ = 0 และเปลี่ยนแปลงค่าของ θ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1

φ	θ	p_1	p_1	q_1	k_{11}	k_{21}	x_1	PC_1	AC_1	TC_1	ATC_1	π_1	CS_1	SW_1
0.0	**0.0**	56.649	1.395	1917.874	16438.660	0.008	0.038	2483.659	-137.681	2345.978	1.223	328.770	14.656	343.426
0.0	**0.1**	61.765	1.395	1909.706	16430.427	0.007	0.038	2482.424	-149.313	2333.111	1.222	303.515	14.531	318.046
0.0	**0.2**	70.022	1.395	1917.794	16593.496	0.008	0.038	2506.884	-170.184	2336.701	1.218	338.097	14.655	352.752
0.0	**0.3**	80.821	1.395	1930.338	16822.342	0.009	0.038	2541.211	-196.592	2344.620	1.215	347.495	14.847	362.342
0.0	**0.4**	93.294	1.395	1933.674	16993.762	0.009	0.038	2566.924	-226.465	2340.459	1.210	356.297	14.898	371.195
0.0	**0.5**	111.840	1.394	1958.426	17408.987	0.011	0.038	2629.208	-271.261	2357.947	1.204	372.935	15.282	388.217
0.0	**0.6**	137.250	1.394	1979.518	17871.887	0.013	0.038	2698.643	-332.617	2366.026	1.195	394.027	15.613	409.640
0.0	**0.7**	183.861	1.394	2005.064	18619.711	0.016	0.037	2810.347	-445.576	2364.771	1.179	430.155	16.019	446.174
0.0	**0.8**	275.433	1.394	2047.450	20019.609	0.021	0.036	3019.861	-663.363	2356.498	1.151	496.937	16.703	513.640
0.0	**0.9**	541.205	1.392	2209.130	24353.803	0.069	0.035	3669.520	-1297.502	2372.019	1.074	703.807	19.445	723.252
0.0	**1.0**	16454.545	1.393	2109.255	266025.261	0.600	0.004	39905.669	-48416.586	-8510.917	-4.035	11449.499	17.727	11467.226

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost)

TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม ของโรงไฟฟ้าที่ 2

ในกรณีที่ 1 เมื่อกำหนดให้ $\varphi = 0$ และเปลี่ยนแปลงค่าของ θ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1

φ	θ	p_1	p_2	q_2	k_{12}	k_{22}	x_2	PC_2	AC_2	TC_2	ATC_2	π_2	CS_2	SW_2
0.0	**0.0**	56.649	1.022	48748.606	287931.740	0.000331	1.353	43825.671	213.788	44039.459	0.903	5758.335	9468.872	15227.207
0.0	**0.1**	61.765	1.254	19637.521	143012.522	0.000354	0.453	21664.788	90.788	21755.577	1.108	2860.246	1536.552	4396.798
0.0	**0.2**	70.022	1.247	20441.801	148008.868	0.000380	0.474	22424.110	106.847	22530.957	1.102	2962.012	1664.992	4627.004
0.0	**0.3**	80.821	0.630	97819.815	347274.956	0.000378	4.256	54091.563	613.100	54704.663	0.559	6968.127	38126.550	45094.677
0.0	**0.4**	93.294	0.725	85970.005	353682.110	0.000406	3.284	54595.797	618.437	55214.233	0.642	7105.931	29448.809	36554.740
0.0	**0.5**	111.840	0.744	83547.005	352637.724	0.000465	3.120	54362.059	714.199	55076.258	0.659	7100.618	27812.217	34912.835
0.0	**0.6**	137.250	0.758	81777.624	351052.423	0.000509	3.009	54072.093	852.995	54925.089	0.672	7088.298	26646.662	33734.960
0.0	**0.7**	183.861	0.675	92178.865	347518.988	0.000605	3.803	53915.258	1275.977	55191.235	0.599	7068.655	33856.070	40924.725
0.0	**0.8**	275.433	0.653	94957.685	341007.127	0.000816	4.090	53073.369	1933.788	55007.157	0.579	7027.160	35928.085	42955.245
0.0	**0.9**	541.205	0.592	102602.073	317389.292	0.001419	5.042	49978.134	3971.308	53949.442	0.526	6828.756	41945.570	48774.326
0.0	**1.0**	16454.545	1.186	28135.585	18102.604	0.120000	5.533	5315.901	24285.281	29601.182	1.052	3754.447	3154.175	6908.622

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost)

TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม ของโรงไฟฟ้าที่ 1 และ โรงไฟฟ้าที่ 2 ในกรณีที่ 1 เมื่อกำหนดให้ φ = 0 และเปลี่ยนแปลงค่าของ θ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1

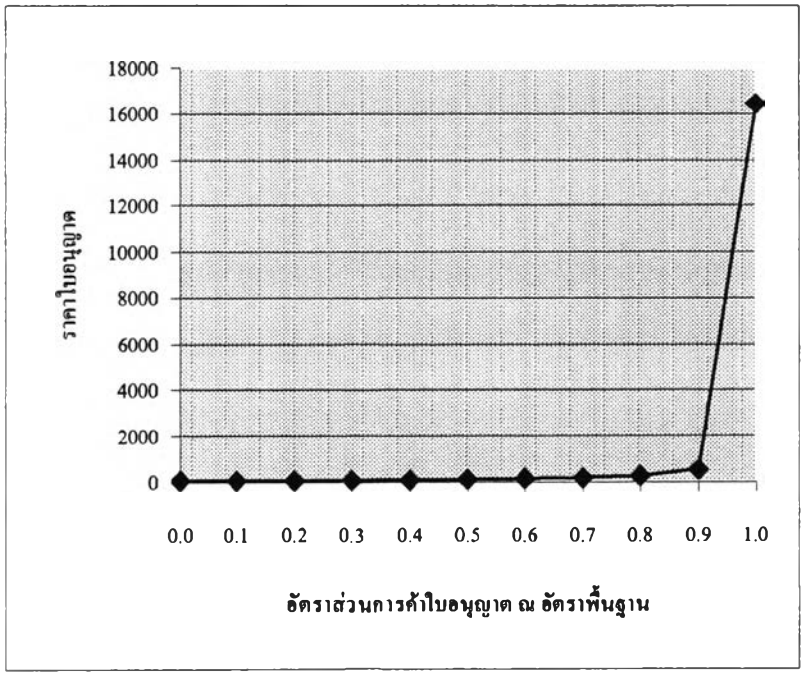
φ	θ	P_1	Σq	Σk_1	Σk_2	Σx	ΣPC	ΣAC	ΣTC	ΣATC	$\Sigma \pi$	ΣCS	ΣSW
0.0	**0.0**	56.649	50666.480	304370.400	0.008	1.391	46309.330	76.106	46385.436	0.916	6087.105	9483.528	15570.633
0.0	**0.1**	61.765	21547.227	159442.949	0.007	0.491	24147.212	-58.524	24088.688	1.118	3163.761	1551.083	4714.844
0.0	**0.2**	70.022	22359.595	164602.364	0.008	0.512	24930.995	-63.337	24867.657	1.112	3300.109	1679.647	4979.756
0.0	**0.3**	80.821	99750.153	364097.298	0.009	4.294	56632.775	416.508	57049.283	0.572	7315.622	38141.397	45457.019
0.0	**0.4**	93.294	87903.679	370675.872	0.009	3.322	57162.721	391.971	57554.692	0.655	7462.228	29463.707	36925.935
0.0	**0.5**	111.840	85505.431	370046.711	0.011	3.158	56991.267	442.938	57434.205	0.672	7473.553	27827.499	35301.052
0.0	**0.6**	137.250	83757.142	368924.310	0.014	3.047	56770.737	520.379	57291.115	0.684	7482.325	26662.275	34144.600
0.0	**0.7**	183.861	94183.929	366138.699	0.017	3.840	56725.605	830.402	57556.006	0.611	7498.810	33872.089	41370.899
0.0	**0.8**	275.433	97005.135	361026.736	0.022	4.126	56093.230	1270.424	57363.655	0.591	7524.097	35944.788	43468.885
0.0	**0.9**	541.205	104811.203	341743.095	0.070	5.077	53647.654	2673.807	56321.461	0.537	7532.563	41965.015	49497.578
0.0	**1.0**	16454.545	30244.840	284127.865	0.720	5.537	45221.570	-24131.305	21090.265	0.697	15203.946	3171.902	18375.848

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost)

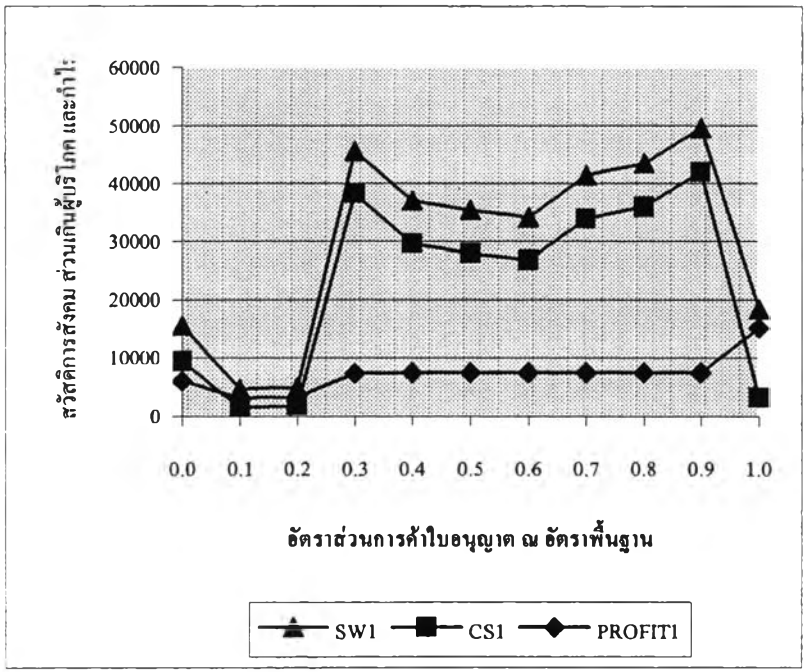
TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

รูปที่ 4.4 ราคาใบอนุญาต สวัสดิการสังคม ส่วนเกินผู้บริโภค และกำไรของโรงไฟฟ้าทั้งสอง ในกรณีที่ 1 เมื่อกำหนดให้ $\varphi = 0$ และเปลี่ยนแปลงค่าของ θ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1



ก.



