การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์

นายชัยโชติ พิบูลย์ธนานนท์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ELECTRICITY ENERGY CONSERVATION OF PRINTED CIRCUIT BOARD ASSEMBLY INDUSTRY

Mr. Chaiyachoti Piboontananon

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 2006

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์
โดย	นายชัยโชติ พิบูลย์ธนานนท์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชัยโชติ พิบูลย์ธนานนท์ : การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์ (ELECTRICITY ENERGY CONSERVATION OF PRINTED CIRCUIT BOARD ASSEMBLY INDUSTRY) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. วันชัย ริจิรวนิช, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร, 178 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างการใช้พลังงานไฟฟ้าและเสนอแผนการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในประเทศไทยเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก เนื่องมาจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และการขยายตัวของอุตสาหกรรมในประเทศ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง ในโรงงานกรณีตัวอย่างก็เช่นเดียวกัน ช่วงระยะเวลา 3 ปีที่ผ่านมา ความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง การวิจัยจะทำการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม ศึกษากระบวนการผลิต และเก็บรวบรวมข้อมูลด้านการผลิต กำลังการผลิต และการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษา นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต (SEC) ในปี 2548 มีค่าเฉลี่ยของ SEC อยู่ที่ 1.05 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ชิ้น (หน่วยผลผลิตเทียบเท่า) จากนั้นเริ่มคิดหามาตรการอนุรักษ์พลังงานและการประหยัดพลังงานซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะสั้น (1-2 ปี) ระยะกลาง (3-5 ปี) และ ระยะยาว (6-8 ปี) แล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบระหว่างก่อนมีมาตรการและหลังมีมาตรการ ผลปรากฏว่า มาตรการอนุรักษ์พลังงานระยะสั้นสามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าได้กว่า 5.6% ต่อปี และมีแผนรองรับสำหรับระยะกลางและระยะยาว

ผลสรุปจากการดำเนินงานดังกล่าว สามารถเขียนเป็นคู่มือปฏิบัติการ (Procedure Manual) และ เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Work Instruction) โดยใช้หลักการของ SPER (Standard, Performance, Evaluate, Review) เพื่อให้โรงงานกรณีศึกษานั้นมีการอนุรักษ์พลังงานที่ยั่งยืน เพื่อที่จะเป็นประโยชน์ต่อโรงงานกรณีศึกษาและโรงงานอื่นๆ และเป็นประโยชน์ในการวางแผนด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศชาติต่อไป

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ	ลายมือชื่อนิสิต ชัยโชติ พิบูลย์ธนานนท์
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4771414621: MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: ELECTRICITY/ ENERGY CONSERVATION/ PCBA/ PROCEDURE/ WORK INSTRUCTION/ EQUIVALENT UNIT (EU)/ SEC

CHAIYACHOTI PIBOONTANANON: ELECTRICITY ENERGY CONSERVATION OF PRINTED CIRCUIT BOARD ASSEMBLY INDUSTRY. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. VANCHAI RIJIRAVANICH, Ph.D, THESIS COADVISOR : ASST.PROF. SOMCHAI PUAJINDANETR, Ph.D, 178 pp.

The purpose of this thesis is to study the structure of electricity consumption and proposes plan for electricity energy conservation in a printed circuit board assembly factory.

During the past ten years in Thailand, electricity consumption has been increasing due to the growth of economic and industrial business. Electronics industry is one of industries that require high demand of electricity consumption. The demand for electricity consumption has been also increased during the past three years. In this research, theory of energy conservation in industry has been investigated along with manufacturing process and energy conservation in the factory. In 2005, Specific Energy Consumption (SEC) was 1.05 kWh/Unit (EU). The energy conservation and saving plans have been developed in three phases: short term (1-2 years), medium term (3-5 years) and long term (6-8 years). The results between before and after implementing energy conservation plan have been compared. We discovered that the short term plan can help saving the electricity consumption and cost by 5.6% per year. Moreover, medium term and long term plan are ready for implementation in sequence in the future.

In this paper, we created procedure and work instruction by using SPER concept which can help the company to maintain the energy conservation all over the time. This paper would be beneficial for the factory under study and other factories. Furthermore, it would be helpful for electricity planning in the future.

Department...Industrial Engineering..	Student's Signature.....
Field of study Industrial Engineering..	Advisor's Signature.....
Academic year.....2006.....	Co-advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. วันชัย ริจิรวนิช และผศ. ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ให้ความรู้ และเป็นผู้เสนอแนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ. ดำรง ทวีแสงสกุลไทย และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ. สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน ที่ให้ความรู้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างมาก รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานแผนกต่างๆที่ให้ความช่วยเหลืออนุเคราะห์ด้านข้อมูลเพื่อใช้ในการประกอบการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายสุดนี้ คุณประโยชน์อันพึงจะได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ บิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่าน เพื่อน้อมรำลึกถึงพระคุณในการศึกษาแก่ผู้วิจัยตลอดมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฏ

บทที่

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 3

1.1.1 ข้อมูลและสภาพทั่วไป..... 3

1.1.2 ลักษณะผลิตภัณฑ์..... 4

1.1.3 กระบวนการผลิต..... 6

1.1.4 สภาพการอนุรักษ์พลังงาน..... 7

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 11

1.3 ขอบเขตงานวิจัย..... 11

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและวิจัยดำเนินงาน..... 11

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 12

บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 13

2.1 SEC เครื่องมือตัวเก่งในการจัดการการอนุรักษ์พลังงาน..... 13

2.2 การอนุรักษ์พลังงาน..... 16

2.3 การประหยัดพลังงาน..... 17

2.4 การจัดการพลังงาน..... 20

2.5 การอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการเชิงบูรณาการ..... 21

2.6 ทฤษฎี และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ ISO..... 28

2.6.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ ISO..... 28

บทที่		หน้า
	2.6.2 หลักการบริหารคุณภาพ 8 ประการ.....	28
	2.6.3 ข้อแตกต่างระหว่าง Quality Manual, Procedure และ Work Instruction.....	31
	2.6.4 การเขียนเอกสาร Procedure และ Work Instruction.....	33
	■ แนวทาง SPER	35
	2.7 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	36
บทที่ 3	การศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงาน.....	41
	3.1 รายละเอียดของกระบวนการผลิต (Process flow).....	41
	3.2 การศึกษาการจัดโครงสร้างการใช้พลังงาน.....	50
	3.3 การศึกษากระบวนการวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าตามเกณฑ์ของโครงสร้างการใช้พลังงาน.....	52
	3.3.1 เครื่องมือวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	52
	3.3.2 กระบวนการวิธีการวัดพลังงานไฟฟ้า.....	53
	3.4 ผลการศึกษาการวัดพลังงาน.....	54
	3.4.1 ข้อมูลอุปกรณ์.....	54
	3.4.2 พื้นที่ที่มีการใช้พลังงาน.....	56
	3.4.3 ข้อมูลการวัด.....	57
	3.4.4 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ผลผลิตรายเดือน และดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบ.....	61
บทที่ 4	การวิเคราะห์การวัดพลังงาน.....	68
	4.1 การวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน.....	68
	4.2 มาตรการการอนุรักษ์พลังงาน.....	69
	4.2.1 มาตรการการอนุรักษ์พลังงานระยะสั้น (1-2ปี).....	69
	4.2.2 มาตรการการอนุรักษ์พลังงานระยะกลาง (3-5ปี).....	72
	4.2.3 มาตรการการอนุรักษ์พลังงานระยะยาว (6-8ปี).....	73
บทที่ 5	การอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืน.....	74
	5.1 การศึกษาคู่มือปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน.....	74
	5.1.1 คู่มือปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน.....	74

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

5.1.2 การวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการโดยใช้หลัก 5 W + 1H..... 79

5.2 การศึกษาเพื่อจัดทำคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน..... 90

5.2.1 แนวทางในจัดทำคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน..... 90

5.2.2 ตัวอย่างคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน..... 98

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 107

6.1 สรุปผลการวิจัย..... 107

6.2 ปัญหาและอุปสรรคระหว่างดำเนินงานวิจัย..... 108

6.3 ข้อเสนอแนะ..... 108

รายการอ้างอิง..... 109

ภาคผนวก..... 111

ภาคผนวก ก การคำนวณปริมาณผลผลิตเทียบเท่า(Equivalent Unit)..... 112

ภาคผนวก ข การคำนวณการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าตามมาตรการระยะสั้น..... 119

ภาคผนวก ค ตัวอย่างเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน การตรวจสอบระบบไฟฟ้า..... 137

ภาคผนวก ง ตัวอย่างใบบันทึกผลของมาตรการการดำเนินกิจกรรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน..... 148

ภาคผนวก จ ข้อกำหนด ISO 9001: 2000 และข้อกำหนด ISO 14001:1996..... 151

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 178

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมของประเทศไทยในรอบ 10 ปี..... 1

ตารางที่ 1.2 แสดงกระบวนการผลิตซึ่งมีส่วนในการใช้พลังงานไฟฟ้าหลักๆ..... 6

ตารางที่ 1.3 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในปี 2548..... 8

ตารางที่ 1.4 ตารางแสดงค่าดัชนีการใช้พลังงานรวมต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) ในปีงบประมาณ 2548..... 9

ตารางที่ 3.1 พิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า..... 54

ตารางที่ 3.2 แสดงพื้นที่ที่ใช้เพื่อการผลิต..... 56

ตารางที่ 3.3 แสดงพื้นที่สนับสนุนผลิต..... 56

ตารางที่ 3.4 แสดงข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ..... 57

ตารางที่ 3.5 แสดงข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง..... 58

ตารางที่ 3.6 แสดงข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของระบบลมอัดอากาศ..... 59

ตารางที่ 3.7 แสดงข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของระบบการผลิต..... 59

ตารางที่ 3.8 แสดงข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของระบบการอื่นๆ..... 60

ตารางที่ 3.9 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานแยกตามระบบของปี พ.ศ. 2549 โดยอาศัยข้อมูลเดือน มิถุนายน ปี พ.ศ. 2549 เป็นพื้นฐาน..... 60

ตารางที่ 3.10 สถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า ผลผลิตรายเดือน และดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบ ประจำปี พ.ศ. 2547..... 63

ตารางที่ 3.11 สถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า ผลผลิตรายเดือน และดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบ ประจำปี พ.ศ. 2548..... 64

ตารางที่ 3.12 สถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า ผลผลิตรายเดือน และดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบ ประจำปี พ.ศ. 2549..... 66

ตารางที่ 3.13 ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบในแต่ละปีตั้งแต่ ปี 2547 จนถึง ปี 2549..... 67

ตารางที่ 4.1 แสดงมาตรการการอนุรักษ์พลังงานระยะสั้น..... 70

ตารางที่ 5.1 แสดงการวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการตามหลักการ 5W + 1H..... 80

ตารางที่ ข.1 แสดงอัตราการรั่วของลมผ่านรูรั่วที่ความดันขนาดต่างๆ..... 136

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมของประเทศไทยในรอบ 10 ปี.....	2
รูปที่ 1.2 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผ่น PCBA.....	5
รูปที่ 1.3 แสดงกระบวนการประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์.....	6
รูปที่ 1.4 รูปแสดงผังของโรงงานตัวอย่าง.....	7
รูปที่ 1.5 ความสัมพันธ์ของค่าดัชนีการใช้พลังงานรวมต่อหน่วยผลิตกับจำนวนผลผลิต.....	10
รูปที่ 2.1 แสดง ค่า SEC และปริมาณผลผลิตในรอบ 12 เดือนของโรงงานแช่แข็งแห่งหนึ่ง..	15
รูปที่ 2.2 Flow chart แสดงกระบวนการเคลื่อนตัวของการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการ.....	27
รูปที่ 2.3 แสดงความแตกต่างระหว่าง Quality Manual, Procedure และ Work Instruction……..	32
รูปที่ 3.1 แสดงกระบวนการผลิตของโรงงานประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์ PCBA).....	41
รูปที่ 3.2 แสดงพื้นที่ที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบ.....	42
รูปที่ 3.3 แสดงกระบวนการทำ Top Side Solder Paste Printing.....	42
รูปที่ 3.4 แสดงกระบวนการทำ Top Side Component Placement.....	43
รูปที่ 3.5 แสดงกระบวนการทำ Top Side Reflow Soldering.....	44
รูปที่ 3.6 แสดงกระบวนการทำ Bottom Side Solder Paste Printing.....	44
รูปที่ 3.7 แสดงกระบวนการทำ Bottom Side Component Placement.....	45
รูปที่ 3.8 แสดงกระบวนการทำ Bottom Side Reflow Soldering.....	46
รูปที่ 3.9 แสดงกระบวนการตรวจสอบด้วยเครื่อง AOI.....	46
รูปที่ 3.10 แสดงกระบวนการทำ X-Ray ……	47
รูปที่ 3.11 แสดงเครื่องจักรที่ใช้ในการตัดแผ่น PCBA ……	47
รูปที่ 3.12 แสดงกระบวนการตรวจสอบทางไฟฟ้าด้วยเครื่อง ICT……	48
รูปที่ 3.13 แสดงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยพนักงานฝ่ายผลิต……	48
รูปที่ 3.14 แสดงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยพนักงานฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ.....	49
รูปที่ 3.15 แสดงกระบวนการบรรจุหีบห่อ.....	49

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 3.16 แสดงโครงสร้างการใช้พลังงานจำแนกตามระบบของอุตสาหกรรมการประกอบ PCBA..... 51
รูปที่ 3.17 แสดงเครื่องวัดและบันทึกค่าทางไฟฟ้า..... 53
รูปที่ 3.18 แสดงการแสดงค่าที่วัดได้ผ่าน Software..... 53
รูปที่ 3.19 แสดงการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตู้ไฟฟ้า..... 54
รูปที่ 3.20 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานแยกตามระบบ..... 61
รูปที่ 4.1 แสดงค่า SEC ตั้งแต่ปี 2547 ถึง 2549..... 69
รูปที่ 5.1 แผงผังการจัดองค์การอนุรักษ์พลังงาน..... 97
รูปที่ 5.2 แผงผังการดำเนินงานตามแนวทาง SPER..... 98

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

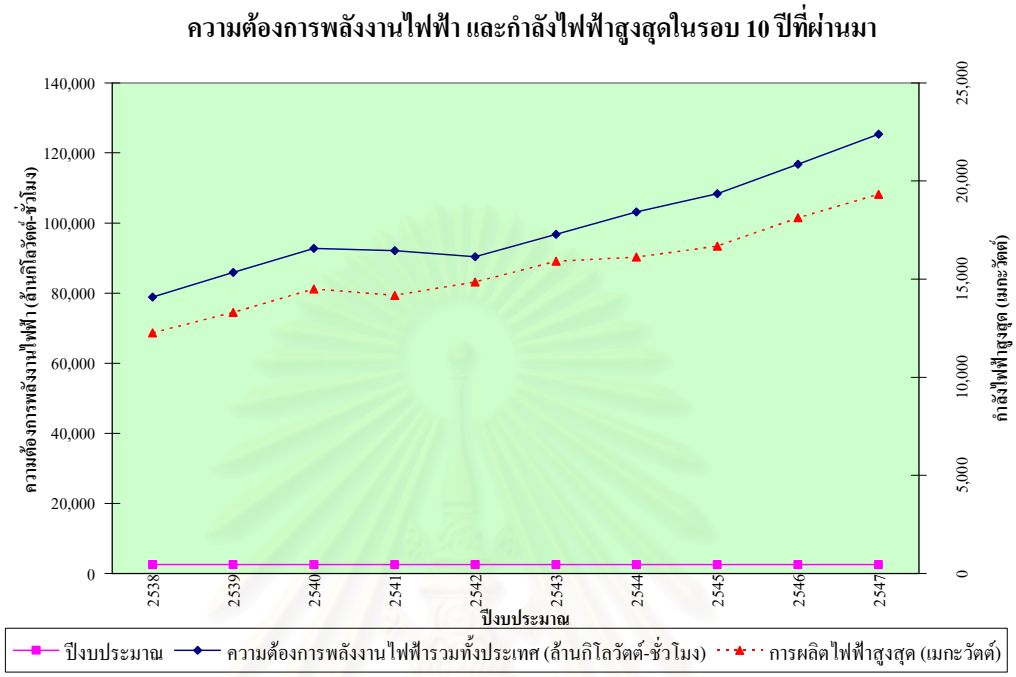
ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา การใช้พลังงานในประเทศได้เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากอันเนื่องมาจากการขยายตัวของเศรษฐกิจ สังคมและเทคโนโลยี รวมทั้งการขยายตัวของอุตสาหกรรมในประเทศอันนำมาซึ่งการบริโภคพลังงานที่เพิ่มขึ้น โดยที่พลังงานหลักที่ใช้คือพลังงานไฟฟ้า ที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตจะต้องทำการผลิตเพื่อรองรับความต้องการให้เพียงพอหรือทำการจัดซื้อจากแหล่งผลิตที่ใกล้เคียงมาเพื่อรองรับความต้องการการใช้งานในประเทศดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมของประเทศไทยในรอบ 10 ปี

ปีงบประมาณ	ความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งประเทศ (ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง)	กำลังไฟฟ้าสูงสุด (เมกะวัตต์)
2538	78,880.37	12,267.90
2539	85,924.12	13,310.90
2540	92,724.66	14,506.30
2541	92,134.44	14,179.90
2542	90,413.99	14,861.00
2543	96,780.62	15,912.10
2544	103,165.20	16,126.40
2545	108,389.24	16,681.10
2546	116,743.45	18,121.40
2547	125,318.79	19,325.80

ที่มาของข้อมูล : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

รูปที่ 1.1 แสดงปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมของประเทศไทยในรอบ 10 ปี ซึ่งชี้บ่งถึงการขยายตัวของการใช้พลังงานไฟฟ้าในอัตราที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มที่ทำให้ต้องมีการลงทุนด้านพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น หากไม่มีการกำหนดมาตรการในการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 1.1 แสดงปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมของประเทศไทยในรอบ 10 ปี
ที่มาของข้อมูล : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

จากตารางและแผนภาพจะเห็นได้ว่าในช่วงเวลา 10 ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกๆปี ยกเว้นช่วงปี พศ 2541 และ 2542 ซึ่งเป็นช่วงที่เศรษฐกิจของประเทศชะลอตัว โดยที่พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมานั้นได้มาจากโรงไฟฟ้าประเภทต่างๆดังนี้

- โรงไฟฟ้าพลังความร้อน ประมาณ 37.69% ของปริมาณการผลิตทั้งหมด
- จากการซื้อ ประมาณ 31.98% ของปริมาณการผลิตทั้งหมด
- โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ประมาณ 22.51% ของปริมาณการผลิตทั้งหมด
- โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ประมาณ 6.26% ของปริมาณการผลิตทั้งหมด
- โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ ประมาณ 1.55% ของปริมาณการผลิตทั้งหมด
- โรงไฟฟ้าพลังงานอื่นๆ ประมาณ 0.01% ของปริมาณการผลิตทั้งหมด

โรงไฟฟ้าพลังงานต่างๆต่างต้องการแหล่งพลังงานหรือเชื้อเพลิงเพื่อนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งในปัจจุบัน การจัดหาแหล่งเชื้อเพลิงเริ่มมีปัญหาและผลกระทบต่างๆ เช่นโรงไฟฟ้าพลัง

ความร้อน ต้องการน้ำมันและถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าซึ่งเชื้อเพลิงเหล่านี้เป็นเชื้อเพลิงแบบใช้แล้วหมดไปเลย ในปัจจุบันนี้มีการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก ส่วนการใช้ถ่านหินก็ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งในปัจจุบันนี้การไฟฟ้าต้องซื้อพลังงานไฟฟ้าจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการไฟฟ้าไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอกับความต้องการของประเทศ และการจัดหาเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตมีอย่างจำกัด

การอนุรักษ์พลังงานหรือการประหยัดพลังงานจึงเป็นวิถีทางหนึ่งในการลดปัญหาในการสั่งซื้อพลังงานไฟฟ้าและการจัดหาแหล่งเชื้อเพลิง ซึ่งทุกๆฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานควรมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงานเช่น ภาคอุตสาหกรรม ภาคการคมนาคมและการขนส่ง อาคารสำนักงานต่างๆ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ ภาคอุตสาหกรรมมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าอย่างมาก เพื่อนำมาใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง เนื่องจากต้องการพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตและพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศเนื่องจากการผลิตจะต้องผลิตในสภาพแวดล้อมที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นตามที่ถูกกำหนดไว้ โรงงานที่เป็นกรณีศึกษาเป็นโรงงานประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board Assembly: PCBA) ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง และยังไม่มีแผนการด้านการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ไม่มีการตรวจสอบประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้านี้ จัดเป็นโสหุ้ยการผลิต (Factory Overhead Cost) ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิต ดังนั้นถ้ามีการควบคุมหรือการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ต้นทุนการผลิตก็จะลดลง ทำให้บริษัทมีกำไรมากขึ้นและสามารถแข่งขันกับบริษัทอื่นๆได้ ธุรกิจของบริษัทก็จะมีความมั่นคงยิ่งขึ้น

1.1.1 ข้อมูลและสภาพทั่วไป

บริษัทที่ศึกษา เป็นบริษัทรับจ้างผลิต (Contract Manufacturer) ผลิตภัณฑ์ 2 ประเภทหลักคือ ประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์ (Printed circuit Board Assembly: PCBA) และผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ระบบใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Components) โดยจะผลิตผลิตภัณฑ์ตาม

คำสั่งซื้อของลูกค้าที่เป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ บริษัทได้ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2543 หลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2547 บริษัทได้มีการขยายการผลิตไปยังโรงงานแห่งที่ 2 เนื่องจากกำลังการผลิตที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า โดยได้สร้างโรงงานแห่งที่ 2 ขึ้น ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากโรงงานแห่งแรกเป็นระยะทางประมาณ 20 กิโลเมตร โรงงานแห่งที่ 2 ประกอบด้วย 2 อาคาร อาคารแรกใช้ สำหรับผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ระบบใยแก้วนำแสง อาคารที่ 2 ใช้สำหรับการผลิตแผ่น PCBA โดยบริษัทได้ย้ายไลน์การผลิต PCBA จากโรงงานแห่งแรกมาที่โรงงานแห่งที่ 2 โดยที่โรงงานผลิต PCBA แห่งที่ 2 นี้ มีจำนวนพนักงานทั้งหมดประมาณ 1,100 คน มีพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 10,700 ตารางเมตร บริษัทจะซื้อวัตถุดิบคือแผ่นลายวงจรพิมพ์ (Printed circuit Board) และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics components) เช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ไดโอด จากผู้จัดหา (Supplier) ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ แล้วทำการประกอบเข้าด้วยกัน แผ่น PCBAที่ประกอบได้ประมาณ 95 % จะจำหน่ายให้แก่ลูกค้าที่อยู่ที่ต่างประเทศ ส่วนอีก 5 % ที่เหลือจะถูกส่งไปใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ระบบใยแก้วนำแสงของบริษัทเอง ซึ่งอุปกรณ์ระบบใยแก้วนำแสงบางชนิดต้องใช้แผ่นลายวงจรพิมพ์ที่ประกอบแล้วด้วย วิทยานิพนธ์นี้จะศึกษาการใช้พลังงานในส่วนของโรงงานแห่งที่ 2 ที่ประกอบแผ่นวงจรลายพิมพ์เท่านั้น ซึ่ง ณ ปัจจุบัน บริษัทมียอดการผลิตอยู่ที่ประมาณ หกแสนชิ้นต่อเดือน มีค่าใช้จ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าต่อเดือนประมาณสองล้านห้าแสนบาท พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานแบ่งออกได้เป็น 2 หมวดใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

- พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต
- พลังงานไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบลมอัดอากาศ

1.1.2 **ลักษณะผลิตภัณฑ์**

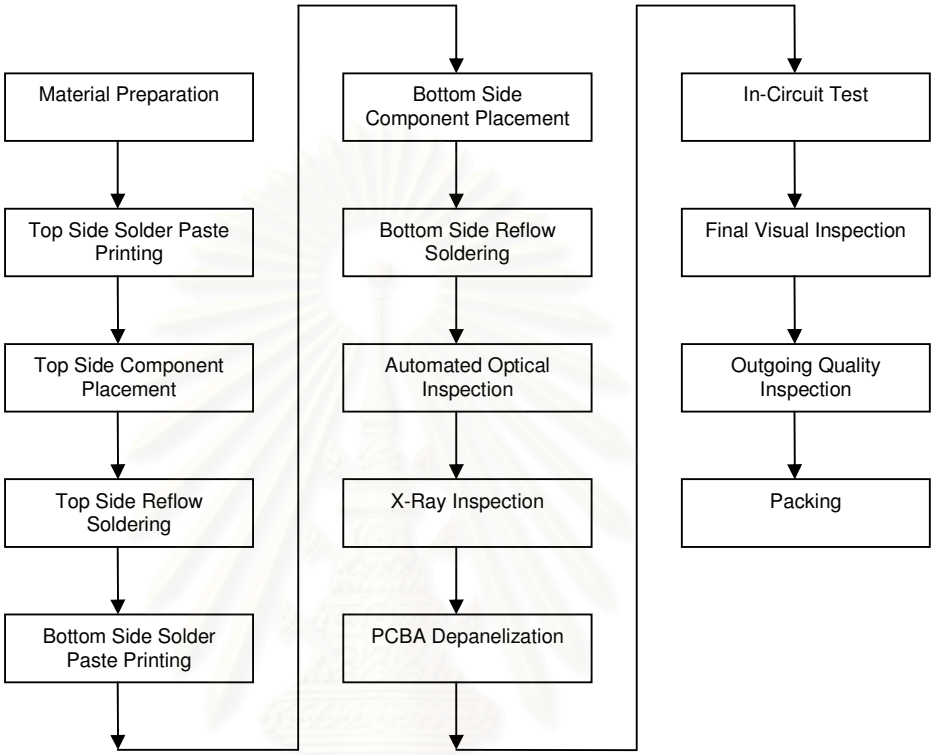
ผลิตภัณฑ์หลักที่ผลิตคือ แผ่น PCBA: Printed Circuit Board Assembly เป็นการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่างๆ เช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ไดโอด ไอซี ลงบนพื้นผิวของแผ่นลายวงจรพิมพ์ (PCB: Printed Circuit Board) โดยให้ความร้อนแก่ตะกั่วเหลวเพื่อทำการหลอมและยึดอุปกรณ์ต่างๆเข้ากับแผ่นลายวงจร โดยแผ่น PCBA ที่ผลิตจะมีหลากหลายขนาดและรูปแบบ โดยที่ แต่ละแบบจะใช้เวลาในการผลิตที่แตกต่างกัน จำนวนสายการผลิตทั้งหมดมีจำนวน 8 สายการผลิต การผลิตเป็นการผลิตแบบผลิตตามคำสั่ง (make to order) ของลูกค้า ลูกค้าจะแจ้งความต้องการของผลิตภัณฑ์แต่ละแบบให้แก่บริษัทล่วงหน้าประมาณ 6 เดือน

รูปที่ 1.2 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผ่น PCBA

ปริมาณการผลิตในปี 2548 เท่ากับ 6,847,088 ชิ้น ในขณะที่กำลังการผลิตสูงสุดมีค่าเท่ากับ 9,780,000 ชิ้น ดังนั้น กำลังการผลิตที่ใช้มีค่าประมาณ 70% ของกำลังการผลิตสูงสุด สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ประมาณ 95% จะถูกส่งออกจำหน่ายให้แก่ลูกค้าที่อยู่ต่างประเทศ ส่วนอีก 5% ที่เหลือจะถูกส่งไปใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ระบบใยแก้วนำแสงของบริษัทเอง ซึ่งอุปกรณ์ระบบใยแก้วนำแสงทั้งหมดก็จะถูกส่งออกจำหน่ายให้แก่ลูกค้าที่อยู่ต่างประเทศเช่นเดียวกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1.3 กระบวนการประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์



รูปที่ 1.3 แสดงกระบวนการประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์

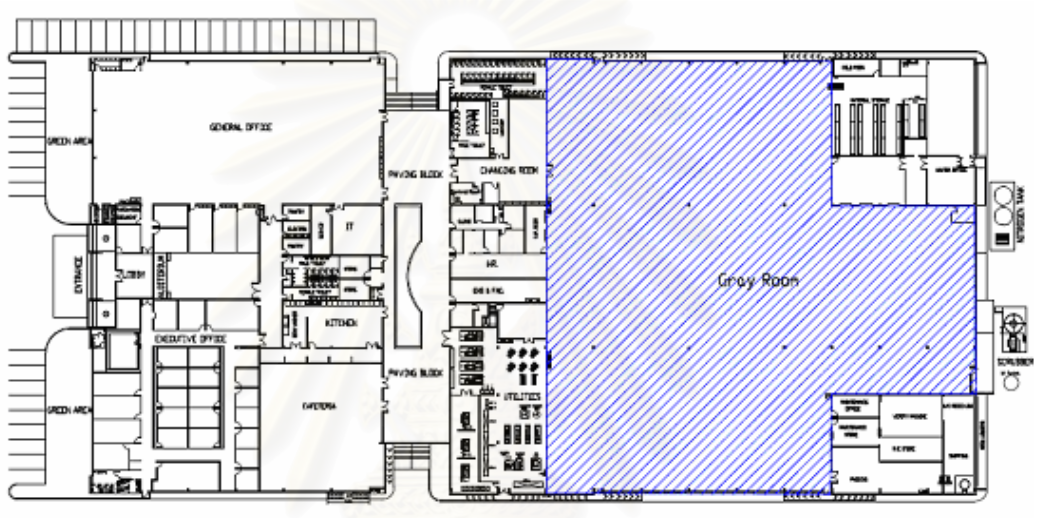
ตารางที่1.2 แสดงกระบวนการผลิตหลักซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่ากระบวนการ Top Side Reflow Soldering และ Bottom Side Reflow Soldering จะใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดเนื่องจาก มีการใช้เครื่องจักร Reflow Oven ซึ่งมีกำลังไฟฟ้าสูงสุด

ตารางที่1.2 แสดงกระบวนการผลิตหลักซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง

กระบวนการผลิต	เครื่องจักรที่ใช้	กำลังไฟฟ้าของเครื่องจักร
Top Side Solder Paste Printing	Screen Printing	220V, 50Hz, 4.4KVA
Top Side Component Placement	Pick and Place	200V, 50/60Hz, 12.5KVA
Top Side Reflow Soldering	Reflow Oven	380V, 50Hz, 82KVA, 3 Phase
Bottom Side Solder Paste Printing	Screen Printing	220V, 50Hz, 4.4KVA
Bottom Side Component Placement	Pick and Place	200V, 50/60Hz, 12.5KVA
Bottom Side Reflow Soldering	Reflow Oven	380V, 50Hz, 82KVA, 3 Phase

1.1.4 สภาพการอนุรักษ์พลังงาน

โรงงานตัวอย่างนี้มีพื้นที่ทั้งหมด 10,700 ตารางเมตร และเป็นพื้นที่ในส่วนการผลิตและหน่วยงานสนับสนุนสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ PCBA 7,266 ตารางเมตร โดยมีแผนผัง (Layout) ของพื้นที่การผลิตและส่วนสนับสนุนการผลิตดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 แสดงแผนผังของพื้นที่การผลิต(ส่วนที่แรเงา)และพื้นที่ส่วนสนับสนุนการผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่1.3 แสดงค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าในรอบปี 2548 แสดงให้เห็นว่า บริษัทต้องเสียค่าใช้จ่ายอย่างน้อย 2 ล้านบาทต่อเดือน เป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง

ตารางที่ 1.3 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในปี 2548

เดือน	ความต้องการพลังไฟฟ้า ช่วง On Peak			ความต้องการพลังงานไฟฟ้า			การปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft) [demand x ft]		Service Charge	ค่าไฟฟ้ารวมทั้งหมด
	กิโลวัตต์	บาท/กิโลวัตต์	บาท	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	บาท	บาท/กิโลวัตต์-ชม.	ราคาต่อหน่วย	บาท	บาท	บาท
ม.ค. 2548	1,604	132.93	213,220	848,720	1,537,184	1.81	0.4328	367,326	228.00	2,117,958
ก.พ. 2548	1,552	132.93	206,307	861,120	1,530,005	1.78	0.4328	372,693	228.00	2,109,233
มี.ค. 2548	1,468	132.93	195,141	934,280	1,701,490	1.82	0.4328	404,356	228.00	2,301,216
เม.ย. 2548	1,684	132.93	223,854	965,280	1,616,451	1.67	0.4328	417,773	228.00	2,258,307
พ.ค. 2548	1,708	132.93	227,044	1,030,000	1,803,322	1.75	0.4328	445,784	228.00	2,476,378
มิ.ย. 2548	1,620	132.93	215,347	988,200	1,783,834	1.81	0.4683	462,774	228.00	2,462,182
ก.ค. 2548	1,596	132.93	212,156	1,036,520	1,767,906	1.71	0.4683	485,402	228.00	2,465,693
ส.ค. 2548	1,652	132.93	219,600	1,016,480	1,819,030	1.79	0.4683	476,018	228.00	2,514,876
ก.ย. 2548	1,868	132.93	248,313	1,018,480	1,839,336	1.81	0.4683	476,954	228.00	2,564,831
ต.ค. 2548	1,580	132.93	210,029	1,016,000	1,794,461	1.77	0.5683	577,393	228.00	2,582,111
พ.ย. 2548	1,556	132.93	206,839	969,400	1,758,127	1.81	0.5683	550,910	228.00	2,516,105
ธ.ค. 2548	1,548	132.93	205,776	953,640	1,682,214	1.76	0.5683	541,954	228.00	2,430,171
								รวม 12 เดือน		28,799,061

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

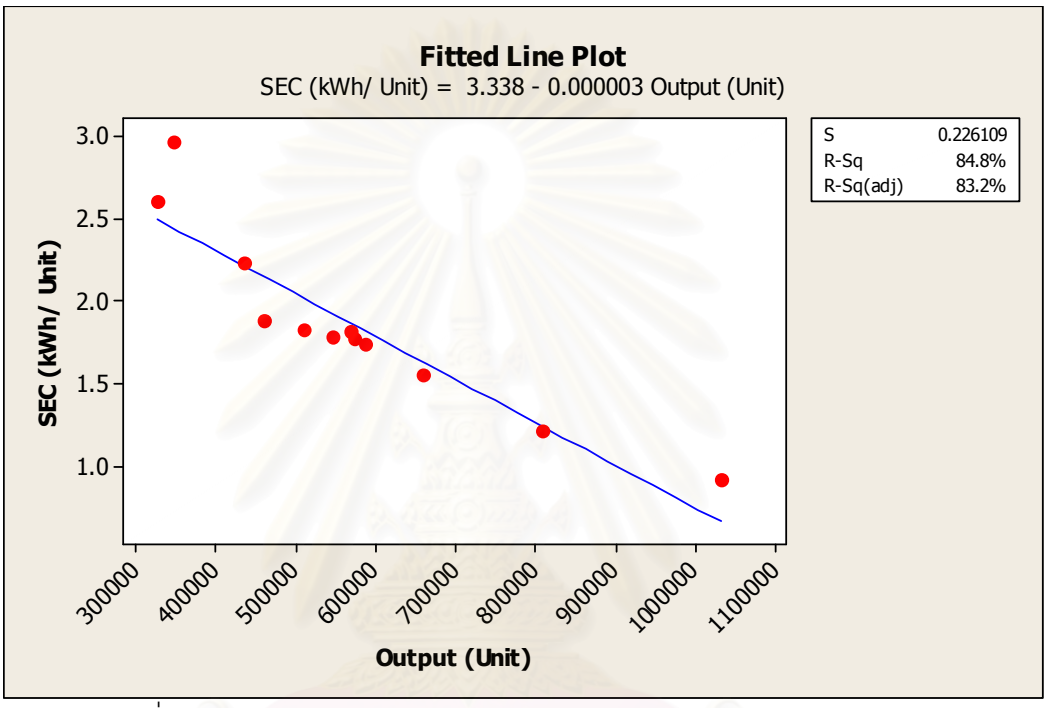
จากข้อมูลในตารางที่ 1.3 สามารถคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงานรวมต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) ในรอบปี 2548 ได้ดังตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 แสดงค่าดัชนีการใช้พลังงานรวมต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) ในปีงบประมาณ 2548

เดือน	ความต้องการพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	จำนวนผลิตภัณฑ์ (ชิ้น)	ค่าดัชนีการใช้พลังงานรวมต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ชิ้น)	ค่าใช้จ่ายพลังงานต่อหน่วยผลผลิต (บาท/ชิ้น)
ม.ค. 2548	848,720	325,397	2.61	6.51
ก.พ. 2548	861,120	458,959	1.88	4.60
มี.ค. 2548	934,280	510,250	1.83	4.51
เม.ย. 2548	965,280	433,680	2.23	5.21
พ.ค. 2548	1,030,000	346,843	2.97	7.14
มิ.ย. 2548	988,200	808,984	1.22	3.04
ก.ค. 2548	1,036,520	569,263	1.82	4.33
ส.ค. 2548	1,016,480	585,662	1.74	4.29
ก.ย. 2548	1,018,480	657,830	1.55	3.90
ต.ค. 2548	1,016,000	572,550	1.77	4.51
พ.ย. 2548	969,400	545,633	1.78	4.61
ธ.ค. 2548	953,640	1,032,037	0.92	2.35

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 1.4 นำข้อมูลระหว่างค่าดัชนีการใช้พลังงานรวมต่อหน่วยผลผลิตกับจำนวนผลผลิตที่ผลิตได้มาพล็อตเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ดังกราฟเส้นตรงในรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 ความสัมพันธ์ของค่าดัชนีการใช้พลังงานรวมต่อหน่วยผลิตกับจำนวนผลผลิต

จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าดัชนีการใช้พลังงานรวมต่อหน่วยผลผลิต (SEC) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบผกผันกับจำนวนผลผลิตที่ผลิตได้ นั่นหมายความว่าค่าใช้จ่ายพลังงานต่อหน่วยผลผลิตจะลดลงเมื่อมีการผลิตมากขึ้น ในทางกลับกันเมื่อมีการผลิตน้อย ค่าใช้จ่ายพลังงานต่อหน่วยผลผลิตก็จะมีค่ามากขึ้น

ปัจจุบันโรงงานไม่มีมาตรการใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานหรือการประหยัดพลังงาน รวมทั้งไม่มีเอกสารที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษา และเขียนคู่มือปฏิบัติการให้มีการอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืนต่อไปเพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาถึงโครงสร้างการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board Assembly: PCBA)

(2) เพื่อเสนอแผนการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board Assembly: PCBA)

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยนี้ใช้โรงงานประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board Assembly: PCBA) เป็นกรณีศึกษาแนวทางในการจัดทำแผนอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าเพื่อให้สามารถควบคุมหรือลดค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น โดยจะศึกษาถึงปัญหาการจัดการพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและวิจัยดำเนินงาน

ขั้นตอนการศึกษาและวิจัยดำเนินงานของงานวิจัยนี้มีดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งเทคนิคทางด้านวิศวกรรมในด้านต่างๆในการประหยัดพลังงานเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ทำแผนการอนุรักษ์พลังงาน

(2) ศึกษากระบวนการผลิตแผ่น PCBA และเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของการใช้พลังงานทั้งหมดในโรงงานที่ศึกษา

(3) วิเคราะห์การใช้พลังงานและสร้างแผนการอนุรักษ์พลังงาน

(4) วิเคราะห์ผลของแผนการอนุรักษ์พลังงานที่สร้างขึ้นมา โดยทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการทำแผนการอนุรักษ์พลังงาน และสร้างระบบอนุรักษ์พลังงาน โดยจัดทำเป็นคู่มือเอกสาร (Procedure Manual) แผนการอนุรักษ์พลังงานของโรงงาน

(5) สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

(6) จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยมีดังนี้

(1) ทำให้ทราบถึงปัญหาของการใช้พลังงานโรงงานประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์

(2) ทำให้ทราบถึงแนวทางในการจัดการด้านพลังงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

(3) เป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มีการกระบวนการผลิตใกล้เคียงกัน

(4) ลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจของส่วนรวมในการจัดซื้อพลังงานจากต่างประเทศ

(5) ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานให้แก่โรงงาน โดยคาดว่าจะลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ 5-10%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะกล่าวถึงทฤษฎี และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ ดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิต การอนุรักษ์พลังงาน การประหยัดพลังงาน และความรู้ที่เกี่ยวกับข้องกับการจัดการพลังงาน และในส่วนที่สองจะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้

2.1 SEC เครื่องมือตัวเก่งในการจัดการการอนุรักษ์พลังงาน

SEC หรือ Specific Energy Consumption คือค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิตของโรงงาน ค่านี้มีประโยชน์ที่จะช่วยบอกว่า โรงงานหนึ่งๆ ใช้พลังงานเฉลี่ยเท่าใดในการผลิตสินค้า 1 หน่วย การติดตามและควบคุมค่า SEC ของโรงงาน เป็นวิธีการจัดการการอนุรักษ์พลังงานที่ได้ผลดีที่สุดวิธีหนึ่ง

- **การคำนวณค่า** SEC

SEC หาได้ง่ายๆ โดยเอาพลังงานที่โรงงานใช้ ในช่วงเวลาที่สนใจ ซึ่งมักจะเป็นเดือน หารด้วยผลผลิตในเดือนนี้ สามารถคำนวณ SEC ของพลังงานไฟฟ้า (SECE) หรือ SEC ของพลังงานความร้อน (SECH) หรือ SECของการใช้พลังงานรวม (SEC) ขึ้นอยู่กับประเภทของพลังงานที่เอามาคิด หรือว่าเราสนใจจะดูว่าอะไร โดยทั่วไปเราจะสนใจมักจะเป็นค่า SEC ของการใช้พลังงานรวม ตัวอย่างการคิดค่า SEC เช่น โรงงานแห่งหนึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในเดือนหนึ่ง 1,000,000 หน่วย (kWh) และความร้อนที่ใช้ได้จากน้ำมันเตา ปริมาณ 5,000 ลิตรต่อเดือน ค่าความร้อน ผู้ผลิตแจ้งค่าความร้อนเท่ากับ 39.77 MJ/kg และผลิตสินค้า 1,000,000 kg

ดังนั้น SECE = 1,000,000 kWh/1,000,000 kg = 1 kWh/kg

SECF = 5,000 x 39.77 MJ/1,000,000 kg = 0.198 MJ/kg

SECรวม = (1,000,000 x 3.6 + 5,000 x 39.77) / 1,000,000 = 1.198 MJ/kg

ในกรณีที่หาค่า SEC รวมให้แปลงพลังงานไฟฟ้าในหน่วย kWh ให้เป็น MJ โดยคูณด้วย 3.6 และนำมารวมกับ MJ ของพลังงานความร้อนซึ่งได้จากปริมาณเชื้อเพลิง คูณค่าความร้อนของเชื้อเพลิงนั้นๆ

หน่วยพลังงานที่นิยมใช้ในการคำนวณค่า SEC มักจะเป็น MJ หรือ GJ ในขณะที่ปริมาณผลผลิตขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของผลผลิต ที่นิยมใช้มักเป็นหน่วยน้ำหนัก เช่น ตัน เป็นต้น

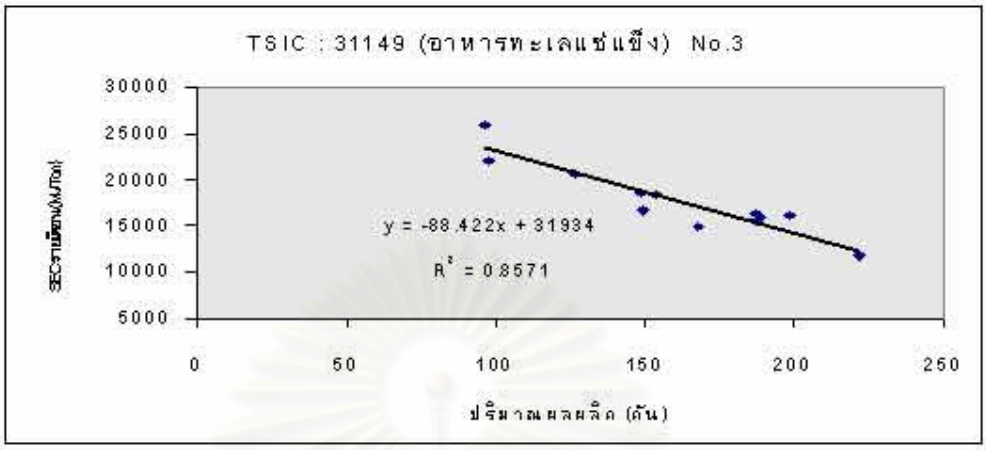
ในกรณีที่โรงงานมีหลายผลผลิต และไม่มีเครื่องวัดการใช้พลังงานของแต่ละผลผลิต ให้ตรวจสอบว่าการใช้พลังงานต่อหน่วยของผลผลิตใดสูงกว่าผลผลิตอื่นมากหรือไม่ ถ้ามี เราสามารถคำนวณโดย ใช้ผลผลิตนั้นมาเป็นตัวแทน คิดเลขเพียงตัวเดียวก็ได้ แต่ถ้าไม่มีความแตกต่างกันที่ชัดเจน ประมาณว่าการใช้พลังงานของแต่ละผลผลิต ใกล้เคียงกัน และหน่วยนับผลผลิตเหมือนกัน เช่นเป็นตันเหมือนกัน อาจจะจับรวมกันเป็นปริมาณเดียวแล้วคิดเลขก็ได้

ในกรณีที่ผลผลิตหลายอย่าง และหน่วยนับแตกต่างกัน ใช้พลังงานต่างกัน การจับมารวมกันจะทำให้ค่า SEC ผิดความหมายไป ให้คำนวณ SEC จากราคาผลผลิตรวมแทน โดยแทนที่จะใช้ปริมาณผลผลิต ก็ใช้ราคาต่อหน่วย ของแต่ละผลผลิต มาคิดหาราคาสินค้ารวมที่ขายในเดือนนั้น และนำราคารวมนี้มาคิดค่า SEC ราคาต่อหน่วยที่นำมาใช้คำนวณควรใช้ค่าเฉลี่ยกลางๆ และใช้ตัวเลขนี้คงที่ในทุกเดือน เพื่อไม่ให้ค่า SEC ของเราเบี่ยงเบน เนื่องจากราคาสินค้าในท้องตลาดในแต่ละเดือน

- **ค่า SEC ขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง**

เมื่อเรานำค่า SEC ในแต่ละเดือนมาเขียนกราฟ กับปริมาณผลผลิตของเดือนนั้นๆ จะได้กราฟลักษณะดังตัวอย่างในรูปที่ 2.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.1 แสดง ค่า SEC และปริมาณผลผลิตในรอบ 12 เดือนของโรงงานแช่แข็งแห่งหนึ่ง

ค่า SEC นั้นจะลดลงเมื่อโรงงานผลิตมากขึ้น เนื่องจากพลังงานที่ใช้ในการผลิตมี 2 ส่วน คือ ส่วนที่แปรผันตามปริมาณการผลิต และส่วนที่คงที่ไม่ขึ้นกับผลผลิต เช่น ส่วนของสำนักงาน เป็นต้น เมื่อปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น การใช้พลังงานหารต่อหน่วยในส่วนนี้จะลด จึงทำให้ SEC รวมลดลง นั่นคือในโรงงานเดียวกัน ยิ่งผลิตมาก การใช้พลังงานจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่า SEC ในแต่ละเดือนก็คือปริมาณผลผลิต แต่จะเห็นว่าแม้ในบางเดือนผลผลิตใกล้เคียงกัน การใช้พลังงาน หรือ SEC ก็มีความแตกต่างกันบ้าง ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความยากง่ายของชิ้นงานในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกัน วัตถุดิบที่นำเข้ามาคุณภาพต่างกัน เชื้อเพลิงที่ใช้ความชื้นต่างกัน หรือ มีของเสียในเดือนนั้นมาก หรือ down time มาก หรือจำนวนวันหยุดมาก ฯลฯ ถ้าเราสามารถควบคุมปัจจัยเหล่านี้ได้ ค่า SEC ก็จะค่อนข้างสม่ำเสมอ และอยู่ในค่าที่ต้องการ

- **เราใช้ประโยชน์อะไรจากค่า SEC**

ถ้าเรามีการเก็บข้อมูลค่า SEC ในแต่ละเดือน และเขียนกราฟไว้ในรูปที่ 2.1 ข้อมูลของเดือนใหม่ที่เข้ามาจะทำให้รู้ว่าเราใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น หรือ แย่ลง และถ้าแย่ลง คือต่ำกว่าเส้นเฉลี่ยที่เคยทำได้ ก็จะต้องอธิบาย หรือหาสาเหตุมาให้ได้ว่าความสิ้นเปลืองที่เกิดขึ้น เกิดจากตรงไหน

บริษัทขนาดใหญ่หลายแห่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บริษัทญี่ปุ่น จะกำหนดให้แต่ละหน่วยผลิตย่อย , แผนก มีเครื่องวัดการใช้พลังงานของตัวเองได้ และคำนวณค่า SEC ของตัวเองเทียบกับ

ชิ้นงาน หรือ OUTPUT ที่หน่วยงานนั้นทำได้ในแต่ละเดือน คือมีการเก็บข้อมูล SEC กันทุกระดับ ตั้งแต่ระดับแผนก จนถึง SEC รวมของบริษัท ทุกแผนก หน่วยงานจะต้องรายงานค่า SEC ของตัวเองอย่างสม่ำเสมอ ในเดือนที่ SEC ของบริษัทโด่งขึ้นมาก็จะดูรู้ว่าเกิดจากจุดไหน

สิ่งที่ต้องทำไปพร้อมๆ กับการติดตามเฝ้าระวังค่า SEC ก็คือการตั้งเป้าหมาย หรือ targeting จากข้อมูลในอดีตจะมีทั้งเดือนที่การใช้พลังงานดี และบางเดือนที่ไม่ดี หลายบริษัทใช้วิธีแบ่งเป็นเดือนที่ใช้พลังงานสูงกว่าค่าเฉลี่ย และพวกที่ใช้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ถ้าเราสนใจพวกที่ดีกว่าค่าเฉลี่ย แล้วหาค่าเฉลี่ยของกลุ่มดีนี้ตั้งเป็นเป้าหมายของแต่ละหน่วยงานให้ปรับปรุงไปสู่ค่าเฉลี่ยของซีกที่ดีกว่า ก็จะทำให้การใช้พลังงานของทั้งบริษัทปรับปรุงขึ้นด้วย

การรวบรวม และวิเคราะห์ค่า SEC นี้มีประโยชน์อย่างยิ่งในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน บางโรงงานสามารถบรรลุเป้าการลดการใช้พลังงานต่อหน่วยลงได้ 3-5 % โดยไม่ต้องลงทุน เปลี่ยนอุปกรณ์ได้เลย ทั้งนี้เพราะการใช้พลังงานนั้น เกิดจากองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ประสิทธิภาพเครื่องจักรอุปกรณ์เอง และการใช้งาน และควบคุมโดยคน แม้ว่าจะปรับปรุงอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพดีเลิศหรู แต่การใช้งานไม่ดี ขาดการดูแล ก็ทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำเช่นกัน

2.2 การอนุรักษ์พลังงาน

การอนุรักษ์พลังงานคือ การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในระยะเวลาการใช้เท่าเดิม ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้นั้นจะใช้พลังงานน้อยกว่าเดิม

ความเข้าใจที่ถูกต้องของการอนุรักษ์พลังงาน

(1) การอนุรักษ์พลังงานมิใช่การไม่ยอมใช้พลังงาน
(2) อนุรักษ์พลังงานแล้วต้องไม่กระทบกับความปลอดภัย
(3) อนุรักษ์พลังงานแล้วต้องไม่กระทบกับคุณภาพชีวิต ทั้งมาตรฐานชีวิตและความสุขสบาย
(4) การอนุรักษ์พลังงานคือการใช้เมื่อสมควรจะใช้ ทั้งในแง่ปริมาณและเวลา และใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

(5) การอนุรักษ์พลังงานต้องคำนึงถึงผลข้างเคียง (Side Effects) และ ผลได้ผลเสีย (Gains VS Losses)

วิธีการหรือมาตรการที่จะอนุรักษ์พลังงาน

(1) ลด Load คือการลดภาระของเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน เป็นการแก้ที่ต้นเหตุคือให้ใช้พลังงานเท่าที่จำเป็นต้องใช้

(2) ลด Loss คือการลดการสูญเสีย สูญเปล่าพลังงาน (ที่จำเป็นจะต้องใช้)

(3) Reuse, Recycle คือทิ้งพลังงานเมื่อจำเป็นต้องทิ้งหรือไม่คุ้มที่จะนำกลับมาใช้ใหม่เท่านั้น ความหมายคือพลังงานใดที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ ไม่ว่าจะนำมาใช้ได้โดยตรงหรือต้องไปผ่านกระบวนการใดๆเพื่อนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่แล้วคุ้มค่า ให้นำกลับมาใช้ใหม่ทั้งทางตรงและทางอ้อม

2.3 การประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานให้ได้ผลจะต้องเริ่มต้นจากระดับบริหารของบริษัทหรือของโรงงานว่ามีวัตถุประสงค์หรือความตั้งใจแน่วแน่เพียงใดที่จะดำเนินการประหยัดพลังงานให้ได้ผล เมื่อมีวัตถุประสงค์หรือความตั้งใจแน่วแน่เกี่ยวกับเรื่องการประหยัดพลังงานแล้ว จะต้องจัดลำดับโครงการประหยัดพลังงานให้มีความสำคัญอยู่ในลำดับแรกๆ และต้องให้การสนับสนุนทั้งทางด้านกำลังคนและทรัพยากร การประหยัดพลังงานจะดำเนินไปอย่างได้ผลจะต้องประกอบด้วยหลักการที่สำคัญ 6 ข้อดังนี้

(1) การกำหนดนโยบาย เป้าหมายและแผนงาน

(2) การวิเคราะห์สถานะภาพในปัจจุบัน

(3) การเตรียมแผนงานปรับปรุง

(4) การนำแผนปรับปรุงไปปฏิบัติ

(5) การประเมินผลลัพธ์ที่ได้

(6) ความต่อเนื่องของโครงการ

การกำหนดเป้าหมายสามารถกระทำได้ 4 วิธีด้วยกันคือ

(ก) เป้าหมายทางนามธรรม เช่นโรงงานของเราต้องเป็นโรงงานตัวอย่างของการประหยัดพลังงาน

(ข) เป้าหมายเฉพาะ เช่น การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้โดยมีระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 3 ปี

(ค) เป้าหมายสมบูรณ์ เช่นต้องลดพลังงานที่ใช้ต่อหน่วยผลผลิตให้เหลือเพียง 1 GJ/Ton ให้สำเร็จ

(ง) เป้าหมายสัมพันธ์ เช่นต้องทำการประหยัดพลังงานในปี 2548 ให้ได้อีก 10 %

เป้าหมาย ก.และ ข. จะมีลักษณะเป็นคำขวัญมากกว่าเป้าหมาย ค.และ ง. เป้าหมายสองแบบหลัง จะให้วัตถุประสงค์ของการประหยัดพลังงานที่จำเพาะเจาะจงมากกว่า สามารถดำเนินการและติดตามผลได้ง่ายกว่า หลังจากได้กำหนดเป้าหมายแล้วจะต้องมีการร่างแผนสำหรับงานต่างๆที่เกี่ยวข้องต่อไป เช่นการกำหนดปริมาณงานให้แต่ละคนรับผิดชอบ เนื้อหาของงานที่จะต้องทำ กำหนดเวลาของงานช่วงของการปฏิบัติ ระยะเวลาและวิธีปฏิบัติ เป็นต้น

การวิเคราะห์สถานภาพในปัจจุบัน งานขั้นแรกของการทำงานด้านการประหยัดพลังงาน คือ การวิเคราะห์สถานภาพการใช้พลังงานในปัจจุบัน โดยจะต้องทำให้เห็นได้อย่างกระจ่างชัดเจนว่ากำลังใช้พลังงานอะไรอยู่บ้าง ใช้ด้วยปริมาณมากน้อยเท่าไร และใช้เพื่อจุดประสงค์อะไรและสิ่งที่สำคัญคือต้องชี้ให้เห็นว่าการใช้พลังงานในขณะนี้มีพลังงานอะไรสูญเสียอยู่บ้าง สูญเสียอยู่ที่บริเวณหรือพื้นที่ส่วนไหนของโรงงาน และสูญเสียอยู่ด้วยปริมาณมากน้อยเท่าไร เพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องมีการทำสำรวจ และตรวจวัดวิเคราะห์การใช้พลังงานทั่วทั้งโรงงานซึ่งสามารถดำเนินการได้3ระดับคือ

- รวบรวมและวิเคราะห์บันทึกของโรงงาน ได้แก่ ใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า และข้อมูลปริมาณการผลิตในอดีตที่ผ่านมา
- สำรวจและศึกษาการใช้พลังงานในปัจจุบันอย่างคร่าวๆ เพื่อหาแหล่งที่มีการใช้พลังงานอย่างไม่เหมาะสม มีการสูญเสียมาก เพื่อจำแนกพื้นที่หรือกระบวนการที่ต้องมีการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียดต่อไป
- สำรวจและการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด เพื่อหาปริมาณพลังงานสูญเสียและค่าใช้จ่ายเพื่อดำเนินการลดพลังงานสูญเสียส่วนนี้

ในการดำเนินการสำรวจและวินิจฉัยการใช้พลังงาน จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์วัดต่างๆเข้าช่วย ต้องกำหนดผู้รับผิดชอบดำเนินการวัดและวิเคราะห์โดยตรง ข้อมูลดิบที่ได้จะต้องนำมาทำการวิเคราะห์และแสดงผลในรูปของกราฟ แผนภูมิหรือภาพที่สื่อความหมายที่ชัดเจนเข้าใจง่าย

การเตรียมแผนงานปรับปรุง หลังจากที่ได้วิเคราะห์สถานภาพการใช้พลังงานในปัจจุบันเรียบร้อยแล้ว และพบว่ามีพลังงานสูญเสียจำนวนมาก สามารถประหยัดได้ ขั้นตอนต่อไปก็คือการจัดทำแผนงานปรับปรุง ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินงานอยู่ 3 ขั้นตอน คือ รวบรวมความคิด จัดทำแผน และวิเคราะห์แผน

(ก) การรวบรวมความคิด ถึงแม้ว่าวิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการจะต้องทำหน้าที่ออกความคิด สร้างแผนงาน ปรับปรุงด้วยตนเองก็ตาม แต่การระดมความคิดจากผู้ปฏิบัติงานในส่วนต่างๆซึ่งทำงานเต็มเวลาในพื้นที่ทำงานนั้นๆและจากวิศวกรแขนงต่างๆที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านพลังงานการผลิต การควบคุม การบำรุงรักษาและด้านความปลอดภัย จะช่วยให้ได้แผนที่เหมาะสมมากขึ้น

(ข) การจัดทำแผนงานปรับปรุง จากแนวความคิดต่างๆที่ได้จากข้อ ก. จะถูกนำไปวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค เพื่อชี้ชัดถึงผลกระทบที่จะบังเกิดขึ้นกับกระบวนการอื่นๆกับคุณภาพของผลผลิตกับขีดจำกัดสูงสุดของการผลิต กับสภาพแวดล้อมของการทำงานกับมลภาวะสิ่งแวดล้อมและด้านความปลอดภัยแล้วแบ่งแนวความคิดออกเป็น 3 ระดับคือ

- แนวความคิดที่สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างแน่นอน
- แนวความคิดที่อยู่ในขั้นทดลอง
- แนวความคิดที่ยังไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะนำไปปฏิบัติได้

แผนงานปรับปรุงการประหยัดพลังงานจะถูกสร้างขึ้นจากพื้นฐานของแนวความคิดประเภทแรก ตามด้วยการประเมินผลรวมของผลกระทบของแผนงาน สถานที่ของการติดตั้งของระบบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวพันกัน โอกาสของการนำแผนไปปฏิบัติตลอดจนข้อดี ข้อเสียของแผนงาน

(ค) การประเมินผลแผนงาน แผนงานประหยัดพลังงานที่ได้เสนอไว้จะต้องได้รับการประเมินผลประสิทธิภาพในเทอมของเงินลงทุน ระยะเวลาของการคืนทุน และควรจำแนกแผนตามลำดับความสำคัญด้วย

การนำแผนปรับปรุงไปปฏิบัติ ก่อนลงมือปฏิบัติงานจะต้องมีการตรวจสอบซ้ำอีกครั้งในเรื่องของเนื้อหาสาระ ระยะเวลาที่ใช้ วิธีการดำเนินงานและตัวประกอบอื่นๆว่าถูกต้องเหมาะสมดีแล้ว จากนั้นต้องดำเนินการชี้แจงให้บุคคลที่เกี่ยวข้องและบุคคลข้างเคียงทราบถึงรายละเอียดว่าเรากำลังทำอะไรอยู่ แผนที่ได้เสนอไว้จะต้องได้รับการนำไปปฏิบัติอย่างฉับพลันและแม่นยำ ต้องมีการวัดและประเมินผลลัพธ์ที่ได้แล้วนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ควรได้รับตามที่ได้กำหนดไว้ในแผนงาน และอาจมีการปรับแผนงานให้เหมาะสมขึ้นตามความเหมาะสมต่อไป กำหนดเป้าหมายจำเพาะขึ้นเพื่อกำหนดมาตรฐานการทำงานและใช้การติดตามความต่อเนื่องของโครงการต่อไป

การประเมินผลลัพธ์ที่ได้ ในการทำโครงการประหยัดพลังงานหรือโครงการใดๆก็ตาม เมื่อได้นำแผนงานไปปฏิบัติแล้วจะต้องมีการประเมินผลลัพธ์ด้วย เพื่อบ่งบอกให้ทราบว่าโครงการที่ตั้งขึ้นมานั้นประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใด ถ้าไม่สำเร็จเกิดจากสาเหตุใด ผลการประเมิน จะชี้ให้เห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้คุ้มกับความพยายามและค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปหรือไม่

ความต่อเนื่องของโครงการ โครงการประหยัดพลังงานมีลักษณะเป็นโครงการแบบต่อเนื่องเมื่อเริ่มดำเนินการแล้วจะหยุดไม่ได้ การประหยัดพลังงานจะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่เป็นประจำทุกวัน ซึ่งสามารถแปรเปลี่ยนไปได้ การประหยัดพลังงานจึงต้องมีการติดตามอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างเหมาะสม ระบบที่ใช้ติดตามความต่อเนื่องอย่างดีก็คือ ระบบจดบันทึกและรายงานผล ระบบจดบันทึกและรายงานที่ดีจะบอกให้วิศวกรโรงงานและผู้บริหารทราบว่ามีการใช้พลังงานชนิดต่างๆไปในส่วนไหนของโรงงานบ้าง ใช้ไปด้วยปริมาณมากน้อยเพียงใด ใช้ไปในลักษณะใด มีแนวโน้มว่าจะเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปัจจุบันอย่างไร เช่นมีแนวโน้มมากขึ้นในขณะที่ผลผลิตยังเท่าเดิม ทำให้สามารถระบุได้ว่าควรให้ความสนใจพลังงานชนิดใด ที่พื้นที่ส่วนไหนเป็นพิเศษได้

2.4 การจัดการพลังงาน

การจัดการพลังงาน หมายถึง

(1) ความพยายามในการใช้พลังงานในจำนวนน้อยที่สุดเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดโดยไม่ทำให้กิจกรรมการผลิตต่ำลงและไม่ลดคุณภาพของผลิตภัณฑ์

(2) การทำให้ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ในส่วนของพลังงานลดน้อยลง

(3) การใช้พลังงานตามความจำเป็นและในขณะเดียวกันก็ลดการสูญเสียที่ไม่จำเป็นต่างๆเพื่อให้ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานสูงขึ้น

(4) การเลือกใช้พลังงานให้เหมาะสมทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ และความต่อเนื่องในการจัดหา

ในวงการอุตสาหกรรมโดยทั่วไปนั้น การประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานจะมีได้ก็ต่อเมื่อโรงงานอุตสาหกรรมนั้นๆได้ดำเนินการดังนี้

(1) จัดตั้งหน่วยบริหารระดับสูง เพื่อรับผิดชอบงานทางด้านการจัดการพลังงาน

(2) กำหนดเป้าหมายของการจัดการพลังงาน

(3) วิธีการประสานงานในแผนงานการจัดการพลังงาน

โดยทั่วไปแนวทางในการจัดการพลังงานจะประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) ค้นหาปริมาณการใช้และการสูญเสียพลังงาน โดยทำการศึกษาชนิดและปริมาณพลังงานที่ใช้ระบบต่างๆของโรงงานอย่างละเอียดและพลังงานที่เข้าไปในระบบต่างๆนั้นมีการกระจายการใช้ให้เกิดประโยชน์หรือมีการสูญเสียมากน้อยเพียงใด

(2) ดำเนินการจัดการพลังงานโดยวิธีการต่างๆจากการศึกษาการใช้พลังงาน ตามข้อที่ 1 เป็นผลทำให้ทราบถึงรายละเอียดต่างๆซึ่งสามารถกำหนดวิธีการต่างๆในการจัดการพลังงานได้ โดยจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น

(3) ติดตามผลที่ได้จากการดำเนินการจัดการพลังงาน การติดตามผลนี้จะทำให้รู้ถึงส่วนเปลี่ยนแปลงของปริมาณพลังงานที่ใช้และสามารถวางแผนระบบการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องมือ เครื่องจักรต่างๆตลอดจนสามารถทราบถึงประสิทธิภาพของเครื่องมือเครื่องจักรนั้นๆว่าอยู่ในระดับใด

2.5 การอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการเชิงบูรณาการ

การอนุรักษ์พลังงานสามารถดำเนินการได้ด้วยเทคนิคการจัดการควบคู่กับเทคนิคเฉพาะทางโดยการนำข้อดีของแต่ละเทคนิคมาบูรณาการร่วมกัน เพื่อกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีความเป็นไปได้ทั้งทางด้านเทคนิคและทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยที่เทคนิคการจัดการเชิงวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering, VE) เป็นกลไกในการขับเคลื่อนกระบวนการอนุรักษ์

พลังงานให้ประสบผลสำเร็จ และยั่งยืนเนื่องจากเน้นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมมนุษย์ ขณะที่เทคนิคเฉพาะทางอันได้แก่ วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้า และวิศวกรรมเคมี เป็นต้น จะเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้ประกอบการและคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานว่ามาตรการที่ดำเนินการปรับปรุงจะได้ผลตามความคาดหมาย เนื่องจากมีข้อมูลทางเทคนิคประกอบการพิจารณา

จากสถานการณ์ปัจจุบันประเทศไทยมีการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศคิดเป็นปริมาณถึงร้อยละหกสิบของประมาณการใช้พลังงานทั้งหมดภายในประเทศ เป็นภาระอันหนักยิ่งของรัฐที่จะต้องเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าพลังงานและหลีกเลี่ยงไม่พ้นที่ภาระนี้จะตกแก่ประชาชนทั้งประเทศด้วยการปรับราคาพลังงานชนิดต่างๆ ให้สูงขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

การอนุรักษ์พลังงานด้วยการจัดการด้านพลังงาน (Energy Management) เป็นแนวทางที่สามารถบรรเทาปัญหาวิกฤติด้านพลังงานอย่างได้ผลที่น่าพอใจ โดยในบทความนี้ได้นำเสนอความสำเร็จจากการนำเทคนิคการจัดการเชิงวิศวกรรมคุณค่ามาบูรณาการร่วมกับเทคนิคเฉพาะทางอันได้แก่ วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้า และวิศวกรรมเคมี เป็นต้น เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานที่ประสบผลสำเร็จ โดยไม่ต้องลงทุนด้านการเงินหรือลงทุนเพียงเล็กน้อยแต่สามารถประหยัดพลังงานได้มากและยั่งยืน

การอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการเชิงบูรณาการ ประกอบด้วยเทคนิคการจัดการเชิงวิศวกรรมคุณค่าควบคู่กับเทคนิคเฉพาะทาง (Value Management) เป็นวิธีบริหารจัดการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในส่วนต่างๆ ของสถานประกอบการเพื่อลดความสูญเปล่า ก่อให้เกิดการใช้พลังงานและทรัพยากรอย่างชาญฉลาดเพื่อให้เกิดประโยชน์คุ้มค่าสูงสุด ตัวอย่างเช่น การสลับสับเปลี่ยนเวลาการทำงานโดยพยายามหลีกเลี่ยงการทำงานในช่วง on peak หากไม่จำเป็น หรือการลดความสูญเปล่าของการใช้น้ำแข็งมากเกินความจำเป็นในการให้ความเย็นแก่ไก่สดจนล้นออกมาจากถังแช่เย็น ซึ่งช่วยให้สถานประกอบการลดปริมาณการใช้น้ำแข็งได้เกือบ 2 ล้านบาทต่อปี การอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการเชิงวิศวกรรมคุณค่าเป็นวิธีการที่ไม่ต้องลงทุนด้านการเงินหรือลงทุนน้อย และไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือตรวจวัดเฉพาะทาง ซึ่งเป็นข้อดีของเทคนิคนี้

การอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคเฉพาะทาง เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่มีการใช้เครื่องมือตรวจวัดเฉพาะทางเข้าไปช่วยในการตรวจวัด เพื่อให้ทราบสภาพการใช้พลังงานภายในสถาน

ประกอบการแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการกำหนดมาตรการและวิธีปฏิบัติในการประหยัดพลังงานของสถานประกอบการ ซึ่งในบางกรณีอาจจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนอุปกรณ์หรือเครื่องจักรบ้างเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานอย่างมีนัยสำคัญคืนทุนในเวลาอันรวดเร็ว ตัวอย่างเช่น โรงงานทอผ้าแห่งหนึ่งมีการใช้ไอน้ำในกระบวนการอบผ้า จากการใช้เครื่องมือวัดอัตราการรั่วไหลของไอน้ำที่กับดักไอน้ำพบว่ามีการรั่วไหลของไอน้ำ ภายหลังจากการเปลี่ยนกับดักไอน้ำใหม่ ทำให้หยุดการรั่วไหลของไอน้ำ สามารถช่วยให้สถานประกอบการประหยัดไอน้ำได้ คิดเป็นค่าพลังงานที่ประหยัดได้เกือบครึ่งล้านบาทต่อปี หรือการเปลี่ยนพัดลมอุตสาหกรรมที่ใช้ในโรงงานเพื่อให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ปฏิบัติงานที่ใช้พลังงานที่ประมาณ 400 วัตต์ต่อเครื่อง มาเป็นพัดลมอุตสาหกรรมชนิดใหม่ที่ใช้พลังงานประมาณ 100 วัตต์ต่อเครื่อง แต่ให้ความแรงลมไม่แตกต่างจากพัดลมอุตสาหกรรมชนิดเดิม สามารถช่วยประหยัดพลังงานได้ถึง 1 ใน 4 ส่วน

- **ลักษณะและเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการเชิงบูรณาการ**

การอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการเชิงบูรณาการ ประกอบด้วยเทคนิคการจัดการควบคู่กับเทคนิคเฉพาะทาง เทคนิคการจัดการที่ได้นำมาประยุกต์ใช้เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน คือเทคนิคการจัดการเชิงวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering, VE) ซึ่งในช่วงต้นที่ถูกนำมาใช้จะเน้นหนักในด้านการผลิตสินค้า เพื่อให้มีต้นทุนที่ต่ำลงเป็นหลัก ต่อมามีการนำเทคนิคนี้ไปประยุกต์ใช้ในงานด้านบริการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการและในที่สุดได้นำมาประยุกต์ ใช้กับการอนุรักษ์พลังงานอย่างประสบความสำเร็จโดยผู้เชี่ยวชาญชาวไทย (นายเชี่ยวเวทย์ ยิ้มศิริกุล) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 เป็นต้นมา

ลักษณะพิเศษของการประยุกต์เทคนิค VE เพื่อการอนุรักษ์พลังงานมุ่งเน้นที่คนซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานให้รู้จักและเข้าใจในเรื่องของประโยชน์การใช้งาน (function) ของสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของเทคนิคนี้ เหตุที่ประโยชน์การใช้งานเป็นหัวใจสำคัญ เพราะเทคนิคนี้จะแนะนำให้ผู้ปฏิบัติงานพิจารณางานที่ทำให้ละเอียดลึกซึ้งและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการทำงานแบบเดิมที่ผู้ปฏิบัติงานมีความเคยชินให้สามารถมองออกนอกกรอบแนวคิดเดิม อันจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานมองเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการทำงานที่มีความสูญเปล่าของพลังงานและอื่นๆ อันเนื่องมาจากการมองข้ามของ “คน” มองปัญหาอย่างเข้าใจและรู้ที่มาของปัญหา ซึ่งบางปัญหาเมื่อผู้ปฏิบัติงานเข้าใจหลักการของ VE แล้ว จะทราบว่าเป็นปัญหาหญ้าปากคอกหรือปัญหาเส้นผมบังภูเขา ที่

ผู้ปฏิบัติงานมองข้ามไป ซึ่งเทคนิค VE สามารถช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ได้อย่างถอนราก ถอนโคน และสิ่งที่สำคัญของเทคนิค VE อีกประการหนึ่งคือการฝึกให้ผู้ปฏิบัติงานรู้จักใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน ลดความสูญเปล่าของพลังงานและอื่นๆ การประยุกต์เทคนิค VE เพื่อการอนุรักษ์พลังงานเมื่อผ่านกระบวนการใช้ความคิดกลั่นกรองออกมาแล้ว จะต้องนำไปปฏิบัติให้เกิดผลเป็นรูปธรรม มิฉะนั้นแล้วก็จะกลายเป็นสิ่งที่อยู่ในความคิดหรือในกระดาษเท่านั้น

การอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการโดยรวมแล้ว ผู้ปฏิบัติงานไม่มีความจำเป็นต้องใช้เทคนิคและเครื่องมือเฉพาะทางในการตรวจวัดความสูญเปล่าของพลังงาน เพียงแต่ใช้การสังเกตและเอาใจใส่ก็จะพบความสูญเปล่าของพลังงานที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นลักษณะเด่นของเทคนิคนี้ อย่างไรก็ตาม หากนำมาใช้ควบคู่กับเทคนิคเฉพาะทางน่าจะประหยัดพลังงานและลดต้นทุนได้เด่นชัดขึ้น

การอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคเฉพาะทางเป็นวิธีการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้เครื่องมือตรวจวัดเฉพาะทางโดยเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมไฟฟ้าเข้ามาช่วยในการตรวจหาและวิเคราะห์ความสูญเปล่าของพลังงาน ตัวอย่างเช่นในอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตที่ใช้ไอน้ำ ไอน้ำจะถูกส่งไปตามท่อในระบบการใช้ไอน้ำ ไอน้ำจะถ่ายเทพลังงานความร้อนให้กับอุปกรณ์ทำให้ระดับพลังงานในตัวลดลง ไอน้ำจะกลั่นตัวกลายเป็นน้ำร้อนหรือคอนเดนเสท ซึ่งจำเป็นต้องรีบระบายออกจากระบบการใช้ไอน้ำ หากไม่สามารถระบายคอนเดนเสทออกได้ทันจะทำให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนของไอน้ำลดลง การระบายคอนเดนเสทออกจากระบบการใช้ไอน้ำจะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า กับดักไอน้ำ หรือ steam trap เมื่อ steam trap ถูกใช้งานไประยะหนึ่งอาจมีการรั่วไหลของไอน้ำที่บริเวณ steam trap จึงมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือช่วยในการตรวจวัดหาอัตราการรั่วของไอน้ำ ซึ่งก่อนการหุ้มฉนวนมีความจำเป็นที่เราจะต้องทราบอุณหภูมิผิวของอุปกรณ์ การจะทราบอุณหภูมิผิวของอุปกรณ์ได้ต้องใช้เครื่องมือช่วยในการตรวจวัด เมื่อทราบค่าของอุณหภูมิก็สามารถนำมาคำนวณเป็นค่าพลังงานที่สูญเสียไปได้ แล้วจึงพิจารณาว่าอุปกรณ์นั้นมีความเหมาะสมและคุ้มค่าที่จะทำการหุ้มฉนวนหรือไม่อย่างไร ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคเฉพาะทางจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือตรวจวัดเฉพาะทางเข้ามาช่วยเพื่อให้รู้สภาพการใช้พลังงานว่ามีความสูญเปล่าอยู่ในระดับใด เพื่อจะได้วางแผนดำเนินการปรับปรุงต่อไปได้ถูกต้อง

- **กระบวนการเคลื่อนตัวของการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการเชิงบูรณาการ**

การอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการเชิงบูรณาการจะใช้เทคนิค VE เป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการให้ประสบผลสำเร็จ แต่ก่อนที่จะกระบวนการต่างๆ จะดำเนินการตามขั้นตอน จะต้องมีการจัดตั้งคณะกรรมการพลังงานหรือทีมงาน VE ขึ้นภายในโรงงานหรืออาคารก่อนเป็นอันดับแรก คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานประกอบด้วย บุคคลที่มาจากฝ่ายต่างๆ ที่มีความรู้แตกต่างกัน เพื่อให้ทุกฝ่ายได้แสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการกำหนดทิศทางการอนุรักษ์พลังงาน คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานควรเป็นบุคคลที่มีคุณภาพและมีจิตสำนึกที่ดีทั้งในแง่ส่วนตัว และส่วนรวม เป็นบุคคลที่ใฝ่หาความรู้อยู่เสมอ และที่สำคัญคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานต้องรู้จักสามัคคี เพราะเทคนิคนี้หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่ผู้ร่วมงานจะมีความเห็นที่ไม่ตรงกันบ้าง ซึ่งคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานควรยึดหลักความถูกต้องและชอบธรรมในการแก้ไขจะทำให้ทุกสิ่งทุกอย่างยุติลงได้ด้วยดีและมีความเข้าใจซึ่งกันและกัน คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานจึงมีส่วนอย่างยิ่งที่จะทำให้การอนุรักษ์พลังงานประสบความสำเร็จ

คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานที่จัดตั้งขึ้นจะได้รับการอบรมความรู้เรื่องเทคนิคการจัดการและเทคนิคเฉพาะทางโดยผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน ในส่วนของเทคนิคการจัดการจะมีขั้นตอนปฏิบัติของกิจกรรมวิศวกรรมคุณค่า (VE workshop) เพื่อให้คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานเข้าใจหลักการของ VE อย่างลึกซึ้งก่อนนำไปปฏิบัติจริง

คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานจะนำความรู้ที่ได้รับจากการอบรมไปใช้ในการสำรวจการใช้พลังงานภายในโรงงานหรืออาคารเพื่อดูว่ามีส่วนไหนบ้างที่มีความสูญเปล่าของพลังงานเกิดขึ้น มีการใช้พลังงานที่ไม่ได้ประสิทธิภาพและมีการใช้พลังงานที่มากเกินความต้องการ คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานจะร่วมกันระดมสมองทบทวนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้สำรวจมาและตั้งทีมงานแบ่งความรับผิดชอบเพื่อกระจายงาน แต่ละทีมจะร่วมกันระดมสมองเพื่อหาแนวทางปฏิบัติโดยตั้งอยู่บนหลักการของประโยชน์การใช้งานที่จำเป็นและต้นทุนของแต่ละขั้นตอนเพื่อประเมินคุณค่า (Value = Function/Cost) หรืออัตราการประหยัดที่จะเกิดขึ้นเพื่อใช้ประกอบการคัดเลือกโครงการเป้าหมายแนวทางปฏิบัติที่แต่ละทางร่วมกันคิดจะถูกนำมากลั่นกรองและปรับปรุงจนได้โครงการที่เด่นชัดขึ้น โครงการเป้าหมายที่คัดเลือกไว้จะถูกนำมาประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อให้ได้โครงการอนุรักษ์พลังงานที่มีประสิทธิภาพ การประเมินศักยภาพของโครงการประกอบด้วย การประเมินความเป็นไปได้ด้านเทคนิคและความเป็นไปได้ทาง

เศรษฐศาสตร์ โดยมีข้อควรระวังในการคัดเลือกโครงการเป้าหมาย คือ ต้องคัดเลือกอย่างระมัดระวัง (มีมาตรฐานและวิธีการคัดเลือกที่ชัดเจน) ขนาดของโครงการต้องไม่เล็กเกินไป บุคลากรภายในทีมควรมีจิตสำนึกเกี่ยวกับปัญหา เพราะถ้าไม่มีจิตสำนึกเกี่ยวกับปัญหาก็จะไม่ทราบว่าในงานมีปัญหาที่ถูกมองข้ามไปและไม่ได้รับการแก้ไข

โครงการเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกจะถูกนำเสนอผู้บริหารเพื่อขอความเห็นชอบ ซึ่งก่อนการนำเสนอผู้บริหารควรมีการร่างแผนการดำเนินงานที่ประกอบด้วยข้อมูลด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์พร้อมเป้าหมายของแต่ละโครงการ โครงการเป้าหมายที่ได้รับการอนุมัติจากผู้บริหารควรมีการทำแผนการดำเนินงานอย่างละเอียดซึ่งครอบคลุมข้อมูลด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์ เป้าหมายของการปรับปรุงและแผนดำเนินงาน (action plan) และมอบหมายผู้รับผิดชอบชัดเจนเพื่อโครงการเป้าหมายไปสู่ขั้นตอนปฏิบัติอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิผล สำหรับในส่วนของผู้บริหารควรให้ความช่วยเหลือ แก้ข้อสงสัยที่ไม่ชัดเจนและช่วยแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในช่วงปฏิบัติจริง จัดเตรียมงบประมาณบางส่วนสำหรับทีมงานแม้จะยังไม่ปรากฏผลการประหยัดพลังงานที่ชัดเจน ควรสนับสนุนให้มีการจัดทำคู่มือประกอบการปฏิบัติงานและควรส่งบุคลากรเข้าอบรมในหลักสูตรต่างๆ ที่จัดโดยองค์กรภายนอกบริษัทเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้กับบุคลากร

โครงการเป้าหมายที่ได้ดำเนินการไปจะต้องมีการติดตามความก้าวหน้าในการปฏิบัติงานโดยต้องทำอย่างมีระบบและมีการมอบหมายผู้รับผิดชอบที่จะคอยควบคุมให้เป็นไปตามแผนงานเพื่อรับทราบผลที่เกิดขึ้นจริงกับที่คาดการณ์ไว้เพื่อทำการประเมินผล สรุปปัญหา และแนวทางแก้ไข เพื่อรายงานเสนอต่อผู้บริหารให้รับทราบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.2 Flow chart แสดงกระบวนการเคลื่อนตัวของการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.6 ทฤษฎี และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ ISO

2.6.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ ISO

คำว่า ISO มาจากภาษากรีก แปลว่า เท่ากันหรือเท่ากับ และต่างกับตัวย่อขององค์กรที่ทำหน้าที่กำกับดูแลมาตรฐานต่างๆ ของโลกชื่อว่า International Organization for Standardization (องค์กรระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน) มีสำนักงานอยู่ที่กรุงเจนีวา ประเทศสวิสเซอร์แลนด์

ISO 9000 หมายถึง มาตรฐานระบบคุณภาพ ที่วงการในระดับองค์กรต่างๆ ทั่วโลกเลือกใช้เพื่อรับรอง “ระบบการบริหารการดำเนินงานขององค์กร” แนวความคิดที่สำคัญของ ISO 9000 คือ การจัดวางระบบการบริหารเพื่อการประกันคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้โดยผ่านระบบเอกสาร

ISO 14000 เป็นมาตรฐานสากลสำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อมขององค์กรให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด โดยองค์กรสามารถจัดทำระบบ และขอการรับรองได้โดยความสมัครใจ แต่ต้องมี การประกาศเป็นนโยบายอย่างชัดเจน และเปิดเผยต่อสาธารณชน ISO 14000 ประกอบด้วยมาตรฐานหลายฉบับ ฉบับที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ ISO14001 (Environmental Management System) หรือ มาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นมาตรฐานเพียงฉบับเดียวในอนุกรม ISO14000 ที่สามารถสร้างความเชื่อมั่นแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องได้โดยการออกใบรับรอง (Certificate) เพื่อเป็นการแสดงว่า องค์กรได้มีการดำเนินธุรกิจที่จะไม่ทำให้สิ่งแวดล้อมเสียหาย

2.6.2 หลักการบริหารคุณภาพ 8 ประการ

หลักการ 8 ประการนี้ เหมือนกับเป็นความคิดต้นแบบของข้อกำหนด ISO9001:2000 ในส่วนนี้จะอธิบายถึงหลักการบริหารคุณภาพทั้ง 8 ประการรวมถึงจะมีการเชื่อมโยงถึงข้อกำหนดต่างๆของ ISO 9001:2000 ด้วย

1) องค์กรที่มุ่งเน้นลูกค้า (Customer-Focused Organization)

หลักการง่ายๆ ของ Customer-Focused Organization คือ จับจุดให้ได้ว่า อะไรคือ Customer Needs & Expectation และตอบสนองจุดนั้นให้ดีที่สุด ให้ได้ตามที่ลูกค้าต้องการ หรือให้ดีกว่า และตอบสนองกับ Feedback ของลูกค้าให้เร็วที่สุด เช่นการร้องเรียน เป็นต้น ใครผิดใครถูกก็ช่าง แต่ลูกค้าต้องถูกเสมอ หรือลูกค้าคือพระเจ้า อะไรทำนองนั้น

ข้อกำหนด ISO9001:2000 ที่สนับสนุนหลักการข้อนี้ ก็มี Customer Focus (5.2), Customer-Related Process (7.2), Customer Satisfaction (8.2.1)

2) ภาวะผู้นำ (Leadership)

ภาวะผู้นำก็คือ ความสามารถในการชักนำ โน้มน้าวให้คนคล้อยตาม มีเป้าหมายที่ชัดเจน และสามารถนำคนให้ปฏิบัติกิจกรรมใดๆ ให้ลุล่วงเป้าหมายนั้นอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยที่คนที่มีภาวะผู้นำนั้น อาจจะไม่มีตำแหน่งใดๆ ก็ได้

หลักการข้อนี้ มุ่งเน้นให้ผู้บริหารองค์กร มีภาวะผู้นำ และแสดงการเป็นผู้นำในการจัดทำระบบจนลุล่วง ซึ่งจะสามารถสร้างความมั่นใจได้ว่า ระบบไปรอดแน่นอน

ข้อกำหนด ISO9001:2000 ที่สนับสนุนหลักการข้อนี้ ก็คือ Management Responsibility (ข้อ 5 ทั้งข้อ)

3) การมีส่วนร่วมของพนักงาน (Involvement of People)

ถ้าผู้บริหารทำงานได้ดีมาก แต่พนักงานไม่ขานรับก็คงไม่มีประโยชน์ เพราะคนที่จะเป็นผู้ลงมือทำระบบนั้นก็คือตัวพนักงาน และต้องการความร่วมมือกันอย่างแข็งขันทั่วทั้งองค์กรด้วย

ข้อกำหนด ISO9001:2000 ที่สนับสนุนหลักการข้อนี้ มีอยู่กระจาย แต่จริงๆ แล้วทุกข้อต้องการความมีส่วนร่วมทั้งนั้น แต่ที่เห็นเด่นชัด ก็อย่างเช่นข้อที่ 6.6.2d) คือเรื่องของ Competence, Awareness and Training ที่เหมือนบังคับว่า ต้องให้มีความตระหนัก

4) วิถีเชิงกระบวนการ (Process Approach)

Process Approach มีความหมายว่า ให้มองงาน, กระบวนการ, กิจกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์ หรือเป็นกระบวนการสนับสนุน ให้มองในรูปของกระบวนการ (Process) ที่แต่ละกระบวนการจะมีทั้งปัจจัยเข้า (Input) และปัจจัยออก หรือผล

(Output) เป็นมุมมองใหม่ จากที่เราเคยมองเพียงว่าการตรวจติดตามภายใน คราวนี้ต้องมองใหม่ว่า กระบวนการตรวจติดตามภายใน (Internal Audit Process) ส่วนจะมองแบบนี้ไปเพื่ออะไร

ข้อกำหนด ISO9001:2000 ที่สนับสนุนหลักการข้อนี้ ก็เกือบทุกข้อ อาจเว้นก็แต่ข้อที่มีเพียงหัวเรื่อง (Title) หรือที่เป็นบททั่วไป

5) วิถีเชิงระบบในการจัดการ (System Approach to Management)

ในข้อที่แล้วพูดถึงกระบวนการ ในข้อนี้เราจะนำกระบวนการต่างๆมาเรียงร้อยกันก่อให้เกิดเป็นระบบ (System) โดยการเรียงร้อยนี้ จะเป็นไปตามลำดับและการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ซึ่งกันและกัน นั่นก็คืออธิบายได้ว่าผลของกระบวนการหนึ่ง จะไปเป็นปัจจัยเข้า (Input) ของอีกกระบวนการหนึ่ง ต่อกันไปเรื่อยๆ จนเป็นระบบ หลักใหญ่ๆ ของ ISO9001:2000 อยู่ตรงส่วนนี้ เช่นเดียวกับหลักการของ TQM ที่ว่า "กระบวนการถัดไปคือลูกค้า" ก็มีความหมายเช่นเดียวกันกับข้อนี้

ข้อกำหนด ISO9001:2000 ที่สนับสนุนหลักการข้อนี้ คือ General Requirements (4.1), Quality Manual (4.2.2 c), Quality Management System Planning (5.4.2), และอาจมีบางข้อเกี่ยวข้องโดยอ้อมๆ อีกเล็กน้อย

6) การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continual Improvement)

โดยทั่วไปอาจจะคิดว่า การที่เราสามารถปฏิบัติงานใดๆ ให้บรรลุเป้าหมายได้ นั่นคือสิ่งที่เยี่ยมยอดที่สุดแล้ว แต่หลักการบริหารคุณภาพนี้ยังไม่พอใจ บรรลุเป้าหมายได้เท่านั้นยังไม่พอ ยังจะต้องทำให้ดีขึ้นๆ ไปเรื่อยๆ อย่างต่อเนื่อง ฉะนั้น ISO9001:2000 จะไม่พอใจแค่ที่ว่า การบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ เช่นตั้งเป้าของเสียไว้ไม่เกิน 5% ทำได้ 4% ถือว่าบรรลุเป้าหมายในรอบนี้ แต่รอบต่อๆ ไปต้องทำให้ดีกว่า (ในทางปฏิบัติคือตั้งเป้าใหม่ให้ท้าทายขึ้นเช่น 3.5% เป็นต้น) การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง จะมีช่องทางอยู่หลายช่องทาง ซึ่งทั้งหมดจะพูดถึงในข้อกำหนด ISO9001:2000 ข้อ 8.5.1 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

ข้อกำหนด ISO9001:2000 ที่สนับสนุนหลักการข้อนี้ คือ General Requirements (4.1 f), Quality Policy (5.3 b), Continual Improvement (8.5.1) และปรากฏอยู่ตามข้ออื่นๆ อีกเล็กน้อย

7) การใช้ข้อเท็จจริงในการตัดสินใจ (Factual Approach to Decision Making)

สิ่งที่เป็นอันตรายอย่างยิ่ง ในการตัดสินใจในการบริหารระบบคุณภาพก็คือ การใช้ Feeling (ความรู้สึก) ในการบริหาร รวมถึงลางสังหรณ์, การคาดเดาอย่างไม่มีหลักการ ปราศจากข้อมูล หรือข้อเท็จจริงสนับสนุน หลักการนี้ไม่ยอมรับ การตัดสินใจของผู้บริหารในแต่ละครั้ง ต้องมีข้อมูล, ข้อเท็จจริงสนับสนุน ซึ่งข้อมูลได้จากการเก็บ และนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจของผู้บริหาร จะทำให้มีความผิดพลาดน้อยกว่าใช้ความรู้สึกส่วนตัว

ข้อกำหนด ISO9001:2000 ที่สนับสนุนหลักการข้อนี้ คือ Analysis of Data (8.4)

8) ความสัมพันธ์กับผู้ส่งมอบโดยการได้รับผลประโยชน์ร่วมกัน (Mutually Beneficial Supplier Relationships)

Win-Win Situation หมายถึงในการมีปฏิสัมพันธ์กันในเรื่องใดๆ ทุกฝ่ายจะชนะหมด ไม่มีใครแพ้ แปลความแล้วก็คือได้รับผลประโยชน์ร่วมกันทุกฝ่าย ถ้าเป็นสถานการณ์ด้านการค้าก็คือได้รับประโยชน์ มีความสุขกันทุกฝ่ายทั้งองค์กร และผู้ส่งมอบ นั่นคือองค์กรจะหวังให้ผู้ส่งมอบ ส่งวัตถุดิบที่ดีมาให้ ก็ต้องมีการดูแลใส่ใจ อาจมีการฝึกฝนอบรม ให้การสนับสนุนในเรื่องต่างๆ

ข้อกำหนด ISO9001:2000 ที่สนับสนุนหลักการข้อนี้ คือ General Requirements (4.1), Purchasing Process (7.4.1)

2.6.3 **ข้อแตกต่างระหว่าง** Quality Manual, Procedure **และ** Work Instruction

Quality Manual

- นโยบายคุณภาพของบริษัท
- จุดมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ทางด้านคุณภาพของบริษัท
- ระบุขอบเขตของการประกันคุณภาพ
- มีไว้เพื่อสำเนาให้บุคคลภายนอก

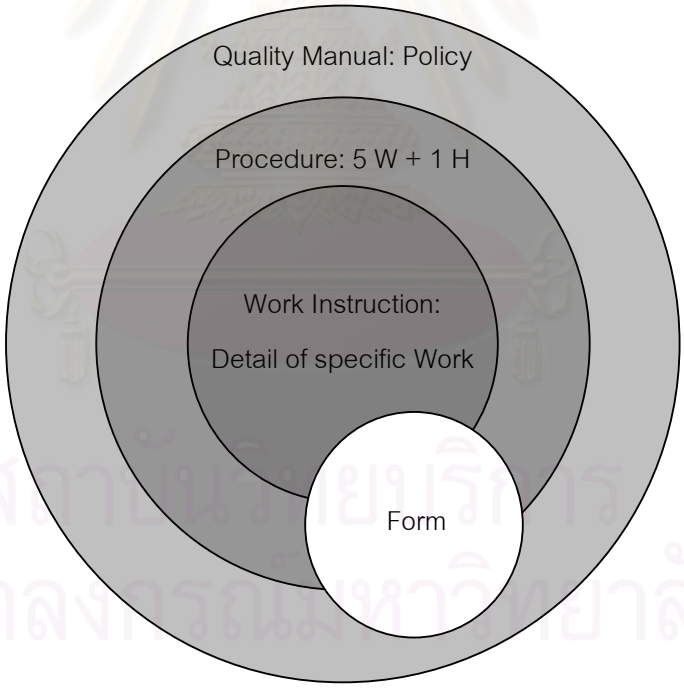
Procedure

- 5 W's & 1 H's (What, Where, When, Why, Who & How)
- เป็นความลับของบริษัท
- มีไว้เฉพาะในบริษัทเท่านั้น

- ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพ
- อ้างถึงรายละเอียดใน Work Instruction

Work Instruction

- อธิบายการทำงานเป็นขั้นเป็นตอน
- ใช้กับงานใด งานหนึ่งโดยเฉพาะ
- บอกรายละเอียดการทำงาน
- เป็นความลับของบริษัท
- มีไว้เฉพาะในบริษัทเท่านั้น



รูปที่ 2.3 แสดงความแตกต่างระหว่าง Quality Manual, Procedure และ Work Instruction

2.6.4 การเขียนเอกสาร Procedure และ Work Instruction

คำว่า Procedure โดยทั่วไปจะถูกจัดวางไว้เป็นเอกสารระดับที่สูงกว่า Work Instruction เพราะ Procedure มักใช้อธิบายถึงระบบหลักๆ ของระบบบริหารหรือระบบไอเอสโอใดๆ ส่วน Work Instruction จะใช้อธิบายระบบย่อยๆ เป็นดังเอกสารแนะนำว่าจะทำงานแต่ละอย่างอย่างไร

เอกสาร Procedure และ Work Instruction ที่ดี ควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ใช้รูปแบบที่เหมาะสม เป็นระเบียบเรียบร้อย ควรใช้การพิมพ์แทนการเขียนด้วยลายมือ เพื่อป้องกันการสับสน และผิดพลาด
- ใช้ภาษา หรือถ้อยคำที่อ่านได้ง่าย ชัดเจน ไม่ก่อให้เกิดความสับสน อ่านแล้วเข้าใจว่าต้องการอะไร มากน้อยเท่าใด
- อ่านแล้วรู้ถึงลำดับของการปฏิบัติว่าอะไรก่อน หลัง ตามความจำเป็นของระบบ หรืองาน
- ต้องรู้ว่าระบบหรืองานนั้น ต้องบันทึกอะไรบ้าง และบันทึกอย่างไร ใช้แบบฟอร์มใด (ถ้ามี)
- ไม่ควรบีบรัดจนเกินไป จนปฏิบัติไม่ได้ อาจยืดหยุ่นได้ ตามความจำเป็นและเหมาะสม

การเขียน Procedure และ Work Instruction ที่ดี ควรมีหลักการที่ต้องพิจารณาดังต่อไปนี้

- ใช้สื่อ และภาษาที่เหมาะสมกับผู้ที่ต้องใช้เอกสาร นั่นคือ ถ้าเอกสาร มีคนที่ต้องอ่านต้องใช้งานเป็นชาวต่างด้าวอยู่ด้วย ก็ควรทำเป็นภาษาต่างด้าวที่ทุกคนอ่านออก เช่น ภาษาอังกฤษ, ภาษาญี่ปุ่น หรือจะทำหลายเวอร์ชั่นก็ได้ แต่ต้องระมัดระวังเรื่องการควบคุมความทันสมัยให้ตรงกัน อีกประเด็นก็คือ พนักงานอาจไม่รู้สักภาษาเลย อ่านภาษาไทยก็ไม่ออก ก็คงต้องใช้เอกสารเป็นสื่อแบบอื่น เช่น รูปภาพ หรือเทปเสียง วิดีโอ เป็นต้น
- ยึดหลักการ 5W 1H คือ Who, What, When, Where, Why, How
    - Who เอกสารต้องระบุว่าใคร
    - What ทำอะไร
    - When ทำเมื่อไหร่
    - Where ทำที่ไหน
    - Why ทำไปทำไม (วัตถุประสงค์อะไร)

- How ทำอย่างไร

โดยสิ่งที่จำเป็นจริงๆ คือ ใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน (Where) อย่างไร (How) ส่วนทำไม (Why) และเมื่อไหร่ (When) นั้น อาจละไว้ในฐานที่เข้าใจ แต่ถ้าละแล้วไม่เข้าใจก็ต้องเขียนไว้ด้วย

- ใช้รูปแบบที่เหมาะสม มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย อ่านได้ง่าย
- ควรเขียนเรียงลำดับเป็นข้อๆ ให้ผู้อ่านสามารถทราบว่าขั้นตอนใดเกิดก่อนเกิดหลัง หรืออาจจะมี Flow Chart กำกับด้วย หรือเอกสารจะเป็น Flow Chart ล้วนๆ ก็ได้ แต่ควรให้ทุกคนเข้าใจตรงกันหมด

โดยทั่วไป เอกสาร Procedure และ Work Instruction อาจมีหัวข้อเรื่องดังนี้

- วัตถุประสงค์ ไว้อธิบายว่าจุดประสงค์ของ Procedure หรือ Work Instruction นั้นๆมีไว้เพื่ออะไร
- ขอบข่าย ไว้อธิบายขอบข่ายที่เอกสารนี้มีผลใช้ ใช้กับหน่วยงานใด อาจรวมถึง Where, When คือใช้ที่ไหน เมื่อไหร่ สถานการณ์ไหน
- คำจำกัดความ ไว้อธิบายศัพท์เฉพาะที่ใช้ ให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน
- ขั้นตอนการปฏิบัติ ไว้อธิบาย Who, What, How, When, Where ควรเขียนเป็นข้อๆ เรียงตามลำดับก่อนหลัง
- บันทึก ไว้อธิบายว่าระบบนี้ต้องทำบันทึกอะไรบ้าง
- เอกสารอ้างอิง เอกสารนั้นบางทีก็ต้องมีการเชื่อมโยงหรืออ้างอิงเอกสารอื่น ควรระบุเอกสารที่อ้างอิงไปถึงด้วย
- ประวัติการแก้ไข เพื่อระบุสถานการณ์แก้ไขของเอกสารฉบับนั้น ซึ่งส่วนใหญ่จะถือประวัติการแก้ไขเป็นส่วนหนึ่งของเอกสาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แนวทาง SPER

ขั้นตอนที่ 1 การวางมาตรฐาน (S) : Standard

มาตรฐาน หมายถึง ความมีบรรทัดฐานที่ยอมรับกันให้เป็นมาตรวัด การกำหนดมาตรฐานเป็นการกำหนดขึ้นโดยผู้รับผิดชอบในเรื่องนั้น รวมถึงการกำหนดวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานเพื่อสามารถบรรลุเป้าหมายที่วางไว้

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินศักยภาพทางเทคนิค (P): Performance

Performance คือ ผลงาน หรือ สมรรถนะ หรือ ประสิทธิผล ประสิทธิภาพ ในขั้นตอนนี้รวมถึงการทำให้เกิดผลงาน ตามที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนของการกำหนดมาตรฐาน และการเก็บข้อมูลของสิ่งที่ได้ทำลงไป เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินคุณค่าในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การติดตามความก้าวหน้าและเปรียบเทียบ (E): Evaluate

Evaluate คือ การประเมินคุณค่าสิ่งที่ได้ทำผลไปแล้ว ว่าสิ่งที่ได้นั้นได้ตามมาตรฐาน หรือเป้าหมายที่ได้วางไว้หรือไม่ รวมไปถึงการประเมินสิ่งที่ได้รับนั้นได้สูงกว่ามาตรฐานหรือไม่ เพื่อที่จะสามารถนำไปทบทวนแก้ไข ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 การทบทวนผลการดำเนินการ (R): Review

Review คือ การทบทวนเพื่อการศึกษาและปรับปรุง หลังจากที่เราประเมินคุณค่าของสิ่งที่เราได้ทำลงไปแล้วนั้น เราจะนำผลที่ได้นั้นมาศึกษาต่อไปว่า ผลที่ได้นั้นมีสาเหตุมาจากอะไร และการแก้ไข การแก้ไขต้องแก้ที่ต้นเหตุ และต้องป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดอีก รวมทั้งหาทางพัฒนาระบบ หรือการดำเนินงานนั้นใหม่

ถ้าผลที่ได้นั้นต่ำกว่ามาตรฐานที่ได้ตั้งเอาไว้ มันเกิดจากอะไร เราตั้งมาตรฐานสูงไปหรือไม่ หรือเกิดจากความผิดพลาดในขั้นตอนการดำเนินงาน ถ้าผลที่ได้สูงกว่ามาตรฐาน อาจจะเกิดจากการที่เราตั้งมาตรฐานไว้ต่ำกว่าความสามารถของเรา ซึ่งก็จะเป็นผลให้นำไปสู่การกำหนดมาตรฐานครั้งใหม่ต่อไป

หลักการของ SPER เริ่มจากการกำหนดมาตรฐาน (Standard) ขึ้นมาเพื่อเป็นตัวชี้วัดว่าเราจะสามารถทำได้ตามที่เรากำหนดไว้หรือไม่ เป็นเหมือนเป้าหมายของเรา เพื่อที่จะเป็นตัว

กำหนดให้ดำเนินการต่างๆเพื่อให้ถึงเป้าหมายนั้นๆ จากนั้นจึงดำเนินการตามมาตรฐาน เพื่อให้เกิดผลตามที่วางไว้ (Performance) และมีการตรวจประเมินผลที่ได้นั้นว่าเป็นอย่างไร (Evaluate) เมื่อเทียบกับมาตรฐานที่วางเอาไว้ หลังจากนั้นก็นำมาทบทวน และปรับปรุง แก้ไขให้ตรงจุด แล้วนำไปกำหนดให้เป็นมาตรฐานครั้งใหม่ให้ดีขึ้น และดีขึ้นเป็นวงจรต่อไป

2.7 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพอสรุปได้ดังนี้

เอกสิทธิ สุวรรณศรี (2543) จากวิทยานิพนธ์เรื่อง การปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ ได้ทำการสรุปว่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด ทำให้ต้องดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ให้ดีขึ้น โดยมีแนวทางการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานดังนี้

(1) การกำหนดนโยบายจากผู้บริหารระดับสูงและกำหนดเป้าหมายในการดำเนินงาน
(2) กำหนดแผนงานหลักในการดำเนินงานปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานและแผนงานในระดับแผนก
(3) ปรับปรุงองค์กรดำเนินงานให้เข้าถึงทุกส่วนในกระบวนการผลิต
(4) วางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตให้เหมาะสมโดยการควบคุมปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุด
(5) ปรับปรุงระบบการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยการจัดทำเอกสารมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบและทำการจัดตั้งทีมงานในการตรวจสอบการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง
(6) ปรับปรุงกระบวนการติดตามการปรับปรุงแก้ไขการดำเนินงานที่เกิดขึ้น

จากการดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานมนกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ ครั้งนี้ส่งผลให้กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์สามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเป้าหมายที่กำหนดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยทราบได้จากอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้และอัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ด ที่มีค่าลดลงได้ตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องจักร ซึ่งจากการดำเนินงานปรับปรุงดังกล่าวจะส่งผลให้ต้นทุนอัตราค่าใช้จ่ายด้าน

พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ลดลง 25.44 % และอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ดลดลง 3.37 % คิดเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ลดลง 218.01 ล้านบาท

กันต์ธร เก่งพล (2541) จากวิทยานิพนธ์เรื่อง การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงแรม กรณีศึกษา โรงแรมขนาดกลางและเล็ก ได้ทำการสรุปว่า การประหยัดพลังงานเป็นวิธีหนึ่งที่จะลดปัญหาการจัดการหาแหล่งพลังงานได้วิธีหนึ่ง การประหยัดพลังงานนี้ควรทำในทุกส่วนของการใช้พลังงาน ซึ่งมี 4 ส่วนใหญ่ๆดังนี้ คือ

- การประหยัดพลังงานในอาคาร
- การประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม
- การประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง
- การประหยัดพลังงานในด้านการใช้ไฟฟ้า

และได้ทำการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงแรมขนาดกลางและขนาดเล็ก เมื่อทำการศึกษา พบว่าการควบคุมเพื่อให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพนั้น มีปัจจัยอยู่ 2 ประการคือ

- ลักษณะการใช้งานของผู้ใช้
- อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ใช้งานร่วม

การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ผู้ใช้งานมักละเลยเรื่องของการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า จึงควรมีการตรวจตราและทำการบำรุงรักษาเช่น

- เปิดใช้Cooling Tower ให้มีปริมาณการระบายความร้อนใกล้เคียงกับปริมาณการทำความเย็นของ Chiller
- การทำความสะอาด Cooling Tower
- การทำความสะอาดส่วนถ่ายเทความร้อนในระบบปรับอากาศแบบ Split Type
- การปรับหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าลดลง ทำให้ Iron Loss ลดลง

ในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์การใช้งานร่วมมักจะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพต่ำและมีการสูญเสียสูง สามารถแก้ไขได้ดังนี้

- ใช้หลอด Compact Fluorescent แทนหลอด Incandescent
- ใช้หลอด Fluorescent แบบประหยัดพลังงานแทนแบบไม่ประหยัดพลังงาน
- ใช้บัลลาสต์Low Loss แทนบัลลาสต์ธรรมดา

สุชาติ ศรีวรานนท์ (2541) จากวิทยานิพนธ์เรื่อง การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษา: ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ได้ทำการสรุปว่า ภาวะการใช้พลังงานไฟฟ้าของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ จะถูกนำไปใช้ในเรื่องของระบบปรับอากาศและระบบส่องสว่าง วิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอแผนการอนุรักษ์พลังงานของทั้งสองระบบ

โดยในระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น การสลับเดินเครื่องชิลเลอร์เพียง 1 ชุดในวันหยุด สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 235,021.72 บาทต่อปี เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุน ทางเลือกรองลงมาคือ การติดตั้งชุดหอผึ่งน้ำชุดใหม่ สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 123,619.20 บาทต่อปี ในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน การทดแทนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพต่ำ 26 เครื่อง จะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้ 800,162.30 บาทต่อปี โดยมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.47 ปี และให้อัตราผลตอบแทนที่ 45.24 เปอร์เซ็นต์

ส่วนในระบบส่องสว่างนั้น การเปลี่ยนใช้งานบัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงานแทนชนิดธรรมดาเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด โดยสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 24,974.21 บาทต่อปี รองลงมาคือ การเปลี่ยนใช้งานหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในแทนการใช้งานหลอดไส้ จะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 6,026.66 บาทต่อปี

ชัยพร วงศ์พิศาล (2530) จากวิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษาการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพของโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟฟ้า ได้ทำงานสรุปว่า โรงงานประเภทนี้ส่วนใหญ่แล้วไม่ได้มีมาตรการประหยัดพลังงานแต่อย่างใด ทำให้โรงงานต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนของพลังงานต่อหน่วยผลผลิตเป็นจำนวนมาก (1,250 บาท/ตัน) โดยได้เสนอและวิเคราะห์ข้อมูลของปริมาณการใช้และปริมาณการสูญเสียของพลังงานและทดลองดำเนินการประหยัดพลังงาน โดยดำเนินการดังนี้

- การเพิ่มประสิทธิภาพของเตาหลอมและเตาเผา ด้วยการปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง โดยทำการปรับปรุงระบบควบคุมอากาศของเตา
- การควบคุมค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดด้วยการจัดเวลาทำงาน
- การลดการใช้หม้อแปลงโดยนำภาระจากระบบที่ใช้ไฟฟ้าน้อยไปรวมกัน
- การเปลี่ยน Tap หม้อแปลงไฟฟ้า
- การหุ้มฉนวนและการแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้วยการติดตั้งคาปาซิเตอร์

จากการทดลองพบว่าสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆประมาณ 17% ของพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน มีระยะเวลาคืนทุนในภาคไฟฟ้าภายใน 8 เดือน และภาคความร้อนอยู่ในช่วง 5 ถึง 24 เดือน

สงวน ตั้งโพธิธรรม (2529) จากวิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษาการใช้และประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้สรุปวิเคราะห์ระบบพลังงานของโรงงาน โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ภาคคือ ภาคไฟฟ้าและความร้อน ภาคไฟฟ้าเน้นเรื่องเส้นกราฟของโหลด ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ภาคความร้อนเน้นเรื่องประสิทธิภาพของการสันดาปและการใช้ไอน้ำ จากการศึกษาพบแนวทางที่สามารถประหยัดพลังงานในระบบต่างๆได้ประมาณ 10 % ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ได้แสดงให้เห็นว่าแนวทางในการประหยัดพลังงานเหล่านี้ มีระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ที่สั้น

ดรุณี อาชวานันทกุล (2528) จากวิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษาการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมหนังเทียมได้ทำการสรุปว่า โรงงานอุตสาหกรรมหนังเทียมส่วนใหญ่ยังไม่ได้ดำเนินการประหยัดพลังงานแต่อย่างไร ทำให้โรงงานต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนของพลังงานเป็นจำนวนมาก อาจเนื่องมาจากโรงงานไม่มีความรู้ความเข้าใจในด้านการประหยัดพลังงานและการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและสำรวจตรวจวัดมาวิเคราะห์หาแนวทางในการประหยัดพลังงานได้ดังนี้

- การเพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำด้วยการปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง
- การเปลี่ยนเกรดน้ำมันเชื้อเพลิง
- การหุ้มฉนวนอุปกรณ์ทางความร้อน

- การปรับปรุงการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์
- การแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้วยการติดตั้งคาปาซิเตอร์
- การเปลี่ยน TAP หม้อแปลงไฟฟ้า
- การตัดหม้อแปลงไฟฟ้าออกระหว่างหยุดทำงาน

จากแนวทางดังกล่าว โรงงานสามารถประหยัดพลังงานได้ดังนี้

- การเพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำด้วยการปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง =3.63%
- การเปลี่ยนเกรดน้ำมันเชื้อเพลิง = 9.50 %
- การหุ้มฉนวนอุปกรณ์ทางความร้อน = 0.72 %
- การปรับปรุงการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์ = 7.70 %
- การแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้วยการติดตั้งคาปาซิเตอร์ = 6.00 %
- การเปลี่ยนTAP หม้อแปลงไฟฟ้า = 0.17 %
- การตัดหม้อแปลงไฟฟ้าออกระหว่างหยุดทำงาน = 0.70 %

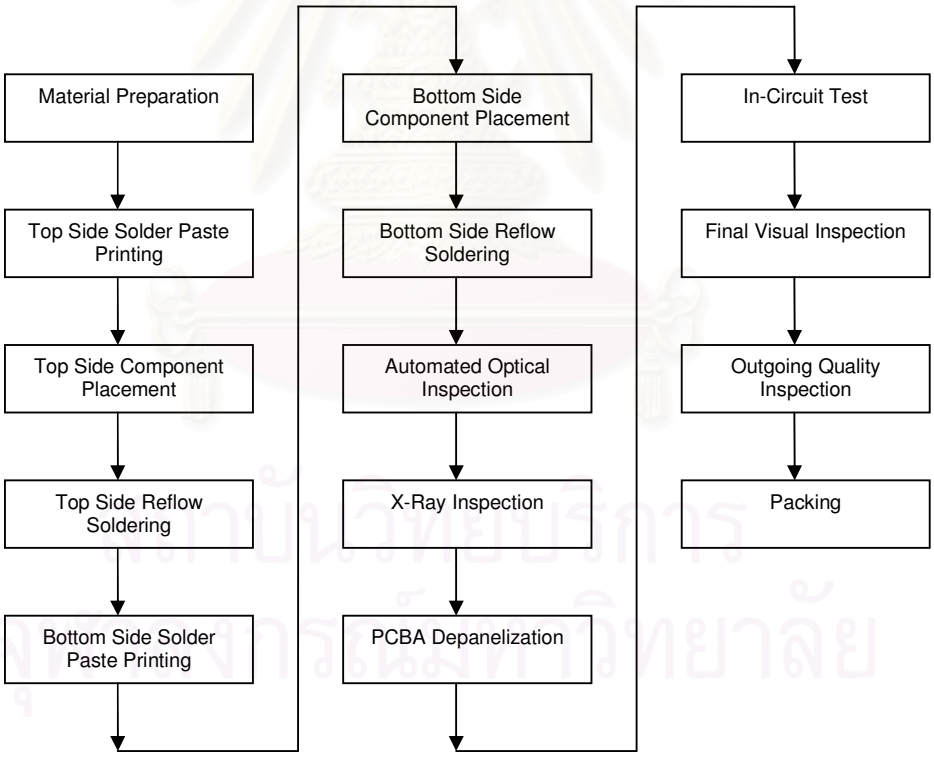
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงาน

การศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในโรงงานประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์ (PCBA) จะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วนดังนี้ ส่วนแรกจะกล่าวถึงรายละเอียดของกระบวนการผลิต ส่วนที่สองกล่าวถึงการศึกษาการจัดโครงสร้างการใช้พลังงาน ส่วนที่สามกล่าวถึงการศึกษากระบวนการวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าตามเกณฑ์ของโครงสร้างการใช้พลังงาน และส่วนที่สี่จะกล่าวถึงผลการศึกษาการวัดพลังงาน

3.1 รายละเอียดของกระบวนการผลิต (Process flow)



รูปที่ 3.1 แสดงกระบวนการผลิตของโรงงานประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์ (PCBA)

Material Preparation

การจัดเตรียมวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต โดยจะเตรียมวัตถุดิบตามเอกสารสั่งการผลิต (work order)

รูปที่ 3.2 แสดงพื้นที่ที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบ

Top Side Solder Paste Printing

การพิมพ์ตะกั่วเหลว (Solder Paste) ลงยังตำแหน่งที่ต้องการบนผิวด้านบนของแผ่นPCB เพื่อให้ตะกั่วเหลวเป็นตัวเชื่อมประสานระหว่างขาหรือขั้วของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับลายวงจรบนแผ่นลายวงจรพิมพ์ (PCB) โดยใช้เครื่อง Solder Paste Printing ในการพิมพ์ตะกั่วเหลว

รูปที่ 3.3 แสดงกระบวนการทำ Top Side Solder Paste Printing

Top Side Component Placement

การวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ลงตามตำแหน่งต่างๆ บนผิวด้านบนของแผ่น PCB ที่มีตะกั่วเหลวคลุมอยู่ โดยจะใช้เครื่องจักร Pick and Place ช่วยในการวางโดยอัตโนมัติ โดยจะป้อนตำแหน่งการวางลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

รูปที่ 3.4 แสดงกระบวนการทำ Top Side Component Placement

Top Side Reflow Soldering

การให้ความร้อนแก่ตะกั่วเหลว ให้ตะกั่วเหลวหลอมละลายและยึดจับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆที่วางลงไปบนผิวด้านบนของแผ่นลายวงจรพิมพ์กับลายวงจรของแผ่นลายวงจรพิมพ์ โดยแผ่นลายวงจรพิมพ์จะเคลื่อนตัวผ่านเข้าไปในเครื่อง Reflow Soldering ซึ่งในเครื่อง Reflow Soldering จะมีตัวทำความร้อน (Heater) ติดตั้งอยู่ภายใน โดยภายในของเครื่อง Reflow Soldering จะแบ่งออกได้เป็นหลายโซน ในแต่ละโซนจะมีตัวทำความร้อนติดตั้งอยู่ที่ด้านบนและด้านล่างของสายพานลำเลียง โดยสายพานนี้จะทำหน้าที่ลำเลียงแผ่นลายวงจรพิมพ์เข้าและออกจากเครื่อง Reflow Soldering อีกที การจ่ายความร้อนให้แก่แผ่นลายวงจรพิมพ์จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการพาความร้อนจากตัวทำความร้อนไปยังแผ่นลายวงจรพิมพ์ โดยจะต้องให้ความร้อนในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อให้ตะกั่วเหลวที่ถูกพิมพ์มาบนแผ่นลายวงจรพิมพ์หลอมและเชื่อมประสานระหว่างขั้วของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับลายวงจร

รูปที่ 3.5 แสดงกระบวนการทำ Top Side Reflow Soldering

Bottom Side Solder Paste Printing

การพิมพ์ตะกั่วเหลว (Solder Paste) ลงยังตำแหน่งที่ต้องการบนผิวด้านล่างอีกด้านของแผ่นPCB เพื่อให้ตะกั่วเหลวเป็นตัวเชื่อมประสานระหว่างขาหรือขั้วของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับลายวงจรบนแผ่นลายวงจรพิมพ์ (PCB) โดยใช้เครื่อง Solder Paste Printing ในการพิมพ์ตะกั่วเหลว

รูปที่ 3.6 แสดงกระบวนการทำ Bottom Side Solder Paste Printing

Bottom Side Component Placement

การวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ลงตามตำแหน่งต่างๆ บนผิวด้านล่างอีกด้านของแผ่น PCB ที่มีตะกั่วเหลวคลุมอยู่ โดยจะใช้เครื่องจักร Pick and Place ช่วยในการวางโดยอัตโนมัติ โดยจะป้อนตำแหน่งการวางลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

รูปที่ 3.7 แสดงกระบวนการทำ Bottom Side Component Placement

Bottom Side Reflow Soldering

การให้ความร้อนแก่ตะกั่วเหลว ให้ตะกั่วเหลวหลอมละลายและยึดจับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆที่วางลงไปบนผิวด้านล่างอีกด้านของแผ่นลายวงจรพิมพ์กับลายวงจรของแผ่นลายวงจรพิมพ์ โดยแผ่นลายวงจรพิมพ์จะเคลื่อนตัวผ่านเข้าไปในเครื่อง Reflow Soldering ซึ่งในเครื่อง Reflow Soldering จะมีตัวทำความร้อน (Heater) ติดตั้งอยู่ภายใน โดยภายในของเครื่อง Reflow Soldering จะแบ่งออกได้เป็นหลายโซน ในแต่ละโซนจะมีตัวทำความร้อนติดตั้งอยู่ที่ด้านบนและด้านล่างของสายพานลำเลียง โดยสายพานนี้จะทำหน้าที่ลำเลียงแผ่นลายวงจรพิมพ์เข้าและออกจากเครื่อง Reflow Soldering อีกที การจ่ายความร้อนให้แก่แผ่นลายวงจรพิมพ์จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการพาความร้อนจากตัวทำความร้อนไปยังแผ่นลายวงจรพิมพ์ โดยจะต้องให้ความร้อนในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อให้ตะกั่วเหลวที่ถูกพิมพ์มาบนแผ่นลายวงจรพิมพ์หลอมและเชื่อมประสานระหว่างขั้วของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับลายวงจร

รูปที่ 3.8 แสดงกระบวนการทำ Bottom Side Reflow Soldering

Automated Optical Inspection

เป็นการตรวจสอบคุณภาพของแผงวงจรด้วยภาพโดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติที่เรียกว่าเครื่อง AOI (Automated Optical Inspection) ซึ่งจะทำงานโดยอาศัยอุปกรณ์แปลงสัญญาณภาพให้เป็นข้อมูลดิจิตอลเพื่อนำไปประมวลผลและตรวจสอบความถูกต้องโดยคอมพิวเตอร์ โดยจะสามารถตรวจสอบอาการเสียต่างๆได้ เช่น มีอุปกรณ์หลุดหาย (Missing Components), การติดอุปกรณ์กลับขั้ว (Wrong Polarity) หรือการติดอุปกรณ์ไม่ตรงตามตำแหน่ง (Placement Accuracy) เป็นต้น

รูปที่ 3.9 แสดงกระบวนการตรวจสอบด้วยเครื่อง AOI

X-Ray Inspection

ทำการตรวจสอบชิ้นงานโดยการ X-Ray แผ่น PCBA ที่ประกอบเสร็จแล้ว เพื่อที่จะทำการตรวจสอบคุณภาพของเม็ดตะกั่วที่ทำการยึดระหว่าง pad ของ PCB กับ IC ว่ามีการหลอมละลายสมบูรณ์หรือไม่ และมีข้อบกพร่องของจุดเชื่อมเกิดขึ้นหรือไม่

รูปที่ 3.10 แสดงกระบวนการทำ X-Ray

PCBA Depanelization

เป็นการตัดแยกแผ่น PCBA แผ่นใหญ่ ให้เป็นแผ่นเล็กๆ โดยใช้เครื่องจักรทำการตัดโดยอัตโนมัติ

รูปที่ 3.11 แสดงเครื่องจักรที่ใช้ในการตัดแผ่น PCBA

In-Circuit Test

เป็นการตรวจสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ที่อยู่บนแผ่น PCBA ด้วยเครื่อง ICT (In-Circuit Test) โดยเครื่องจะสามารถตรวจสอบอาการเสียต่างๆได้เช่น ตะกั่วลัดวงจร การติดอุปกรณ์ผิดค่าผิดตำแหน่ง ตรวจการสียหายของอุปกรณ์แต่ละตัวที่อยู่บนแผ่น PCBA การลัดวงจรหรือเปิดวงจร (Short/ Open Test) ของแผ่น PCBA

รูปที่ 3.12 แสดงกระบวนการตรวจสอบทางไฟฟ้าด้วยเครื่อง ICT

Final Visual Inspection

เป็นการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานโดยพนักงานฝ่ายผลิต พนักงานจะทำการตรวจสอบชิ้นงานโดยใช้กล้องที่มีกำลังขยาย 10 เท่า เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องต่างๆที่อาจจะหลุดลอดมาได้

รูปที่ 3.13 แสดงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยพนักงานฝ่ายผลิต

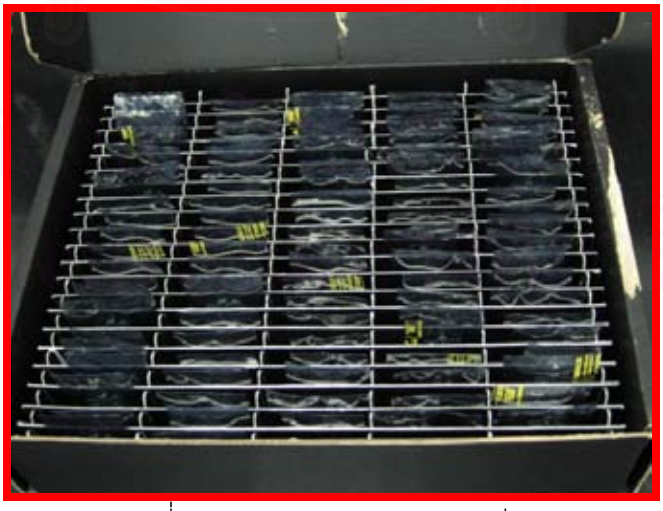
Outgoing Quality Inspection

เป็นการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานโดยพนักงานฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ พนักงานจะทำการสุ่มตรวจสอบชิ้นงานโดยใช้กล้องที่มีกำลังขยาย 10 เท่า เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องต่างๆ บนแผ่น PCBA

รูปที่ 3.14 แสดงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยพนักงานฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ

Packing

เป็นการบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์ เพื่อส่งให้ลูกค้าต่อไป



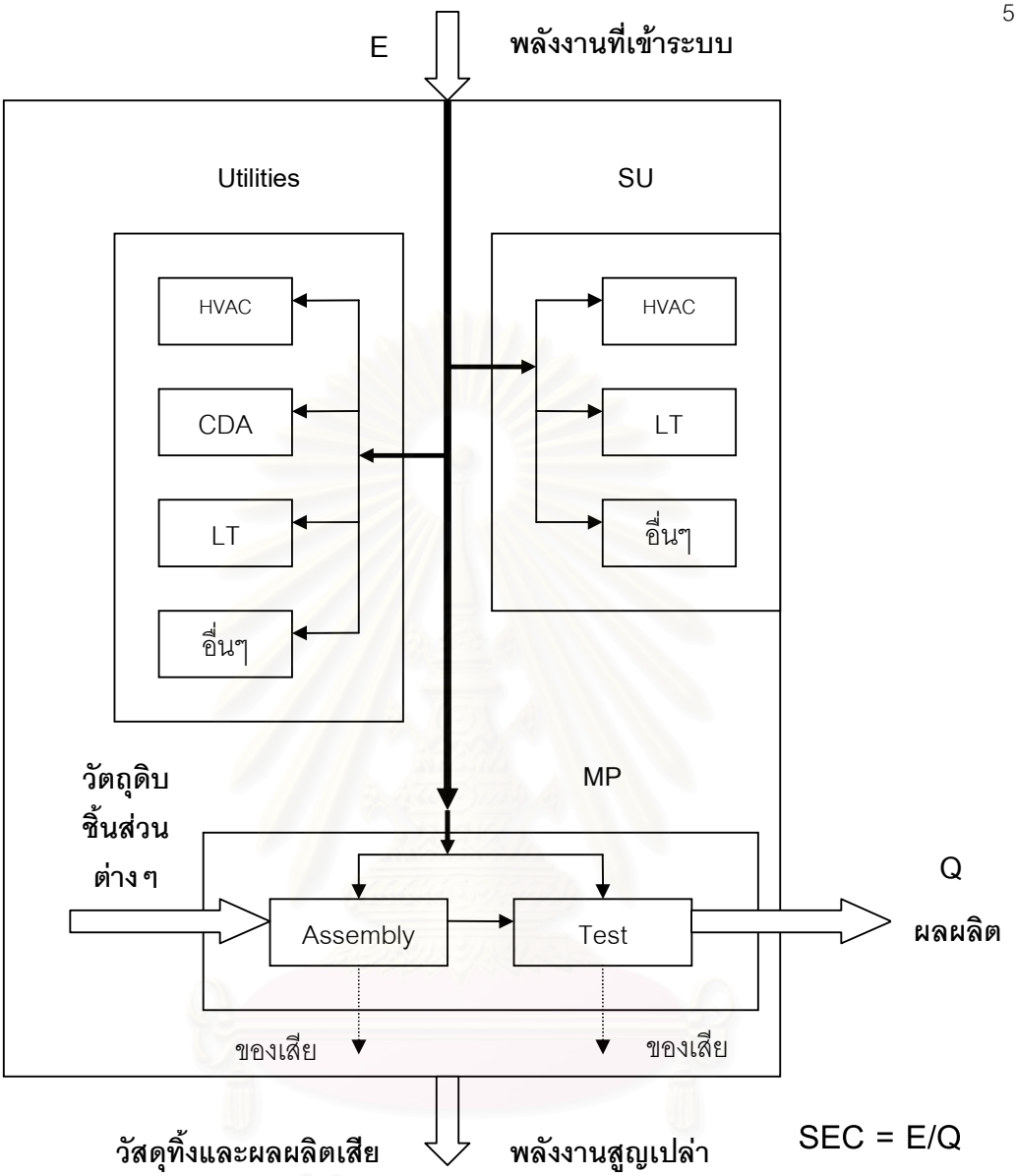
รูปที่ 3.15 แสดงกระบวนการบรรจุหีบห่อ

3.2 การศึกษาการจัดโครงสร้างการใช้พลังงาน

โครงสร้างการใช้พลังงานของโรงงานสามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

- การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ (HVAC: Heating, Ventilating and Air Conditioning)
- การใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง (LT: Lighting)
- การใช้พลังงานในระบบลมอัดอากาศ (CDA: Clean Dry Air)
- การใช้พลังงานในระบบการผลิต (MP: Manufacturing Process)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หมายเหตุ

HVAC= Heating, Ventilating and Air Conditioning

LT = Lighting

MP = Manufacturing Process

CDA= Clean Dry Air

SU = Supporting Unit

SEC = ดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์

รูปที่ 3.16 แสดงโครงสร้างการใช้พลังงานจำแนกตามระบบของอุตสาหกรรมการประกอบ PCBA

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การคำนวณดัชนีการใช้พลังงานจำแนกตามระบบได้ดังนี้

- ระบบปรับอากาศ HVAC = E_{HVAC}/V
- ระบบแสงสว่าง LT = E_{LT}/V
- ระบบลมอัดอากาศ CDA = E_{CDA}/ Q
- ระบบการผลิต MP = E_{MP}/Q

เมื่อ E_{HVAC} = พลังงานที่ใช้ของระบบปรับอากาศต่อปี (kWh)

E_{LT} = พลังงานที่ใช้ของระบบแสงสว่างต่อปี (kWh)

E_{CDA} = พลังงานที่ใช้ของระบบลมอัดอากาศต่อปี (kWh)

E_{MP} = พลังงานที่ใช้ของระบบการผลิตต่อปี (kWh)

V = ปริมาตรของห้องปรับอากาศ (ลูกบาศก์เมตร)

Q = ปริมาณผลผลิตดี (หน่วยผลิตภัณฑ์)

3.3 การศึกษากระบวนการวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าตามเกณฑ์ของโครงสร้างการใช้พลังงาน

3.3.1 เครื่องมือวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

- เครื่องวัดและบันทึกค่าทางไฟฟ้า (Electrical Data Logger)

เครื่องวัดและบันทึกค่าทางไฟฟ้าใช้สำหรับตรวจวัดและบันทึกค่าพลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า เพาเวอร์แฟกเตอร์ พลังไฟฟ้าเสมือน พลังไฟฟ้าปรากฏ ความถี่ พลังงานไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าเสมือนกระแสฮาร์มอนิกส์อย่างต่อเนื่อง เพื่อตรวจสอบลักษณะการใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาของโหลด โดยสามารถดูค่าที่บันทึกไว้ จากตัวเครื่องหรือผ่าน Software วิเคราะห์ข้อมูล

รูปที่ 3.17 แสดงเครื่องวัดและบันทึกค่าทางไฟฟ้า

รูปที่ 3.18 แสดงการแสดงค่าที่วัดได้ผ่าน Software

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.2 กระบวนการวิธีการวัดพลังงานไฟฟ้า

วิธีที่ใช้ในการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าสลับสำหรับการวัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานจะใช้หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า (Current Transformer: CT) โดย CT ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าที่วัดให้เหมาะสมกับพิกัดกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดกระแสของเครื่องวัด โดย CT จะคล้องที่สายไฟซึ่งต่ออยู่กับโหลด เช่น มอเตอร์ ปั๊ม หรือระบบแสงสว่าง แล้วต่อไปยังเครื่องวัดไฟฟ้า CT

มีทั้งแบบก้ามปู หรือแบบวงแหวนทอรอยด์ แบบทอรอยด์จะมีราคาถูกกว่าแบบก้ามปู แต่จะต้องทำการตัดไฟที่โหลดเป็นระยะเวลาสั้นๆ ขณะที่ทำการติดตั้ง แบบก้ามปูสามารถติดตั้งที่โหลดโดยไม่ต้องตัดไฟ CT ทั้ง 2 ชนิด โดยปกติมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 1%

รูปที่ 3.19 แสดงการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตู้ไฟฟ้า

3.4 ผลการศึกษาการวัดพลังงาน

3.4.1 ข้อมูลอุปกรณ์

3.4.1.1 ข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 พิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงชุดที่	ขนาดพิกัด (kVA)	แรงดันไฟฟ้าขาเข้า (kV)
1	1,000	22
2	1,000	22
3	1,000	22
4	1,000	22

3.4.1.2 อุปกรณ์ทำความเย็น

(1) Chillers

กำลังไฟฟ้า .....245.....kW .อัตราความเย็น....350..... ตัน/ชม. จำนวน ....2..... หน่วย

กำลังไฟฟ้า .....280.....kW .อัตราความเย็น....350..... ตัน/ชม. จำนวน ....2..... หน่วย

(2) Air Handling Unit (AHU)

กำลังไฟฟ้า .....22.....kW .อัตราความเย็น.....48.39..... ตัน/ชม. จำนวน ....5..... หน่วย

กำลังไฟฟ้า .....15.....kW .อัตราความเย็น.....31.73..... ตัน/ชม. จำนวน ....7..... หน่วย

กำลังไฟฟ้า .....7.5...kW .อัตราความเย็น.....44..... ตัน/ชม. จำนวน .....1..... หน่วย

กำลังไฟฟ้า .....5.5...kW .อัตราความเย็น.....32..... ตัน/ชม. จำนวน .....3..... หน่วย

กำลังไฟฟ้า .....4.....kW .อัตราความเย็น.....24.05..... ตัน/ชม. จำนวน .....6..... หน่วย

กำลังไฟฟ้า .....3.7....kW .อัตราความเย็น.....20.55..... ตัน/ชม. จำนวน .....1..... หน่วย

(3) Outside Air Treatment Unit (OAU)

กำลังไฟฟ้า .....25.....kW .อัตราความเย็น.....112.83... ตัน/ชม. จำนวน ....1.....หน่วย

กำลังไฟฟ้า .....7.5.....kW .อัตราความเย็น.....56.42... ตัน/ชม. จำนวน .....2.... หน่วย

(4) Cooling Tower

กำลังไฟฟ้า .....7.5.....kW .อัตราความเย็น.....350..... ตัน/ชม. จำนวน .....5..... หน่วย

3.4.1.3 อุปกรณ์ขนถ่ายลมและน้ำที่ใช้ไฟฟ้า

(1) Air Compressors

กำลังไฟฟ้า ....37.....kW .อัตราปั๊มลม....5.5... ลบ.ม./นาที. จำนวน .....4..... หน่วย

(2) Pump น้ำ

กำลังไฟฟ้า .....60.....kW .อัตราปั๊มน้ำ...600.. ลบ.ม./ชม. จำนวน .....3..... หน่วย

กำลังไฟฟ้า .....50.....kW .อัตราปั๊มน้ำ...600.. ลบ.ม./ชม. จำนวน .....1..... หน่วย

กำลังไฟฟ้า .....40.....kW .อัตราปั๊มน้ำ...600.. ลบ.ม./ชม. จำนวน .....4..... หน่วย

3.4.2 พื้นที่ที่มีการใช้พลังงาน

3.4.2.1 พื้นที่ที่มีการใช้ระบบปรับอากาศ

(1) พื้นที่ที่ใช้เพื่อการผลิต จำแนกเป็น Clean Rooms และ Non-Clean-Room ณ ปัจจุบัน โรงงานมีพื้นที่การผลิต เป็นดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงพื้นที่ที่ใช้เพื่อการผลิต

ประเภทพื้นที่การผลิต	Class	อุณหภูมิควบคุม (°C)	ความชื้น (%)	สูงเฉลี่ย (เมตร)	พื้นที่ (ตร. เมตร)	จำนวนคน
1. Clean-room ที่ 1	10K	20 -23	45-53	5	4,650	875
2. Non-Clean-room	-	-	-	-	-	-
3. รวมพื้นที่การผลิต (1)+(2)					4,650	875

ปริมาตรห้องปรับอากาศของพื้นที่ที่ใช้ในการผลิต เท่ากับ 23,250 ลบ.เมตร

(2) พื้นที่สนับสนุน

ตารางที่ 3.3 แสดงพื้นที่สนับสนุน

ประเภทพื้นที่สนับสนุน	อุณหภูมิควบคุม (°C)	ความชื้น (%)	สูงเฉลี่ย (เมตร)	พื้นที่ (ตร.เมตร)	จำนวนคน
1. สำนักงาน (Office)	20-25	ไม่ควบคุม	3	1,400	205
2. ที่เก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)	20-25	ไม่ควบคุม	7	576	10
3. ห้องอาหาร	20-25	ไม่ควบคุม	3.5	640	10
4. อื่นๆ	-	-	-	-	-
5. รวมพื้นที่สนับสนุน (1)+(2)+(3)+(4)				2,616	225

ปริมาตรห้องปรับอากาศของพื้นที่สนับสนุน เท่ากับ 10,472 ลบ.เมตร

(3) รวมพื้นที่การผลิตและพื้นที่สนับสนุน (1) + (2) เท่ากับ 7,266 ตารางเมตร ปริมาตรห้องปรับอากาศทั้งหมด เท่ากับ 33,722 ลบ.เมตร

3.4.3 ข้อมูลการวัด

เนื่องจากโรงงานไม่เคยทำการวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบแยกตามระบบ โรงงานมีแค่ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งโรงงานเท่านั้น จึงต้องเริ่มทำการวัดพลังงานไฟฟ้าจากตู้เมนไฟฟ้าต่างๆ แล้วมาจำแนกการใช้พลังงานไฟฟ้าตามระบบ โดยได้ผลการตรวจวัดของเดือน มิถุนายน ปี พศ. 2549 ดังต่อไปนี้

(1) ระบบปรับอากาศ (HVAC)

ตารางที่ 3.4 แสดงข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ

รายการ	**จากตู้**	**กำลังไฟฟ้า**	**ชั่วโมงใช้งาน**		**พลังงาน**
		(kW)	**ชม/วัน**	**วัน/ปี**	**(kWh/ปี)**
ระบบปรับอากาศ					**6,269,215.68**
รายละเอียดการตรวจวัด Main MDB 1		199.813	24	360	1,726,384.32
รายละเอียดการตรวจวัด Main MDB 4		472.424	24	360	4,081,743.36
AHU (พื้นที่ผลิตโรงงาน)	MDB3	46.7	24	360	403,488.00
AHU 4,5 (พื้นที่สำนักงาน)	MDB2	19.2	10	300	57,600.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(2) ระบบแสงสว่าง (LT)

ตารางที่ 3.5 แสดงข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง

รายการ	จากตู้	กำลังไฟฟ้า (kW)	ชั่วโมงใช้งาน		พลังงาน (kW)
			ชม/วัน	วัน/ปี	
ระบบแสงสว่าง					606,016.80
1) ระบบแสงสว่างในกระบวนการผลิต					
P1 (Lighting ใน Process Line)	MDB2	18.63	24	360	160,963.20
EP1 (Lighting ใน Process Line)	MDB2	4.68	24	360	40,435.20
P2 (Lighting ใน Process Line)	MDB3	16.49	24	360	142,473.60
EP2 (Lighting ใน Process Line)	MDB2	6.25	24	360	54,000.00
2) ระบบแสงสว่างในออฟฟิศ					
ฟลูออเรสเซนต์ออฟฟิศ 3x36W จำนวน 217 โคม		23.44	12	300	84,369.60
ฟลูออเรสเซนต์ออฟฟิศห้องประชุม 3x36W จำนวน 36 โคม		3.89	3	300	3,499.20
ฟลูออเรสเซนต์ออฟฟิศห้องผู้บริหาร 3x36W จำนวน 25 โคม		2.70	8	300	6,480.00
ฟลูออเรสเซนต์ในพื้นที่เปลี่ยนเครื่องแต่งตัว ห้องน้ำ 52 โคม		5.62	24	300	40,435.20
ฟลูออเรสเซนต์ในห้องอาหาร 72 โคม		7.78	6	300	13,996.80
Comp Room Panel	MDB3	16.49	12	300	59,364.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(3) ระบบลมอัดอากาศ (CDA)

ตารางที่ 3.6 แสดงข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของระบบลมอัดอากาศ

รายการ	จากตู้	กำลังไฟฟ้า (kW)	ชั่วโมงใช้งาน		พลังงาน (kWh/ปี)
			ชม/วัน	วัน/ปี	
ระบบลมอัดอากาศ					1,306,514.88
- Air Compressure 1	MDB2	37	24	360	319,680.00
- Air Compressure 2	MDB3	37	24	360	319,680.00
รายละเอียดการตรวจวัด CDA3	MDB3	37.203	24	360	321,433.92
รายละเอียดการตรวจวัด CDA4	MDB3	40.014	24	360	345,720.96

(4) ระบบการผลิต (MP)

ตารางที่ 3.7 แสดงข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของระบบการผลิต

รายการ	จากตู้	กำลังไฟฟ้า (kW)	ชั่วโมงใช้งาน		พลังงาน (kWh/ปี)
			ชม/วัน	วัน/ปี	
ระบบการผลิต					1,999,071.36
รายละเอียดการตรวจวัด Main P3	MDB2	13.437	24	360	116,095.68
รายละเอียดการตรวจวัด Main P4	MDB3	10.07	24	360	87,004.80
รายละเอียดการตรวจวัด Main P5	MDB2	23.521	24	360	203,221.44
รายละเอียดการตรวจวัด Main P6	MDB3	18.373	24	360	158,742.72
รายละเอียดการตรวจวัด Main DBMG(200,115)	MDB3	29.377	24	360	253,817.28
รายละเอียดการตรวจวัด DB4(400.230V)	MDB3	13.669	24	360	118,100.16
รายละเอียดการตรวจวัด DB3(400.230V)	MDB3	16.148	24	360	139,518.72
รายละเอียดการตรวจวัด DB2(400.230V)	MDB2	72.98	24	360	630,547.20
รายละเอียดการตรวจวัด DB1(400.230V)	MDB2	33.799	24	360	292,023.36
Washing	MDB4	2.324	12	300	8,366.40

(5) ระบบอื่นๆ (Other)

ตารางที่ 3.8 แสดงข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของระบบอื่นๆ

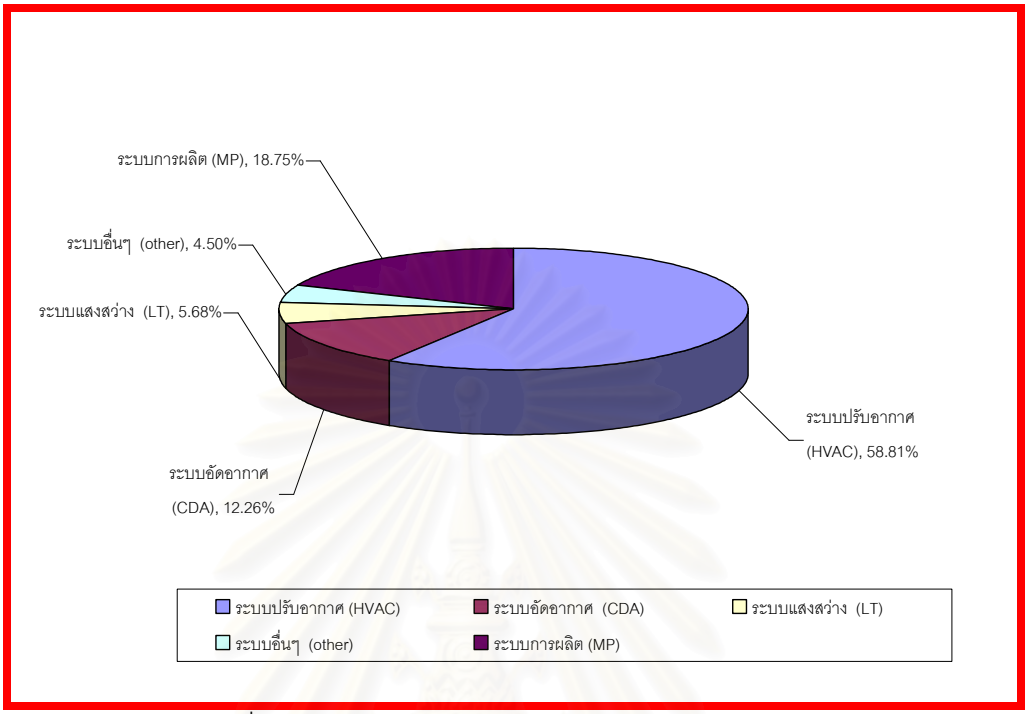
รายการ	จากตู้	กำลังไฟฟ้า (kW)	ชั่วโมงใช้งาน		พลังงาน (kWh/ปี)
			ชม/วัน	วัน/ปี	
ระบบอื่น ๆ					479,808.00
Vacumm for Cleanning System (15 hp)	MDB1	3.94	24	300	28,368.00
Scrubber (DB6)	MDB2	62.7	24	300	51,440.00

รวมพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด = 6,269,215.68 + 606,016.80 + 1,306,514.88 + 1,999,071.36
+ 479,808.00 kWh/ปี
= 10,660,626.72 kWh/ปี

ตารางที่ 3.9 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานแยกตามระบบของปี พ.ศ. 2549 โดยอาศัยข้อมูล เดือนมิถุนายน ปี พศ. 2549 เป็นพื้นฐาน

ระบบ	kWh/ปี	%
HVAC	6,269,215.68	18.75 %
LT	606,016.80	58.81 %
CDA	1,306,514.88	12.26 %
MP	1,999,071.36	5.68 %
อื่นๆ	479,808.00	4.50 %
รวมทั้งหมด	10,660,626.72	100 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.20 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบ

3.4.4 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ผลผลิตรายเดือน และดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบ

เนื่องจากโรงงานไม่ได้มีจดบันทึกการวัดพลังงานไฟฟ้าในอดีต ตั้งแต่เดือน กค. ปี พศ. 2547 จนถึงเดือน มิย. ปี พศ. 2549 ดังนั้นการแบ่งสัดส่วนการใช้พลังงานในช่วงนี้จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการวัดในเดือน มิย. ปี พศ. 2549 ดังแสดงในรูปที่ 3.20 เป็นพื้นฐานในการแบ่งสัดส่วนการใช้พลังงาน เพื่อที่จะใช้ในการคำนวณหาดัชนีการใช้พลังงานต่อไป โดยการคำนวณหาดัชนีการใช้พลังงานจะอ้างอิงจากสูตรที่แสดงในหัวข้อ 3.2 โดยที่ปริมาณผลผลิตที่จะนำมาใช้ในการคำนวณจะใช้ ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า (Equivalent Unit) เนื่องจากว่าในการผลิตแผ่น PCBA นั้น จะมีการจำแนกแบบของ แผ่น PCBA ที่แตกต่างกันได้ประมาณ 10 แบบ โดยที่แต่ละแบบจะใช้เวลาในการผลิต (Process Time) ไม่เท่ากัน โดยจะใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 0.59 ชั่วโมง ไปจนถึงใช้เวลามากที่สุดคือ 4 ชั่วโมง จึงต้องใช้ปริมาณผลผลิตเทียบเท่ามาเป็นเกณฑ์ในการคำนวณหา ดัชนีการใช้พลังงานต่อไป

การคำนวณหาปริมาณผลผลิตเทียบเท่า ถูกแสดงอยู่ในภาคผนวก ก.

3.4.4.1 ผลการศึกษา การใช้พลังงาน และค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบในแต่ละเดือน

ผลการศึกษา การใช้พลังงาน และค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบในแต่ละเดือนตั้งแต่ ก.ค. 2547 จนถึง มิ.ย. 2549 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.10-3.12

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.10 สถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า ผลผลิตรายเดือน และดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า จำแนกตามระบบ ประจำปี พ.ศ. 2547

รายการ	หน่วย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	หมายเหตุ
จำนวนวันทำงานต่อเดือน	วัน	31	31	30	31	30	31	
จำนวน ชม. ทำงานต่อเดือน	ชม.	744	744	720	744	720	744	
ก) ระบบ Utilities	kWh	622,570	681,623	744,738	765,050	717,275	688,415	
1. ระบบ HVAC	kWh	450,626	493,369	539,052	553,755	519,175	498,285	58.81%
2. ระบบ CDA	kWh	93,941	102,852	112,375	115,440	108,231	103,876	12.26%
3. ระบบแสงสว่าง	kWh	43,522	47,651	52,063	53,483	50,143	48,126	5.68%
4. อื่นๆ	kWh	34,481	37,751	41,247	42,372	39,726	38,128	4.50%
ข) กระบวนการผลิต	kWh	143,670	157,297	171,862	176,550	165,525	158,865	18.75%
ค) รวม (ก) และ (ข)	kWh	766,240	838,920	916,600	941,600	882,800	847,280	
ง) ปริมาณการผลิต								เริ่มทำการผลิตเมื่อ เดือน
1. ผลผลิตดี	Unit	266,381	676,723	533,903	350,667	312,963	622,384	กค. ปี พศ.2547
2. % Yield	%	97.71%	98.06%	98.24%	98.01%	98.67%	98.58%	
3. ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	Unit	466,827	1,139,764	835,991	580,908	518,544	1,035,856	
จ) ค่าดัชนีการใช้พลังงาน								
1. ระบบ HVAC (ก1) / 33,722	kWh/m^3	13.36	14.63	15.99	16.42	15.40	14.78	ปริมาตรห้องปรับอากาศ
2. ระบบ CDA (ก2) / (ง3)	kWh/Unit	0.20	0.09	0.13	0.20	0.21	0.10	33,722 ลบ.ม
3. ระบบแสงสว่าง (ก3) / 33,722	kWh/m^3	1.29	1.41	1.54	1.59	1.49	1.43	
4. ระบบการผลิต (ข) / (ง3)	kWh/Unit	0.31	0.14	0.21	0.30	0.32	0.15	
5.ค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ SEC (ค) / (ง3)	kWh/Unit	1.64	0.74	1.10	1.62	1.70	0.82	

หมายเหตุ % Yield หมายถึง สัดส่วนร้อยละของปริมาณผลผลิตดีต่อปริมาณวัตถุดิบที่ใช้

ตารางที่ 3.11 สถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า ผลผลิตรายเดือน และดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า จำแนกตามระบบ ประจำปี พ.ศ. 2548

รายการ	หน่วย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	หมายเหตุ
จำนวนวันทำงานต่อเดือน	วัน	31	29	31	30	31	30	
จำนวน ชม. ทำงานต่อเดือน	ชม.	744	696	744	720	744	720	
ก) ระบบ Utilities	kWh	689,585	699,660	759,103	784,290	836,875	802,913	
1. ระบบ HVAC	kWh	499,132	506,425	549,450	567,681	605,743	581,161	58.81%
2. ระบบ CDA	kWh	104,053	105,573	114,543	118,343	126,278	121,153	12.26%
3. ระบบแสงสว่าง	kWh	48,207	48,912	53,067	54,828	58,504	56,130	5.68%
4. อื่นๆ	kWh	38,193	38,750	42,043	43,438	46,350	44,469	4.50%
ข) กระบวนการผลิต	kWh	159,135	161,460	175,177	180,990	193,125	185,287	18.75%
ค) รวม (ก) และ (ข)	kWh	848,720	861,120	934,280	965,280	1,030,000	988,200	
ง) ปริมาณการผลิต								
1. ผลผลิตดี	Unit	325,397	458,959	510,250	433,680	346,843	808,984	
2. % Yield	%	99.19%	98.96%	99.06%	98.90%	99.01%	98.86%	
3. ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	Unit	576,104	796,774	851,702	713,002	585,288	1,385,685	
จ) ค่าดัชนีการใช้พลังงาน								
1. ระบบ HVAC (ก1) / 33,722	kWh/m^3	14.80	15.02	16.29	16.83	17.96	17.23	ปริมาตรห้องปรับอากาศ
2. ระบบ CDA (ก2) / (ง3)	kWh/Unit	0.18	0.13	0.13	0.17	0.22	0.09	33,722 ลบ.ม
3. ระบบแสงสว่าง (ก3) / 33,722	kWh/m^3	1.43	1.45	1.57	1.63	1.73	1.66	
4. ระบบการผลิต (ข) / (ง3)	kWh/Unit	0.28	0.20	0.21	0.25	0.33	0.13	
5.ค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์	kWh/Unit	1.47	1.08	1.10	1.35	1.75	0.71	
SEC (ค) / (ง3)								

หมายเหตุ % Yield หมายถึง สัดส่วนร้อยละของปริมาณผลผลิตดีต่อปริมาณวัตถุดิบที่ใช้

ตารางที่ 3.11 (ต่อ) สถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า ผลผลิตรายเดือน และดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า จำแนกตามระบบ ประจำปี พ.ศ. 2548

รายการ	หน่วย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	หมายเหตุ
จำนวนวันทำงานต่อเดือน	วัน	31	31	30	31	30	31	
จำนวน ชม. ทำงานต่อเดือน	ชม.	744	744	720	744	720	744	
ก) ระบบ Utilities	kWh	842,172	825,882	827,515	825,500	787,629	774,833	
1. ระบบ HVAC	kWh	609,578	597,786	598,968	597,510	570,098	560,836	58.81%
2. ระบบ CDA	kWh	127,077	124,619	124,866	124,562	118,847	119,916	12.26%
3. ระบบแสงสว่าง	kWh	58,874	57,736	57,850	57,709	55,061	54,167	5.68%
4. อื่นๆ	kWh	46,643	45,741	45,832	45,720	43,623	42,914	4.50%
ข) กระบวนการผลิต	kWh	194,348	190,588	190,965	190,500	181,761	178,807	18.75%
ค) รวม (ก) และ (ข)	kWh	1,036,520	1,016,470	1,018,480	1,016,000	969,390	953,640	
ง) ปริมาณการผลิต								
1. ผลผลิตดี	Unit	569,263	585,662	657,830	572,550	545,633	1,032,037	
2. % Yield	%	99.20%	99.37%	99.21%	99.21%	98.38%	99.28%	
3. ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	Unit	970,323	1,012,848	1,009,288	803,844	784,630	1,541,321	
จ) ค่าดัชนีการใช้พลังงาน								
1. ระบบ HVAC (ก1) / 33,722	kWh/m^3	18.08	17.73	17.76	17.72	16.91	16.63	ปริมาตรห้องปรับอากาศ
2. ระบบ CDA (ก2) / (ง3)	kWh/Unit	0.13	0.12	0.12	0.15	0.15	0.08	33,722 ลบ.ม
3. ระบบแสงสว่าง (ก3) / 33,722	kWh/m^3	1.75	1.71	1.72	1.71	1.63	1.61	
4. ระบบการผลิต (ข) / (ง3)	kWh/Unit	0.20	0.19	0.19	0.24	0.23	0.12	
5.ค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ SEC (ค) / (ง3)	kWh/Unit	1.07	1.00	1.01	1.26	1.24	0.62	

หมายเหตุ % Yield หมายถึง สัดส่วนร้อยละของปริมาณผลผลิตดีต่อปริมาณวัตถุดิบที่ใช้

ตารางที่ 3.12 สถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า ผลผลิตรายเดือน และดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า จำแนกตามระบบ ประจำปี พ.ศ. 2549

รายการ	หน่วย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	หมายเหตุ
จำนวนวันทำงานต่อเดือน	วัน	31	28	31	30	31	30	
จำนวน ชม. ทำงานต่อเดือน	ชม.	744	672	744	720	744	720	
ก) ระบบ Utilities	kWh	785,037	744,120	860,437	816,855	888,030	860,990	
1. ระบบ HVAC	kWh	568,222	538,605	622,798	591,252	642,770	623,198	58.81%
2. ระบบ CDA	kWh	118,456	112,282	129,833	123,257	133,997	129,917	12.26%
3. ระบบแสงสว่าง	kWh	54,880	52,020	60,151	57,105	62,080	60,190	5.68%
4. อื่นๆ	kWh	43,479	41,213	47,655	45,241	49,183	47,685	4.50%
ข) กระบวนการผลิต	kWh	181,163	171,720	198,563	188,505	204,930	198,690	18.75%
ค) รวม (ก) และ (ข)	kWh	966,200	915,840	1,059,000	1,005,360	1,092,960	1,059,680	
ง) ปริมาณการผลิต								
1. ผลผลิตดี	Unit	692,797	678,039	1,141,003	547,698	382552	1,355,890	
2. % Yield	%	99.43%	99.44%	99.16%	99.26%	99.52%	99.38%	
3. ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	Unit	1,020,279	1,038,071	1,666,576	783,723	557,027	1,923,967	
จ) ค่าดัชนีการใช้พลังงาน								
1. ระบบ HVAC (ก1) / 33,722	kWh/m^3	16.85	15.97	18.47	17.53	19.06	18.48	ปริมาตรห้องปรับอากาศ
2. ระบบ CDA (ก2) / (ง3)	kWh/Unit	0.12	0.12	0.08	0.16	0.24	0.07	33,722 ลบ.ม
3. ระบบแสงสว่าง (ก3) / 33,722	kWh/m^3	1.63	1.54	1.78	1.69	1.84	1.78	
4. ระบบการผลิต (ข) / (ง3)	kWh/Unit	0.18	0.17	0.12	0.24	0.37	0.10	
5.ค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ SEC (ค) / (ง3)	kWh/Unit	0.95	0.88	0.64	1.28	1.96	0.55	

หมายเหตุ % Yield หมายถึง สัดส่วนร้อยละของปริมาณผลผลิตดีต่อปริมาณวัตถุดิบที่ใช้

3.4.4.2 ผลการศึกษา การใช้พลังงาน และค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบในแต่ละปี

ผลการศึกษา การใช้พลังงาน และค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบในแต่ละปีตั้งแต่ ปี 2547 จนถึง ปี 2549 สามารถสรุปได้ได้ดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามระบบในแต่ละปีตั้งแต่ ปี 2547 จนถึง ปี 2549

รายการ	**หน่วย**	**2547 (ก.ค.-ธ.ค.)**	**2548**	**2549 (ม.ค.-มิ.ย.)**	**รวมทั้งหมด**
ก) ระบบ Utilities	kWh	4,219,670	9,455,956	4,955,470	18,631,096
1. ระบบ HVAC	kWh	3,054,262	6,844,367	3,586,845	13,485,474
2. ระบบ CDA	kWh	636,715	1,426,831	747,742	2,811,288
3. ระบบแสงสว่าง	kWh	294,987	661,044	346,425	1,302,456
4. อื่นๆ	kWh	233,705	523,715	274,457	1,031,877
ข) กระบวนการผลิต	kWh	973,770	2,182,144	1,143,570	4,299,484
ค) พลังงานไฟฟ้ารวม	kWh	5,193,440	11,638,100	6,099,040	22,930,580
ง) ปริมาณการผลิต	unit	2,763,021	6,847,088	4,797,979	14,408,088
จ) ปริมาณการผลิตเทียบเท่า	Equivalent unit (EU)	4,577,890	11,034,809	6,989,643	22,602,342
ฉ)ดัชนีการใช้พลังงานระบบ Utilities					
1. ระบบ HVAC	kWh/ m^3	90.57	202.96	106.37	405.31
2. ระบบ CDA	kWh/EU	0.14	0.13	0.11	0.12
3. ระบบแสงสว่าง	kWh/ m^3	8.75	19.60	10.27	39.15
ช)ดัชนีการใช้พลังงานระบบ การผลิต	kWh/EU	0.21	0.20	0.16	0.19
ฌ)ค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์	kWh/EU	1.13	1.05	0.87	1.01

บทที่ 4

การวิเคราะห์การวัดพลังงาน

การวิเคราะห์การวัดพลังงานที่ได้จากบทที่ 3 จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกจะกล่าวถึงการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานที่วัดได้ และส่วนที่สองจะกล่าวถึงมาตรการในการอนุรักษ์พลังงานเพื่อที่จะลดค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (SEC)

4.1 การวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน

จากสูตรการคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงานที่ได้กล่าวถึงไว้แล้วในหัวข้อ 3.2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

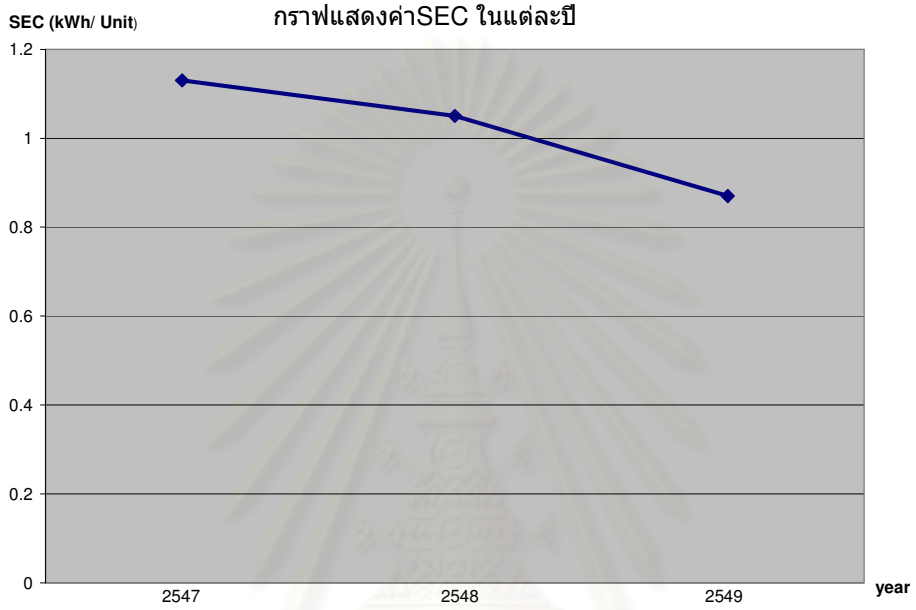
- ระบบปรับอากาศ HVAC = E_{HVAC}/V
- ระบบแสงสว่าง LT = E_{LT}/V
- ระบบลมอัดอากาศ CDA = E_{CDA}/ Q
- ระบบการผลิต MP = E_{MP}/Q
- SEC รวม = E/Q

เมื่อ E_{HVAC} = พลังงานที่ใช้ของระบบปรับอากาศต่อปี (kWh)
E_{LT} = พลังงานที่ใช้ของระบบแสงสว่างต่อปี (kWh)
E_{CDA} = พลังงานที่ใช้ของระบบลมอัดอากาศต่อปี (kWh)
E_{MP} = พลังงานที่ใช้ของระบบการผลิตต่อปี (kWh)
E = พลังงานที่ใช้ทั้งหมดต่อปี (kWh)
V = ปริมาตรของห้องปรับอากาศ (ลูกบาศก์เมตร)
Q = ปริมาณผลผลิตดี (หน่วยผลิตภัณฑ์)

จะเห็นว่าวิธีในการลดค่าดัชนีการใช้พลังงานนั้นกระทำได้ดังนี้

- ลดค่าพลังงาน E ขณะที่ ปริมาณผลผลิต Q เท่าเดิม
- ลดค่าพลังงาน E ขณะที่ ปริมาณผลผลิต Q มากขึ้น

- คงค่าพลังงาน E ขณะที่ ปริมาณผลผลิต Q มากขึ้น
- เพิ่มค่าพลังงาน E ขณะที่ ปริมาณผลผลิต Q มากขึ้น ในอัตราส่วนที่มากกว่า



รูปที่ 4.1 แสดงค่า SEC ตั้งแต่ปี 2547 ถึง 2549

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าค่า SEC มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2547 ถึง 2549 เนื่องจากว่าในปริมาณผลผลิตมีค่ามากขึ้นในสัดส่วนที่มากกว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี ปริมาณผลผลิตที่มากขึ้นก็เนื่องมาจากลูกค้ามีการสั่งผลิตภัณฑ์มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นวิธีที่จะช่วยให้ค่า SEC มีค่าลดลงอีก ทำได้โดยการลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ให้น้อยลง โดยการวางมาตรการต่างๆที่จะช่วยในการประหยัดพลังงาน ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อที่ 4.2 ต่อไป

4.2 มาตรการการอนุรักษ์พลังงาน

สามารถเสนอแนวทางในการอนุรักษ์พลังงาน ได้เป็น 3 ระยะ คือระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว

4.2.1 มาตรการการอนุรักษ์พลังงานระยะสั้น (1-2ปี)

ตารางที่ 4.1 แสดงมาตรการการอนุรักษ์พลังงานระยะสั้น

มาตรการ	ปี พ.ศ.		ผลการลดพลังงานต่อปี					เงินลงทุน	ระยะเวลาคืนทุน
	เริ่ม	สิ้นสุด	ไฟฟ้า			เชื้อเพลิง (ระบุชนิด)			
			(kWh)	(kW)	(บาท)	ปริมาณ	(บาท)	(บาท)	(ปี)
กลุ่มที่ 1 มาตรการที่ไม่ใช้เงินลงทุน เช่น									
- ลดlossในหม้อแปลง โดยการปลดหม้อแปลงจาก 4 ลูก รวมโหลดเข้าด้วยกันให้เหลือ 3 ลูก เนื่องจากหม้อแปลง 3 ลูก สามารถรับโหลดทั้งหมดได้พอ	ก.ค.49	ส.ค.49	17,082	1.95	51,246				
- ปลดหลอดไฟบริเวณ สำนักงาน ห้องน้ำ และบริเวณอื่นๆได้จำนวน 40 หลอด โดยทั้ง 40 หลอดทำงาน 24 ชม	ก.ย.49	ต.ค.49	16,118	1.84	48,355				
- ปลดหลอดไฟบริเวณโรงอาหารได้จำนวน 10 หลอด โดยทั้ง 10 หลอดทำงาน 18 ชม	ก.ย.49	ต.ค.49	3,022	0.46	9,066				
- ปลดหลอดไฟบริเวณทางเดินรอบโรงงานได้จำนวน 10 หลอด โดยทั้ง 10 หลอดทำงาน 12 ชม	ก.ย.49	ต.ค.49	17,520	4.00	52,560				
- ปิดหน้าจอคอมพิวเตอร์ขณะไม่ใช้งานโดยใช้โปรแกรม (Standby Mode) ประมาณ 300 เครื่อง สามารถปิดได้ประมาณวันละ 2 ชั่วโมงต่อเครื่อง	ก.ย.49	ต.ค.49	32,850	45.00	98,550				
- ลดเวลาการเปิดปิดแอร์ใน Office ลดไป 2 ชั่วโมงจาก 15 ชั่วโมง	ก.ค.49	ส.ค.49			262,500				
รวมกลุ่มที่1					522,277				

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงมาตรการการอนุรักษ์พลังงานระยะสั้น

มาตรการ	ปี พ.ศ.		ผลการลดพลังงานต่อปี					เงินลงทุน	ระยะเวลาคืนทุน
	เริ่ม	สิ้นสุด	ไฟฟ้า			เชื้อเพลิง (ระบุชนิด)			
			(kWh)	(kW)	(บาท)	ปริมาณ	(บาท)	(บาท)	(ปี)
กลุ่มที่ 2 มาตรการที่ใช้เงินลงทุน เช่น									
- เปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดแสงจันทร์ในพื้นที่การผลิตทั้งหมด	ม.ค.50	มี.ค.50	308,513	37.07	925,540			470,400	0.51
- ตรวจสอบวัดลมรั่วในระบบและแก้ไข สามารถลดลมรั่วได้ 15 จุด	พ.ย.49	ธ.ค.49	54,992	6.51	164,976			13,500	0.08
รวมกลุ่มที่2					1,090,516			483,900	
รวมทั้งหมด					1,612,793			483,900	

ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้คิดเป็น (1,612,793/ 28,799,061) X 100% = 5.6% ของค่าใช้จ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด (คิดเทียบกับค่าไฟฟ้าของปี พ.ศ.2548)

ตัวอย่างการคำนวณของแต่ละมาตรการแสดงอยู่ในภาคผนวก ข.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 มาตรการการอนุรักษ์พลังงานระยะกลาง (3-5ปี)

มาตรการการอนุรักษ์พลังงานระยะกลาง มีแนวทางดังต่อไปนี้

ระบบปรับอากาศ

- ศึกษาและประเมินผลของระบบการทำความสะอาดระบบแอร์ เพื่อหา efficiency และความถี่ที่เหมาะสมเพื่อประสิทธิภาพและการประหยัด
- สำรวจอุณหภูมิในส่วนต่างๆเพื่อศึกษาเพื่อจัด zoning ที่สามารถเพิ่มอุณหภูมิแล้วไม่เกิดความเสียหายต่อระบบการทำงาน เช่น store
- ศึกษาความเป็นไปได้และเวลาในการคืนทุนในการติดตั้ง VSD ที่ปั๊มน้ำในระบบทำความเย็น

ระบบฉนวนกันความร้อน

- ค้นหา ศึกษาและแยกสัดส่วนเครื่องจักรที่เป็น Heat Generator ในกระบวนการผลิต เพื่อทำการติดตั้งฉนวนเครื่องจักรที่ก่อความร้อนสู่ระบบ
- ศึกษาวิธีการทำงานเพื่อลดเวลาในการ load-unload ของเครื่อง Heat Generator ให้สั้นลง
- ศึกษาความเป็นไปได้และเวลาในการคืนทุนของการติดตั้งฉนวนในระบบ เช่น ระบบท่อ

ระบบการผลิต

- ศึกษาเพื่อหาความไม่จำเป็นด้านการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นในกิจกรรมสนับสนุนการผลิต
- ศึกษาเพื่อหาความไม่จำเป็นด้านการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นในกิจกรรมทางการผลิตและหามาตรการในการประหยัดพลังงาน

อื่นๆ

- จัดตั้งทีมงานรับผิดชอบพลังงานของโรงงาน
- ศึกษาวิเคราะห์การลงทุนในเรื่องระบบการวัดการใช้ไฟฟ้าแยกตามส่วนต่างๆ

4.2.3 **มาตรการการอนุรักษ์พลังงานระยะยาว** (6-8ปี)

มาตรการการอนุรักษ์พลังงานระยะยาว มีแนวทางดังต่อไปนี้

- สำรวจศึกษาความเป็นไปได้ในการติดตั้งฉนวนที่ผนังด้านนอกและหลังคาเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร
- สำรวจเพื่อปรับโครงสร้างของอาคารเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงาน เช่นปรับลดความสูงของเพดานในห้อง clean room
- นำน้ำมา recycle ในระบบ cooling tower
- จัดระบบการอนุรักษ์พลังงานให้เข้าสู่กลไกของระบบคุณภาพ
- ศึกษาการทดแทนอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพการใช้งานต่ำ เพื่อการประหยัดพลังงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืน

การที่จะให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนได้นั้น จะต้องมีการทำคู่มือปฏิบัติการเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานขึ้นมาในโรงงาน เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดปฏิบัติตามคู่มือนี้ เป็นประจำและถาวร ในบทนี้จะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกจะกล่าวถึงการศึกษาตัวอย่างคู่มือปฏิบัติการเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน และส่วนที่สองจะกล่าวถึงการศึกษาการจัดทำคู่มือปฏิบัติการการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานกรณีศึกษา โดยจะกำหนดผู้รับผิดชอบและหน้าที่ที่จะต้องทำ

5.1 การศึกษาคู่มือปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน

ในการศึกษาคู่มือปฏิบัติการ ผู้จัดทำงานวิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยในส่วนแรกจะเป็นตัวอย่างคู่มือปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และในส่วนที่สองจะนำคู่มือปฏิบัติการนั้นมาวิเคราะห์โดยใช้หลักการ 5W + 1H คือ Who, What, When, Where, Why และ How

5.1.1 คู่มือปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน

ตัวอย่างคู่มือปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์นั้นจะเป็นคู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการควบคุมการใช้พลังงานในรูปแบบพลังงานไฟฟ้าและพลังงานน้ำให้เป็นไปอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพโดยในที่นี้จะกล่าวถึงในส่วนของวัตถุประสงค์ และในส่วนของเนื้อหาของคู่มือปฏิบัติการนี้

5.1.1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นการควบคุมการใช้พลังงานในรูปของพลังงานไฟฟ้า และพลังงานน้ำในโรงงานให้เป็นไปอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดประโยชน์ทั้งทางตรง

และทางอ้อมต่อพนักงาน บริษัท และประเทศชาติตลอดจนประชากรทั่วโลกทั้งปัจจุบัน และอนาคต

5.1.1.2 เนื้อหา

1) ทำการประชาสัมพันธ์ให้กับพนักงานทุกคนตระหนักถึงความสำคัญของการประหยัดพลังงาน โดยการประชาสัมพันธ์ทางตามสายงาน และบอร์ดประกาศ หรือผ่านทางหัวหน้างาน
2) ทุกส่วนงานจะต้องแต่งตั้งเจ้าหน้าที่เข้ามาเป็นคณะกรรมการ เพื่อดำเนินการตรวจสอบ และติดตามผลการดำเนินการ ว่าในแต่ละส่วนงานได้ลงมือปฏิบัติตามวิธีที่ถูกต้องแล้วหรือไม่ พร้อมทั้งรายงายผลให้ฝ่ายบริหารรับทราบอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง
3) จัดแบ่งพื้นที่เป้าหมายออกเป็น 3 ส่วน
    - พื้นที่สำนักงานระดับหัวหน้าส่วนงานเป็นผู้รับผิดชอบ และ Facility เป็นผู้ประสานงาน
    - พื้นที่การผลิตมีพนักงานระดับ Supervisor เป็นผู้รับผิดชอบ และ Facility เป็นผู้ประสานงาน
    - พื้นที่โรงงานส่วนกลางส่วนงาน Facility เป็นผู้รับผิดชอบ

- **พื้นที่สำนักงาน**

พื้นที่สำนักงานระดับหัวหน้าส่วนงานเป็นผู้รับผิดชอบ และ Facility เป็นผู้ประสานงาน

<u>หน้าที่ความรับผิดชอบของหัวหน้าส่วนงานมีดังต่อไปนี้</u>

1) มอบหมายให้ผู้รับผิดชอบในการ “ปิดสวิทซ์ไฟฟ้า และแสงสว่างในบริเวณที่ทำงานอย่างชัดเจนในเวลาช่วงพักกลางวัน หรือเวลาอื่นที่ไม่ได้ใช้งาน แม้เป็นเวลาสั้นๆก็ตาม โดยกำหนดให้ติดรายชื่อผู้รับผิดชอบไว้ตรงตำแหน่งสวิทซ์ควบคุม
2) มอบหมายให้ผู้รับผิดชอบหมั่นทำความสะอาดหลอดไฟ โคมไฟ อย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 6 เดือน/ครั้ง โดยกำหนดผู้รับผิดชอบชัดเจน

3) แจ้งให้ทาง Facility ทราบ หากว่าเกิดชำรุดเสียหายของหลอดไฟ หรืออุปกรณ์ หรือต้องการจัดตำแหน่งของโคมไฟ ให้เหมาะกับการสว่างมากขึ้น จะทำให้ลดปริมาณการใช้พลังงานลงจากเดิม โดยใช้ฟอร์ม Request from OA ของ Facility แต่ละโรงงาน
4) ห้ามปรับปรุงอุณหภูมิของระบบทำความเย็น โดยเด็ดขาด หากมีปัญหาให้แจ้งส่วนงาน Facility
5) เปิดเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งานนอกเวลาปกติ ทำงานล่วงเวลา
6) ปิดเครื่องใช้สำนักงาน, เครื่องปรับอากาศ, แสงสว่าง, หลังใช้ห้องประชุมทุกครั้ง
7) เครื่องใช้ไฟฟ้าสำนักงานเช่น เครื่องถ่ายเอกสาร, เครื่องคอมพิวเตอร์ฯ ควรปิดทุกครั้งที่ไม่มีการใช้งาน
8) ควบคุมดูแลการใช้น้ำ หากพบว่าอุปกรณ์ชำรุดเสียให้แจ้ง Facility โดนทันทีเพื่อดำเนินการซ่อมบำรุง

<u>หน้าที่ความรับผิดชอบของฝ่าย Facility มีดังต่อไปนี้</u>

1) ทำการตรวจสอบ และซ่อมบำรุงไฟฟ้า ระบบปรับอากาศและระบบน้ำ และอื่นๆตามแผนงาน PM. ประจำปีของ Facility แต่ละโรงงาน
2) ทำการตรวจสอบการใช้พลังงานให้เป็นไปอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพทั้งในเวลางานปกติ และเวลาเลิกงาน เมื่อพบสิ่งผิดปกติให้ทำหารจัดส่งรายงานโดยตรงต่อผู้บังคับบัญชาส่วนงานนั้น ให้ดำเนินการแก้ไขโดยด่วน ตามแบบฟอร์ม PMR ของ Facility แต่ละโรงงาน
3) ปรับเทอร์โมสตาร์ทของระบบปรับอากาศให้เหมาะสมที่อุณหภูมิระหว่าง 23-25 องศาเซลเซียส

- **พื้นที่การผลิต**

พื้นที่การผลิตมีพนักงานระดับ Supervisor เป็นผู้รับผิดชอบ และ Facility เป็นผู้ประสานงาน

<u>หน้าที่ความรับผิดชอบของพนักงานระดับ Supervisor มีดังต่อไปนี้</u>

1) มอบหมายให้ผู้รับผิดชอบในการ “ปิด” สวิทซ์ไฟฟ้า แสงสว่างในบริเวณที่ทำงานอย่างชัดเจน ในเวลาช่วงพักทานข้าว หรือเวลาอื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้งานแม้จะเป็นเวลาสั้นๆก็ตาม โดนกำหนดให้ติดรายชื่อผู้รับผิดชอบไว้ตรงตำแหน่งสวิทซ์ควบคุม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) หมั่นทำความสะอาด หลอดไฟ โคมไฟ เพื่อรักษาประสิทธิภาพในการส่องสว่างอย่างน้อย 6 เดือนต่อครั้ง ส่วนสายการผลิตอย่างน้อย 1 เดือนต่อครั้ง
3) แจ้งให้ทาง Facility ทราบ หากว่าเกิดชำรุดเสียหายของหลอดไฟ หรืออุปกรณ์ หรือต้องการจัดตำแหน่งของโคมไฟ ให้เหมาะกับการสว่างมากขึ้น จะทำให้ลดปริมาณการใช้พลังงานลงจากเดิม โดยใช้ฟอร์ม Job requisition(OA) ของ Facility
4) เครื่องมือ-เครื่องจักร ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเช่น เครื่อง Solder Paste Printing , เครื่อง Pick and Place เครื่อง AOI Motor conveyer และอื่นๆในสายการผลิตควรปิด ทุกครั้งที่ไม่มีการใช้
5) ในเวลาที่มีการปรับปรุงอากาศควรมีการดูแลให้มีการปิดประตู - หน้าต่างให้มิดชิด เพื่อป้องกันอากาศเย็นออกสู่ภายนอก และอากาศร้อนจากภายนอกเข้าสู่ด้านใน (ในกรณีหน้าหนาวซึ่งอากาศภายนอกเย็น สามารถเปิดเอาอากาศภายนอกมาใช้แทนแอร์ได้)
6) ห้ามนำอุปกรณ์, เครื่องมือ - เครื่องจักร หรือสิ่งของใดๆ ที่มีความร้อนสะสมอยู่ไปวางไว้หน้าช่องลม กับของระบบปรับอากาศ ซึ่งจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นลดลง
7) ปิดท่อระบายอากาศเสีย (Exhaust duct) ทุกครั้งที่ไม่ได้ใช้งาน เพื่อป้องกันไม่ให้ความเย็นในสายการผลิตถูกดูดทิ้งภายนอก โดยไม่จำเป็น เป็นการเพิ่มภาระให้กับเครื่องทำความเย็น
8) ดูแลระบบท่อลมแรงดันสูง (Air compressor pipe) ใน Production line หากพบว่ามีการรั่วซึม ควรแจ้งผู้รับผิดชอบโดยทันที โดยแยกส่วนรับผิดชอบออกเป็น 2 ส่วน
    - ระบบท่อลมหลักมนสายการผลิตถึง วาล์วก่อนจ่ายเข้าสายผลิตให้แจ้ง โดยตรงที่ส่วนงาน Facility
    - ลมรั่วจากอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรในสายการผลิตให้แจ้งกับช่าง ME/TE ที่ดูแลรับผิดชอบพื้นที่นั้นๆ
9) ปิดวาล์วจ่ายลมที่หัว Line ทุกครั้งในเวลาเลิกงาน
10) ปิดลมระบายอากาศเสีย (Exhaust fan) ทุกครั้งที่ไม่ใช้งาน
11) ควบคุมเวลาการเปิด-ปิดเครื่อง Wire bonder และ Tester
12) ควบคุมดูแลระบบใช้ระบบใช้น้ำหากพบว่าอุปกรณ์ชำรุดเสียหายให้รีบแจ้ง Facility โดยทันทีเพื่อดำเนินการซ่อมแซม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้าที่ความรับผิดชอบของฝ่าย Facility มีดังต่อไปนี้

1) ทำการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุงระบบไฟฟ้า, ระบบปรับอากาศและอื่นๆ ตามแผนงาน PM. ประจำปี
2) ทำการตรวจสอบการใช้พลังงานให้เป็นไปอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ ทั้งในเวลาทำงานปกติ และเวลาเลิกงาน เมื่อพบว่าส่วนงานใดมีการละเลยไม่ปฏิบัติตามให้รายงานส่งหัวหน้าส่วนงาน และผู้จัดการโรงงาน เพื่อดำเนินการแก้ไขโดยด่วน ตามแบบฟอร์ม PMR ของ Facility แต่ละโรงงาน
3) ปรับเทอร์โทสตาร์ทของระบบปรับอากาศให้เหมาะสมที่สุด ที่อุณหภูมิระหว่าง 20-23 องศาเซลเซียส
4) ควบคุมเวลาปิดเครื่องปรับอากาศในสายผลิตให้เหมาะสมกับความต้องการ และอุณหภูมิภายนอกรวมทั้งสภาพแวดล้อมในเวลานั้นๆ ตามฤดูกาล

- **พื้นที่โรงงานส่วนกลาง**

พื้นที่โรงงานส่วนกลางส่วนงาน Facility เป็นผู้รับผิดชอบ

หน้าที่ความรับผิดชอบของฝ่าย Facility มีดังต่อไปนี้

1) ตรวจเช็คการทำงานของทุกระบบทุกๆวัน โดย Facility Stand by หากพบอุปกรณ์ที่ชำรุด หรือทำงานไม่เต็มที่ ประสิทธิภาพ ให้แก้ไข หรือหาแนวทางป้องกัน การเสียหายก่อนอุปกรณ์นั้นจะ Shut down
2) แก้ไขระบบต่างๆในขอบเขตที่รับผิดชอบ ตามที่ได้รับแจ้ง จากส่วนงานอื่นๆ
3) ชี้แจงพนักงานของส่วนงานอื่นๆ ให้เข้าใจ หากพบว่าการกระทำนั้นๆ จะทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากร
4) ปรับปรุงระบบต่างๆ ที่รับผิดชอบ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน และพัฒนาให้เกิดการประหยัดพลังงานมากขึ้น อย่างต่อเนื่อง
5) จัดการอบรม หรือสัมมนา เพื่อสร้างจิตสำนึกให้พนักงานมีความรับผิดชอบ ในเรื่องของการประหยัดพลังงานตามระยะเวลาที่กำหนด
6) ประสานงานจัดทำโครงการ การประหยัดพลังงาน ทั้งในระยะสั้น และระยะยาว

5.1.2 การวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการโดยใช้หลัก 5 W + 1H

ในเอกสารคู่มือปฏิบัติการที่ดีจะยึดหลัก 5 W + 1H ซึ่งประกอบไปด้วย Who, What, When, Where, Why และ How โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- Who เอกสารต้องระบุว่าใคร
- What ทำอะไร
- When ทำเมื่อไหร่
- Where ทำที่ไหน
- Why ทำ ทำไม (วัตถุประสงค์อะไร)
- How ทำอย่างไร

โดยสิ่งที่จำเป็นจริงๆ คือ ใคร(Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน(Where) อย่างไร (How) ส่วนทำไม(Why) และเมื่อไหร่(When) นั้น อาจละไว้ในฐานที่เข้าใจ แต่ถ้าละแล้วไม่เข้าใจก็ต้องเขียนไว้ด้วย การวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการโดยใช้หลัก 5 W + 1H จะกล่าวไว้ในตารางที่ 5.1 รวมทั้งหมด 9 หน้า แต่เราจะแยกวิเคราะห์ในส่วนของ Why จากวัตถุประสงค์ของคู่มือปฏิบัติการดังกล่าวได้ดังนี้

Why (ทำไม)

เพื่อเป็นการควบคุมการใช้พลังงานในรูปของพลังงานไฟฟ้า และพลังงานน้ำในโรงงานให้เป็นไปอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อพนังงาน บริษัท และประเทศชาติตลอดจนประชากรทั่วโลกทั้งปัจจุบัน และอนาคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 แสดงการวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการตามหลักการ 5W + 1H

เนื้อหา	Who	What	When	Where	How	หมายเหตุ
1. ทำการประชาสัมพันธ์ให้กับพนักงานทุกคนตระหนักถึงความสำคัญของการประหยัดพลังงาน โดยการประชาสัมพันธ์ทางตามสายงาน และบอร์ดประกาศ หรือผ่านทางหัวหน้างาน	-	ประชาสัมพันธ์	-	-	-	
2. ทุกส่วนงานจะต้องแต่งตั้งเจ้าหน้าที่เข้ามาเป็นคณะกรรมการ เพื่อดำเนินการตรวจสอบและติดตามผลการดำเนินการ ว่าในแต่ละส่วนงานได้ลงมือปฏิบัติตามวิธีที่ถูกต้องแล้วหรือไม่ พร้อมทั้งรายงายผลให้ฝ่ายบริหารรับทราบอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง	ทุกส่วนงาน	แต่งตั้งเจ้าหน้าที่	-	-	-	
3. จัดแบ่งพื้นที่เป้าหมายออกเป็น 3 ส่วน						

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการตามหลักการ 5W + 1H

เนื้อหา	Who	What	When	Where	How	หมายเหตุ
3.1 พื้นที่สำนักงานระดับหัวหน้าส่วนงานเป็นผู้รับผิดชอบ และ Facility เป็นผู้ประสานงาน						
หน้าที่ความรับผิดชอบของหัวหน้าส่วนงานมีดังต่อไปนี้						
1. มอบหมายให้ผู้รับผิดชอบในการ “ปิดสวิทซ์ไฟฟ้า และแสงสว่างในบริเวณที่ทำงานอย่างชัดเจนในเวลาช่วงพักกลางวัน หรือเวลาอื่นที่ไม่ได้ใช้งาน แม้เป็นเวลาสั้นๆก็ตาม โดยกำหนดให้ติดรายชื่อผู้รับผิดชอบไว้ตรงตำแหน่งสวิทซ์ควบคุม	หัวหน้าส่วนงาน	มอบหมายให้ผู้รับผิดชอบทำ	-	พื้นที่สำนักงาน	-	
2. มอบหมายให้ผู้รับผิดชอบหมั่นทำความสะอาดหลอดไฟ โคมไฟ อย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 6 เดือน/ครั้ง โดยกำหนดผู้รับผิดชอบชัดเจน			-		-	
3. แจ้งให้ทาง Facility ทราบ หากว่าเกิดชำรุดเสียหายของหลอดไฟ หรืออุปกรณ์ หรือต้องการจัดตำแหน่งของโคมไฟ ให้เหมาะกับการสว่างมากขึ้น จะทำให้ลดปริมาณการใช้พลังงานลงจากเดิม โดยใช้ฟอร์ม Request from OA ของ Facility แต่ละโรงงาน		แจ้งฝ่าย Facility	เมื่อเกิดเหตุชำรุด		ใช้ฟอร์ม	
4. ห้ามปรับปรุงอุณหภูมิของระบบทำความเย็น โดยเด็ดขาด หากมีปัญหาให้แจ้งส่วนงาน Facility	ทุกคน	ห้ามปรับอุณหภูมิ	ตลอดเวลา		-	
5. เปิดเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งานนอกเวลาปกติ ทำงานล่วงเวลา	หัวหน้าส่วนงาน	เปิดเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสม	ตลอดเวลา		-	

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการตามหลักการ 5W + 1H

เนื้อหา	Who	What	When	Where	How	หมายเหตุ
6. ปิดเครื่องใช้สำนักงาน, เครื่องปรับอากาศ, แสงสว่าง, หลังใช้ห้องประชุมทุกครั้ง	ทุกคน	ปิดเครื่อง	ตลอดเวลา	พื้นที่สำนักงาน	-	
7. เครื่องใช้ไฟฟ้าสำนักงานเช่น เครื่องถ่ายเอกสาร, เครื่องคอมพิวเตอร์ฯ ควรปิดทุกครั้งที่ไม่มีการใช้งาน	ทุกคน	ปิดเครื่อง	ไม่มีการใช้งาน		-	
8. ควบคุมดูแลการใช้น้ำ หากพบว่าอุปกรณ์ชำรุดเสียให้แจ้ง Facility โดนทันทีเพื่อดำเนินการซ่อมบำรุง	หัวหน้าส่วนงาน	ควบคุมการใช้น้ำ	ตลอดเวลา		-	
หน้าที่ความรับผิดชอบของฝ่าย Facility มีดังต่อไปนี้						
1. ทำการตรวจสอบ และซ่อมบำรุงไฟฟ้า ระบบปรับอากาศและระบบน้ำ และอื่นๆตามแผนงาน PM. ประจำปีของ Facility แต่ละโรงงาน	Facility	ตรวจสอบและซ่อม	ตามแผนงาน PM.	พื้นที่สำนักงาน	-	
2. ทำการตรวจสอบการใช้พลังงานให้เป็นไปอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพทั้งในเวลางานปกติ และเวลาเลิกงาน เมื่อพบสิ่งผิดปกติให้ทำหารจัดส่งรายงานโดยตรงต่อผู้บังคับบัญชาส่วนงานนั้น ให้ดำเนินการแก้ไขโดยด่วน ตามแบบฟอร์ม PMR ของ Facility แต่ละโรงงาน	Facility	ตรวจสอบการใช้พลังงาน	ตลอดเวลา		-	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการตามหลักการ 5W + 1H

เนื้อหา (ต่อ)	Who	What	When	Where	How	หมายเหตุ
3. ปรับเทอร์โมสตาร์ทของระบบปรับอากาศให้เหมาะสมที่อุณหภูมิระหว่าง 23-25 องศาเซลเซียส	Facility	ปรับเทอร์โมสตาร์ท	ตลอดเวลา	พื้นที่สำนักงาน	-	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการตามหลักการ 5W + 1H

เนื้อหา (ต่อ)	Who	What	When	Where	How	หมายเหตุ
3.2 พื้นที่การผลิตมีพนักงานระดับ Supervisor เป็นผู้รับผิดชอบ และ Facility เป็นผู้ประสานงาน						
หน้าที่ความรับผิดชอบของพนักงานระดับ Supervisor มีดังต่อไปนี้						
1. มอบหมายให้ผู้รับผิดชอบในการ “ปิด” สวิทช์ไฟฟ้า แสงสว่างในบริเวณที่ทำงานอย่างชัดเจน ในเวลาช่วงพักทานข้าว หรือเวลาอื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้งานแม้จะเป็นเวลาสั้นๆก็ตาม โดยกำหนดให้ติดรายชื่อผู้รับผิดชอบไว้ตรงตำแหน่งสวิทช์ควบคุม	Supervisor	มอบหมายให้ผู้รับผิดชอบ	ตลอดเวลา	พื้นที่การผลิต	ติดชื่อไว้ที่สวิทช์	
2. หมั่นทำความสะอาด หลอดไฟ โคมไฟ เพื่อรักษาประสิทธิภาพในการส่องสว่างอย่างน้อย 6 เดือนต่อครั้ง ส่วนสายการผลิตอย่างน้อย 1 เดือนต่อครั้ง	ผู้รับผิดชอบ	ทำความสะอาด	ตามกำหนด		-	
3. แจ้งให้ทาง Facility ทราบ หากว่าเกิดชำรุดเสียหายของหลอดไฟ หรืออุปกรณ์ หรือต้องการจัดตำแหน่งของโคมไฟ ให้เหมาะกับการสว่างมากขึ้น จะทำให้ลดปริมาณการใช้พลังงานลงจากเดิม โดยใช้ฟอร์ม Job requisition(OA) ของ Facility	Supervisor	แจ้งให้ทาง Facility ทราบ	เกิดชำรุดเสียหาย		ใช้ฟอร์ม	
4. เครื่องมือ-เครื่องจักร ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเช่น เครื่อง Solder Paste Printing , เครื่องPick and Place เครื่อง AOI Motor conveyer และอื่นๆในสายการผลิตควรปิด ทุกครั้งที่ไม่มีการใช้	ผู้รับผิดชอบ	ปิดเครื่องมือ-เครื่องจักร	ทุกครั้งที่ไม่มีการใช้		-	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการตามหลักการ 5W + 1H

เนื้อหา (ต่อ)	Who	What	When	Where	How	หมายเหตุ
5. ในเวลาที่มีการปรับปรุงอากาศควรมีการดูแลให้มีการปิดประตู - หน้าต่างให้มิดชิดเพื่อป้องกันอากาศเย็นออกสู่ภายนอก และอากาศร้อนจากภายนอกเข้าสู่ด้านใน (ในกรณีหน้าหนาวซึ่งอากาศภายนอกเย็น สามารถเปิดเอาอากาศภายนอกมาใช้แทนแอร์ได้)	ผู้รับผิดชอบ	ปิดประตู - หน้าต่างให้มิดชิด	เวลาที่มีการปรับปรุงอากาศ	พื้นที่การผลิต	-	
6. ห้ามนำอุปกรณ์, เครื่องมือ - เครื่องจักร หรือสิ่งของใดๆ ที่มีความร้อนสะสมอยู่ไปวางไว้หน้าช่องลม กับของระบบปรับอากาศ ซึ่งจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นลดลง	ผู้รับผิดชอบ	ห้ามนำอุปกรณ์วางไว้หน้าช่องลม	เวลาเปิดเครื่องปรับอากาศ		-	
7. ปิดท่อระบายอากาศเสีย (Exhaust duct) ทุกครั้งที่ไม่ได้ใช้งาน เพื่อป้องกันไม่ให้ความเย็นในสายการผลิตถูกดูดทิ้งภายนอก โดยไม่จำเป็น เป็นการเพิ่มภาระให้กับเครื่องทำความเย็น	ผู้รับผิดชอบ	ปิดท่อระบายอากาศเสีย	ทุกครั้งที่ไม่ได้ใช้งาน	พื้นที่การผลิต	-	
8. ดูแลระบบท่อลมแรงดันสูง (Air compressor pipe) ใน Production line หากพบว่ามีการรั่วซึม ควรแจ้งผู้รับผิดชอบโดยทันที โดยแยกส่วนรับผิดชอบออกเป็น 2 ส่วน						
a. ลมรั่วจากอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรในสายการผลิตให้แจ้งกับช่าง ME/TE ที่ดูแลรับผิดชอบพื้นที่นั้นๆ	Supervisor	แจ้งกับช่าง ME/TE	ลมรั่วจากอุปกรณ์	พื้นที่การผลิต	-	
b. ระบบท่อลมหลักในสายการผลิตถึง วาล์วก่อนจ่ายเข้าสายผลิตให้แจ้ง โดยตรงที่ส่วนงาน Facility	Supervisor	แจ้ง Facility	มีการรั่วซึม		-	

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการตามหลักการ 5W + 1H

เนื้อหา (ต่อ)	Who	What	When	Where	How	หมายเหตุ
9. ปิดวาล์วจ่ายลมที่หัว Line ทุกครั้งในเวลาเลิกงาน	ผู้รับผิดชอบ	ปิดวาล์ว	ทุกครั้งในเวลาเลิกงาน	พื้นที่การผลิต	-	
10. ปิดลมระบายอากาศเสีย (Exhaust fan) ทุกครั้งที่ไม่ใช้งาน	ผู้รับผิดชอบ	ปิดลม	ทุกครั้งที่ไม่ใช้งาน		-	
11. ควบคุมเวลาการเปิด-ปิดเครื่อง Soldering	ผู้รับผิดชอบ	ควบคุมเวลาการเปิด-ปิด	-		-	
12. ควบคุมดูแลระบบใช้ระบบใช้น้ำหากพบว่าอุปกรณ์ชำรุดเสียหายให้รีบแจ้ง Facility โดยทันทีเพื่อดำเนินการซ่อมแซม	Supervisor	แจ้ง Facility	อุปกรณ์ชำรุดเสียหาย		-	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการตามหลักการ 5W + 1H

เนื้อหา (ต่อ)	Who	What	When	Where	How	หมายเหตุ
หน้าที่ความรับผิดชอบของฝ่าย Facility มีดังต่อไปนี้						
1. ทำการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุงระบบไฟฟ้า, ระบบปรับอากาศและอื่นๆ ตามแผนงาน PM. ประจำปี	Facility	ตรวจสอบและซ่อมแซม	ตามแผนงาน PM.	พื้นที่การผลิต	-	
2. ทำการตรวจสอบการใช้พลังงานให้เป็นไปอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ ทั้งในเวลาทำงานปกติ และเวลาเลิกงาน เมื่อพบว่าส่วนงานใดมีการละเลยไม่ปฏิบัติตาม ให้รายงานส่งหัวหน้าส่วนงาน และผู้จัดการโรงงาน เพื่อดำเนินการแก้ไขโดยด่วน ตามแบบฟอร์ม PMR ของ Facility แต่ละโรงงาน	Facility	รายงานส่งหัวหน้าส่วนงาน	พบว่ามีการละเลยไม่ปฏิบัติตามกำหนด	พื้นที่การผลิต	-	
3. ปรับเทอร์โมสตาร์ทของระบบปรับอากาศให้เหมาะสมที่สุด ที่อุณหภูมิระหว่าง 20-23 องศาเซลเซียส	Facility	ปรับเทอร์โมสตาร์ท	ตลอด		-	
4. ควบคุมเวลาปิดเครื่องปรับอากาศในสายผลิตให้เหมาะสมกับความต้องการ และอุณหภูมิภายนอกรวมทั้งสภาพแวดล้อมในเวลานั้นๆ ตามฤดูกาล	Facility	ควบคุมเวลาปิด	ตลอด		-	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการตามหลักการ 5W + 1H

เนื้อหา (ต่อ)	Who	What	When	Where	How	หมายเหตุ
3.3 พื้นที่โรงงานส่วนกลางส่วนงาน Facility เป็นผู้รับผิดชอบ						
1. ตรวจเช็คการทำงานของทุกระบบทุกๆวัน โดย Facility Stand by หากพบอุปกรณ์ที่ชำรุด หรือทำงานไม่เต็มที่ ประสิทธิภาพ ให้แก้ไข หรือหาแนวทางป้องกัน การเสียหาย ก่อนอุปกรณ์นั้นจะ Shut down	Facility	ตรวจเช็คการทำงานของทุกระบบ	ทุกๆวัน	พื้นที่โรงงานส่วนกลาง	-	
2. แก้ไขระบบต่างๆในขอบเขตที่รับผิดชอบ ตามที่ได้รับแจ้ง จากส่วนงานอื่นๆ	Facility	แก้ไขระบบต่างๆ	ตามที่ได้รับแจ้ง			
3. ชี้แจงพนักงานของส่วนงานอื่นๆ ให้เข้าใจ หากพบว่าการกระทำนั้นๆ จะทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากร	Facility	ชี้แจงพนักงาน	พบว่าการกระทำนั้นๆ ทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากร		-	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการตามหลักการ 5W + 1H

เนื้อหา (ต่อ)	Who	What	When	Where	How	หมายเหตุ
4. ปรับปรุงระบบต่างๆ ที่รับผิดชอบ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน และพัฒนาให้เกิดการประหยัดพลังงานมากขึ้น อย่างต่อเนื่อง	Facility	ปรับปรุงระบบต่างๆ	ตลอดเวลา		-	
5. จัดการอบรม หรือสัมมนา เพื่อสร้างจิตสำนึกให้พนักงานมีความรับผิดชอบ ในเรื่องของการประหยัดพลังงานตามระยะเวลาที่กำหนด	Facility	จัดการอบรม	ตามระยะเวลาที่กำหนด	-	-	
6. ประสานงานจัดทำโครงการ การประหยัดพลังงาน ทั้งในระยะสั้น และระยะยาว	Facility	ประสานงานจัดทำโครงการ	ตามระยะเวลาที่กำหนด	-	-	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อทำการวิเคราะห์คู่มือปฏิบัติการตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์พบว่า คู่มือปฏิบัติการที่ศึกษานั้นได้มีการกล่าวถึงการอนุรักษ์พลังงานโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการควบคุมการใช้พลังงานในรูปของพลังงานไฟฟ้า และพลังงานน้ำในโรงงานให้เป็นไปอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ โดยในส่วนของเนื้อหานั้นพบว่ายังไม่มีการอนุรักษ์พลังงานที่ยั่งยืน ตามแนวทาง SPER มีเพียงการกล่าวถึงการประหยัดพลังงานให้เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ แต่ยังไม่มีการตั้งมาตรฐานการใช้พลังงาน และยังไม่มีการเปรียบเทียบเพื่อพัฒนาปรับปรุงตามแนวทางของ SPER ดังนั้น เราจึงควรศึกษา พัฒนาคู่มือปฏิบัติการนี้ให้มีการอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืน โดยแนวทาง SPER ดังจะกล่าวในหัวข้อที่ 5.2 ต่อไป

5.2 การศึกษาเพื่อจัดทำคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

การศึกษาเพื่อจัดทำคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานจะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะกล่าวถึงแนวทางในจัดทำคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน จะกล่าวคร่าวๆ เกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน และในส่วนที่สองจะกล่าวถึงตัวอย่างคู่มือปฏิบัติการ ในการอนุรักษ์พลังงานในส่วนนี้จะเป็นการชี้เฉพาะเจาะจงลงไปในการปฏิบัติ โดยจะใช้ตัวอย่างของโรงงานผลิต PCBAในกรณีศึกษา เป็นตัวอย่างในการแสดงให้เห็นการนำแนวทางที่ได้วางไว้ในส่วนแรกไปใช้ พัฒนาคู่มือปฏิบัติการในการอนุรักษ์พลังงาน

5.2.1 แนวทางในจัดทำคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

แนวทางในการจัดทำคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานนั้นมีไว้เพื่อให้ผู้สนใจที่จะจัดทำคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานได้นำไปใช้เป็นแนวทาง โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนของวัตถุประสงค์ในการจัดทำคู่มือปฏิบัติการในการอนุรักษ์พลังงาน และส่วนของเนื้อหา ในส่วนของเนื้อหานั้นจะยังไม่ได้ชี้เฉพาะ เจาะจงลงไปมากนัก เพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับองค์กร ให้เกิดประโยชน์แก่องค์กร และประเทศชาติได้

วัตถุประสงค์

1) เพื่อให้สามารถเกิดระบบการอนุรักษ์พลังงานอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ และเกิดการปรับปรุงเพิ่มผลิตภาพ ด้านพลังงานอย่างต่อเนื่อง
2) เพื่อสามารถกำหนดผู้รับผิดชอบ ตามระบบการอนุรักษ์พลังงาน โครงการจัดทำแผนกำหนดมาตรฐานการใช้พลังงาน การวัดการประเมิน และการปรับปรุง เพิ่มผลิตภาพอย่างต่อเนื่อง
3) เพื่อสามารถกำหนดกระบวนวิธีการในการอนุรักษ์พลังงาน และกิจกรรมต่างๆ ที่จำเป็น
4) เพื่อสามารถจัดทำแผนอนุรักษ์ตามเงื่อนไขโรงงาน ควบคุมการใช้พลังงานตามกฎ
5) เพื่อมีการจัดทำรายงานความก้าวหน้าการปรับปรุงผลิตภาพด้านพลังงานประจำปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื้อหา

1. **การกำหนดโครงสร้างการอนุรักษ์พลังงาน**

1.1. องค์กรกำหนดโครงสร้าง อำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบของพนักงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ในด้านพลังงานรวมทั้งจัดทำเป็นเอกสารและเผยแพร่ให้บุคคลที่เกี่ยวข้องภายในองค์กรทราบ และลูกจ้างที่ต้องปฏิบัติหน้าที่ซึ่งมีผลกระทบด้านพลังงานต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสม

1.2. องค์กรแต่งตั้งผู้จัดการพลังงาน (Energy Manager) เพื่อปฏิบัติงาน โดยมีอำนาจหน้าที่ ดังนี้

- ดูแลให้ระบบการอนุรักษ์พลังงานที่จัดทำขึ้น มีการนำไปใช้และดำเนินการเป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานนี้อย่างต่อเนื่อง
- รายงานผลการปฏิบัติตามระบบการอนุรักษ์พลังงานต่อผู้บริหารระดับสูงเพื่อนำไปใช้ในการทบทวนการจัดการ และเป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงระบบการอนุรักษ์พลังงาน

1.3. ผู้บริหารระดับสูงเป็นผู้นำในการแสดงความรับผิดชอบด้านพลังงานและดูแลให้มีการปรับปรุงระบบการอนุรักษ์พลังงานอย่างสม่ำเสมอ

รายละเอียดการการกำหนดโครงสร้างการอนุรักษ์พลังงานแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะการพัฒนาระบบการอนุรักษ์พลังงาน และ ระยะบริหารระบบการอนุรักษ์พลังงาน

<u>ระยะการพัฒนาระบบการอนุรักษ์พลังงาน</u>

ในระหว่างการพัฒนาระบบการอนุรักษ์พลังงาน กำหนดให้มีการจัดตั้ง “คณะทำงานด้านอนุรักษ์พลังงาน” สมาชิกของคณะทำงานด้านอนุรักษ์พลังงานประกอบด้วยบุคลากรที่มีความรู้ในด้านต่างๆดังนี้

(1) กำหนดให้หัวหน้าฝ่าย Facility เป็นหัวหน้าคณะทำงานฯ มีความสามารถ ในการดำเนินการประชุม มีความรู้ด้านพลังงานและกิจกรรมที่เกิดขึ้นในองค์กร

(2) วิศวกรกระบวนการผลิต (Process Engineer) เป็นสมาชิกที่มีความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมขององค์กรที่ใช้พลังงาน

(3) วิศวกรไฟฟ้า (Electrical Engineer) เป็นสมาชิกที่มีความรู้เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า

(4) วิศวกรอุตสาหการ (Industrial Engineer) เป็นสมาชิกที่มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการการวางแผนการใช้เครื่องจักรตามกำลังการผลิต

(5) เจ้าหน้าที่ฝ่าย Facility เป็นสมาชิกที่มีความรู้เกี่ยวกับระบบสาธารณูปโภค (Utilities)

(6) เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหาร (Administrative Staff) เป็นสมาชิกเพื่อช่วยคณะทำงานฯ ด้านงานเอกสาร

(7) เจ้าหน้าที่ด้านประชาสัมพันธ์ (Public Relation) เป็นสมาชิกเพื่อช่วยงานด้านส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน การสร้างจิตสำนึก การกระจายข้อมูล ข่าวสาร คณะทำงานฯชุดนี้จะคงอยู่ (โดยมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม) หรือพ้นวาระเมื่อภารกิจการพัฒนาระบบการอนุรักษ์พลังงานบรรลุเป้าหมายที่กำหนด

การประกาศแต่งตั้ง "คณะทำงานด้านอนุรักษ์พลังงาน" ต้องมีเอกสารเป็นลายลักษณ์อักษร ลงนามโดยผู้บริหารสูงสุดขององค์กร

ระยะบริหารระบบการอนุรักษ์พลังงาน

ในระยะบริหารระบบการอนุรักษ์พลังงานสามารถแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

(1) ผู้จัดการพลังงาน (Energy Manager)

กำหนดให้หัวหน้าฝ่าย EH&S มีตำแหน่ง "ผู้จัดการพลังงาน (Energy Manager)" โดยมีหน้าที่ความรับผิดชอบดังต่อไปนี้

- ดูแลให้ระบบการจัดการพลังงานที่จัดทำขึ้น มีการนำไปใช้และดำเนินการ เป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานนี้อย่างต่อเนื่อง
- รายงานผลการปฏิบัติตามระบบการจัดการพลังงานต่อผู้บริหารระดับสูง เพื่อนำไปใช้ในการทบทวนการจัดการ และเป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงาน

การประกาศแต่งตั้ง "ผู้จัดการพลังงาน" ต้องมีเอกสารเป็นลายลักษณ์อักษร ลงนามโดยผู้บริหารสูงสุดขององค์กร

(2) คณะกรรมการบริหารด้านพลังงาน (Energy Management Committee)

เพื่อกำหนดทิศทางด้านพลังงาน กำหนดให้มีการแต่งตั้ง "คณะกรรมการบริหารด้านพลังงาน" ซึ่งประกอบด้วย

- ผู้บริหารสูงสุดขององค์กรหรือส่วนขององค์กร
- ผู้จัดการโรงงาน ซึ่งเป็นหัวหน้าสายงานที่มีการใช้พลังงาน (Major Energy Cost Center)
- ผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ ที่จะให้คำปรึกษาต่อคณะกรรมการฯ

- ผู้จัดการพลังงานเป็นเลขานุการของคณะกรรมการฯ

เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง คณะกรรมการบริหารด้านพลังงานจะต้องมีการทบทวนผลการดำเนินงานด้านพลังงานอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

ในการทบทวนแต่ละครั้ง คณะกรรมการบริหารพลังงานต้องพิจารณาทิศทางการอนุรักษ์พลังงาน ผลการดำเนินงานที่ผ่านมา การสนับสนุนที่ได้รับ และประเมินเพื่อปรับปรุงให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล นอกจากนี้ คณะกรรมการบริหารด้านพลังงานจะต้องทบทวนความเหมาะสมของเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงาน เป็นครั้งคราว

การประกาศแต่งตั้ง "คณะกรรมการบริหารด้านพลังงาน" ต้องมีเอกสารเป็นลายลักษณ์อักษร ลงนามโดยผู้บริหารสูงสุดขององค์กร

(3) ผู้ดูแลโครงการต่าง ๆ

กำหนดให้มีการแต่งตั้งเจ้าหน้าที่ให้รับผิดชอบในโครงการต่างๆซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการอนุรักษ์พลังงาน โดยเจ้าหน้าที่นั้นๆจะมีตำแหน่งเป็น "ผู้จัดการโครงการ" เป้าหมายหลักเพื่อให้โครงการต่างๆมี "เจ้าของ" เพื่อให้เหมาะสมกับหลักการ Responsibility & Accountability ซึ่งสามารถนำผลงานที่ได้จากการบริหารโครงการไปเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลงาน (Performance Appraisal) ของพนักงานคนนั้น

2. การกำหนดมาตรฐาน (Standard)

ผู้บริหารสูงสุดขององค์กรกำหนดนโยบาย ซึ่งถือเป็นมาตรฐานระบบการอนุรักษ์พลังงาน โดยจัดทำเป็นเอกสารพร้อมทั้งลงนามโดยผู้บริหารระดับสูง เพื่อแสดงเจตจำนงในการอนุรักษ์พลังงาน นโยบายควรมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- นโยบายต้องเหมาะสมกับขนาดและธุรกิจขององค์กร
- นโยบายพลังงานจะต้องลงนามโดยผู้บริหารระดับสูงขององค์กร
- นโยบายจะต้องแสดง "ข้อผูกมัด (Commitment)" ขององค์กรที่จะรับผิดชอบการใช้พลังงานในการดำเนินงาน ซึ่งรวมถึงการจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมมาใช้ในการดำเนินงาน
- นโยบายต้องแสดงเป้าหมายขององค์กรในระยะยาว (Long Term Corporate Goals) ซึ่งแสดงข้อผูกมัดในรายละเอียดว่าจะปรับปรุงประสิทธิภาพด้านพลังงานในแง่มุมใด

- นโยบายต้องแสดง “ความรับผิดชอบ (Responsibility)” ในการควบคุมการใช้พลังงาน และเป็นการกระจายความรับผิดชอบไปยังผู้ใช้งานที่ปลายทาง (End Users) และผู้ที่ดูแลงบประมาณ (Cost Center Holder)
- นโยบายต้องแสดง “การสื่อสาร (Communication)” เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้พลังงานให้ทั้งพนักงานภายในองค์กร และผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) โดยแสดงในรูปของรายงาน หรือเป็นส่วนหนึ่งของการแสดงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการดำเนินงานขององค์กร
- นโยบายต้องแสดง “การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continual Improvement)” โดยมีการปรับปรุงเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานและทบทวนการดำเนินงานอย่างสม่ำเสมอ

3. การประเมินศักยภาพทางเทคนิค (Performance)

วัตถุประสงค์ของขั้นตอนนี้ก็เพื่อค้นหาศักยภาพขององค์กรในการปรับปรุง ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

องค์กรต้องจัดทำ และปฏิบัติตามเอกสารขั้นตอนการดำเนินงานที่ช่วยในการบ่งชี้ลักษณะการใช้พลังงานขององค์กร และระดับพลังงานที่ใช้ รวมถึงการประมาณระดับการใช้พลังงานทุกกิจกรรม ในการประเมิน องค์กรจะต้องพิจารณา

- ข้อมูลการใช้พลังงานทั้งในอดีต และปัจจุบัน
- รายการอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในสัดส่วนที่สูง
- แผนงานด้านอนุรักษ์พลังงาน
- ศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน

การประเมินสภาวะการใช้พลังงานแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

(1) การประเมินระดับองค์กร

ประเมินการใช้พลังงานทั้งองค์กร ไม่แยกเป็นหน่วยหรืออุปกรณ์ โดยใช้ข้อมูลใบเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าหรือค่าเชื้อเพลิง แล้วนำมาเปรียบเทียบ 2 รูปแบบ

- เปรียบเทียบการใช้แบบภายใน เป็นการเปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีตว่า โดยรวมแล้วองค์กรใช้พลังงานมากขึ้น น้อยลง หรือเท่าเดิม เมื่อเทียบที่กำลังการผลิตเดียวกัน
- เปรียบเทียบกับโรงงานอื่นที่มีขนาดเท่ากัน มีกระบวนการผลิตคล้ายกัน

(2) การประเมินระดับสินค้า

การประเมินระดับสินค้าเพื่อใช้ในการคำนวณต้นทุน การคำนวณข้อมูลดังกล่าวสามารถทำได้ โดยคำนวณหาดัชนีที่เป็นหน่วยพลังงานต่อชิ้นที่ผลิต เพื่อหาว่าการผลิตสินค้า 1 ชิ้นนั้นใช้พลังงานเท่าไร

(3) การประเมินระดับอุปกรณ์

กำหนดให้มีการประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์แต่ละชิ้น ต้องมีการเก็บข้อมูลที่พอเพียง มีการวางแผนการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการคำนวณ Specific Energy Consumption (SEC) ที่เหมาะสม

องค์กรต้องทบทวนการชี้บ่งและประเมินนี้ ในกรณีที่มีการดำเนินกิจกรรมใหม่หรือมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกิจกรรมที่ประเมินว่ามีการใช้พลังงาน

4. การติดตามความก้าวหน้าและเปรียบเทียบ (Evaluate)

หลังจากที่มาตรการต่างๆผ่านการอนุมัติจากผู้บริหารระดับสูงขององค์กร ผู้ที่ได้รับมอบหมายมีหน้าที่นำไปปฏิบัติเพื่อให้เกิดผลตามกำหนดเวลาที่ระบุ ในระหว่างที่กำลังดำเนินการยังไม่แล้วเสร็จ จำเป็นจะต้องติดตามความก้าวหน้าและเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้ เมื่อดำเนินการตามจนแล้วเสร็จตามที่กำหนดแล้ว การติดตามตรวจสอบก็มีความสำคัญจำเป็นจะต้องติดตาม และเปรียบเทียบกับมาตรฐานเสมอ

การติดตามความก้าวหน้า และเปรียบเทียบเราสามารถทำได้โดยการสร้างแผนภูมิควบคุม (Control Chart) ซึ่งมีอยู่ 2 รูปแบบคือ

- แผนภูมิควบคุมแบบธรรมดาเป็นการสร้างแผนภูมิของค่า Parameter ที่ ควบคุม โดยในแผนภูมิจะแสดงค่า Upper Control Limit (UCL) และค่า Lower Control Limit (LCL) ไว้ เพื่อให้สามารถเห็นได้ชัดเจนว่าช่วงใดที่ค่าเกินจากเกณฑ์ที่ควบคุม
- แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เหมาะสมในกรณีที่สามารถเก็บข้อมูลได้เพียง 1 ค่าต่อ 1 ช่วงเวลาที่คงที่ โดยค่าที่นำมาสร้างแผนภูมิจะเป็น ค่าเฉลี่ยของค่าที่อ่านได้จำนวน n ตัวอย่างคงที่

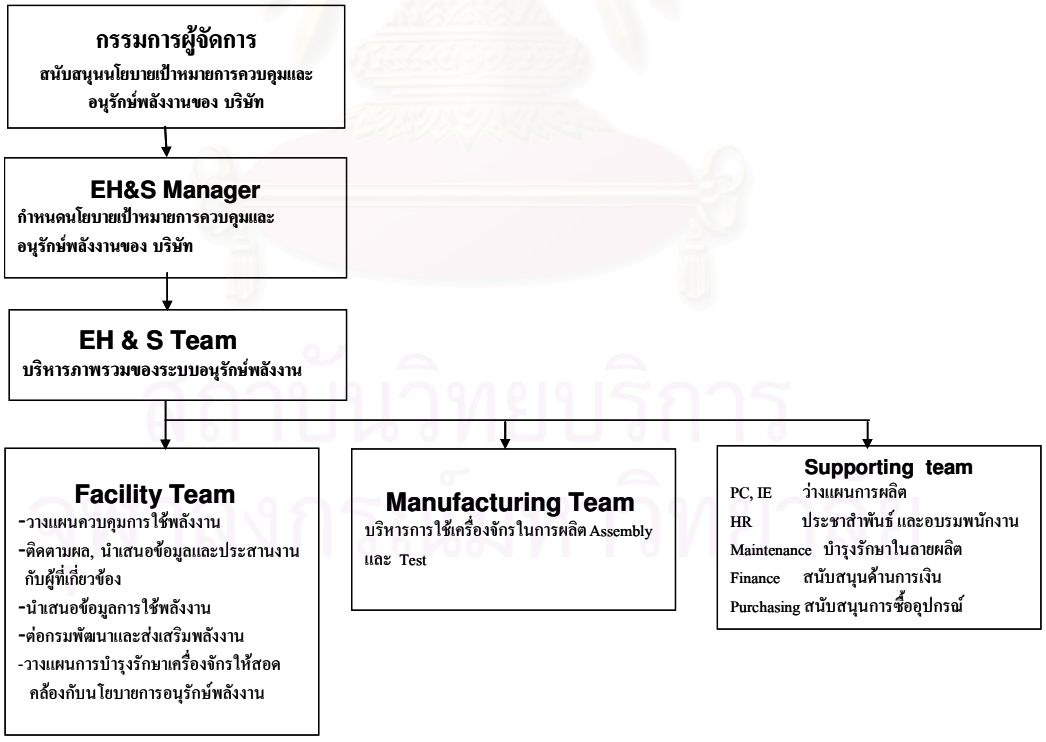
5. **การทบทวนผลการดำเนินการ** (Review)

องค์กรจัดทำและปฏิบัติตามเอกสารขั้นตอนการดำเนินงานในการตรวจประเมินระบบการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อเขียนรายงานความก้าวหน้าการปรับปรุงผลิตภาพด้านพลังงาน ตามช่วงเวลาที่กำหนดอย่างสม่ำเสมอ และมีการตรวจประเมินตลอดทั้งองค์กร โดยต้องครอบคลุม ขอบข่าย ความถี่ วิธีการตรวจประเมิน รวมทั้งความรับผิดชอบในการตรวจประเมิน และผู้ตรวจประเมินต้องเป็นบุคคล ที่มีความรู้ความสามารถในการตรวจประเมินระบบการอนุรักษ์พลังงานและมีความเป็นอิสระจาก กิจกรรมที่ทำการตรวจประเมิน ซึ่งอาจมาจากบุคคลภายในองค์กรก็ได้ เพื่อตัดสินว่า

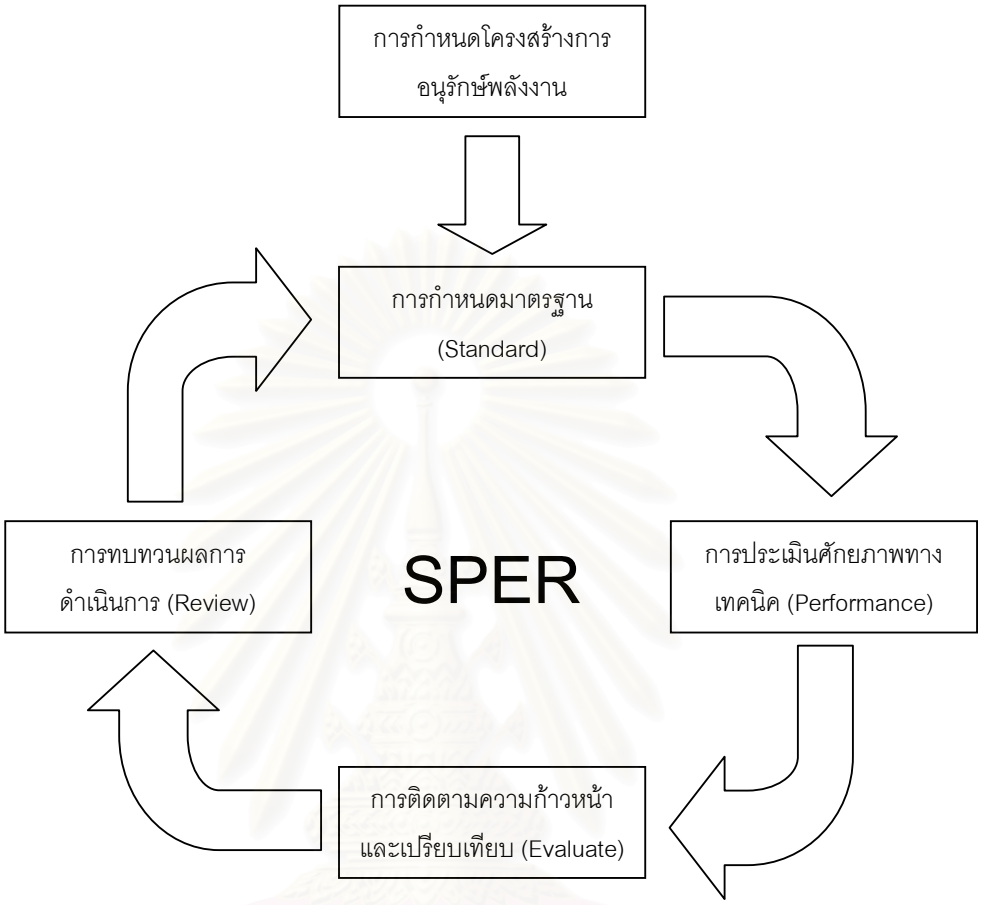
- ระบบการอนุรักษ์พลังงานขององค์กรเป็นไปตามมาตรฐานนี้
- องค์กรได้ดำเนินการบรรลุผลตามนโยบาย และการเตรียมการอนุรักษ์พลังงาน
- แผนการตรวจประเมินขึ้นกับระดับการใช้พลังงานและผลการตรวจประเมินที่ผ่านมา

และเพื่อเป็นการติดตามตรวจสอบการดำเนินงานตามแผน องค์กรควรจัดให้มีคณะผู้ตรวจประเมินภายในเพื่อตรวจสอบการปฏิบัติตามแผน การปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงานที่กำหนดขึ้น

ความถี่ของการตรวจประเมินภายในควรจะทำอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง



รูปที่ 5.1 แผงผังการจัดองค์การอนุรักษ์พลังงาน



รูปที่ 5.2 แผงผังการดำเนินงานตามแนวทาง SPER

5.2.2 ตัวอย่างคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ตัวอย่างคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานนี้ เป็นตัวอย่างที่ประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษา โรงงานผลิต PCBA โดยมีการกำหนดผู้รับผิดชอบในแต่ละหน้าที่ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน มีการกำหนดอำนาจหน้าที่ และพื้นที่ในความรับผิดชอบแต่ละส่วนงานของผู้รับผิดชอบนั้นๆ กล่าวคือใช้หลัก 5 W + 1 H (Who, What, Where, When, Why และ How) ในการเขียนคู่มือปฏิบัติการนี้ ประกอบกับแนวทางการพัฒนาคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้ได้คู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่สามารถเป็นตัวอย่างในการนำไปใช้กับโรงงานในกรณีศึกษาต่อไป

เมื่อมีการจัดทำคู่มือปฏิบัติการเรียบร้อย ขั้นตอนต่อไปก็คือการจัดทำเอกสารคู่มือการตรวจสอบต่างๆ ขึ้นมาประกอบ ซึ่งสามารถดูตัวอย่างได้ในภาคผนวก ค.

PCBA Manufacturing Co., Ltd.			**คู่มือปฏิบัติการ การอนุรักษ์พลังงาน** *PS-001 Rev.001*		
จัดทำโดย	:	(ลายเซ็น)	**อนุมัติโดย**	:	(ลายเซ็น)
ตรวจสอบโดย	:	(ลายเซ็น)			

1. วัตถุประสงค์

1) เพื่อให้สามารถเกิดระบบการอนุรักษ์พลังงานอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ และเกิดการปรับปรุงเพิ่มผลิตภาพ ด้านพลังงานอย่างต่อเนื่อง
2) เพื่อสามารถกำหนดผู้รับผิดชอบ ตามระบบการอนุรักษ์พลังงาน โครงการจัดทำแผน กำหนดมาตรฐานการใช้พลังงาน การวัดการประเมิน และการปรับปรุง เพิ่มผลิตภาพอย่างต่อเนื่อง
3) เพื่อสามารถกำหนดกระบวนวิธีการในการอนุรักษ์พลังงาน และกิจกรรมต่างๆ ที่จำเป็น
4) เพื่อสามารถจัดทำแผนอนุรักษ์ตามเงื่อนไขโรงงาน ควบคุมการใช้พลังงานตามกฎ
5) เพื่อมีการจัดทำรายงานความก้าวหน้าการปรับปรุงผลิตภาพด้านพลังงานประจำปี

2. ขอบเขต

จะครอบคลุมทุกพื้นที่ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ศึกษา

3. เนื้อหา

3.1 การวางโครงสร้าง

- กำหนดให้ Plant Manager เป็นผู้จัดการด้านพลังงาน มีหน้าที่ดังนี้
  - ดูแลให้ระบบการอนุรักษ์พลังงานที่จัดทำขึ้น มีการนำไปใช้และดำเนินการเป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานนี้อย่างต่อเนื่อง
  - รายงานผลการปฏิบัติตามระบบการอนุรักษ์พลังงานต่อผู้บริหารระดับสูง เพื่อนำไปใช้ในการทบทวนการจัดการ และเป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงระบบการอนุรักษ์พลังงาน

- แต่งตั้งคณะกรรมการบริหารด้านพลังงาน เพื่อกำหนดทิศทางการอนุรักษ์พลังงาน โดยต้องมีเอกสารเป็นลายลักษณ์อักษรลงนามโดย Executive vice president ซึ่งคณะกรรมการบริหารด้านพลังงานจะประกอบไปด้วยหัวหน้าส่วนต่างๆดังนี้
  - Executive vice president
  - Production Engineer
  - Industrial Engineer
  - Process Engineer
  - Maintenance Engineer
  - Planning & Control
  - Facility
  - Quality Assurance
  - Safety
- กำหนดผู้ดูแลโครงการต่างๆ เพื่อให้มีผู้รับผิดชอบในโครงการนั้น โดยให้มีตำแหน่งเป็นผู้จัดการโครงการ ในการอนุรักษ์พลังงาน เช่นกำหนดให้หัวหน้าฝ่าย Facility เป็นหัวหน้าโครงงาน “Online Clean Automatic Tube Cleaning System for Chiller”

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 การกำหนดมาตรฐาน

- ให้ Executive vice president กำหนดมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงาน โดยจัดทำเป็นเอกสารพร้อมทั้งลงนามโดยผู้บริหารระดับสูง เพื่อแสดงเจตจำนงในการอนุรักษ์พลังงาน เช่น
  - การกำหนดมาตรฐานว่า ต้องมีการดำเนินการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัทลงอย่างน้อย 2 % ต่อปี โดยเทียบจากอัตราส่วน Kilowatt Hour / Earn Hours
  - กำหนดดัชนีชี้วัดที่เป็นหน่วยการใช้พลังงานต่อชิ้นที่ผลิต ให้สามารถใช้พลังงานลดลงได้อย่างน้อย 2 % ต่อปี
  - กำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องจักรว่ามีประสิทธิภาพมาก – น้อยเพียงใด โดยกำหนดจาก Specific Energy Consumption (SEC) ที่เหมาะสม
  - กำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานในแต่ละพื้นที่ ให้มีการดำเนินการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละส่วนพื้นที่ลงอย่างน้อย 2 % ต่อปีโดยเทียบจากอัตราส่วน Kilowatt Hour / Earn Hours (ของส่วนพื้นที่นั้นๆ)

3.3 การดำเนินการตามมาตรฐาน และประเมินศักยภาพทางเทคนิค

- ดำเนินการต่างๆ เพื่อให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดเช่น
  - จัดแบ่งพื้นที่เป้าหมายออกเป็น 3 ส่วน
    - พื้นที่สำนักงานระดับหัวหน้าส่วนงานเป็นผู้รับผิดชอบ และ Facility เป็นผู้ประสานงาน
    - พื้นที่การผลิตมีพนักงานระดับ Supervisor เป็นผู้รับผิดชอบ และ Facility เป็นผู้ประสานงาน
    - พื้นที่โรงงานส่วนกลางส่วนงาน Facility เป็นผู้รับผิดชอบ
  - แต่ละพื้นที่มีการจัดทำโครงงานเพื่อการอนุรักษ์พลังงานเพื่อสามารถประหยัดพลังงานลงได้อย่างน้อยเดือนละ 1 โครงการ

- กำหนดให้ผู้รับผิดชอบในแต่ละพื้นที่ ทำการประชาสัมพันธ์ให้กับพนักงานทุกคน ตระหนักถึงความสำคัญของการประหยัดพลังงาน โดยการประชาสัมพันธ์ทางตามสายงาน และบอร์ดประกาศ หรือผ่านทางหัวหน้างาน

- การประเมินสภาวะการใช้พลังงาน

  กำหนดให้ฝ่าย Facility เป็นผู้รับผิดชอบในการประเมินสภาวะการใช้พลังงานซึ่งสามารถแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ระดับดังนี้

  1.1. ระดับองค์กร ประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งองค์กรเทียบเป็น อัตราส่วน Kilowatt Hour / Earn Hours

  1.2. ระดับสินค้า ประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยวัดจากดัชนีชี้วัดที่เป็นหน่วยการใช้พลังงานต่อชิ้นที่ผลิต

  1.3. ระดับอุปกรณ์ ประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยวัดจาก Specific Energy Consumption (SEC)

  1.4. ระดับพื้นที่ ประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละพื้นที่เทียบเป็น อัตราส่วน Kilowatt Hour / Earn Hours (ของส่วนพื้นที่นั้นๆ)

3.4 การติดตามความก้าวหน้า และเปรียบเทียบ

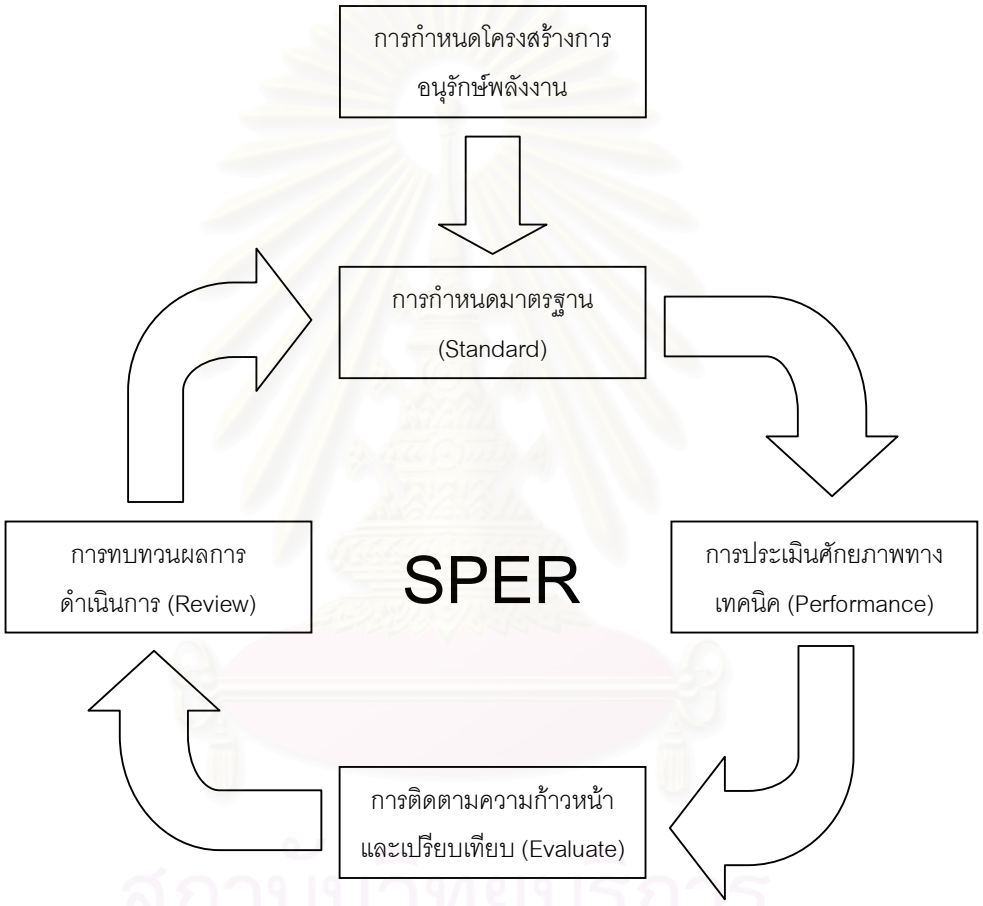
- กำหนดให้ผู้จัดการด้านพลังงานเป็นผู้รับผิดชอบในการติดตามความก้าวหน้าของการอนุรักษ์พลังงานว่า หลังจากได้ดำเนินการต่างๆแล้วสภาวะการใช้พลังงานในโรงงานเป็นเช่นไร เมื่อเทียบกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ เช่น โรงงานสามารถลดการใช้พลังงานลง 2 % หรือไม่ เมื่อวัดจากอัตราส่วน Kilowatt Hour / Earn Hours หรือวัดจากดัชนีชี้วัดที่เป็นหน่วยการใช้พลังงานต่อชิ้นที่ผลิต

- กำหนดให้ผู้รับผิดชอบในแต่ละส่วนพื้นที่ทั้ง 3 ส่วนเป็นผู้รับผิดชอบในการติดตามความก้าวหน้าของการอนุรักษ์พลังงานว่า หลังจากได้ดำเนินการต่างๆแล้วสภาวะการใช้พลังงานในพื้นที่แต่ละส่วนเป็นเช่นไร เมื่อเทียบกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ เช่น พื้นที่นั้นๆ สามารถลดการใช้พลังงานลง 2 % หรือไม่ เมื่อวัดจากอัตราส่วน Kilowatt Hour / Earn Hours

3.5 การทบทวนผลการดำเนินงาน

- กำหนดให้ผู้จัดการด้านพลังงาน และผู้รับผิดชอบในแต่ละส่วนพื้นที่เป็นผู้รับผิดชอบในการทบทวนผลการดำเนินงาน และเขียนรายงานความก้าวหน้าเพื่อให้แน่ใจว่าระบบการจัดการยังคงมีความเหมาะสม มีความเพียงพอ มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ต้องวิเคราะห์ว่าสิ่งใดต้องแก้ไขปรับปรุง จากข้อบกพร่องของระบบ รวมทั้งเสนอผล และประสิทธิภาพการดำเนินการให้คณะกรรมการพิจารณาอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผงผังการดำเนินงานในการอนุรักษ์พลังงาน

4. **บันทึก**

   N/A

5. **เอกสารอ้างอิง**

   5.1 คู่มือการปฏิบัติงานจัดทำเอกสารในระบบคุณภาพและสิ่งแวดล้อม WS-002-01

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการแก้ไข

แก้ไขครั้งที่	รายละเอียดการแก้ไข	ผู้จัดทำ	วันที่	อนุมัติโดย	วันที่
001	ออกเอกสารใหม่	(ชื่อ)	(วันที่)	(ชื่อ)	(วันที่)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทำศึกษาลักษณะการใช้พลังงานในช่วงปี 2547 ถึง 2549 ซึ่งได้มีการดำเนินงานตามขั้นตอนต่างๆที่ได้กล่าวมาในบทต่างๆข้างต้นแล้ว สามารถสรุปผลการดำเนินการได้ว่าการดำเนินการสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้คือ มีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิต การวัดหาค่าพลังงานไฟฟ้าของแต่ละระบบของโรงงานผลิตแผ่นลายวงจรพิมพ์ (PCBA) การหาค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (SEC) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.05 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ชิ้น ในปี 2548 และค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้าของแต่ละระบบ ได้มีการวางมาตรการการอนุรักษ์พลังงานเป็น 3 ระยะ การประเมินผลค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้เมื่อปฏิบัติตามมาตรการ ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายได้กว่า 5.6% เมื่อปฏิบัติตามมาตรการระยะสั้น ได้ศึกษาคู่มือปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน และได้เสนอแนวทางการพัฒนาคู่มือปฏิบัติการเพื่อเข้าสู่กระบวนการการอนุรักษ์พลังงาน ทั้งนี้จากผลการดำเนินงานและนำหลักการอนุรักษ์พลังงานมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถนำคู่มือปฏิบัติการที่จัดทำขึ้น ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคู่มือปฏิบัติการ เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ในโรงงานประกอบแผ่นลายวงจรพิมพ์กรณีศึกษาได้ และสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาคู่มือปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์อื่นที่สนใจที่จะพัฒนาคู่มือปฏิบัติการ เพื่อการอนุรักษ์พลังงานได้อีกด้วย

และในขั้นต่อไปของการดำเนินงาน สามารถติดตามผลของการเสนอแนวทางในการพัฒนาคู่มือปฏิบัติการที่ทำไว้ให้กับโรงงานในกรณีศึกษา ว่าสามารถใช้ประโยชน์ได้จริงหรือไม่ ติดตามว่ามีปัญหาที่ตรงจุดใด และสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ เพราะแนวทางที่ได้จัดทำนั้น ย่อมสามารถเกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้เป็นธรรมดา และในอนาคตอาจจะมีสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้ไม่สามารถจัดทำตามแนวทางที่กำหนดไว้ได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อเราได้ติดตามผลการดำเนินการตามแนวทางที่ได้วางไว้ แล้วเราจะสามารถรับทราบว่าแนวทางที่ได้จัดทำนั้นถูก หรือผิดประการใด หากมีสิ่งที่ผิดพลาด จะได้นำสิ่งเหล่านั้นมาเป็นประโยชน์ในการพัฒนาตนเอง และเป็นความรู้ในการที่จะจัดทำแนวทางการพัฒนาคู่มือปฏิบัติการอื่นๆ และอาจจะสามารถเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงานตามแนวทางที่ได้วางไว้ ได้อย่างเหมาะสม หรือหาแนวทางอื่นๆที่สามารถแก้ไขปัญหาสิ่งที่เกิดขึ้นได้ตามความเหมาะสมต่อไป

6.2 ปัญหาและอุปสรรคระหว่างดำเนินงานวิจัย

เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษาไม่เคยมีโครงการที่เกี่ยวกับพลังงานและไม่มีแผนอนุรักษ์พลังงานในโรงงานมาก่อน จึงก่อให้เกิดปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานดังนี้

- โรงงานไม่มีผู้รับผิดชอบเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานโดยตรง ทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลต้องใช้เวลานาน และติดต่อประสานงานกับหลายๆฝ่าย
- โรงงานไม่มีข้อมูลการใช้พลังงานของแต่ละระบบ ทำให้ต้องเริ่มตั้งแต่ทำการวัดจริง เก็บข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้อง ทำให้ใช้ในเวลาในการเก็บข้อมูลนาน
- การวัดค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้า แบบแยกระบบ ทำการวัดในช่วงระยะเวลาสั้นๆใน เดือน มิ.ย. ปี 2548 เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องเวลาที่ใช้ในการศึกษา อาจทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบที่วัดได้ มีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลอยู่บ้าง

6.3 ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่สามารถทำการศึกษาได้ครบทุกประเด็นที่น่าสนใจ เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเสนอประเด็นที่ควรทำการศึกษาต่อไปในอนาคต เพื่อให้การวิจัยในครั้งนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

- วิเคราะห์การใช้พลังงานต่อหน่วย ของแต่ละสถานีการทำงาน ทำให้ทราบข้อมูลในเชิงลึกที่มีความละเอียดแม่นยำมากยิ่งขึ้น
- ออกแบบจำลองเพื่อหาค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เมื่อปัจจัยที่เกี่ยวข้องเปลี่ยนแปลงไป เช่น yield, scrap ratio, กำลังการผลิตต่อชั่วโมง (UPH)
- เปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน เทียบกับโรงงานอื่นๆในอุตสาหกรรมการผลิต PCBA ด้วยกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

กันต์ธร เก่งพล. 2541. การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงแรม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดรุณี อาชวานันทกุล. 2528. การศึกษาการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมหนังเทียม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. 2536. การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. คณะวิศวกรรมศาสตร์. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. 2542. การอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

โมะโตะกิ มัทซึโอะ. 2527. เทคนิคการประหยัดพลังงานไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.

วัชระ มั่งวิทิตกุล. 2544. กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: อินเตอร์ พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง.

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. 2536. การอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. 2539. การอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์. 2548. เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมและกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สงวน ตั้งโพธิธรรม. 2529. การศึกษาการใช้และประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุชาติ ศรีวรานนท์. 2541. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษา: ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสิทธิ สุวรรณศรี. 2543. การปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก การคำนวณปริมาณผลผลิตเทียบเท่า(Equivalent Unit)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบของผลิตภัณฑ์ PCBA มีทั้งหมด 10 แบบ มีรายละเอียดดังนี้

รายการที่	ผลิตภัณฑ์	Process Time เวลาที่ใช้ในการผลิต (ชั่วโมง)
1	A	0.59
2	B	0.70
3	C	0.80
4	D	1.10
5	E	1.20
6	F	1.68
7	G	1.90
8	H	2.67
9	I	3.67
10	J	4.00

จากข้อมูลในตารางข้างบน จะเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ A ใช้เวลาในการผลิตน้อยที่สุด คือ 0.59 ชั่วโมง ส่วน ผลิตภัณฑ์ J ใช้เวลาในการผลิตมากที่สุด คือ 4.00 ชั่วโมง ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ J จะใช้เวลาในการผลิต เป็น 4.00/ 0.59 = 6.78 เท่าของเวลาที่ใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์ A ซึ่งจะเห็นว่าในการผลิต ผลิตภัณฑ์ J 1 ชิ้น จะเทียบเท่ากับผลิต ผลิตภัณฑ์ A 6.78 ชิ้น ค่า 6.78 ถูกกำหนดเรียกว่าค่า Equivalent Unit Factor (EU Factor)

ดังนั้น จากตารางข้างบน สามารถหาค่า EU Factor ของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการที่	ผลิตภัณฑ์	Process Time เวลาที่ใช้ในการผลิต (ชั่วโมง)	EU Factor
1	A	0.59	1.00
2	B	0.70	1.19
3	C	0.80	1.36
4	D	1.10	1.86
5	E	1.20	2.03
6	F	1.68	2.85
7	G	1.90	3.22
8	H	2.67	4.69
9	I	3.67	6.22
10	J	4.00	6.78

วิธีการคำนวณหา ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า ทำได้โดย การนำ EU Factor ไปคูณกับปริมาณผลผลิตดีของแต่ละผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางแสดงปริมาณผลผลิตเทียบเท่าของ PCBA ในช่วง เดือน ก.ค. ถึง ธ.ค. 2547

ผลิตภัณฑ์	EU Factor	ปริมาณผลผลิต	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
A	1.00	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	0	0	0	0
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	0	0	0	0
B	1.19	ปริมาณผลผลิตจริง	11,090	128,168	101,473	38,364	75,466	121,546
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	13,197	152,520	120,753	45,653	89,805	144,640
C	1.36	ปริมาณผลผลิตจริง	43,458	129,488	189,907	124,597	74,307	175,131
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	59,103	176,104	258,274	169,452	101,058	238,178
D	1.86	ปริมาณผลผลิตจริง	208,787	232,741	207,984	89,647	21,140	47,922
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	388,344	432,898	386,850	166,743	39,320	89,135
E	2.03	ปริมาณผลผลิตจริง	3,046	186,326	34,539	98,059	142,050	277,785
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	6,183	378,242	70,114	199,060	288,362	563,904
F	2.85	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	0	0	0	0
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	0	0	0	0
G	3.22	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	0	0	0	0
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	0	0	0	0
H	4.69	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	0	0	0	0
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	0	0	0	0
I	6.22	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	0	0	0	0
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	0	0	0	0
J	6.78	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	0	0	0	0
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	0	0	0	0
	รวมปริมาณผลผลิตจริง		266,381	676,723	533,903	350,667	312,963	622,384
	รวมปริมาณผลผลิตเทียบเท่า		466,827	1,139,764	835,991	580,908	518,544	1,035,856

ตารางแสดงปริมาณผลผลิตเทียบเท่าของ PCBA ในช่วง เดือน ม.ค. ถึง มิ.ย. 2548

ผลิตภัณฑ์	EU Factor	ปริมาณผลผลิต	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
A	1.00	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	0	0	0	0
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	0	0	0	0
B	1.19	ปริมาณผลผลิตจริง	59,316	108,277	118,286	118,899	102,762	197,583
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	70,586	128,850	140,760	141,490	122,287	235,124
C	1.36	ปริมาณผลผลิตจริง	31,355	41,506	89,607	98,107	55,703	120,452
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	42,643	56,448	121,866	133,426	75,756	163,815
D	1.86	ปริมาณผลผลิตจริง	80,108	95,005	145,346	79,914	65,273	155,931
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	149,001	176,709	270,344	148,640	121,408	290,032
E	2.03	ปริมาณผลผลิตจริง	154,618	214,171	157,011	129,172	114,143	323,968
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	313,875	434,767	318,732	262,219	231,710	657,655
F	2.85	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	0	0	0	0
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	0	0	0	0
G	3.22	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	0	6,323	6,188	7,499
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	0	20,360	19,925	24,147
H	4.69	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	0	818	2,204	2,470
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	0	3,836	10,337	11,584
I	6.22	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	0	0	0	0
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	0	0	0	0
J	6.78	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	0	447	570	1,081
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	0	3,031	3,865	7,329
	รวมปริมาณผลผลิตจริง		325,397	458,959	510,250	433,680	346,843	808,984
	รวมปริมาณผลผลิตเทียบเท่า		576,104	796,774	851,702	713,002	585,288	1,389,685

ตารางแสดงปริมาณผลผลิตเทียบเท่าของ PCBA ในช่วง เดือน ก.ค. ถึง ธ.ค. 2548

ผลิตภัณฑ์	EU Factor	ปริมาณผลผลิต	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
A	1.00	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	3,584	6,080	0	18,256
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	3584	6080	0	18256
B	1.19	ปริมาณผลผลิตจริง	158,475	118,617	128,321	116,410	129,214	208,354
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	188,585	141,154	152,702	138,528	153,765	247,941
C	1.36	ปริมาณผลผลิตจริง	70,027	98,171	352,218	407,365	353,194	551,716
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	95,237	133,513	479,016	554,016	480,344	750,334
D	1.86	ปริมาณผลผลิตจริง	119,959	148,615	48,589	21,843	30,197	115,114
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	223,124	276,424	90,376	40,628	56,166	214,112
E	2.03	ปริมาณผลผลิตจริง	212,951	211,373	110,751	8,410	17,834	122,751
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	432,291	429,087	224,825	17,072	36,203	249,185
F	2.85	ปริมาณผลผลิตจริง	159	449	264	746	885	967
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	453	1,280	752	2,126	2,522	2,756
G	3.22	ปริมาณผลผลิตจริง	5,387	6,380	9,008	9,037	10,621	9,278
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	17,346	20,544	29,006	29,099	34,200	29,875
H	4.69	ปริมาณผลผลิตจริง	1,120	1,483	2,610	794	1,630	4,249
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	5,253	6,955	12,241	3,724	7,645	19,928
I	6.22	ปริมาณผลผลิตจริง	0	0	111	133	300	415
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	0	0	690	827	1,866	2,581
J	6.78	ปริมาณผลผลิตจริง	1,185	574	2,374	1,732	1,758	937
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	8,034	3,892	16,096	11,743	11,919	6,353
	รวมปริมาณผลผลิตจริง		**569,263**	**585,662**	**657,830**	**572,550**	**545,633**	**1,032,037**
	รวมปริมาณผลผลิตเทียบเท่า		**970,323**	**1,012,848**	**1,009,288**	**803,844**	**784,630**	**1,541,321**

ตารางแสดงปริมาณผลผลิตเทียบเท่าของ PCBA ในช่วง เดือน ม.ค. ถึง มิ.ย. 2549

ผลิตภัณฑ์	EU Factor	ปริมาณผลผลิต	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
A	1.00	ปริมาณผลผลิตจริง	40	0	12,354	27,483	14,924	43,998
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	40	0	12354	27483	14924	43998
B	1.19	ปริมาณผลผลิตจริง	97,358	81,359	26,499	67,217	35,164	64,962
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	115,856	96,817	31,534	79,988	41,845	77,305
C	1.36	ปริมาณผลผลิตจริง	469,951	449,006	953,979	385,413	275,981	1,130,330
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	639,133	610,648	1,297,411	524,162	375,334	1,537,249
D	1.86	ปริมาณผลผลิตจริง	42,348	17,346	12,887	5,179	7	10,394
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	78,767	32,264	23,970	9,633	13	19,333
E	2.03	ปริมาณผลผลิตจริง	77,701	111,479	125,846	55,978	52,348	93,545
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	157,733	226,302	255,467	113,635	106,266	189,896
F	2.85	ปริมาณผลผลิตจริง	315	539	272	401	238	545
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	898	1,536	775	1,143	678	1,553
G	3.22	ปริมาณผลผลิตจริง	992	13,834	3,109	3,013	1,608	5,663
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	3,194	44,545	10,011	9,702	5,178	18,235
H	4.69	ปริมาณผลผลิตจริง	1,225	1,693	2,396	979	1,244	2,858
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	5,745	7,940	11,237	4,592	5,834	13,404
I	6.22	ปริมาณผลผลิตจริง	939	1,519	1,796	735	149	2,465
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	5,841	9,448	11,171	4,572	927	15,332
J	6.78	ปริมาณผลผลิตจริง	1,928	1,264	1,865	1,300	889	1,130
		ปริมาณผลผลิตเทียบเท่า	13,072	8,570	12,645	8,814	6,027	7,661
	รวมปริมาณผลผลิตจริง		**692,797**	**678,039**	**1,141,003**	**547,698**	**382,552**	**1,355,890**
	รวมปริมาณผลผลิตเทียบเท่า		**1,020,279**	**1,038,071**	**1,666,576**	**783,723**	**557,027**	**1,923,967**

ภาคผนวก ข การคำนวณการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าตามมาตรการระยะสั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการที่ 1 การรวมโหลดหม้อแปลงลูกที่ 3 กับ 4 แล้วปลดลูก 4 ออก

ความเป็นมาและลักษณะการใช้พลังงาน

โรงงานมีการใช้หม้อแปลงขนาด 1,000 kVA จำนวน 4 ลูก จ่ายทั้งโรงงาน แบ่งออกเป็น MDB1 - MDB4

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

มีการสูญเสียพลังงานของ Core loss ที่หม้อแปลงเมื่อมีการใช้โหลดน้อย

ก่อนปรับปรุง

หลังปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการสำรวจที่ตู้ MDB ทั้ง 4 ลูก จะเห็นว่าหม้อแปลงที่จ่ายให้ MDB 3 และ MDB 4 จะมีการใช้โหลดน้อยมาก แต่จากการสอบถามทางโรงงานจะมีการเพิ่ม Line การผลิตแต่ยังไม่มีกำหนดเวลาที่แน่นอน ดังนันเราสามารถทำการรวมโหลด MDB 3 และ MDB 4 เข้าด้วยกันโดยการใช้ tie bus แล้วทำการตัดหม้อแปลงออก 1 ลูกโดยการสับสวิทช์ทางด้าน High volt จะทำให้ลดการสูญเสีย Core loss ของหม้อแปลง

สภาพหลังปรับปรุง

ดำเนินการตัดหม้อแปลงออก 1 ลูก

ระยะเวลาดำเนินการ	1.00	วัน
เงินลงทุน	-	บาท
ผลประหยัดที่ได้	51,246.00	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	-	ปี

มาตรการรวมโหลดหม้อแปลงลูกที่ 3 กับ 4 แล้วปลดลูก 4 ออก

รายละเอียดการคำนวณ

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย
ข้อมูล				
ขนาดหม้อแปลงลูก 3	TR-3		1,000.00	kVA
ขนาดหม้อแปลงลูก 4	TR-4		1,000.00	kVA
Core loss ของหม้อแปลงขนาด 1,000 kVA	p		1.95	kW
คิดเปอร์เซ็นต์การใช้งานเฉลี่ย	%		100.00	%
ชั่วโมงการทำงาน	hr		24.00	ชั่วโมง/วัน
วันทำงาน	D		365.00	วัน/ปี
ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	CE		3.00	บาท/หน่วย
การคำนวณ				
ทำการรวมหม้อแปลงเข้าด้วยกันแล้วปลดTR-4				
กำลังไฟฟ้าที่ลดลง	P_{save}	p	1.95	kW
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	E_{save}	P_{save}*(%/100)*hr*D	17,082.00	kWh/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า	M_{save}	CE*E_{save}	51,246.00	บาท/ปี
การลงทุน				
ไม่มีเงินลงทุน (มี tie bus อยู่แล้ว)	C_1		-	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	PB	C_1 / M_{save}	-	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการที่ 2 การลดแสงสว่างที่เกินความจำเป็น

ความเป็นมาและลักษณะการใช้พลังงาน

การลดปริมาณแสงสว่างที่มากเกินความต้องการจริง และมาตรฐานที่กำหนดในพื้นที่ต่างๆ โดยลดจำนวนหลอดไฟลงด้วยการปลดหลอดไฟออก

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

มีการสูญเสียพลังงานเนื่องจากมีปริมาณแสงสว่างมากเกินความต้องการและมาตรฐาน

สภาพก่อนการปรับปรุง	สภาพหลังการปรับปรุง
จากปกติมีความต้องการแสงสว่างในพื้นที่ต่างๆมากเกินความต้องการจริงและมาตรฐานที่กำหนด	เมื่อทำการปรับปรุงแล้วจะทำให้สามารถลดพลังงานไฟฟ้าและลดแสงสว่างที่มากเกินไปและช่วยลดอันตรายต่อระบบสายตาพนักงาน

แผนการดำเนินงาน

สามารถดำเนินการได้ทันที โดยทำการปลดหลอดออกและวัดความเข้มแสงให้เหมาะสม

ระยะเวลาดำเนินการ	1.00	วัน
เงินลงทุน	-	บาท
ผลประหยัดที่ได้	48,355.20	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	-	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการลดแสงสว่างในพื้นที่ต่าง ๆ ที่ไม่จำเป็น

รายละเอียดการคำนวณ

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย
ข้อมูล				
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์	n		40.00	หลอด
ขนาดของหลอดฟลูออเรสเซนต์	p	Loss หลอด + Loss บัลลาสต์	46.00	W
คิดเปอร์เซ็นต์การใช้งานเฉลี่ย	%		100.00	%
ชั่วโมงการทำงาน	hr		24.00	ชั่วโมง/วัน
วันทำงาน	D		365.00	วัน/ปี
ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	CE		3.00	บาท/หน่วย
การคำนวณ				
กำลังไฟฟ้าที่ลดลง	P_{save}	(p * n) / 1000	1.84	kW
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	E_{save}	P_{save}*(%/100)*hr*D	16,118.40	kWh/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า	M_{save}	$CE*E_{save}$	48,355.20	บาท/ปี
การลงทุน				
ไม่มีเงินลงทุน	C_1		-	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	PB	C_1 / M_{save}	-	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการที่ 3 การลดแสงสว่างที่เกินความจำเป็นในโรงอาหาร

ความเป็นมาและลักษณะการใช้พลังงาน

การลดปริมาณแสงสว่างที่มากเกินความต้องการจริง และมาตรฐานที่กำหนดในพื้นที่โรงอาหารโดยลดจำนวนหลอดไฟลงด้วยการปลดหลอดไฟออก

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

มีการสูญเสียพลังงานเนื่องจากมีปริมาณแสงสว่างมากเกินความต้องการและมาตรฐาน

สภาพก่อนการปรับปรุง	สภาพหลังการปรับปรุง
จากปกติมีความต้องการแสงสว่างในพื้นที่โรงอาหารมากเกินความต้องการจริงและมาตรฐานที่กำหนด	เมื่อทำการปรับปรุงแล้วจะทำให้สามารถลดพลังงานไฟฟ้าและลดแสงสว่างที่มากเกินไปและช่วยลดอันตรายต่อระบบสายตาพนักงาน

แผนการดำเนินงาน

สามารถดำเนินการได้ทันที โดยทำการปลดหลอดออกและวัดความเข้มแสงให้เหมาะสม

ระยะเวลาดำเนินการ	1.00	วัน
เงินลงทุน	-	บาท
ผลประหยัดที่ได้	9,066.60	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	-	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการการลดแสงสว่างที่เกินความจำเป็นในโรงอาหาร
รายละเอียดการคำนวณ

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย
ข้อมูล				
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์	n		10.00	หลอด
ขนาดของหลอดฟลูออเรสเซนต์	p	Loss หลอด + Loss บัลลาสต์	46.00	W
คิดเปอร์เซ็นต์การใช้งานเฉลี่ย	%		100.00	%
ชั่วโมงการทำงาน	hr		18.00	ชั่วโมง/วัน
วันทำงาน	D		365.00	วัน/ปี
ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	CE		3.00	บาท/หน่วย
การคำนวณ				
กำลังไฟฟ้าที่ลดลง	P_{save}	(p * n) / 1000	0.46	kW
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	E_{save}	P_{save}*(%/100)*hr*D	3,022.20	kWh/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า	M_{save}	CE*E_{save}	9,066.60	บาท/ปี
การลงทุน				
ไม่มีเงินลงทุน	C_1		-	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	PB	C_1 / M_{save}	-	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการที่ 4 การลดแสงสว่างที่เกินความจำเป็นบริเวณทางเดินรอบโรงงาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้พลังงาน

การลดปริมาณแสงสว่างที่มากเกินความต้องการจริง และมาตรฐานที่กำหนดในพื้นที่ทางเดินรอบโรงงานโดยลดจำนวนหลอดไฟลงด้วยการปลดหลอดไฟออก

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

มีการสูญเสียพลังงานเนื่องจากมีปริมาณแสงสว่างมากเกินความต้องการและมาตรฐาน

สภาพก่อนการปรับปรุง	สภาพหลังการปรับปรุง
จากปกติมีความต้องการแสงสว่างในพื้นที่ทางเดินรอบโรงงานมากเกินความต้องการจริงและมาตรฐานที่กำหนด	เมื่อทำการปรับปรุงแล้วจะทำให้สามารถลดพลังงานไฟฟ้าและลดแสงสว่างที่มากเกินไปและช่วยลดอันตรายต่อระบบสายตาพนักงาน

แผนการดำเนินงาน

สามารถดำเนินการได้ทันที โดยทำการปลดหลอดออกและวัดความเข้มแสงให้เหมาะสม

ระยะเวลาดำเนินการ	1.00	วัน
เงินลงทุน	-	บาท
ผลประหยัดที่ได้	52,560.00	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	-	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการลดแสงสว่างในพื้นที่ทางเดินรอบโรงงาน

รายละเอียดการคำนวณ

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย
ข้อมูล				
จำนวนหลอดแสงจันทร์	n		10.00	หลอด
ขนาดของหลอดแสงจันทร์	p		400.00	W
คิดเปอร์เซ็นต์การใช้งานเฉลี่ย	%		100.00	%
ชั่วโมงการทำงาน	hr		12.00	ชั่วโมง/วัน
วันทำงาน	D		365.00	วัน/ปี
ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	CE		3.00	บาท/หน่วย
การคำนวณ				
กำลังไฟฟ้าที่ลดลง	P_{save}	(p * n) / 1000	4.00	kW
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	E_{save}	P_{save}*(%/100)*hr*D	17,520.00	kWh/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า	M_{save}	CE*E_{save}	52,560.00	บาท/ปี
การลงทุน				
ไม่มีเงินลงทุน	C_1		-	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	PB	C_1 / M_{save}	-	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการที่ 5 การปิดหน้าจอคอมพิวเตอร์ขณะไม่ใช้งาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้พลังงาน

โรงงานมีเครื่องคอมพิวเตอร์ประมาณ 300 เครื่องที่เปิดใช้งานตลอดเวลา

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

มีการสูญเสียพลังงานเนื่องจากมีการเปิดหน้าจอคอมพิวเตอร์ไว้ แม้แต่ในช่วงที่ไม่ใช้งาน

สภาพก่อนการปรับปรุง	สภาพหลังการปรับปรุง
จากปกติมีการเปิดหน้าจอคอมพิวเตอร์ไว้ตลอดเวลา	เมื่อทำการปรับปรุงแล้วจะทำให้สามารถลดพลังงานไฟฟ้าโดยการตั้งค่าหน้าจอให้เข้าสู่ stand by mode เมื่อไม่ได้ใช้งาน

แผนการดำเนินงาน

สามารถดำเนินการได้ทันที โดยพนักงานแผนก IT ทำการแนะนำวิธีการตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ให้หน้าจอเข้าสู่ stand by mode เมื่อไม่ได้ใช้งาน

ระยะเวลาดำเนินการ	3.00	วัน
เงินลงทุน	-	บาท
ผลประหยัดที่ได้	98,550.00	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	-	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการปิดหน้าจอคอมพิวเตอร์ขณะไม่ใช้งาน

รายละเอียดการคำนวณ

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย
ข้อมูล				
จำนวนคอมพิวเตอร์	n		300.00	เครื่อง
ขนาดของหน้าจอคอมพิวเตอร์	p		150.00	W
คิดเปอร์เซ็นต์การใช้งานเฉลี่ย	%		100.00	%
ชั่วโมงการทำงานที่สามารถปิดเครื่องได้	hr		2.00	ชั่วโมง/วัน
วันทำงาน	D		365.00	วัน/ปี
ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	CE		3.00	บาท/หน่วย
การคำนวณ				
กำลังไฟฟ้าที่ลดลง	P_{save}	(p * n) / 1000	45.00	kW
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	E_{save}	P_{save}*(%/100)*hr*D	32,850.00	kWh/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า	M_{save}	CE*E_{save}	98,550.00	บาท/ปี
การลงทุน				
ไม่มีเงินลงทุน	C_1		-	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	PB	C_1 / M_{save}	-	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการที่ 6 การลดช่วงเวลาการเปิดแอร์ในสำนักงาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้พลังงาน

การเปิดแอร์ในสำนักงาน ตั้งแต่ 7.00 น. ถึง 22.00 น. เป็นเวลา 15 ชั่วโมง

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากเนื่องจากช่วงเวลาในการเปิดแอร์มากเกินความจำเป็น

สภาพก่อนการปรับปรุง	สภาพหลังการปรับปรุง
ช่วงเวลาในการเปิดแอร์ในสำนักงานคือ 7.00 น. ถึง 22.00 น. คิดเป็น 15 ชั่วโมง	ปิดแอร์ในสำนักงานช่วงพักเที่ยง และ ปิดแอร์ให้เร็วขึ้นจาก22.00 น. เป็น 21.00 น. ลดไปได้ 2 ชั่วโมง

แผนการดำเนินงาน

แจ้งให้พนักงานทุกคนทราบถึงแผนการเปิด-ปิด แอร์ใหม่ และพนักงานแผนก Facility เป็นผู้ทำการเปิด-ปิด

ระยะเวลาดำเนินการ	3.00	วัน
เงินลงทุน	-	บาท
ผลประหยัดที่ได้	262,500.00	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	-	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการลดลดช่วงเวลาการเปิดแอร์ในสำนักงาน

รายละเอียดการคำนวณ

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย
ข้อมูล				
จำนวนการใช้งานปกติ			15.00	ชั่วโมง/วัน
จำนวนการใช้งานที่ลดลง			2.00	ชั่วโมง/วัน
คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การใช้งานที่ลดลง			13.33%	%
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน			2,500,000.00	บาท/เดือน
ค่าไฟฟ้าเนื่องจากการใช้งานระบบปรับอากาศ (18.75%)			468,750.00	บาท/เดือน
ค่าไฟฟ้าเนื่องจากการใช้งานระบบปรับอากาศของสำนักงาน (35% ของระบบปรับอากาศรวม)			164,062.50	บาท/เดือน
การคำนวณ				
คิดเป็นเงินที่ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า	M_{save}		21,875.00	บาท/เดือน
			262,500.00	บาท/ปี
การลงทุน				
ไม่มีเงินลงทุน	C_1		-	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	PB		-	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการที่ 7 การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดแสงจันทร์ในพื้นที่การผลิต

ความเป็นมาและลักษณะการใช้พลังงาน

ในพื้นที่การผลิตมีการใช้หลอดแสงจันทร์ ติดอยู่ที่ผ้าเพดานเพื่อให้ความสว่าง

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

หลอดแสงจันทร์ใช้กำลังไฟฟ้ามาก ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้ามาก

	เปลี่ยนไปใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 2x36 วัตต์แทน
ก่อนปรับปรุง	**หลังปรับปรุง**

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

ทำการปลดชุดโคมไฟพร้อมหลอดแสงจันทรทั้งหมด จำนวน 112 ชุด ในพื้นที่การผลิต แล้วติดตั้งโคมไฟพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 2 หลอดต่อ 1โคมแทน จะทำให้ช่วยลดพลังงานไฟฟ้าและความสว่างยังอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดไว้

ระยะเวลาดำเนินการ	2	เดือน
เงินลงทุน	470,400	บาท
ผลประหยัดที่ได้	1	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.51	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดแสงจันทร์ในพื้นที่การผลิต
รายละเอียดการคำนวณ

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย
ข้อมูล				
จำนวนหลอดแสงจันทร์	n	400 watt	112	หลอด
วัตต์ลดลง	dL	423-92	331	วัตต์
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	CE		3.00	บาท/หน่วย
วันทำงาน	D		365	วัน/ปี
ชั่วโมงการทำงาน	hr		24	ชั่วโมง/วัน
คิดเปอร์เซ็นต์การใช้งานเฉลี่ย	%		95	%
การคำนวณ				
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	P_{save}	n*(dL/1000)	37.07	kW
ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	E_{save}	(n*dL*D*hr*(%/100))/1000	308,513	kWh/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า	M_{save}	$CE*E_{save}$	925,540	บาท/ปี
การลงทุน				
ราคาชุดฟลูออเรสเซนต์	C1		470,400	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	PB	$C1/M_{save}$	0.51	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

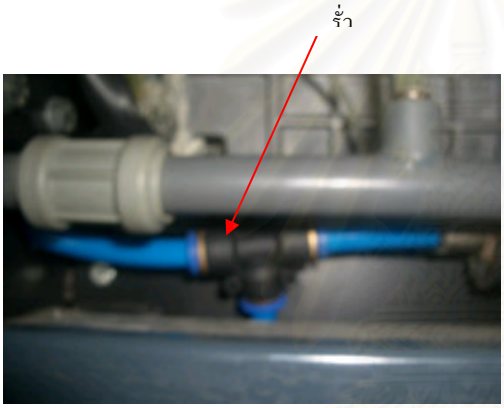
มาตรการที่ 8 การแก้ไขการรั่วของอากาศอัดตามจุดต่างๆ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้พลังงาน

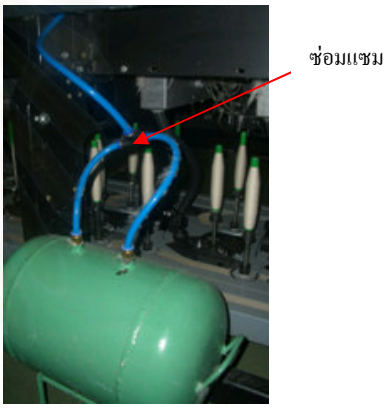
จากการตรวจดูตามอุปกรณ์ในพื้นที่การผลิตพบจำนวนรอยรั่วและรอยซึมตามข้อต่อ และจุดต่างๆ ที่มีการใช้ลมอัดถึงจำนวน 15 จุด เปิดใช้งานวันละ 24 ชั่วโมง/วัน

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

ปัญหาคือบางครั้งเกิดการรั่วจะไม่ทราบเนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ลมจะอยู่ด้านในของเครื่องจักรจึงยากต่อการสังเกต



ก่อนปรับปรุง



หลังปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

1) สำรวจรอยรั่ว
2) ทำการเบิกอะไหล่
3) ทำการซ่อมแซมตามจุดต่างๆ

ระยะเวลาดำเนินการ	2	เดือน
เงินลงทุน	13,500	บาท
ผลประหยัดที่ได้	164,976	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.08	ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรการแก้ไขการรั่วของอากาศอัดตามจุดต่าง ๆ
รายละเอียดการคำนวณ

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	ค่า	ค่า	ค่า	หน่วย
ข้อมูล							
ขนาดรูรั่วขนาดเล็ก	Ms	-	1.3	0.6	1	2	มิลลิเมตร
จำนวนจุดลมรั่วขนาดเล็ก	Ns	-	3	8	3	1	จุด
ปริมาณลมรั่วต่อจุด	Vs	-	1.84	0.39	1.09	4.35	ลิตร/วินาที
ความดันใช้งาน	WP	-	6.8	6.8	6.8	6.8	bar
เปอร์เซ็นต์การทำงาน	L	-	100	100	100	100	%
ค่าไฟฟ้า	CE	-	3.00	3.00	3.00	3.00	บาท/kWh
ชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	D	-	24	24	24	24	ชั่วโมง/วัน
จำนวนวันที่ใช้งานต่อปี	H	-	352	352	352	352	วัน/ปี
การคำนวณ							
ปริมาณลมรั่วทั้งหมด	Q	Q = Ns*Vs+Nm*Vm+Nl*Vl	5.52	3.13	3.27	4.35	ลิตร/วินาที
คิดเป็นกำลังไฟฟ้า	P	P = 0.4*Q	2.21	1.25	1.31	1.74	kW
คิดเป็นปริมาณไฟฟ้า	E_{SAVE}	E_{SAVE} = P*H*D*L	18,649	10,594	11,035	14,714	kWh/ปี
คิดเป็นเงิน	M_{SAVE}	M_{SAVE} = E_{SAVE}*CE	55,948	31,781	33,105	44,141	บาท/ปี
			164,976				บาท/ปี
การลงทุน							
รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	C_1		13,500				บาท
ระยะเวลาคืนทุน	PB	C_1 / M_{saveT}	0.08				ปี

ตารางที่ ข.1 แสดงอัตราการรั่วของลมผ่านรูรั่วที่ความดันขนาดต่างๆ (Discharge of Air through an Orifice)

Air Pressure (bar)	Discharge of Free Air in Litre per second for various Orifice Diameter										
	0.5 mm	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	8 mm	9.5 mm	10 mm	12.5 mm
1	0.08	0.32	1.27	2.86	5.09	7.96	11.46	20.37	28.73	31.83	49.74
2	0.12	0.48	1.91	4.29	7.62	11.91	17.15	30.49	43.00	47.65	74.45
3	0.16	0.63	2.54	5.71	10.15	15.86	22.85	40.61	57.27	63.46	99.15
4	0.20	0.79	3.17	7.13	12.68	19.82	28.54	50.73	71.54	79.27	123.86
5	0.24	0.95	3.80	8.56	15.21	23.77	34.23	60.86	85.81	95.09	148.57
6	0.28	1.11	4.44	9.98	17.74	27.22	39.92	70.97	100.09	110.90	173.28
7	0.32	1.27	5.07	11.40	20.27	31.68	45.62	81.10	114.36	126.71	197.99
8	0.36	1.43	5.70	12.83	22.80	35.63	51.31	91.22	128.63	142.52	222.70
9	0.40	1.58	6.33	14.25	25.33	39.58	57.00	101.34	142.90	158.34	247.40
10	0.44	1.71	6.97	15.67	27.86	43.51	62.69	111.46	157.17	174.15	272.11
11	0.47	1.90	7.60	17.10	30.39	47.48	68.39	121.58	171.44	189.96	296.82
12	0.51	2.06	8.23	18.52	32.92	54.44	74.08	131.70	185.71	205.78	321.53
13	0.55	2.22	8.86	19.94	35.45	55.40	79.77	141.82	199.99	221.59	346.24
14	0.59	2.37	9.50	21.37	37.98	59.35	85.47	151.94	214.26	237.40	370.94
15	0.63	2.53	10.13	22.79	40.51	63.30	91.16	162.06	228.53	253.22	395.65

ที่มา : คำนวณจาก $I_a = \dfrac{0.001 \times \pi \times (d^2) \times C_D \times C^* \times P_N \times Z \times R \times T_1}{4 \times P_1 \times \sqrt{R \times T_N}}$

I_a = อัตราการรั่วของอากาศ (l/s)

Z = ตัวประกอบในการอัดอากาศ = 1

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของขนาดรูรั่ว (mm.)

R = ค่าคงที่ของก๊าซ = 287.1 J /(kg˚k)

C_D = Discharge Coefficiant = 0.9888

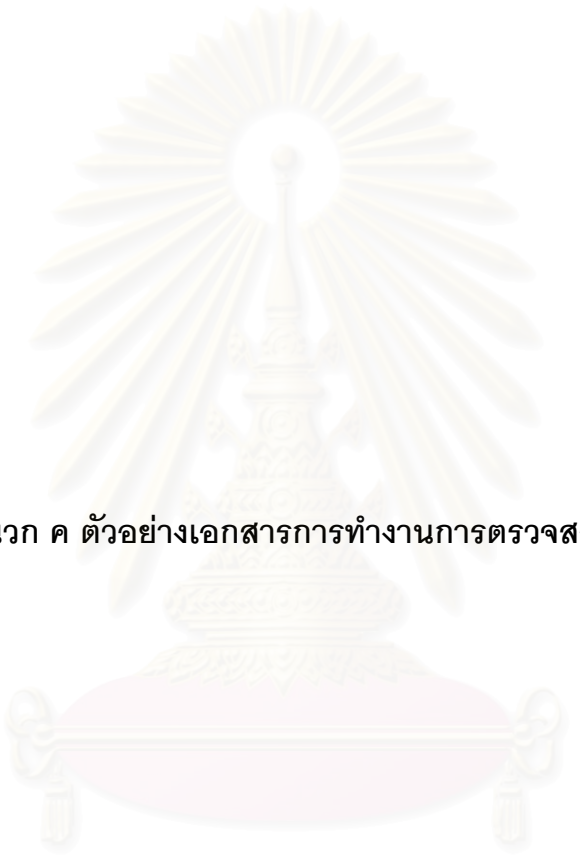
T_1 = อุณหภูมิสัมบูรณ์ของอากาศ = 293.15˚k (ที่สภาพอากาศอ้างอิง 20˚C)

C* = Critical Flow Factor = 0.6862

T_N = 273.15˚k

P_N = ความดันอากาศสัมบูรณ์ขณะอยู่ใน Nozzle (bar)

P_1 = ความดันอากาศสัมบูรณ์อ้างอิง (bar)



ภาคผนวก ค ตัวอย่างเอกสารการทำงานการตรวจสอบระบบไฟฟ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PCBA Manufacturing Co., Ltd.	WORK INSTRUCTION (เอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน)	WI No.: (เอกสารหมายเลข)	WI – Fac -001
		Revision: (ฉบับที่)	001
WI Title: (ชื่อเรื่อง)	การตรวจสอบระบบไฟฟ้า		

1. วัตถุประสงค์

1.1. ผู้อ่านสามารถดำเนินการตรวจสอบระบบไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

1.2. ระบบไฟฟ้าไม่มีการขัดข้องอันเนื่องมาจากตัวจ่ายไฟ

2 . เอกสารอ้างอิง

2.1 Facility operation control specification : EI.383.043

2.2 Environment specification

2.3 Manufacturing specification

2.3.1 Electrical Manual

2.4 Law&Regulation : N/A

2.5 PM. Schedule : N/A

2.6 MSDS : N/A

2.7 Machine History

3. บันทึก / ฟอร์ม

3.1 Facility Non-Conformance record

3.2 Facility non-Conformance work request

3.3 Period to keep record : 3 years

4. Tooling / Apparatus

4.1 Tooling & Equipment

4.1.1 เครื่องมือช่างประจำตัว

PCBA Manufacturing Co., Ltd.	WORK INSTRUCTION (เอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน)	WI No.: (เอกสารหมายเลข)	WI – Fac -001
		Revision: (ฉบับที่)	001
WI Title: (ชื่อเรื่อง)	การตรวจสอบระบบไฟฟ้า		

4.2 Safety Equipment

4.2.1 ถุงมือผ้า

4.2.2 ป้ายห้ามปิด/เปิด หรือ PM.

4.3 Instrument

4.3.1 Multi meter

4.3.2 Clamp on meter

4.4 Chemical to be use

N/A

5. ขั้นตอนวิธีการ

5.1 ตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า

5.1.1 อ่านค่า Kilowatt Hour Meter ตามจุดที่กำหนดใน Shift Report

5.1.2 บันทึกค่า Kilowatt Hour ลงใน Shift Report

5.1.3 Maintenance ประจำกะเดินตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องจักรทั่ว ๆ ไปทั้งโรงงาน

5.1.3.1 ถ้ามีเครื่องจักรตัวใดทำงานเกินความจำเป็น อันเป็นเหตุให้ต้องสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์ เช่น Air compressure ในกรณีวันที่มี Production น้อย ให้ทำข้อ 5.1.4. หรือ 5.1.5

5.1.3.2 ถ้ามีเครื่องจักรตัวใด ทำงานผิดปกติ เช่น มีเสียงดัง เนื่องจาก ความฝืดของ Bearing อันเป็นเหตุให้ต้องสูญเสียพลังงาน ไฟฟ้าเกินความจำเป็น ให้ทำข้อ 5.1.4 หรือ 5.1.5

PCBA Manufacturing Co., Ltd.	WORK INSTRUCTION (เอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน)	WI No.: (เอกสารหมายเลข)	WI – Fac -001
		Revision: (ฉบับที่)	001
WI Title: (ชื่อเรื่อง)	การตรวจสอบระบบไฟฟ้า		

5.1.4 แจ้งให้ Senior ประจำกะทราบและพิจารณา ดังนี้

5.1.4.1 ถ้าเครื่องจักรดังกล่าวไม่มีผลกระทบกับ Line ผลิตมากนัก ให้ Senior ประจำกะปรึกษากับ Supervisor ใน Line ผลิต เพื่อ Off เครื่องจักรดังกล่าว

5.1.4.2 ถ้ากรณีที่เครื่องจักรดังกล่าวมีผลกระทบกับ Line ผลิตมากให้ Senior ประจำกะติดต่อ ปรึกษากับ Engineer และ Supervisor ใน Line ผลิต เพื่อ Off เครื่องจักรดังกล่าว

5.1.4.3 บันทึกค่าลงใน Shift Report ว่า Off เครื่องจักรใดไว้ เนื่องจากอะไร

5.1.5 แจ้งให้ Senior ประจำกะทราบและพิจารณาดังนี้

5.1.5.1 ถ้าเครื่องจักรดังกล่าวไม่มีผลกระทบกับ Line ผลิตมากนักให้ตรวจสอบดูว่า สามารถแก้ไขเครื่องจักรนั้นได้หรือไม่

- ถ้าแก้ไขได้ให้ทำการแก้ไข
- ถ้าแก้ไขไม่ได้ให้ปรึกษากับ Supervisor ใน Line ผลิต เพื่อ Off เครื่องจักรไว้ก่อนและให้ PM. & Repair แก้ไขในตอนเช้า

5.1.5.2 ถ้าเครื่องจักรดังกล่าวมีผลกระทบกับ Line ผลิตมากให้ตรวจดูว่า สามารถแก้ไขให้เสร็จได้ภายในกะหรือไม่

- ถ้าแก้ไขได้ให้แจ้งให้ Supervisor ใน Line ผลิตทราบและ Off เครื่องจักร เพื่อทำการแก้ไข
- ถ้าแก้ไขไม่ได้ให้แจ้งให้ Engineer ทราบและให้ Engineer เป็นผู้พิจารณาตัดสินใจ

5.1.5.3 บันทึกค่าลงใน Shift Report ว่าได้ปฏิบัติอย่างไรกับเครื่องจักรดังกล่าวบ้าง

PCBA Manufacturing Co., Ltd.	WORK INSTRUCTION (เอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน)	WI No.: (เอกสารหมายเลข)	WI – Fac -001
		Revision: (ฉบับที่)	001
WI Title: (ชื่อเรื่อง)	การตรวจสอบระบบไฟฟ้า		

5.1.6 Daily Analyzise

5.1.6.1 Engineer ทำค่า Kilowatt Houre ใน Shift Report มาทำการวิเคราะห์

- จัดทำกราฟ Electrical Consumption
- วิเคราะห์ Consumption ของเครื่องจักรใน Line ผลิต ทั้งหมดว่ามีค่ากี่ Kilowatt
- เปรียบเทียบค่าของ Kilowatt Houre ที่คำนวณได้กับค่า Kilowatt Hours จริงว่าใกล้เคียงกันหรือไม่
- ถ้าผลการเปรียบเทียบต่างกันมาก ให้วิเคราะห์หาสาเหตุสรุปผลวิเคราะห์ เพื่อทำการ แก้ไข
- ถ้าผลการเปรียบใกล้เคียงกันให้ทำข้อ 5.1.6.2

5.1.6.2 จัดทำ Plan การลด การใช้ไฟฟ้าในเดือนต่อไป

5.2 การเริ่มเดินและหยุดเครื่องจักรของแผนก Facility

5.2.1 ก่อนการเดินเครื่องจักรทุกเครื่องตรวจสอบดูว่าเครื่องจักรอยู่ในสภาพดีพร้อมที่จะใช้งานทุกประการ

5.2.2 ตรวจสอบระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้าว่าอยู่ในสภาพพร้อมสับเข้าระบบได้หรือไม่

5.2.3 จ่ายระบบแสงสว่างของโรงงานเพื่อให้ปฏิบัติงานได้ (กรณีมีการผลิต)

5.2.4 เดินเครื่องจักรต้นกำลังก่อนตามวิธีการใช้เครื่องแต่ละเครื่องได้แก่

5.2.4.1 เริ่มเดิน Chiller System

5.2.4.2 เริ่มเดินระบบจ่ายลมอัด (Air Compressor)

PCBA Manufacturing Co., Ltd.	WORK INSTRUCTION (เอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน)	WI No.: (เอกสารหมายเลข)	WI – Fac -001
		Revision: (ฉบับที่)	001
WI Title: (ชื่อเรื่อง)	การตรวจสอบระบบไฟฟ้า		

5.2.5 เมื่อเครื่องจักรต้นกำลังพร้อมแล้วต่อจากนั้นจึงเริ่มจ่ายระบบย่อยๆ ต่อไป

5.2.6 เริ่มเปิดเครื่องทำความเย็นที่ละเครื่องเพื่อไต่ภาระของโหลดให้เพื่อน้อยที่สุด โดยเปิด AHU ก่อนจากนั้นจึงเป็น Fan Coil (FCU)

5.2.7 เริ่มเปิดระบบ Plate Exchanger เพื่อจ่ายให้ระบบน้ำ Cooling ของการผลิต (ในกรณีที่จะต้องเดินเครื่องอัดลมที่จะต้องใช้น้ำ Cooling ให้ทำข้อ 5.2.7 นี้ก่อนข้อ 5.2.4 แล้วเดินเครื่องอื่นต่อไป)

5.2.8. ตรวจสอบฯ อีกครั้งหนึ่งว่ามีเครื่องจักรใดบ้างยังไม่ได้ Run

5.2.9 เปิดเครื่องระบบบำบัดน้ำเสีย

5.2.9.1 เปิด Sump Pump ของบ่อพักน้ำเสีย (Sump #1, #2)

5.2.9.2 เปิด Algigator Motor เพื่อกวนสารเคมี

5.2.9.3 เปิด PH Controller และ Graph Recorder

5.2.9.4 เปิด Chemical Feed Pump

5.2.9.5 ตรวจสอบการทำงานของระบบ

5.2.10 เปิดระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ

5.2.10.1 ตรวจสอบ ระดับน้ำใน Raw Water Tank

5.2.10.2 เปิดระบบ Booster Pump ของ Pressdrized Water System

5.2.10.3 เปิดระบบทำน้ำอ่อน คือ 1 Sand Filter และ 2 Softener System

5.2.10.4 เปิดระบบน้ำ RO รอจนระดับ RO เต็มถังพัก

5.2.10.5 เปิดระบบน้ำ DI รอจนกระทั่งค่า Resistivity ได้ตามที่ต้องการ

5.2.10.6 เปิดระบบ DI Plate Exchanger เพื่อจ่ายให้กับ Saw

5.2.10.7 เปิดระบบ Drain น้ำทิ้ง ของน้ำ Saw (Drain Pump)

5.2.10.8 เปิดระบบ DI Plate Exchanger ของเครื่อง Solder Plating

PCBA Manufacturing Co., Ltd.	WORK INSTRUCTION (เอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน)	WI No.: (เอกสารหมายเลข)	WI – Fac -001
		Revision: (ฉบับที่)	001
WI Title: (ชื่อเรื่อง)	การตรวจสอบระบบไฟฟ้า		

5.2.11 เริ่มเดินระบบ Srubber โดยเปิดตามความต้องการของการผลิต

5.2.12 เริ่มเดินระบบ Exhaust Fan ทั้งหมด ใน MFG. AREA

5.2.13.เริ่มเดินระบบ Vacuum ของ Central EOL

5.2.14 เริ่มเดินระบบ Vacuum ของ Mark Machine

5.2.15 เริ่มเดินระบบ Vacuum ของ SAW

5.2.16 เริ่มเดินระบบ AIR Condition ของห้อง Cold Room, Computer Room

5.3 ขั้นตอนการตรวจสอบและผลการปฏิบัติงาน

เมื่อเปิดระบบจนครบแล้วให้ตรวจสอบดูว่าแต่ละระบบทำงานได้ตามมาตรฐานหรือไม่ดังนี้

5.3.1 ตรวจสอบระบบการทำความเย็น (Chiller)

5.3.2 ตรวจสอบระบบไฟฟ้า UPS ทำงาน OK หรือไม่

5.3.3 ตรวจสอบระบบ Compressed AIR System (CDA)

5.3.4 ตรวจสอบระบบ Plate Exchanger ของ Cooling Water

5.3.5 ตรวจสอบระบบ การปรับปรุงคุณภาพน้ำได้แก่

5.3.6 ตรวจสอบระบบ การบำบัดน้ำเสีย (Neutralizer System)

5.3.7 ตรวจสอบระบบ Vacuum System ทั้งหมด

5.3.8 ตรวจสอบระบบ Scrubber System

5.3.9 ตรวจสอบระบบ Exhaust Fan ทั้งหมด

5.3.10 ตรวจสอบสภาวะการปรับอากาศ ได้แก่ พื้นที่หรือห้องต่อไปนี้ โดยตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นตามมาตรฐานการควบคุมของ QRA

PCBA Manufacturing Co., Ltd.	WORK INSTRUCTION (เอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน)	WI No.: (เอกสารหมายเลข)	WI – Fac -001
		Revision: (ฉบับที่)	001
WI Title: (ชื่อเรื่อง)	การตรวจสอบระบบไฟฟ้า		

5.3.10.1 F/E

5.3.10.2 MOLD ROOM #1, #2

5.3.10.3 EOL

5.3.10.4 TEST

5.3.10.5 DIE BANK

5.3.10.6 RAW MATERIAL

5.3.10.7 COLD ROUM

5.3.10.8 COMPUTOR ROOM (MIS ROOM)

5.3.10.9 BURN IN ROOM (EXHAUST FAN)

5.3.10.10 SOLDER COAT

5.3.10.11 ELECTRICAL ROOM (OLD BLD)

5.3.11 ตรวจสอบอุปกรณ์ ความปลอดภัย ได้แก่

5.3.11.1 Fire Alarm System

5.3.11.2 Fire Pump Station

5.3.11.3 Fire Sprinkler System

5.3.11.4 Halon System

5.3.12 ตรวจสอบระดับน้ำใน Cooling Tower ว่าอยู่ในระดับ Sump

5.3.13 ตรวจสอบระบบ Neutralizer Tank ว่าทำงานปกติ หรือ ไม่

5.3.14 ตรวจสอบระบบจ่าย Nitrogen gas ว่า ปกติ หรือ ไม่

5.3.15 ตรวจสอบระบบ Mixed gas C Hydrogen ว่า ปกติ หรือ ไม่

5.3.16 ตรวจสอบระบบ การระบายอากาศ ของ ห้องน้ำทั้งหมด

PCBA Manufacturing Co., Ltd.	WORK INSTRUCTION (เอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน)	WI No.: (เอกสารหมายเลข)	WI – Fac -001
		Revision: (ฉบับที่)	001
WI Title: (ชื่อเรื่อง)	การตรวจสอบระบบไฟฟ้า		

5.3.17 ตรวจสอบความเรียบร้อยทั่วไป เมื่อทุกส่วนเข้าระบบแล้วเป็นการสมบูรณ์การเริ่มเดินเครื่องจักร

5.3.18 จดบันทึกสภาวะการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตามใบ Check list

5.3.19 แจ้งต่อ Supervisor ในกะ นั้นๆ เพื่อ Confirm ว่า ทุกระบบได้เข้าสู่ปกติแล้ว

5.4 การหยุดเดินเครื่องจักร ของ แผนก Facility

การหยุดเดินเครื่องจักรของแผนก Factlity จะใช้แผนงานนี้ในกรณี

(1) หยุดโรงงานไม่มีการผลิต

(2) ซ่อมบำรุงประจำปี

(3) เหตุฉุกเฉินได้แก่ การผิดปกติของระบบใดระบบหนึ่งจนจะต้องปิดระบบลง

กรณีที่ต้องการหยุดเฉพาะเครื่องใด เครื่องหนึ่ง ให้ดำเนินการตาม Work Instruction ของแต่ละเครื่องได้ทันที

5.4.1 วิธีการปิดระบบทั้งหมด

5.4.1.1 ก่อนการปิดระบบทั้งหมดจะต้องแน่ใจว่าไม่มีเครื่องจักรในสายการผลิตได้หยุดหมดแล้ว ถ้าหากว่ายังให้สอบถามและดำเนินการต่อไป

5.4.1.2 ปิดระบบ AIR Condition (AHU) ก่อน

5.4.1.3 ปิดระบบ Exhaust ทั้งหมด

5.4.1.4 ปิดระบบ น้ำทั้งหมดได้แก่ Soft, RO, DI, Cooling Water

5.4.1.5 ปิดระบบ Vacuum System

5.4.1.6 ปิดระบบ AIR Compressor (CDA)

5.4.1.7 ปิดระบบ Scrubber System

PCBA Manufacturing Co., Ltd.	WORK INSTRUCTION (เอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน)	WI No.: (เอกสารหมายเลข)	WI – Fac -001
		Revision: (ฉบับที่)	001
WI Title: (ชื่อเรื่อง)	การตรวจสอบระบบไฟฟ้า		

5.4.1.8 ปิดระบบ Plate Exchanger ทั้งหมด

5.4.1.9 ปิดระบบบำบัดน้ำเสีย

5.4.1.10 หรี่น้ำเข้า Raw Weter Tank เพื่อป้องกันไม่ให้ล้นถัง

5.4.1.11 ปิดระบบ Hydrogen Mixed ges

5.4.1.12 ปิด Nitvogen gas (ถ้าไม่มีการใช้ใน Line)

5.4.1.13 ปิดระบบ Chiller System

5.4.1.14 ปิดระบบไฟฟ้าได้ UPS (กรณีไม่มีการใช้งาน)

5.4.1.15 ปิดระบบไฟฟ้าอื่นที่จำเป็น หรือต้องการปฏิบัติงาน

5.4.2 ลำดับขั้นการตรวจสอบการปฏิบัติงาน

5.4.1.1 ตรวจสอบสภาพทำไปว่า เครื่องจักรได้ถูกปิดหมดแล้ว

5.4.1.2 หลังจากการปิดระบบเรียบร้อยจะต้องครบคุมสภาวะอากาศให้อยู่ในคุณภาพควบคุมไว้ใน QRA

5.4.1.3 กรณีที่มีเครื่องจักรบางส่วนที่หยุดไม่ได้ให้ตรวจสอบสภาพการทำงานของระบบนั้น

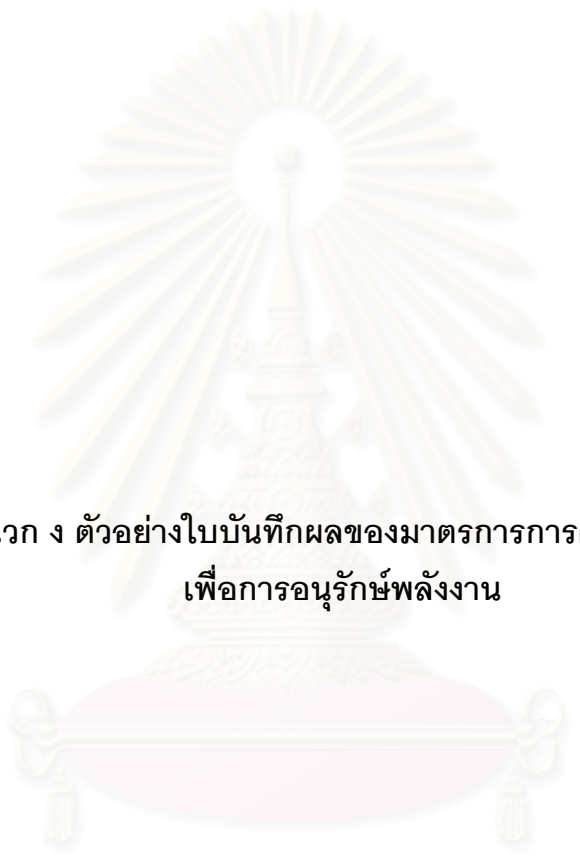
5.4.1.4 แจ้งผลต่อ Supervisor

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PCBA Manufacturing Co., Ltd.	WORK INSTRUCTION **(เอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน)**	WI No.: **(เอกสารหมายเลข)**	WI – Fac -001
		Revision: **(ฉบับที่)**	001
WI Title: **(ชื่อเรื่อง)**	**การตรวจสอบระบบไฟฟ้า**		

แก้ไขครั้งที่	**รายละเอียดการแก้ไข**	**ผู้จัดทำ**	**วันที่**	**อนุมัติโดย**	**วันที่**
001	ออกเอกสารใหม่	(ชื่อ)	(วันที่)	(ชื่อ)	(วันที่)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง ตัวอย่างใบบันทึกผลของมาตรการการดำเนินกิจกรรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการอนุรักษ์พลังงานและผลการตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผน

ชื่อมาตรการ ..... ☐ เป็นมาตรการในการปฏิบัติตามเป้าหมายและแผน

มาตรการลำดับที่ [๑] ..... จากจำนวนทั้งหมด ..... มาตรการ ☐ เป็นมาตรการอื่นนอกเหนือจากการปฏิบัติตามเป้าหมายและแผน

(๑) ระยะเวลาการดำเนินการ [๒]		(๒) สถานภาพการดำเนินการ [๓]	(๓) การลงทุน [๔]		(๔) ผลการอนุรักษ์พลังงาน [๕]	
ตามแผน	ดำเนินการจริง		ตามแผน	ลงทุนจริง	ตามเป้าหมาย	ที่ได้รับจริง
(๕) ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินการ		(๖) ความเห็นและข้อเสนอแนะ			(๗) หมายเหตุ	

ลงชื่อ .....
( )
ผู้รับผิดชอบและดำเนินการ

ลงชื่อ .....
( )
ผู้จัดการพลังงาน

ลงชื่อ .....
( )
ผู้จัดการแผนก Facility

ลงชื่อ .....
( )
กรรมการผู้จัดการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบาย

๑) ให้ระบุมาตรการเรียงตามลำดับที่ดำเนินการก่อนเป็นลำดับแรก และให้กรอก ๑ แผ่น ต่อ ๑ มาตรการ

๒) ระยะเวลาดำเนินการให้ระบุเดือน / พ.ศ. เริ่มต้นและสิ้นสุด

๓) กรณีการดำเนินการยังไม่สิ้นสุดให้ระบุสถานภาพการดำเนินการ

๔) การลงทุนให้ระบุจำนวนเงินที่ได้ประเมินไว้ตามแผน และจำนวนเงินลงทุนจริง

๕) ผลการอนุรักษ์พลังงานให้ระบุชนิดพลังงาน ปริมาณและมูลค่าการประหยัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ ข้อกำหนด ISO 9001: 2000 **และข้อกำหนด** ISO 14001:1996

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อกำหนด ISO 9001 : 2000

4. ระบบการบริหารคุณภาพ

4.1 ข้อกำหนดโดยทั่วไป

องค์กร *ต้อง* จัดตั้งระบบการบริหารงานคุณภาพ โดยจัดทำให้เป็นเอกสาร นำไปปฏิบัติ ให้เกิดผล คงรักษาไว้และพัฒนาให้เกิดประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่องตามข้อกำหนดต่างๆ ที่ระบุไว้ในมาตรฐานสากลฉบับนี้

ทั้งนี้ องค์กร *ต้อง*

a) ชี้บ่งกระบวนการที่จำเป็นสำหรับระบบการบริหารงานคุณภาพและการนำไปใช้ทั่วทั้งองค์กร (ดูข้อ 1.2)

b) พิจารณากำหนดลำดับและความสัมพันธ์ระหว่างกันของกระบวนการเหล่านี้

c) พิจารณากำหนดเกณฑ์และวิธีการที่จำเป็นเพื่อยืนยันว่าการปฏิบัติและการควบคุมกระบวนการเหล่านี้มีประสิทธิภาพ

d) องค์กร *ต้อง* บริหารกระบวนการต่างๆ ดังกล่าวให้สอดคล้องกับข้อกำหนดในมาตรฐานสากลฉบับนี้

ในกรณีที่องค์กรเลือกใช้กระบวนการจากแหล่งภายนอกซึ่งเป็นกระบวนที่ให้ผลกระทบต่อความสอดคล้องกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ องค์กร *ต้อง* ยืนยันการควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพเหนือกระบวนการดังกล่าว และ *ต้อง* ชี้บ่งการควบคุมกระบวนการจากแหล่งภายนอกดังกล่าวไว้ในระบบการบริหารงานคุณภาพ

หมายเหตุ: กระบวนการที่จำเป็นสำหรับระบบการบริหารงานคุณภาพดังกล่าวข้างต้นควรรวมถึงกระบวนการต่างๆ สำหรับกิจกรรมด้านการบริหาร, การจัดให้มีทรัพยากร, การสร้างผลิตภัณฑ์และการวัด

4.2 ข้อกำหนดด้านการจัดทำเอกสาร

4.2.1 ทั่วไป

การจัดทำเอกสารในระบบการบริหารงานคุณภาพ *ต้อง* ครอบคลุมถึง

a) การแถลงนโยบายคุณภาพและวัตถุประสงค์ด้านคุณภาพที่เป็นลายลักษณ์อักษร

b) คู่มือคุณภาพ

c) เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน (documented procedures) ซึ่ง *ต้อง* จัดทำขึ้นตามข้อกำหนดในมาตรฐานฉบับนี้

d) เอกสารต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับองค์กรเพื่อให้มั่นใจว่าการวางแผน, การปฏิบัติงานและการควบคุมกระบวนการต่างๆ ขององค์กรจะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้ง

e) บันทึกต่างๆ ตามข้อกำหนดในมาตรฐานฉบับนี้ (ดู 4.2.4)

หมายเหตุ 1 กรณีที่ข้อกำหนดในมาตรฐานฉบับนี้ระบุถึง "เอกสารการปฏิบัติงาน" (documented procedure) หมายความว่าให้องค์กรกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานขึ้นตามข้อกำหนดนั้น ๆ รวมถึงจัดทำให้เป็นเอกสารนำไปปฏิบัติตามและดูแลให้คงรักษาไว้ซึ่งขั้นตอนการปฏิบัติตามที่ได้กำหนดไว้นั้น

หมายเหตุ 2 ขอบเขตของการจัดทำเอกสารในระบบคุณภาพขององค์กรใดองค์กรหนึ่งกับขององค์กรหนึ่งอาจแตกต่างกันไปซึ่งขึ้นอยู่กับ

a) ขนาดขององค์กรและประเภทของกิจกรรม

b) ความซับซ้อนของกระบวนการต่างๆ และความสัมพันธ์ระหว่างกันของกระบวนการเหล่านี้ และ

c) ขีดความสามารถของบุคลากร

หมายเหตุ 3 เอกสารที่จัดทำขึ้นอาจอยู่ในรูปแบบใดหรือเป็นสื่อประเภทใดก็ได้

4.2.2 คู่มือคุณภาพ

องค์กร *ต้อง* จัดทำและคงรักษาไว้ซึ่งคู่มือคุณภาพ ซึ่งแสดงถึง

a) ขอบเขตของระบบการบริหารงานคุณภาพ รายละเอียดและเหตุผลในการละเว้นไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดใดๆ (ดู1.2)

b) เอกสารการปฏิบัติงานที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในระบบการบริหารงานคุณภาพหรือการอ้างถึงเอกสารเหล่านี้ และ

c) การอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการต่างๆ ในระบบการบริหารงานคุณภาพ

4.2.3 การควบคุมเอกสาร

เอกสารที่จัดทำขึ้นตามข้อกำหนดในระบบการบริหารงานคุณภาพ *ต้อง*ได้รับการควบคุม ส่วนบันทึกซึ่งเป็นเอกสารจำเพาะอีกประเภทหนึ่ง *ต้อง*ได้รับการควบคุมตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในข้อ 4.2.4

ในการควบคุมเอกสาร องค์กร *ต้อง*จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานขึ้นเพื่อกำหนดการควบคุมที่จำเป็นดังต่อไปนี้

a) ควบคุมการอนุมัติความเหมาะสมของเอกสารก่อนนำออกใช้
b) ควบคุมการทบทวนและการปรับให้เป็นปัจจุบันตามความจำเป็น รวมถึงการอนุมัติเอกสารที่ได้ปรับแก้
c) ควบคุมการยืนยันว่ามีการชี้บ่งให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงและสถานะ การทบทวนที่เป็นปัจจุบันของเอกสาร
d) ควบคุมการยืนยันว่ามีเอกสารที่จำเป็นและเกี่ยวข้องอยู่ ณ ทุกจุดปฏิบัติงานที่จำเป็นใช้
e) ควบคุมการยืนยันว่าเอกสารยังคงอยู่ในสภาพที่อ่านเข้าใจได้และชี้บ่งสถานะของเอกสารได้
f) ควบคุมการยืนยันว่าเอกสารจากภายนอกได้รับการชี้บ่ง และควบคุมการแจกจ่าย, และ
g) ควบคุมการป้องกันการนำเอกสารที่ยกเลิกแล้วไปใช้งานโดยไม่ตั้งใจ รวมถึงการชี้บ่งที่เหมาะสมสำหรับเอกสารซึ่งยกเลิกแล้วแต่ *ต้อง*การเก็บรักษาไว้เพื่อวัตถุประสงค์ใดๆ

4.2.4 การควบคุมบันทึก

องค์กร *ต้อง*จัดทำและคงรักษาไว้ซึ่งบันทึก เพื่อเป็นหลักฐานแสดงถึงความเป็นไปตามข้อกำหนดและการปฏิบัติงานในระบบคุณภาพอย่างมีประสิทธิภาพ บันทึก *ต้อง*คงอยู่ในสภาพที่อ่านเข้าใจได้ ชี้บ่งได้และนำออกมาใช้งานได้ทันที องค์กร *ต้อง*จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานขึ้นเพื่อกำหนดการควบคุมที่จำเป็นสำหรับการชี้บ่ง, การเก็บรักษา, การป้องกัน, การนำไปใช้และการเรียกคืน, ระยะเวลาการจัดเก็บ และการทำลายบันทึก

5. ความรับผิดชอบด้านการบริหาร

5.1 ความมุ่งมั่นของฝ่ายบริหาร

ผู้บริหารระดับสูง*ต้อง*แสดงหลักฐานให้เห็นถึงความมุ่งมั่นของตนในการพัฒนาและการนำระบบการบริหารงานคุณภาพไปปฏิบัติให้เกิดผล ตลอดจนการปรับปรุงระบบการบริหารงานคุณภาพให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่องโดย

a) สื่อสารให้ทราบทั่วทั้งองค์กร ถึงความสำคัญของการปฏิบัติให้เป็นไปตามข้อกำหนดทั้งของลูกค้าและของหน่วยราชการหรือบทบัญญัติที่เกี่ยวข้อง
b) จัดตั้งนโยบายคุณภาพ
c) ยืนยันว่ามีการกำหนดวัตถุประสงค์ด้านคุณภาพ
d) ดำเนินการทบทวนโดยฝ่ายบริหาร
e) ยืนยันความเหมาะสมเพียงพอด้านทรัพยากร

5.2 การให้ความสำคัญต่อลูกค้า

ผู้บริหารระดับสูง *ต้อง*ยืนยันว่าข้อกำหนดของลูกค้าได้รับการพิจารณากำหนดและสนองตอบไปในทางซึ่งจะสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้า (ดู 7.2.1และ8.2.1)

5.3 นโยบายคุณภาพ

ผู้บริหารระดับสูง *ต้อง*ยืนยันว่านโยบายคุณภาพ

a) เหมาะสมกับจุดประสงค์ขององค์กร
b) ครอบคลุมถึงความมุ่งมั่นที่จะปฏิบัติตามข้อกำหนดต่างๆ และการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการบริหารงานคุณภาพอย่างต่อเนื่อง
c) วางกรอบการทำงานในการจัดตั้ง และทบทวนวัตถุประสงค์ด้านคุณภาพ
d) ได้รับการสื่อสารให้เข้าใจภายในองค์กร และ
e) ได้รับการทบทวนให้เหมาะสมอยู่เสมอ

5.4 การวางแผน

5.4.1 วัตถุประสงค์ด้านคุณภาพ

ผู้บริหารระดับสูง *ต้อง*ยืนยันว่ามีการกำหนดวัตถุประสงค์ด้านคุณภาพ ตลอดจนวัตถุประสงค์อื่นใดซึ่งจำเป็นเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับผลิตภัณฑ์ (ดู 7.1 a) ในระดับหน่วยงานและระดับหน่วยงานและระดับต่างๆ ที่เกี่ยวข้องภายในองค์กร วัตถุประสงค์ด้านคุณภาพที่กำหนดขึ้น *ต้อง*สอดคล้องกับนโยบายคุณภาพและสามารถวัดได้

5.4.2 ระบบการ**การวางแผนในระบบการบริหารงานคุณภาพ**

ผู้บริหารระดับสูง *ต้อง*ยืนยันว่า

a) มีการวางแผนในระบบการบริหารงานคุณภาพเพื่อให้ ข้อกำหนดต่างๆ ที่ระบุไว้ในข้อ 4.1 รวมทั้งวัตถุประสงค์ ด้านคุณภาพได้รับการนำไปปฏิบัติตาม

b) ความสมบูรณ์ของระบบการบริหารงานคุณภาพยังคงได้รับการรักษาไว้ ในกรณีที่มีการวางแผนและการดำเนินงานเพื่อปรับเปลี่ยนบริหารงานคุณภาพ

5.5 ความรับผิดชอบ, อำนาจหน้าที่และการสื่อสาร

5.5.1 ความรับผิดชอบและอำนาจหน้าที่

ผู้บริหารระดับสูง *ต้อง*ยืนยันว่ามีการกำหนดและสื่อสารภายในองค์กรให้ทราบถึงความรับผิดชอบและอำนาจหน้าที่ต่างๆ ในระบบการบริหารงานคุณภาพ

a) การรายงานให้ผู้บริหารระดับสูงทราบถึงประสิทธิภาพของระบบการบริหารงานคุณภาพ และความจำเป็นที่ต้องปรับปรุงและ

b) การดำเนินการเพื่อยืนยันว่ามีการส่งเสริมให้บุคลากรในองค์กรตระหนักถึงข้อกำหนดของลูกค้า

หมายเหตุ: ความรับผิดชอบของผู้แทนฝ่ายบริหาร อาจครอบคลุมถึงการติดต่อกับภายนอกในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับระบบการบริหารงานคุณภาพด้วย

5.5.2 การสื่อสารภายใน

ผู้บริหารระดับสูง *ต้อง*ยืนยันว่ามีการจัดตั้งกระบวนการที่เหมาะสมสำหรับการสื่อสารภายในองค์กร และมีการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของระบบการบริหารงานคุณภาพ

5.6 การทบทวนโดยฝ่ายบริหาร

5.6.1 ทั่วไป

ผู้บริหารระดับสูง *ต้อง*ทบทวนระบบการบริหารงานคุณภาพตามช่วงเวลาที่ได้วางแผนไว้เพื่อยืนยันว่าระบบมีความเหมาะสมอย่างต่อเนื่อง เพียงพอและมีประสิทธิภาพการทบทวนนี้ *ต้อง*ครอบคลุมถึงการประเมินหาโอกาสเพื่อปรับปรุง รวมถึงความจำเป็นที่ *ต้อง*ปรับเปลี่ยนระบบการบริหารงานคุณภาพ ตลอดจนนโยบายและวัตถุประสงค์ด้านคุณภาพองค์กร *ต้อง*เก็บรักษาบันทึกการทบทวนโดยฝ่ายบริหารไว้เป็นหลักฐาน (ดู4.2.4)

5.6.2 ข้อมูลในการทบทวนโดยฝ่ายบริหาร

ข้อมูลในการทบทวนโดยฝ่ายบริหาร *ต้อง*ครอบคลุมถึงสาระดังต่อไปนี้

a) ผลการตรวจติดตาม (รวมถึงผลการตรวจฯ โดยบุคคลที่สองและบุคคลที่สาม)
b) การแสดงตอบกลับจากลูกค้า (customer feedback)
c) ประสิทธิภาพของกระบวนการและความสอดคล้องกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์
d) สถานะของการปฏิบัติเชิงแก้ไขและป้องกัน
e) การติดตามผลอันเนื่องมาจากการทบทวนโดยฝ่ายบริหารครั้งก่อนๆ
f) การปรับเปลี่ยนซึ่งอาจกระทบต่อระบบการบริหารงานคุณภาพ และ
g) ข้อแนะนำต่างๆ เพื่อการปรับปรุง

5.6.3 ผลของการทบทวนโดยฝ่ายบริหาร

ผลของการทบทวนโดยฝ่ายบริหาร *ต้อง*แสดงถึงการตัดสินใจ และการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับ

a) การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการบริหารงานคุณภาพและกระบวนการต่างๆ ในระบบ
b) การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดของลูกค้า และ
c) ความต้องการด้านทรัพยากร

6 การบริหารทรัพยากร

6.1 ความพร้อมด้านทรัพยากร

องค์กร *ต้อง*พิจารณากำหนดและจัดให้มีทรัพยากรที่จำเป็น

a) เพื่อปฏิบัติตามและคงรักษาไว้ซึ่งระบบการบริหารงานคุณภาพ รวมทั้งเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบอย่างต่อเนื่อง และ
b) เพื่อเสริมสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้าด้วยการปฏิบัติให้เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า

6.2 ทรัพยากรบุคคล

6.2.1 ทั่วไป

บุคลากรซึ่งปฏิบัติงานที่ให้ผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ *ต้อง*มีความสามารถและคุณสมบัติเหมาะสมเพียงพอทั้งในด้านความรู้ การฝึกอบรม ทักษะและประสบการณ์

6.2.2 ความสามารถ จิตสำนึกและการฝึกอบรม

องค์กร *ต้อง*

a) พิจารณากำหนดความสามารถและคุณสมบัติที่บุคลากรซึ่งปฏิบัติงานที่ให้ผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องมี
b) จัดให้มีการฝึกอบรมหรือกิจกรรมอื่นใด ซึ่งจะทำให้บุคลากรมีความสามารถและคุณสมบัติที่จำเป็นดังกล่าวข้างต้น
c) ประเมินประสิทธิภาพของการดำเนินการ
d) ยืนยันว่าบุคลากรตระหนักถึงความเกี่ยวข้องและความสำคัญของกิจกรรมที่ตนปฏิบัติอยู่ รวมถึงวิธีการที่ตนจะสนับสนุนให้บรรลุวัตถุประสงค์ด้านคุณภาพได้ และ
e) คงรักษาไว้ซึ่งบันทึกต่างๆ ด้านการศึกษา การฝึกอบรม การสร้างทักษะและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง (ดู 4.2.4)

6.3 ปัจจัยพื้นฐาน

องค์กร *ต้อง*พิจารณากำหนด จัดให้มีและคงรักษาไว้ซึ่งปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนด ซึ่งเท่าที่เป็นไปได้ควรครอบคลุมถึงปัจจัยพื้นฐานต่างๆ ดังต่อไปนี้

a) อาคาร,พื้นที่การปฏิบัติงานและเครื่องอำนวยประโยชน์ที่เกี่ยวข้อง
b) อุปกรณ์การดำเนินงาน ทั้งที่เป็น hardware และ software รวมทั้ง
c) การบริการเสริมต่างๆ เช่น การขนส่งหรือการสื่อสาร เป็นต้น

6.4 สภาพแวดล้อมการปฏิบัติงาน

องค์กร *ต้อง*พิจารณากำหนดและบริหารสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน ซึ่งจำเป็นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนด

7 การสร้างผลิตภัณฑ์

7.1 การวางแผนสร้างผลิตภัณฑ์

องค์กร *ต้อง*วางแผนและพัฒนากระบวนการต่างๆ ที่จำเป็นต่อการสร้างผลิตภัณฑ์ การวางแผนสร้างผลิตภัณฑ์ *ต้อง*สอดคล้องกับข้อกำหนดของกระบวนการอื่นๆ ในระบบการบริหารงานคุณภาพ (ดู4.1)

ในการวางแผนสร้างผลิตภัณฑ์ องค์กร *ต้อง*พิจารณากำหนดข้อดังต่อไปนี้ตามความเหมาะสม

a) วัตถุประสงค์ด้านคุณภาพและข้อกำหนดสำหรับผลิตภัณฑ์
b) ความจำเป็นในการจัดตั้งกระบวนการ การจัดทำเอกสารและการจัดให้มีทรัพยากร โดยเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์
c) กิจกรรมการทวนสอบ การอนุมัติใช้ การเฝ้าติดตามการตรวจสอบและการทดสอบ ซึ่งจำเป็นและจำเพาะสำหรับผลิตภัณฑ์และเกณฑ์การยอมรับผลิตภัณฑ์
d) บันทึกต่าง ๆ ที่จำเป็นเพื่อเป็นหลักฐานแสดงให้เห็นว่ากระบวนการต่าง ๆ ในการสร้างผลิตภัณฑ์ รวมถึงผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการต่างๆ เหล่านั้นเป็นไปตามข้อกำหนด (ดู 4.2.4)

ผลที่ได้จากการวางแผนดังกล่าว *ต้อง*อยู่ในรูปแบบ ซึ่งเหมาะสมกับวิธีการปฏิบัติงานขององค์กร

7.2 กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับลูกค้า

7.2.1 การพิจารณากำหนดข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์

องค์กร *ต้อง*พิจารณากำหนด

a) ข้อกำหนดต่างๆ ที่เจาะจงโดยลูกค้า ซึ่งครอบคลุมถึงกิจกรรมการส่งมอบและหลังการส่งมอบ
b) ข้อกำหนดต่างๆ ซึ่งลูกค้าไม่ได้ระบุ แต่จำเป็นต่อการใช้งานที่ระบุหรือที่ประสงค์ในกรณีที่ทราบ
c) ข้อกำหนดตามกฎหมายและบทบัญญัติซึ่งเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ และ
d) ข้อกำหนดเพิ่มเติมอื่นๆ ซึ่งกำหนดโดยองค์กรเอง

7.2.2 การทบทวนข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์

องค์กร *ต้อง*ทบทวนข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ โดย *ต้อง*ทบทวนก่อนที่องค์กรจะรับปากส่งผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า (เช่น ก่อนการยื่นประมูล, ก่อนทำสัญญาหรือรับการสั่งซื้อ, ก่อนตกลงให้เปลี่ยนแปลงสัญญาหรือการสั่งซื้อ เป็นต้น) อีกทั้ง *ต้อง*ยืนยันว่า

a) มีการระบุข้อกำหนดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

b) ได้ชี้แจงให้ทราบถึงข้อกำหนดต่างๆ ในสัญญาหรือการสั่งซื้อซึ่งต่างไปจากเดิม และ

c) องค์กรมีขีดความสามารถในการปฏิบัติตามข้อกำหนดต่างๆ ที่ระบุไว้ องค์กร *ต้อง*เก็บรักษาบันทึกต่างๆ ซึ่งเป็นผลของการทบทวน และการปฏิบัติอันเนื่องมาจากการทบทวนนั้นๆ (ดู 4.2.4)

ทบทวนในกรณีที่ลูกค้าไม่ได้ระบุข้อกำหนดไว้เป็นเอกสาร องค์กร *ต้อง*ยืนยันว่าเข้าใจข้อกำหนดของลูกค้าถูก *ต้อง*ตรงกันก่อนที่จะรับปาก

ในกรณีที่มีการปรับเปลี่ยนข้อกำหนดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์องค์กร *ต้อง*ยืนยันว่าเอกสารที่เกี่ยวข้องได้รับการแก้ไขตลอดจนบุคลากรที่เกี่ยวข้องได้รับแจ้งให้ทราบถึงข้อกำหนดที่ได้ปรับเปลี่ยนไป

หมายเหตุ ในบางสถานการณ์ เช่น การขายทางอินเตอร์เน็ต การทบทวนอย่างเป็นทางการอาจไม่สะดวกสำหรับทั้งสองฝ่าย ในสถานการณ์ดังกล่าวให้ใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ เช่น แคตตาล็อก สินค้าหรือสิ่งโฆษณาแทนการนข้อตกลง

7.3 การออกแบบและการพัฒนา

7.3.1 การวางแผนการออกแบบและการพัฒนา

องค์กร *ต้อง*วางแผนและควบคุมการออกแบบและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในระหว่างการวางแผนการออกแบบและการพัฒนา องค์กร *ต้อง*พิจารณากำหนด

a) ลำดับขั้นต่างๆ ในการออกแบบและการพัฒนา

b) การทบทวนการทวนสอบและการอนุมัติใช้อย่างเหมาะสมสำหรับแต่ละลำดับขั้นในการออกแบบและการพัฒนา ตลอดจน

c) ความรับผิดชอบและอำนาจหน้าที่ในการออกแบบและพัฒนา

7.3.2 ข้อมูลในการออกแบบและการพัฒนา

องค์กร *ต้อง*พิจารณากำหนดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ และ *ต้อง*เก็บรักษาบันทึกผลการพิจารณากำหนดดังกล่าวไว้ (ดู 4.2.4) ข้อมูลในกรณีนี้ *ต้อง*รวมถึง

a) ข้อกำหนดด้านการทำงานและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์

b) ข้อกำหนดตามกฎหมายหรือบทบัญญัติที่เกี่ยวข้อง

c) ข้อมูลซึ่งได้จากการออกแบบครั้งก่อนๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ในกรณีที่เกี่ยวข้อง และ

d) ข้อกำหนดอื่นๆ ซึ่งจำเป็นต่อการออกแบบและการพัฒนา

องค์กร *ต้อง*ทบทวนว่ามีข้อมูลดังกล่าวอย่างเพียงพอ ขณะเดียวกันข้อกำหนดต่างๆ *ต้อง* มีความสมบูรณ์ ไม่คลุมเครือและไม่ขัดแย้งซึ่งกันและกัน

a) สอดคล้องกับข้อมูลในการออกแบบและการพัฒนา
b) ให้ข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการจัดซื้อ การผลิตและการให้บริการ
c) ระบุหรืออ้างถึงเกณฑ์ในการยอมรับผลิตภัณฑ์ และ
d) กำหนดคุณลักษณะซึ่งสำคัญต่อความปลอดภัยและการใช้งานที่ถูกต้องของผลิตภัณฑ์

7.3.3 การทบทวนการออกแบบและการพัฒนา

องค์กร *ต้อง*ทบทวนการออกแบบและการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ณ ลำดับขั้นที่เหมาะสม ตามที่ได้วางแผนการจัดการไว้ (ดู 7.3.1)

a) เพื่อประเมินว่าผลของการออกแบบและการพัฒนาสามารถสนองตอบต่อข้อกำหนดต่างๆ ได้ และ
b) เพื่อชี้บ่งปัญหาและเสนอให้มีการดำเนินการที่จำเป็น

ผู้เข้าร่วมการทบทวนดังกล่าว *ต้อง*รวมถึงผู้แทนจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทบทวนการออกแบบและการพัฒนาในลำดับขั้นนั้นๆ ทั้งนี้องค์กร *ต้อง*เก็บรักษาบันทึกผลการทบทวนและการดำเนินการที่จำเป็นไว้ (ดู 4.2.4)

7.3.4 การทวนสอบการออกแบบและการพัฒนา

องค์กร *ต้อง*ดำเนินการทวนสอบตามที่ได้วางแผนการจัดการไว้ (ดู 7.3.1)เพื่อให้มั่นใจว่าผลของการออกแบบและการพัฒนาที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลในการออกแบบและการพัฒนา อีกทั้ง *ต้อง*เก็บรักษาบันทึกผลการทวนสอบและการดำเนินการที่จำเป็นไว้ (ดู 4.2.4)

7.3.5 การอนุมัติใช้การออกแบบและการพัฒนา

องค์กร *ต้อง*ดำเนินการอนุมัติใช้การออกแบบและการพัฒนาตามการจัดการที่ได้วางแผนไว้ (ดู 7.3.1) เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นผลของการออกแบบและการพัฒนานั้นๆ สามารถสนองตอบข้อกำหนดต่างๆ ในการนำไปใช้งานที่กำหนดหรือที่ประสงค์ ในกรณีที่ทราบและเท่าที่สามารถทำได้ *ต้อง*ดำเนินการอนุมัติใช้การออกแบบและการพัฒนาให้เสร็จสิ้นก่อนส่งมอบหรือ

ก่อนนำผลิตภัณฑ์ไปใช้งาน ทั้งนี้องค์กร *ต้อง*เก็บรักษาบันทึกผลการอนุมัติและการดำเนินการที่จำเป็นไว้ (ดู 4.2.4)

7.3.6 การควบคุมการออกแบบและการพัฒนา

องค์กร *ต้อง*ชี้บ่งและจัดเก็บบันทึกซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงการออกแบบและการพัฒนา อีกทั้ง *ต้อง*ทบทวน, ตรวจสอบ และอนุมัติใช้การเปลี่ยนแปลงนั้นๆ และในกรณีซึ่งเหมาะสมให้ดำเนินการอนุมัติก่อนนำออกใช้ การทบทวน การเปลี่ยนแปลงการออกแบบและการพัฒนา *ต้อง*ครอบคลุมถึงการประเมินผลกระทบที่การเปลี่ยนแปลงนั้นๆ มีต่อส่วนประกอบ และผลิตภัณฑ์ที่ได้ส่งมอบไปแล้ว

ทั้งนี้องค์กร *ต้อง*เก็บรักษาบันทึกผลการทบทวนการเปลี่ยนแปลงและการดำเนินการที่จำเป็นไว้ (ดู4.2.4)

7.4 การจัดซื้อ

7.4.1 การดำเนินการจัดซื้อ

องค์กร *ต้อง*ยืนยันว่าผลิตภัณฑ์ที่จัดซื้อสอดคล้องกับข้อกำหนดการจัดซื้อที่ระบุไว้ ประเภทและการควบคุมที่ใช้กับผู้ส่งมอบและผลิตภัณฑ์ที่จัดซื้อ *ต้อง*ขึ้นอยู่กับผลกระทบซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จัดซื้อนั้นมีต่อการสร้างผลิตภัณฑ์ในขั้นต่อๆ ไป หรือต่อผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

องค์กร *ต้อง*ประเมินและคัดเลือกผู้รับจ้างช่วง โดยพิจารณาความสามารถในการส่งมอบผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดที่องค์กรระบุ และ *ต้อง*กำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกประเมินและประเมินซ้ำเป็นระยะๆ อีกทั้ง *ต้อง*เก็บรักษาบันทึกผลการประเมินและการดำเนินการที่จำเป็นอันเนื่องมาจากการประเมินนั้นไว้ (ดู4.2.4)

7.4.2 ข้อมูลการจัดซื้อ

ข้อมูลการจัดซื้อ *ต้อง*อธิบายถึงผลิตภัณฑ์ที่จะจัดซื้อ ซึ่งครอบคลุมถึงข้อดังต่อไปนี้ตามความเหมาะสม

a) ข้อกำหนด, ขั้นตอนการดำเนินงาน, กระบวนการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอนุมัติผลิตภัณฑ์
b) ข้อกำหนดด้านคุณสมบัติของบุคลากร และ
c) ข้อกำหนดในระบบการบริหารงานคุณภาพ

องค์กร *ต้อง*ยืนยันว่าได้ระบุข้อกำหนดการจัดซื้อไว้อย่างเพียงพอแล้ว ก่อนที่จะสื่อสารไปยังผู้ส่งมอบ

7.5 ความพร้อมในการผลิตและการบริการ

7.5.1 การควบคุมความพร้อมในการผลิตและการบริการ

องค์กร *ต้อง*วางแผนและเตรียมความพร้อมในการผลิตและการบริการภายใต้เงื่อนไขที่ได้รับการควบคุม และเท่าที่ทำได้เงื่อนไขดังกล่าว *ต้อง*ครอบคลุมถึง

a) ความพร้อมของข้อมูลที่อธิบายถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์
b) ความพร้อมของเอกสารแนะนำการปฏิบัติงาน
c) การใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม
d) ความพร้อมและการใช้งานของเครื่องมือวัดและเครื่องมือเฝ้าติดตามต่างๆ
e) การดำเนินการวัดและเฝ้าติดตาม และ
f) การดำเนินการอนุมัติปล่อยผลิตภัณฑ์ การส่งมอบและกิจกรรมหลังการส่งมอบ

7.5.2 การอนุมัติความพร้อมในการผลิตและการบริการ

ในกรณีที่ไม่สามารถทวนสอบผลที่ได้จากกระบวนการโดยอาศัยการวัดหรือการเฝ้าติดตามในกระบวนการต่อๆ ไปได้ องค์กร *ต้อง*ดำเนินการอนุมัติความพร้อมในการผลิตและการบริการ การอนุมัติดังกล่าวนี้ครอบคลุมถึงกระบวนการซึ่งจะพบข้อบกพร่องของกระบวนการนั้นได้ก็ต่อเมื่อผลิตภัณฑ์ถูกนำไปใช้งาน หรือเมื่อได้ส่งมอบการบริการไปแล้ว

การอนุมัติความพร้อม *ต้อง*แสดงให้เห็นว่ากระบวนการต่างๆ ที่ได้รับการอนุมัติมีความสามารถที่จะให้ผลตามที่ได้วางแผนไว้

องค์กร *ต้อง*กำหนดการจัดการสำหรับกระบวนการต่างๆ ดังกล่าว โดยให้ครอบคลุมถึงข้อดังต่อไปนี้เท่าที่ทำได้

a) การกำหนดเกณฑ์ในการทบทวนและอนุมัติกระบวนการนั้นๆ
b) การอนุมัติอุปกรณ์และคุณสมบัติของบุคลากร
c) การใช้วิธีการและขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เฉพาะเจาะจง
d) ข้อกำหนดต่างๆ ในการเก็บบันทึกข้อมูล (ดู 4.2.4)
e) การดำเนินการอนุมัติซ้ำเป็นระยะๆ

7.5.3 ทรัพย์สินของลูกค้า

องค์กร *ต้อง*ดูแลทรัพย์สินของลูกค้าตลอดระยะเวลาการใช้งาน หรือตลอดระยะเวลาที่อยู่ในการควบคุมโดยองค์กร โดย *ต้อง*ชี้บ่ง ทวนสอบ ปกป้องและดูแลรักษาทรัพย์สินที่ลูกค้าจัดหาให้เพื่อใช้หรือประกอบเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ หากทรัพย์สินของลูกค้าสูญหายชำรุดหรือพบว่าไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานในลักษณะใดก็ตาม องค์กร *ต้อง*รายงานให้ลูกค้าทราบและเก็บรักษาบันทึกไว้เป็นหลักฐาน (ดู 4.2.4)

หมายเหตุ: ทรัพย์สินของลูกค้าในที่นี้ครอบคลุมถึงทรัพย์สินทางปัญญาด้วย

7.5.4 การถนอมรักษาผลิตภัณฑ์

องค์กร *ต้อง*ถนอมรักษาความเป็นไปตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ไว้ตลอดการดำเนินการภายในขององค์กรและจนกระทั่งส่งมอบไปถึงจุดหมายปลายทางที่กำหนดการถนอมรักษานี้ *ต้อง*ครอบคลุมถึงการชี้บ่ง, การเคลื่อนย้าย, การบรรจุ, การจัดเก็บ ตลอดจนการปกป้องผลิตภัณฑ์ อีกทั้งองค์กร *ต้อง*ดำเนินการถนอมรักษาดังกล่าวนี้กับชิ้นส่วนที่เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ด้วย

7.6 การควบคุมและการเฝ้าติดตามเครื่องมือวัด

องค์กร *ต้อง*พิจารณากำหนดการวัดและการเฝ้าติดตามที่จำเป็นในการดำเนินการ รวมถึงเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการวัดและการเฝ้าติดตามนั้นๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานที่แสดงว่าผลิตภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ (ดู 7.2.1)

องค์กร *ต้อง*จัดตั้งกระบวนการเพื่อยืนยันว่าสามารถดำเนินการวัดและการเฝ้าติดตามที่กำหนดไว้ได้ รวมทั้งยืนยันว่าการวัดและการเฝ้าติดตามดังกล่าวจะดำเนินไปในลักษณะซึ่งสอดคล้องกับข้อกำหนดในการวัดและการเฝ้าติดตาม

ในกรณีที่จำเป็นเพื่อยืนยันความเชื่อถือได้ของผลการวัดและการเฝ้าติดตามเครื่องมือที่ใช้ *ต้อง*

a) ได้รับการสอบเทียบกับมาตรฐานการวัด ซึ่งสามารถสอบกลับได้ถึงมาตรฐานการวัดระดับชาติหรือนานาชาติ ตามช่วงเวลาที่กำหนดหรือก่อนนำไปใช้งานในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานการวัดดังกล่าว องค์กร *ต้อง*จัดทำวิธีการที่ใช้ในการสอบเทียบหรือทวนสอบความแม่นยำของเครื่องมือนั้นๆ ไว้เป็นเอกสาร
b) ได้รับการปรับเทียบหรือปรับเทียบซ้ำเป็นระยะๆ ตามความจำเป็น
c) ได้รับการชี้บ่งเพื่อให้ทราบได้ชัดเจนถึงสถานะการสอบเทียบ
d) ได้รับการป้องกันมิให้ถูกปรับแต่งซึ่งจะทำให้ผลการวัดไม่น่าเชื่อถือ

e) ได้รับการปกป้องมิให้ชำรุดหรือเสื่อมสภาพระหว่างการเคลื่อนย้าย บำรุงรักษา และจัดเก็บ

นอกจากนี้ ในกรณีที่พบว่าเครื่องมือวัดไม่เป็นตามข้อกำหนด องค์กร *ต้อง*ประเมินความเชื่อถือได้ของผลการวัดครั้งก่อนๆ และบันทึกผลการประเมินนั้นไว้ อีกทั้ง *ต้อง*ดำเนินการอย่างเหมาะสมต่อเครื่องมือวัดที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและผลิตภัณฑ์ที่ได้รับผลกระทบ และ *ต้อง*เก็บรักษาบันทึกการสอบเทียบและการทวนสอบในกรณีดังกล่าวไว้ (ดู4.2.4)

หากใช้คอมพิวเตอร์ซอฟท์แวร์ในการวัดและเฝ้าติดตามความสอดคล้องกับข้อกำหนดที่ระบุไว้ องค์กร *ต้อง*ดำเนินการเพื่อยืนยันว่าซอฟท์แวร์นั้นมีขีดความสามารถในการวัดตามที่ต้องการ ซึ่ง *ต้อง*ดำเนินการก่อนที่จะเริ่มใช้ซอฟท์แวร์นั้นและให้ยืนยันขีดความสามารถดังกล่าวซ้ำเป็นระยะๆ ตามความจำเป็น

หมายเหตุ: ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ใน ISO 10012-1 และ 10012-2

8 การวัด, การวิเคราะห์และการปรับปรุง

8.1 ทั่วไป

องค์กร *ต้อง*วางแผนและนำไปปฏิบัติซึ่งกระบวนการที่จำเป็นในการเฝ้าติดตาม, ตรวจวัด, วิเคราะห์และปรับปรุงทั้งนี้เพื่อ

a) แสดงถึงความเป็นไปตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์
b) ยืนยันความเป็นไปตามาข้อกำหนดของระบบการบริหารงานคุณภาพ และ
c) ปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการบริหารงานคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

กระบวนการดังกล่าว *ต้อง*ครอบคลุมถึงการพิจารณากำหนดวิธีการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องตลอดจนกลวิธีทางสถิติและการนำไปใช้

8.2 การเฝ้าติดตามและการวัด

8.2.1 ความพึงพอใจของลูกค้า

องค์กร *ต้อง*เฝ้าติดตามสาระซึ่งเกี่ยวข้องกับความเข้าใจของลูกค้า เพื่อให้ทราบว่าองค์กรได้สนองตอบต่อข้อกำหนดของลูกค้าอยู่หรือไม่ และเพื่อเป็นการวัดประสิทธิภาพของระบบการบริหารงานคุณภาพอย่างหนึ่งโดย *ต้อง*พิจารณากำหนดวิธีการที่จะใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งสาระดังกล่าว รวมถึงการนำสาระดังกล่าวไปใช้ประโยชน์

8.2.2 การตรวจติดตามภายใน

องค์กร *ต้อง*ดำเนินการตรวจติดตามภายใน ณ ช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อให้ทราบว่าระบบการบริหารงานคุณภาพ

a) สอดคล้องกับการดำเนินการที่วางแผนไว้ (ดู 7.1) ตามข้อกำหนดในมาตรฐานสากลฉบับนี้ และตามข้อกำหนดในระบบการบริหารงานคุณภาพที่องค์กรจัดตั้งขึ้น และ

b) ได้รับการนำไปปฏิบัติให้เกิดผลและคงรักษาไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

องค์กร *ต้อง*วางแผนการดำเนินการตรวจติดตาม โดยพิจารณาถึงสถานะและความสำคัญของกระบวนการต่างๆ และของพื้นที่ที่จะตรวจ รวมทั้งพิจารณาถึงผลของการตรวจติดตามครั้งก่อนหน้าด้วย องค์กร *ต้อง*กำหนด เกณฑ์ ขอบข่าย ความถี่และวิธีการที่จะใช้ในการตรวจติดตาม การคัดเลือกผู้ตรวจติดตามและการดำเนินการตรวจติดตาม *ต้อง*ทำให้มั่นใจได้ว่ากระบวนการตรวจติดตามขององค์กรมีความชัดเจนและความเป็นกลาง ทั้งนี้ผู้ตรวจติดตาม *ต้อง* ไม่ตรวจงานของตนเอง

องค์กร *ต้อง*ระบุความรับผิดชอบและข้อกำหนดในการวางแผนและการดำเนินการตรวจติดตาม รวมทั้งการรายงานผลและการเก็บรักษาบันทึก (ดู 4.2.4) ไว้ในเอกสารการปฏิบัติงาน

ผู้บริหารซึ่งรับผิดชอบพื้นที่ที่ถูกตรวจ *ต้อง*ยืนยันว่าการกำจัดสภาพและสาเหตุของความไม่เป็นไปตามข้อกำหนดที่ได้ตรวจพบได้รับการดำเนินการภายในระยะเวลาที่กำหนดกิจกรรมการติดตามผลการดำเนินการ *ต้อง*ครอบคลุมถึงการทวนสอบสิ่งที่ได้ดำเนินการไป และการรายงานผลการทวนสอบนั้น (ดู 8.5.2)

หมายเหตุ: ดูรายละเอียดเพิ่มเติมใน ISO 10011-1, ISO 10011-2 และ ISO 10011-3

8.2.3 การเฝ้าติดตามและการวัดกระบวนการ

องค์กร *ต้อง*ใช้วิธีการที่เหมาะสมในการเฝ้าติดตามและวัด (ในกรณีที่ทำได้) กระบวนการต่างๆ ในระบบการบริหารงานคุณภาพ วิธีการดังกล่าว *ต้อง*แสดงให้เห็นว่ากระบวนการต่างๆ สามารถนำไปสู่ผลที่วางแผนไว้ได้หากไม่สามารถบรรลุผลได้ตามที่วางแผนไว้

องค์กร *ต้อง*ดำเนินการตามความเหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาและแก้ไขป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นซ้ำ เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์จะเป็นไปตามข้อกำหนด

8.2.4 การเฝ้าติดตามและการวัดผลิตภัณฑ์

องค์กร *ต้อง*เฝ้าติดตามและวัดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เพื่อทวนสอบว่าข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ได้รับการสนองตอบ องค์กร *ต้อง*ดำเนินการเฝ้าติดตามและวัดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ณ ขั้นตอนที่เหมาะสมในระหว่างกระบวนการสร้างผลิตภัณฑ์ โดยให้สอดคล้องกับการดำเนินการที่ได้วางแผนไว้(ดู 7.1)

องค์กร *ต้อง*เก็บรักษาหลักฐานที่แสดงว่าผลิตภัณฑ์ผ่านเกณฑ์การยอมรับ และบันทึก *ต้อง*ชี้บ่งถึงบุคลากรผู้มีอำนาจในการอนุมัติปล่อยผลิตภัณฑ์ (ดู 4.2.4)

การอนุมัติปล่อยผลิตภัณฑ์และการส่งมอบการบริการ *ต้อง*ไม่เกิดขึ้นก่อนที่การดำเนินการทั้งหมดที่ได้วางแผนไว้ (ดู 7.1) ได้รับการปฏิบัติตามโดยสมบูรณ์แล้ว เว้นแต่กรณีที่ได้รับการอนุมัติให้เป็นอย่างอื่นจากผู้มีอำนาจในเรื่องนั้นๆ และจากลูกค้าในกรณีที่เกี่ยวข้อง

8.3 การควบคุมผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด

องค์กร *ต้อง*ยืนยันว่าผลิตภัณฑ์ซึ่งไม่เป็นไปตามข้อกำหนด สำหรับผลิตภัณฑ์ได้รับการชี้บ่งและควบคุมไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ถูกนำไปใช้งานหรือส่งมอบ องค์กร *ต้อง*ระบุการควบคุมดังกล่าวตลอดจนอำนาจและความรับผิดชอบที่เกี่ยวข้องในการจัดการกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดไว้ในเอกสารการปฏิบัติงาน

องค์กร *ต้อง*จัดการกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งหรือมากกว่า ดังต่อไปนี้

a) ดำเนินการเพื่อกำจัดสภาพที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดที่ได้ตรวจพบ
b) อนุมัติการใช้ การปล่อยออกหรือการยอมรับโดยได้รับความเห็นชอบจากผู้มีอำนาจในกรณีนั้นๆ และจากลูกค้าหากเกี่ยวข้อง
c) ดำเนินการโดยไม่นำไปใช้หรือประยุกต์ใช้ตามวัตถุประสงค์การใช้งานเดิม

องค์กร *ต้อง*รักษาบันทึกซึ่งแสดงถึงความไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และการดำเนินการอันเนื่องมาจากความไม่เป็นไปตามข้อกำหนดนั้น ตลอดจนการได้รับความเห็นชอบดังกล่าวข้างต้นไว้ (ดู 4.2.4)

ในกรณีซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดได้รับการแก้ไข องค์กร*ต้อง*ดำเนินการทวนสอบผลิตภัณฑ์นั้นซ้ำอีกเพื่อแสดงว่าผลิตภัณฑ์นั้นเป็นไปตามข้อกำหนดแล้ว

ในกรณีที่พบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดหลังการ ส่งมอบหรือหลังจากได้เริ่มนำไปใช้งานแล้ว องค์กร *ต้อง*ดำเนินการอย่างเหมาะสมต่อผลกระทบทั้งที่เกิดขึ้นและอาจเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากความไม่เป็นไปตามข้อกำหนดนั้น

8.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

องค์กร *ต้อง*พิจารณากำหนด รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแสดงว่าระบบการบริหารงานคุณภาพเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ตลอดจนประเมินว่ายังสามารถปรับปรุงระบบการบริหารงานคุณภาพอย่างต่อเนื่องได้ ณ จุดใด การดำเนินการต่างๆ ดังกล่าว *ต้อง*ครอบคลุมถึงข้อมูลซึ่งเป็นผลจากการเฝ้าติดตามและการวัดจากแหล่งอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ข้อมูล *ต้อง*ให้สาระซึ่งเกี่ยวข้องกับ

a) ความพึงพอใจของลูกค้า (ดู 8.2.1)
b) ความเป็นไปตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ (ดู 7.2.1)
c) คุณลักษณะและแนวโน้มต่างๆ ของกระบวนการและผลิตภัณฑ์ ตลอดจนโอกาสในการดำเนินการเชิงป้องกัน และ
d) ผู้ส่งมอบ

8.5 การปรับปรุง

8.5.1 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

องค์กร *ต้อง*ปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการบริหารงานคุณภาพอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยนโยบายคุณภาพ, วัตถุประสงค์คุณภาพ, ผลการตรวจติดตาม, การวิเคราะห์ข้อมูล, การดำเนินการเชิงแก้ไขและป้องกัน ตลอดจนการทบทวน โดยฝ่ายบริหาร

8.5.2 การดำเนินการเชิงแก้ไข

องค์กร *ต้อง*ดำเนินการเพื่อกำจัดสาเหตุของความไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ การดำเนินการเชิงแก้ไข *ต้อง*เหมาะสมกับผลกระทบของความไม่เป็นไปตามข้อกำหนดนั้นๆ

องค์กร *ต้อง*จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานเพื่อระบุข้อกำหนดในการ

a) ทบทวนความไม่เป็นไปตามข้อกำหนด (รวมถึงการร้องเรียนจากลูกค้า)
b) พิจารณากำหนดสาเหตุของความไม่เป็นไปตามข้อกำหนด
c) ประเมินความจำเป็นในการดำเนินการเพื่อให้มั่นใจว่าความไม่เป็นไปตามข้อกำหนดนั้นๆ จะไม่เกิดขึ้นอีก
d) พิจารณากำหนดและนำไปปฏิบัติซึ่งการดำเนินการที่จำเป็น
e) บันทึกผลของสิ่งที่ได้ดำเนินการไป (ดู 4.2.4) และ

f) ทบทวนการแก้ไขที่ได้ดำเนินการไป

8.5.3 การดำเนินการเชิงป้องกัน

องค์กร *ต้อง*พิจารณากำหนดการดำเนินการเพื่อกำจัดสาเหตุของความไม่เป็นไปตามข้อกำหนดซึ่งอาจเกิดขึ้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดขึ้น การดำเนินการป้องกัน *ต้อง*เหมาะสมกับผลกระทบของปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

องค์กร *ต้อง*จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานเพื่อระบุข้อกำหนดในการ

a) พิจารณากำหนดสาเหตุและความไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ซึ่งอาจเกิดขึ้น
b) ประเมินความจำเป็นในการดำเนินการเพื่อป้องกันไม่ให้ความไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเกิดขึ้น
c) พิจารณากำหนดและนำไปปฏิบัติซึ่งการดำเนินการที่จำเป็น
d) บันทึกผลของสิ่งที่ได้ดำเนินการไป (ดู 4.2.4) และ
e) ทบทวนการป้องกันที่ได้ดำเนินการไป

หมายเหตุ ข้อกำหนด ISO 9001:2000 ที่กล่าวถึงในที่นี้ ได้ตัดมาเพียงข้อกำหนดตั้งแต่ข้อ 4 จนถึงข้อที่ 8 เท่านั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อกำหนด ISO 14001 : 1996

4.1 **ข้อกำหนดทั่วไป** (General Requirements)

องค์กร *ต้อง* จัดทำ และคงรักษา ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม, ข้อกำหนด ซึ่งอธิบายภาพรวมของข้อกำหนดข้อที่ 4

4.2 **นโยบายสิ่งแวดล้อม** (Environmental Policy)

ผู้บริหารระดับสูง *ต้อง* กำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อมขององค์กร และทำให้มั่นใจว่านโยบายสิ่งแวดล้อมนี้

ก) มีความเหมาะสมกับลักษณะของธุรกิจที่ทำ ขนาดและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของกิจกรรม, ผลิตภัณฑ์ และบริการต่างๆ ขององค์กร

ข) ได้รวมถึงความมุ่งมั่นต่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และการป้องกันมลพิษ

ค) ได้รวมถึงความมุ่งมั่นต่อการปฏิบัติให้ได้ ตามข้อกำหนดของกฎหมายและกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง และปฏิบัติให้ได้ตามข้อกำหนดอื่นๆ ที่องค์กรเห็นชอบด้วย

ง) มีกรอบงานสำหรับการกำหนดและการทบทวนวัตถุประสงค์ และเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อม

จ) จัดทำเป็นเอกสารไว้ นำไปถือปฏิบัติ และคงรักษาไว้ และมีการสื่อสารกับพนักงานทุกคน

ฉ) สามารถหาได้สำหรับสาธารณะ

4.3 **การวางแผน** (Planning)

4.3.1 **ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อม** (Environmental Aspects)

องค์กร *ต้อง* จัดให้มี และคงไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติในการบ่งชี้ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมของกิจกรรม ผลิตภัณฑ์ หรือบริการต่างๆขององค์กร ซึ่งเป็นลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมที่องค์กรสามารถควบคุม และรวมทั้งลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะมีอิทธิพล เพื่อที่จะบอกว่าลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมเหล่านั้นมี หรือสามารถที่จะทำให้มีผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม องค์กร *ต้อง* ทำให้มั่นใจได้ว่าลักษณะปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวพันกับผลกระทบที่มีนัยสำคัญเหล่านี้ ได้นำมาพิจารณาในการกำหนดวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กร องค์กร *ต้อง* ทำให้ข่าวสารเกี่ยวกับลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมนี้มีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

4.3.2 **กฎหมาย และข้อกำหนดอื่น ๆ** (Legal and other requirements)

องค์กร *ต้อง* จัดให้มีและคงไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติในการบ่งชี้ และการเข้าถึงกฎหมายและข้อกำหนดอื่นๆที่องค์กรเห็นด้วย ซึ่งเหมาะกับลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมของกิจกรรมผลิตภัณฑ์หรือบริการต่างๆ ขององค์กรโดยตรง

4.3.3 **วัตถุประสงค์และเป้าหมาย** (Objectives and Targets)

องค์กร *ต้อง* จัดให้มีและคงไว้ซึ่งวัตถุประสงค์ และเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อม ที่เขียนเป็นเอกสารไว้ที่เกี่ยวข้องกับแต่ละหน้าที่และระดับภายในองค์กร

ในการจัดให้มีและทบทวนวัตถุประสงค์ขององค์กรนั้น องค์กร *ต้อง* พิจารณาถึงกฎหมายและข้อกำหนดอื่นๆ, ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญขององค์กร, ทางเลือกด้านเทคนิคและการเงินขององค์กร ข้อกำหนดด้านปฏิบัติการและธุรกิจ และมุมมองของฝ่ายต่างๆที่สนใจ

วัตถุประสงค์และเป้าหมาย *ต้อง* สอดคล้องกับนโยบายสิ่งแวดล้อมรวมทั้งความมุ่งมั่นต่อการป้องกันมลภาวะ

4.3.4 **โครงการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม** (Environmental Management Programme(s))

องค์กร *ต้อง* จัดให้มี และคงรักษาไว้ซึ่งหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งโครงการที่จะทำให้วัตถุประสงค์และเป้าหมายขององค์กรบรรลุผล โครงการนี้ *ต้อง* รวมถึง

ก) การกำหนดความรับผิดชอบที่จะทำให้วัตถุประสงค์และเป้าหมายบรรลุผลในแต่ละหน้าที่ และระดับที่เกี่ยวข้องขององค์กร

ข) วิธีการและกรอบเวลาที่แต่ละวัตถุประสงค์และเป้าหมายจะบรรลุผล

โครงการ *ต้อง* ได้รับการแก้ไขถ้ามีแผนงานที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการใหม่ๆ และกิจกรรม, ผลิตภัณฑ์ หรือบริการที่ทำใหม่ หรือมีการดัดแปลงแก้ไข เพื่อที่จะทำให้มั่นใจได้ว่า มีการนำการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมไปใช้กับโครงการใหม่ๆ หรือโครงการที่มีการดัดแปลงแก้ไขเหล่านั้น

4.4 **การนำไปใช้ และปฏิบัติ** (Implementation and Operation)

4.4.1 **โครงสร้างและความรับผิดชอบ** (Structure and Responsibility)

บทบาท, ความรับผิดชอบ และอำนาจหน้าที่ *ต้อง* มีการกำหนด เขียนเป็นเอกสารไว้ และมีการสื่อสารเพื่อที่จะก่อให้เกิดการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิผล

ผู้บริหาร *ต้อง* จัดให้มีทรัพยากรที่จำเป็นต่อการนำไปปฏิบัติและการควบคุมของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม รวมถึงทรัพยากรที่เป็นทรัพยากรมนุษย์และทักษะเฉพาะด้าน เทคโนโลยีและการเงิน

ผู้บริหารระดับสูงขององค์กร *ต้อง* แต่งตั้งตัวแทนฝ่ายบริหารหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งคน ซึ่งนอกเหนือจากความรับผิดชอบอื่นแล้ว ยังกำหนดให้ตัวแทนฝ่ายบริหาร *ต้อง* มีบทบาท ความรับผิดชอบและอำนาจในการ

ก) ทำให้มั่นใจได้ว่า ข้อกำหนดต่างๆ ของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมมีการจัดตั้ง นำไปปฏิบัติและคงรักษาไว้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานนี้

ข) รายงานเกี่ยวกับผลการปฏิบัติงานด้านระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมต่อผู้บริหาร เพื่อทำการทบทวนและเป็นพื้นฐานสำหรับการปรับปรุงระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

4.4.2 การฝึกอบรม, จิตสำนึก และความสามารถ (Training, Awareness and Competence)

องค์กร *ต้อง* บ่งชี้ความจำเป็นในการฝึกอบรม โดยที่องค์กร *ต้อง* กำหนดให้บุคลากรทั้งหมดที่อาจทำให้เกิดผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมจากการทำงานของเขาได้รับการฝึกอบรมอย่างเหมาะสม

องค์กร *ต้อง* จัดให้มี และคงรักษาไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติ ในการทำให้พนักงาน หรือสมาชิกขององค์กรในแต่ละหน้าที่และระดับที่เกี่ยวข้องมีจิตสำนึกของ

ก) ความสำคัญในการปฏิบัติให้ได้ตามนโยบายสิ่งแวดล้อม วิธีปฏิบัติ และข้อกำหนดต่างๆของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

ข) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญที่ได้เกิดขึ้นจริง หรือที่อาจเป็นไปได้จากกิจกรรมต่างๆ ที่พวกเขาปฏิบัติอยู่ และประโยชน์ที่สิ่งแวดล้อมจะได้รับจากผลการปฏิบัติงานของบุคลากรที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว

ค) บทบาทและความรับผิดชอบของพนักงานต่อความสำเร็จในการปฏิบัติให้ได้ตามนโยบาย, สิ่งแวดล้อม, วิธีปฏิบัติ และข้อกำหนดต่างๆของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม รวมทั้งข้อกำหนดเกี่ยวกับการเตรียมพร้อมและการตอบสนองในภาวะฉุกเฉิน

ง) ผลร้ายที่เป็นไปได้จากการที่พนักงานฝ่าฝืนวิธีปฏิบัติงานที่ได้กำหนดไว้

บุคลากรผู้ซึ่งปฏิบัติหน้าที่ที่อาจเป็นเหตุให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ *ต้อง* เป็นบุคลากรที่มีความสามารถซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นฐานของการศึกษา, การฝึกอบรม และ/หรือ ประสบการณ์ที่เหมาะสม

4.4.3 **การสื่อสาร** (Communication)

องค์กร *ต้อง* จัดให้มี และคงรักษาไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติสำหรับ

ก) การสื่อสารภายใน ระหว่างระดับ และผู้มีหน้าที่ต่างๆขององค์กร

ข) การรับ, บันทึก และการตอบสนองที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารจากฝ่ายต่างๆที่สนใจซึ่งอยู่ภายนอกองค์กรที่เกี่ยวเนื่องกับลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อม และระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

องค์กร *ต้อง* พิจารณาถึงกระบวนการสำหรับการสื่อสารกับบุคคลภายนอกเกี่ยวกับลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ และบันทึกการตัดสินใจขององค์กรไว้

4.4.4 **เอกสารในระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม** (Environmental Management System Documentation)

องค์กร *ต้อง* จัดให้มีและคงรักษาไว้ซึ่งข่าวสารซึ่งอยู่ในรูปแบบที่เป็นกระดาษหรืออิเลคโทรนิคส์เพื่อ

ก) อธิบายข้อกำหนดหลักของระบบการจัดการ และความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกันของข้อกำหนดหลักต่างๆ

ข) ทำให้มีทิศทางสำหรับเอกสารที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน

4.4.5 **การควบคุมเอกสาร** (Document Control)

องค์กร *ต้อง* จัดให้มีและคงรักษาไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติสำหรับการควบคุมเอกสารทั้งหมดที่ต้องการโดยมาตรฐานนี้ เพื่อที่จะทำให้มั่นใจได้ว่า

ก) เอกสารสามารถถูกกำหนดจุดหรือตำแหน่งได้

ข) เอกสารได้รับการทบทวนตามช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้ มีการปรับปรุงแก้ไขในกรณีที่จำเป็น และได้รับการอนุมัติในความเหมาะสมโดยบุคลากรที่มีอำนาจ

ค) เอกสารฉบับปัจจุบันที่เกี่ยวข้อง มีอยู่ ณ จุดปฏิบัติงานต่างๆ ที่ซึ่งจำเป็นต้องมีเอกสารนั้นๆ ต่อการนำระบบมาใช้งานให้มีประสิทธิผล

ง) เอกสารต่างๆที่พ้นสมัยแล้ว ถูกนำออกจากทุกจุดที่ได้รับการแจกจ่าย และจุดที่นำไปใช้งานทันที เว้นแต่ว่ามีวิธีการที่ประกันได้ว่า เอกสารที่พ้นสมัยนั้นไม่ถูกนำไปใช้โดยไม่ตั้งใจ

จ) มีการบ่งชี้เอกสารต่างๆ ที่พ้นสมัยแล้ว ให้มีการเก็บรักษาไว้อย่างเหมาะสมเพื่อจุดประสงค์ด้านกฎหมาย และ/หรือเก็บไว้เพื่อเป็นความรู้

เอกสาร *ต้อง* อ่านได้ชัดเจน ลงวันที่ (พร้อมด้วยวันที่ของการปรับปรุงแก้ไข) และบ่งชี้ได้อย่างไม่ยุ่งยาก รักษาไว้ในลักษณะที่เป็นระเบียบ และเก็บรักษาตามระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ *ต้อง* จัดให้มีและคงรักษาไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติและความรับผิดชอบในการกำหนดเอกสารขึ้นมาใหม่ และการเปลี่ยนแปลงเอกสารต่างๆ

4.4.6 **การควบคุมการปฏิบัติการ** (Operational Control)

องค์กร *ต้อง* บ่งชี้การปฏิบัติการและกิจกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญซึ่งได้มีการบ่งชี้ไว้แล้วให้สอดคล้องกับนโยบายสิ่งแวดล้อม, วัตถุประสงค์และเป้าหมาย องค์กร *ต้อง* ทำการวางแผนกิจกรรมที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ รวมทั้งการบำรุงรักษา เพื่อที่จะทำให้มั่นใจได้ว่าการปฏิบัติการต่างๆ ได้มีการดำเนินภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้โดยการ

ก) จัดให้มี และคงรักษาไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติที่เขียนเป็นเอกสารไว้ครอบคลุมสถานการณ์ต่างๆ ที่หากไม่มีมีวิธีปฏิบัติดังกล่าวแล้ว อาจนำไปสู่ความคลาดเคลื่อนไปจากนโยบายสิ่งแวดล้อม และวัตถุประสงค์และเป้าหมาย

ข) กำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับเกณฑ์สำหรับการปฏิบัติงานไว้ในวิธีปฏิบัติต่างๆ

ค) จัดให้มีและคงรักษาไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติที่เกี่ยวเนื่องกับลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญซึ่งบ่งชี้ได้ของสินค้าและบริการที่มีการนำไปใช้ในองค์กร และมีการสื่อสารกับผู้ส่งมอบและผู้รับเหมาในวิธีปฏิบัติและข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

4.4.7 **การเตรียมความพร้อมและตอบสนองในภาวะฉุกเฉิน** (Emergency Preparedness and Response)

องค์กร *ต้อง* จัดให้มีและคงรักษาไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติในการบ่งชี้และตอบสนองต่ออุบัติเหตุและสถานการณ์ฉุกเฉินต่างๆที่เป็นไปได้ และมีวิธีปฏิบัติในการป้องกันและบรรเทาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกี่ยวเนื่องกับอุบัติเหตุและสถานการณ์ฉุกเฉินต่างๆที่เกิดขึ้น

องค์กร *ต้อง* ทำการทบทวนและปรับปรุงแก้ไขวิธีปฏิบัติต่างๆ สำหรับการเตรียมพร้อมและตอบสนองในภาวะฉุกเฉินตามความจำเป็น โดยเฉพาะภายหลังจากที่ได้เกิดอุบัติเหตุหรือสถานการณ์ฉุกเฉินต่างๆแล้ว

หากเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ องค์กร *ต้อง* ทำการทดสอบวิธีปฏิบัติต่างๆที่ได้กำหนดขึ้นเป็นระยะๆ

4.5 **การตรวจ และการปฏิบัติการแก้ไข** (Checking and Corrective Action)

4.5.1 **การเฝ้าติดตามและการวัด** (Monitoring and Measurement)

องค์กร *ต้อง* จัดให้มีและคงรักษาไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติที่เขียนเป็นเอกสารไว้สำหรับการเฝ้าติดตามและการวัดคุณลักษณะที่สำคัญของการปฏิบัติการ และกิจกรรมต่างๆขององค์กร ซึ่งมีผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม โดยกำหนดให้มีการปฏิบัติเป็นประจำ การเฝ้าติดตามและการวัดนี้ *ต้อง* รวมถึงการบันทึกข่าวสารเพื่อที่จะติดตามผลการปฏิบัติงาน การควบคุมการปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายขององค์กร

เครื่องมือที่ใช้ในการเฝ้าติดตาม *ต้อง* ได้รับการสอบเทียบและดูแลรักษา มีการเก็บรักษาบันทึกเกี่ยวกับกระบวนการสอบเทียบไว้ ตามวิธีปฏิบัติต่างๆขององค์กร

องค์กร *ต้อง* จัดให้มี และคงรักษาไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติที่เขียนเป็นเอกสารไว้ สำหรับการประเมินผลเป็นระยะๆ ว่าปฏิบัติได้ตามข้อกำหนดของกฎหมาย และกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

4.5.2 **ข้อบกพร่องและการปฏิบัติการแก้ไขและป้องกัน** (Nonconformance and Corrective and Preventive Action)

องค์กร *ต้อง* จัดให้มีและคงรักษาไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติสำหรับความรับผิดชอบ และอำนาจหน้าที่ในการจัดการและสืบสวนข้อบกพร่อง การปฏิบัติการเพื่อที่จะบรรเทาผลกระทบใดๆ ที่เป็นเหตุ และการริเริ่มจนเสร็จสิ้นของการปฏิบัติการแก้ไขและป้องกัน

การปฏิบัติการแก้ไขหรือป้องกันใดๆ ในการขัดสาเหตุที่เป็นจริงหรือที่เป็นไปได้ของข้อบกพร่อง *ต้อง* มีความเหมาะสมกับขนาดของปัญหา และมีความพอเพียงกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ได้เกิดขึ้น

องค์กร *ต้อง* นำการเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่เป็นผลมาจากการปฏิบัติการแก้ไขและป้องกันไปปฏิบัติและบันทึกการเปลี่ยนแปลงนั้นๆ ในวิธีปฏิบัติที่เขียนเป็นเอกสารไว้

4.5.3 **บันทึก** (Records)

องค์กร *ต้อง* จัดให้มีและคงรักษาไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติในการบ่งชี้ ดูแลรักษา และการทำลายบันทึกต่างๆที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม บันทึกเหล่านี้ *ต้อง* รวมถึงบันทึกการฝึกอบรม ผลลัพธ์ของการตรวจติดตาม และการทบทวน

บันทึกที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม *ต้อง* อ่านได้ชัดเจน บ่งชี้ได้ และสอบกลับไปยังกิจกรรม, ผลิตภัณฑ์หรือบริการที่เกี่ยวข้องได้ บันทึกเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม *ต้อง*ได้รับการจัดเก็บและดูแลรักษาในลักษณะที่พร้อมที่จะเรียกมาดูได้ และมีการป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหาย ชำรุด หรือสูญหาย *ต้อง* มีการกำหนดและบันทึกระยะเวลาจัดเก็บของบันทึกต่างๆ

บันทึก *ต้อง* ได้รับการดูแลรักษาที่เหมาะสมกับระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม และมีความเหมาะสมกับองค์กร เพื่อที่จะแสดงให้เห็นว่าปฏิบัติได้ตามข้อกำหนดต่างๆของมาตรฐานนี้

4.5.4 **การตรวจติดตามระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม** (Environmental Management System Audit)

องค์กร *ต้อง* จัดให้มีและคงรักษาไว้ซึ่งโปรแกรม และวิธีปฏิบัติสำหรับการตรวจติดตามระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมให้บรรลุผลสำเร็จ เพื่อที่จะ

ก) บอกให้ทราบได้ว่าระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมนั้น

1) สอดคล้องกับการจัดการต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้สำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อม รวมถึงข้อกำหนดต่างๆ ของมาตรฐานนี้

2) ทำให้มีการนำไปถือปฏิบัติ และคงรักษาไว้อย่างเหมาะสม

ข) จัดให้มีข่าวสารเกี่ยวกับผลการตรวจติดตามให้แก่ผู้บริหาร

โปรแกรมการตรวจติดตามซึ่งรวมถึงกำหนดการนี้จะ *ต้อง* ขึ้นอยู่กับความสำคัญของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม และผลของการตรวจติดตามในครั้งที่ผ่านมา เพื่อทำให้การตรวจติดตามเป็นที่เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น วิธีปฏิบัติสำหรับการตรวจติดตาม *ต้อง* ครอบคลุมขอบข่าย, ความถี่ และวิธีการตรวจติดตาม รวมทั้งการกำหนดความรับผิดชอบและข้อกำหนดต่างๆ สำหรับการดำเนินการตรวจติดตาม และการรายงานผลการตรวจติดตาม

4.6 **การทบทวนของฝ่ายบริหาร** (Management Review)

ผู้บริหารระดับสูงขององค์กร *ต้อง* ทบทวนระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมตามช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้ เพื่อที่จะทำให้มั่นใจได้ว่า ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมนี้ยังคงมีความเหมาะสม ความเพียงพอ และมีประสิทธิผล อย่างต่อเนื่อง กระบวนการทบทวนของฝ่ายบริหารนี้ *ต้อง* ทำให้มั่นใจ

ได้ว่า ข่าวสารที่จำเป็น ได้ถูกรวบรวมเพื่อให้ฝ่ายบริหารทำการประเมินผลได้ การทบทวนนี้ *ต้อง* จัดทำเป็นเอกสารไว้

การทบทวนของฝ่ายบริหาร *ต้อง* พิจารณาถึงความจำเป็นที่เป็นไปได้ ที่จะเปลี่ยนแปลงนโยบาย, วัตถุประสงค์ และข้อกำหนดอื่นๆของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม, สภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลง และความมุ่งมั่นต่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

หมายเหตุ ข้อกำหนด ISO 14001:1996 ที่กล่าวถึงในที่นี้ ได้ตัดมาเพียงข้อกำหนดตั้งแต่ข้อ 4.1 จนถึงข้อ 4.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายชัยโชติ พิบูลย์ธนานนท์ เกิดเมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2516 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2537 และ ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547 ปัจจุบันทำงานที่บริษัท ฟาบริเนท จำกัด ในตำแหน่งวิศวกรอาวุโส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย