บทที่ 3

ผลและการอภิปรายผล

3.1 การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมของไทย

การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมของไทยในช่วงปี 2530 ถึงปี 2545 เท่ากับ 207,583 ktoe (Table 3.1) โดยสาขาอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานมากที่สุดคือ สาขาอุตสาหกรรมการผลิต 202,907 ktoe ตามมาด้วยสาขาการก่อสร้าง 3,280 ktoe และสุดท้ายสาขาเหมืองแร่ 1,396 ktoe ซึ่งจะเห็นได้ว่าสัดส่วนการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตจะสูงถึงร้อยละ 97.75 ของการใช้พลังงานทั้งหมดในภาคอุตสาหกรรม ส่วนในสาขาการก่อสร้างและสาขาเหมืองแร่เพียงแค่ร้อยละ 1.58 และ 0.67 ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้เพราะสาขาอุตสาหกรรมการผลิตมีขนาดของผลิตภัณฑ์มวลรวมที่โตกว่าในอีก 2 สาขามาก ทำให้มีสัดส่วนร่วมในโครงสร้างเศรษฐกิจสูงกว่าในสาขาอื่นดังแสดงใน Figure 3.1 จึงมีผลให้การใช้พลังงานสูงตามไปด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวิเคราะห์การประหยัดพลังงานในแต่ละสาขาอุตสาหกรรม เพื่อจะได้จัดการในเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน ในสาขาอุตสาหกรรมที่มีปัญหาในการใช้พลังงานได้ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์การประหยัดพลังงานโดยแบบจำลองการประหยัดพลังงานจะนำเสนอในหัวข้อต่อไป

3.2 การเปรียบเทียบผลการคำนวณระหว่างแบบจำลองแบบ 2 และ 3 ตัวแปร

การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน ระหว่างแบบจำลองแบบ 2 (ภาคผนวก ก) และ 3 ตัวแปร ใน Table 3.2 แสดงให้เห็นว่าไม่มีนัยสำคัญของความแตกต่างในการคำนวณการประหยัดพลังงานซึ่งมีเพียงแค่ร้อยละ 0.08 ค่าความแตกต่างที่มากที่สุดจะอยู่ที่ร้อยละ 2.61 ในปี 2541 ดังนั้นแบบจำลองแบบ 2 ตัวแปรสามารถนำมาคำนวณการประหยัดพลังงานแทนที่แบบจำลองแบบ 3 ตัวแปรได้ ซึ่งจะใช้ตัวแปรพื้น

Table 3.1 Energy consumption (ktoe), Gross domestic product of sectors at 1988 prices (Millions of Baht) and energy intensity of the sectors (kgoe/1000 Baht) in Thai industry during 2530-2545.

Year	Mining			Construction			Manufacturing			Industry		
	Energy Consumption	Q_1	Energy Intensity	Energy Consumption	Q_2	Energy Intensity	Energy Consumption	Q_3	Energy Intensity	Energy Consumption	*GDP*	Energy Intensity
2530	49	24,107	2.0326	111	66,060	1.6803	5,599	341,750	16.3833	5,759	431,917	13.3336
2531	49	26,599	1.8422	99	74,449	1.3298	6,062	403,034	15.0409	6,210	504,082	12.3194
2532	56	28,227	1.9839	109	95,554	1.1407	7,712	467,632	16.4916	7,877	591,413	13.3189
2533	58	31,053	1.8678	147	116,606	1.2607	8,541	540,932	15.7894	8,746	688,591	12.7013
2534	60	36,085	1.6627	194	132,494	1.4642	9,293	604,337	15.3772	9,547	772,916	12.3519
2535	84	37,959	2.2129	220	138,700	1.5862	10,847	672,636	16.1261	11,151	849,295	13.1297
2536	92	40,770	2.2566	182	150,710	1.2076	11,580	781,865	14.8107	11,854	973,345	12.1786
2537	95	43,841	2.1669	333	172,036	1.9356	13,174	856,547	15.3804	13,602	1,072,424	12.6834
2538	104	44,748	2.3241	273	183,600	1.4869	15,664	958,374	16.3443	16,041	1,186,722	13.5171
2539	114	52,892	2.1553	315	196,540	1.6027	17,398	1,021,419	17.0332	17,827	1,270,851	14.0276
2540	118	59,973	1.9676	369	146,138	2.5250	15,986	1,036,152	15.4282	16,473	1,242,263	13.2605
2541	94	56,244	1.6713	265	90,235	2.9368	13,754	923,602	14.8917	14,113	1,070,081	13.1887
2542	139	60,865	2.2837	237	84,060	2.8194	15,488	1,033,431	14.9870	15,864	1,178,356	13.4628
2543	85	64,226	1.3235	149	76,101	1.9579	16,208	1,095,968	14.7888	16,442	1,236,295	13.2994
2544	93	64,613	1.4393	128	76,317	1.6772	16,922	1,111,047	15.2307	17,143	1,251,977	13.6927
2545	106	71,682	1.4788	149	80,631	1.8479	18,679	1,186,998	15.7363	18,934	1,339,311	14.1371
2531-2545	1,396	743,884	1.8766	3,280	1,880,231	1.7445	202,907	13,035,724	15.5655	207,583	15,659,839	13.2558

Source: Department of Alternative Energy Development and Efficiency, 2002.

Department of Energy Development Promotion, 1996, 1999, 2000, 2001.

National Economic and Social Development Board. 2000 and 2004.

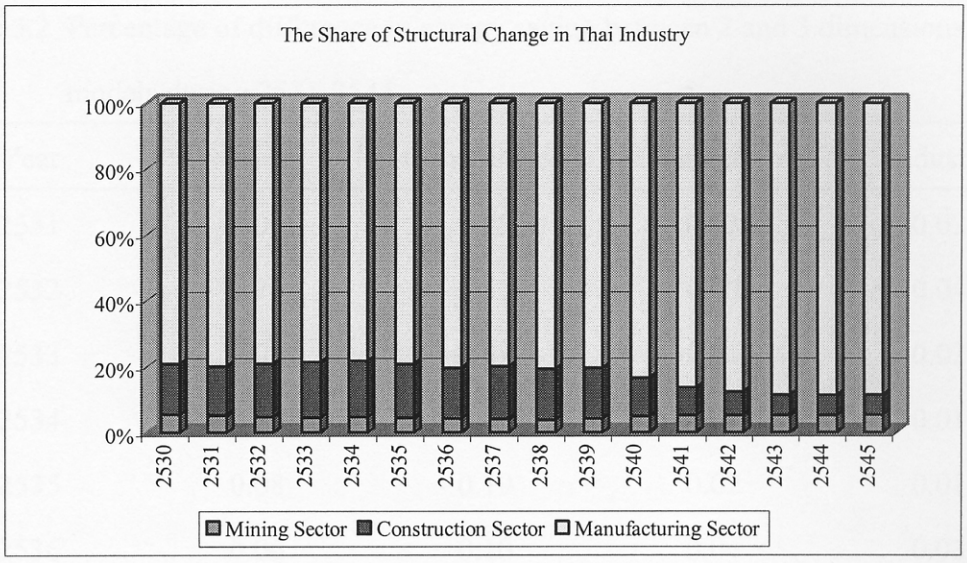

Figure 3.1 The share of structural change in Thai industry, mining, construction and manufacturing sector during 2530-2545.

ฐานในการคำนวณการประหยัดพลังงาน เพียงแค่สองตัวแปรคือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของภาคอุตสาหกรรม และการใช้พลังงานในแต่ละสาขาอุตสาหกรรม ในขณะที่แบบจำลองการประหยัดพลังงานแบบ 3 ตัวแปร จะต้องใช้ตัวแปรพื้นฐานเพิ่มอีกหนึ่งตัวคือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในแต่ละสาขาอุตสาหกรรม สิ่งนี้จึงเป็นข้อได้เปรียบของแบบจำลองแบบสองตัวแปร แต่ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ (ซึ่งสำคัญมากสำหรับประเทศไทย เพราะในช่วงที่ศึกษานี้ประเทศไทยมีโครงสร้างอุตสาหกรรมเปลี่ยนไปมาก ดังแสดงแล้วในรูปที่ 3.1) จะไม่สามารถอธิบายได้จากแบบจำลองแบบ 2 ตัวแปร เพราะฉะนั้นแบบจำลองแบบ 2 ตัวแปรจึงเป็นวิธีที่เหมาะสม สำหรับการวิเคราะห์การประหยัดพลังงานในแต่ละสาขาอุตสาหกรรม ที่ต้องการเพียงการวิเคราะห์การประหยัดพลังงานในภาพรวม วิทยานิพนธ์นี้ต้องการอธิบายถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจด้วย ดังนั้นการนำเสนอในหัวข้อต่อไป จะปรากฏเพียงผลของการคำนวณการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม โดยใช้แบบจำลองแบบ 3 ตัวแปร

Table 3.2 Percentage of difference in energy saving between 2 and 3 dimensional models during 2531-2545.

Year	Mining	Construction	Manufacturing	Industry
2531	0.09	0.08	0.03	0.02
2532	0.75	0.57	0.03	0.04
2533	0.07	0.08	0.01	0.02
2534	0.09	0.02	0.01	0.01
2535	0.08	0.19	0.02	0.01
2536	0.06	0.10	0.04	0.03
2537	0.02	0.05	0.01	0.00
2538	0.88	0.05	0.02	0.02
2539	0.37	0.00	0.01	0.01
2540	0.09	0.26	0.02	0.04
2541	0.44	0.69	2.61	1.07
2542	0.03	0.05	0.01	0.01
2543	0.00	0.08	0.04	0.03
2544	0.00	0.00	0.00	0.00
2545	0.02	0.02	0.00	0.00
2531-2545	0.02	0.57	0.02	0.08

* Industry หมายถึงผลรวมของ 3 สาขาอุตสาหกรรมย่อย เหมืองแร่ การก่อสร้าง และอุตสาหกรรมการผลิต

3.3 ผลจากแบบจำลองการประหยัดพลังงานในสาขาเหมืองแร่

Table 3.3 แสดงการประหยัดพลังงานในสาขาเหมืองแร่ในช่วงปี 2531-2545 ในขณะที่ Figure 3.2 แสดงให้เห็นว่าหลังจากปี 2534 อุตสาหกรรมเหมืองแร่ของไทยเริ่มที่จะใช้พลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพหรือไม่ประหยัดพลังงาน เมื่อรวมตลอดทั้ง

Table 3.3 Decomposition of the change in energy consumption and energy saving in mining sector during 2531-2545 (ktoe), 3 dimensional model.

Year	I_{effect}	S_{effect}	GDP_{effect}	Real change	Energy saving
2531	-4.83	-2.76	7.59	0.00	7.59
2532	3.90	-5.29	8.39	7.00	1.39
2533	-3.45	-3.24	8.69	2.00	6.69
2534	-6.88	2.05	6.83	2.00	4.83
2535	20.38	-3.14	6.76	24.00	-17.24
2536	1.72	-5.72	12.00	8.00	4.00
2537	-3.79	-2.28	9.07	3.00	6.07
2538	6.97	-8.05	10.08	9.00	1.08
2539	-8.23	10.76	7.47	10.00	-2.53
2540	-10.60	17.25	-2.65	4.00	-6.65
2541	-17.25	9.03	-15.78	-24.00	8.22
2542	35.87	-2.02	11.15	45.00	-33.85
2543	-60.06	0.65	5.41	-54.00	59.41
2544	7.47	-0.59	1.12	8.00	-6.88
2545	2.68	3.62	6.70	13.00	-6.30
2531-2545	**-36.11**	**10.27**	**82.84**	**57.00**	**25.84**

ช่วงเวลา สาขาเหมืองแร่สามารถประหยัดพลังงานได้ 25.84 ktoe จะเห็นว่าการประหยัดพลังงานนี้คิดเป็นประมาณร้อยละ 31.19 ของการใช้พลังงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากผลกระทบจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ในสาขาเหมืองแร่ หรือโดยเฉลี่ยการประหยัดพลังงานจะเท่ากับ 1.72 ktoe ต่อปี ในขณะที่ภาคอุตสาหกรรมใช้พลังงานมากถึง 207,583 ktoe หรือเฉลี่ย 12,973.94 ktoe ต่อปี (การใช้พลังงานในสาขาเหมืองแร่มีค่าเพียงร้อยละ 0.67 ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรม) เพราะฉะนั้นการ

ประหยัดพลังงานในสาขาเหมืองแร่ 1.72 ktoe ต่อปี จึงไม่มีนัยสำคัญสำหรับการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรมโดยรวม

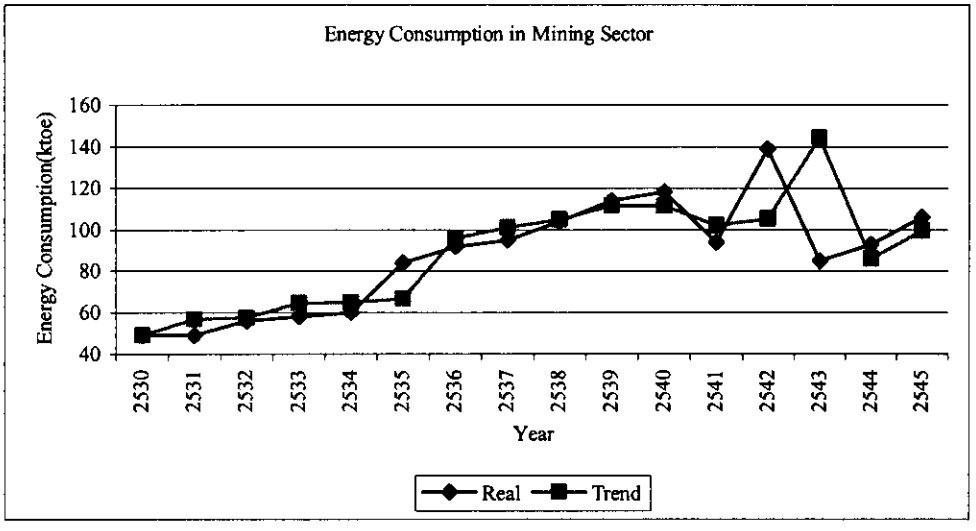

Figure 3.2 The trend and real change of energy consumption in mining sector during 2530-2545, 3 dimensional model.

3.4 ผลจากแบบจำลองการประหยัดพลังงานในสาขาการก่อสร้าง

การใช้พลังงาน (Real) และแนวโน้มการใช้พลังงาน (Trend) ในสาขาการก่อสร้างโดยแบบจำลองการประหยัดพลังงานแบบ 3 ตัวแปรจะแสดงใน Table 3.4 และ Figure 3.3 ตามลำดับ ผลปรากฏว่าการใช้พลังงานได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องจนถึงปี 2540 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ประเทศไทยเกิดวิกฤติทางด้านเศรษฐกิจ และภาคอสังหาริมทรัพย์ก็เป็นสาขาหนึ่งที่ได้รับผลกระทบนี้ ผลกระทบจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ทำให้เกิดการใช้พลังงาน 183.84 ktoe ในขณะที่ผลกระทบจากการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม ทำให้เกิดการใช้พลังงานอย่างไม่ประหยัดถึง 137.48 ktoe สาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของ energy intensity ในสาขาการก่อสร้างในช่วงปี 2538 ถึง 2541 (Table 3.1) ส่งผลให้ผลกระทบจาการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในปี 2539-2541 ไม่ประหยัดพลังงานรวมกันถึง 228.14 ktoe อย่างไรก็ตามผลกระทบจากการ

Table 3.4 Decomposition of the change in energy consumption and energy saving in construction sector during 2531-2545 (ktoe), 3 dimensional model.

Year	I_{effect}	S_{effect}	GDP_{effect}	Real change	Energy saving
2531	-24.65	-3.69	16.34	-12.00	28.34
2532	-16.03	9.37	16.66	10.00	6.66
2533	12.71	5.98	19.31	38.00	-18.69
2534	25.35	2.07	19.58	47.00	-27.42
2535	16.55	-10.04	19.49	26.00	-6.51
2536	-54.84	-10.76	27.60	-38.00	65.60
2537	117.42	9.01	24.58	151.00	-126.42
2538	-79.84	-11.01	30.84	-60.00	90.84
2539	22.01	-0.11	20.10	42.00	-21.90
2540	157.86	-95.91	-7.95	54.00	-61.95
2541	48.27	-104.99	-47.29	-104.00	56.71
2542	-10.26	-42.01	24.27	-28.00	52.27
2543	-69.07	-28.17	9.24	-88.00	97.24
2544	-21.39	-1.35	1.75	-21.00	22.75
2545	13.40	-1.72	9.32	21.00	-11.68
2531-2545	**137.48**	**-283.32**	**183.84**	**38.00**	**145.84**

หมายเหตุ Shading ในตารางหมายถึงค่าที่จะนำไปกล่าวอ้างในข้อความ

เปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ สามารถทำให้สาขาการก่อสร้างประหยัดพลังงานได้ 283.32 ktoe เพราะว่าเศรษฐกิจของสาขาการก่อสร้างตกลงอย่างต่อเนื่องหลังจากปี 2540 จนถึงปี พ.ศ. 2543 (Table 3.1) ทำให้สัดส่วนในโครงสร้างเศรษฐกิจลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจนใน Figure 3.1

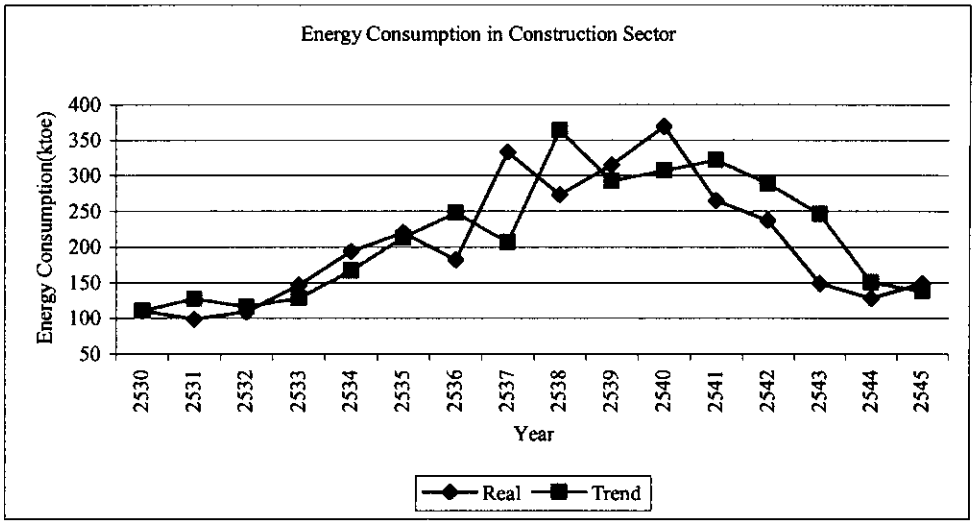

Figure 3.3 The trend and real change of energy consumption in construction sector during 2530-2545, 3 dimensional model.

แต่เมื่อพิจารณาในรายละเอียดจาก Table 3.5 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนโครงสร้างเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรมของสาขาการก่อสร้างเริ่มลดลงอย่างช้าๆตั้งแต่ปี 2538 ซึ่งเริ่มเป็นสัญญาณเตือนให้ทราบว่า เศรษฐกิจของสาขาการก่อสร้างเริ่มมีปัญหา และจะเห็นได้อย่างชัดเจนในปี 2540 ซึ่งเป็นปีที่ประเทศไทยเริ่มเกิดวิกฤติทางเศรษฐกิจ โดยสัดส่วนโครงสร้างในเศรษฐกิจของสาขาก่อสร้างลดลงจากร้อยละ 15.465 ในปี 2539 เหลือร้อยละ 11.764 ในปี 2540 และการลดลงนี้ได้ต่อเนื่องไปจนถึงปี 2545 จึงส่งผลให้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจใน Table 3.4 เกิดการประหยัดพลังงานอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2538 ถึงปี 2545 (ดูได้จากเครื่องหมายลบของ S_{effect}) ถึง 285.27 ktoe

เพราะฉะนั้นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างเศรษฐกิจ จะเป็นผลกระทบหลัก ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานในสาขาการก่อสร้าง เมื่อรวมทั้งหมดในช่วงปี 2531 ถึงปี 2545 สาขาการก่อสร้างสามารถประหยัดพลังงานได้เท่ากับ 145.84 ktoe (Table 3.4) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 79.33 ของเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานทั้งหมด ที่เกิดจากผลกระทบของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ค่าเฉลี่ยตลอด 15 ปีของการประหยัดพลังงานในสาขาการก่อสร้างเท่ากับ 9.72 ktoe ต่อปี

Table 3.5 The share of structural change in Thai industry (%), during 2530-2545.

Year	Mining	Construction	Manufacturing
2530	5.581	15.295	79.124
2531	5.277	14.769	79.954
2532	4.773	16.157	79.070
2533	4.510	16.934	78.556
2534	4.669	17.142	78.189
2535	4.469	16.331	79.199
2536	4.189	15.484	80.328
2537	4.088	16.042	79.870
2538	3.771	15.471	80.758
2539	4.162	15.465	80.373
2540	4.828	11.764	83.408
2541	5.256	8.433	86.311
2542	5.165	7.134	87.701
2543	5.195	6.156	88.649
2544	5.161	6.096	88.743
2545	5.352	6.020	88.628
2531-2545	**4.750**	**83.243**	**12.007**

จุดที่น่าสนใจก็คือหลังจากปี พ.ศ. 2536 ซึ่งเป็นปีที่กฎหมายการอนุรักษ์พลังงานมีผลบังคับใช้ แต่การใช้พลังงานในสาขาการก่อสร้างได้กลับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Figure 3.3) เพราะประเทศไทยอยู่ในช่วงเศรษฐกิจขาขึ้น และเกิดการใช้พลังงานอย่างไม่ประหยัดในปี 2537 ถึง 126.42 ktoe (Table 3.4) ซึ่งบ่งบอกได้ถึงการจัดการการใช้พลังงานในสาขาการก่อสร้างยังไม่ดีขึ้น เพราะการประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นโดยส่วนใหญ่ ไม่ได้มาจากการลดลงของผลกระทบจากการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม แต่

มาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ การประหยัดพลังงานที่ดีจะต้องมาจาก การใช้พลังงานที่ลดลง ในขณะที่การเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมจะต้องเพิ่มมากขึ้น

3.5 ผลจากแบบจำลองการประหยัดพลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิต

สาขาอุตสาหกรรมการผลิต เป็นสาขาเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานมากที่สุดในภาคอุตสาหกรรมของไทย และเป็นตัวขับเคลื่อนหลักในการพัฒนาเศรษฐกิจ การอนุรักษ์พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตเริ่มได้รับความสนใจมากขึ้น ตั้งแต่กฎหมายการอนุรักษ์พลังงานมีผลบังคับใช้ในปี 2536 การใช้พลังงานในช่วงปี 2530-2545 สูงถึง 202,907 ktoe (Table 3.1) หรือเท่ากับร้อยละ 97.75 ของการใช้พลังงานทั้งหมดในภาคอุตสาหกรรม ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการการผลิตจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

อย่างไรก็ตามใน Figure 3.4 และ Table 3.6 แสดงให้เห็นว่าถึงแม้จะมีการสนับสนุนการอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรม แต่การประยัดพลังงานยังคงไม่ได้เกิดขึ้นอย่างแท้จริงในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตโดยรวม จาก Table 3.6 บ่งบอกได้ว่าการไม่ประหยัดพลังงานมาจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ 1,713.61 ktoe ในขณะที่ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม สามารถประหยัดพลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตได้เพียง 139.99 ktoe ซึ่งยังไม่มากพอที่จะสามารถประหยัดพลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตได้ เพราะฉะนั้นการใช้พลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ เป็นสาเหตุให้เกิดการใช้พลังงานเกินกว่าที่ควรจะเป็นถึง 1,573.62 ktoe การแสดงผลการประหยัดพลังงานจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม ดูเหมือนว่า สาขาอุตสาหกรรมการผลิตมีการประหยัดพลังงานในรอบ 15 ปีที่ผ่านมา แต่คำสรุปข้างต้นจำเป็นต้องวิเคราะห์ในรายละเอียดต่อไป

หลังจากปี 2540 เมื่อประเทศไทยเกิดวิกฤติทางเศรษฐกิจ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาการก่อสร้าง ตกลงอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้สัดส่วนร่วมในโครงสร้างเศรษฐกิจของ

สาขาอุตสาหกรรมการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Figure 3.1 และ Table 3.5) จนถึงปี 2544 ส่งผลให้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจใน Table 3.6 เกิด

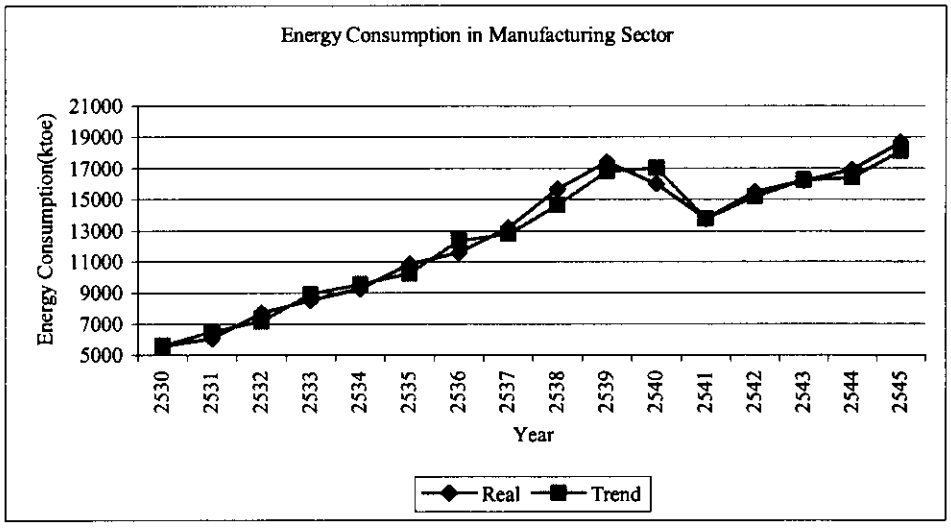

Figure 3.4 The trend and real change of energy consumption in manufacturing sector during 2530-2545, 3 dimensional model.

การไม่ประหยัดพลังงานในช่วงปี 2540-2544 สูงถึง 1,549.68 ktoe (ดูได้จากเครื่องหมายบวกของ S_{effect}) ในช่วงปี 2540-2544) หรือเท่ากับร้อยละ 90.43 ของการไม่ประหยัดพลังงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ ตลอดช่วง 15 ปีที่ทำการศึกษา

ดังนั้นการใช้พลังงานที่ไม่ประหยัดในสาขาอุตสาหกรรมการผลิต จะมาจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจเป็นหลัก แต่อย่างไรก็ตามตั้งแต่ปี 2544 เมื่อสาขาเศรษฐกิจอื่นเริ่มฟื้นตัว ทำให้สัดส่วนร่วมในโครงสร้างเศรษฐกิจของสาขาอุตสาหกรรมการผลิตไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (Figure 3.1) หรือจะเห็นได้จากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจของสองปีหลังสุด (Table 3.6) เปลี่ยนแปลงน้อยลง แต่จะเห็นได้ว่าถึงแม้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจจะน้อยลง แต่ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์รวมในสองปีหลังสุด กลับทำให้เกิดการไม่ประหยัดพลังงานเพิ่มสูงขึ้นถึง 1068.69 ktoe ทั้งๆ

ที่ผลกระทบจากการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม ในช่วง 15 ปี ที่ผ่านมาสามารถประหยัดพลังงานได้ 139.99 ktoe และการไม่ประหยัดพลังงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตในรอบ 15 ปีคือ คือ 1573.62 ktoe ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึง การใช้พลังงานที่ไม่มีประสิทธิภาพอย่างมากในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตในช่วง 2 ปีดังกล่าว (พ.ศ. 2544-45)

Table 3.6 Decomposition of the change in energy consumption and energy saving in manufacturing sector during 2531-2545 (ktoe), 3 dimensional model.

Year	I_{effect}	S_{effect}	GDP_{effect}	Real change	Energy saving
2531	-499.77	60.97	901.80	463.00	438.80
2532	631.72	-76.41	1,094.70	1,650.00	-555.30
2533	-354.16	-53.06	1,236.22	829.00	407.22
2534	-236.08	-41.80	1,029.88	752.00	277.88
2535	478.08	129.10	946.81	1,554.00	-607.19
2536	-956.29	158.90	1,530.39	733.00	797.39
2537	466.68	-70.66	1,197.98	1,594.00	-396.02
2538	874.62	159.17	1,456.21	2,490.00	-1,033.79
2539	681.89	-79.02	1,131.13	1,734.00	-602.87
2540	-1,651.36	619.22	-379.86	-1,412.00	1,032.14
2541	-526.19	509.05	-2,214.85	-2,232.00	17.15
2542	93.20	233.41	1,407.39	1,734.00	-326.61
2543	-211.02	170.44	760.58	720.00	40.58
2544	487.67	17.56	208.78	714.00	-505.22
2545	581.02	-23.25	1,199.23	1,757.00	-557.77
2531-2545	**-139.99**	**1,713.61**	**11,506.38**	**13,080.00**	**-1,573.62**

แต่ถ้ามองในอีกแง่หนึ่งอาจจะมองได้ว่า เศรษฐกิจของสาขาอุตสาหกรรมการผลิตได้ฟื้นตัวอย่างแท้จริงแล้ว จึงทำให้การใช้พลังงานสูงขึ้นอย่างมากซึ่งดูได้จากความชันของกราฟใน Figure 3.4 ในช่วงปี 2544-2545 ที่เริ่มชันมากขึ้น และช่วงระยะห่างที่เริ่มสูงมากขึ้นระหว่างเส้น Real และ Trend ก็เป็นตัวยืนยันได้ว่าการใช้พลังงานเริ่มที่จะไม่มีประสิทธิภาพสูงมากขึ้นด้วย ซึ่งเป็นสัญญาณอันตรายในภาวะที่น้ำมันมีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นในปัจจุบัน (พ.ศ. 2547)

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่สาขาอุตสาหกรรมการผลิตจะต้อง ลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมลงให้มีค่าเป็นลบให้ได้ โดยการพยายามเพิ่มผลิตภัณฑ์มวลรวมและลดการใช้พลังงานในปีถัดไปลง ซึ่งก็จะหมายถึงการอนุรักษ์พลังงานที่กองทุนฯ จะต้องจับตามองอย่างใกล้ชิด ด้วยมาตรการต่างๆ

3.6 ผลจากแบบจำลองการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม

การประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรมก็คือ ผลรวมของการประหยัดพลังงานจากสาขาย่อยทั้ง 3 คือ สาขาเหมืองแร่ สาขาการก่อสร้าง และสาขาอุตสาหกรรมการผลิต ดังแสดงใน Table 3.7 และ Figure 3.5 จาก Figure 3.5 จะเห็นได้ว่ารูปกราฟการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม จะคล้ายกับรูปกราฟการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตใน Figure 3.4 เพราะว่าสาขาอุตสาหกรรมการผลิตเป็นสาขาที่มีขนาดผลิตภัณฑ์มวลรวม และการใช้พลังงานที่มากกว่าสาขาเหมืองแร่และสาขาการก่อสร้างมาก (Table 3.1) ดังนั้นจึงมีอิทธิพลสูงในการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ ทำให้เกิดการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมไม่ประหยัดถึง 1,440.56 ktoe สาเหตุสำคัญมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรม ในช่วงที่เกิดวิกฤติเศรษฐกิจ ปี 2540-2544 ดังแสดงใน Figure 3.1 และ Table 3.5 การเพิ่มขึ้นของส่วนร่วมในโครงสร้างเศรษฐกิจของสาขาอุตสาหกรรมการผลิต ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรม ในช่วงปี 2540-2544 สูงถึง 1,301.56 ktoe เมื่อรวมตลอดทั้งช่วงเวลาทั้ง 15 ปี ถึงแม้จะมีการประหยัดพลังงาน ที่เกิดขึ้นจากผลกระทบ

จากเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม แต่ก็เป็นเพียงส่วนเล็กน้อยแค่ 38.61 ktoe จึงทำให้ภาคอุตสาหกรรมไม่ประหยัดพลังงานรวมสูงถึง 1401.95 ktoe

เป็นที่น่าสังเกตว่าในปี 2540 และ 2541 ภาคอุตสาหกรรมสามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 1,045.63 ktoe ที่เป็นเช่นนี้เพราะเกิดการหดตัวของเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรม

Table 3.7 Decomposition of the change in energy consumption and energy saving in Thai industry during 2531-2545 (ktoe), 3 dimensional model.

Year	I_{effect}	S_{effect}	GDP_{effect}	Real change	Energy saving
2531	-529.25	54.52	925.73	451.00	474.73
2532	619.58	-72.33	1,119.75	1,667.00	-547.25
2533	-344.90	-50.32	1,264.22	869.00	395.22
2534	-217.61	-37.67	1,056.28	801.00	255.28
2535	515.01	115.93	973.06	1,604.00	-630.94
2536	-1,009.42	142.42	1,569.99	703.00	866.99
2537	580.30	-63.93	1,231.63	1,748.00	-516.37
2538	801.76	140.12	1,497.13	2,439.00	-941.87
2539	695.67	-68.37	1,158.70	1,786.00	-627.30
2540	-1,504.10	540.56	-390.46	-1,354.00	963.54
2541	-495.17	413.09	-2,277.91	-2,360.00	82.09
2542	118.82	189.37	1,442.81	1,751.00	-308.19
2543	-340.15	142.92	775.23	578.00	197.23
2544	473.74	15.62	211.64	701.00	-489.36
2545	597.10	-21.36	1,215.26	1,791.00	-575.74
2531-2545	**-38.61**	**1,440.56**	**11,773.05**	**13,175.00**	**-1,401.95**

ในช่วงที่เกิดวิกฤติทางเศรษฐกิจ โดยดูได้จากผลิตภัณฑ์มวลรวมในภาคอุตสาหกรรม ลดลงจาก 1,270,851 ล้านบาทในปี 2539 เหลือ 1,242,263 ล้านบาทในปี 2540 และลดลงต่อเนื่องเหลือ 1,070,081 ล้านบาทในปี 2541 (Table 3.1) หรืออาจดูได้จากเครื่องหมายลบในผลกระจากการเติบโตทางเศรษฐกิจ จากการที่เศรษฐกิจหดตัว จึงทำให้ความต้องการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมลดลงไปด้วย (Table 3.7) โดยการใช้พลังงานลดลงจาก 17,827 ktoe ในปี 2539 เหลือ 16,473 ktoeในปี 2540 และลดลงอย่างต่อเนื่อง

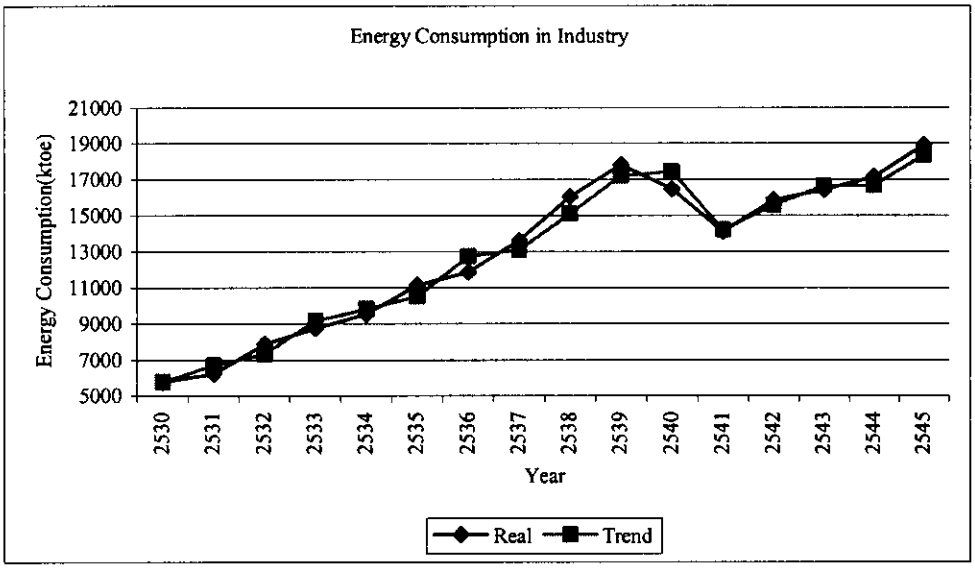

Figure 3.5 The trend and real change of energy consumption in Thai industry during 2530-2545, 3 dimensional model.

เหลือ 1,070,081 ล้านบาทในปี 2541 (Table 3.1) หรืออาจดูได้จากเครื่องหมายลบในผลกระจากการเติบโตทางเศรษฐกิจ จากการที่เศรษฐกิจหดตัว จึงทำให้ความต้องการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมลดลงไปด้วย (Table 3.7) โดยการใช้พลังงานลดลงจาก 17,827 ktoe ในปี 2539 เหลือ 16,473 ktoeในปี 2540 และลดลงอย่างต่อเนื่องเหลือ 14,113 ktoe ในปี 2541 (Table 3.1) ถึงแม้จะมีการลดลงทั้งการใช้พลังงานและผลิตภัณฑ์มวลรวมในเวลาที่พร้อมๆกัน แต่สัดส่วนการลดลงของการใช้พลังงานจะมากกว่าการลดลงของผลิตภัณฑ์มวลรวม ซึ่งดูได้จาก energy intensity ลดลงจาก 14.0276 kgoe/1000 Baht ปี 2539 เหลือ 13.2605 kgoe/1000 Bahtในปี 2540 และลดลงอย่างต่อเนื่องเหลือ

13.1887 kgoe/1000 Baht ในปี 2541 (Table 3.1) จึงส่งผลให้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมลดลง (ดูได้จากเครื่องหมายลบของ I_{effect}) ในปี 2540 และ 2541 ของ Table 3.7) จึงทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน เนื่องจากผลกระทบจากการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมถึง 1999.27 ktoe แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรม ในช่วงสองปีดังกล่าวใน (Figure 3.1) ที่ได้รับอิทธิพลมาจากการเพิ่มสัดส่วนในโครงสร้างเศรษฐกิจของสาขาอุตสาหกรรมการผลิต จึงส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้น ของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรม (โดยดูได้จากเครื่องหมายบวกของ S_{effect} ในปี 2540 และ 2541) ทำให้สองปีดังกล่าวเกิดการใช้พลังงานอย่างไม่ประหยัด เนื่องจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจถึง 953.65 ktoe ดังนั้นเมื่อรวมทั้งสองปีจึงทำให้ภาคอุตสาหกรรมเกิดการประหยัดพลังงาน 1,045.63 ktoe หรือดูได้จากเส้น Real จะอยู่ต่ำกว่าเส้น Trend ใน Figure 3.5 ในช่วงปี 2540-2541 ซึ่งก็จะหมายถึงเกิดการประหยัดพลังงานเกิดขึ้นนั่นเอง แต่จะเห็นได้ว่า การประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมรวมอาจจะเป็นเพียงแค่ภาพลวงตา เพราะไม่แน่เสมอไปว่าเกิดขึ้นจากการจัดการพลังงานที่ดีในภาคอุตสาหกรรม แต่เกิดขึ้นเพราะผลกระทบจากวิกฤติทางด้านเศรษฐกิจ ที่ทำให้โครงสร้างอุตสาหกรรมเปลี่ยนไป (อุตสาหกรรมการผลิตมีสัดส่วนเพิ่มขึ้น)

ถึงแม้การไม่ประหยัดพลังงานทั้งหมดในภาคอุตสาหกรรม จะเป็นผลต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ แต่เมื่อพิจารณาถึงสองปีหลังสุด (ปี 2544-2545) เมื่อเศรษฐกิจเริ่มฟื้นจากวิกฤติเศรษฐกิจ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจเปลี่ยนไป (Figure 3.1) หรือดูได้จากการลดลงของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจในสองปีดังกล่าว ทำให้เกิดการประหยัดพลังงานรวม 5.74 ktoe แต่ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมกลับทำให้เกิดการไม่ประหยัดพลังงานสูงถึง 1,070.84 ktoe ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นถึง การใช้พลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรมได้เกิดขึ้นจริงๆแล้ว หลังจากที่การประหยัดพลังงานที่เป็นภาพลวงตาได้หมดไป

ในปี 2540 ซึ่งเป็นปีที่ประเทศไทยเกิดวิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจ ทำให้ภาคอุตสาหกรรมหลายสาขาต้องล้มละลายลง เนื่องจากหนี้สินที่เพิ่มขึ้นจากอัตราแลกเปลี่ยน แต่อย่างไรก็ดีการทำให้ภาคอุตสาหกรรมตระหนักถึง การใช้พลังงานที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตก็ยังเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยาก สำหรับนักบริหารอุตสาหกรรม (และเช่นเดียวกันกับกองทุนอนุรักษ์พลังงาน) จุดที่น่าสนใจก็คือ 4 ปีก่อนที่จะมีการจัดตั้งกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (พ.ศ. 2531-2534) การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมประหยัด 577.98 ktoe แต่ในช่วงหลังจากกฎหมายอนุรักษ์พลังงานมีผลบังคับใช้ 5 ปี (พ.ศ. 2538-2542) การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมไม่ประหยัดถึง 831.73 ktoe หรือถ้ารวม 8 ปี (2538-2545) การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมจะไม่ประหยัดสูงถึง 1,699.60 ktoe จะเห็นได้ชัดว่า ก่อนหน้าที่จะเกิดวิกฤติเศรษฐกิจ (ปี 2537-2539) ประเทศไทยกำลังมีความสุขกับการที่เศรษฐกิจเติบโตแบบก้าวกระโดด โดยปราศจากการมองถึงความจริง ในเรื่องความเสี่ยงของความสามารถในการแข่งขันทางด้านราคา (การใช้พลังงานที่มหาศาลและการแกว่งของราคาน้ำมัน) ทำให้ในช่วง 3 ปีนี้ ภาคอุตสาหกรรมของไทยใช้พลังงานอย่างไม่ประหยัดหรือมากกว่าที่ควรจะเป็นถึง 2,085.54 ktoe ในขณะที่เมื่อรวมทั้งหมด 15 ปีแล้วทำให้ภาคอุตสาหกรรมใช้พลังงานอย่างไม่ประหยัดเพียง 1401.95 ktoe จึงเป็นหลักฐานที่ยืนยันได้ว่าโดยภาพรวมแล้วกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ยังไม่ประสบความสำเร็จ

การใช้พลังงานอย่างไม่ประหยัดในภาคอุตสาหกรรมมาจาก สาขาอุตสาหกรรมการผลิต ดังนั้นสาขาอุตสาหกรรมการผลิตควรจะได้รับการจัดการในเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม สามารถเพิ่มการประหยัดพลังงานได้โดยลด energy intensity ลงดังใน (Table 3.1) รายละเอียดคือ ถ้า energy intensityในปีใดๆ ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปีฐาน หลังจากนั้นการประหยัดพลังงานก็จะเกิดขึ้น รวมถึงการลดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรมลง เพื่อลดการไม่ประหยัดพลังงานเนื่องจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ

3.7 ผลการประหยัดพลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตย่อย

เพื่อให้จัดการพลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตได้อย่างตรงเป้าหมาย จะต้องรู้สาขาอุตสาหกรรมการผลิตย่อยที่มีปัญหาในการอนุรักษ์พลังงาน ตามที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้แบ่งการใช้พลังงานของสาขาอุตสาหกรรมการผลิตย่อยออกเป็น 9 สาขาย่อย คือ สาขาอาหารและเครื่องดื่ม สาขาสิ่งทอ สาขาไม้และเครื่องเรือน สาขากระดาษ สาขาเคมี สาขาอโลหะ สาขาโลหะขั้นมูลฐาน สาขาผลิตภัณฑ์โลหะ และสาขาอื่นๆ (จำแนกไม่ได้) การประหยัดพลังงานทั้ง 9 สาขาย่อย จะถูกคำนวณโดยใช้แบบจำลองการประหยัดพลังงานแบบ 2 ตัวแปร เพื่อหาสาขาอุตสาหกรรมการผลิตย่อยที่มีปัญหาในการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อที่จะสามารถจัดการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมได้ตรงจุด

การประหยัดพลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตจะเท่ากับ ผลรวมของการประหยัดพลังงานใน 9 สาขาย่อย ซึ่งจะแสดงผลดังใน Table 3.8 (เรียงตามความสามารถในการประหยัดพลังงานได้) ผลแสดงให้เห็นว่า มีเพียง 3 สาขาอุตสาหกรรมการผลิตย่อยเท่านั้นที่ประหยัดพลังงาน ซึ่งได้แก่ สาขาย่อยอาหารและเครื่องดื่ม 1,633.66 ktoe สาขาย่อยสิ่งทอ 350.71 ktoe และสาขาย่อยไม้และเครื่องเรือน 24.20 ktoe รวมกันแล้วประหยัดได้ 2,008.57 ktoe แต่มีถึง 6 สาขาอุตสาหกรรมการผลิตย่อยที่มีปัญหาการอนุรักษ์พลังงาน ได้แก่ สาขาอโลหะใช้พลังงานเกินถึง 1,092.93 ktoe สาขาเคมี 916.08 ktoe สาขาผลิตภัณฑ์โลหะ 662.35 ktoe สาขาอื่น (จำแนกไม่ได้) 468.47 ktoe สาขาโลหะขั้นมูลฐาน 293.81 ktoe และสาขากระดาษ 148.24 ktoe ซึ่งเมื่อรวมทั้ง 6 สาขาย่อย จะทำให้ไม่ประหยัดพลังงานถึง 3,581.88 ktoe

สาขาย่อยอโลหะเป็นสาขาที่ไม่ประหยัดพลังงานมากที่สุด คิดเป็นประมาณ 1 ใน 3 ของการไม่ประหยัดพลังงาน ซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากการเติบโตของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ก่อนวิกฤติเศรษฐกิจ (อโลหะส่วนมากเป็นวัสดุก่อสร้างเช่น ซีเมนต์ หินอิฐ) จาก Figure 3.6 แสดงให้เห็นว่าการใช้พลังงานในสาขาย่อยอโลหะนี้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงปี 2535-2539 ซึ่งเป็นช่วงก่อนเกิดวิกฤติเศรษฐกิจ และก็เป็นการใช้ที่ไม่ประหยัดพลังงานตลอดทั้งช่วงเวลา 5 ปี (ดูได้จากเส้น Real อยู่สูงกว่าเส้น Trend) และ

การไม่ประหยัดพลังงานเกิดขึ้นมากอีกครั้งใน 2 ปีหลังสุดเมื่อเศรษฐกิจฟื้นจากวิกฤติเศรษฐกิจ (พ.ศ. 2544-45) ดูเหมือนว่าการใช้พลังงานอย่างไม่ประหยัดในสองปีหลังสุดนี้กำลังจะกลับไปเหมือนกับสถานการณ์ในช่วงปี 2535-2539 ซึ่งเป็นช่วงที่เศรษฐกิจเฟื่องฟู และใช้พลังงานสิ้นเปลือง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดการอนุรักษ์พลังงานในสาขาย่อยอโลหะ เพื่อไม่ให้เกิดเหตุการณ์ซ้ำรอยอย่างในอดีตที่ผ่านมา

การไม่ประหยัดพลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิต มีสาเหตุหลักมาจาก 6 สาขาอุตสาหกรรมการผลิตย่อยดังที่ได้กว่ามาแล้วข้างต้น ดังนั้นทั้ง 6 สาขาการผลิต จะต้องมีการจัดการด้านการอนุรักษ์พลังงานโดยกองทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ในการออกนโยบายและเงินช่วยเหลือในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตย่อยเหล่านี้เป็นพิเศษ โดยเฉพาะในสาขาอโลหะ

Table 3.8 Decomposition of the change in energy consumption and energy saving in 9 manufacturing sub-sectors during 2531-2545 (ktoe), 2 dimensional model.

Sectors	I_{effect}	GDP_{effect}	Real change	Energy saving	Energy Consumption
Food and Beverages	-1,633.66	4,243.66	2,610.00	1,633.66	67,129.00
Textiles	-350.71	994.71	644.00	350.71	15,703.00
Wood and Furniture	-24.20	113.20	89.00	24.20	1,682.00
Paper	148.24	467.76	616.00	-148.24	8,544.00
Basic Metal	293.81	477.19	771.00	-293.81	8,696.00
Others(Unclassified)	468.47	752.53	1,221.00	-468.47	15,119.00
Fabricated Metal	662.35	393.65	1,056.00	-662.35	8,845.00
Chemical	916.08	1,025.92	1,942.00	-916.08	21,204.00
Non-Metallic	1,092.93	3,038.07	4,131.00	-1,092.93	55,985.00
Manufacturing	1,573.32	11,506.68	13,080.00	-1,573.32	202,907.00

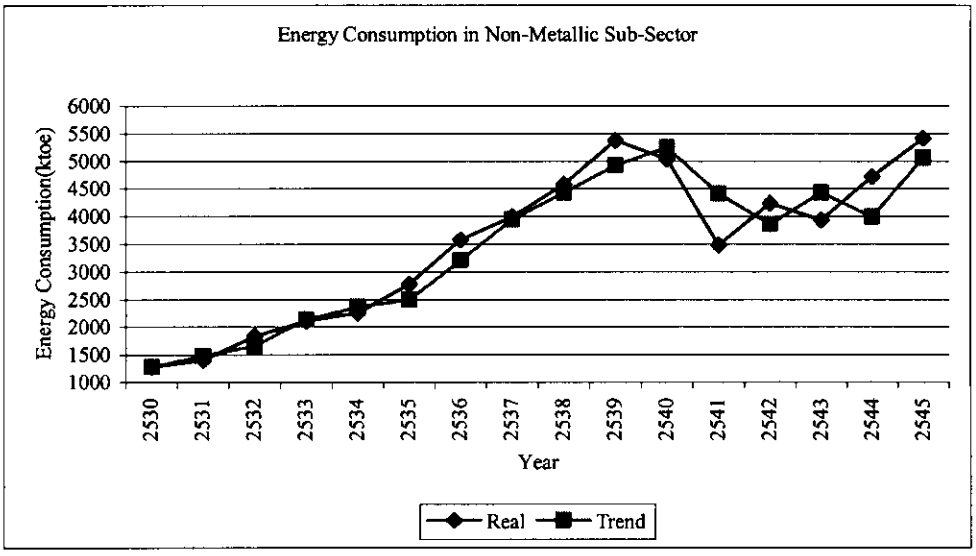

Figure 3.6 The trend and real change of energy consumption in non-metallic sub-sector during 2530-2545, 2 dimensional model.

3.8 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของการประหยัดพลังงาน

ในการแก้ปัญหาการประหยัดพลังงานในแต่ละสาขาอุตสาหกรรม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรู้อิทธิพลของตัวแปรพื้นฐานแต่ละตัว ว่าตัวแปรพื้นฐานตัวใดมีผลหรือมีนัยสำคัญต่อการประหยัดพลังงานมากที่สุด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรพื้นฐานไปจากค่าเดิม ซึ่งจะใช้วิธีดังที่ได้กล่าวไปแล้วในตอนท้ายของบทที่สอง โดยจะกำหนดค่าตัวแปรพื้นฐานจากข้อมูลการใช้พลังงานและค่าผลิตภัณฑ์มวลรวม ของปี 2544 เป็นปีฐาน และปี 2545 เป็นปีใดๆ แล้วทำการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรพื้นฐานไปจากเดิมร้อยละ 1 ซึ่งจะได้ผลดัง Table 3.9 สำหรับแบบจำลองแบบ 2 ตัวแปร และ Table 3.10 สำหรับแบบจำลองแบบ 3 ตัวแปร

จาก Table 3.9 แสดงให้เห็นว่า การลดการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมใดๆ (E_i') และการเพิ่มผลิตภัณฑ์มวลรวมในภาคอุตสาหกรรม (GDP') ทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน การประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรมจะขึ้นอยู่กับอิทธิพลของการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมใดๆ มากกว่าอิทธิพลของผลิตภัณฑ์มวลรวมในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งจะเป็นเช่นเดียวกันในทุกสาขาอุตสาหกรรม นัยสำคัญของการ

ประหยัดพลังงานจะอยู่ที่สาขาอุตสาหกรรมการผลิต โดยหากลดการใช้พลังงานในสาขานี้ลง 1% จะช่วยประหยัดพลังงานได้ถึง 180.70 ktoe ในขณะที่การประหยัดพลังงานในสาขาเหมืองแร่ และสาขาการก่อสร้างเพียงแค่ 1.03 และ 1.44 ktoe การเพิ่ม GDP^t 1% ทำให้ประหยัดพลังงานจากสาขาอุตสาหกรรมการผลิต การก่อสร้าง และเหมืองแร่ได้ 177.82, 1.38 และ 0.99 ktoe ตามลำดับ ดังนั้นการลดการใช้พลังงานในแต่ละสาขาอุตสาหกรรมลง และการเพิ่มผลิตภัณฑ์มวลรวมในภาคอุตสาหกรรม จะทำให้มีผลต่อการประหยัดพลังงานมากที่สุด เพราะเป็นการลด energy intensity ลง จึงทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน

เป็นที่สังเกตว่าหาก E_i^t และ GDP^t ต่างก็เพิ่ม 1% ทั้งคู่ จะส่งผลให้ไม่ประหยัดพลังงาน 2.98 ktoe ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพลังงานมีอิทธิพลมากกว่า GDP ดังนั้นยุทธวิธีที่ควรใช้คือการอนุรักษ์พลังงาน ไม่ใช่เร่งการเพิ่มผลผลิต

Table 3.9 Sensitivity analysis of 2 dimensional model, during 2544-2545.

Parameters	Parameter Variation	Influence of each parameter(ktoe)			
		ψ_1	ψ_2	ψ_3	ψ
E_i^t	+1	-1.03	-1.44	-180.70	-183.17
	-1	1.03	1.44	180.70	183.17
GDP^t	+1	0.99	1.38	177.82	180.19
	-1	-0.99	-1.38	-177.82	-180.19
Total	+1	-0.03	-0.06	-2.88	-2.98
	-1	0.03	0.06	2.88	2.98

ในขณะที่การวิเคราะห์ความไวโดยใช้แบบจำลองแบบ 2 ตัวแปร จะไม่สามารถบอกถึงอิทธิพลของผลิตภัณฑ์มวลรวมของแต่ละสาขาอุตสาหกรรม ตลอดจนอิทธิพลของผลกระทบต่างๆ ได้นั้น แต่การวิเคราะห์แบบ 3 ตัวแปรจะสามารถอธิบายอิทธิพลเหล่านี้ได้ ดังผลใน Table 3.10

Table 3.10 แสดงให้เห็นว่า นัยสำคัญของการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม จะอยู่ที่การลดการใช้พลังงานในแต่ละสาขาอุตสาหกรรมเท่ากับ 183.16 ktoe โดยจะมีนัยสำคัญอยู่ที่สาขาอุตสาหกรรมการผลิตมากที่สุดถึง 180.70 ktoe สำหรับการลดหรือเพิ่มการใช้พลังงาน อิทธิพลของผลกระทบจากการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม จะมากกว่าอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ ในทุกสาขาอุตสาหกรรม

กรณีการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมในแต่ละสาขาอุตสาหกรรม จะทำให้เกิดการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม (เมื่อ Q_i เพิ่มขึ้น ψ จะเป็นบวก) โดยจะมีนัยสำคัญอยู่ที่สาขาอุตสาหกรรมการผลิต มากที่สุด 159.69 ktoe ตามมาด้วยสาขาการก่อสร้าง 10.85 ktoe และสุดท้ายสาขาเหมืองแร่ เพียงแค่ 9.65 ktoe แต่การเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาอุตสาหกรรมนั้นๆ จะทำให้สาขานั้นมีสัดส่วนร่วมในโครงสร้างเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดการไม่ประหยัดพลังงานจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ ที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน (ตัวอย่างเช่น Q_i^t เป็นบวกจะทำให้ $S_{effect,i}$ เป็นลบ คือไม่ประหยัดพลังงาน) แต่ในขณะเดียวกันการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาอุตสาหกรรมนั้นๆ ก็จะทำให้สาขาอุตสาหกรรมนั้นมีผลกระทบจากการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมลดลง (ตัวอย่างเช่น Q_i^t เป็นบวกจะทำให้ $I_{effect,i}$ เป็นบวก คือประหยัดพลังงาน) จึงส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงาน ซึ่งอิทธิพลของผลกระทบจากการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม จะมีมากกว่าอิทธิพลของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ ($I_{effect,i} \rangle S_{effect,i}$) จึงทำให้การประหยัดพลังงานเกิดขึ้นได้

จุดที่น่าสนใจก็คือ การเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตจะทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน จากผลกระทบจากการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมถึง 177.82 ktoe ในขณะที่เกิดการไม่ประหยัดพลังงานจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจเพียงแค่ 20.24 ktoe ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อิทธิพลของผลกระทบจากการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาอุตสาหกรรมการผลิต มีสูงกว่าอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจมาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์มวลรวมของสาขาอุตสาหกรรมการผลิต มีขนาดที่โตมากเกือบเท่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของภาคอุตสาหกรรมทั้งหมด ดังนั้นเมื่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาอุตสาหกรรมการผลิต

Table 3.10 Sensitivity analysis of 3 dimensional model in Thai industry, during 2544-2545.

Parameters	Parameter Variation	Influence of each parameter on energy saving (ktoe)											
		$I_{effect,1}$	$S_{effect,1}$	ψ_1	$I_{effect,2}$	$S_{effect,2}$	ψ_2	$I_{effect,3}$	$S_{effect,3}$	ψ_3	I_{effect}	S_{effect}	ψ
E_i^t	+1	-1.01	-0.02	-1.03	-1.45	0.01	-1.44	-180.82	0.12	-180.70	-183.27	0.11	-183.16
	-1	1.01	0.02	1.03	1.45	-0.01	1.44	180.82	-0.12	180.70	183.27	-0.11	183.16
Q_1^t	+1	0.99	-0.94	0.05	0.00	0.07	0.07	0.00	9.52	9.52	0.99	8.66	9.65
	-1	-0.99	0.94	-0.05	0.00	-0.07	-0.07	0.00	-9.52	-9.52	-0.99	-8.66	-9.65
Q_2^t	+1	0.00	0.06	0.06	1.38	-1.30	0.08	0.00	10.71	10.71	1.38	9.47	10.85
	-1	0.00	-0.06	-0.06	-1.38	1.30	-0.08	0.00	-10.71	-10.71	-1.38	-9.47	-10.85
Q_3^t	+1	0.00	0.88	0.88	0.00	1.23	1.23	177.82	-20.24	157.59	177.82	-18.13	159.69
	-1	0.00	-0.88	-0.88	0.00	-1.23	-1.23	-177.82	20.24	-157.59	-177.82	18.13	-159.69
Total	+1	-0.01	-0.02	-0.03	-0.07	0.01	-0.06	-3.00	0.12	-2.88	-3.09	0.11	-2.97
	-1	0.01	0.02	0.03	0.07	-0.01	0.06	3.00	-0.12	2.88	3.09	-0.11	2.97

หมายเหตุ ค่าใน Table 3.10 หมายถึงค่าการประหยัดพลังงานที่มาจากอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ

เพิ่มขึ้น ก็จะทำให้สัดส่วนของผลิตภัณฑ์มวลรวมของสาขาอุตสาหกรรมการผลิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นไม่มาก เมื่อเทียบกับการลดลงที่มากกว่าของการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาอุตสาหกรรมการผลิต

สำหรับกรณีการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาอุตสาหกรรมอื่นๆ จะทำให้สัดส่วนร่วมในโครงสร้างเศรษฐกิจ ของอุตสาหกรรมอื่นๆในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น จึงทำให้สัดส่วนร่วมในโครงสร้างเศรษฐกิจ ของสาขาอุตสาหกรรมที่เหลือลดลง (เช่น Q_1' และ Q_2' เพิ่มขึ้น จะทำให้สัดส่วนรวมในเศรษฐกิจของ Q_3' ลดลง เพราะ *GDP* เพิ่มขึ้น) ส่งผลให้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ ของสาขาอุตสาหกรรม (ที่เหลือ) นั้นลดลง ทำให้สาขาอุตสาหกรรมนั้นเกิดการประหยัดพลังงานจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ ซึ่งดูได้จากการเพิ่มของ Q_1' และ Q_2' ใน Table 3.10 จะทำให้การประหยัดพลังงานเกิดขึ้นในสาขาอุตสาหกรรมการผลิต ที่เป็นผลมาจาก Q_1' 9.52 ktoe และจาก Q_2' 10.71 ktoe ซึ่งจะเห็นว่าการประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นจะมาจาก $S_{effect,3}$ ซึ่งจะเป็นในลักษณะเดียวกันสำหรับในสาขาเหมืองแร่และสาขาการก่อสร้าง

แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า การเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาอุตสาหกรรมอื่นๆ นี้ จะมีผลต่อการประหยัดพลังงานที่มาจากอิทธิพลของ $I_{effect,i}$ ในสาขานั้นน้อยมากๆ หรือเกือบไม่มีเลย ที่เป็นเช่นนี้เพราะตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อ $I_{effect,i}$ ก็คือการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมนั้น และผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาอุตสาหกรรมนั้น แต่อิทธิพลที่มาจากผลิตภัณฑ์มวลรวมจากสาขาอุตสาหกรรมอื่นๆ จะมีผลน้อยมากๆหรือเกือบไม่มีเลย เช่น $I_{effect,1}$ จะมาจากอิทธิพลของการเพิ่ม E_i' เท่ากับ -1.01 ktoe และการเพิ่มของ Q_1' เท่ากับ 0.99 ktoe แต่จะไม่มีอิทธิพลจาก Q_2' และ Q_3' ซึ่งก็จะเป็นในลักษณะเดียวกันนี้สำหรับสาขาเหมืองแร่และสาขาการก่อสร้าง ดังนั้นจึงเป็นข้อยืนยันได้ว่าตัวแปรที่ควบคุมอิทธิพลของ $I_{effect,i}$ ก็คือ การใช้พลังงานในสาขาการผลิตนั้น และผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาการอุตสาหกรรมนั้น ซึ่งก็คือ energy intensity ของสาขาอุตสาหกรรมนั้นๆ นั่นเอง ซึ่งก็จะเป็นจริงตามนั้นสำหรับผลจากการคำนวณการประหยัดพลังงานในหัวข้อที่ผ่านๆมา

นอกจากนี้ Table 3.10 แสดงให้เห็นว่า นัยสำคัญของการเพิ่มหรือลดการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมนั้นๆ จะมีอิทธิพลต่อ $I_{effect,i}$ มากกว่าการเพิ่มหรือลดผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาอุตสาหกรรมนั้น เช่น $I_{effect,1}$ จะมาจากอิทธิพลของการลด E_i' เท่ากับ 1.01 ktoe แต่จะมาจากอิทธิพลของการเพิ่ม Q_1' แค่เพียง 0.99 ktoe จึงเป็นข้อยืนยันได้ว่าการพยามลดการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมนั้นๆลง จะมีผลต่อการประหยัดพลังงาน มากกว่าการพยายามเพิ่มผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาอุตสาหกรรมนั้น

ปัจจัยที่มีอิทธิพลหลักที่ควบคุม $S_{effect,i}$ จะมาจากการเพิ่มหรือลดของผลิตภัณฑ์มวลรวมในสาขาการอุตสาหกรรมนั้นๆเป็นหลัก เช่น $S_{effect,1}$ จะมาจากอิทธิพลของการเพิ่ม Q_1' -0.94 ktoe แต่จะจากอิทธิพลของการเพิ่ม Q_2' และ Q_3' เพียง 0.06 และ 0.88 ktoe ตามลำดับ และเมื่อรวมผลของ $Q_1'+Q_2'+Q_3'$ เท่ากับ 0 ซึ่งเป็นการยืนยันได้ว่าการพยายามรักษาการเติบโตทางเศรษฐกิจของแต่ละสาขาอุตสาหกรรม ให้มีสัดส่วนร่วมในการเติบโตของแต่ละสาขาอุตสาหกรรมที่เท่ากันหรือสัดส่วนการโตไม่เหลื่อมล้ำกันมากนัก ก็จะเป็นการลดผลกระทบจากโครงสร้างทางเศรษฐกิจของแต่ละสาขาอุตสาหกรรมให้น้อยลงได้

การพยายามลดการใช้พลังงานในแต่ละสาขาอุตสาหกรรมลง และการพยายามรักษาการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวม ในแต่ละสาขาอุตสาหกรรมให้มีสัดส่วนร่วมในการเติบโตของแต่ละสาขาอุตสาหกรรมในแต่ละปีที่เท่ากันๆ ในสัดส่วนที่เท่าๆกัน (เพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ) จะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการประหยัดพลังงานได้ แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มผลิตภัณฑ์มวลรวมในแต่ละสาขาอุตสาหกรรม ยังคงเป็นแนวทางที่ยากในทางปฏิบัติเพราะขึ้นกับตลาดด้วย และมีนัยสำคัญต่อการประหยัดพลังงานน้อยกว่าการลดการใช้พลังงานด้วยเช่นกัน ดังนั้นการพยายามลดการใช้พลังงานลง จะเป็นมาตรการที่ทำได้ง่ายกว่า และสามารถนำมาปฏิบัติได้เลยโดยไม่ต้องมีการลงทุนเพิ่มเติมมากนัก รวมทั้งยังเป็นการลดต้นทุนสินค้า ทำให้แข่งขันได้ด้วย

3.9 บทสรุป

ในบทที่ 3 นี้ได้เสนอผลของการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม โดยใช้แบบจำลองการประหยัดพลังงานแบบ 2 และ 3 ตัวแปร ผลการคำนวณการประหยัดพลังงานโดยใช้แบบจำลองทั้งสองแบบ แสดงให้เห็นว่าไม่มีนัยสำคัญของความแตกต่างของการประหยัดพลังงาน แต่แบบจำลองแบบ 3 ตัวแปรจะมีข้อดีที่สามารถอธิบายผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจได้ แต่แบบจำลองแบบ 2 ตัวแปรก็จะมีข้อดีในแง่การวิเคราะห์เพื่อหาการประหยัดพลังงานโดยภาพรวม

ผลแสดงให้เห็นว่า ในช่วงระหว่างปี 2530-2545 ภาคอุตสาหกรรมใช้พลังงานอย่างไม่ประหยัดถึง 1,401.95 ktoe โดยสาขาอุตสาหกรรมการผลิตจะเป็นสาขาอุตสาหกรรมหลักในการไม่ประหยัดพลังงานถึง 1,573.62 ktoe ในขณะที่สาขาเหมืองแร่และสาขาการก่อสร้างประหยัดพลังงานเพียงแค่ 25.84 และ 145.84 ktoe สำหรับสาขาอุตสาหกรรมการผลิต จะมีสาขาอุตสาหกรรมย่อยที่มีปัญหาหลักในการอนุรักษ์พลังงานตามลำดับคือ สาขาย่อยอโลหะ 1,092.93 ktoe สาขาย่อยเคมี 916.08 ktoe สาขาย่อยผลิตภัณฑ์โลหะ 662.35 ktoe สาขาย่อยอื่น (จำแนกไม่ได้) 468.47 ktoe สาขาย่อยโลหะขั้นมูลฐาน 293.81 ktoe และสาขากระดาษ 148.24 ktoe ดังนั้นทั้ง 6 สาขาอุตสาหกรรมดังกล่าว ควรจะได้รับการจัดการเรื่องการอนุรักษ์พลังงานเป็นพิเศษ โดยเฉพาะสาขาอโลหะ

การวิเคราะห์ความไวของการประหยัดพลังงาน แสดงให้เห็นว่าการลดการใช้พลังงานลง จะมีมีผลมากกว่าการเพิ่มผลิตภัณฑ์มวลรวมในแต่ละสาขาอุตสาหกรรม และบอกให้รู้ว่านัยสำคัญของการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม จะอยู่ที่สาขาอุตสาหกรรมการผลิต การพยายามรักษาการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในแต่ละสาขาอุตสาหกรรมให้โตในสัดส่วนที่เท่าๆกัน (เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ) จะทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้ แต่ในทางปฏิบัติยังเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก ดังนั้นการลดการใช้พลังงานในในแต่ละสาขาอุตสาหกรรมลง น่าจะเป็นสิ่งที่เป็นไปได้มากกว่า สำหรับการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรมของไทย

ข้อสรุปแสดงให้เห็นว่า แม้ว่าภาคอุตสาหกรรมของไทยจะได้รับการส่งเสริมให้อนุรักษ์พลังงานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ปี 2535 แต่

เมื่อวิเคราะห์ในระดับมหภาคของเศรษฐกิจในบทนี้แล้ว ทำให้เห็นว่าโดยรวมแล้ว อุตสาหกรรมไทยไม่ได้อนุรักษ์พลังงานเลย