ข.

<u>กรณีที่ 2</u> ***กำหนดให้ $\varphi = 1$ และปรับค่าของ θ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1 ในช่วงปิด 0 - 1***

การทดลองในกรณีนี้ กำหนดให้มีการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซเต็มที่ ณ อัตราพื้นฐาน ($\varphi = 1$) และกระทำการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนการค้าใบอนุญาต (θ) เพิ่มขึ้นทีละ 10% ผลการคำนวณ ณ ดุลยภาพให้ผลที่ใกล้เคียงกับกรณีที่ 1 ที่ไม่มีการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซ คือโรงไฟฟ้าที่ 1 จะมีระดับสวัสดิการสังคมที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ อย่างค่อนข้างคงที่ จนกระทั่งสูงสุด ณ ระดับที่มีการค้าเต็มที่ เพราะโรงไฟฟ้ามีกำไรจากการขายใบอนุญาตที่มีราคาสูงที่สุด (ตารางที่ 4.8) แต่สำหรับโรงไฟฟ้าที่ 2 จะมีสวัสดิการสังคมรวมขึ้นลงแปรปรวนเป็นอย่างมาก โดยจุดที่มีการค้าใบอนุญาต 30% จะให้ค่าสวัสดิการสังคมต่ำ แต่พอมีการค้าใบอนุญาตที่อยู่ในช่วง 40 – 70% จะให้สวัสดิการสังคมเฉลี่ยแล้วสูงที่สุด แล้วสวัสดิการสังคมจะลดต่ำลงทันทีและกลายเป็นจุดต่ำสุด ณ จุดที่มีการค้าใบอนุญาต 80% ณ อัตราพื้นฐาน (ตารางที่ 4.9)

การซื้อขายใบอนุญาตสำหรับโรงไฟฟ้าที่ 1 จะเป็นผู้ขายใบอนุญาต และจะมีรายได้จากการขายใบอนุญาตเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อมีการปล่อยให้สัดส่วนของการค้าใบอนุญาตสูงขึ้น โรงไฟฟ้าที่ 2 ซึ่งเป็นผู้ซื้อใบอนุญาตก็มีแนวโน้มในการซื้อใบอนุญาตเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เช่นกันเมื่อมีการปล่อยให้สัดส่วนของการค้าใบอนุญาตเพิ่มขึ้น

สำหรับอุตสาหกรรมโดยรวมแล้ว ณ ระดับที่มีสัดส่วนการค้าใบอนุญาต 30% จะให้สวัสดิการสังคมต่ำที่สุด แล้วค่าสวัสดิการสังคมก็เพิ่มสูงขึ้นทันทีเมื่อมีสัดส่วนการค้าใบอนุญาต 40% และรักษาค่าที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงจุดที่ให้สวัสดิการสูงสุดอยู่ ณ ระดับที่มีอัตราส่วนการค้าใบอนุญาต 70 % จากนั้นสวัสดิการสังคมจะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงจุดเกือบต่ำสุดอีกครั้ง ณ ระดับที่มีอัตราส่วนการค้าใบอนุญาต 80% แล้วก็เพิ่มขึ้นอย่างทันที และลดลงอีกครั้งหนึ่งเมื่อสัดส่วนการค้าใบอนุญาตถึงระดับ 100% (ตารางที่ 4.10 และ รูปที่ 4.5 ข.)

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม ของโรงไฟฟ้าที่ 1

ในกรณีที่ 2 เมื่อกำหนดให้ φ = 1 และเปลี่ยนแปลงค่าของ θ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1

φ	θ	p_1	p_1	q_1	k_{11}	k_{21}	x_1	PC_1	AC_1	TC_1	ATC_1	π_1	CS_1	SW_1
1.0	**0.0**	56.638	1.395	1934.328	16570.628	0.009	0.039	2503.924	-137.428	2366.496	1.223	331.225	14.909	346.134
1.0	**0.1**	62.015	1.395	1924.233	16550.577	0.008	0.038	2500.447	-150.041	2350.406	1.221	333.112	14.753	347.865
1.0	**0.2**	70.006	1.395	1921.377	16622.011	0.008	0.038	2511.162	-169.725	2341.437	1.219	338.255	14.710	352.965
1.0	**0.3**	81.088	1.395	1938.772	16893.578	0.009	0.038	2551.897	-196.106	2355.791	1.215	347.841	14.977	362.818
1.0	**0.4**	93.702	1.395	1942.442	17069.421	0.010	0.038	2578.273	-228.018	2350.256	1.210	358.538	15.034	373.572
1.0	**0.5**	112.253	1.394	1968.028	17491.182	0.012	0.038	2641.537	-272.374	2369.163	1.204	374.910	15.433	390.343
1.0	**0.6**	137.227	1.394	1986.054	17923.786	0.014	0.038	2706.428	-333.110	2373.318	1.195	395.686	15.717	411.403
1.0	**0.7**	184.477	1.394	2012.724	18688.358	0.017	0.037	2820.644	-446.884	2373.760	1.179	431.767	16.141	447.908
1.0	**0.8**	276.506	1.394	2055.333	20095.043	0.023	0.037	3031.646	-667.606	2364.040	1.150	500.565	16.832	517.397
1.0	**0.9**	543.456	1.391	2396.281	25803.795	0.236	0.039	3888.899	-1291.461	2597.439	1.084	735.431	22.880	758.311
1.0	**1.0**	16517.318	1.393	2117.194	266998.159	0.637	0.004	40051.604	-48601.287	-8549.683	-4.038	11494.266	17.861	11512.127

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost)

TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม ของโรงไฟฟ้าที่ 2

ในกรณีที่ 2 เมื่อกำหนดให้ φ = 1 และเปลี่ยนแปลงค่าของ θ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1

φ	θ	p_1	p_2	q_2	k_{12}	k_{22}	x_2	PC_2	AC_2	TC_2	ATC_2	π_2	CS_2	SW_2
1.0	**0.0**	56.638	0.906	63304.863	330158.057	0.000344	1.961	50445.379	278.200	50723.579	0.801	6600.454	15967.906	22568.360
1.0	**0.1**	62.015	1.016	49433.365	290238.873	0.000365	1.379	44183.961	235.961	44419.922	0.899	5807.505	9736.754	15544.259
1.0	**0.2**	70.006	1.245	20711.165	149696.494	0.000405	0.481	22680.544	107.872	22788.416	1.100	2996.037	1709.161	4705.198
1.0	**0.3**	81.088	1.255	19477.497	141816.663	0.000443	0.449	21483.529	116.515	21600.045	1.109	2839.872	1511.611	4351.483
1.0	**0.4**	93.702	0.717	86951.667	353628.691	0.000441	3.355	54621.154	625.077	55246.230	0.635	7105.097	30125.180	37230.277
1.0	**0.5**	112.253	0.648	95613.698	348100.939	0.000481	4.069	54127.571	819.885	54947.456	0.575	7015.620	36426.216	43441.836
1.0	**0.6**	137.227	0.639	96733.448	345737.061	0.000550	4.184	53827.039	1005.860	54832.899	0.567	6992.568	37284.401	44276.969
1.0	**0.7**	184.477	0.550	107929.736	324481.052	0.000648	5.439	51228.488	1494.983	52723.471	0.488	6628.037	46414.755	53042.792
1.0	**0.8**	276.506	1.273	17181.469	125427.663	0.000961	0.395	18999.799	330.950	19330.750	1.125	2542.433	1776.236	4318.669
1.0	**0.9**	543.456	0.846	70805.139	327557.023	0.001574	2.438	50279.413	2721.574	53000.987	0.749	6882.316	19975.764	26858.080
1.0	**1.0**	16517.318	1.228	22886.571	27525.906	0.135325	2.590	5346.186	19455.769	24801.955	1.084	3294.415	2087.062	5381.477

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost)

TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.10 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม ของโรงไฟฟ้าที่ 1 และ โรงไฟฟ้าที่ 2 ในกรณีที่ 2 เมื่อกำหนดให้ φ = 1 และเปลี่ยนแปลงค่าของ θ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1

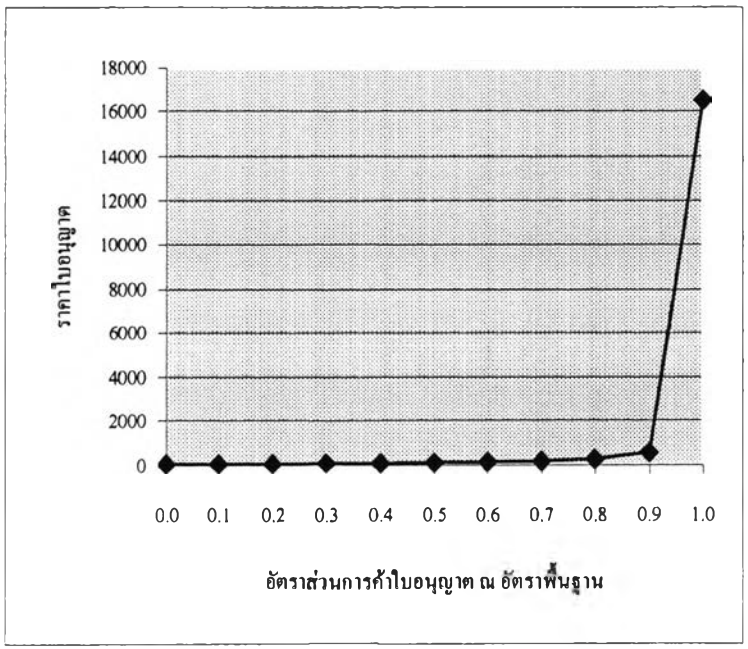
φ	θ	P_1	Σ_q	Σ_{k1}	Σ_{k2}	Σ_x	Σ_{PC}	Σ_{AC}	Σ_{TC}	Σ_{ATC}	$\Sigma\pi$	Σ_{CS}	Σ_{SW}
1.0	0.0	56.638	65239.191	346728.685	0.009	2.000	52949.303	140.772	53090.075	0.814	6931.679	15982.815	22914.494
1.0	0.1	62.015	51357.598	306789.450	0.008	1.417	46684.408	85.920	46770.327	0.911	6140.617	9751.507	15892.124
1.0	0.2	70.006	22632.542	166318.505	0.008	0.519	25191.706	-61.853	25129.853	1.110	3334.292	1723.871	5058.163
1.0	0.3	81.088	21416.269	158710.241	0.009	0.487	24035.426	-79.591	23955.836	1.119	3187.713	1526.588	4714.301
1.0	0.4	93.702	88894.109	370698.112	0.010	3.393	57199.427	397.059	57596.486	0.648	7463.635	30140.214	37603.849
1.0	0.5	112.253	97581.726	365592.121	0.012	4.107	56769.108	547.510	57316.618	0.587	7390.530	36441.649	43832.179
1.0	0.6	137.227	98719.502	363660.847	0.015	4.222	56533.467	672.751	57206.218	0.579	7388.254	37300.118	44688.372
1.0	0.7	184.477	109942.460	343169.410	0.018	5.476	54049.132	1048.099	55097.231	0.501	7059.804	46430.896	53490.700
1.0	0.8	276.506	19236.802	145522.706	0.024	0.432	22031.446	-336.656	21694.790	1.128	3042.998	1793.068	4836.066
1.0	0.9	543.456	73201.420	353360.818	0.238	2.477	54168.313	1430.113	55598.426	0.760	7617.747	19998.644	27616.391
1.0	1.0	16517.318	25003.765	294524.065	0.772	2.594	45397.790	-29145.518	16252.272	0.650	14788.681	2104.923	16893.604

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost)

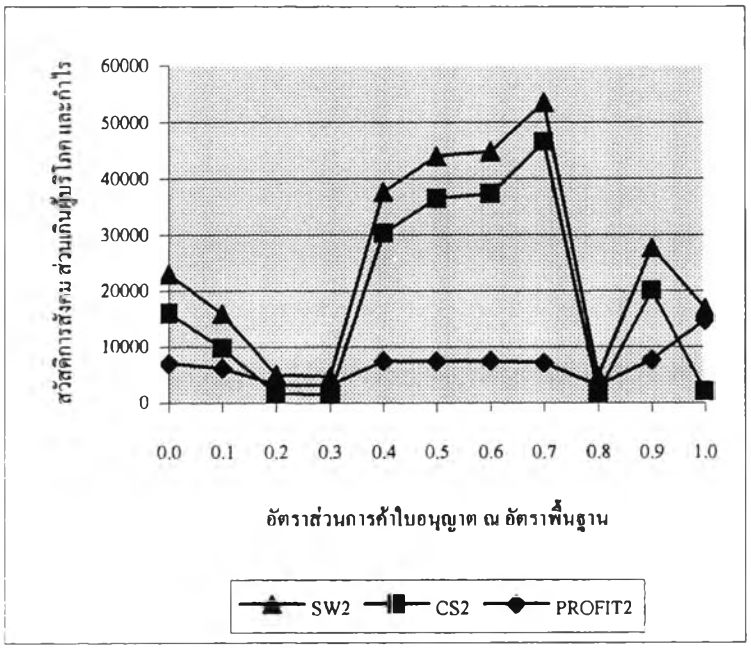
TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

รูปที่ 4.5 ราคาใบอนุญาต สวัสดิการสังคม ส่วนเกินผู้บริโภค และกำไรของโรงไฟฟ้าทั้งสอง ในกรณีที่ 2 เมื่อกำหนดให้ φ = 1 และเปลี่ยนแปลงค่าของ θ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1



ก.



ข.

<u>กรณีที่ 3</u> ***กำหนดให้ $\theta = 0$ และปรับค่าของ φ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1 ในช่วงปิด 0 - 1***

เมื่อกำหนดให้ไม่มีการค้าใบอนุญาตเลย ณ อัตราพื้นฐาน (θ = 0) แล้วกระทำการเพิ่มสัดส่วนของการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐาน (φ) เพิ่มขึ้นทีละ 0.1 ผลจากการคำนวณ (ตารางที่ 4.11 และ 4.12) แสดงให้เห็นว่าสวัสดิการสังคมรวมมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้นสำหรับโรงไฟฟ้าที่ 1 โดยระดับการผลิตกระแสไฟฟ้าคุลยภาพของโรงไฟฟ้าที่ 1 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นช้า ๆ ในอัตราที่ค่อนข้างคงที่ ส่งผลให้ส่วนเกินผู้บริโภคเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และทำให้มีสวัสดิการสูงสุด ณ ระดับที่มีการติดตั้งเครื่องบำบัดเต็มที่ 100% แต่สำหรับโรงไฟฟ้าที่ 2 สวัสดิการสังคมรวมมีค่าขึ้นลงแปรปรวน โดยช่วงแรกมีค่าลดลงจนถึงต่ำที่สุดเมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัด 40% แล้วเพิ่มขึ้นสูงและกลับมาลดลงอีกครั้งจนกระทั่งสวัสดิการสังคมมีค่าสูงที่สุดเมื่อมีระดับการติดตั้งเครื่องบำบัด 90%

โรงไฟฟ้าโรงที่ 1 ยังคงเป็นผู้ขายใบอนุญาตให้โรงไฟฟ้าที่ 2 แต่การเปลี่ยนแปลงเป็นไปไม่มากนักในแนวทางที่มีการขายเพิ่มขึ้นเมื่อกำหนดให้มีสัดส่วนการติดตั้งเครื่องบำบัดเพิ่มขึ้น ซึ่งก็เป็นไปได้ว่าเมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัดเพิ่มมากขึ้น โรงไฟฟ้าที่ 1 ก็ปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลง จึงมีใบอนุญาตเหลือเอาไว้ขายได้มากขึ้น สำหรับโรงไฟฟ้าที่ 2 ถึงแม้ว่าจะมีการเพิ่มการติดตั้งเครื่องบำบัดมากขึ้น แต่ก็ยังไม่พอที่จะกำจัดก๊าซเพราะมีต้นทุนการบำบัดก๊าซหน่วยสุดท้ายที่สูงกว่าโรงไฟฟ้าที่ 1 จึงต้องซื้อใบอนุญาตมาเพิ่มอีกในเวลาต่อมา เพื่อที่จะได้ทำการปล่อยได้ไม่เกินที่รัฐบาลกำหนด

เมื่อรวมผลการคำนวณของทั้งสองโรงไฟฟ้าเข้าด้วยกัน (ตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.6 ข.) ระดับของสวัสดิการสังคมรวมต่ำสุดเมื่อโรงไฟฟ้าทั้งสองมีอัตราการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐาน 10% และ สวัสดิการสังคมรวมจะสูงที่สุดเมื่อโรงไฟฟ้าทั้งสองกระทำการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐาน 90%

ตารางที่ 4.11 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม ของโรงไฟฟ้าที่ 1

ในกรณีที่ 3 เมื่อกำหนดให้ $\theta = 0$ และเปลี่ยนแปลงค่าของ φ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1

φ	θ	p_1	p_1	q_1	k_{11}	k_{21}	x_1	PC_1	AC_1	TC_1	ATC_1	π_1	CS_1	SW_1
0.0	**0.0**	56.649	1.395	1917.874	16438.660	0.008	0.038	2483.659	-137.681	2345.978	1.223	328.770	14.654	343.424
0.1	**0.0**	56.648	1.395	1925.481	16499.740	0.009	0.038	2492.821	-138.302	2354.519	1.223	330.626	14.772	345.398
0.2	**0.0**	56.647	1.395	1920.139	16456.825	0.008	0.038	2486.384	-137.450	2348.934	1.223	328.921	14.691	343.612
0.3	**0.0**	56.646	1.395	1922.243	16473.706	0.008	0.038	2488.916	-137.278	2351.638	1.223	329.063	14.723	343.786
0.4	**0.0**	56.645	1.395	1924.347	16490.585	0.008	0.038	2491.448	-137.049	2354.399	1.223	329.204	14.755	343.959
0.5	**0.0**	56.644	1.395	1925.340	16498.546	0.009	0.038	2492.642	-138.292	2354.350	1.223	330.616	14.770	345.386
0.6	**0.0**	56.643	1.395	1930.273	16538.140	0.009	0.039	2499.051	-137.780	2361.271	1.223	330.951	14.846	345.797
0.7	**0.0**	56.641	1.395	1925.807	16502.252	0.009	0.039	2493.668	-138.228	2355.440	1.223	330.647	14.777	345.424
0.8	**0.0**	56.640	1.395	1926.509	16507.872	0.009	0.038	2494.041	-138.169	2355.872	1.223	330.695	14.788	345.483
0.9	**0.0**	56.639	1.395	1927.791	16518.155	0.009	0.039	2496.053	-138.053	2358.000	1.223	330.781	14.808	345.589
1.0	**0.0**	56.638	1.395	1934.328	16570.628	0.009	0.039	2503.924	-137.428	2366.496	1.223	331.225	14.909	346.134

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost)

TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.12 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม ของโรงไฟฟ้าที่ 2

ในกรณีที่ 3 เมื่อกำหนดให้ θ = 0 และเปลี่ยนแปลงค่าของ φ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1

φ	θ	p_1	p_2	q_2	k_{12}	k_{22}	x_2	PC_2	AC_2	TC_2	ATC_2	π_2	CS_2	SW_2
0.0	**0.0**	56.649	1.022	48748.606	287931.740	0.000331	1.353	43825.671	213.788	44039.459	0.903	5758.335	9468.872	15227.207
0.1	**0.0**	56.648	1.290	15103.828	113176.998	0.000348	0.339	17135.880	63.157	17199.037	1.139	2264.227	908.967	3173.194
0.2	**0.0**	56.647	1.289	15218.461	114054.199	0.000350	0.342	17268.870	63.609	17332.479	1.139	2279.780	922.816	3202.596
0.3	**0.0**	56.646	1.289	15226.276	114107.272	0.000352	0.342	17276.831	63.664	17340.495	1.139	2280.843	923.764	3204.607
0.4	**0.0**	56.645	1.287	14187.161	107018.900	0.000355	0.317	16201.825	58.962	16260.787	1.146	2139.023	801.982	2941.005
0.5	**0.0**	56.644	1.046	45693.717	276510.644	0.000340	1.241	42059.867	199.778	42259.644	0.925	5529.736	8319.300	13849.036
0.6	**0.0**	56.643	1.177	29277.255	199932.301	0.000350	0.715	30325.895	126.252	30452.147	1.040	3998.166	3415.345	7413.511
0.7	**0.0**	56.641	1.179	29042.984	198654.768	0.000353	0.708	30130.975	125.171	30256.146	1.042	3972.634	3360.906	7333.540
0.8	**0.0**	56.640	1.181	28787.108	197253.434	0.000355	0.701	29917.485	123.979	30041.464	1.044	3944.602	3301.946	7246.548
0.9	**0.0**	56.639	0.902	63696.874	331010.319	0.000342	1.979	50581.678	280.018	50861.695	0.798	6618.093	16166.279	22784.372
1.0	**0.0**	56.638	0.906	63304.863	330158.057	0.000344	1.961	50445.379	278.200	50723.579	0.801	6600.454	15967.906	22568.360

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost)

TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.13 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม ของโรงไฟฟ้าที่ 1 และโรงไฟฟ้าที่ 2 ในกรณีที่ 3 เมื่อกำหนดให้ $\theta = 0$ และเปลี่ยนแปลงค่าของ φ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1

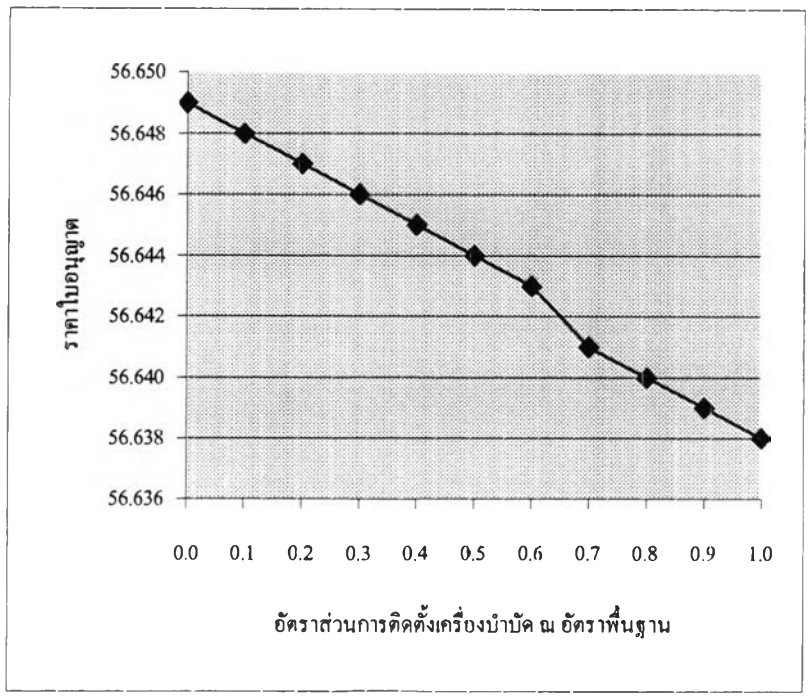
φ	θ	P_1	Σq	$\Sigma k1$	$\Sigma k2$	Σx	ΣPC	ΣAC	ΣTC	ΣATC	$\Sigma \pi$	ΣCS	ΣSW
0.0	**0.0**	56.649	50666.480	304370.400	0.008	1.391	46309.330	76.106	46385.436	0.916	6087.105	9483.526	15570.631
0.1	**0.0**	56.648	17029.309	129676.738	0.009	0.377	19628.701	-75.145	19553.556	1.148	2594.853	923.739	3518.592
0.2	**0.0**	56.647	17138.600	130511.024	0.008	0.380	19755.254	-73.841	19681.413	1.148	2608.701	937.507	3546.208
0.3	**0.0**	56.646	17148.519	130580.978	0.008	0.380	19765.747	-73.613	19692.134	1.148	2609.906	938.487	3548.393
0.4	**0.0**	56.645	16111.508	123509.485	0.008	0.355	18693.273	-78.087	18615.186	1.155	2468.227	816.737	3284.964
0.5	**0.0**	56.644	47619.057	293009.190	0.009	1.279	44552.508	61.486	44613.994	0.937	5860.352	8334.070	14194.422
0.6	**0.0**	56.643	31207.528	216470.441	0.009	0.754	32824.946	-11.528	32813.418	1.051	4329.117	3430.191	7759.308
0.7	**0.0**	56.641	30968.791	215157.020	0.009	0.747	32624.643	-13.057	32611.586	1.053	4303.281	3375.683	7678.964
0.8	**0.0**	56.640	30713.617	213761.306	0.009	0.739	32411.526	-14.190	32397.336	1.055	4275.297	3316.734	7592.031
0.9	**0.0**	56.639	65624.665	347528.474	0.009	2.018	53077.731	141.964	53219.695	0.811	6948.874	16181.087	23129.961
1.0	**0.0**	56.638	65239.191	346728.685	0.009	2.000	52949.303	140.772	53090.075	0.814	6931.679	15982.815	22914.494

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost)

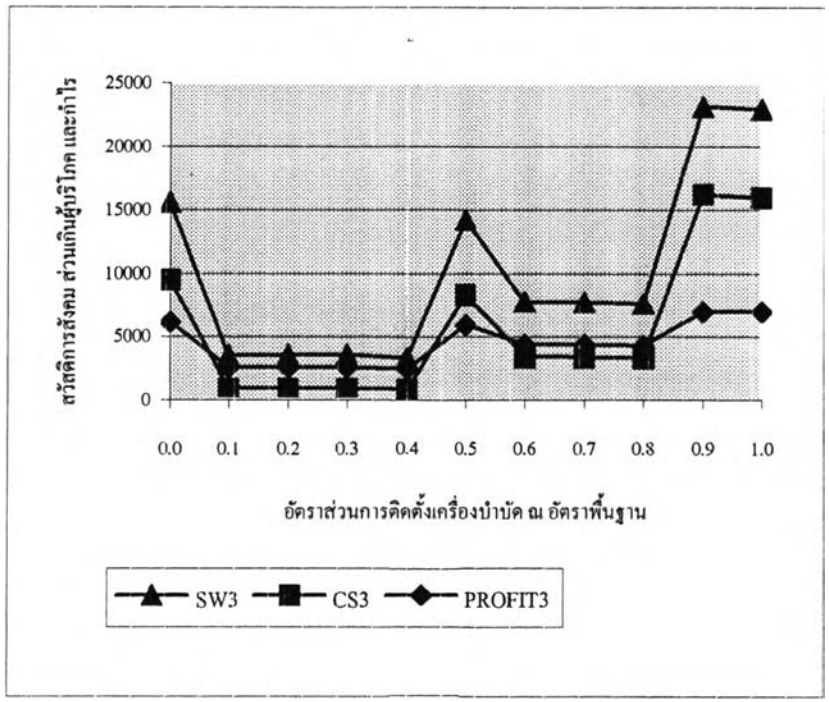
TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

รูปที่ 4.6 ราคาใบอนุญาต สวัสดิการสังคม ส่วนเกินผู้บริโภค และกำไรของโรงไฟฟ้าทั้งสอง ในกรณีที่ 3 เมื่อกำหนดให้ $\theta = 0$ และเปลี่ยนแปลงค่าของ φ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1



ก.



ข.

