การศึกษาประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ: การประยุกต์ดัชนีดิวิเซีย

นายภูมิพัฒน์ กุลทรัพย์อรุชา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548
ISBN 974-17-4656-3
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ENERGY EFFICIENCY STUDY IN MIDSTREAM SECTOR OF TEXTILE INDUSTRY: USING DIVISIA INDEX TECHNIQUE

Mr. Phoompat Khulsuparucha

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2005

ISBN 974-17-4656-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ: การประยุกต์ดัชนีดิวิเซีย
โดย	นายภูมิพัฒน์ กุลทรัพย์อรุชา
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จันทนา จันทโร)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภูมิพัฒน์ กุลทรัพย์อรุชา : การศึกษาประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ:การประยุกต์ดัชนีดิวิเซีย (Energy Efficiency Study in Midstream Sector of Textile Industry:Using Divisia Index technique) : อ. ที่ปรึกษา : ศ. ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ , 233 หน้า. ISBN 974-17-4656-3.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญอยู่ที่การศึกษา และวิเคราะห์ทิศทางการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำของประเทศไทย โดยใช้ดัชนีดิวิเซีย (Divisia Index) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มพลังงาน (Energy Intensity) ซึ่งผลของการวิเคราะห์จะถูกนำไปเชื่อมโยงกับข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ และพลังงาน เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการด้านพลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ

การดำเนินการวิจัย เริ่มต้นตั้งแต่การเก็บ และรวบรวมข้อมูลทั้งในเชิงพลังงาน และในเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยข้อมูลทั้ง 2 ส่วนจะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยดัชนีดิวิเซียเพื่อพิจารณาหาแนวโน้มการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งพบว่ามีความสูญเสียมากถึงร้อยละ 5-14 สำหรับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการด้านพลังงานนั้นถูกรวบรวมขึ้นมาจาก กรณีศึกษา โครงการด้านพลังงานที่สำคัญ และเทคนิคการจัดการด้านวิศวกรรมแบบต่างๆ ซึ่งค่าการอนุรักษ์พลังงานที่เกิดขึ้นจะถูกนำไปใช้เป็นค่าประเมินในการประเมินการอนุรักษ์พลังงานในส่วนของการวิเคราะห์สถานการณ์ต่อไป

สำหรับการวิเคราะห์สถานการณ์นั้น เป็นส่วนที่จัดทำขึ้นเพื่อวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของเหตุการณ์ในอนาคตที่ส่งผลต่อความสามารถในการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งผลของการวิเคราะห์สถานการณ์ชี้ให้เห็นว่า การดำเนินการ และความสามารถในการปรับปรุงค่าความเข้มพลังงานในสถานการณ์ต่างๆ จะแตกต่างกันออกไป และกลไกที่สำคัญในแต่ละสถานการณ์ก็แตกต่างกันออกไปด้วย ซึ่งพบว่าถ้ามีการดำเนินการจัดการที่ดีพอ เราจะสามารถประหยัดพลังงานลงไปได้ 15,008,538.05 GJ หรือ 353,641.33 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต ภูมิพัฒน์ กุลทรัพย์อรุชา

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2548

4770405821 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD : ENERGY EFFICIENCY/DIVISIA INDEX/SCENARIO ANALYSIS

PHOOMPAT KHULSUPARUCHA : ENERGY EFFICIENCY STUDY IN MIDSTREAM SECTOR OF TEXTILE INDUSTRY: USING DIVISIA INDEX TECHNIQUE. THESIS ADVISOR :PROF. SIRICHAN THONGPRASERT, Ph.D, 233 pp. ISBN ISBN 974-17-4656-3.

The main purpose of this thesis is to study and analyze the direction of the energy efficiency in the midstream sector of Thai textile industry by using Divisia indexing technique. Divisia Index is one of the famous and widely-used indicators which helps understand the changing level of energy intensity from the effects of both economy and energy aspects. The results from the divisia index will be collaboratively analyzed in parallel with the collected data and will help recommend on how to manage energy efficiency in the midstream sector of textile industry.

Research methodology started with Data Collection as the first procedure of this thesis. After both energy and economy data were collected, the divisia indexing approach would be used as an analytical tool. By this approach, the direction of the energy used in the midstream sector of Thai textile industry is increasing by 5-14 percent. The recommendations for energy management were also gathered from many ways such as the case study in energy efficiency improvement, energy projects proposed by the government, the engineering management techniques and the conserved energy. All of these recommendations will be used as assessment tools to analyze at later stage based on different scenarios.

The scenario analysis was established based on the uncertainty tendency of energy consumption in the future which would help develop a plan for energy reservation. Apart from this analysis, the result showed that the capability of the energy improvement would be different due to the occurrence of a specific event and the mechanism of each scenario. By the best scenario, energy using would be reducing by 15,008,538.05 GJ or 353,641.33 TOE per year.

Department....INDUSTRIAL ENGINEERING...Student's signature.....

Field of study.INDUSTRIAL ENGINEERING....Advisor's signature.....

Academic year.....2005.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างยิ่งของ ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นผู้ให้ความรู้ และคำแนะนำ ตลอดจนข้อคิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ตลอดระยะเวลาของการทำวิทยานิพนธ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ จันทนา จันทโร และรองศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา กรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะที่ดีสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ประสาทความรู้จนผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัย และทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูป ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1
1.2 ข้อมูลพื้นฐานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ 3
1.3 ประเภทของอุตสาหกรรมสิ่งทอ 4
1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 6
1.5 ขอบเขตของการวิจัย 7
1.6 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ 8
1.7 ขั้นตอนในการวิจัย 11
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 12
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง 14
2.1 ประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency) 14
2.2 ดัชนีดิวิเซีย (Divisia Index) 24
2.3 เศรษฐศาสตร์มหภาค และจุลภาค 27
2.4 ระบบบัญชีแห่งชาติ 28
2.5 สถานการณ์พลังงานของไทยปี พ.ศ. 2546 47
2.6 กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ 69
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 72
บทที่ 3 ดัชนีดิวิเซีย และการคำนวณ 74
3.1 ขั้นตอนการศึกษา และคำนวณ 74
3.2 วิธีการคำนวณ 75
3.3 รูปแบบการคำนวณ 76
3.4 มูลค่าปีปัจจุบัน และมูลค่าอ้างอิง ณ ปีฐาน 77

สารบัญ

หน้า

3.5 มูลค่าการผลิต การขนส่ง และมูลค่าเพิ่ม 78
3.6 ข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ 79
3.7 คำนวณผลจากข้อมูล 84
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลดัชนีดิวิเซีย ความต่อเนื่องของการผลิต และการบริโภคพลังงาน 89
4.1 ผลลัพธ์ 89
4.2 การวิเคราะห์ 91
4.3 สรุปสาระสำคัญจากการวิเคราะห์จากค่าดัชนีดิวิเซีย 96
4.4 ความต่อเนื่องของการผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ 97
4.5 การเชื่อมโยงความต่อเนื่องของการผลิตเข้ากับข้อมูลพลังงาน 100
4.6 การวิเคราะห์การบริโภคพลังงาน และความเข้มพลังงาน 105
บทที่ 5 การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรม 118
5.1 บทนำ 118
5.2 โครงการที่สำคัญสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานของหน่วยงานภาครัฐ 119
5.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานโดยใช้เทคนิคด้านการจัดการ 121
5.4 แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานโดยการสนับสนุนจากรัฐบาล 137
บทที่ 6 การอนุรักษ์ และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ 141
6.1 บทนำ 141
6.2 การอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ 142
6.3 ผลการประเมินการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ 146
6.4 การเปรียบเทียบค่าความเข้มพลังงานในหน่วย MJ/1000 บาท ภายหลังการอนุรักษ์ 150
6.5 การวิเคราะห์ตามสถานการณ์ 151
6.6 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ และเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในส่วนอุตสาหกรรมทั่วไป 159
บทที่ 7 สรุปงานวิจัย 162
7.1 สรุปงานวิจัย 162
7.2 ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะจากการศึกษาวิจัย 168

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

รายการอ้างอิง 171
ภาคผนวก 172
ภาคผนวก ก 173
ภาคผนวก ข 192
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 233

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม และการจ้างงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งระบบ ... 3
ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินการวิจัยในช่วงเวลาต่างๆ ... 13
ตารางที่ 2.1 สัมประสิทธิ์คุณภาพพลังงานจากแหล่งกำเนิดพลังงานต่างๆ ... 16
ตารางที่ 2.2 การคำนวณรายได้โดยวิธีรวมมูลค่าเพิ่ม ... 30
ตารางที่ 2.3 การคำนวณรายได้จากด้านรายจ่าย(หน่วย : ล้านบาท) ... 32
ตารางที่ 2.4 รายได้ประชาชาติคำนวณจากด้านรายได้ (หน่วย : ล้านบาท) ... 34
ตารางที่ 2.5 ความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์แบบต่างๆ ... 39
ตารางที่ 2.6 อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจรายไตรมาส ณ ราคาปีฐาน พ.ศ.2531 ... 47
ตารางที่ 2.7 การใช้ การผลิต และการนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์ ... 48
ตารางที่ 2.8 มูลค่าการนำเข้าพลังงาน หน่วย : พันล้านบาท ... 49
ตารางที่ 2.9 การผลิตน้ำมันดิบแยกตามแหล่ง หน่วย: บาร์เรล/วัน ... 50
ตารางที่ 2.10 การจัดหา และการใช้น้ำมันดิบ หน่วย: บาร์เรล/วัน ... 51
ตารางที่ 2.11 การผลิตก๊าซธรรมชาติ หน่วย: ล้านลูกบาศก์ฟุต/วัน ... 53
ตารางที่ 2.12 การจัดหาและการใช้ก๊าซธรรมชาติ หน่วย: ล้านลูกบาศก์ฟุต/วัน ... 54
ตารางที่ 2.13 การผลิต การส่งออกและการใช้ NGL หน่วย : บาร์เรล/วัน ... 55
ตารางที่ 2.14 การผลิต การใช้ การนำเข้า และการส่งออกน้ำมันสำเร็จรูปปี พ.ศ. 2546 ... 56
ตารางที่ 2.15 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ... 59
ตารางที่ 2.16 การใช้ LPG หน่วย: พันบาร์เรลต่อวัน ... 61
ตารางที่ 2.17 การผลิตและการใช้ลิกไนต์/ถ่านหิน หน่วย : พันตัน ... 62
ตารางที่ 2.18 กำลังผลิตติดตั้งไฟฟ้า ณ ธันวาคม พ.ศ. 2546 หน่วย : เมกะวัตต์ ... 64
ตารางที่ 2.19 ความต้องการไฟฟ้าและค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า ... 64
ตารางที่ 2.20 การจำหน่ายไฟฟ้าแยกตามประเภทผู้ใช้ หน่วย : กิกะวัตต์ – ชั่วโมง ... 67
ตารางที่ 2.21 ปริมาณสำรองพลังงานของประเทศ ณ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2545 ... 68
ตารางที่ 2.22 รายได้ภาษีสรรพสามิตและฐานะกองทุน หน่วย : ล้านบาท ... 68
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลแสดงตัวอย่างการคำนวณมูลค่า ณ ปีปัจจุบัน และมูลค่าอ้างอิง ณ ปีฐาน 77
ตารางที่ 3.2 ข้อมูลพลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอุตสาหกรรมผ้าผืนปี พ.ศ. 2545 .. 79
ตารางที่ 3.3 ข้อมูลพลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอุตสาหกรรมผ้าผืนปี พ.ศ. 2546 .. 79
ตารางที่ 3.4 ข้อมูลพลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์
ปี พ.ศ. 2545 ... 80

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลพลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ปี พ.ศ. 2546 80
ตารางที่ 3.6 ปริมาณการผลิต และการบริโภคผ้าทอปี พ.ศ 2545 .และ พ.ศ. 2546..... 81
ตารางที่ 3.7 ปริมาณการผลิต และการบริโภคผ้าถักปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546..... 81
ตารางที่ 3.8 ปริมาณการผลิต และการบริโภคผ้าผืนปี พ.ศ. 2545 – 2546..... 82
ตารางที่ 3.9 ปริมาณการผลิต และการบริโภคผ้าฟอก ย้อม พิมพ์ ปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546 82
ตารางที่ 3.10 สรุปการปริมาณการผลิตทั้งหมดของอุตสาหกรรมกลางน้ำ ปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546 83
ตารางที่ 3.11 ราคาต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมผ้าผืน ปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546 83
ตารางที่ 3.12 ราคาต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546..... 84
ตารางที่ 3.13 ข้อมูลประกอบการคำนวณส่วนผ้าผืนปี พ.ศ. 2545..... 85
ตารางที่ 3.14 ข้อมูลประกอบการคำนวณส่วนผ้าผืนปี พ.ศ. 2546 85
ตารางที่ 3.15 ข้อมูลประกอบการคำนวณส่วนฟอก ย้อม พิมพ์ ปี พ.ศ. 2545..... 85
ตารางที่ 3.16 ข้อมูลประกอบการคำนวณส่วนฟอก ย้อม พิมพ์ ปี พ.ศ. 2546..... 86
ตารางที่ 3.17 สัดส่วนผลผลิตในระดับที่ 1 และ2 86
ตารางที่ 3.18 สัดส่วนร้อยละพลังงานที่ใช้ในแต่ละอุตสาหกรรม..... 86
ตารางที่ 3.19 สัดส่วนพลังงานของส่วนย่อยเมื่อเทียบกับพลังงานรวม..... 87
ตารางที่ 3.20 ตารางสรุปค่าดัชนีดิวิเซียของปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้ปี พ.ศ.2545 เป็นฐาน..... 88
ตารางที่ 3.21 ตารางสรุปค่าดัชนีดิวิเซียของปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้ปี พ.ศ.2545 เป็นฐาน..... 88
ตารางที่ 4.1 ผลลัพธ์จากการคำนวณทั้งหมดของความเข้มพลังงานปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้ปี พ.ศ.2545 เป็นฐาน 89
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลปริมาณการผลิต บริโภค นำเข้า และส่งออกผ้าทอและผ้าถัก (ผ้าผืน) ปี พ.ศ.2545 - 2546 ในหน่วย 1000 ตัน 98
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการผลิต และการบริโภคผ้าทอและผ้าถัก (ผ้าผืน) ปี พ.ศ.2545 – 2546 99

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลปริมาณการผลิต บริโภค นำเข้า และส่งออกของอุตสาหกรรม ฟอก ย้อม พิมพ์ ปี พ.ศ.2545 –2546 ในหน่วย 1000 ตัน.....100
ตารางที่ 4.5 ตารางวิเคราะห์การผลิต และส่งต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมทอผ้า.....101
ตารางที่ 4.6 ตารางวิเคราะห์การผลิต และส่งต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมถักผ้า.....102
ตารางที่ 4.7 ตารางวิเคราะห์การผลิต และส่งต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรม ฟอก ย้อม พิมพ์ 102
ตารางที่ 4.8 ตารางวิเคราะห์ความต่อเนื่องของการผลิตในภาพรวม..... 103
ตารางที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงระดับการผลิตของอุตสาหกรรมผ้าผืน..... 106
ตารางที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงระดับการผลิตของอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์..... 106
ตารางที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงระดับการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำโดยรวม .. 107
ตารางที่ 4.12 สรุปค่าต่างๆ ในการวิเคราะห์การบริโภคพลังงา 112
ตารางที่ 4.13 สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานทั้งหมด..... 112
ตารางที่ 4.14 สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานจากส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานทั้งหมด 114
ตารางที่ 4.15 สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์พลังงานจากส่วนต่างๆ..... 117
ตารางที่ 6.1 การสูญเสียในอุปกรณ์ และระบบพลังงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ..... 143
ตารางที่ 6.2 มาตรการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ..... 144
ตารางที่ 6.3 (ก) สรุปผลการอนุรักษ์พลังงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ทอผ้า พ.ศ. 2545..... 147
ตารางที่ 6.3 (ข) สรุปผลการอนุรักษ์พลังงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ทอผ้า พ.ศ. 2546..... 148
ตารางที่ 6.4 (ก) สรุปผลการอนุรักษ์พลังงานอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ พ.ศ. 2545..... 149
ตารางที่ 6.4 (ข) สรุปผลการอนุรักษ์พลังงานอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ พ.ศ. 2546..... 150
ตารางที่ 6.5 สรุปค่าความเข้มพลังงานก่อน และหลังอนุรักษ์พลังงาน..... 151
ตารางที่ 6.6 ค่าความเข้มพลังงานที่ลดลงไปได้เมื่อมีการอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นในสถานการณ์แบบดวงดาว (การอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นในแผนระยะกลาง และสั้นเท่านั้น)..... 156
ตารางที่ 6.7 ค่าความเข้มพลังงานที่ลดลงไปได้เมื่อมีการอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นในสถานการณ์แบบดวงจันทร์ (การอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นในแผนระยะยาวบางส่วน ที่ดำเนินไปพร้อมๆ กับแผนระยะกลาง และสั้น) 157

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 6.8 ค่าความเข้มพลังงานที่ลดลงไปได้เมื่อมีการอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นในสถานการณ์แบบพระอาทิตย์ (การอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นทั้งในแผนระยะยาว กลาง และสั้น) 158
ตารางที่ 6.9 สรุปผลการอนุรักษ์ และแนวโน้มด้านพลังงานจากการวิเคราะห์สถานการณ์ 159
ตารางที่ 7.1 ผลลัพธ์จากการคำนวณทั้งหมดของความเข้มพลังงานปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้ปี พ.ศ.2545 เป็นฐาน 163
ตารางที่ 7.2 สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานจากส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานทั้งหมด 164
ตารางที่ 7.3 สรุปค่าต่างๆ ในการวิเคราะห์การบริโภคพลังงาน 165
ตารางที่ 7.4 สรุปค่าความเข้มพลังงานก่อน และหลังอนุรักษ์พลังงาน 166
ตารางที่ 7.5 ค่าพลังงานที่ลดลงไปได้เมื่อมีการอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้น..... 167
ตารางที่ 7.6 สรุปผลการอนุรักษ์ และแนวโน้มด้านพลังงานจากการวิเคราะห์สถานการณ์ 177

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แนวโน้มค่าความเข้มพลังงานเบื้องต้นของประเทศไทยเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ 2
รูปที่ 1.2 โครงสร้างอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งระบบของประเทศไทย 4
รูปที่ 1.3 กระบวนการในการทอผ้า 8
รูปที่ 1.4 กระบวนการในการถักผ้า 9
รูปที่ 1.5 อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ ผลิตภัณฑ์จากฝ้าย 10
รูปที่ 2.1 การเรียงลำดับกระบวนการด้วยประสิทธิภาพความร้อนก่อน และหลังการปรับค่าด้วยคุณภาพพลังงาน 17
รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของ GDP, NNP, NI, PI และ DI 40
รูปที่ 2.3 อัตราการขยายตัวของการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นสุดท้าย (ม.ค. พ.ศ. 2541 – ธ.ค. พ.ศ. 2546) 49
รูปที่ 2.4 การใช้ก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้า (ม.ค. พ.ศ. 2541 – ธ.ค. พ.ศ. 2546) 55
รูปที่ 2.5 อัตราการขยายตัวของการใช้น้ำมันสำเร็จรูป (ม.ค. พ.ศ. 2541 – ธ.ค. พ.ศ. 2546) 57
รูปที่ 2.6 อัตราการขยายตัวของการใช้น้ำมันเบนซินและดีเซล (ม.ค. พ.ศ. 2541 – ธ.ค. พ.ศ. 2546) 58
รูปที่ 2.7 Consumption Growth Rate of LPG 61
รูปที่ 2.8 การผลิตไฟฟ้าแยกตามชนิดเชื้อเพลิง 65
รูปที่ 2.9 กระบวนการในการทอผ้า 69
รูปที่ 2.10 กระบวนการในการถักผ้า 70
รูปที่ 2.11 อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ 71
รูปที่ 3.1 การแบ่งกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำออกเป็น 2 ระดับ 74
รูปที่ 3.2 รูปแบบการวิเคราะห์ 77
รูปที่ 4.1 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมของพลังงานรวมปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้มูลค่าผลผลิตในการคำนวณ (เส้นเข้ม) 92
รูปที่ 4.2 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานของพลังงานรวม เนื่องจากโครงสร้างของพลังงานเมื่อใช้มูลค่าผลผลิตในการคำนวณ (เส้นเข้ม) 93
รูปที่ 4.3 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมของพลังงานไฟฟ้าปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้มูลค่าผลผลิตในการคำนวณ (เส้นเข้ม) 94

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 4.4 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานของพลังงานไฟฟ้าเนื่องจากโครงสร้างของพลังงาน (เส้นเข้ม) เมื่อใช้มูลค่าการผลิตในการคำนวณ 95
รูปที่ 4.5 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมของพลังงานความร้อนปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้มูลค่าผลผลิตในการคำนวณ (เส้นเข้ม) 95
รูปที่ 4.6 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานของพลังงานความร้อนเนื่องจากโครงสร้างของพลังงาน (เส้นเข้ม) เมื่อใช้มูลค่าการผลิตในการคำนวณ 96
รูปที่ 4.7 ความต่อเนื่องของข้อมูลการผลิต บริโภค นำเข้า และส่งออกของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ 97
รูปที่ 4.8 การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน 101
รูปที่ 4.9 โครงสร้างความต่อเนื่องของการบริโภคพลังงาน ปี พ.ศ. 2545 104
รูปที่ 4.10 โครงสร้างความต่อเนื่องของการบริโภคพลังงาน ปี พ.ศ. 2546 104
รูปที่ 4.11 แสดงการผลิตและประเภทของพลังงานที่ใช้ 113
รูปที่ 5.1 หลักการจัดการ กับทิศทางการลดต้นทุน 112
รูปที่ 5.2 โครงสร้างการบริหาร 123
รูปที่ 5.3 ภาพรวมการนำวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม 125
รูปที่ 5.4 ขั้นตอนของการประยุกต์ปละการติดตามผล 127
รูปที่ 5.5 ภาพรวมและองค์ประกอบในการจัดระบบการจัดการพลังงาน 128
รูปที่ 6.1 เส้นทางการไหลของพลังงานเพื่อการอนุรักษ์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ 141
รูปที่ 6.2 การแบ่งสถานการณ์ตามเกณฑ์หลักที่กำหนด 152

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

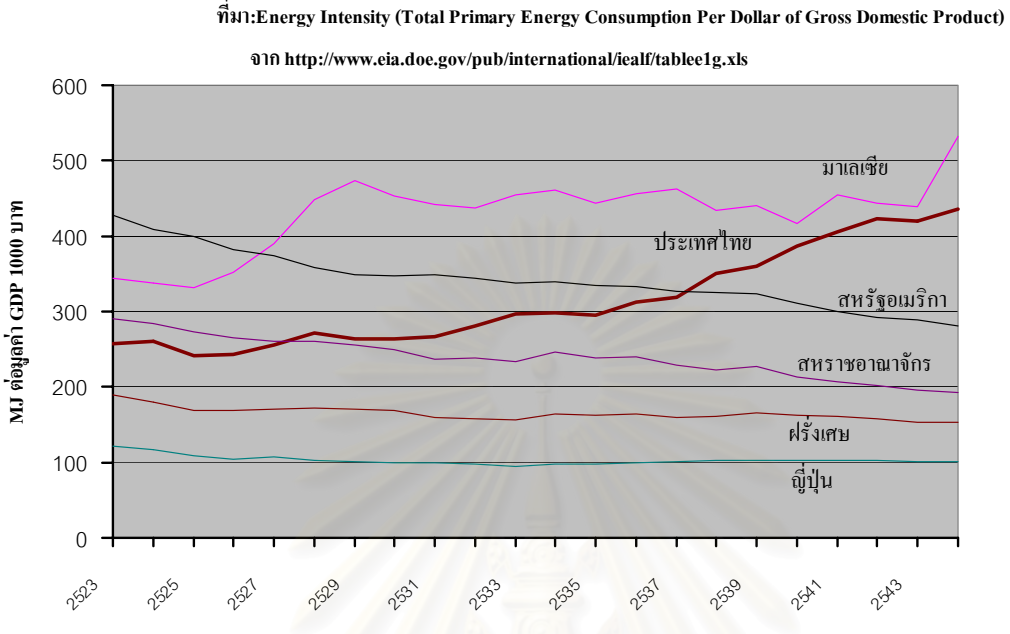
"พลังงาน" เป็นปัจจัยพื้นฐานในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยพลังงานที่ถูกใช้นอกเหนือไปจากงานทางด้านสาธารณูปโภคจะถูกนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตเป็นส่วนใหญ่ ด้วยสัดส่วนของมูลค่าพลังงานร้อยละ 36 ของพลังงานรวมที่ถูกใช้ภายในประเทศ ทั้งนี้หากพลังงานส่วนใหญ่ของประเทศถูกนำใช้ไปอย่างขาดประสิทธิภาพ ก็ย่อมทำให้เกิดความสูญเปล่าและนำมาซึ่งความสูญเสียอย่างใหญ่หลวงต่อประเทศได้ ดังนั้น ภาคอุตสาหกรรมการผลิตจึงเป็นส่วนอุตสาหกรรมที่ถูกหยิบยกขึ้นมาเป็นประเด็นในการศึกษาประสิทธิภาพพลังงานในงานวิจัยนี้ โดยมีกรมพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน หรือ พพ.เป็นผู้สนับสนุนงานวิจัย

คำว่า "ประสิทธิภาพพลังงาน" นี้ หมายถึง ความสามารถเชิงพลังงานในการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ ออกมา ทั้งนี้หากเราสามารถลดพลังงานที่ใช้ในการผลิตสินค้าปริมาณเท่าเดิมลงไปได้ นั่นย่อมหมายความว่า เราสามารถเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในการผลิตได้นั่นเอง โดยทั่วไปแล้วเราไม่สามารถประเมินหาค่าประสิทธิภาพพลังงานออกมาเป็นตัวเลขได้อย่างชัดแจ้ง หากแต่จะต้องประเมินค่าดังกล่าวผ่านทางตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานแบบต่างๆ เท่านั้น

ในงานวิจัยนี้ ตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานที่สำคัญที่ถูกหยิบยกขึ้นมา คือ ความเข้มพลังงาน (Energy Intensity หรือ EI) ซึ่งมีค่าเท่ากับ ปริมาณพลังงานเบื้องต้นที่ใช้ ต่อ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product หรือ GDP) ซึ่งตลอดระยะเวลา 10 กว่าปีที่ผ่านมา (ช่วงปี พ.ศ. 2534 – ปัจจุบัน) ค่าความเข้มพลังงานของประเทศไทยมีค่าประมาณอยู่ที่ 50,000 KJ ต่อ GDP มูลค่า 100 บาท และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มสูงขึ้น (ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1) ในขณะที่ประเทศอื่นๆ ต่างมีความพยายามในการควบคุมมิให้ค่าดังกล่าวเพิ่มขึ้น หรือทำให้มีแนวโน้มลดลง ประเทศไทยภายใต้สถานการณ์การเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มพลังงานนี้ สื่อให้เห็นถึงความสูญเสียที่เราจะได้รับ ทั้งในรูปของความสูญเสียจากการใช้พลังงานที่ขาดประสิทธิภาพ ตลอดจนความสูญเสียจากศักยภาพการผลิตที่ลดต่ำลง ซึ่งจะส่งผลทำให้เราสูญเสียความสามารถในการแข่งขันเชิงการค้ากับประเทศคู่ค้าอื่นๆ ในที่สุด

นอกจากค่าความเข้มพลังงานแล้ว ตัวชี้วัดที่สำคัญอีกตัวหนึ่งที่มักจะปรากฏอยู่บนงานวิจัยต่างๆ คือ ความยืดหยุ่นพลังงาน (Energy Elasticity หรือ EE) ซึ่งหาได้จากสัดส่วนระหว่างอัตราการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานเบื้องต้น ต่อ อัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

หรือ GDP สำหรับประเทศไทย ค่าความยืดหยุ่นของพลังงานก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกันกับค่าความเข้มพลังงาน



รูปที่ 1.1 แนวโน้มค่าความเข้มพลังงานเบื้องต้นของประเทศไทยเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ

ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มพลังงาน (EI) และค่าความยืดหยุ่นพลังงาน (EE) นั้นนับเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งจะต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยทางรัฐบาลได้เล็งเห็นถึงความสำคัญ และได้มอบหมายให้กรมพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน หรือ พพ.เป็นผู้รับผิดชอบในการบริหาร และจัดการเกี่ยวกับภารกิจดังกล่าว แต่เนื่องจากภาคอุตสาหกรรมการผลิตมีความซับซ้อน และมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย จึงทำให้การศึกษาประสิทธิภาพพลังงานของทั้งภาคอุตสาหกรรมไม่สามารถดำเนินการให้ลุล่วงได้ในเวลาที่จำกัด ดังนั้นทางกรมพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน หรือ พพ.จึงได้ทำการแบ่งกลุ่มของอุตสาหกรรมออกเป็นส่วนๆ โดยงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงการศึกษาในส่วนของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำเพียงเท่านั้น

อุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นภาคอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเป็นแบบสิ้นเปลือง (Conventional Energy Resource ได้แก่พลังงานจำพวกถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ) และไฟฟ้า ในสัดส่วนร้อยละ 7.9% ของภาคอุตสาหกรรมทั้งหมด ทั้งนี้ภาคอุตสาหกรรมดังกล่าวยังสามารถสร้างรายได้จากการส่งออกสูงเป็นลำดับต้นๆ ของประเทศอีกด้วย ทำให้ภาคอุตสาหกรรมดังกล่าวถูกหยิบยกขึ้นมาเป็นประเด็นในการศึกษา โดยมีความมุ่งหวังที่จะเพิ่มศักยภาพในการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศให้สูงขึ้น

1.2 ข้อมูลพื้นฐานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

อุตสาหกรรมสิ่งทอ (Textile Industry) เป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและการจ้างงานภายในประเทศเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้ในปี พ.ศ. 2544อุตสาหกรรมสิ่งทอก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มมากถึงร้อยละ 5.2 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ไปพร้อมๆ กับการจ้างงานในปริมาณสูงกว่า 1.08 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 21.2 ของการจ้างงานในภาคอุตสาหกรรมโดยรวมเลยทีเดียว จากสถิติดังกล่าวเราอาจกล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมสิ่งทอนั้นเป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ และเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญยิ่งของประเทศไทยอุตสาหกรรมหนึ่ง

ตารางที่ 1.1 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม และการจ้างงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งระบบ

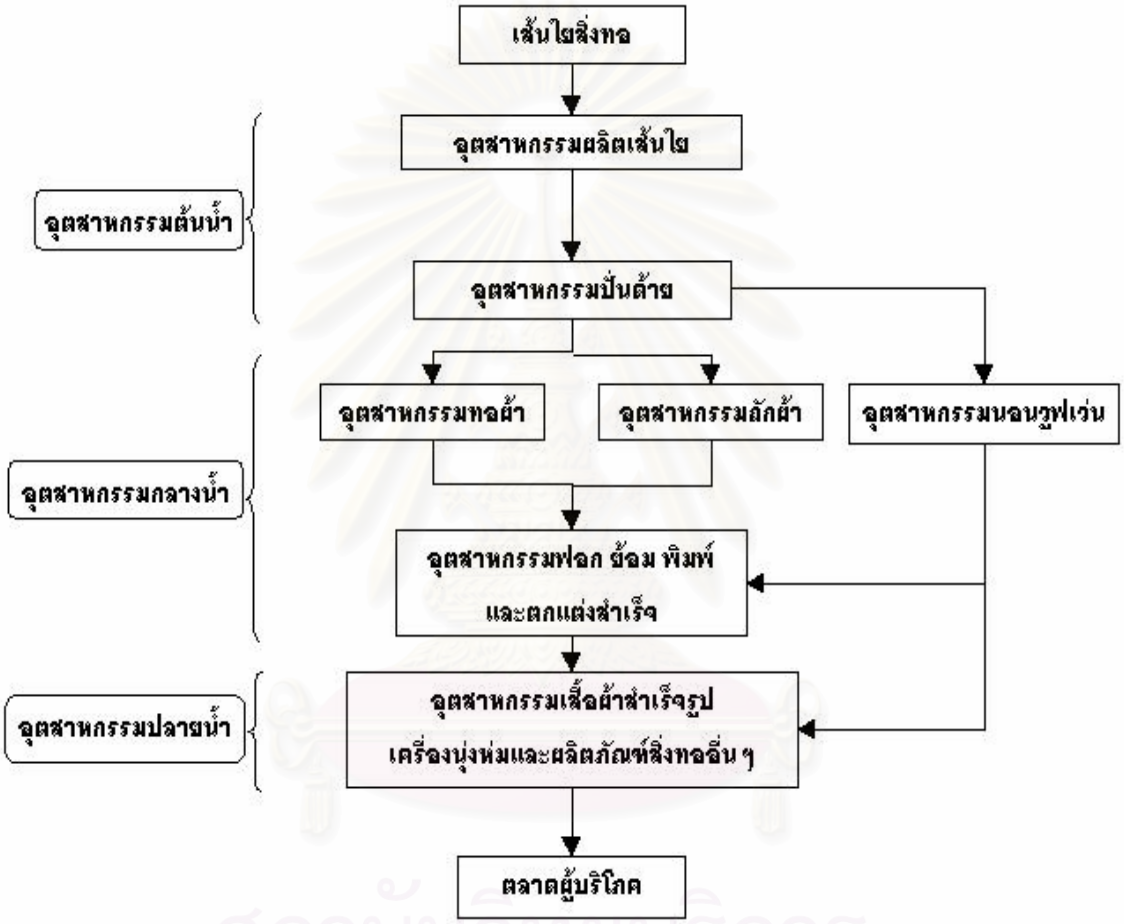
ประเภทอุตสาหกรรม	จำนวนโรงงาน (โรง)			คนงาน(คน)		
	2544	2545	2546	2544	2545	2546
เส้นใย	17	18	23	15340	15600	15715
ปั่นด้าย	149	150	155	60470	60580	63036
ทอผ้าและถักผ้า	1,332	1,345	1,376	118520	118910	123876
ฟอกย้อม พิมพ์และตกแต่ง	405	409	438	46750	59930	63379
เครื่องนุ่งห่ม	2,641	2,648	2,711	840460	840850	852163
รวม	4,544	4,570	4,703	1,081,540	1,095,870	1,118,169

ทั้งนี้อุตสาหกรรมสิ่งทอของไทยมีลักษณะเป็นอุตสาหกรรมแบบครบวงจร โดยเริ่มตั้งแต่การเตรียม และปั่นเส้นใย จนไปถึงอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยมีรายละเอียดดังแสดงไว้ในหัวข้อถัดไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 ประเภทของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

อุตสาหกรรมสิ่งทอของไทยประกอบด้วยกลุ่มอุตสาหกรรมย่อย 3 กลุ่ม ได้แก่ อุตสาหกรรมต้นน้ำ (Upstream) ซึ่งประกอบไปด้วย อุตสาหกรรมเส้นใย และอุตสาหกรรมปั่นด้าย, อุตสาหกรรมกลางน้ำ (Midstream) ประกอบด้วย อุตสาหกรรมทอผ้า ถักผ้า ตลอดจนอุตสาหกรรมฟอกย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ และกลุ่มสุดท้าย คือ อุตสาหกรรมปลายน้ำ



(Downstream) ซึ่งประกอบไปด้วย อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องนุ่งห่มต่างๆ ทั้งนี้อุตสาหกรรมทั้ง 3 ส่วนย่อย มีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวเนื่องกันในระบบ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2

รูปที่ 1.2 โครงสร้างอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งระบบของประเทศไทย

1.3.1 อุตสาหกรรมต้นน้ำ

1.3.1.1 <u>อุตสาหกรรมเส้นใย</u> เราสามารถแบ่งประเภทของเส้นใยออกเป็น 2 ประเภท คือ

- เส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ เส้นใยฝ้าย เส้นใยไหม ลินิน ป่าน ปอ เป็นต้น โดยเส้นใยฝ้ายเป็นที่นิยมมากที่สุด แต่ประเทศไทยยังจำเป็นต้องนำเข้าฝ้ายในรูปต่างๆ จากต่างประเทศเกือบทั้งหมด ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยไม่เหมาะสมกับการปลูกฝ้ายนั่นเอง

- เส้นใยสังเคราะห์ ได้แก่ เส้นใยโพลีเอสเตอร์ เส้นใยไนลอน เส้นใยอะครีลิค และเส้นใยเรยอน

อุตสาหกรรมเส้นใย เป็นอุตสาหกรรมที่มีการลงทุนสูง ซึ่งปัญหาสำคัญของอุตสาหกรรมนี้ คือ การผลิตวัตถุดิบเพื่อป้อนให้กับอุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์ภายในประเทศยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ และยังสามารถผลิตวัตถุดิบได้เพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้น

1.3.1.2 <u>อุตสาหกรรมปั่นด้าย</u> อุตสาหกรรมปั่นด้ายนี้จะอาศัยวัตถุดิบเส้นใยสังเคราะห์ภายในประเทศเป็นหลัก โดยมีการนำเข้าเป็นบางส่วนเท่านั้น

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมปั่นด้าย ได้แก่

- เส้นด้ายฝ้ายซึ่งแบ่งเป็นเส้นด้ายสำหรับทอผ้า และเส้นด้ายสำหรับเย็บ
- เส้นด้ายใยสังเคราะห์ ได้แก่ เส้นด้ายโพลีเอสเตอร์ เส้นด้ายไนลอน เส้นด้ายอะครีลิค และเส้นด้ายเรยอน

ในอดีตโรงงานภายในประเทศจะผลิตเส้นด้ายฝ้ายเป็นหลัก แต่ในปัจจุบันได้มีการนำเอาเส้นใยตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไปมาผสมกัน เพื่อให้เส้นด้ายมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปตามความต้องการของตลาด

1.3.2 อุตสาหกรรมกลางน้ำ

1.3.2.1 <u>อุตสาหกรรมทอผ้า และถักผ้า</u> เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบจากอุตสาหกรรมปั่นด้าย ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมทอผ้า และถักผ้า ได้แก่

- ผ้าทอ ประกอบด้วยผ้าทอจากใยฝ้าย ใยสังเคราะห์ และใยผสม
- ผ้าถัก ประกอบด้วยผ้าถักจากใยฝ้าย ใยสังเคราะห์ และใยผสม

1.3.2.2 <u>อุตสาหกรรมฟอกย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ</u> จัดเป็นอุตสาหกรรมในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตผ้าก่อนออกสู่ผู้บริโภค หรือโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยกลุ่มอุตสาหกรรมนี้จะทำหน้าที่ในการเพิ่มคุณค่าให้กับผ้าผืนในด้านต่างๆ เช่น ความสวยงาม สวมใส่สบาย และเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานในกิจกรรมต่างๆ เช่น อ่อนนุ่ม มันเงา กันน้ำ หรือยับยาก เป็นต้น ผ่านทางกระบวนการฟอกย้อม พิมพ์ และแต่งสำเร็จในขั้นสุดท้าย

1.3.3 อุตสาหกรรมปลายน้ำ

อุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม เป็นอุตสาหกรรมปลายน้ำของระบบโครงสร้างอุตสาหกรรมสิ่งทอไทย โดยการผลิตส่วนใหญ่ยังคงใช้เครื่องจักรที่มีอายุการใช้งานยาวนาน แต่กระนั้นอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มก็ยังคงเป็นอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าการส่งออกสูงสุด เนื่องจากแรงงานไทยเป็นแรงงานที่มีฝีมือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีความประณีต และส่งผลทำให้เครื่องนุ่งห่มของไทยเป็นที่ต้องการของตลาด ไม่เฉพาะตลาดภายในประเทศเท่านั้น หากแต่ยังรวมไปถึงตลาดต่างประเทศด้วย ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม ได้แก่

- เสื้อผ้าสำเร็จรูปจากการทอ
- เสื้อผ้าสำเร็จรูปจากการถัก

นอกจากอุตสาหกรรมสิ่งทอดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังมีอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วยในส่วนของอุตสาหกรรมปลายน้ำ เช่น อุตสาหกรรมไหม อุตสาหกรรมนอนวูฟเวน (ผลิตผ้าอ้อมเด็ก ชุดผ่าตัดของแพทย์ ผลิตภัณฑ์ที่ไว้ใช้ในโรงพยาบาล) และอุตสาหกรรมสิ่งทอเพื่อการเคหะ เป็นต้น

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญอยู่ที่การศึกษา และวิเคราะห์ทิศทางการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ส่วนกลางน้ำของประเทศไทย โดยใช้ดัชนีดิวิเซีย (Divisia Index) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มพลังงาน (Energy Intensity) ซึ่งผลของการวิเคราะห์จะถูกนำไปเชื่อมโยงกับข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการด้านพลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

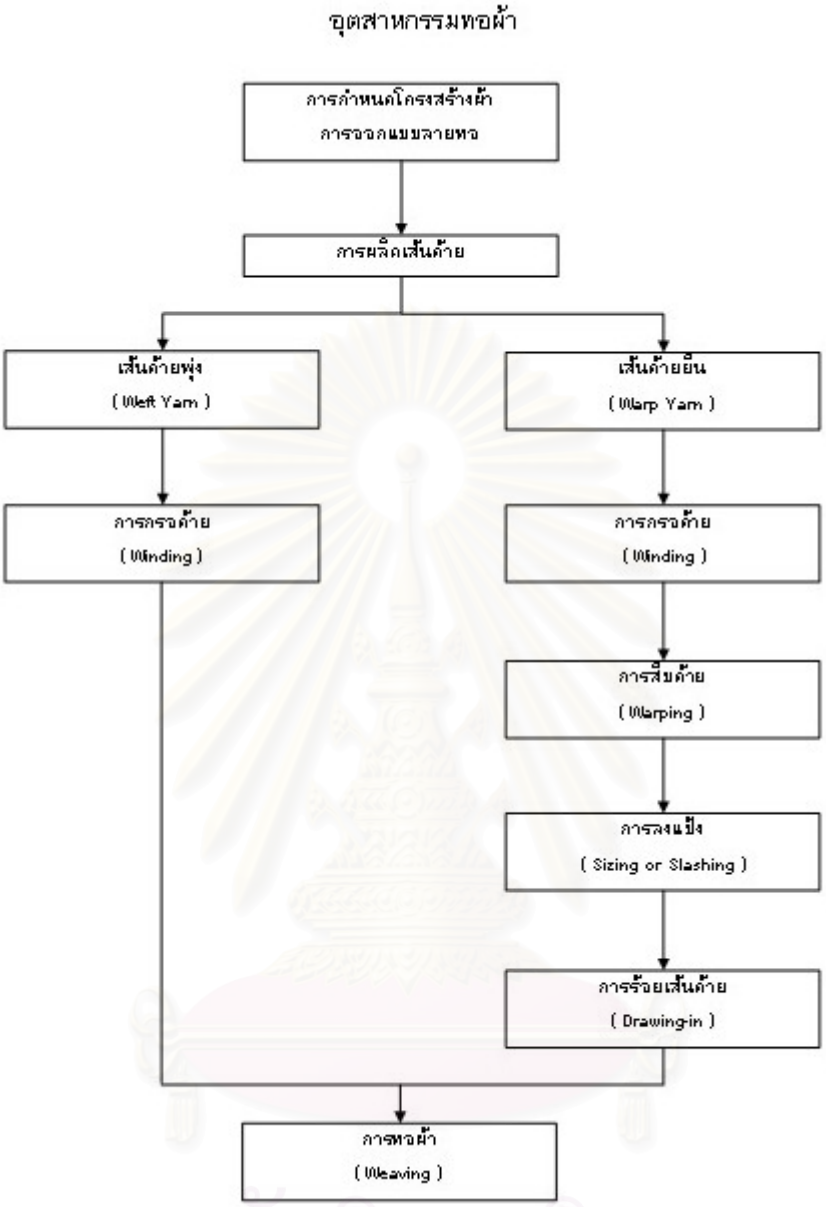
1. ศึกษาข้อมูลการใช้พลังงาน และข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ อันประกอบไปด้วย ข้อมูลด้านการผลิต ข้อมูลด้านมูลค่าเพิ่ม และข้อมูลสินค้าขาย ของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำผ่านทางดัชนีดิวิเซีย โดยในที่นี้อุตสาหกรรมกลางน้ำจะครอบคลุมเฉพาะ อุตสาหกรรมฟอกย้อม พิมพ์ , ทอผ้า และถักผ้า เฉพาะที่ทำมาจากเส้นใยสังเคราะห์ (Man Made Fibers) และเส้นใยฝ้าย (Cotton) เท่านั้น ทั้งนี้ข้อมูลการตรวจวัดของอุตสาหกรรมส่วนดังกล่าว ได้มาจากโรงงานตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้นประมาณ 20 โรงงาน

2. ทำการศึกษา และประเมินสถานการณ์ ตลอดจนวิเคราะห์ทิศทางการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ

3. จัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการด้านพลังงานซึ่งอ้างอิงจากข้อมูลทางด้านเทคนิคในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำโดยจะทำการเชื่อมโยงข้อมูลด้านพลังงาน และเศรษฐศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

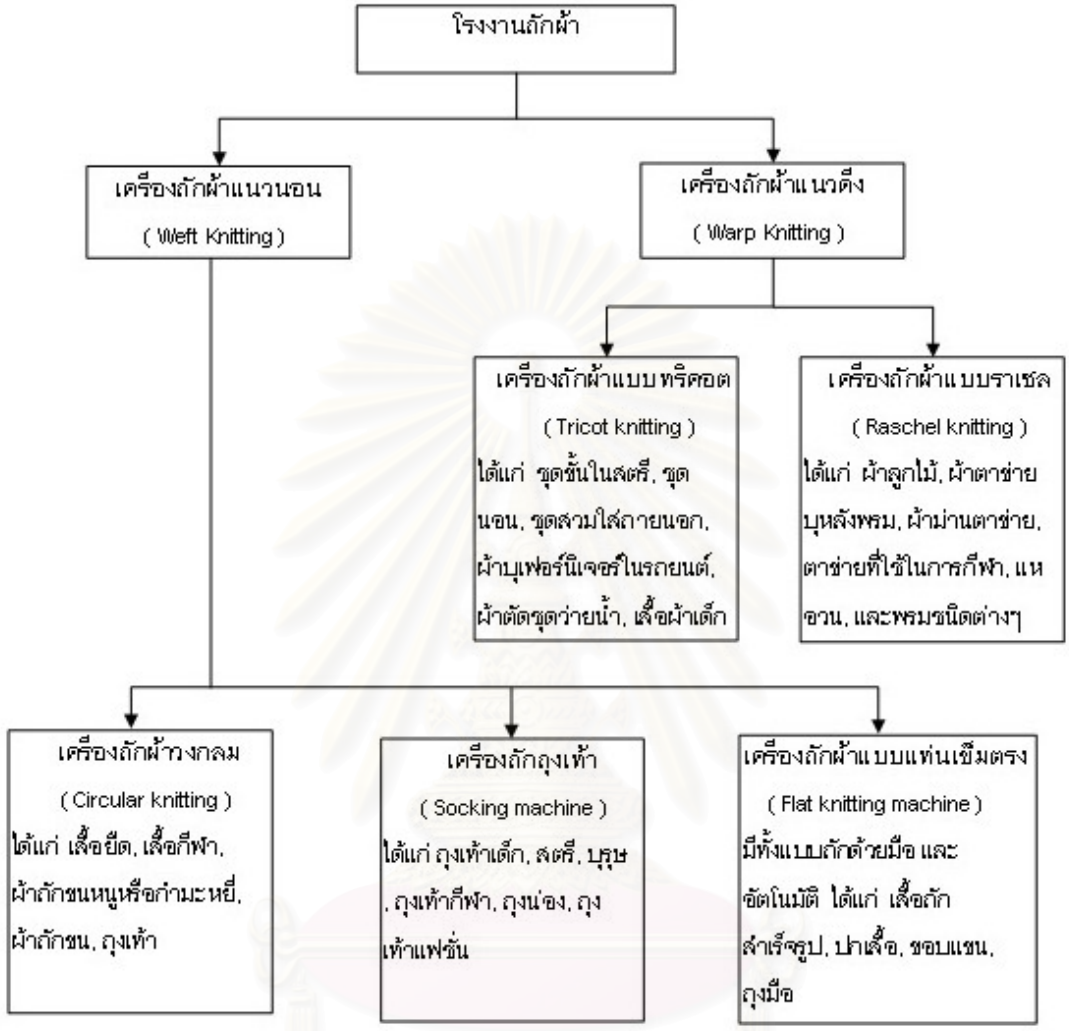
1.6 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ



รูปที่ 1.3 กระบวนการในการทอผ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

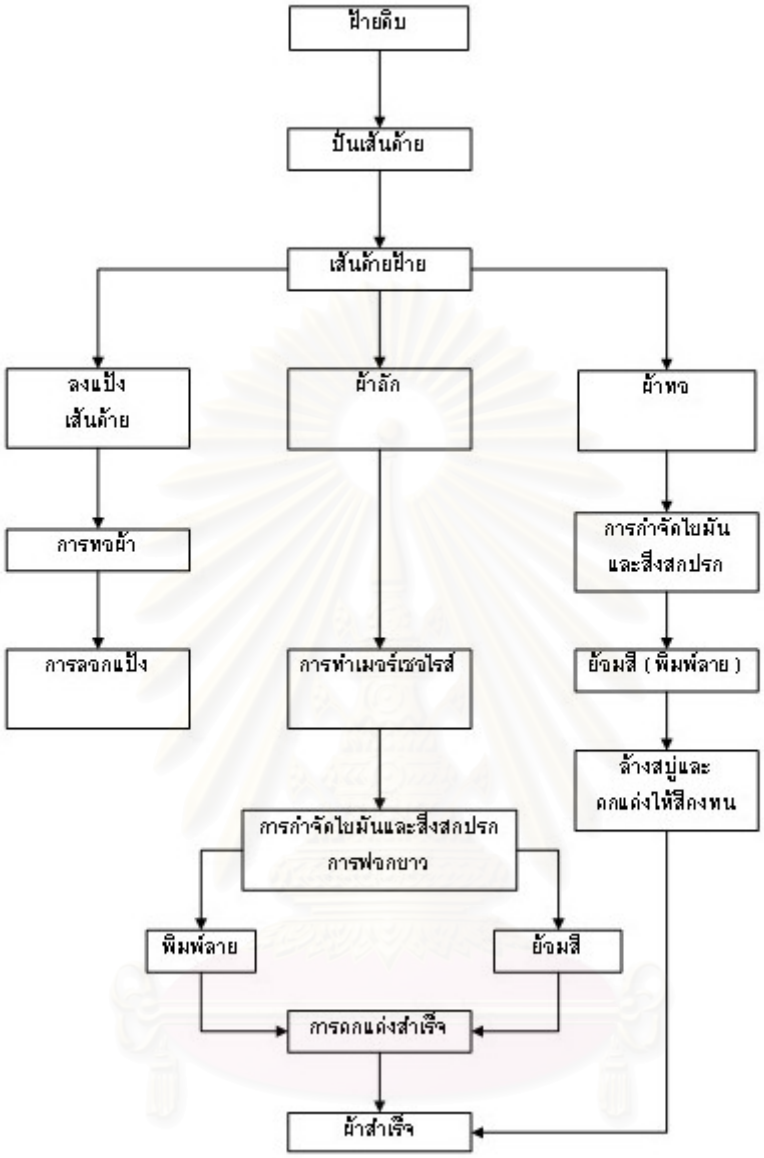
อุตสาหกรรมถักผ้า



รูปที่ 1.4 กระบวนการในการถักผ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ ผลิตภัณฑ์จากฝ้าย



รูปที่ 1.5 อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ ผลิตภัณฑ์จากฝ้าย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.7 ขั้นตอนในการวิจัย

1. สำรวจงานวิจัย และค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาขั้นตอน และรายละเอียดประกอบงานวิจัย
3. เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วย
    3.1ข้อมูลด้านพลังงาน
    3.2ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์
4. ศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวชี้วัดทางด้านวิศวกรรม และเศรษฐศาสตร์ที่สำคัญ
5. นำผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ไปใช้ในการประเมินสถานการณ์ ตลอดจนทิศทางการเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ
6. สรุปผลและจัดทำข้อเสนอแนะ
7. จัดทำเป็นรูปเล่มวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนต่างๆ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นประโยชน์ต่อการประเมินสถานการณ์ทั้งในเชิงวิศวกรรมพลังงาน และในเชิงเศรษฐศาสตร์ของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยไปใช้ในการกำหนดแนวทางตลอดจนจัดทำแผนการดำเนินงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำในอนาคต

3. สามารถประยุกต์หลักการ ตลอดจนวิธีการต่างๆ ที่ปรากฏในการวิจัยไปใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพพลังงานของภาคอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้

4. สามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไปได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินการวิจัยในช่วงเวลาต่างๆ

แผนดำเนินการ	ปี 2547							ปี 2548							
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
1. สำรวจงานวิจัย และค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง															
2. ศึกษาขั้นตอน และรายละเอียดประกอบงานวิจัย															
3. เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย															
4. ศึกษาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวชี้วัด															
5. นำผลลัพธ์ที่ได้ไปประเมินสถานการณ์ตลอดจนทิศทางการเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอกลางน้ำ															
6. สรุปผลและจัดทำข้อเสนอแนะ															
7.จัดทำเป็นรูปเล่มวิทยานิพนธ์															

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency)

คำว่า “ประสิทธิภาพพลังงาน” นั้น ถูกหยิบยกขึ้นมาเป็นประเด็นหลักในการค้นคว้าวิจัยกันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเป็นผลเนื่องมาจากความตื่นตัวของภาครัฐ และเอกชนซึ่งได้รับผลกระทบโดยตรงจากวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ทั้งนี้ผลลัพธ์ของการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าวจะถูกนำไปเชื่อมโยงกับนโยบายทางด้านพลังงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการพัฒนาในทางที่ดีขึ้นต่อไปในอนาคต

ประโยชน์ของการศึกษาในประเด็นดังกล่าวมิได้หยุดอยู่ที่ผลประโยชน์เชิงพาณิชย์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ยังรวมไปถึงการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

ทั้งนี้คำว่า ”ประสิทธิภาพพลังงาน” นี้ เป็นพจน์ที่มีความทั่วไปซึ่งหมายถึง ความสามารถเชิงพลังงานในการผลิตสินค้า หรือผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ ออกมา ทั้งนี้หากเราสามารถลดพลังงานที่ใช้ในการผลิตสินค้าปริมาณเท่าเดิมลงได้ นั่นย่อมหมายความว่า เราสามารถเพิ่มค่าประสิทธิภาพพลังงานได้นั่นเอง โดยทั่วไปแล้วเราไม่สามารถประเมินค่าประสิทธิภาพพลังงานออกมาเป็นตัวเลขได้อย่างชัดแจ้ง หากแต่เราสามารถประเมินค่าดังกล่าวผ่านทางตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานแบบต่างๆ ซึ่งตัวชี้วัดส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปสัดส่วนระหว่างผลลัพธ์ของกระบวนการที่เป็นประโยชน์ กับพลังงานนำเข้า

ในที่นี้เราสามารถแบ่งกลุ่มของตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่

2.1.1 ตัวชี้วัดเชิงอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamic Indicators) ตัวชี้วัดแบบแรกนี้ถูกสร้างขึ้นจากศาสตร์ด้านอุณหพลศาสตร์โดยตรง โดยจะมุ่งเน้นไปที่พลังงานเป็นหลักไม่ว่าจะเป็นส่วนของผลลัพธ์ หรือส่วนนำเข้า

2.1.2 ตัวชี้วัดแบบกึ่งกายภาพ กึ่งอุณหพลศาสตร์ (Physical – Thermodynamic Indicators) ตัวชี้วัดแบบที่สองนี้เป็นตัวชี้วัดที่นำเอาหน่วยกายภาพไปใช้ในการกำหนดผลลัพธ์ เช่น ตันของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ในขณะที่ส่วนนำเข้ายังคงใช้หน่วยของศาสตร์ทางด้านอุณหพล-ศาสตร์อยู่

2.1.3 ตัวชี้วัดแบบกึ่งเศรษฐศาสตร์ กึ่งอุณหพลศาสตร์ (Economic – Thermodynamic Indicators) ตัวชี้วัดชนิดนี้คล้ายกับตัวชี้วัดชนิดที่ 2 หากแต่มีความแตกต่างอยู่ที่ ส่วนผลลัพธ์ของ

ตัวชี้วัดชนิดที่ 3 นี้จะถูกกำหนดให้อยู่ในรูป “มูลค่าเงิน” (มิได้กำหนดเป็นหน่วยทางกายภาพดังเช่นตัวชี้วัดชนิดที่ 2)

2.1.4 ตัวชี้วัดเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Indicators) ตัวชี้วัดเชิงเศรษฐศาสตร์นี้เป็นการมองเฉพาะมูลค่าของเงิน ทั้งในส่วนของผลลัพธ์ และส่วนนำเข้า โดยค่าดังกล่าวจะถูกประเมินขึ้นมาด้วยหลักการทางเศรษฐศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์

2.1.1 ตัวชี้วัดเชิงอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamic Indicators)

คำว่า “อุณหพลศาสตร์” นี้ หมายถึง ศาสตร์ที่เกี่ยวเนื่องกับพลังงาน ซึ่งในที่นี้เราจะกล่าวถึงประสิทธิภาพพลังงานตามกฎข้อที่ 1 และ 2 ของอุณหพลศาสตร์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของตัวชี้วัดเชิงอุณหพลศาสตร์

2.1.1.1 ประสิทธิภาพพลังงานของกฎข้อที่ 1 ของอุณหพลศาสตร์

สำหรับกฎข้อที่ 1 นี้ จะมุ่งเน้นไปที่ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency หรือ Enthalpic Efficiency) โดยส่วนนำเข้า และส่วนของผลลัพธ์จะถูกวัดเป็นค่าของความร้อน หรือ ค่าของการเปลี่ยนแปลงความร้อน (Enthalpic Change, ΔH)

เราสามารถเขียนสมการของประสิทธิภาพเชิงความร้อนของกระบวนการใดๆ ได้ดังสมการที่ 1

$$E_{\Delta H} = \frac{\Delta H_{out}}{\Delta H_{in}} \qquad (1)$$

โดยที่

$E_{\Delta H}$ หมายถึง ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ΔH_{in} หมายถึง ผลรวมส่วนนำเข้าของพลังงานความร้อนในกระบวนการที่ศึกษา

ΔH_{out} หมายถึง ผลรวมส่วนผลลัพธ์ของพลังงานความร้อนที่เป็นประโยชน์ในกระบวนการที่ศึกษา

สิ่งที่ต้องตระหนักถึงสำหรับการวัดประสิทธิภาพเชิงความร้อน คือ ผลลัพธ์ด้านพลังงานที่วัดได้นั้น วัดมาจากพลังงานที่เป็นประโยชน์เท่านั้น (Useful Output) ทั้งนี้พลังงานบางส่วนอาจสูญหายไป แต่ผลรวมของพลังงานจะต้องเท่าเดิมเสมอ ตามกฎอนุรักษ์พลังงานที่กล่าวไว้ว่า “พลังงานจะไม่สูญหาย หรือถูกสร้างขึ้น หากแต่จะมีการแปรเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปแบบอื่น “

ตัวอย่างเช่น หลอดไฟแบบไส้มีประสิทธิภาพเชิงความร้อน 6% นั่นหมายความว่าพลังงานที่เป็นประโยชน์จะมีค่าเพียง 6 หน่วย หากพลังงานนำเข้าเป็น 100 หน่วย โดยพลังงานที่สูญหายไป 94 หน่วยนั้นอาจถูกแปรเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปแบบอื่น

จุดอ่อนประการหนึ่งของประสิทธิภาพเชิงความร้อน คือ การไม่คำนึงถึงคุณภาพของพลังงาน (Energy Quality) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วในอุตสาหกรรมหนึ่งๆ อาจมีการใช้พลังงานมาจากหลายๆ แหล่ง ซึ่งให้ค่าความร้อนแตกต่างกันออกไป การรวมผลลัพธ์ที่ได้จากแหล่งกำเนิดความร้อนที่แตกต่างกันจึงอาจทำให้ผลของการศึกษามีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้

ปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพพลังงานนั้นเปรียบได้กับปัญหาการเปรียบเทียบบนความแตกต่าง ซึ่งผลของการเปรียบเทียบที่ได้ย่อมผิดเพี้ยน และไม่น่าเชื่อถือ

สำหรับความผิดพลาดในประเด็นคุณภาพพลังงานนั้น ได้ถูกศึกษาโดยวิจัยหลายๆ ท่าน ซึ่งในที่นี้จะขอยกตัวอย่างขึ้นมาเพียง 1 ตัวอย่างเท่านั้น คือ การศึกษาประสิทธิภาพพลังงานของประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบสัดส่วนของพลังงาน ต่อ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Energy : GDP Ratio) 2 วิธี โดยวิธีแรกนั้นจะไม่คำนึงถึงความแตกต่างด้านคุณภาพพลังงานอันเป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างของแหล่งกำเนิดพลังงาน ส่วนอีกวิธีหนึ่งเป็นการคำนวณที่อ้างอิงค่าคุณภาพพลังงาน ผลของการศึกษาปรากฏว่า วิธีที่หนึ่งให้ค่าสัดส่วนดังกล่าวอยู่ที่ 15.45% (คำนวณจากช่วงเวลา 1960 – 1987) ส่วนวิธีหลังกลับให้ค่าสัดส่วนดังกล่าวมากถึง 20.26% เลยทีเดียว สำหรับผลต่างที่เกิดขึ้น 4.81% นั้น จะส่งผลกระทบอย่างใหญ่หลวงต่อการคำนวณดัชนีราคาผู้บริโภคในระดับชาติ จากตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นว่าในการศึกษาระดับสูง หรือการศึกษาเชิงภาพรวม เราจำเป็นต้องคำนึงถึงค่าคุณภาพของพลังงานด้วย

สำหรับการนำเอาค่าคุณภาพพลังงานมาปรับแต่งประสิทธิภาพความร้อนนี้สามารถคำนวณได้จากการปรับแต่งค่าประสิทธิภาพความร้อนด้วยค่าสัมประสิทธิ์คุณภาพพลังงาน โดยเราเรียกวิธีการดังกล่าวว่า วิธีการคุณภาพเทียบเท่า (Quality Equivalent Methodology หรือ QEM) ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1 นี้

ตารางที่ 2.1 สัมประสิทธิ์คุณภาพพลังงานจากแหล่งกำเนิดพลังงานต่างๆ

Process input		Process output	Relative efficiency
Hydroelectricity	→	Delivered electricity	$\Phi_1 = 1.0000$
Delivered Gas	→	Delivered electricity	$\Phi_2 = 0.7544$
Oil products	→	Delivered electricity	$\Phi_3 = 0.3885$
Wellstream gas	→	Delivered gas	$\Phi_4 = 1.0000$
Crude oil	→	Oil products	$\Phi_5 = 1.0000$
Delivered electricity	→	Heat	$\Phi_6 = 0.7652$
Delivered gas	→	Heat	$\Phi_7 = 1.2879$
Oil products	→	Heat	$\Phi_8 = 1.3224$
Delivered gas	→	Transport	$\Phi_9 = 1.0725$
Oil products	→	Transport	$\Phi_{10} = 0.9950$
Delivered electricity	→	Lighting	$\Phi_{11} = 1.0000$

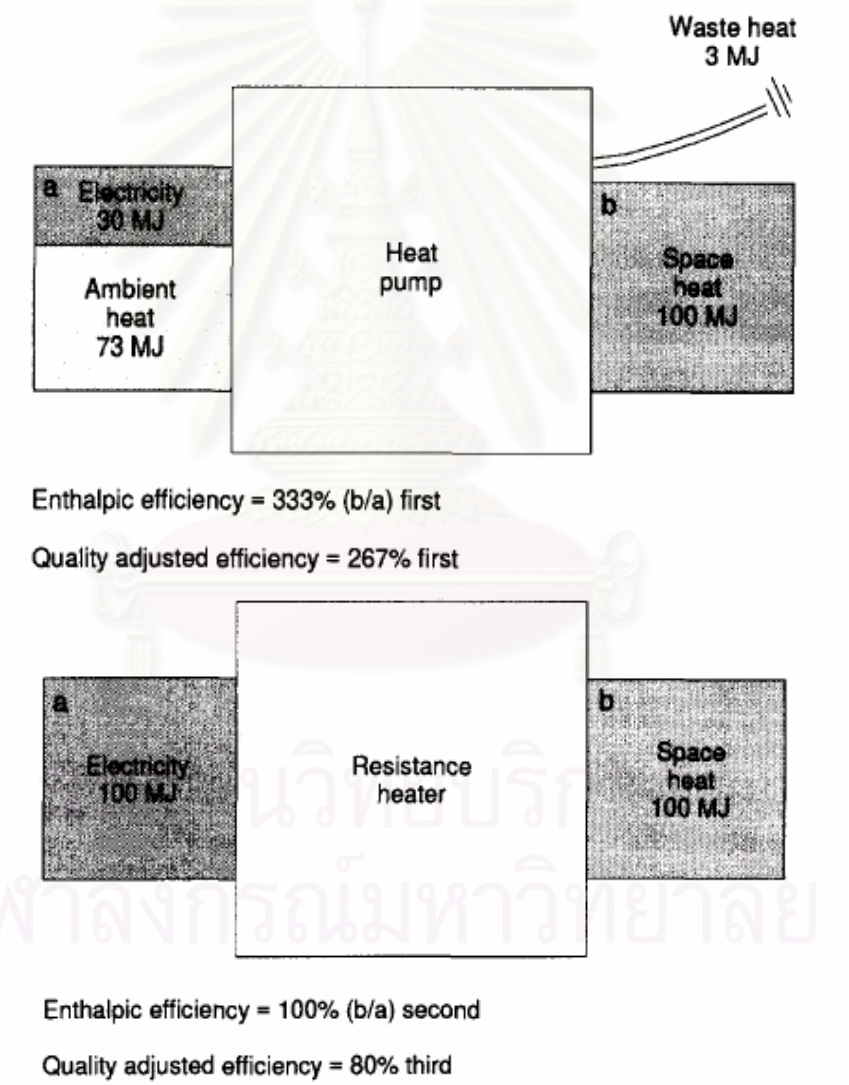
ต่อไปนี้จะขอกล่าวถึงตัวอย่างความผิดพลาดในการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพความร้อนโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพพลังงาน

กำหนดให้ ในการสร้างความร้อนขนาดเท่าๆ กัน ผ่านทางกระบวนการที่แตกต่างกัน 3 กระบวนการ (ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.1) อันได้แก่

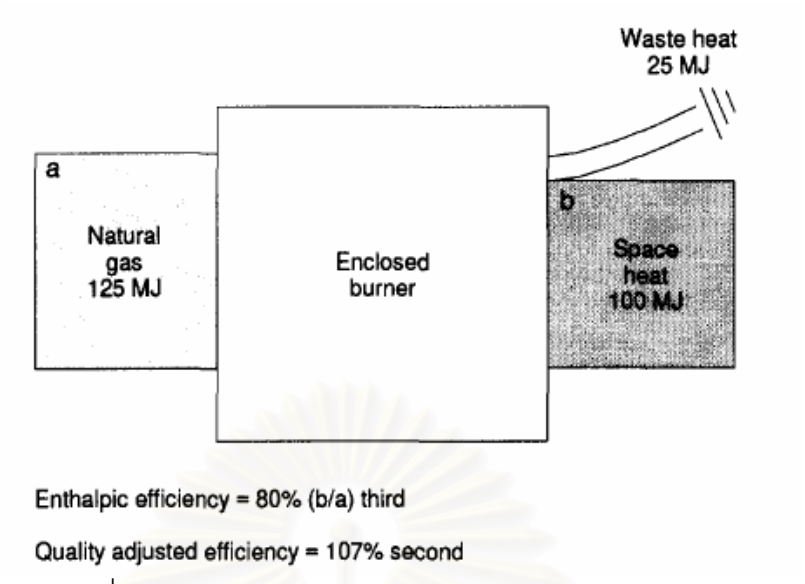
1. ใช้กระแสฟ้าสร้างความร้อนผ่านทางปั๊มความร้อน (Heat Pump)

2. ใช้กระแสไฟฟ้าสร้างความร้อนผ่านทางขดลวดความร้อน (Resistance Heater)

3. ใช้ก๊าซธรรมชาติสร้างความร้อนผ่านทางเตาความร้อนแบบปิด (Enclosed Burner)



รูปที่ 2.1 การเรียงลำดับกระบวนการด้วยประสิทธิภาพความร้อนก่อนและหลังการปรับค่าด้วยคุณภาพพลังงาน



รูปที่ 2.1 (ต่อ) การเรียงลำดับกระบวนการด้วยประสิทธิภาพความร้อนก่อน และหลังการปรับค่าด้วยคุณภาพพลังงาน

ในการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน เราอาจกล่าวได้อย่างถูกต้องว่ากระบวนการที่ 1 นั้นมีประสิทธิภาพมากกว่ากระบวนการที่ 2 เพราะทั้งสองกระบวนการนั้นใช้แหล่งพลังงานเดียวกัน และได้ผลลัพธ์แบบเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม ในการเปรียบเทียบกระบวนการที่ 1 และ 2 กับกระบวนการที่ 3 นั้นจะไม่ถูกต้องหากเราพิจารณาแต่เพียงค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เป็นเพราะกระบวนการที่ 3 นั้นไม่ได้ใช้แหล่งกำเนิดพลังงานเฉกเช่น กระบวนการที่ 1 และ 2 ดังนั้น เราจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงค่าคุณภาพพลังงานเพื่อนำมาปรับค่าประสิทธิภาพพลังงานก่อนการเปรียบเทียบ ซึ่งผลของการปรับแต่งค่าพบว่า การใช้ก๊าซธรรมชาตินั้นกลับมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้กระแสฟ้าสร้างความร้อนผ่านทางขดลวดความร้อนเสียอีก

2.1.1.2 ประสิทธิภาพพลังงานของกฎข้อที่ 2 ของอุณหพลศาสตร์

ในการแก้ปัญหาเรื่องคุณภาพพลังงานนั้น นักวิจัยหลายๆ ท่านมีความพยายามในการหาฐานคุณภาพพลังงานเพื่อใช้ในการปรับแต่งค่าพลังงานความร้อนจากกฎข้อที่ 1 โดยตอนเริ่มต้นได้มีการนำเอาค่าพลังงานอิสระของกิบส์ (Gibbs Free Energy Change, ΔG) ไปใช้เป็นฐาน ซึ่งในสภาวะควบคุมอุณหภูมิ และความดัน การลดลงของค่าพลังงานอิสระของกิบส์จะหมายถึงการเพิ่มขึ้นของงานในกระบวนการ ตามความสัมพันธ์ที่ปรากฏในสมการที่ 2

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \qquad (2)$$

โดยที่

ΔG หมายถึง การเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานอิสระของกิบส์

ΔH หมายถึง การเปลี่ยนแปลงเอนทัลปี

T หมายถึง อุณหภูมิ

ΔS หมายถึง การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี

นอกเหนือไปจากการใช้ค่าพลังงานอิสระของกิบส์เป็นฐานแล้ว ยังมีการนำเสนอให้ใช้พลังงานศักย์ (Work Potential) เป็นฐานในการปรับเทียบคุณภาพของพลังงานด้วย โดยพลังงานศักย์ที่กล่าวถึงในที่นี้ จะประกอบไปด้วยพลังงาน (Energy) และงานที่พร้อมใช้ (Available Work)

จากการศึกษาพบว่าการใช้พลังงานศักย์ในการปรับเทียบดูจะมีความเหมาะสมมากกว่าการใช้ค่าพลังงานอิสระของกิบส์ ส่วนหนึ่งเป็นผลเนื่องมาจากค่าพลังงานอิสระของกิบส์มีข้อจำกัดด้านกระบวนการมากเกินไป ในขณะที่การใช้พลังงานศักย์สามารถสื่อให้เราเห็นถึงสภาพการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่เหมือนจริงมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามการใช้งานเป็นฐานก็ยังมีปัญหาอยู่บ้าง เช่น

1. “งาน” มิได้หมายความถึงผลลัพธ์ที่ต้องการเท่านั้น หากแต่ยังหมายรวมถึงความร้อนที่สูญเสียไปได้อีกด้วย

2. งานมีหลายประเภท ทำให้การเลือกประเภทของงานที่จะนำไปใช้เป็นฐานจึงไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน

นอกจากการใช้ค่าพลังงานอิสระของกิบส์ และพลังงานศักย์เป็นฐานแล้ว ยังมีผู้นำเสนอวิธีการอีกวิธีหนึ่ง คือ การเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของระบบจริง กับระบบอุดมคติ โดยใช้ความสัมพันธ์ที่แสดงไว้ในสมการที่ 3 เป็นตัวชี้วัด

$$\rho = \frac{E_{\Delta H(actual)}}{E_{\Delta H(ideal)}} \qquad (3)$$

โดยที่

ρ หมายถึง ประสิทธิภาพพลังงานของกฎข้อที่ 2 ของอุณหพลศาสตร์ในการทำงานเจาะจงอย่างหนึ่ง

$E_{\Delta H(actual)}$ หมายถึง ประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่วัดได้จริงจากกระบวนการในการทำงานเจาะจงอย่างหนึ่ง

$E_{\Delta H(ideal)}$ หมายถึง ประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่วัดได้จากกระบวนการย้อนกลับได้แบบอุดมคติในการทำงานเจาะจงอย่างหนึ่ง

สัดส่วนที่ได้จากสมการที่ 3 จะแสดงให้เห็นว่า ระบบสามารถสื่อให้เห็นถึงความเป็นอุดมคติได้มากน้อยเพียงไร

นอกจากสมการที่ 3 แล้ว ยังมีอีกสมการหนึ่งซึ่งมักถูกอ้างอิงถึงในการแปลงความร้อนให้เป็นงาน นั่นคือ สมการของเคลวิน (Kelvin's Formula) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 4

$$M = \Delta H \frac{(t_1 - t_2)}{t_1} \quad (4)$$

โดยที่

M หมายถึง พลังงานกลที่ทำได้จากกระบวนการ

ΔH หมายถึง ความร้อนที่ให้กับกระบวนการ

t_1 หมายถึง อุณหภูมิของความร้อนที่ให้กับระบบ

t_2 หมายถึง อุณหภูมิของความร้อนที่ออกจากระบบ

ทั้งนี้ประสิทธิภาพพลังงานของกฎข้อที่ 2 นี้ ถูกนำไปใช้เป็นดัชนีชี้วัดความสามารถในการประหยัดพลังงานจากกระบวนการโดยการปรับปรุงด้านเทคนิคได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ตามวิธีที่นำเสนอนี้ก็มีข้อจำกัดบางประการด้วย ได้แก่

1. ความไม่อุดมคติของระบบ อันได้แก่ ความไม่อุดมคติของเครื่องจักรและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ เป็นต้น

2. กระบวนการที่เกิดขึ้นไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ กล่าวคือ กระบวนการที่เกิดขึ้นมีข้อจำกัดด้านเวลา ในขณะที่กระบวนการแบบอุดมคตินั้นกระบวนการจะดำเนินไปอย่างช้าๆ

3. วิธีดังกล่าวไม่คำนึงถึงพลังงานขาเข้าทางอ้อม

4. วิธีการดังกล่าวก็ยังไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องคุณภาพของพลังงานได้

2.1.2 **ตัวชี้วัดแบบกึ่งกายภาพ กึ่งอุณหพลศาสตร์**
(Physical – Thermodynamic Indicators)

เนื่องจากตัวชี้วัดเชิงอุณพลศาสตร์ไม่ได้คำนึงถึงความต้องการของผู้บริโภคในลำดับสุดท้าย โดยเขาเหล่านั้นอาจไม่ต้องการพลังงาน หรืองาน หากแต่ต้องการผลลัพธ์ในรูปแบบอื่น ทำให้เกิดการคิดวิเคราะห์หาตัวชี้วัดในรูปแบบอื่นขึ้นมาทดแทน ซึ่งตัวชี้วัดที่จะกล่าวถึงในหัวข้อนี้ คือ ตัวชี้วัดแบบกึ่งกายภาพ กึ่งอุณหพลศาสตร์

ตัวชี้วัดรูปแบบนี้จะทำการวัดผลลัพธ์ในหน่วยกายภาพที่ต้องการศึกษา เช่น ตันของผลิตภัณฑ์ แทนที่จะวัดออกมาในรูปของพลังงานความร้อน ซึ่งจะทำให้เราสามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์ได้ง่ายขึ้นกว่าเดิม

ข้อดีประการสำคัญของตัวชี้วัดรูปแบบนี้ คือ เราสามารถชี้วัดในประเด็นที่ศึกษาโดยเฉพาะได้ นอกจากนี้ตัวชี้วัดดังกล่าวยังสามารถสื่อให้เราเห็นถึงทิศทางการเปลี่ยนแปลง และความเป็นไปในระยะยาวได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามปัญหาเพียงอย่างเดียวของการศึกษาในระยะยาว คือ ความผันผวนของราคาผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา ทั้งนี้เป็นเพราะ ราคาตลาดจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่อย่างตลอดเวลานั่นเอง

ปัญหาที่สำคัญของการประยุกต์ใช้ตัวชี้วัดรูปแบบนี้ คือ

1. การเลือกใช้หน่วยชี้วัดทางกายภาพที่เหมาะสม บางครั้งในประเด็นหนึ่งๆ เราอาจมีหน่วยชี้วัดทางกายภาพได้หลายตัว เช่น หน่วยกายภาพในการชี้วัดผลลัพธ์ประสิทธิภาพพลังงานของที่อยู่อาศัย ซึ่งอาจใช้เป็น ตารางฟุต, ตารางเมตร หรือแม้กระทั่งลูกบาศก์ฟุต เป็นต้น

2. ในการศึกษาระดับมหภาค การเลือกหน่วยกายภาพต้องเป็นไปในทำนองเดียวกัน

3. ในกรณีที่มีผลิตภัณฑ์หลายๆ อย่าง อาจเกิดปัญหาในการจัดสรรพลังงานนำเข้าไปยังผลลัพธ์แต่ละประเภทได้

2.1.3 **ตัวชี้วัดแบบกึ่งเศรษฐศาสตร์ กึ่งอุณหพลศาสตร์**

(Economic – Thermo-dynamic Indicators)

ตัวชี้วัดรูปแบบนี้แตกต่างจากตัวชี้วัดแบบกึ่งกายภาพ กึ่งอุณหพลศาสตร์ตรงรูปแบบของผลลัพธ์ซึ่งจะถูกวัดออกมาเป็นมูลค่าของเงินแทนที่จะเป็นหน่วยวัดทางกายภาพ ทั้งนี้ตัวชี้วัดรูปแบบนี้สามารถนำไปใช้ในการศึกษาได้หลายระดับนับตั้งระดับผลิตภัณฑ์ จนไปถึงระดับภาคอุตสาหกรรมเลยทีเดียว

2.1.3.1 **สัดส่วนพลังงาน ต่อ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ**

สัดส่วนพลังงาน ต่อ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Energy : GDP Ratio) เป็นตัวชี้วัดที่นิยมใช้มากในการศึกษาระดับชาติ และการเปรียบเทียบระหว่างประเทศ

ในการเปรียบเทียบระหว่างประเทศ ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศจะถูกนำมาคำนวณเปรียบเทียบให้อยู่ในหน่วยเดียวกันเสียก่อน ซึ่งเดิมจะใช้วิธีการเทียบอัตราการแลกเปลี่ยนเงินตรา (Exchange Rate Method) แต่ต่อมาได้เปลี่ยนมาใช้วิธีเทียบ

อำนาจซื้อของค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเทียบเท่าแทน (Purchasing Power Parity of Equivalent GDP)

อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของตัวชี้วัดดังกล่าวก็มีอยู่ไม่น้อย เช่น ความไม่สามารถวัดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี หรือการเปลี่ยนแปลงส่วนประสมของผลิตภัณฑ์ได้ อีกทั้งการให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ทั้งหมด และครบถ้วนนั้นก็เป็นไปได้ยาก

2.1.3.2 สัดส่วนพลังงานภาคอุตสาหกรรม ต่อ มูลค่าผลิตภัณฑ์

ตัวชี้วัดนี้มีลักษณะเหมือนกับสัดส่วนพลังงาน ต่อ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ หากแต่แตกต่างกันที่รูปแบบของผลลัพธ์ที่วัด ซึ่งจะมองไปที่มูลค่าของผลิตภัณฑ์ มิใช่ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศดังเช่นสัดส่วนพลังงาน ต่อ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

2.1.3.3 สัดส่วนผลิตภาพพลังงาน

ตัวชี้วัดนี้ แตกต่างจากตัวชี้วัด 2 รูปแบบแรกอย่างสิ้นเชิง กล่าวคือ ตัวชี้วัดนี้เป็นการเปรียบเทียบสัดส่วนมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ต่อ ปริมาณการบริโภคพลังงานของชาติ (GDP : National's Energy Consumption) ทั้งนี้ตัวชี้วัดดังกล่าวลอกเลียนแบบมาจากการวิเคราะห์ผลิตภาพทางด้านทุน และแรงงาน โดยจะมุ่งเน้นไปที่ความสามารถในการสร้างผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ในขณะที่ลดการใช้จ่ายทางด้านพลังงานลงนั่นเอง

อย่างไรก็ตามตัวชี้วัดนี้อาจทำให้เกิดการสื่อความหมายในทางที่ผิดได้ เช่น หากเราเปลี่ยนรูปแบบการผลิตจากเครื่องจักรไปเป็นการใช้แรงงานคนแทน ปริมาณการใช้พลังงานย่อมต้องลดลง และอาจส่งผลทำให้ค่าสัดส่วนผลิตภาพพลังงานเพิ่มขึ้นได้ แต่ค่าผลิตภาพพลังงานที่ลดลงนี้ก็ไม่ได้หมายความว่าเราสามารถผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นต้น

2.1.4. ตัวชี้วัดเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Indicator)

ในตัวชี้วัดที่ผ่านมา ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของผลลัพธ์ แต่ส่วนนำเข้ายังคงเป็นหน่วยทางอุณหพลศาสตร์อยู่ ตัวชี้วัดทางด้านเศรษฐศาสตร์นี้เป็นการมองส่วนผลลัพธ์ และส่วนนำเข้าในรูปแบบของมูลค่าเงินแทน แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากราคาพลังงานจากแหล่งต่างๆ นั้นมีความผันผวน และไม่มีเสถียรภาพที่แน่นอนเมื่อเทียบกับการวัดพลังงานในหน่วยของอุณหพลศาสตร์ จึงทำให้ตัวชี้วัดนี้ไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควร

นอกจากนี้ ตัวชี้วัดดังกล่าวยังถูกมองเป็นตัวชี้วัดทางด้านการเงินมากกว่าการเป็นตัวชี้วัดทางด้านพลังงาน เพราะตัวของมันเองนั้นวัดผลออกมาในรูปของตัวเงิน ซึ่งไม่สามารถเปรียบเทียบหาการเปลี่ยนแปลงด้านพลังงานได้อย่างชัดเจน ทำให้ตัวชี้วัดรูปแบบนี้ไม่ค่อยถูกนำมาใช้มากนักในงานวิจัยทางด้านพลังงาน หากแต่จะถูกนำไปใช้ในการนำเสนอต่อบุคคลทั่วไปมากกว่า

2.1.5 ปัญหาทั่วไปจากการศึกษาตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงาน

1. การประเมินค่าผลลัพธ์ที่ต้องการในรูปแบบที่ไม่เหมาะสมอาจจะให้ผลบิดเบือนไปจากสภาวการณ์จริงได้ ซึ่งในประเด็นดังกล่าวเราจำต้องกำหนดรูปแบบผลลัพธ์ และตัวชี้วัดผลลัพธ์ที่เหมาะสม มิเช่นนั้นผลลัพธ์ของการศึกษาอาจถูกเบี่ยงเบนไปจากความจริง และอาจมีความถูกต้องได้

2. คุณภาพพลังงานเป็นประเด็นที่ส่งผลกระทบอย่างใหญ่หลวงต่อการศึกษาระบบในภาพรวม เช่น ศึกษาการใช้พลังงานประชาชาติ เป็นต้น ดังนั้นในงานวิจัยเชิงรวมควรต้องใส่ใจประเด็นดังกล่าวเป็นพิเศษด้วย

3. ปัญหาที่เกี่ยวเนื่องกับพลังงานที่มิใช่พลังงานเชิงพาณิชย์ เช่น พลังงานจากไม้หรือพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น พลังงานเหล่านี้จะไม่ถูกนำมาใช้เป็นฐานในการศึกษาประสิทธิภาพพลังงาน ทำให้ค่าประสิทธิภาพพลังงานมีความบิดเบือนไปจากความเป็นจริง

4. ปัญหาการแบ่งสัดส่วนที่มาของพลังงานในกรณีที่มีการใช้พลังงานในการผลิตสินค้าหลากหลายประเภท สำหรับประเด็นปัญหาการปันพลังงานนี้ เราอาจดำเนินการได้ 4 รูปแบบ คือ

1. การปันพลังงานทั้งหมดไปที่ผลิตภัณฑ์ที่สนใจเพียงตัวเดียว
2. การปันพลังงานโดยใช้สัดส่วนมูลค่าทางการเงินเป็นตัวปัน
3. การปันพลังงานโดยใช้หน่วยกายภาพที่สำคัญเป็นตัวปัน

5. การปันพลังงานโดยใช้สัดส่วนผลต่างพลังงานที่ประหยัดไปได้หากไม่ผลิตสินค้าดังกล่าวเป็นตัวปัน

วิธีการข้างต้นเป็นเพียงแนวทางในการศึกษาเท่านั้น ไม่มีวิธีการใดที่ถูกต้อง และให้ผลที่น่าเชื่อถืออย่างแน่นอน เพราะแต่ละวิธีนั้นมีความเหมาะสมแตกต่างกันออกไป

6. ปัญหาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง และการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีการผลิต ตัวชี้วัดที่ผ่านมาไม่สามารถจับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบได้ ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเป็นเพราะตัวชี้วัดส่วนใหญ่เป็นตัวชี้วัดที่มีฐานการอ้างอิงคงที่ ไม่ได้มีการอ้างอิงแบบต่อเนื่องนั่นเอง

จากปัญหาต่างๆ ข้างต้นทำให้เกิดการศึกษาหาตัวชี้วัด และวิธีการศึกษาที่เหมาะสมเกี่ยวกับประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งจากการศึกษาผลงานในระดับนานาชาติ เราพบว่าตัวชี้วัดที่นิยมใช้กันมาก คือ ความเข้มพลังงาน (Energy Intensity) โดยอาศัยดัชนีราคาดิวิเซีย (Divisia Index) เป็นตัวจับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2.2 **ดัชนีดิวิเซีย** (Divisia Index)

ดัชนีดิวิเซียถูกนำเสนอโดย Francois Divisia ในปี ค.ศ. 1925 โดยมีจุดเด่นอยู่ที่การเป็นดัชนีที่มีความต่อเนื่องตามเวลา ทั้งนี้หากเราพิจารณาในเชิงเศรษฐศาสตร์ ความต่อเนื่องของเวลาจะเกิดบนฟังก์ชันปริมาณ และราคาของสินค้า ซึ่งเราอาจจะกล่าวในอีกนัยหนึ่งได้ว่าราคา และปริมาณเป็นฟังก์ชันของเวลานั่นเอง

1. ฟังก์ชันของราคา คือ $P_i(t)$
2. ฟังก์ชันของปริมาณ คือ $Q_i(t)$

โดย ตัวแปร i ที่ปรากฏในฟังก์ชันทั้งสองเป็นตัวแปรที่ใช้ในการกำหนดชนิดของผลิตภัณฑ์ ณ จุดเวลา t ใดๆ ($i = 1,2,3,...,n$)

ดัชนีดิวิเซียมักถูกใช้ในการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ในระยะยาว ทั้งนี้เป็นเพราะดัชนีดังกล่าวมีการดำเนินการแบบต่อเนื่อง และคิดผลกระทบแบบลูกโซ่ ทำให้เราสามารถจับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบที่ศึกษาได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามดัชนีดิวิเซียเป็นดัชนีที่มองตัวแปรหนึ่งๆ เป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง (Continuous Variables) ซึ่งในความเป็นจริงนั้น ค่าของตัวแปรต่างๆ ไม่สามารถกำหนดให้อยู่ในรูปของตัวแปรต่อเนื่องได้ ดังนั้นผู้ใช้จำต้องใช้การประมาณการฟังก์ชันเข้าช่วยด้วยในการใช้งาน

2.2.1 **การสร้างดัชนีดิวิเซีย**

กำหนดให้

$P(\tau)$ แทน ฟังก์ชันของระดับราคาที่แปรเปลี่ยนตามช่วงเวลาต่อเนื่อง t

$Q(\tau)$ แทน ฟังก์ชันของระดับปริมาณสินค้าที่แปรเปลี่ยนตามช่วงเวลาต่อเนื่อง t

$p_i(\tau)$ แทน ค่าของฟังก์ชันราคาผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i ใดๆ บนช่วงเวลาหนึ่งๆ ที่อยู่บนช่วงเวลาต่อเนื่อง τ ซึ่ง $i = 1,2,3,...,n$

$q_i(\tau)$ แทน ค่าของฟังก์ชันปริมาณผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i ใดๆ บนช่วงเวลาหนึ่งๆ ที่อยู่บนช่วงเวลาต่อเนื่อง τ ซึ่ง $i = 1,2,3,...,n$

$V(\tau)$ แทน ฟังก์ชันของมูลค่า

จากตัวแปรข้างต้น เราจะได้ว่า

$$V(\tau) = \sum_{i=1}^{n} p_i(\tau) q_i(\tau) \quad (5)$$

หรือ $$V(\tau) = P(\tau) Q(\tau) \quad (6)$$

ทั้งนี้ค่าของ $V(\tau)$ มิได้หมายถึง ค่าดัชนีราคาแต่อย่างใด หากแต่ค่า $V(\tau)$ เป็นเพียงค่ายังผลที่ได้จากการรวมกันของมูลค่าในทุกระดับย่อย เช่นเดียวกันกับค่า $Q(\tau)$ และ $P(\tau)$ ในขณะที่ค่า $p_i(\tau)$ และค่า $q_i(\tau)$ นั้น หมายถึง ค่าที่ได้จากระดับย่อยหนึ่งๆ

จากสมการที่ 5 เราสามารถหาค่า "ดัชนีราคา" (Price Index) และ "ดัชนีปริมาณ" (Quantity Index) ได้จากค่าของ $Q(\tau)$ และ $P(\tau)$ โดยใช้หลักการของอนุพันธ์ โดยกำหนดให้มีช่วงเวลา $\Delta\tau$ ใดๆ ที่มีขนาดเล็กมาก จากนั้นจึงทำการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันในสมการที่ 6 ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ออกมาดังสมการที่ 7

$$dV(\tau) = \sum_i q_i(\tau) dp_i(\tau) + \sum_i p_i(\tau) dq_i(\tau) \quad (7)$$

จากสมการที่ 7 นำ $V(\tau)$ หารตลอดทั้งสองข้างของสมการ จะได้ว่า

$$\frac{dV(\tau)}{V(\tau)} = \frac{\sum_i q_i(\tau) dp_i(\tau)}{\sum q_i(\tau) p_i(\tau)} + \frac{\sum_i p_i(\tau) dq_i(\tau)}{\sum p_i(\tau) q_i(\tau)}$$

และจะได้ว่า

$$\frac{dV(\tau)/d\tau}{V(\tau)} = \frac{\sum_i q_i(\tau) dp_i(\tau)/d\tau}{\sum q_i(\tau) p_i(\tau)} + \frac{\sum_i p_i(\tau) dq_i(\tau)/d\tau}{\sum p_i(\tau) q_i(\tau)} \quad (8)$$

ในทำนองเดียวกันกับสมการที่ 5 หากเราใช้สมการที่ 6 เป็นสมการตั้งต้น เราจะได้ว่า

$$\frac{dV(\tau)}{d\tau} = Q\frac{dP(\tau)}{d\tau} + P\frac{dQ(\tau)}{d\tau} \quad (9)$$

และ $$\frac{dV(\tau)/d\tau}{V(\tau)} = \frac{dP(\tau)/d\tau}{P(\tau)} + \frac{dQ(\tau)/d\tau}{Q(\tau)} \quad (10)$$

สมการข้างต้นนี้ถูกเรียกว่าสมการการเติบโตของ $V(\tau)$ (Growth Rate Equation) โดยคิดผลของการเติบโตในปัจจัย 2 ปัจจัย อันได้แก่ $Q(\tau)$ และ $P(\tau)$

จากสมการที่ 8 และ 10 เราสามารถหาฟังก์ชันการเติบโตของปัจจัยด้านระดับราคาได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
\frac{dP(\tau)/d\tau}{P(\tau)} &= \frac{d\ln P(\tau)}{d\tau} \\
&= \frac{\sum_i q_i(\tau)}{\sum q_i(\tau) p_i(\tau)} dp_i(\tau)/d\tau \\
&= \sum w_i(\tau) \frac{dp_i(\tau)/d\tau}{p_i(\tau)} \\
&= \sum w_i(\tau) \frac{d\ln p_i(\tau)}{d\tau} \quad (11)
\end{aligned}$$

โดยที่ $w_i = \dfrac{p_i(\tau)q_i(\tau)}{\sum p_i(\tau)q_i(\tau)}$ หรืออาจกล่าวได้ว่า w_i เป็นค่าสัดส่วนของการถ่วงน้ำหนักณ ช่วงเวลา τ ของผลิตภัณฑ์ประเภทที่ i ก็ว่าได้

ในทำนองเดียวกับปัจจัยด้านราคา เราสามารถหาฟังก์ชันการเติบโตของปัจจัยด้านปริมาณได้ ดังนี้

$$\frac{dQ(\tau)/d\tau}{Q(\tau)} = \frac{d\ln Q(\tau)}{d\tau} = \sum w_i(\tau)\frac{d\ln q_i(\tau)}{d\tau} \quad (12)$$

ในขณะนี้เราจะได้สมการการเติบโตของราคา และปริมาณดังแสดงไว้ในสมการที่ 11 และ 12 ตามลำดับ ซึ่งจากสมการดังกล่าวเราสามารถหาดัชนีราคา และปริมาณได้โดยการหาปฏิยานุพันธ์ของสมการดังกล่าว ซึ่งจะได้ว่า

$$P_{0t}^{Div} = \frac{P(t)}{P(0)} \quad (13)$$

โดยที่

$$P(t) = P(0)\exp\left(\int_0^t \frac{\sum_i q_i(\tau)\frac{dp_i(\tau)}{d\tau}}{\sum_i q_i(\tau)p_i(\tau)}d\tau\right) = P(0)\exp\left(\int_0^t \sum_i w_i(\tau)\frac{d\ln p_i(\tau)}{d\tau}d\tau\right) \quad (14)$$

ทั้งนี้ P_{0t}^{Div} คือ ดังชีราคาแบบดิวิเซียของปีที่ t เทียบกับปีฐาน

ซึ่งในทำนองเดียวกันจะได้ว่า

Q_{0t}^{Div} คือ ดังชีปริมาณแบบดิวิเซียของปีที่ t เทียบกับปีฐาน ซึ่งมีสมการการคำนวณเป็นไปดังสมการที่ 15 และ 16

$$Q_{0t}^{Div} = \frac{Q(t)}{Q(0)} \quad (15)$$

โดยที่

$$Q(t) = Q(0)\exp\left(\int_0^t \frac{\sum_i p_i(\tau)\frac{dq_i(\tau)}{d\tau}}{\sum_i p_i(\tau)q_i(\tau)}d\tau\right) = Q(0)\exp\left(\int_0^t \sum_i w_i(\tau)\frac{d\ln q_i(\tau)}{d\tau}d\tau\right) \quad (16)$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการที่ดัชนีดิวิเซียได้มาจากการหาปฏิยานุพันธ์ของสมการอนุพันธ์ ทำให้บางครั้งดัชนีดังกล่าวมักถูกเรียกว่า ดัชนีอินทิกรัล (Integral Index)

ปัญหาที่สำคัญของดัชนีดิวิเซียอยู่ที่เราไม่สามารถหาค่าความแปรปรวนได้จากการหาปฏิ-ยานุพันธ์ (การหาปฏิยานุพันธ์ดังแสดงเป็นการหาปฏิยินุพันธ์เชิงเส้นที่เชื่อมต่อระหว่างจุดเวลาที่ 0 และ t) นั่นคือ

$$\begin{aligned} V_{ot} &= \frac{V(t)}{V(0)} \\ &= \exp\left(\int_0^t \frac{dV(\tau)/d\tau}{V(\tau)} d\tau\right) \\ &= \exp\left(\int_0^t \frac{dV(\tau)}{V(\tau)}\right) \\ &= \exp\left[f(0,t)\right] \end{aligned} \tag{17}$$

จากสมการที่ 17 เราจะได้ว่า V_{ot} เป็นฟังก์ชันที่ขึ้นอยู่กับค่าปีฐาน และปีที่ t เท่านั้น ดังนั้น

$$\begin{aligned} V_{ot} &= V_{0k} V_{kt} \\ &= \exp\left(\int_0^k \frac{dV}{V} + \int_k^t \frac{dV}{V}\right) \\ &= \exp\left(\int_0^t \frac{dV(\tau)}{V(\tau)}\right) \\ &= f(0,k) + f(k,t) \end{aligned} \tag{18}$$

จากสมการที่พิสูจน์ขึ้นมาทั้งหมด เราจะสังเกตเห็นได้ว่า ตัวแปรที่ใช้เป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาเส้นทางที่หลากหลายของการแบ่งช่วงเวลาดังที่แสดงไว้ในสมการที่ 18 ดังนั้นเวลาที่เราใช้ดัชนีดิวิเซียโดยทั่วไป เราจะแปรสมการดังกล่าวให้อยู่ในรูปของตัวแปรไม่ต่อเนื่องเสียก่อน (Discrete Variable) ซึ่งการแปรตัวแปรนี้เราจะใช้การประมาณการ (Approximation Method) เข้าช่วย นอกจากนี้ ข้อจำกัดของดัชนีดิวิเซียอีกประการหนึ่ง คือ ดัชนีดังกล่าวไม่มีความเหมาะสมในการจับการเปลี่ยนแปลงเชิงวัฏจักร (Cyclical Movement) เพราะดัชนีดิวิเซียเป็นดัชนีเส้นทางเชิงเส้นที่หาได้จากการอินทิเกรตนั่นเอง

2.3 **เศรษฐศาสตร์มหภาค และจุลภาค**

เศรษฐศาสตร์มหภาค (Macro - Economic) เป็นการศึกษาเศรษฐศาสตร์ของระบบทั้งระบบ ซึ่งประกอบไปด้วย การศึกษารายได้ประชาชาติในระดับสินค้า และการบริการทั้งหมด ทั้งนี้ในการศึกษาเราจะพบว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอยู่มากมาย เช่น รายได้, การบริโภค, การออมและการ

ลงทุนในระดับการจ้างงานโดยทั่วไป, การใช้จ่ายของรัฐบาล, การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ เป็นต้น

เศรษฐศาสตร์จุลภาค (Micro - Economic) เป็นการศึกษาเศรษฐศาสตร์ของหน่วยย่อย เช่น การกำหนดราคาสินค้าแต่ละชนิด, การกำหนดต้นทุนและปริมาณการผลิตของสินค้าแต่ละชนิด หรือแต่ละอุตสาหกรรมในตลาดสินค้าแบบต่างๆ เป็นต้น

2.4 ระบบบัญชีแห่งชาติ

ระบบบัญชีแห่งชาติประกอบไปด้วย 4 บัญชี และ 1 ตาราง อันได้แก่ บัญชีประชาชาติ หรือที่นิยมเรียกว่า บัญชีรายได้ประชาชาติ (National Income Accounting), บัญชีเศรษฐกิจต้นทุน (Flow of Fund Accounting), บัญชีดุลการชำระเงิน (Balance of Payment Accounting), บัญชีงบดุลแห่งชาติ (National Wealth or National Balance Sheet) และตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต (Input - Output Table) ซึ่งในบรรดาบัญชีแห่งชาติทั้งหลายเหล่านี้ บัญชีรายได้ประชาชาติถือเป็นบัญชีที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายที่สุด

ทั้งนี้ระดับรายได้ และผลิตภัณฑ์ประชาชาติถือเป็นเครื่องบ่งชี้ฐานะทางเศรษฐกิจของประเทศในช่วงเวลาต่างๆ ภายใต้ข้อจำกัดด้านประชากร และระดับราคาสินค้าทั่วไป ตัวอย่างเช่น การทราบผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ จะทำให้เรารู้โครงสร้างทางเศรษฐกิจของประเทศในปีนั้นๆ ว่าเป็นอย่างไร, มีสัดส่วนการผลิตในด้านการเกษตร หรืออุตสาหกรรมคิดเป็นร้อยละเท่าไรของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศทั้งหมด เป็นต้น

สำหรับข้อมูลแยกตามรายได้ประชาชาตินั้นจะทำให้เรามองเห็นว่า รายได้ของประชาชนมาจากแหล่งใดบ้าง, เป็นค่าตอบแทนร้อยละเท่าไร, รายได้จากการประกอบการที่มีนิติบุคคล หรือเป็นนิติบุคคลร้อยละเท่าไร เป็นต้น

ระบบบัญชีแห่งชาติ ที่ประเทศต่างๆใช้ในปัจจุบันมีอยู่ 3 ระบบ คือ

1. ระบบขององค์การสหประชาชาติ (UN System of National Accounting) ระบบนี้แรกเริ่มมีชื่อย่อว่า UNSNA 1953 ซึ่งต่อมาได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น และถูกเรียกชื่อใหม่ว่า UNSNA 1968 ซึ่งใช้กับระบบเศรษฐกิจทุนนิยมเสรีเกือบทุกประเทศ

2. ระบบของประเทศสหรัฐอเมริกา (USSNA) ใช้กับระบบเศรษฐกิจทุนนิยมเสรีเช่นกัน หากแต่จะมีรายการแตกต่างจาก UNSNA 1953 เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ระบบนี้มีเพียงประเทศสหรัฐอเมริกาเพียงประเทศเดียวเท่านั้นที่ใช้อยู่

3. แมททีเรียล โปรดักซ์ ซิสเต็ม (Material Product System) ใช้กับระบบเศรษฐกิจแบบมาร์กซิสม์ (กลุ่มประเทศคอมมิวนิสต์)

ในกรณีของประเทศไทย หน่วยงานกองบัญชีรายได้ประชาชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ (สศช.) เป็นผู้จัดทำสถิติต่างๆ ตามระบบบัญชีประชาชาติ นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 จนถึงปี พ.ศ. 2518 จึงได้เริ่มจัดทำบัญชีเศรษฐกิจเงินทุน และตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตร่วมด้วยอีกบัญชีหนึ่ง

สำหรับบัญชีดุลการชำระเงินนั้น ธนาคารแห่งประเทศไทยเป็นผู้รับผิดชอบดูแล

2.4.1 ความหมาย และการคำนวณบัญชีรายได้ประชาชาติ

รายได้ประชาชาติ หรือผลิตภัณฑ์ประชาชาติ หมายถึง มูลค่าของสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายที่ประเทศผลิตได้ในระยะเวลาหนึ่ง โดยปรกติจะคิดภายใต้กรอบของระยะเวลา 1 ปี ซึ่งการคำนวณรายได้ประชาชาตินั้นสามารถทำได้ 3 วิธี และไม่ว่าจะคำนวณด้วยวิธีใดก็ตาม รายได้ประชาชาติก็จะมีค่าเท่ากัน

วิธีคำนวณรายได้ประชาชาติทั้ง 3 ประกอบไปด้วย

1. การคำนวณในด้านผลิตภัณฑ์ (Product Approach)
2. การคำนวณในด้านรายจ่าย (Expenditure Approach)
3. การคำนวณในด้านรายได้ (Income Approach)

2.4.1.1 คำนวณในด้านผลิตภัณฑ์ (Product Approach)

การคำนวณในด้านการผลิต เป็นการคำนวณมูลค่าของสินค้า และบริการขั้นสุดท้าย ซึ่งรวมเอามูลค่าของสินค้า และบริการขั้นสุดท้ายของทุกๆ หน่วยผลิตภายในประเทศที่ถูกผลิตขึ้นมาได้ในระยะเวลา 1 ปีเข้าไว้ด้วยกัน

ทั้งนี้การหามูลค่าของผลผลิตสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีย่อย คือ

1. คิดเฉพาะมูลค่าของสินค้า และบริการขั้นสุดท้าย (Final Goods and Service)

2. คิดแบบมูลค่าเพิ่ม (Value Added Method) วิธีนี้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อขจัดปัญหาการนับซ้ำ (Double Counting)

การคำนวณรายได้ประชาชาติโดยวิธีรวมมูลค่าขายของสินค้า และบริการขั้นสุดท้ายอาจจะทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการนับซ้ำได้ง่าย เพราะอาจมีการนำเอามูลค่าสินค้าขั้นกลาง (Intermediate Goods) มารวมไว้ในรายได้ประชาชาติด้วย ทั้งนี้ในทางปฏิบัติเป็นการยากที่จะติดตามว่าสินค้า และบริการส่วนใดถูกซื้อไปเพื่อการบริโภค หรือเพื่อการผลิตทำให้มูลค่าของผลผลิตสูงเกินความเป็นจริง ด้วยเหตุผลนี้เอง นักเศรษฐศาสตร์จึงนิยมการคำนวณโดยใช้วิธี

มูลค่าเพิ่มมากกว่า โดยมูลค่าเพิ่มนี้มีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างมูลค่าขาย หักออกด้วยมูลค่าวัตถุดิบ หรือสินค้าขั้นกลาง

ตัวอย่างเช่น พ่อค้าขายสินค้าชนิดหนึ่งในราคา 500 บาท สินค้านี้ทำมาจากวัตถุดิบที่ซื้อมาราคา 300 บาทมูลค่าที่เพิ่มของสินค้านี้จึงเท่ากับ 500 – 300 หรือ 200 บาทนั่นเอง

ในตารางที่ 2.1 เป็นตัวอย่างการคำนวณมูลค่าเพิ่ม ซึ่งจะเห็นได้ว่าหากคำนวณตามมูลค่าการขายจะได้มูลค่าผลผลิตที่สูงเกินจริงเพราะมีการนับซ้ำเกิดขึ้น

ตารางที่ 2.2 การคำนวณรายได้โดยวิธีรวมมูลค่าเพิ่ม

การคำนวณรายได้โดยวิธีรวมมูลค่าเพิ่ม

ขั้นการผลิต	มูลค่าขาย	มูลค่าสินค้าขั้นกลาง	มูลค่าเพิ่ม
ข้าวสาลี	4	0	4
แป้ง	6	4	2
ขนมปัง	20	6	14
รวม	30	10	20 = มูลค่าผลผลิต

2.4.1.2 การคำนวณในด้านรายจ่าย (Expenditure Approach)

วิธีนี้ คำนวณจากรายจ่ายทั้งสิ้นที่นำมาซื้อสินค้า และบริการในระยะเวลาเดียวกัน ซึ่งแยกออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. รายจ่ายเพื่อการอุปโภคและบริโภคภาคเอกชนภาคเอกชน (Personal Consumption Expenditure) หมายถึง ค่าใช้จ่ายของฝ่ายครัวเรือนในการซื้อสินค้า และบริการสินค้า ซึ่งแบ่งออกเป็นประเภทสินค้าถาวร เช่น รถยนต์ ตู้เย็น พัดลม เป็นต้น (ยกเว้น รายจ่ายที่ใช้จ่ายเพื่อซื้อที่อยู่อาศัย) และสินค้าไม่ถาวร เช่น อาหาร เสื้อผ้า บุหรี่ และยาสีฟัน เป็นต้น ส่วนรายจ่ายค่าบริการ ได้แก่ ค่ารักษาพยาบาล ค่าดูภาพยนตร์ ค่าตัดผม ค่าเช่าบ้าน และค่าทนายความ เป็นต้น

2. รายจ่ายเพื่อการลงทุน (Gross Private Domestic Investment) เป็นรายจ่ายที่จ่ายโดยผ่านฝ่ายธุรกิจซึ่งเรียกว่า "รายจ่ายเพื่อการลงทุน" (Investment) แบ่งเป็น 3 ประเภทย่อย ดังนี้

2.1 รายจ่ายเพื่อการก่อสร้างใหม่ (New Construction) ได้แก่ ค่าก่อสร้างโรงงานสถานที่เก็บสินค้า และการสร้างที่อยู่อาศัยซึ่งถือเป็น

การลงทุนอย่างหนึ่ง เพราะสามารถให้ผู้อื่นเช่าได้แบบเดียวกับการสร้างที่เก็บสินค้าให้เช่า

2.2 รายจ่ายเพื่อการซื้อเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อการผลิตสินค้าและบริการ (Producers Durable Equipment)

2.3 ส่วนเปลี่ยนของสินค้าคงเหลือ (Change in Business Inventories) ไม่จำเป็นเสมอไปว่าสินค้าที่ขายได้ทั้งสิ้นในระยะเวลาหนึ่งจะมีจำนวนเท่ากับสินค้าที่ผลิตได้ทั้งสิ้นในระยะเวลาเดียวกัน การคำนวณรายได้จากด้านรายจ่ายจำเป็นต้องรวมส่วนเปลี่ยนของสินค้าคงเหลือไว้โดยถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายเพื่อการลงทุนด้วย

เนื่องจากในทางบัญชี เราไม่สามารถคำนวณสินค้าคงเหลือจากผลผลิตเฉพาะส่วนที่เหลือได้ในปีเดียวกัน ดังนั้นเราจึงใช้วิธีเปรียบเทียบสินค้าคงเหลือทั้งหมดปลายปีนี้กับสินค้าคงเหลือที่ยกยอดมาจากปีก่อนซึ่งเรียกว่า "ส่วนเปลี่ยนสินค้าคงเหลือ" ส่วนเปลี่ยนสินค้าคงเหลือนี้อาจจะมีค่าเป็นบวก หรือเป็นลบก็ได้ ถ้าเป็นบวกแสดงว่าสินค้าที่ขายได้ในปีนี้มีจำนวนหรือมูลค่ามากกว่าสินค้าที่ผลิตได้ในปีเดียวกัน ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการผลิต จำนวนการขาย และส่วนเปลี่ยนสินค้าคงเหลือ อาจแสดงได้ด้วยสมการ ดังนี้

จำนวนผลิต = จำนวนขาย + ส่วนเปลี่ยนสินค้าคงเหลือ (19)

ลักษณะสำคัญของรายจ่ายเพื่อการลงทุน คือ การทำให้เกิดผลผลิตเพิ่มขึ้นและสามารถนำไปใช้สนองความต้องการในอนาคตได้ ดังนั้นการซื้อขายหลักทรัพย์ต่างๆ เช่นพันธบัตรรัฐบาล หุ้นธุรกิจ หรือการซื้อสินค้าลงทุนที่ใช้แล้ว (Second - Hand Goods) จึงไม่ถือเป็นรายจ่ายเพื่อการลงทุน เพราะ การซื้อหลักทรัพย์เหล่านี้เป็นเพียงการแลกเปลี่ยนมือผู้ถือหลักทรัพย์เท่านั้น ไม่ได้ทำให้สินทรัพย์แท้จริง (Real Assets) ในระบบเศรษฐกิจเพิ่มขึ้น ความสามารถในการผลิตจึงไม่เพิ่มขึ้น

3. รายจ่ายเพื่อซื้อสินค้าและบริการภาครัฐบาล (Net Export) ประเทศที่มีระบบเศรษฐกิจเป็นแบบเปิด (Open Economy) จะมีการดำเนินธุรกิจติดต่อกับต่างประเทศ ด้วยเหตุนี้จึงปรากฏว่าผลผลิตที่ประเทศผลิตได้ส่วนหนึ่งจะถูกส่งไปขายยังต่างประเทศ (Exports) และผลิตผลส่วนหนึ่งที่ซื้อขายภายในประเทศจะ

เป็นผลผลิตที่สั่งเข้ามาจากต่างประเทศ (Import) ดังนั้นการคำนวณรายได้ทางด้านค่าใช้จ่ายจึงจำเป็นต้องบวกด้วยมูลค่าสุทธิการส่งออกสินค้า และบริการ (Net Exports)

4. การส่งออกสุทธิ (Government Purchase of Goods and Services) ได้แก่ รายจ่ายเพื่อซื้อสินค้าและบริการขั้นสุดท้าย (Final Goods and Services) จากภาคธุรกิจ ค่าจ้างและเงินเดือนข้าราชการ เป็นต้น แต่ทั้งนี้ไม่รวมรายจ่ายในรูปเงินโอน (Transfer Payment) ต่างๆ

การคำนวณรายได้ประชาชาติทางด้านรายจ่ายนี้มีค่าเท่ากับ ผลรวมการใช้จ่ายของบุคคล ทั้ง 4 กลุ่ม ดังแสดงไว้ในสมการที่ 20

$$\text{รายได้ประชาชาติ} = C + I + G + (X - M) \quad (20)$$

โดยที่

C = รายจ่ายเพื่อการอุปโภคบริโภคภาคเอกชน

I = รายจ่ายเพื่อการลงทุนภาคเอกชนและรัฐบาล

G = รายจ่ายเพื่อซื้อสินค้าและบริการภาครัฐบาล

(X – M) = การส่งออกสุทธิ

ตารางที่ 2.3 การคำนวณรายได้จากด้านรายจ่าย (หน่วย : ล้านบาท)

การคำนวณรายได้จากด้านรายจ่าย

(หน่วย : ล้านบาท)

รายจ่ายเพื่อการอุปโภคบริโภคภาคเอกชน		267.2
รายจ่ายเพื่อการลงทุน		65.9
รายจ่ายเพื่อซื้อสินค้าและบริการภาครัฐบาล		80.2
การส่งออกสุทธิ		1.4
	GNP	414.7
หัก	ค่าเสื่อมราคา	34.3
	NNP	380.4
หัก	ภาษีทางอ้อมธุรกิจ	36.8
	NI	343.6

2.4.1.3 คำนวณในด้านรายได้ (Income Approach)

การคำนวณรายได้ประชาชาติจากด้านรายได้ (Income or Factor Payment Approach) เป็นการคำนวณรายได้รวมทั้งหมด ซึ่งเจ้าของปัจจัยผลิตได้รับจากการขายหรือให้บริการปัจจัยการผลิตเหล่านั้นแก่หน่วยธุรกิจต่างๆ เพื่อการผลิตสินค้า และบริการ อันได้แก่ ค่าจ้าง ค่าเช่า ดอกเบี้ย และกำไร รูปแบบของบัญชีรายได้ประชาชาติที่คำนวณโดยวิธีนี้มีลักษณะดังแสดงไว้ในตารางที่ 6

การคำนวณรายได้สามรูปแบบนี้มีหลักสำคัญอย่างหนึ่ง คือ จะต้องรวมเอาเฉพาะรายได้หรือผลตอบแทนจากปัจจัยการผลิตที่มีส่วนช่วยให้การผลิตสินค้า และบริการเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงไม่รวมเงินที่ได้รับมาเปล่าๆ โดยไม่มีส่วนทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยเงินที่ได้มาเปล่าถือเป็นการโอนอำนาจซื้อ (Purchasing Power) จากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่ง ซึ่งเงินได้ประเภทนี้ เรียกว่า "เงินโอน" (Transfer Payment) ซึ่งมีทั้งเงินโอนรัฐบาล และเงินโอนเอกชน

รายละเอียดของรายการต่างๆ ที่มีในตารางรายได้ประชาชาติที่คำนวณมาจากด้านรายได้มีดังนี้

1. ค่าจ้างเงินเดือนและเงินทดแทนอื่นแก่ลูกจ้าง (Wages and Other Compensation of Employees) ซึ่งได้แก่ค่าตอบแทนลูกจ้างที่จ่ายให้โดยตรงคือเงินเดือน ค่าจ้างและผลประโยชน์ตอบแทนอย่างอื่นที่จ่ายเพิ่มเติมทางอ้อมทั้งที่เป็นตัวเงิน เช่น ค่าประกันสังคม ค่ารักษาพยาบาล และเงินโบนัส และที่เป็นสิ่งของซึ่งสามารถประเมินค่าออกมาเป็นตัวเงินตามราคาตลาดได้ เช่นที่อยู่อาศัย เสื้อผ้า โบนัสและอาหาร

2. รายได้ที่เอกชนได้รับในรูปค่าเช่า (Rental Income of Persons) หมายถึง ค่าเช่าที่เอกชนได้รับจากการใช้เช่าที่ดิน เคหะสถานและทรัพย์สินอื่น และผลตอบแทนที่ได้รับจากทรัพยากรธรรมชาติ นอกจากนี้ยังรวมค่าเช่าประเมินที่เจ้าของใช้ประโยชน์หรือที่อยู่อาศัยเองอีกด้วย ส่วนค่าเช่าที่บริษัทได้รับไม่รวมในรายการนี้ แต่แยกไปรวมอยู่ในยอดกำไรของบริษัท

3. ดอกเบี้ยสุทธิ (Net Interest) หมายถึง ดอกเบี้ยซึ่งที่เอกชนได้รับ หักด้วยดอกเบี้ยที่ได้รับจากรัฐบาลและหักจากดอกเบี้ยเงินกู้เพื่อการบริโภค เหตุที่ไม่ถือว่าดอกเบี้ยที่รับจากรัฐบาลเป็นรายได้เพราะโดยมากรัฐบาลกู้ไปใช้จ่ายในทางที่ไม่ได้ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ความคิดในเรื่องนี้ยังเป็นที่ถกเถียงกันได้มาก อย่างไรก็ตามประเทศส่วนมากจะไม่รวมดอกเบี้ยที่ได้รับจากรัฐบาลไว้ในรายได้

ตารางที่ 2.4 รายได้ประชาชาติคำนวณจากด้านรายได้ (หน่วย : ล้านบาท)

รายได้ประชาชาติคำนวณจากด้านรายได้

(หน่วย: ล้านบาท)

ค่าจ้าง เงินเดือน เงินทดแทนอื่นแก่ลูกจ้าง		241.4
ค่าเช่าที่เอกชนได้รับ		10.3
ดอกเบี้ยสุทธิ		11.9
รายได้ของหน่วยธุรกิจที่ไม่ใช่บริษัทจำกัด		39.6
ค่าเสื่อมราคา		34.3
กำไรก่อนหักภาษีเงินได้ของหน่วยธุรกิจที่เป็นบริษัทจำกัด		
เงินปันผล	13.3	
กำไรที่ยังไม่ได้จัดสรร	12.1	40.4
ภาษีเงินได้ธุรกิจ	15.0	
ภาษีทางอ้อมธุรกิจ		36.3
Gross National Product (GNP)		414.7
หัก ค่าเสื่อมราคา		34.3
Net national Product (NNP)		380.4
หัก ภาษีทางอ้อมธุรกิจ		36.8
รายได้ประชาชาติ (NI)		343.6

4. รายได้ของกิจการที่ไม่อยู่ในรูปบริษัท (Income of Unincorporated Enterprises) หมายถึงกำไรและรายได้ของกิจการที่ไม่อยู่ในรูปของบริษัท ซึ่งได้แก่ การประกอบอาชีพอิสระ ห้างหุ้นส่วน ร้านค้าเจ้าของคนเดียว สหกรณ์ประเภทต่างๆ

5. ค่าเสื่อมราคา (Depreciation Charges or Capital Allowance) ในการใช้ปัจจัยผลิตที่เป็นทุน เช่นอาคารโรงงาน และเครื่องจักรเพื่อผลิตสินค้านั้น จะเกิดการสึกหรอเมื่อมีอายุการใช้งานมากขึ้น การสึกหรอนี้ เรียกว่า การเสื่อมราคา (Depreciation) ดังนั้น ธุรกิจการผลิตที่รอบคอบจึงต้องกันเงินส่วนหนึ่งไว้เพื่อชดเชยการเสื่อมค่าของทุน และเก็บไว้ซื้อปัจจัยทุนทดแทนขอเดิมเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งาน เงินที่กันไว้นี้อาจถือเป็นกำไรของบริษัทอย่างหนึ่ง แต่เป็นกำไร ส่วนที่ต้องเก็บไว้เพื่อจุดประสงค์อย่างเดียว คือ ซื้อปัจจัยทุนใหม่ทดแทนของเดิม

6. กำไรของบริษัทก่อนหักภาษี (Corporate Income Taxes) หมายถึง กำไรของบริษัทซึ่งได้ แบ่งแยกเงินปันผล (Dividends) กำไรซึ่งยังมิได้แบ่งให้แก่ผู้ถือหุ้น (Undistributed Profits) และภาษีเงินได้ของบริษัท (Corporate Income Taxes) เหตุที่แยกกิจการที่เป็นบริษัทออกต่างหากจากกิจการที่มิได้ตั้งเป็นบริษัท เพราะลักษณะของกำไรไม่เหมือนกัน กำไรของบริษัทนั้นถือเป็นผลตอบแทนของการประกอบการเพียงอย่างเดียวส่วนกำไรของกิจการที่มิได้ตั้งเป็นบริษัทนั้น อาจรวมส่วนที่เป็นผลตอบแทนของ

ปัจจัยรูปอื่นๆ ด้วย เช่น ที่ดินและแรงงาน ซึ่งผู้ประกอบการเป็นเจ้าของและนำมาใช้ในการผลิตนั้น

7. ภาษีทางอ้อมธุรกิจ (Indirect Business Tax) ได้แก่ ภาษีชนิดต่างๆ ที่เก็บจากสินค้า เช่น ภาษีสรรพสามิต ภาษีการขาย ภาษีศุลกากร ภาษีการค้า เป็นต้น ภาษีทางอ้อมธุรกิจนี้แม้จะไม่ใช่ค่าใช้จ่ายโดยตรงในการผลิตก็ต้องนับรวมไว้ใน GNP ทั้งนี้เพราะ GNP คำนวณตามราคาตลาด (Market Prices) ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายโดยตรงในการผลิต และภาษีทางอ้อมธุรกิจดังนั้นการคำนวณ GNP ทางรายได้จึงต้องมีภาษีทางอ้อมธุรกิจรวมอยู่ด้วย

2.4.2 ความหมายทั้ง 8 ของรายได้ประชาชาติ และความสัมพันธ์ระหว่างกัน

โดยทั่วไปเราใช้คำว่า "รายได้ประชาชาติ" เป็นคำกลาง ๆ สำหรับเรียกผลิตภัณฑ์ประชาชาติอย่างไรก็ตาม เพื่อประโยชน์ในการศึกษาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ได้มีการจำแนกรายได้ประชาชาติออกเป็น 8 แบบ และเรียกชื่อให้แตกต่างกันดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ประชาชาติในประเทศเบื้องต้น (Gross Domestic Product เรียกตัวย่อว่า GDP) คือมูลค่าของสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายทั้งหมดที่ผลิตขึ้นใหม่ด้วยปัจจัยการผลิตที่อยู่ภายในประเทศ สินค้าและบริการใดก็ตามที่ผลิตขึ้นภายในประเทศใด ก็นับเป็นผลผลิตภายในประเทศนั้น โดยไม่คำนึงว่าทรัพยากรที่นำมาผลิตสินค้านั้นเป็นกรรมสิทธิ์ของชนชาติใด พลเมืองของประเทศนั้นหรือชาวต่างชาติ

2. ผลิตภัณฑ์ประชาชาติเบื้องต้น (Gross National Product เรียกตัวย่อว่า GNP) คือ มูลค่าสินค้า และบริการขั้นสุดท้ายทั้งหมดที่ผลิตขึ้นใหม่ด้วยปัจจัยการผลิตที่ถือกรรมสิทธิ์ โดยพลเมืองของประเทศนั้น ภายในระยะเวลาหนึ่งปกติคือ 1 ปี

ในระบบเศรษฐกิจแบบเปิด (Open Economy) ส่วนหนึ่งของสินค้า และบริการที่ผลิตภายในประเทศ ก. อาจจะใช้ทรัพยากรที่ชาวต่างประเทศในประเทศนั้นถือกรรมสิทธิ์ ดังนั้นผลผลิตส่วนนั้น จึงเป็นรายได้ของชาวต่างชาติ ในทำนองเดียวกัน สินค้าและบริการที่ผลิตในประเทศอื่นอาจจะผลิตด้วยทรัพยากรของพลเมืองประเทศ ก. จึงควรนับเป็นรายได้ของประเทศ ก.

กล่าวโดยเจาะจง ชาวต่างชาติที่นำปัจจัยการผลิต (ได้แก่ ผู้ประกอบการ เงินทุน และแรงงาน ผลตอบแทนได้แก่ กำไร ดอกเบี้ย เงินเดือน) เข้ามาตั้งโรงงานผลิตสินค้าในประเทศไทยหรือมีกรรมสิทธิ์ในปัจจัยการผลิตในไทย ผลผลิตที่ได้จะไม่รวมอยู่ใน GNP ของไทย ในทางตรงข้ามคนไทยนำปัจจัยการผลิตที่ตนเป็นจ้าของออกไปผลิตสินค้าใน

ต่างประเทศ หรือมีกรรมสิทธิ์ในปัจจัยการผลิตในต่างประเทศ ผลผลิตที่ได้ก็จะต้องรวมอยู่ใน GNP ของประเทศไทย

ดังนั้น GNP จะเท่ากับ GDP เฉพาะเมื่อไม่มีการเคลื่อนย้ายปัจจัยการผลิตระหว่างประเทศ แต่ถ้ามีการเคลื่อนย้ายปัจจัยการผลิตระหว่างประเทศแล้ว ส่วนต่างระหว่าง GNP และ GDP จะเท่ากับส่วนต่างระหว่างผลตอบแทนปัจจัยการผลิตของไทยในต่างประเทศ และผลตอบแทนปัจจัยการผลิตของชาวต่างชาติในไทยซึ่งเรียกว่า รายได้สุทธิของปัจจัยการผลิตจากต่างประเทศ (Net Factor Income from Abroad) เขียนเป็นสมการ ดังนี้

$$GNP = GDP + \text{รายได้สุทธิของปัจจัยการผลิตต่างประเทศ} \quad (21)$$

3. ผลิตภัณฑ์ประชาชาติในประเทศสุทธิ (Net Domestic Product เรียกตัวย่อว่า NDP) คือ ผลิตภัณฑ์ประชาชาติในประเทศเบื้องต้น (GDP) หักด้วยค่าเสื่อมราคา (Depreciation or Capital Consumption Allowance)

4. ผลิตภัณฑ์ประชาชาติสุทธิ (Net National Product เรียกตัวย่อว่า NNP) คือ ผลิตภัณฑ์ประชาชาติเบื้องต้น (GNP) หักด้วยค่าเสื่อมราคา (Depreciation) เหตุที่นำค่าเสื่อมราคามาหักออก เพราะต้องการเฉพาะมูลค่าของผลผลิตสุทธิที่ประเทศที่ผลิตได้จริง เราทราบแล้วว่าในการผลิตสินค้านั้นทุนส่วนหนึ่งจะถูกใช้หมดไปในการผลิตในลักษณะที่ทำให้ทุนนั้นเกิดการสึกหรอ หรือเสื่อมค่าลงไปทีละน้อย ด้วยเหตุนี้ส่วนหนึ่งของสินค้าและบริการที่ผลิตได้ในงวดนั้นจึงต้องใช้สำหรับทดแทนทุนทุนเก่าที่สึกหรอของงวดนั้น ดังนั้นสินค้าและบริการที่ผลิตได้ทั้งหมดในงวดนี้จึงยังไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ประชาชาติที่ระบบเศรษฐกิจผลิตได้สุทธิ จำเป็นต้องนำผลผลิตส่วนหนึ่งในงวดนั้นมาหักออกในรูปของสำรองค่าเสื่อมราคา

อย่างไรก็ตาม การหา NNP นี้ เป็นแนวคิดเชิงทฤษฎี เนื่องจากการหาค่าเสื่อมราคาที่ถูกต้องตรงกับความเป็นจริงของระบบเศรษฐกิจทั้งหมดทำได้ยาก ด้วยเหตุนี้นักเศรษฐศาสตร์จึงนิยมใช้ตัวเลข GNP มากว่า NNP เพราะถือว่าในแง่สถิติ GNP มีความถูกต้องมากกว่า

5. รายได้ประชาชาติ (National Income เรียกตัวย่อว่า NI) คือ รายได้ที่เกิดขึ้นจริงจากการผลิต (Income Earned) NI และ NNP มีความหมายใกล้เคียงกันมาก กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์ประชาชาติสุทธิ (NNP) เป็นการพิจารณารายได้ตามราคาตลาด (NNP at Market Prices) ส่วนรายได้ประชาชาติสุทธิ (NNP) เป็นการพิจารณารายได้ตาม

ราคาตลาด (NNP at Market Price) ส่วนรายได้ประชาชาติ (NI) เป็นการพิจารณารายได้ตามราคาปัจจัยการผลิต (NNP at Factor Costs) ด้วยเหตุนี้เพื่อป้องกันความสับสนจึงเรียกชื่อให้แตกต่างกัน

ราคาปัจจัยการผลิต (Factor Costs) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ให้ปัจจัยการผลิต ซึ่งได้แก่ ค่าจ้าง ค่าเช่า ดอกเบี้ย และกำไร ส่วนราคาตลาด (Market Price) เป็นราคาปัจจัยการผลิตบวกภาษีทางอ้อมธุรกิจ (Indirect Business Tax) นั่นคือ

NI = NNP – ภาษีทางอ้อมธุรกิจ (22)

ในกรณีที่ไม่มีการเก็บภาษีทางอ้อมธุรกิจ NI และ NNP จะมีค่าเท่ากัน

6. รายได้ส่วนบุคคล (Personal Income เรียกตัวย่อว่า PI) คือ รายได้ทั้งหมดก่อนหักภาษี แตกต่างจากรายได้ประชาชาติ (NI) ที่รายได้ประชาชาติเป็นสิ่งซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นรายได้ส่วนบุคคลทั้งหมด เพราะแม้รายได้จะเกิดขึ้นแล้วก็ตาม แต่ถ้าหน่วยผลิตไม่จ่ายรายได้ส่วนนั้นให้แก่ครัวเรือนก็ไม่ถือเป็นรายได้ส่วนบุคคล ได้แก่ ภาษีประกันสังคม ภาษีเงินได้บริษัท (Corporate Income Tax) เงินกำไรที่ยังไม่ได้นำมาจัดสรร (Undistributed Profit) เหล่านี้จึงไม่ถือเป็นรายได้ส่วนบุคคล นอกจากนี้ รายได้ส่วนบุคคลยังรวมรายได้ที่รับมาเปล่าๆ เช่น เงินโอนต่างๆ และดอกเบี้ยทีเอกชนได้รับจากรัฐบาล เป็นต้น ดังนั้นการคำนวณรายได้ส่วนบุคคลจากรายได้ประชาชาติจึงเป็นดังนี้

รายได้ส่วนบุคคล = รายได้ประชาชาติ - (ภาษีประกันสังคม + ภาษีรายได้บริษัท + กำไรที่ยังไม่ได้จัดสรร) + เงินโอน + ดอกเบี้ยที่เอกชนได้รับมาจากรัฐบาล (23)

อนึ่ง เนื่องจากมูลค่าต่างๆ ของรายได้ประชาชาติขั้นตอนก่อนหน้านี้ยังไม่รวมเงินโอนดังนั้นในขั้นตอนการคำนวณ PI จึงต้องบวกด้วยเงินโอน

7. รายได้พึงจ่าย (Disposable Income เรียกตัวย่อว่า DI) รายได้ทั้งหมดที่ครัวเรือนได้รับมา (PI) ส่วนหนึ่งจะต้องจ่ายเสียภาษีเงินได้ส่วนบุคคล (Personal Income Taxes) ที่เหลือจึงจะสามารถนำไปใช้จ่ายได้ (Disable Income) รายได้ตัวนี้แสดงถึงอำนาจซื้อ (Purchasing Power) ที่แท้จริงของประชาชนรวมทั้งความสามารถในการออมด้วย

DI = PI - ด้วยภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา (24)

8. รายได้เฉลี่ยต่อบุคคล (Per Capita Income) รายได้เฉลี่ยต่อบุคคล คำนวณจากการผลิตภัณฑ์ประชาชาติเบื้องต้น (GNP) หรือรายได้ประชาชาติ (NI) หรือรายได้ส่วนบุคคล (PI) หารด้วยจำนวนประชากร เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\text{รายได้เฉลี่ยต่อบุคคล} = \frac{\text{ผลิตภัณฑ์ประชาชาติเบื้องต้นปีที่ n}}{\text{จำนวนประชากรปีที่ n}} \quad (25)$$

รายได้เฉลี่ยต่อบุคคลใช้ประโยชน์สำหรับเปรียบเทียบฐานะทางเศรษฐกิจระหว่างประเทศ ประเทศที่มีรายได้ต่อบุคคลสูงกว่าแสดงว่ามีความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจมากกว่า การที่ไม่ใช้รายได้ประชาชาติเป็นเครื่องเปรียบเทียบความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจระหว่างประเทศ เพราะแต่ละประเทศมีผลผลิตไม่เท่าเทียมกัน บางประเทศมีพลเมืองมาก บางประเทศมีพลเมืองน้อย ดังนั้นการที่รายได้ของประชาชาติประเทศหนึ่งสูงกว่าอีกประเทศหนึ่ง อาจไม่ได้แสดงว่าประเทศนั้นมีฐานะทางเศรษฐกิจดีกว่า แต่มีสาเหตุมาจากมีพลเมืองมากกว่า ยกตัวอย่าง รายได้ประชาชาติของประเทศอินเดียสูงกว่าของประเทศอังกฤษ เป็นเพราะประเทศอินเดียมีพลเมืองมากกว่าประเทศอังกฤษหลายเท่า ไม่ใช่เพราะอินเดียมีฐานะทางเศรษฐกิจดีกว่า ด้วยเหตุนี้จึงเห็นได้ชัดว่าการใช้รายได้เป็นเครื่องเปรียบเทียบฐานะทางเศรษฐกิจระหว่างประเทศ อาจก่อให้เกิดความเข้าใจผิด จึงควรใช้รายได้เฉลี่ยต่อบุคคลเป็นตัวเปรียบเทียบ

2.4.3 บัญชีรายได้ประชาชาติของไทย

ประเทศไทยจัดทำบัญชีรายได้ประชาชาติตามระบบองค์การสหประชาชาติ 3 ทาง คือ ด้านผลิตผล ด้านการใช้จ่าย และด้านรายได้

2.4.3.1 การคำนวณด้านผลผลิต

คำนวณด้วยวิธีมูลค่าเพิ่ม โดยการจำแนกการผลิตออกเป็น 11 สาขาตาม International Standard Industrial Classification (ISIC) มูลค่าเพิ่มของผลผลิตแต่ละประเภทจะถูกคำนวณขึ้นโดยวิธีหักมูลค่าสินค้าขั้นกลางออกจากมูลค่าของผลผลิตของอุตสาหกรรมประเภทนั้นผลรวมของมูลค่าผลผลิตทุกประเภท คือผลิตภัณฑ์ในประเทศเบื้องต้น (GDP) และเมื่อรวมกับผลตอบแทนสุทธิของปัจจัยการผลิตต่างประเทศ (Net Factor Income from Abroad)

ตารางที่ 2.5 ความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์แบบต่างๆ

ความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ประชาชาติแบบต่าง ๆ

(หน่วย : พันล้านบาท)

ผลิตภัณฑ์ประชาชาติเบื้องต้น (GNP)	785
หัก ค่าเสื่อมราคา (capital consumption allowance)	-67
ผลิตภัณฑ์ประชาชาติสุทธิ (NNP)	718
หัก ภาษีทางอ้อมของธุรกิจ (indirect business taxes)	-68
รายได้ประชาชาติ (NI)	650
หัก ภาษีประกันสังคม (social security taxes)	-43
ภาษีเงินได้บริษัท (corporate income taxes)	-33
กำไรมิได้จัดสรรของบริษัท (undistributed corporate profit)	-23
บวก เงินโอนและดอกเบี้ยพันธบัตร (transfer payments and interest paid by government)	76
รายได้ส่วนบุคคล (PI)	627
หัก ภาษีเงินได้ส่วนบุคคล (personal income taxes)	-82
รายได้พึงใช้จ่าย (DI)	545

2.4.3.2 **การคำนวณด้านรายจ่าย**

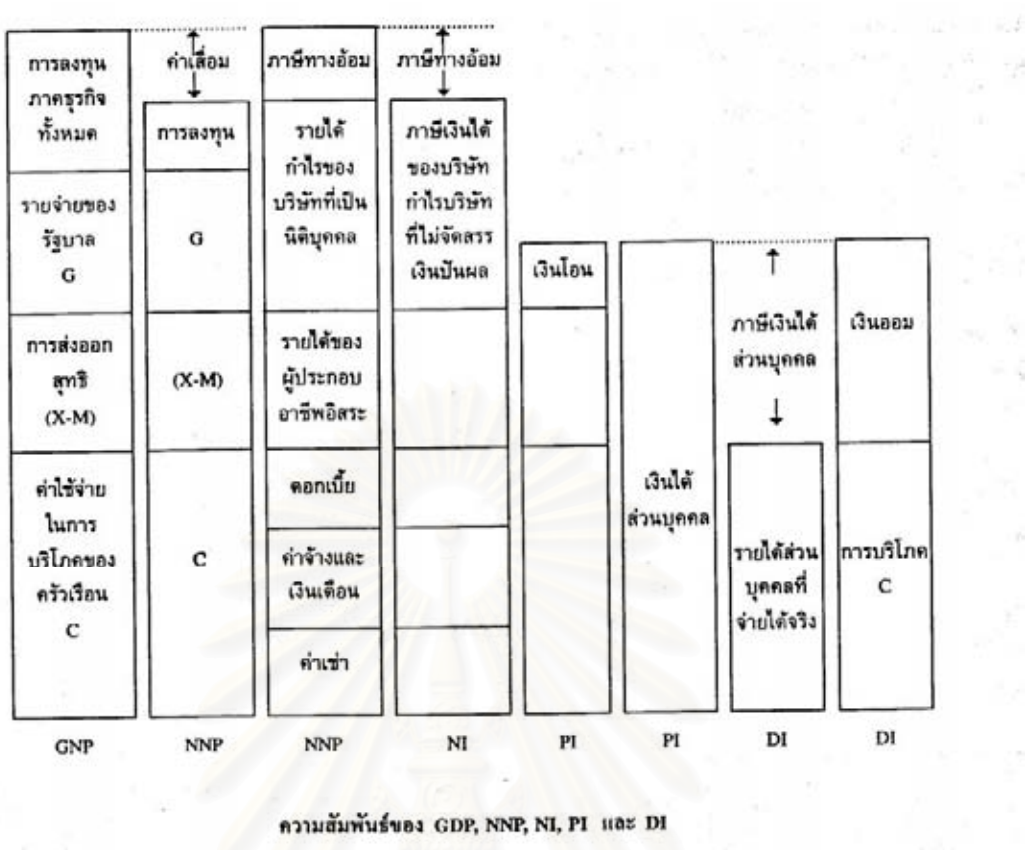
คำนวณจากยอดรวมตามสมการ GDP = C + I + G + (X - M) ได้แก่

1. รายจ่ายเพื่อการอุปโภคและบริโภคของเอกชน เป็นรายจ่ายของครัวเรือนและหน่วยงานที่ไม่แสวงหากำไรในการซื้อสินค้าและบริการเพื่ออุปโภค (สินค้าที่ไม่ใช่อาหาร) บริโภค (อาหาร) สินค้าที่ผลิตเองและบริโภคเองที่ประเมินเป็นตัวเงินได้ แต่ไม่รวมสินค้าและบริการที่จ่ายเพื่อดำเนินงานและสามารถเบิกเป็นค่าใช้จ่ายจากนายจ้าง

2. รายจ่ายเพื่อซื้อสินค้าและบริการของรัฐ เป็นรายจ่ายที่เบิกจ่ายจากงบประมาณแผ่นดินรายจ่ายช่วยเหลือต่างประเทศ รายจ่ายจากเงินกู้ แต่ไม่รวมรายจ่ายชำระหนี้เงินกู้ รายจ่ายดอกเบี้ย รายจ่ายเงินโอนและเงินอุดหนุน

3. การสะสมทุนเบื้องต้นในประเทศทั้งภาคเอกชนและภาครัฐบาล (รวมรัฐวิสาหกิจ) แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ สิ่งปลูกสร้างใหม่ (ยกเว้นการก่อสร้างทางทหาร) สินค้าทุน และส่วนเปลี่ยนสินค้าคงเหลือ

4. การส่งออกสุทธิ คือ ดุลการค้าบัญชีดุลการชำระเงินระหว่างประเทศ



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของ GDP, NNP, NI, PI และ DI

2.4.3.3 การคำนวณด้านรายได้

คำนวณผลตอบแทนของปัจจัยการผลิตในรูป ค่าจ้าง เงินเดือน ค่าเช่า ดอกเบี้ย และกำไร ตามตารางมาตรฐานของ UNSNA

2.4.4 กระบวนการจัดทำบัญชีรายได้ประชาชาติของไทย

กองบัญชีสหประชาชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ได้จัดทำบัญชีประชาชาติตั้งแต่ปี พ.ศ.2493 เป็นต้นมา โดยเริ่มจากการคำนวณด้านผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์สหประชาชาติ และด้านรายจ่าย กระบวนการจัดทำบัญชีสหประชาชาติโดยกองบัญชีประชาชาติแบ่งออกเป็น 12 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนแรก คือ การจัดองค์การของหน่วยงานที่รับผิดชอบ กองบัญชีสหประชาชาติ สศช. มีหน้าที่รับผิดชอบการจัดทำบัญชีประชาชาติ สศช. ได้แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำบัญชีประชาชาติ ซึ่งประกอบด้วยบุคลากรในกองบัญชีประชาชาติ คือ ผู้อำนวยการกอง หัวหน้าฝ่าย ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านและเจ้าหน้าที่ประจำฝ่ายอีกจำนวนหนึ่งเป็นเลขานุการและผู้ช่วย นอกจากนี้มีเจ้าหน้าที่ประจำฝ่ายต่างๆ อีกจำนวนหนึ่งรับผิดชอบงาน

ขั้นที่สอง บุคลากรต่างๆ เหล่านี้จะแบ่งหน้าที่ศึกษาและทำความเข้าใจความคู่มือการจัดทำบัญชีประชาชาติ UNSNA 1953 เป็นส่วนๆ พร้อมทั้งศึกษาแนวทางเอกสารวิชาการและติดตามสถานการณ์ทางเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไปทุกระยะ ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน

ขั้นที่สาม เป็นขั้นเตรียมข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ในการคำนวณ โดยการติดต่อขอข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐบาลและเอกชน แต่เนื่องจากหน่วยงานเจ้าของข้อมูลบางแห่งจัดทำสถิติและรายงานล่าช้ากว่าปกติ 1-3 ปี จึงต้องใช้วิธีการทางสถิติหาตัวเลขประมาณการและในกรณีที่จำเป็นอาจส่งจัดหาข้อมูลปฐมภูมิโดยทำการสำรวจภาคสนามด้วยตัวเอง

ขั้นที่สี่ นำข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ที่ได้มากลั่นกรองหากเป็นข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่น่าเชื่อถือก็จะต้องหาทางแก้ไขด้วยการสำรวจเพิ่มด้วยตนเอง หรือขอความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องช่วยสำรวจเพิ่มเติมให้ หากรับข้อมูลใหม่ไม่ทันกำหนด ก็ต้องใช้วิธีการทางสถิติเพื่อหาตัวเลขประมาณการ

ขั้นที่ห้า เป็นขั้นจัดรายการตามที่กำหนดในคู่มือการจัดทำบัญชีสหประชาชาติ เนื่องจากลักษณะข้อมูลและการประกอบการ ฯลฯ ของไทยแตกต่างจากที่ระบุในคู่มือจึงต้องมีการพิจารณาและตัดสินใจว่าข้อมูลนั้นๆ จะจัดรวมกลุ่มหรือแบ่งแยกอย่างไร หากตัดสินใจไม่ได้อาจขอความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญขององค์กรสหประชาชาติที่ ESCAP อย่างไรก็ตามคำแนะนำมักจะเป็นว่า "ประเทศของข้าพเจ้าทำอย่างนี้ หรืออย่างนั้น ส่วนไทยจะทำอย่างไรก็ให้พิจารณาตามที่เห็นสมควร" การตัดสินใจของกองบัญชีประชาชาติมักใช้วิธีการลงมติและทำตามเสียงข้างมาก

ขั้นที่หก เป็นขั้นการคำนวณและประมวลผล เนื่องจากการคำนวณบัญชีประชาชาติทั้งทางด้านผลิตภัณฑ์ ด้านรายจ่าย และด้านรายได้ จะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กัน หากมีการแก้ไขปรับปรุงรายการด้านใดด้านหนึ่ง ก็จะต้องมีการแก้ไขปรับปรุงแก้ไขอีก 2 ด้านตามไปด้วย เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานของกองบัญชีประชาชาติจึงต้องมีการแระสานงานและมีความสัมพันธ์อันดีต่อกัน

ขั้นที่เจ็ด เป็นขั้นของการคำนวณเสนอหัวหน้าฝ่าย เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ก่อนนำเสนอที่ประชุมกอง

ขั้นที่แปด เป็นขั้น "การทำสมดุล" หรือ "กระทบยอด" โดยนำตัวเลขที่คำนวณจากฝ่ายผลิตภัณฑ์ ฝ่ายรายจ่าย และฝ่ายสะสมทุน มาจัดทำตารางสมดุลตามคู่มือ หากการทำงานตั้งแต่ขั้นที่ 1 - 7 เรียบร้อย มูลค่า GDP และ GDE จะต่างกันไม่เกินร้อยละ2.5 ซึ่งเรียกว่าค่าผิดพลาดทางเทคนิค แต่หากต่างกันเกินร้อยละ 2.5 จะต้องทบทวนย้อนกลับตั้งแต่ขั้นที่ 2-7 เพื่อหาข้อผิดพลาดและแก้ไขจนกว่าจะเป็นที่พอใจของคณะทำงาน

ขั้นที่เก้า เป็นขั้นนำผลงานเสนอหัวหน้าสายงานและที่ประชุมผู้บริหาร ขณะเดียวกันฝ่ายรายได้ซึ่งมีบางรายการจะต้องทำหลังจากที่ทำสมดุลด้านการผลิตและด้านรายจ่ายแล้ว ก็เร่งคำนวณด้านรายได้ให้เสร็จ

ขั้นที่สิบ การนำผลการคำนวณเสนอผู้เชี่ยวชาญภายนอกเพื่อพิจารณาให้ข้อคิดเห็นและปรับ ปรุงข้อมูลตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่สิบเอ็ด เสนอข้อมูลที่ปรับปรุงแล้วแก่ฝ่ายบริหารเพื่ออนุมัติประกาศเผยแพร่

ขั้นที่สิบสอง เขียนบทวิเคราะห์และทำตารางสถิติต่างๆ ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษจัดพิมพ์เป็นเอกสารเผยแพร่

2.4.5 รายได้ประชาชาติตามราคาตลาด และรายได้ประชาชาติตามราคาคงที่

รายได้ประชาชาติในรูปตัวเงิน (Money GNP) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า รายได้ประชาชาติตามราคาปัจจุบัน (GNP at Current Prices) หรือตามราคาตลาด (GNP at Market Price) ทั้งนี้เพราะคำนวณจากราคาปัจจุบัน นั่นคือ รายได้ของปีใดก็คำนวณจากราคาในปีนั้น การใช้ราคาปัจจุบันมีข้อเสียคือ ราคาสินค้าแต่ละปีไม่เท่ากัน บางปีสูงบางปีต่ำ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงในมูลค่า GNP ซึ่งคิดจากราคาปัจจุบันจึงอาจเกิดจากสาเหตุอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ 1) เกิดจากการเปลี่ยนแปลงในปริมาณผลผลิต และ/หรือ 2) มาจากการเปลี่ยนแปลงในราคาสินค้า ดังนั้นจึงไม่สามารถบอกให้ทราบได้ว่าในแต่ละปีผลผลิตที่แท้จริงของประเทศเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรและเท่าไร การแก้ไขปัญหานี้คือปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ประชาชาติตามราคาปัจจุบัน ให้เป็นผลิตภัณฑ์ประชาชาติตามราคาคงที่ (Real GDPหรือ GDP at Constant Price) โดยใช้ดัชนีราคา (Price Index)

อนึ่ง ดัชนีราคาที่นิยมใช้ในการปรับ คือ ดัชนีผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศไทย (GDP Deflator) ซึ่งมีสูตรดังนี้

ดัชนีผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ = (GDP ตามราคาปีปัจจุบัน/GDP ตามราคาปีฐาน) x 100 (26)

สำหรับการปรับผลิตภัณฑ์ประชาชาติตามราคาปัจจุบันให้ราคาคงที่ มีสูตรดังนี้

$$\text{Real GNP ปีที่ n} = \frac{\text{money GNP ปีที่ n}}{\text{GDP deflator}} \times 100 \qquad (27)$$

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประชาชาติตามราคาคงที่ เป็นผลิตภัณฑ์ประชาชาติที่ได้ขจัดความผันผวนของราคาในแต่ละปีแล้ว ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ประชาชาติตามราคาคงที่ในแต่ละปี จึงแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงในปริมาณผลผลิตอย่างเดียวเท่านั้น ไม่มีอิทธิผลของการเปลี่ยนแปลงด้านราคาเข้ามาเกี่ยวข้อง

2.4.6 ความสำคัญและประโยชน์ของบัญชีรายได้ประชาชาติ

เนื่องจากบัญชีรายได้ประชาชาติเป็นข้อมูลสถิติที่จัดทำขึ้นโดยอาศัยแนวคิด และทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์มหภาคที่สามารถพิสูจน์และทดสอบกับความจริงได้ อีกทั้งเป็นข้อมูลสถิติที่มีระบบมาตรฐานในการจำแนกรายการและคำนวณ บัญชีรายได้ประชาชาติที่ประเทศต่างๆ จัดทำขึ้นจึงสามารถใช้เปรียบเทียบได้ และใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ อย่างแพร่หลายดังนี้

1. ทำให้ทราบถึงมูลค่าผลผลิตของประเทศในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง และทราบถึงระดับความสามารถในการผลิตของแต่ละสาขาการผลิต อันประกอบด้วยสาขาการเกษตร สาขาอุตสาหกรรม สาขาพานิชยกรรม สาขาบริการ ฯลฯ

2. ทำให้ทราบถึงระดับการใช้จ่ายรวมของระบบเศรษฐกิจและผลของการใช้จ่ายต่างๆ ที่มีต่อภาวะเศรษฐกิจ ซึ่งจำแนกเป็นรายจ่ายของภาคครัวเรือนในการซื้อสินค้าและบริการ การลงทุนของภาคธุรกิจ การใช้จ่ายของภาครัฐบาล และมูลค่าการสั่งเข้าและการส่งออก

3. ทำให้ทราบถึงระดับรายได้รวมของภาคครัวเรือน รวมทั้งระดับและสัดส่วนรายได้ ตลอดจนความสำคัญของปัจจัยการผลิตประเภทต่างๆ

4. ตัวแปรต่างๆ ในบัญชีรายได้ประชาชาติใช้ประโยชน์ในการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงสภาวะในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ศึกษาเปรียบเทียบต่างช่วงเวลาเพื่อดูความเปลี่ยนแปลง รวมทั้งคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงเพื่อทราบถึงความเจริญเติบโตหรือภาวะชะงักงันของระบบเศรษฐกิจโดยรวมหรือสาขาเศรษฐกิจต่างๆ

5. ตัวแปรต่างๆ ในบัญชีรายได้ประชาชาติ ใช้เป็นหลักในการกำหนดเป้าหมายและเป็นเครื่องวัดระดับความสำเร็จของนโยบายและมาตรการ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายหรือแก้ปัญหาทางเศรษฐกิจต่างๆ ตามที่รัฐบาลต้องการ

6. รายได้ประชาชาติแต่ละรูปแบบมีประโยชน์ในการศึกษาภาวะเศรษฐกิจมหภาคแตกต่างกันกล่าว คือ GNP ใช้สำหรับวัดความสามารถของระบบเศรษฐกิจในการผลิตสินค้าและบริการ และระดับการจ้างงานในระยะสั้น NNP ใช้สำหรับวัดอัตราความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และระดับการจ้างงานในระยะยาว เพราะ NNP แสดง

ภาวะการลงทุนสุทธิ NI ใช้วัดรายได้ที่เกิดจากการผลิตโดยตรง DI ใช้ในการคาดคะเนการใช้จ่ายในการบริโภคและเงินออมของบุคคลภายในประเทศ

7. ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ โดยการสร้างแบบจำลองระบบเศรษฐกิจมหภาค เพื่อวิเคราะห์บทบาทความสำคัญของแต่ละสาขาเศรษฐกิจ กำหนดเป้าหมายในการผลิต บริโภค และการลงทุน ตลอดจนพยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้น

2.4.7 ข้อพึงระวังในการใช้ผลิตภัณฑ์ประชาชาติเพื่อการวิเคราะห์ภาวะเศรษฐกิจ

แม้ว่ารายได้ประชาชาติจะเป็นเครื่องวัดที่มีประโยชน์ยิ่ง และสามารถใช้วัดระดับกิจกรรมทางเศรษฐกิจของประเทศได้ถูกต้องพอสมควรก็ตาม แต่ก็ไม่ใช่เครื่องวัดสวัสดิการทางเศรษฐกิจ (Economic Welfare) ที่สมบูรณ์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประชาชาติมีจุดบกพร่องดังต่อไปนี้

1. รายได้ประชาชาติไม่ได้รวมสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายที่ผลิตได้ทั้งหมดแท้จริง เฉพาะสินค้าและบริการที่ผ่านตลาดเท่านั้นที่ปรากฏในรายได้ประชาชาติ สินค้าและบริการที่ไม่ได้ผ่านตลาดจะไม่ปรากฏในรายได้ เช่น การทำงานบ้านของแม่บ้าน การเพาะปลูกเพื่อบริโภคเอง การปลูกสร้างที่พักอาศัยอยู่เอง เป็นต้น ในกรณีเช่นนี้รายได้ประชาชาติย่อมชี้ให้เห็นสวัสดิการทางเศรษฐกิจที่ต่ำกว่าความเป็นจริง โดยเฉพาะกรณีที่สินค้าและบริการที่ไม่ได้ผ่านตลาดมีเป็นจำนวนมาก

2. รายได้ประชาชาติไม่ได้คำนึงถึงการพักผ่อนหย่อนใจ (Leisure) ของบุคคล ซึ่งช่วยเพิ่มสวัสดิการทางเศรษฐกิจ การลดเวลาทำงานทำให้มีเวลาพักผ่อนมากขึ้น แต่ผลผลิตลดลง

3. รายได้ประชาชาติวัดปริมาณของสินค้าและบริการ แต่ไม่ได้วัดคุณภาพของสินค้า การเพิ่มคุณภาพของสินค้ามีผลต่อการเพิ่มสวัสดิการทางเศรษฐกิจได้ไม่น้อยกว่าการเพิ่มปริมาณสินค้า

4. รายได้ประชาชาติไม่สามารถแสดงให้เห็นส่วนประกอบของผลผลิต สวัสดิการทางเศรษฐกิจอาจเพิ่มขึ้น เนื่องจากส่วนประกอบของผลผลิตเปลี่ยนแปลงทั้งที่ผลผลิตคงเดิม

5. รายได้ประชาชาติไม่แสดงให้เห็นการกระจายรายได้ระหว่างบุคคล การโอนเงินจากคนรวยไปให้คนจนอย่างสมัครใจ โดยนโยบายของรัฐบาลอาจจะทำให้สวัสดิการทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้น ทั้งที่ผลผลิตยังคงเดิม

6. รายได้ประชาชาติไม่คำนึงถึงค่าเสียหายที่การผลิตก่อให้เกิดขึ้นแก่สังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบด้านลบจากการผลิต อันก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมเป็นพิษ

และสร้างความเดือดร้อนแก่บุคคลทั่วไป (Environmental Pollution) เช่น ควันพิษ น้ำเสีย การจราจรติดขัด กองขยะ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนทำให้สวัสดิการทางเศรษฐกิจลดลง ค่าใช้จ่ายเพื่อแก้ไขและขจัดสิ่งแวดล้อมเป็นพิษรวมอยู่ในรายได้ประชาชาติ แต่ความเสียหายที่สังคมได้รับ (Social Costs) จากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษไม่ได้ถูกนำมาหักจากรายได้ประชาชาติ ดังนั้นในแง่นี้รายได้ประชาชาติจึงชี้ให้เห็นสวัสดิการทางเศรษฐกิจที่เกินความเป็นจริง

กล่าวโดยสรุป ผู้ที่อ้างอิงตัวเลขสถิติบัญชีรายได้ประชาชาติจะต้องใช้ดุลยพินิจโดยรอบคอบเนื่องจากวิธีการคำนวณบัญชีรายได้ประชาชาติยังมีข้อจำกัดต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น

2.4.8 ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ

ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestics Product) คือ ผลรวมของมูลค่าสินค้าและบริการที่ผลิตภายในประเทศในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งปรกติเป็นช่วงเวลา 1 ปี สินค้าและบริการทุกอย่างมีมูลค่าเป็นตัวเงินทั้งสิน โดยจะใช้ข้อมูลคือ ราคาตลาดของสินค้าและบริการคูณด้วยจำนวนสินค้าและบริการแต่ละรายการซึ่งผลิตภายในประเทศเท่านั้น โดยไม่สนใจว่าคนผู้นั้นจะเป็นชนชาติใดภาษาใด มูลค่าสินค้าและบริการที่ประเมินโดยใช้ราคาตลาดในปีที่ทำการประเมินเรียกว่า "ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศตามราคาตลาด" (Nominal GDPหรือ Money GDP หรือ GDP at Current Prices)

ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศมีคุณสมบัติที่สำคัญ 5 ประการ คือ

1. มูลค่าเปลี่ยนแปลงตามราคาสินค้าในแต่ละปี ซึ่งส่วนมากมูลค่ามีแนวโน้มว่าจะเพิ่มมากกว่าลด ดังนั้นแม้ปริมาณการผลิตจะไม่เปลี่ยนแปลง GDP ก็อาจมีมูลค่าสูงขึ้นได้ คุณสมบัติของการประเมินผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศตามราคาตลาด เป็นข้อจำกัดที่สำคัญ จึงไม่สามารถนำ GDP ในแต่ละปีมาเปรียบเทียบกันได้ แต่เราจะแก้ปัญหาโดยการใช้ราคาในปีใดปีหนึ่งเป็นเกณฑ์คำนวณเพื่อหาค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศที่แท้จริง (Real GDP หรือ GDP in Constant Price หรือ GDP Corrected For Inflation)

2. รายการสินค้าและบริการที่นำมาคำนวณในปีใด ต้องเป็นสินค้าและบริการที่ผลิตในปีนั้นเท่านั้น เพราะฉะนั้นสินค้าที่ผลิตในปีที่ผ่านมาจะนำมาคำนวณรวมเป็น GDP ในปีปัจจุบันไม่ได้เด็ดขาด

3. สินค้าและบริการที่นำมาคำนวณจะต้องเป็นสินค้าและบริการขั้นสุดท้าย (Final Goods and Services) เท่านั้น สินค้าและบริการขั้นสุดท้ายคือ สินค้าและบริการที่

