บทที่ 2

ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์

เศรษฐศาสตร์ เป็นการศึกษาถึงวิธีการวางหลักเกณฑ์ในการจัดสรรทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัด เมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการของมนุษย์ เพื่อนำไปผลิตสินค้าและบริการต่างๆแล้วจำหน่ายจ่ายแจกสินค้าและบริการนั้นไปสนองความต้องการของผู้บริโภคให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด[1] พลังงานไฟฟ้าก็เช่นเดียวกันผลิตจากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดจะต้องคิดจำนวนการผลิตเท่าไรจึงจะเพียงพอและเกิดประโยชน์สูงสุดและมีการนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดนั่นคือการใช้อย่างประหยัดปัจจัยการผลิตมากที่สุดและทำให้ได้ผลผลิตมากที่สุดด้วย ผู้ผลิตทุกคนจะต้องเลือกวิธีการผลิตที่จะทำให้ต้นทุนการผลิตของตนต่ำที่สุด

รัฐบาลได้มีการตราพระราชบัญญัติ การส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535ขึ้น และได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ.2535 เนื่องจากพลังงานไฟฟ้ามีความจำเป็นในการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกๆด้านทำให้ความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงจนเป็นภาระของประเทศในการลงทุนเพื่อจัดหาพลังงานทั้งในและนอกประเทศให้พอใช้ตามความต้องการที่เพิ่มขึ้นดังกล่าว เพื่อลดภาระของประเทศจึงจำเป็นต้องมีการใช้พลังงานอย่างประหยัดอย่างจริงจังและเร่งด่วนจนถึงกับต้องตราเป็นพระพระราชบัญญัติ การส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน ขึ้นในปี พ.ศ.2535 โดยมุ่งเน้นควบคุมการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงานในอาคารเป็นสำคัญ

สำหรับการอนุรักษ์พลังงานในอาคารให้ดำเนินการในลักษณะต่อไปนี้

1. การลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร
2. การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพรวมทั้งการรักษาอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
3. การใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่จะช่วยอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนการแสดงคุณภาพของวัสดุก่อสร้างนั้น ๆ
4. การใช้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

---

[1] เดช กาญจนางกูร.จุลเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น,โครงการตำรามหาวิทยาลัยเชียงใหม่.2539

5. การใช้และการติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
6. การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์
7. การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

2.2. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม,กฎกระทรวงออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

รัฐบาลได้มีการตราพระราชบัญญัติ การส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535ขึ้น และได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ.2535 ซึ่งได้มีการกำหนดชนิดและขนาดของอาคารลักษณะต่างๆ ที่ต้องมีการควบคุมการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน โดยเรียกว่า " อาคารควบคุม "[2] และมีการกำหนดขอบเขตการบังคับใช้งานไว้ด้วย[3] ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับผู้ใช้พลังงานทั้งภาคอุตสาหกรรม ภาคอาคารธุรกิจ โดยกำหนดให้ใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพมาก

---

[2] **อาคารควบคุม คือ**

1.อาคารหลังเดียวกันหรือหลายหลังภายใต้เลขที่บ้านเดียวกันติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชุดเดียวหรือหลายชุดรวมกันมีขนาดตั้งแต่พันกิโลวัตต์ หรือหนึ่งพันหนึ่งร้อยเจ็ดสิบห้ากิโลโวลท์แอมแปร์ขึ้นไป

2. อาคารหลังเดียวกันหรือหลายหลังภายใต้เลขที่บ้านเดียวใช้ไฟฟ้าจากระบบผู้จำหน่ายความร้อนจากไอน้ำหรือพลังงานสิ้นเปลืองอื่น จากผู้จำหน่ายหรือตนเอง ตั้งแต่ วันที่1 มกราคมถึง 31ธันวาคมของปีที่ผ่านมามีปริมาณพลังงานทั้งหมดเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่20ล้านเมกกะจูล ขึ้นไป

[3] **ขอบเขตการบังคับใช้**

1.อาคารเก่า หมายความว่า อาคารที่ก่อสร้างแล้วเสร็จหรือกำลังก่อสร้างหรือยังไม่ได้ก่อสร้างแต่ได้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างไว้ก่อนวันกฤษฎีกากำหนด2.อาคารใหม่ หมายความว่า อาคารที่ยื่นขออนุญาตก่อสร้างหลังวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมตามมาตรา18 มีผลบังคับใช้(พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม, กฎกระทรวง ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535, ว่าด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม

2.อาคารใหม่ หมายความว่า อาคารที่ยื่นขออนุญาตก่อสร้างหลังวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมตามมาตรา18 มีผลบังคับใช้(พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม, กฎกระทรวง ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535, ว่าด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม

ยิ่งขึ้น เน้นให้มีการปฏิบัติอย่างจริงจังโดยมีหน่วยงานของรัฐเป็นผู้ดูแลหลักเพื่อใช้ควบคุมอาคารโดยอยู่ในความดูแลของสำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงานกรมพัฒนาส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานที่ได้สนับสนุนในเรื่องประหยัดพลังงานได้แก่ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นต้น

รายงานการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารของรัฐสัญญาเลขที่ 27/2539ของศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทยได้ทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ได้มีการเสนอแนะการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานอาคารกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ดังนี้ ด้านพลังงานไฟฟ้ามี การใช้เครื่องปรับอากาศชนิด High EER ได้ผลอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)47.00% , การใช้เทอร์โมสตัทชนิดอีเลคทรอนิคส์เทอร์โมสตัทได้ผล อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)169.56%, การใช้หลอดประหยัดพลังงาน ได้ผล อัตราผลตอบแทนภายใน(IRR)70.86%, การใช้โคมไฟชนิด Reflectorได้ผล อัตราผลตอบแทนภายใน(IRR)19.72%, การใช้บัลลาสต์ Electronic ได้ผล อัตราผลตอบแทนภายใน(IRR)18.42% ด้านกรอบอาคาร มีการบุฉนวนกันความร้อนที่ฝ้าเพดานได้ผล อัตราผลตอบแทนภายใน(IRR)16.50% ผลการวิเคราะห์ลงทุนประมาณ3,178,949.42บาท ประหยัดได้ปีละ 944,748.63 บาทระยะเวลาคืนทุน 2.6ปี ใช้Conversion factor สำหรับมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์แยกเป็นค่าอุปกรณ์และเครื่องมือ 0.88349 ค่าแรงงาน 1 ค่าไฟฟ้าทางเศรษฐศาสตร์ 1.85 บาท/kWh ค่าเงินเฟ้อ สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือ 6.5% ค่าเงินเฟ้อสำหรับพลังงาน1% ถึง พ.ศ.2542 และ4.5% หลังจากปี 2543เป็นต้นไป

รายงานการตรวจวิเคราะห์การประหยัดพลังงานและการออกแบบด้านเทคนิคในอาคารหน่วยงานราชการและรัฐวิสาหกิจ อาคารศาลากลางจังหวัดตาก สัญญาเลขที่17/39, 2539ของ สำนักจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ทำการตรวจวิเคราะห์การประหยัดพลังงานและการออกแบบด้านเทคนิคโดยการจัดส่งวิศวกรและเจ้าหน้าที่ไปทำการตรวจสอบการใช้พลังงานและการวิเคราะห์ข้อมูลของอาคารซึ่งประกอบด้วยหลายอาคารในโครงการได้เสนอแนะการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยมีมาตรการดังนี้ การใช้เครื่องปรับอากาศชนิด High EER ได้ผล อัตราผลตอบแทนภายใน(IRR)45.65%, การใช้เทอร์โมสตัทชนิดอีเลคทรอนิคส์เทอร์โมสตัทได้ผล อัตราผลตอบแทนภายใน(IRR)>100%,การใช้หลอดประหยัดพลังงาน ได้ผล อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)15.78%, การใช้โคมไฟชนิด Reflectorได้ผล อัตราผลตอบแทนภายใน(IRR)11.67%, การใช้บัลลาสต์ Low Watt Loss ได้ผล อัตราผลตอบแทนภายใน(IRR)19.10% ด้านกรอบอาคาร มีการบุฉนวนกันความร้อนที่ฝ้าเพดาน ได้ผล อัตราผลตอบแทนภายใน(IRR) 24.98 % สรุปได้ดังนี้ ด้านการใช้พลัง

งานไฟฟ้า คาดว่าจะประหยัดได้ปีละ 703,900 บาทโดยลงทุนประมาณ 2,846,738 บาท ระยะเวลาคืนทุน 3.04 ปี ใช้Conversion factor สำหรับมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์แยกเป็นค่าอุปกรณ์และเครื่องมือ 0.88349 ค่าแรงงาน เท่ากับ1 ค่าไฟฟ้าทางเศรษฐศาสตร์ 1.85บาท/kWh ค่าเงินเฟ้อ สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือ 6.5% ค่าเงินเฟ้อสำหรับพลังงาน1% ถึง พ.ศ.2542 และ4.5% หลังจากปี 2543เป็นต้นไป

กรุง กุลชาติ,2539 ได้ทำการค้นคว้าแนวทางการประหยัดพลังงานโดยการวัดค่าความร้อนในช่วงเวลาต่างๆเพื่อหาภาระการทำความเย็นของแต่ละห้องและโดยรวมของอาคารสำหรับความเหมาะสมในการลดขนาดเครื่องปรับอากาศโดยผลจากการวิจัยพบว่าในแต่ละห้องจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดสูงกว่าการใช้งานจริงดังนั้นหามีการปรับปรุงระบบจะทำให้ลดขนาดระบบปรับอากาศโดยรวมได้ประมาณ40เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้

กรุง กุลชาติ,2541ได้ทำการศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานฟ้าโดยแนวทางการปรับเปลี่ยนนพฤติกรรมมุ่งเน้นประเด็นดังนี้

1. ปรับการใช้เครื่องปรับอากาศที่มีการปรับลดอุณหภูมิต่ำเกินไปเช่นต่ำกว่า25 องศาเซลเซียสผลปัญหาของการปรับคือความต้องการความเย็นแต่ละคนไม่เท่ากัน
2. ปรับการใช้พัดลมระบายอากาศโดยเปิดต่อเนื่องตลอดเวลาที่ใช้งานผลอาจขัดต่อสุขภาพได้การเปิดประตูหน้าต่างตอนเช้าก่อนทำงานเพื่อระบายกาศปัญหาคือความรับผิดชอบแต่ละคนไม่เท่ากัน
3. ลดการใช้กาต้มน้ำร้อนและชงกาแฟภายในห้อง ปัญหาคืออาจขัดต่อพฤติกรรมผู้ใช้ไม่สะดวก
4. การนำต้นไม้มาไว้ในห้องมากเกินไป ปัญหาอาจขัดใจกันได้
5. การเปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาพัก ปัญหาคือความร่วมมือ

ผลของแนวคิดนี้สามารถประหยัดไฟฟ้าได้ประมาณ 10% แต่ต้องอาศัยความร่วมมือพนักงานและการประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องและต้องมีการติดตามผลตลอดเวลา

พรรณชลัท สุริโยธิน,2541 ได้ทำการศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าด้านสถาปัตยกรรมโดย

1. การเลือกใช้สีอ่อนภายในเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างมากขึ้นและลดการใช้สีเข้มภายนอกหลีกเลี่ยงการดูดซับความร้อนของอาคารการเพิ่มฉนวนกันความร้อน
   บริเวณฝ้าเพดานชั้นบน

2. การปรับปรุงพื้นที่ภายในจัดพื้นที่ให้เหมาะสมเช่นการลดผนังกั้นห้องไม่ให้ถึงเพดาน เหนือผนังเป็นกระจกใสรับแสงธรรมชาติ การจัดพื้นที่การทำงานแบบเปิด (Open Plan) จัดการใช้แสงสว่างให้เหมาะกับตำแหน่งกิจกรรม การปรับเปลี่ยนพื้นผิวและสีให้เหมาะเพื่อเพิ่มค่าการสะท้อนแสง
3. การจัดสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารโดย การเพิ่มการบังเงาให้แก่อาคาร โดยปลูกต้นไม้เพิ่มทางทิศตะวันตก ลดความจ้าของแสงตอนบ่ายและการให้ร่มเงาและลดความร้อนจากรังสีของดวงอาทิตย์โดยตรงที่เข้าสู่ตัวอาคาร
4. ระบบประกอบอาคารการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศเดือนละครั้งและ6 เดือนครั้ง รวมทั้งการเลือกใช้เทอร์โมสแตทอีเล็กทรอนิกส์ การเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่มีค่าEER เท่ากับ 5
5. ระบบแสงสว่างการเปลี่ยนบัลลาสต์ชนิด Low Watt Lossสามารถลดการใช้พลังงานได้ 4.5 วัตต์ต่อหลอด การปรับปรุงแสงสว่างต่อพื้นที่โดยพิจารณาถึงสิ่งต่างๆต่อไปนี้

- เลือกใช้หลอดมีประสิทธิภาพสูง(ลูเมนต์/วัตต์ สูง)มีอายุการใช้งานนาน
- เลือกใช้บัลลาสต์กินกระแสไฟน้อยเช่นบัลลาสต์อิเลคโทรนิคส์ บัลลาสต์ที่มีตัวประกอบกำลังไฟฟ้าสูง แทนบัลลาสต์ขดลวด
- เลือกใช้โคมที่มีประสิทธิภาพสูง มีการกระจายแสง(Reflected)
- เลือกใช้สีอ่อนกับฝ้าเพดาน ผนังพื้น และเฟอร์นิเจอร์ตกแต่ง
- ออกแบบค่าการส่องสว่าง(Illuminance)และค่าความสว่าง(Luminance)เหมาะกับงานโดยไม่ออกแบบแสงสว่างเกินจำเป็น
- วางตำแหน่งวงจรไฟฟ้าแสงสว่างให้สัมพันธ์กับแสงธรรมชาติ
- วางตำแหน่งวงจรไฟฟ้าแสงสว่างให้สัมพันธ์กันกับลักษณะการใช้งาน

2.3 ระเบียบวิธีวิจัย

2.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งได้จากแหล่งต่างๆดังนี้

2.3.1.1 โดยการศึกษาโดยการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นที่เป็นเอกสาร และรายงาน

แหล่งต่างๆเช่น ไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และ แหล่งข้อมูลสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ สถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หนังสือเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร งานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงอาคารเพื่อประหยัดพลังงาน และ ตำราต่างๆ

2.3.1.2 ข้อมูลทางเทคนิคด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าของโครงการคณะแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จากการสำรวจของสำนักจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แยกเป็นหัวข้อดังนี้

(1) ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา

(2) ปริมาณผลผลิตของหน่วยงานในช่วงระยะเวลาเดียวกันเช่น จำนวนห้อง/เดือน เตียง/เดือน หรือ จำนวนคนไข้/เดือนเป็นต้น

(3) รายละเอียดของระบบไฟฟ้า เช่น จำนวนขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ต่อใช้งาน ลักษณะการต่อใช้งานเป็นต้น

(4) รายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่น ระบบแสงสว่าง จำนวนหลอดและชนิดหลอดไฟฟ้า จำนวนวัตต์ ลักษณะการใช้งาน ติดโคมไฟฟ้าและอื่นๆ ระบบปรับอากาศ จำนวนและชนิดของเครื่องปรับอากาศ ลักษณะการใช้งาน

(5) รายละเอียดของพื้นที่ใช้งาน ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่จอดรถ และบริเวณไม่ปรับอากาศ

(6) รายละเอียดโครงสร้างของอาคาร

2.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ศึกษาทางเทคนิคขั้นตอนการประหยัดพลังงาน

มีขั้นตอนการดำเนินงานเป็น3 ขั้นตอนโดยเริ่มจากเทคโนโลยีง่ายที่สุดและใช้เงินลงทุนน้อยที่สุดไปจนถึงงานที่ต้องการเทคโนโลยีสูงและใช้เงินลงทุนมาก

ขั้นตอนที่1 การบำรุงรักษาหรือการดูแลเบื้องต้น(House Keeping)

การประหยัดพลังงานโดยวิธีนี้โดยแท้จริงแล้วเป็นการปรับแต่งเครื่องการทำงานต่างๆเช่นการกำหนดให้มีกรรมวิธีดูแลรักษาที่ถูกขั้นตอนการทำงานอย่างเหมาะสม วิธีต่างๆเหล่านี้โดยมากแล้วจะไม่เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นหรือเป็นมาตรการเสียค่าใช้จ่ายน้อยแต่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นๆ

ขั้นตอนที่2 การปรับปรุงประสิทธิภาพขบวนการผลิต (Process Improvement)
มาตรการในข้อนี้เป็นการปรับปรุงระบบอุปกรณ์หรือขบวนการเดิม เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้นหรือทำให้การสูญเสียต่างๆลดน้อยลง วิธีการปรับปรุงขบวนการทำงานจะมีความยุ่งยากมากขึ้น และจะต้องการตรวจวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยวิธีนี้จะต้องการเงินทุนปานกลางโดยมีระยะเวลาคืนทุน 1-2 ปี

ขั้นตอนที่3 การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือระบบ (Major Change Equipment)
การตรวจวิเคราะห์ในขั้นต้นชี้ให้เห็นว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้มาก โดยการเปลี่ยนหรือเพิ่มอุปกรณ์ ทั้นี้จะต้องประเมินค่าผลตอบแทนทางการเงินที่ได้จากการดำเนินการตามมาตรการดังกล่าวและผลการตรวจวิเคราะห์มีความสอดคล้องเข้ากับเกณฑ์การลงทุนแล้ว มาตรการในข้อนี้จะลงทุนสูง โดยมีระยะเวลาคืนทุน2-5 ปีขึ้นไป

แนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในอาคารสามารถแยกแนวคิดออกได้ดังนี้
(1) การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม
(2) การปรับปรุงอาคาร
(3) การปรับปรุงสภาพแวดล้อม
(4) การปรับปรุงระบบแสงสว่างและการปรับอากาศ

แนวทางที่จะทำการศึกษาในโครงการนี้เน้นที่แนวคิดที่4 เนื่องจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารโดยส่วนใหญ่จะเป็นแสงสว่าง 20-30%และการปรับอากาศจะใช้พลังงานไฟฟ้า60% เหตุผลสนับสนุนคือแนวคิดที่1 การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ได้ผลประหยัดประมาณ10% จะต้องอาศัยทำประชาสัมพันธ์ขอความร่วมมือจากผู้ใช้และมีการติดตามผลต่อเนื่องจึงจะได้ผล แนวคิดที่2การปรับปรุงอาคาร เป็นการลงทุนที่ค่อนข้างสูงมีผลกระทบต่องการดำเนินการของสถานที่และงบประมาณสูง แนวคิดที่3 การปรับปรุงสภาพแวดล้อม จะต้องอาศัยความร่วมมืออาคารข้างเคียงและผู้บริหารที่มีวิสัยทัศน์เนื่องจากไม่สามารถวัดได้โดยง่ายออกมาเป็นตัวเลข

ดังนั้นวิธีการที่เห็นผลและมีผู้ได้ทำการศึกษามากจะเน้นไปยังแนวทางที่4 คือการปรับปรุงระบบแสงสว่างและระบบการปรับอากาศ เป็นหลัก โดยมีมาตรการและวิธีการดังนี้

2.3.2.1 หมวดเครื่องปรับอากาศ

1. มาตรการบุฉนวนกันความร้อนฝ้าเพดานของพื้นที่ปรับอากาศชั้นบนสุด

Roof Thermal Transfer Value (RTTV) พื้นที่ปรับอากาศชั้นบนสุดของอาคารที่ฝ้าเพดานติดกับหลังคา ส่วนที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง ซึ่งไม่มีการบุฉนวนกันความร้อนและมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศซึ่งมีผลทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานเพิ่มขึ้นเมื่อทำการบุฉนวนกันความร้อนที่ฝ้าเพดานดัง กล่าวจะมีผลทำให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้

ผลได้ ประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้ 11 เปอร์เซนต์ [4]

ต้นทุน บุฉนวนกันความร้อน 400 บาทต่อตารางเมตร

2. มาตรการการใช้เทอร์โมสตัทชนิดอีเลคโทรนิคส์

โดยปกติเครื่องปรับอากาศจะควบคุมอุณหภูมิโดยใช้อุปกรณ์เทอร์โมสตัทชนิดรับความร้อนจากโลหะผสม(Bi metal)ที่ติดตั้งในเครื่องปรับอากาศหากทำการเปลี่ยนเป็นเทอร์โมสตัทชนิดอีเลคโทรนิกส์จะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้

ผลได้ สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 13 เปอร์เซนต์ [5]

ต้นทุน ราคาเทอร์โมสตัทชนิดอีเลคโทรนิกส์ 1,089 บาท/ตัว

3. มาตรการการใช้เครื่องปรับอากาศชนิด High EER

จากการตรวจสอบหาค่ากิโลวัตต์ต่อตัน ของเครื่องปรับอากาศที่มีการใช้พลังงานสูงกว่าที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงเปลี่ยนไปใช้เครื่องปรับอากาศชนิด High EER จะสามารถประหยัดพลังงานได้

ตัวอย่าง

---

[4] ที่มา: เอกสารเผยแพร่ "บุฉนวนกันความร้อนช่วยประหยัดพลังงาน (กรมพัฒนาส่งเสริมพลังงาน)

[5] ที่มา: เอกสารเผยแพร่ "บุฉนวนกันความร้อนช่วยประหยัดพลังงาน (กรมพัฒนาส่งเสริมพลังงาน)

เครื่องปรับอากาศเครื่องหนึ่งมีความสามารถในการทำความเย็น20,000Btu/hrหรือเท่ากับ 1.67 ตันความเย็นค่าEER6.97 เวลาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน250วัน/ปี ค่าfactor 0.60 เปลี่ยนไปเป็นเครื่องปรับอากาศชนิด High EER มีค่าEER9.60

คำนวณได้ดังนี้

ประสิทธิภาพEER (Energy Efficiency Ratio) = 6.97 Btu/Watt

เทียบเท่า = 12,000 kW/TR

(6.97*1,000)

= 1.72 kW/TR

เครื่องปรับอากาศชนิด High EER ที่จะนำมาเปลี่ยนใหม่

ประสิทธิภาพEER (Energy Efficiency Ratio) = 9.60 Btu/Watt

เทียบเท่า = 12,000 kW/TR

(9.60*1,000)

= 1.25 kW/TR

ผลได้

ฉะนั้นเมื่อพิจารณาติดตั้งใช้งานเครื่องปรับอากาศชนิด High EER

พลังงานไฟฟ้าลดลง = (1.72-1.25)*1.67*250*8*0.60

= 941.88 kW/TR

คิดเป็นเงินประหยัดได้ = 941.88*2.30

= 2,166 บาท/ปี

ต้นทุน

ค่าเครื่องปรับอากาศ	=	27,970	บาท
ค่าแรงถอดเครื่องเดิม	=	500	บาท
ค่าแรงติดตั้งเครื่องใหม่	=	4,000	บาท
รวมลงทุน	=	32,470	บาท

2.3.2.2 หมวดแสงสว่าง

1. มาตรการใช้หลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน

หลอดฟลูออเรสเซนต์ควรเปลี่ยนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด Super TLD และควรเปลี่ยนจากหลอดไส้มาเป็นหลอดคอมแพคบัลลาสต์อิเลคทรอนิคส์ภายใน จะทำให้สามารถพลังงานลงได้โดยที่แสงสว่างยังคงมีประสิทธิภาพเท่าเดิม

ผลได้ การเปลี่ยนจากหลอดฟลูออเรเซนท์ 40w.เป็น36 w.สามารถประหยัดได้2 w.

ต้นทุน 40บาทต่อหลอด

ผลได้ การเปลี่ยนจากหลอดฟลูออเรเซนท์ 20w.เป็น18 w.สามารถประหยัดได้2 w.

ต้นทุน 36บาทต่อหลอด

ผลได้ การเปลี่ยนจากหลอดไส้ (INC)40w.เป็นหลอดประหยัดพลังงาน 7 w.สามารถประหยัดได้ 33 w.

ต้นทุน ราคาหลอดประหยัดพลังงานคอมแพคบัลลาสต์อีเลคโทรนิคภายใน 544.50 บาทต่อหลอด ค่าแรงติดตั้ง5 บาทต่อหลอด

ผลได้ การเปลี่ยนจากหลอดไส้ (INC)60w.เป็นหลอดประหยัดพลังงาน 11 w.สามารถประหยัดได้ 49 w.

ต้นทุน ราคาหลอดประหยัดพลังงานคอมแพคบัลลาสต์อีเลคโทรนิคภายใน 544.50 บาทต่อหลอด ค่าแรงติดตั้ง5 บาทต่อหลอด

ผลได้ การเปลี่ยนจากหลอดไส้ (INC)100w.เป็นหลอดประหยัดพลังงาน 20 w.สามารถประหยัดได้ 80 w.

ต้นทุน ราคาหลอดประหยัดพลังงานคอมแพคบัลลาสต์อีเลคโทรนิคภายใน 599.50 บาทต่อหลอด ค่าแรงติดตั้ง5 บาทต่อหลอด

2. มาตรการใช้โคมไฟฟ้าชนิด Reflector

โคมไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นชนิดโคมโลหะสีขาวครอบพลาสติก ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงต่ำ หากทำการปรับปรุงโดยใช้โคมที่มีการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสงชนิดเคลือบสาร Silver เรียกว่าโคมไฟฟ้าชนิด Reflector ทำให้แสงสว่างเพิ่มมากขึ้นเมื่อต้องการแสง

สว่างเท่าเดิมสามารถถอดหลอดไฟฟ้าออกโดยที่ความเข้มของแสงเท่าเดิมจึงทำให้สามารถลดพลังงานลงได้

ผลได้ โคมชนิด 2 หลอดต่อ1โคม ลดได้ 1 หลอด
โคมชนิด 3 หลอดต่อ1โคม ลดได้ 1 หลอด
โคมชนิด 4 หลอดต่อ1โคม ลดได้ 2 หลอด

ต้นทุน ชุดโคมไฟฟ้าชนิดReflectorขนาด1*36 w.ชนิดติดหรือฝังเพดานมีตะแกรงหน้าราคารวมติดตั้ง 1,536.20บาท
ชุดโคมไฟฟ้าชนิดReflectorขนาด2*36 w.ชนิดติดหรือฝังเพดานมีตะแกรงหน้าราคารวมติดตั้ง 2,705.00 บาท
ชุดโคมไฟฟ้าชนิดReflectorขนาด1*18 w.ชนิดติดหรือฝังเพดานมีตะแกรงหน้าราคารวมติดตั้ง 1,171.00บาท
ชุดโคมไฟฟ้าชนิดReflectorขนาด2*18 w.ชนิดติดหรือฝังเพดานมีตะแกรงหน้าราคารวมติดตั้ง 1,748.00บาท

3. มาตรการการใช้บัลลาสต์อีเลคโทรนิคส์

โคมไฟฟ้าที่ติดตั้งใช้งานในปัจจุบันส่วนใหญ่ติดตั้งบัลลาสต์ชนิดขดลวดธรรมดาทำการปรับปรุงโดยเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์อีเลคโทรนิคส์จะสามารถลดพลังงานลงลงได้

ผลได้ หลอดขนาด 40w .และ 36w.ลดพลังงานไฟฟ้าได้ 11 วัตต์
หลอดขนาด 20w .และ 18w.ลดพลังงานไฟฟ้าได้ 7 วัตต์

ต้นทุน บัลลาสต์อีเลคโทรนิคส์ 18 w. และ36 w.ราคาชุดละ 495 บาท
ค่าติดตั้งชุดละ 30บาท

2.3.3 สำรวจลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.3.3.1 สำรวจลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า ก่อนการปรับปรุงการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	x1	กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี
ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด	x2	กิโลวัตต์

ตัวประกอบโหลดไฟฟ้าเฉลี่ย	x3	เปอร์เซนต์
ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า	x4	กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี/ตารางเมตร
ราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	2.30	บาท/กิโลวัตต์ ชั่วโมง

การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารก่อนปรับปรุงโดยเข้าสำรวจ 100 % ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหน่วยงาน จากการตรวจวัด Load ของการใช้พลังงานแล้วแบ่ง Load ของการใช้พลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

ระบบปรับอากาศ	ใช้ไฟฟ้าประมาณ	x 5	%
ระบบแสงสว่าง	ใช้ไฟฟ้าประมาณ	x 6	%
ระบบอื่นๆ	ใช้ไฟฟ้าประมาณ	x 7	%

2.3.3.2 การใช้พลังงานไฟฟ้า หลังการปรับปรุงการอนุรักษ์พลังงาน

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	y1	กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี
ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด	y2	กิโลวัตต์
ตัวประกอบโหลดไฟฟ้าเฉลี่ย	y3	เปอร์เซนต์
ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า	y4	กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี/ตารางเมตร
ราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	2.30	บาท/กิโลวัตต์ ชั่วโมง

การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารก่อนปรับปรุงโดยเข้าสำรวจ 100 % ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหน่วยงาน จากการตรวจวัด Load ของการใช้พลังงานแล้วแบ่ง Load ของการใช้พลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

ระบบปรับอากาศ	ใช้ไฟฟ้าประมาณ	y5	%
ระบบแสงสว่าง	ใช้ไฟฟ้าประมาณ	y6	%
ระบบอื่นๆ	ใช้ไฟฟ้าประมาณ	y7	%

การประเมินผลโดยนำค่าก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงการอนุรักษ์พลังงานมาวิเคราะห์หาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงเท่าไร คิดเป็นเงินเท่าไร จึงสามารถทราบได้ว่าค่าไฟฟ้าประหยัดไปเป็นจำนวนกี่กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี แล้วคำนวณเป็นจำนวนเงิน

2.3.4 การประเมินผลการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

2.3.4.1 การประเมินผลเครื่องปรับอากาศ

ก่อนการปรับปรุงสำรวจในระบบปรับอากาศของอาคารหาค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย (ERR เฉลี่ย) มีค่าเท่ากับ x บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์ภายหลังการปรับปรุงเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศชนิดประหยัดพลังงานแทนเครื่องปรับอากาศชนิดธรรมดาจำนวนทั้งหมด แล้วคิดเป็นจำนวนเงิน โดยเครื่องปรับอากาศชนิดประหยัดพลังงานที่ได้ติดตั้งใหม่มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย (ERR เฉลี่ย)มากกว่าก่อนการปรับปรุง รวมทั้งวิเคราะห์การประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องก่อนและหลังการปรับปรุงว่าสามารถประหยัดพลังงานลงได้กี่ กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี และคิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ กี่บาท/ปี และเทียบเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงาน แล้วหาจำนวนเงินลงทุนมาคำนวณหา ระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์ (IRR) ว่าได้กี่%

2.3.4.2 วิธีการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นรายอุปกรณ์มีดังนี้ เช่น

1.ระบบปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ x	ขนาด	y	Btuh
จำนวน		a	เครื่อง
ขนาด		b	kW
ชั่วโมงการใช้งาน		c	ชั่วโมง/วัน
จำนวนวันทำการ		d	วัน
เปอร์เซ็นต์การใช้งานเฉลี่ย		e	เปอร์เซ็นต์
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	a*b*c*d*e		กิโลวัตต์ ชั่วโมง
นำทุกรายการอุปกรณ์ที่ใช้มารวมกัน เช่นเครื่องปรับอากาศ ระบบอื่นๆ			
รวมระบบอื่นๆที่ใช้พลังงานทั้งหมด		f	กิโลวัตต์ ชั่วโมง
รวมพลังงานที่ใช้		g	กิโลวัตต์ ชั่วโมง
ค่าไฟฟ้าหน่วยละ		2.30	บาท
คิดเป็นเงิน		g*2.30	บาท

ทำการเปรียบเทียบพลังงานก่อนและหลังการปรับปรุงหาเพื่อหาค่าที่ประหยัดพลังงานได้นำมาคำนวนเป็นจำนวนเงิน

2.ระบบแสงสว่าง

จากการวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อทำการปรับปรุงอุปกรณ์อนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารแล้วสามารถคำนวณการประหยัดพลังงานได้ดังนี้

-หลอดไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นหลอดประหยัดพลังงาน จะประหยัด	x	กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี
ค่าไฟฟ้าหน่วยละ	2.30	บาท
คิดเป็นเงินประหยัดได้	x* 2.30	บาท/ปี
-บัลลาสต์ เมื่อเปลี่ยนจากชนิดขดลวด เป็นบัลลาสต์		
ชนิดอีเลคโทรนิคส์ จะทำให้ประหยัด	y	กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี
ค่าไฟฟ้าหน่วยละ	2.30	บาท
คิดเป็นเงินประหยัดได้	y* 2.30	บาท/ปี

ทำการเปรียบเทียบพลังงานก่อนและหลังการปรับปรุงหาเพื่อหาค่าที่ประหยัดพลังงานได้นำมาคำนวนเป็นจำนวนเงินเป็นผลตอบแทนจากการประหยัดพลังงาน

2.4 คำนิยามศัพท์

กองทุน	กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
คณะกรรมการกองทุน	คณะกรรมการกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่ง ชาติ	คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติตามกฎหมายว่าด้วยคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ
ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand Charge)	ค่าธรรมเนียมที่คิดจากจำนวนความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน15นาทีสูงสุดของเดือนนั้น
ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าธรรมเนียมที่คิดจากจำนวนความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งเดือนโดยมีอัตราที่แตกต่างกันแต่ละประเภทผู้ใช้ไฟ
ค่าFt	ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตไฟฟ้า แต่ละเดือนไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับต้นทุนการผลิตจะเพิ่มไปในค่าไฟฟ้าที่คิดกับผู้บริโภค

เจ้าของอาคาร	รวมถึง บุคคลอื่นซึ่งครอบครองอาคารด้วย
ตรวจสอบ	สำรวจ ตรวจวัด และเก็บข้อมูล
พนักงานเจ้าหน้าที่	ผู้ซึ่งรัฐมนตรีแต่งตั้งให้ปฏิบัติการตามพระราชบัญญัตินี้
พลังงาน	ความสามารถในการทำงานซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งที่อาจให้งานได้ ได้แก่ พลังงานหมุนเวียน และพลังงานสิ้นเปลือง และให้หมายความรวมถึงสิ่งที่อาจให้งานได้ เช่น เชื้อเพลิง ความร้อนและไฟฟ้า เป็นต้น
อนุรักษ์พลังงาน	ผลิตและใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด
อาคาร	อาคารตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
cfm	cubic foot per minute
cop	coefficient of performance
kwR	kilowatt refrigerant
OTTV	ค่าถ่ายเทพลังงานความร้อนรวมของผนัง หน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร
RTTV	ค่าถ่ายเทพลังงานความร้อนรวมของหลังคาหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University