บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การรายงานการตรวจสอบการใช้พลังงานนั้นมีความเป็นจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเป็นลำดับแรกเพื่อให้เข้าใจภาพรวมของการใช้พลังงานรวมถึงเทคนิคและแนวทางในการประหยัดพลังงาน สำหรับกิจการขนาดกลางและขนาดเล็ก สามารถแบ่งการค่าใช้จ่ายด้านพลังงานออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านไฟฟ้าและด้านความร้อน ขั้นตอนต่อไปคือการตรวจวัดอุปกรณ์หรือเครื่องจักรและวิเคราะห์การใช้พลังงานซึ่งเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดตั้งแต่ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ข้อมูลการตรวจวัดและข้อมูลในการวิเคราะห์ เพื่อเลือกเทคนิคหรือแนวทางในการวิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดพลังงานและการคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป โดยรายละเอียดการศึกษาค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานรวมทั้งรายละเอียดการออกแบบระบบฐานข้อมูล เว็บเพจ และการนำเสนอรายงานการตรวจสอบการใช้พลังงานในรูปแบบไฟล์ Latex ซึ่งนำมาใช้ในการพัฒนาระบบแสดงในหัวข้อถัดไป

2.1 การศึกษาค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านไฟฟ้าและด้านความร้อน การศึกษาเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลด้านเอกสารของการใช้พลังงานทั้ง 2 ด้าน ดังนี้

2.1.1 ด้านไฟฟ้า ประกอบด้วย บิลค่าไฟฟ้าเป็นเอกสารที่แสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายต่างๆ คือ ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด ค่าปรับเพาเวอร์แฟคเตอร์ และค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต ขึ้นกับประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า ระดับแรงดันไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าที่ใช้ และตามช่วงเวลาของการใช้งาน

2.1.2 ด้านความร้อน ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ขึ้นกับปริมาณเชื้อเพลิงและประเภทของเชื้อเพลิงที่ใช้ซึ่งราคามีค่าแตกต่างกันไป

2.2 การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงาน

2.2.1 การตรวจวัดการใช้พลังงานเป็นกระบวนการเก็บข้อมูลและศึกษาข้อมูลในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถจำแนกเป็น 2 ข้อมูลคือ

1) ข้อมูลด้านเอกสารเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ได้รับจากผู้ประกอบการหรือจากการสัมภาษณ์

เพื่อใช้ในการเตรียมงานก่อนทำการตรวจวัดโดยละเอียดได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย ชื่อกิจการ สถานที่ตั้ง ประเภทกิจการ พื้นที่ใช้งาน เวลาทำงาน จำนวนคนงาน ผู้ประสานงาน แผนผังอาคารหรือโรงงาน แผนผังระบบไฟฟ้า ข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า (บิลค่าไฟฟ้า) ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ กระบวนการผลิต ขั้นตอนการผลิต วัตถุดิบ กำลังติดตั้ง กำลังการผลิต รายการอุปกรณ์หรือเครื่องจักร อายุการใช้งานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักร และพฤติกรรมการใช้พลังงาน

2) ข้อมูลจากการสำรวจ คือ ข้อมูลที่มีการวัดอุปกรณ์หรือเครื่องจักรโดยละเอียดโดยใช้การสังเกตและเครื่องมือวัดแบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ

2.1) ด้านพลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วย ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า ได้แก่ การจัดโหลดแต่ละเฟส ตัวเก็บประจุ สภาพมิเตอร์และจดบันทึกค่าทางไฟฟ้าต่างๆ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ค่าตัวประกอบกำลัง ระบบปรับอากาศ ได้แก่ ชนิดเครื่องปรับอากาศ สภาพเครื่องปรับอากาศ สภาพฉนวน การอุดตันของสิ่งสกปรกที่แผงกรองอากาศ การตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัท ความสามารถในการทำความเย็น สถานที่ติดตั้ง ลักษณะการติดตั้ง เวลาการใช้งาน จดบันทึกค่าทางไฟฟ้าต่างๆ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าหรือพลังไฟฟ้า ค่าตัวประกอบกำลัง และจดบันทึกอุณหภูมิลมจ่าย อุณหภูมิลมกลับ ความชื้นสัมพัทธ์ ระบบแสงสว่าง ได้แก่ ชนิดโคมและการติดตั้ง หลอดไฟฟ้า บัลลาสต์ ขนาดวัตต์ สถานที่ติดตั้ง เวลาการใช้งาน ค่าความส่องสว่าง และอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้า ได้แก่ มอเตอร์

2.2) ด้านพลังงานความร้อน ได้แก่ ประเภทอุปกรณ์ ขนาดเครื่อง ชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ สภาพการทำงาน การสูญเสียความร้อน การหุ้มฉนวนอุปกรณ์ส่งจ่ายความร้อน สภาพการเผาไหม้ สังเกตสีของเปลวไฟและสีของควัน การปล่อยความร้อนทิ้ง

2.3) ด้านกรอบอาคาร ได้แก่ รูปร่างกรอบอาคาร วัสดุและสีของผนัง หลังคา ชนิดหน้าต่างกระจกและทิศทาง

2.2.2 การวิเคราะห์การใช้พลังงานเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลจากข้อ 2.2.1 เพื่อประเมินหาศักยภาพในการประหยัดพลังงานโดยพิจารณามาตรการประหยัดพลังงานและการคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ดังนี้

ด้านพลังงานไฟฟ้า เป็นการวิเคราะห์ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง อุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้า

1) ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า

1.1) การปรับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสม

การปรับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมเป็นการควบคุมแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิให้

เหมาะสมโดยที่แรงดันไฟฟ้าปลายสายไม่ต่ำกว่า 380 V เพื่อลดพลังไฟฟ้าที่สูญเสียในแกนเหล็กหม้อแปลงไฟฟ้า (Core Loss) ในขณะไม่มีโหลด เนื่องจากมีค่าแปรตามแรงดันไฟฟ้ายกกำลังสองที่ตกคร่อมขดลวดด้านทุติยภูมิ ซึ่งค่าพลังไฟฟ้าที่สูญเสียในแกนเหล็กหม้อแปลงไฟฟ้าแสดงดังตารางที่ 2.1

ตาราง 2.1 มาตรฐานพลังไฟฟ้าที่สูญเสียในแกนเหล็กหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ขนาด (kVA)	พลังไฟฟ้าที่สูญเสียในแกนเหล็กหม้อแปลงไฟฟ้า (Core Loss) ,Watt					
	1 เฟส			3 เฟส		
	11 kV	19 kV	22 kV	11 kV	22 kV	33 kV
10	70	75	75	-	-	-
20	110	120	120	-	-	-
30	150	160	160	-	-	-
50	190	200	200	190	210	230
100	-	-	-	320	340	350
160	-	-	-	460	480	500
250	-	-	-	650	670	700
315	-	-	-	770	800	850
400	-	-	-	930	960	1000
500	-	-	-	1100	1150	1200
630	-	-	-	1300	1350	1400
800	-	-	-	1600	1600	1700
1000	-	-	-	1950	1950	2000
1250	-	-	-	2300	2300	2350
1500	-	-	-	2800	2800	2850

ที่มา : วัชระ มั่งวิทิตกุล (2544)

การปรับปรุงสามารถทำได้โดยการปรับแท็บของหม้อแปลงไฟฟ้าหรือติดตั้งอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้า เพื่อรักษาระดับแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้สมดุล เป็นการลดกระแสไฟฟ้าสูญเสียในช่วงสตาร์ตเครื่องจักร พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้คำนวณได้ดังนี้ (วัชระ มั่งวิทิตกุล,2544)

$$kWh_{saved} = (\text{Core Loss}/1000) \times [(V_a/V_{rated})^2 - (V_b/V_{rated})^2] \times op \quad (1)$$

โดยที่ V_a คือ แรงดันไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (V)

V_b คือ แรงดันไฟฟ้าหลังปรับปรุง (V)

V_{rated} คือ พิกัดแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า (V)

op คือ ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง/ปี)

kWh_{saved} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)

1.2) การปรับปรุงตัวประกอบกำลัง

การปรับปรุงตัวประกอบกำลังเพื่อลดพลังไฟฟ้าที่สูญเสียในขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้า (Copper Loss) เนื่องจากมีค่าแปรตามกำลังสองของกระแสในขดลวดในขณะที่มีโหลด ซึ่งค่าพลังไฟฟ้าที่สูญเสียในขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าแสดงดังตารางที่ 2.2

การปรับปรุงตัวประกอบกำลังจะทำให้พลังไฟฟ้าที่สูญเสียในขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าลดลง เนื่องจากกระแสไฟฟ้าลดลง ระบบไฟฟ้าสามารถรับภาระโหลดทางไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น และลดค่าปรับในกรณีที่ตัวประกอบกำลังต่ำกว่า 0.85 พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้คำนวณได้ดังนี้ (วัชระ มั่งวิทิตกุล, 2544)

$$kWh_{saved} = (\text{Copper Loss}/1000) \times [(I_a/I_{rated})^2 - (I_b/I_{rated})^2] \times op \quad (2)$$

$$I_a = (kW \times 1000)/(3^{0.5} \times V \times \cos\theta_1) \quad (3)$$

$$I_b = (kW \times 1000)/(3^{0.5} \times V \times \cos\theta_2) \quad (4)$$

โดยที่ kWh_{saved} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)

I_a คือ กระแสไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (A)

I_b คือ กระแสไฟฟ้าหลังปรับปรุง (A)

I_{rated} คือ พิกัดกระแสไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า (A)

V คือ ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้า (V)

$\cos\theta_1$ คือ ตัวประกอบกำลังก่อนปรับปรุง

$\cos\theta_2$ คือ ตัวประกอบกำลังหลังปรับปรุง

op คือ ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง/ปี)

ตาราง 2.2 มาตรฐานพลังไฟฟ้าที่สูญเสียในขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ขนาด (kVA)	พลังไฟฟ้าที่สูญเสียในขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้า (Copper Loss) ,Watt	
	1 เฟส	3 เฟส
10	160	-
20	330	-
30	480	-
50	740	1050
100	-	1750
160	-	2350
250	-	3250
315	-	3900
400	-	4600
500	-	5500
630	-	6500
800	-	11000
1000	-	13500
1250	-	16400
1500	-	19800

ที่มา : วัชระ มั่งวิทิตกุล (2544)

2) ระบบปรับอากาศ

2.1) การใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง

การปรับปรุงเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะพิจารณาจากประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ EER (Energy Efficiency Ratio) หรือค่าประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น COP (Coefficient of Performance) และพิจารณาประเภทและขนาดของเครื่องทำความเย็นให้เหมาะสมกับภาระทำความเย็นกับค่ามาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 แสดงดังตารางที่ 2.3 และชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศแสดงดังตารางที่ 2.4

ตาราง 2.3 มาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชนิด	อาคารใหม่ (kW/ton)	อาคารเก่า (kW/ton)
1. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง		
ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	0.75	0.90
ขนาดเกินกว่า 250 ตัน ถึง 500 ตัน	0.70	0.84
ขนาดเกินกว่า 500 ตัน	0.67	0.80
2. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ		
ขนาดไม่เกิน 35 ตัน	0.98	1.18
ขนาดเกินกว่า 35 ตัน	0.91	1.10
3. ส่วนทำน้ำเย็นแบบสกรู	0.70	0.84
4. เครื่องทำความเย็นแบบชุด (Package Unit)	0.88	1.06

ที่มา : วัชระ มั่งวิทิตกุล (2544)

ตาราง 2.4 มาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ

ชนิด	อาคารใหม่ (kW/ton)	อาคารเก่า (kW/ton)
1. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง		
ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	1.40	1.61
ขนาดเกินกว่า 250 ตัน	1.20	1.38
2. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ		
ขนาดไม่เกิน 50 ตัน	1.30	1.50
ขนาดเกินกว่า 50 ตัน	1.25	1.44
3. เครื่องทำความเย็นแบบชุด	1.37	1.58
4. เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง/แยกส่วน	1.40	1.61

ที่มา : วัชระ มั่งวิทิตกุล (2544)

เครื่องปรับอากาศมีค่าประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น COP สูงกว่าค่าที่กฎกระทรวงกำหนดควรมีเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้คำนวณได้ดังนี้ (วัชระ มั่งวิทิตกุล, 2544)

kWh_{saved} = $[(12000/EER_{std}) - (12000/EER_{high})] \times op$ (5)

EER = Btu/hr/W (6)

COP = kW/TR (7)

COP = 12/EER (8)

โดยที่ kWh_{saved} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)

EER คือ ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (Btu/hr/W)

Btu/hr คือ ความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr)

W คือ พลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ พัดลม และอุปกรณ์ควบคุม ทั้งหมด (W)

kW คือ พลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ (kW)

TR คือ ความสามารถในการทำความเย็น (TR)

EER_{std} คือ ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศก่อนปรับปรุง (Btu/hr/W)

EER_{high} คือ ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศหลังปรับปรุง (Btu/hr/W)

COP คือ ประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น (kW/TR)

op คือ ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง/ปี)

3) ระบบแสงสว่าง

3.1) การเปลี่ยนหลอดไส้เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กที่มีประสิทธิผล (ลูเมนต์/วัตต์) สูงกว่าหลอดไส้ ประมาณ 50-80 ลูเมนต์/วัตต์ อายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ 8 เท่า และมีหลายประเภทได้แก่ แบบขั้วเกลียวซึ่งสามารถนำมาใช้แทนหลอดไส้ เช่น หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบขั้วเกลียวบัลลาสต์ภายในขนาด 9, 11, 15 และ20 วัตต์สามารถนำมาใช้แทนหลอดไส้ขนาด 40, 60, 75 และ100 วัตต์ตามลำดับ สำหรับแบบขั้วเสียบเหมาะสมกับการติดตั้งใหม่ พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้คำนวณได้ดังนี้ (วัชระ มั่งวิทิตกุล, 2544)

kWh_{saved} = $N_{lamp} \times [(W_{lamp} - W_{CFL}) /1000] \times op$ (9)

โดยที่ kWh_{saved} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)

N_{lamp} คือ จำนวนหลอด (หลอด)

W_{lamp} คือ พลังไฟฟ้าหลอดไส้ (W)

W_{CFL} คือ พลังไฟฟ้าหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบขั้วเกลียวบัลลาสต์ภายใน (W)
op คือ ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง/ปี)

3.2) การใช้โคมไฟฟ้าสะท้อนแสง

โคมไฟฟ้าสะท้อนแสงเป็นโคมไฟฟ้าที่มีแผ่นสะท้อนแสงอะลูมิเนียมเคลือบด้วยประจุอิออน ของเงินหรือเคลือบด้วยฟิล์มเงินเพื่อเพิ่มการสะท้อนของแสงและป้องกันไม่ให้แสงกระจายไปทั่วทิศทาง ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของโคมสูงกว่าโคมธรรมดาแบบขาวขุ่น ดังนั้นจะทำให้สามารถลดจำนวนหลอดต่อโคมโดยที่ค่าความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เช่น โคมไฟฟ้าสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนโคมแบบธรรมดาแบบ 2 หลอดต่อโคมเป็นโคมไฟฟ้าสะท้อนแสงแบบ 1 หลอดต่อโคม หรือ โคมแบบธรรมดาแบบ 3 หลอดต่อโคมและ 4 หลอดต่อโคมเป็นโคมไฟฟ้าสะท้อนแสงแบบ 2 หลอดต่อโคม พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้คำนวณดังนี้ (วัชระ มั่งวิทิตกุล, 2544)

$$kWh_{saved} = N_{lum} \times (N_{lamp/lum_std} - N_{lamp/lum_eff}) \times [(W_{lamp} + W_{ballastloss}) /1000] \times op \quad (10)$$

โดยที่ kWh_{saved} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)
W_{lamp} คือ ขนาดวัตต์ (W)
N_{lum} คือ จำนวนโคม (โคม)
$W_{ballastloss}$ คือ พลังไฟฟ้าที่สูญเสียในบัลลาสต์ (W)
N_{lamp/lum_std} คือ จำนวนหลอดต่อโคมก่อนปรับปรุง (หลอด)
N_{lamp/lum_eff} คือ จำนวนหลอดต่อโคมหลังปรับปรุง (หลอด)
op คือ ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง/ปี)

3.3) การใช้บัลลาสต์โลว์ลอส

บัลลาสต์โลว์ลอสเป็นบัลลาสต์พัฒนาจากบัลลาสต์แกนเหล็กโดยใช้วัสดุทำแกนเหล็กและขดลวดที่มีคุณภาพดีกว่าบัลลาสต์แบบแกนเหล็กทำให้จำนวนขดลวดที่พันรอบแกนเหล็กลดลงและขณะใช้งานพลังไฟฟ้าที่สูญเสียในบัลลาสต์ลดลง 4.5 วัตต์ต่อตัวและทำให้ตัวประกอบกำลังสูงขึ้น พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้คำนวณได้ดังนี้ (วัชระ มั่งวิทิตกุล, 2544)

$$kWh_{saved} = N_{lamp} \times [(W_{ballastloss_std} - 4.5) /1000] \times op \quad (11)$$

โดยที่ kWh_{saved} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)
$W_{ballastloss_std}$ คือ พลังไฟฟ้าที่สูญเสียในบัลลาสต์ก่อนปรับปรุง (W)
N_{lamp} คือ จำนวนหลอด (หลอด)
op คือ ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง/ปี)

3.4) การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เป็นบัลลาสต์ที่ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์แทนแกนเหล็ก สามารถจุดติดได้ทันทีโดยไม่ต้องใช้สตาร์ตเตอร์ภายนอก ติดตั้งง่ายและลดเสียงรบกวน ทำให้พลังไฟฟ้าที่สูญเสียในบัลลาสต์ลดลง 10 วัตต์ต่อตัวและทำให้ตัวประกอบกำลังสูงขึ้น พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้คำนวณได้ดังนี้ (วัชระ มั่งวิทิตกุล, 2544)

$$kWh_{saved} = N_{lamp} \times (10/1000) \times op \quad (12)$$

โดยที่ kWh_{saved} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)
N_{lamp} คือ จำนวนหลอด (หลอด)
W_{lamp} คือ พลังไฟฟ้าหลอดไส้ (W)
op คือ ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง/ปี)

4) อุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้า

4.1) การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงมีการสูญเสียลดลงเนื่องจากใช้แผ่นเหล็กซิลิกอนคุณภาพสูงและบางสำหรับทำแกนเหล็กเพื่อลดความสูญเสียที่เกิดจากกระแสไหลวน ใช้ลวดทองแดงขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อลดความต้านทานในขดลวดและปรับปรุงการออกแบบ เช่น ลดช่องว่างระหว่างสเตเตอร์กับโรเตอร์ เพื่อให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีความเข้มสูงขึ้น การเปลี่ยนมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงมาใช้แทนมอเตอร์แบบธรรมดา ดังตารางที่ 2.5 พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้คำนวณได้ดังนี้ (วัชระ มั่งวิทิตกุล, 2544)

ตาราง 2.5 ประสิทธิภาพของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงและแบบธรรมดาที่พิกัด

ประสิทธิภาพของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงและแบบธรรมดาที่พิกัด				
ขนาดพิกัด (แรงม้า)	2 ขั้ว (3000 รอบ/นาที)		4 ขั้ว (1500 รอบ/นาที)	
	ธรรมดา	ประสิทธิภาพสูง	ธรรมดา	ประสิทธิภาพสูง
3	80.0	84.0	81.5	86.5
5	82.5	86.5	82.5	86.5
7.5	82.5	87.5	85.5	88.5
10	85.5	88.5	85.5	88.5
15	85.5	89.5	86.5	90.2
20	86.5	89.5	88.5	90.2
25	87.5	90.2	89.5	91.7
30	87.5	90.2	89.5	91.7
40	88.5	91.0	90.2	92.4
50	88.5	91.7	91.0	92.4
60	90.2	92.4	91.7	93.0
75	91.0	92.4	91.7	93.6
100	91.7	92.4	92.4	94.1
125	91.7	93.0	92.4	94.1
150	91.7	94.1	93.0	94.5
200	93.0	94.5	93.6	94.5
250	93.5	95.0	93.8	95.0

ที่มา : วัชระ มั่งวิทิตกุล (2544)

$$kWh_{saved} = 0.746 \times HP \times [(100 / \eta_{std}) - (100 / \eta_{high}) \times op \quad (13)$$

โดยที่ kWh_{saved} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)

HP คือ กำลังม้าของมอเตอร์ (hp)

η_{std} คือ ประสิทธิภาพของมอเตอร์ธรรมดา (%)

η_{high} คือ ประสิทธิภาพของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (%)

op คือ ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง/ปี)

ด้านพลังงานความร้อน เป็นการวิเคราะห์อุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานความร้อน

1) หม้อไอน้ำ

1.1) การปรับอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงให้เหมาะสม

การปรับอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงให้เหมาะสม เป็น การประหยัดพลังงานในการเผาไหม้สำหรับเชื้อเพลิงต่างๆ สามารถทำได้โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ซึ่งจะทำการตรวจสอบ ค่า O_2 หรือ CO_2 ในก๊าซไอเสีย ถ้าค่าดังกล่าวเกินกว่าค่ามาตรฐาน ก็จะมีการปรับให้มีค่าเหมาะสมตามประเภทของเชื้อเพลิง เช่นอุปกรณ์ที่ใช้เชื้อเพลิงเหลวหรือก๊าซโดยทั่วไปปริมาณ O_2 ในก๊าซไอเสียที่ออกจากปล่องก๊าซเสียอยู่ในระดับ 4% หรือปริมาณอากาศที่ใช้เผาไหม้ควรมีอากาศส่วนเกินประมาณ 23.5% สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้เชื้อเพลิงแข็งโดยทั่วไปปริมาณ O_2 ในก๊าซไอเสียที่ออกจากปล่องก๊าซเสียอยู่ในระดับ 7%หรือปริมาณอากาศที่ใช้เผาไหม้ควรมีอากาศส่วนเกินประมาณ 50% ปริมาณเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้คำนวณได้ดังนี้ (โยชิฮิโกะ ทาคามูระ, 2543)

$$\text{Fuel}_{saved} = [(\eta_{high} - \eta_{std})/\eta_{high}] \times \text{Fuel}_{using} \quad (14)$$

$$\eta_{std} = [(Q_{use,std} - Q_{water,std})/ Q_{fuel,std}] \times 100 \quad (15)$$

$$\eta_{high} = [(Q_{use,high} - Q_{water,high})/ Q_{fuel,high}] \times 100 \quad (16)$$

โดยที่ $Q_{use,std}$ คือ ความร้อนใช้ประโยชน์ก่อนปรับปรุง (kcal/hr)

$Q_{water,std}$ คือ ความร้อนสัมผัสของน้ำป้อนก่อนปรับปรุง (kcal/hr)

$Q_{fuel,std}$ คือ ความร้อนของเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ก่อนปรับปรุง (kcal/hr)

$Q_{use,high}$ คือ ความร้อนใช้ประโยชน์หลังปรับปรุง (kcal/hr)

$Q_{water,high}$ คือ ความร้อนสัมผัสของน้ำป้อนหลังปรับปรุง (kcal/hr)

$Q_{fuel,high}$ คือ ความร้อนของเชื้อเพลิงในการเผาไหม้หลังปรับปรุง (kcal/hr)

η_{std} คือ ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำก่อนปรับปรุง (%)

η_{high} คือ ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำหลังปรับปรุง (%)

Fuel_{saved} คือ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ (ลิตร/ปี)

Fuel_{using} คือ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร/ปี)

1.2) การหุ้มฉนวนอุปกรณ์ในระบบส่งจ่ายความร้อน

การหุ้มฉนวนอุปกรณ์ในระบบส่งจ่ายความร้อน เป็นการลดความแตกต่างของอุณภูมิระหว่างอุปกรณ์ กับอากาศภายนอกซึ่งจะทำให้ลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของอุปกรณ์ที่ไม่ได้หุ้มฉนวน โดยการเลือกขนาดของฉนวนนั้นต้องเลือกให้เหมาะสมกับปริมาณความร้อนที่สูญเสียไป ปริมาณเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้คำนวณได้ดังนี้ (โยชิฮิโกะ ทาคามูระ, 2543)

$$Fuel_{saved} = Q_L/[(\eta/100) \times LHV] \quad (17)$$

โดยที่ $Fuel_{saved}$ คือ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ (ลิตร/ปี)
Q_L คือ ความร้อนสูญเสียที่ลดลง (MJ/ปี)
η คือ ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)
LHV คือ ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิง (MJ/ลิตร)

1.3) การควบคุมการโบล์วดาวน์ให้เหมาะสม

การโบล์วดาวน์หรือการระบายน้ำทิ้งจากหม้อไอน้ำ เป็นสิ่งที่ต้องทำเป็นประจำเพื่อลดระดับความเข้มข้นของสารละลายในหม้อไอน้ำ (Total dissolved Solid: TDS) ป้องกันน้ำหรือฟองอากาศลอยตัวติดไปกับไอน้ำ ลดการกัดกร่อนและป้องกันตะกรันเกาะบนผิวถ่ายเทความร้อน แต่ถ้ามีการโบล์วดาวน์มากเกินไปจะทำให้ความร้อนสูญเสียมากขึ้น ดังนั้นเพื่อลดการสูญเสียควรควบคุมการโบล์วดาวน์ให้ต่ำที่สุดในขณะเดียวกันต้องรักษาความเข้มข้นของสารละลายให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแสดงดังตารางที่ 2.6 ความร้อนสูญเสียที่ลดลงคำนวณได้ดังนี้ (วัชระ มั่งวิทิตกุล, 2544)

$$Q_L = Q_{L_std} - Q_{L_high} \quad (18)$$

โดยที่ Q_L คือ ความร้อนสูญเสียที่ลดลง (MJ/ปี)
Q_{L_std} คือ ความร้อนสูญเสียก่อนปรับปรุง (MJ/ปี)
Q_{L_high} คือ ความร้อนสูญเสียหลังปรับปรุง (MJ/ปี)

ตาราง 2.6 มาตรฐานความเข้มข้นของสารละลายในหม้อไอน้ำ

ชนิด	pH	Total dissolved Solid: TDS (ppm)
น้ำป้อน	7-8	300-500
น้ำหม้อไอน้ำ	11-12	3500 (ไอน้ำ 0-20 bar) 3000 (ไอน้ำ 21-30 bar) 2500 (ไอน้ำ 31-40 bar)

ที่มา : วัชระ มั่งวิทิตกุล (2544)

ด้านกรอบอาคาร เป็นการศึกษาโครงสร้างของอาคารได้แก่ หลังคา ผนังอาคาร พื้นที่ และกระจก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่สามารถถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคารได้ส่งผลให้เกิดภาระการทำความเย็น ดังนั้นการประเมินความร้อนเข้าสู่อาคารสามารถทำได้โดยการวิเคราะห์หาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (Overall Thermal Transfer Value: OTTV) และค่าการการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (Roof Thermal Transfer Value: RTTV) ซึ่งค่ามาตรฐานค่าการถ่ายเทความร้อนรวมสูงสุดตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 แสดงดังตารางที่ 2.7

ตาราง 2.7 มาตรฐานค่าการถ่ายเทความร้อนรวมสูงสุดตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (W/m^2)	อาคารเก่า	อาคารใหม่
OTTV	55	45
RTTV	25	25

ที่มา : วัชระ มั่งวิทิตกุล (2544)

1) การวิเคราะห์ด้านโครงสร้างอาคาร

1.1) การติดฟิล์มกรองแสงที่กระจก

กระจกเป็นพื้นที่ที่ได้รับความร้อนจากภายนอกส่งผลให้ภาระการทำความเย็นสูงขึ้น การติดฟิล์มกรองแสงที่กระจกใส ทำให้ความร้อนผ่านเข้าสู่อาคารน้อยลง ทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยพิจารณามาตรฐานของค่า OTTV ถ้าค่า OTTV ที่วิเคราะห์ต่ำกว่าค่ามาตรฐานควรทำ

การติดฟิล์มกรองแสงที่กระจก พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้คำนวณได้ดังนี้ (วัชระ มั่งวิทิตกุล, 2544)

$$kWh_{saved} = (\Delta OTTV \times A_f \times N_{h,f} \times EER_{f,avg})/ (3.52 \times 1000) \quad (19)$$

$$\Delta OTTV = \Delta OTTV_{std} - \Delta OTTV_{eff} \quad (20)$$

โดยที่ kWh_{saved} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)

$\Delta OTTV$ คือ ผลต่างของค่า OTTV (W/m^2)

$\Delta OTTV_{std}$ คือ ค่า OTTV ก่อนปรับปรุง (W/m^2)

$\Delta OTTV_{eff}$ คือ ค่า OTTV หลังปรับปรุง (W/m^2)

A_f คือ พื้นที่กระจก (m^2)

$EER_{f,avg}$ คือ ค่า EER เฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งรอบกรอบอาคาร (Btu/hr/W)

$N_{h,f}$ คือ จำนวนชั่วโมงที่กระจกได้รับความร้อนต่อปี (ชั่วโมง/ปี)

1.2) การบุฉนวนกันความร้อนที่ฝ้าเพดานชองพื้นที่ปรับอากาศชั้นบนสุด

การบุฉนวนเป็นการลดความร้อนผ่านหลังคาทำให้ภาระการทำความเย็นลดลง โดยพิจารณามาตรฐานของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา RTTV ถ้าค่า RTTV ที่วิเคราะห์ต่ำกว่าค่ามาตรฐานควรทำการบุฉนวน พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้คำนวณได้ดังนี้ (วัชระ มั่งวิทิตกุล, 2544)

$$kWh_{saved} = (\Delta RTTV \times A_{Rf} \times N_{h,Rf} \times EER_{Rf,avg})/ (3.52 \times 1000) \quad (21)$$

$$\Delta RTTV = \Delta RTTV_{std} - \Delta RTTV_{eff} \quad (22)$$

โดยที่ kWh_{saved} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)

$\Delta RTTV$ คือ ผลต่างของค่า RTTV (W/m^2)

$\Delta RTTV_{std}$ คือ ค่า RTTV ก่อนปรับปรุง (W/m^2)

$\Delta RTTV_{eff}$ คือ ค่า RTTV หลังปรับปรุง (W/m^2)

$EER_{Rf,avg}$ คือ ค่า EER เฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งชั้นบนสุดของอาคาร (Btu/hr/W)

A_{Rf} คือ พื้นที่ปรับอากาศชั้นบนสุด (m^2)

$N_{h,Rf}$ คือ จำนวนชั่วโมงที่หลังคาได้รับความร้อนต่อปี (ชั่วโมง/ปี)

วิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

ความเหมาะสมของการลงทุนในการประหยัดพลังงานโดยการศึกษาเชิงเศรษฐศาสตร์ จะพิจารณาระยะเวลาการคืนทุน ดังนี้

ระยะเวลาการคืนทุน

ระยะเวลาการคืนทุน คือ ระยะเวลาที่โครงการใช้ในการจ่ายคืนเงินลงทุนเริ่มต้นของโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้ (วัชระ มั่งวิทิตกุล, 2544)

$$\text{ระยะเวลาการคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มต้น}}{\text{ผลการประหยัดได้สุทธิต่อปี}} \quad (23)$$

2.3 ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล มีลักษณะเป็นโครงสร้างของการเก็บรวบรวมข้อและประมวลผลข้อมูลที่เก็บฐานข้อมูลจำเป็นจะต้องอาศัยระบบจัดการฐานข้อมูลซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งสำหรับการใช้งานเฉพาะและการประยุกต์ใช้งานอื่นๆที่ต้องการใช้งานข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อให้ได้รับความสะดวกในการจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก

รูปแบบฐานหรือโมเดลฐานข้อมูลแบ่งได้ 3 ประเภท คือ โมเดลแบบลำดับขั้น (Hierachical model) โมเดลแบบเครือข่าย (Network model) และโมเดลแบบเชิงสัมพันธ์ (Relational model) ซึ่งโมเดลแบบเชิงสัมพันธ์เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดเนื่องจากจะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบของตารางแทนการเก็บข้อมูลทั้งหมดลงในไฟล์เพียงไฟล์เดียว ทำให้ทำงานได้รวดเร็วและมีความยืดหยุ่น นอกจากนั้น แต่ละตารางที่เก็บข้อมูลสามารถเชื่อมโยงเข้าหากันทำให้สามารถรวมหรือจัดกลุ่มข้อมูลได้ตามต้องการ โดยอาศัยภาษา SQL ที่เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม MySQL ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล

MySQL เป็นระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ RDBMS (Relational Database Management System) ตัวหนึ่ง ซึ่งเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน สาเหตุที่เป็นที่นิยมเพราะ MySQL เป็น Freeware ที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งได้รับการยอมรับจากผู้พัฒนางานทางด้านฐานข้อมูล ในการทำงานของ MySQL นั้น มีความรวดเร็ว รองรับจำนวนผู้ใช้ได้ และขนาดของข้อมูลจำนวนมหาศาล ทั้งยังสนับสนุนการใช้งานบนระบบปฏิบัติการมากมาย ไม่ว่าจะเป็น Unix, OS/2, Mac OS หรือWindow นอกจากนี้ MySQL ยังสามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมภาษาอื่นๆ เช่น Java, Perl, PHP, Python , Tcl , ASP

ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ คือ การจัดหมวดหมู่ของข้อมูลซึ่งในระบบฐานข้อมูลแบบ RDBMS จะจัดข้อมูลออกเป็นตารางหลายๆตาราง และตารางจะถูกแบ่งออกเป็น แถว (row) และสดมภ์ (column) บางครั้งอาจจะเรียก แถวว่าเป็น Record และเรียก column ว่าเป็น Attribute หรือ field การออกแบบระบบฐานข้อมูล โดยทั่วไปแล้วหลังจากที่มีการสำรวจความต้องการและเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว

ขั้นตอนการออกแบบระบบฐานข้อมูล

1. กำหนดกลุ่มข้อมูล หรือ เอนทิตี้ (Entities) คือการรวบรวมข้อมูลที่เป็นประเภทเดียวกันให้เป็นกลุ่มข้อมูล เช่น ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ระบบหม้อไอน้ำ เป็นต้น

2. กำหนดรายละเอียดกลุ่มข้อมูล หรือ แอททริบิวท์ (Attribute) หรือ คอลัมน์ คือสมาชิกภายในกลุ่มข้อมูล แสดงดังตารางที่ 2.8

ตาราง 2.8 การกำหนดรายละเอียดกลุ่มข้อมูล

กลุ่มข้อมูล	คอลัมน์
ระบบแสงสว่าง	ลำดับข้อมูล
	รหัสกิจการ
	ชื่ออาคาร
	บริเวณ
	ชนิดหลอดไฟฟ้า
	ขนาดวัตต์
	ฯลฯ
ระบบปรับอากาศ	ลำดับข้อมูล
	รหัสกิจการ
	ชื่ออาคาร
	บริเวณ
	ชนิดเครื่องปรับอากาศ
	ฯลฯ
ระบบหม้อไอน้ำ	ลำดับข้อมูล
	รหัสกิจการ
	รหัสพลังงาน
	ฯลฯ

3. การทำให้เป็นบรรทัดฐาน (Normalization) คือการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล เพื่อให้ระบบฐานข้อมูลมีประสิทธิภาพ

4. กำหนดแอททริบิวท์ที่ทำหน้าที่เป็นคีย์ต่างๆ คือ คีย์หลัก และคีย์นอก ซึ่งคีย์หลัก คือ คอลัมน์หลักที่ข้อมูลภายในแถวไม่สามารถมีข้อมูลซ้ำกันได้ เพื่อป้องโดยสามารถสังเกตได้จากคีย์ที่ตัวหลักมีการขีดเส้นใต้ชื่อคอลัมน์ จากตารางที่ 2.8 คีย์หลักคือ ลำดับข้อมูล ในระบบฐานข้อมูลอาจจะไม่กำหนดคีย์หลักได้ แต่จะเกิดปัญหาในการใช้งานทั้งการสืบค้นและป้อนข้อมูล ดังนั้นควรกำหนดคีย์หลักเพื่อป้องกันการซ้ำกันของข้อมูลและเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตาราง คีย์นอก คือ คอลัมน์ใดๆที่ไม่ใช่คอลัมน์หลักซึ่งข้อมูลในแต่ละแถวสามารถมีข้อมูลที่ซ้ำกันได้

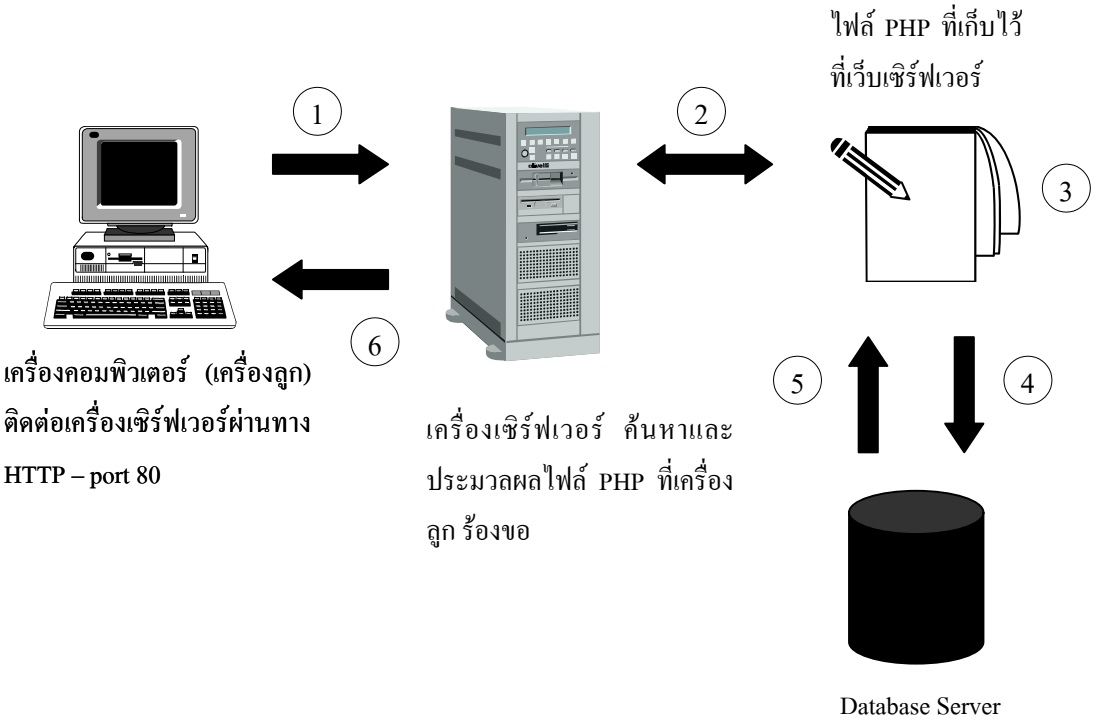
5. กำหนดคุณสมบัติและประเภทของข้อมูล คือการกำหนดชนิดของข้อมูล เช่นตัวเลขสำหรับคำนวณหรือตัวอักขระสำหรับข้อความ แสดงดังตารางที่ 2.9

ตาราง 2.9 การกำหนดคุณสมบัติและประเภทของข้อมูล

กลุ่มข้อมูล	คอลัมน์	ชนิด
ระบบแสงสว่าง	ลำดับข้อมูล	int(5)
	รหัสกิจการ	int(5)
	ชื่ออาคาร	varchar(50)
	บริเวณ	varchar(50)
	ชนิดหลอดไฟฟ้า	varchar(50)
	ขนาดวัตต์	int(5)
	ฯลฯ	-
ระบบปรับอากาศ	ลำดับข้อมูล	int(5)
	รหัสกิจการ	int(5)
	ชื่ออาคาร	varchar(50)
	บริเวณ	varchar(50)
	ชนิดเครื่องปรับอากาศ	varchar(50)
	ฯลฯ	-
ระบบหม้อไอน้ำ	ลำดับข้อมูล	int(5)
	รหัสกิจการ	int(5)
	รหัสพลังงาน	int(5)
	ฯลฯ	-

2.4 เว็บเพจ

เว็บเพจเป็นส่วนที่เชื่อมโยงระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์กับเครื่องผู้ใช้ในระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการสืบค้นข้อมูล ป้อนข้อมูล เปลี่ยนแปลงข้อมูลและสามารถใช้งานร่วมกับการจัดการระบบฐานข้อมูลได้ โดยใช้โปรแกรมภาษาที่เรียกว่า Dynamic Language คือโปรแกรมภาษาที่ข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงโดยอัตโนมัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ เช่น โปรแกรมภาษา PHP, ASP เป็นต้น



รูป 2.1 หลักการทำงานของ PHP

จากรูปที่ 2.1 หลักการทำงานของ PHP สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. เครื่องลูกจะทำการร้องขอหรือเรียกใช้งานไฟล์ PHP ที่เก็บในเครื่องเซิร์ฟเวอร์

2. เครื่องเซิร์ฟเวอร์จะทำการค้นหาไฟล์ PHP แล้วทำการประมวลผลไฟล์ PHP ตามที่เครื่องลูกร้องขอมา

3. ทำการประมวลผลไฟล์ PHP

4. ทำการติดต่อกับฐานข้อมูล

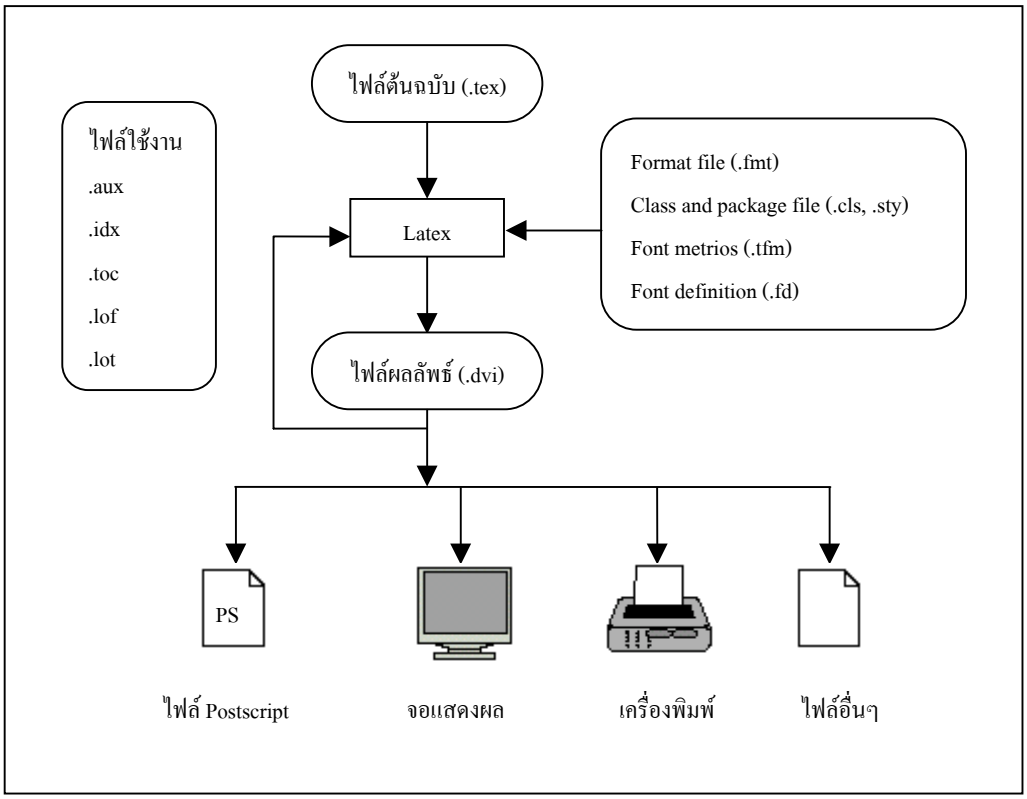
5. นำข้อมูลในฐานข้อมูลมาใช้ร่วมกับการประมวลผล

5. ส่งผลลัพธ์จากการประมวลผลไปให้เครื่องลูก

2.5 การนำเสนอรายงานในรูปแบบไฟล์ Latex

Latex เป็นโปรแกรมจัดเรียงพิมพ์ที่สามารถใช้ในการออกแบบเอกสาร รายงาน หรือบทความ โดยการเขียนคำสั่งต่างๆ เพื่อกำหนดรูปแบบของเอกสาร และสามารถแทรกข้อความ แทรกรูปภาพ สมการ เรียงลำดับเลขที่ของตาราง รูปภาพและสมการ เป็นต้น การเขียนคำสั่งต่างๆสามารถกำหนดตัวแปร เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Latex ต่างๆเข้าด้วยกันได้ และสามารถทำงานได้ทั้งในระบบปฏิบัติการ Unix และ Windows

หลักการทำงานของโปรแกรม Latex



รูป 2.2 หลักการทำงานของโปรแกรม Latex

จากรูปที่ 2.2 โปรแกรม Latex จะทำการอ่านไฟล์ต้นฉบับ (.tex) ที่ประกอบด้วยคำสั่งต่างๆที่เกี่ยวข้องการจัดเรียงพิมพ์เอกสาร แล้วทำการประมวลผลเพื่อสร้างไฟล์ของเอกสารที่จัดเรียงพิมพ์เสร็จในรูปแบบไฟล์ .dvi ซึ่งเป็นไฟล์หลักและสามารถแปลงไฟล์เป็นรูปแบบอื่นๆตามที่ต้องการต่อไป เช่น ไฟล์ *.ps หรือ *.pdf

สำหรับไฟล์ต้นฉบับนั้นผู้ใช้สามารถสร้างคำสั่งต่างๆได้โดยใช้บรรณาธิกรณ์ (Text editor) เช่น Notepad, UltraEdit เป็นต้น