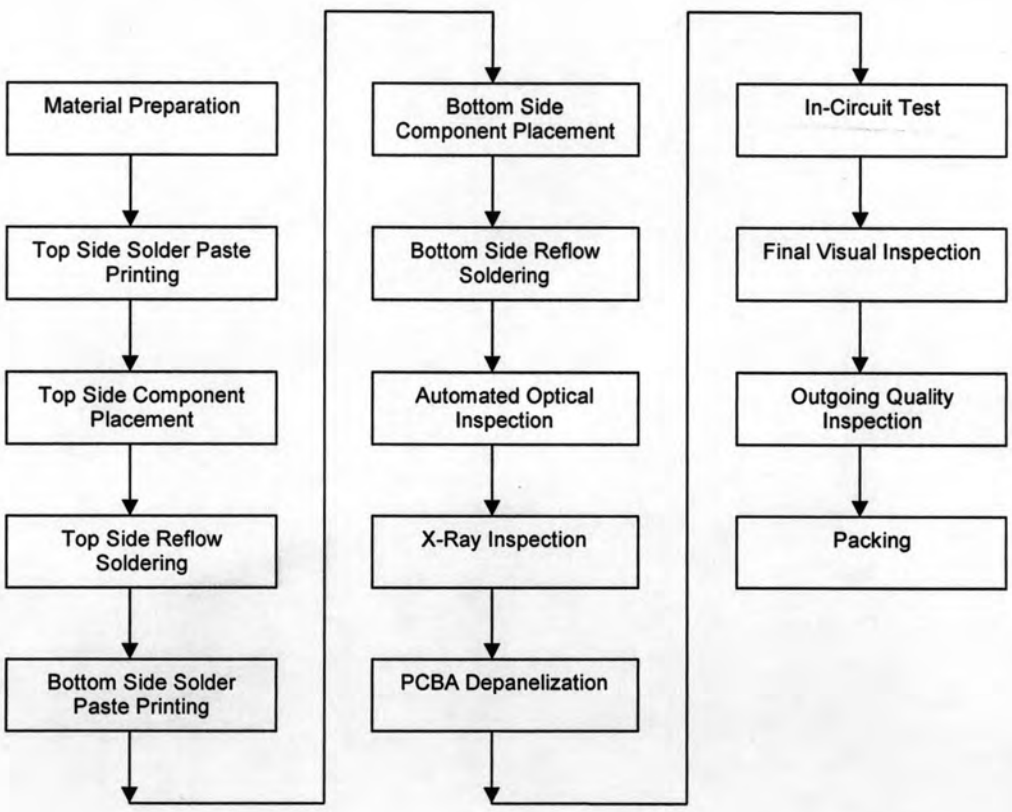
บทที่ 3

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

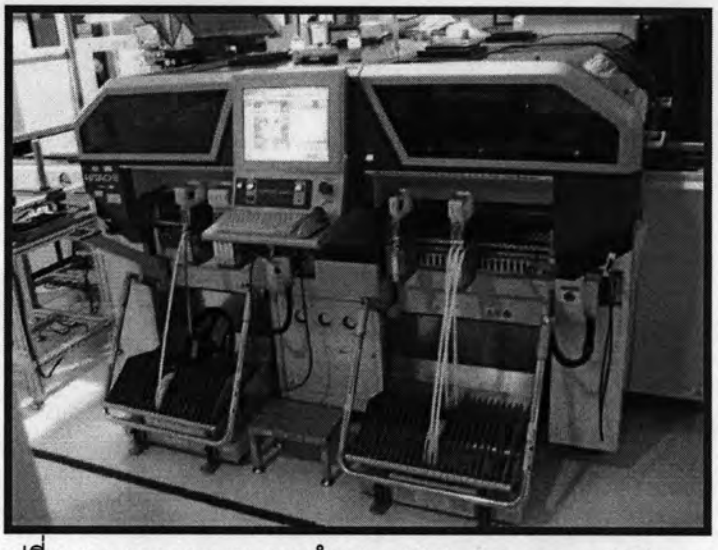
Top Side Solder Paste Printing

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

รูปที่ 3.3 แสดงกระบวนการทำ Top Side Solder Paste Printing

Top Side Component Placement

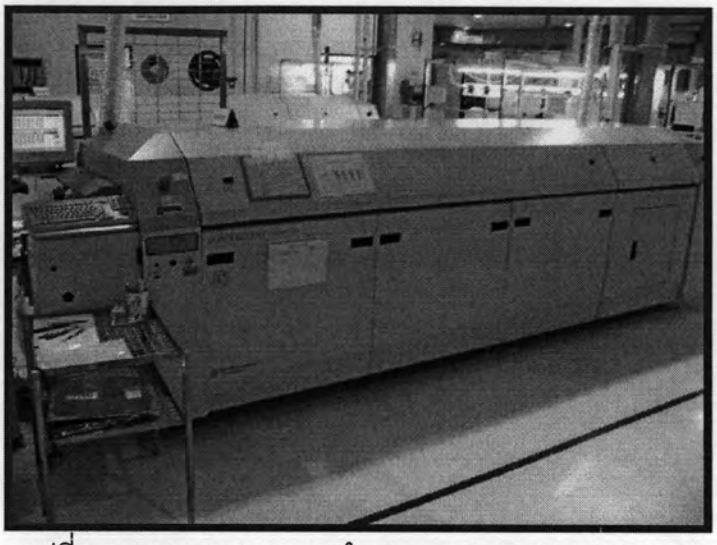
การวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ลงตามตำแหน่งต่างๆ บนผิวด้านบนของแผ่น PCB ที่มีตะกั่วเหลวคลุมอยู่ โดยจะใช้เครื่องจักร Pick and Place ช่วยในการวางโดยอัตโนมัติ โดยจะป้อนตำแหน่งการวางลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์



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

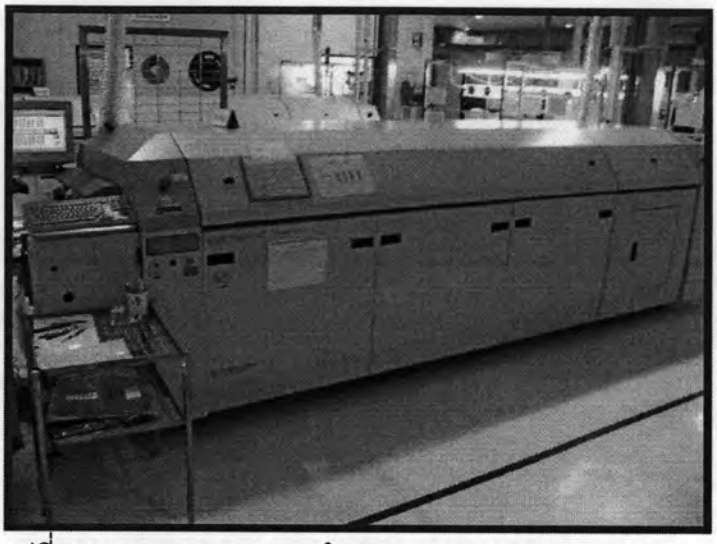
Bottom Side Component Placement

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

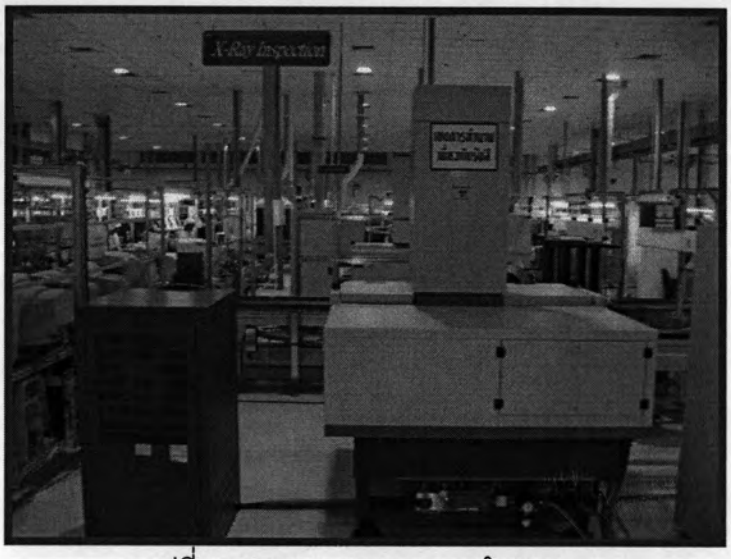
Automated Optical Inspection

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

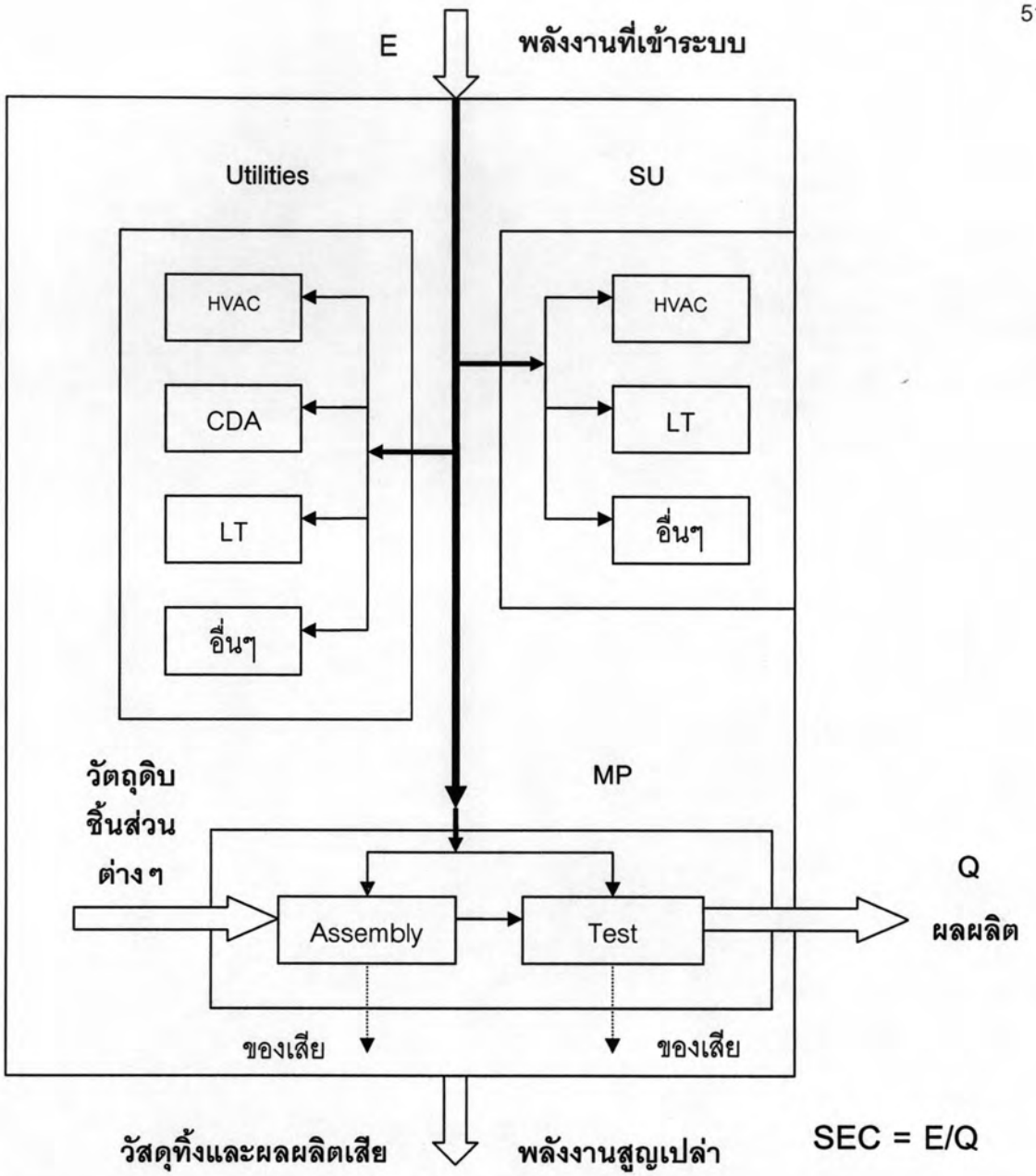
เป็นการบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์ เพื่อส่งให้ลูกค้าต่อไป

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)



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

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

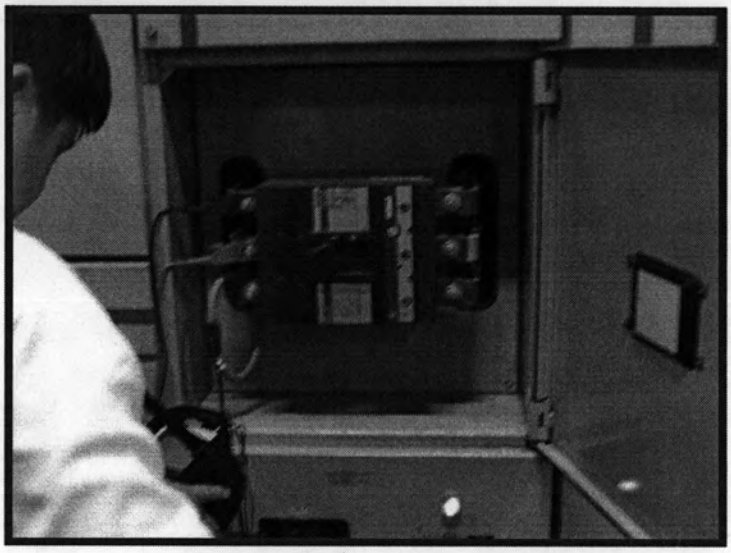
รูปที่ 3.17 แสดงเครื่องวัดและบันทึกค่าทางไฟฟ้า

รูปที่ 3.18 แสดงการแสดงค่าที่วัดได้ผ่าน Software

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 (kW)	ชั่วโมงใช้งาน		พลังงาน (kWh/ปี)
			ชม/วัน	วัน/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

(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

(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)

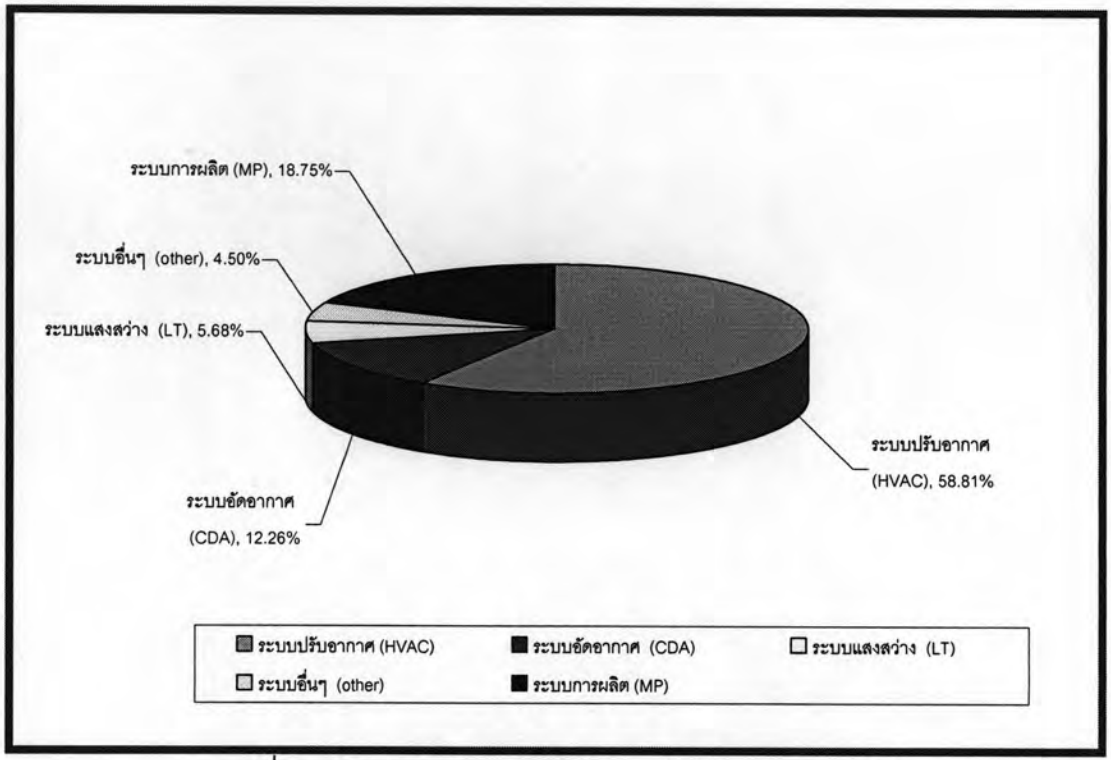
ตารางที่ 3.8 แสดงข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของระบบอื่นๆ

รายการ	จากตู้	กำลังไฟฟ้า (kW)	ชั่วโมงใช้งาน		พลังงาน (kWh/ปี)
			ชม/วัน	วัน/ปี	
ระบบอื่นๆ					**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 %**



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

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 SEC (ค) / (ง3)	kWh/Unit	1.47	1.08	1.10	1.35	1.75	0.71	

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
ช)ค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์	kWh/EU	1.13	1.05	0.87	1.01