<u>กรณีที่ 4</u> ***กำหนดให้ $\theta = 1$ และปรับค่าของ φ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1 ในช่วงปิด 0 - 1***

ในกรณีที่ 4 นี้ มีการกำหนดให้มีการค้าใบอนุญาตอย่างเต็มที่ ณ อัตราพื้นฐาน ($\theta = 1$) แล้ว ให้มีการเพิ่มอัตราส่วนการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซขึ้น ณ อัตราพื้นฐาน (φ) ครั้งละ 10% ผลปรากฏว่า สวัสดิการสังคมของโรงไฟฟ้าที่ 1 จะยังคงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และสูงที่สุดเมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัดเต็มที่ (ตารางที่ 4.14) แต่สำหรับโรงไฟฟ้าที่ 2 จะมีสวัสดิการสังคมเพิ่มขึ้นลดลงแปรปรวนแต่เป็นช่วงที่ไม่ห่างนัก สวัสดิการสังคมจะสูงที่สุดเมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐาน 60% และต่ำที่สุดเมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัด 70% (ตารางที่ 4.15)

สำหรับปริมาณการซื้อขายใบอนุญาตนั้น เมื่อบังคับให้มีการติดตั้งเครื่องบำบัดเพิ่มขึ้น โรงไฟฟ้าที่ 1 ยังคงเพิ่มปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้าอย่างช้า ๆ และมีการใช้ทุนในการบำบัดก๊าซ ณ ดุลยภาพที่ทำให้เกิดกำไรสูงสุดเพิ่มขึ้น ด้วยต้นทุนการบำบัดที่ถูกกว่าส่งผลไปยังการปล่อยก๊าซที่ลดลงได้มากกว่า ดังนั้น โรงไฟฟ้าที่ 1 จึงขายใบอนุญาตได้มากขึ้นทำให้มีกำไรเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สำหรับโรงไฟฟ้าที่ 2 เมื่อโรงไฟฟ้าถูกบังคับให้ติดตั้งเครื่องบำบัดเพิ่มขึ้น ณ อัตราพื้นฐาน จึงมีการใช้ทุนในการบำบัดก๊าซเพิ่มมากขึ้น การกำจัดก๊าซของโรงไฟฟ้าที่ 2 ก็มากขึ้น แต่ด้วยต้นทุนการบำบัดที่สูงกว่าจึงทำให้การซื้อใบอนุญาตจากโรงไฟฟ้าที่ 1 ยังคงจำเป็นอยู่

เมื่อมองสวัสดิการสังคมโดยรวมแล้ว ระดับที่ทำให้สวัสดิการสังคมสูงสุดในกรณีที่ 4 นี้คือ ระดับที่มีอัตราการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐาน 60% และสวัสดิการสังคมจะต่ำสุดเมื่อมีอัตราการติดตั้งเครื่องบำบัดที่ระดับ 10%

ตารางที่ 4.14 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม ของโรงไฟฟ้าที่ 1

ในกรณีที่ 4 เมื่อกำหนดให้ $\theta = 1$ และเปลี่ยนแปลงค่าของ φ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1

φ	θ	p_1	p_1	q_1	k_{11}	k_{21}	x_1	PC_1	AC_1	TC_1	ATC_1	π_1	CS_1	SW_1
0.0	**1.0**	16454.545	1.393	2109.255	266025.261	0.600	0.004	39905.669	-48416.586	-8510.917	-4.035	11449.499	17.727	11467.226
0.1	**1.0**	16461.658	1.393	2110.031	266210.053	0.604	0.004	39933.388	-48437.515	-8504.127	-4.030	11442.559	17.740	11460.299
0.2	**1.0**	16466.806	1.393	2110.800	266215.290	0.607	0.004	39934.174	-48452.662	-8518.489	-4.036	11458.061	17.753	11475.814
0.3	**1.0**	16472.990	1.393	2111.591	266311.217	0.611	0.004	39948.563	-48470.858	-8522.295	-4.036	11464.152	17.766	11481.918
0.4	**1.0**	16479.210	1.393	2112.380	266407.641	0.614	0.004	39963.026	-48489.159	-8526.133	-4.036	11465.630	17.779	11483.409
0.5	**1.0**	16485.468	1.393	2113.170	266504.631	0.618	0.004	39977.575	-48507.573	-8529.998	-4.037	11471.603	17.793	11489.396
0.6	**1.0**	16491.762	1.393	2113.963	266602.154	0.622	0.004	39992.203	-48526.092	-8533.889	-4.037	11492.428	17.806	11510.234
0.7	**1.0**	16498.094	1.393	2114.773	266700.354	0.626	0.004	40006.933	-48544.723	-8537.790	-4.037	11482.809	17.820	11500.629
0.8	**1.0**	16504.464	1.393	2115.561	266798.931	0.629	0.004	40021.720	-48563.466	-8541.746	-4.038	11484.117	17.833	11501.950
0.9	**1.0**	16510.873	1.393	2116.387	266898.365	0.633	0.004	40036.635	-48582.323	-8545.689	-4.038	11489.024	17.847	11506.871
1.0	**1.0**	16517.318	1.393	2117.194	266998.159	0.637	0.004	40051.604	-48601.287	-8549.683	-4.038	11494.266	17.861	11512.127

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost)

TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.15 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม ของโรงไฟฟ้าที่ 2

ในกรณีที่ 4 เมื่อกำหนดให้ $\theta = 1$ และเปลี่ยนแปลงค่าของ φ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1

φ	θ	p_1	p_2	q_2	k_{12}	k_{22}	x_2	PC_2	AC_2	TC_2	ATC_2	π_2	CS_2	$SW2$
0.0	**1.0**	16454.545	1.186	28135.585	18102.604	0.120	5.533	5315.901	24285.281	29601.182	1.052	3754.447	3154.175	6908.622
0.1	**1.0**	16461.658	1.293	14739.730	27239.246	0.125	1.142	4622.627	12114.153	16736.780	1.135	2312.209	865.671	3177.880
0.2	**1.0**	16466.806	1.220	23866.268	26442.472	0.126	2.904	5331.251	20367.811	25699.062	1.077	3408.897	2269.566	5678.463
0.3	**1.0**	16472.990	1.220	23903.945	26465.038	0.127	2.911	5337.926	20408.406	25746.332	1.077	3409.943	2276.738	5686.681
0.4	**1.0**	16479.210	1.228	22892.397	27364.264	0.129	2.605	5328.990	19476.798	24805.787	1.084	3297.105	2088.124	5385.229
0.5	**1.0**	16485.468	1.224	23390.779	26667.456	0.126	2.776	5304.838	19962.272	25267.111	1.080	3351.920	2180.034	5531.954
0.6	**1.0**	16491.762	1.184	28324.909	17380.974	0.124	5.809	5337.376	24472.144	29809.520	1.052	3739.485	3196.766	6936.251
0.7	**1.0**	16498.094	1.293	14706.771	27310.222	0.131	1.134	4629.513	12074.975	16704.488	1.136	2306.728	861.804	3168.532
0.8	**1.0**	16504.464	1.219	23986.830	26493.511	0.132	2.927	5349.717	20463.905	25813.621	1.076	3420.310	2292.554	5712.864
0.9	**1.0**	16510.873	1.219	24012.355	26536.532	0.134	2.929	5357.110	20471.852	25828.961	1.076	3428.178	2297.436	5725.614
1.0	**1.0**	16517.318	1.228	22886.571	27525.906	0.135	2.590	5346.186	19455.769	24801.955	1.084	3294.415	2087.062	5381.477

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost)

TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.16 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการบำบัดก๊าซ กำไรของโรงไฟฟ้า ส่วนเกินผู้บริโภค และสวัสดิการสังคม ของโรงไฟฟ้าที่ 1 และโรงไฟฟ้าที่ 2 ในกรณีที่ 4 เมื่อกำหนดให้ $\theta = 1$ และเปลี่ยนแปลงค่าของ φ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1

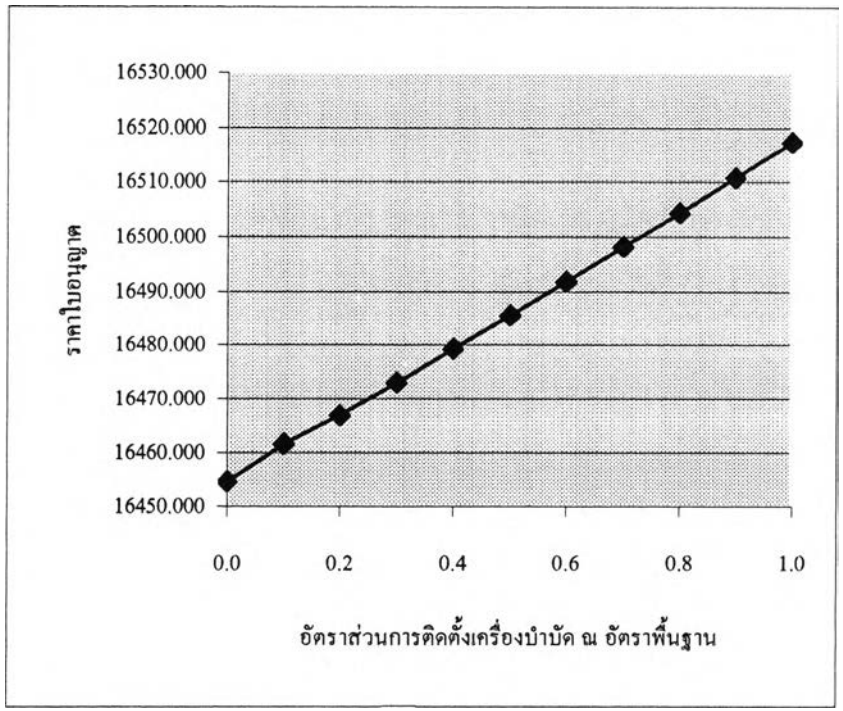
φ	θ	P_1	Σq	$\Sigma k1$	$\Sigma k2$	Σx	ΣPC	ΣAC	ΣTC	ΣATC	$\Sigma \pi$	ΣCS	ΣSW
0.0	**1.0**	16454.545	30244.840	284127.865	0.720	5.537	45221.570	-24131.305	21090.265	0.697	15203.946	3171.902	18375.848
0.1	**1.0**	16461.658	16849.761	293449.299	0.729	1.146	44556.015	-36323.362	8232.653	0.489	13754.768	883.411	14638.179
0.2	**1.0**	16466.806	25977.068	292657.762	0.733	2.908	45265.424	-28084.851	17180.573	0.661	14866.958	2287.319	17154.277
0.3	**1.0**	16472.990	26015.536	292776.255	0.738	2.915	45286.488	-28062.451	17224.037	0.662	14874.095	2294.504	17168.599
0.4	**1.0**	16479.210	25004.777	293771.905	0.743	2.609	45292.016	-29012.362	16279.654	0.651	14762.735	2105.903	16868.638
0.5	**1.0**	16485.468	25503.949	293172.087	0.744	2.780	45282.413	-28545.301	16737.113	0.656	14823.523	2197.827	17021.350
0.6	**1.0**	16491.762	30438.872	283983.128	0.746	5.813	45329.579	-24053.948	21275.632	0.699	15231.913	3214.572	18446.485
0.7	**1.0**	16498.094	16821.544	294010.576	0.757	1.138	44636.446	-36469.748	8166.698	0.485	13789.537	879.624	14669.161
0.8	**1.0**	16504.464	26102.391	293292.442	0.761	2.931	45371.436	-28099.561	17271.875	0.662	14904.427	2310.387	17214.814
0.9	**1.0**	16510.873	26128.742	293434.897	0.767	2.933	45393.745	-28110.472	17283.273	0.661	14917.202	2315.283	17232.485
1.0	**1.0**	16517.318	25003.765	294524.065	0.772	2.594	45397.790	-29145.518	16252.272	0.650	14788.681	2104.923	16893.604

หมายเหตุ: PC คือ ต้นทุนการผลิต (Production Cost) AC คือ ต้นทุนการบำบัดก๊าซ (Abatement Cost)

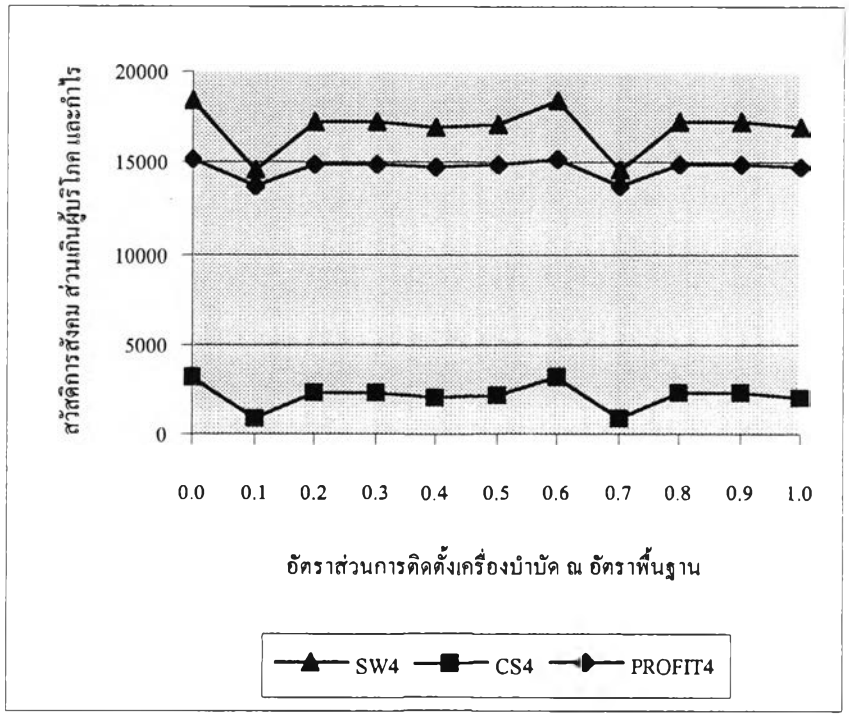
TC คือ ต้นทุนรวม (Total Cost) ATC คือ ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost)

ที่มา: จากการคำนวณ

รูปที่ 4.7 ราคาใบอนุญาต สวัสดิการสังคม ส่วนเกินผู้บริโภค และกำไรของโรงไฟฟ้าทั้งสอง ในกรณีที่ 4 เมื่อกำหนดให้ θ = 1 และเปลี่ยนแปลงค่าของ φ เพิ่มขึ้นทีละ 0.1



ก.



ข.

4.2.3.4 ลักษณะของสวัสดิการสังคมรวมในทุกกรณี

เพื่อเปรียบเทียบว่ากรณีใดให้สวัสดิการสังคมที่สูงที่สุด จึงทำการสร้างรูปที่ 4.8, 4.9 และ 4.10 และตารางที่ ซึ่งมาจากตารางที่ 4.7, 4.10, 4.13 และ 4.16 แสดงให้เห็นถึงส่วนเกินผู้บริโภค กำไรของโรงไฟฟ้า และสวัสดิการสังคมรวมในแต่ละกรณีบนรูปเดียวกัน

ผลจากการคำนวณปรากฏว่า สำหรับส่วนเกินผู้บริโภคแล้ว ในกรณีที่ 2 เมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐานเต็ม (φ = 1) ร่วมกับอัตราส่วนการค้าใบอนุญาต ณ อัตราพื้นฐานที่ 70% (θ = 0.7) จะให้ส่วนเกินผู้บริโภคที่สูงที่สุด คือ 46,430.896 (รูปที่ 4.8) และส่วนเกินผู้บริโภคจะต่ำที่สุดในกรณีที่ 4 เมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซ 10% ณ อัตราพื้นฐาน (φ = 0.1) และมีการค้าใบอนุญาตอย่างเต็มที่ (θ = 1) คือระดับ 883.411 (รูปที่ 4.8)

สำหรับกำไรของโรงไฟฟ้ารวม ในกรณีที่ 1 กำหนดให้มีการค้าใบอนุญาตอย่างสมบูรณ์ (θ = 1) และไม่มีการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซเลย ณ อัตราพื้นฐาน (φ = 0) โรงไฟฟ้าจะได้กำไรสูงสุดอยู่ ณ ระดับ 15,203.946 (รูปที่ 4.9) สำหรับกรณีที่ทำให้โรงไฟฟ้าได้กำไรต่ำที่สุดอยู่ ณ ระดับ 2,468.227 (ตารางที่ 4.7) ได้แก่ กรณีที่ 3 เมื่อไม่มีการค้าใบอนุญาตเลย ณ อัตราพื้นฐาน (θ = 0) และมีการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซ ณ อัตราพื้นฐาน 40% (φ = 0.4) (รูปที่ 4.9)

เมื่อนำผลของส่วนเกินผู้บริโภค และกำไรของโรงไฟฟ้ามารวมกันแล้ว จะทำให้ได้สวัสดิการสังคมรวม เมื่อเปรียบเทียบค่ารวมทั้ง 4 กรณีแล้ว สวัสดิการสังคมรวมจะมีค่าสูงที่สุดในกรณีที่ 2 ณ ระดับที่มีการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซเต็มที่ (φ = 1) และมีการค้าใบอนุญาต 70% ณ อัตราพื้นฐาน (θ = 0.7) ซึ่งจะให้ค่าสวัสดิการสังคมสูงที่สุด คือ 53,490.7 (รูปที่ 4.10) ส่วนมาตรการที่ทำให้ได้รับ สวัสดิการสังคมรวมต่ำที่สุด ได้แก่ กรณีที่ 3 คือ ปล่อยให้มีการค้าใบอนุญาตอย่างเต็มที่ ณ อัตราพื้นฐาน (θ = 1) และมีการติดตั้งเครื่องบำบัดก๊าซ 40% ณ อัตราพื้นฐาน (φ = 0.4) โดยสวัสดิการจะอยู่ ณ ระดับ 3,284.964 (รูปที่ 4.10)

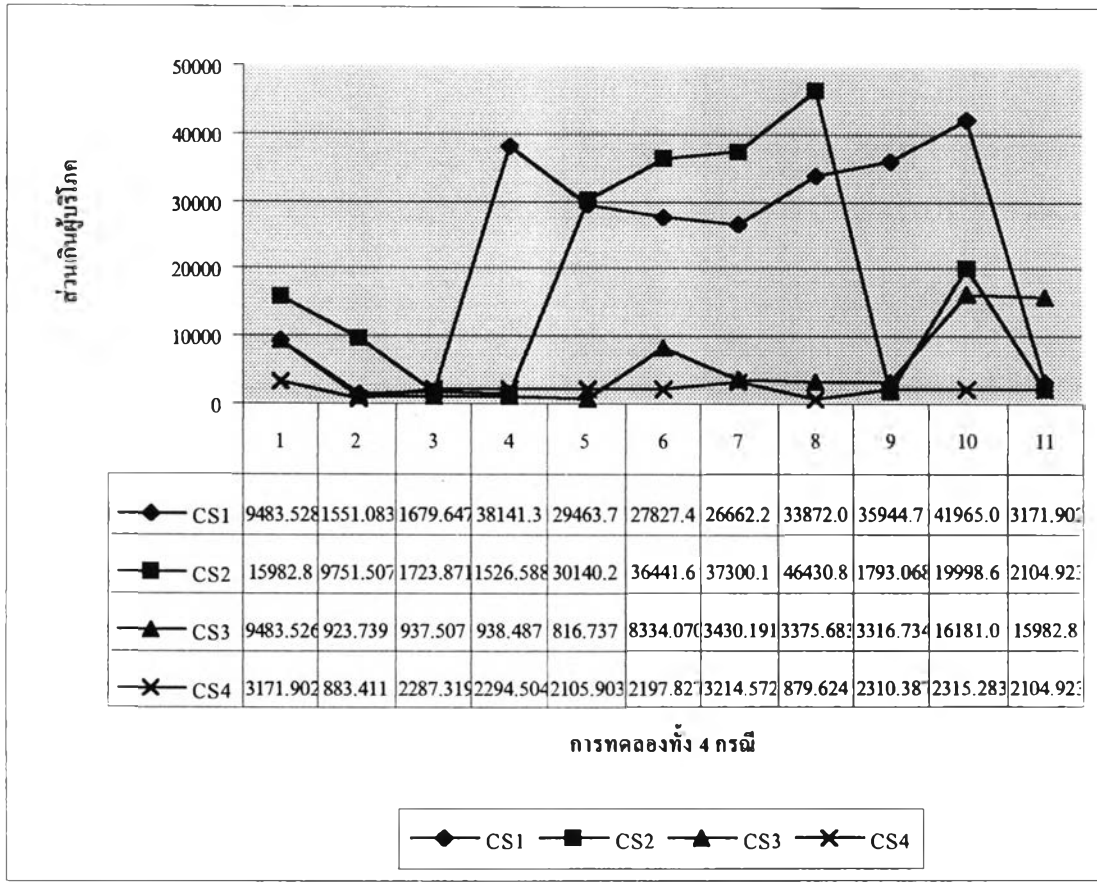
เป็นที่น่าสังเกตว่า ในกรณีที่ 4 ที่ปล่อยให้มีการค้าใบอนุญาตเสรีเต็มที่แล้วกำหนดให้มีการเพิ่มการติดตั้งเครื่องบำบัด ส่วนเกินผู้บริโภคจะอยู่ในระดับต่ำที่สุด แต่กำไรของผู้ผลิตจะสูงที่สุด เมื่อเทียบกับกรณีต่าง ๆ ทั้ง 4 กรณี ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อมีการค้าเสรีเต็มที่แล้วธุรกิจจะทำการผลิตใน

ปริมาณน้อยเพื่อให้มีการปล่อยเท่ากับปริมาณที่ได้รับอนุญาต จึงทำให้ส่วนเกินผู้บริโภครวมต่ำเพราะราคาค่าไฟฟ้าสูง นอกจากนี้ โรงไฟฟ้าที่ 1 สามารถได้กำไรจากการขายใบอนุญาต และโรงไฟฟ้าที่ 2 สามารถลดต้นทุนการบำบัดก๊าซรวมของตนเองลงด้วยการซื้อใบอนุญาตมาแทนที่จะบำบัดเองซึ่งมีต้นทุนที่สูงกว่า จึงทำให้ต้นทุนรวมของโรงไฟฟ้าต่ำเมื่อเทียบกับการผลิตในกรณีอื่น ๆ

หากจะพิจารณามาตรการที่ทำให้ได้สวัสดิการสังคมรวมสูงที่สุดแล้ว แม้ว่าการติดตั้งเครื่องบำบัดเต็มที่ และมีการค้าใบอนุญาต 70% จะให้สวัสดิการสังคมสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรณีแล้ว แต่โดยเฉลี่ยนั้น การที่ไม่มีการติดตั้งเครื่องบำบัดเลย แล้วปล่อยให้มีการค้าใบอนุญาตในระดับต่าง ๆ เกิดขึ้น (กรณีที่ 1) จะให้ค่าสวัสดิการสังคมโดยเฉลี่ยที่สูงกว่ากรณีที่กำหนดให้มีการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐานเต็มที่ (กรณีที่ 2) ดูได้จากรูปที่ 4.10 ซึ่งช่วงสวัสดิการสังคมเฉลี่ยของกรณีที่ 1 นั้นจะให้ค่าที่สูงกว่า (คืออยู่ในช่วงที่มีระดับการค้า 30 – 90%) ส่วนในกรณีที่ 2 แม้ว่าจะมีจุดสูงที่สุด แต่ค่าสวัสดิการสังคมเฉลี่ยนั้นด้อยกว่ากรณีที่ 1 (คืออยู่ในช่วงที่มีระดับการค้า 40 – 470% เท่านั้น)

ข้อสนับสนุนให้ใช้มาตรการที่ไม่ต้องมีการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐานเลย แล้วปล่อยให้มีการค้าใบอนุญาต (กรณีที่ 1) ซึ่งจะดีกว่ากำหนดให้มีการติดตั้งเครื่องบำบัด (กรณีที่ 2) ก็เพราะเหตุผลด้านต้นทุนสองประการ ประการแรกคือ การติดตั้งเครื่องบำบัดเพิ่มต้นทุนให้ธุรกิจ ทำให้ได้กำไรน้อยลง และสวัสดิการสังคมก็ต่ำลงด้วย ประการที่สองคือ ในความเป็นจริงแล้ว การติดตั้งเครื่องบำบัดอาจมีต้นทุนแฝงในการซื้อหาเครื่องบำบัดมาใช้นอกเหนือจากค่าเครื่องบำบัดโดยตรง ทำให้สวัสดิการสังคมลดลงไป หากไม่ จำเป็นต้องมีการติดตั้งเครื่องบำบัดแล้ว (ดังกรณีที่ 1) ต้นทุนทั้งสองประการข้างต้นก็จะไม่เกิดขึ้น สวัสดิการสังคมรวมก็จะไม่ถูกกระทบ

รูปที่ 4.8 ส่วนเกินผู้บริโภครวมจากการทดลองทั้ง 4 กรณี



หมายเหตุ: CS1 คือ ส่วนเกินผู้บริโภครวมของกรณีที่ 1

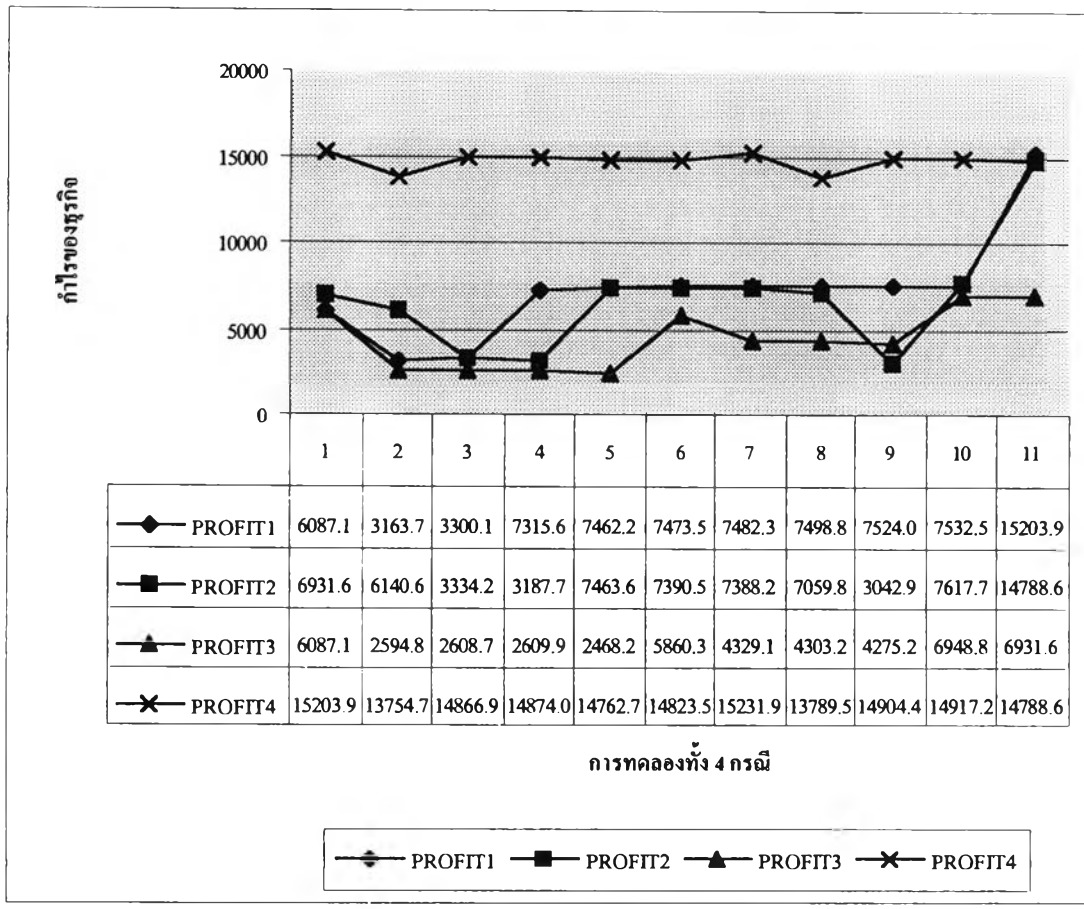
CS2 คือ ส่วนเกินผู้บริโภครวมของกรณีที่ 2

CS3 คือ ส่วนเกินผู้บริโภครวมของกรณีที่ 3

CS4 คือ ส่วนเกินผู้บริโภครวมของกรณีที่ 4

ที่มา: จากตารางที่ 4.7, 4.10, 4.13 และ 4.16

รูปที่ 4.9 กำไรของโรงไฟฟ้ารวมจากการทดลองทั้ง 4 กรณี



หมายเหตุ: PROFIT1 คือ กำไรของโรงไฟฟ้ารวมของกรณีที่ 1

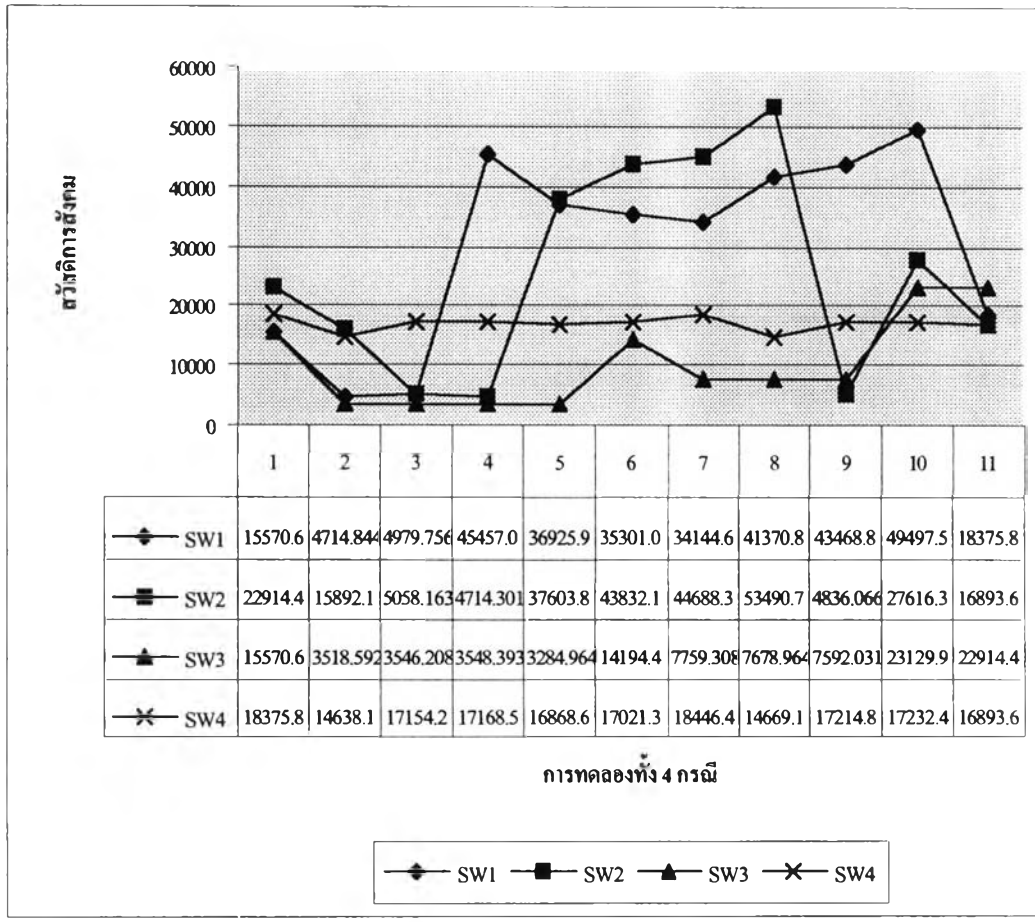
PROFIT2 คือ กำไรของโรงไฟฟ้ารวมของกรณีที่ 2

PROFIT3 คือ กำไรของโรงไฟฟ้ารวมของกรณีที่ 3

PROFIT4 คือ กำไรของโรงไฟฟ้ารวมของกรณีที่ 4

ที่มา: จากตารางที่ 4.7, 4.10, 4.13 และ 4.16

รูปที่ 4.10 สวัสดิการสังคมรวมจากการทดลองทั้ง 4 กรณี



หมายเหตุ: SW1 คือ สวัสดิการสังคมรวมของกรณีที่ 1

SW2 คือ สวัสดิการสังคมรวมของกรณีที่ 2

SW3 คือ สวัสดิการสังคมรวมของกรณีที่ 3

SW4 คือ สวัสดิการสังคมรวมของกรณีที่ 4

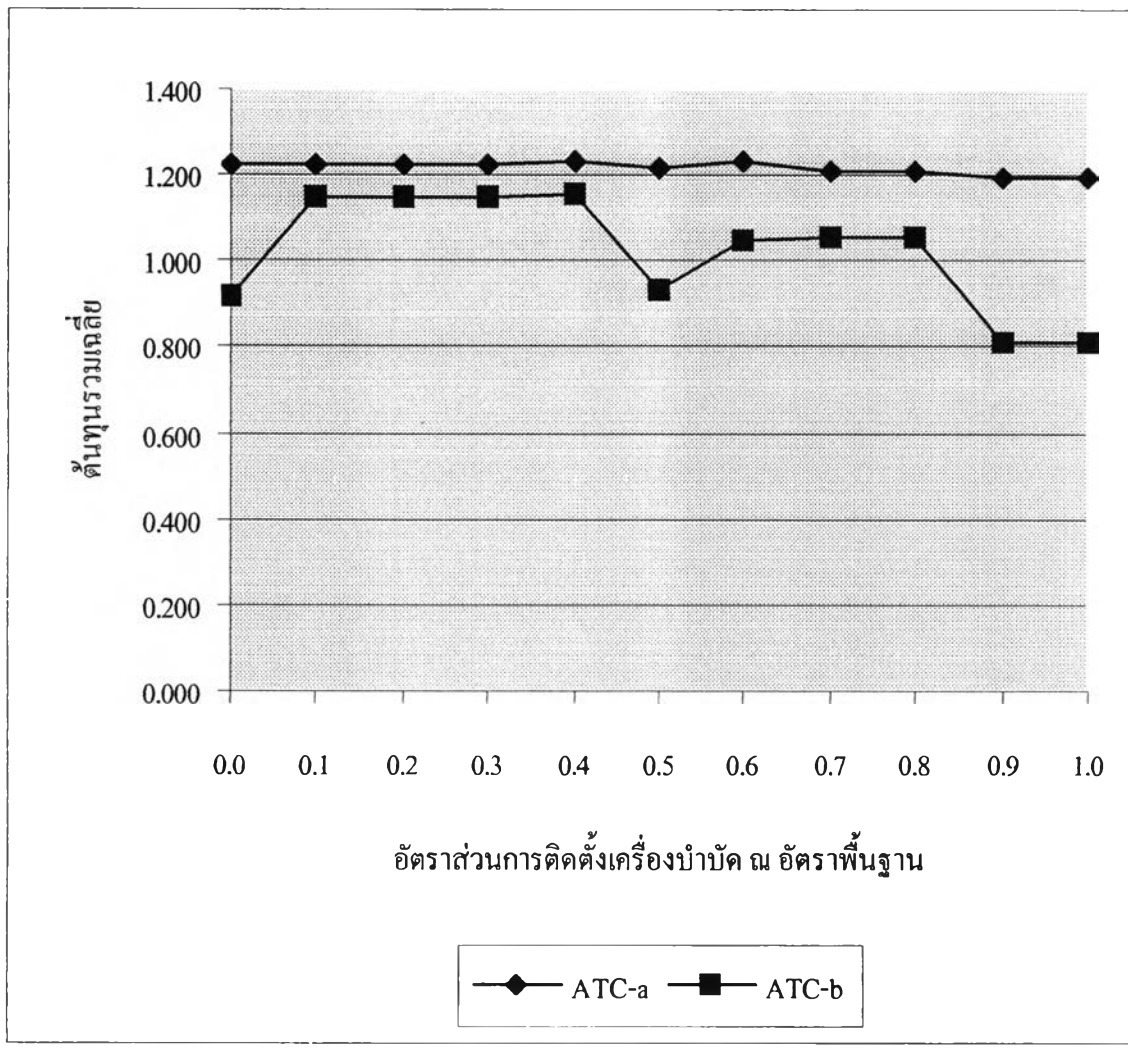
ที่มา: จากตารางที่ 4.7, 4.10, 4.13 และ 4.16

4.3 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมเฉลี่ย และสวัสดิการรวมของมาตรการบังคับและควบคุมโดยตรง และมาตรการการค้าใบอนุญาต

เพื่อเป็นการยืนยัน และแสดงให้เห็นว่ามาตรการการค้าใบอนุญาตมีประสิทธิภาพในด้านการลดต้นทุน และการให้สวัสดิการสังคมที่สูงสุดจริง เมื่อเทียบกับมาตรการบังคับและควบคุมโดยตรง จึงทำการเปรียบเทียบโดยการนำผลการคำนวณต้นทุนรวมเฉลี่ย และสวัสดิการสังคมรวมของโรงไฟฟ้าทั้งสองของกรณีมาตรการบังคับและควบคุมโดยตรง (ตารางที่ 4.4) และผลการคำนวณต้นทุนรวมเฉลี่ยและสวัสดิการสังคมรวมของกรณีที่มีการค้าใบอนุญาต ซึ่งนำการทดลองในกรณีที่ 3 คือกำหนดให้มีการค้าใบอนุญาตเป็นศูนย์ ณ อัตราพื้นฐาน มาใช้ ($\theta = 0$) (ตารางที่ 4.13)

รูปที่ 4.11 และ 4.12 ซึ่งมาจากตารางที่ 4.4 และ 4.13 แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการติดตั้งเครื่องบำบัด ณ อัตราพื้นฐานเพิ่มมากขึ้น (φ) การใช้มาตรการการค้าใบอนุญาตจะมีต้นทุนรวมเฉลี่ยที่ต่ำกว่าและให้สวัสดิการสังคมรวมที่สูงกว่ากรณีที่ใช้มาตรการบังคับและควบคุมโดยตรง

รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบต้นทุนรวมเฉลี่ย ในกรณีมาตรการบังคับและควบคุมโดยตรง และกรณีที่มีการค้าใบอนุญาต ในกรณีที่ 3 ซึ่งกำหนดให้ $\theta = 0$



หมายเหตุ: ATC-a คือ ต้นทุนเฉลี่ยของกรณีมาตรการบังคับและควบคุมโดยตรง

ATC-b คือ ต้นทุนเฉลี่ยของกรณีการค้าใบอนุญาต กรณีที่ 3 ซึ่งกำหนดให้ $\theta = 0$

ที่มา: จากตารางที่ 4.4 และ 4.13

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย