อุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าและการแยกองค์ประกอบความเข้มข้นไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย

Demand for Electricity and Electricity Decomposition of Industrial Sector in Thailand

อติพร ภู่บัณฑิตย์[1]

Atiporn Poobundit[1]

บทคัดย่อ

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยภาคอุตสาหกรรมเป็นภาคที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าภาคการผลิตอื่นๆ อีกทั้งยังมีค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นถึงศักยภาพการผลิตที่ลดลง และการใช้พลังงานที่ขาดประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความสูญเปล่าและนำมาซึ่งความสูญเสียต่อประเทศได้ การศึกษานี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย รวมถึงวิเคราะห์แหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมระหว่างปีพ.ศ.2529 - 2549 โดยแยกการวิเคราะห์ออกเป็น 9 สาขาอุตสาหกรรม ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยการสร้างแบบจำลองสมการถดถอยเชิงซ้อน และประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด 2 ขั้น (Two - Stage Least Squares: 2SLS) และวิธีแยกองค์ประกอบ (Decomposition) ตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ทำให้ปริมาณอุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของมูลค่าเพิ่มของผลผลิต และราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ยกเว้นในอุตสาหกรรมไม้ และเครื่องเรือน อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ การพิมพ์และการพิมพ์โฆษณา และอุตสาหกรรมเคมีและผลิตภัณฑ์เคมี ปิโตรเลียม ยาง และพลาสติก ในทางตรงกันข้ามการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้า ทำให้ปริมาณอุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าของอุตสาหกรรมลดลง ยกเว้นในอุตสาหกรรมไม้ และเครื่องเรือน ส่วนปัจจัยที่ก่อให้เกิดปริมาณอุปทานการผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ในทางตรงกันข้ามการเพิ่มขึ้นของราคาก๊าซธรรมชาติ และราคาถ่านหินซึ่งเป็นต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า ทำให้ปริมาณอุปทานของไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมลดลง และผลการศึกษาในส่วนของการวิเคราะห์แหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานไฟฟ้า พบว่าการลดลงค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมระหว่างปีพ.ศ. 2530-2538 เป็นผลมาจากการลดลงของค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าของกลุ่มอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรม ส่วนการเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมระหว่างปีพ.ศ. 2539 – 2549 เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าของกลุ่มอุตสาหกรรมซึ่งเป็นแหล่งที่มาหลัก ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลง

ดังนั้นรัฐบาลควรดำเนินมาตรการต่างๆ ทั้งในเชิงบังคับและจูงใจเพื่อกระตุ้นให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

[1] นักศึกษาปริญญาโท สาขาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

ABSTRACT

Electricity is the most important factor of production. In case of Thailand, electricity consumptions increase continuously. Electricity consumptions by industrial sector earns the largest share and electricity intensity increase continuously. This shows that the productivity is slowing down. This research aimed to study the economic factors that affect electricity consumption and decompose changes in electricity intensity during 1986 – 2006 using multiple regression model estimated by Two - Stage Least Squares method and decomposition technique respectively.

The study found that the factors that affect demand for electricity are the increases in the value- added of industry and average unit prices of electric, except wood and furniture, paper and chemical industries. Factor that makes electricity demand decrease is an increase in energy efficiency, except wood and furniture industries. The factors that affect supply of electricity is an increase in average unit prices of electric. Factor that cause electricity supply decline is an increase in natural gas and coal price. The result of decomposition study found that both the intensity effect and structural effect contributed to a decline of electricity intensity during 1987-1995 but in the rest of periods, the two effects acted in opposite directions and thereby increasing the overall effect on electricity intensity in the industrial sector.

Therefore, the government should implement the policy that improves electricity efficiency.

Keywords : Demand for electricity, Electricity decomposition

E-mail : **dataplalapa@hotmail.com**

คำนำ

ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศนั้นจะต้องอาศัยปัจจัยการผลิตต่างๆ เพื่อนำมาผลิตสินค้าและบริการเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยภาคอุตสาหกรรมเป็นภาคที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากกว่าภาคการผลิตอื่นๆ อีกทั้งยังมีค่าความเข้มข้นการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นถึงศักยภาพการผลิตที่ลดลง และการใช้พลังงานที่ขาดประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความสูญเปล่าและนำมาซึ่งความสูญเสียต่อประเทศได้ การศึกษานี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย รวมถึงวิเคราะห์แหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นการใช้ไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมระหว่างปีพ.ศ.2529 - 2549 ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยการสร้างสมการถดถอยเชิงซ้อน และวิธีแยกองค์ประกอบ (Decomposition) ตามลำดับ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดทิศทางแผนส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรมให้เกิดการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า มีประสิทธิภาพสูงสุดนำมาซึ่งการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยการสร้างแบบจำลองสมการถดถอยเชิงซ้อน และประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด 2 ขั้น (Two Stage Least Squares: 2SLS) ส่วนที่ 2 วิเคราะห์แหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นการใช้ไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรม ใช้วิธีแยกองค์ประกอบ (Decomposition) โดยแยกประเภทอุตสาหกรรมออกเป็น 9 อุตสาหกรรม ได้แก่ ได้แก่ (1) อุตสาหกรรมการผลิตอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ (2) อุตสาหกรรมการผลิตสิ่งทอ สิ่งถัก เครื่องแต่งกาย (3) อุตสาหกรรมการผลิตไม้ และเครื่องเรือน (4) อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ การพิมพ์และพิมพ์โฆษณา (5) อุตสาหกรรมการผลิตเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี น้ำมันปิโตรเลียม ถ่านหิน ยางและพลาสติก (6) อุตสาหกรรมอโลหะ (7) อุตสาหกรรมโลหะพื้นฐาน (8) อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ (9) อุตสาหกรรมการผลิตอื่นๆ

แบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย ประกอบไปด้วย แบบจำลองอุปสงค์และแบบจำลองอุปทาน ดังต่อไปนี้

<u>แบบจำลองอุปสงค์</u>

$$\ln(Q^{d}_{it}) = f(\ln GDP_{it}, \ln P_{t}, \ln EF_{it}) \quad (1)$$

โดยที่ Q^{d}_{it} หมายถึง อุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าของอุตสาหกรรม i จากปี 2529-2549

GDP_{it} หมายถึง มูลค่าเพิ่มของผลผลิตของอุตสาหกรรม i จากปี 2529-2549

P_{t} หมายถึง ราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอุตสาหกรรม จากปี 2529-2549

EF_{it} หมายถึง ประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าของอุตสาหกรรม i (Q^{d}_{it}/GDP_{it}) ณ เวลา t จากปี 2529-2549

<u>แบบจำลองอุปทาน</u>

$$\ln(Q^{s}_{it}) = f(\ln P_{t}, \ln PG_{t}, \ln PO_{t}, \ln PD_{t}, \ln PC_{t}) \quad (2)$$

โดยที่ Q^{s}_{it} หมายถึง อุปทานของการใช้ไฟฟ้าของอุตสาหกรรม i จากปี 2529-2549

P_{t} หมายถึง ราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอุตสาหกรรม จากปี 2529-2549

PG_{t} หมายถึง ราคาก๊าซธรรมชาติ จากปี 2529-2549

PO_{t} หมายถึง ราคาน้ำมันเตา จากปี 2529-2549

PD_{t} หมายถึง ราคาน้ำมันดีเซล จากปี 2529-2549

PC_{t} หมายถึง ราคาถ่านหิน จากปี 2529-2549

เงื่อนไขดุลยภาพ $\ln(Q^{d}_{it}) = \ln(Q^{s}_{it})$

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์แยกองค์ประกอบค่าความเข้มข้นไฟฟ้า จะใช้วิธีแยกองค์ประกอบ (Decomposition) ด้วยวิธี Divisia Index Method และ Laspeyres Index Method โดยเลือกวิธีที่ทำให้การวิเคราะห์แยกองค์ประกอบสมบูรณ์ (Perfect Decomposition) ซึ่งการวิเคราะห์ในรูปของ Multiplicative Form จะให้ค่าส่วนคงเหลือ (Residual Term) เท่ากับหนึ่ง และวิเคราะห์ในรูปของ Additive Form จะให้ค่าส่วนคงเหลือเท่ากับศูนย์

การวิเคราะห์แยกองค์ประกอบด้วยวิธี Divisia Index Method ด้วยวิธี Log Mean Divisia Index Methods ในรูปของ Multiplicative Form และ Additive Form สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

การคำนวณในรูปของ Multiplicative Form

$$D_{str} = \exp\sum_i \left[\frac{L[V_i^T, V_i^0]}{\sum_i L[V^T, V^0]} \ln\left[\frac{S_{i,t}}{S_{i,0}}\right] \right] \text{ และ } D_{int} = \exp\sum_i \left[\frac{L[V_i^T, V_i^0]}{\sum_i L[V^T, V^o]} \ln\left[\frac{I_{i,t}}{I_{i,0}}\right] \right] \quad (3)$$

โดย $L[V_i^T, V_i^0] = \dfrac{V_i^T - V_i^0}{\ln V_i^T - \ln V_i^0}$

การคำนวณในรูปของ Additive Form

$$I_{str} = \sum_i \left[L\left(V_i^T, V_i^0\right) \ln\left[\frac{S_{i,t}}{S_{i,0}}\right] \right] \text{ และ } I_{int} = \sum_i \left[L\left(V_i^T, V_i^0\right) \ln\left[\frac{I_{i,t}}{I_{i,0}}\right] \right] \quad (4)$$

การวิเคราะห์แยกองค์ประกอบด้วยวิธี Laspeyres Index Method ด้วยวิธี Fisher Ideal Index Methods ในรูปของ Multiplicative Form และ วิธี Sun Method เพื่อวิเคราะห์ในรูปของ Additive Form สามารถที่จะเขียนได้ดังนี้

การคำนวณในรูปของ Multiplicative Form

$$D_{str} = \frac{\sum S_{i,t} I_{i,0} \sum S_{i,t} I_{i,t}}{\sum S_{i,0} I_{i,0} \sum S_{i,0} I_{i,t}} \quad \text{และ} \quad D_{int} = \frac{\sum S_{i,0} I_{i,t} \sum S_{i,t} I_{i,t}}{\sum S_{i,0} I_{i,0} \sum S_{i,t} I_{i,0}} \quad (5)$$

การคำนวณในรูปของ Additive Form

$$I_{str} = \sum_i I_{i,0} \Delta S_i + \frac{1}{2} \sum_i \Delta S_i \Delta I_i \quad \text{และ} \quad I_{int} = \sum_i S_{i,0} \Delta I_i + \frac{1}{2} \sum_i \Delta I_i \Delta S_i \quad (6)$$

โดยที่ D_{tot} หมายถึง ส่วนแบ่งของค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าในปีที่ t ต่อค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานในปีอ้างอิง

D_{str} หมายถึง การเปลี่ยนแปลงส่วนแบ่งค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าในปีที่ t ต่อค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานในปีอ้างอิงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต

D_{int} หมายถึง การเปลี่ยนแปลงส่วนแบ่งค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าในปีที่ t ต่อค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานในปีอ้างอิงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสาขาอุตสาหกรรม

I_{tot} หมายถึง ส่วนต่างของค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าในปีที่ t ต่อค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานในปีอ้างอิง

I_{str} หมายถึง การเปลี่ยนแปลงส่วนต่างค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าในปีที่ t ต่อค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานในปีอ้างอิงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต

I_{int} หมายถึง การเปลี่ยนแปลงส่วนต่างค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าในปีที่ t ต่อค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานในปีอ้างอิงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสาขาอุตสาหกรรม

รายละเอียดของตัวแปรในแบบจำลอง คือ

E_0และ E_t หมายถึง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรม (ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง : Gwh)

$E_{i,0}$ และ $E_{i,t}$ หมายถึง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอุตสาหกรรม i

Y_0และ Y_t หมายถึง มูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรม (ล้านบาท/ปี)

$Y_{i,0}$ และ$Y_{i,t}$ หมายถึง มูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรม i

$S_{i,0}$ และ $S_{i,t}$ หมายถึง ส่วนแบ่งผลผลิตของสาขาอุตสาหกรรม i ในผลผลิตรวม ($=Y_{i,0}/Y_0, Y_{i,t}/Y_t$)

I_0 และ I_t หมายถึง ค่าความเข้มข้นการใช้ไฟฟ้า ($=E_0/Y_0, E_t/Y_t$)

$I_{i,0}$ และ $I_{i,t}$ หมายถึง ค่าความเข้มข้นการใช้ไฟฟ้าของอุตสาหกรรม i ($=E_{i,0}/Y_{i,0}, E_{i,t}/Y_{i,t}$)

V^T และ V^0 หมายถึง ผลรวมจำนวนปัจจัยที่เป็นแหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลง

$$(V^T = \sum_i S_t I_t \, , V^0 = \sum_i S_0 I_0)$$

ผลการศึกษา

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย จากการคาดประมาณสมการที่ 1 และ 2 ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย

อุตสาหกรรม	ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ				
		GDP	P	EF	PG	PC
การผลิตอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ	Q^d	0.9862***	0.3196**	-0.7544***		
	Q^s		6.5372***		-1.8589***	-3.0327**
สิ่งทอ สิ่งถัก เครื่องแต่งกาย	Q^d	1.0558***	0.2587**	-0.8740**		
	Q^s		6.5854***		-2.1821***	-3.1612**
ไม้ และเครื่องเรือน	Q^d	0.1800***		-0.1377$^{ns.}$		
	Q^s		8.7395***		-2.4759***	-3.7807**
การผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ การพิมพ์และการพิมพ์โฆษณา	Q^d	1.1617***	0.0427$^{ns.}$	-1.0932***		
	Q^s		6.5109***		-1.7363**	-3.7266***
เคมีและผลิตภัณฑ์เคมี ปิโตรเลียม ยาง และพลาสติก	Q^d	1.0260***	0.1621$^{ns.}$	-0.8880***		
	Q^s		9.1472***		-2.9214***	-3.9621**
อโลหะ	Q^d	1.0347***	0.2284**	-1.1286***		
	Q^s		9.4073***		-3.2430***	-4.3606**
โลหะพื้นฐาน	Q^d	1.0409***	0.3326**	-0.9105***		
	Q^s		8.4611***		-2.5294***	-3.6097**
ผลิตโลหะ เครื่องจักร และอุปกรณ์	Q^d	0.8548***	1.5880***	-0.8984**		
	Q^s		13.768***		-4.4083***	-6.1056**
อื่นๆ	Q^d	0.4664**		-0.9361***		
	Q^s		9.8931***		-3.4870***	-5.0796***

ที่มา: จากการคำนวณ

ns. = ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

*** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

จากตารางที่ 1 พบว่าปัจจัยที่ทำให้ปริมาณอุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของมูลค่าเพิ่มของผลผลิต และราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ยกเว้นในอุตสาหกรรมไม้ และเครื่องเรือน อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ การพิมพ์และการพิมพ์โฆษณา และอุตสาหกรรมเคมีและผลิตภัณฑ์เคมี ปิโตรเลียม ยาง และพลาสติก ในทางตรงกันข้ามการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้า ทำให้ปริมาณอุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าของอุตสาหกรรมลดลง ยกเว้นในอุตสาหกรรมไม้ และเครื่องเรือน ส่วนปัจจัยที่ก่อให้เกิดปริมาณอุปทานการผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ในทางตรงกันข้ามการเพิ่มขึ้นของราคาก๊าซธรรมชาติ และราคาถ่านหินซึ่งเป็นต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า ทำให้ปริมาณอุปทานของไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมลดลง

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์แยกองค์ประกอบค่าความเข้มข้นไฟฟ้า แบ่งช่วงเวลาที่ศึกษาออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงที่หนึ่ง ก่อนเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจปีพ.ศ. 2530 – 2538 ช่วงที่สอง ช่วงที่เกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจปีพ.ศ. 2539 – 2541 และช่วงที่สาม ช่วงหลังเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจปี พ.ศ. 2542 – 2549

1. **การวิเคราะห์แยกองค์ประกอบด้วยวิธี** Divisia Index Method จากการคาดประมาณสมการที่ 3 และ 4 ได้ผลดังตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าจำแนกตามช่วงเวลาในรูปของ Multiplicative Form ด้วยวิธี Log Mean Divisia Index Methods (ปีอ้างอิง = ปีพ.ศ. 2529)

ปี พ.ศ.	D_{str}		D_{int}		D_{tot}	
	กิโลวัตต์ชั่วโมง/บาท	ร้อยละ	กิโลวัตต์ชั่วโมง/บาท	ร้อยละ	กิโลวัตต์ชั่วโมง/บาท	ร้อยละ
2530-2538	0.97732	2.27	0.98888	1.11	0.96684	3.32
2539-2541	0.99305	0.69	1.04590	-4.59	1.03849	-3.85
2542-2549	0.93706	6.29	1.22903	-22.90	1.15120	-15.12

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 2 พบว่าในช่วงปีพ.ศ. 2530 – 2538 ภาคอุตสาหกรรมมีค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลงจากปี 2529 โดยเฉลี่ยปีละ 0.96684 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาท โดยมีแหล่งที่มาสำคัญ คือ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลงโดยเฉลี่ยปีละ 0.97732 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาท ส่วนค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานไฟฟ้าของกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมลดลงโดยเฉลี่ยปีละ 0.98888 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาท ส่วนในช่วงปีพ.ศ. 2539 – 2541 และปีพ.ศ. 2542 – 2549 ภาคอุตสาหกรรมมีค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากปี 2529 โดยเฉลี่ยปีละ 1.04973 และ 1.17094 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาทตามลำดับ โดยมีแหล่งที่มาสำคัญ คือ การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานไฟฟ้าของกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น 1.07555 และ 1.25081 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาทตามลำดับ ส่วนการ

เปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลงโดยเฉลี่ยปีละ 0.97683 และ0.93174 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาทตามลำดับ

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าจำแนกตามช่วงเวลาในรูปของ Additive Form ด้วยวิธี Log Mean Divisia Index Methods (ปีอ้างอิง = ปีพ.ศ. 2529)

ปี พ.ศ.	I_{str}		I_{int}		I_{tot}	
	กิโลวัตต์ชั่วโมง/บาท	ร้อยละ	กิโลวัตต์ชั่วโมง/บาท	ร้อยละ	กิโลวัตต์ชั่วโมง/บาท	ร้อยละ
2530-2538	-0.00072	67.42	-0.00035	32.58	-0.00107	100.00
2539-2541	-0.00023	-18.64	0.00148	118.64	0.00124	100.00
2542-2549	-0.00226	-46.31	0.00715	146.31	0.00488	100.00

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 3 พบว่าในช่วงปีพ.ศ. 2530 – 2538 ภาคอุตสาหกรรมมีค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลงจากปี 2529 โดยเฉลี่ยปีละ 0.00107 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาท โดยมีแหล่งที่มาสำคัญ คือ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลงโดยเฉลี่ยปีละ 0.00072 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาท ส่วนค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานไฟฟ้าของกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมลดลงโดยเฉลี่ยปีละ 0.00035 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาท ส่วนในช่วงปีพ.ศ. 2539 – 2541 และปีพ.ศ. 2542 – 2549 ภาคอุตสาหกรรมมีค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากปี 2529 โดยเฉลี่ยปีละ 0.00124 และ 0.00488 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาทตามลำดับ โดยมีแหล่งที่มาสำคัญ คือ การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานไฟฟ้าของกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น 0.00148 และ 0.00715 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาทตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลงโดยเฉลี่ยปีละ 0.00023 และ 0.00226 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาทตามลำดับ

2. การวิเคราะห์แยกองค์ประกอบด้วยวิธี Laspeyres Index Method จากการคาดประมาณสมการที่ 5และ 6 ได้ผลดังตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าจำแนกตามช่วงเวลาในรูปของ Multiplicative Form ด้วยวิธี Fisher Ideal Index Methods (ปีอ้างอิง = ปีพ.ศ. 2529)

ปี พ.ศ.	D_{str}		D_{int}		D_{tot}	
	กิโลวัตต์ชั่วโมง/บาท	ร้อยละ	กิโลวัตต์ชั่วโมง/บาท	ร้อยละ	กิโลวัตต์ชั่วโมง/บาท	ร้อยละ
2530-2538	0.98244	1.76	0.98372	1.63	0.96684	3.32
2539-2541	0.98919	1.08	1.05012	-5.01	1.03849	-3.85
2542-2549	0.94375	5.63	1.22008	-22.01	1.15120	-15.12

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 4 พบว่าในช่วงปีพ.ศ. 2530 – 2538 ภาคอุตสาหกรรมมีค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลงจากปี 2529 โดยเฉลี่ยปีละ 0.96684 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาท โดยมีแหล่งที่มาสำคัญ คือ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลงโดยเฉลี่ยปีละ 0.98244 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาท ส่วนค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานไฟฟ้าของกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมลดลงโดยเฉลี่ยปีละ 0.98372 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาท ส่วนในช่วงปีพ.ศ. 2539 – 2541 และปีพ.ศ. 2542 – 2549 ภาคอุตสาหกรรมมีค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากปี 2529 โดยเฉลี่ยปีละ 1.03849 และ 1.15120 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาทตามลำดับ โดยมีแหล่งที่มาสำคัญ คือ การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานไฟฟ้าของกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น 1.05012 และ 1.22008 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาทตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลงโดยเฉลี่ยปีละ 0.98919 และ 0.94375 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาทตามลำดับ

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าจำแนกตามช่วงเวลาในรูปของ Additive Form ด้วยวิธี Sun Method (ปีอ้างอิง = ปีพ.ศ. 2529)

ปี พ.ศ.	I_{str}		I_{int}		I_{tot}	
	กิโลวัตต์ชั่วโมง/บาท	ร้อยละ	กิโลวัตต์ชั่วโมง/บาท	ร้อยละ	กิโลวัตต์ชั่วโมง/บาท	ร้อยละ
2530-2538	-0.00056	52.02	-0.00051	47.98	-0.00107	100.00
2539-2541	-0.00041	-32.93	0.00165	132.93	0.00124	100.00
2542-2549	-0.00212	-43.49	0.00701	143.49	0.00488	100.00

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 5 พบว่าในช่วงปีพ.ศ. 2530 – 2538 ภาคอุตสาหกรรมมีค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลงจากปี 2529 โดยเฉลี่ยปีละ 0.00107 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาท โดยมีแหล่งที่มาสำคัญ คือ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลงโดยเฉลี่ยปีละ 0.00056 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาท ส่วนค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานไฟฟ้าของกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมลดลงโดยเฉลี่ยปีละ 0.00051 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาท ส่วนในช่วงปีพ.ศ. 2539 – 2541 และปีพ.ศ. 2542 – 2549 ภาคอุตสาหกรรมมีค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากปี 2529 โดยเฉลี่ยปีละ 0.00124 และ 0.00488 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาทตามลำดับ โดยมีแหล่งที่มาสำคัญ คือ การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานไฟฟ้าของกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น 0.00165 และ 0.00701 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาทตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในกลุ่มอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลงโดยเฉลี่ยปีละ 0.00041 และ 0.00212 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อบาทตามลำดับ

วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทยพบว่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยมีเครื่องหมายเป็นบวก ซึ่งไม่เป็นไปตามหลักทฤษฎีอุปสงค์ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการที่ไฟฟ้าเป็นสินค้าสาธารณูปโภคที่ทางรัฐบาลควบคุมราคา ทำให้ไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ที่แท้จริงระหว่างราคาและปริมาณการใช้ ส่วนการวิเคราะห์แยกองค์ประกอบค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าพบว่าการศึกษาในรูป Multiplicative Form ด้วยวิธี Log Mean Divisia Index Methods และ Fisher Ideal Index Methods แสดงให้เห็นว่าค่า D_{tot} จะเปลี่ยนแปลงในสัดส่วนที่เท่ากันแต่จะแตกต่างกันที่ค่า D_{str} และ D_{int} และการศึกษาในรูป Additive Form ด้วยวิธี Log Mean Divisia Index Methods และ Sun Method ค่า I_{tot} จะเปลี่ยนแปลงในสัดส่วนที่เท่ากันแต่จะแตกต่างกันที่ค่า I_{str} และ I_{int} เช่นกัน

สรุปผลและเสนอแนะ

ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ทำให้ปริมาณอุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของมูลค่าเพิ่มของผลผลิต และราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ยกเว้นในอุตสาหกรรมไม้ และเครื่องเรือน อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ การพิมพ์และการพิมพ์โฆษณา และอุตสาหกรรมเคมีและผลิตภัณฑ์เคมี ปิโตรเลียม ยาง และพลาสติก ในทางตรงกันข้ามการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้า ทำให้ปริมาณอุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าของอุตสาหกรรมลดลง ยกเว้นในอุตสาหกรรมไม้ และเครื่องเรือน ส่วนปัจจัยที่ก่อให้เกิดปริมาณอุปทานการผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ในทางตรงกันข้ามการเพิ่มขึ้นของราคาก๊าซธรรมชาติ และราคาถ่านหินซึ่งเป็นต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า ทำให้ปริมาณอุปทานของไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมลดลง และผลการศึกษาในส่วนของการวิเคราะห์แหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานไฟฟ้า พบว่าการลดลงค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมระหว่างปีพ.ศ. 2530-2538 เป็นผลมาจากการลดลงของค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าของกลุ่มอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรม ส่วนการเพิ่มขึ้นของค่าความ

เข้มข้นพลังงานไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมระหว่างปีพ.ศ. 2539 – 2549 เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าของกลุ่มอุตสาหกรรมซึ่งเป็นแหล่งที่มาหลัก ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานไฟฟ้าลดลง ดังนั้นรัฐบาลควรดำเนินมาตรการต่างๆ ทั้งในเชิงบังคับและจูงใจเพื่อกระตุ้นให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

Ang, B.W. 2004. Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method?. **Energy Policy** 32: 1131–1139

Lin, B.Q. 2003. Electricity Demand in the People's Republic of China: Investment Requirement and Environmental Impact. Asian Development Bank, **Working Paper No. 37**.

Steenhof, P.A. 2006. Decomposition of electricity demand in China's industrial sector. **Energy Economics** 28: 370-384.