ผู้จำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคโดยตรงเท่านั้น ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการนับซ้ำ (Double Counting)

4. คำว่า ในประเทศ (Domestic) มีความหมายว่า สินค้าและบริการทุกรายการทำการผลิตในประเทศเท่านั้น

5. รายการสินค้าและบริการที่นำมาคำนวณเป็น GDP ต้องเป็นสินค้าและบริการที่ผ่านตลาดในระบบ (Organized Markets) เท่านั้น เช่น พวกกิจกรรมนอกกฎหมายทั้งหลายซึ่งเป็นกลไกตลาดนอกระบบทั้งสิ้น หรือกิจกรรมที่ถูกกฎหมายแต่ไม่ได้ถูกนำออกสู่ตลาด โดยมักกล่าวว่ากิจกรรมนอกระบบเหล่านี้มีมูลค่ารวมกันสูงมาก ซึ่งน่าเสียดายมากที่นักสถิติไม่อาจประเมินค่าออกมาได้

ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ เป็นข้อมูลประชาชาติที่ได้เกิดขึ้นมานานแล้วในอดีต เราไม่สามารถคำนวณ GDP ในปีปัจจุบันได้เป็นอันขาด เราจะได้ GDP ในปีที่ผ่านมาแล้วเท่านั้น การรวบรวมข้อมูลที่ได้เกิดขึ้นในอดีตจึงอาจมีข้อผิดพลาดได้ ข้อสังเกตอีกประการคือ ตัวเลขผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศเป็นตัวแปรโฟล (Flow Variable) ตัวแปรโฟล หมายความว่า ข้อมูลนั้นจะต้องมีช่วงเวลาที่ดำเนินการจัดเก็บอยู่ด้วย ซึ่งโดยปรกติตัวเลข GDP เป็นมูลค่าที่รวบรวมในช่วงเวลา 1 ปี ปฏิทินนับเป็นมาตรฐานของทุกประเทศทั่วโลกอยู่แล้ว

2.4.9 การคำนวณผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ

หลักการคำนวณผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศในทางวิชาการ กำหนดการให้ใช้มูลค่าสินค้าและบริการขั้นสุดท้าย (Final Product) ซึ่งในทางปฏิบัติทำได้ยากมาก เพราะจะมีปัญหาการนับซ้ำตลอดเวลา ซึ่งเราทำการแก้ปัญหานี้โดยเราจะใช้วิธีการคำนวณโดยหามูลค่าเพิ่ม (Value Added)

การคำนวณผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศโดยวิธีการหามูลค่าเพิ่ม (Value Added) มีหลักง่ายๆ ว่า ในเมื่อมูลค่าเพิ่มจะต้องเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตในหน่วยผลิตต่างๆ อยู่แล้ว ถ้าเก็บเฉพาะตัวเลขมูลค่าเพิ่มในทุกหน่วยผลิตในระบบเศรษฐกิจ และเอาตัวเลขมูลค่าเพิ่มทั้งหมดมารวมกัน เราย่อมจะได้มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) โดยการคำนวณผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศในส่วนนี้ทำได้ 2 วิธี คือ

1. คำนวณจากผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (Final Product)

2. รวบรวมมูลค่าเพิ่มที่เกิดขึ้นในทุกขั้นตอนการผลิต (โดยวิธีการนี้จะสามารถหลีกเลี่ยงปัญหาการนับซ้ำอีกทั้งยังสามารถประเมินมูลค่าผลิตภัณฑ์มูลรวมได้ใกล้กับความจริง)

มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ที่ได้อธิบายไปแล้ว เป็นการมองมูลค่าจากตัวสินค้าและบริการ ซึ่งเราอาจจะพิจารณาผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศได้อีก 2 ด้านได้แก่

1. พิจารณาในด้านรายจ่าย

2. พิจารณาในด้านรายได้ ซึ่งถ้าระบบเศรษฐกิจแบบง่ายคือมีแต่ผู้ผลิตและผู้บริโภค มูลค่า GDP จะต้องเท่ากับมูลค่ารายจ่ายประชาชาติและเท่ากับมูลค่ารายได้ประชาชาติ

2.5 **สถานการณ์พลังงานของไทยปี** 2546

2.5.1 **ภาพรวม**

จากรายงานภาวะเศรษฐกิจไทยของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) รายงานว่า ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ของปี 2546 ขยายตัวร้อยละ 6.7 เป็นการขยายตัวสูงสุดนับตั้งแต่เกิดวิกฤตเศรษฐกิจ ปัจจัยสำคัญมาจากการลงทุนทั้งภาครัฐและภาคเอกชน รวมทั้งการบริโภคภายในประเทศที่ขยายตัวค่อนข้างสูง การผลิตสาขาอุตสาหกรรมขยายตัวสูงขึ้นร้อยละ 10.3 อุตสาหกรรมสำคัญที่ขยายตัวได้ดี ประกอบด้วยอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง ยานยนต์ อาหารและเครื่องดื่ม

ตารางที่ 2.6 อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจรายไตรมาส ณ ราคาปีฐาน 2531 หน่วย : %

สาขา	2545	2546				
	ม.ค.-ธ.ค.	ม.ค.-มี.ค	เม.ย.-มิ.ย.	ก.ค.-ก.ย.	ต.ค.-ธ.ค	ม.ค.-ธ.ค.
เกษตรกรรรม	3.0	10.0	4.2	6.6	6.3	6.8
นอกภาคเกษตรกรรม	5.7	6.3	6.0	6.6	8.0	6.7
รวม	5.4	6.7	5.8	6.6	7.8	6.7

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

สืบเนื่องจากการผลิตภาคอุตสาหกรรมที่ขยายตัวสูงขึ้นร้อยละ 10.3 ส่งผลให้ความต้องการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ของไทย ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.2 เมื่อเทียบกับปี 2545 การใช้พลังงานเกือบทุกประเภทเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะการใช้ถ่านหินนำเข้าและการใช้ก๊าซธรรมชาติ

การผลิตพลังงานเชิงพาณิชย์เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.4 การผลิตเพิ่มขึ้นเกือบทุกประเภท โดยเฉพาะการผลิตน้ำมันดิบเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 27.5 สาเหตุสำคัญมาจากการผลิต ที่เพิ่มมากขึ้นของแหล่งผลิตแหล่งใหญ่ ได้แก่ แหล่งเบญจมาศของบริษัท เชฟรอน ผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 40.3 และแหล่งผลิต ของบริษัทยูโนแคล ผลิตเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 73.9 ส่วน การผลิตลิกไนต์ลดลงร้อยละ 8.0

การนำเข้า (สุทธิ) พลังงานเชิงพาณิชย์เพิ่มขึ้นร้อยละ 10.6 ส่วนหนึ่งเนื่องจากการนำเข้าถ่านหินมาใช้ในภาคการผลิตไฟฟ้า และภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมการใช้ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 80.0 ทั้งนี้มีสาเหตุจากถ่านหินนำเข้ามีราคาต่ำกว่าลิกไนต์ในประเทศ อีกส่วนหนึ่งเกิดจากการนำเข้าก๊าซธรรมชาติจากพม่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.1 เพื่อนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าของ กฟผ. และโรงไฟฟ้า IPP ประกอบกับ การนำเข้าน้ำมันดิบมากลั่นในปริมาณ ที่สูงขึ้น เป็นผลให้อัตราการพึ่งพาพลังงานเชิงพาณิชย์ จากต่างประเทศเพิ่มจากระดับร้อยละ 62 ของความต้องการใช้พลังงานของประเทศในปีก่อน เป็นร้อยละ 65 ในปีนี้

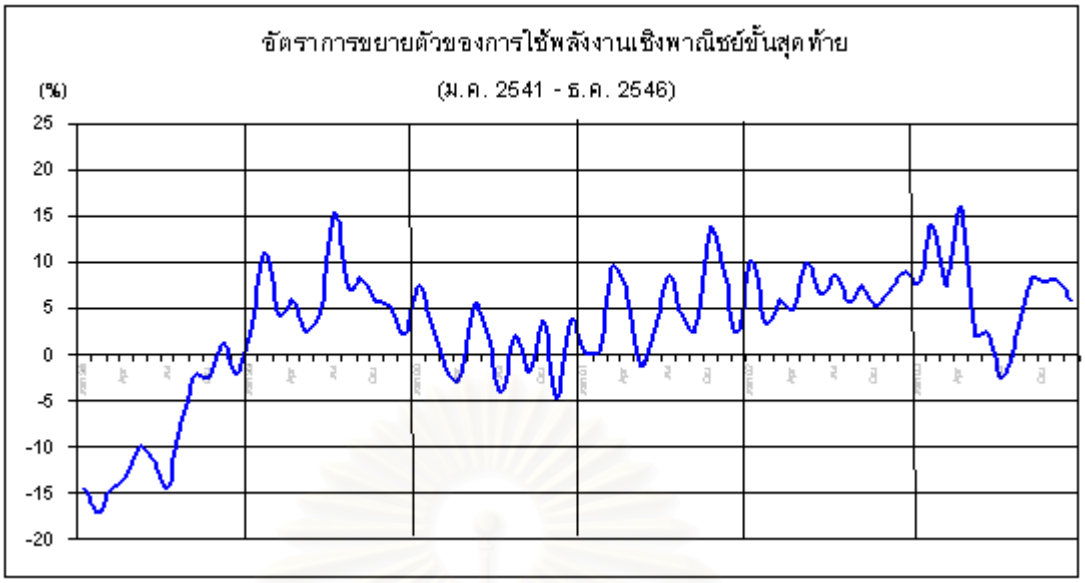
ตารางที่ 2.7 การใช้ การผลิต และการนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์[1] หน่วย : เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบ/วัน

	2545	2546	เปลี่ยนแปลง%	
			2545	2546
การใช้ [2]	1,282.6	1,361.1	6.5	6.2
การผลิต	631.4	671.7	6.2	6.4
การนำเข้า (สุทธิ)	796.0	878.5	5.3	10.6
การเปลี่ยนแปลงสต็อก	-6.1	-29. 5		
การใช้ที่ไม่เป็นพลังงาน (Non-Energy use)	150.8	218.7	9.9	45.1
การนำเข้า/การใช้ (%)	62.0	65.0		
อัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจ (%)**	5.4	6.7		

(1) พลังงานเชิงพาณิชย์ ประกอบด้วย น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ คอนเดนเสท ผลิตภัณฑ์น้ำมันสำเร็จรูป ไฟฟ้าจากพลังน้ำและถ่านหิน/ลิกไนต์

(2) การใช้ไม่รวมการเปลี่ยนแปลงสต็อก และการใช้ที่ไม่เป็นพลังงาน (Non-Energy use) ได้แก่ การใช้ยางมะตอย NGL Condensate LPG และ Naptha เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

** ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ



รูปที่ 2.3 อัตราการขยายตัวของการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นสุดท้าย

(ม.ค. 2541 – ธ.ค. 2546)

การใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นสุดท้ายของปี 2546 เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.5 เมื่อเทียบกับปีก่อน กล่าวคือ การใช้พลังงานเกือบทุกชนิดเพิ่มสูงขึ้น ยกเว้นการใช้ลิกไนต์ลดลงถึงร้อยละ 43.6 ขณะที่การใช้ถ่านหินนำเข้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 40.7 ทั้งนี้เนื่องจากถ่านหินนำเข้า มีราคาต่ำกว่าลิกไนต์เมื่อเทียบค่าความร้อน สาเหตุจากนโยบายจำกัดน้ำหนักบรรทุกที่เริ่มใช้ในปีนี้ เป็นผลให้การขนส่งลิกไนต์มีค่าใช้จ่ายเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นภาคอุตสาหกรรม จึงใช้ถ่านหินนำเข้าทดแทน อย่างไรก็ตาม การใช้ลิกไนต์ในภาคอุตสาหกรรม ขยับตัวสูงขึ้นเล็กน้อยในช่วงไตรมาสที่ 3 และ 4 ส่วนการใช้ก๊าซธรรมชาติเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.9 เช่นเดียวกับการใช้ไฟฟ้าและน้ำมันสำเร็จรูป เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.1 และ 5.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.8 มูลค่าการนำเข้าพลังงาน หน่วย : พันล้านบาท

ชนิด	2545	2546	2546	
			การเปลี่ยนแปลง (%)	สัดส่วน (%)
น้ำมันดิบ	287	346	20.6	85
น้ำมันสำเร็จรูป	7	9	28.6	2
ก๊าซธรรมชาติ	35	43	22.9	10
ถ่านหิน	8	9	18.5	2
ไฟฟ้า	4	4	-	1
รวม	342	411	20.2	100

ในปี 2546 นี้ไทยนำเข้าพลังงานคิดเป็นมูลค่า 411,193 ล้านบาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 20.2 เมื่อเทียบกับปี 2545 มูลค่าการนำเข้าน้ำมันดิบมีสัดส่วนสูงสุดคือ ร้อยละ 85 ของมูลค่าการนำเข้าพลังงานของประเทศหรือคิดเป็นเงิน 346,057 ล้านบาท รองลงมาได้แก่ มูลค่าการนำเข้าก๊าซธรรมชาติมีสัดส่วนร้อยละ 10 คิดเป็นจำนวนเงิน 42,635 ล้านบาท มูลค่าการนำเข้าถ่านหินสูงขึ้นร้อยละ 18.5 กล่าวคือ เพิ่มจาก 7,872 ล้านบาท ในปีก่อน มาเป็น 9,330 ล้านบาท ส่วนมูลค่าการนำเข้าไฟฟ้ายังคงใกล้เคียงกับปี 2545

2.5.2 น้ำมันดิบ

การผลิต

การผลิตน้ำมันดิบของปี 2546 เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 27.5 โดยปริมาณการผลิตอยู่ที่ระดับ 96 พันบาร์เรลต่อวัน แหล่งผลิตที่สำคัญได้แก่ แหล่งเบญจมาศ ผลิตได้ในระดับ 49 พันบาร์เรลต่อวัน หรือคิดเป็น สัดส่วนร้อยละ 51 ของปริมาณการผลิตน้ำมันดิบของประเทศ แหล่งผลิตของบริษัท UNOCAL ผลิตอยู่ที่ระดับ 20 พันบาร์เรลต่อวัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 21 และแหล่งสิริกิติ์ ผลิตอยู่ที่ระดับ 19 พันบาร์เรลต่อวัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 20 ปริมาณการผลิตน้ำมันดิบในปีนี้ เพิ่มสูงขึ้นมาก สาเหตุสำคัญมาจากการผลิตที่เพิ่มขึ้นของแหล่งผลิตแหล่งใหญ่ ได้แก่ แหล่งเบญจมาศของบริษัท เชฟรอน และแหล่งผลิตของบริษัท ยูโนแคล

ตารางที่ 2.9 การผลิตน้ำมันดิบแยกตามแหล่ง หน่วย : บาร์เรล/วัน

แหล่ง	ผู้ผลิต	2545	2546	
			ปริมาณ	สัดส่วน (%)
1. สิริกิติ์	Thai Shell	20,591	19,127	19.9
2. ทานตะวัน	Chevron	5,649	5,193	5.4
3. เบญจมาศ	Chevron	35,132	49,275	51.2
4. มะลิวัลย์	Chevron	323	0	0.0
5. ฝาง	กรมการพลังงานทหาร	661	847	0.9
6. หนึ่ง (กำแพงแสน) และสอง (อู่ทอง)	ปตท. สผ. (BPเดิม)	463	436	0.5
7. สังกระจาย	ปตท. สผ.	138	246	0.3
8. บึงหญ้าและบึงม่วง	SINO US Petroleum	803	733	0.8
9. วิเชียรบุรี	Pacific Tiger Energy	159	223	0.2
10 ศรีเทพ	Pacific Tiger Energy	13	11	0.0

ตารางที่ 2.8 (ต่อ) การผลิตน้ำมันดิบแยกตามแหล่ง หน่วย : บาร์เรล/วัน

แหล่ง	ผู้ผลิต	2545	2546	
			ปริมาณ	สัดส่วน (%)
11. นาสนุ่น	Pacific Tiger Energy	2	0	0.0
12. ยูโนแคล	Unocal	11,634	20,231	21.0
รวม		**75,567**	**96,322**	**100.0**

หมายเหตุ

BIG OIL PROJECT ของบริษัท ยูโนแคล ประกอบด้วย แหล่งปลาหมึก กะพง สุราษฎร์ และยะลา

การใช้

การใช้น้ำมันดิบเพื่อการกลั่นในปี 2546 อยู่ที่ระดับ 846 พันบาร์เรลต่อวัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.2 โรงกลั่นส่วนใหญ่มีการใช้น้ำมันดิบเพิ่มขึ้น ยกเว้นโรงกลั่นทีพีไอใช้น้ำมันดิบลดลง เนื่องจากหยุดเพื่อซ่อมบำรุงระหว่างวันที่ 28 ตุลาคม ถึงวันที่ 19 พฤศจิกายน โรงกลั่นน้ำมันระยองหยุดเพื่อซ่อมบำรุงระหว่าง 10-31 มีนาคม และ โรงกลั่นสตาร์ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง หยุดเพื่อซ่อมบำรุงระหว่างวันที่ 1-25 พฤศจิกายน 2546

ตารางที่ 2.10 การจัดหา และการใช้น้ำมันดิบ หน่วย : บาร์เรล/วัน

ปี	การจัดหา			*ใช้ในโรงกลั่น
	ผลิตภายในประเทศ	นำเข้า (สุทธิ)	รวม	
2540	27,463	728,758	756,221	767,460
2541	29,420	679,729	709,149	721,808
2542	34,006	698,896	732,902	741,956
2543	57,937	643,065	701,002	749,629
2544	61,914	678,211	740,125	756,013
2545	75,567	672,730	748,297	827,688
2546	96,322	709,762	806,084	846,091

ตารางที่ 2.9 (ต่อ) การจัดหา และการใช้น้ำมันดิบ หน่วย : บาร์เรล/วัน

การเปลี่ยนแปลง (%)				
2543	70.8	-8.1	-4.5	1.0
2544	6.6	5.2	5.4	0.8
2545	22.1	-0.8	1.1	9.5
2546	27.5	5.5	7.7	2.2

* น้ำมันดิบ คอนเดนเสท และอื่นๆ

การนำเข้า

เนื่องจากปริมาณการผลิตน้ำมันดิบและคอนเดนเสทของไทยมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 19 ของ ความต้องการใช้ในประเทศ จึงต้องมีการนำเข้าน้ำมันดิบ โดยในปี 2546 มีปริมาณการนำเข้าสุทธิจำนวน 710 พัน บาร์เรลต่อวัน ส่วนใหญ่เป็นการนำเข้าจากตะวันออกกลาง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 79 โดยประเทศสหรัฐอาหรับ อิมิเรตส์ มีสัดส่วนสูงสุด (ร้อยละ 24) ที่เหลือนำเข้าจากตะวันออกไกล และจากแหล่งอื่นๆ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 17 และร้อยละ 4 ตามลำดับ

การส่งออก

ในปีนี้ไทยส่งออกน้ำมันดิบเป็นปริมาณ 66 พันบาร์เรลต่อวัน โดยส่งออกจากแหล่งเบญจมาศ แหล่งทานตะวันของบริษัท Chevron และจากแหล่งผลิตของบริษัท ยูโนแคล ปริมาณการส่งออก เพิ่มขึ้นร้อยละ 35.6 เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา มีมูลค่าเป็นจำนวนเงินประมาณ 24,164 ล้านบาท ส่วนใหญ่ส่งไปยังประเทศในแถบเอเชีย ได้แก่ จีน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 37 รองลงมาคือ สิงคโปร์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 35 สาเหตุที่ต้องส่งออกน้ำมันดิบเนื่องจากองค์ประกอบของน้ำมันดิบข้างต้นมีสารโลหะหนัก (สารปรอท) ปนอยู่มาก ซึ่งไม่ตรงกับคุณสมบัติที่โรงกลั่นภายในประเทศต้องการ

2.5.3 ก๊าซธรรมชาติ

การผลิต

ปริมาณการผลิตก๊าซธรรมชาติของปี 2546 เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.0 โดยผลิตอยู่ที่ระดับ 2,106 ล้าน ลูกบาศก์ฟุตต่อวัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 75 ของปริมาณที่ใช้ทั้งหมด ประกอบด้วยแหล่งผลิตบนบกและแหล่งผลิต ในอ่าวไทย

ก๊าซธรรมชาติส่วนใหญ่ผลิตจากแหล่งในอ่าวไทย ซึ่งมีสัดส่วนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 95 ของการผลิตของประเทศ แหล่งผลิตที่สำคัญคือ แหล่งบงกชของบริษัท ปตท.สผ. ผลิตอยู่ที่ระดับ 545 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน หรือ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 26 ของปริมาณการผลิตภายในประเทศ

แหล่งผลิตสำคัญรองลงมาได้แก่แหล่งไพลิน ของบริษัท ยูโนแคล ผลิตได้ในระดับ 406 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 19

ตารางที่ 2.11 การผลิตก๊าซธรรมชาติ หน่วย : ล้านลูกบาศก์ฟุต/วัน

	ผู้ผลิต	2545	2546	
			ปริมาณ	สัดส่วน (%)
แหล่งผลิตภายในประเทศ		1,986	2,106	75.4
แหล่งอ่าวไทย		1,871	2,001	71.6
เอราวัณ	Unocal	266	281	10.1
ไพลิน	Unocal	298	406	14.5
ฟูนานและจักรวาล	Unocal	228	189	6.8
สตูล	Unocal	114	96	3.4
กะพงและปลาทอง	Unocal	31	19	0.7
อื่นๆ (7 แหล่ง)	Unocal	167	240	8.6
บงกช	PTT E&P	566	545	19.5
ทานตะวัน	Chevron	48	56	2.0
เบญจมาศ	Chevron	152	169	6.1
มะลิวัลย์	Chevron	1	0	-
แหล่งบนบก		115	105	3.8
น้ำพอง	Exxon Mobil	59	50	1.8
สิริกิติ์	Thai Shell	56	55	2.0
แหล่งนำเข้า *		617	686	24.6
ยาดานา	สหภาพพม่า	418	410	14.7
เยตากุน	สหภาพพม่า	199	275	9.9
รวม		2,603	2,791	100.0

* ค่าความร้อนของก๊าซธรรมชาติจากพม่า = 1,000 btu/ลบ.ฟุต

การใช้

การใช้ก๊าซธรรมชาติในปี 2546 เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.2 โดยปริมาณการใช้อยู่ที่ระดับ 2,791 ล้าน ลูกบาศก์ฟุตต่อวัน ประกอบด้วย การใช้ก๊าซธรรมชาติที่ผลิตในประเทศ 2,106 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน (ร้อยละ 75) ก๊าซธรรมชาตินำเข้า 686 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน (ร้อยละ 25) ภาพรวมการ

ใช้ยังคงเพิ่มขึ้นทั้งในภาคอุตสาหกรรม และภาคการผลิตไฟฟ้าโดยเฉพาะโครงการ IPP โดยในปีนี้มีโรงไฟฟ้าใหม่ในโครงการ IPP ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง 2 โรง ได้เริ่มจ่ายไฟเข้าระบบ (COD) ในช่วงไตรมาสแรก ได้แก่ บริษัท บ่อวินเพาเวอร์ ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด และบริษัท อีสเทอร์น เพาเวอร์ แอนด์ อีเลคตริค จำกัด อย่างไรก็ตาม การใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคการผลิตไฟฟ้าได้ชะลอตัวลงในช่วงไตรมาสที่ 3 และ 4 ของปีนี้ เนื่องจากแหล่งก๊าซจากพม่า (เยตากุน) หยุดผลิตชั่วคราว เป็นผลให้การใช้ ก๊าซธรรมชาติของ กฟผ. (รวมการใช้ของ EGCO และ ราชบุรี) ลดลง สำหรับการใช้ในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.9 กล่าวคือ เพิ่มขึ้นจากระดับ 238 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน เป็น 257 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน

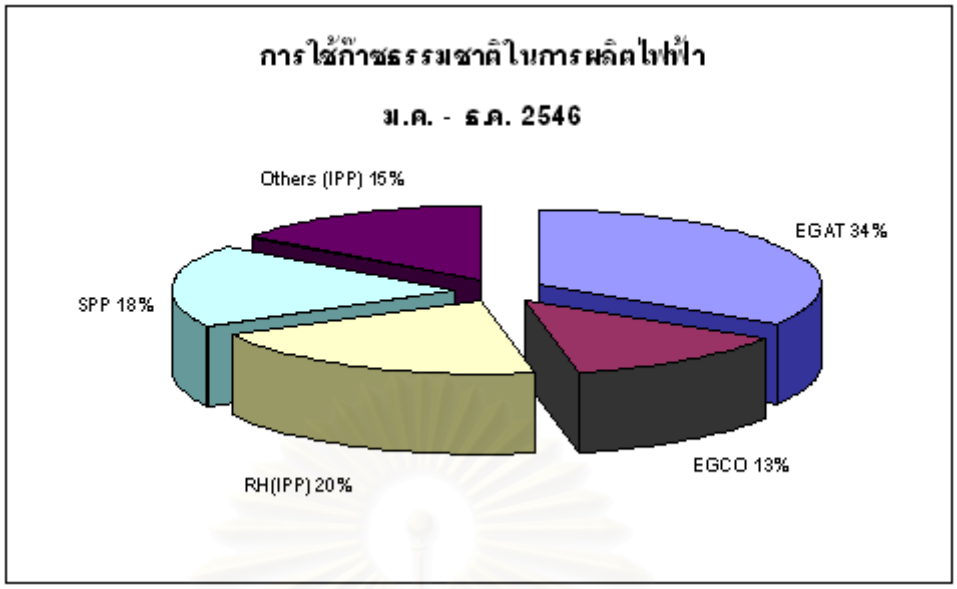
การนำเข้า

ปริมาณการนำเข้าก๊าซธรรมชาติของปีนี้ เพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 11.1 เมื่อเทียบกับปี 2545 กล่าวคือ เพิ่มขึ้นจากระดับ 617 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน เป็น 686 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน เป็นการนำเข้าจากพม่า ประกอบด้วย แหล่งยาดานา จำนวน 410 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน และเยตากุน จำนวน 275 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน เพื่อนำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าราชบุรี โรงไฟฟ้าวังน้อย และโรงไฟฟ้าอื่นๆ ของเอกชน

ตารางที่ 2.12 การจัดหาและการใช้ก๊าซธรรมชาติ หน่วย: ล้านลูกบาศก์ฟุต/วัน

ปี	การจัดหา			การใช้		
	การผลิต	การนำเข้า	รวม	ไฟฟ้า*	อุตสาหกรรมและอื่นๆ	รวม
2540	1,564	-	1,564	1,220	344	1,564
2541	1,698	2	1,700	1,345	355	1,700
2542	1,860	2	1,861	1,473	388	1,861
2543	1,948	164	2,113	1,606	507	2,113
2544	1,900	496	2,396	2,087	309	2,396
2545	1,986	617	2,603	2,239	364	2,603
2546	2,106	686	2,791	2,414	377	2,791
สัดส่วน (%)						
2543	92.2	7.8	100.0	76.0	24.0	100.0
2544	79.3	20.7	100.0	87.1	12.9	100.0
2545	76.3	23.7	100.0	86.0	14.0	100.0
2546	75.4	24.6	100.0	86.5	13.5	100.0

*ใช้ใน EGAT, EGGO, ราชบุรี (IPP), IPP, SPP



รูปที่ 2.4 การใช้ก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้า (ม.ค. 2541 – ธ.ค. 2546)

2.5.4 ก๊าซธรรมชาติเหลว (NGL)

การผลิตก๊าซธรรมชาติเหลวในปี 2546 ผลิตอยู่ที่ระดับ 10,583 บาร์เรลต่อวัน ลดลงร้อยละ 2.1 เมื่อเทียบกับปี 2545 ใช้ในประเทศเป็นปริมาณ 10,219 บาร์เรลต่อวัน แยกเป็นการใช้ในอุตสาหกรรมตัวทำละลาย (Solvent) 8,368 บาร์เรลต่อวัน หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 82 และใช้ในโรงกลั่นจำนวน 1,851 บาร์เรลต่อวัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 18 อีกส่วนหนึ่งส่งออกไปจำหน่ายยังประเทศสิงคโปร์ เป็นจำนวน 851 บาร์เรลต่อวัน ปริมาณการส่งออก ลดลง ร้อยละ 13.4 เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา

ตารางที่ 2.13 การผลิต การส่งออกและการใช้ NGL หน่วย : บาร์เรล/วัน

รายการ	2545	2546		
		ปริมาณ	การเปลี่ยนแปลง (%)	สัดส่วน (%)
การผลิต	10,812	10,583	-2.1	
การส่งออก	983	851	-13.4	
การใช้ภายในประเทศ	8,430	10,219	21.2	100.0
- กลั่นน้ำมัน	-	1,851	-	18.1
- SOLVENT	8,430	8,368	-0.7	81.9

2.5.5 ผลิตภัณฑ์น้ำมันสำเร็จรูป

การผลิตน้ำมันสำเร็จรูปในปี 2546 เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.9 เมื่อเทียบกับปี 2545 การผลิตน้ำมันสำเร็จรูป ส่วนใหญ่เพิ่มขึ้น ยกเว้นการผลิตน้ำมันเครื่องบินลดลง ส่วนความต้องการใช้น้ำมันสำเร็จรูปเพิ่มขึ้น ร้อยละ 5.7 โดยเฉพาะการใช้น้ำมันดีเซล เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 9.1 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการผลิต กับความต้องการใช้ พบว่าปริมาณการผลิตยังคงสูงกว่าความต้องการใช้ภายในประเทศ เป็นผลให้ในปีนี้มีการส่งออกน้ำมันสำเร็จรูปสุทธิเป็นจำนวน 88 พันบาร์เรลต่อวัน และเป็นการส่งออกน้ำมันสำเร็จรูปทุกชนิด

ตารางที่ 2.14 การผลิต การใช้ การนำเข้า และการส่งออกน้ำมันสำเร็จรูปปี 2546

	ปริมาณ (พันบาร์เรล/วัน)				การเปลี่ยนแปลง (%)			
	การใช้	การผลิต	การนำเข้า	การส่งออก	การใช้	การผลิต	การนำเข้า	การส่งออก
เบนซิน	131.6	148.9	2.4	19.1	4.2	4.7	-37.8	-9.9
เบนซินพิเศษ	53.2	68.5	-	14.8	3.3	0.8	-100.0	-15.0
เบนซินธรรมดา	78.4	80.3	2.4	4.3	4.8	8.2	-35.9	13.6
ดีเซล	302.4	330.5	10.4	37.0	9.1	9.2	-14.3	-7.8
น้ำมันก๊าด	0.6	12.0	-	1.9	-42.0	26.8	-	-65.6
น้ำมันเครื่องบิน	64.8	73.4	0.7	9.6	-0.4	-8.8	-16.3	-39.3
น้ำมันเตา	86.0	104.8	3.6	13.4	4.3	1.6	-	1.7
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว*	69.0	106.5	-	24.6	3.0	4.8	-	12.3
รวม	654.4	776.0	17.2	105.6	5.7	4.9	1.6	-10.3

*ไม่รวมการใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบ

2.5.6.1 น้ำมันเบนซิน

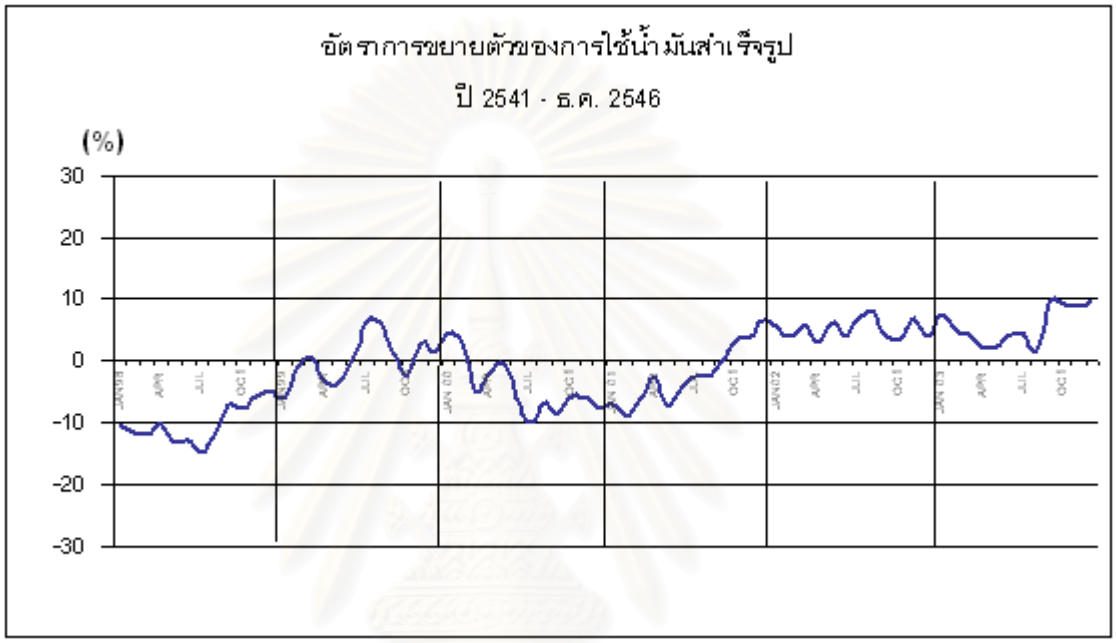
การผลิต

การผลิตน้ำมันเบนซินของปี 2546 เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.7 เมื่อเทียบกับปีก่อน โดยการผลิตน้ำมันเบนซินธรรมดาเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.2 เบนซินพิเศษเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.8 ปริมาณการผลิตน้ำมันเบนซินสูงกว่า ความต้องการใช้ในประเทศจำนวน 17 พันบาร์เรลต่อวัน

การใช้

ปริมาณการใช้อยู่ที่ระดับ 132 พันบาร์เรลต่อวัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.2 เมื่อเทียบกับปี 2545 ปริมาณการใช้เพิ่มสูงขึ้นต่อเนื่องตั้งแต่ปีก่อนมาถึงปีนี้ สาเหตุส่วนหนึ่งมาจากภาวะเศรษฐกิจขยายตัวดีขึ้นดังจะเห็น ได้จากปริมาณการจำหน่ายรถยนต์ส่วนบุคคลและ

รถจักรยานยนต์เพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะในช่วงปลายไตรมาสที่ 4 การใช้เบนซินพิเศษเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.3 ขณะที่เบนซินธรรมดามีการใช้เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.8 ทั้งนี้เป็นผลมาจากการรณรงค์ ให้มีการใช้น้ำมันที่มีค่าออกเทนให้เหมาะสมกับประเภทรถ ส่งผลให้มีการใช้น้ำมันเบนซินธรรมดา (ออกเทน 91) เพิ่มขึ้น โดยสัดส่วนการใช้น้ำมันเบนซินธรรมดาคิดเป็นร้อยละ 60 ของการใช้น้ำมันเบนซินทั้งหมด



รูปที่ 2.5 อัตราการขยายตัวของการใช้น้ำมันสำเร็จรูป (ม.ค. 2541 – ธ.ค. 2546)

การนำเข้าและส่งออก

แม้ว่าปริมาณการผลิตน้ำมันเบนซินจะสูงกว่าความต้องการใช้ภายในประเทศ ก็ตาม แต่ยังคงมีการนำเข้าน้ำมันเบนซินธรรมดา เป็นจำนวน 2.4 พันบาร์เรลต่อวัน ขณะที่มีการส่งออก (เบนซินธรรมดา และเบนซินพิเศษ) เป็นจำนวน 19.1 พันบาร์เรลต่อวัน ส่งผลให้ส่งออก (สุทธิ) 17 พันบาร์เรลต่อวัน

2.5.6.2 **น้ำมันดีเซล**

การผลิต

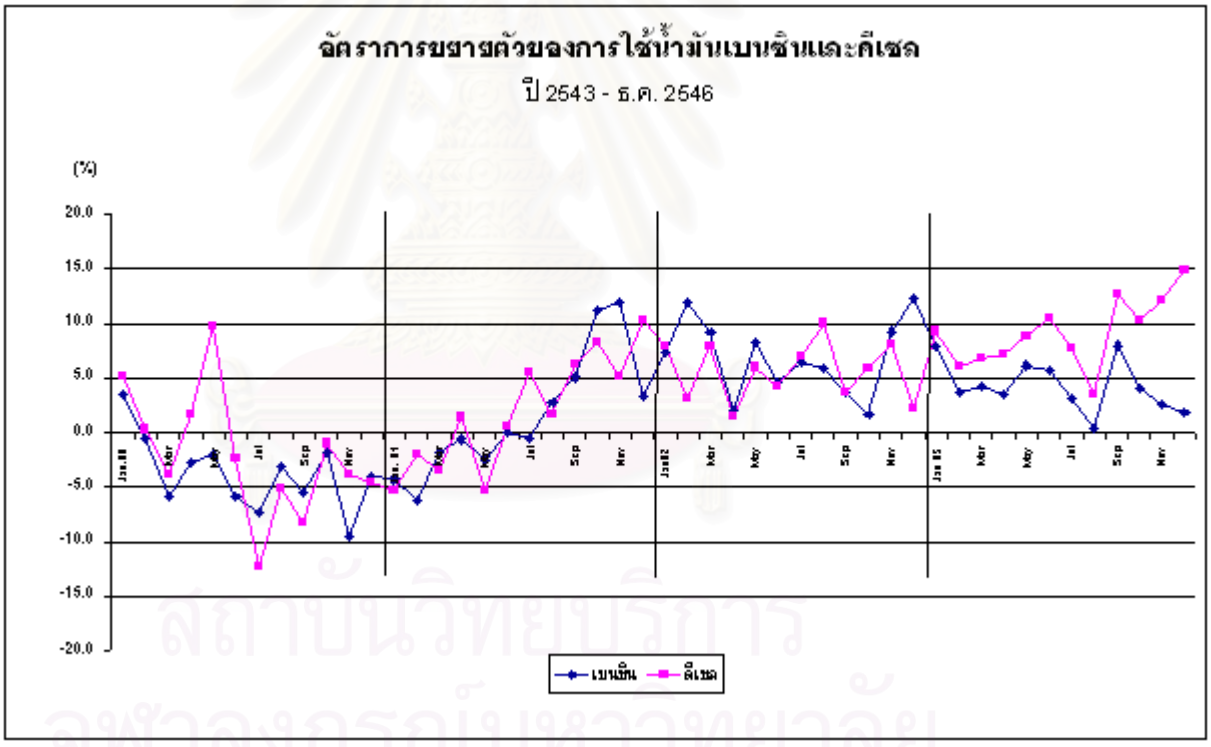
การผลิตน้ำมันดีเซลในปี 2546 เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.2 เมื่อเทียบกับปี 2545 ปริมาณการผลิตอยู่ที่ระดับ 331 พันบาร์เรลต่อวัน ส่วนใหญ่เป็นการผลิตน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว โดยมีสัดส่วนการผลิตถึงร้อยละ 99 หรือผลิตอยู่ที่ระดับ 329 พันบาร์เรลต่อวัน ส่วนน้ำมันดีเซลหมุนช้าผลิตอยู่ที่ระดับ 2 พันบาร์เรลต่อวัน

การใช้

การใช้น้ำมันดีเซลได้เริ่มขยับตัวสูงขึ้น ตั้งแต่ปลายไตรมาสที่ 4 ของปี 2545 ต่อเนื่องมาถึง ปีนี้ โดยเฉพาะในช่วงไตรมาสที่ 4 การใช้เพิ่มขึ้นร้อยละ 13 เมื่อเทียบกับไตรมาสที่ 4 ของปีก่อน เป็นผลให้ภาพรวมการใช้น้ำมันดีเซลปีนี้เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 9.1 กล่าวคือ ปริมาณการใช้อยู่ที่ระดับ 302 พันบาร์เรลต่อวัน สาเหตุสำคัญมาจากภาวะเศรษฐกิจที่ขยายตัวสูงสุดนับแต่เกิดวิกฤตเศรษฐกิจ โดย GDP ขยายตัวร้อยละ 6.7 ส่งผลให้ปริมาณการจำหน่ายรถที่ใช้เพื่อการพาณิชย์ขยายตัวเพิ่มสูงขึ้น

การนำเข้าและส่งออก

การนำเข้าน้ำมันดีเซลของปี 2546 ลดลงร้อยละ 14.3 เมื่อเทียบกับปี 2545 และเป็นการนำเข้าดีเซลหมุนเร็วทั้งหมด ส่วนการส่งออกก็ลดลงเช่นเดียวกันกล่าวคือลดลงร้อยละ 7.8 เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม ในปีนี้มีปริมาณการส่งออกน้ำมันดีเซล (สุทธิ) จำนวน 27 พันบาร์เรลต่อวัน



รูปที่ 2.6 อัตราการขยายตัวของการใช้น้ำมันเบนซินและดีเซล (ม.ค. 2541 – ธ.ค. 2546)

2.5.6.3 น้ำมันเตา

การผลิต

การผลิตน้ำมันเตาของปีนี้ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากระดับ 103 พันบาร์เรลต่อวัน เป็น 105 พันบาร์เรลต่อวัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.6 เมื่อเทียบกับปี 2545 ปริมาณการผลิตยังคงสูงกว่าความต้องการใช้ภายในประเทศ

การใช้

ปริมาณการใช้อยู่ที่ระดับ 86 พันบาร์เรลต่อวัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.3 เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา สาเหตุสำคัญมาจากการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ซึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 21.1 เนื่องจากการหยุดผลิตของแหล่งก๊าซเยตากุน จากพม่าตั้งแต่ช่วงปลายไตรมาสที่สามของปีนี้ จึงมีการใช้น้ำมันเตาทดแทน ส่วนการใช้ในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากระดับ 74 พันบาร์เรลต่อวัน ในปีก่อน เป็น 76 พันบาร์เรลต่อวันในปีนี้

การนำเข้าและส่งออก

แม้ว่าปริมาณการผลิตน้ำมันเตาในประเทศจะสูงกว่าความต้องการใช้ก็ตาม แต่ในปี 2546 นี้ยังคงมีการนำเข้าเป็นจำนวน 3.6 พันบาร์เรลต่อวัน ขณะที่มีการส่งออกอยู่ที่ระดับ 13.4 พันบาร์เรลต่อวัน เป็นผลให้มีปริมาณการส่งออก (สุทธิ) จำนวน 10 พันบาร์เรลต่อวัน

ตารางที่ 2.15 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า

ชนิดของเชื้อเพลิง	2545	2546	การเปลี่ยนแปลง (%)	
			2545	2546
ก๊าซธรรมชาติ (ล้านลบฟ./วัน)*	1,632	1,624	8.5	-0.5
น้ำมันเตา (ล้านลิตร)	499	605	-22.8	21.1
ลิกไนต์ (พันตัน)	15,035	15,407	-4.5	2.5
ดีเซล (ล้านลิตร)	41	23	-45.0	-45.2

*การใช้ของ EGAT EGCO KEGCO และ RH (ราชบุรี)

2.5.6.4 น้ำมันเครื่องบิน

ภาพรวมการใช้น้ำมันเครื่องบินในปี 2546 ลดลงเล็กน้อยคือร้อยละ 0.4 เมื่อเทียบกับปี 2545 เนื่องจากการขนส่งทางอากาศหดตัวลงในช่วงไตรมาสที่ 2 เพราะผลกระทบจากโรค SARS อย่างไรก็ตาม ในช่วง ไตรมาสที่ 4 นี้การขนส่งทางอากาศขยายตัวสูงขึ้นร้อยละ 5.2 โดยเฉพาะด้านการขนส่งสินค้า เนื่องจากการลงนามประกาศเขตการค้าเสรีไทย-จีน ส่วนการผลิตและการนำเข้าในปีนี้ลดลง กล่าวคือ การผลิตลดลงจากระดับ 80 พัน บาร์เรลต่อวันในปีก่อนเหลือ 73 พันบาร์เรลต่อวัน หรือลดลงร้อยละ 8.8 แม้ว่าปริมาณการผลิตจะลดลงแต่ยังคงมีการส่งออก (สุทธิ) เป็นจำนวน 9 พันบาร์เรลต่อวัน

2.5.6.5ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)

การผลิต

การผลิตก๊าซปิโตรเลียมเหลวในปี 2546 เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.8 เมื่อเทียบกับปีก่อน กล่าวคือ เพิ่มขึ้นจากระดับ 102 พันบาร์เรลต่อวัน มาอยู่ที่ระดับ 107 พันบาร์เรลต่อวัน แยกเป็นการผลิตจากโรงแยกก๊าซของ ปตท. (โรงที่ 1 - 4) คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 46 โรงกลั่นไทยออยล์ ร้อยละ 11 โรงกลั่นระยองรีไฟเนอรี โรงกลั่นสตาร์ รีไฟเนอรี และโรงกลั่นทีพีไอ มีสัดส่วนเท่าๆ กันคือร้อยละ 6 โรงแยกก๊าซไทยเชลล์ ร้อยละ 3 ที่เหลือร้อยละ 22 เป็นการผลิตจากโรงกลั่นน้ำมันอื่นๆ และจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ทั้งนี้ปริมาณการผลิตยังคงสูงกว่าความต้องการใช้ในประเทศ

การใช้

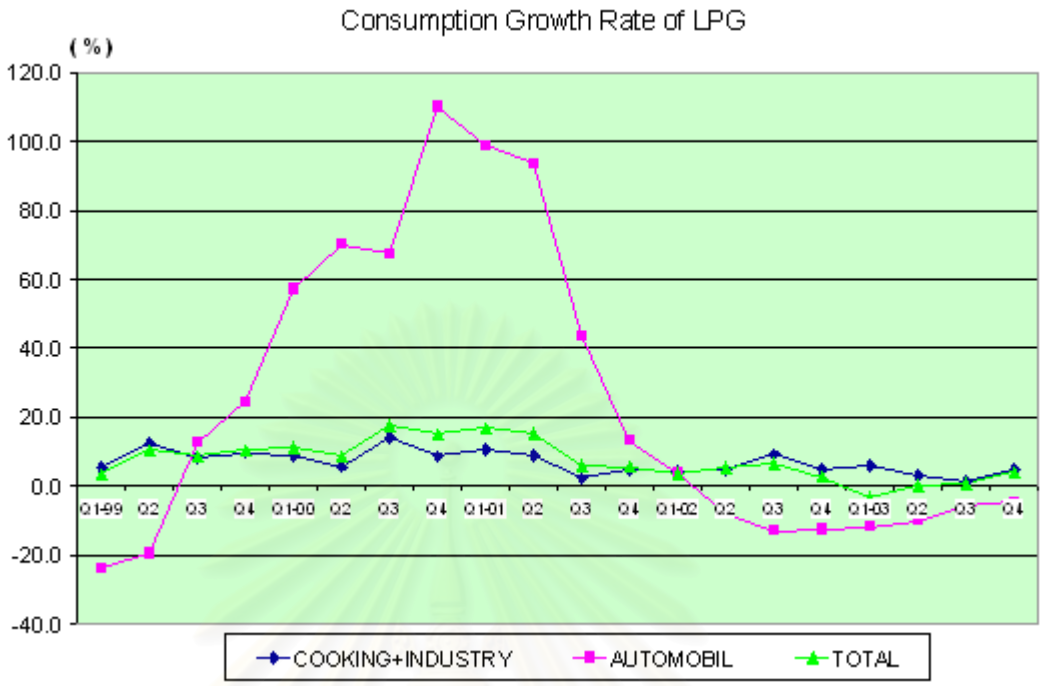
ปริมาณการใช้ของปี 2546 เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.3 เมื่อเทียบกับปี 2545 โดยการใช้อยู่ที่ระดับ 82 พันบาร์เรลต่อวัน แยกเป็นการใช้เป็นเชื้อเพลิง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 84 ของปริมาณการใช้ทั้งหมดที่เหลือ ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 16

การใช้เป็นเชื้อเพลิง ประกอบด้วย การใช้ครัวเรือน ในรถยนต์ และในอุตสาหกรรม โดยการใช้ใน ครัวเรือน มีสัดส่วนสูงสุด กล่าวคือ ร้อยละ 70 ของปริมาณการใช้เป็นเชื้อเพลิง ปริมาณการใช้อยู่ที่ระดับ 48 พัน บาร์เรลต่อวัน ที่เหลือเป็นการใช้ในอุตสาหกรรม และในรถยนต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 20 และ 10 ตามลำดับ การใช้ในอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.9 ขณะที่การใช้ในรถยนต์ได้ชะลอตัวลงตั้งแต่ไตรมาสที่สองของปี 2545 จนถึงปัจจุบัน เป็นผลให้การใช้ลดลงร้อยละ 8.4 สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจาก การปรับราคาขายปลีก LPG เป็นผลให้ราคา LPG เพิ่มสูงขึ้น อีกส่วนหนึ่งเกิดจากจำนวนรถแท็กซี่ที่เปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิง LPG เริ่มอิ่มตัว

สำหรับการใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในปีนี้ มีปริมาณ 13 พันบาร์เรลต่อวัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.1 เมื่อเทียบกับปีก่อน กล่าวคือ เพิ่มขึ้นจากระดับ 12 พันบาร์เรลต่อวัน เป็น 13 พันบาร์เรลต่อวัน

การนำเข้าและการส่งออก

เนื่องจากประเทศไทยสามารถผลิตก๊าซปิโตรเลียมเหลวได้มากกว่าความต้องการใช้ในประเทศ จึงไม่มีการนำเข้า ขณะที่มีการส่งออกอย่างต่อเนื่อง โดยส่วนใหญ่ส่งออกไปยังประเทศใน เอเชีย ได้แก่ จีน มีสัดส่วนสูงสุดคือร้อยละ 31 ของปริมาณการส่งออกทั้งหมด รองลงมาได้แก่ สิงคโปร์ เวียดนาม คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 24 และ 23 ตามลำดับ โดยในปีนี้ส่งออกเป็นจำนวน 25 พันบาร์เรลต่อวัน



รูปที่ 2.7 Consumption Growth Rate of LPG

ตารางที่ 2.16 การใช้ LPG หน่วย : พันบาร์เรลต่อวัน

	2545	2546		
		ปริมาณ	สัดส่วน (%)	การเปลี่ยนแปลง (%)
ครัวเรือน	47	48	58.9	2.3
อุตสาหกรรม	13	14	17.0	8.9
รถยนต์	7	7	8.2	-8.4
อุตสาหกรรมปิโตรเคมี	12	13	15.9	8.1
รวม	79	82	100.0	3.3

2.5.6 ถ่านหิน/ลิกไนต์

การผลิต

การผลิตลิกไนต์ในปี 2546 มีปริมาณ 18.9 ล้านตัน แยกเป็นการผลิตจากเหมืองแม่เมาะและกระบี่ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และการผลิตจากเหมืองเอกชน ปริมาณการผลิตของ กฟผ. มีจำนวน 15.8 ล้านตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 84 ของการผลิตลิกไนต์ทั้งหมด ที่เหลืออีกร้อยละ 16 เป็นการผลิตของเหมืองเอกชน จำนวน 3.1 ล้านตัน ในปีนี้ กฟผ. ผลิตลิกไนต์

เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.0 ขณะที่เหมืองเอกชนผลิตลดลงร้อยละ 29.4 เนื่องจากการนำเข้าถ่านหินมาใช้ทดแทนลิกไนต์ในภาคอุตสาหกรรม

การใช้

ปริมาณการใช้ลิกไนต์ในปีนี้ ลดลงร้อยละ 8.2 เมื่อเทียบกับปีก่อน การใช้อยู่ที่ระดับ 17.9 ล้านตัน ประกอบด้วย การใช้ในภาคการผลิตไฟฟ้าของ กฟผ. คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 86 ที่เหลือนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 14 การใช้ลิกไนต์ในอุตสาหกรรมลดลงถึงร้อยละ 43.6 ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ถ่านหินนำเข้า ทดแทนการใช้ลิกไนต์เพราะราคาลิกไนต์เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้นมาก สาเหตุจากนโยบายจำกัดน้ำหนักบรรทุก ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบราคาถ่านหินนำเข้าด้วยค่าความร้อนแล้ว จะมีราคาต่ำกว่าลิกไนต์ในประเทศ เป็นผลให้การใช้ถ่านหินนำเข้าในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 80.0 สำหรับการใช้ลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.5 เนื่องจากการติดตั้งเครื่องกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (FGD) ที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะเสร็จสมบูรณ์แล้ว ส่งผลให้ภาพรวมการใช้ถ่านหิน/ลิกไนต์ในปีนี้ ยังคงขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.5

การนำเข้า

ปริมาณการนำเข้าถ่านหินเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 40.7 เมื่อเทียบกับปีก่อน โดยนำเข้าเป็นจำนวน 7.9 ล้านตัน เพื่อนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าในโครงการ SPP ประมาณ 2.0 ล้านตัน (ร้อยละ 26) และใช้ในภาคอุตสาหกรรม 5.8 ล้านตัน (ร้อยละ 74)

ตารางที่ 2.17 การผลิตและการใช้ลิกไนต์/ถ่านหิน หน่วย : พันตัน

	2545	2546		
		ปริมาณ	อัตราเพิ่ม (%)	สัดส่วน(%)
การผลิตลิกไนต์	19,569	18,887	-3.5	100.0
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ	15,182	15,788	4.0	83.6
เหมืองเอกชน	4,387	3,099	-29.4	16.4
- บ้านปู	2,782	1,925	-30.8	10.2
- ลานนา	690	537	-22.1	2.8
- อื่นๆ	915	637	-30.7	3.4
การนำเข้าถ่านหิน	5,599	7,876	40.7	
การจัดหา	25,168	26,763	6.3	
การใช้ลิกไนต์	19,592	17,948	-8.2	100.0

ตารางที่ 2.16 (ต่อ) การผลิตและการใช้ลิกไนต์/ถ่านหิน หน่วย : พันตัน

	2545	2546		
		ปริมาณ	อัตราเพิ่ม (%)	สัดส่วน(%)
ผลิตกระแสไฟฟ้า	15,035	15,407	2.5	85.8
อุตสาหกรรม	4,556	2,541	-43.6	14.2
การใช้ถ่านหิน	5,599	7,876	40.7	100.0
ผลิตกระแสไฟฟ้า (SPP)	2,352	2,030	-13.7	25.8
อุตสาหกรรม	3,247	5,846	80.0	74.2
ความต้องการ	25,191	25,824	2.5	

2.5.7 ไฟฟ้า

กำลังการผลิตติดตั้ง

กำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าของไทย ณ เดือนธันวาคม 2546 ประกอบด้วย กำลังผลิตของ กฟผ. การรับซื้อจากเอกชน และไฟฟ้านำเข้ามีจำนวน 24,983 เมกะวัตต์ โดยเป็นกำลังผลิตติดตั้งของ กฟผ. 14,431 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 58 รับซื้อจาก IPP 8,000 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 32 จาก SPP จำนวน 1,912 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 8 และนำเข้าจาก สปป.ลาว และการแลกเปลี่ยน ไฟฟ้ากับมาเลเซีย 640 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 2

กำลังการผลิตติดตั้งของ กฟผ ในปี 2546 ลดลงจากปี 2545 จำนวน 605 เมกะวัตต์ เนื่องจากหน่วยผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าบางปะกง (CC1) มีกำลังการผลิตติดตั้ง 380 เมกะวัตต์ และหน่วยผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า แม่เมาะ (T1-3) กำลังการผลิตติดตั้ง 225 เมกะวัตต์ ถูกปลดออกจากระบบ แต่ในปีนี้มีผู้ผลิตไฟฟ้าในโครงการ IPP จ่ายไฟเข้าระบบจำนวน 2 ราย คือ บริษัท บ่อวิน เพาเวอร์ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด และ บริษัท อีสเทอร์น เพาเวอร์ แอนด์ อิเลคตริค จำกัด เป็นผลให้กำลังการผลิตติดตั้งในส่วนของ IPP เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับกำลังผลิตติดตั้งของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (SPP) ซึ่งมีผู้จ่ายไฟเข้าระบบเพิ่มขึ้นอีก 144 เมกะวัตต์

การผลิตพลังงานไฟฟ้า

ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศในปี 2546 มีจำนวน 118,411 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 6.4 ประกอบด้วยการผลิตของ กฟผ. คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 49 ที่เหลือเป็นการรับซื้อจากเอกชน การนำเข้า และอื่นๆ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 51

ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในปีนี้ อยู่ในเดือนพฤษภาคมที่ระดับ 18,121 เมกะวัตต์ สูงกว่าความต้องการ ไฟฟ้าสูงสุดของปี 2545 ซึ่งอยู่ที่ระดับ 16,681 เมกะวัตต์ เป็นผลให้มีค่าตัว

ประกอบการใช้ ไฟฟ้าเฉลี่ย (Load Factor) อยู่ที่ระดับร้อยละ 73.9 และมีอัตรากำลังผลิตสำรองไฟฟ้าต่ำสุด (Reserved Margin) อยู่ที่ระดับร้อยละ 35.1

ตารางที่ 2.18 กำลังผลิตติดตั้งไฟฟ้า ณ ธันวาคม 2546 หน่วย : เมกะวัตต์

	กำลังผลิตติดตั้ง	สัดส่วน (%)
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	14,431	58
ผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ (IPP)	8,000	32
ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (SPP)	1,912	8
นำเข้าและแลกเปลี่ยน	640	2
รวม	24,983	100

ตารางที่ 2.19 ความต้องการไฟฟ้าและค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า

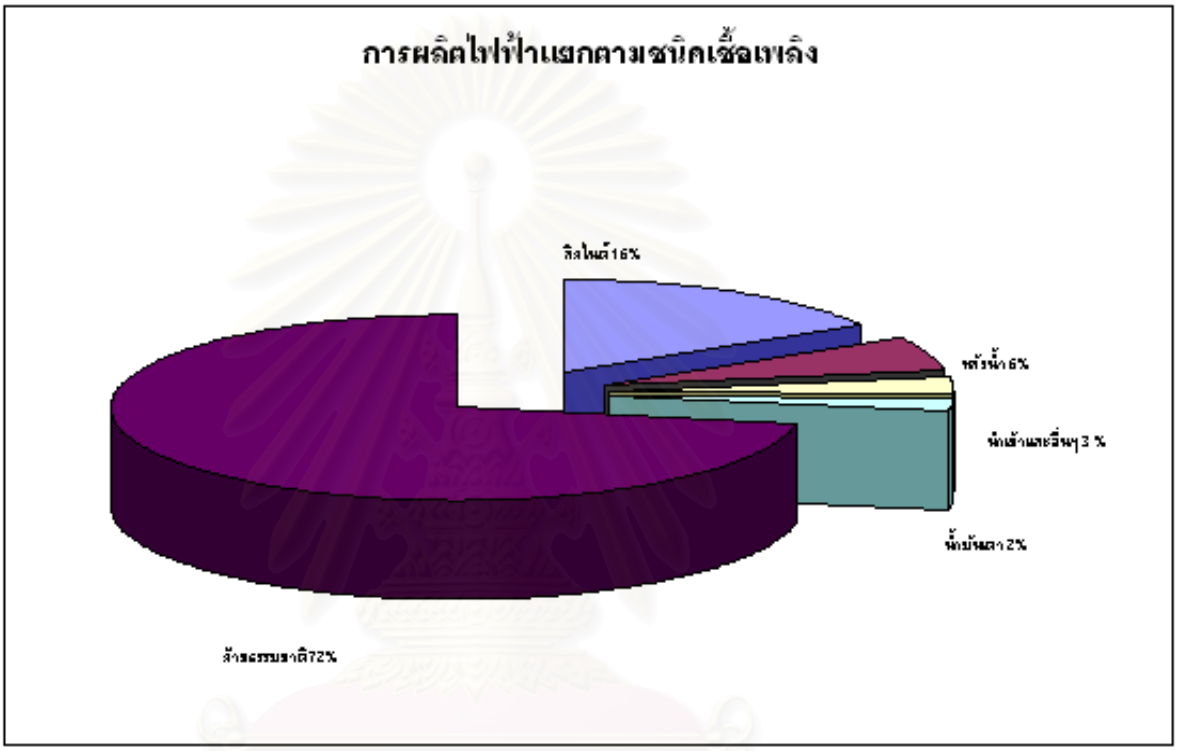
ปี	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (เมกะวัตต์)	ค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า (ร้อยละ)	กำลังผลิตสำรองไฟฟ้าต่ำสุด (ร้อยละ)
2536	9,839	74.2	12.1
2537	11,064	74.3	13.6
2538	12,268	74.9	5.6
2539	13,311	75.1	8.6
2540	14,506	73.5	8.3
2541	14,180	73.4	20.1
2542	13,712	76.1	22.1
2543	14,918	75.2	22.0
2544	16,126	73.5	30.9
2545	16,681	76.1	27.5
2546	18,121	73.9	35.1

หมายเหตุ

1. โรงไฟฟ้า IPP ได้แก่ บ่อวิน และ EPEC รวมกำลังการผลิต 1,063 เมกะวัตต์ จ่ายไฟเข้าระบบ (COD) ในช่วงเดือน ม.ค. - มี.ค. 46

2. โรงไฟฟ้า SPP จ่ายไฟเข้าระบบ (COD) ในระหว่างเดือน ม.ค. - ธ.ค. 2546 รวมกำลังการผลิต 114 เมกะวัตต์

การผลิตพลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากแหล่งต่างๆ คือ จากก๊าซธรรมชาติ (รวม EGCO KEGCO ราชบุรี IPP และ SPP) จำนวน 85,720 กิกะวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 72 จากถ่านหิน/ลิกไนต์ จำนวน 19,301 กิกะวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 16 จากพลังน้ำ 7,208 กิกะวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 6 จากน้ำมันเตา จำนวน 2,434 กิกะวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 2 และจากแหล่งอื่นๆ รวมทั้งการ นำเข้าไฟฟ้าจากลาวและไฟฟ้าแลกเปลี่ยนกับมาเลเซีย จำนวน 3,748 กิกะวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 3



รูปที่ 2.8 การผลิตไฟฟ้าแยกตามชนิดเชื้อเพลิง

การผลิตพลังงานไฟฟ้าตามชนิดของเชื้อเพลิงที่สำคัญ พอสรุปได้ดังนี้

(ก) การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติในปี 2546 เพิ่มขึ้นจากปี 2545 ร้อยละ 8.6 สาเหตุสำคัญ เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ (IPP) ซึ่งใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ได้แก่ บริษัท บ่อวิน เพาเวอร์ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด มีกำลังการผลิตติดตั้ง 713 เมกะวัตต์ ได้จ่ายไฟเข้าระบบ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตตั้งแต่เดือนมกราคมนี้ และ บริษัท อีสเทอร์น เพาเวอร์แอนด์ อิเลคตริค จำกัด ซึ่งมีกำลังการผลิตติดตั้ง 350 เมกะวัตต์ ได้จ่ายไฟเข้าระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตในเดือนมีนาคม เป็นผลให้ปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติเพิ่มสูงขึ้น อีกส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (SPP) ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงจ่ายไฟฟ้าเข้ามาเสริมในระบบ กฟผ. มากขึ้น

(ข) การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน/ลิกไนต์ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยร้อยละ 0.1 สาเหตุมาจากในช่วงสองไตรมาสแรก ของปีนี้ กฟผ. ใช้ลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น

(ค) การผลิตไฟฟ้าจากน้ำมันเตา เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 23.6 เมื่อเทียบกับปี 2545 เนื่องจากการหยุดผลิต ของแหล่งก๊าซธรรมชาติเยตากุนของพม่าเป็นผลให้มีการใช้น้ำมันเตาทดแทนการใช้ก๊าซธรรมชาติ ประกอบกับมีการทดสอบเดินเครื่องที่โรงไฟฟ้ากระบี่ โดยใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในช่วงเดือน ส.ค. เป็นต้นมา

(ง) การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำ ลดลงร้อยละ 2.2 เมื่อเทียบกับปีก่อน

(จ) การผลิตไฟฟ้าจากน้ำมันดีเซล ลดลงถึงร้อยละ 50.1 ทั้งนี้เป็นผลมาจาก กฟผ. ลดการใช้ น้ำมันดีเซลเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าลงร้อยละ 45.2

(ฉ) การนำเข้าไฟฟ้าจาก สปป. ลาว และไฟฟ้าแลกเปลี่ยนจากมาเลเซียในปี 2546 ลดลงร้อยละ 12.1 เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา

การใช้ไฟฟ้า

ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปี 2546 อยู่ระดับที่ 106,138 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากปี 2545 ร้อยละ 7.1 โดยสาขาธุรกิจและสาขาอุตสาหกรรม ใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.0 และ 7.9 ตามลำดับ ขณะที่บ้านอยู่อาศัยเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.8 ภาคเกษตร เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 18.7 ส่วนลูกค้าตรง กฟผ. เพิ่มขึ้นเล็กน้อยร้อยละ 0.3

การใช้ไฟฟ้าในเขตนครหลวง ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.7 เมื่อเทียบกับปี 2545 การใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ทุกสาขา กล่าวคือ สาขาธุรกิจและสาขาอุตสาหกรรม มีการใช้ไฟฟ้า 12,746 กิกะวัตต์ชั่วโมง และ 14,381 กิกะวัตต์ชั่วโมง ตามลำดับ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.6 และ 4.2 สำหรับประเภทบ้านและที่อยู่อาศัยมีการใช้ไฟฟ้า 7,984 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.1

การใช้ไฟฟ้าในเขตภูมิภาค เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.6 เมื่อเทียบกับปีก่อน โดยสาขาธุรกิจและสาขาอุตสาหกรรม มีการใช้ไฟฟ้าอยู่ในระดับ 12,605 กิกะวัตต์ชั่วโมง และ 33,872 กิกะวัตต์ชั่วโมง ตามลำดับ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.5 ส่วนการใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านและที่อยู่อาศัย มีการใช้ไฟฟ้า 15,331 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.6

ในส่วนลูกค้าตรงของ กฟผ. ความต้องการใช้ไฟฟ้าในปีนี้ อยู่ที่ระดับ 1,949 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากปี 2545 กล่าวคือเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.3

ตารางที่ 2.20 การจำหน่ายไฟฟ้าแยกตามประเภทผู้ใช้ หน่วย : กิกะวัตต์-ชั่วโมง

	2545	2546	
		ปริมาณ	เปลี่ยนแปลง (%)
การใช้ไฟฟ้าในเขตนครหลวง			
บ้านและที่อยู่อาศัย	7,526	7,984	6.1
ธุรกิจ	12,186	12,746	4.6
อุตสาหกรรม	13,804	14,381	4.2
อื่นๆ	1,960	2,045	4.4
รวม	35,476	37,156	4.7
การใช้ไฟฟ้าในเขตภูมิภาค			
บ้านและที่อยู่อาศัย	14,518	15,331	5.6
ธุรกิจ	11,507	12,605	9.5
อุตสาหกรรม	30,923	33,872	9.5
เกษตรกรรม	192	228	18.7
อื่นๆ	4,563	4,998	9.5
รวม	61,704	67,033	8.6
ลูกค้าตรง กฟผ	1,943	1,949	0.3
รวมทั้งสิ้น	99,123	106,138	7.1

2.5.8 ปริมาณสำรองพลังงานของประเทศ

ทรัพยากรด้านพลังงานของไทยประกอบด้วยน้ำมันดิบ คอนเดนเสท ก๊าซธรรมชาติ และลิกไนต์ จากข้อมูลของกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติรายงานว่า ณ สิ้นปี 2545 ปริมาณสำรอง (Proved Reserves + Probable Reserves) ของน้ำมันดิบอยู่ที่ 461 ล้านบาร์เรล คอนเดนเสท 585 ล้านบาร์เรล ก๊าซธรรมชาติ 24,653 พันล้านลูกบาศก์ฟุต และลิกไนต์ 2,137 ล้านตัน หากปริมาณการผลิตพลังงานดังกล่าวยังคงอยู่ที่ระดับการผลิตของปี 2545 จะมีน้ำมันดิบใช้ได้อีกประมาณ 17 ปี คอนเดนเสท ประมาณ 30 ปี ก๊าซธรรมชาติ (รวมแหล่งพื้นที่ทับซ้อนไทย-มาเลเซีย) ประมาณ 34 ปี และลิกไนต์ประมาณ 109 ปี

ตารางที่ 2.21 ปริมาณสำรองพลังงานของประเทศ ณ 31 ธันวาคม 2545

	ปริมาณสำรอง	ปริมาณการผลิต ปี 2545	ใช้ได้นาน (ปี)
น้ำมันดิบ (ล้านบาร์เรล)	461	27.6	17
คอนเดนเสท (ล้านบาร์เรล)	585	19.6	30
ก๊าซธรรมชาติ (พันล้านลูกบาศก์ฟุต)	24,653	724.9	34
ลิกไนต์ (ล้านตัน)	2,137	19.6	109

* ปริมาณสำรองของ Proved Reserves และ Probable Reserves

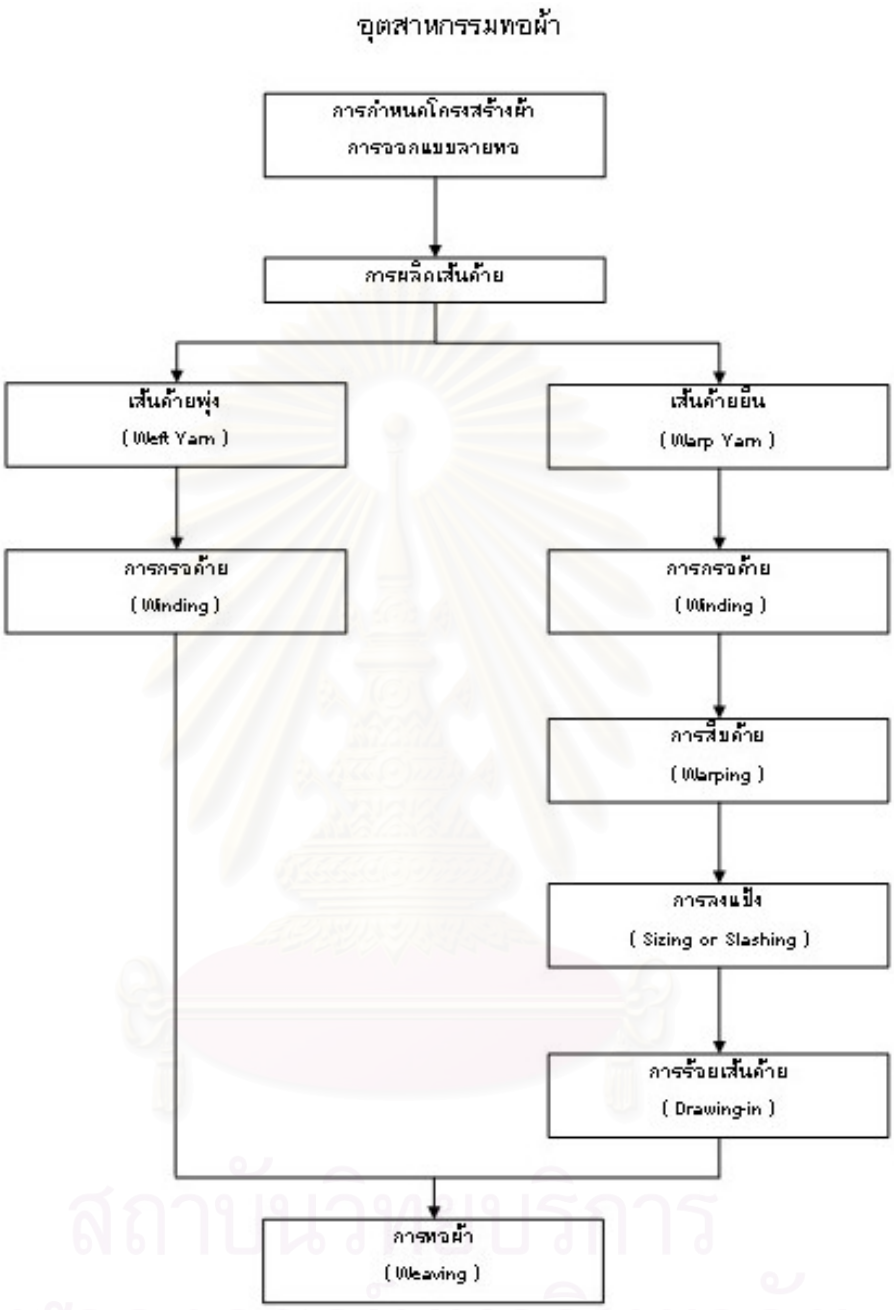
2.5.9 **รายได้สรรพสามิตและฐานะกองทุนน้ำมัน**

รายได้ภาษีสรรพสามิตจากน้ำมันสำเร็จรูปของปี 2546 มีจำนวนประมาณ 72,962 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปีก่อน 5,236 ล้านบาท แม้ว่าในปีนี้กองทุนจะมีรายรับมากกว่ารายจ่ายก็ตาม แต่ฐานะกองทุนเมื่อสิ้นเดือนธันวาคม 2546 ยังคงติดลบ 2,469 ล้านบาท

ตารางที่ 2.22 รายได้ภาษีสรรพสามิตและฐานะกองทุน หน่วย : ล้านบาท

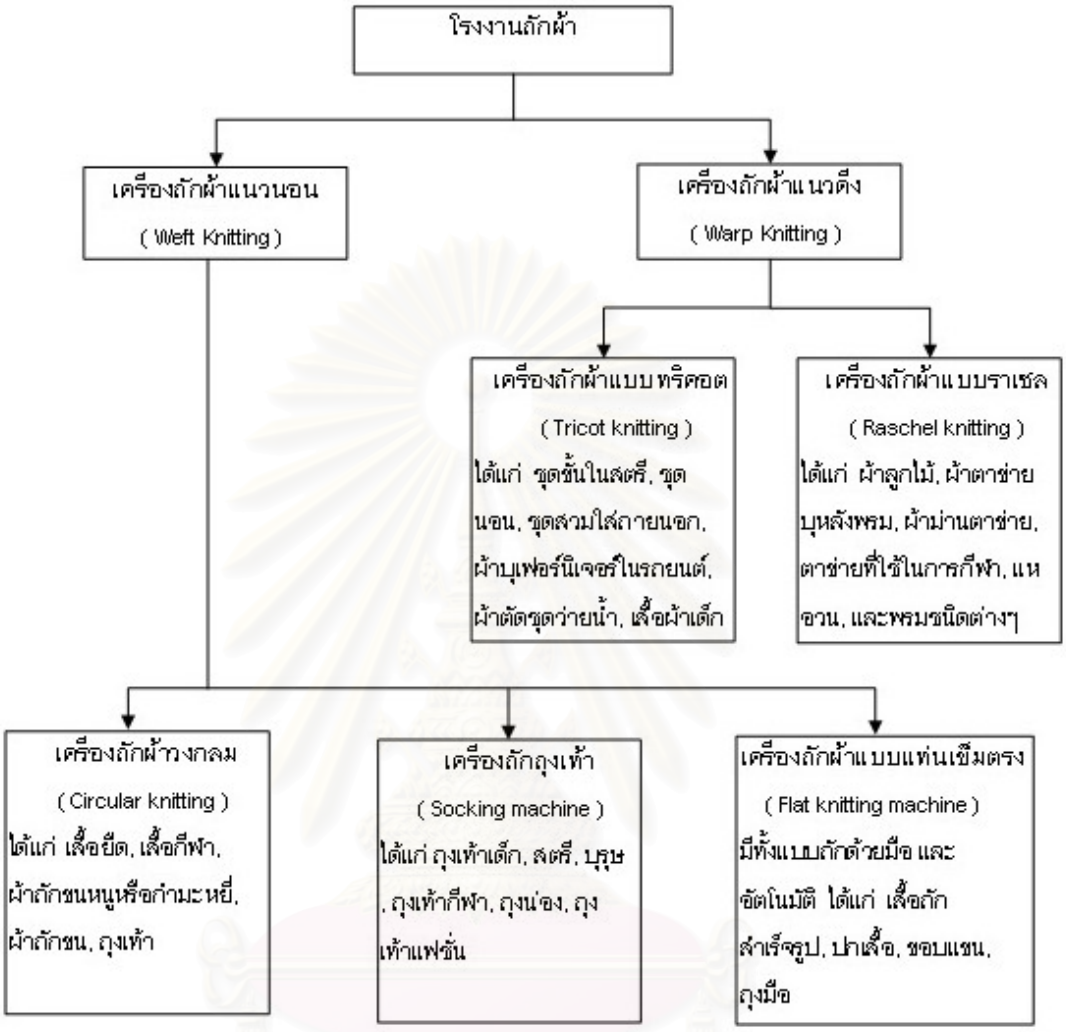
ณ สิ้นปี	ฐานะกองทุนน้ำมัน	รายรับ (รายจ่าย)	ภาษีสรรพสามิต
2536	78	(1,852)	44,717
2537	-732	(810)	46,969
2538	-1,116	(384)	54,838
2539	787	1,903	58,899
2540	235	(552)	64,768
2541	4,606	4,371	66,139
2542	4,418	(187)	65,076
2543	-4,673	(9,091)	65,026
2544	-10,351	(5,678)	65,602
2545	-4,156	6,195	67,726
2546	-2,469	1,687	72,962

2.6 กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ



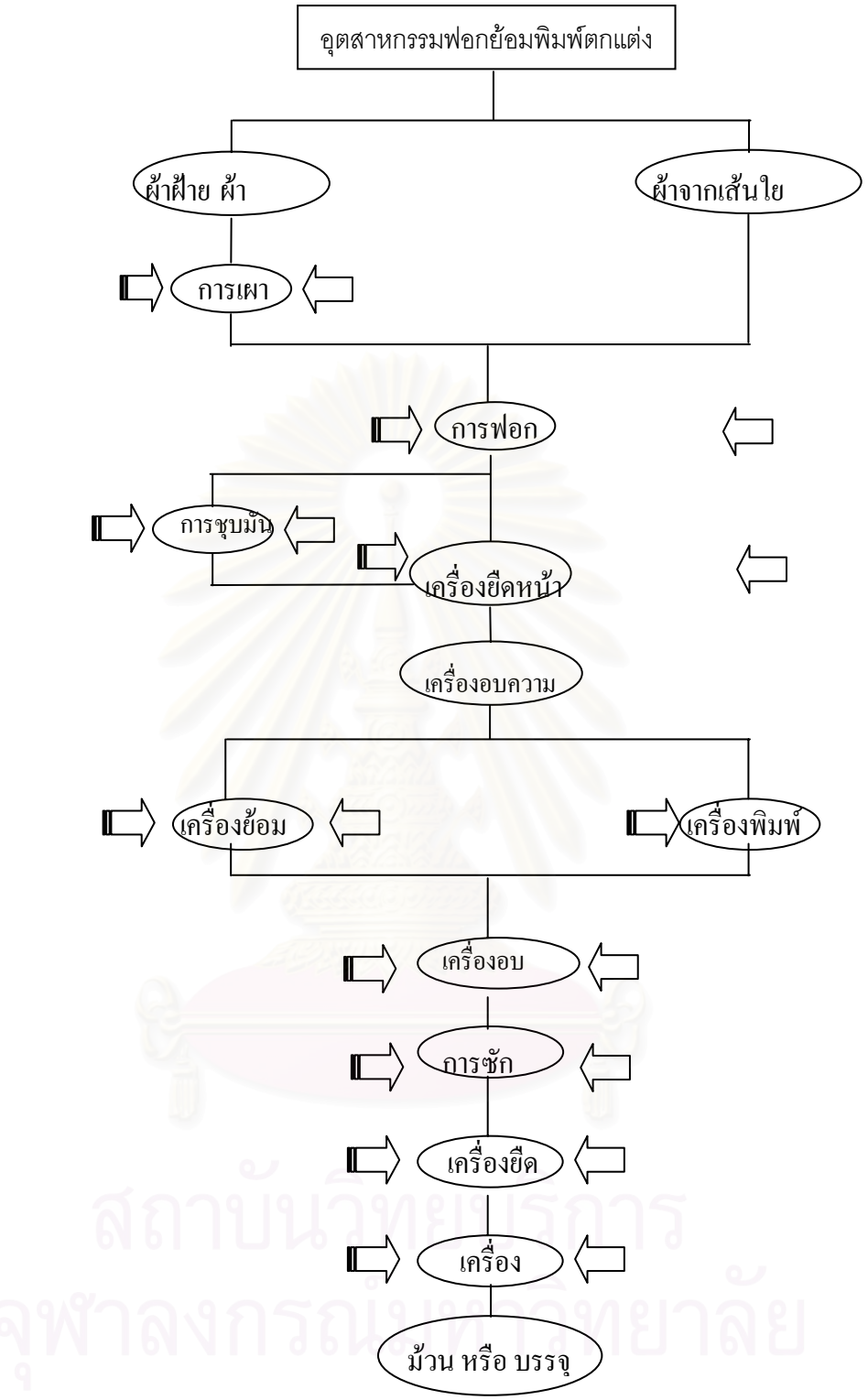
รูปที่ 2.9 กระบวนการในการทอผ้า

อุตสาหกรรมถักผ้า



รูปที่ 2.10 กระบวนการในการถักผ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.11 อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Jin-ping Huang (1993) งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับค่าความเข้มพลังงาน (EI) ของอุตสาหกรรมในประเทศจีนโดยใช้ดัชนีดิวิเซีย (Divisia Index) เป็นตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลงด้านพลังงานที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางการผลิต (Structural Effect) และการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มพลังงานในอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานสูง (Intensity Effect) ในการศึกษาวิจัยนี้ เขาได้ทำการแบ่งกลุ่มของอุตสาหกรรมออกเป็น 2 ส่วน คือ อุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานสูง และอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานต่ำ จากนั้นจึงนำเอาวิธีการของดิวิเซียมาใช้ในการสร้างดัชนีดิวิเซียเพื่อทำการศึกษาถึงทิศทางการเปลี่ยนแปลงด้านพลังงานที่เกิดขึ้นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้งานวิจัยดังกล่าวได้ทำการศึกษาโดยแยกส่วนสำหรับแหล่งพลังงานต่างๆ อันได้แก่ พลังงานไฟฟ้า, พลังงานที่ได้จากถ่านหิน และพลังงานที่ได้จากก๊าซธรรมชาติ ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษานี้จะถูกนำไปใช้ในการวางแผนด้านพลังงานของประเทศจีนต่อไปในอนาคต

Gale A.Boyd et al. (1988) งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการให้ได้มาซึ่งดัชนีดิวิเซีย (Divisia Index) ในเชิงพลังงาน โดยได้ทำการเปรียบเทียบดัชนีดังกล่าวกับวิธีการอื่นโดยอาศัยวิธีการแยกองค์ประกอบของพลังงาน (Decomposition Method) ผลของการศึกษาพบว่า ดัชนีดิวิเซียนั้นมีจุดเด่นอยู่ที่ความต่อเนื่อง ในขณะที่ดัชนีชี้วัดตัวอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นดัชนีลาสสแปร์ (Laspeyre Index) หรือดัชนีพาเช่ (Paasche Index) ซึ่งมุ่งเน้นการคำนวณไปที่การถ่วงน้ำหนักกลับไม่มี

George Kouris (1980) งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ชี้ให้เห็นถึงข้อผิดพลาดของตัวแบบทางสถิติด้านพลังงานที่สร้างขึ้น โดยเขาพบว่าความผิดพลาดส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นจากข้อกำหนดของตัวแบบทางสถิติซึ่งสร้างขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาประสิทธิภาพพลังงานโดยใช้ค่าความยืดหยุ่นพลังงาน) Energy Elasticity) เป็นเกณฑ์

Jean-Thomas Bernard, Bruno Cote (2003) งานวิจัยนี้เป็นไปเพื่อที่จะนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้มาไปประยุกต์ใช้กับหลักการการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยหลักการทางสถิตินี้อนุญาตให้แปลงตัวแปรในกลุ่มหนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่งได้ด้วยคุณสมบัติของข้อมูลดั้งเดิม

Jing-Wen Li, Ram M. Shrestha and Wesley K. Foell (1990) งานวิจัยนี้ประกอบไปด้วยความสัมพันธ์ของความเข้ม และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างบนการเปลี่ยนแปลงในภาพรวมความเข้มพลังงานของกลุ่มอุตสาหกรรมในไต้หวันในช่วงปี 1985-1971

โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบดัชนีดิวิเซีย โดยมีลักษณะที่แตกต่างจากการศึกษาของคนอื่น คือ กลุ่มอุตสาหกรรมไม่ได้รวมกลุ่มกันตามลักษณะของพลังงาน และลักษณะทางเศรษฐศาสตร์ ของแต่ละอุตสาหกรรม

B.W. Ang (2004) งานวิจัยนี้นำเสนอเกี่ยวกับวิธีการศึกษาแบบแยกองค์ประกอบที่เหมาะสมระหว่างดัชนีชี้วัดถ่วงน้ำหนักที่แปรเปลี่ยนฐานของการคำนวณ (ดัชนีดิวิเซีย) กับตัวชี้วัดที่มีฐานการคำนวณตายตัว (ดัชนีลาสไพเยอเรส) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าตัวชี้วัดที่มีการแปรเปลี่ยนฐานการคำนวณให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าดัชนีดิวิเซียมีความเหมาะสมในการศึกษาประสิทธิภาพพลังงานมากกว่าดัชนีอื่นได้

Howard Geller et al. (2004) งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับนโยบายด้านประสิทธิภาพพลังงาน และสิ่งแวดล้อมในประเทศบราซิล โดยเริ่มต้นศึกษาตั้งแต่สาธารณูปโภคพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนข้อมูลด้านประชากรศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านี้เข้ากับประเด็นการบริโภคพลังงานของประเทศ ทั้งนี้แผนที่สร้างขึ้นอาจมีจุดประสงค์แตกต่างกันออกไปตั้งแต่การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก จนไปถึงการลดปริมาณการบริโภคพลังงานในครัวเรือนเลยทีเดียว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

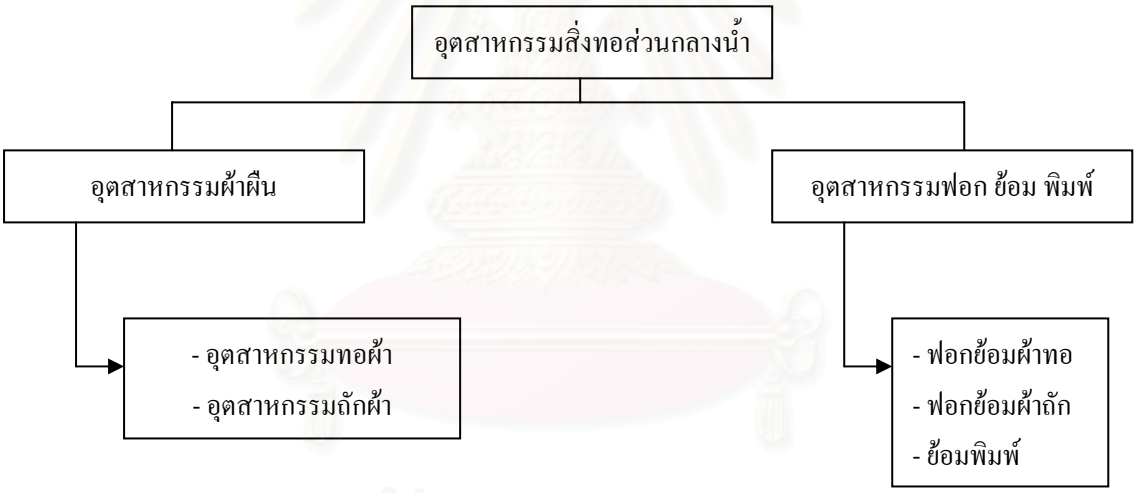
วิธีการศึกษา และวิเคราะห์

3.1 ขั้นตอนการศึกษา และวิเคราะห์

ในการศึกษาวิจัยนี้ เราได้เลือกเอาดัชนีชี้วัดกึ่งเศรษฐศาสตร์ กึ่งอุณหพลศาสตร์ ที่มีชื่อว่า ดัชนีดิวิเซีย (Divisia Index) เป็นตัวชี้วัดหลักเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ

ขั้นตอนในการศึกษาผ่านทางดัชนีดังกล่าว ประกอบไปด้วย

1. การแบ่งกลุ่มอุตสาหกรรมออกเป็นระดับต่างๆ ตามความเหมาะสมของข้อมูล ซึ่งในที่นี้จะแบ่งออกเป็น 2 ระดับ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การแบ่งกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำออกเป็น 2 ระดับ

2. การเก็บข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ ซึ่งประกอบไปด้วย

ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์

- ปริมาณการผลิต
- ปริมาณการบริโภค
- มูลค่าเพิ่ม
- ราคาต่อหน่วย

ข้อมูลด้านพลังงาน

- พลังงานรวมในส่วนอุตสาหกรรมกลางน้ำ
- พลังงานรวมแยกตามระดับการศึกษา

3.2 วิธีการคำนวณ

ในการศึกษานี้เราได้ทำการแบ่งกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำออกเป็น 2 ระดับ โดยระดับที่ 1 นั้นเป็นการแบ่งประเภทของอุตสาหกรรมว่าอุตสาหกรรมนั้นเป็นอุตสาหกรรมประเภทใดในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ ส่วนการแบ่งในระดับที่ 2 นั้นเป็นการแบ่งกลุ่มโดยแบ่งตามรายละเอียดปลีกย่อยของอุตสาหกรรมในระดับที่ 1 ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1 ก่อนหน้านี้

สำหรับการประยุกต์เอาดัชนีดิวิเซียไปใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำนี้ เราจำเป็นต้องกำหนดสัญลักษณ์ และความหมายของตัวแปรที่สำคัญก่อน

กำหนดให้

E_i แทน พลังงานที่ใช้ในส่วนอุตสาหกรรมที่ i

Q_i แทน ผลผลิตที่ได้จากส่วนอุตสาหกรรมที่ i

Q แทน ผลรวมของผลผลิตทั้งหมด

E แทน ผลรวมของพลังงานทั้งหมด

S_i แทน ส่วนแบ่งของผลผลิตของส่วนอุตสาหกรรมที่ i ซึ่งมีค่าเท่ากับ Q_i/Q

e_i แทน ความเข้มพลังงานของส่วนอุตสาหกรรมที่ i ซึ่งมีค่าเท่ากับ E_i/E

I แทน ค่าความเข้มพลังงานรวมซึ่งมีค่าเท่ากับ E/Q

$Q1_i$ แทน ผลผลิตของอุตสาหกรรมระดับที่ 1

$S2_i$ แทน ส่วนแบ่งของผลผลิตภายในอุตสาหกรรมระดับที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ $Q_i/Q1_i$

$S1_i$ แทน ส่วนแบ่งของผลผลิตเนื่องจากอุตสาหกรรมระดับที่ 1 ซึ่งเท่ากับ $Q1_i/Q_i$

เริ่มต้นการวิเคราะห์ด้วยสมการพลังงาน

$$E = \sum_i E_i \qquad 3.1$$

แปลงสมการที่ 3.1 ให้เป็นสมการที่ 3.2 ดังนี้

$$E = \sum_i \left(\frac{E_i Q_i Q1_i}{Q_i Q1_i Q} \right) Q \qquad 3.2$$

และจะได้ว่า

$$I = \frac{E}{Q} = \sum_i e_i \times S1_i \times S2_i \qquad 3.3$$

หาอนุพันธ์ของสมการที่ 3.3 เทียบกับเวลา แล้วหารด้วย I จะได้ว่า

$$\frac{dI}{dt}\bullet\frac{1}{t}=\sum_i\frac{de_i}{dt}\bullet\frac{S1_iS2_i}{I}+\sum_i\frac{dS1_i}{dt}\bullet\frac{e_iS2_i}{I}+\sum_i\frac{dS2_i}{dt}\bullet\frac{e_iS1_1}{I} \quad 3.4$$

กำหนดให้ $$\frac{e_iS1_iS2_i}{I}=\frac{E_i/Q}{E/Q}=\frac{E_i}{E}=W_i \quad 3.5$$

และ $$\frac{dK/dt}{K}=\frac{d\ln K}{dt} \quad 3.6$$

$$K=I,e_i,S1_i,S2_i$$

ทำการอินทิเกรตสมการที่ 3.4 ทั้งสองข้าง โดยอาศัยสมการที่ 3.5 และ 3.6 ช่วยจัดรูป จะได้ผลออกมาเป็นสมการที่ 3.7 ซึ่งเป็นสมการตามเวลาชนิดต่อเนื่อง (6)

$$\frac{I_{t+1}}{I_t}=\exp\left[\int_t^{t+1}\sum_i W_i\frac{d\ln e_i}{dt}dt\right]\exp\left[\int_t^{t+1}\sum_i W_i\frac{d\ln S1_i}{dt}dt\right]\exp\left[\int_t^{t+1}\sum_i W_i\frac{d\ln S2_i}{dt}dt\right] \quad 3.7$$

เมื่อเราต้องการศึกษาข้อมูลชนิดไม่ต่อเนื่อง เราอาจอนุมานได้จากค่าเฉลี่ยของส่วนแบ่งการใช้พลังงานดังแสดงไว้ในสมการที่ 3.9

$$\frac{I_{t+1}}{I_t}=DeDS1DS2 \quad 3.8$$

โดยที่ $$De=\exp\left[\sum_i\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)\right]$$

$$DS1=\exp\left[\sum_i\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)\right]$$

$$DS2=\exp\left[\sum_i\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{S2_{i,t+1}}{S2_{i,t}}\right)\right]$$

ทั้งนี้ De หมายถึง ดัชนีดิวิเซียซึ่งบ่งบอกเกี่ยวกับผลกระทบเนื่องมาจากความเข้มพลังงาน (Intensity Effect)

DS1 หมายถึง เทอมของผลกระทบด้านโครงสร้าง (Structural Effect) ในอุตสาหกรรมระดับที่ 1

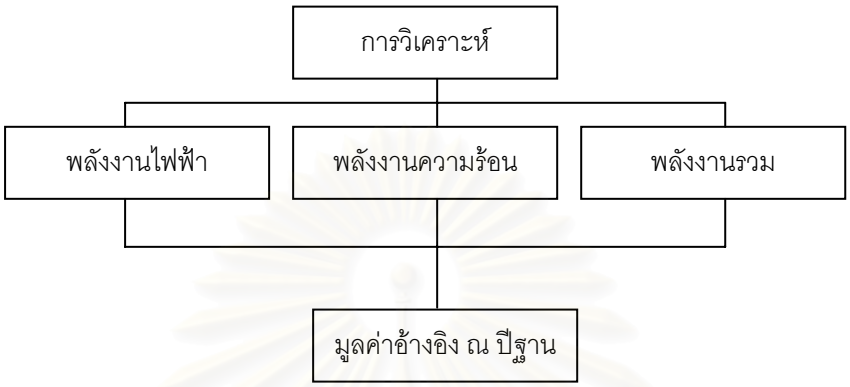
DS2 หมายถึง เทอมของผลกระทบด้านโครงสร้าง (Structural Effect) ในอุตสาหกรรมระดับที่ 2

3.3 รูปแบบการคำนวณ

ตามหลักการแล้ว ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคำนวณ คือ ข้อมูลการใช้พลังงานแยกตามแหล่งพลังงาน (ไฟฟ้า ความร้อน และพลังงานรวม) ในแต่ละส่วน และระดับย่อยของอุตสาหกรรมของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ กับมูลค่าผลผลิตของอุตสาหกรรมส่วนดังกล่าว ซึ่งสามารถ

คำนวณได้ 3 วิธีการ ตามข้อมูลผลผลิตที่มีอยู่ อันประกอบไปด้วย คือ การวิเคราะห์ตามมูลค่าการผลิต การขนส่ง และมูลค่าเพิ่ม ทั้งนี้รูปแบบการคำนวณสามารถแสดงได้ด้วยรูปที่ 3.2 และมีสมการของพลังงานรวมดังสมการที่ 3.9

พลังงานรวม MJ = พลังงานไฟฟ้า KWh x (3.6/0.45) + พลังงานความร้อน MJ 3.9



- มูลค่าการผลิต
- มูลค่าการขนส่ง
- มูลค่าเพิ่ม

รูปที่ 3.2 รูปแบบการวิเคราะห์

อย่างไรก็ตามข้อมูลที่จำเป็นเหล่านั้นไม่สามารถหาได้โดยตรง เนื่องจากไม่มีหน่วยงานที่ทำการเก็บข้อมูล หรือหากมีการเก็บข้อมูล ข้อมูลที่มีอยู่ก็ไม่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด เนื่องจากขาดการตรวจสอบข้อมูลอย่างจริงจัง

3.4 มูลค่าปีปัจจุบัน และมูลค่าอ้างอิง ณ ปีฐาน

มูลค่าปีปัจจุบัน หมายถึง มูลค่าจริงที่เกิดขึ้น ณ ปีนั้นๆ ในขณะที่มูลค่าอ้างอิง ณ ปีฐาน หมายถึง มูลค่าสัมพัทธ์ของปีหนึ่งๆ เทียบกับปีฐานที่กำหนดขึ้น หรือมูลค่าจริงเมื่อเทียบกับปีฐาน

ตัวอย่างเช่น เมื่อกำหนดมูลค่าสินค้า และดัชนีราคาอุตสาหกรรมของปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.1 โดยกำหนดให้ดัชนีราคาอุตสาหกรรมของปี พ.ศ. 2545 เป็น 100 หรือ 1.0 (ปีฐาน) และดัชนีราคาอุตสาหกรรมของปี พ.ศ. 2546 เป็น 110 หรือ 1.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลแสดงตัวอย่างการคำนวณมูลค่า ณ ปีปัจจุบัน และมูลค่าอ้างอิง ณ ปีฐาน

ปี	มูลค่าสินค้า (บาท)	ดัชนีราคาอุตสาหกรรม
2545	250	100
2546	260	110

จากตารางที่ 3.1 เราจะได้ว่ามูลค่า ณ ปีปัจจุบัน ของปี พ.ศ. 2545 คือ 250 บาท ในขณะที่มูลค่า ณ ปีปัจจุบันของปี พ.ศ. 2546 คือ 260 บาท

สำหรับมูลค่าอ้างอิง ณ ปีฐานนั้นจะหาได้ก็ต่อเมื่อมีการกำหนดปีฐานขึ้นมา ซึ่งโดยปกติแล้วเราจะกำหนดให้ดัชนีราคา ณ ปีฐานมีค่าเท่ากับ 100 หรือ 1.0

ในตัวอย่างนี้เรากำหนดให้ปี พ.ศ. 2545 เป็นปีฐาน และมูลค่าในปี พ.ศ. 2545 ก็เป็นมูลค่า ณ ปีฐาน สำหรับมูลค่าปี พ.ศ. 2546 เมื่อเทียบกับปีฐาน นั่นคือ พ.ศ. 2545 สามารถหาได้จากการเทียบสัดส่วน (บัญญัติไตรยางศ์) ดังแสดงไว้ในสมการที่ 3.1 ในการคำนวณ

$$\text{มูลค่าปีใดๆ เมื่อเทียบกับปีฐาน} = \frac{\text{มูลค่า ณ ปีนั้นๆ}}{\text{ดัชนีราคาปีนั้นๆ}} \qquad 3.10$$

จากสมการที่ 3.10 เราสามารถหามูลค่าปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้ปี พ.ศ. 2545 เป็นฐานได้เท่ากับ 236.3636 บาท

3.5 **มูลค่าการผลิต การขนส่ง และมูลค่าเพิ่ม**

มูลค่าการผลิตเป็นมูลค่าที่คำนวณจากผลผลิตที่ผลิตขึ้นในปีนั้นๆ โดยไม่คำนึงว่าในปีดังกล่าวมีจำนวนคงคลัง และปริมาณขายมากน้อยเพียงไร

$$\text{มูลค่าการผลิต} = \frac{\text{ปริมาณผลิต x ราคาต่อหน่วย}}{\text{ดัชนีราคาอุตสาหกรรม ณ ช่วงเวลา}} \qquad 3.12$$

มูลค่าการขนส่งสามารถหาได้จากมูลค่าการผลิตหักออกด้วยมูลค่าการเปลี่ยนแปลงพัสดุคงคลังที่เกิดขึ้นในปีนั้นๆ นั่นหมายความว่าเป็นการพิจารณาถึงปริมาณการขายที่เกิดขึ้นเพียงเท่านั้น

$$\text{มูลค่าการขนส่ง} = \text{มูลค่าการผลิต} - \text{มูลค่าการเปลี่ยนแปลงสินค้าคงคลัง} \qquad 3.13$$

มูลค่าเพิ่มหมายถึงมูลค่าที่เกิดขึ้นจากการแปรสภาพ ซึ่งหาได้จากมูลค่าการผลิต หักออกด้วยมูลค่าของวัตถุดิบระหว่างกระบวนการ (นับรวมทั้งพลังงาน และวัตถุดิบที่ใช้ไป)

$$\text{มูลค่าเพิ่ม} = \text{มูลค่าการผลิต} - \text{มูลค่าสินค้า และผลิตภัณฑ์ก่อนหน้า} \qquad 3.14$$

3.6 ข้อมูลประกอบการวิเคราะห์

3.5.1 ข้อมูลพลังงานกลุ่มอุตสาหกรรมผ้าผืน

ข้อมูลพลังงานกลุ่มอุตสาหกรรมผ้าผืนได้มาจากแบบบันทึกพลังงานจากกลุ่มโรงงานตัวอย่าง ปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546 จำนวน 32 โรงงาน เป็นไปดังแสดงในตารางที่ 3.2 และ 3.3 โดยพลังงานเฉลี่ยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของผ้าถักนั้น ใช้ข้อมูลจากผ้าทอเป็นหลัก

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลพลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอุตสาหกรรมผ้าผืนปี พ.ศ. 2545

ประเภทผ้าผืน	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ KWh/MT	พลังงานความร้อนเฉลี่ยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ MJ/MT	พลังงานรวมทั้งหมดต่อหน่วยผลิตภัณฑ์* MJ/MT
ผ้าทอ	4664.65	6149.3	43466.51
ผ้าถัก	4664.65	6149.3	43466.51

หมายเหตุ พลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์คำนวณมาจากน้ำหนักผ้า 0.215 kg/yd

* พลังงานรวมได้จากการรวมพลังงานไฟฟ้า และความร้อนเข้าไว้ด้วยกันในหน่วยเดียวกัน

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลพลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอุตสาหกรรมผ้าผืนปี พ.ศ. 2546

ประเภทผ้าผืน	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ KWh/MT	พลังงานความร้อนเฉลี่ยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ MJ/MT	พลังงานรวมทั้งหมดต่อหน่วยผลิตภัณฑ์* MJ/MT
ผ้าทอ	4393.3	6168.74	41315.16
ผ้าถัก	4393.3	6168.74	41315.16

หมายเหตุ พลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์คำนวณมาจากน้ำหนักผ้า 0.215 kg/yd

* พลังงานรวมได้จากการรวมพลังงานไฟฟ้า และความร้อนเข้าไว้ด้วยกันในหน่วยเดียวกัน

3.5.2 ข้อมูลพลังงานกลุ่มอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์

ข้อมูลพลังงานกลุ่มอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ก็ได้มาจากแบบบันทึกพลังงานจากกลุ่มโรงงานตัวอย่างเช่นเดียวกัน โดยเราได้ข้อมูลพลังงานต่อหน่วยของปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546 (จำนวน 28 โรงงาน) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.4 และ 3.5

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลพลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ปี พ.ศ. 2545

ประเภทการผลิต	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ KWh/MT	พลังงานความร้อนเฉลี่ยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ MJ/MT	พลังงานรวมทั้งหมดต่อหน่วยผลิตภัณฑ์* MJ/MT
ฟอกย้อมผ้าทอ	1,200.0000	30,720.9302	40,320.9302
ฟอกย้อมผ้าถัก	1,424.0000	28,288.0000	39,680.0000
ย้อมพิมพ์	1,939.5349	85,795.3488	101,311.6279
เฉลี่ย	1,342.7261	35,908.1122	46,649.9214

หมายเหตุ พลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์คำนวณมาจากน้ำหนักผ้า 0.215 kg/yd

* พลังงานรวมได้จากการรวมพลังงานไฟฟ้า และความร้อนเข้าไว้ด้วยกันในหน่วยเดียวกัน

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลพลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ปี พ.ศ. 2546

ประเภทการผลิต	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ KWh/MT	พลังงานความร้อนเฉลี่ยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ MJ/MT	พลังงานรวมทั้งหมดต่อหน่วยผลิตภัณฑ์* MJ/MT
ฟอกย้อมผ้าทอ	1,218.5116	31,653.5814	41,401.6744
ฟอกย้อมผ้าถัก	1,450.8000	28,224.1300	39,830.5300
ย้อมพิมพ์	1,723.7209	94,580.6047	108,370.3721
เฉลี่ย	1,338.5805	37,395.4127	48,104.0565

หมายเหตุ พลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์คำนวณมาจากน้ำหนักผ้า 0.215 kg/yd

* พลังงานรวมได้จากการรวมพลังงานไฟฟ้า และความร้อนเข้าไว้ด้วยกันในหน่วยเดียวกัน

3.5.4 ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์

3.5.4.1 ปริมาณการผลิต และการบริโภค

ปริมาณการผลิต และการบริโภคสามารถนั้นอ้างอิงจากสถิติสิ่งทอ ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม โดย

ข้อมูลของอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ นั้น ได้มาจากศูนย์ข้อมูลสิ่งทอ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.6 ถึง 3.10

ตารางที่ 3.6 ปริมาณการผลิต และการบริโภคผ้าทอปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546

	2545	2546
ปริมาณการผลิต (1,000 ตัน)		
ผ้าฝ้าย	237.3	229.6
%	46.1494	46.7903
ผ้าใยสังเคราะห์	276.9	261.1
%	53.8506	53.2097
ปริมาณการผลิตทั้งหมด	514.2	490.7
อัตราเพิ่ม (ร้อยละต่อปี)	8.5	-4.6
ปริมาณการบริโภค (1,000 ตัน)		
ผ้าฝ้าย	215.7	195.9
%	46.4771	45.8675
ผ้าใยสังเคราะห์	248.4	231.2
%	53.5229	54.1325
ปริมาณการบริโภคทั้งหมด	464.1	427.1
อัตราเพิ่ม (ร้อยละต่อปี)	8.9	-8.0

ตารางที่ 3.7 ปริมาณการผลิต และการบริโภคผ้าถัก ปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546

	2545	2546
ปริมาณการผลิต (1,000 ตัน)	251.5	255.6
อัตราเพิ่ม (ร้อยละต่อปี)	2.8	1.6
ปริมาณการบริโภค (1,000 ตัน)	256.1	259.9
อัตราเพิ่ม (ร้อยละต่อปี)	1.1	1.5

ตารางที่ 3.8 ปริมาณการผลิต และการบริโภคผ้าผืน ปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546

	2545	2546
ปริมาณการผลิต (1,000 ตัน)		
ผ้าทอ	514.2	490.7
%	67.15	65.75
ผ้าถัก	251.50	255.60
%	32.85	34.25
ปริมาณการผลิตทั้งหมด	765.70	746.30
อัตราเพิ่ม (ร้อยละต่อปี)	6.52	-2.53
ปริมาณการบริโภค (1,000 ตัน)		
ผ้าฝ้าย	464.1	427.1
%	64.44	62.17
ผ้าถัก	256.1	259.9
%	35.56	37.83
ปริมาณการบริโภคทั้งหมด	720.2	687
อัตราเพิ่ม (ร้อยละต่อปี)	0.67	-4.61

ตารางที่ 3.9 ปริมาณการผลิต และการบริโภคผ้าฟอก ย้อม พิมพ์ ปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546

	2545	2546
ปริมาณการผลิต (1,000 ตัน)*		
ฟอกย้อมผ้าทอ	489.26	476.86
ฟอกย้อมผ้าถัก	228.89	223.09
ย้อมพิมพ์	85.83	83.66
ปริมาณการผลิตทั้งหมด	803.99	783.62
อัตราเพิ่ม (ร้อยละต่อปี)	6.52	-2.53
ปริมาณการบริโภค (1,000 ตัน)	723.59	705.26
อัตราเพิ่ม (ร้อยละต่อปี)	6.52	-2.53

* ปริมาณการผลิตคิดเป็น 1.05 เท่าของปริมาณผ้าผืนที่ผลิตได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.10 สรุปการปริมาณการผลิตทั้งหมดของอุตสาหกรรมกลางน้ำปี พ.ศ. 2545 – พ.ศ. 2546

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณการผลิต	
	2545	2546
ผ้าผืน (1,000 ตัน)		
- เพื่อใช้ในประเทศ	602.4	566.8
%	78.7	75.9
- เพื่อส่งออกโดยตรง	163.3	179.5
%	21.3	24.1

3.5.4.2 ราคาต่อหน่วยผลิตภัณฑ์

ในที่นี้ราคาต่อหน่วยผลิตภัณฑ์หาจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักแยกตามประเภท ซึ่งมีที่มาของข้อมูลจากกรมศุลกากร ทั้งนี้ข้อมูลราคาที่กรมศุลกากรบันทึกไว้เป็นข้อมูลเพื่อการส่งออก

ตารางที่ 3.11 ราคาต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมผ้าผืนปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546

	2545		2546	
ผ้าผืน	ปริมาณ (พันตัน)	ราคาเฉลี่ย* (บาทต่อ Kg)	ปริมาณ (พันตัน)	ราคาเฉลี่ย* (บาทต่อ Kg)
ผ้าทอ	514.20	225.34	490.70	203.30
ผ้าถัก	251.50	129.58	255.60	140.97
เฉลี่ย	-	193.88	-	181.95

* ข้อมูลราคาที่ปรากฏในตารางทั้งหมดเป็นมูลค่า ณ ปีปัจจุบัน

ตารางที่ 3.12 ราคาต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ปี พ.ศ. 2545 – พ.ศ. 2546

	2545		2546	
ฟอก ย้อม พิมพ์	ปริมาณ (พันตัน)	ราคาเฉลี่ย* (บาทต่อ Kg)	ปริมาณ (พันตัน)	ราคาเฉลี่ย* (บาทต่อ Kg)
ฟอกย้อมผ้าทอ	489.258	40.700	476.862	43.560
ฟอกย้อมผ้าถัก	228.893	40.700	223.093	43.560
ย้อมพิมพ์	85.835	40.700	83.660	43.560
เฉลี่ย	-	40.70	-	43.56

3.7 คำนวณผลจากข้อมูล

3.7.1 ตัวอย่างการวิเคราะห์กรณีพลังงานรวมทั้งหมดโดยใช้มูลค่าการผลิต

ในการวิเคราะห์ประเด็นประสิทธิภาพพลังงานโดยใช้ดัชนีดิวิเชียเป็นตัววิเคราะห์นั้น ทำได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับแหล่งพลังงาน และมูลค่าด้านเศรษฐศาสตร์ที่เลือกใช้ แต่อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์แต่ละครั้งจะมีรูปแบบเดียวกัน หากแต่จำเป็นต้องอาศัยตารางข้อมูลจำนวนมาก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขอแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์เพียง 1 รูปแบบ โดยใช้การศึกษาพลังงานรวมด้วยข้อมูลการผลิตเป็นกรณีคำนวณตัวอย่าง

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์การใช้พลังงานรวมทั้งหมดด้วยดัชนีดิวิเชียประกอบไปด้วยข้อมูลในตารางที่ 3.13 ถึง 3.18 ปริมาณการผลิต พลังงานรวม (พลังงานต่อหน่วยประเมินคูณกับปริมาณผลิตทั้งหมด) ราคาเฉลี่ยสุทธิที่ประเมินจากข้อมูลราคากรมศุลกากร มูลค่าผลผลิตสุทธิเทียบกับปีฐาน โดยใช้ข้อมูลผลผลิตแบบมูลค่าการผลิตซึ่งหาได้จากผลคูณของราคาเฉลี่ยสุทธิกับปริมาณการผลิต ความเข้มพลังงาน ซึ่งหาได้จากสัดส่วนการใช้พลังงาน ต่อผลผลิตในหน่วยเงินตรา และสัดส่วนมูลค่าการผลิตในระดับอุตสาหกรรมที่ 1 (ผ้าผืน และฟอก ย้อม พิมพ์) และ 2 (ส่วนย่อยในอุตสาหกรรมผ้าผืน และ ฟอก ย้อม พิมพ์)

สำหรับดัชนีราคาอุตสาหกรรม อ้างอิงจากกระทรวงพาณิชย์ เมื่อใช้ปี พ.ศ. 2545 เป็นฐาน จะได้ว่าดัชนีราคาอุตสาหกรรมของปี พ.ศ. 2546 มีค่าอยู่ที่ 105.6693 โดยประมาณ

ตารางที่ 3.13 ข้อมูลประกอบการคำนวณส่วนผ้าผืนปี พ.ศ. 2545

ประเภทผ้าผืน	ปริมาณผลิต พันตัน	พลังงานรวม 1000 MJ	ราคาเฉลี่ยสุทธิ บาท/กิโลกรัม	Production มูลค่าผลผลิตสุทธิเทียบกับปีฐาน บาท	ความเข้มพลังงาน MJ/บาท
ผ้าทอ	514.2000	22,350,479.4420	225.3352	115,867,334,512.69	0.192897157
ผ้าถัก	251.5000	10,931,827.2650	129.5764	32,588,469,524.06	0.335450772
รวม	765.7000	33,282,306.7070	รวม	148,455,804,036.76	

ตารางที่ 3.14 ข้อมูลประกอบการคำนวณส่วนผ้าผืนปี พ.ศ. 2546

ประเภทผ้าผืน	ปริมาณผลิต พันตัน	พลังงานรวม 1000 MJ	ราคาเฉลี่ยสุทธิ บาท/กิโลกรัม	Production มูลค่าผลผลิตสุทธิเทียบกับปีฐาน บาท	ความเข้มพลังงาน MJ/บาท
ผ้าทอ	490.7000	20,273,349.0120	203.2955	94,405,005,901.59	0.214748665
ผ้าถัก	255.6000	10,560,154.8960	140.9698	34,098,733,479.18	0.309693464
รวม	746.3000	30,833,503.9080	รวม	128,503,739,380.77	

ตารางที่ 3.15 ข้อมูลประกอบการคำนวณส่วนฟอก ย้อม พิมพ์ ปี พ.ศ. 2545

ประเภทผ้าฟอกย้อมพิมพ์	ปริมาณผลิต พันตัน	พลังงานรวม 1000 MJ	ราคาเฉลี่ยสุทธิ บาท/กิโลกรัม	Production มูลค่าผลผลิตสุทธิเทียบกับปีฐาน บาท	ความเข้มพลังงาน MJ/บาท
ฟอกย้อมผ้าทอ	489.2578	19,727,328.6438	40.7000	19,912,786,513.81	0.990686493
ฟอกย้อมผ้าถัก	228.8925	9,082,455.4591	40.7000	9,315,923,515.23	0.974938818
ย้อมพิมพ์	85.8347	8,696,052.9355	40.7000	3,493,471,318.21	2.489229807
รวม	803.9850	37,505,837.0384	รวม	32,722,181,347.25	

ตารางที่ 3.16 ข้อมูลประกอบการคำนวณส่วนฟอก ย้อม พิมพ์ ปี พ.ศ. 2546

ประเภท ผ้าฟอกย้อมพิมพ์	ปริมาณผลิต พันตัน	พลังงานรวม 1000 MJ	ราคาเฉลี่ย สุทธิ บาท/กิโลกรัม	Production มูลค่าผลผลิตสุทธิ เทียบกับปีฐาน บาท	ความเข้ม พลังงาน MJ/บาท
ฟอกย้อมผ้าทอ	476.8618	19,742,876.8684	43.5600	19,657,648,800.54	1.004335619
ฟอกย้อมผ้าถัก	223.0932	8,885,921.9262	43.5600	9,196,560,842.36	0.966222274
ย้อมพิมพ์	83.6600	9,066,261.4727	43.5600	3,448,710,315.88	2.62888461
รวม	783.6150	37,695,060.2674	รวม	32,302,919,958.78	

ตารางที่ 3.17 สัดส่วนผลผลิตในระดับที่ 1 และ 2

	2545		2546	
	Production			
ประเภทผ้าผืน	มูลค่าผลผลิตสุทธิ ณ ปีฐาน บาท	สัดส่วน	มูลค่าผลผลิตสุทธิ ณ ปีฐาน บาท	สัดส่วน
ผ้าทอ	115,867,334,512.69	0.7805	94,405,005,901.5859	0.7346
ผ้าถัก	32,588,469,524.06	0.2195	34,098,733,479.1815	0.2654
รวม	148,455,804,036.7550	1.0000	128,503,739,380.7670	1.0000
ประเภทการ ฟอก ย้อม พิมพ์	มูลค่าผลผลิตสุทธิ ณ ปีฐาน บาท	สัดส่วน	มูลค่าผลผลิตสุทธิ ณ ปีฐาน บาท	สัดส่วน
ฟอกย้อมผ้าทอ	19,912,786,513.81	0.61	19,657,648,800.54	0.61
ฟอกย้อมผ้าถัก	9,315,923,515.23	0.28	9,196,560,842.36	0.28
ย้อมพิมพ์	3,493,471,318.21	0.11	3,448,710,315.88	0.11
รวม	32,722,181,347.25	1.00	32,302,919,958.78	1.00
สัดส่วนผ้าผืนต่อทั้งหมด	0.819392068		0.799119514	
สัดส่วน ฟอก ย้อม พิมพ์ ต่อทั้งหมด	0.180607932		0.200880486	
รวม	1		1	

ตารางที่ 3.18 สัดส่วนร้อยละพลังงานที่ใช้ในแต่ละอุตสาหกรรม

กลุ่ม	2545			2546		
	พลังงานรวม	พลังงานไฟฟ้า	พลังงานความร้อน	พลังงานรวม	พลังงานไฟฟ้า	พลังงานความร้อน
ผ้าทอ	31.57	51.57	9.42	29.58	49.81	8.93
ผ้าถัก	15.44	25.22	4.61	15.41	25.95	4.65
ฟอกย้อมผ้าทอ	27.87	12.62	44.76	28.81	13.43	44.52
ฟอกย้อมผ้าถัก	12.83	7.01	19.28	12.97	7.48	18.57
ย้อมพิมพ์	12.28	3.58	21.93	13.23	3.33	23.34
รวม	100	100	100	100	100	100

ตารางที่ 3.19 สัดส่วนพลังงานของส่วนย่อยเมื่อเทียบกับพลังงานรวม

กลุ่ม	2545		2546	
	พลังงานรวม MJ	สัดส่วนพลังงานต่อพลังงานรวมทั้งหมด	พลังงานรวม MJ	สัดส่วนพลังงานต่อพลังงานรวมทั้งหมด
ผ้าทอ	22,350,479.44	0.315737612	20,273,349.01	0.295837936
ผ้าถัก	10,931,827.27	0.154430201	10,560,154.90	0.154098587
ฟอกย้อมผ้าทอ	19,727,328.64	0.278681254	19,742,876.87	0.288097045
ฟอกย้อมผ้าถัก	9,082,455.46	0.128304755	8,885,921.93	0.129667417
ย้อมพิมพ์	8,696,052.94	0.122846178	9,066,261.47	0.132299014
รวม	70,788,143.75	1	68,528,564.18	1

นำข้อมูลในตารางทั้งหมดไปคำนวณด้วยสมการที่ 3.8 จะได้ว่า

$$\frac{I_{2546}}{I_{2545}} = DeDS1DS2$$

โดยที่ $$De = \exp\left[\sum_i \left(\frac{W_{i,2546} + W_{i,2545}}{2}\right) \ln\left(\frac{e_{i,2546}}{e_{i,2545}}\right)\right] = 1.507476$$

$$DS1 = \exp\left[\sum_i \left(\frac{W_{i,2546} + W_{i,2545}}{2}\right) \ln\left(\frac{S1_{i,2546}}{S1_{i,2545}}\right)\right] = 1.003942$$

$$DS2 = \exp\left[\sum_i \left(\frac{W_{i,2546} + W_{i,2545}}{2}\right) \ln\left(\frac{S2_{i,2546}}{S2_{i,2545}}\right)\right] = 1.055843$$

3.7.2 สรุปค่าดัชนีดิวิเชียที่คำนวณได้จากมูลค่าการผลิตในแต่ละแหล่งพลังงาน

3.6.2.พลังงานรวม พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน

จากการคำนวณด้วยวิธีเดียวกันกับกรณีตัวอย่างดังที่แสดงไว้ในหัวข้อ 3.6.1 เราสามารถหาค่าดัชนีดิวิเชียของแหล่งพลังงานไฟฟ้า และพลังงานร้อนออกมาได้

ตารางที่ 3.20 ตารางสรุปค่าดัชนีดิวิเซียของปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้ปี พ.ศ. 2545 เป็นฐาน

แหล่งพลังงาน	De	DS1	DS2	ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน ปี พ.ศ. 2546*	ดัชนีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพลังงาน ปี 2546**
พลังงานรวม	1.03063277	1.04698562	1.01080423	1.090716	1.058297
พลังงานไฟฟ้า	1.02347196	1.00614758	1.0179977	1.048297	1.024256
พลังงานความร้อน	1.00524658	1.09225431	1.00323014	1.101532	1.095782

* เกิดจากผลคูณของ De, DS1 และ DS2

** เกิดจากผลคูณของ DS1 และ DS2

3.7.3 สรุปค่าดัชนีดิวิเซียที่คำนวณได้จากมูลค่าการขนส่งในแต่ละแหล่งพลังงาน

มูลค่าขนส่ง หมายถึง มูลค่าผลผลิตที่ผลิตขึ้น หักออกด้วยการเปลี่ยนแปลงของคงคลังที่เกิดขึ้น ซึ่งเทียบได้กับมูลค่าการขาย ณ ช่วงเวลานั้น มูลค่าขนส่งจะคิดเพียงแต่จำนวนที่เกิดการขนส่ง หรือขายเท่านั้น ส่วนปริมาณพลังงานยังคงใช้พลังงานที่ใช้ในการผลิตอยู่

สำหรับวิธีการคำนวณนั้น ก็ทำเหมือนกับหัวข้อการคำนวณที่ผ่านมาหากแต่เพียงเปลี่ยนมูลค่าการผลิต เป็นมูลค่าการขนส่งเท่านั้น ซึ่งเราสามารถแสดงผลลัพธ์ของการคำนวณได้ด้วยตารางที่ 3.21

แหล่งพลังงาน	De	DS1	DS2	ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน ปี พ.ศ. 2546*	ดัชนีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพลังงาน ปี 2546**
พลังงานรวม	1.03534192	1.03841834	1.00837226	1.084119	1.047112
พลังงานไฟฟ้า	1.03028601	1.00056478	1.01293959	1.044207	1.013512
พลังงานความร้อน	1.04165979	1.08758652	1.00272627	1.135984	1.090552

* เกิดจากผลคูณของ De, DS1 และ DS2

** เกิดจากผลคูณของ DS1 และ DS2

บทที่ 4

การวิเคราะห์ผล

4.1 ผลลัพธ์

จากผลการคำนวณค่าความเข้มพลังงานด้วยดัชนีดิวิเซียจากบทที่ 3 เราสามารถนำมาสรุปรวมทั้งหมดได้ด้วยตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลลัพธ์จากการคำนวณทั้งหมดของความเข้มพลังงานปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้ปี พ.ศ. 2545 เป็นฐาน

มูลค่า	แหล่งพลังงาน	De	DS1	DS2	ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวม ปี พ.ศ. 2546	ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานจากโครงสร้าง ปี 2546
มูลค่าการผลิต	พลังงานรวม	1.030632774	1.046985617	1.0108042	1.0907161	1.0582975
	พลังงานไฟฟ้า	1.023471959	1.006147578	1.0179977	1.0482972	1.0242559
	พลังงานความร้อน	1.005246578	1.092254308	1.0032301	1.1015315	1.0957824
มูลค่าการขนส่ง	พลังงานรวม	1.035341918	1.038418344	1.0083723	1.0841192	1.0471123
	พลังงานไฟฟ้า	1.030286013	1.000564782	1.0129396	1.0442069	1.0135117
	พลังงานความร้อน	1.041659786	1.087586522	1.0027263	1.1359837	1.0905516

สำหรับความหมายของค่าดัชนีแต่ละตัวนั้น เราจะเทียบกับดัชนีมาตรฐาน 1.00 (ปีฐาน มีดัชนีทุกค่าเท่ากับ 1.00)

1. ดัชนี De นี้ หมายถึง ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มพลังงานในอุตสาหกรรมย่อยที่ส่งผลกระทบต่อค่าความเข้มพลังงานโดยรวม ในกรณีที่ค่าดัชนี De มีค่ามากกว่า 1.00 จะหมายความถึง ความสามารถในการใช้พลังงานเพื่อการผลิตที่ลดต่ำลง ในขณะที่ดัชนี De ที่มีค่าต่ำกว่า 1.00 จะแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการใช้พลังงานเพื่อการผลิตที่ดียิ่งขึ้น

ตัวอย่างการอ่านค่าดัชนี De

ดัชนี De ของแหล่งพลังงานรวม ปี พ.ศ. 2546 เทียบกับปี พ.ศ. 2545 เมื่อใช้มูลค่าการผลิตเป็นเกณฑ์ มีค่าเท่ากับ 1.030632774 หรือ 103.0632774% นั่นหมายความว่า เมื่อพิจารณาพลังงานรวมที่ถูกใช้ไปในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ ปี พ.ศ. 2546 เป็นรายอุตสาหกรรม เราพบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มพลังงานในอุตสาหกรรมระดับย่อย ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านค่าประสิทธิภาพพลังงานที่ลดต่ำลงประมาณ 3.0632774% เทียบกับปี พ.ศ. 2545

2. ดัชนี DS1 และ DS2 นี้ แสดงให้เห็นถึงผลกระทบด้านพลังงานที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตในส่วนอุตสาหกรรมระดับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

หากค่าดัชนีดังกล่าวมีค่าสูงกว่า 1.00 จะหมายความว่า โครงสร้างการผลิตในปีนั้นๆ ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพด้านพลังงานลดต่ำลงกว่าเดิม แต่หากดัชนีดังกล่าวมีค่าต่ำกว่า 1.00 จะหมายความว่า โครงสร้างการผลิตในขณะนั้น ส่งผลกระทบต่อค่าประสิทธิภาพพลังงานที่ดีขึ้น

ตัวอย่างการอ่านค่าดัชนี DS

ดัชนี DS1 ของแหล่งพลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2546 เทียบกับปี พ.ศ. 2545 เมื่อใช้มูลค่าการผลิตเป็นเกณฑ์ มีค่าเท่ากับ 1.006147578 หรือ 100.6147578% นั่นหมายความว่า เมื่อพิจารณาพลังงานรวมที่ถูกใช้ไปในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ ปี พ.ศ. 2546 เป็นรายอุตสาหกรรม เราพบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มพลังงานในอุตสาหกรรมระดับย่อย ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านค่าประสิทธิภาพพลังงานที่ลดต่ำลงประมาณ 0.6147578% เทียบกับปี พ.ศ. 2545

นอกจากการพิจารณาโครงสร้างการผลิตในแต่ละระดับชั้นแล้ว เรายังสามารถพิจารณาถึงผลกระทบโดยรวมของโครงสร้างทางการผลิตทั้งหมดที่มีผลต่อค่าความเข้มพลังงานได้จากค่าดัชนีที่เกิดขึ้นจากผลคูณของดัชนี DS1 และ DS2 ได้อีกด้วย

3. ดัชนี I หรือ ผลคูณของดัชนี De, DS1 และ DS2 หมายถึง ค่าดัชนีความเข้มพลังงานโดยรวมที่คำนึงถึงทั้งประเด็นความเข้มพลังงานของอุตสาหกรรมโดด และโครงสร้างของการผลิต ทิศทางของการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนี I นี้ก็เป็นไปตามการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนี De

ตัวอย่างการอ่านค่าดัชนี I (ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวม)

ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวม ของแหล่งพลังงานรวม ปี พ.ศ. 2546 เทียบกับปี พ.ศ. 2545 เมื่อใช้มูลค่าการผลิตเป็นเกณฑ์มีค่าเท่ากับ 1.0907161 หรือ 109.07161% สามารถตีความหมายได้ว่า เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มพลังงานในอุตสาหกรรมระดับย่อย และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตแล้ว ความสามารถด้านพลังงานในการผลิต โดยใช้ค่าความเข้มพลังงานเกณฑ์ มีค่าลดลง ส่งผลทำให้เราจำเป็นต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นถึง 9.07161% ในการผลิตสินค้ามูลค่าเท่าเดิม

กล่าวโดยสรุป ดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ดีขึ้นจะมีค่าต่ำกว่า 1.00 เมื่อคิดเทียบกับปีฐาน และมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงว่าจะลดลงเรื่อยๆ ในปีถัดๆ ไป แต่อย่างไรก็ตามจากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ชัดว่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมในปี พ.ศ. 2546 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2545 นั้นมีค่าเพิ่มสูงขึ้น และเพิ่มสูงขึ้นอย่างยิ่งในแหล่งพลังงานความร้อน ไม่ว่าจะคำนวณด้วยมูลค่าใดก็ตาม ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของค่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมส่วนใหญ่เป็นผลเนื่องมาจากค่า De หรือการเปลี่ยนแปลงโดยรวมของค่าความเข้มพลังงานเฉพาะตัวของแต่ละส่วนอุตสาหกรรมย่อยในระดับที่ 2 (Intensity Effect)

ทิศทางการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำนั้น ยังขาดประสิทธิภาพอยู่มาก ซึ่งมีความสูญเสียมากถึงร้อยละ 5-14 เมื่อใช้มูลค่าผลผลิต และมูลค่าขนส่งในการคำนวณตามลำดับ

สำหรับการวิเคราะห์ในรายละเอียดนั้นจะกล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 4.2 ส่วนข้อมูลประกอบการวิเคราะห์อ้างอิงจากตารางในภาคผนวกที่ ก

4.2 การวิเคราะห์

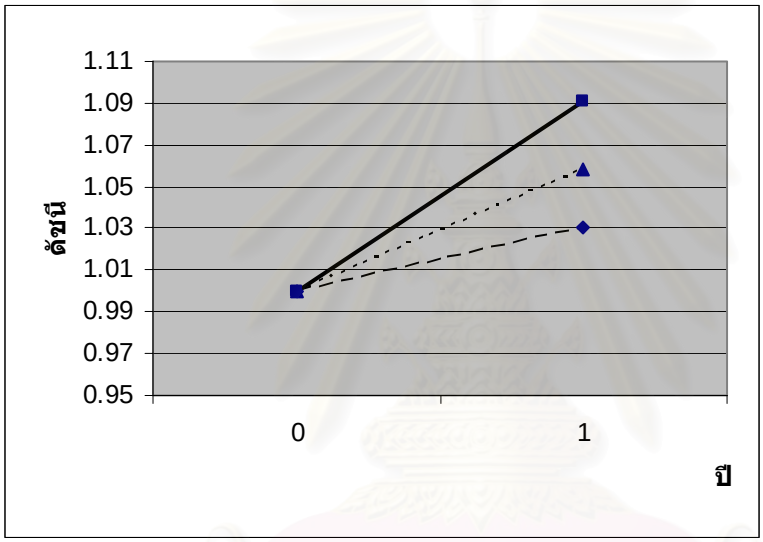
4.2.1 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมของพลังงานรวมที่ใช้ไปในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ

พลังงานที่ถูกใช้ไปโดยรวมในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำนั้น คำนวณได้จากผลรวมของพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน โดยทำการเปลี่ยนหน่วยของพลังงานไฟฟ้า และความร้อนให้อยู่ในหน่วยเดียวกันเสียก่อนด้วยค่าปรับเทียบ

ทั้งนี้จากการวิเคราะห์เบื้องต้นเราพบว่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานของพลังงานรวมที่ถูกใช้ไปในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำนั้นมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงเพิ่มสูงขึ้น

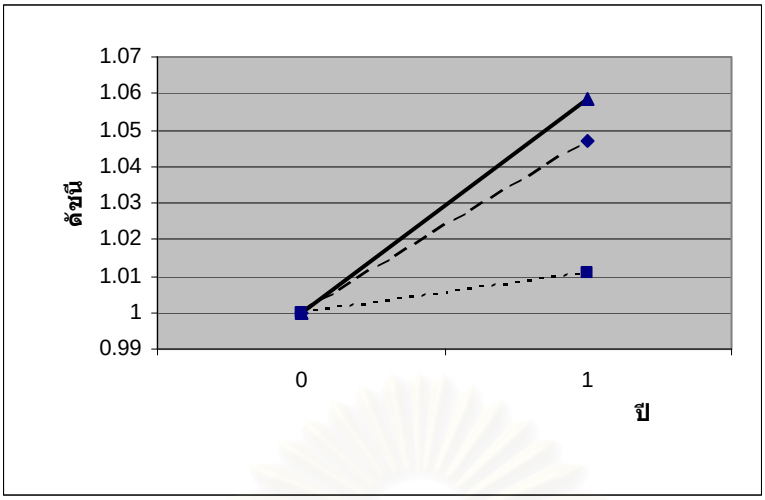
ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มพลังงานอย่างรวดเร็วในอุตสาหกรรมผ้า และอุตสาหกรรมย้อมพิมพ์

มูลค่าต่อหน่วย และพลังงานโดยรวมที่ถูกใช้ไปในอุตสาหกรรมผ้าทอ และอุตสาหกรรมย้อมพิมพ์ พ.ศ. 2545 มีค่าเท่ากับ 255.335 บาทต่อกิโลกรัม โดยใช้พลังงาน 22,350,479.44 GJ และ 40.699 บาทต่อกิโลกรัม โดยใช้พลังงาน 8,696,052.93 GJ ตามลำดับ แต่ในปี พ.ศ. 2546 เมื่อพิจารณาถึงพลังงานรวมที่ใช้จะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในทั้ง 2 ปี แต่อย่างไรก็ตามมูลค่าต่อหน่วยของผ้าที่ผลิตจากอุตสาหกรรมผ้าทอ กลับมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วมากกว่า โดยมีมูลค่าต่อหน่วยเหลือเพียง 203.295 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับเท่านั้น (ลดลงเหลือเพียง 90.22% จากเดิมตามลำดับ) ซึ่งในส่วนของอุตสาหกรรมย้อมพิมพ์นั้นมีผลกระทบน้อยกว่าอุตสาหกรรมผ้าทอ



รูปที่ 4.1 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมของพลังงานรวมปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้มูลค่าผลผลิตในการคำนวณ (เส้นเข้ม)

เหตุการณ์ดังกล่าวอาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงประเภทของการผลิตในกลุ่มอุตสาหกรรมผ้าทอ รวมถึงอุตสาหกรรมย้อมพิมพ์ ทำให้มีมูลค่าเฉลี่ยต่อหน่วยลดลง แต่อย่างไรก็ตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ค่าความเข้มพลังงานของพลังงานรวมเพิ่มสูงขึ้นกว่า 1.113 เท่าในกรณีของอุตสาหกรรมผ้าทอ และกว่า 1.056 เท่าในกรณีของอุตสาหกรรมย้อมพิมพ์ เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2545 จึงส่งผลทำให้ค่าดัชนี De โดยรวมมีค่าเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิม



ผลกระทบจากค่า DS1 (เส้นประยาว)

ผลกระทบผลเนื่องจากค่า DS2 (เส้นประสั้น)

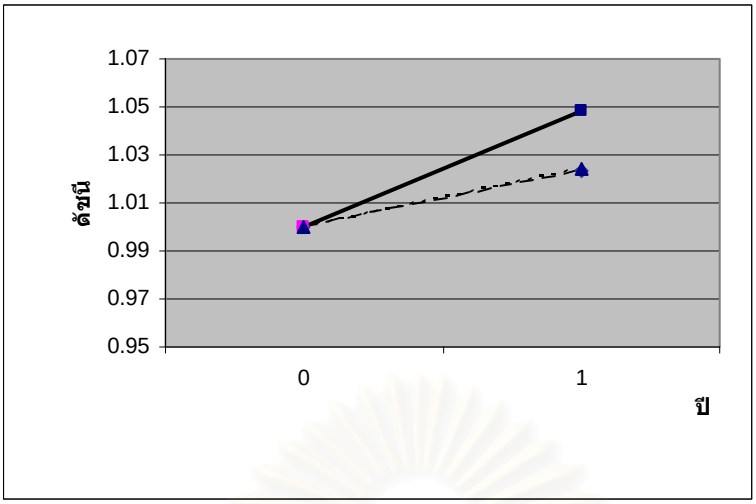
รูปที่ 4.2 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานของพลังงานรวม เนื่องจากโครงสร้างของพลังงานเมื่อใช้มูลค่าผลผลิตในการคำนวณ (เส้นเข้ม)

การลดลงของราคาที่รวดเร็วไม่เพียงจะส่งผลต่อค่าดัชนีโดยรวมของพลังงานโดยรวมเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ยังส่งผลไปยังการวิเคราะห์ในส่วนของพลังงานอื่นๆ ด้วย เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ยังคงเป็นชุดเดิมอยู่

4.2.2 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ

เมื่อพิจารณาเฉพาะแหล่งพลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว เราพบว่าค่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมก็มีค่าเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นเดียวกับการวิเคราะห์พลังงานรวมดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.2.1

จากตารางที่ 4.1 เราพบว่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานของพลังงานไฟฟ้านั้นมีค่าต่ำกว่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานของพลังงานรวม แต่ก็ยังมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นกว่าปีก่อน ทั้งนี้เราพบว่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานของพลังงานไฟฟ้ามีค่าสูงเนื่องมาจากองค์ประกอบทั้ง 3 ของการคำนวณด้วยดัชนีดิวิเซียดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.1 ซึ่งการเพิ่มขึ้นของดัชนีพลังงานโดยรวมของพลังงานไฟฟ้านั้นก็เป็นผลหลักเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มพลังงานอย่างรวดเร็วในอุตสาหกรรมผ้าทอ อุตสาหกรรมฟอกย้อมผ้าทอ และอุตสาหกรรมฟอกย้อมผ้าถัก



ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน (De, เส้นประยาว)

ผลกระทบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (ผลคูณของ DS1 และ DS2, เส้นประสั้น)

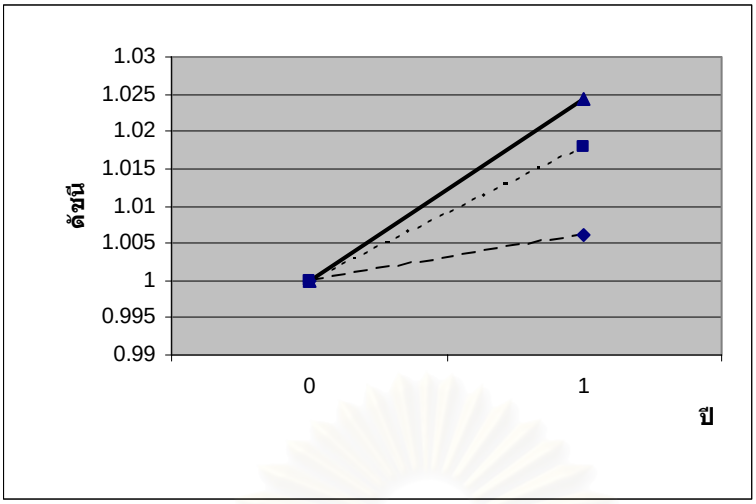
รูปที่ 4.3 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมของพลังงานไฟฟ้าปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้มูลค่าผลผลิตในการคำนวณ (เส้นเข้ม)

การเพิ่มขึ้นของดัชนี De เป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของความเข้มพลังงานของพลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมผ้าทอ อุตสาหกรรมฟอกย้อมผ้าทอ และอุตสาหกรรมฟอกย้อมผ้าถัก ถึงแม้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมผ้าถักจะมีค่าที่ลดลง แต่มูลค่าของผลผลิตในกลุ่มอุตสาหกรรมผ้าผืนมีค่าลดลงถึง 13.44% (เนื่องจากราคาต่อหน่วยลดลงจากปี พ.ศ. 2545) และมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น 6.04%

ในส่วนการเพิ่มขึ้นของดัชนี DS2 ก็เป็นผลเนื่องมาจากการประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าของการผลิตผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมฟอกย้อมผ้าทอ และผ้าถักค่าแย่ลงกว่าเดิมเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2545 ในขณะที่การเติบโตของกลุ่มอุตสาหกรรมนี้มีค่าคงเดิม

4.2.2 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมของพลังงานความร้อนในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ

เมื่อพิจารณาเฉพาะแหล่งพลังงานไฟฟ้าความร้อนเพียงอย่างเดียว เราพบว่าค่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมก็มีค่าเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นเดียวกับการวิเคราะห์พลังงานรวมดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.2.1

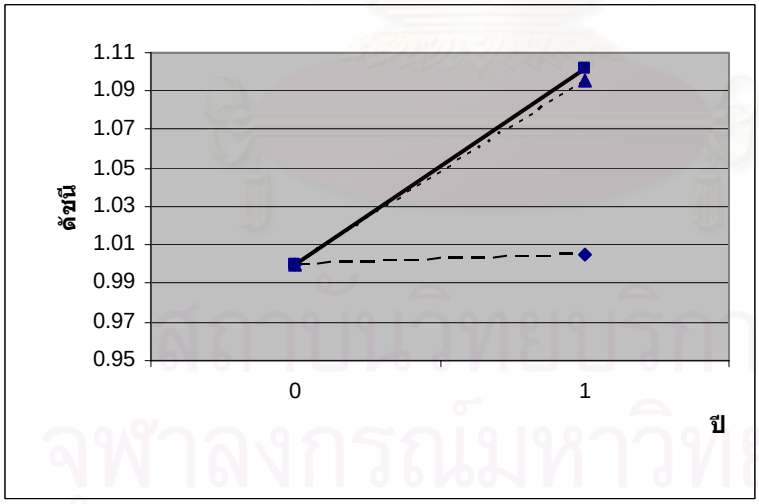


ผลกระทบจากค่า DS1 (เส้นประยาว)

ผลกระทบผลเนื่องจากค่า DS2 (เส้นประสั้น)

รูปที่ 4.4 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานของพลังงานไฟฟ้าเนื่องจากโครงสร้างของพลังงาน (เส้นเข้ม) เมื่อใช้มูลค่าการผลิตในการคำนวณ

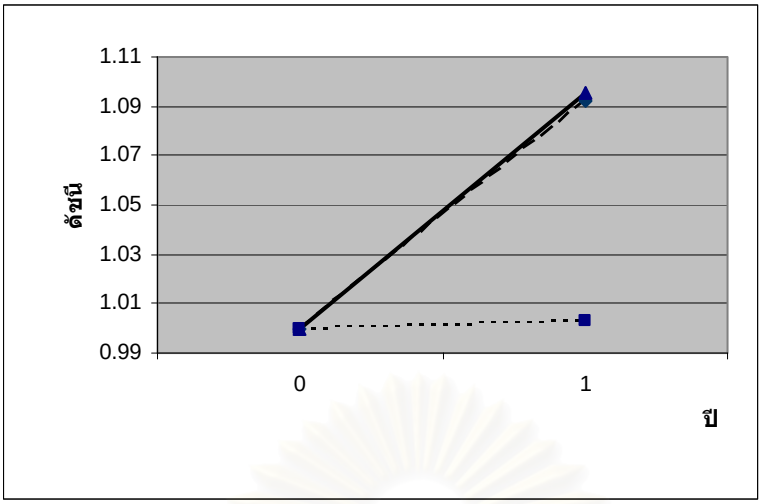
การเพิ่มขึ้นของดัชนี De เป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของความเข้มพลังงานของพลังงานความร้อนในอุตสาหกรรมผ้าทอ อุตสาหกรรมฟอกย้อมผ้าทอ และอุตสาหกรรมย้อมพิมพ์ ซึ่งในส่วนของอุตสาหกรรมผ้าทอนั้น มีการใช้พลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้น แต่กลับมีมูลค่าผลผลิตสุทธิลดลง 9.78% ทำให้ค่าความเข้มพลังงานของตัวอุตสาหกรรมดังกล่าวมีค่าเพิ่มสูงขึ้น (เนื่องจากราคาต่อหน่วยลดลงจากปี พ.ศ. 2545)



ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน (De, เส้นประยาว)

ผลกระทบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (ผลคูณของ DS1 และ DS2, เส้นประสั้น)

รูปที่ 4.5 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมของพลังงานความร้อนปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้มูลค่าผลผลิตในการคำนวณ (เส้นเข้ม)



ผลกระทบจากค่า DS1 (เส้นประยาว)

ผลกระทบผลเนื่องจากค่า DS2 (เส้นประสั้น)

รูปที่ 4.6 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานของพลังงานความร้อนเนื่องจากโครงสร้างของพลังงาน (เส้นเข้ม) เมื่อใช้มูลค่าการผลิตในการคำนวณ

หมายเหตุ

รูปที่ 4.1 ถึง 4.6 กราฟเส้นเข้ม (ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวม และดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานของพลังงานความร้อนเนื่องจากโครงสร้างของพลังงาน) จะมีทิศทางเดียวกันกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการคำนวณค่าดัชนีดังกล่าวมากที่สุด ตัวอย่างเช่นรูปที่ 4.1 ทิศทางของดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวมของพลังงานรวมปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้มูลค่าผลผลิตในการคำนวณ จะมีทิศทางเดียวกันกับผลกระทบอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน (De) เป็นต้น

4.3 สรุปสาระสำคัญจากการวิเคราะห์

1. ประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำโดยรวมยังถือได้ว่าขาดประสิทธิภาพ และมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่จะเพิ่มสูงขึ้นในทุกแหล่งพลังงาน ไม่ว่าจะคำนวณด้วยมูลค่าผลผลิต หรือมูลค่าขนส่ง

2. ความเข้มพลังงานโดยรวมมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มพลังงานเกิดจากหลายๆ ส่วนรวมกัน ยกเว้นอุตสาหกรรมถักผ้า และอุตสาหกรรมฟอกย้อมผ้าถัก

3. อุตสาหกรรมที่ถือว่าเป็นแหล่งปัญหาการเพิ่มสูงขึ้นของความเข้มพลังงานโดยรวมในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ คือ อุตสาหกรรมผ้าทอ อุตสาหกรรมฟอกย้อมผ้าทอ และอุตสาหกรรมย้อมพิมพ์ โดยสาเหตุหลักของการเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มพลังงานนั้น เกิดจากมูลค่าผลผลิตโดยรวมที่ลดต่ำลง ในขณะที่การใช้พลังงานกลับไม่ลดลง หรือลดลงน้อยกว่าอัตราการลดลงของมูลค่าผลผลิต

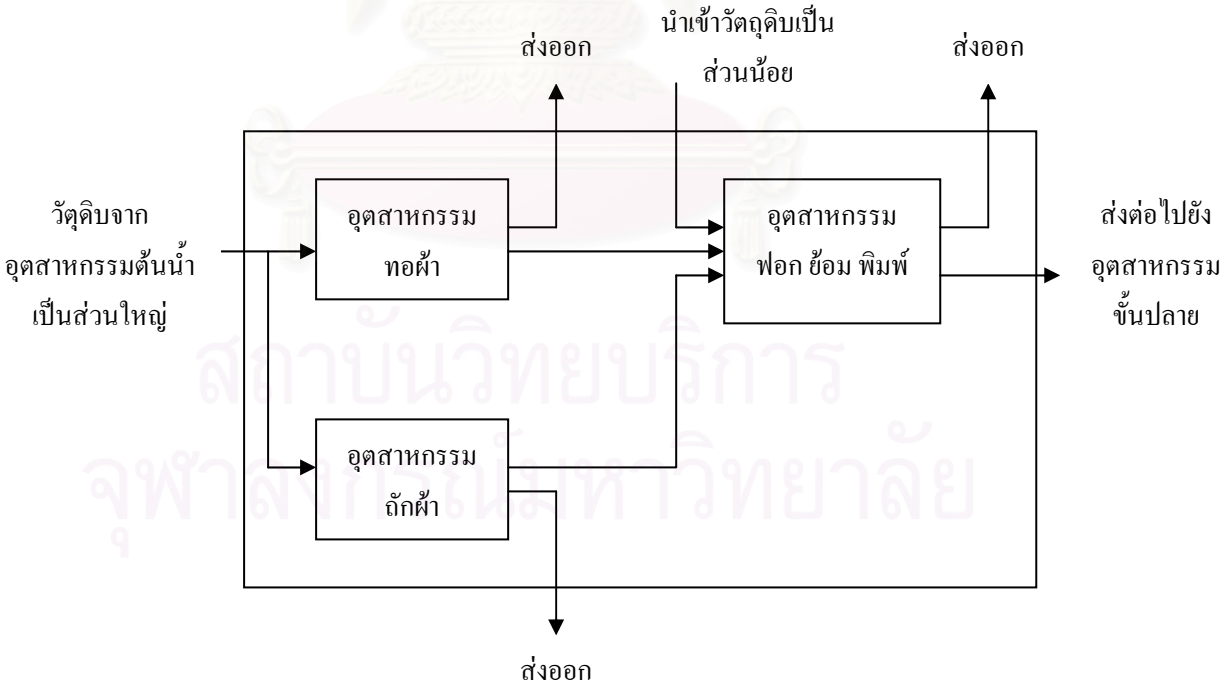
4. อุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำซึ่งควรทำการควบคุม แก้ไข รวมถึงทำการปรับปรุงด้านความเข้มพลังงานอย่างเร่งด่วนมากที่สุด แบ่งตามประเภทพลังงานสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้ คือ

พลังงานรวม	พลังงานไฟฟ้า	พลังงานความร้อน
1. ผ้าทอ	1. ผ้าทอ	1. ฟอกย้อมผ้าถัก
2. ย้อมพิมพ์	2. ฟอกย้อมผ้าถัก	2. ผ้าทอ
3. ฟอกย้อมผ้าทอ	3. ฟอกย้อมผ้าทอ	

4.4 ความต่อเนื่องของการผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ

ดังที่กล่าวไว้ในช่วงต้นว่า อุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำนั้น ประกอบไปด้วยอุตสาหกรรมหลัก 2 ส่วน ได้แก่ หนึ่ง อุตสาหกรรมผ้าผืน ส่วนอีกอุตสาหกรรมหนึ่ง คือ และอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์

ในอุตสาหกรรมทั้ง 2 นั้น เราถือว่าอุตสาหกรรมผ้าผืน เป็นส่วนอุตสาหกรรมที่ผลิตวัตถุดิบเพื่อป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ และในส่วนของการนำเข้านั้น เราสมมุติว่าไม่มีการนำเข้าวัตถุดิบ รวมถึงไม่มีการนำผ้าทอและผ้าถักเข้ามาเพิ่มเติม เนื่องมาจากการขาดข้อมูลที่เพียงพอ



รูปที่ 4.7 ความต่อเนื่องของข้อมูลการผลิต บริโภค นำเข้า และส่งออกของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ

จากข้อมูลการผลิตผ้าทอในตารางที่ 4.2 เราพบว่าใน ปี พ.ศ. 2546 เส้นใยสังเคราะห์ถูกผลิตน้อยลงกว่าปี พ.ศ. 2545 ประมาณ 4.6% โดยชนิดของผ้าทอนั้นมีปริมาณการผลิตผ้าทอที่เป็นเส้นใยสังเคราะห์ในปริมาณที่มากกว่าประมาณร้อยละ 15 เมื่อเทียบกับการผลิตผ้าทอที่ทำมาจากฝ้าย

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลปริมาณการผลิต บริโภค นำเข้า และส่งออกผ้าทอและผ้าถัก (ผ้าผืน) ปี พ.ศ. 2545 – 2546 ในหน่วย 1000 ตัน

	2545	2546
ปริมาณการผลิตทั้งหมด	765.7	746.3
เพื่อภายใน	602.37	566.76
เพื่อภายนอก	163.33	179.54
รวม	765.70	746.30
ปริมาณการบริโภค	648.71	669.426
เพื่อภายใน	486.3	490.8
เพื่อภายนอก	162.41	178.626
การเปลี่ยนแปลงคงคลัง	116.99	76.8744

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการผลิต และการบริโภคผ้าทอและผ้าถัก (ผ้าผืน) ภายในประเทศ ปี พ.ศ. 2545 – 2546

	2545	2546
ปริมาณการผลิต (1,000 ตัน)		
ผ้าฝ้าย	237.3	229.6
%	30.99	30.77
ผ้าใยสังเคราะห์	276.9	261.1
%	36.16	34.99
ผ้าทอ	251.50	255.60
%	32.85	34.25
ปริมาณการผลิตทั้งหมด	765.70	746.30
อัตราเพิ่ม (ร้อยละต่อปี)	6.52	-2.53
ปริมาณการบริโภค (1,000 ตัน)		
ผ้าฝ้าย	215.7	195.9
%	29.95	28.52
ผ้าใยสังเคราะห์	248.4	231.2
%	34.49	33.65
ผ้าถัก	256.1	259.9
%	35.56	37.83
ปริมาณการบริโภคทั้งหมด	720.2	687
อัตราเพิ่ม (ร้อยละต่อปี)	0.67	-4.61

ผ้าผืนที่ผลิตขึ้นส่วนใหญ่จะถูกนำไปเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ซึ่งในที่นี้ปริมาณผลลัพธ์ที่ถูกส่งออกไปยังอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ใน ปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546 มีค่าเท่ากับ 723,593 ตัน และ 705,260 ตัน ตามลำดับ คิดเป็นสัดส่วนลดลงประมาณ 2.53%

สำหรับการเปลี่ยนแปลงยอดผลผลิตที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมผ้าทอในตารางที่ 4.3 ที่มีค่าเป็นลบนั้น อาจเกิดขึ้นจากการที่ราคาสินค้าที่เปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการผลิตที่ลดลง ซึ่งสินค้าคงคลังนั้นมีการจัดเก็บที่ลดลง หรืออื่นๆ โดยมีสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงประมาณ 3 - 4 % ของปริมาณการผลิตที่ผลิตขึ้นทั้งหมดในปีนั้นๆ สำหรับผ้าผืนที่ผลิตขึ้นในอุตสาหกรรมทอผ้า และถักผ้า จะถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบหลักในอุตสาหกรรม ฟอกย้อม พิมพ์ ซึ่งอาจจะมีการนำเข้าผ้าผืนเป็นส่วนน้อยจากต่างประเทศ ซึ่งสถิติที่ได้นี้มีข้อมูลเฉพาะในปี พ.ศ. 2546 เท่านั้น ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลปริมาณการผลิต บริโภค นำเข้า และส่งออกของอุตสาหกรรม ฟอก ย้อม พิมพ์ ปี พ.ศ. 2546 ในหน่วย 1000 ตัน

	2545	2546
ปริมาณการผลิต (1,000 ตัน)	803.985	783.615
ปริมาณการบริโภค (1,000 ตัน)	723.594	705.261
การนำเข้า -ปริมาณ (1,000 ตัน)	*	*
การส่งออก -ปริมาณ (1,000 ตัน)	80.391	78.354

* ไม่มีข้อมูล

จากตารางที่ 4.4 ปริมาณการส่งออกนั้นมีปริมาณประมาณ 10% ของการผลิต โดยส่วนที่เหลือส่วนใหญ่ใช้ในการบริโภคภายในประเทศ และในส่วนข้อมูลของการนำเข้านั้นมีเฉพาะเพียงมูลค่าการนำเข้าแต่ไม่มีข้อมูล ทั้งนี้ผ้าผืนที่ผ่านอุตสาหกรรม ฟอก ย้อม พิมพ์ ที่ผลิตขึ้นมาส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมปลายน้ำ

4.5 การเชื่อมโยงความต่อเนื่องของการผลิตเข้ากับการบริโภคพลังงาน

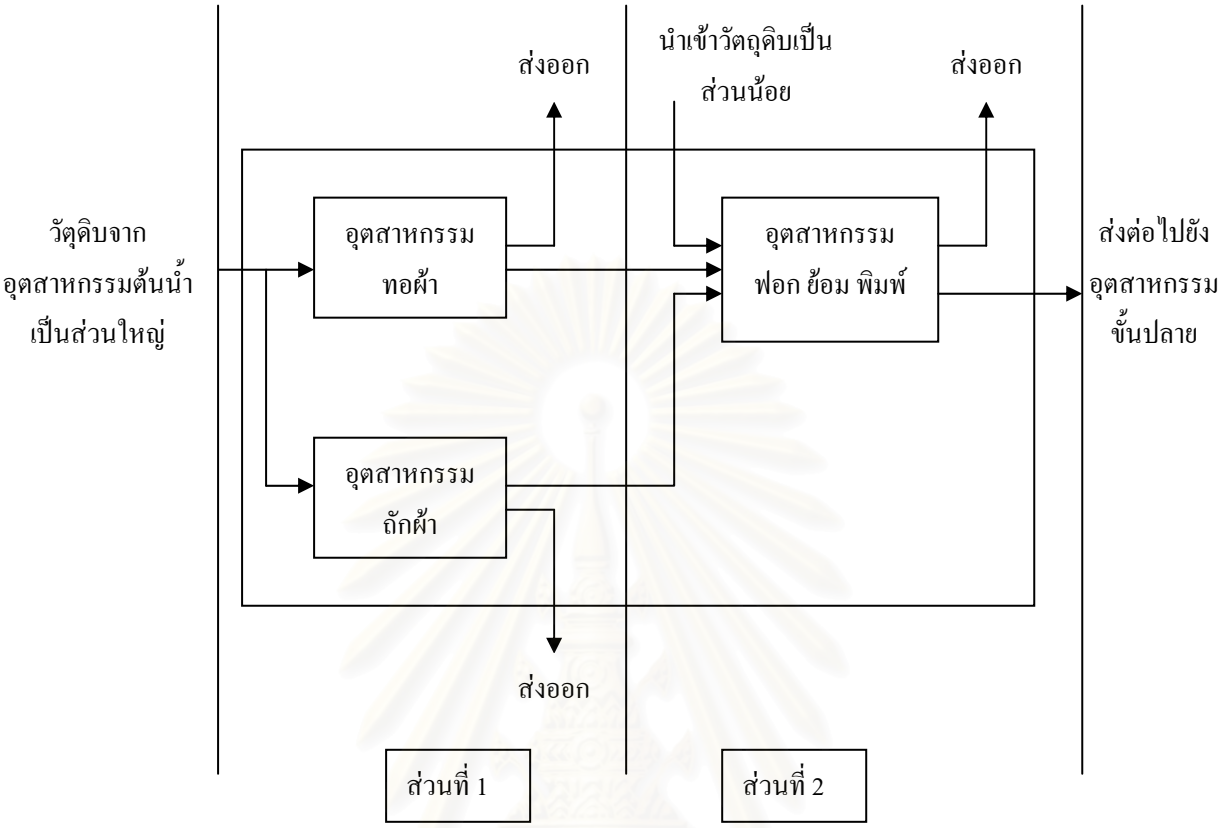
ดัชนีดิวิเซียเป็นดัชนีชี้วัดความสามารถด้านพลังงานที่แยกชัดกันระหว่างอุตสาหกรรมทอผ้า, ถักผ้า และอุตสาหกรรม ฟอกย้อม พิมพ์ ซึ่งไม่ได้คำนึงถึงความเชื่อมต่อกันระหว่างอุตสาหกรรมทั้งสาม ดังนั้นในหัวข้อนี้เราจะนำประเด็นความเชื่อมต่อของการผลิตมาเชื่อมโยงกับค่าพลังงานเพื่อพิจารณาถึงปริมาณการบริโภคพลังงานที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนต้นน้ำและปลายน้ำทั้งหมด

การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองส่วนนี้เข้าไว้ด้วยกันสามารถดำเนินการได้โดย

1. พิจารณาปริมาณ และมูลค่าของผลผลิตที่ส่งต่อระหว่างกันในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนต้นน้ำ และปลายน้ำ ซึ่งในที่นี้จะขอพิจารณาแยกเป็น 2 ตาราง คือ ตารางที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.6 ซึ่งคือ ตารางวิเคราะห์การผลิต และส่งต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมทอผ้า และถักผ้า ตามลำดับ และตารางที่ 4.7 สำหรับวิเคราะห์การผลิต และส่งต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์

2. พิจารณาค่าพลังงานที่ถูกใช้ และค่าความเข้มพลังงานในแต่ละส่วนอุตสาหกรรม

3. พิจารณาในภาพรวมทั้งหมด ตลอดจนคำนวณหาค่าความเข้มพลังงานที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยตารางที่ 4.7



รูปที่ 4.8 การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน

ตารางที่ 4.5 ตารางวิเคราะห์การผลิต และส่งต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมทอผ้า

อุตสาหกรรมทอผ้า	ปริมาณผลผลิต (พันตัน)	มูลค่าผลผลิตทั้งหมด บาท ณ ปี พ.ศ. 2545 (ล้านบาท)	พลังงานที่ใช้ (GJ)	ความเข้มพลังงาน (MJ/บาท)	ปริมาณผลผลิตที่ส่งต่อไปยังอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ (พันตัน)
ปี พ.ศ. 2545	514.2	115,867.33	22,350,479.44	0.192897	464.1
ปี พ.ศ. 2546	490.7	94,405.01	20,273,349.01	0.214749	427.1

จากตารางที่ 4.5 นี้ เราพบว่าในภาพรวมของอุตสาหกรรมทอผ้านั้น ค่าความเข้มพลังงานมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก โดยเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 8.93% จากปีฐาน (พ.ศ. 2545) ซึ่งเป็นผล

เนื่องมาจากการลดลงของมูลค่าต่อตันของผลิตภัณฑ์ ในขณะที่การใช้พลังงานเพื่อการผลิตต่อตันของผลิตภัณฑ์กลับมีค่าลดลงน้อยกว่า

สถานการณ์ที่เกิดขึ้นส่งผลทำให้เกิดความสูญเสียด้านพลังงานต่อมูลค่าการผลิตขึ้นประมาณ 0.021852 MJ/บาท และยังทำให้เกิดความสูญเสียเนื่องจากการลดลงของมูลค่าผลิตภัณฑ์ประมาณ ร้อยละ 9.781% ดังนั้นเราอาจจะกล่าวได้ว่า อุตสาหกรรมทอผ้าเป็นอุตสาหกรรมที่เป็นปัญหาหลักในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ด้วยดัชนีดิวิเซียดังที่กล่าวไว้ในช่วงต้น

ตารางที่ 4.6 ตารางวิเคราะห์การผลิต และส่งต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมถักผ้า

อุตสาหกรรมถักผ้า	ปริมาณผลผลิต (พันตัน)	มูลค่าผลผลิตทั้งหมด บาท ณ ปี พ.ศ. 2545 (ล้านบาท)	พลังงานที่ใช้ (GJ)	ความเข้มพลังงาน (MJ/บาท)	ปริมาณผลผลิตที่ส่งต่อไปยังอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ (พันตัน)
ปี พ.ศ. 2545	251.5	32,588.47	10,931,827.27	0.335451	256.1
ปี พ.ศ. 2546	255.6	34,098.73	10,560,154.90	0.309693	259.9

จากตารางที่ 4.6 นี้ เราพบว่าในภาพรวมของอุตสาหกรรมถักผ้านั้น ค่าความเข้มพลังงานมีค่าลดลง 7.6484% จากปีฐาน (พ.ศ. 2545)

ตารางที่ 4.7 ตารางวิเคราะห์การผลิต และส่งต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์

อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์	ปริมาณผลผลิต (พันตัน)	มูลค่าผลผลิตทั้งหมด บาท ณ ปี พ.ศ. 2545 (ล้านบาท)	พลังงานที่ใช้ (GJ)	ความเข้มพลังงาน (MJ/บาท)	ปริมาณผลผลิตที่ส่งต่อไปยังอุตสาหกรรมปลายน้ำ (พันตัน)
ปี พ.ศ. 2545	804.0	32,722.18	37,505,837.04	1.146190	723.6*
ปี พ.ศ. 2546	783.6	32,302.92	37,695,060.27	1.166924	705.3

*ได้จากการคำนวณโดยคิดเป็นอัตราส่วนเดียวกันระหว่างการผลิตกับผลผลิตที่ส่งต่อในปี 2546

จากตารางที่ 4.7 นี้ เราพบว่าในภาพรวมของอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ค่าความเข้มพลังงานมีค่าเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 1.809% จากปีฐาน (พ.ศ. 2545) ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ในการผลิตสินค้าปริมาณเท่าเดิมเราจำเป็นต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.809%

การเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มพลังงานนี้ก็เกิดขึ้นเนื่องมาจาก มีการใช้พลังงานต่อตันของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ในขณะที่มูลค่าต่อตันของผลิตภัณฑ์กลับเปลี่ยนแปลงไม่มาก

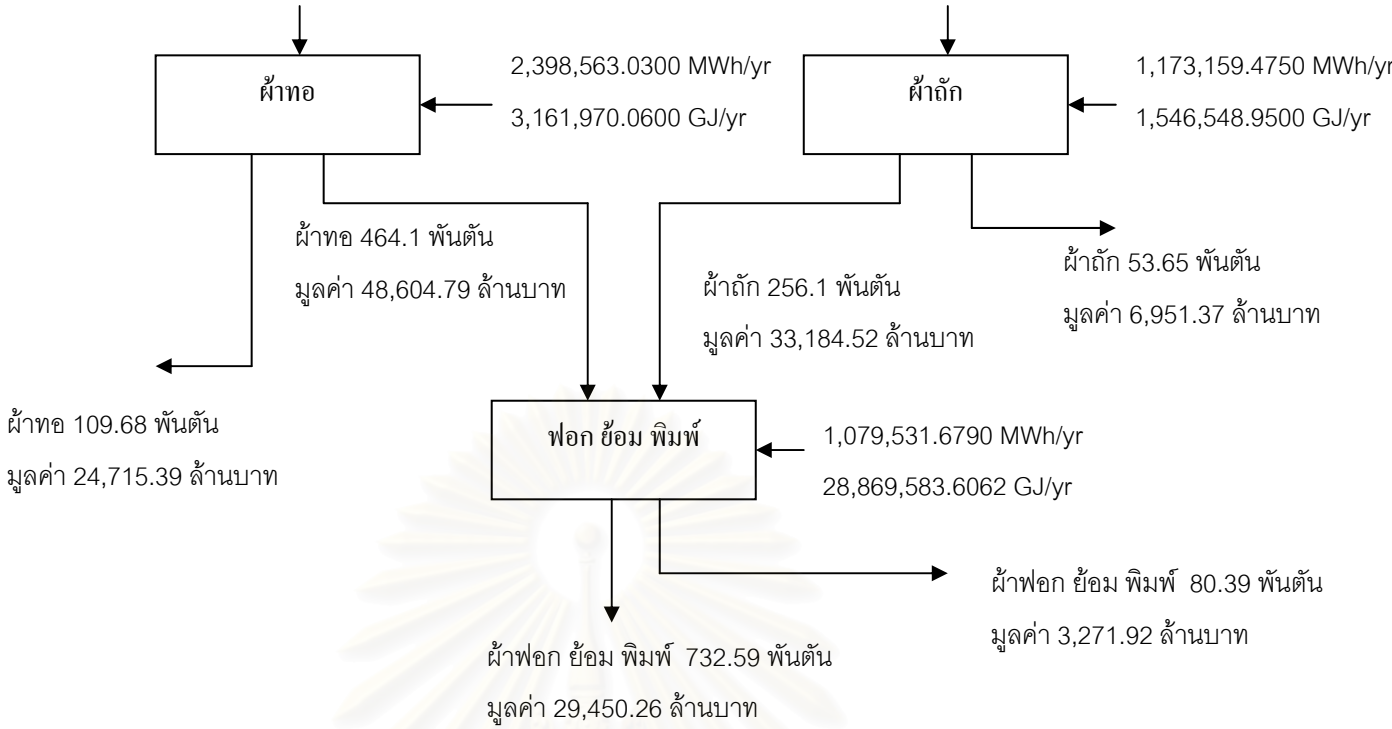
โดยรวมแล้วพลังงานที่ถูกใช้ไปในปี พ.ศ. 2546 ในส่วนของอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปริมาณพลังงานต่อตันที่ถูกใช้ไปในปี พ.ศ. 2545 และ มูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นส่วนใหญ่กลับมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมาก ดังนั้นเราอาจจะกล่าวได้ว่า อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ เป็นอุตสาหกรรมอีกหนึ่งอุตสาหกรรมที่เป็นปัญหาหลักในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ด้วยดัชนีดิวิเซียดังที่กล่าวไว้ในช่วงต้น

ตารางที่ 4.8 ตารางวิเคราะห์ความต่อเนื่องของการผลิตในภาพรวม

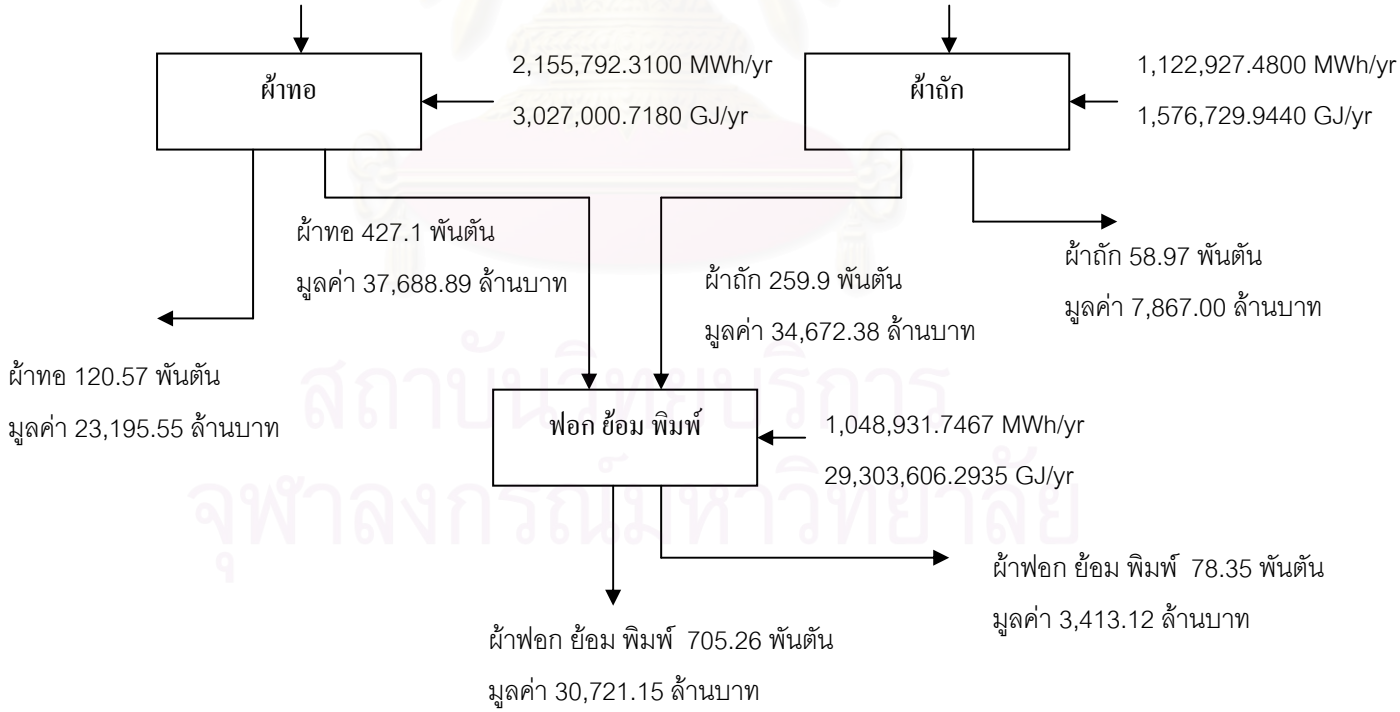
อุตสาหกรรมกลางน้ำ	มูลค่าผลผลิตที่เกิดขึ้นทั้งหมด (ล้านบาท)	พลังงานที่ถูกใช้ไปทั้งหมด(GJ)	ความเข้มพลังงาน (MJ/บาท)	ปริมาณผลผลิตที่ส่งต่อไปยังอุตสาหกรรมปลายน้ำ (พันตัน)
ปี พ.ศ. 2545	181,177.99	70,788,143.75	0.3907105	723.6
ปี พ.ศ. 2546	160,806.66	68,528,564.18	0.42615501	705.3

สำหรับตารางที่ 4.8 นี้ เป็นตารางสรุปข้อมูลรวมทั้งหมดที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ โดยเราพบว่าทิศทางของค่าความเข้มพลังงานยังคงมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 9.0718%

ผลผลิตที่เกิดขึ้นทั้งหมดของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำที่จะถูกส่งไปยังอุตสาหกรรมปลายน้ำส่วนใหญ่เป็นผ้าทอ และผ้าถัก ที่ผ่านการฟอก ย้อม พิมพ์ ทั้งนี้ปริมาณผ้าผืนที่ผ่านการฟอก ย้อม พิมพ์ ถูกส่งต่อไปยังอุตสาหกรรมปลายน้ำปี พ.ศ. 2545 และ 2546 มีค่าเท่ากับ 723.6 และ 705.3 พันตัน ตามลำดับ



รูปที่ 4.9 โครงสร้างความต่อเนื่องของการบริโภคพลังงาน ปี พ.ศ. 2545



รูปที่ 4.10 โครงสร้างความต่อเนื่องของการบริโภคพลังงาน ปี พ.ศ. 2546

รูปที่ 4.9 และ 4.10 เป็นโครงสร้างการบริโภคพลังงานในภาพรวมของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ ซึ่งประเมินจากข้อมูลในตารางที่ 4.2 ถึง 4.8 ทั้งนี้ตัวเลขที่ปรากฏในรูปที่ 4.9 และ 4.10 อาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น อันเป็นผลเนื่องมาจากส่วนประสมของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันในกลุ่มหนึ่งๆ ทำให้ผลคูณระหว่างค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เทียบกับปีฐาน และปริมาณที่เกิดการส่งต่อของกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่คำนวณได้ มีค่าไม่เท่ากับปริมาณผลผลิตโดยรวมดังที่ปรากฏในตาราง แต่อย่างไรก็ดีความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นก็มีค่าไม่มากนัก

การส่งต่อข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการประเมินการลดลงของค่าความเข้มพลังงานในระบบ และยังเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้บริหารจัดการพลังงานของประเทศที่จะนำไปใช้พิจารณาภาพรวมของการใช้พลังงาน และผลผลิตที่ได้ในกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทออีกด้วย

4.6 การวิเคราะห์การบริโภคพลังงาน

การวิเคราะห์การบริโภคพลังงานนี้ เป็นไปเพื่อบ่งชี้ว่าต้นทุนพลังงานในส่วนอุตสาหกรรมเป็นผลมาจากอะไร เป็นต้นว่า เกิดขึ้นจากการบริโภคพลังงานโดยที่ไม่มีการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ ซึ่งในการวิเคราะห์การบริโภคพลังงานนี้ เราจำเป็นวิเคราะห์แยกตามปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการบริโภคพลังงานอันได้แก่ ระดับการผลิต โครงสร้างการผลิต และความเข้มพลังงาน

4.6.1 การเปลี่ยนแปลงระดับการผลิต

ในปี พ.ศ. 2545 และ 2546 ที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงระดับการผลิตของอุตสาหกรรมทอผ้า อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ และ อุตสาหกรรมถักผ้า สามารถแสดงได้ด้วยตารางที่ 4.9 ถึง 4.10 ส่วนตารางที่ 4.11 เป็นตารางที่แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำโดยรวม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงระดับการผลิตของอุตสาหกรรมผ้าผืน

ปริมาณการผลิต 1000 ตัน	2545	2546	ผลต่าง
ผ้าทอ	514.20	490.70	-23.50
สัดส่วนการผลิต	0.67154238	0.657510385	-0.014031995
ความเข้มพลังงาน MJ/MT	43,466.51	41,315.16	-2,151.35
ผ้าถัก	251.50	255.60	4.10
สัดส่วนการผลิต	0.32845762	0.342489615	0.014031995
ความเข้มพลังงาน MJ/MT	43,466.51	41,315.16	-2,151.35
ปริมาณการผลิตทั้งหมด	765.70	746.30	-19.40
ค่าความเข้มพลังงานเฉลี่ย MJ/ตัน	43,466.51	41,315.16	-2,151.35

ตารางที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงระดับการผลิตของอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์

ปริมาณการผลิต 1000 ตัน	2545	2546	ผลต่าง
ฟอกย้อมผ้าทอ	489.2577758	476.8617972	-12.40
สัดส่วนการผลิต	0.608540925	0.608540925	0
ความเข้มพลังงาน MJ/MT	40320.93023	41401.67442	1,080.74
ฟอกย้อมผ้าถัก	228.8925267	223.0932384	-5.80
สัดส่วนการผลิต	0.284697509	0.284697509	0
ความเข้มพลังงาน MJ/MT	39,680.00	39,830.53	150.53
ย้อมพิมพ์	85.83469751	83.65996441	-2.17
สัดส่วนการผลิต	0.11	0.11	0.00
ความเข้มพลังงาน MJ/MT	101,311.63	108,370.37	7,058.74
ปริมาณการผลิตทั้งหมด	803.99	783.62	-20.37
ค่าความเข้มพลังงานเฉลี่ย MJ/ตัน	46,649.92	48,104.06	1,454.14

ตารางที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงระดับการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำโดยรวม

ปริมาณการผลิต 1000 ตัน	2545	2546	ผลต่าง
ผ้าผืน	720.20	687.00	-33.20
สัดส่วนการผลิต	0.498824716	0.493442121	-0.005382595
ความเข้มพลังงาน MJ/MT	43,466.51	41,315.16	-2,151.35
ผ้าฟอก ย้อม พิมพ์	723.59	705.26	-18.33
สัดส่วนการผลิต	0.501175284	0.506557879	0.005382595
ความเข้มพลังงาน MJ/MT	46,649.92	48,104.06	1,454.14
ปริมาณการผลิตทั้งหมด	1,443.79	1,392.26	-51.53
ค่าความเข้มพลังงานเฉลี่ย MJ/ตัน	45,061.96	44,754.13	-307.83

4.6.2 **อุตสาหกรรมผ้าผืน**

จากตารางที่ 4.9 เราจะได้ว่า

1. ปริมาณพลังงานที่ใช้ทั้งหมด (E)

E_{45} = (765,700)(43,466.51)

= 33,282,306,707 MJ

E_{46} = (746,300)(41,315.16)

= 30,833,503,908 MJ

2. ผลต่างของพลังงาน (ΔE)

ΔE = E_{46} - E_{45}

= 30,833,503,908 - 33,282,306,707

= -2,448,802,799 MJ

3. องค์ประกอบของผลต่างของการบริโภคพลังงาน

3.1 ผลต่างอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับการผลิต (ΔE_p)

$$\Delta E_p = \Delta P \sum_{i=1}^{4} a_{i45} \lambda_{i45}$$

โดยที่ ΔP = ความแตกต่างของผลผลิตในปี พ.ศ. 2546 กับ 2545

a_i = สัดส่วนการผลิตของผลิตภัณฑ์ประเภทที่ i

λ_i = ค่าความเข้มพลังงานในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทที่ i

จะได้ว่า ΔE_p = (-19,400)(43,466.51)

= -843,250,294 MJ

3.2 ผลต่างอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับการผลิต (ΔE_S)

$\Delta E_S = P_{45} \sum_{i=1}^{4} \Delta a_i \lambda_{i45}$

= (765,700)(0.00000000244)

= 0.00000183 MJ

3.3 ผลต่างอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน (ΔE_I)

$\Delta E_I = P_{45} \sum_{i=1}^{4} \Delta \lambda_i a_{i45}$

= (765,700)(-2,151.35)

= -1,647,288,695 MJ

3.4 ผลรวมของ ผลต่างข้อง 3.1 ถึง 3.3

$\Delta E_{Total} = \Delta E_p + \Delta E_S + \Delta E_I$

= -2,490,538,989 MJ

3.5 ผลต่างของ ΔE กับ ΔE_{Total}

ผลต่าง หรือ Residual = -2,448,802,799 -(-2,490,538,989)

= 41,736,190 MJ

4. ที่มาของผลต่างข้อ 3.5

4.1 การบริโภคพลังงานอันเนื่องมาจากอิทธิพลร่วม ระหว่างระดับการผลิต และความเข้มพลังงาน (R_1)

$R_1 = \Delta P \sum_{i=1}^{4} \Delta \lambda_i a_{i45}$

จะได้ R_1 = (-19,400)(-2,151.35) = 41,736,190 MJ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การบริโภคพลังงานอันเนื่องมาจากอิทธิพลร่วม ระหว่างระดับการผลิต และโครงสร้างการผลิต (R_2)

$$R_2 = \Delta P \sum_{i=1}^{4} \Delta a_i \lambda_{i45}$$

$$= (-19{,}400)(0.00000000244)$$

$$= 0 \quad MJ$$

4.3 การบริโภคพลังงานอันเนื่องมาจากอิทธิพลร่วม ระหว่างความเข้มพลังงาน และโครงสร้างการผลิต (R_3)

$$R_3 = P_{45} \sum_{i=1}^{4} \Delta\lambda_i \Delta a_i$$

$$= (765{,}700)(0)$$

$$= 0 \quad MJ$$

4.4 การบริโภคพลังงานอันเนื่องมาจากอิทธิพลร่วม ระหว่างระดับการผลิต ความเข้มพลังงาน และโครงสร้างการผลิต (R_4)

$$R_4 = \Delta P \sum_{i=1}^{4} \Delta\lambda_i \Delta a_i$$

$$= (-19{,}400)(0)$$

$$= 0 \quad MJ$$

4.5 ผลรวมของความต่างที่เกิดขึ้นทั้งหมด

ผลต่าง หรือ $R_{Toatal} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$

$= 41{,}736{,}190$ MJ

5. ผลรวมความแตกต่างของพลังงานที่ควรจะเป็น (ΔE_C) ซึ่งคำนวณได้จากการรวมค่าผลต่างของพลังงานรวม และผลต่างที่เกิดขึ้นทั้งหมดเข้าไว้ด้วยกัน

$$\Delta E_C = \Delta E_{Total} + R_{Toatal}$$

$$= -2{,}490{,}538{,}989 + 41{,}736{,}190$$

$$= -2{,}448{,}802{,}799{,}000 \quad MJ$$

ความแตกต่างของค่า ΔE_C กับ ΔE จะหมายความถึงการบริโภคพลังงานที่ไม่ได้มาจากการเปลี่ยนของระดับการผลิต โครงสร้างการผลิต และความเข้มพลังงาน ซึ่งในอุตสาหกรรมทอนั้นเป็น 0 MJ หรือไม่คิดเป็นส่วนหนึ่งของการบริโภคพลังงานในปี พ.ศ. 2545

6. สัมประสิทธิ์พลังงาน (C_t)

$$C_t = \left(\frac{\Delta E}{E_{45}}\right) / \left(\frac{\Delta P}{P_{45}}\right)$$

$$= 2.904004679$$

4.6.3 **อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์**

จากตารางที่ 4.10 เราสามารถคำนวณหาค่าต่างๆ ได้ด้วยวิธีการเดียวกันกับที่ปรากฏในหัวข้อ 4.6.2 โดยเราจะได้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนฟอก ย้อม พิมพ์ ดังนี้

E_{45}	=	37,505,837,038	MJ
E_{46}	=	37,695,060,267	MJ
ΔE	=	189,223,228	MJ
ΔE_p	=	-950,258,898.452	MJ
ΔE_S	=	0	MJ
ΔE_I	=	1,169,102,860.72	MJ
ΔE_{Total}	=	218,843,962.27	MJ
ผลต่าง	=	-29,620,733.31	MJ
R_1	=	-29,620,733.31	MJ
R_2	=	0	MJ
R_3	=	0	MJ
R_4	=	0	MJ
R_{Toatal}	=	-29,620,733.31	MJ
ΔE_C	=	189,223,228.95	MJ
$\Delta E_C - \Delta E$	=	0	MJ
C_t	=	-0.199128079	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6.4 **อุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำโดยรวม**

สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำในภาพรวมนี้ จะประกอบไปด้วยอุตสาหกรรมย่อย 2 ส่วน คือ อุตสาหกรรมทอผ้า และอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ โดยในส่วนของผ้าถักเราจะกำหนดให้ถูกส่งต่อไปยังอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ทั้งหมด ซึ่งค่าความเข้มพลังงานในส่วนที่ส่งต่อนี้จะต้องถูกถ่วงน้ำหนักใหม่ เนื่องจากปริมาณการผลิตของอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ บางส่วนนั้นมาจากอุตสาหกรรมผ้าถัก โดยความเข้มพลังงานในส่วนนี้เราจะนำเอาส่วนของอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ มาคำนวณเท่านั้น ผลลัพธ์จากการถ่วงน้ำหนักค่าความเข้มพลังงานสามารถแสดงได้ด้วยตารางที่ 4.12 ข้างต้น

ด้วยการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันนี้ เราจะได้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

E_{45}	=	65,060,171,392	MJ
E_{46}	=	62,309,408,419	MJ
ΔE	=	-2,750,762,973	MJ
ΔE_p	=	-2,322,186,096.61	MJ
ΔE_S	=	24,739,425.39	MJ
ΔE_I	=	-497,199,173.32	MJ
ΔE_{Total}	=	-2,794,645,844.54	MJ
ผลต่าง	=	43,882,871.63	MJ
R_1	=	17,746,479.65	MJ
R_2	=	-883,021.80	MJ
R_3	=	28,019,511.36	MJ
R_4	=	-1,000,097.58	MJ
R_{Toatal}	=	-348,249,463.83	MJ
ΔE_C	=	-2,750,762,972.92	MJ
$\Delta E_C - \Delta E$	=	0.00001335	MJ
C_t	=	1.184557507	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6.5 สรุปการวิเคราะห์การบริโภคพลังงาน

ตารางที่ 4.12 สรุปค่าต่างๆ ในการวิเคราะห์การบริโภคพลังงาน

	อุตสาหกรรมผ้าผืน	อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์	อุตสาหกรรมสิ่งทอ กลางน้ำภาพรวม
พลังงานรวมปี 2545 (MJ)	33,282,306,707.00	37,505,837,038.40	65,060,171,392.47
พลังงานรวมปี 2546 (MJ)	30,833,503,908.00	37,695,060,267.35	62,309,408,419.55
พลังงานที่เพิ่มขึ้น (MJ)	-2,448,802,799.00	189,223,228.95	-2,750,762,972.92
ผลต่างพลังงานอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับการผลิต (MJ)	-843,250,294.00	-950,258,898.45	-2,322,186,096.61
ผลต่างพลังงานอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต (MJ)	0.00	0.00	24,739,425.39
ผลต่างพลังงานอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน (MJ)	-1,647,288,695.00	1,169,102,860.72	-497,199,173.32
ผลต่างพลังงานรวมทั้งหมด (MJ)	-2,490,538,989.00	218,843,962.27	-2,794,645,844.54
ผลต่างระหว่างพลังงานที่เพิ่มขึ้นกับผลต่างพลังงานรวมที่คำนวณได้ (MJ)	41,736,190.00	-29,620,733.31	43,882,871.63
Residual (MJ)	41,736,190.00	43,882,871.63	43,882,871.63
สัมประสิทธิ์พลังงาน	2.90400	-0.19913	1.18456

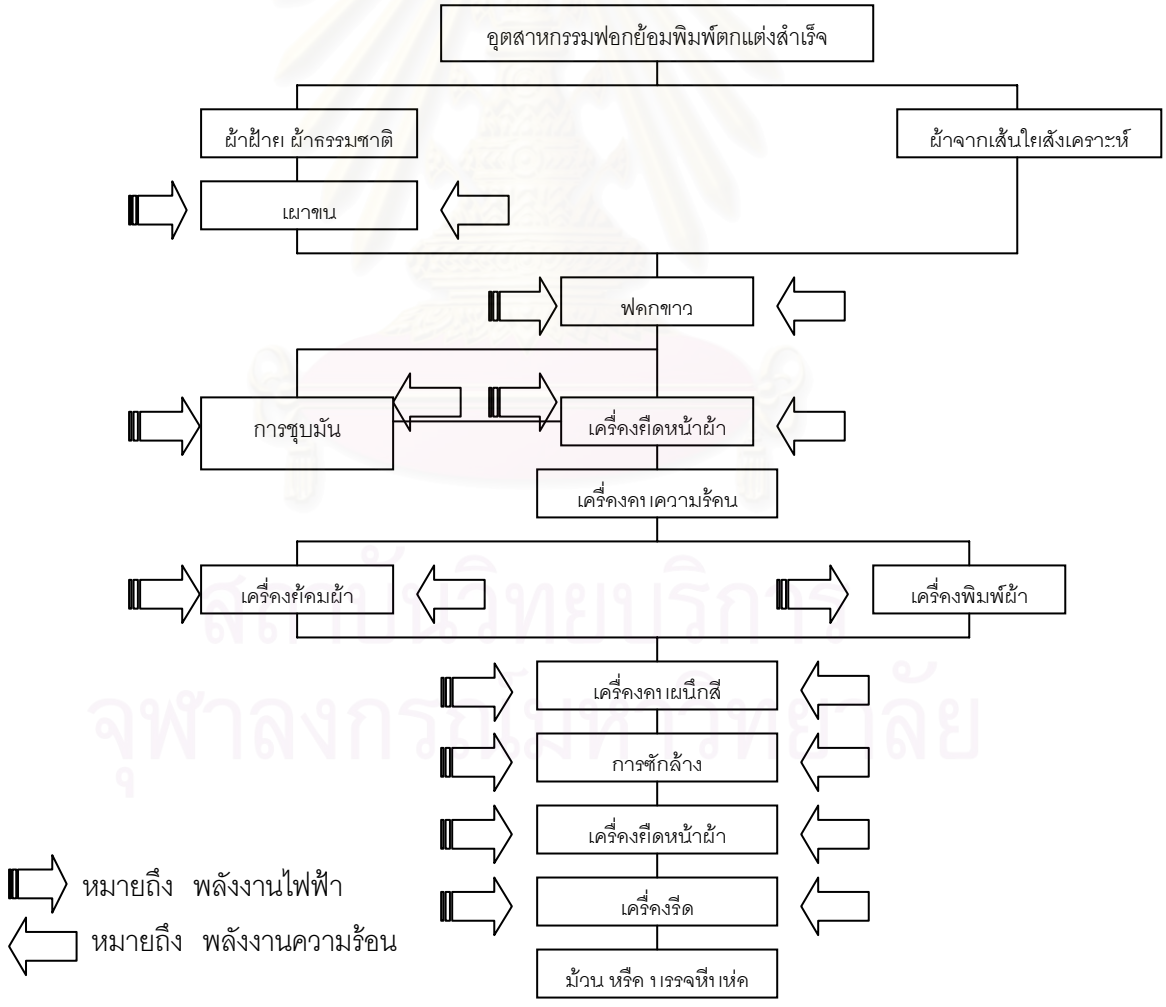
ตารางที่ 4.13 สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานทั้งหมด

	อุตสาหกรรมผ้าผืน	อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์	อุตสาหกรรมสิ่งทอ กลางน้ำภาพรวม
ผลต่างพลังงานอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับการผลิต	0.338581447	-4.342175533	0.830941102
ผลต่างพลังงานอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต	0.000000000	0	-0.008852437
ผลต่างพลังงานอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน	0.661418553	5.342175533	0.177911335
ผลต่างพลังงานรวมทั้งหมด	1	1	1
สัดส่วน Residual ต่อพลังงานรวมปี 2545 (เปอร์เซ็นต์)	0.001254005	0.001170028	0.000674497

1. เมื่อวิเคราะห์ถึงภาพรวมของการบริโภคพลังงานเราพบว่า ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงการบริโภคพลังงานลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการลดลงของการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผ้าผืนเป็นหลัก ทำให้ค่าความเข้มพลังงานของอุตสาหกรรมกลางน้ำลดลง

2. การวิเคราะห์การบริโภคพลังงานนี้บ่งชี้ว่า อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ควรได้รับการดูแลด้านการบริหารจัดการพลังงานมากที่สุด ซึ่งมีกระบวนการผลิตดังรูป 4.11 โดยแบ่งตามประเภทพลังงานสามารถเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาได้ดังนี้ คือ

พลังงานรวม	พลังงานไฟฟ้า	พลังงานความร้อน
1. ย้อมพิมพ์	1. ฟอกย้อมผ้าถัก	1. ย้อมพิมพ์
2. ฟอกย้อมผ้าทอ	2. ฟอกย้อมผ้าทอ	2. ฟอกย้อมผ้าทอ
3. ฟอกย้อมผ้าถัก		



รูปที่ 4.11 แสดงกระบวนการผลิตและประเภทของพลังงานที่ใช้

อย่างไรก็ดี การวิเคราะห์การบริโภคพลังงานนี้ไม่ได้คำนึงถึงมูลค่าด้านการตลาดของผลิตภัณฑ์แต่อย่างใด ดังนั้นการนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าสถานการณ์ปัจจุบันค่าความเข้มพลังงานในหน่วยของพลังงาน ต่อ บาทของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนผ้าผืนจะดีกว่าอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์

4.6.6 การวิเคราะห์ความยืดหยุ่น / สัมประสิทธิ์พลังงาน

การวิเคราะห์ความยืดหยุ่น / สัมประสิทธิ์พลังงาน มักนิยมใช้ในการอธิบายการเพิ่มขึ้นของการบริโภคพลังงานขั้นต้น (Primary Energy Consumption) ตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และมักใช้ในการวิเคราะห์ หรือพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงาน ในการวิเคราะห์อาจอนุมานได้ว่า ค่าความยืดหยุ่น / สัมประสิทธิ์พลังงานมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับการผลิต โครงสร้างการผลิต และความเข้มพลังงาน ซึ่งค่าการเปลี่ยนแปลงนี้อาจคำนวณได้โดยการแยกองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน ดังนี้

$$\Delta E_{Total} = \Delta E_{pdn} + \Delta E_{str} + \Delta E_{\text{int}} + \Delta E_{R}$$

โดยที่ ΔE_{Total} หมายถึง การเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานของกลุ่มอุตสาหกรรม

ΔE_{pdn} หมายถึง การเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงระดับการผลิต

ΔE_{str} หมายถึง การเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต

ΔE_{int} หมายถึง การเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน

ΔE_{R} หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพลังงาจากอิทธิพลของ Residual

ให้ C_t = ความยืดหยุ่น ต่อ สัมประสิทธิ์พลังงานรวมในช่วงเวลา t

$= (\Delta E_{Total} / \Delta E_o)/(\Delta P / P_o)$

$= C_{pdn} + C_{str} + C_{\text{int}} + C_R$

โดยที่ $C_{pdn} = (\Delta E_{pdn} / \Delta E_o)/(\Delta P / P_o)$

= ความยืดหยุ่นพลังงานอันเนื่องมาจากระดับการผลิต

$C_{str} = (\Delta E_{str} / \Delta E_o)/(\Delta P / P_o)$

= ความยืดหยุ่นพลังงานอันเนื่องมาจากโครงสร้างการผลิต

$C_{\text{int}} = (\Delta E_{\text{int}} / \Delta E_o)/(\Delta P / P_o)$

= ความยืดหยุ่นพลังงานอันเนื่องมาจากความเข้มพลังงาน

C_R = $(\Delta E_R / \Delta E_o)/(\Delta P / P_o)$

= ความยืดหยุ่นพลังงานอันเนื่องมาจาก Residual

ตารางที่ 4.14 สัมประสิทธิ์พลังงาน

	พลังงาน (MJ)	ค่าสัมประสิทธิ์พลังงาน
การเปลี่ยนแปลงพลังงานอันเนื่องมาจาก อิทธิพลของระดับการผลิต	-2,322,186,096.61	1
การเปลี่ยนแปลงพลังงานอันเนื่องมาจาก อิทธิพลของโครงสร้างการผลิต	24,739,425.39	-0.010653507
การเปลี่ยนแปลงพลังงานอันเนื่องมาจาก อิทธิพลของความเข้มพลังงาน	-497,199,173.32	0.214108238
การเปลี่ยนแปลงพลังงานอันเนื่องมาจากอิทธิพลของ Residual	43,882,871.63	-0.018897224
การเปลี่ยนแปลงพลังงานของ กลุ่มอุตสาหกรรม	-2,750,762,972.92	1.184557507

จากตารางที่ 4.14 ค่าสัมประสิทธิ์พลังงานของกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำมีค่าลดลงเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานอันเนื่องมาจากอิทธิพลของความเข้มพลังงานเป็นสำคัญ

เพื่อประโยชน์ในการพยากรณ์การใช้พลังงาน อาจพิจารณาการเปลี่ยนแปลงพลังงาน และผลผลิตในลักษณะตัวแปรต่อเนื่อง ซึ่งจะได้

C = $(dE/E)/(dP/P)$

ซึ่งจะได้ $E = kp^C$

โดยที่ K หมายถึง ค่าคงที่

C หมายถึง ค่าความยืดหยุ่นพลังงาน

ในทำนองเดียวกันนี้

CR_{pdn} = การใช้พลังงานที่แปรตามระดับการผลิต

= $k_1 p^{C_{pdn}}$

CR_{str} = การใช้พลังงานที่แปรตามโครงสร้างการผลิต

= $k_2 p^{C_{str}}$

CR_{int} = การใช้พลังงานที่แปรตามความเข้มพลังงาน

= $k_3 p^{C_{\text{int}}}$

CR_R = การใช้พลังงานที่แปรตาม Residual

= $k_4 p^{C_R}$

ในกรณีอุดมคติ จะได้ k = ผลคูณของ k_i และ

C = $C_{pdn} + C_{str} + C_{\text{int}} + C_R$

เมื่อต้องการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงาน E_P ในปีที่ P เมื่อเทียบกับความต้องการใช้พลังงาน E_B ในปีฐาน B จะได้

E_P = $E_B(P_P / P_B)^C$

โดยที่ P_P หมายถึง ผลผลิตในปี P

P_B หมายถึง ผลผลิตในปีฐาน

จากสมการการพยากรณ์ข้างต้น เราจะได้ว่าพลังงานที่จะถูกใช้ไปในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำปี พ.ศ. 2546 เมื่อเทียบกับปี 2545 มีค่าเท่ากับ 64,738,476,351.72 MJ ซึ่งเมื่อเทียบกับพลังงานที่ถูกใช้ไปจริงในปี พ.ศ. 2546 แล้วพบว่ามีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเพียง -3.7521 % เท่านั้น

4.6.7 การวิเคราะห์ความเข้มพลังงาน

เมื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงานจากความเข้มพลังงาน อาจอนุมานได้ว่า การเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน ซึ่งส่งผลต่อการบริโภคพลังงาน เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต และความเข้มพลังงาน (อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี, มาตรการการประหยัดพลังงาน ฯลฯ) การคำนวณหาขนาดของอิทธิพลของแต่ละปัจจัย อาจทำได้โดยการแยกองค์ประกอบของความเข้มพลังงานดังต่อไปนี้

ให้ e_t = ผลรวมความเข้มพลังงานของกลุ่มอุตสาหกรรมในช่วงเวลา t

= E_t / P_t

เราสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของความเข้มพลังงานได้เป็น

Δe_{tot} = $\Delta e_{str} + \Delta e_{\text{int}} + R$

โดยที่ Δe_{tot} = การเปลี่ยนแปลงของผลรวมความเข้มพลังงาน

Δe_{str} = การเปลี่ยนแปลงของความเข้มพลังงาน เนื่องจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต

Δe_{int} = การเปลี่ยนแปลงของความเข้มพลังงาน เนื่องจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน (เช่น มีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการผลิต หรือมีมาตรการประหยัดพลังงาน)

R = ค่าผลต่าง (Residual)

และ $\Delta e_{str} = \sum_i (e_{io} + \beta_i \Delta e_i)\Delta a_i$

$\Delta e_{\text{int}} = \sum_i (a_{io} + \tau_i \Delta a_i)\Delta e_i$

โดยที่ $0 \le \beta_i, \tau_i \le 1$ และ

$$\beta_i = \frac{e_{io}\Delta a_i - (E_{io}/P_o)\ln(a_{in}/a_{io})}{-\Delta e_i \Delta a_i - (E_{io}/P_o - E_{in}/P_n)\ln(a_{in}/a_{io})}$$

$$\tau_i = \frac{a_{io}\Delta e_i - (E_{io}/P_o)\ln(e_{in}/e_{io})}{-\Delta a_i \Delta e_i - (E_{io}/P_o - E_{in}/P_n)\ln(e_{in}/e_{io})}$$

จากสมการข้างต้นเราจะได้ว่า

Δe_{str} = 26.93 MJ/Ton

Δe_{int} = -334.63 MJ/Ton

Δe_{tot} = -307.70 MJ/Ton

เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มพลังงานจะได้ Residual มีค่าประมาณเท่ากับ -0.13 MJ/Ton นอกจากนี้สำหรับภาคอุตสาหกรรมอื่นๆ ในส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำเราก็สามารถวิเคราะห์ค่าความเข้มพลังงานได้ทำนองเดียวกัน และสำหรับผลลัพธ์ของการคำนวณทั้งหมด สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.15 นี้

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ความเข้มพลังงาน

MJ/Ton	อุตสาหกรรมผ้าผืน	อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์	อุตสาหกรรมสิ่งทอกลางน้ำภาพรวม
การเปลี่ยนแปลงของผลรวมความเข้มพลังงาน	-2,150.72	-	-307.70
การเปลี่ยนแปลงของความเข้มพลังงาน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต	0.16	-	26.93
การเปลี่ยนแปลงของความเข้มพลังงาน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน	-2,150.87	1,454.14	-334.63
Residual	-0.63	-	-0.13

จากการบริโภคพลังงาน ค่าความเข้มพลังงานในหน่วย MJ/Ton ของอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของการเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มพลังงาน

ส่วนอุตสาหกรรมผ้าผืน ค่าความเข้มพลังงานจากการวิเคราะห์การบริโภคพลังงานในหน่วย MJ/Ton มีค่าลดต่ำลงเนื่องจากอิทธิพลของการลดลงของค่าความเข้มพลังงาน ซึ่งก็สอดคล้องกับการวิเคราะห์ค่าความเข้มพลังงานด้วยเช่นกัน

บทที่ 5

การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรม

5.1 บทนำ

การดำเนินการเพิ่มประสิทธิภาพการบริโภคพลังงานในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกโดยเฉพาะประเทศอุตสาหกรรม จะมีนโยบายในการประหยัดพลังงานและการดำเนินการที่เป็นรูปธรรมด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. การดำเนินการสำหรับการหวังผลระยะสั้น (ระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี) มักจะใช้แนวทางการบริหารพลังงาน (Energy Management) ซึ่งมีการนำมาตรการหลาย ๆ อย่างมาใช้ เช่น การให้คำปรึกษาด้านเทคนิคในการประหยัดพลังงาน การตรวจประเมินการใช้พลังงานในหน่วยงาน และการสร้างแนวทางปฏิบัติอันเป็นเลิศ (Best Practice) สำหรับการบริหารพลังงาน

2. การดำเนินการสำหรับการหวังผลระยะกลาง (ระยะเวลาไม่เกิน 3 ปี) มักจะใช้การให้แรงจูงใจด้านการเงิน และระบบภาษี (Economy and Fiscal Incentives) ในการสนับสนุนให้หน่วยงานมีการลงทุนด้านการประหยัดพลังงาน ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการให้เงินเสริมการลงทุน (Investment Subsidies) หรือการให้กู้ดอกเบี้ยต่ำ (Soft loans) หรืออาจอยู่ในรูปของการให้สิทธิทางภาษี เช่น การให้หักลดหย่อนทางภาษีกับอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพทางพลังงาน ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะของการเร่งการหักค่าเสื่อมราคา (Accelerated depreciation) การให้เครดิตภาษี (Tax Credit) และการลดหย่อนภาษี (Tax Reduction) การดำเนินการด้านสิทธิทางภาษีปกติเป็นมาตรการที่ต้องมีการดำเนินการด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้องด้วย

3. การดำเนินการสำหรับการหวังผลระยะยาว (เกินกว่า 3 ปีขึ้นไป) มักจะใช้การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่เพื่อให้ได้อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ในการดำเนินการประเภทนี้จำเป็นต้องมีความร่วมมือระหว่างรัฐและหน่วยงานผู้ใช้พลังงานในการพัฒนาเทคโนโลยีซึ่งปกติจะได้รับการสนับสนุนด้านการเงินจากรัฐ

จากการศึกษาของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพบว่า โรงงานอุตสาหกรรมมีโอกาสที่จะประหยัดพลังงานได้ตามแนวทาง ซึ่งแบ่งออกได้ 3 ขั้นตอน คือ

1. การบำรุงรักษาเครื่องจักร (House Keeping) เป็นขั้นตอนแรกของการประหยัดพลังงาน ซึ่งใช้ได้กับโรงงานทุกขนาด เนื่องจากใช้เงินลงทุนต่ำหรือไม่ต้องลงทุน เช่น การปรับอัตราส่วนการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ การทำความสะอาดระบบแสงสว่าง การหุ้มฉนวนท่อความร้อน เป็นต้น

2. การปรับปรุงขบวนการผลิต (Process Improvement) เป็นขั้นตอนการประหยัดพลังงาน โดยเพิ่มอุปกรณ์บางส่วนเข้าไปในขบวนการผลิต เช่น การนำความร้อนปล่อยทิ้งกลับมาใช้ใหม่ การเพิ่มอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เป็นต้น

3. การเปลี่ยนเครื่องจักรหลัก (Major Change of Equipment) การลงทุนในขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนขบวนการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ ทำให้มีการใช้พลังงานลดลง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สังกัดกระทรวงพลังงาน เป็นหน่วยงานหนึ่งที่ได้รับมอบหมายจากรัฐให้ดำเนินการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการดำเนินการประหยัดพลังงาน จึงได้จัดตั้งหน่วยบริการประหยัดพลังงานเคลื่อนที่ขึ้นมา เพื่อให้บริการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนในอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงาน ให้ข้อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงที่เหมาะสม เพื่อลดต้นทุนการผลิต และลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน รวมทั้งประมาณการลงทุนที่จำเป็น และผลตอบแทนทางการเงินที่จะได้รับอีกด้วย

5.2 โครงการที่สำคัญสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานของหน่วยงานภาครัฐ

5.2.1 โครงการสนับสนุน 30%

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้ร่วมมือกับสำนักงานความร่วมมือทางด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาแห่งประเทศเดนมาร์ก (DANCED ซึ่งปัจจุบันได้เปลี่ยนเป็น DANIDA : Danish International Development Assistance) ระหว่างปี พ.ศ. 2539 – พ.ศ. 2544 ในการศึกษาและจัดทำแนวทางการส่งเสริมการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงานโดยใช้มาตรการมาตรฐาน (Standard Measures) ซึ่งได้รับการพิสูจน์ และยอมรับทางด้านเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงาน

พพ. ได้ดำเนินการจัดทำโครงการนำร่องเพื่อสนับสนุนโรงงาน/อาคารที่ไม่อยู่ในข่ายควบคุมตาม พรบ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 เป็นเวลา 1 ปี ระหว่าง 14 ก.ย. พ.ศ. 2543 - 13 ก.ย. พ.ศ. 2544 ในวงเงิน 10 ล้านบาท และมีผู้เข้าร่วมโครงการ 25 ราย สามารถประหยัดไฟฟ้าได้ประมาณ 1.96 ล้านหน่วยต่อปี

จากผลการดำเนินการดังกล่าว พพ. เห็นควรขยายผลไปสู่โรงงาน และอาคารควบคุม เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นรูปธรรม และมีประสิทธิผลอย่างแท้จริง

การขอรับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงงาน และอาคารควบคุม สามารถขอรับการสนับสนุนได้ 2 แนวทาง ดังนี้

1. อุปกรณ์ที่เป็นมาตรการมาตรฐาน (Standard Measure - SM)

2. มาตรการอนุรักษ์พลังงานอื่น ๆ (Individual Project - IP) ที่สามารถประหยัดพลังงานและลดความต้องการพลังไฟฟ้า (Power Demand)

5.2.2 โครงการบริหารของ Danida

Danida (Danish International Development Assistance) ภายใต้การบริหารงานของกระทรวงการต่างประเทศเดนมาร์ก โครงการของ Danida ได้ช่วยให้ดำเนินงานการให้เงินสนับสนุนด้านการประหยัดพลังงานในอาคารและโรงงานขนาดใหญ่ปฏิบัติได้ง่ายขึ้น และได้นำไปปฏิบัติแล้วอย่างสัมฤทธิ์ผล ช่วยสนับสนุนพัฒนาวิธีการตรวจสอบพลังงาน และการบริหารระบบการใช้พลังงาน สำหรับโรงงานขนาดเล็กและขนาดกลาง ให้ความช่วยเหลือในการปรับปรุงแก้ไขข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคารพาณิชย์ทั้งเก่าและใหม่ ทำงานร่วมกับหน่วยงานของรัฐและหน่วยงานเอกชนเพื่อส่งเสริมการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนและการนำไปปฏิบัติ และให้ความช่วยเหลือในการจัดตั้ง ศูนย์รวบรวม และเผยแพร่ข้อมูล สำหรับการวิจัยพัฒนาพลังงานหมุนเวียนที่ใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง

5.2.3 โครงการปรับปรุงข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคาร

วัตถุประสงค์โครงการ เพื่อปรับปรุงข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคารควบคุมให้มีความเหมาะสมกับสภาวการณ์ในปัจจุบัน และสามารถนำไปบังคับใช้อย่างมีประสิทธิผล โดยมีขอบเขตการดำเนินงานดังนี้

- แก้ไขปรับปรุงข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคาร มีการพิจารณาปัจจัยเกี่ยวข้องมากขึ้น และใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย
- สร้างจิตสำนึกและความรู้ในการออกแบบอาคารอนุรักษ์ให้ผู้ออกแบบ เจ้าของอาคาร และผู้เกี่ยวข้อง
- พัฒนาความรู้ ความสามารถบุคลากรของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

5.2.4 ข้อเสนอแนะการปรับโครงสร้างภาคอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน

1. สภาพัฒน์ฯ กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงการคลัง กระทรวงพลังงาน และคณะกรรมการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศควรร่วมพิจารณาการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมในเชิงศักยภาพการแข่งขันและนโยบายส่งเสริมการลงทุนโดยพิจารณารวมถึงมิติด้านพลังงาน

2. มาตรการด้านภาษีอากรเพื่อสนับสนุนการประหยัดพลังงานในโรงงานและการขนส่ง

- ยกเว้นภาษีนิติบุคคลเฉพาะในส่วนที่ได้จากการ Energy Saving Audit ไม่เกิน 3 ปี (ตามที่ยื่นขอ) วิธีการโดย สมัครใจ ในการทำแผนประหยัดพลังงาน (Voluntary Agreement)

3. เร่งจัดทำมาตรฐานสินค้าประหยัดพลังงาน (Energy Efficiency Labeling) ให้ครอบคลุมทั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า (เช่นเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5) และรถยนต์

4. สร้างมาตรฐานโรงงานประหยัดพลังงาน (Energy Conservation Certification)

5. ส่งเสริมระบบผลิตพลังงานแบบ

- Co-Generation (ไฟฟ้า+ความร้อน)
- District Cooling/Heating (ไฟฟ้า+ความร้อน+ความเย็น)

5.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานโดยใช้เทคนิคด้านการจัดการ

5.3.1 การใช้วิศวกรรมคุณค่า

5.3.1.1 หลักการพื้นฐานของวิศวกรรมคุณค่า

ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปมักนำเอาเทคนิคด้านการจัดการต่างๆ เข้าไปประยุกต์ใช้มากมาย ไม่ว่าจะเป็นไปเพื่อเพิ่มผลผลิต หรือลดของเสีย แต่เมื่อพิจารณาในเชิงพลังงานแล้ว เราพบว่า ความสูญเปล่าด้านพลังงานสามารถเกิดขึ้นได้อย่างง่ายดาย เป็นต้นว่า การเปิดแสงสว่างทิ้งไว้ การเดินเครื่องจักรเปล่า หรือการใช้หม้อไอน้ำที่มีขนาดเกินความต้องการ เป็นต้น ปัญหาที่ถูกละเลยเหล่านี้จะนำมาซึ่ง ต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นโดยไม่รู้ต้นเหตุ แต่อย่างไรก็ตามเราพบว่าความสูญเปล่าเหล่านี้สามารถลดทอนลงไปได้ด้วยเทคนิคทางวิศวกรรมที่เรียกว่า “วิศวกรรมคุณค่า” (Value Engineering)

วิศวกรรมคุณค่า หรือการวิเคราะห์คุณค่า (Value Engineering, VE หรือ Value Analysis, VA) ได้ถูกนำไปใช้ในโครงการต่างๆ โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดต้นทุนอย่างเป็นระบบโดยคงคุณภาพไว้

แนวคิดหลักของวิศวกรรมคุณค่า คือ การมีจิตสำนึกเกี่ยวกับประโยชน์การใช้งานและต้นทุน ซึ่งสามารถแสดงออกมาในรูปของคุณค่า ดังแสดงไว้ในสมการที่ 5.1

$$V = \frac{F}{C} \qquad 5.1$$

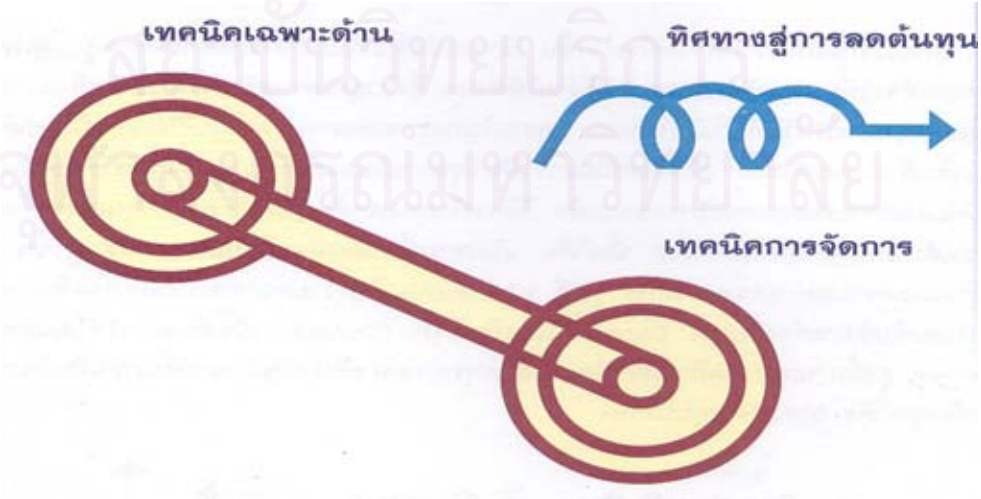
เมื่อ V หมายถึง คุณค่า (Values)

F หมายถึง ประโยชน์การใช้งาน (Function)

C หมายถึง ต้นทุน (Cost)

การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่าในการลดต้นทุนนั้น คือ การปรับปรุง โดยมุ่งเน้นการเพิ่มคุณค่าให้กับสิ่งที่เป็นเป้าหมาย ซึ่งอาจทำได้โดย

1. การเพิ่มคุณค่าโดยการลดต้นทุน แต่คงค่าประโยชน์ใช้สอยไว้
2. การเพิ่มคุณค่าโดยเพิ่มประโยชน์ใช้สอย แต่ลดต้นทุนลง
3. การเพิ่มคุณค่าโดยการลดต้นทุน และเพิ่มประโยชน์ใช้สอย
4. การเพิ่มคุณค่าโดยการเพิ่มต้นทุน และเพิ่มประโยชน์ใช้สอยด้วยค่าที่มากกว่า
5. การเพิ่มคุณค่าโดยการลดประโยชน์ใช้สอยไว้เหลือเท่าที่จำเป็น โดยลดต้นทุนลงให้ต่ำด้วยอัตราที่มากกว่า



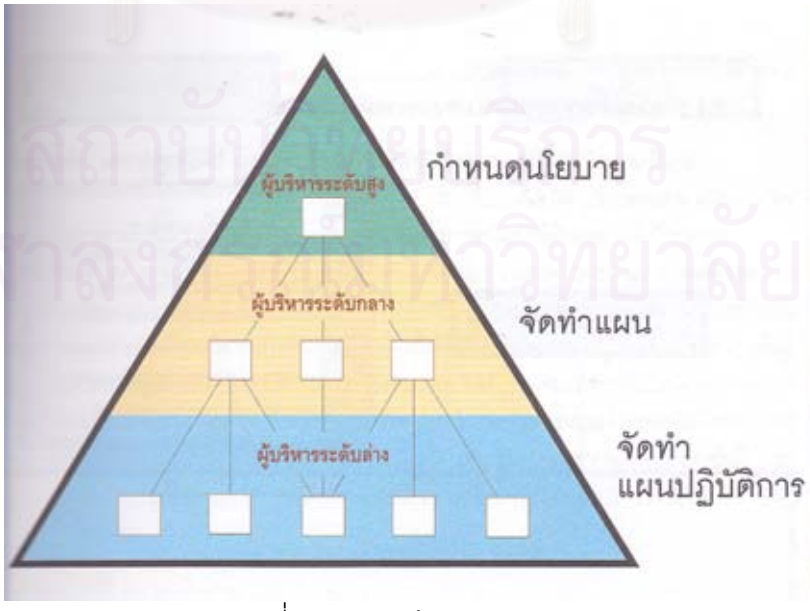
รูปที่ 5.1 หลักการจัดการ กับทิศทางการลดต้นทุน

5.3.1.2 ขั้นตอนการดำเนินการประหยัดพลังงานด้วยวิศวกรรมคุณค่า

ขั้นตอนที่ 1 คำมั่นสัญญาของผู้บริหาร และการจัดตั้งทีมงาน

ในองค์กรใดๆ เราสามารถแบ่งระดับการบริหารออกเป็น 3 ระดับ ดังรูปที่ 5.2 อันได้แก่ การบริหารระดับสูง กลาง และระดับล่าง ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน ทั้งนี้สำหรับการบริหารพลังงาน ผู้บริหารระดับสูงจำเป็นต้องทราบ เข้าใจ และสนับสนุนให้เกดการประหยัดพลังงาน โดยจะต้องแสดงออกมาให้อยู่ในรูปของรูปธรรม เช่น การประกาศนโยบายและถ่ายทอดไปสู่แผนปฏิบัติการ นอกจากนี้ผู้บริหารระดับสูงยังต้องประกาศเจตนารมณ์ และคำมั่นสัญญาให้ทั้งภายใน และภายนอกองค์กรรับรู้ ผู้บริหารยังจะต้องคอยติดตามผลความก้าวหน้าจากรายงานการประชุม และการปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดการต่อยอดแนวทางการปฏิบัติงานขึ้นไปจากเดิม

สำหรับทีมงานวิศวกรรมคุณค่านั้น หมายถึง กลุ่มคนที่มีความสัมพันธ์กันในองค์กรที่ถูกจัดตั้งขึ้นอย่างเป็นทางการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ทีมงานอาจประกอบไปด้วยกลุ่มคนไม่น้อยกว่า 5 คน ซึ่งมาจากสายงานที่แตกต่างกัน ทั้งนี้จะทำให้เกิดความเป็นอิสระ และทำให้กลไกการพัฒนาเป็นไปในทางที่ดีขึ้น หน้าที่ของทีมงานไม่เพียงแต่เพื่อทำงานให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เท่านั้น หากแต่ยังรวมไปถึงการเผยแพร่ความรู้ที่ได้ลงไปสู่พนักงานทุกคนขององค์กรอีกด้วย



รูปที่ 5.2 โครงสร้างการบริหาร

ขั้นตอนที่ 2 การฝึกอบรมทีมวิศวกรรมคุณค่า

ทีมงานวิศวกรรมคุณค่าจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับศวกรรมคุณค่า เพื่อให้สามารถปรับปรุงการบริหารจัดการพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการฝึกอบรมจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่ควรละเลย

การฝึกอบรมควรจะเป็นไปทั้งในภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ โดยเนื้อหาของการฝึกอบรมในภาคทฤษฎีควรจะเกี่ยวข้อง

- แนวคิดการประหยัดพลังงานโดยเทคนิคการจัดการ
- ความรู้พื้นฐานของวิศวกรรมคุณค่า
- ขั้นตอนการดำเนินการประหยัดพลังงานโดยใช้เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า และกรณีศึกษา
- การปฏิบัติการกลุ่มย่อย

สำหรับการฝึกอบรมในภาคปฏิบัติจะหมายถึงการนำเอาความรู้ที่ได้จากการฝึกอบรมไปใช้ ณ สถานที่ทำการจริง ภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 การสำรวจการใช้พลังงานเพื่อการค้นหาโครงการเป้าหมาย

1. ทำการสำรวจการใช้พลังงานเบื้องต้น ด้วยแบบสำรวจข้อมูลซึ่งออกแบบมาสำหรับการสำรวจพลังงานโดยเฉพาะ ซึ่งจากแบบสำรวจดังกล่าวจะทำให้เราทราบศักยภาพ และประเด็นที่ต้องทำการปรับปรุง

2. การตรวจวินิจฉัยการใช้พลังงานอย่างละเอียด เป็นการค้นหาความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต และทำการวิเคราะห์ความสูญเสียนั้น เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะ และแผนการดำเนินงานปรับปรุงที่มีศักยภาพที่เป็นไปได้

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ประโยชน์การใช้งานที่จำเป็น

ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อประหยัดพลังงานนั้น เราจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจขั้นตอนการผลิต ซึ่งหมายรวมถึงประโยชน์ที่ต้องการของแต่ละขั้นตอนการผลิต ซึ่งมีขั้นตอนในรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลจากการสำรวจพลังงานเบื้องต้น และการสำรวจพลังงานอย่างละเอียด เพื่อทบทวนกระบวนการผลิต และทำให้ทราบขั้นตอนการผลิตวิกฤติซึ่งมีแนวโน้มว่าจะขยายผลไปสู่โครงการเป้าหมาย

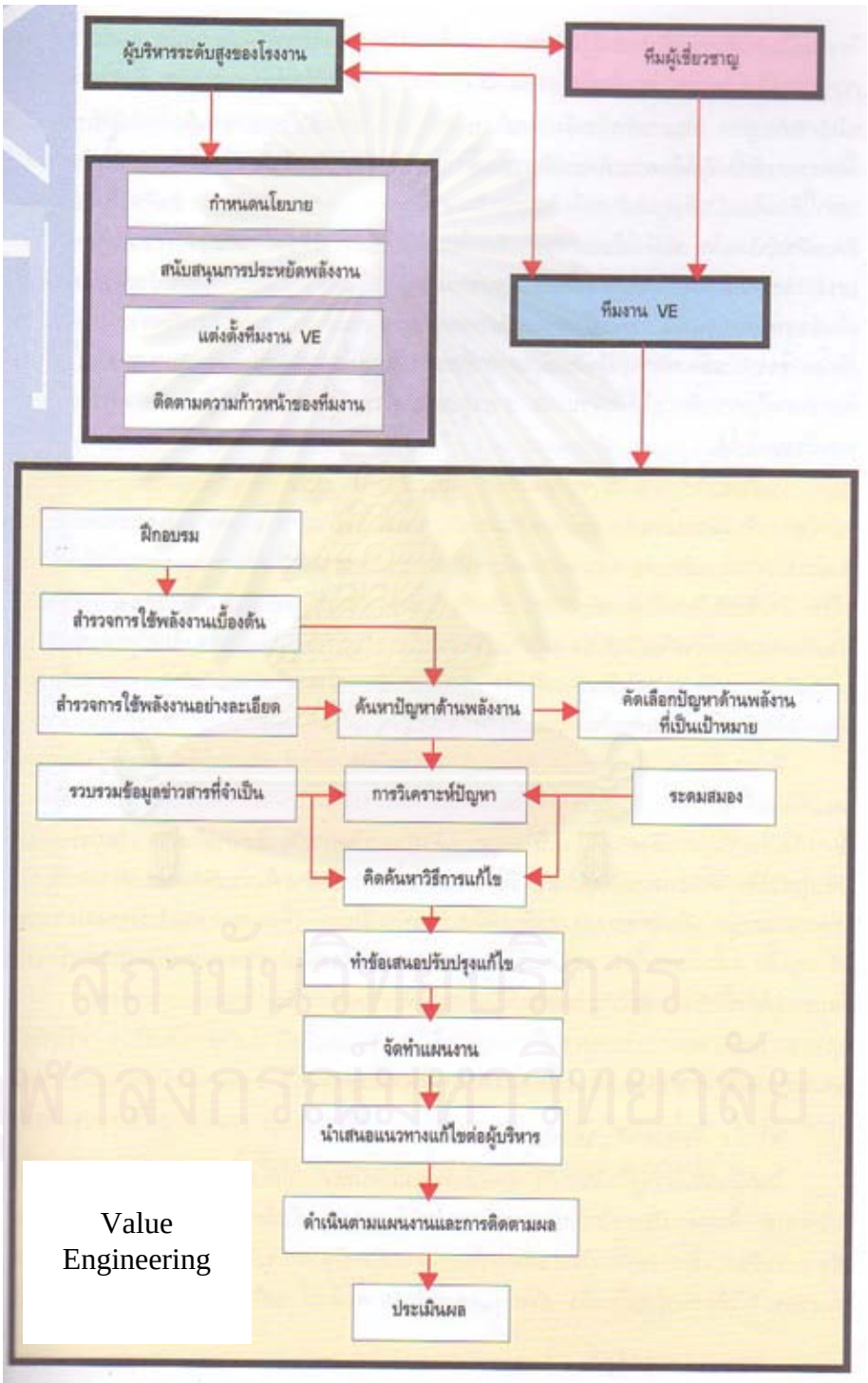
2. กระบวนการวิกฤติจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาประโยชน์ใช้งาน และต้นทุนตลอดชีวิต

3. การคัดเลือกกระบวนการผลิตเพื่อเป็นโครงการเป้าหมาย ที่มีคุณค่าต่ำ เนื่องจากมีความเป็นไปได้ในการปรับปรุงให้มีคุณค่าสูงขึ้นได้

4. เมื่อกระบวนการผลิตได้ผ่านการคัดเลือกมาแล้วจะถูกนำไปวิเคราะห์เกี่ยวกับประโยชน์การใช้งาน

5. วิเคราะห์ และสังเคราะห์โดยการใช้คำถามเป็นแนวทาง

6. การกำหนดคำจำกัดความของประโยชน์ใช้สอย



รูปที่ 5.3 ภาพรวมการนำวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

ขั้นตอนที่ 5 การระดมสมองเพื่อค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหา

ประเด็นสำคัญของการระดมสมองนั้น คือ

1. เปิดใจให้กว้าง
2. ไม่ด่วนตัดสินใจสรุป
3. ทำความคิดให้เจริญเติบโต
4. มีจิตใจกระตือรือร้น

ขั้นตอนที่ 6 การประเมินผล

เมื่อได้มีการออกความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้ได้ประโยชน์ใช้งานตามที่เราต้องการจำนวนหนึ่ง ความคิดเหล่านั้นจำเป็นต้องผ่านการกลั่นกรอง และปรับปรุงจนกระทั่งกลายเป็นโครงการที่มีความเด่นชัดขึ้นมา

โครงการด้านพลังงานนี้ สิ่งที่ต้องประเมินประกอบไปด้วย

1. การประเมินด้านเศรษฐศาสตร์ อันประกอบไปด้วย ต้นทุนตลอดชีวิต และการประหยัดที่เกิดขึ้น
2. การประเมินด้านเทคนิค อันประกอบไปด้วย ประสิทธิภาพและสมรรถนะ ความน่าเชื่อถือ สามารถซ่อมบำรุงได้ง่าย ใช้งานง่าย ปลอดภัย และอื่นๆ

ขั้นตอนที่ 7 การวางแผน

การวางแผนงานเป็นการวางแผนวิธีการดำเนินงานโครงการที่ได้นำเสนอ โดยแผนนี้จะเทียบได้กับกฎของการดำเนินการ ซึ่งจะต้องมีร่าง และได้รับการอนุมัติจากผู้บริหาร แผนการที่ดีจำเป็นต้องมีความครอบคลุมในทุกๆ ประเด็น

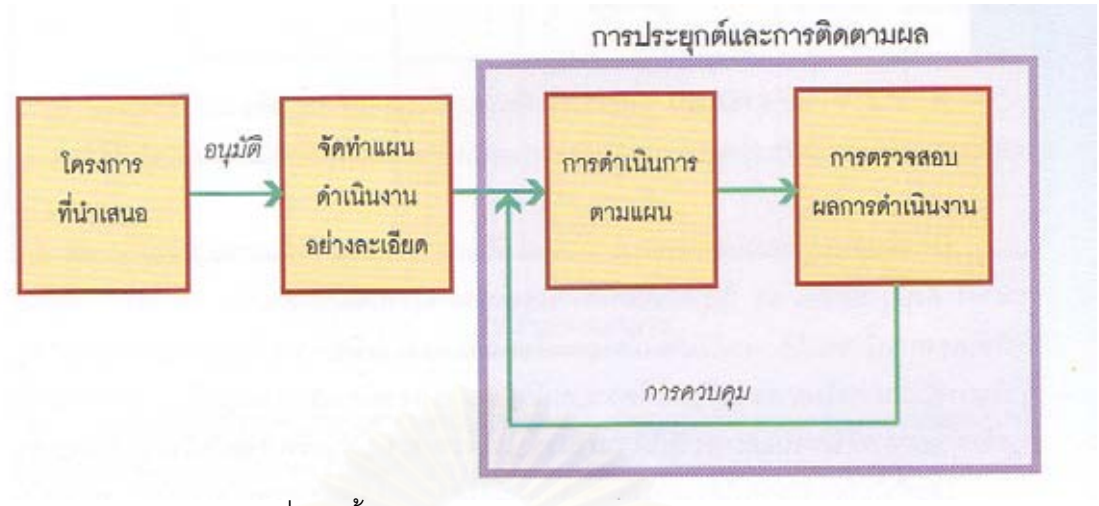
สำหรับโครงการปรับปรุงที่ซับซ้อนอาจต้องระบุถึงการทดลอง และการทดสอบ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดเพื่อให้สามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง

ขั้นตอนที่ 8 การนำเสนอ

การนำเสนอโครงการประหยัดพลังงานที่เสนอให้ปรับปรุงเป็นขั้นตอนจะถูกนำเสนอต่อผู้บริหารเพื่ออนุมัติ และนำไปใช้ปฏิบัติจริง ซึ่งจะต้องประกอบไปด้วยปัญหา ขั้นตอนการดำเนินการ การแก้ไขปัญหา ผลของการดำเนินการที่คาดว่าจะได้รับ และข้อเสนอแนะ

ขั้นตอนที่ 9 การประยุกต์ และติดตามผล

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการนำเอาแผนที่ได้ว่างไว้ไปปฏิบัติ และติดตามผลจากการดำเนินการดังกล่าว



รูปที่ 5.4 ขั้นตอนของการประยุกต์ปละการติดตามผล

5.3.2 การประยุกต์ใช้ระบบคุณภาพในการจัดสร้างระบบการจัดการพลังงาน

การดำเนินการอนุรักษ์พลังงานของแต่ละหน่วยงานให้มีประสิทธิภาพ และมีความยั่งยืนนั้น เราจำเป็นต้องมีระบบการจัดการพลังงานที่เหมาะสม ซึ่งเริ่มต้นจากความมุ่งมั่นของผู้บริหารระดับสูงในการอนุรักษ์พลังงาน อันจะนำไปสู่การกำหนดนโยบาย เป้าหมาย การวางแผน และการนำไปใช้ปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ สำหรับภาพรวมของระบบการจัดการดังกล่าวสามารถแสดงได้ด้วยรูปที่ 5.5

5.3.2.1 นโยบายพลังงาน

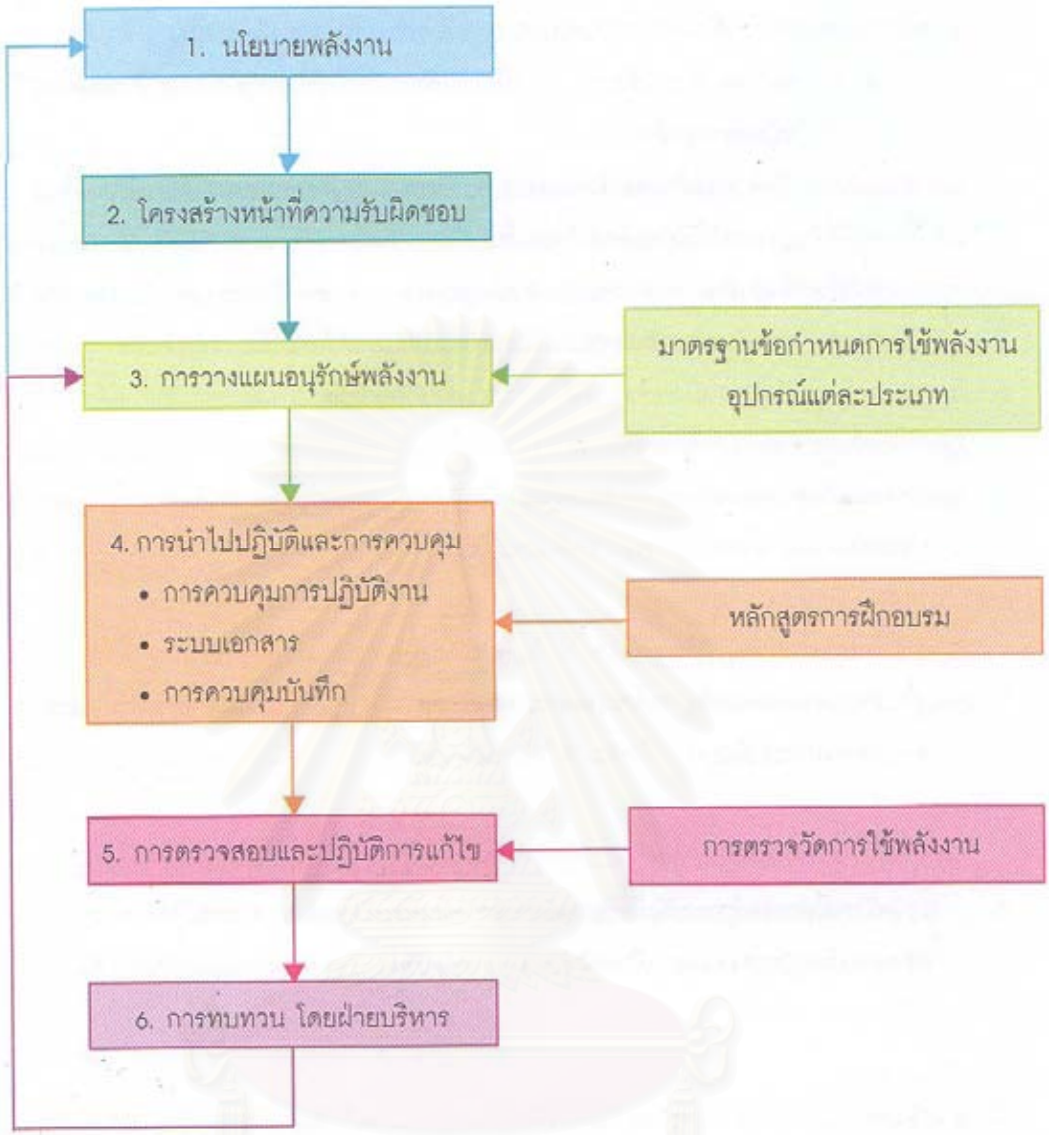
ผู้บริหารระดับสูงจะต้องกำหนดนโยบายพลังงาน เพื่อใช้ในการสร้างจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงาน และเป็นแนวทางสำหรับการดำเนินงานของพนักงานภายในองค์กร

5.3.2.2 โครงสร้างหน้าที่ และความรับผิดชอบ

1. ผู้บริหารจะต้องแต่งตั้งคณะทำงานเพื่อทำหน้าที่ในการวางแผนดำเนินการ และตรวจติดตามการใช้พลังงานให้เป็นไปตามนโยบายพลังงาน และข้อกำหนดการใช้พลังงาน

2. คณะผู้บริหารจะต้องมีการแต่งตั้งตัวแทนมาดำรงตำแหน่งตัวแทนฝ่ายบริหารด้านพลังงาน (Energy Management Representative, EGR) เพื่อทำหน้าที่

- ดูแล และตรวจสอบระบบการจัดการพลังงาน
- รายงานต่อคณะผู้บริหารถึงสภาพความเป็นจริงของระบบ
- กระตุ้นจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงานต่อพนักงานทั้งองค์กร



รูปที่ 5.5 ภาพรวมและองค์ประกอบในการจัดระบบการจัดการพลังงาน

5.3.2.3 การวางแผนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

กำหนดระเบียบปฏิบัติเพื่อวางแผนการอนุรักษ์พลังงาน

- ระบุลักษณะการใช้พลังงาน และผลกระทบต่อคุณภาพ
- เปรียบเทียบการใช้พลังงานของอุปกรณ์ภายในสถานประกอบการกับข้อกำหนดการใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละประเภท
- กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจะต้องสนองต่อนโยบายพลังงานที่กำหนด นอกจากนั้นในการดำเนินการจะต้องสามารถวัดผลความสำเร็จของเป้าหมายในเชิงปริมาณได้

- กำหนดแผนงานโครงการปรับปรุงด้านการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และเป้าหมายที่ตั้งไว้ และมีการกำหนดระยะเวลาการดำเนินการที่ชัดเจน

5.3.2.4 การนำไปสู่การปฏิบัติ และควบคุม

1. การควบคุมการปฏิบัติงาน

- สถานประกอบการต้องกำหนดให้มีการปฏิบัติงานตามแผนงานโครงการปรับปรุงด้านการอนุรักษ์พลังงาน

- สถานประกอบการต้องกำหนดผู้รับผิดชอบการเปิด – ปิดอุปกรณ์ใช้พลังงานทุกอุปกรณ์

- สถานประกอบการต้องมีระเบียบปฏิบัติในการซ่อมบำรุงแหล่งพลังงาน เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน

- สถานประกอบการต้องมีระเบียบปฏิบัติในกรณีที่แหล่งพลังงานตลอดจนเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานเกิดขัดข้อง

2. การควบคุมเอกสาร

เอกสารที่เกี่ยวกับระบบการจัดการพลังงาน จะต้องถูกควบคุมโดยจัดทำระเบียบปฏิบัติซึ่งครอบคลุมเนื้อหา ดังนี้

- การอนุมัติเอกสารก่อนแจกจ่าย

- การทบทวนการแก้ไข และการอนุมัติอีกครั้ง

- การให้ความมั่นใจว่ามีเอกสารอ้างอิงอยู่ในจุดที่จำเป็นต้องใช้งาน

- ต้องนำเอกสารที่ไม่ใช้งานแล้วออกจากจุดปฏิบัติงานทันที

3. การควบคุมบันทึกผลการปฏิบัติงาน

สถานประกอบการจะต้องมีระเบียบปฏิบัติในการจัดเก็บ ดูแลรักษา และกำจัดบันทึกที่เกี่ยวข้องกับการจัดการด้านพลังงาน

5.3.2.5 การตรวจสอบ และการปฏิบัติการแก้ไข

1. การติดตาม และวัดผลการดำเนินการ

สถานประกอบการต้องมีระเบียบปฏิบัติในการเฝ้าติดตาม และวัดผลการดำเนินการจัดการพลังงานโดยเทียบกับผลผลิต

2. การแก้ไข และป้องกันความสูญเปล่าด้านพลังงาน

สถานประกอบการจะต้องมีระเบียบปฏิบัติในการป้องกัน ปรับปรุง แก้ไขปัญหาต่างๆ ที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าด้านพลังงานโดย

- จัดให้มีการบันทึกความสูญเปล่าด้านพลังงานเป็นลายลักษณ์อักษร
- กำหนดผู้รับผิดชอบ และมีอำนาจในการดำเนินงาน
- จัดให้มีการจัดหาสาเหตุที่แท้จริง และการกำหนดมาตรการป้องกันความสูญเปล่า
- ทบทวนการดำเนินการที่ทำไปแล้ว

5.3.2.6 การทบทวนโดยฝ่ายบริหาร

คณะผู้บริหารระดับสูงต้องทบทวนระบบการจัดการพลังงาน เพื่อให้มั่นใจว่าระบบดังกล่าวมีความเหมาะสม มีประสิทธิภาพ โดยการทบทวนจะต้องประเมิน

- ความต้องการในการปรับปรุงแก้ไขระบบการจัดการพลังงาน
- นโยบาย วัตถุประสงค์ และเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงาน
- ผลการดำเนินงานที่สืบเนื่องมาจากการทบทวนครั้งก่อน
- ผลการทบทวนของฝ่ายบริหารจะต้องมีการบันทึกเก็บไว้

รายละเอียดของการดำเนินงานตามหัวข้อหลักทั้ง 6 หัวข้อข้างต้น สามารถบ่งแยกออกเป็นหน้าที่ และความรับผิดชอบของฝ่ายต่างๆ ได้ ดังนี้

1. ฝ่ายบริหาร รับผิดชอบในส่วนของนโยบายพลังงาน การกำหนดโครงสร้างหน้าที่ และความรับผิดชอบ และการทบทวนโดยฝ่ายบริหาร
2. คณะทำงานจัดการด้านการอนุรักษ์พลังงาน รับผิดชอบในส่วนของการวางแผนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
3. คณะทำงาน ดำเนินการนำแผนอนุรักษ์พลังงานไปปฏิบัติ และควบคุมการดำเนินการตามนโยบายพลังงานของฝ่ายบริหาร
4. คณะทำงานฯ ดำเนินการประเมินประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของระบบฯ

5.3.3 การประยุกต์ใช้ซิก – ซิกมา (6 Sigma) ในการอนุรักษ์พลังงาน

5.3.3.1 หลักการของซิก – ซิกมา

ซิก - ซิกมา นั้นแท้จริงแล้วเป็นภาษาในวิชาสถิติ ซึ่งสัญลักษณ์ σ (Sigma) เป็นตัวอักษรในภาษากรีกที่ใช้แทนความหมายของ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard

Deviation) กระบวนการใดมีค่าซิกมาสูงแสดงว่ามีความแปรปรวนของกระบวนการสูงด้วยเช่นกัน

ของเสียที่ยอมรับได้ในระดับซิก – ซิกมา จะอยู่ที่ 3.4 ชิ้นในการผลิต 1 ล้านชิ้น หรือที่เรียกว่า 3.4 ppm (Parts Per Million) ซึ่งหากเป็นไปตามเส้นโค้งการกระจายตัวตามปกติ (Normal Distribution Curve) จริงๆ ทางสถิตินั้น ที่ระดับซิก - ซิกมา จะมีของเสียที่อยู่นอกขอบเขตของการยอมรับเท่ากับ 0.002 ชิ้น ต่อ 1 ล้านชิ้นเท่านั้น แต่เหตุผลที่หลักการดังกล่าวการยอมรับของเสียที่ 3.4 ppm ก็เพราะว่าในขณะที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ความแปรปรวนนั้น เราพบว่าไม่มีระบบการผลิตใดเลยที่จะไม่ถูกรบกวนจากสภาพแวดล้อมภายนอก นั่นคือ เราไม่สามารถควบคุมปัจจัยภายนอกเพื่อไม่ให้ส่งผลถึงความเบี่ยงเบนของข้อมูลได้ ดังนั้นระบบที่ไม่มีความแปรปรวนเลยจึงเป็นเพียงระบบในอุดมคติ (Ideal System) เท่านั้น จากการศึกษาของบริษัทโมโตโรล่าผู้คิดค้นระบบดังกล่าวขึ้น ได้ข้อสรุปจากการวิเคราะห์ว่า ค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลอันเนื่องมาจากปัจจัยภายนอกมีค่าอยู่ในช่วง 1.4 - 1.6 เท่าของซิกมา ดังนั้นจึงนำค่าเฉลี่ยคือ 1.5 เท่าของซิกมา เป็นใช้แทนค่าความเบี่ยงเบนของค่ากึ่งกลางข้อมูลที่ยอมรับได้ และนำมาใช้ในทฤษฎีซิก - ซิกมา ซึ่งก็คือ ค่า 3.4 ppm นั่นเอง (ค่าความผิดพลาดที่ 4.5 เท่าของซิกมาตามหลักสถิตินั่นเอง)

5.3.3.2 กระบวนวิธีการดำเนินการซิก – ซิกมา

ซิก – ซิกมา เป็นกระบวนวิธีในการปฏิบัติที่เป็นระบบเพื่อให้เกิดการบรรลุตามเป้าประสงค์ที่ตั้งไว้ผ่านทางกระบวนวิธีการหลัก 5 ขั้นตอน คือ

1. การตั้งปัญหา (Define Phase)
2. การเก็บข้อมูล (Measure Phase)
3. การวิเคราะห์ (Analysis Phase)
4. การปรับปรุง (Improve Phase)
5. การควบคุม (Control Phase)

5.3.3.3 การประยุกต์เอาซิก – ซิกมาไปใช้ในการปรับปรุงด้านพลังงาน

ซิก – ซิกมา ที่ถูกนำไปใช้ในโรงงานส่วนใหญ่จะถูกมองว่าเป็นระบบการจัดการเพื่อปรับปรุงกระบวนการให้มีของเสีย หรือต้นทุนที่ลดต่ำลง (สมรรถนะที่ดียิ่งขึ้น) ภายใต้ความพึงพอใจของลูกค้าที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นโครงการหลายๆ โครงการจึงมุ่งเน้นไปที่การลดของเสียเป็นส่วนใหญ่

จริงๆ แล้วการลดต้นทุน โดยการลดของเสียนั้นถือเป็นการอนุรักษ์ และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในกระบวนการรูปแบบหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามการมุ่งเน้นเอาหลักการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาเพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานนั้นก็สามารถดำเนินการได้ แต่เนื่องจากเราไม่สามารถวัด หรือเก็บข้อมูลได้โดยง่าย เหมือนกับจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น นอกจากนี้การดำเนินการซิก – ซิกมา ด้านพลังงาน ผู้ดำเนินการโครงการจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจไม่เพียงแต่ในกระบวนการ หากแต่ยังรวมไปถึงประเด็นด้านพลังงานด้วย ดังนั้นโครงการซิก – ซิกมาด้านพลังงานโดยเฉพาะจึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป

5.3.4 การสอบเทียบเครื่องมือเพื่อการประหยัดพลังงาน

เครื่องมือ ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ จำเป็นต้องนำมาสอบเทียบ เพื่อปรับค่าการใช้งานให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ทั้งนี้จุดประสงค์หลักของการสอบเทียบเครื่องมือเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน คือ การใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ โดยมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่คุ้มค่า

5.3.5 การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวก และการซ่อมบำรุง

สิ่งอำนวยความสะดวกในโรงงานอุตสาหกรรมถึงแม้จะมีอยู่อย่างมากมาย แต่เราพบว่าพลังงานส่วนใหญ่ที่ถูกใช้ และมักเกิดความสูญเสียขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรมอยู่ที่ ระบบความทำความร้อน ระบบปรับอากาศ และระบบแสงสว่างภายในโรงงานอุตสาหกรรม

5.3.5.1 การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

หลักการสำคัญพื้นฐานที่จะให้ได้มาซึ่งระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูงนั้น เริ่มจากการทำความเข้าใจกับพื้นที่ที่จะใช้แสงสว่าง กล่าวคือ เราจะต้องศึกษาก่อนว่างานประเภทใดที่จำเนินการในพื้นที่นั้นๆ และงานดังกล่าวมีความต้องการแสงสว่างสูงต่ำเพียงไร ในขณะเดียวกันเราก็จำเป็นต้องพิจารณาสภาพแวดล้อมการทำงานนั้นๆ ด้วย ทั้งนี้จุดมุ่งหมายหลักของการให้แสงสว่าง คือ

1. เพื่อให้การทำงานแต่ละประเภทดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ช่วยสร้างความปลอดภัย
3. เพื่อความสวยงาม และสร้างบรรยากาศที่เหมาะสม

การปฏิบัติงานภายใต้แสงสว่างที่เหมาะสมไม่เพียงแต่จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้ดี รวดเร็ว และประณีตมากขึ้น หากแต่ยังรวมไปถึงการทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงานได้อีกด้วย ดังนั้นวิธีการให้แสงสว่างที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. การให้แสงสว่างทั่วพื้นที่ วีการนี้เป็นการให้แสงสว่างจากโคมที่ติดตั้งกระจายสม่ำเสมอบนเพดาน ซึ่งถือเป็นการให้แสงสว่างที่สิ้นเปลืองพลังงานสูง

2. การให้แสงสว่างเฉพาะที่ เป็นการออกแบบให้แสงสว่างให้เหมาะสมกับการทำงานในแต่ละพื้นที่ ทำให้เกิดการประหยัดมากกว่าวิธีแรก แต่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายงานได้อย่างอิสระ

3. การให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่ง ใช้สำหรับงานที่ต้องการปริมาณแสงในระดับสูง เช่น งานที่ต้องการความละเอียดสูง เป็นต้น

การใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่างของโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปมักมีสัดส่วนไม่มากนักเมื่อเทียบกับการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด (นอกจากในอุตสาหกรรมที่จ้องการแสงสว่างมากหรืออุตสาหกรรมที่ไม่มีเครื่องจักรใหญ่ๆ เช่น อุตสาหกรรมตัดเย็บเสื้อผ้า) ด้วยเหตุนี้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงไม่ได้ให้ความสำคัญกับประเด็นดังกล่าวเท่าที่ควร ทั้งที่จริงๆ แล้ว การให้แสงสว่างที่เหมาะสมในโรงงานมีผลโดยตรงต่อผลผลิตที่จะเพิ่มขึ้นและปริมาณของเสียที่อาจลดลง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มขวัญ กำลังใจให้กับผู้ปฏิบัติงาน (ลดอุบัติเหตุ และการเจ็บป่วยจากการทำงาน)

อย่างไรก็ตามการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่างที่ถูกต้องต้องไม่มุ่งแต่เพียงการประหยัดไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว หากแต่จะต้องพิจารณาถึงระบบการให้แสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูง โดยอาจเริ่มต้นที่การวิเคราะห์ระบบการให้แสงสว่างปัจจุบันก่อนว่ามีความเพียงพอ และสอดคล้องกับสภาพการทำงานหรือไม่ จากนั้นจึงค่อยพิจารณาเพื่อปรับปรุงโดยอาจเลือกจากมาตรการดังที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้

1. การใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ

- การใช้แสงสว่างจากแสงอาทิตย์ในบริเวณที่สามารถรับแสงจากธรรมชาติได้ โดยเราสามารถปรับปรุงหลังคาบางส่วนให้มีลักษณะเป็นหลังคาโปร่งแสง (กระเบื้องไฟเบอร์โปร่งแสง) แต่เนื่องจากแสงสว่างจากธรรมชาติมีความไม่แน่นอนดังนั้นเราจึงควรหลีกเลี่ยงการใช้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ในกิจกรรมที่ต้องการแสงสว่างสูง นอกจากนี้เรายังไม่ควรใช้วีการดังกล่าวในพื้นที่ที่มีการปรับอากาศเนื่องจากความร้อนของแสงมีค่าอยู่ค่อนข้างสูง อาจทำให้แสง และความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารมากเกินไป

- การใช้แสงสว่างจากท้องฟ้าที่ปราศจากแสงโดยตรงเป็นวิธีที่เหมาะสมอย่างยิ่งต่อการนำไปใช้ในอาคารสำนักงาน เนื่องจากแสงชนิด

นี้สามารถควบคุมความสม่ำเสมอของแสงได้ง่าย และค่าความร้อนไม่สูงเกินไป

2. การจัดระบบแสงสว่างให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อกล่าวถึงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง บุคคลทั่วไปมักนึกถึงการเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หลอดผอม หรือหลอดตะเกียบ ซึ่งล้วนแต่ต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมาก แต่จริงๆ แล้วเราสามารถดำเนินการประหยัดพลังงานได้โดยไม่ต้องลงทุนได้ด้วย

- การเปิด – ปิดไฟ เมื่อต้องการใช้งาน โดยอาจใช้คนทำการเปิด – ปิด หรือจัดทำแผนการเปิด – ปิด หรืออาจใช้ระบบอัตโนมัติ เช่น สวิตช์ตั้งเวลา หรือเซ็นเซอร์ตรวจจับ ก็ย่อมได้

- การบำรุงรักษาหลอดไฟฟ้า และสภาพแวดล้อมอย่างสม่ำเสมอ

- การปรับลดความสว่างให้เหมาะสม โดยการลดจำนวนหลอดไฟในพื้นที่ที่มีปริมาณแสงสว่างมากเกินพอ

- การเปลี่ยนวิธีการให้แสงสว่างจากการให้แสงสว่างทั่วพื้นที่ ไปเป็นรูปแบบอื่นตามลักษณะความต้องการใช้แสงสว่าง

- การหรี่แสงให้มีความเหมาสมกับกิจกรรมที่กำลังดำเนินการอยู่ โดยอาผสานกับการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติเข้าร่วมด้วย

3. การเลือกใช้หลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประหยัดพลังงานประเภทต่างๆ

- การเลือกใช้หลอดไฟฟ้า และโคมไฟประสิทธิภาพสูง โดยคำนึงถึงสภาพการทำงานของพื้นที่ที่จะให้แสงสว่างควบคู่กันไป

- การเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีการสูญเสียต่ำ จำพวก บัลลาสต์อิเล็กโทรนิกส์ (ใช้เฉาพะในส่วนสำนักงานเท่านั้น เนื่องจากสภาพการผลิตอาจทำให้บัลลาสต์เกิดการเสื่อมสภาพ และเสียหายได้รวดเร็ว)

5.3.5.2 การอนุรักษ์พลังงานในระบบความร้อน ส่วนหม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำ คือ อุปกรณ์ที่บรรจุน้ำอยู่ภายใน โดยมีการให้พลังงานความร้อนแก่น้ำเพื่อให้น้ำกลายเป็นไอที่มีความดันตามต้องการ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านความร้อน และกำลังงานในกิจกรรมต่างๆ

1. การออกแบบหม้อไอน้ำให้มีขนาด และความดันเหมาะสมกับความต้องการในกระบวนการผลิต ปัญหาด้านการใช้หม้อไอน้ำจำนวนมากเกิดจากการ

เลือกใช้หม้อไอน้ำที่มีขนาดเล็กเกินไป การเลือกใช้หม้อไอน้ำที่มีขนาดเล็กจะทำให้ประสิทธิภาพของไอน้ำเพื่อการผลิตมีค่าต่ำ อีกทั้งยังจะทำให้เกิดต้นทุนด้านพลังงานที่สูงขึ้นด้วย สำหรับปัญหาการใช้หม้อไอน้ำที่มีขนาดใหญ่เกินไปก็ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานเกินความจำเป็น

2. การใช้ท่อส่งไอน้ำ และสตรีมแทรปเพื่อลดการสูญเสียพลังงานที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้การสูญเสียพลังงานในโรงงานอาจเกิดขึ้นได้ในรูปแบบต่างๆ กัน เช่น การสูญเสียความร้อนจากการหุ้มฉนวนอย่างไม่เหมาะสม การรั่วไหลของไอน้ำตาม รอยรั่วต่างๆ และการสูญเสียไอน้ำเนื่องจากความบกพร่องของสตรีมแทรป (ตัวปล่อยไอน้ำควบแน่น)

การป้องกันการสูญเสียเหล่านี้ นอกเหนือไปจากให้ผลดีด้านการประหยัดพลังงานแล้วยังมีผลอย่างมากต่อความปลอดภัย และสภาพแวดล้อมการทำงานที่ดีอีกด้วย

3. การกำหนดอัตราสันดาปของเชื้อเพลิงให้มีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม เพื่อลดปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้เกินความจำเป็น

4. การนำพลังงานที่เหลือจากการใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ ทั้งนี้พลังงานที่เหลือจากการใช้แล้ว คือ คอนเดนเสท หรือน้ำร้อนจากการใช้งานในกระบวนการผลิตส่วนต่างๆ รวมไปถึงน้ำร้อนจากการเป่าทิ้งออกจากหม้อไอน้ำ

คอนเดนเสทนั้นยังมีความร้อนในตัวที่ค่อนข้างสูง (ประมาณ 1 ใน 4 ของพลังงานไอน้ำที่ใช้) และเป็นน้ำที่สะอาด ผ่านการบำบัดจนเหมาะสมสำหรับใช้กับหม้อน้ำแล้ว ดังนั้นเราจึงควรนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ ยกเว้นในกรณีที่เกิดการปนเปื้อนเนื่องจากกระบวนการผลิต

การประหยัดที่เกิดขึ้นไม่ได้เป็นการประหยัดเพียงพลังงานเท่านั้น หากแต่ยังรวมไปถึงการลดค่าใช้จ่ายสำหรับค่าน้ำ และค่าสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดอีกด้วย

คอนเดนเสทสามารถนำกลับไปใช้ได้ใน 2 ลักษณะ คือ นำกลับไปใช้ในหม้อไอน้ำโดยตรง กับนำไปผลิตเป็นไอน้ำแฟลชเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตที่ต้องการไอน้ำความดันต่ำ

5. การซ่อมบำรุง เป็นไปเพื่อให้หม้อไอน้ำ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอยู่ในสภาพที่เหมาะสมแก่การใช้งาน โดยมีต้นทุนด้านพลังงานต่ำที่สุด ทั้งนี้หม้อไอน้ำจำเป็นต้องมีการดูแล และควบคุมอย่างใกล้ชิด เนื่องจากเป็นแหล่งผลิต

กำลังในอุตสาหกรรม อีกทั้งยังเป็นแหล่งที่มีการใช้พลังงานสูงด้วยในเวลาเดียวกัน

5.3.5.3 การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

วิธีการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศนั้นสามารถดำเนินการได้ 4 วิธี คือ

1. การประหยัดพลังงานโดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในระบบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

- การควบคุมความดันด้านคอนเดนเซอร์ให้ต่ำที่สุด โดยลดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น (Condenser Water Reset)
- การควบคุมความดันด้านอีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) ให้มีค่าสูงที่สุด โดยเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็น (Chilled Water Reset)
- การใช้ปริมาณอากาศกลับ และปริมาณอากาศภายนอกที่เหมาะสม
- การทยอยการเพิ่มภาระ
- การเดินเครื่องชิลเลอร์เป็นลำดับความต้องการของภาระ

2. การประหยัดพลังงานโดยการปรับปรุงระบบปรับอากาศที่ใช้งานอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

- การหุ้มฉนวนท่อน้ำให้มีความหนาที่เหมาะสม
- การใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศเสีย และอากาศบริสุทธิ์

3. การประหยัดพลังงานโดยการออกแบบอาคาร และระบบปรับอากาศให้เหมาะสม

- การออกแบบอาคารต้องคำนึงถึงทิศทางการวางตัวของอาคาร ความสูง กระจก ผนัง และหลังคาของอาคารให้มีความเหมาะสม
- การประเมินภาระความเย็นของอาคารตามฤดูกาล และการออกแบบใช้ถังเก็บสะสมความร้อนในระบบ เพื่อลดขนาดของเครื่องทำความเย็น
- การใช้วัสดุอุปกรณ์ระบบปรับอากาศที่มีคุณภาพสูง

4. การบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ

- การทำความสะอาด
- การหล่อลื่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- การเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุงาน
- การปรับแต่งระบบให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง

5.4 แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานโดยการสนับสนุนจากรัฐบาล

5.4.1 การสนับสนุนให้เกิดข้อตกลงเกี่ยวกับพลังงานในภาคอุตสาหกรรม

ในหลายๆ ประเทศ รัฐบาลได้ตระหนัก และเล็งเห็นถึงความสำคัญของประเด็นปัญหาพลังงาน และสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นประเทศในแถบยุโรป อเมริกา หรือเอเชีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศจีน ซึ่งสามารถลดปริมาณการบริโภคพลังงานในอุตสาหกรรมผ่านทางความเข้มพลังงานที่ลดลง

รัฐบาลจำเป็นต้องตระหนัก และสนับสนุนให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในวงกว้าง วิธีการหนึ่งที่หลายๆ ประเทศได้ทดลองดำเนินการ และได้รับผลตอบกลับเป็นอย่างดี นั่นคือ การสนับสนุนให้เกิดข้อตกลงเกี่ยวกับพลังงาน เช่น ข้อตกลงระยะยาวเรื่องประสิทธิภาพพลังงานในประเทศเนเธอร์แลนด์ หรือการกำหนดนโยบายด้านประสิทธิภาพพลังงานในกลุ่มประเทศ OECD

ข้อตกลงระยะยาวเรื่องประสิทธิภาพพลังงานในประเทศเนเธอร์แลนด์ เป็นส่วนหนึ่งของนโยบายการใช้พลังงานของประเทศเนเธอร์แลนด์ซึ่งเริ่มต้นขึ้นในช่วงทศวรรษที่ 90 ข้อตกลงดังกล่าวเป็นไปเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำมัน และผลกระทบอันเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ข้อตกลงดังกล่าวยังเป็นข้อตกลงซึ่งมิได้บังคับองค์ใดๆ ให้เข้าร่วมหากแต่เป็นการสมัครใจขององค์กรเอง เป้าหมายของข้อตกลงดังกล่าว คือ การลดค่าความเข้มพลังงาน (Energy Intensity) ลงให้ได้ 20% ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตทั้งหมดในช่วงปี ค.ศ. 1989 - 2000

ส่วนนโยบายด้านประสิทธิภาพพลังงานของกลุ่มประเทศ OECD เกิดขึ้นเนื่องมาจากประเด็นปัญหาด้านพลังงานต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยเราสามารถแบ่งประเภทของนโยบายด้านประสิทธิภาพพลังงานออกเป็น 5 นโยบายหลักๆ ได้แก่

1. การออกข้อกำหนด หรือข้อบังคับต่างๆ (Restrictive Regulation) ซึ่งจะต้องอ้างอิงอยู่บนหลักการพื้นฐานของกฎหมาย เพื่อพิจารณาเกี่ยวกับการผลิตสินค้าว่ามีมาตรฐานด้านพลังงานหรือไม่

2. การให้ข้อมูล และสารสนเทศแก่สาธารณะ (Information to Public) นโยบายนี้มุ่งเน้นไปที่การตระหนักรู้ถึงประเด็นปัญหาด้านประสิทธิภาพพลังงานในสาธารณชน ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการใช้พลังงาน ไม่ว่าจะด้วยวิธีการการบริหารอุปสงค์ด้านพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแนวทางการดำเนินชีวิต หรือพฤติกรรมการบริโภคพลังงาน

3. การสร้างสรรค์ในกลุ่มเฉพาะ (Creation of Market Asymmetries) มุ่งเน้นการวัดงานโดยมองไปที่ระดับของเทคโนโลยีด้านประสิทธิภาพพลังงาน และเครื่องมือต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยจะพิจารณาทั้งในส่วนเศรษฐศาสตร์ และอุปสรรคที่มีต่อการประยุกต์ใช้งาน

4. การให้การสนับสนุนด้านการเงิน (Funding or Loan) มุ่งเน้นผู้ซื้อ และผู้ใช้พลังงานซึ่งไม่สามารถจัดการประสิทธิภาพพลังงานได้

5. การกำหนดผู้มีส่วนร่วม (State Capital / Private Capital Partnerships) ผู้มีส่วนร่วมในกลุ่มนโยบายที่ 5 นี้เป็นกลุ่มนักวิจัยซึ่งรัฐได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการวิจัยไว้ หรืออาจเป็นการวิจัยในโครงการเฉพาะก็เป็นได้

5.4.2 การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ

การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำก็เป็นอีกการดำเนินการหนึ่ง ซึ่งสามารถจำกัด หรือลดปริมาณสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานออกจากตลาดได้ นอกจากนี้การดำเนินการดังกล่าวยังอาจทำให้เกิดการพัฒนาสินค้าไปในทิศทางที่ดี (มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ได้) ได้อีกด้วย ทั้งนี้ เมื่อผู้คนหันมาใส่ใจกับผลิตภัณฑ์ หรือสินค้าที่มีประสิทธิภาพแล้ว การผลิตเพื่อเชิงพาณิชย์ก็จะมีความคุ้มค่ามากขึ้น

การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำนี้ ถือเป็นหนึ่งในกลยุทธ์ที่สำคัญที่ทำให้เกิดเทคโนโลยีด้านพลังงานแบบใหม่ขึ้น จากการศึกษาที่ผ่านมา เราพบว่า วิธีการดังกล่าวถูกนำไปใช้ และได้รับผลตอบกลับเป็นอย่างดีในหลายๆ ประเทศ ตัวอย่างเช่นในประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีการกำหนดมาตรฐานพลังงานสินค้าขั้นต่ำ และการออกฉลากรับรองผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพด้านพลังงาน

5.4.3 การจัดทำโครงการเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพพลังงาน

ตัวอย่างที่เห็นได้อย่างเด่นชัด สำหรับการจัดทำโครงการพัฒนา คือ โครงการพัฒนาประสิทธิภาพพลังงานในประเทศจีน

ในประเทศจีน โครงการประสิทธิภาพพลังงานแห่งชาติถูกจัดตั้งขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1980 โดยโครงการดังกล่าวมุ่งเน้นการศึกษาไปที่โรงงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้รายละเอียดของโครงการประกอบไปด้วย ข้อบังคับ และการควบคุมระบบต่างๆ ของอุตสาหกรรมให้เป็นไปภายใต้ความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์ และพลังงานไปในเวลาเดียวกัน

ในปี ค.ศ. 1983 งบประมาณด้านพลังงานกว่า 10% ของจีนถูกนำไปใช้ในโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานเป็นส่วนใหญ่

ในช่วง ค.ศ. 1981 – ค.ศ. 1986 การใช้พลังงานในจีนเพิ่มสูงขึ้น โดยกว่าครึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการเติบโตทางเศรษฐกิจ ทำให้เกิดนโยบายการจัดการพลังงานในจีนขึ้นอย่างมากมาย

นโยบายในลำดับถัดมาของจีน ประกอบไปด้วย การจัดตั้งศูนย์ให้บริการเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน การกำหนดมาตรฐานของเครื่องจักรขนาดใหญ่ เช่น หม้อน้ำ การให้เงินกู้สำหรับโครงการด้านประสิทธิภาพพลังงาน และการให้สิทธิพิเศษสำหรับองค์กรที่ดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการประสิทธิภาพพลังงาน เป็นต้น

โครงการด้านประสิทธิภาพพลังงานเหล่านี้ทำให้ประเทศจีนประสบความสำเร็จเป็นอย่างยิ่งในการลดค่าความเข้มพลังงานลงกว่าร้อยละ 50 นับตั้งแต่ช่วง ค.ศ. 1980 – ค.ศ. 1997 (ส่วนหนึ่งของพลังงานที่ลดลงมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านโครงสร้าง และการปรับปรุงด้านเทคนิค)

5.4.4 การวางแผนด้านพลังงาน

การวางแผนด้านพลังงานโดยมุ่งเน้นไปที่ประสิทธิภาพพลังงาน และพลังงานหมุนเวียนก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่สามารถดำเนินการได้ และเพื่อให้เกิดความสำเร็จขึ้น แผนพลังงานจะต้องประกอบไปด้วยเป้าหมาย การชี้วัด การดำเนินการต่างๆ (ที่จะก้าวเข้าไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้) ตลอดจนกระบวนการควบคุม และการวัดประเมินผล

การวางแผนทรัพยากรแบบบูรณาการเป็นแผนการดำเนินการที่พิจารณาทั้งในเชิงอุปสงค์และอุปทานที่ทำให้บรรลุความต้องการใช้พลังงานด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด ตัวอย่างเช่น แผนการจัดการด้านการขนส่ง

แผนการจัดการด้านการขนส่งเป็นสิ่งหนึ่งซึ่งเป็นที่ต้องการในชุมชนเมือง แผนดังกล่าวจะทำให้ความแออัดที่เกิดขึ้นภายในเมืองลดลง สภาพอากาศดีขึ้น พลังงานที่ถูกใช้ในการขนส่งลดต่ำลง ทำให้เกิดการลดต้นทุนด้านการเดินทางในที่สุด อย่างไรก็ดีแผนดังกล่าวจะประสบผลสำเร็จก็ต่อเมื่อมีการออกแบบเมืองไปพร้อมๆ กับการวางแผนด้านการขนส่ง ซึ่งจะช่วยให้การใช้พื้นที่และระบบการส่งขนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการวางแผนด้านพลังงานหมุนเวียนนั้น จะขอยกตัวอย่างกรณีประเทศบราซิล ซึ่งรัฐได้ให้การสนับสนุนเกี่ยวกับการวางแผนด้านพลังงานหมุนเวียน ทั้งนี้บราซิลถือเป็นประเทศหนึ่งซึ่งมีโครงการพัฒนาแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ใหญ่ที่สุดในโลก โดยพลังงานดังกล่าว คือ เชื้อเพลิงเอทานอล (Ethanol) ซึ่งผลิตมาจากอ้อย

นับตั้งแต่ ค.ศ. 1997 Ethanol ถูกนำไปใช้เสมือนหนึ่งเป็นพลังงานหลัก 1 ใน 3 ของบราซิล ซึ่งกระบวนการผลิตเอทานอล (Ethanol) ถูกกระตุ้นผ่านทาง

1. ดอกเบี้ยเงินกู้ต่ำสำหรับการก่อสร้างโรงกลั่นเอทานอล (Ethanol)
2. การประกันราคาน้ำมันเอทานอล (Ethanol) ที่เหมาะสมโดยรัฐบาล

3. ราคาของเอทานอล (Ethanol) นั้นไม่แพง และสามารถนำไปผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงอื่นได้

4. การกระตุ้นโดยภาษีที่ทำให้เกิดการซื้อรถยนต์พลังงาน Ethanol เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การผลิตเอทานอล (Ethanol) ในบราซิลยังมีประสิทธิภาพอย่างยิ่งอีกด้วย

5.4.5 การสนับสนุนให้เกิดแนวทางการปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice)

รัฐบาลควรมีการสนับสนุนให้เกิดแนวทางการปฏิบัติที่เป็นเลิศ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับองค์กร หรือหน่วยงานอื่นๆ ทั้งนี้แนวทางการปฏิบัติที่เป็นเลิศจะเกิดขึ้นได้ ก็ต่อเมื่อผู้บริหารองค์กรจำเป็นต้องตระหนักถึงผลประโยชน์ต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม ไปพร้อมๆ กับผลตอบแทนจากการดำเนินธุรกิจ หากผู้บริหารเล็งเห็นเพียงแต่ผลประโยชน์เชิงพาณิชย์ แนวทางการปฏิบัติที่เป็นเลิศก็จะไม่เกิดขึ้น

การจัดการอาคารของไปรษณีย์แห่งชาติแคนาดา ถือเป็นตัวอย่างหนึ่งของแนวทางการปฏิบัติที่เป็นเลิศ

เดิมแคนาดาเป็นประเทศที่ไม่ได้มีความน่าภาคภูมิใจใดๆ ซักท่าไหร่นักเกี่ยวกับการจัดการด้านพลังงาน เพราะค่าการใช้พลังงานต่อหัวของแคนาดาอยู่ในลำดับที่ 27 จาก 29 ของกลุ่มประเทศ OECD ซึ่งอยู่สูงกว่าไอซ์แลนด์ และลักเซมเบิร์กเพียงเท่านั้น นอกจากนี้ยอดการใช้พลังงานรวมของแคนาดายังอยู่ในลำดับที่ 26 จาก 29 ของกลุ่มประเทศดังกล่าวอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามในช่วงเวลาที่ผ่านมา แคนาดาได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการจัดการพลังงานมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการพลังงานในอาคาร ซึ่งไปรษณีย์แห่งชาติแคนาดาถือเป็นต้นแบบของอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานซึ่งได้รับรางวัลในระดับชาติด้วย

การมีแนวทางการปฏิบัติอันเป็นเลิศจะทำให้องค์กรทุกๆ องค์กรสามารถก้าวเข้าสู่แนวทางแห่งการประหยัด และใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่าในอนาคตในที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

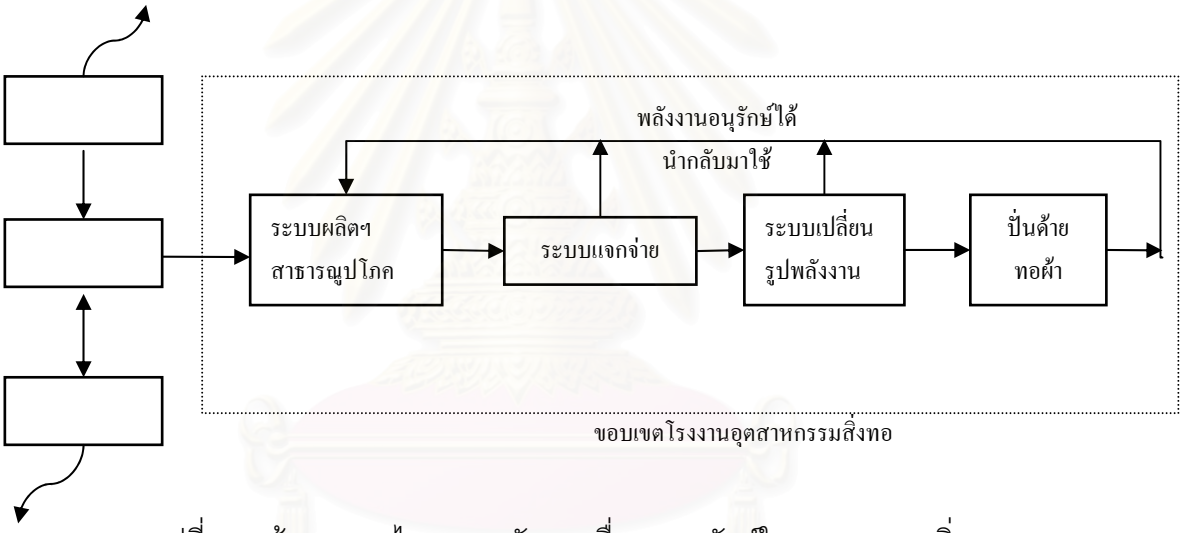
บทที่ 6

การอนุรักษ์ และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน ในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ

6.1 บทนำ

การอนุรักษ์ และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอนั้น สามารถดำเนินการได้ด้วยการอนุรักษ์พลังงานใน 3 กระบวนการหลัก ได้แก่

1. การอนุรักษ์พลังงานในกระบวนการผลิต และสาธารณูปโภค
2. การอนุรักษ์พลังงานในระบบแจกจ่าย
3. การอนุรักษ์พลังงานในระบบเปลี่ยนรูปพลังงาน



รูปที่ 6.1 เส้นทางการไหลของพลังงานเพื่อการอนุรักษ์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ในการศึกษานี้ เราจะไม่ลงไปศึกษาเพื่อพัฒนาในระดับกระบวนการผลิต เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมในส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอมีอยู่ด้วยกันหลากหลายประเภท อีกทั้งผู้ชำนาญการที่รอบรู้เรื่องกระบวนการผลิตจะชำนาญการเฉพาะประเภท เป็นต้นว่า บุคลากรของโรงงานสิ่งทอแต่ละโรง จะรอบรู้กระบวนการผลิตของตนเองเป็นอย่างดี แต่การปรับปรุงกระบวนการผลิตของเครื่องจักรนั้นทำได้ยาก เพราะเครื่องจักรที่ผลิตจำหน่ายผลิตภัณฑ์จนเป็นที่ยอมรับ และทำงานสมบูรณ์ในตัวเองอยู่แล้ว ดังนั้นสิ่งที่โรงงานต้องการน่าจะเป็นข้อแนะนำในการดูแล และจัดการเครื่องจักร ตลอดจนการประยุกต์เอาหลักการการอนุรักษ์พลังงานแบบต่างๆ เข้าไปใช้ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างเหมาะสม และทำให้เกิดประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงสุด ตัวอย่างเช่น

การควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นในอากาศให้เหมาะสมตามชนิดของผ้าที่ทอเพื่อให้ด้ายทอไม่ขาดบ่อย ซึ่งจะส่งผลทำให้สามารถลดเวลาในการทอผ้าลง

ทั้งนี้ แนวทางในการอนุรักษ์พลังงานสามารถดำเนินการได้ 2 แนวทางคือ

1. การประเมินการใช้พลังงานของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต

การประเมินค่า SEC ของกระบวนการผลิตย่อย และกระบวนการผลิตรวม เพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบกับ SEC ที่ได้จากปริมาณการใช้พลังงานหารด้วยผลผลิต หากโรงงานมีกระบวนการผลิตย่อยหลายแบบ ผลการตรวจวัดจะสามารถระบุได้ว่ากระบวนการผลิตย่อยแบบใดให้ค่า SEC ที่ต่ำกว่า หรือเหมาะสมที่จะใช้งาน

2. การอนุรักษ์พลังงานในเครื่องจักรที่ใช้สนับสนุนการผลิต เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบทำน้ำเย็น (Water Chiller) ระบบอากาศอัด ระบบแสงสว่าง และระบบผลิตไอน้ำ

6.2 การอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

6.2.1 สมมติฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับการคำนวณหาพลังงานขั้นปฐมภูมิ

พลังงานขั้นปฐมภูมิ (Primary Energy) หมายถึง พลังงานที่อยู่ในรูปของเชื้อเพลิงที่ยังไม่ผ่านกระบวนการสันดาป เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเมื่อพลังงานขั้นปฐมภูมินี้เปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า เชื้อเพลิงจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานความร้อน เพื่อผลิตไอน้ำ หมุนกังหันไอน้ำ และผ่านเข้าสู่เจนเอ้เรเตอร์เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าในขั้นสุดท้าย

การสูญเสียประสิทธิภาพของระบบการผลิตไฟฟ้าของโรงงานไฟฟ้าในปัจจุบัน (Combined Cycle, Gas Turbine and Steam Turbine) สามารถประเมินค่าได้ประมาณ 55% หรือถ้าเป็นระบบ Cogeneration จะให้ประสิทธิภาพประมาณ 70 – 75%

สำหรับประเทศไทย เมื่อรวมการสูญเสียในสายส่ง และการสูญเสียอื่นๆ ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานขั้นปฐมภูมิไปเป็นพลังงานไฟฟ้าจะอยู่ที่ประมาณ 45% ดังนั้น สมการที่ใช้ในการเปลี่ยนรูปพลังงานจากไฟฟ้าไปเป็นพลังงานขั้นปฐมภูมิ คือ

$$\text{พลังงานขั้นปฐมภูมิ MJ} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้า kWh} \times 3.6}{0.45}$$

หน่วยของพลังงานขั้นปฐมภูมิที่นิยมใช้ คือ กิโลกรัม หรือ ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ toe

ซึ่ง 1 toe = 42.44 GJ

6.2.2 สมมติฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับการสูญเสียพลังงานในระบบ และอุปกรณ์ต่าง ๆ

เมื่อพลังงานเปลี่ยนรูปจะมีการสูญเสียเกิดขึ้น และพลังงานที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ พลังงานส่วนที่เหลืออยู่ภายหลังจากที่หักพลังงานส่วนที่สูญเสียออกไปแล้ว ดังนั้นคำว่า ประสิทธิภาพ อาจหมายถึง สัดส่วนพลังงานที่เป็นประโยชน์ ต่อพลังงานที่ใส่เข้าไปในอุปกรณ์นั้นๆ เป็นต้นว่า หม้อไอน้ำ ซึ่งมีพลังงานเชื้อเพลิงที่นำไปใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 100 – 20 = 80 ดังนั้น ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำก็จะมีค่าเท่ากับ 80% นั่นเอง

สำหรับข้อมูลในตารางที่ 6.1 นี้ได้มาจากการสำรวจอุปกรณ์ต่างๆ ภายในโรงงาน ซึ่งจะถูกนำไปใช้เป็นฐานในการคำนวณเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในส่วนต่อๆ ไป

ตารางที่ 6.1 การสูญเสียในอุปกรณ์ และระบบพลังงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ

การสูญเสียในหม้อไอน้ำ	20%
ระบบท่อไอน้ำ และกับดักไอน้ำ	20%
ระบบท่อไอน้ำ น้ำมันร้อน และอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	15%
การสูญเสียในระบบสายไฟฟ้าภายในโรงงาน	3%

การสูญเสียใน Motor System ที่นำไปขับเคลื่อนอุปกรณ์อื่น

การสูญเสียรวมเมื่อมอเตอร์ใช้กับปั๊มน้ำ	40%
การสูญเสียรวมเมื่อมอเตอร์ใช้กับพัดลม	40%
การสูญเสียรวมเมื่อมอเตอร์ใช้กับอุปกรณ์อัดอากาศ	80%

จากนิยามข้างต้น เมื่อมีการอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นในระบบใดๆ นั่นย่อมหมายถึง การเกิดการลดลงของพลังงานที่สูญเสียไปในอุปกรณ์นั้นๆ นั่นเอง เป็นต้นว่า หม้อไอน้ำ ซึ่งเมื่อมีการอนุรักษ์พลังงาน เราสามารถลดการสูญเสียลงไปได้ 40% เมื่อเทียบกับพลังงานรวมที่ให้กับหม้อไอน้ำ ดังนั้นการสูญเสียที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ (100 - 40) x 20 หรือเท่ากับ 12% ซึ่งอาจตีความได้ว่าภายหลังการอนุรักษ์ หม้อไอน้ำจะมีค่าประสิทธิภาพเป็น 88% นั่นเอง

6.2.3 สมมติฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับการประเมินการลดลงของการใช้พลังงาน

ในที่นี้เราจะประเมินการลดลงของการใช้พลังงานโดยพิจารณาออกเป็น 2 รูปแบบ นั่นคือ รูปแบบการอนุรักษ์ด้วยแผนระยะสั้น (ไม่เกิน 2 ปี) และรูปแบบการอนุรักษ์พลังงานด้วยแผนระยะกลาง (มากกว่า 2 ปี) โดยในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำนี้ การดำเนินการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานจะเป็นไปตามตารางที่ 6.2 นี้

สำหรับการประเมินการลดลงของการอนุรักษ์พลังงานด้วยแผนระยะยาวนั้น ขึ้นอยู่กับหลายๆ ปัจจัย ซึ่งอาจส่งผลทำให้ผลของการประเมินมีความคลาดเคลื่อนสูง ดังนั้นจึงไม่ขอกล่าวถึงในงานวิจัยนี้

ตารางที่ 6.2 มาตรการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ

รายการ	ประเภทอุตสาหกรรมที่ใช้	
	ทอผ้า	ฟอกย้อม
ระบบผลิตฯ สาธารณูปโภค		
มาตรการเพิ่มสมรรถนะ (หม้อไอน้ำ, หม้อน้ำมันร้อน)	☐	☐
มาตรการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้	☐	☐
มาตรการใช้พลังงานหมุนเวียนผลิตความร้อน	☐	☐
มาตรการลดการสูญเสียที่ระบบจ่ายไฟฟ้าเข้าโรงงาน	☐	☐
ระบบจ่ายพลังงาน		
มาตรการลดพลังงานสูญเสียที่ท่อไอน้ำ น้ำมันร้อน	☐	☐
มาตรการลดการสูญเสียในสายไฟฟ้า	☐	☐
มาตรการลดการสูญเสียในท่อลมอัด	☐	☐
ระบบเปลี่ยนรูปพลังงาน		
มาตรการลดการสูญเสียอุปกรณ์ผลิตลมร้อน (เปลี่ยนความร้อนในไอน้ำ น้ำมันร้อนเป็นลมร้อน)		☐
มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพอุปกรณ์ทำความเย็น (ทำน้ำเย็น, ปรับอากาศ)	☐	☐
มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพอุปกรณ์ขับเคลื่อน เช่น มอเตอร์ (หมุนพัดลม ปั๊มน้ำ ระบบกำจัดน้ำเสีย Cooling Tower)	☐	☐

1. <u>ระบบแสงสว่าง</u> ปกติโรงงานจะใช้หลอดฟลูโอเรสเซนต์ ขนาด 36 W. และบัลลาสต์แกนเหล็กที่มีค่าการสูญเสียอยู่ที่ 10 W. เมื่อโรงงานประสงค์จะอนุรักษ์พลังงานในส่วนนี้ เราอาจแนะนำให้ทางโรงงานใช้บัลลาสต์ที่มีการสูญเสียต่ำ (5 W.) และเพิ่มโคมสะท้อนแสง โดยใช้สมมติฐานว่าโรงงานส่วนใหญ่มีการติดตั้งระบบแสงสว่างแบบ 1 โคม 1 หลอด แบบ 1โคม 2 หลอด และแบบ 1 โคม 3 หลอด

เมื่อโรงงานดำเนินการตามแผน ระบบแสงสว่างจะถูกปรับปรุงโดยรูปแบบ 1 โคม 1 หลอดจะคงเดิม แต่รูปแบบ 1 โคม 2 หลอด จะถูกเปลี่ยนไปเป็นแบบ 1 โคม และโคมสะท้อน

แสงซึ่งจะทำให้เราสามารถลดจำนวนหลอดไฟลงไปได้ 1 หลอด สำหรับรูปแบบ 1 โคม 3 หลอดก็จะปรับเปลี่ยนไปเป็นแบบ 1 โคมสะท้อนแสง และ 2 หลอด

สำหรับข้อสมมติฐานนี้ เราสามารถคำนวณหาค่าการประหยัดของระบบแสงสว่างได้เท่ากับ 35%

ขนาด 1 หลอด (36W) เป็น 1 หลอด และบัลลาสต์สูญเสียต่ำประหยัด	10.8
ขนาด 2 หลอด (36W) เป็น 1 หลอด และบัลลาสต์สูญเสียต่ำประหยัด	55.4
ขนาด 3 หลอด (36W) เป็น 2 หลอด และบัลลาสต์สูญเสียต่ำประหยัด	40.5
เฉลี่ย	35%

2. ระบบทำน้ำเย็น โรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยรวมมีอายุมากกว่า 10 ปี ระบบทำน้ำเย็นส่วนใหญ่จะมีเครื่องอัดอากาศ (Compressor) ที่ให้ค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น (Chp) มากว่า 0.8 แต่ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันเครื่องอัดอากาศทั่วไปสามารถให้ค่า Chp ที่ต่ำลงกว่าเดิมได้โดยมีค่าประมาณอยู่ที่ 0.62 ซึ่งการเปลี่ยนเครื่องอัดอากาศนี้จะช่วยให้เกิดการประหยัดลงไปได้มาก

สำหรับพลังงานอื่นๆ ที่ถูกใช้ไปในระบบทำน้ำเย็น คือ ปั๊มน้ำหล่อเย็นที่ใช้กำลังงาน พัดลมที่ Cooling Tower ปั๊มน้ำที่ Cooling Tower

การปรับปรุงด้วยแผนระยะสั้น สามารถดำเนินการได้โดยการจัดการให้ฉนวนอยู่ในสภาพดี มีการกำหนดปิด - เปิด Pump และพัดลมให้เหมาะสมกับการทำความเย็น ตลอดจนการติดตั้ง VSD ซึ่งมาตรการนี้จะทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้ประมาณ 8.33% ของปริมาณไฟฟ้าที่ระบบใช้ และถ้าโรงงานเปลี่ยนเครื่องอัดอากาศเป็นรุ่นที่ให้ค่า Chp เท่ากับ 0.62 แล้ว การอนุรักษ์จะเกิดขึ้นได้อีก 16%

3. ระบบลมอัด ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดที่โรงงานขอเงินสนับสนุนจากโครงการ 30/70 ของ พพ. เพื่อทำการติดตั้ง VSD ให้กับเครื่องอัดอากาศ ปรากฏผลว่า การดำเนินการดังกล่าวสามารถอนุรักษ์พลังงานได้ประมาณ 20% ถึง 30% ของพลังงานที่ใช้อยู่เดิม ซึ่งในที่นี้ เราจะประเมินให้การอนุรักษ์เมื่อติดตั้ง VSD เข้ากับเครื่องอัดอากาศมีค่าอยู่ที่ 25% และการลดการรั่วไหลลมอัด ซึ่งเป็นมาตรการระยะสั้นมีค่าการอนุรักษ์อยู่ที่ 20%

4. ระบบปั๊มน้ำ หรือน้ำมัน พัดลมของหม้อไอน้ำ หม้อน้ำมันร้อน การจัดการลดความเสียดทานในระบบการไหล ที่วาล์วและท่อ ซึ่งการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในส่วนนี้จะถูกประเมินไว้เท่ากับ 7%

5. <u>ระบบปรับอากาศ</u> มาตรการบำรุงรักษา ทำความสะอาด Condenser และ evaporator ตลอดจนการปรับอุณหภูมิภายในห้องให้มีค่าประมาณอยู่ที่ 24 – 25 ^{0}C ผลของการดำเนินการข้างต้นถูกประเมินให้มีค่าการอนุรักษ์พลังงานเท่ากับ 7%

6. <u>ระบบปั๊มน้ำพัดลม</u> เมื่อติดตั้ง VSD กับมอเตอร์ขับปั๊มน้ำ ผลการตรวจวัดของโครงการ 30/70 ให้ผลการอนุรักษ์ประมาณ 20 – 30% สำหรับมอเตอร์ขับพัดลม มอเตอร์ขับใบกวน เช่น ระบบกำจัดน้ำเสีย เมื่อนำ VSD เข้าติดตั้งที่มอเตอร์ ค่าการอนุรักษ์ส่วนนี้จะถูกประเมินที่ 20%

7. <u>การปรับปรุงกรอบอาคารลดความร้อนถ่ายเทเข้าอาคาร</u> โรงงานอุตสาหกรรมตัดเย็บเสื้อผ้าที่ใช้พลังงานในระบบปรับอากาศประมาณ 42% โรงตัดเย็บขนาดเล็กที่ไม่เป็นโรงงานควบคุม บางโรงที่ตัดเย็บเสื้อผ้าที่ราคาและคุณภาพระดับล่าง จะให้พัดลมแทนการใช้เครื่องปรับอากาศ โรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าขนาดใหญ่จะใช้ระบบทำน้ำเย็นเป็นระบบปรับอากาศ การอนุรักษ์พลังงานโดยปรับปรุงกรอบอาคาร เช่น การติดตั้งฉนวนใต้หลังคา การใช้มู่ลี่ที่หน้าต่างเพื่อลดแสงอาทิตย์เข้าอาคาร การติดตั้งแผงกันแดด ประเมินผลการอนุรักษ์ส่วนนี้ได้ 20% นอกจากนั้น โรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าจะใช้เตารีดใช้ไอน้ำ หม้อผลิตไอน้ำจะใช้ฮีทเตอร์ไฟฟ้าในโรงงานขนาดเล็ก โรงงานขนาดใหญ่จะใช้น้ำมันต้มไอน้ำ การติดตั้งที่สำรวจพบ จะติดตั้งหม้อไอน้ำในพื้นที่ปรับอากาศ ประเมินว่าการใช้การจัดการที่ดี เรื่องการบำรุงรักษาหม้อไอน้ำจะอนุรักษ์พลังงานความร้อนไปได้ 7% และให้จัดการเรื่องสถานที่ติดตั้งใหม่จะอนุรักษ์พลังงานได้ประมาณ 10%

8. <u>มาตรการอนุรักษ์พลังงานความร้อน</u> อุปกรณ์พลังงานความร้อน คือ หม้อไอน้ำและหม้อผลิตน้ำมันร้อนที่ใช้น้ำมัน หม้อไอน้ำที่พบในโรงงานฯ เป็นหม้อน้ำเก่า แต่ดูแลรักษาอย่างดี จะให้ประสิทธิภาพ 80% ถ้าเป็นหม้อน้ำมันใหม่ประสิทธิภาพสูง 85% การอนุรักษ์พลังงานหม้อไอน้ำ ประกอบด้วย การปรับแต่งส่วนผสมอากาศ และน้ำมัน การลดอุณหภูมิแก๊สเสียปล่อยจากปล่อง การตรวจฉนวนโดยรอบหม้อไอน้ำ ประเมินผลการอนุรักษ์ประมาณ 7% มาตรการอื่นที่อาจอนุรักษ์ได้ คือ การลดการสูญเสียที่ระบบท่อส่งไอน้ำ การลดการสูญเสียที่ Steam Trap การนำน้ำ Condensate กลับมาใช้ใหม่

6.3 ผลการประเมินการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ

ผลของการประเมินการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำโดยใช้สัดส่วนของการประเมินตามหัวข้อที่ 6.2.3 นี้ สามารถแสดงได้ด้วยตารางที่ 6.3 และ 6.4

ตารางที่ 6.3 (ก) สรุปผลการอนุรักษ์พลังงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ทอผ้า พ.ศ. 2545

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 3,571,722.5050 MWh/yr.

พลังงานความร้อนที่ใช้ 4,708,519.0100 GJ/yr.

ประเภทการใช้	พลังงานไฟฟ้า		พลังงานไฟฟ้าที่อนุรักษ์ได้				
			มาตรการ	ระยะสั้น		ระยะปานกลาง	
	สัดส่วน %	MWh/yr.		สัดส่วน%	MWh/yr.	สัดส่วน%	MWh/yr.
การผลิต	74.5	2,660,933.27	มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง			5	133,046.66
สาธารณูปโภค		0					
แสงสว่าง	4	142,868.90	Ballast, Refl.	35	50,004.12		
ระบบน้ำเย็น	10.8	385,746.03	ปรับปรุง ปั๊มน้ำ พัดลม			8.33	32,132.64
		-	เปลี่ยน Comp			16	61,719.36
ระบบปรับอากาศ	2	71,434.45	ซ่อมบำรุง	7	5,000.41		
ระบบลมอัด	4.7	167,870.96	VSD			25	41,967.74
อื่นๆ	4	142,868.90	ลดการรั่ว อากาศ พลังงาน	20	28,573.78		-
รวมพลังงานที่อนุรักษ์					83,578.31		268,866.41
สัดส่วนการอนุรักษ์ฯเทียบกับพลังงานรวม %					2.34		7.53

ประเภทการใช้	พลังงานความร้อน		พลังงานไฟฟ้าที่อนุรักษ์ได้				
			มาตรการ	ระยะสั้น		ระยะปานกลาง	
	สัดส่วน %	MWh/yr.		สัดส่วน%	MWh/yr.	สัดส่วน%	MWh/yr.
การผลิต							
สาธารณูปโภค							
หม้อไอน้ำ	80	3,766,815.2	การสันดาป กำจัดเขม่า	3	113,004.46		
			ระบบควบคุมการเผาไหม้			12	452,017.82
			นำ condensate มาใช้				
อุปกรณ์ลงแป้ง	20	941,703.8	ลดพลังงานสูญเสีย	10	94,170.38		-
รวมพลังงานที่อนุรักษ์					207,174.84		452,017.82
สัดส่วนการอนุรักษ์ฯเทียบกับพลังงานรวม %					4.40		9.6

ตารางที่ 6.3 (ข) สรุปผลการอนุรักษ์พลังงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ทอผ้า พ.ศ. 2546

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 3,278,719.7900 MWh/yr.

พลังงานความร้อนที่ใช้ 4,603,730.6620 GJ/yr.

ประเภทการใช้	พลังงานไฟฟ้า		พลังงานไฟฟ้าที่อนุรักษ์ได้				
			มาตรการ	ระยะสั้น		ระยะปานกลาง	
	สัดส่วน %	MWh/yr.		สัดส่วน%	MWh/yr.	สัดส่วน%	MWh/yr.
การผลิต	74.5	2,442,646.2	มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง			5	122,132.31
สาธารณูปโภค							
แสงสว่าง	4	131,148.8	Ballast, Refl.	35	45,902.08		-
ระบบน้ำเย็น	10.8	354,101.7	ปรับปรุง ปั๊มน้ำ พัดลม		-	8.33	29,496.67
		-	เปลี่ยน Comp		-	16	56,656.28
ระบบปรับอากาศ	2	65,574.4	ซ่อมบำรุง	7	4,590.21		-
ระบบลมอัด	4.7	154,099.8	VSD		-	25	38,524.96
อื่นๆ	4	131,148.8	ลดการรั่ว อากาศ พลังงาน	20	26,229.76		-
รวมพลังงานที่อนุรักษ์					76,722.04		246,810.22
สัดส่วนการอนุรักษ์ฯเทียบกับพลังงานรวม %					2.34		7.53

ประเภทการใช้	พลังงานความร้อน		พลังงานไฟฟ้าที่อนุรักษ์ได้				
			มาตรการ	ระยะสั้น		ระยะปานกลาง	
	สัดส่วน %	MWh/yr.		สัดส่วน%	MWh/yr.	สัดส่วน%	MWh/yr.
การผลิต							
สาธารณูปโภค							
หม้อไอน้ำ	80	3,682,984.5	การสันดาป กำจัดเขม่า	3	110,489.54		
			ระบบควบคุมการเผาไหม้			12	441,958
			นำ condensate มาใช้				-
อุปกรณ์ลงแป้ง	20	920,746.1	ลดพลังงานสูญเสีย	10	92,074.61		0
รวมพลังงานที่อนุรักษ์					202,564.15		441,958
สัดส่วนการอนุรักษ์ฯเทียบกับพลังงานรวม %					4.40		9.6

ตารางที่ 6.4 (ก) สรุปผลการอนุรักษ์พลังงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ฟอก ย้อม พิมพ์ พ.ศ. 2545

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 1,079,534.78 MWh/yr.

พลังงานความร้อนที่ใช้ 28,869,581.82 GJ/yr.

ประเภทการใช้	พลังงานไฟฟ้า		พลังงานไฟฟ้าที่อนุรักษ์ได้				
			มาตรการ	ระยะสั้น		ระยะปานกลาง	
	สัดส่วน %	MWh/yr.		สัดส่วน%	MWh/yr.	สัดส่วน%	MWh/yr.
การผลิต	60	647,720.87	มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง			5	32,386.04
บำบัดน้ำเสีย	16.7	180,282.31	VSD			20	36,056.46
สาธารณูปโภค		-					-
แสงสว่าง	4.9	52,897.20	Ballast, Refl.	35	18,514.02		-
ปรับอากาศ	7.6	82,044.64	ซ่อมบำรุง	7	5,743.13		-
เครื่องอัดอากาศ	4.9	52,897.20	VSD		-	20	10,579.44
อื่นๆ	6	64,772.09	ลดการรั่ว อากาศ พลังงาน	20	12,954.42		0
รวมพลังงานที่อนุรักษ์					37,211.56		79,021.95
สัดส่วนการอนุรักษ์ฯเทียบกับพลังงานรวม %					3.45		7.32

ประเภทการใช้	พลังงานความร้อน		พลังงานไฟฟ้าที่อนุรักษ์ได้				
			มาตรการ	ระยะสั้น		ระยะปานกลาง	
	สัดส่วน %	MWh/yr.		สัดส่วน%	MWh/yr.	สัดส่วน%	MWh/yr.
การผลิต	100	28,869,582	ลดความร้อนสูญเสียฯ ระบบ				
อุปกรณ์ผลิตฯ			การผลิต ห้องอบ ย้อมฯ	7	2,020,871	20	5,773,916.4
หม้อไอน้ำ น้ำมันร้อน			20% และเพิ่มประสิทธิภาพ		-		-
			ที่หม้อไอน้ำ 7%		-		-
สูญเสียระบบท่อ							
กับดักไอน้ำ							
รวมพลังงานที่อนุรักษ์					2,020,871		5,773,916.4
สัดส่วนการอนุรักษ์ฯเทียบกับพลังงานรวม %					7.00		20.00

ตารางที่ 6.4 (ข) สรุปผลการอนุรักษ์พลังงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ฟอก ย้อม พิมพ์ พ.ศ. 2546

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 1,048,931.37 MWh/yr.

พลังงานความร้อนที่ใช้ 29,303,604.21 GJ/yr.

ประเภทการใช้	พลังงานไฟฟ้า		พลังงานไฟฟ้าที่อนุรักษ์ได้				
			มาตรการ	ระยะสั้น		ระยะปานกลาง	
	สัดส่วน %	MWh/yr.		สัดส่วน%	MWh/yr.	สัดส่วน%	MWh/yr.
การผลิต	60	629,358.82	มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง		-	5	31,467.94
บำบัดน้ำเสีย	16.7	175,171.54	VSD		-	20	35,034.31
สาธารณูปโภค		-			-		-
แสงสว่าง	4.9	51,397.64	Ballast, Refl.	35	17,989.17		-
ปรับอากาศ	7.6	79,718.78	ซ่อมบำรุง	7	5,580.31		-
เครื่องอัดอากาศ	4.9	51,397.64	VSD		-	20	10,279.53
อื่นๆ	6	62,935.88	ลดการรั่ว อากาศ พลังงาน	20	12,587.18		-
รวมพลังงานที่อนุรักษ์					36,156.66		76,781.78
สัดส่วนการอนุรักษ์ฯเทียบกับพลังงานรวม %					3.45		7.32

ประเภทการใช้	พลังงานความร้อน		พลังงานไฟฟ้าที่อนุรักษ์ได้				
			มาตรการ	ระยะสั้น		ระยะปานกลาง	
	สัดส่วน %	MWh/yr.		สัดส่วน%	MWh/yr.	สัดส่วน%	MWh/yr.
การผลิต	100	29,303,604	ลดความร้อนสูญเสียฯ ระบบ				
สาธารณูปโภค			การผลิต ห้องอบ ย้อมฯ	7	2,051,252	20	5,860,721
หม้อไอน้ำ			20% และเพิ่มประสิทธิภาพ		-		-
หม้อน้ำมันร้อน			ที่หม้อไอน้ำ 7%		-		-
สูญเสียระบบท่อ							
กับดักไอน้ำ							
รวมพลังงานที่อนุรักษ์					2,051,252		5,860,721
สัดส่วนการอนุรักษ์ฯเทียบกับพลังงานรวม %					7.00		20

6.4 การเปรียบเทียบค่าความเข้มพลังงานในหน่วย MJ/1000 บาท ภายหลังการอนุรักษ์

จากการประเมินค่าพลังงานภายหลังการอนุรักษ์ เราจะพบว่าพลังงานที่ถูกใช้ไปในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำมีค่าลดต่ำลง แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เกิดภาพที่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงได้นำเอาค่าความเข้มพลังงานภายหลังการอนุรักษ์ในปี พ.ศ. 2546 เทียบกับก่อนการอนุรักษ์ซึ่งได้ผลออกมาดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 สรุปค่าความเข้มพลังงานก่อน และหลังอนุรักษ์พลังงาน

ประเภท	ค่าความเข้มพลังงานรวม (MJ/1000 บาท)			
	ปี พ.ศ. 2545	ปี พ.ศ. 2546 (ก่อนอนุรักษ์)	ปี พ.ศ. 2546 (หลังการอนุรักษ์)	ผลต่างค่าความเข้มพลังงานที่อนุรักษ์ได้
ผ้าผืน	224.19	239.94	214.78	25.16
ฟอก ย้อม พิมพ์	1146.19	1166.92	894.02	272.91
โดยรวม	390.71	426.16	351.23	74.93

6.5 การวิเคราะห์ตามสถานการณ์

6.5.1 การสร้างสถานการณ์

การวิเคราะห์ตามสถานการณ์ หรือ Scenario Analysis นี้เป็นเทคนิคการวิเคราะห์แบบหนึ่งซึ่งคำนึงถึงความไม่แน่นอนในอนาคต ซึ่งเป็นที่นิยม และให้ผลลัพธ์ค่อนข้างเป็นที่น่าพอใจสำหรับหลายๆ กรณี ทั้งนี้ความไม่แน่นอนในอนาคตเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งอาจทำให้ผลลัพธ์ของการวิจัยไม่เป็นไปตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ดังนั้นในที่นี้ผู้วิจัยจึงจะขอนำส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์สถานการณ์มาประยุกต์ใช้สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ

โดยทั่วไปแล้วพลังงานที่ถูกใช้ไปในอุตสาหกรรมหนึ่งๆ อาจลดลงไปได้ จาก 2 สาเหตุหลักๆ นั่นคือ

1. การตื่นตัวของภาคอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ และเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในส่วนอุตสาหกรรมของตน
2. การสนับสนุน หรือการช่วยเหลือจากภาครัฐผ่านทางโครงการต่างๆ ตลอดจนข้อกำหนด หรือข้อบังคับที่สร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรม

หากเราใช้สาเหตุหลักข้างต้นทั้ง 2 เป็นเกณฑ์ เราจะสามารถสร้างสถานการณ์ที่เป็นไปได้ขึ้นมา 4 สถานการณ์ ซึ่งในที่นี้จะขอกำหนดชื่อของแต่ละสถานการณ์ให้สอดคล้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ดังแสดงไว้รูปที่ 6.2

ในรูปที่ 6.2 กำหนดให้แกนตั้งแทนทิศทางของการตื่นตัวของภาคอุตสาหกรรม และแกนนอนแทนทิศทางของการให้ความสำคัญของภาครัฐ ซึ่งแกนทั้ง 2 จะแบ่งพื้นที่ระนาบออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

1. สถานการณ์แบบดาวตก เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ทั้งภาครัฐ และภาคอุตสาหกรรมไม่มีความกระตือรือร้นด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานเลย

2. สถานการณ์แบบดวงดาว เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ภาครัฐมีความพยายามในการปรับปรุง และอนุรักษ์พลังงานในขณะที่ภาคอุตสาหกรรมกลับไม่ให้ความร่วมมือเท่าที่ควร

3. สถานการณ์แบบดวงจันทร์ เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ภาคอุตสาหกรรมมีความกระตือรือร้นในการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานในตัวเอง แต่กลับไม่ได้รับการตอบสนองจากภาครัฐเท่าที่ควร

4. สถานการณ์แบบพระอาทิตย์ เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ทั้งภาครัฐและภาคอุตสาหกรรมต่างมีความพยายามในการปรับปรุง และเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานด้วยกันทั้ง 2 ฝ่าย

รูปที่ 6.2 การแบ่งสถานการณ์ตามเกณฑ์หลักที่กำหนด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ

1. เป็นที่สังเกตว่าการแบ่งสถานการณ์เช่นนี้ เรามิได้คำนึงถึงปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น ความผันผวนของราคาพลังงาน เป็นต้น ทั้งนี้การวิเคราะห์สถานการณ์สามารถดำเนินการในหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบที่ผู้วิจัยนำเสนอนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของหลายๆ รูปแบบที่เป็นไปได้เท่านั้น

2. การวิเคราะห์สถานการณ์ที่เหมาะสมอาจดำเนินการได้โดยกำหนดให้มีการสัมมนาเชิงปฏิบัติการขึ้น โดยนำเอาผู้เชี่ยวชาญจากหลายๆ ด้านเข้ามาร่วมสัมมนาเพื่อสร้างสถานการณ์ที่เหมาะสม

3.การตื่นตัวของภาคอุตสาหกรรมอยู่ในระดับต่ำ หมายถึง ทางภาคอุตสาหกรรมมีแผนในการปฏิบัติ เพื่อการอนุรักษ์และเพิ่มประสิทธิภาพของอุตสาหกรรม ไม่ถึง 10 แผน ต่อปี

4.การตื่นตัวของภาคอุตสาหกรรมอยู่ในระดับปานกลาง หมายถึง ทางภาคอุตสาหกรรมมีแผนในการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์และเพิ่มประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมอยู่ระหว่าง 1- 10 แผน ต่อปี

5.การตื่นตัวของภาคอุตสาหกรรมอยู่ในระดับสูง หมายถึง ทางภาคอุตสาหกรรมมีแผนในการปฏิบัติ เพื่อการอนุรักษ์และเพิ่มประสิทธิภาพของอุตสาหกรรม มากกว่า10 แผน ต่อปี

6. ภาครัฐให้การสนับสนุนในระดับต่ำ หมายถึง มีมาตราในการช่วยสนับสนุนต่างๆ เช่น ลดหย่อนภาษี ,ให้เงินกู้ยืม โดยมาตรา มีน้อยกว่า 5 มาตรการ

7. ภาครัฐให้การสนับสนุนในระดับสูง หมายถึง มีมาตราในการช่วยสนับสนุนต่างๆ เช่น ลดหย่อนภาษี ,ให้เงินกู้ยืม โดยมาตรา มีมากกว่า 5 มาตรการ

6.5.1 **สถานการณ์แบบดาวตก**

สถานการณ์แบบดาวตกนี้ เป็นสถานการณ์ที่เหตุการณ์ทุกอย่างยังดำเนินการต่อไปโดยไม่มีการคำนึงถึงการอนุรักษ์ หรือการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานใดๆ ภายใต้สถานการณ์เช่นนี้ ความสามารถในการแข่งขันด้านพลังงานของภาคอุตสาหกรรมจะมีทิศทางที่แย่ลง และอาจส่งผลทำให้ขาดศักยภาพในการแข่งขันกับประเทศคู่ค้าอื่นๆ ได้ในที่สุด

ภายใต้สถานการณ์เช่นนี้ ภาครัฐจะต้องเริ่มตระหนัก และกระตุ้นให้เกิดสำนึกด้านพลังงานผ่านทางโครงการ หรือข้อบังคับต่างๆ เป็นต้นว่า การออกกฎหมายเรียกเก็บภาษีพลังงาน เพื่อกระตุ้นให้ภาคอุตสาหกรรมหันมาสนใจ และให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์ และเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน

การดำเนินการของรัฐจะกระตุ้นให้สถานการณ์แปรเปลี่ยนไปในรูปแบบอื่น นั่นคือ สถานการณ์แบบดวงดาว

6.5.2 **สถานการณ์แบบดวงดาว**

สถานการณ์แบบดวงดาวเป็นสถานการณ์ที่ภาครัฐกระตุ้น และให้ความสำคัญในประเด็นที่เกี่ยวเนื่องกับพลังงานในระดับสูง ในขณะที่ภาคอุตสาหกรรมกลับไม่สนองตอบต่อความ

พยายามของภาครัฐเท่าที่ควร ภายใต้สถานการณ์เช่นนี้ ภาครัฐควรจะให้ความสำคัญกับการสร้างความร่วมมือเชิงผลประโยชน์กับภาคอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นไปได้ว่าอาจจะมีบางภาคอุตสาหกรรมที่มีความต้องการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงาน แต่เนื่องจากอาจติดข้อบังคับ หรือข้อกำหนดที่ภาครัฐสร้างขึ้น ทำให้ไม่เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพพลังงานภายในภาคอุตสาหกรรมในที่สุด ภายใต้สถานการณ์เช่นนี้การดำเนินการที่เร่งด่วน คือ การผสานความสัมพันธ์ระหว่างภาครัฐกับภาคเอกชนเพื่อให้เกิดเป็นความร่วมมือในระดับชาติ และนำไปสู่สถานการณ์แบบพระอาทิตย์ต่อไป

แต่อย่างไรก็ตาม หากภาครัฐมีนโยบายด้านการพลังงานที่ไม่ต่อเนื่อง หรือขาดความชัดเจน สถานการณ์จะกลับไปสู่สถานการณ์แบบดาวตก และอาจส่งผลทำให้การพัฒนาด้านพลังงานเกิดขึ้นอย่างไม่ถาวรในที่สุด

6.5.3 **สถานการณ์แบบดวงจันทร์**

สถานการณ์แบบดวงจันทร์นี้เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากสถานการณ์ดังกล่าวภาคอุตสาหกรรมจำเป็นต้องตระหนักรู้ถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานได้ด้วยตนเองก่อน

ภายใต้สถานการณ์เช่นนี้ เป็นการยากที่ภาคอุตสาหกรรมจะกระตุ้นให้ภาครัฐหันมาให้ความสนใจกับประเด็นด้านพลังงาน ดังนั้นภาคอุตสาหกรรมจะต้องสร้างความเข้มแข็งขึ้นระหว่างกัน โดยอาจจะจัดตั้งสื่อกลางเพื่อติดต่อ ของความช่วยเหลือจากภาครัฐ หรือสร้างกระแสด้านการอนุรักษ์พลังงานให้กับสังคม เพื่อกระตุ้นให้ภาครัฐหันมาสนใจ และให้ความช่วยเหลือในประเด็นด้านพลังงาน

การดำเนินการดังกล่าวอาจจะเกิดขึ้นได้ค่อนข้างยาก ดังนั้นภาคอุตสาหกรรมเองจำเป็นต้องมีความพยายามในการดำเนินการเพื่อให้แผนการดังกล่าวถูกผลักดันขึ้นเป็นวาระแห่งชาติด้วย

6.5.4 **สถานการณ์แบบพระอาทิตย์**

สถานการณ์แบบพระอาทิตย์นี้เป็นสถานการณ์ที่ผู้วิจัยคาดหวังให้เกิดขึ้น ภายใต้สถานการณ์เช่นนี้ การดำเนินการระหว่างภาครัฐ และภาคอุตสาหกรรมจะดำเนินไปอย่างราบรื่น เพราะต่างฝ่ายต่างมีความต้องการที่จะพัฒนาศักยภาพด้านพลังงานให้เกิดขึ้นอย่างถาวรด้วยใจจริง

ภายใต้สถานการณ์แบบพระอาทิตย์ ภาคอุตสาหกรรมจะได้รับผลประโยชน์จากภาครัฐโดยตรง นั่นคือ ภาคอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพจะถูกพัฒนาให้มีความสามารถสูงขึ้น (เป็นต้นว่า

ภาครัฐอาจสนับสนุนให้เกิดธุรกิจแบบครบวงจรขึ้นภายในประเทศ เป็นต้น) และสามารถแข่งขันในตลาดได้อย่างมั่นคง ในขณะที่ภาคอุตสาหกรรมที่ด้อยประสิทธิภาพก็จะถูกปรับปรุง และทำให้สามารถดำรงอยู่ หรือพัฒนาต่อไปในอนาคตได้

สำหรับผลประโยชน์ที่ภาครัฐจะได้รับโดยตรงจากสถานการณ์เช่นนี้ คือ การประหยัดงบประมาณของประเทศด้านพลังงานลง อีกทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้เศรษฐกิจของประเทศดำเนินไปอย่างมั่นคงภายใต้พื้นฐานของการจัดการด้านพลังงานที่มีประสิทธิภาพ

สถานการณ์ทั้ง 4 นี้ เป็นสถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้จริง โดยในแต่ละสถานการณ์จะมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน ซึ่งความคาดหวังของผู้วิจัยย่อมต้องการให้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นแบบพระอาทิตย์ แต่อย่างไรก็ตาม เราไม่สามารถปฏิเสธได้ว่า เหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้นเป็นสิ่งที่ไม่แน่นอน ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องประเมินสถานการณ์ ณ ปัจจุบันก่อนว่า ในขณะนี้สถานการณ์ด้านพลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำเป็นอย่างไร และเราจะสามารถดำเนินการใดๆ เพื่อให้เกิดการปรับปรุง หรือพัฒนาให้ดีขึ้น

6.5.2 การเชื่อมโยงแผนอนุรักษ์พลังงานเข้ากับการวิเคราะห์สถานการณ์

6.5.2.1 สถานการณ์ปัจจุบัน

หากกล่าวถึงสถานการณ์ด้านพลังงานในปัจจุบัน เราอาจกล่าวได้ว่า สถานการณ์ที่เป็นอยู่ในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำในขณะนี้มีลักษณะเป็นแบบดาวตก นั่นคือ ทั้งภาครัฐ และภาคอุตสาหกรรมต่างก็ไม่ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับประเด็นด้านพลังงานเท่าที่ควร ดังนั้น ณ เวลานี้ ภาครัฐมีส่วนสำคัญยิ่งต่อการกระตุ้นให้ภาคอุตสาหกรรมหันมาเอาใจใส่ ดูแลการจัดการพลังงานให้มากขึ้น วิธีการหลักๆ ที่ภาครัฐสามารถดำเนินการได้ คือ

1. การกระตุ้นให้เกิดจิตสำนึกด้านพลังงาน ผ่านทางกิจกรรมต่างๆ เป็นต้นว่า การจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน หรือกิจกรรมปลุกสำนึกต่างๆ

2. การสร้าง หรือออกข้อบังคับที่เกี่ยวเนื่องกับประเด็นด้านพลังงาน เช่น การออกกฎหมายเพื่อเรียกเก็บภาษีด้านพลังงาน หรือการออกข้อกำหนดด้านพลังงานต่างๆ เป็นต้นว่า การให้ความช่วยเหลือพิเศษสำหรับภาคอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการแข่งขัน และมีการจัดการด้านพลังงานที่เป็นเลิศ เป็นต้น

3. การวางแผนกลยุทธ์ด้านพลังงานในระยะยาว ซึ่งรัฐจำเป็นต้องทำการศึกษาความเป็นไปได้ต่างๆ ตลอดจนการสร้างศูนย์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานในระดับชาติ

ศูนย์ดังกล่าวจะต้องรวบรวมเอาผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน มิใช่เพียงแต่ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานเท่านั้น ทั้งนี้เป็นเพราะการดำเนินการในบางประเด็น เราอาจจำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านอื่นๆ ควบคู่กันไป อีกทั้งการมีผู้เชี่ยวชาญจากด้านต่างๆ จะทำให้เกิดมุมมองด้านการอนุรักษ์พลังงานที่หลากหลาย และมีความเป็นไปได้สูงในการปฏิบัติจริง

6.5.2.2 **กรณีที่สถานการณ์แบบดาวตกยังคงดำเนินต่อไป**

หากภาครัฐไม่มีนโยบายที่มั่นคง หรือชัดเจน เกี่ยวกับปัญหาด้านพลังงาน และการบริโภคพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำยังคงดำเนินต่อไปในลักษณะเช่นเดิม สถานการณ์ก็ยังจะคงอยู่ในรูปแบบของดาวตกต่อไป ซึ่งจะส่งผลทำให้ค่าความเข้มพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำโดยรวมเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 8 – 9 ต่อปี เมื่ออ้างอิงจากผลของดัชนีดิวิเซีย โดยใช้พลังงานรวมเป็นเกณฑ์)

6.5.2.3 **กรณีที่สถานการณ์เปลี่ยนไปเป็นสถานการณ์แบบดวงดาว**

อย่างไรก็ดี หากสถานการณ์แปรเปลี่ยนไปเป็นสถานการณ์แบบดวงดาว กล่าวคือ การดำเนินการของภาครัฐมีความชัดเจน แต่ภาคอุตสาหกรรมกลับไม่ให้ความร่วมมือ หรือไม่มีความมั่นใจในนโยบายของภาครัฐ การอนุรักษ์พลังงานที่เกิดขึ้นจะเกิดขึ้นได้ในแผนระยะกลาง และสั้น ดังที่ประเมินไว้ในหัวข้อ 6.3 เท่านั้น สำหรับผลของการอนุรักษ์สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6.6

ตารางที่ 6.6 ค่าความเข้มพลังงานที่ลดลงไปได้เมื่อมีการอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นในสถานการณ์แบบดวงดาว (การอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นในแผนระยะกลาง และสั้นเท่านั้น)

ประเภทอุตสาหกรรม	ค่าการอนุรักษ์ (MJ/1000บาท)	พลังงานที่ประหยัดลงไปได้	
		GJ ต่อปี	ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ
ผ้าผืน	25.16	3,233,414.36	76,187.90
ฟอก ย้อม พิมพ์	272.91	8,815,733.29	207,722.27
โดยรวม	74.93	12,049,147.66	283,910.17

6.5.2.4 กรณีที่สถานการณ์เปลี่ยนไปเป็นสถานการณ์แบบดวงจันทร์

ในสถานการณ์เช่นนี้การอนุรักษ์พลังงานที่เกิดขึ้นอาจเกิดขึ้นจากการอนุรักษ์พลังงานด้วยแผนระยะสั้น และแผนระยะกลางที่ไม่จำเป็นต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมากเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่การดำเนินการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในแผนระยะยาวอาจเกิดขึ้นจากการสร้างจิตสำนึกด้านพลังงานผ่านทางโครงการ หรือเทคนิคทางด้านวิศวกรรมบางประการ เช่น การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่า หรือการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน เป็นต้น

อย่างไรก็ดี การดำเนินการอนุรักษ์พลังงานที่นำเสนอส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้เงินลงทุนจำนวนมาก อีกทั้งระยะเวลาคืนทุนของการลงทุนส่วนใหญ่ก็ไม่เกิน 3 ปี (อ้างอิงจากภาคผนวก ข) ดังนั้นเราอาจนำเอาสัดส่วนการอนุรักษ์พลังงานจากที่ประเมินไว้ในหัวข้อ 6.3 มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์แบบดวงจันทร์โดยเพิ่มสัดส่วนการอนุรักษ์ด้วยแผนระยะยาวซึ่งในที่นี้ประเมินให้การอนุรักษ์ด้วยแผนการสร้างจิตสำนึกมีค่าอยู่ที่ร้อยละ 3 ของพลังงานงานที่ใช้ในการผลิต และอย่างน้อยร้อยละ 5 ของพลังงานไฟฟ้าในส่วนอื่นๆ (อ้างอิงจากผลของการดำเนินการในกรณีศึกษา ภาคผนวก ข ที่เกี่ยวเนื่องกับเทคนิคด้านวิศวกรรมแบบต่างๆ ยกเว้นการเปลี่ยนแปลงเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ขนาดใหญ่)

ผลของการอนุรักษ์พลังงานสามารถแสดงได้ด้วยตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6.7 ค่าความเข้มพลังงานที่ลดลงไปได้เมื่อมีการอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นในสถานการณ์แบบดวงจันทร์ (การอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นในแผนระยะยาวบางส่วน ที่ดำเนินไปพร้อมๆ กับแผนระยะกลาง และสั้น)

ประเภท อุตสาหกรรม	ค่าการอนุรักษ์ (MJ/1000บาท)	พลังงานที่ประหยัดลงไปได้	
		GJ ต่อปี	ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ
ผ้าผืน	32.33	4,154,078.88	97,881.22
ฟอก ย้อม พิมพ์	282.50	9,125,629.69	215,024.26
โดยรวม	82.58	13,279,708.57	312,905.48

6.5.2.5 กรณีที่สถานการณ์เปลี่ยนไปเป็นสถานการณ์แบบพระอาทิตย์

ในสถานการณ์แบบพระอาทิตย์ การอนุรักษ์พลังงานจะเกิดขึ้นได้จากการดำเนินการตามแผนระยะสั้น กลาง และยาว โดยแผนการดำเนินการระยะยาวที่เกิดขึ้นในสถานการณ์แบบพระอาทิตย์จะครอบคลุมไปถึงการเปลี่ยนเครื่องจักร หรือการนำเอา

เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยเข้ามาแทนเทคโนโลยีแบบเก่าที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งการนำเข้าเทคโนโลยีสมัยใหม่จะช่วยให้ประสิทธิภาพทั้งในเชิงพลังงาน และในเชิงการผลิตดีขึ้น ถึงแม้ว่าเราจะต้องใช้เงินลงทุนในช่วงต้นที่ค่อนข้างสูงก็ตาม

เหตุผลที่เรานำเอาการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีเข้ามาไว้ในแผนการอนุรักษ์พลังงานระยะยาว กรณีสถานการณ์แบบพระอาทิตย์ เป็นผลเนื่องมาจากการดำเนินการดังกล่าวจำเป็นต้องใช้เงินลงทุนที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นหากขาดการสนับสนุนจากภาครัฐและขาดการประสานงานที่ดีระหว่างกันก็ย่อมจะส่งผลให้เกิดความเสี่ยงในการลงทุน และอาจไม่คุ้มค่าหากรัฐได้ประเมินแล้วว่าภาคอุตสาหกรรมที่กำลังจะดำเนินการยังขาดศักยภาพในการแข่งขันอยู่ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคโนโลยีนี้เป็นข้อมูลที่ประเมินได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากในอุตสาหกรรมส่งทอส่วนกลางน้ำมิได้มีเครื่องจักรเพื่อทำการผลิตอยู่เพียงเครื่องเดียว อีกทั้งในแต่ละโรงงานก็อาจมีเครื่องจักรที่ต่างรุ่น ต่างอายุการใช้งานออกไป ดังนั้นในที่นี้จะขอประเมินการระดับการอนุรักษ์ไว้อย่างกว้างๆ โดยจะประเมินให้การอนุรักษ์ขั้นต่ำมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 (หรือกำหนดให้การเปลี่ยนเทคโนโลยีต้องมีค่าการปรับปรุงด้านพลังงานไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 นั่นเอง) ของพลังงานที่ใช้ในการผลิต ซึ่งผลของการอนุรักษ์พลังงานสามารถแสดงได้ด้วยตารางที่ 6.8

ตารางที่ 6.8 ค่าความเข้มพลังงานที่ลดลงไปได้เมื่อมีการอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นในสถานการณ์แบบพระอาทิตย์ (การอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นทั้งในแผนระยะยาว กลาง และสั้น)

ประเภทอุตสาหกรรม	ค่าการอนุรักษ์ (MJ/1000บาท)	พลังงานที่ประหยัดลงไปได้	
		GJ ต่อปี	ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ
ผ้าผืน	42.96	5,520,649.29	130,081.27
ฟอก ย้อม พิมพ์	293.72	9,487,888.76	223,560.06
โดยรวม	93.33	15,008,538.05	353,641.33

กล่าวโดยสรุป จากสถานการณ์ที่เป็นไปได้แบบต่างๆ เราสามารถนำมาเขียนให้อยู่ในรูปแบบของตารางได้ดังตารางที่ 6.9 นี้

ตารางที่ 6.9 สรุปผลการอนุรักษ์ และทิศทางการเปลี่ยนแปลงด้านพลังงานจากการวิเคราะห์สถานการณ์

สถานการณ์ใหม่ / สถานการณ์เดิม (ดาวตก)	ดาวตก	ดวงดาว	ดวงจันทร์	พระอาทิตย์
ทิศทางการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มพลังงาน	เพิ่มขึ้น	ลดลง	ลดลง	ลดลง
ศักยภาพในการแข่งขัน	ลดลง	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
กลไกสำคัญในการผลักดันไปสู่สถานการณ์ใหม่	ไม่มี	ภาครัฐ	ภาคอุตสาหกรรม	ทั้งภาครัฐ และภาคอุตสาหกรรม
แผนอนุรักษ์พลังงานตามกรอบเวลา	ไม่มี	สั้น และกลาง	สั้น กลาง และยาวบางส่วน	สั้น กลาง และยาว
การอนุรักษ์พลังงานในหน่วย MJ/1000 บาท ที่เกิดขึ้น	ไม่มี	74.93	82.58	93.33

จากตารางที่ 6.9 เป็นที่น่าสังเกตว่าการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรม ฟอก ย้อม พิมพ์ จะส่งผลต่อการลดลงของค่าความเข้มพลังงานโดยรวมค่อนข้างมาก ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากสัดส่วนการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมปั่นด้ายมีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมโดยรวมนั่นเอง

6.6 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ และเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในส่วนอุตสาหกรรมทั่วไป

การอนุรักษ์ และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานนั้น มักจะมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อเราสามารถอนุรักษ์พลังงานที่ใช้ในการผลิตลงไปได้ ประสิทธิภาพพลังงานของกระบวนการผลิตดังกล่าวก็จะดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการจะให้ได้มาซึ่งการอนุรักษ์ และประสิทธิภาพพลังงานนั้นผู้บริหารองค์กร ตลอดจนรัฐบาลจำเป็นต้องตระหนัก และเห็นคุณค่าของการประหยัด และเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานเสียก่อน ถึงแม้ว่าการประหยัด และอนุรักษ์พลังงานจะเป็นสิ่งที่ดี และควรทำ แต่เราก็ต้องไม่ลืมว่าการดำเนินการดังกล่าวบางครั้งอาจนำมาซึ่งผลกระทบ เป็นต้นว่าการต่อต้านจากพนักงานในองค์กร เป็นต้น

ทั้งนี้เมื่อผู้บริหารตระหนักรู้ ถึงข้อดี และข้อเสีย หรือผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานแล้ว ผู้บริหารจะต้องแสดงเจตจำนงทั้งต่อพนักงาน เพื่อให้พนักงานมีส่วนรับรู้ และเป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ทั้งนี้ การปลูกฝังความคิดเรื่องพลังงานถือเป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดของการดำเนินการ เพราะถึงแม้ว่าผู้บริหารจะมีเจตจำนงอย่างไร แต่พนักงานกลับไม่ให้ความสำคัญแล้ว ผลลัพธ์ที่ดีก็จะไม่เกิดขึ้น

การดำเนินการที่สำคัญที่สุดของการอนุรักษ์พลังงาน คือ การสร้างนโยบาย แผน และการควบคุมสำหรับการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งก่อหนน้านี้ในบทที่ 5 ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการต่างๆ ในการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมไม่ว่าจะเป็นการนำเอาวิศวกรรมคุณค่า หรือระบบบริหารจัดการพลังงานเข้าไปใช้ ซึ่งหากโรงงานอุตสาหกรรมยังไม่พร้อมการดำเนินการที่ง่ายที่สุดที่สามารถทำได้ และส่งผลดีในช่วงระยะเวลาอันสั้น คือ การปรับเทียบเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงานอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ตลอดจนการใช้มาตรการง่ายๆ เช่น ปิดไฟเมื่อไม่ใช้ การหันมาใช้บันไดแทนการใช้ลิฟต์ ปิดเครื่องทำความเย็นขณะไม่มีคน และอื่นๆ

แต่อย่างไรก็การดำเนินการบางอย่างอาจไม่ให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นทันตา เพราะการดำเนินการบางอบ่างอาจจำเป็นต้องอาศัยเงินลงทุน เช่น การเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ล้าสมัย เป็นอุปกรณ์ที่ทันสมัยและมีค่าประสิทธิภาพพลังงานที่ดีเยี่ยม เป็นต้น และถึงแม้ว่าเราจะลงทุนไปกับระบบการอนุรักษ์พลังงานที่ดีแล้ว ค่าประสิทธิภาพพลังงานก็อาจจะไม่ดีขึ้นก็เป็นได้ ทั้งนี้เหตุการณ์ดังกล่าวอาจเกิดขึ้นมาจากการละเลยของพนักงาน หรือการไม่เอาใจในแผนการควบคุมโครงการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานก็เป็นได้ ฉะนั้นแผนการควบคุม และสร้างจิตสำนึกให้กับพนักงานจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ และไม่อาจละเลยได้เลยสำหรับการดำเนินการเพื่อการอนุรักษ์ และเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน

บางครั้งผลตอบแทนที่เกิดขึ้น อาจไม่สามารถประเมินออกมาเป็นตัวเงินได้ ตัวอย่างเช่น อาจเกิดขึ้นในรูปของการลดลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือก๊าซเรือนกระจกที่โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยสู่บรรยากาศ ผู้บริหารโรงงานอุตสาหกรรมอาจมองว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้ก่อมูลค่าเพิ่มด้านการเงินให้กับองค์กร จึงไม่ดำเนินการเพื่อปรับปรุง จริงๆ แล้วการคิดเช่นนี้เป็นการคิดที่ผิดอย่างยิ่ง

ผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมนับเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งทำให้พลังงานของโลกถูกใช้เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีก๊าซเรือนกระจก การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกจะส่งผลทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น และเมื่ออุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น มนุษย์ก็จะหลีกเลี่ยงความร้อนด้วยการใช้พลังงานเพื่อการทำความเย็น ทำให้พลังงานถูกใช้ไปอย่างสิ้นเปลืองสูงขึ้นเรื่อยๆ

ผู้บริหารบางท่านอาจคิดว่า การปรับปรุงที่องค์กรของตนเพียงอย่างเดียวคงไม่อาจช่วยให้สถานการณ์โดยภาพรวมดีขึ้นได้ ดังนั้นจึงเลือกที่จะไม่ทำการแก้ไขปรับปรุง แนวคิดนี้ก็ถือเป็นแนวคิดที่ผิดอีกเช่นกัน เพราะการปรับปรุงที่องค์กรของตนเพียงอย่างเดียวก็สามารถลดค่าใช้จ่าย

ต่างๆ ที่เกิดขึ้นต่อองค์กรโดยตรงได้ โดยไม่ต้องพิจารณาในภาพรวม อีกทั้งการปรับปรุงจะช่วยให้โรงงานสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนต่ำ ในขณะที่คุณภาพยังคงไว้ในระดับเดิม ซึ่งถือเป็นจุดได้เปรียบในการแข่งขัน

ทั้งนี้ รัฐบาลถือเป็นเฟืองตัวสำคัญในการขับเคลื่อนให้เกิดการอนุรักษ์ และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานได้มากที่สุดองค์กรหนึ่ง ทั้งนี้เป็นเพราะรัฐมีอำนาจ และถือเป็นโฆษกอันยอดเยี่ยมสำหรับการประชาสัมพันธ์ ไม่เฉพาะแต่ในโรงงานอุตสาหกรรม หากแต่ยังรวมไปถึงประชาชนทุกคนภายในประเทศได้เป็นอย่างดี

ในต่างประเทศบางประเทศโรงงานอุตสาหกรรมจะถูกควบคุมปริมาณการใช้พลังงาน และจะถูกปรับหากการใช้พลังงานสูงเกินกว่าที่กำหนด บางประเทศก็ใช้วิธีการกำหนดมาตรฐานขึ้นเพื่อให้โรงงานอุตสาหกรรมใช้เป็นสากล นโยบายต่างๆ เหล่านี้ของรัฐก็เป็นตัวสนับสนุนที่จะทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้ โดยในประเทศไทยเราก็เคยมีโครงการในทำนองนี้เช่นเดียวกัน เช่น โครงการประหยัด 2 ต่อ เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปแล้วการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานถึงแม้ว่าจะเริ่มต้นจากจุดเล็กๆ ในสังคม แต่ก็ถือว่าเป็นสิ่งที่ยิ่งใหญ่สำหรับประเทศชาติ ทั้งนี้หากคนเราทุกคนหันมาร่วมกันประหยัด และค้นหาวิธีการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน เพื่อให้พลังงานที่ใช้ไปถูกใช้ไปอย่างมีคุณค่าสูงสุดแล้ว ผลตอบแทนที่ได้รับจะมีค่าอย่างมากมายมหาศาล ซึ่งผลลัพธ์นี้ ไม่เพียงจะดีต่อคนรุ่นปัจจุบัน หากแต่ยังจะเป็นการเผื่อแผ่ไปสู่คนในอนาคต นั่นคือ ลูก หลานของเราในอนาคตข้างหน้าอีกด้วย ดังนั้นจุดเริ่มต้นที่สำคัญที่สุดของการอนุรักษ์พลังงาน คือ *ตัวของเรา* นั่นเอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

สรุปงานวิจัย

7.1 สรุปงานวิจัย

"พลังงาน" เป็นปัจจัยพื้นฐานในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยพลังงานที่ถูกใช้นอกเหนือไปจากงานทางด้านสาธารณูปโภคจะถูกนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตเป็นส่วนใหญ่ ด้วยสัดส่วนของมูลค่าพลังงานร้อยละ 36 ของพลังงานรวมที่ถูกใช้ภายในประเทศ ทั้งนี้หากพลังงานส่วนใหญ่ของประเทศถูกนำใช้ไปอย่างขาดประสิทธิภาพ ก็ย่อมทำให้เกิดความสูญเปล่าและนำมาซึ่งความสูญเสียอย่างใหญ่หลวงต่อประเทศได้ ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมจึงเป็นสิ่งที่ควรดำเนินการอย่างยิ่ง จุดมุ่งหมายหลักของการศึกษาประสิทธิภาพพลังงานในกลุ่มอุตสาหกรรมนั้นอยู่ที่การค้นหา และปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของอุตสาหกรรมที่เป็นปัญหา เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันกับประเทศคู่ค้าอื่นๆ

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานที่สำคัญที่ถูกหยิบยกขึ้นมา คือ ความเข้มพลังงาน (Energy Intensity หรือ EI) ซึ่งมีค่าเท่ากับ ปริมาณพลังงานเบื้องต้นที่ใช้ ต่อ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product หรือ GDP) ซึ่งในช่วงเวลาที่ผ่านมาค่าความเข้มพลังงานของประเทศไทยในกลุ่มอุตสาหกรรมมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น แต่เนื่องจากภาคอุตสาหกรรมการผลิตมีความซับซ้อน และมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย จึงทำให้การศึกษาประสิทธิภาพพลังงานของทั้งภาคอุตสาหกรรมไม่สามารถดำเนินการให้ลุล่วงได้ในเวลาที่จำกัด ดังนั้นทางกรมพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน หรือ พพ.จึงได้ทำการแบ่งกลุ่มของอุตสาหกรรมออกเป็นส่วนๆ โดยงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงการศึกษาในส่วนของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำเพียงเท่านั้น

อุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำนั้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ได้แก่

1. อุตสาหกรรมผ้าผืน ซึ่งสามารถแบ่งแยกออกตามประเภทของผ้าผืนได้ 2 ประเภท คือ

- ผ้าทอ ได้แก่ ผ้าผืนที่มาจากการทอผ้า ทั้งที่มาจากด้ายฝ้าย และด้ายใยสังเคราะห์
- ผ้าถัก ได้แก่ ผ้าผืนที่มาจากการถักผ้า ทั้งที่มาจากด้ายฝ้าย และด้ายใยสังเคราะห์

2. อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ อุตสาหกรรมนี้จะอาศัยวัตถุดิบเป็นผ้าผืนภายในประเทศเป็นหลัก โดยมีการนำเข้าเป็นบางส่วนเท่านั้น

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ได้แก่

- ฟอกย้อมผ้าทอ ได้แก่ ผ้าฟอก ย้อม ที่เป็นชนิดผ้าทอ
- ฟอกย้อมผ้าถัก ได้แก่ ผ้าฟอก ย้อม ที่เป็นชนิดผ้าถัก
- ย้อมพิมพ์ ซึ่งแบ่งเป็นการย้อมพิมพ์สำหรับผ้าทอ และผ้าถัก

ในการศึกษาครั้งนี้เราได้มุ่งเน้นการศึกษาไปที่อุตสาหกรรมกลางน้ำซึ่งครอบคลุมเฉพาะอุตสาหกรรมผ้าผืน และอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ผ่านทางดัชนีตรวจจับการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพพลังงานที่เรียกว่า ดัชนีดิวิเซีย (Divisia Index)

ตารางที่ 7.1 ผลลัพธ์จากการคำนวณทั้งหมดของความเข้มพลังงานปี พ.ศ. 2546 เมื่อใช้ปี พ.ศ. 2545 เป็นฐาน

มูลค่า	แหล่งพลังงาน	De	DS1	DS2	ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานโดยรวม ปี พ.ศ. 2546	ดัชนีการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานจากโครงสร้าง ปี 2546
มูลค่าการผลิต	พลังงานรวม	1.030632774	1.046985617	1.0108042	1.0907161	1.0582975
	พลังงานไฟฟ้า	1.023471959	1.006147578	1.0179977	1.0482972	1.0242559
	พลังงานความร้อน	1.005246578	1.092254308	1.0032301	1.1015315	1.0957824
มูลค่าการขนส่ง	พลังงานรวม	1.035341918	1.038418344	1.0083723	1.0841192	1.0471123
	พลังงานไฟฟ้า	1.030286013	1.000564782	1.0129396	1.0442069	1.0135117
	พลังงานความร้อน	1.041659786	1.087586522	1.0027263	1.1359837	1.0905516

ผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยดัชนีดังกล่าวแสดงให้เราเห็นว่า

1. ประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำโดยรวมยังถือได้ว่าขาดประสิทธิภาพ และมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่จะเพิ่มสูงขึ้นในทุกแหล่งพลังงาน ไม่ว่าจะคำนวณด้วยมูลค่าผลผลิต หรือมูลค่าขนส่ง

2. ความเข้มพลังงานโดยรวมมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มพลังงานเกิดจากหลายๆ ส่วนรวมกัน ยกเว้นอุตสาหกรรมถักผ้า และอุตสาหกรรมฟอกย้อมผ้าถัก

3. อุตสาหกรรมที่ถือว่าเป็นแหล่งปัญหาการเพิ่มสูงขึ้นของความเข้มพลังงานโดยรวมในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ คือ อุตสาหกรรมผ้าทอ อุตสาหกรรมฟอกย้อมผ้าทอ และอุตสาหกรรมย้อมพิมพ์ โดยสาเหตุหลักของการเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มพลังงานนั้น เกิดจากมูลค่า

ผลผลิตโดยรวมที่ลดต่ำลง ในขณะที่การใช้พลังงานกลับไม่ลดลง หรือลดลงน้อยกว่าอัตราการลดลงของมูลค่าผลผลิต

4. อุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำซึ่งควรทำการควบคุม แก้ไข รวมถึงทำการปรับปรุงด้านความเข้มพลังงานอย่างเร่งด่วนมากที่สุด แบ่งตามประเภทพลังงานสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้ คือ

พลังงานรวม	พลังงานไฟฟ้า	พลังงานความร้อน
1. ผ้าทอ	1. ผ้าทอ	1. ฟอกย้อมผ้าถัก
2. ย้อมพิมพ์	2. ฟอกย้อมผ้าถัก	2. ผ้าทอ
3. ฟอกย้อมผ้าทอ	3. ฟอกย้อมผ้าทอ	

สำหรับบทสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์การบริโภค และความยืดหยุ่นพลังงานนั้น เป็นไปดังนี้

1. เมื่อวิเคราะห์ถึงภาพรวมของการบริโภคพลังงานเราพบว่า ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงการบริโภคพลังงานลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการลดลงของการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผ้าผืนเป็นหลัก ทำให้ค่าความเข้มพลังงานของอุตสาหกรรมกลางน้ำลดลง

ตารางที่ 7.2 สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานจากส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงานทั้งหมด

MJ/Ton	อุตสาหกรรมผ้าผืน	อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์	อุตสาหกรรมสิ่งทอกลางน้ำภาพรวม
การเปลี่ยนแปลงของผลรวมความเข้มพลังงาน	-2,150.72	-	-307.70
การเปลี่ยนแปลงของความเข้มพลังงานเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต	0.16	-	26.93
การเปลี่ยนแปลงของความเข้มพลังงานเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน	-2,150.87	1,454.14	-334.63
Residual	-0.63	-	-0.13

นอกจากนี้ เมื่อวิเคราะห์ถึงภาพรวมของการบริโภคพลังงานแล้ว เราพบว่า อุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงการบริโภคพลังงานที่ลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการลดลงของการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผ้าผืน เป็นส่วนใหญ่

2. การวิเคราะห์การบริโภคพลังงานนี้บ่งชี้ว่า อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ควรได้รับการดูแลด้านการบริหารจัดการพลังงานมากที่สุด โดยแบ่งตามประเภทพลังงานสามารถเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาได้ดังนี้ คือ

พลังงานรวม	พลังงานไฟฟ้า	พลังงานความร้อน
1. ย้อมพิมพ์	1. ฟอกย้อมผ้าถัก	1. ย้อมพิมพ์
2. ฟอกย้อมผ้าทอ	2. ฟอกย้อมผ้าทอ	2. ฟอกย้อมผ้าทอ
3. ฟอกย้อมผ้าถัก		

อย่างไรก็ดี การวิเคราะห์การบริโภคพลังงานนี้ไม่ได้คำนึงถึงมูลค่าด้านการตลาดของผลิตภัณฑ์แต่อย่างใด ดังนั้นการนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าสถานการณ์ปัจจุบันค่าความเข้มพลังงานในหน่วยของพลังงาน ต่อ บาทของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนผ้าผืนจะดีกว่าอุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์

ตารางที่ 7.3 สรุปค่าต่างๆ ในการวิเคราะห์การบริโภคพลังงาน

	อุตสาหกรรมผ้าผืน	อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์	อุตสาหกรรมสิ่งทอกลางน้ำภาพรวม
พลังงานรวมปี 2545 (MJ)	33,282,306,707.00	37,505,837,038.40	65,060,171,392.47
พลังงานรวมปี 2546 (MJ)	30,833,503,908.00	37,695,060,267.35	62,309,408,419.55
พลังงานที่เพิ่มขึ้น (MJ)	-2,448,802,799.00	189,223,228.95	-2,750,762,972.92
ผลต่างพลังงานอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับการผลิต (MJ)	-843,250,294.00	-950,258,898.45	-2,322,186,096.61
ผลต่างพลังงานอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต (MJ)	0.00	0.00	24,739,425.39
ผลต่างพลังงานอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มพลังงาน (MJ)	-1,647,288,695.00	1,169,102,860.72	-497,199,173.32
ผลต่างพลังงานรวมทั้งหมด (MJ)	-2,490,538,989.00	218,843,962.27	-2,794,645,844.54
ผลต่างระหว่างพลังงานที่เพิ่มขึ้นกับผลต่างพลังงานรวมที่คำนวณได้ (MJ)	41,736,190.00	-29,620,733.31	43,882,871.63
Residual (MJ)	41,736,190.00	43,882,871.63	43,882,871.63
สัมประสิทธิ์พลังงาน	2.90400	-0.19913	1.18456

สำหรับการดำเนินการเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับตามช่วงเวลาของแผนดำเนินการ คือ

1. การดำเนินการสำหรับการหวังผลระยะสั้น (ระยะเวลาไม่เกิน 2 ปี) มักจะใช้แนวทางการบริหารพลังงาน และการปรับปรุงระบบแบบต่างๆ

2. การดำเนินการสำหรับการหวังผลระยะกลาง (ระยะเวลามากกว่า 2 ปี) มักจะใช้การให้แรงจูงใจด้านการเงิน และระบบภาษี (Economy and Fiscal Incentives) ในการสนับสนุนให้หน่วยงานมีการลงทุนด้านการประหยัดพลังงาน ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการให้เงินเสริมการลงทุน (Investment Subsidies) หรือการให้กู้ดอกเบี้ยต่ำ (Soft loans) หรืออาจอยู่ในรูปของการให้สิทธิทางภาษี

3. การดำเนินการสำหรับการหวังผลระยะยาว (เกินกว่า 5 ปีขึ้นไป) มักจะใช้การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่เพื่อให้ได้อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

การดำเนินทั้ง 3 แบบจะมีความเกี่ยวโยงกันระหว่างตัวอุตสาหกรรม และภาครัฐ โดยภาครัฐจะต้องให้การสนับสนุนไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบของการปรึกษา หรือการสนับสนุนด้านการเงินก็ตาม ในขณะที่อุตสาหกรรมเองก็ต้องตระหนักถึงปัญหา และให้ความร่วมมือกับภาครัฐอย่างเต็มที่

แต่อย่างไรก็ดี ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและประเมินค่าการอนุรักษ์ที่เกิดขึ้นผ่านทางการดำเนินการระยะสั้น และปานกลาง โดยได้ผลของการอนุรักษ์เป็นไปดังตารางที่ 7.4 นี้

ตารางที่ 7.4 สรุปค่าความเข้มพลังงานก่อน และหลังอนุรักษ์พลังงาน

ประเภท	ค่าความเข้มพลังงานรวม (MJ/1000 บาท)			
	ปี พ.ศ. 2545	ปี พ.ศ. 2546 (ก่อนอนุรักษ์)	ปี พ.ศ. 2546 (หลังการอนุรักษ์)	ผลต่างค่าความเข้มพลังงานที่อนุรักษ์ได้
ผ้าผืน	224.19	239.94	214.78	25.16
ฟอก ย้อม พิมพ์	1146.19	1166.92	894.02	272.91
โดยรวม	390.71	426.16	351.23	74.93

ทั้งนี้ ผลต่างของค่าความเข้มพลังงานที่ลดลงไปได้นั้นเป็นค่าสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นได้ เมื่อเราดำเนินการตามแผนการอนุรักษ์ทั้ง 2 ระยะพร้อมๆ กัน แต่หากเราจะพิจารณาเป็นปริมาณพลังงานที่ลดลงไปได้เมื่อมีการอนุรักษ์แล้ว จะได้ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 7.5 นี้

ตารางที่ 7.5 ค่าพลังงานที่ลดลงไปได้เมื่อมีการอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้น

ประเภทอุตสาหกรรม	ค่าการอนุรักษ์ (MJ/1000บาท)	พลังงานที่ประหยัดลงไปได้	
		GJ ต่อปี	ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ
ผ้าผืน	25.16	3,233,414.36	76,187.90
ฟอก ย้อม พิมพ์	272.91	8,815,733.29	207,722.27
โดยรวม	74.93	12,049,147.66	283,910.17

เนื่องจากความไม่แน่นอนของเหตุการณ์ในอนาคต ทำให้ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์รูปแบบของผลลัพธ์ที่แตกต่างกันออกไปตามสถานการณ์ หรือที่เรียกว่า การวิเคราะห์ตามสถานการณ์ ซึ่งจากการวิเคราะห์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันหากไม่มีการดำเนินการใดๆ สัดส่วน หรือการบริโภคพลังงานจะยังคงเพิ่มขึ้นในสัดส่วนร้อยละ 5 – 7 แต่หากเราดำเนินการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพพลังงาน เราจะได้ว่าผลลัพธ์ที่เป็นไปได้อาจมีค่าเป็นไปดังแสดงไว้ในตารางที่ 7.6 ตามแต่สถานการณ์ที่ดำเนินไป

ตารางที่ 7.6 สรุปผลการอนุรักษ์ และทิศทางการเปลี่ยนแปลงด้านพลังงานจากการวิเคราะห์สถานการณ์

สถานการณ์ใหม่ / สถานการณ์เดิม (ดาวตก)	ดาวตก	ดวงดาว	ดวงจันทร์	พระอาทิตย์
ทิศทางการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มพลังงาน	เพิ่มขึ้น	ลดลง	ลดลง	ลดลง
ศักยภาพในการแข่งขัน	ลดลง	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
กลไกสำคัญในการผลักดันไปสู่สถานการณ์ใหม่	ไม่มี	ภาครัฐ	ภาคอุตสาหกรรม	ทั้งภาครัฐ และภาคอุตสาหกรรม
แผนอนุรักษ์พลังงานตามกรอบเวลา	ไม่มี	สั้น และกลาง	สั้น กลาง และยาวบางส่วน	สั้น กลาง และยาว
การอนุรักษ์พลังงานในหน่วย MJ/1000 บาท ที่เกิดขึ้น	ไม่มี	74.93	82.58	93.33

7.2 ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะจากการศึกษาวิจัย

7.2.1 ข้อจำกัดด้านข้อมูล

จากการศึกษาที่ผ่าน ผู้วิจัยได้เล็งเห็นว่า ข้อจำกัดส่วนใหญ่ของการศึกษาครั้งนี้อยู่ที่ข้อมูลประกอบการศึกษา ทั้งนี้ในการศึกษาประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมหนึ่งๆ เราจำเป็นต้องมีข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ อันประกอบไปด้วย ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์ และข้อมูลด้านพลังงานที่เพียงพอ และน่าเชื่อถือ แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่า ข้อมูลเหล่านี้มีอยู่อย่างกระจัดกระจาย และไม่สามารถเชื่อมโยงกันได้อย่างสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบางอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนปลายน้ำ ซึ่งข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์บางตัวมีหน่วยเป็นตัว แต่ข้อมูลบางตัวกลับมีหน่วยเป็นกิโลกรัม หรือตันของผลผลิต ซึ่งไม่สามารถแยกแยะประเภท หรือจำนวนในผลผลิตดังกล่าวได้อย่างชัดแจ้ง

นอกจากนี้ข้อมูลที่เก็บมายังมีความแปรปรวนสูง และไม่ได้มีการตรวจสอบอย่างจริงจังว่าข้อมูลเหล่านั้นเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง ตรงตามความเป็นจริงหรือไม่ เช่น ข้อมูลพลังงาน เป็นต้น

ความผิดพลาดของข้อมูลเหล่านี้จะนำไปสู่การวิเคราะห์ที่ผิดพลาด และคลาดเคลื่อนไปจากสภาพความเป็นจริงที่เป็นอยู่ ตลอดจนทำให้เกิดการแก้ไขปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาอย่างแท้จริง

เราจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว โดยเราจำเป็นต้องออกแบบใบบันทึกพลังงานของกลุ่มโรงงานตัวอย่างเสียใหม่ ให้ครอบคลุมทั้งแง่ของเศรษฐศาสตร์ และพลังงาน และยังจะต้องมีการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่ได้มาน่าเชื่อถือ และมีความถูกต้องจริง แต่อย่างไรก็ตามการดำเนินการดังกล่าวอาจทำได้ยาก เพราะข้อมูลบางอย่างอาจเป็นความลับของบริษัทโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์บางตัว ส่วนข้อมูลด้านพลังงานนั้น เราไม่ถือเป็นข้อมูลที่เป็นความลับแต่อย่างใด เพราะโรงงานที่มีค่าต้นทุนพลังงานต่ำ ไม่ได้หมายถึงเป็นโรงงานที่มีเครื่องจักรที่ดีเพียงอย่างเดียว หากแต่ต้องมีการจัดการพลังงานที่ดีด้วย ดังนั้นการลอกเลียนแบบเครื่องจักรเพื่อการประหยัดพลังงานจึงไม่อาจให้ผลที่ดีเท่ากันกับองค์กรที่มีการจัดการด้านพลังงานควบคู่กันไปได้ นอกจากนี้การเปิดเผยข้อมูลด้านพลังงานยังเป็นผลดีต่ออุตสาหกรรมโดยรวมอีกด้วย เนื่องจากประเด็นดังกล่าวจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความพยายามในการลดต้นทุนด้านพลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี

สิ่งสำคัญประการหนึ่งของการดำเนินการออกแบบรูปแบบการเก็บข้อมูล คือ เราจำเป็นต้องทำความเข้าใจถึงระบบการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์ และความถูกต้องในการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน

7.2.2 ข้อจำกัดของตัวแบบเพื่อการคำนวณ

ตัวแบบในการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ คือ ดัชนีดิวิเซีย ดัชนีตัวดังกล่าวถือเป็นดัชนีเพื่อการชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานที่ใช้กันอย่างแพร่หลายตัวหนึ่ง ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากดัชนีดังกล่าวสามารถวัดผลออกมาได้ว่าความเข้มพลังงานของอุตสาหกรรมโดยรวมเกิดขึ้นมาจากปัจจัยใดระหว่างปัจจัยด้านความเข้มพลังงานของอุตสาหกรรมเฉพาะอย่าง และปัจจัยการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง หรือสัดส่วนของการผลิต

ข้อจำกัดของตัวแบบดังกล่าว คือ การคำนวณที่ยุ่งยากเมื่อมีการแบ่งกลุ่ม หรือระดับของการศึกษามากเกินไป อีกทั้งรูปแบบของการวิเคราะห์ก็มีอยู่ด้วยกันหลากหลาย เราไม่สามารถกล่าวได้อย่างชัดแจ้งว่ารูปแบบใดเป็นรูปแบบที่ดีที่สุด หากแต่เราอาจจะกล่าวได้ถึงทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้

ข้อจำกัดดังของตัวชี้วัดดังกล่าวยังขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของข้อมูลอีกด้วย ทั้งนี้การแบ่งระดับของการศึกษาจะขึ้นตรงกับข้อมูลที่มีอยู่ จึงอาจทำให้เราไม่สามารถศึกษาในรูปแบบที่ดีที่สุดตามที่ต้องการได้

ถึงแม้ว่ารูปแบบการวิเคราะห์ด้วยดัชนีดิวิเซียจะมีข้อจำกัดอยู่บ้าง แต่เราก็ถือได้ว่ารูปแบบการวิเคราะห์ด้วยดัชนีดังกล่าวมีความเหมาะสม และสามารถแสดงให้เราถึงทิศทางการเปลี่ยนแปลง และความเป็นไปของค่าประสิทธิภาพพลังงานได้ในระดับหนึ่ง

7.2.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษามาตรการต่างๆ ในด้านการประหยัดพลังงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนกรณีศึกษาจากต่างประเทศ ผู้วิจัยมีความเห็นว่า

1. ควรมีการกำหนดให้มีผู้รับผิดชอบในการดำเนินการด้านการพัฒนาประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรม หรือกำหนดให้มีการตั้งหน่วยงาน (หรือโครงการ) ที่รับผิดชอบขึ้น
2. เราจำเป็นต้องกระตุ้นให้เกิดจิตสำนึกในการประหยัดพลังงาน ไม่ว่าจะด้วยมาตรการด้านภาษี ที่มีทั้งผลในทางบวก สำหรับผู้ดำเนินการให้เกิดการประหยัดพลังงาน และผลในทางลบสำหรับผู้ที่ไม่ดำเนินการ แต่อย่างไรก็ดีก่อนการออกกฎหมายเรียกเก็บภาษี ภาครัฐควรมีการศึกษาถึงประเด็นในรายละเอียดปลีกย่อยต่างๆ ด้วยเช่นกัน
3. ดำเนินการให้มีการจัดทำข้อตกลงอาสาสมัครกับอุตสาหกรรมในการกำหนดเป้าหมาย และดำเนินการให้เกิดการบริโภคพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับโรงงานที่เข้าร่วมในโครงการนี้ ค่าความเข้มพลังงาที่จะใช้เป็นฐานอ้างอิงสำหรับการกำหนดเป้าหมายควรเป็นค่าความเข้มพลังงานเมื่อเทียบกับปริมาณการผลิต ทั้งนี้เพราะการใช้ค่าความเข้มพลังงาน เมื่อเทียบกับมูลค่าทางเศรษฐกิจจะมีปัญหาที่อุตสาหกรรมเองไม่

สามารถควบคุมความผันแปรที่เกิดขึ้นจากราคาจำหน่ายของสินค้า ซึ่งมาจากกลไกทางการตลาด

4. ควรมีการดำเนินการให้มีการจัดทำฐานข้อมูลสำหรับการประมวลค่าความเข้มพลังงานของอุตสาหกรรม เพื่อใช้เป็นฐานอ้างอิงสำหรับการดำเนินด้านนโยบายและมาตรการต่างๆ ด้านพลังงาน ฐานข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญหนึ่ง คือ บพร.1 ซึ่งเมื่อมีการปรับรายละเอียดในแบบฟอร์มการรายงานให้เหมาะสมกับแต่ละอุตสาหกรรมจะทำให้สามารถประมวลค่าความเข้มพลังงาน รวมทั้งติดตามการเคลื่อนไหวของของบริโภคพลังงานในอุตสาหกรรมได้ใกล้เคียงยิ่งขึ้น

5. เพื่อให้งานวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่ไม่แน่นอนในอนาคต ควรกำหนดให้มีการศึกษาสถานการณ์ควบคู่ไปกับการแผนการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผน และพัฒนาปรับปรุงให้เกิดการพัฒนาค่าประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง และใช้ได้จริง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จิราภรณ์ ชาวงศ์ (แปล), Richard T. Froyen. 1996. เศรษฐศาสตร์มหภาค ทฤษฎีและนโยบาย (ฉบับมาตรฐาน). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชนา

ประพันธ์ เศวตนันทน์. 2544. เศรษฐศาสตร์มหภาค. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เทิดศักดิ์ ศรีสุรพล. 2535. เศรษฐศาสตร์มหภาค1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รัตนา สายคณิต. 2544. เครื่องชี้สภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจมหภาค. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันชัย มิ่งมณีนาคิน. 2546. เศรษฐศาสตร์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

อภิรัฐ ตั้งกระจ่าง. 2545. เศรษฐศาสตร์มหภาค. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ Diamond in Business world

ภาษาอังกฤษ

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

Jacco C.M. Farla, Kornelis Blok. 2002. Industrial long-term agreements on energy efficiency in The Netherlands. A critical assessment of the monitoring methodologies and quantitative results. Journal of Cleaner Production . 10 : 165–182

Marco A. Saidel, Sizenando S. Alves. 2003. Energy efficiency policies in the OECD countries. Applied Energy. 76 : 123–134

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
รายละเอียดประกอบการคำนวณดัชนีดิวิเซีย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า De ของพลังงานรวมโดยใช้มูลค่าการผลิตเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	22,350,479.44	0.315738	20,273,349.01	0.295838	0.192897	0.214749	0.305787774	0.107311163	0.032814442
	2	ผ้าถัก	10,931,827.27	0.15443	10,560,154.90	0.154099	0.335451	0.309693	0.154264394	-0.079892233	-0.012324527
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	19,727,328.64	0.278681	19,742,876.87	0.288097	0.990686	1.004336	0.28338915	0.013683395	0.003877726
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	9,082,455.46	0.128305	8,885,921.93	0.129667	0.974939	0.966222	0.128986086	-0.008980813	-0.0011584
	5	ย้อมพิมพ์	8,696,052.94	0.122846	9,066,261.47	0.132299	2.48923	2.628885	0.127572596	0.054586305	0.006963717
		รวม	70,788,143.75	1	68,528,564.18	1			1		0.030172957

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า DS1 ของพลังงานรวมโดยใช้มูลค่าการผลิตเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	22,350,479.44	0.315738	20,273,349.01	0.295838	0.819392	0.79912	0.305787774	-0.025052171	-0.007660648
	2	ผ้าถัก	10,931,827.27	0.15443	10,560,154.90	0.154099	0.819392	0.79912	0.154264394	-0.025052171	-0.003864658
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	19,727,328.64	0.278681	19,742,876.87	0.288097	0.180608	0.20088	0.28338915	0.106381574	0.030147384
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	9,082,455.46	0.128305	8,885,921.93	0.129667	0.180608	0.20088	0.128986086	0.106381574	0.013721743
	5	ย้อมพิมพ์	8,696,052.94	0.122846	9,066,261.47	0.132299	0.180608	0.20088	0.127572596	0.106381574	0.013571374
		รวม	70,788,143.75	1	68,528,564.18	1			1		0.045915195

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.3 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า DS2 ของพลังงานรวมโดยใช้มูลค่าการผลิตเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	22,350,479.44	0.315738	20,273,349.01	0.295838	0.780484	0.734648	0.305787774	-0.060522474	-0.018507033
	2	ผ้าถัก	10,931,827.27	0.15443	10,560,154.90	0.154099	0.219516	0.265352	0.154264394	0.189631006	0.029253312
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	19,727,328.64	0.278681	19,742,876.87	0.288097	0.608541	0.608541	0.28338915	-2.22045E-16	-6.2925E-17
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	9,082,455.46	0.128305	8,885,921.93	0.129667	0.284698	0.284698	0.128986086	0	0
	5	ย้อมพิมพ์	8,696,052.94	0.122846	9,066,261.47	0.132299	0.106762	0.106762	0.127572596	2.22045E-16	2.83268E-17
		รวม	70,788,143.75	1	68,528,564.18	1			1		0.010746279

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.4 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า De ของพลังงานไฟฟ้าโดยใช้มูลค่าการผลิตเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	2,398,563.03	0.515681	2,155,792.31	0.498144	0.020701	0.022836	0.506912	0.098140265	0.049748508
	2	ผ้าถัก	1,173,159.48	0.252224	1,122,927.48	0.259477	0.035999	0.032932	0.255851	-0.089063131	-0.022786876
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	587,109.33	0.126226	581,061.64	0.134267	0.029484	0.029559	0.130247	0.002541345	0.000331002
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	325,942.96	0.070076	323,663.67	0.07479	0.034988	0.035194	0.072433	0.005878081	0.000425767
	5	ย้อมพิมพ์	166,479.39	0.035792	144,206.43	0.033322	0.047654	0.041815	0.034557	-0.130730143	-0.004517672
		รวม	4,651,254.18	1	4,327,651.54	1			1		0.023200729

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.5 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า DS1 ของพลังงานไฟฟ้าโดยใช้มูลค่าการผลิตเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	2,398,563.03	0.515681	2,155,792.31	0.498144	0.819392	0.79912	0.506912	-0.025052171	-0.012699254
	2	ผ้าถัก	1,173,159.48	0.252224	1,122,927.48	0.259477	0.819392	0.79912	0.255851	-0.025052171	-0.006409619
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	587,109.33	0.126226	581,061.64	0.134267	0.180608	0.20088	0.130247	0.106381574	0.01385584
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	325,942.96	0.070076	323,663.67	0.07479	0.180608	0.20088	0.072433	0.106381574	0.007705539
	5	ย้อมพิมพ์	166,479.39	0.035792	144,206.43	0.033322	0.180608	0.20088	0.034557	0.106381574	0.003676253
		รวม	4,651,254.18	1	4,327,651.54	1			1		0.006128758

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.6 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า DS2 ของพลังงานไฟฟ้าโดยใช้มูลค่าการผลิตเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	2,398,563.03	0.515681	2,155,792.31	0.498144	0.780484	0.734648	0.506912	-0.060522474	-0.030679587
	2	ผ้าถัก	1,173,159.48	0.252224	1,122,927.48	0.259477	0.219516	0.265352	0.255851	0.189631006	0.048517251
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	587,109.33	0.126226	581,061.64	0.134267	0.608541	0.608541	0.130247	-2.22045E-16	-2.89206E-17
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	325,942.96	0.070076	323,663.67	0.07479	0.284698	0.284698	0.072433	0	0
	5	ย้อมพิมพ์	166,479.39	0.035792	144,206.43	0.033322	0.106762	0.106762	0.034557	2.22045E-16	7.67325E-18
		รวม	4,651,254.18	1	4,327,651.54	1			1		0.017837664

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า De ของพลังงานความร้อนโดยใช้มูลค่าการผลิตเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	3,161,970.06	0.094168	3,027,000.72	0.089273	0.02729	0.032064	0.09172	0.161228765	0.014787931
	2	ผ้าถัก	1,546,548.95	0.046058	1,576,729.94	0.046501	0.047457	0.04624	0.04628	-0.02597463	-0.001202098
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	15,030,454.00	0.447627	15,094,383.71	0.445166	0.754814	0.68467	0.446396	-0.097534138	-0.043538867
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	6,474,911.80	0.192831	6,296,612.56	0.185701	0.695037	2.294368	0.189266	1.194247509	0.226030431
	5	ย้อมพิมพ์	7,364,217.82	0.219316	7,912,610.02	0.23336	2.107994	0.90715	0.226338	-0.84318399	-0.190844535
		รวม	33,578,102.62	1	33,907,336.96	1			1		0.005232862

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.8 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า DS1 ของพลังงานความร้อนโดยใช้มูลค่าการผลิตเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	3,161,970.06	0.094168	3,027,000.72	0.089273	0.819392	0.79912	0.09172	-0.025052171	-0.00229779
	2	ผ้าถัก	1,546,548.95	0.046058	1,576,729.94	0.046501	0.819392	0.79912	0.04628	-0.025052171	-0.001159407
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	15,030,454.00	0.447627	15,094,383.71	0.445166	0.180608	0.20088	0.446396	0.106381574	0.047488329
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	6,474,911.80	0.192831	6,296,612.56	0.185701	0.180608	0.20088	0.189266	0.106381574	0.020134413
	5	ย้อมพิมพ์	7,364,217.82	0.219316	7,912,610.02	0.23336	0.180608	0.20088	0.226338	0.106381574	0.024078187
		รวม	33,578,102.62	1	33,907,336.96	1			1		0.088243733

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.9 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า DS2 ของพลังงานความร้อนโดยใช้มูลค่าการผลิตเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{S1_{i,t+1}}{S1_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	3,161,970.06	0.094168	3,027,000.72	0.089273	0.780484	0.734648	0.09172	-0.060522474	-0.005551132
	2	ผ้าถัก	1,546,548.95	0.046058	1,576,729.94	0.046501	0.219516	0.265352	0.04628	0.189631006	0.008776066
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	15,030,454.00	0.447627	15,094,383.71	0.445166	0.608541	0.608541	0.446396	-2.22045E-16	-9.91199E-17
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	6,474,911.80	0.192831	6,296,612.56	0.185701	0.284698	0.284698	0.189266	0	0
	5	ย้อมพิมพ์	7,364,217.82	0.219316	7,912,610.02	0.23336	0.106762	0.106762	0.226338	2.22045E-16	5.02571E-17
		รวม	33,578,102.62	1	33,907,336.96	1			1		0.003224934

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.10 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า De ของพลังงานรวมโดยใช้มูลค่าการขนส่งเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	26,800,059.14	0.371606	24,670,496.70	0.354007	0.192897	0.214749	0.362807	0.107311163	0.038933208
	2	ผ้าถัก	11,563,912.91	0.160344	11,092,814.73	0.159176	0.335451	0.309693	0.15976	-0.079892233	-0.012763549
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	17,754,773.33	0.246185	17,768,766.87	0.254972	0.990686	1.004336	0.250578	0.013683395	0.003428764
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	8,174,291.66	0.113344	7,997,409.71	0.114758	0.974939	0.966222	0.114051	-0.008980813	-0.00102427
	5	ย้อมพิมพ์	7,826,525.91	0.108522	8,159,716.92	0.117087	2.48923	2.628885	0.112804	0.054586305	0.006157575
		รวม	72,119,562.93	1	69,689,204.93	1			1		0.034731728

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.11 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า DS1 ของพลังงานรวมโดยใช้มูลค่าการขนส่งเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	26,800,059.14	0.371606	24,670,496.70	0.354007	0.819392	0.79912	0.362807	-0.025052171	-0.009089095
	2	ผ้าถัก	11,563,912.91	0.160344	11,092,814.73	0.159176	0.819392	0.79912	0.15976	-0.025052171	-0.004002324
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	17,754,773.33	0.246185	17,768,766.87	0.254972	0.180608	0.20088	0.250578	0.106381574	0.026656927
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	8,174,291.66	0.113344	7,997,409.71	0.114758	0.180608	0.20088	0.114051	0.106381574	0.012132916
	5	ย้อมพิมพ์	7,826,525.91	0.108522	8,159,716.92	0.117087	0.180608	0.20088	0.112804	0.106381574	0.012000309
		รวม	72,119,562.93	1	69,689,204.93	1			1		0.037698732

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.12 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า DS2 ของพลังงานรวมโดยใช้มูลค่าการขนส่งเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	26,800,059.14	0.371606	24,670,496.70	0.354007	0.780484	0.734648	0.362807	-0.060522474	-0.021957959
	2	ผ้าถัก	11,563,912.91	0.160344	11,092,814.73	0.159176	0.219516	0.265352	0.15976	0.189631006	0.030295368
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	17,754,773.33	0.246185	17,768,766.87	0.254972	0.608541	0.608541	0.250578	-2.22045E-16	-5.56396E-17
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	8,174,291.66	0.113344	7,997,409.71	0.114758	0.284698	0.284698	0.114051	0	0
	5	ย้อมพิมพ์	7,826,525.91	0.108522	8,159,716.92	0.117087	0.106762	0.106762	0.112804	2.22045E-16	2.50476E-17
		รวม	72,119,562.93	1	69,689,204.93	1			1		0.00833741

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.13 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า De ของพลังงานไฟฟ้าโดยใช้มูลค่าการขนส่งเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	2,876,073.92	0.565193	2,623,368.59	0.552639	0.020701	0.022836	0.558916	0.09814	0.0548522
	2	ผ้าถัก	1,240,992.35	0.243874	1,179,568.54	0.248488	0.035999	0.032932	0.246181	-0.089063	-0.0219257
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	528,403.68	0.10384	522,960.71	0.110167	0.029484	0.029559	0.107003	0.002541	0.0002719
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	293,351.60	0.057648	291,300.22	0.061365	0.034988	0.035194	0.059507	0.005878	0.0003498
	5	ย้อมพิมพ์	149,832.95	0.029445	129,787.09	0.027341	0.047654	0.041815	0.028393	-0.13073	-0.0037118
		รวม	5,088,654.50	1	4,746,985.15	1			1		0.0298364

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.14 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า DS1 ของพลังงานไฟฟ้าโดยใช้มูลค่าการขนส่งเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	2,876,073.92	0.565193	2,623,368.59	0.552639	0.819392	0.79912	0.558916	-0.025052	-0.0140021
	2	ผ้าถัก	1,240,992.35	0.243874	1,179,568.54	0.248488	0.819392	0.79912	0.246181	-0.025052	-0.0061674
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	528,403.68	0.10384	522,960.71	0.110167	0.180608	0.20088	0.107003	0.106382	0.0113832
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	293,351.60	0.057648	291,300.22	0.061365	0.180608	0.20088	0.059507	0.106382	0.0063304
	5	ย้อมพิมพ์	149,832.95	0.029445	129,787.09	0.027341	0.180608	0.20088	0.028393	0.106382	0.0030205
		รวม	5,088,654.50	1	4,746,985.15	1			1		0.0005646

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.15 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า DS2 ของพลังงานไฟฟ้าโดยใช้มูลค่าการขนส่งเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	2,876,073.92	0.565193	2,623,368.59	0.552639	0.780484	0.734648	0.558916	-0.060522	-0.033827
	2	ผ้าถัก	1,240,992.35	0.243874	1,179,568.54	0.248488	0.219516	0.265352	0.246181	0.189631	0.0466836
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	528,403.68	0.10384	522,960.71	0.110167	0.608541	0.608541	0.107003	-2.22E-16	-2.376E-17
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	293,351.60	0.057648	291,300.22	0.061365	0.284698	0.284698	0.059507	0	0
	5	ย้อมพิมพ์	149,832.95	0.029445	129,787.09	0.027341	0.106762	0.106762	0.028393	2.22E-16	6.304E-18
		รวม	5,088,654.50	1	4,746,985.15	1			1		0.0128566

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.16 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า De ของพลังงานความร้อนโดยใช้มูลค่าการขนส่งเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	3,791,461.60	0.120708	3,683,536.01	0.116151	0.02729	0.032064	0.118429	0.161229	0.019094
	2	ผ้าถัก	1,635,971.46	0.052084	1,656,261.04	0.052226	0.047457	0.04624	0.052155	-0.025975	-0.001355
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	13,527,543.87	0.430672	13,585,081.19	0.428372	0.754814	0.767863	0.429522	0.01714	0.007362
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	5,827,478.89	0.185528	5,667,007.98	0.178695	0.695037	0.68467	0.182111	-0.015028	-0.002737
	5	ย้อมพิมพ์	6,627,862.31	0.211009	7,121,420.23	0.224556	2.107994	2.294368	0.217783	0.08472	0.018451
		รวม	31,410,318.13	1	31,713,306.46	1			1		0.040815

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.17 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า DS1 ของพลังงานความร้อนโดยใช้มูลค่าการขนส่งเป็นฐานการคำนวณ

			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	3,791,461.60	0.120708	3,683,536.01	0.116151	0.819392	0.79912	0.118429	-0.025052	-0.002967
	2	ผ้าถัก	1,635,971.46	0.052084	1,656,261.04	0.052226	0.819392	0.79912	0.052155	-0.025052	-0.001307
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	13,527,543.87	0.430672	13,585,081.19	0.428372	0.180608	0.20088	0.429522	0.106382	0.045693
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	5,827,478.89	0.185528	5,667,007.98	0.178695	0.180608	0.20088	0.182111	0.106382	0.019373
	5	ย้อมพิมพ์	6,627,862.31	0.211009	7,121,420.23	0.224556	0.180608	0.20088	0.217783	0.106382	0.023168
		รวม	31,410,318.13	1	31,713,306.46	1			1		0.083961

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.18 รายละเอียดการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า DS2 ของพลังงานความร้อนโดยใช้มูลค่าการขนส่งเป็นฐานการคำนวณ

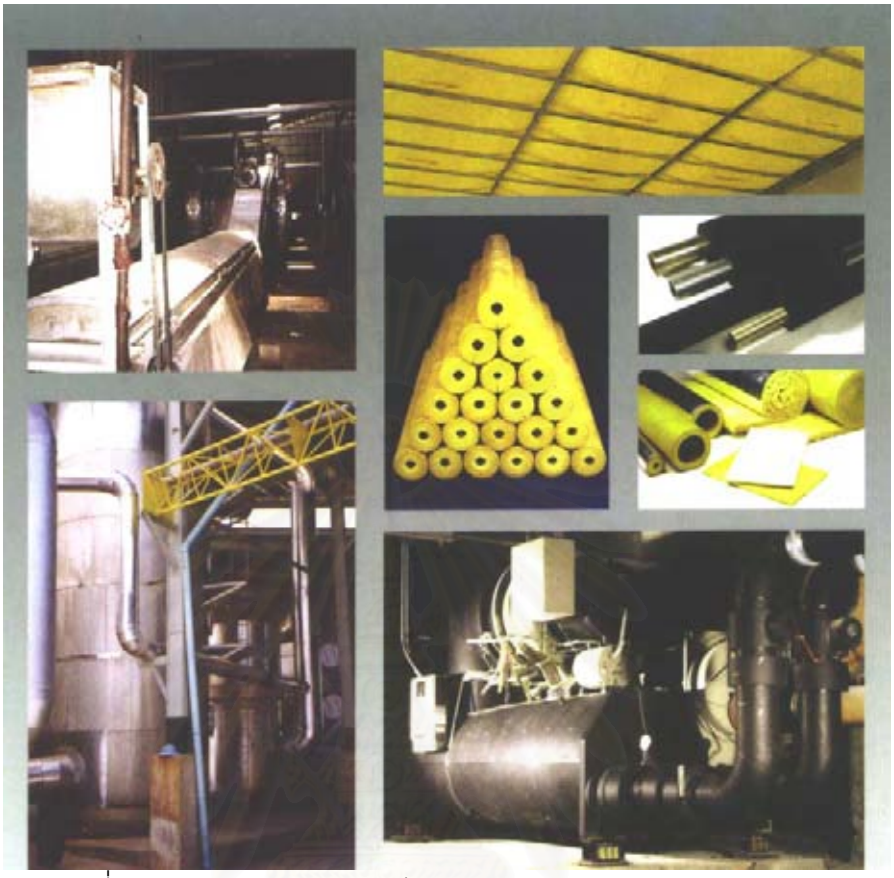
			2545		2546		2545	2546			
ระดับ	ส่วนย่อยที่	รายละเอียด	พลังงานรวม	สัดส่วน	พลังงานรวม	สัดส่วน	EI	EI	สัดส่วนเฉลี่ย	$\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$	$\left(\frac{W_{i,t+1}+W_{i,t}}{2}\right)\ln\left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}}\right)$
1	1	ผ้าทอ	3,791,461.60	0.120708	3,683,536.01	0.116151	0.780484	0.734648	0.118429	-0.060522	-0.007168
	2	ผ้าถัก	1,635,971.46	0.052084	1,656,261.04	0.052226	0.219516	0.265352	0.052155	0.189631	0.00989
2	3	ฟอกย้อมผ้าทอ	13,527,543.87	0.430672	13,585,081.19	0.428372	0.608541	0.608541	0.429522	-2.22E-16	-9.54E-17
	4	ฟอกย้อมผ้าถัก	5,827,478.89	0.185528	5,667,007.98	0.178695	0.284698	0.284698	0.182111	0	0
	5	ย้อมพิมพ์	6,627,862.31	0.211009	7,121,420.23	0.224556	0.106762	0.106762	0.217783	2.22E-16	4.84E-17
		รวม	31,410,318.13	1	31,713,306.46	1			1		0.002723

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
กรณีศึกษาการอนุรักษ์ และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน
(ที่มาจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อนโดยการหุ้มฉนวน



รูปที่ ข.1 การป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อนโดยการหุ้มฉนวน

กรณีศึกษา	: บริษัทสหไพศาลอินดัสทรี จำกัด
ที่อยู่	: 5/4 หมู่ 3 ถ.พระราม 2 ต.บางกระเจ้า อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000
ผลิตภัณฑ์	: เคมีภัณฑ์พื้นฐานที่มีกำมะถันเป็นส่วนประกอบหลัก
ชั่วโมงการทำงาน	: 7,920 ชั่วโมง/ปี
อุปกรณ์ที่หุ้มฉนวน	: ผิวท่อและผนังเตา 54 ตารางเมตร
การลงทุน	: 30,090 บาท
ผลการประหยัด	: 172,187 บาท/ปี
ระยะเวลาคือทุน	: 2 เดือน

1.1 ความเป็นมา

ด้วยราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (น้ำมันเตา) ที่มีค่าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วง 1-2 ปีที่ผ่านมา บริษัทฯ จึงศึกษาหาแนวทางเพื่อลดการใช้เชื้อเพลิง ซึ่งแนวทางหนึ่งก็คือ การหุ้มฉนวนที่ผิวท่อระบบส่งความร้อนและผนังเตา ประกอบกับช่วงเวลาดังกล่าว บริษัทฯ ทราบข่าวการเปิดรับสมัคร

ผู้เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานและอาคารธุรกิจ โดยการใช้มาตรการมาตรฐาน (Standard Measures) ของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน จึงได้รับสมัครเข้าร่วมโครงการ เพื่อขอรับการสนับสนุนด้านการติดตั้งฉนวนกันความร้อน และได้รับอนุมัติความช่วยเหลือเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2544

รูปที่ ข.2 บริษัทสหไพศาลอินดัสทรี จำกัด

1.2 วัตถุประสงค์

ป้องกันการสูญเสียความร้อนที่ผิวท่อและผนังเตา

1.3 การดำเนินการ

ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทยซึ่งเป็นตัวแทนการดำเนินโครงการฯ ของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ได้เข้าสำรวจและตรวจวัดอุณหภูมิของผิวและผนังอุปกรณ์ผลิตและส่งความร้อนที่ไม่มีการหุ้มฉนวน เพื่อประเมินผลการสูญเสีย, ศักยภาพของพลังงานความร้อนที่สามารถประหยัดได้ และความคุ้มค่าของการลงทุน โดยในเบื้องต้นได้เลือกดำเนินการในตำแหน่งที่มีอุณหภูมิมากกว่า 60°C ตามมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงาน หลังจากนั้นได้กำหนดตำแหน่งที่จะหุ้มฉนวนและติดต่อผู้แทนจำหน่าย เพื่อศึกษาเปรียบเทียบและลักษณะเฉพาะ, ข้อดี ข้อเสีย, และราคา เพื่อเลือกซื้อฉนวนที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

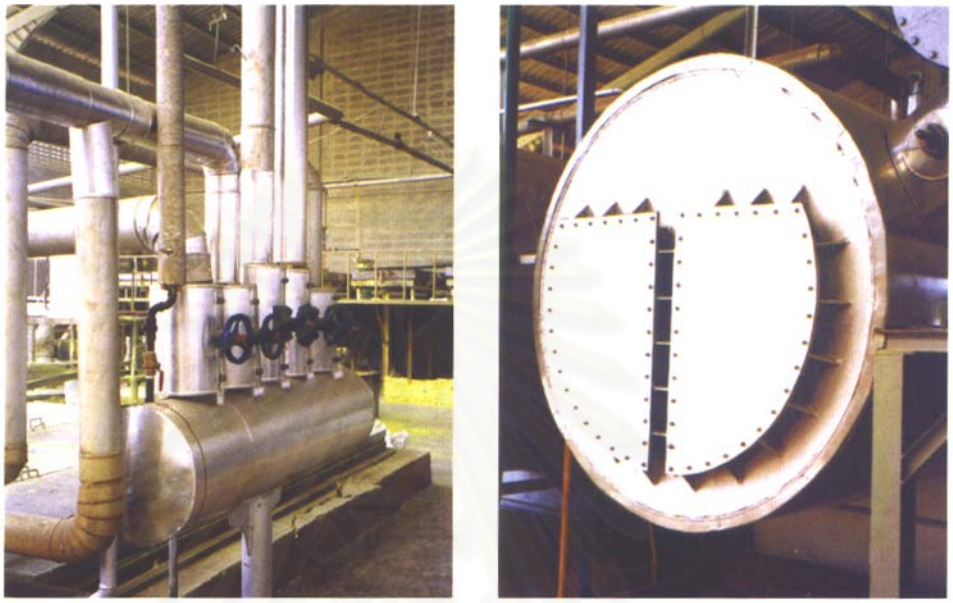
1.4 รายละเอียดเทคโนโลยี

<u>รายละเอียดการติดตั้ง</u>

ฉนวนกันความร้อนที่ใช้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามอุณหภูมิพื้นผิวและลักษณะภายนอกของอุปกรณ์ คือ

- ฉนวนใยแก้วชนิดมีเปลือกอะลูมิเนียมหุ้มท่อ ที่มีอุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 100°C โดยมีค่าวัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.034 W/mK ที่ 30°C

- ฉนวนใยแก้วแบบแผ่น สำหรับอุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 100°C และมีสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.034 W/mK ที่ 30°C
- ฉนวนใยหินแบบแผ่น สำหรับอุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 440°C และมีสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.049 W/mK ที่ 30°C (ดังรูปที่ ข.3)



รูปที่ ข.3 ภาพแสดงระบบท่อและผนังเตาหลังการหุ้มฉนวน (บริษัทสหไพศาลอินดัสทรี จำกัด)

การบำรุงรักษา

สามารถกระทำได้ง่ายโดยการตรวจสอบสภาพภายนอก และดูแล/ป้องกัน ไม่ให้น้ำซึมเข้าสู่ฉนวน

ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

คือการหุ้มฉนวนบางตำแหน่งไม่สามารถดำเนินการได้ในขณะเครื่องจักรเดินเครื่องทำให้เสียเวลารอเพื่อหยุดเครื่องจักรเพื่อการติดตั้งฉนวน

1.5 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งฉนวนทั้งหมดคิดเป็นเงินทั้งสิ้น 30,090 บาท สามารถลดปริมาณความร้อนสูญเสียได้ 253,216 kWh/ปี คิดเป็นมูลค่าเชื้อเพลิงที่สามารถประหยัดได้เท่ากับ 172,200 บาท/ปี ซึ่งจะคืนทุนภายใน 2 เดือน

1.6 ปัจจัยของความสำเร็จ

- นโยบายของผู้บริหารในการลดต้นทุนการผลิตเพื่อเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันในตลาด

- การช่วยเหลือจากภาครัฐทั้งการให้ความรู้ด้านเทคนิค (การเลือกชนิดและอุปกรณ์ที่เหมาะสม รวมทั้งการติดตั้งที่ถูกต้อง) และเงินลงทุน โดยผ่านโครงการมาตรการมาตรฐาน

1.7 **ข้อควรระวัง**

สถานประกอบการที่สนใจจะทำการหุ้มฉนวนเพื่อประหยัดพลังงาน ต้องให้ความสำคัญต่อการเลือกชนิดและแบบของฉนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน และเมื่อติดตั้งแล้วต้องป้องกันฉนวนมิให้โดนน้ำ

2 **การใช้เครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูง** (High Efficiency Chiller)

รูปที่ ข.4 การใช้เครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Chiller)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีศึกษา	: โรงงานบริษัท ไทยซีอาร์ที จำกัด
ที่อยู่	: 87/9 หมู่ 2 ถ.สุขาภิบาล ต.ทุ่งสุขลา อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี
ประเภทโรงงาน	: ผลิตหลอดภาพโทรทัศน์
เทคโนโลยีที่ติดตั้ง	: เครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูงขนาด 950 ตันความเย็น 1 เครื่อง
เงินลงทุน	: 10,000,000 บาท
ผลประหยัด	: 2,400,000 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	: 4.17 ปี

รูปที่ ข.5 โรงงานบริษัท ไทยซีอาร์ที จำกัด

2.1 ความเป็นมาและข้อมูลพื้นฐาน

โรงงานบริษัท ไทยซีอาร์ที จำกัด เป็นโรงงานผลิตหลอดภาพโทรทัศน์สี ทำการผลิต 24 ชั่วโมง/วัน 365 วัน/ปี สัดส่วนการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ 32.10% โรงงานสามารถประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศจากการเปลี่ยนใช้เครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูงได้ประมาณ 17%

2.2 การดำเนินการและการติดตั้ง

โรงงานได้ดำเนินการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 950 ตัน ความเย็นเดิม เป็นเครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูงขนาดเท่าเดิมจำนวน 1 เครื่อง (ดังรูปที่ ข.6) โดยรายละเอียดด้านเทคนิคของเครื่องเดิมและเครื่องใหม่ แสดงได้ดังตารางที่ ข.1

2.3 ค่าใช้จ่ายและการคำนวณผลประหยัดพลังงาน

- เงินลงทุน 10,000,000 บาท
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับปรุง 6,800,000 kWh/ปี
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้หลังปรับปรุง 5,600,000 kWh/ปี
- พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 1,200,000 kWh/ปี
- ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ประหยัดได้ 2,400,000 kWh/ปี
- ระยะเวลาคืนทุน 4.17 ปี
- พลังงานที่ประหยัดได้เทียบเท่า CO_2 ที่ลดลง 792 ตัน/ปี

ตารางที่ ข.1 แสดงรายละเอียดของเครื่องทำน้ำเย็นทั้งก่อนและหลังปรับปรุงของโรงงานบริษัทไทยซีอาร์ที จำกัด

รายละเอียด	เครื่องทำน้ำเย็นเดิม	เครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูง
พิกัดความเย็น	950 ตัน	951 ตัน
ชนิดของน้ำยาทำความเย็น	R-11	R-123
กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น - ที่เงื่อนไข 90%-100% ของพิกัดกระแส - ที่เงื่อนไข 80%-90% ของพิกัดกระแส	 0.82 0.82	 0.62 0.62
ระบบไฟฟ้า	330V/3PHASE/50HZ	330V/3PHASE/50HZ

รูปที่ ข.6 แสดงเครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูงในโรงงานไทยซีอาร์ที

2.4 การประเมินผล

โรงงานได้ดำเนินการเปลี่ยนไปใช้เครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูงเป็นที่เรียบร้อย โดยผลการตรวจวัดค่าสมรรถนะการทำความเย็นเฉลี่ย 0.62 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น ดีขึ้นกว่าค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องเดิมที่ 0.82 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น ดังแสดงในรูปที่ ข.7

รูปที่ ข.7 แผนภาพแสดงสมรรถภาพการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 950 ตัน

2.5 การบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูงสามารถดำเนินการได้ในลักษณะเดียวกับเครื่องทำน้ำเย็นที่มีการใช้งานทั่วไปดังนั้น จึงไม่มีผลกระทบต่อแผนงานและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องฯ ที่ทางโรงงานปฏิบัติอยู่ในปัจจุบัน

2.6 ปัจจัยของความสำเร็จ

การสนับสนุนจากผู้บริหาร เป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำเนินการโครงการด้านอนุรักษ์พลังงาน โดยเฉพาะเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูง ซึ่งเป็นโครงการที่ต้องใช้เงินลงทุนสูง และในการติดตั้งต้องประสานงานกับแผนงานการผลิตของโรงงาน

2.7 อุปสรรคและข้อจำกัดในการดำเนินการ

โรงงานจึงต้องดำเนินการผลิตตลอดช่วงเวลากลางวัน ทำให้การเข้าติดตั้งเครื่องใหม่ต้องใช้เวลาในช่วงที่หยุดการผลิตไปแล้วดังนั้น การจัดตารางการทำงานและการนัดหมายเจ้าหน้าที่ของโรงงานจึงเป็นงานที่ต้องดำเนินการอย่างรอบคอบเพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์เป็นไปได้ตามกำหนดเวลาที่ตั้งไว้

2.8 ข้อคิดเห็นจากบุคคลในโรงงานบริษัท ไทยซีอาร์ที จำกัด

จากการตอบแบบสอบถามของโครงการนำร่องเพื่อปรับเปลี่ยน CFC Chiller ในประเทศไทย ทำให้ทราบว่าโรงงานสามารถประหยัดพลังงานได้จากมาตรการนี้ จึงได้นำเสนอมาตรการต่อคณะทำงานในระดับบริหาร และได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการได้ โดยเริ่มจากการประเมินสมรรถนะและอัตราการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศเดิมเพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องใหม่แล้วพิจารณาประกอบกับรูปแบบของภาระการทำงานของระบบ เพื่อประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงาน จากนั้น จึงดำเนินการเปลี่ยนและติดตั้ง ซึ่งผลจากการดำเนินงาน

เป็นที่น่าพอใจมาก คือได้ผลทั้งในด้านการประหยัดพลังงานที่ส่งผลด้านการลดต้นทุนการผลิตและส่งผลดีในด้านสิ่งแวดล้อม แม้ว่าเงินลงทุนเบื้องต้นจะสูง แต่ผู้บริหารก็มองเห็นผลดีที่จะได้รับในอนาคตทำให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

3 อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ตามภาระการใช้งาน (Dynamic Motor Load Control)

กรณีศึกษา	: โรงงานบริษัท ไทยโตชิบา อุตสาหกรรมจำกัด
ที่อยู่	: 181/1 หมู่ 2 ถนนติวานนท์ ต.ท่าทราย อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000
ประเภทโรงงาน	: ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า
เทคโนโลยีที่ติดตั้ง	: อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ขนาด 11 kW
เงินลงทุน	: 256,565 บาท
ผลประหยัด	: 105,945 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	: 2.42 ปี

รูปที่ ข.8 โรงงานบริษัท ไทยโตชิบา อุตสาหกรรมจำกัด

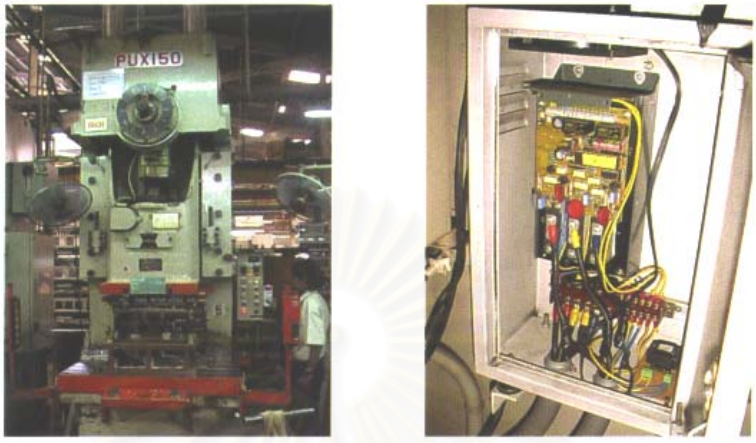
3.1 ความเป็นมาและข้อมูลพื้นฐาน

โรงงานบริษัท ไทยโตชิบาอุตสาหกรรม จำกัดเป็นโรงงานที่ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน และเล็งเห็นความสำคัญของการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้วิเคราะห์การใช้พลังงานของมอเตอร์ของเครื่องปั๊มโลหะซึ่งทำงานแบบ Load/Unload โดยมีระยะเวลา Unload นานกว่าช่วง Load ค่อนข้างมาก ดังนั้นทางโรงงานจึงต้องการลดการใช้พลังงานในช่วง Unload ของเครื่องปั๊มโลหะ

3.2 การดำเนินการและการติดตั้ง

เจ้าหน้าที่ของโรงงานได้วิเคราะห์การใช้พลังงานของเครื่องปั๊มโลหะจำนวน 5 เครื่อง พบว่าช่วง Unload ใช้เวลาประมาณ 10-15 วินาที และช่วง Load ใช้เวลาประมาณ 1-2 วินาที ใน

1 รอบการทำงาน ดังนั้นเจ้าหน้าที่จึงต้องการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ตามภาระการใช้งาน เพื่อลดการใช้พลังงานช่วง Unload การติดตั้งสามารถทำได้โดยติดตั้งอุปกรณ์แทนที่ชุด Starter เดิมของมอเตอร์ (ดังรูปที่ ข.9)



รูปที่ ข.9 แสดงการติดตั้งชุดควบคุมฯ ของเครื่องปั๊มโลหะ

3.3 รายละเอียดอุปกรณ์

อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ที่ติดตั้งไว้ มีขนาดดังนี้

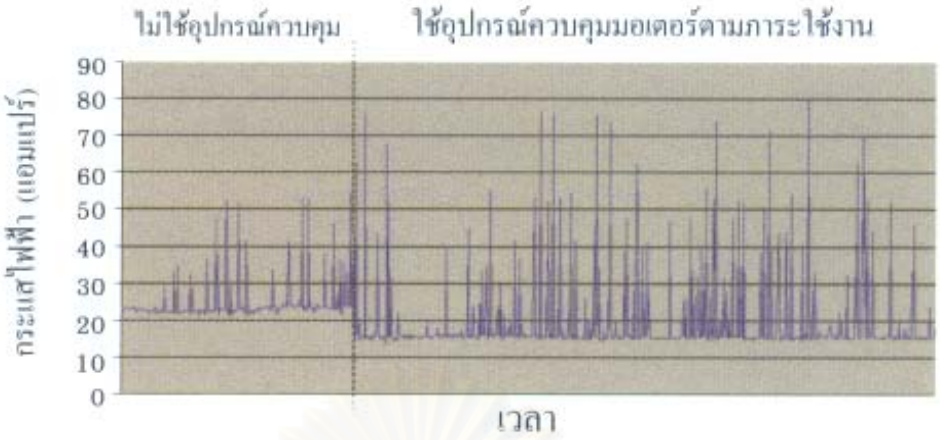
- อุปกรณ์ฯ ขนาด 11 kW สำหรับเครื่องปั๊มโลหะขนาด 150 ตัน จำนวน 5 ชุด

ค่าใช้จ่ายและผลประหยัดพลังงาน

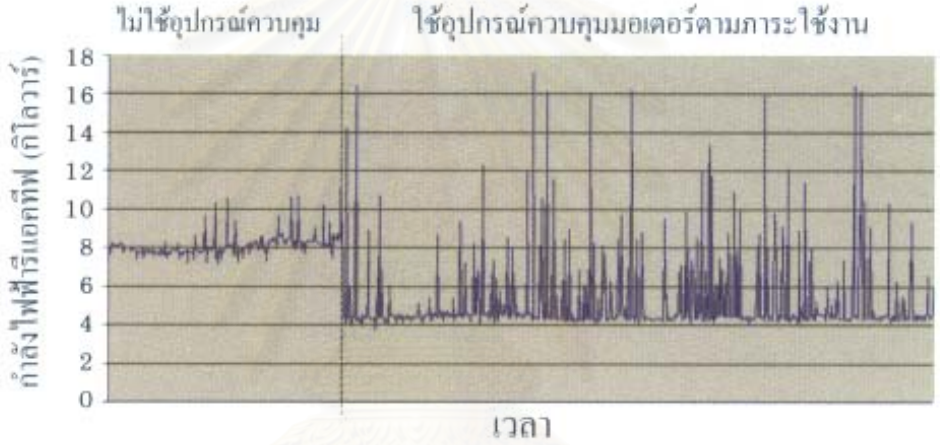
• เงินลงทุน	256,565	บาท
• พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับปรุง	176,760	kWh/ปี
• พลังงานไฟฟ้าที่ใช้หลังปรับปรุง	137,520	kWh/ปี
• พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	39,240	kWh/ปี
• ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ประหยัดได้	105,945	บาท/ปี
• ระยะเวลาคืนทุน	2.42	ปี

3.4 การประเมินผล

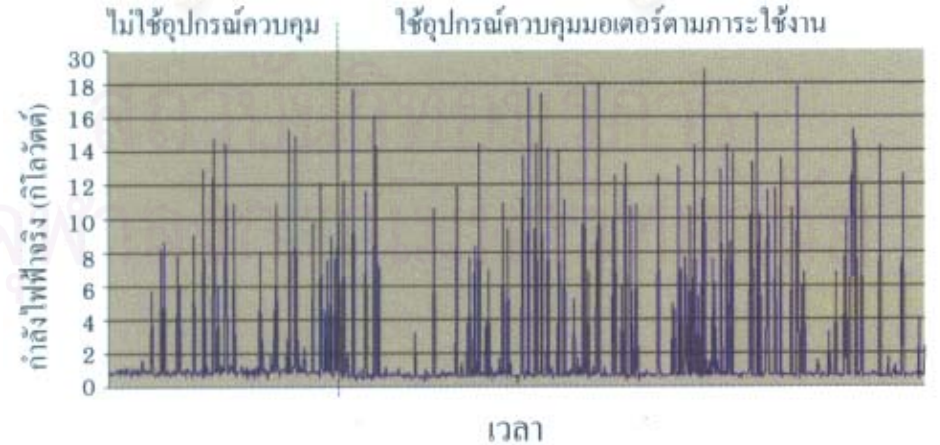
จากการตรวจวัดอย่างต่อเนื่องภายหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ตามภาระการใช้งาน พบว่าในช่วง Load (ปลายบนของกราฟ) จะมีการใช้พลังงานเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่ในช่วง Unload (ปลายล่างของกราฟ) จะมีการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่ลดลงประมาณ 32% กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟลดลงประมาณ 45% โดยสามารถประหยัดพลังงานได้ประมาณ 22% ดังแสดงในรูปที่ ข.10 ถึงรูปที่ ข.14



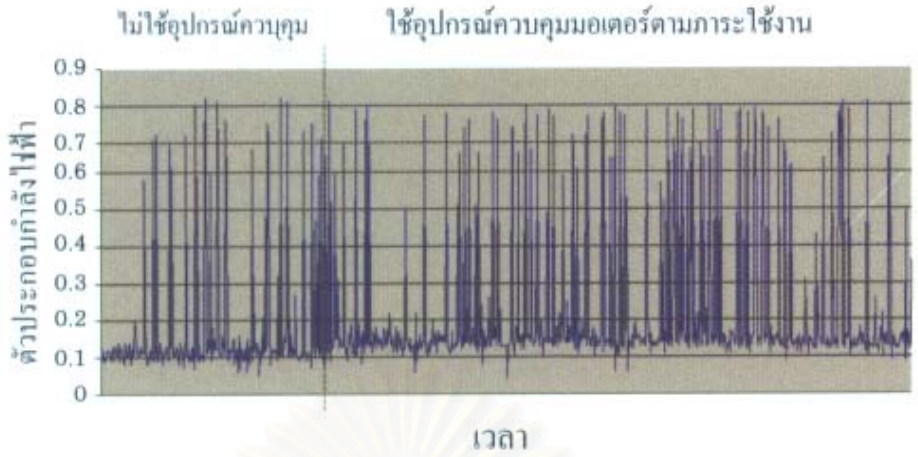
รูปที่ ข.10 ค่าตรวจวัดกระแสไฟฟ้า



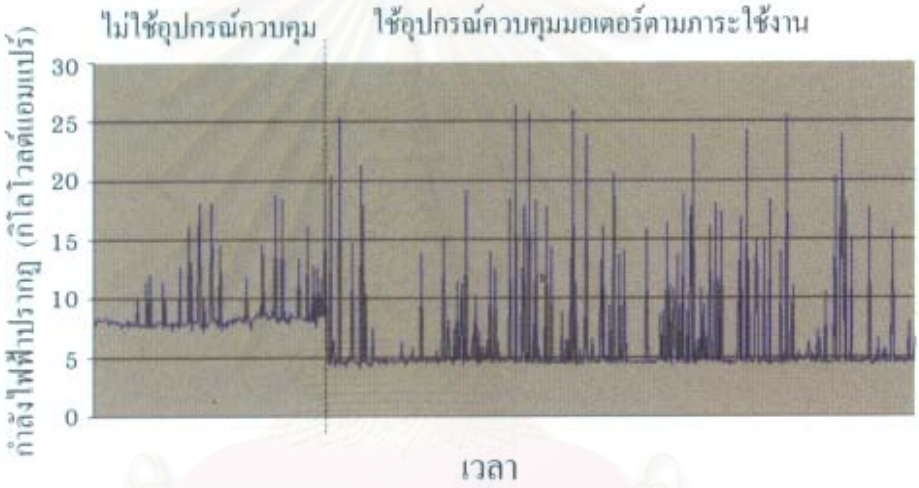
รูปที่ ข.11 ค่าตรวจวัดกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ



รูปที่ ข.12 ค่าตรวจวัดกำลังไฟฟ้าจริง



รูปที่ ข.13 ค่าตรวจวัดตัวประกอบกำลังไฟฟ้า



รูปที่ ข.14 ค่าตรวจวัดกำลังไฟฟ้าปรากฏ

3.5 การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

มอเตอร์ของเครื่องปั๊มโลหะมีอุณหภูมิขณะทำงานต่ำลง และการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ลดลง ทำให้มลภาวะทางเสียงและความร้อนลดลง โดยพลังงานที่ประหยัดได้คิดเทียบเท่า CO_2 ที่ลดลง ประมาณ TON_e ต่อปี

3.6 การบำรุงรักษา

ดำเนินการได้เป็นปกติไม่มีผลกระทบใดๆ แต่ต้องมีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ตามภาระการใช้งานอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำงานได้อย่างปกติ และสามารถยกเลิกการบำรุงรักษาชุดสตาร์ทของมอเตอร์ได้

3.7 ปัจจัยของความสำเร็จ

ลักษณะการใช้งานของเครื่องจักรมีช่วงเวลา Unload ที่นานดังนั้น การใช้อุปกรณ์นี้จะทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้มาก

3.8 ข้อคิดเห็นจากบุคคลในโรงงาน

อุปกรณ์ฯ สามารถประหยัดพลังงานของเครื่องปั๊มโลหะได้อย่างมาก แต่เนื่องจากติดตั้งไว้กับตัวเครื่องทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์ฯ ชำรุดได้ง่าย ดังนั้นควรติดตั้งให้ห่างจากตัวเครื่องและควรมีการระบายความร้อนที่ดี จะทำให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้การพิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์เพื่อติดตั้งกับเครื่องจักรแต่ละประเภท ต้องคำนึงถึงอายุการใช้งานที่เหมาะสมกับระยะเวลาคืนทุนประกอบการตัดสินใจด้วย

4. การใช้ปั๊มความร้อน (Heat Pump)

รูปที่ ข. 15 ภาพโรงแรม The Royal City

ชื่ออาคาร : โรงแรม The Royal City

ที่อยู่ : 800 ถนนบรมราชชนนี บางพลัด กรุงเทพ 10700
โทรศัพท์ 0-2435-88888 โทรสาร 0-2434-3636

ประเภทอาคาร : โรงแรมจำนวน 400 ห้องพัก

ชื่อผู้ติดต่อ : คุณพงษ์เทพ แสนสุขทวี (ผู้ช่วยฝ่ายวิศวกรรม)

เงินลงทุน : 1120000 บาท

ผลประหยัดพลังงาน : 517412 บาทต่อปี

ระยะเวลาคืนทุน : 2.16 ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

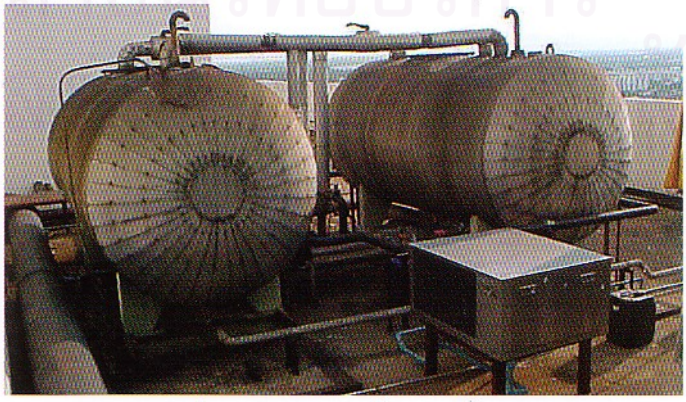
4.1 ความเป็นมาและข้อมูลพื้นฐาน

โรงแรม The Royal City เป็นโรงแรมที่มีจำนวนห้องพัก 400 ห้องโดยใช้ไอน้ำขนาด 1.5 ตันต่อชั่วโมงเพื่อทำความร้อนและเพื่อใช้ในการซักรีดทำให้มีการใช้น้ำมันเตาในปริมาณสูงเฉลี่ยประมาณ 443 ลิตรต่อวัน โดยน้ำมันเตาในส่วนของการทำน้ำร้อน คิดเป็น 44.06 ของปริมาณน้ำมันเตาทั้งหมดทางโรงแรมได้ศึกษาและได้ทำการติดตั้งระบบปั๊มน้ำร้อนเพื่อทำน้ำร้อนแทนการใช้ไอน้ำเดิมซึ่งมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำเพื่อลดค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำมันเตาลง

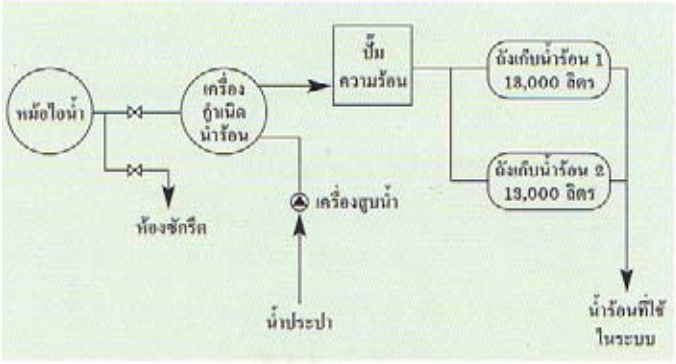
4.2 การดำเนินการและการติดตั้ง

โรงแรมได้ทำการติดตั้งระบบปั๊มความร้อนขนาดพิกัด 5.25 kW ดังรูปที่ ข.15 ซึ่งมีอัตราทำน้ำร้อนได้ 861 ลิตรต่อชั่วโมงรองรับภาระการใช้น้ำร้อนได้ 20000 ลิตรต่อวัน ทำงานร่วมกับถังเก็บน้ำร้อนขนาด 13000 ลิตรจำนวน 2 ถัง ดังรูปที่ ข.16 โดยที่ยังคงกำเนิดระบบความร้อนเดิมอยู่เพื่อใช้ตอนเริ่มเดินเครื่องหรือเมื่อมีปริมาณการช้ำน้ำมากเกินกว่าปั๊มความร้อนจะรักษาอุณหภูมิให้ให้ได้ตามที่กำหนด

รูป ข.15 แสดงการติดตั้งปั๊มความร้อน



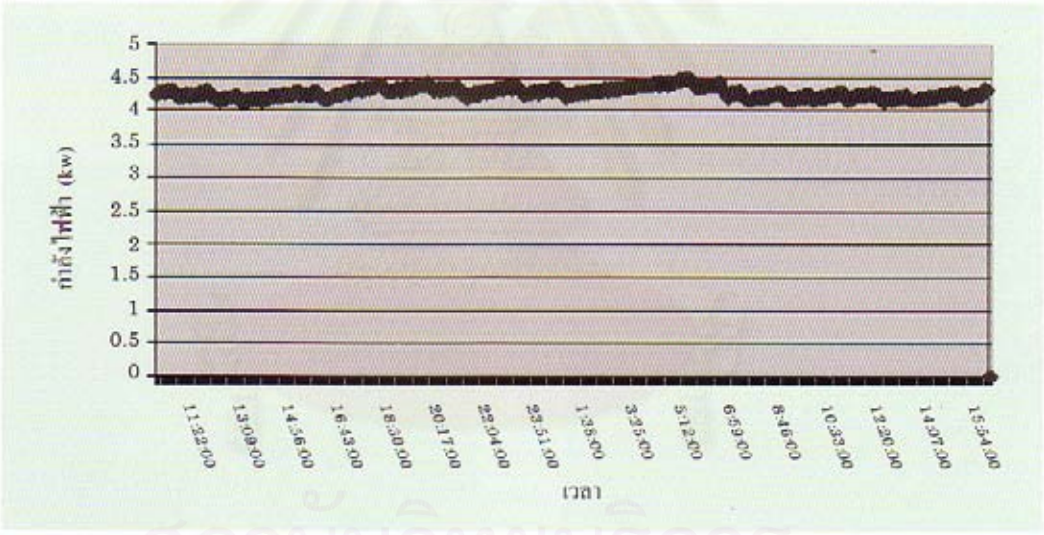
รูปที่ ข.16 แสดงการติดตั้งถังเก็บน้ำร้อน



รูปที่ ข.17 ไดอะแกรมแสดงกาสรติดตั้งปั้มความร้อนของโรงแรม The Royal City

4.3 ประเมินผล

ระบบปั้มความร้อนทำอุณหภูมิน้ำร้อนใช้งานได้ 55 C° โดยใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 4.27 kW (จากการตรวจวัด ดังรูปที่ ข.17)



รูปที่ ข.17 กราฟแสดงการตรวจวัดการใช้พลังงานของปั้มความร้อนที่โรงแรม The Royal City

4.4ค่าใช้จ่าย

- เงินลงทุน 1120000 บาท

4.5 ผลการประหวัดพลังงาน

1. พลังงานที่ได้จากการลดการใช้น้ำมันเตาในหม้อไอน้ำแสดงได้ดังนี้
   - พลังงานที่ประหยัดได้(น้ำมันเตา) 70273 ลิตร/ปี (2.795 kJต่อปี)
   - คิดค่าใช้จ่าย(ด้านพลังงานที่ประหยัดได้) 618406 บาท / ปี

2. พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากการใช้ปั้มความร้อน

- ใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 37405 kWh/ปี (135 kJต่อปี)
- คิดค่าใช้จ่าย(ด้านพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น) 100994 บาท / ปี

พลังงานที่ประหยัดได้ทั้งสิ้น (1-2)

- สรุปสามารถคิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ทั้งสิ้น 2660 กิโลจูลต่อปี
- คิดค่าใช้จ่าย(ด้านพลังงานที่ประหยัดได้) 517412 บาท / ปี
- พลังงานที่ประหยัดได้เทียบเท่า CO_2 ที่ลดลง 176 ตัน/ปี
- ระยะเวลาคืนทุน 2.16 ปี

4.6 ข้อจำกัดในการดำเนินการ

ผลพลอยได้จากระบบปั้มความร้อนคือความเย็นที่สามารถนำไปใช้งานในระบบปรับอากาศได้แต่เนื่องจากระบบปั้มความร้อนของโรงแรมเป็นระบบติดตั้งเพิ่มเติมประกอบกับความเย็นที่ได้จากระบบมีอุณหภูมิ 18 -20 C ° และความเร็วลมไม่สูงมากนักทำให้การทำความเย็นไปใช้งานไม่สามารถทำได้โดยสะดวก

4.7 ข้อคิดเห็นจากบุคคลในอาคาร

ถึงแม้จะติดตั้งระบบไม่นานนัก แต่ก็สามารถที่จะลดปริมาณการใช้น้ำมันเตาต่อวันลงอย่างเห็นได้ชัดเจน จงคิดว่าเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ทำความร้อน ทางภาครัฐควรให้การสนับสนุนและอาจใช้เงินช่วยเหลือในส่วนของการวางระบบทั้งระบบ

5. หลักการลดต้นทุนพลังงานด้วยการประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่า

รูปที่ ข.18 บริษัท จุฑาวรรณ จำกัด

กรณีศึกษา : บริษัท จุฑาวรรณ จำกัด

ที่อยู่ : 106 หมู่ 5 ต.บางสมัคร อ.บางประกง จ.ฉะเชิงเทรา

ผลิตภัณฑ์ : การตัดเหล็กและการตัดโลหะ โดยมีกำลังการผลิ 394418 กิโลกรัม/ เดือน

ปริมาณการใช้

พลังงานไฟฟ้า : 414800 kWh / ปี

การลงทุน : 16592 บาท

ผลประหยัด : สำหรับมาตรการที่ต้องการลงทุนประหยัดได้ 216000 บาท /ปี และมาตรการที่

พลังงาน ไม่ต้องการลงทุนประหยัดได้ 700960 บาท

ระยะเวลาคืนทุนสูงสุด : 27 วัน

5.1 ความเป็นมาและข้อมูลพื้นฐาน

บริษัทมีนโยบายด้านการลดต้นทุนเพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในตลาดอย่างต่อเนื่อง จึงได้เข้าร่วมโครงการ VE ของสภาอุตสาหกรรมโดยการจัดส่งเจ้าหน้าที่ 5 คนเข้าร่วมการฝึกอบรม และจากการประชุมพิจารณาในคณะกรรมการพบว่าบริษัทมีศักยภาพในการลดต้นทุนโดยใช้หลัก VE สูงจึงเริ่มจัดทำโครงการอนุรักษ์ภายใต้แนวทาง VE ขึ้น

5.2 วัตถุประสงค์

ลดต้นทุนค่าพลังงานโดยอาศัยหลักการวิศวกรรมคุณค่าที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการประหยัด

5.3 การดำเนินการ

ขั้นตอน

แผนภาพกรรมการจัดทำ VE ของบริษัทดังแสดงในรูปที่ ข.19 จากการประชุมคณะกรรมการ VE ในโรงงานได้คัดเลือกแนวทางในการลดต้นทุนด้วยหลักการ VE ดังนี้

แนวทางที่ 1 ลดต้นทุนโดยใช้การประชาสัมพันธ์ให้เกิดจิตสำนึกในการประหยัดพลังงาน

วิธีที่ใช้ : ประชาสัมพันธ์รณรงค์ให้ประหยัดพลังงาน ระดมสมองและจัดทำโครง การที่จะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

แผนการดำเนินการ :

- ย้ายโคมไฟในโรงงานไปยังจุดที่เหมาะสม
- ถอดโคมไฟบางจุดที่ไม่จำเป็นออก
- เพิ่มสวิตซ์ไฟให้เปิดทีละดวง

รูปที่ ข.19 คณะกรรมการ VE ในบริษัทจุฑาทิพย์ จำกัด

<u>แนวทางที่ 2</u> ลดต้นทุนโดยการปรับปรุงเครื่องจักรให้ใช้งานได้มีประสิทธิภาพสูงสุดและประหยัดพลังงาน

เครื่องมือที่ใช้ : ตารางการสำรวจการเดินเครื่องตัวเปล่า

แผนปฏิบัติการ :

- ปรับปรุงปั้มไฮดรอริกของเครื่องเลื่อยโดยการลดการทำงานของปั้มไฮดรอลิกจาก 24 ชม.เหลือ 12 ชม.

<u>แนวทางที่ 3</u> ลดต้นทุนโดยการลดของเสียในกระบวนการผลิต

เครื่องมือที่ใช้ : เมนูเนื้อปลา

แผนปฏิบัติการ :

- วิเคราะห์และหาสาเหตุของการจัดเหล็กผิดจากการเก็บข้อมูลในรูปคน , เครื่องจักร ,วัตถุดิบและวิธีการ
- ดำเนินการแก้ไขป้องกันการตัดเหล็กผิด

<u>แนวทางที่ 4</u> ลดต้นทุนโดยการทบทวนงานในกระบวนการผลิต

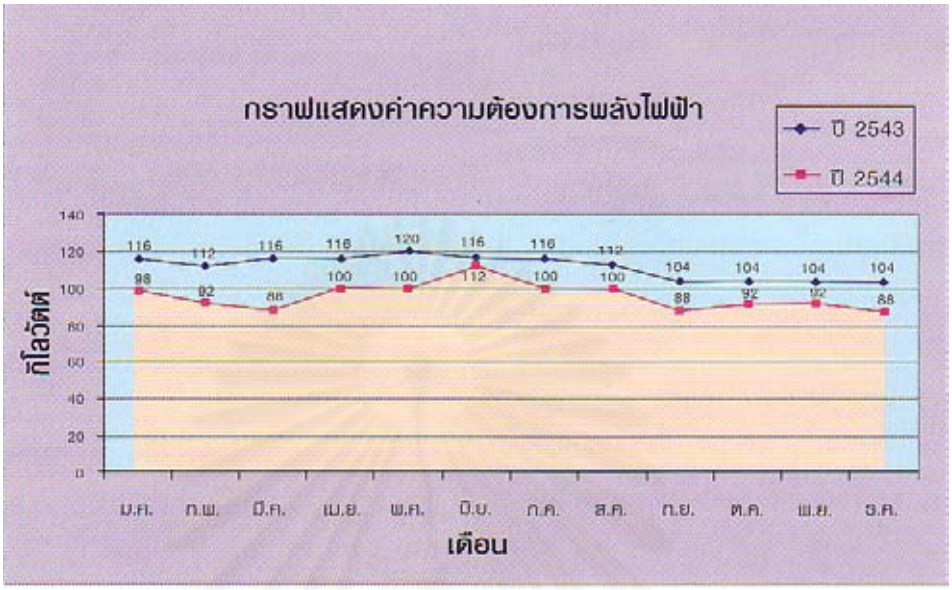
เครื่องมือที่ใช้ : แผนผังกระบวนการผลิต

แผนปฏิบัติการ :

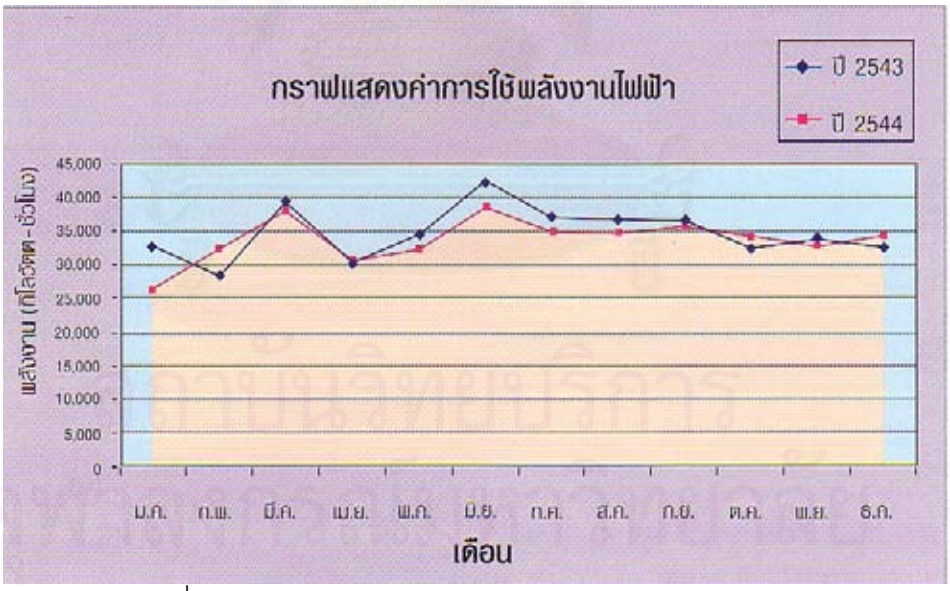
- เพื่อลดค่าใช้จ่ายของใบเลื่อยจึงทบทวนขั้นตอนของการตัดเหล็กใหม่แล้วหาสาเหตุและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างจริงจัง

5.4 การติดตามและการประเมินผล

ผลจากการดำเนินโครงการทำให้บริษัทสามารถเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุน ดังแสดงในรูปที่ ข.19 และ ข. 20



รูปที่ ข.20 แสดงค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าของบริษัทจุฬาวรรณ



รูปที่ข.21แสดงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัทจุฬาวรรณ

5.5 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

การจัดทำโครงการภายใต้แนวทางทั้ง 4 ข้างต้นทำให้สามารถลดต้นทุนได้ ดังที่แสดงรายละเอียดในตารางที่ ข.2

ตาราง ข.2 ผลความสำเร็จในการลดต้นทุนของบริษัทจุฑาวรรณ

ผลสำเร็จในการลดต้นทุนพลังงานของบริษัท จุฑาวรรณ จำกัด

โครงการ	เงินลงทุน (บาท)	ผลการประหยัด (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
1. ปรับปรุงระบบแสงสว่างโรงงาน	น้อยมาก	24,960	ทันที
2. ปรับปรุงเครื่องจักรให้ได้ ประสิทธิภาพการใช้งานเพิ่มมากขึ้น	16,952	216,200	27 วัน
3. ลดของเสียในกระบวนการผลิต โดยใช้เมนูเนื้อปลา	-	25,252	ทันที
4. ทบทวนงานในกระบวนการผลิต โดยใช้แผนผังกระบวนการผลิต	-	ลดค่าซื้อ ใบเลื่อยใหม่ได้ 650,748 บาท	ทันที

5.6 ปัจจัยของความสำเร็จ

ปัจจัยที่เอื้อต่อความสำเร็จของโครงการประกอบด้วย

- ความมุ่งมั่นของผู้บริหารที่ต้องการลดต้นทุนการผลิตที่ส่งเสริมโครงการที่แสดงถึงความคิดริเริ่มต่างๆ
- การทำงานเป็นทีมของหัวหน้างาน กล่าวคือหัวหน้างานให้ความสำคัญให้เวลาและร่วมมือกันในการวิเคราะห์ปัญหาและพิจารณาแนวทางแก้ไขอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ
- การมีจิตสำนึกและมีส่วนร่วมของพนักงานในบริษัทเพื่อให้พนักงานตระหนักถึงความสำคัญและการมีส่วนร่วมในโครงการ บริษัทได้ใช้วิธีสร้างจิตสำนึกโดยการประชาสัมพันธ์หรือการประชุมอย่างต่อเนื่อง เพื่อแสดงผลลัพธ์ที่เด่นชัดให้พนักงานได้ทราบ การมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่องเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่เด่นชัดให้แก่พนักงานได้ทราบ การมีส่วนร่วมดังกล่าวได้ยึดหลักการสร้างนิสัยแบบค่อยเป็นค่อยไป

5.7 อุปสรรคและข้อจำกัดในการดำเนินการ

ไม่มีอุปสรรคและข้อจำกัดเนื่องจากผู้บริหารมีความมุ่งมั่นในสิ่งที่ทำและหัวหน้างานก็สนับสนุนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีอีกทั้งมาตรการสร้างจิตสำนึกและการมีส่วนร่วมของพนักงานก็เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้โครงการดำเนินไปได้โดยไม่มีอุปสรรคสำคัญ(นายมนัส รสชื่น ผู้ช่วยวิศวกรรม)

5.8 บทสรุปกรณีศึกษา

จากภาวะเศรษฐกิจที่ผ่านมา ผู้บริหารจำเป็นต้องดำเนินนโยบายเร่งด่วนในการลดต้นทุนการผลิตเพื่อให้สามารถแข่งขันและยังคงอยู่ในตลาดได้แนวทางหนึ่งที่ทางบริษัทพิจารณาว่ามีศักยภาพในการลดต้นทุนคือการประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมคุณค่าในการดำเนินการซึ่งประกอบด้วย 4 แนวทางคือ

1. การประชาสัมพันธ์ให้เกิดจิตสำนึกในการประหยัดพลังงาน
2. การปรับปรุงเครื่องจักรให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและประหยัดพลังงาน
3. การลดของเสียในกระบวนการผลิต
4. การทบทวนงานในกระบวนผลิต

ผลจากการจัดทำโครงการสาธิตตามแนวทางทั้ง 4 ข้างต้นทำให้สามารถลดค่า kVAr ลงได้ 14% ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 3% และเพิ่มผลผลิตประมาณ 19 % (คิดเป็นการใช้หลังงานต่อพื้นที่หน้าตัดของผลิตภัณฑ์)

6. การบริหารการจัดการงานอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน

โรงานบริษัท ไมโครชิพ เทคโนโลยี(ไทยแลนด์)จำกัด ได้จัดตั้ง CIT เพื่อดำเนินการนุรักษ์พลังงานโดยมีตัวอย่างการดำเนินการตาม 6 ขั้นตอนของ CIT ดังนี้

การจัดระยะเวลาเปิด- ปิด เครื่องจ่ายลมเย็น (AHU) ในระบบปรับอากาศ

กรณีศึกษา	:โรงานบริษัท ไมโครชิพ เทคโนโลยี(ไทยแลนด์)จำกัด
เงินลงทุน	: ไม่มีเงินลงทุน(เป็นมาตรการจัดการ)
ระยะเวลาในการดำเนินการ	: มิ.ย.2543 – พ.ค. 2544
ผลประหยัดที่ได้	: ประมาณ 144000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ที่ประหยัดได้ประมาณ 336000 บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	: -
พลังงานที่ประหยัดได้เทียบเท่าปริมาณ CO_2 ที่ลดลง	: 95 ตันต่อปี

6.1 การดำเนินการ

1. กำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไข
   - ไม่มีการควบคุมเวลาในการเปิด – ปิด เครื่องจ่ายลมเย็น(AHU) ในระบบปรับอากาศให้เหมาะสมกับการทำงานและการใช้งาน
2. วัตถุประสงค์ในการดำเนินการ
   - เพื่อลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศโดยควบคุมเวลาในการเปิด- ปิด เครื่องจ่ายลมเย็น(AHU) โดยไม่กระทบกับสภาพการทำงานและผลผลิต
3. ศึกษาทำความเข้าใจในสภาพปัจจุบัน
   - CIT ได้ทำการสำรวจสภาพการใช้งานและความจำเป็นในการใช้งานระบบปรับอากาศในระบบปรับอากาศในบริเวณต่างๆทั่วโรงงานโดยพบว่า บางบริเวณสามารถลดระยะในการเปิดเครื่องจ่ายลมเย็น(AHU) ได้ เช่น บริเวณทางเดิน บริเวณห้องฝึกอบรม บริเวณสำนักงาน(บางส่วน)และห้องส่วนสนับสนุนการผลิตบางส่วน
4. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและกำหนดแนวทางการแก้ไขหรือปรับปรุง
   - จากข้อมูลการสำรวจสภาพการใช้งานและความจำเป็นในการใช้งานระบบปรับอากาศในบริเวณต่างๆทำให้ CIT พบว่า การกำหนดเวลาเปิด- ปิด AHU ยังไม่เหมาะสมบางบริเวณมีการเปิดเครื่องโดยไม่มีการทำงานเช่น ห้องฝึกอบรมหรือในบางบริเวณสามารถกำหนดระยะเวลาในการเปิด- ปิด เครื่องปรับอากาศใหม่ให้เหมาะสมขึ้น เช่น บริเวณทางเดิน เป็นต้น
5. ดำเนินการแก้ไขหรือปรับปรุงตามแนวทางที่กำหนด

CIT ได้ปรับตั้งเวลาในการเปิด – ปิดAHU ซึ่งกำหนดไว้ในระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ(Building Automation System-BAS)ที่มีการติดตั้งใช้งานอยู่ภายในโรงานใหม่ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น โดยได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2543 เป็นต้นมา

6. ตรวจสอบผลการดำเนินการ
   - CIT ได้ดำเนินการตรวจสอบผลประหยัดโดยใช้ระบบ BAS ภายหลังจาการเริ่มดำเนินการตามแนวทางที่กำหนด พบว่า สามารถประหยัดพลังงานได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการทำงานและผลผลิต

6.2 ปัจจัยความสำเร็จ

การดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานบริษัทไมโครชิพเทคโนโลยี(ไทยแลนด์)จำกัด สำเร็จลงได้โดยมีปัจจัยที่นำไปสู่ความสำเร็จดังต่อไปนี้

1. การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง
2. การนำเรื่องการอนุรักษ์พลังงานเข้าเป็นส่วนหนึ่งของ ISO 14001
3. การตั้งกลุ่มงานอนุรักษ์พลังงานที่เป็นระบบ
4. การให้ความร่วมมือในการดำเนินการของพนักงานทั่วทั้งองค์กร

7. การจัดตั้งคณะกรรมการพลังงาน

รูปที่ ข.22 รูปบริษัท บางกอก โฟม จำกัด

กรณีศึกษา	: บริษัท บางกอก โฟม จำกัด
ที่อยู่	: 63/11 ,22,37 หมู่ 2 ซ.เพชรเกษม หนองแขม กรุงเทพ 10160
ผลิตภัณฑ์	: ฟองน้ำวิทยาศาสตร์และชิ้นส่วนรถยนต์ภายใต้เครื่องหมาย
การค้า	INOAC ด้วยกำลังการผลิต 600 ตัน / เดือน
ปริมาณการใช้พลังงาน	: ไฟฟ้า 72000 kWh / ปี และน้ำมันเตา 93600 ลิตร/ปี
การลงทุน	: 342405 บาท
ผลประหยัดพลังงาน	: 180381 บาท / ปี หรือลดดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะจาก 443444 kWh/ton ใน พ.ศ. 2543 ลงเหลือ 423 kWh/ton ใน พ.ศ. 2544
ระยะเวลาคืนทุน	:โดยเฉลี่ย 2.5 ปี

7.1ความเป็นมา

บริษัทมีนโยบายมุ่นเน้นที่จะส่งเสริมให้พนักงานทุกคน ทุกระดับมีความรู้ ความสามารถและทักษะในการดำเนินกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานโดยให้ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของงานประจำเพื่อสนองพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานพ.ศ. 2535 การทำกิจกรรมอนุรักษ์พลังงานเป็นหน้าที่ของพนักงานทุกคน ทุกระดับและแต่ละคนมีบทบาทที่จะทำให้เกิดผลในการปฏิบัติสูงสุด

หน้าที่แรกของทีมงาน

การทำกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงาน พนักงานทุกคนทุกระดับต้องปฏิบัติและดำเนินการอย่างต่อเนื่องตามนโยบายสิ่งแวดล้อมของบริษัทที่จะเข้าสู่มาตรฐาน ISO 14001 บริษัทถือว่าพนักงานทุกคนทุกระดับที่ให้ความร่วมมือเป็นผู้ที่มีเกียรติควรแก่การยกย่องชมเชย

เป้าหมายสำคัญของการทำกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานเพื่อให้พลังงานได้รับทราบแนวทางการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด มีส่วนร่วมในกิจกรรมและสอดคล้องกับนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม

7.2 วัตถุประสงค์หลัก

ลดต้นทุนพลังงานอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพโดยการจัดให้มีคณะกรรมการพลังงาน

7.3 การดำเนินการ

แนวทางการจัดตั้งคณะกรรมการพลังงาน

คณะกรรมการพลังงานในที่นี้ หมายถึง คณะกรรมการพลังงาน/ ทรัพยากรที่ได้จัดตั้งขึ้นเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและการจัดทำระบบมาตรฐานสิ่งแวดล้อม ISO 14000 ซึ่งประกอบด้วยเจ้าหน้าที่ 10 คนรวมทั้งประธานที่ปรึกษาและเลขานุการและมีวาระการทำงาน 1 ปี หน้าที่ของคณะกรรมการประกอบด้วยการกำหนดนโยบาย วัตถุประสงค์และเป้าหมายของกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานจัดทำแผนการส่งเสริม ควบคุมและประเมินผลการกำหนดให้หน่วยงานในองค์กรสามารถนำไปปฏิบัติให้บังเกิดผลอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นไปตามแผน

7.4 การดำเนินกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงาน

ก่อนการจัดตั้งคณะกรรมการพลังงาน บริษัทได้จัดส่งพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงเข้าร่วมการอบรมการอนุรักษ์พลังงาน หลังจากนั้นให้ผู้มีผ่านการอบรมมีส่วนร่วมในคณะกรรมการพลังงานและหน้าที่อันดับแรกที่มอบหมายคือ การเก็บข้อมูลการใช้พลังงาน วัตถุประสงค์และเป้าหมายของทีมงานพลังงาน/ทรัพยากร ก็เพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าและน้ำลงอย่างน้อย 2% ด้วยการจัดทำ

โครงการต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยโครงการสร้างจิตสำนึกและโครงการติดตั้งอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง, โครงการสร้างจิตสำนึกคือการรณรงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดโดยวิธีการอบรมการใช้พลังงานไฟฟ้าให้กับพนักงานและการจัดทำสติกเกอร์เพื่อการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์,โครงการติดตั้งอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงที่จัดทำและประสบความสำเร็จในการลดการใช้พลังงานคือการติดตั้งโคมไฟฟ้าประหยัดพลังงาน(โคมสะท้อนแสง) การติดตั้ง บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์และการติดตั้งมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

7.5 การติดตามผลและประเมินผล

การติดตามและการประเมินผลการอนุรักษ์พลังงานได้ใช้วิธีการบันทึกข้อมูลดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในปี พ.ศ. 2543 เทียบปี พ.ศ. 2544 และการประชุมเพื่อติดตามความก้าวหน้าทุกเดือน

7.6 ผลการประหยัดพลังงาน

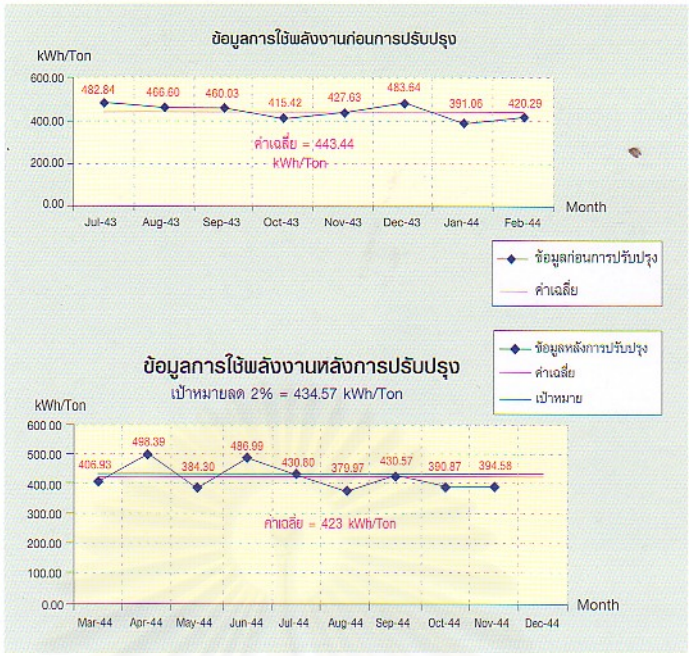
ผลการประหยัดพลังงานตามโครงการข้างต้นได้แสดงสรุปไว้ในตารางที่ ข.3 และรูปที่ ข. 23 กราฟแสดงผล รวมผลการประหยัดในการลดต้นทุนพลังงานของบริษัทเท่ากับ 180381 บาท/ ปี

ตาราง ข.3 สำเร็จในการลดต้นทุนพลังงานของบริษัทบางกอกโฟม จำกัด

ผลสำเร็จในการลดต้นทุนพลังงานของบริษัท บางกอกโฟม จำกัด

โครงการ	เงินลงทุน (บาท)	ผลการประหยัด (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
1. รณรงค์การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด			
1.1 จัดอบรมการใช้พลังงานไฟฟ้า	-	-	-
1.2 จัดทำสติกเกอร์เพื่อประชาสัมพันธ์	-	-	-
2. การปรับปรุงระบบไฟฟ้าและการส่องสว่าง			
2.1 ติดตั้งโคมประหยัดพลังงาน	199,130	125,864	1.5
2.2 ติดตั้งบัลลาสต์อิเลคทรอนิคส์	72,075	17,572	4.1
3. การปรับปรุงมอเตอร์ภายในบริษัท			
3.1 ติดตั้งมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	71,200	36,945	1.9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข. 23 กราฟแสดงผลสำเร็จการลดการใช้พลังงานของบริษัทบางกอกโฟม จำกัด

7.7 ปัจจัยความสำเร็จ

โครงการอนุรักษ์พลังงานภายใต้การทำงานของทีมงานพลังงานประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีและมีการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องมาจาก

- การเอาจริงเอาจังของผู้บริหาร

  ผู้บริหารมีส่วนในการส่งเสริมและสนับสนุนนโยบายการลดต้นทุน ควบคู่กับการดำเนินการตามมาตรฐาน ISO 14000

- การสร้างจิตสำนึกให้แก่พนักงาน

  ผลสำเร็จสำคัญของบริษัทคือการสร้างจิตสำนึกเรื่องการอนุรักษ์พลังงานแก่พนักงาน ซึ่งนอกจากการส่งเสริมให้โครงการต่างๆ ในบริษัทประสงความสำเร็จแล้ว ยังช่วยสนับสนุนนโยบายภาครัฐโดยการชักนำให้เกิดพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

7.8 อุปสรรคการดำเนินการ

คณะกรรมการมีข้อจำกัดทางด้านงบประมาณในการส่งเสริมกิจกรรมอนุรักษ์พลังงานทำให้ไม่สามารถลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในโครงการที่ต้องใช้งบประมาณสูงได้

ผู้ประสานงานและให้ข้อมูล :นายบัณฑิตย์ เจริญสุทธิธรรม วิศวกรอาวุโส

7.9 บทสรุปกรณีศึกษา

บริษัทบางกอกโฟม จำกัด เป็นบริษัทผลิต Polyurethane Foamที่ผู้บริหารให้ความสำคัญในการประหยัดพลังงาน จึงได้จัดตั้งคณะกรรมการพลังงานเพื่อดำเนินการอนุรักษ์พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับนโยบายสิ่งแวดล้อมของบริษัท(ISO 14001) โครงการหลักก่อให้เกิดผลสำเร็จสูงสุดในการอนุรักษ์พลังงานประกอบด้วย การรณรงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและติดตั้งอุปกรณ์พลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้ คณะกรรมการชุดดังกล่าวยังจัดทำโครงการประหยัดทรัพยากรอื่นๆอีกด้วย เช่น การลดปริมาณการใช้น้ำและของเสียและกำหนดเป้าหมายพลังงานในการลดการใช้พลังงานลง 2% ในระหว่างปี พ.ศ. 2543-2544 หรือลดดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำเพาะจาก 443 kWh/ตันของโพลียูรีเธนโฟมเป็น 435 kWh/ตันของโพลียูรีเธนโฟม เป็นต้น

8.การอนุรักษ์พลังงานด้วยระบบการจัดการพลังงาน

รูปที่ ข.24 บริษัท ไมค์ ช็อปปิ้ง มอลล์ จำกัด

กรณีศึกษา	: บริษัท ไมค์ ช็อปปิ้ง มอลล์ จำกัด
ที่อยู่	: 262 หมู่ 10 ถ.พัทยา 2 จ.ชลบุรี 20000
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า	: 489187 หน่วย/ปี (จำนวนชั่วโมงใช้งานเฉลี่ย 10 ชั่วโมงต่อวัน)
การลงทุน	: 3500000 บาท
ผลประหยัดพลังงาน	: 34875000 บาท / ปี
ระยะเวลาคืนทุน	:1 ปี

8.1 ความเป็นมา

ผู้บริหารมีนโยบายส่งเสริมกิจกรรมการประหยัดพลังงานอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบดังปรากฏในโครงการต่างๆ อาทิเช่น การเปลี่ยนบัสลาสต์แกนเหล็กเป็นบัสลาสต์แกนอิเล็กทรอนิกส์ หรือการเปลี่ยนหลอดแสงจันทร์ 150 วัตต์เป็นหลอดคอมแพ็คฟูลออเรสเซนต์ 18 วัตต์และยังได้นำเสนอผลงานเข้าร่วมและได้รับรางวัลในการประกวดอาคารอนุรักษ์พลังงานแห่งเอเชียนในรายการ Asian EE&C Best Practices Competition in Building Asean Energy Award 2001 ในเดือนพฤษภาคม 2544ด้วย หนึ่งในโครงการที่ประสบความสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงานของบริษัทก็คือ การจัดทำระบบการจัดการพลังงานเพื่อควบคุมค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าแบบเป็นระบบ

8.2 วัตถุประสงค์

ควบคุมปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ระบบจัดการพลังงาน

8.3 การดำเนินการ

บริษัท ไมค์ ซ็อปปิ้ง มอลล์ จำกัด ได้เริ่มแผนการปรับปรุงอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 โดยจ้างบริษัทจัดการพลังงาน ESCO เข้าทำการตรวจวัดพลังงานจัดทำแผนปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน รวมทั้งประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานเพื่อที่จะรับผิดชอบรายจ่ายส่วนต่างของค่าที่ได้จากการประเมินกับค่าที่ประหยัดได้จริงในการดำเนินงานโครงการนี้ได้ขอความช่วยเหลือทางด้านการเงินบางส่วนจากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (พพ) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 บริษัทไมค์ ซ็อปปิ้งมอลล์ จำกัด ได้เริ่มการปรับปรุงอาคารโดยการกำหนดแผนงานปรับปรุงมากกว่า 20 มาตรการ โดยเริ่มดำเนินการจากมาตรการที่ไม่ต้องลงทุน ลงทุนต่ำ หรือง่ายต่อการปฏิบัติการและในปี พ.ศ. 2542 ได้เริ่มการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานที่ต้องลงทุนแต่ก็ให้ผลคุ้มค่ากับการลงทุน ซึ่งหนึ่งในมาตรการนั้น คือ ระบบจัดการพลังงาน

8.4 กิจการที่ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

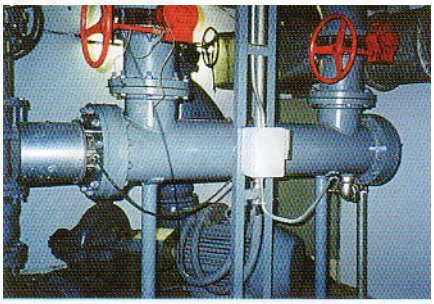
1. การบริหารการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ เช่น เครื่องทำความเย็น (Chiller) และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆเช่นเครื่องเป่าลมเย็น(AUA) ,มอเตอร์.ปั๊มและไฟฟ้าแสงสว่าง
2. การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงานและการปรับเปลี่ยนตารางเวลาการทำงานของอุปกรณ์และของพนักงานในบางพื้นที่ เพื่อลดค่าความต้องการสูงสุด (Peak Demand)

<u>รายละเอียดอุปกรณ์</u>

1. คอมพิวเตอร์ พร้อมโปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับการลดค่าความต้องการสูงสุด(Peak Demand)และโปรแกรมการจัดการใช้พลังงานของเครื่องทำความเย็น(AUA) ดังรูปที่ ข.25

รูป ข .25 คอมพิวเตอร์ พร้อมโปรแกรมสำเร็จรูป

2. อุปกรณ์ตรวจวัด(Sensors)และอุปกรณ์ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติสำหรับระบบทำความเย็น,เครื่องเป่าลมเย็น,ปั๊มและอื่นๆรวมประมาณ 60 ชุด (ดังรูปที ข. 26)



รูปที ข. 26 อุปกรณ์ตรวจวัด(Sensors)

8.5 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ค่าใช้จ่ายสำหรับระบบจัดการพลังงานซึ่งเป็นค่าอุปกรณ์และค่าติดตั้งทั้งหมดเป็นเงิน 3500000 บาท ผลการประหยัดได้คือสามารถลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 350 kW ในปี พ.ศ. 2543 (เทียบกับก่อนการปรับปรุงระบบในปี 2539) และสามารถประหยัดพลังงานได้ 3487500 บาท/ปี คิดเป็นระยะเวลาคืนทุนเพียง 1 ปี การคืนทุนจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์ด้วย

8.6 ปัจจัยของความสำเร็จ

- มี 2 ปัจจัยหลักคือการเลือกใช้อุปกรณ์หรือระบบที่มีประสิทธิภาพและการมีระบบวิธีการในการจัดการเพื่อนำอุปกรณ์หรือระบบต่างๆเข้ามาประยุกต์ใช้ในองค์กรในส่วนของบริษัท ไมค์ ซ็อปปิ้ง มอลล์ จำกัด มีการจัดการการ

ดำเนินงาน(Management Process)ที่มีขั้นตอนชัดเจน (ดังรูปที่ ข.27)รวมทั้งการติดตามผล ปรับปรุง และพัฒนาวิธีการประหยัดพลังงานอย่างต่อเนื่องจนบรรลุเป้าหมาย

- ด้านการลงทุน

เนื่องจากระบบจัดการพลังงานมีต้นทุนสูงทำให้ยากต่อการตัดสินใจลงทุนกับระบบแต่อย่างไรก็ดี การรับประกันผลการประหยัดพลังงานของบริษัทจัดการพลังงานมีส่วนช่วยทำให้ผู้บริหารตัดสินใจเร็วขึ้น

- ด้านการใช้งานอุปกรณ์

การใช้งานในระยะเริ่มต้น ระบบจัดการพลังงานไม่สามารถให้ผลได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ ทำให้ต้องขอความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญเป็นระยะเวลาหนึ่ง นอกจากนี้ยังมีปัญหาด้านการจัดหาบุคคลกรที่สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Software) และควบคุมระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รูปที่ ข.27 ขั้นตอนการดำเนินงาน

8.7 ข้อควรระวัง

- ด้านการจัดการ

องค์กรที่ขาดระบบการจัดการและระบบงานที่มีประสิทธิภาพ ถึงแม้จะใช้ระบบจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงก็ไม่สามารถใช้ระบบให้เกิดประสิทธิภาพสูง

ตามที่ควรจะเป็นได้ การขาดระบบและแผนการที่ดี อาจหมายถึง ภาระค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นกับองค์กรที่ไม่จำเป็น

- ด้านการใช้อุปกรณ์

ความมั่นคงของระบบการจัดการพลังงานขึ้นกับเสถียรภาพในการใช้งานจองเครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลเป็นหลัก อาคารได้เพิ่มระบบการจ่ายไฟต่อเนื่อง (UPS) เพื่อรักษาเสถียรภาพการทำงานของระบบ

ผู้ประสานงานและให้ข้อมูลระบบ : นายสุรัตน์ เมฆะวรากุล ประธานกรรมการบริหาร

9. การเผาไหม้เชิงเพลิงที่มีประสิทธิภาพ

กรณีศึกษา	: บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด โรงงานเขาวง
ที่อยู่	: 28 หมู่ 4 ต.เขาวง อ.พระพุทธบาท จ.สระบุรี 18120
กำลังการผลิต	: ปูนซีเมนต์ 4 ล้านตันต่อปี
อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานหลัก	:ห้องเผาปูนขนาด 1x 10000 ตัน/วัน
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง	: ถ่านหิน 5-7 แสนตัน/ปีและน้ำมันเตา 5,3 ล้านลิตร/ปี
มาตรการ	: เปลี่ยนหัวเผาเป็นชนิดที่ใช้ปริมาณอากาศลำดับแรก (Primary Air) ต่ำ
การลงทุน	: 8824414 ล้านบาท
ผลการประหยัด	: 3.5 ล้านบาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	: 2 ปี 6 เดือน

รูปที่ ข.28 บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด โรงงานเขาวง

9.1 ความเป็นมา

เพื่อสอดคล้องกับนโยบายการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของทางบริษัท คณะกรรมการด้านพลังงานได้ศึกษาแนวทางการลดต้นทุนพลังงานโดยเฉพาะเชื้อเพลิง(คิดเป็น

ร้อยละ 60 ของต้นทุนพลังงานทั้งหมด) ซึ่งถูกนำมาใช้ผลิตความร้อนสำหรับกระบวนการเผาปูนด้วยระบบหม้อเผาเป็นแบบ Separated Line Calciner(SLC)

ถึงแม้ว่าระบบการเผาไหม้ในหม้อเผาปูนของบริษัทมีการใช้พลังงานค่อนข้างต่ำคือประมาณ 740 กิโลแคลลอรี่ต่อกิโลกรัมวัตถุดิบเพราะมีการนำอากาศร้อนอุณหภูมิ 1100 - 12000 °C จากขั้นตอนการทำให้ปูนเม็ดเย็นตัวกลับมาป้อนเป็นอากาศลำดับที่สอง (Secondary Air) แต่จากการติดตามเทคโนโลยีการเผาไหม้ พบว่า ยังสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานความร้อนได้อีก โดยการลดปริมาณการใช้อากาศลำดับแรกซึ่งเป็นอากาศเย็นจากภาวะแวดล้อมน้อยลง และเพิ่มปริมาณการใช้ลำดับที่สองที่มีอุณหภูมิสูงกว่าแทน

9.2 วัตถุประสงค์

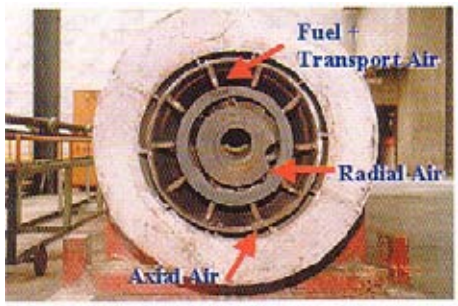
ปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ โดยติดตั้งหัวเผาที่ใช้ปริมาณอากาศลำดับแรกที่ต่ำและสามารถควบคุมรูปร่างเปลวไฟ (Flame Shape) และโมเมนตัมของเปลวไฟ (Flame Momentum) ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

9.3 การดำเนินการ

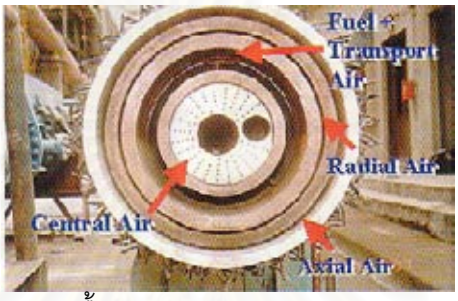
เริ่มจากการศึกษาความเหมาะสมด้านเทคนิคและทางด้านเศรษฐศาสตร์ของหัวเผาที่ใช้ปริมาณอากาศลำดับแรกต่ำเมื่อผลการศึกษาแสดงถึงความเหมาะสม จึงดำเนินการอนุมัติจากผู้บริหารเพื่อดำเนินการจัดซื้อโดยพิจารณาจากราคา บริการ ประสบการณ์และผลงานที่เคยดำเนินการติดตั้งหัวเผาที่ใช้ลำดับแรกต่ำ เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อรักษาประสิทธิภาพการทำงานจองหัวเผาให้คงที่เจ้าหน้าที่จะทำการวัดปริมาณอากาศและความดันที่ป้อนเข้าสู่หม้อเผาอย่าสม่ำเสมอ รวมทั้งตรวจสอบสภาพและซ่อมบำรุงประจำทุก 6 เดือน

9.4 รายละเอียด

หัวเผาที่ใช้ปริมาณอากาศลำดับแรกต่ำ ถูกออกแบบให้มี Flame Stabilizer Plate ทำหน้าที่ควบคุมเปลวไฟให้มีรูปร่างพอเหมาะ โดยมีแนวโน้มการป้อนเชื้อเพลิงอยู่ระหว่างแนวการป้อนของอากาศลำดับแรกที่แยกเข้าสู่ห้องเผาไหม้ที่ 2 กระแส คือ กระแสที่หนึ่งตามแนวแกน (Axial Air) และกระแสที่สองเป็นลักษณะหมุนวน (Swirl Air) ที่ถูกป้อนเข้าโดยพัดลมความดันสูง และปรับปริมาณอากาศสามารถทำได้โดยการปรับพื้นที่หน้าตัดของปลายหัวฉีดอากาศ (Burner Tip) แทนวาล์วผีเสื้อ (Butterfly Value) ซึ่งทำให้เกิดการลดลงของความดัน สามารถลดปริมาณอากาศได้ลำดับแรกได้ในขณะที่ค่าโมเมนตัมของเปลวไหคงเดิม



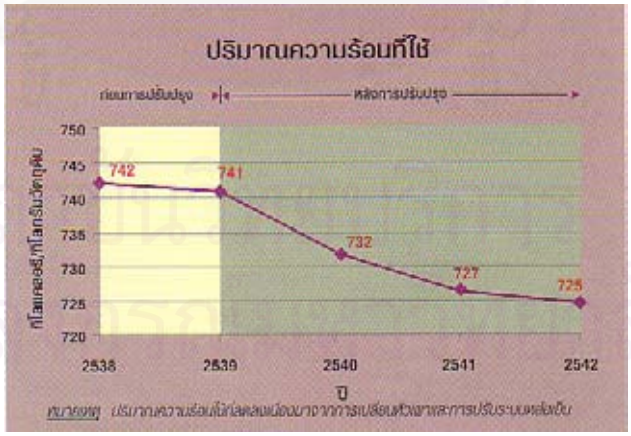
รูปที่ ข.29 หัวเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุง (Primary 12%)



รูปที่ ข.30หัวเชื้อเพลิงหลังปรับปรุง (Primary 8.43%)

9.5 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

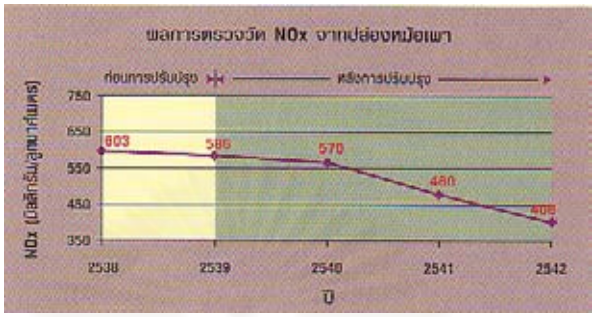
ลดปริมาณการใช้การใช้พลังงานความร้อนลงได้ถึง 5 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัมปูนเม็ด (ดังแสดงในรูปที่ ข.31) คิดเป็นปริมาณการใช้เชื้อเพลิงลิกไนต์ที่ลดลงประมาณ 3200 ตัน/ปี (มูลค่า 3.5 ล้านบาท/ปี) ซึ่งสามารถคืนทุนภายในระยะเวลา 2 ปี 6 เดือน



รูปที่ ข.31 แสดงการใช้พลังงานความร้อนของหม้อเผาก่อนและหลังปรับปรุง

9.6 ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

การควบคุมรูปร่างเปลวไฟทำให้อุณหภูมิของเปลวไฟมีค่าลดลงประกอบกับปริมาณการใช้อากาศอันดับแรก(Primary Air) ที่ลดลง ส่งผลให้ปริมาณ NO_2 ที่ปลดปล่อยสู่บรรยากาศลดลง (ดังรูปที่ ข.32)



รูปที่ ข.32 แสดงผลการตรวจวัด NO_x ก่อนและหลังการปรับปรุง

9.7 ปัจจัยความสำเร็จ

- นโยบายที่ชัดเจนในการปรับปรุงเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพสูงเพื่อลดต้นทุนการผลิต
- การสนับสนุนจากผู้บริหารซึ่งเล็งเห็นถึงความสำคัญของการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต เพื่อลดต้นทุนพลังงานนอย่างต่อเนื่อง
- การศึกษารายละเอียดเชิงเทคนิคและหลักการทำงานของอุปกรณ์อย่างละเอียด
- การวางแผนและการประสานงานระหว่างหน่วยงานต่างๆอย่างมีประสิทธิภาพ

9.8 ข้อควรระวัง

- ปริมาณอากาศลำดับแรกจะต้องถูกควบคุมให้เหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสึกหรอเร็วเกินไป หรือเกิดการไหม้ที่หัวเผา
- เนื่องจากหัวเผามีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก(ประมาณ 5 ตัน) ทำให้ยากต่อการติดตั้งและควรออกแบบโครงสร้างรองรับหัวฉีดให้เหมาะสม

ผู้ประสานงานและให้ข้อมูล : นายดนัย บัวเลิศ ผู้จัดการส่วนผลิต

10 การประหยัดพลังงานโดยใช้เครื่องทำความสะอาดคอนเดนเซอร์อัตโนมัติ

รูปที่ ข.30 โรงงาน บริษัท ไลท์ออนอิเล็กทรอนิกส์(ประเทศไทย)จำกัด

กรณีศึกษา	: โรงงาน บริษัท ไลท์ออนอิเล็กทรอนิกส์(ประเทศไทย)จำกัด
ที่อยู่	: 38/4 หมู่ 1 ถ.รังสิต-องค์รักษ์ 12130 โทรศัพท์ 0-2533-1208
ประเภทโรงงาน	: ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้ในคอมพิวเตอร์และเครื่องใช้ไฟฟ้า
ชื่อผู้ติดต่อ	: นายบุญสืบ ภู่รัตน์ วิศวกรอาวุโส
เทคโนโลยีติดตั้ง	: ระบบทำความสะอาดคอมเดนเซอร์อัตโนมัติ ชนิดใช้แปรงเป็นตัวกลาง
เงินลงทุน	: 840000 บาท
ผลประหยัดพลังงาน	: 841509 บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	: 0.9 ปี

10.1 ความเป็นมาและข้อมูลพื้นฐาน

โรงงาน บริษัท ไลท์ออน อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด มีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์โดยใช้เครื่องทำความเย็นขนาด 350 ตัน ความเย็นจำนวน 2 เครื่อง และขนาด 250 ตันความเย็นจำนวน 2 เครื่องคิดเป็นพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศประมาณ 37% ของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งโรงงาน ปกติโรงงานบำรุงรักษาคอนเดนเซอร์ของเครื่องทำความเย็นโดยจะทำการหยุดล้างทำความสะอาดตามระยะเวลา ต่อมาในปี พ.ศ.2542 โรงงานมีนโยบายที่จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็นลง จึงได้ศึกษาและตัดสินใจติดตั้งระบบทำความสะอาดคอนเดนเซอร์โดยอัตโนมัติชนิดใช้แปรงเป็นตัวกลางเพื่อคงค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นให้ดีที่สุดอยู่ตลอดเวลา ทำให้สามารถประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศลงได้ 20% ของการใช้พลังงานในเครื่องทำน้ำเย็นเดิม

10.2 การดำเนินดารติดตั้ง

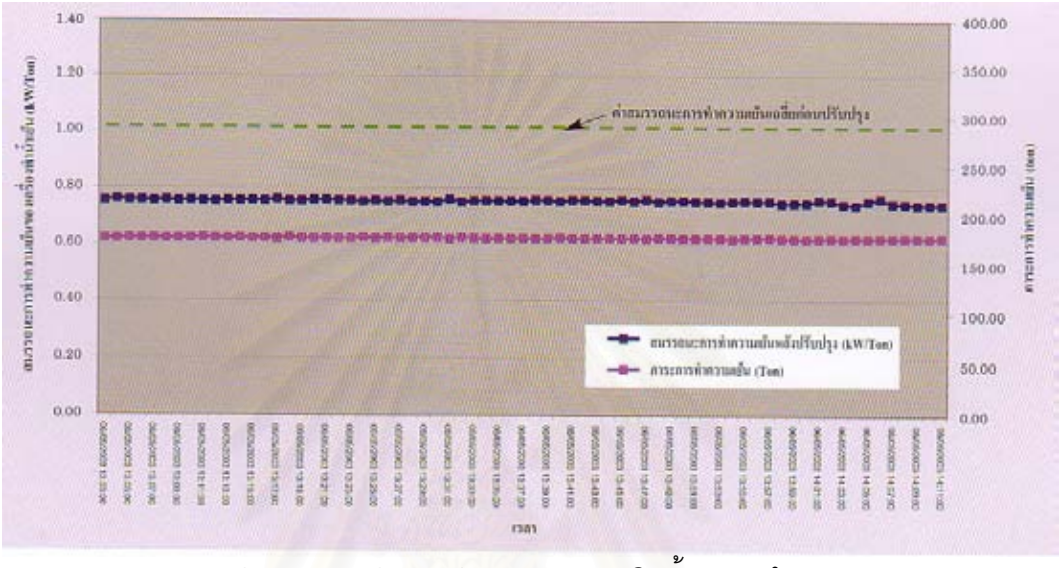
โรงงานำได้ดำเนินการติดตั้งระบบทำความสะอาดคอนเดอร์เซอร์อัตโนมัติ ชนิดใช้แปรงเป็นตัวกลางโดยปรับตั้งค่าทำงานไว้ 4 ครั้งต่อวัน

10.3 การประเมินผล

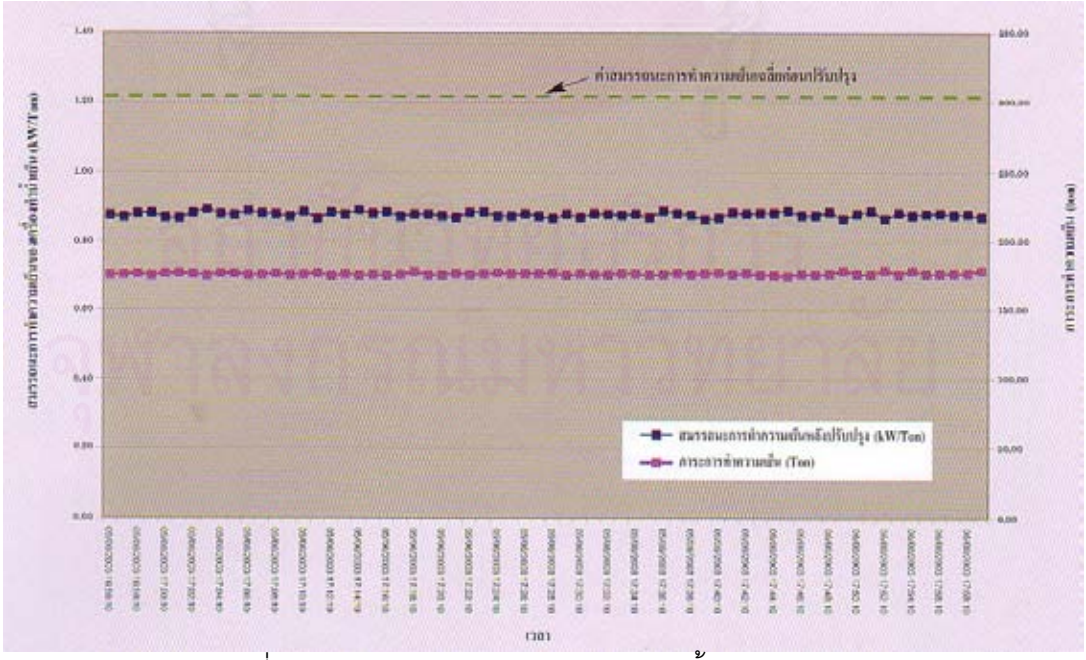
ผลการตรวจวัดค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น ขนาด 350 ตันความเย็นและขนาด 250 ตันความเย็นอย่างละ 1 เครื่องที่ติดตั้งระบบทำความสะอาดคอนเซอร์อัตโนมัติเป็นที่เรียบร้อยแสดงดังรูปที่ 31 และรูปที่ 32 โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

เครื่องขนาด 250 ตันความเย็น kW/ton ก่อน = 1.04 kW/ton หลัง = 0.75

เครื่องขนาด 350 ตันความเย็น kW/ton ก่อน = 1.24 kW/ton หลัง = 0.88



รูป ข.31 กราฟแสดงค่า kW/ton หลังติดตั้งระบบสำหรับ
เครื่องทำความเย็นขนาด 250 ตันความเย็น(เฉลี่ย 0.75 kW/ton)



รูปที่ ข.32 กราฟแสดงค่า kW/ton หลังติดตั้งระบบสำหรับ
เครื่องทำความเย็นขนาด 350 ตันความเย็น(เฉลี่ย 0.88 kW/ton)

10.4 ค่าใช้จ่ายและผลการประหยัดพลังงาน

- เงินลงทุน

  ระบบสำหรับเครื่องขนาด 250 ตันความเย็น 360000 บาทต่อชุด

  ระบบสำหรับเครื่องขนาด 350 ตันความเย็น 480000 บาทต่อชุด

- ผลการประหยัดพลังงาน

<u>เครื่องขนาด 250 ตันความเย็น หนึ่งเครื่อง</u>

- พลังงานที่ประหยัดได้ 184788 kWh /ปี
- คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ประหยัดได้ 415773 บาท/ปี
- พลังงานที่ประหยัดได้คิด 121 ตัน/ปี
  เทียบเท่าปริมาณ CO_2 ที่ลดลง
- ระยะเวลาคืนทุน 0.87 ปี

<u>เครื่องขนาด 350 ตันความเย็น หนึ่งเครื่อง</u>

- พลังงานที่ประหยัดได้ 189216 kWh /ปี
- คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ประหยัดได้ 425736 บาท/ปี
- พลังงานที่ประหยัดได้คิด 124 ตัน/ปี
  เทียบเท่าปริมาณ CO_2 ที่ลดลง
- ระยะเวลาคืนทุน 1.12 ปี

10.5 การบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาระบบทำได้โดยการตรวจสอบการทำงานของวาล์วสลับทิศทาง (Diverter valve) และอายุการใช้งานของตัวกลางซึ่งโดยทั่วไปจะมีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี

10.6 ข้อจำกัดทางการดำเนินการ

ระบบทำความสะอาดคอนเดนเซอร์อัตโนมัติชนิดใช้แปรงเป็นตัวกลาง จะมีอุปกรณ์ที่ต้องติดตั้งเพิ่มคือ วาล์วสลับทิศทาง(Diverter valve) ซึ่งมีขนาดใหญ่มาก ในกรณีศึกษานี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 เมตร ทำให้ต้องใช้พื้นที่มากในการติดตั้ง

10.7 ข้อคิดเห็นจากบุคคลอ้างอิงในโรงงาน

เป็นระบบที่ช่วยแก้ปัญหาในเรื่องการหยุดระบบเพื่อบำรุงรักษาและทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายทางด้านการบำรุงรักษาได้มาก

ผู้ประสานงานและให้ข้อมูล : นายบุญสืบ ภู่รัตน์ วิศวกรอาวุโส

11 การบริหารจัดการงานอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

กรณีศึกษา :โรงพยาบาลวิภาวดี

ที่อยู่ : 51/3 ถ.งามวงศ์วาน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพ 10900

พื้นที่ใช้งานรวม : 46520.5 ตร.ม.

ประเภทอาคาร : โรงพยาบาลขนาด 400 เตียง ,สำนักงานให้เช่าและ Service Apartment

ปริมาณการใช้พลังงาน : พลังงานไฟฟ้า 566416 kWh/เดือน,น้ำมันดีเซล 8612 ลิตร/เดือน

11.1 เรื่อง การบริหารการใช้หม้อน้ำ

11.1.1 ความเป็นมาและพื้นฐาน

โรงพยาบาลวิภาวดีมีการผลิตไอน้ำเพื่อในการอบและซักผ้าโดยติดตั้งหม้อไอน้ำจำนวน 3 ลูกสลับกันเดินเครื่องซึ่งจากการตรวจสอบของโรงพยาบาลพบว่า การสลับกันใช้หม้อน้ำจำนวนสามลูกทำให้อุณหภูมิในหม้อไอน้ำเมื่อสลับใช้งานมีอุณหภูมิต่ำลงมาก ดังนั้นทางโรงพยาบาลจึงได้แก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนวิธีการเดินหม้อไอน้ำ 1 ลูกเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการเดินเครื่องมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำในหม้อไอน้ำขณะหยุดรอสลับใช้งาน สูงขึ้นจากเดิม 44 °C (กรณีสลับงาน 3 ลูก) เป็น 51 °C ทำให้สามารถประหยัดพลังงานจากอุณหภูมิน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นได้ประมาณ 8%

11.1.2 หลักการดำเนินการ

จากที่โรงพยาบาลวิภาวดีได้ดำเนินการบริหารหารใช้หม้อไอน้ำ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ทำให้หม้อไอน้ำเกิดที่เหลือใช้งานจำนวน 1 ลูกดังนั้นเพื่อรักษาสภาพของหม้อไอน้ำไม่ให้เสื่อมสภาพจึงต้องทำการเก็บรักษาหม้อไอน้ำโดยวิธีการเก็บแห้งหม้อไอน้ำ ซึ่งเป็นวิธีการรักษาสภาพของหม้อไอน้ำที่ไม่มีการใช้งานเป็นระยะเวลานานๆ ให้สภาพพร้อมใช้งาน ไม่เกิดสนิทภายในหม้อไอน้ำวิธีการเก็บทำได้โดยการทำความสะอาดท่อน้ำและท่อไฟของหม้อไอน้ำให้สะอาดและใส่สารดูดความชื้น เช่น ซิลิก้าเจล เข้าไปเพื่อรักษาสภาพของท่อทั้งสองชุดไว้การดำเนินการเก็บแห้งหม้อไอน้ำนี้ เหมาะสำหรับโรงงานหรืออาคารที่มีหม้อไอน้ำใช้งาน แต่ต้องการพักการใช้งานของหม้อไอน้ำชั่วคราวเช่น การหยุดกระบวนการการผลิตเพื่อทำการซ่อมบำรุงที่ต้องใช้เวลามากๆ

11.1.3 การดำเนินการและติดตั้ง

ทางโรงพยาบาลได้ทำการเก็บแห้งหม้อไอ้น้ำขนาด 80 hp ความดันไอน้ำ 150 phi เพื่อรักษาสภาพของหม้อไอน้ำและยืดอายุการใช้งานของหม้อไอ้น้ำออกไป โดยในการดำเนินการเริ่มด้วยการทำความสะอาดหม้อไอน้ำทั้งด้านท่อน้ำและท่อไฟ จากนั้นจึงเติมน้ำเข้าไปต้มให้เดือดใน

หม้อไอน้ำแล้วถ่ายออกเพื่อให้ความร้อยระเหยความชื้นในหม้อไอน้ำออกไปแล้วจึงใส่สารดูดความชื้นเข้าไปและปิดฝา ปิดวาลว์ของหม้อไอน้ำให้สนิท

11.1.4 ค่าใช้จ่ายและการคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

- เงินลงทุน 11770 บาท
- เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ 730 ลิตร/ปี(26580.6 MJ/ปี)
- คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ 9490 บาท/ปี
- ระยะเวลาคืนทุน 1.24 ปี

11.1.5 การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ช่วยลดก๊าซร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงออกสู่บรรยากาศคิดเป็นอัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 ประมาณ 1.81 ตันต่อปี

<u>การบำรุงรักษา</u>

สามารถลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาหม้อไอน้ำลงได้ 1 ลูก โดยค่าใช้จ่ายที่ประหยัดลงได้ประกอบไปด้วย

- ค่าแยกเขม่าประจำปี 9000 บาท/ปี
- ค่าวัสดุอุปกรณ์ในการซ่อมบำรุง 16000 บาท/ปี
- ค่าทดสอบแรงดันประจำปี <u>7000</u> บาท/ปี

รวมเป็นค่าใช้จ่าย 32000 บาท/ปี

11.2 เรื่อง การปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

11.2.1 ความเป็นมาและข้อมูลพื้นฐาน

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างจัดได้ว่าเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานในสัดส่วนที่สูงถึง 15 % ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงพยาบาลวิภาวดีดังนั้นเพื่อลดการใช้พลังงานในส่วนนี้ โรงพยาบาลวิภาวดีได้รณรงค์ให้มีการเปิด-ปิดไฟตามการใช้งานอย่างเหมาะสมในเบื้องต้น พร้อมกับดำเนินการโครงการปรับปรุงอุปกรณ์ในระบบให้เป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงโดยปรับปรุงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดธรรมดา จำนวน 2 หลอดต่อโคม และบัลลาสต์แบบขดลวดธรรมดา มาเป็นโคมที่มีแผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสงใช้งานร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด ไตรฟอสเฟส จำนวน 1 หลอดต่อโคม และเปลี่ยนบัลลาสต์เป็นแบบความสูญเสียต่ำเพื่อประหยัดพลังงาน

11.2.2หลักการประหยัดพลังงาน

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดไตรฟอสเฟส เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ให้แสงสว่างมากกว่าหลอดชนิดธรรมดาประมาณ 30% จากการเคลือบสารฟลูออเรสเซนต์เพิ่มเป็น 3เท่า ที่ผิวหลอดด้านใน(ดังตารางที่ข.4)โคมที่มีแผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสงเป็นโคมที่ช่วยเพิ่มความสว่างให้กับพื้นที่ใช้งานได้ ซึ่งการใช้โคมชนิดนี้ทดแทนโคมชนิดเดิมซึ่งไม่มีแผ่นสะท้อนแสงทำให้สามารถลดหลอดใช้งานได้ 1 หลอด จากจำนวนเดิมที่ใช้งาน 2 หลอดต่อโคม โดยให้แสงสว่างที่ใกล้เคียงกับของเดิม

บัลลาสต์ความสูญเสียต่ำ เป็นบัลลาสที่ใช้ขดลวดที่มีคุณภาพดีและมีขนาดใหญ่ขึ้น รวมถึงแกนเหล็กที่มีคุณภาพสูงมีกระแสไหลวนในแกนเหล็กน้อยกว่าเดิม ทำให้เกิดการสูญเสียในแกนเหล็กและในขดลวดน้อยกว่าขดลวดชนิดเดิม ดังแสดงในตารางที่ ข.5

ตารางที่ ข.4 เปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของหลอดทั้งสองชนิด

ขนาดกำลังไฟฟ้า	ชนิดหลอด	ค่าความสว่าง	ค่าความสว่างที่เพิ่มขึ้น
18วัตต์	ธรรมดา ไตรฟอสเฟส	1030 ลูเมน 1350 ลูเมน	320 ลูเมน(31%)
36 วัตต์	ธรรมดา ไตรฟอสเฟส	2600 ลูเมน 3350 ลูเมน	750 ลูเมน(29%)

ตารางที่ ข.5 เปรียบเทียบกำลังสูญเสียในบัลลาสต์ของหลอดทั้งสองชนิด

ชนิดบัลลาสต์	กำลังไฟฟ้าสูญเสีย	กำลังสูญเสียที่ลดลง
ชนิดธรรมดา	9-10 วัตต์	3-5 วัตต์
นิดความสูญเสียต่ำ	5-6 วัตต์	(30-40%)

11.2.3 การดำเนินการและติดตั้ง

โรงพยาบาลได้ดำเนินการปรับปรุงโคมเดิมซึ่งใช้หลอดฟลูออกเรสเซนต์ชนิดธรรมดาขนาด 36 วัตต์ จำนวน 2 หลอดต่อโคม กับบัลลาสต์แบบขดลวดธรรมดาจำนวน 150 ชุด โดยเพิ่มแผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสงและเปลี่ยนใช้หลอดฟลูออเรเซนต์ชนิดไตรฟอสเฟสขนาด 36 วัตต์จำนวน 1 หลอดต่อโคมและบัลลาสต์ความสูญเสียต่ำ

11.2.4 ค่าใช้จ่ายและการคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

- เงินลงทุน : 75450 บาท
- พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ : 65700 kWh/ปี

- คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ : 175419 บาท/ปี
- ระยะเวลาคืนทุน : 0.43 ปี

11.2.5 การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงคิดเทียบเท่ากับการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยก๊าซ CO_2 ได้ประมาณ 43 ตันต่อปี

11.2.6 ปัจจัยความสำเร็จ

จากการให้ความสำคัญต่อการอนุรักษ์พลังงานอย่างต่อเนื่องของโรงพยาบาลทำให้สามารถดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานต่างๆได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งปัจจัยของความสำเร็จคือ การได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่ายตั้งแต่ระดับบริหารจนถึงพนักงานในโรงพยาบาล นอกจากนี้ยังต้องมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานแก่บุคลากรในองค์กรอย่างต่อเนื่องอีกด้วย

11.2.7 ข้อคิดเห็นจากบุคคลอ้างอิงในโรงพยาบาล

ในการจัดการพลังงานเพื่อให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพนั้นต้องมีการดำเนินการอย่างมีระบบและต้องได้รับความร่วมมือจากผู้บริหารลพนักงานทุกคนในโรงพยาบาล รวมทั้งจะต้องมีการจัดตั้งคณะกรรมการด้านพลังงาน เพื่อจัดทำรายงานการประหยัดและนำเสนอโครงการต่างๆต่อทางผู้บริหาร โดยในการเสนอโครงการนั้นจะต้องคำนึงถึงเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ว่าเหมาะสมกับหน่วยงานและการหาแหล่งเงินทุนที่ชัดเจน

ผู้ประสานงานและให้ข้อมูล : นายบัณฑิต งามวัฒนศิลป์ ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายภูมิพัฒน์ กุลทรัพย์อรุชา เกิดเมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนทิวไผ่งาม และเข้าศึกษาต่อจนสำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546 หลังจากนั้น ได้ศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย