การพัฒนาโปรแกรมการจัดทำบัญชีพลังงาน และช่วยวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน ของสถานประกอบการขนาดกลาง และขนาดย่อม

ปริญญานิพนธ์

ของ

เด่นไชย สุวรรณพฤกษ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
กุมภาพันธ์ 2550

การพัฒนาโปรแกรมการจัดทำบัญชีพลังงาน และช่วยวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน ของสถานประกอบการขนาดกลาง และขนาดย่อม

ปริญญานิพนธ์

ของ

เด่นไชย สุวรรณพฤกษ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
กุมภาพันธ์ 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดีก็ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ดังต่อไปนี้ ขอขอบพระคุณ ดร.พิชัย อัษฎมงคล และรศ.วรธน อาจฤทธ์ ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และข้อแก้ไข อีกทั้ง ผศ.วิชิต บัวแก้ว ที่ช่วยให้คำแนะนำในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนข้อเสนอแนะ ทำให้งานวิจัยนี้ออกมามีความสมบรูณ์ยิ่งขึ้น ทั้งยังคงต้องขอขอบคุณ แผนกวิศวกรรมเครื่องกล ไฟฟ้า และงานอนุรักษ์พลังงาน ของบริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ และคุณวิศาล ศรีวิศาล ที่ช่วยทดสอบระบบ และให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ รวมถึงนางสาวพัชรี โพธิ์อัมพร และนางสาวรัตนาพร จิตรนพรัตน์ ที่ช่วยในการพิมพ์ ตรวจทาน แก้ไขคำผิดของเอกสารงานวิจัยฉบับนี้ ตลอดจนเพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่ช่วยเป็นกำลังใจจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เด่นไชย สุวรรณพฤกษ์

การพัฒนาโปรแกรมการจัดทำบัญชีพลังงาน และช่วยวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน ของสถานประกอบการขนาดกลาง และขนาดย่อม

บทคัดย่อ

ของ

เด่นไชย สุวรรณพฤกษ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
กุมภาพันธ์ 2550

เด่นไชย สุวรรณพฤกษ์. (2550). *การพัฒนาโปรแกรมการจัดทำบัญชีพลังงาน และช่วยวิเคราะห์การประหยัดพลังงานของสถานประกอบการขนาดกลาง และขนาดย่อม*
ปริญญานิพนธ์. วศ.ม (วิศวกรรมเครื่องกล) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: ดร. พิชัย อัษฏมงคล, รศ. วรธน อาจฤทธิ์.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดทำบัญชีการใช้พลังงาน และช่วยวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน ในการออกแบบพัฒนาโปรแกรมได้ใช้โปรแกรมไมโครซอฟวิชวลเบสิก เวอร์ชั่น 6.0 และใช้โปรแกรมไมโครซอฟแอคเซค เวอร์ชั่น 2000 ในการออกแบบการจัดเก็บฐานข้อมูลสำหรับการจัดทำบัญชีพลังงาน โปรแกรมนี้เป็นเครื่องมือที่จะทำการจัดเก็บปริมาณการใช้เชื้อเพลิง และราคาเชื้อเพลิง ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และค่าไฟฟ้า ปริมาณการผลิต ปริมาณยอดขาย ในการจัดเก็บรวบรวมการใช้พลังงานของเครื่องจักร และอุปกรณ์ทั้งที่ใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง โปรแกรมบัญชีพลังงานจะทำการแยกประเภทการใช้งานของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อนที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิง โดยแยกประเภทการใช้พลังงานของแต่ละประเภทอุปกรณ์เพื่อทำให้ทราบว่าอุปกรณ์ประเภทใดมีการใช้พลังงานคิดเป็นร้อยละเท่าใด อีกทั้งยังแสดงค่าดัชนีพลังงานจำเพาะทำให้สามารถวิเคราะห์ต้นทุนพลังงานต่อผลผลิตได้ โปรแกรมยังทำการประมวลผลการใช้พลังงานตามข้อกำหนด และมาตรการการประหยัดพลังงานของกรมอนุรักษ์พลังงาน และพลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน เปรียบเทียบกับการใช้พลังงานจากบัญชีพลังงาน และข้อมูลที่ได้เพิ่มเติมจากการตรวจวัด เพื่อหาผลการประหยัดพลังงาน ทั้งนี้โปรแกรมยังคำนึงถึงจุดคุ้มทุนในปรับปรุงอุปกรณ์ให้เกิดการประหยัดพลังงานให้เหมาะสมกับการลงทุน อีกทั้งทำให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับสถานประกอบการขนาดกลาง และขนาดย่อม

The Integrated Program for Energy Accounting and The Analysis of Energy Saving for SME

AN ABSTRACT

BY

DENCHAI SUWANNAPRUK

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Master of Engineering Degree in Mechanical Engineering
at Srinakharinwirot University
February 2007

Denchai Suwannapruk. (2007*). The Integrated Program for Energy Accounting and The Analysis of Energy Saving for SME*. Master thesis, M. Eng. (Mechanical Engineering). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Pichai Asadamongkon, Associate. Professor Varathana Arjrith

The objective of this thesis was designed and developed the computer program to create an energy account and to analyze the energy saving. It was developed by using Microsoft Visual Basic version 6.0 and it uses Microsoft Access version 2000 to design and to collect database for energy accounting. This program is, a tool, used in collecting fuel consumption, prices, electrical consumption, electricity bills, production, and sale amount. This program will collect power data used by machines and equipments, which consumed electrical energy and thermal energy from fuel. The program will separate the amount of energy each equipment consumed in percent and it could informed the specific energy consumption, which can be used to analyzed the energy cost per unit production. The analysis of energy saving are based on the standard from Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of energy then it is compared with the energy analyzed to solve a saving solution from energy accounting and additional data from measurement. The program will also calculate the break even point therefore it show the suitability for the investments and it will use maximize energy efficiency for SME.

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมา

ในสถานการณ์พลังงานปัจจุบันนี้ แม้ว่าจะยังไม่เข้าสู่สภาวะของวิกฤตพลังงานก็ตาม แต่สภาวะที่ราคาน้ำมันถีบตัวสูงขึ้นกว่าเท่าตัว และอย่างรวดเร็วส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศที่ยังต้องพึ่งพาน้ำมันจากต่างประเทศในปริมาณที่สูงกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำมันที่ใช้ในประเทศทั้งหมดภาวะชะงักงันของการว่างงาน ปัญหาการส่งออก ตลอดจนปัญหาดุลการชำระเงินที่กำลังรุ่นแรงขึ้นทุกขณะไม่เพียงแต่ประเทศไทยเท่านั้น ดังนั้นจุดเริ่มต้นของการอนุรักษ์พลังงานในประเทศไทย เริ่มมีมาตั้งแต่ปี 2516 โดยได้กำหนดมาตรการเพื่อการแก้ไขการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิง ในประเทศขึ้น อาทิเช่น การปิดปั๊มน้ำมันในเวลากลางคืน การลดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในทางสาธารณะลงร้อยละ 50 เป็นต้น ซึ่งมาตรการเหล่านี้ได้ถูกยกเลิกไป จนกระทั่งเกิดวิกฤตการณ์พลังงานของโลกเป็นครั้งที่ 2 จึงเป็นจุดที่ก่อให้เกิดแนวคิดที่จะต้องออกกฎหมายเพื่อการอนุรักษ์พลังงานใช้บังคับกันอย่างจริงจังเหมือนในหลาย ๆ ประเทศที่มีกฎหมายลักษณะนี้ขึ้นมา

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535[1] ได้ประกาศใช้เมื่อ วันที่ 2 เมษายน 2535 กำหนดให้กลุ่มเป้าหมายซึ่งก็คือ โรงงาน อาคารธุรกิจ ต้องดำเนินการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นระบบโดยรัฐจะให้การสนับสนุนทางเทคนิค และวิชาการทางเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งให้ความสนับสนุนทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน โดยให้โรงงานที่อยู่ในข่ายโรงงานควบคุมดำเนินการตรวจสอบการใช้พลังงานให้เหมาะสม และหาแนวทางเบื้องต้นในการที่จะประหยัดการใช้พลังงานอันเกิดจาก การดำเนินงานของโรงงานนั้น ๆ ดังนี้โรงงานควบคุมที่อยู่ในข่ายควบคุมจะต้องดำเนินการตรวจสอบ และส่งรายงานผลการจัดทำบัญชีการใช้พลังงานส่งให้หน่วยงานที่รับผิดชอบ อันได้แก่ สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจุบันโรงงานควบคุมมีอยู่ประมาณ 2,400 โรงงานที่ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยพระราชกฤษฎีกากำหนดโรงงานควบคุมมีผลบังคับใช้ ตั้งแต่ วันที่ 17 กรกฎาคม 2540 โดยกำหนดให้โรงงานที่มีลักษณะการใช้พลังงานข้อใด ข้อหนึ่งต่อไปนี้ เป็นโรงงานควบคุม โดยในปีแรกมีโรงงานที่อยู่ในข่ายควบคุม 285 ราย จะมีผลบังคับใช้กับโรงงาน ดังนี้

1. โรงงานเดียว หรือหลายโรงงานภายใต้เลขที่บ้านเดียวกันที่ได้รับอนุมัติจาก ผู้จำหน่ายไฟฟ้าให้เครื่องวัดไฟ ตั้งแต่ 10,000 kW ขึ้นไป หรือติดตั้งหม้อแปลงชุดเดียว หรือหลายชุดรวมกัน มีขนาดตั้งแต่ 11,750 kVA ขึ้นไป

2. โรงงานเดียวกัน หรือหลายโรงงานภายใต้ เลขที่บ้านเดียวกันที่ใช้ไฟฟ้าจากระบบของผู้จำหน่าย ความร้อนจากไอน้ำจากผู้จำหน่าย พลังงานสิ้นเปลืองอื่นจากผู้จำหน่ายพลังงาน หรือของตนเอง อย่างใดอย่างหนึ่งรวมกัน ตั้งแต่ วันที่ 1 มกราคม ถึง วันที่ 31 ธันวาคม ของปีที่ผ่านมา มีปริมาณพลังงานทั้งหมดเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ 200 ล้านเมกะจูลขึ้นไป สำหรับปีที่ 2 ปีที่ 3 และปีที่ 4 มีโรงงานที่อยู่ในเครือข่ายควบคุม 585 ราย, 400 ราย และ 1,130 ราย จะทยอยบังคับใช้กับโรงงานที่มีปริมาณการใช้พลังงานต่ำกว่าปีแรก ดังต่อไปนี้ โรงงานควบคุมปีที่ 2 โรงงานที่มีขนาดตั้งแต่ 2,000 kW แต่ไม่ถึง 10,000 kW หรือตั้งแต่ 3,530 kVA แต่ไม่ถึง11,750 kVA หรือโรงงานที่มีปริมาณพลังงานทั้งหมดเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 60 ล้านเมกะจูต่อปี แต่ไม่ถึง 200 ล้านเมกะจูต่อปี โรงงานควบคุมปีที่ 3 โรงงานที่มีขนาดตั้งแต่ 2,000 kW แต่ไม่ถึง 3,000 kW หรือตั้งแต่ 2,350 kVA แต่ไม่ถึง 3,530 kVA หรือโรงงานที่ปริมาณพลังงานทั้งหมดเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ 40 ล้านเมกะจูลต่อปี แต่ไม่ถึง 60 ล้านเมกะจูลต่อปี แต่ไม่ถึง 60 ล้านเมกะจูลต่อปี โรงงานควบคุมปีที่ 4 โรงงานที่มีขนาดตั้งแต่ 1,000 kW แต่ไม่ถึง 2,000 kW หรือตั้งแต่ 1,175 kVA แต่ไม่ถึง 2,350 kVA หรือโรงงานที่มีปริมาณพลังงานทั้งหมดเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ 20 ล้านเมกะจูลต่อปี แต่ไม่ถึง 40 ล้านเมกะจูลต่อปี

ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันราคาพลังงานมีแนวโน้มสูงขึ้นตลอดเวลายังเป็นการยากที่จะนำเอาพลังงานทดแทนมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นผู้ประกอบการต้องมีแนวทางการจัดการพลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการหาแนวทางในการใช้พลังงานให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เนื่องจากฟังก์ชั่นการผลิตจะต้องมีปัจจัยที่สำคัญคือพลังงานซึ่งในปัจจุบันนี้แทบจะเป็นไปไม่ได้เลยที่จะผลิตของสิ่งหนึ่งที่ผ่านระบบการผลิตแบบแรงงานล้วน ๆ ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าพลังงานในส่วนการผลิตเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้ต้นทุนของสินค้ามีราคาสูงขึ้น หรือต่ำลง จึงมีความพยายามในการหาเทคโนโลยีและการบริหารจัดการพลังงานให้ได้ถูก และดีที่สุดเพื่อลดต้นทุนการผลิต

ดังนั้นทางหน่วยงานภาครัฐจึงเล็งเห็นความสำคัญดังกล่าวเพื่อส่งเสริม และหาแนวทางเพื่อช่วยผู้ประกอบการให้มีความสามารถการแข่งขันได้กับนานาประเทศ จึงได้ออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 สำหรับควบคุมขึ้น แต่เนื่องจากโรงงานควบคุมมีจำนวนมากจึงเป็นการยากที่จะทำให้การดำเนินการดังกล่าวรวดเร็ว และทันเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาวะการณ์ปัจจุบัน อีกทั้งในพระราชบัญญัติดังกล่าวยังไม่ได้รวมถึงสถานประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม ซึ่งเรียกว่า SME ซึ่งสถานประกอบการขนาดกลางหมายถึงกิจการการผลิต และบริการที่มีคนตั้งแต่ 51-200 คน หรือสินทรัพย์ถาวรเกินกว่า 50-200 ล้านบาท ส่วนสถานประกอบการขนาดย่อมหมายถึงกิจการการผลิต และบริการที่มีคนไม่เกิน 50 คน หรือสินทรัพย์ถาวรไม่เกิน 50 ล้านบาท ซึ่งถ้าเราสามารถดำเนินการจัดเก็บฐานข้อมูลการใช้พลังงาน และหาแนวทาง

เบื้องต้นในการดำเนินการประหยัดการพลังงานในสถานประกอบการบ้านเราได้ จะทำให้การใช้พลังงานโดยรวมของประเทศมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และผู้ผลิตหรือสถานประกอบการจะมีต้นทุนการใช้พลังงานที่ต่ำลง และใช้พลังงานอย่างเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์นั้นด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บข้อมูลเพื่อจัดทำบัญชีการใช้พลังงานของเครื่องจักร และอุปกรณ์ รวมถึงช่วยวิเคราะห์การประหยัดพลังงานตามมาตรการประหยัดพลังงานเบื้องต้นในอุปกรณ์ที่มีการใช้ในสถานประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม

ขอบเขตการวิจัย

1. จัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ และจำแนกสัดส่วนการใช้พลังงานในอุปกรณ์แต่ละชนิด ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องอัดลม เครื่องปรับอากาศ และหม้อไอน้ำหรืออุปกรณ์ที่ใช้เชื้อเพลิง
2. ทดสอบโปรแกรมกับโรงงานควบคุมปีที่ 4 ที่มีผลการตรวจวัดการใช้พลังงานเบื้องต้นแล้วจำนวน 10 โรงงาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้มีการจัดเก็บฐานข้อมูลด้านพลังงานอย่างเป็นระบบ
2. ทำให้ง่าย สะดวกรวดเร็วในการจัดเก็บข้อมูล และแนวทางที่จะประหยัดพลังงานเบื้องต้น
3. ลดการใช้บุคคลากร และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่เกี่ยวข้องลง
4. เพิ่มศักยภาพในการทำระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการการใช้พลังงานและลงทุนเครื่องจักรตัวใหม่

บทที่ 2
งานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติพงศ์ เตมียะประดิษฐ์[2] งานวิจัยนี้เป็นการนำเอาระบบ VAV ของระบบปรับอากาศที่กำลังเป็นที่นิยมในต่างประเทศ อาคารที่ก่อสร้างในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา ใช้ระบบปรับอากาศชนิดนี้เป็นส่วนใหญ่ และมีแนวโน้มที่แสดงว่า ระบบนี้จะเป็นที่นิยมต่อไปในอนาคต ในเมื่อราคาพลังงานนับวันแต่จะเพิ่มสูงขึ้น อาคารที่สร้างมานานเจ้าของต่างก็พยายามดัดแปลงระบบปรับอากาศแบบเดิม ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำ และสิ้นเปลืองพลังงานมากมาเป็นระบบ VAV เพื่อทำให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลดต่ำลง โดยสามารถใช้เครื่องเป่าลมเย็น (Air Handling Unit) และ Refrigeration Equipment ขนาดเล็กลงได้ อีกทั้งการปรับปริมาณลมของระบบกระจายลมก็ทำได้ง่าย และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย

ชัชพล ปิยะธรรมกุล[3] วิทยานิพนธ์นี้เป็นการเสนอผลการศึกษาความเป็นไปได้ทั้งทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์ของการนำเครื่องปรับอากาศแบบส่วนกลางมาใช้แทนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเดิมในอาคารเรียนรวม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์สภาพปัจจุบันในการปรับอากาศ ซึ่งใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเปรียบเทียบกับการใช้ระบบปรับอากาศแบบส่วนกลางตั้งแต่แรกเริ่มและกรณีติดตั้งแทนระบบเดิม ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้อยู่ประกอบด้วย เครื่องปรับอากาศขนาดต่างๆ กัน จำนวน 681 เครื่อง

ทวี เวชพฤติ[4] งานวิจัยนี้เป็นการนำระบบบริหารมาใช้ร่วมกับแนวทางการประหยัดพลังงานของโรงแรมแมนดารินสิงค์โปร์ เป็นโรงแรมชั้นนำแห่งหนึ่ง มีความสะดวกสบายแบบตะวันตกพร้อมทั้งบริการอันดียิ่งด้วยแบบชาวตะวันออก โรงแรมมีห้องพัก 1,200 ห้อง อาคารทั้งหลังมีการปรับอากาศทั้งหมด รวมทั้งสถานที่ประชุม (Convention) และสถานที่บริการพักผ่อนหย่อนใจ ซึ่งเป็นของธรรมดาที่โรงแรมนี้จะใช้พลังงานมาก เนื่องจากเกิดปัญหาเรื่องพลังงาน ทางผู้บริหารของโรงแรมได้ปรับปรุงการใช้พลังงานเพื่อลดพลังงานที่ใช้ลงโดยไม่ให้แขกต้องสูญเสียความสุขสบาย ก่อนจะมีขั้นตอนในการประหยัดพลังงาน การใช้พลังงานของโรงแรมเป็นจำนวน 2.8 ล้าน กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งคิดเป็นเงินราว 475,000 ดอลล่าร์ต่อเดือน ต่อมาได้มีการรณณรงค์การประหยัดพลังงานเป็นเวลา 1.5 ปี ที่ผ่านมา ทางโรงแรมได้ลดค่าใช้ไฟฟ้าลง 128,697 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งสามารถประหยัดเงินได้ถึง 21,299.35 ดอลล่าร์ โดยอาศัยตัวเลขเปรียบเทียบของปี 1980/81 การใช้พลังงานของโรงแรมเป็นดังนี้ ระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ เป็นจำนวน 70% ระบบแสงสว่าง (General Lighting) ระบบกำลัง (Power Supply) ลิฟท์ และบันไดเลื่อน เป็นจำนวน 30%

ลินดา จาบกลาง[5] งานวิจัยนี้ จัดทำขึ้นเพื่อกำหนดมาตรฐานการใช้พลังงาน ความร้อนในระบบไอน้ำของสถานประกอบการอุตสาหกรรมตามความในพระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยศึกษาเฉพาะระบบ เผาไหม้และการหุ้มฉนวนท่อไอน้ำเท่านั้น ทั้งนี้โดยอาศัยข้อมูล การวิเคราะห์การใช้พลังงานความร้อนในระบบไอน้ำของสถานประกอบการอุตสาหกรรมต่างๆ มาตรฐานที่ พิจารณามี 2 ลักษณะคือ มาตรฐานเชิงตัวเลขและ มาตรฐานการดำเนินงานเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานสำหรับผู้ประกอบการ ในส่วนของมาตรฐานเชิงตัวเลขได้พิจารณาปริมาณอากาศส่วนเกิน ที่ใช้ในการเผาไหม้ และอุณหภูมิผิวฉนวนที่ใช้หุ้มท่อไอน้ำ จากการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานสูญเสีย เนื่องจากก๊าซไอเสียแห้งกับค่าอัตราส่วนอากาศ ที่อุณหภูมิก๊าซ ไอเสียต่างๆ แล้วนำมาประเมินหาค่าพลังงาน ปริมาณ และค่าเชื้อเพลิงของประเทศที่ประหยัดได้โดยใช้ข้อมูลการตรวจวิเคราะห์ ข้างต้น สามารถกำหนดค่ามาตรฐานอัตราส่วนอากาศสำหรับหม้อไอน้ำ ที่มีพิกัดการผลิตต่างๆ ที่ใช้เชื้อเพลิงเหลว โดยใช้เกณฑ์ พิจารณาหาความเหมาะสมพบว่ามาตรฐานอัตราส่วนอากาศที่เหมาะสม สำหรับหม้อไอน้ำที่มีพิกัดการผลิตตั้งแต่ 1 ถึง 5 ตัน/ชม. มีค่า 1.3 และมีค่า 1.2 สำหรับหม้อไอน้ำที่มีพิกัดการผลิต มากกว่า 5 ตัน/ชม ซึ่งต่างจากค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยกรม พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และค่ามาตรฐานของประเทศญี่ปุ่นเล็กน้อย ผลจากการวิเคราะห์หาความหนาฉนวนที่เหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์ ของท่อไอน้ำขนาดต่างๆ ที่มีอุณหภูมิผิวท่อต่างกัน เพื่อประเมินหาค่ามาตรฐานเชิงตัวเลขสำหรับระบบจ่ายไอน้ำ โดยกำหนด ในรูปของค่ามาตรฐานอุณหภูมิที่ผิวฉนวนของท่อน้ำและท่อไอน้ำ ที่มีอุณหภูมิที่ผิวท่อต่างกัน พบว่าค่ามาตรฐานของท่อไอน้ำ และท่อไอน้ำที่มีอุณหภูมิผิวท่อน้อยกว่า 200 degree C มีค่า 50 degree C สำหรับค่ามาตรฐานของท่อไอน้ำที่มีอุณหภูมิผิวท่อระหว่าง 200 degree C ถึง 300 degree C และมีค่ามาก 300 degree C ถึง 450 degree C มีค่า 60 degree C และ 70 degree C ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่าง จากค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานเล็กน้อยเช่นกัน ในการกำหนดมาตรฐานการดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการ ใช้พลังงาน ในระบบผลิตและจ่ายไอน้ำสำหรับผู้ประกอบการ ได้ กำหนดให้มีการดำเนินด้านต่างๆ เพื่อลดความต้องการใช้ พลังงานของอุปกรณ์ต่างๆ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อให้เกิดการ ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และให้มีการจัดการในเรื่อง การปฏิบัติการ เกณฑ์การควบคุมในด้านการวัดและการจดบันทึก การตรวจสอบบำรุงรักษา และการจัดการด้านอื่นๆ ที่มีผลต่อการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

วัชรี แก้วบุญส่ง[6] ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาอัตราส่วนอากาศส่วนเกินที่เหมาะสมสำหรับการเผาไหม้ในเตาหม้อไอน้ำ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการเผาไหม้และผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 2 อย่างพร้อมกัน โดยอาศัยหลักการ Cost Estimation Approach ซึ่งเป็นการประเมินค่าใช้จ่ายโดยแบ่งพิจารณา เป็น 2 ส่วน คือ Internal cost ซึ่งพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียความร้อนที่เกิดจากหม้อไอน้ำ และ External cost ซึ่งพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายที่เป็นผลมาจาการปล่อยก๊าซมลพิษที่เกิดจากไอน้ำ โดยค่าอัตราส่วนของอากาศส่วนเกินที่ให้ผลรวม

ของ Internal และ External ที่ต่ำสุดจะเป็นอัตราส่วนเกินที่เหมาะสมสำหรับการเผาไหม้เมื่อพิจารณาด้านประสิทธิภาพการเผาไหม้และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากหม้อไอน้ำ

ศุภกิจ บุญศิริ[7] วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษามาตรการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมในสถานประกอบการอุตสาหกรรมขนาดกลาง และขนาดย่อม โดยได้คัดเลือกสถานประกอบการอุตสาหกรรมผลิตอาหารกระป๋อง ได้แก่สถานประกอบการอุตสาหกรรมผลิตปลากระป๋อง ผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋อง จำนวน 12 สถานประกอบการ ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิต การใช้พลังงานของสถานประกอบการ ตลอดจนปัญหาอุปสรรคต่อการพัฒนางาน ด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพของสถานประกอบการอุตสาหกรรมขนาดกลาง และขนาดย่อม ซึ่งจากการสำราวจพบว่า กระบวนการผลิตอาหารกระป๋องทั้ง 3 ประเภท มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน มีการใช้พลังงาน 2 ชนิด คือ พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน โดยส่วนใหญ่จะเป็นพลังงานความร้อนที่ได้มาจากไอน้ำ ซึ่งผลิตจากหม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง ในขณะที่พลังงานไฟฟ้าได้นำมาใช้ในการขับมอเตอร์ไฟฟ้าของอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต และระบบสายพานลำเลียง

จากการจัดทำดัชนีการใช้พลังงานในสถานประกอบการอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมแต่ละประเภท พบว่าสถานประกอบการอุตสาหกรรมผลิตปลากระป๋องมีดัชนีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 กิกะจูลต่อตันผลผลิต สถานประกอบการอุตสาหกรรมผลิตผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋องมีดัชนีการใช้พลังงาน โดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.65 กิกะจูลต่อตันผลผลิต และเมื่อเปรียบเทียบกับดัชนีการใช้พลังงานของสถานประกอบการอุตสาหกรรมผลิตอาหารกระป๋องของต่างประเทศ และประเทศญี่ปุ่น พบว่าค่าดัชนีของสถานประกอบการ 2 ประเภทจะสูงกว่ามาก ดังนั้นเพื่อหาแนวทางที่จะประหยัดพลังงานจึงจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมกับสถานประกอบการอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมประเภทผลิตอาหารกระป๋อง โดยใช้ปัญหาและอุปสรรคของสถานประกอบการอุตสาหกรรมขนาดกลาง และขนาดย่อมเป็นกรอบในการดำเนินการได้ดังนี้

1. ลดพลังงานสูญเสียโดยการลดปริมาณอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ
2. ลดพลังงานสูญเสียในการลดการโบวล์ดาวน์น้ำทิ้งของหม้อไอน้ำ
3. ลดพลังงานสูญเสียโดยการหุ้มฉนวนหม้อไอน้ำ
4. ลดพลังงานสูญเสียโดยการปิดฝาหุ้มฉนวนที่หม้อต้มปลาและหม้อนึ่งปลา
5. ลดพลังงานสูญเสียโดยการหุ้มฉนวนหม้อฆ่าเชื้อ

ทั้งนี้ได้ทำการประเมินโดยใช้มาตรการดังกล่าวไปใช้กับสถานประกอบการอตุสาหกรรมที่ได้ศึกษา พบว่าสามารถลดดัชนีการใช้พลังงานในแต่ละสถานประกอบการอุตสาหกรรม และได้ดัชนีการใช้พลังงานใหม่ในแต่ละประเภทอุตสาหกรรมดังนี้ สถานประกอบการอุตสาหกรรมผลิตปลากระป๋องมีค่าดัชนีการใช้ พลังงานโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 กิกะจูลต่อตันผลผลิต และสถานประกอบการอุตสาหกรรมผลิตผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋องมีดัชนีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.54 กิกะจูลต่อตันผลผลิต

สุรพงษ์ หวังศุภกิจโกศล[8] ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงพิมพ์ผ้าโสร่งโดยทำการศึกษาการใช้ไฟฟ้าจากหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 500 kVA จำนวน 1 ตัว

สำหรับระบบแสงสว่าง ปรับอากาศ มอเตอร์ และปั๊มต่าง ๆ ภายในกระบวนการผลิต ส่วนความร้อนจะใช้ไอน้ำที่ผลิตจากเครื่องกำเนินไอน้ำขนาดพิกัด 10 ตัน/ชั่วโมง เป็นสารให้ความร้อนภายในระบบพิมพ์ลายผ้า อบ ตรึงสีผ้า ต้มล้างสีผ้า อบแห้งผ้าและยืดหน้าผ้า และแนวทางการประหยัดพลังงานในระบบผลิตไอน้ำ โดยทำการลดปริมาณ อากาศส่วนเกิดของหม้อไอน้ำ เหลือ 50% จากเดิม 104.61% ทำให้ เพิ่มประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ 1 และประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ 2 เป็น 67.5% และ 15.9% ตามลำดับ ประหยัดขี้เลื้อยได้ 0.044 กิโลกรัม/วินาที คิดเป็นเงินที่จะประหยัดได้ปีละ 468,309 บาท อุ่นน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำโดยการนำคอนเดนเสทจากระบบพิมพ์ลาย และระบบอบแห้งผ้ามาผสมกับน้ำป้อนก่อนเข้าหม้อไอน้ำ จะสามารถประหยัดขี้เลื้อยได้ 0.047 กิโลกรัม/วินาที คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ปีละ 180,283 บาท ลดเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเชื้อเพลิงลง 1% เหลือ 27.58% จะสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้ 0.0073 กิโลกรัม/วินาที คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ปีละ 27,826 บาท หากสามารถลดเปอร์เซ็นต์ความชื้นของขี้เลื้อยให้เหลือ 10% จะสามารถ ประหยัดเงินถึงปีละ 422,280 บาท แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบต้มล้างผ้า ทำการหุ้มฉนวน ผิดผนังตู้ต้มล้างผ้า เพื่อป้องกันความร้อนสูญเสียออกทางผนัง ตู้ต้มล้างผ้าทั้ง 5 ใบ จะสามารถประหยัดปริมาณไอน้ำเข้าระบบ ต้มล้างผ้าได้ 0.5042 กิโลกรัม/วินาที คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 1,581,120 บาทต่อปี โดยลงทุนหุ้มฉนวนเป็นเงิน 118,750 บาท สามารถคืนทุนในระยะเวลาประมาณ 1 เดือน แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง โดยการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซ็นส์ที่ใช้ในปัจจุบันจำนวน 234 หลอด จากหลอด 40 วัตต์มาเป็น 36 วัตต์ซึ่งจะประหยัดพลังงานได้ 10% ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 4,914 กิโลกรัม/ชั่วโมง คิดเป็นเงินที่จะประหยัดได้ 6,044 บาทต่อปี โดยลงทุนเปลี่ยนหลอด ฟลูออเรสเซ็นต์ทั้ง 234 หลอดเป็นเงิน 17,000 บาท สามารถคืนทุนในระยะเวลา 1.93 ปี

คนึงนิจ เพียรกลาง[9] วิทยานิพนธ์นี้ได้รายงานการศึกษาการใช้พลังงานในโรงสีข้าวแห่งหนึ่ง ซึ่งได้ศึกษาถึงรูปแบบ และโพรไฟล์ของพลังงานที่ใช้ โดยเฉพาะในอุปกรณ์หลักที่สำคัญ คือ หม้อไอน้ำที่ใช้ แกลบเป็นเชื้อเพลิง และเครื่องอบแห้งเพื่อรักษาคุณภาพของ เมล็ดพืช และให้เมล็ดพืชมีสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสี วิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ และปริมาณของพลังงานที่ ใช้เพื่อหาแนวทางในการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

ทวี เวชพฤติ[10] ในบทความนี้เป็นการพูดถึงแนวทาง วิธีการดำเนินงานในการจัดการพลังงานโดยกล่าวถึงพื้นฐานทางวิศวกรรมในแขนงต่าง ๆ เช่น เทอร์โมไดนามิกส์ กลศาสตร์ของไหล การถ่ายเทความร้อน การปรับอากาศ และอื่น ๆ

ทวี เวชพฤติ[11] งานวิจัยนี้เป็นการได้มาของข้อมูลทางด้านพลังงานนั้นเป็นสิ่งสำคัญมากทางด้านการบริหารการใช้พลังงาน (Energy Management) ข้อมูลพื้นฐาน (Database) จะต้องละเอียดมีความสมบูรณ์ และเป็นข้อมูลที่ทันสมัยเท่าที่จะทำได้ เราพบอยู่เสมอมาในช่วงเวลาที่เราจะดำเนินการบริหารการใช้พลังงาน เรามักจะยังไม่มีข้อมูลต่างๆ อยู่ในมือ ดังนั้นการตรวจสอบการใช้พลังงานจึงเป็นสิ่งสำคัญในการหาข้อมูลพื้นฐาน (Database) ซึ่งเราจะได้ถึงแนวทางปฏิบัติของการตรวจสอบการใช้พลังงานว่าจะทำอย่างไร และผลที่ได้จะนำไปใช้ประโยชน์อะไรบ้าง

ทวี เวชพฤติ[12] งานวิจัยนี้ เป็นการลดพลังงานของระบบปรับอากาศนั้นก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบที่ดี และการใช้งานที่ถูกต้อง แต่สามารถสร้างปัญหาได้ง่ายถ้ามีการควบคุม และการบำรุงรักษาไม่เป็นอย่างถูกต้อง และเหมาะสมถ้าของ ผู้เช่า ผู้จัดการบริหารของอาคาร, ผู้ควบคุม, หรือบุคลากรที่รับผิดชอบ เพิกเฉยละเลยในการดูแลบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ หรือใช้งานอย่างผิดๆ ย่อมเกิดปัญหาขึ้นได้ เพราะฉะนั้นการวางแผนในการบำรุงรักษา และบริหารนั้นจะดำเนินการเป็นช่วงๆ โดยบุคลากรที่มีคุณสมบัติ และคุณวุฒิเพียงพอ ซึ่งเป็นข้อเสนอแนะสำหรับงานวางแผน และดูแลเครื่อง, หรืออุปกรณ์ต่างๆ การจัดบุคลากรมาดำเนินการได้อย่างเหมาะสมนั้นหมายถึงการยืดอายุ การใช้งานของเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ออกไป ประหยัดค่าไฟฟ้า

ทวี เวชพฤติ[13] ผู้ดำเนินการวิจัยได้เสนอรูปแบบฟอร์มที่จะใช้ในการเก็บ ข้อมูลพื้นฐานของสถานประกอบการ และอาคารเพื่อประเมินการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ

ทวี เวชพฤติ[14] งานวิจัยนี้เป็นการสรุปการใช้พลังงานในภาคธุรกิจนั้นใช้พลังงานไฟฟ้า 24% ของทั้งหมดในสิงค์โปร์ สิ้นเปลืองเงินประมาณ 200 ล้านดอลล่าร์สิงค์โปร์ต่อปี ในการซื้อน้ำมันมาใช้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าปริมาณนี้ ถ้าเราสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 10% หมายความว่าในแต่ละปีสามารถประหยัดเงินได้ถึง 20 ล้านดอลล่าร์สิงค์โปร์

บรรพต ประภาศิริ[15] วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศที่เป็นระบบแยกส่วนโดยใช้มาตรการดูและรักษาเบื้องต้นและใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิที่มีความละเอียดสูงซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักคือ เปรียบเทียบการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศที่มีการบำรุงรักษาและไม่มีการบำรุงรักษา เปรียบเทียบการประหยัดพลังงาน

พิสิทธิ์ วัจนะรัตน์[16] วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อการเผยแพร่ข้อมูลการอนุรักษ์พลังงาน โดยทำการศึกษาถึงความต้องการใช้สารสนเทศ และลักษณะข้อมูลการอนุรักษ์พลังงานจากกลุ่มผู้ใช้ข้อมูลกลุ่มต่าง ๆ โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaires) ในการรวบรวม โดยแบ่งกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการศึกษาได้เป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มผู้มีความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในระดับขั้นสูง กลุ่มผู้มีความรู้ในระดับขั้นปานกลาง และกลุ่มผู้มีความรู้ในระดับขั้นพื้นฐาน ซึ่งเนื้อหาของแบบสอบถามประกอบด้วยแบบสอบถามปิด และแบบสอบถามปลายกึ่งเปิด โดยแบ่งเนื้อหาของแบบสอบถามออกได้เป็น 3 ตอน คือตอนที่ 1 เป็นการสอบถาม เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ตอนที่ 2 เป็นการสอบถามเกี่ยวกับลักษณะความต้องการสารสนเทศ ซึ่งสามารถจำแนกเนื้อหาออกเป็น 5 ด้านคือ 1. ประเภทกลุ่มสารสนเทศที่ต้องการใช้ 2. ประเภทสารสนเทศทางด้านเทคนิคที่ต้องการใช้ 3. ประเภทสารสนเทศทางด้านอุตสาหกรรมและการจัดการที่ต้องการ 4. แหล่งสารสนเทศเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานที่ต้องการ 5. ประเภทบริการที่ต้องการ ตอนที่ 3 เป็นคำถามปลายกึ่งเปิด เพื่อสอบถามเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน และลักษณะการใช้คอมพิวเตอร์ จากการศึกษาพบว่า ลักษณะความต้องการใช้สารสนเทศในแต่ละประเภทกลุ่มความรู้ และข้อมูล โดยเรียงลำดับตามความต้องการจากสูงสุดถึงต่ำสุด คือมาตรการอนุรักษ์พลังงาน, การวางแผนและการจัดการพลังงาน, เทคโนโนยีที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ, ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงาน, การใช้พลังงาน, การประหยัดพลังงานในอาคาร, แหล่งพลังงานใหม่ และพลังงาน

หมุนเวียน และการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม ส่วนลักษณะความต้องการใช้สารสนเทศทางด้านเทคนิคมีความต้องการทางด้านการปรับปรุงและการบำรุงรักษา ส่วนความต้องการใช้สารสนเทศทางด้านอุตสาหกรรมและการจัดการ มีความต้องการทางด้านรายชื่อหน่วยงานราชการ/ผู้ผลิต/ที่ปรึกษา แหล่งสารสนเทศส่วนใหญ่จะมาจากหนังสือคู่มือ ประเภทบริการที่ต้องการสูงสุด คือ การช่วยค้นหาข้อมูลข่าวสารความคิดเห็นเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานส่วนใหญ่ให้ความสนใจและได้เริ่มลงมือปฏิบัติเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานแล้ว

วรวรรณ บุณยะวันตัง[17] วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการนำ ระบบเก็บความเย็นในรูปน้ำแข็งมาใช้ในอุตสาหกรรมแช่แข็ง รวมถึงการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของสถานประกอบการ อุตสาหกรรมทั้ง 2 ส่วน คือส่วนแรกจัดทำบัญชีพลังงาน (Energy Audit) พบว่าสถานประกอบการ ณรงค์ซีฟูดส์ จำกัด และยูเนียนโพรเซ่นโปรดักส์ จำกัดมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดช่วง On Peak ตัวประกอบภาระ ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า ระบบทำความเย็น ส่วนที่สองนำข้อมูลที่เก็บได้มาออกแบบระบบ

วิทยา ยงเจริญ[18] งานวิจัยดังกล่าวเป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาประสานกับเครื่องอุปกรณ์ในอาคารที่มีการใช้พลังงานในหลายรูปแบบด้วยกัน เช่นในรูปของแสงสว่าง ความเย็น ในระบบปรับอากาศ ความร้อนในระบบน้ำร้อนและไอน้ำ ทางกลในอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น ระบบปรับอากาศจะใช้พลังงานมากที่สุด ถ้าเป็นอาคารสำนักงานระบบปรับอากาศจะใช้พลังงานประมาณ 70%

การใช้พลังงานในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ อาจทำได้หลายทาง

1. ปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปรรูปพลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
2. ปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพสูง
3. การควบคุมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
4. การตรวจสอบ และบำรุงรักษา

จะเห็นว่าการที่จะใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีการทำงานและมีการควบคุมอุปกรณ์ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นจากระบบเดิมเป็นอย่างมาก และต้องการทำงานที่รวดเร็ว และแม่นยำ จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้คนทำงาน

Bill Younger and Jack Brautigam[19] งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบระบบการวิเคราะห์ข้อมูลใช้พลังงานโดยนำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาควบคุม และตัดสินใจค่าใช้จ่ายพลังงาน โดยมีเป้าหมายของการจัดหาข้อมูลพลังงานในองค์กร เพื่อมาจัดทำเป็นโปรแกรม Energy Accounting เพื่อการลดค่าใช้จ่าย และเงินลงทุนด้านเทคโนโลยี

DOE-2[20] เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาเพื่อการวิเคราะห์การใช้พลังงานทั้งในอาคารและสถานประกอบการ โดยมีการเขียนขึ้นด้วยภาษาเฉพาะของ DOE-2 ที่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลโดยจะมีเมนูให้เลือกใช้งาน

Fleming[21] ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ ASEAM3 ภายใต้ทุนสนับสนุนจาก The United State Department of Energy (DOE) โดยใช้สำหรับวิเคราะห์พลังงานในอาคาร โดยโปรแกรมพัฒนาขึ้นจากภาษาเบสิค

Moncef Krarti[22] งานวิจัยนี้เป็นการเสนอขั้นตอนในการทำการตรวจวัด ตรวจสอบการใช้พลังงาน (Energy Audit) ที่เหมาะสมสำหรับสถานการค้า และอาคารอุตสาหกรรม โดยทุกวันนี้การตรวจสอบพลังงานกระทำโดยบริษัท หรือบริษัทที่ทำการตรวจสอบ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกล่าวถึงแนวทาง และวิธีการดำเนินงานให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน เพื่อให้สะดวกในการจัดที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน

สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากการค้นคว้าหาข้อมูลประกอบการทำวิจัยพบว่ามีงานวิจัยที่ทำการศึกษาทางด้านระบบปรับอากาศ และระบบทำความเย็น 4 งานวิจัย การศึกษาการใช้พลังงานและมาตรการเฉพาะทางด้านความร้อน 4 งานวิจัย การนำทฤษฎีพื้นฐานทางด้านเทอร์โมไดนามิกส์และวิศวกรรมสาขาที่เกี่ยวข้องมาใช้เป็นแนวทางการจัดการพลังงานมีอยู่ 3 งานวิจัยที่ศึกษาการจัดการพลังงานโดยใช้วิธีการบริหารจัดการ ร่วมกับแนวทางการประหยัดพลังงานในสถานประกอบมี 3 งานวิจัย การวิเคราะห์การใช้พลังงานของทั้งระบบโดยรวมในโรงงานมีอยู่ 2 งานวิจัย การศึกษาการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการการตรวจวัด วิเคราะห์การใช้พลังงาน และเชื่อมประสานกับอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในสถานประกอบการเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานมีอยู่ 5 งานวิจัย โดยทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยดังกล่าวเพื่อเป็นแนวทางที่จะดำเนินงานวิจัยต่อไป

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ต้นทุนพลังงานเป็นส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายทั่วไปในสถานประกอบการ ดังนั้นผู้รับผิดชอบจึงไม่ค่อยพิจารณาหรือคำนึงว่าตัวเองต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ ดังนั้นทางแก้ไขปัญหาที่ดีก็คือฝ่ายบริหารต้องย้ายต้นทุนพลังงานมาอยู่ในส่วนต้นทุนการผลิตเฉพาะ เช่นเดียวกับต้นทุนในส่วนแรงงานหรือวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต โดยเราจะเรียกส่วนนี้ว่าบัญชีพลังงาน หรือฐานข้อมูลพลังงาน

บัญชีพลังงาน คือระบบที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลรายละเอียดของปริมาณการใช้ และรายจ่ายด้านพลังงาน เพื่อสนับสนุนการดำเนินแผนการอนุรักษ์พลังงานของสถานประกอบการ การจัดทำบัญชีพลังงานเป็นปัจจัยหนุนมาตรการอนุรักษ์พลังงานแบบไม่มีค่าใช้จ่ายหรือมีรายจ่ายต่ำซึ่งสามารถประหยัดพลังงานได้ 5-10%

ระบบบัญชีพลังงานพื้นฐานประกอบด้วยสามส่วนคือการติดตามการใช้พลังงาน การบันทึกการใช้พลังงาน และการวัดประสิทธิภาพการใช้หรือกำหนดดัชนีชี้วัด ในการจัดทำระบบบัญชีพลังงานให้พึงระลึกว่าหากต้องการลดต้นทุนพลังงานมาก ก็ต้องมีข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์มาก

การจัดทำบัญชีพลังงาน[23] แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ตามรายละเอียดของบัญชีพลังงานซึ่งจะต่างกันไปในแต่ละสถานประกอบการ โดยสามารถเปรียบเทียบการจัดทำระบบบัญชีพลังงานกับระบบทางการเงินในระดับต่างๆ ได้ดังนี้

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบการจัดทำระบบบัญชีพลังงาน และระบบทางการเงินในระดับต่างๆ

ระบบทางการเงิน	ระบบบัญชีพลังงาน
ระดับ 1	
1. การทำบัญชีทั่วไป	1. การวัดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดทำรายงานการใช้พลังงาน และการคำนวณดัชนีพลังงาน
ระดับ 2	
2. การทำบัญชีต้นทุน	2. การคำนวณการไหลของพลังงานและประสิทธิภาพของการใช้ สำหรับต้นทุนพลังงานต่างๆ ต้องการการวัดเฉพาะ
ระดับ 3	
3. การทำบัญชีต้นทุนมาตรฐานและการเก็บประวัติ	3. การติดตามต้นทุนพลังงาน และการเปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีต รายงานพร้อมการแปรผัน และคำนวณสาเหตุของการแปรผันนั้น
ระดับ 4	
4. การทำบัญชีต้นทุนมาตรฐานและการคำนวณมาตรฐานเชิงวิศวกรรม	4. กระทำเช่นเดียวกับระดับ 3 เว้นแต่การหาการใช้พลังงานผ่านแบบจำลอง (model) ทางวิศวกรรมที่แน่นอน

1. การเก็บข้อมูลพลังงาน

ต้องพิจารณาข้อมูลที่ต้องการ และสามารถเก็บได้อย่างไร ผลลัพธ์ที่ต้องการจากการเก็บข้อมูลคือการหาเป้าหมายในการลดต้นทุนพลังงานเพื่อสนับสนุนแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน โดยเก็บรวบรวมค่าใช้จ่าย ใบเสร็จรับเงินในแต่ละเดือน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพในการจัดทำแผนดังนั้นข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นประกอบด้วย

1. ปริมาณการใช้ และราคาเชื้อเพลิง

2. ปริมาณการใช้ และราคาไฟฟ้า
3. ปริมาณผลผลิต
4. ต้นทุนผลผลิตรวม
5. ปริมาณยอดขาย

2. ระบบการคิดค่าไฟฟ้า

ใบเสร็จรับเงินของการไฟฟ้า ที่สถานประกอบการได้รับในแต่ละเดือน สามารถบอกว่าสถานประกอบการมีลักษณะการใช้ไฟฟ้าอย่างไร เหตุใดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเดือนนี้ จึงสูงหรือต่ำกว่าเดือนที่แล้ว ถ้ามีบิลย้อนหลังหลายเดือนก็ยังวิเคราะห์ได้ว่า ถ้าจัดจังหวะการใช้ไฟฟ้าได้จะลดค่าไฟฟ้าลงได้

การไฟฟ้าคิดค่าไฟฟ้าสถานประกอบการจาก 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1. ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ พลังงานไฟฟ้านี้มีหน่วยเป็น" กิโลวัตต์ชั่วโมง "หรือเรียกกันว่า" หน่วย "

2. ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด ใช้คำว่า "กำลังไฟฟ้า" ไม่ใช่ "พลังงานไฟฟ้า" เหมือนอันแรก กำลังไฟฟ้าสูงสุด มีหน่วยเป็น "กิโลวัตต์" เป็นตัวบอกว่าสถานประกอบการกินไฟฟ้าเร็วขนาดไหน ถ้ากินเร็วมาก การไฟฟ้าไม่ชอบ เพราะแม้จะใช้พลังงานเท่า ๆ กันแต่ต้องมีหม้อแปลงใหญ่พอ สายไฟใหญ่ ๆ และสร้างโรงไฟฟ้าไว้ใหญ่พอ ดังนั้นจึงต้องคิดเงินจากกำลังไฟฟ้าสูงสุดด้วยราคาแตกต่างกันไปตามระบบการคิดค่าไฟฟ้า

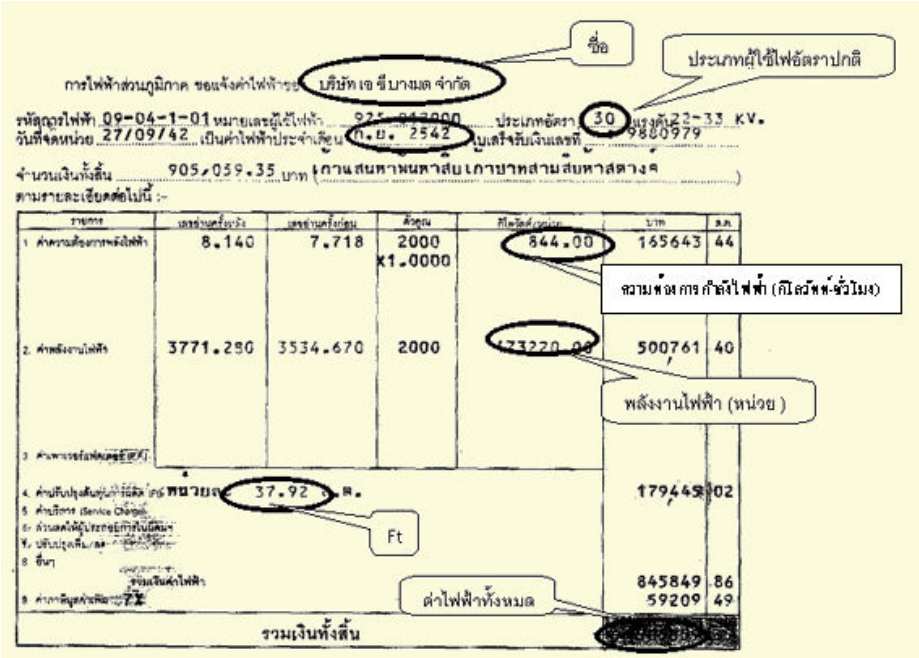
3. ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต (F_t) เป็นค่าชดเชยต้นทุนเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง การไฟฟ้าคิดประมาณ 30 - 50 สตางค์ต่อหน่วย ค่านี้การไฟฟ้าจะเป็นผู้กำหนด

การไฟฟ้ามีระบบการคิดค่าไฟฟ้าสำหรับสถานประกอบการอุตสาหกรรม แตกต่างกันไปตามขนาดการใช้ไฟฟ้าแบ่งเป็น 3 ระบบตามเอกสารอัตราค่าไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ของการไฟฟ้านครหลวง โดยเริ่มใช้ตั้งแต่เดือนมกราคม 2544 เป็นต้นไปดังนี้

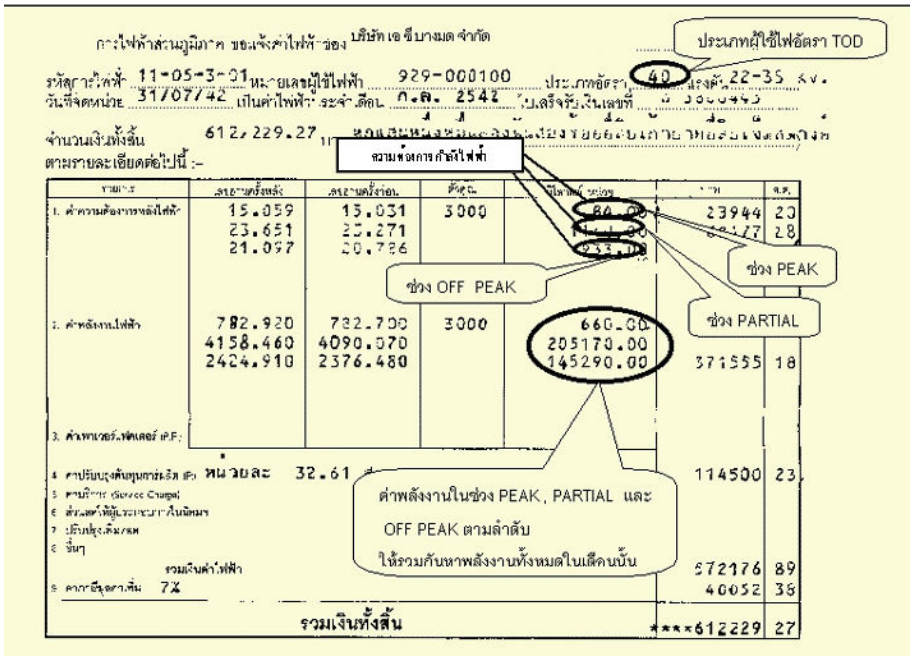
1. อัตราปกติ (TWO PART TARIFF) คิดค่าไฟฟ้าจาก 2 ส่วน คือพลังงานไฟฟ้าประมาณหน่วยละบาทหกสตางค์ และความต้องการกำลังไฟฟ้า กิโลวัตต์ละ 196.26 บาท (สำหรับแรงดัน 22-24 กิโลวัตต์) อัตรานี้ใช้กับสถานประกอบการที่ใช้ไฟค่อนข้างน้อย คือไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน ในบิลจะระบุว่า เป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 30 ดังภาพประกอบ 1

2. อัตราTOD (Time of Day) ในอดีตการใช้ไฟฟ้าของประเทศไปสูงสุดตอนหัวค่ำ การไฟฟ้าจึงออกอัตราใหม่ TOD ออกมาใช้กับสถานประกอบการที่มีขนาดใช้ไฟฟ้าเกิน 355,000 หน่วยต่อเดือน อัตรานี้ยังคิดค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับอัตราปกติ แต่ความต้องการ กำลังไฟฟ้าสูงสุดแบ่งเวลาในแต่ละวันเป็น 3 ช่วง ราคาไม่เท่ากัน คือ ช่วง ON PEAK (18.30 - 21.30 น.) ช่วง

PARTIAL PEAK (21.30 - 8.00 น.) และ ช่วง OFF PEAK (21.30 - 8.00 น.) ช่วง ON PEAK แพงที่สุด ในบิลค่าไฟฟ้าจะลงว่า เป็นผู้ใช้ประเภท 40 และแจกแจงพลังงาน และความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด แต่ละช่วง ดังภาพประกอบ 2

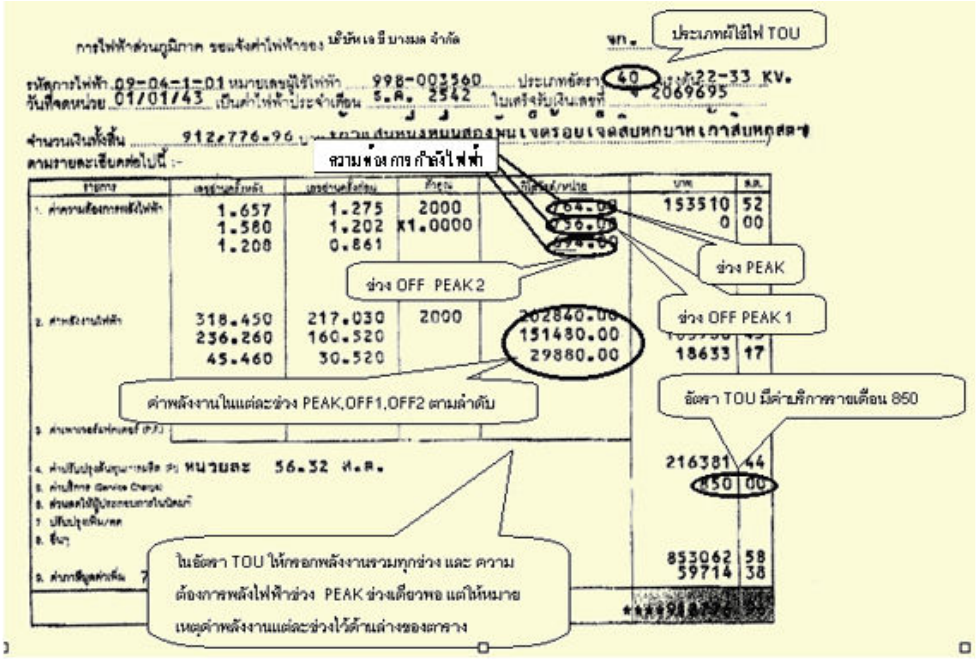


ภาพประกอบ 1 ใบเสร็จค่าไฟฟ้าในอัตราปกติ



ภาพประกอบ 2 ใบเสร็จค่าไฟฟ้าในอัตรา TOD

3. อัตราTOU (Time of Use) เมื่อประกาศใช้อัตรา TOD มาระยะหนึ่ง การใช้ไฟฟ้าสูงสุดของประเทศก็เปลี่ยน จากช่วงหัวค่ำ มาเป็นตอนกลางวัน ดังนั้น การไฟฟ้าจึงกำหนดอัตรา TOU ออกมา เพื่อจะดึงการใช้ไฟฟ้าให้กระจายไปตอนกลางคืน และ วันอาทิตย์ อัตรานี้จะใช้กับสถานประกอบการที่ใช้ไฟเกิน 355,000 หน่วยต่อเดือน อัตรา TOU จะแบ่งช่วงเวลาในสัปดาห์ออกเป็น 3 ช่วงคือ ช่วง ON PEAK กลางวันวันจันทร์ถึงวันเสาร์ ช่วง OFF PEAK 1 กลางคืนวันจันทร์ถึงวันเสาร์ และช่วง OFF PEAK 2 วันอาทิตย์ทั้งวัน แล้วคิดค่าพลังงานในแต่ละช่วงไม่เท่ากัน ถูกลดหลั่นลงตามลำดับ ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดคิดจากช่วงเดียวคือ ON PEAK เวลาในช่วงอื่นไม่คิด บิลค่าไฟฟ้าจะระบุเป็นผู้ใช้ประเภท 40 ตัวอย่างแสดง ในภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ใบเสร็จค่าไฟฟ้าในอัตรา TOU

การประหยัดพลังงาน หมายถึงการลดใช้พลังงานลงโดยการใช้พลังงานให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยไม่ทำให้กระบวนการผลิตลดลง และไม่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง การประหยัดพลังงานในสถานประกอบการ ควรมีการดำเนินเป็นขั้นตอนโดยเริ่มจากการใช้มาตรการการจัดการที่ไม่ต้องลงทุนจากนั้นจึงใช้เทคโนโลยีที่ง่ายที่สุด และใช้เงินลงทุนน้อยที่สุดไปจนถึงงานที่ต้องใช้เทคโนโลยีสูงและเงินลงทุนมากได้แก่

1. การบำรุงรักษาและการดูแลเบื้องต้น (House Keeping) การประหยัดพลังงานโดยวิธีนี้เป็นการปรับแต่งอุปกรณ์ และการทำงานต่าง ๆ เช่น การกำหนดให้มีกรรมวิธีดูแลรักษาที่

ถูกต้อง วิธีเหล่านี้โดยมากแล้วจะไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น หรือเป็นมาตรการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยแต่มีระยะคืนทุนสั้นๆ คือน้อยกว่า 4 เดือน

2. การปรับปรุงขบวนการเดิมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือทำให้การสูญเสียต่างๆ ลดน้อยลงซึ่งจะต้องอาศัยการตรวจวิเคราะห์อย่างละเอียด แล้วอาจมีการปรับปรุงโดยทั่วไปมาตรการนี้จะต้องการเงินทุนปานกลาง โดยมีระยะเวลาคืนทุน 1-2 ปี

3. การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือระบบ (Major Change Equipment) เมื่อการตรวจวิเคราะห์ขั้นต้นชี้ให้เห็นว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้มาก โดยการเปลี่ยนหรือเพิ่มอุปกรณ์ ทั้งนี้จะต้องมีการประเมินผลตอบแทนด้านการเงินที่ได้จากการดำเนินการมาตรการดังกล่าว ถ้าพบว่ามีความสอดคล้องเข้ากับเกณฑ์การลงทุน ก็จะเสนอขอความเห็นชอบในการลงทุน มาตรการนี้จะต้องมีการลงทุนสูง โดยมีระยะเวลาคืนทุน 2-5 ปี การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในสถานประกอบการอุตสาหกรรม สามารถทำได้หลายวิธีเช่น การปรับปรุงต้นทุนพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยการผลิต การปรับปรุง Load Factor ให้สูงขึ้น การปรับปรุง Power Factor การควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของสถานประกอบการ และอื่นๆ ซึ่งแต่ละวิธีสามารถทำได้โดยการบริหารจัดการ การปรับปรุงการทำงาน การใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพ การลดการสูญเสีย การบำรุงรักษา ตลอดจนการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานไฟฟ้า การวางแผนจัดการด้านพลังงานให้มีการใช้พลังงานอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องมีการดำเนินการตรวจสอบ และวิเคราะห์หาสภาพการใช้พลังงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของสถานประกอบการอย่างเป็นระบบซึ่งเรียกว่า Energy Audit การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานดังกล่าวจะให้ทราบถึงสภาพการใช้พลังงาน และการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้น การทำงาน และวิเคราะห์การสูญเสียพลังงานโดยจัดทำสมดุลพลังงาน เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ และของอุปกรณ์ที่สำคัญ และหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งจะต้องมีการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในแต่ละมาตรการลงทุนเพื่อหามาตรการที่เหมาะสม และเป็นไปได้ การประหยัดพลังงานในสถานประกอบการอุตสาหกรรมมีความจำเป็นมาก สามารถดำเนินการได้โดยอาศัยวิธีการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานหรือ Energy Audit ซึ่งเป็นแนวทางที่เหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน

3. การประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง

การประหยัดไฟฟ้าในระบบแสงสว่างต้องเริ่มต้นตั้งแต่การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งการพิจารณาเลือกอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างมีหลักเกณฑ์จะทำให้เกิดผลประหยัดหลักการสำคัญที่จะทำให้หน่วยไฟฟ้าลดลงคือการลดวัตต์ของเครื่องใช้ไฟฟ้า เนื่องจากวัตต์เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้หน่วยไฟฟ้ามีค่ามากหรือน้อยดังนั้นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าคือการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าให้วัตต์ต่ำลง โดยการลดวัตต์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าทำได้โดยการลดจำนวนอุปกรณ์ เช่นหลอดไฟ แทนที่จะเปิดพร้อมกันทุกดวงอาจหาทางจัดพื้นที่ใช้ใหม่ เพื่อลดจำนวนหลอดไฟที่ต้องการเปิด การเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่นการเปลี่ยนจากหลอดไส้มาเป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

อุปกรณ์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง

หลอดฟลูออเรสเซนต์โดยทั่วไปจะมีราคาสูงกว่าหลอดใส้แต่จะให้แสงสว่างมากกว่าหลอดไส้ประมาณ 4-5 เท่า โดยใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน อายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ประมาณ 7-8 เท่าตัว ฉะนั้นการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ 1 หลอด จะให้แสงสว่างเท่ากับการใช้หลอดไส้ ขนาด 100 วัตต์ 2 หลอด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ จะเสียค่าไฟถูกกว่าการใช้หลอดไส้ 4 เท่า

หลอดฟลูออเรสเซนต์รุ่นใหม่ หรือหลอดประสิทธิภาพสูง หรือในท้องตลาดเรียกว่า หลอดผอม ให้กำลังส่องสว่างสูงเท่ากับหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดาแต่กินไฟน้อยกว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่า ตัวหลอดเล็กกว่าหลอดธรรมดามีขนาด 18 วัตต์ ใช้แทนขนาด 20 วัตต์ และขนาด 36 วัตต์ ใช้แทนขนาด 40 วัตต์ สามารถนำไปแทนที่หลอดเดิมได้ทันทีโดยไม่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ประกอบอื่นและจะสามารถประหยัดพลังงานลงได้ประมาณร้อยละ10 วิธีประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างที่มักทำกันทั่วไปก็คือ การปิดไฟหรือการลดจำนวนหลอดไฟฟ้าหรือจำนวนโคม แต่การดำเนินการดังกล่าวต้องไม่กระทบกับประสิทธิภาพการทำงาน

บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูงประกอบขึ้นมาจากแผ่นเหล็กนำมาเรียงกัน และพันรอบด้วยขอลวดทองแดง เช่นเดียวกับบัลลาสต์ธรรมดา แต่ใช้แผ่นเหล็กและขดลวดทองแดงที่มีคุณภาพสูง มีขนาดการใช้พลังงานประมาณ 5-6 วัตต์ ทำให้ประหยัดพลังงานได้ประมาณ 4-5 วัตต์ต่อตัว เมื่อเปรียบเทียบกับบัลลาสต์ธรรมดา ซึ่งมีขนาดการใช้พลังงานประมาณ 9-10 วัตต์

บัสลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่หลักไม่แตกต่างกับบัลลาสต์แบบแกนเหล็ก แต่แทนที่จะใช้แผ่นแกนเหล็กพันขดลวดเพื่อให้เกิดผลทางไฟฟ้า ก็เปลี่ยนมาใช้เป็นวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์แทน ทำให้มีขนาดการใช้พลังงานประมาณ 1-2 วัตต์ต่อตัว ทำให้ประหยัดพลังงานได้ประมาณ 9 วัตต์ต่อตัว เมื่อเปรียบเทียบกับบัลลาสต์ธรรมดาโดยมีอายุการใช้งานถึง 50,000 ชั่วโมง ดังนั้นถ้าเราเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 9 วัตต์ต่อตัว นอกจากจะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าแล้วผลพลอยได้จากการเปลี่ยนบัลลาสต์คือพลังงานความร้อนที่บัลลาสต์จ่ายออกมาจะลดลงทำให้ความร้อนที่เป็นภาระของเครื่องปรับอากาศลดลงด้วย

การเลือกโคมไฟแสงสว่าง โคมประสิทธิภาพสูงจะไม่ดูดกลืนหรือกักแสงไว้แต่จะช่วยในการลดจำนวนหลอดแสงสว่างได้ในขณะที่ความสว่างคงเดิม เช่นจากเดิมใช้หลอดไฟ 4 หลอดต่อ 1 โคมจะลดลงเหลือ 2 หลอดต่อ 1 โคมโดยที่แสงสว่างที่ส่องลงมาจะยังเท่าเดิม โดยทั่วไปมักใช้หลอดฟูลออเรสเซนต์ตามสถานประกอบการ

4. การประหยัดพลังงานในระบบเครื่องปรับอากาศ[24]

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบเครื่องปรับอากาศ นับว่ามีปริมาณค่อนข้างสูงมาก เนื่องจากภาวะอากาศโดยทั่วไปค่อนข้างร้อน ทำให้อาคารสถานประกอบการต่าง ๆ ได้ติดตั้งระบบปรับอากาศกันมากขึ้น เท่าที่ผ่านมาจะพบว่าความต้องการมีแนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งกล่าวได้ว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่เสียไปกับการปรับอากาศ

หลักการทำงานของระบบการปรับอากาศ และการทำความเย็น

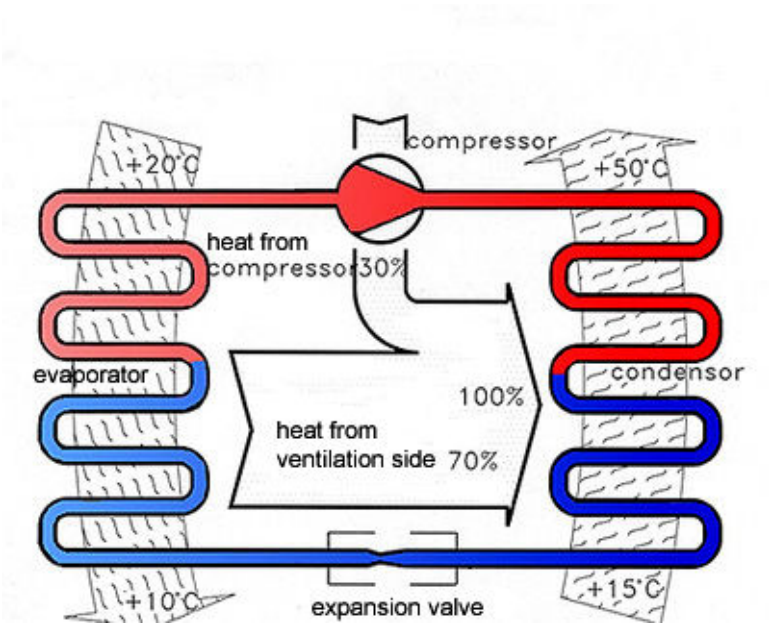
ระบบการทำความเย็นโดยทั่วไปจะพบว่ามีอุปกรณ์หลัก ๆ ที่สำคัญอยู่ 4 อุปกรณ์ประกอบรวมกันเป็นวัฏจักรของการทำความเย็น ดังนี้

1. เครื่องอัดน้ำยา (Compressor) ทำหน้าที่อัดน้ำยาหรือสารทำความเย็นให้มีค่าความดันสูง

2. เครื่องควบแน่น (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนทิ้งแล้วไอสารทำความเย็นกลับสภาพหรือเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว

3. วาล์วขยายตัว (Expansion Valve) ทำหน้าที่ปรับลดความดัน

4. เครื่องทำให้น้ำยาระเหย (Evaporator) จะทำหน้าที่รับความร้อนภายในอาคารที่มีอุณหภูมิต่ำ แล้วสารทำความเย็นจะเดือดกลายเป็นไอก่อนเข้าสู่เครื่องอัดน้ำยาหรือสารทำความเย็นต่อไป



ภาพประกอบ 4 แสดงวัฏจักรของการทำความเย็น

ชนิดของระบบการปรับอากาศ

ระบบการปรับอากาศอาจแบ่งตามชนิดที่มีการใช้งานในอาคารพาณิชย์หรือในสถานประกอบการอุตสาหกรรมนั้นได้ดังนี้

1. ระบบที่ใช้อากาศทั้งหมด (All – Air System)
2. ระบบที่ใช้น้ำและอากาศ (Water – Air System)

3. ระบบที่ใช้ในน้ำทั้งหมด (All water System)

4. ระบบปรับอากาศแบบใช้หน่วยเดียว (Unitary Air Conditioner System)

ในงานวิจัยนี้พบว่าเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายนั้น แบ่งออกได้เป็น 2 แบบกล่าวคือ

1. เครื่องปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น (Chilled Water System)

สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็นแบ่งออกได้เป็นอีก 2 ประเภท คือ

1.1. เครื่องปรับอากาศส่วนกลาง (Central Air Conditioner) หรือเรียกว่าเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit: AHU) ซึ่งสามารถส่งลมเย็นได้ 550-27,800 l/sec แบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ แบบนอนและแบบตั้ง เครื่องขดท่อและพัดลม (Fan Cool Unit) สามารถจ่ายลมเย็นได้ไม่เกิน 550 l/sec

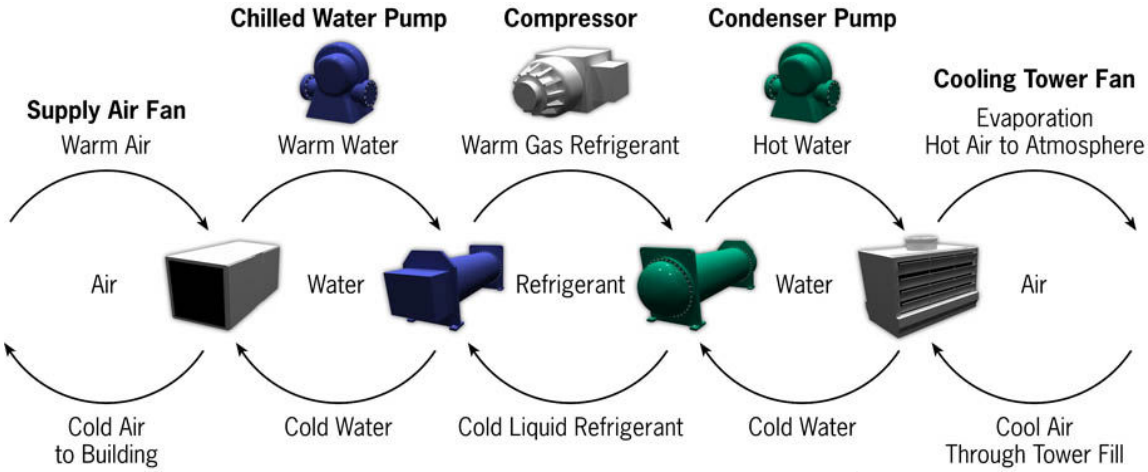
1.2. เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)

1.2.1. เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooled Water Chiller) ประกอบด้วยอุปกรณ์ เครื่องทำความเย็นแบบใช้เครื่องอัด เครื่องส่งลมเย็นแบบใช้น้ำเย็น เครื่องสูบน้ำเย็น

สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ[25] จะมีขนาดตั้งแต่ 50 kWR – 350 kWR จะใช้พลังงานไฟฟ้า (ประมาณ) 0.34-0.40 kW/kWR แบ่งเป็นใช้กับเครื่องอัด (ประมาณ) 80-85 % เครื่องสูบน้ำเย็น (ประมาณ) 3-6 % พัดลมระบายความร้อนออกจากเครื่องควบแน่น (ประมาณ) 4-8 % และเครื่องส่งลมเย็น (ประมาณ) 5-10 %

1.2.2. เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำมักจะมีอุปกรณ์คือ เครื่องอัด เครื่องส่งลมเย็นแบบใช้น้ำเย็น เครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำระบายความร้อน (หล่อเย็น) คูลลิ่งทาวเวอร์ (Cooling Tower)

เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ[26] ถ้าเป็นขนาดใหญ่จะใช้เครื่องอัดแบบลูกสูบ ส่วนขนาดเล็กจะใช้เครื่องอัดแบบหอยโข่ง เครื่องทำน้ำเย็นนี้ขนาดใหญ่จะใช้พลังงานไฟฟ้า (ประมาณ) 0.26-0.034 kW/kWR ซึ่งแยกเป็นพลังงานที่ไปใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้ เครื่องอัดใช้พลังงานไฟฟ้า (ประมาณ) 3-6% เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น (ประมาณ) 3-6% เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น (ประมาณ) 3-6% เครื่องส่งลมเย็น (ประมาณ) 6-10% พัดลมของหอผึ่ง (ประมาณ) 2-3 % ระบบนี้ใช้พลังงานทั้งหมดต่ำกว่าแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ขณะที่มีต้นทุนสูงกว่า



ภาพประกอบ 5 แสดงการทำงานของระบบเครื่องทำน้ำเย็น

2. เครื่องปรับอากาศแบบหน่วยเดียว(Unitary Air Conditioner System) โดยพิจารณาเป็นแบบแยกส่วนแบบติดหน้าต่าง แบบชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ และแบบชุดระบายความร้อนด้วยอากาศ เป็นต้น

การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศที่ใช้ในเครื่องทำน้ำเย็น

วิธีประหยัดพลังงานที่มาตรฐานมีอยู่ด้วยกัน 5 วิธี กล่าวคือ

1. ปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่องทำน้ำเย็นให้สูงขึ้น เพิ่มอุณหภูมิ $1^{\circ}F$ ลดการใช้ พลังงานที่ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็น 1.5-2.0%

2. ปรับลดอุหภูมิน้ำหล่อเย็นออกจากคูลลิ่งทาวเวอร์ (Cooling Tower) ก่อนเข้าสู่คอนเดนเซอร์ น้ำหล่อเย็นลดลง $1^{\circ}F$ ประหยัดพลังงาน 1.5-5%

3. ควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด เพื่อมิให้เครื่องทำน้ำเย็นสูงเกิน อาจกระทำได้ 2 วิธี ดังนี้

3.1 ควบคุมให้มีการหยุดเครื่องเป่าลมเย็นชั่วขณะ โดยเฉพาะช่วงที่ต้องการไฟฟ้าที่อาจสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้

3.2 ควบคุมการใช้ไฟฟ้าเครื่องทำน้ำเย็น ควบคุมให้ Inlet Vanes และ Centrifugal ทำน้ำเย็นเปิดกว้างเกินไป

4. การจัดตารางเดินเครื่องให้สอดคล้องกับภาระ และหลีกเลี่ยงที่จะให้เครื่องทำน้ำเย็นต่ำกว่า 40 %

5. การเลือกอุปกรณ์มาใช้กับระบบปรับอากาศเพื่อประหยัดพลังงานข้อควรพิจารณาเพื่อเลือกใช้อุปกรณ์ มีดังนี้ ชนิดของเครื่องทำน้ำเย็น ควรเลือกเครื่องที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อความสามารถทำความเย็นของเครื่องทำความเย็น (ChP) ต่ำ ใช้เครื่องทำน้ำเย็นหลายตัว โดยเลือกเครื่องขนาดเล็กหลาย ๆ เครื่อง ซึ่งสะดวกต่อการออกแบบ เพื่อช่วยประหยัดพลังงานใช้เครื่องทำน้ำเย็นปรับความเร็วรอบได้ โดยใช้ Inverter ใช้เครื่องสูบน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้ท่อน้ำ

และวาล์วที่มีความเสียดทานต่ำ โดยเฉพาะวาล์วควรใช้วาล์วปีกผีเสือ (Butterfly Valve) ใช้ท่อลมที่มีความเสียดทานต่ำ ใช้พัดลมประสิทธิภาพสูง ใช้ระบบปรับเปลี่ยนปริมาณลมได้ (VAV System) ใช้ระบบปรับเปลี่ยนปริมาณน้ำได้ (VWV System) หุ้มฉนวนที่ท่อลมให้มีความหนาเหมาะสม

การหาค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นสำหรับเครื่องทำความเย็นที่กำลังใช้งานเป็นไปตามข้อกำหนดในกฎกระทรวง (พ.ศ. 2538) ข้อ 8 (2) ข[27] ซึ่งมีนิยามดังนี้

$$\text{ค่าสมรรถนะของส่วนทำน้ำเย็น (ChP)} = \frac{50.4 \times kW}{\left(F \times \left(T_R - T_S\right)\right)} \tag{2.1}$$

ChP = ค่าสมรรถนะของส่วนทำน้ำเย็น มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ตันความเย็น

kW = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของส่วนทำน้ำเย็น มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์

F = ปริมาณน้ำเย็นที่ไหลผ่านส่วนที่ทำน้ำเย็น มีหน่วยเป็น ลิตรต่อวินาที

T_R = อุณหภูมิของน้ำเย็นที่ไหลเข้าส่วนที่ทำน้ำเย็น มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียล

T_S = อุณหภูมิของน้ำเย็นที่ไหลออกส่วนที่ทำน้ำเย็น มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียล

การหาค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ติดหน้าต่าง และเครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด ที่กำลังใช้งานเป็นไปตามข้อกำหนดในกฎกระทรวง (พ.ศ. 2538) ข้อ 8 (2) ข[28] ซึ่งมีนิยามดังนี้

$$\text{ค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (ChP)} = \frac{kW}{5.707 \times 10^{-3} \times CMM \times \left(H_R - H_S\right)} \tag{2.2}$$

ChP = ค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ตันความเย็น

kW = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องทำความเย็น มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์

CMM = ปริมาณลมเย็นที่ไหลผ่านชุดจ่ายลมเย็น มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

H_R = เอ็นทาลปีของอากาศที่ไหลเข้าชุดจ่ายลมเย็น มีหน่วยเป็นกิโลจูลต่อกิโลกรัม

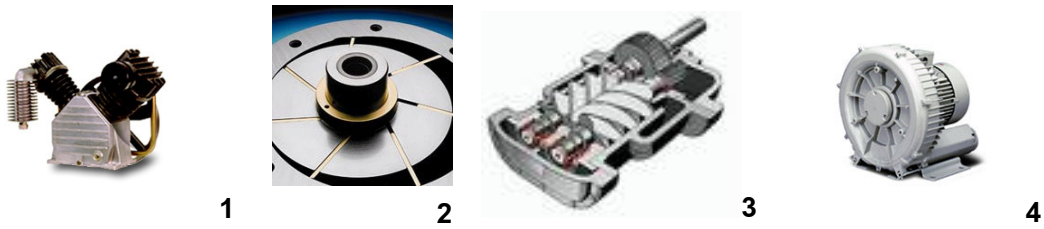
H_S = เอ็นทาลปีของอากาศที่ไหลออกจากชุดจ่ายลมเย็น มีหน่วยเป็นกิโลจูลต่อกิโลกรัม

5. การประหยัดพลังงานในเครื่องอัดอากาศ

ในงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมใช้เครื่องอัดอากาศ แบ่งได้ดังนี้

1. เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor)
2. เครื่องอัดอากาศแบบโรตารีเวน (Rotary Vane compressor)
3. เครื่องอัดอากาศแบบโรตารีสกรู (Rotary Screw Compressor)
4. เครื่องอัดอากาศแบบแรงเหวี่ยงหรือเทอร์โบ (Centrifugal compressor)

โดยเครื่องอัดอากาศ 3 แบบแรก นิยมใช้มากกว่าแบบที่ 4 เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการลงทุนของแบบที่ 4 นั้นสูงกว่าแบบอื่นๆ



ภาพประกอบ 6 แสดงประเภทของเครื่องอัดอากาศ

หลักการประหยัดพลังงาน

การประหยัดและลดค่าใช้จ่ายในการผลิตอากาศอัด ซึ่งผลการประหยัดที่ทำให้เป็นจริงได้นั้นควรมีวิธีการโดยทั่วไปจะทำการตรวจสอบเรียงตามลำดับดังนี้ การรั่วไหลของอากาศอัด การใช้อากาศอัดที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง การส่งจ่ายอากาศอัด การปรับปรุงคุณภาพอากาศอัด การผลิตอากาศอัด

เครื่องอัดอากาศส่วนใหญ่ที่ใช้งานจะผลิตความดันที่ 7 บาร์เกจ (100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ความดันทั้งหมดที่พูดถึงเป็นความดันเกจ สำหรับตัวต้นกำลังที่ใช้ขับเคลื่อนที่เครื่องอัดอากาศในอุตสาหกรรมมากกว่า 95% จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน

แนวทางการประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานในระบบอัดอากาศ สามารถทำได้ เช่น

1. การลดการรั่วซึมของอากาศอัด สามารถทำได้โดยหาอัตราการรั่วซึมของระบบว่ามีอยู่ที่จุดใดบ้างจากนั้นทำการซ่อมแซมรอยรั่วจุดต่างๆ เนื่องจากมีการสูญเสียมากที่สุด ดังนั้นจึงต้องนำมาพิจารณาเป็นอันดับแรก และยังสามารถตรวจสอบแก้ไขได้ง่ายอีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายไม่มากที่จะควบคุมและให้ผลประหยัด

โดยทั่วไประบบอากาศอัดที่มีการดูแลเป็นอย่างดีจะมีการรั่วไหลไม่เกิน 5%[29] แต่ถ้าหากมีการรั่วไหลไม่เกิน 10% ก็ถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานดีเช่นกัน การตรวจสอบวัดอัตรา

การรั่วไหลโดยวิธีที่ดีที่สุดคือ การติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหลและมาตรวัดความดันในท่อเมนจากเครื่องอัดอากาศที่ส่งเข้ามายังถังเก็บอากาศเพื่อจ่ายไปใช้งานโดยการบันทึกข้อมูลทั้งสองค่า สำหรับช่วงเวลาที่จะทำการตรวจการรั่วไหล ควรดำเนินการในช่วงที่ไม่มีการใช้งานหรือหยุดการผลิต

สำหรับการทดสอบการรั่วไหลทั้งระบบนั้น มีอยู่ 2 วิธีที่นิยมใช้กันคือ

1.1 การตรวจสอบการรั่วไหลสำหรับเครื่องอัดอากาศที่ใช้ระบบควบคุมแบบเปิด/ปิด โดยจับเวลาที่เครื่องเดินแบบมีภาระ และไม่มีภาระ โดยใช้สูตร[30] ดังนี้

$$\text{อัตราการรั่วไหล} = \frac{T_{onload} x Q_{FAD}}{T_{onload} + T_{offload}} \text{ ลิตร/วินาที} \qquad (2.3)$$

Q_{FAD} = อัตราการผลิตอากาศของเครื่องอัดอากาศ (ลิตร/วินาที)

T_{onload} = เวลาทดสอบเครื่องอัดอากาศจากความดันบรรยากาศถึงความดันที่ตัดโหลด เวลาคิดเป็นวินาที

$T_{offload}$ = เวลาช่วงความดันที่ตกลงจากความดันที่ตัดโหลดจนถึงคสามดันที่ต่อโหลดใหม่ เวลาคิดเป็นวินาที

ในกรณีที่อัตราการรั่วใกล้เคียงอัตราการผลิตอากาศอัดให้คำนวณดังนี้

1.1.1 ถ้าเครื่องเดินตลอดโดยมีภาระแสดงว่าอัตราการรั่วไหลเท่ากับอัตราการผลิตอากาศอัดของเครื่องอัดอากาศ

1.1.2 ถ้าเครื่องเดินที่ความดันต่ำกว่า 7 บาร์ แต่ไม่มีภาระ เช่นเดินที่ 6.7 บาร์ แสดงว่าอัตราการรั่วมากกว่าอัตราการผลิตอากาศอัดของเครื่องอัดอากาศ ดังนั้นการคิดอัตราการรั่วไหลของอากาศแสดงได้ดังนี้ อัตราการรั่วไหลของอากาศ = 7/6.7 x อัตราการผลิตอากาศอัดของเครื่องอัดอากาศ

1.1.3 ถ้าเครื่องเดินที่ความดันสูงกว่า 7 บาร์ แต่ไม่มีภาระ เช่นเดินที่ 7.2 บาร์ แสดงว่าอัตราการรั่วน้อยกว่าอัตราการผลิตของเครื่องอัดอากาศดังนั้นการหาอัตราการรั่วไหลของอากาศเป็นไปตามสมการดังนี้ อัตราการรั่วไหลของอากาศ = 7/7.2 x อัตราการผลิตอากาศอัดของเครื่องอัดอากาศ

1.2 การทดสอบการรั่วไหลสำหรับเครื่องอัดอากาศที่ใช้ระบบแบบมอดูเลติ้ง ลักษณะการตรวจสอบการรั่วไหลก็เพียงรวบรวมปริมาตรทั้งหมดของท่อส่งจ่ายอากาศและถังเก็บอากาศเพื่อที่จะเดินโหลดเครื่องอัดอากาศให้เติมปริมาตรที่มีอยู่ตามที่ความดันที่ตั้งไว้แล้วทำการจับ

เวลาความดันที่ตกลงจากความดันที่ตัดโหลดมาสู่ความดันที่ต่อโหลด โดยการคิดอัตราการรั่วไหลคิดได้จากสูตร[31] ดังนี้

$$\text{อัตราการรั่วไหล} = \frac{V_{total} \times (P_1 - P_2)}{T_{P_1 - P_2}} \text{ (ลิตร/วินาที)} \tag{2.4}$$

V_{total} = ปริมาตรรวมทั้งหมดทั้งท่อส่ง จ่ายและถังเก็บอากาศ (ลิตร)

P_1 = ความดันอากาศที่ตัดโหลด (บาร์)

P_2 = ความดันอากาศที่ต่อโหลด (บาร์)

T_{P1-P2} = เวลาที่ความดันตกลงจาก P_1 มาสู่ P_2 (วินาที)

2. การตั้งความดันใช้งานให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีความดันใช้งานที่แตกต่างออกไปและควรตั้งความดันให้เหมาะสมกับอุปกรณ์จะสามารถช่วยประหยัดพลังงานได้

2.1 การปรับลดความดันอากาศที่ผลิตซึ่งสูงเกินความต้องการ

การปรับตั้งความดันเครื่องอัดอากาศที่สูงมากเกินความต้องการใช้งานจริงของอุปกรณ์ใช้ลมอัดภายในสถานประกอบการ ส่งผลให้เครื่องอัดอากาศจะต้องทำงานหนักมากขึ้นนั้นคือพลังงานจะใช้มากขึ้นโดยการหาพลังงานที่ใช้ในการอัดอากาศหาได้จากสมการ[32] ดังนี้

$$E = \left(\frac{n}{(n-1)}\right) \times R \times T \times \left(\left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}\right) - 1 \tag{2.5}$$

n = ค่าคงที่ ปกติ = 1.3

R = ค่าคงที่ของอากาศ ปกติ = 0.2871 มีหน่วยเป็น กิโลจูลต่อกิโลกรัม องศาเควิน

T = อุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องอัด หน่วยเป็นองศาเควิน

P_O = ความดันอากาศที่ออกจากเครื่องอัดอากาศ มีหน่วยเป็น กิโลปาลคาล

P_1 = ความดันอากาศที่เข้าเครื่องอัดอากาศ มีหน่วยเป็น กิโลปาลคาล

2.2 การลดอุณหภูมิอากาศที่ดูดเข้าเครื่องอัดอากาศ

ถ้าอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าเครื่องอัดมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อมภายนอกมาก และเครื่องอัดอากาศจะต้องดูดลมร้อนจากภายในห้องเครื่องอัดอากาศเข้าสู่เครื่องอัดอากาศ ซึ่งที่อุณหภูมิสูงปริมาตรจำเพาะของอากาศจะมาก ดังนั้นที่อัตราการไหลโดยมวลเท่ากันเครื่องอัดอากาศจะใช้พลังงานมากขึ้นโดยสามารถหาพลังงานที่ใช้ในการอัดอากาศได้จากสมการที่ 2.5 ข้างต้น

6. การประหยัดพลังงานมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้านับเป็นอุปกรณ์หลักในอุตสาหกรรมดังนั้นการใช้งานมอเตอร์ให้ประหยัดพลังงานนั้นจึงเป็นมาตรการที่จะต้องคำนึงถึงเป็นอันดับต้นๆ การประหยัดพลังงานของมอเตอร์นั้นจะต้องคำนึงถึงค่าของประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่จุดใช้งาน ซึ่งค่าของประสิทธิภาพของมอเตอร์จะเปลี่ยนแปลงตามภาระของมอเตอร์ โดยปกติแล้วผู้ผลิตมอเตอร์จะออกแบบมอเตอร์ให้ทำงานโดยมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ประมาณ 80-100%ของขนาดมอเตอร์ ดังนั้นถ้าเลือกมอเตอร์ที่มีขนาดไม่เหมาะสมกับภาระการใช้งาน เช่นเลือกมอเตอร์ขนาดใหญ่กว่าภาระมากๆ ทำให้มอเตอร์เดินอยู่ที่ภาระไม่ถึง 80% ของขนาดมอเตอร์ หรือเลือกมอเตอร์ที่มีขนาดเล็กเกินไปทำให้ มอเตอร์เดินที่ภาระเกิน 100% ของขนาดมอเตอร์ จะทำให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์ลดลง ทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน ทั้งยังเกิดการลงทุนที่สูงเกินความจำเป็น หรือทำให้อายุการใช้งานของมอเตอร์สั้นลงอีกด้วย เมื่อป้อนแรงดัน และกระแสให้กับมอเตอร์ที่มีโหลดต่ออยู่ มอเตอร์จะเกิดการหมุน และพาเอาโหลดหมุนตามไปด้วย และตัวมอเตอร์เองก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น จะเห็นได้ว่ามอเตอร์ใช้พลังงานไฟฟ้าไปเป็นจำนวนหนึ่งเพื่อแปรเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้านั้นเป็นพลังงานกลในการหมุนโหลด รวมทั้งพลังงานอีกส่วนหนึ่ง ทำให้อุณหภูมิของตัวมอเตอร์สูงขึ้น ค่าความแตกต่างระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้กับงานที่มอเตอร์ทำให้ได้ในการหมุนโหลดรวมกับอุณหภูมิที่สูงขึ้นของตัวมอเตอร์ คือกำลังสูญเสียของมอเตอร์ ส่วนค่างานที่มอเตอร์ทำได้ในการหมุนโหลดหารด้วยกำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ทั้งหมด คือค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์

ดังนั้นการตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์ทุกตัว โดยทำรายการมอเตอร์ บันทึกกำลังพิกัด กระแสพิกัด เพาเวอร์แฟกเตอร์ ตามที่ระบุบนแผ่นป้าย วัดค่ากระแสไฟเข้า และเพาเวอร์แฟกเตอร์ เมื่อทำงานปกติ ข้อมูลเหล่านี้จะบอกว่ามอเตอร์ขับโหลดมากน้อยอย่างไร สังเกตว่ามอเตอร์มีเสียงดัง สั่น หรือร้อนผิดปกติหรือไม่ ความผิดปกติเหล่านี้อาจเนื่องมาจาก การยึด การตั้งศูนย์ไม่เหมาะสม การเสียดสี และอื่นๆ นอกจากจะเป็นการสูญเสียพลังงานแล้ว ยังเป็นอันตรายต่ออุปกรณ์อื่นอีกด้วย จึงเป็นจุดแรกที่ต้องตรวจสอบ และแก้ไข มาตรการหนึ่งที่ทำให้มอเตอร์มีประสิทธิภาพดีขึ้นคือการลดการสูญเสียที่มอเตอร์ซึ่งเป็นมาตรการที่มีศักยภาพในการประหยัดพลังงาน และลดความต้องการไฟฟ้า สำหรับมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำโดยเฉพาะ เนื่องจากเป็นมอเตอร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

การสูญเสียในมอเตอร์ ได้แก่ การสูญเสียในแกนเหล็ก และการสูญเสียในตัวนำทั้งด้านสเตเตอร์ และโรเตอร์ คล้ายคลึงกับในหม้อแปลง กำลังสูญเสียทั้งสองส่วนนี้คิดเป็นร้อยละ 85 (ประมาณ) ของการสูญเสียทั้งหมด โดยกำลังสูญเสียในแกนเหล็กนั้น แปรตามแรงดันไฟฟ้ายกกำลังสอง ขณะที่กำลังสูญเสียในตัวนำ แปรตามกระแสกำลังสอง ดังนั้นกำลังไฟฟ้าที่แปลงเป็นกำลังกลของการหมุนคงที่ ที่ความเร็วรอบซิงโครนัส นั่นคือ กระแสจะแปรผกผันกับแรงดัน เพราะฉะนั้นกำลังสูญเสียในตัวนำจะแปรผกผันกับแรงดันกำลังสอง ดังสมการ

$$\text{กำลังสูญเสียรวม} = K_1V^2 + K_2 / V^2 \qquad (2.6)$$

K_1V^2 = กำลังสูญเสียในแกนเหล็ก

K_2/V^2 = กังลังสูญเสียในตัวนำ

K_1, K_2 = ค่าคงที่

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า กำลังสูญเสียในตัวนำจะแปรเปลี่ยนตามโหลดที่ขับ มีผลให้เมื่อขับโหลดน้อยๆ แรงดันที่เหมาะสม (หรือให้ประสิทธิภาพสูงสุด) จะขยับมาทางด้านค่าต่ำ และขยับไปทางด้านค่าสูงเมื่อโหลดมากขึ้น ดังนั้นแรงดันที่เหมาะสมจึงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของมอเตอร์ได้

1. กรณีที่มอเตอร์ส่วนใหญ่ทำงานที่โหลดพิกัด ตั้งแรงดันไฟเข้าไว้ที่แรงดันพิกัดของมอเตอร์ การตั้งแรงดันสูงกว่านี้จะทำให้มอเตอร์ และอุปกรณ์อื่นเสียหายได้

2. กรณีที่มอเตอร์ส่วนใหญ่ขับโหลดน้อยๆ เช่นน้อยกว่า 50% การลดแรงดันไฟฟ้าเข้าลง จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของมอเตอร์ขึ้นได้ ขณะเดียวกันแรงบิตเริ่มเดินเครื่อง และแรงปิดปกติต้องเพียงพอต่อโหลด กระแสที่เพิ่มขึ้นต้องไม่เกินกระแสพิกัดของมอเตอร์

ปัจจุบันได้มีการผลิตมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงโดยใช้แกนเหล็กคุณภาพสูง และการออกแบบที่เหมาะสมทำให้กำลังสูญเสียลดลง 20-30% และประสิทธิภาพมอเตอร์โดยรวมสูงขึ้น 4-10% ดังนั้นในการจัดหามอเตอร์ใหม่โดยเฉพาะเมื่อโหลดทำงานต่อเนื่อง ควรพิจารณาการใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง หลักเกณฑ์ที่ควรพิจารณาเพื่อเลือกลำดับความสำคัญก่อนหลังให้แก่มอเตอร์รุ่นเก่าที่สามารถจะเปลี่ยนทดแทนโดยมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

1. สภาพโดยทั่วไป สังเกตความเสียหายบนตัวถังของมอเตอร์หรือฉนวน หากมอเตอร์นั้นได้ผ่านการพันขดลวดใหม่มาแล้วหลายครั้งหรือเมื่อทำงานแล้วมีความร้อนหรือมีประวัติ

ด้านความเสียหายของตลับลูกปืนหรือปัญหาอื่นๆ มาก่อน มอเตอร์เช่นนี้เหมาะสมที่จะเปลี่ยนใหม่ด้วยมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

2. อายุ มอเตอร์อายุการใช้งานมากก็เป็นมอเตอร์ที่มีโอกาสชำรุดมากขึ้น และปกติจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่ามอเตอร์ใหม่

3. ชั่วโมงการใช้งานต่อปี มอเตอร์ที่ถูกใช้งานตลอด 24 ชั่วโมงปกติมักจะเป็นมอเตอร์ที่สมควรเลือกสำหรับการเปลี่ยนทดแทนที่สุดแต่มอเตอร์ที่ใช้งานเพียงช่วงเวลาเดียวใน 1 วัน ก็ควรจะพิจารณาว่าอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าสูงหรือไม่

4. ลักษณะการรับโหลด มอเตอร์ที่ทำงานด้วยโหลดเต็มที่หรือเกือบเต็มที่เป็นมอเตอร์ที่น่าเลือกที่สุดตามหลัก อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนทดแทน โดยการใช้มอเตอร์ขนาดที่เล็กและขนาดของมอเตอร์ ใกล้เคียงกับการโหลดที่แท้จริง ทดแทนมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่กว่าโหลดมากๆ ก็สามารถได้ความประหยัดในด้านพลังงาน

5. ความเร็วใช้งาน จุดที่ดีที่สุดในด้านประสิทธิภาพจะมอเตอร์ที่ทำงานระหว่าง 1,200-3,600 รอบต่อนาที

6. การใช้งานมอเตอร์ที่ใช้งานกับโหลดคงที่จะเป็นมอเตอร์ที่น่าเลือกกว่ามอเตอร์ที่รับโหลดแปรปรวน มอเตอร์ที่ใช้บนเครน ลูกรอกงานเจาะ งานเครื่องจักร ฯลฯ ปกติจะยากที่จะนำมาเปลี่ยนทดแทนด้วยมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

7. แบบมาตรฐานหรือแบบพิเศษ มอเตอร์ที่ผลิตมาโดยเฉพาะงานไม่เหมาะนำมาปรับปรุง หรือเปลี่ยนทดแทนด้วยมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง แต่อย่างไรก็ดี การเปลี่ยนวิธีต่อประกับจะสามารถทำให้มอเตอร์แบบธรรมดามาใช้ทดแทนแบบที่ออกแบบพิเศษได้

7. การประหยัดพลังงานจากการเผาไหม้

ลักษณะการเผาไหม้ที่ดีนั้นปริมาณอากาศที่นำมาใช้ป้อน เพื่อเผาไหม้ต้องเพียงพอกับความต้องการที่จะทำให้ได้การเผาไหม้ที่สมบรูณ์ กล่าวคือเผาน้ำมันได้หมดโดยไม่เหลือค้างภายในห้องเผาไหม้ ไม่มีควันและเถ้ามากเกินไป ถ้าเรานำอากาศเข้าสู่เตามากเกินไปอาจส่งผลให้อุณหภูมิภายในเตาลดลงแล้วทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนต่ำลง และอากาศที่ป้อนให้มากเกินไปนี้มักจะพาเอาความร้อนออกไปยังปล่องมากเกินไป ส่งผลให้เกิดการสูญเสียความร้อนมากขึ้นเช่นกัน

กรณีเผาไหม้เชื้อเพลิงไม่หมด จะทำให้เหลือปริมาณของแข็งและเถ้ามากเกินไปได้ ดังนั้นจะขึ้นอยู่กับหัวพ่นเผาด้วย กล่าวคือมีปริมาณของแข็งและเถ้าไม่ควรเกิน 0.4% โดยน้ำหนัก และจะต้องมีอากาศส่วนเกินเพียงพอ โดยต้องไม่เกิด SO_3 และNO_x อีกประการหนึ่งจะเกิด CO สูง ทำให้สูญเสียพลังงานความร้อนมากขึ้น

กรณีความร้อนไปกับแกสแห้งที่ปล่อยทิ้งไปทางปล่อง มักเกิดจากปริมาณของอากาศส่วนเกินส่งผลให้ CO_2 เพิ่มขึ้น ดังนั้นถ้าปริมาณ CO_2 เพิ่มขึ้น 3% ในระดับอุณหภูมิเดียวกันอาจส่งผลให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น 4% และถ้าพิจารณาระดับอุณหภูมิจะพบว่าอุณหภูมิที่ปล่องสูงขึ้น

17° C อาจจะลดประสิทธิภาพลง 1% อย่างไรก็ตามควรระมัดระวังเกี่ยวกับกำมะถันที่เกิดขึ้นในสภาวะจุดน้ำค้าง ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 115-150° C เพราะจะเกิดการกัดกร่อนที่ปล่องไฟได้

กรณีความร้อนไปกับแกสชื้นที่ปล่อยทิ้งไป มักเกิดจากความชื้นของเชื้อเพลิงและกับเชื้อเพลิงก๊าซที่มี H_2 มาก และความร้อนแฝงของการระเหยของน้ำไปเป็นไอน้ำ

ลักษณะการไหลของแกสร้อนที่ได้จากการเผาไหม้นำไปถ่ายเทให้ผิวท่อเมื่อมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์แล้วย่อมได้ความร้อนสูง ดังนั้นการพิจารณาออกแบบให้การไหลของแกสร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ไปถ่ายเทให้กับผิวท่อ จำเป็นต้องมีจำนวนครั้งของการไหลที่เพียงพอกับปริมาณของการถ่ายเทความร้อนให้แก่ผิวท่อด้วย ซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปแล้วมักออกแบบให้มีการไหล 3-4 กลับรวมทั้งต้องทำการล้างเขม่าที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและกำจัดตะกรันด้วย

ประสิทธิภาพของการเผาไหม้

การเผาไหม้เชื้อเพลิง มีจุดประสงค์เพื่อต้องการความร้อนนำไปถ่ายเทควมร้อนให้แก่น้ำทั้งในกรณีที่ต้องการน้ำร้อน หรือต้องการไอน้ำจากหม้อไอน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรมการผลิต ความจำเป็นที่เราต้องทราบก็คือประสิทธิภาพในการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงภายในห้องเผาไหม้ ดังนั้นเราต้องมองไปที่ระบบของห้องเผาไหม้ว่าสิ่งที่เราป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้คืออะไร และสิ่งที่ได้ออกมาจากระบบคืออะไร หรือเรียกในภาษาทางวิชาการว่าสิ่งที่ป้อนเข้า (Input) ระบบและสิ่งที่ได้ออกมา (Output) จากระบบนั่นเอง นั่นแสดงว่าสิ่งที่ป้อนเข้าระบบก็คือเชื้อเพลิง อากาศ และการจุดติดไฟเข้าด้วยกัน เรียกว่า ทำปฏิกิริยากัน แล้วปล่อยความร้อนออกมาได้เท่าไหร่ก็ให้นำมาตั้งแล้วหารด้วยปริมาณความร้อนที่คิดได้จากปริมาณการป้อนของเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ จากนั้นคูณด้วย 100 ก็จะได้เป็นเปอร์เซ็นต์ นี่ล่ะคือ ประสิทธิภาพการเผาไหม้ ประสิทธิภาพจะดีเพียงไร นอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิงแล้ว ยังขึ้นอยู่กับการออกแบบที่เหมาะสม การทำงานและการบำรุงรักษาของหัวเผา (หัวพ่นไฟ) และรวมทั้งอุปกรณ์ช่วยต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุมการเผาไหม้ นอกจากนี้ถ้ามองไปที่ปริมาณของไอน้ำที่ได้ จะเห็นว่าขึ้นอยู่กับการสูญเสียความร้อนที่เกิดจากหม้อไอน้ำด้วยเช่นกัน ดังนั้นประสิทธิภาพของการเผาไหม้จะขึ้นอยู่กับความสามารถ ที่จะเผาไหม้เชื้อเพลิงให้หมด แล้วให้ความร้อนออกมาทั้งหมด โดยใช้อากาศในปริมาณที่เหมาะสม และปราศจากควันที่อาจเกิดขึ้นที่ปล่อง นั้นแสดงว่าการเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์สำหรับวิธีการคำนวณประสิทธิภาพของการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อถ่ายเทไปให้แก่น้ำในหม้อไอน้ำสามารถกระทำได้โดยการวัดอุณภูมิที่ปล่องและวัดเปอร์เซ็นต์ของ CO_2 ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ช่วยวัดค่า

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเผาไหม้[33]

อาจใช้สูตรและข้อมูลดังต่อไปนี้ในการคำนวณได้

(1) การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแข็ง และเชื้อเพลิงเหลว

(1.1) ปริมาณอากาศโดยทฤษฎี (A_o)

$$A_o = 8.89C + 26.7(H-O/8) + 3.33S \ (Nm^3/kg\text{เชื้อเพลิง}) \tag{2.7}$$

(1.2) ปริมาณก๊าซเสียโดยทฤษฎี (G_o)

$$G_o = (1-0.21)A_o + 1.867C + 11.2H + 0.7S + 1.244W + 0.8N \ (Nm^3/kg\text{เชื้อเพลิง}) \tag{2.8}$$

(1.3) อัตราส่วนอากาศ (M)

$$M = \frac{21}{21 - O_2} \quad \text{หรือ} \quad M = \frac{(CO_2)max}{CO_2} \tag{2.9}$$

$$(CO_2)max = \frac{1.867C}{Go - (11.2H + 1.244W)} \tag{2.10}$$

(1.4) ปริมาณอากาศที่ใช้จริง (A)

$$A = M\ A_o \ (Nm^3/kg\text{เชื้อเพลิง}) \tag{2.11}$$

(1.5) ปริมาณก๊าซเสียจริง (G)

$$G = G_o + (M-1)A_o \ (NM^3/\ Kg\ \text{เชื้อเพลิง}) \tag{2.12}$$

(1.6) ค่าความร้อนสูง (Hh)

$$Hh = 8100C + 34000(H - O/8) + 2500S \text{ (kcal/kg เชื้อเพลิง)} \quad (2.13)$$

(1.7) ค่าความร้อนต่ำ (Hl)

$$Hl = 8100C + 28600H - 4250(O) + 2500S - 600W \text{ (kcal/kg เชื้อเพลิง)} \quad (2.14)$$

C, H, S, O, N, W คือ ปริมาณ (หน่วยน้ำหนัก) ของธาตุที่มีอยู่ในเชื้อเพลิง

C = คาร์บอน H = ไฮโดรเจน S = ซัลเฟอร์ O = ออกซิเจน N = ไนโตรเจน W = ความชื้น

อัตราส่วนอากาศ หมายถึง สัดส่วนของอากาศที่ใช้จริงเปรียบเทียบกับอากาศที่ใช้เผาไหม้ทางทฤษฎี

(1.8) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนต่ำ (โดย Rosin)[34]

ชนิดเชื้อเพลิงแข็ง

ปริมาณอากาศโดยทฤษฎี (A_o)

$$A_o = \frac{1.01Hl}{1000} + 0.5 \quad (2.15)$$

ปริมาณก๊าซเสียโดยทฤษฎี (G_o)

$$G_o = \frac{0.89Hl}{1000} + 1.65 \quad (2.16)$$

ชนิดเชื้อเพลิงเหลว

ปริมาณอากาศโดยทฤษฎี (A_o)

$$A_o = \frac{0.85HI}{1000} + 2.0 \qquad (2.17)$$

ปริมาณก๊าซเสียโดยทฤษฎี (G_o)

$$G_o = \frac{1.11HI}{1000} \qquad (2.18)$$

HI = ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิง kcal/kg เชื้อเพลิง

G_o = ปริมาณอากาศของก๊าซเสียเชิงทฤษฎี Nm^3/kgเชื้อเพลิง

A_o = ปริมาณอากาศเชิงทฤษฎี Nm^3/kgเชื้อเพลิง

(2) สูตรคำนวณสำหรับก๊าซเชื้อเพลิง

(2.1) ปริมาณอากาศโดยทฤษฎี (A_o)

$$A_o=1/0.21(0.5H_2 + 0.5CO + 2CH_4 + 3.5C_2H_6 + 3C_2H_4 + 5C_3H_8 + 6.5C_4H_{10} - O_2) \; Nm^3/Nm^3 \text{เชื้อเพลิง} \qquad (2.19)$$

(2.2) ปริมาณก๊าซเสียโดยทฤษฎี (G_o)

$$G_o = 1 + A_o - 0.5(H_2 + CO - C_2H_6 - 2C_3H_8 - 3C_4H_{10} \; Nm^3/Nm^3 \text{เชื้อเพลิง} \qquad (2.20)$$

(2.3) อัตราส่วนของอากาศ (M)

$$M = \frac{1 + \left[\left(O_2 \right) - 0.5 \left(CO \right) \right] G}{0.21Ao} \quad (2.21)$$

$$G = G_o - (H_2 + 2CH_4 + 3C_2H_6 + 2C_2H_4 + 4C_3H_8 + 5C_4H_{10})\ Nm^3/Nm^3 \text{เชื้อเพลิง} \quad (2.22)$$

(2.4) ปริมาณอากาศที่ใช้จริง (A)

$$A = M\ A_o \quad (2.23)$$

(2.5) ปริมาณก๊าซเสียจริง (G)

$$G = G_o + (M - 1)A_o \quad (2.24)$$

(2.6) ค่าความร้อนสูง (Hh)

$$Hh = 3020CO+3050H_2+9520CH_4+16850C_2H_6+15290C_2H_4+24160C_3H_8+31790C_4H_{10}\ kcal/Nm^3 \text{เชื้อเพลิง} \quad (2.25)$$

(2.7) ค่าความร้อนต่ำ (Hl)

$$Hl = Hh - 480(CH_2 + 2CH_4 + 3C_2H_6 + 2C_2H_4 + 4C_3H_8 + 5C_4H_{10})kcal/Nm^3 \text{เชื้อเพลิง} \quad (2.26)$$

H_2, CO, CH_4 ,$C_{2H}H_6$, C_2H_4, C_3H_8, C_4H_{10}, O_2, N_2, CO_2 คือ ปริมาณของก๊าซ ไฮโดรเจน, คาร์บอนมอนนอกไซด์, Methane, Ethane, Ethylene, Propane, Butane, ออกซิเจน ไนโตรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ตามลำดับ ในก๊าซเชื้อเพลิง 1 Nm^3

(2.8) ความร้อนสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนต่ำ HI และA_o, G_o (โดย ROSIN)[35]

ก๊าซเชื้อเพลิง ที่มีค่า $HI = 500 \sim 3000 \frac{kcal}{Nm^3}$ (2.27)

$$A_o = \frac{0.875HI}{1000} \quad (2.28)$$

$$G_o = \frac{0.725HI}{1000} + 1 \quad (2.29)$$

ก๊าซเชื้อเพลิง ที่มีค่า $HI = 4000 \sim 7000 \frac{kcal}{Nm^3}$

$$A_o = \frac{1.09HI}{1000} - 0.25 \quad (2.30)$$

$$G_o = \frac{1.14HI}{1000} + 0.25 \quad (2.31)$$

HI = ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิง (kcal/kg)

G_o = ปริมาณอากาศของก๊าซเสียเชิงทฤษฎีของเชื้อเพลิง (Nm^3/kg)

A_o = ปริมาณอากาศเชิงทฤษฎีของเชื้อเพลิง (Nm^3/kg)

(3) ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิง (Hl)

ตาราง 2 แสดงค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงแข็ง	Bituminous coal	5,800 - 8,000	kcal/kg
	Lignite	2,500 - 5,500	
	Coke	6,500 - 7,000	
เชื้อเพลิงเหลว	Kerosene	10,400	kcal/kg
	Light oil	10,300	
	Heavy oil		
	“A” heavy oil	10,200	
	“B” heavy oil	9,900	
	“C” heavy oil	9,600	
ก๊าซเชื้อเพลิง	Natural gas	9,000 – 11,000	$kcal/Nm^3$
	Propane	22,300	
	Butane	29,610	

หมายเหตุ : ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงควรสอบถาม จากบริษัทผู้จำหน่ายค่าตามตาราง เป็นค่าเฉลี่ยโดยทั่วไป

(4) ค่าความร้อนจำเพาะของก๊าซเสีย

ตาราง 3 แสดงค่าความร้อนจำเพาะของก๊าซเสีย

อุณหภูมิก๊าซเสีย (^oC)	200	400	600	800
ความร้อนจำเพาะเฉลี่ย (CP_m) $Kcal/Nm^3\ ^oC$	0.332	0.34	0.348	0.358

(5) ค่า (CO_2)max โดยประมาณของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

ตาราง 4 แสดงค่า (CO_2)max โดยประมาณของเชื้อเพลิง

ชนิดของเชื้อเพลิง	(CO_2)max %
ก๊าซธรรมชาติชื้น	10.6
ก๊าซธรรมชาติแห้ง	11.5
Oil gas	11.4 ~12.2
LPG	13.8 ~15.1
Coal gas	11
Blast furnace gas	24
น้ำมันเชื้อเพลิง	15 ~16
Pitch coal	18.5
Anthracite	19 ~20
ถ่านโค๊ก	20.6

ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

ประสิทธิภาพการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำสามารถทำได้โดยการวัดเปอร์เซ็นต์ CO_2 และอุณหภูมิของปล่องไอเสียโดยเมื่อวัดค่า CO_2 และอุณหภูมิของปล่องไอเสียแล้ว ก็นำมาหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียความร้อนที่ปล่องไอเสียได้จากสมการของ Siegert's[36] ดังต่อไปนี้

$$S_L = \left(T_{gas} - T_{amb}\right)\left(\frac{A_1}{CO_2} + B\right) \tag{2.32}$$

S_L = ค่าเปอร์เซ็นต์สูญเสียความร้อนที่ระบายออกทางปล่องไอเสีย (%)

T_{gas} = ค่าอุณหภูมิของก๊าซไอเสีย (^{o}F)

T_{amb} = ค่าอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าหม้อไอน้ำ ณ สภาวะบรรยากาศ (^{o}F)

A_1, B = ค่าคงที่ของ Madur[38] สำหรับแต่ละชนิดของเชื้อเพลิง (ดูในตาราง 5)

CO_2 = ค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาตรของ CO_2 ในขบวนการเผาไหม้ (%)

ตาราง 5 ค่าคงที่ของ Madur[37] สำหรับแต่ละชนิดของเชื้อเพลิง

No.	Fuel	CO_{2max}	A1	B	α	O_{2ref}	Heating value
1.	Light oil	15.4	0.500	0.007	52	3	37.80 MJ/kg
2.	Natural gas	11.7	0.370	0.009	32	3	37.35 MJ/m^3
3.	Town gas	13.1	0.350	0.011	32	3	16.34 MJ/m^3
4.	Coke-oven gas	10.2	0.290	0.011	32	3	
5.	Liquid gas	14.0	0.420	0.008	32	3	
6.	Bio-diesel	15.7	0.457	0.005	52	3	37.40 MJ/kg
7.	Extra light oil	15.3	0.590	0	52	3	42.70 MJ/kg
8.	Heavy oil	15.9	0.610	0	52	3	39.90 MJ/kg
9.	Coal-tar oil	18.0	0.650	0	52	3	38.80 MJ/kg
10.	Natural gas with fan	12.1	0.460	0	32	3	37.35 MJ/m^3
11.	Town gas with fan	10.0	0.380	0	32	3	16.34 MJ/m^3
12.	Propane with fan	13.7	0.500	0	32	3	93.60 MJ/m^3
13.	Propane	13.7	0.475	0	32	3	93.60 MJ/m^3
14.	Butane with fan	14.1	0.500	0	32	3	128.00 MJ/m^3
15.	Butane	14.1	0.475	0	32	3	128.00 MJ/m^3
16.	Biogas with fan	11.7	0.780	0	32	3	24.00 MJ/m^3
17.	Biogas	11.7	0.710	0	32	3	24.00 MJ/m^3
18.	Mineral coal HV 31.5	18.8	0.683	0	69	11	31.50 MJ/kg
19.	Mineral coal HV 30.3	18.5	0.672	0	69	11	30.30 MJ/kg
20.	Lignite HV 8.2	19.1	1.113	0	69	11	8.20 MJ/kg
21.	Lignite HV 9.4	19.1	0.988	0	69	11	9.40 MJ/kg
22.	Dry wood	19.4	0.650	0	69	11	15.30 MJ/kg

ตาราง 6 ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสี และการพาความร้อน

Firing Rate (% of Load)	100-350 BHp		400-800 BHp	
	Op. Pressure = 10 PSIG	Op. Pressure = 125 PSIG	Op. Pressure = 10 PSIG	Op. Pressure = 125 PSIG
25%	3.8%	5.1%	3.2%	4.4%
50%	1.9%	2.6%	1.6%	2.2%
75%	1.3%	1.7%	1.1%	1.5%
100%	1.0%	1.4%	0.8%	1.1%

การหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ} = 100\% - S_L - R_L \qquad (2.33)$$

S_L = ค่าเปอร์เซ็นต์สูญเสียความร้อนที่ระบายออกทางปล่องไอเสีย (%)

R_L = ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีและการพาความร้อน (%)

8. มาตรการประหยัดพลังงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ไอน้ำ

1. การนำคอนเดนเสทกลับเข้าสู่หม้อไอน้ำ
2. การใช้น้ำโบลดาวน์อุ่นน้ำป้อนก่อนเข้าสู่หม้อไอน้ำ
3. การนำไอน้ำแฟลซ
4. การปรับปรุงระบบท่อแยกย่อยจ่ายไอน้ำให้มีขนาดเหมาะสม
5. การติดตั้งท่อดักและสตีมแทรปให้เหมาะสม
6. การหุ้มฉนวนท่อไอน้ำ ท่อคอนเดนเสท วาล์ว และหน้าแปลน

9. การวิเคราะห์ต้นทุนโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด หรือวิธีสมการถดถอย[38]

วิธีนี้เป็นวิธีการทางสถิติ ซึ่งถ้าข้อมูลต้นทุนที่นำมาวิเคราะห์มีจำนวนมากหรือต้องการหาสมการถดถอยเชิงซ้อน โดยโปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์เส้นถดถอยที่ต้องการให้ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้จะมีความน่าเชื่อถือ ถูกต้อง และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีความถูกต้องใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

เป็นวิธีที่ใช้หลักการและเหตุผลที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องในด้านต่างๆ น้อยที่สุด จึงทำให้สามารถกำหนดระดับเส้นของต้นทุนได้อย่างถูกต้อง และมีความเหมาะสม จากชุดข้อมูลซึ่งทำให้ปรากฏจุดต่างๆ การกล่าวถึงระดับของเส้นที่มีความเหมาะสมกับจุดต่างๆ ระดับเส้นที่มีความเหมาะสมที่สุดนั้น หมายถึงระยะห่างจากเส้นตรงที่ลากขึ้นกับจุดต่างๆ ที่มีค่าน้อยที่สุด ค่าระยะห่างที่น้อยที่สุดนั้นหมายถึงเส้นตรงในอีกระดับค่าความชันหนึ่งที่ถูกกำหนดขึ้นมา เพื่อให้มีช่วงระยะห่างน้อยที่สุดระหว่างจุดต่างๆ กับเส้นตรงที่ลากขึ้นมา โดยทำการประเมินค่าระยะห่างได้จากระยะทางในแนวตั้งจากจุดต่างๆ มายังเส้นตรง ระยะทางในแนวตั้งที่เกิดขึ้นนั้นแสดงถึงค่าความแตกต่างระหว่างต้นทุนที่เกิดขึ้นจริง และต้นทุนที่ประมาณว่าจะเกิดขึ้นจากเส้นตรงที่ลากขึ้นนี้ เช่นสำหรับจุดที่ i นั้นสามารถหาค่าระยะห่างได้โดยสมการ

$$E_i = Y_i - (F + VX_i) \qquad (2.34)$$

Y_i = ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริง ณ ระดับกิจกรรมจุดที่ i

$F + VX_i$ = ต้นทุนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นโดยประมาณ ณ ระดับกิจกรรมจุดที่ i

E_i = ค่าความเบี่ยงเบน

ค่าความเบี่ยงเบน (Deviation) เป็นค่าความแตกต่างระหว่างต้นทุนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นโดยประมาณกับค่าต้นทุนที่เกิดขึ้นจริง หรือเป็นระยะห่างจากจุดถึงเส้นตรง

ระยะห่างในแนวตั้งนั้นเป็นการประเมินค่าช่วงความห่างที่น้อยที่สุดจากจุดๆ หนึ่งไปยังเส้นตรง แต่ในความเป็นจริงต้องประเมินค่าช่วงความห่างที่น้อยที่สุดของทุกจุดไปยังเส้นตรงที่ลากขึ้น ดังนั้นจึงต้องทำการหาผลรวมของทุกๆ จุด เพื่อทำให้สามารถได้ผลรวมของช่วงความห่างทั้งหมด ค่าความห่างที่ประเมินได้ในแต่ละจุดนั้นมีความเป็นไปได้ที่จะมีทั้งค่าที่เป็นบวก และค่าที่เป็นลบ ดังนั้นการประเมินค่าช่วงความห่างโดยรวมนั้นสามารถทำได้คือแปลงค่าตัวเลขความเบี่ยงเบนนั้นให้เป็นค่าบวกเหมือนกันทั้งหมด โดยการนำค่าความเบี่ยงเบนที่ได้ในครั้งแรกนั้นยกกำลังสอง หลังจากนั้นจึงรวมค่าตัวเลขของผลรวมจากค่าเบี่ยงเบนยกกำลังสองนั้นใหม่ ค่าตัวเลขผลรวมของสมการใดมีค่าน้อยกว่าแสดงว่า สมการต้นทุนของวิธีนั้นมีความเหมาะสมมากกว่าเนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งหาได้โดยสมการประมาณค่า (พยากรณ์)

$$\hat{Y} = F+VX \tag{2.35}$$

โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวประมาณ F และ V

การหาค่าของ F และV หาได้โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least-Squares Method: OLS) จะได้สมการถดถอยที่มีผลรวมกำลังสองของความผิดพลาดมีค่าน้อยที่สุด คือทำให้ $\sum(Y_i-\overline{Y}_i)^2$ มีค่าน้อยที่สุด

$$F = \overline{Y}+V\overline{X} \tag{2.36}$$

$$V = \frac{\sum(X-\overline{X})(Y-\overline{Y})}{\sum(X-\overline{X})^2} \tag{2.37}$$

F = ต้นทุนที่คงที่

V = ต้นทุนที่แปรผัน

$$S^2_{Y,X}\text{(Error Sum of Squares)} = \frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{\sum(n-2)} \tag{2.38}$$

$$R^2 \text{ (Coefficient of Determination)} = \frac{\sum(\overline{Y}-\hat{Y})^2}{\sum(Y-\overline{Y})^2} = r^2 \tag{2.39}$$

10. ดัชนีพลังงาน[39]

ดัชนีพลังงานสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือดัชนีการใช้พลังงาน ดัชนีต้นทุนพลังงาน และดัชนีเชิงผลผลิต ซึ่งในการคำนวณอาจจะกระทำทั้งแบบรายปีเพื่อเปรียบเทียบกับสถานประกอบการอื่นที่ดำเนินธุรกิจประเภทเดียวกัน หรือรายเดือนเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงการแปรผัน

เทียบกับอดีตในช่วงเวลาเดียวกัน ดัชนีทั้ง 3 ประเภทนี้ดัชนีเชิงผลผลิตเป็นดัชนีที่มีความสำคัญมากที่สุดในแง่การวิเคราะห์ต้นทุนพลังงานต่อผลผลิต

1. ดัชนีการใช้พลังงาน (Energy Utilization Index, EUI)

ดัชนีการใช้พลังงานเป็นการวัดสมรรถนะพื้นฐานในการใช้พลังงานซึ่งหมายถึงปริมาณพลังงานที่ใช้เป็นหน่วยเมกกะจูล หรือ บี ที ยู ต่อปีต่อตารางเมตรหรือตารางฟุตของพื้นที่ใช้งาน ปริมาณพลังงานที่ใช้ในที่นี้คือปริมาณพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในหน่วยเดียวกันโดยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{ดัชนีการใช้พลังงาน (EUI)} = \frac{\text{พลังงานจากเชื้อเพลิง (MJ)} + \text{พลังงานไฟฟ้า (MJ)}}{\text{พื้นที่ใช้งานทั้งหมด}} \qquad (2.40)$$

2. ดัชนีต้นทุนพลังงาน (Energy Cost Index, ECI)

ดัชนีต้นทุนพลังงานหมายถึงต้นทุนพลังงานที่ใช้ต่อปีมีหน่วยเป็นบาทต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน โดยคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\text{ดัชนีต้นทุนพลังงาน (ECI)} = \frac{\text{รายจ่ายค่าเชื้อเพลิง (บาท)} + \text{รายจ่ายค่าไฟฟ้า (บาท)}}{\text{พื้นที่ใช้งานทั้งหมด}} \qquad (2.41)$$

3. ดัชนีเชิงผลผลิต (Productivity Index)

ดัชนีเชิงผลผลิตสำคัญใช้เป็นค่ามาตรฐานเชิงเปรียบเทียบ Energy Benchmark คือดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) ดัชนีดังกล่าวเป็นตัวบ่งชี้ค่าพลังงานจำเพาะต่อผลผลิต ซึ่งมีประโยชน์สำหรับการเปรียบเทียบการใช้พลังงานต่อหน่วยหารผลิตกับค่าอ้างอิงจากธุรกิจประเภทเดียวกัน การคำนวณหาค่า SEC อาจอยู่ในรูปของปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (เมกกะจูลต่อหน่วยผลผลิต) หรือต้นทุนพลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (บาทต่อหน่วยผลผลิต)

$$\text{ดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)} = \frac{\text{ปริมาณเชื้อเพลิง (MJ)} + \text{ปริมาณไฟฟ้า (MJ)}}{\text{ผลผลิต (หน่วย)}} \qquad (2.42)$$

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในส่วนของงานวิจัยนี้ได้แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ส่วนโดยในส่วนแรกคือกระบวนการออกแบบ ส่วนที่สอง คือกระบวนการโปรแกรม และส่วนสุดท้ายคือการทดสอบโปรแกรม โดยในการเขียนโปรแกรมนั้น ส่วนแรกคือส่วนระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดเก็บข้อมูลซึ่งเป็นการออกแบบการจัดเก็บโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Access สำหรับการจัดเก็บข้อมูลค่าการใช้พลังงานของอุปกรณ์ซึ่งจะใช้เป็นฐานข้อมูลในการจัดทำบัญชีพลังงาน ส่วนที่สองคือส่วนโปรแกรมของระบบที่ใช้ ในการหาสัดส่วนการใช้พลังงาน และมาตรการประหยัดพลังงานของสถานประกอบการซึ่งเป็นส่วนที่พัฒนาขึ้นตามมาตรฐาน และข้อกำหนดของสำนักกำกับ และอนุรักษ์พลังงาน ของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน โดยส่วนนี้พัฒนาด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Basic ทั้งนี้แต่ละส่วนจะทำงานอิสระต่อกัน และส่วนสุดท้ายเป็นการทดสอบโปรแกรมโดยดำเนินทดสอบเปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้โปรแกรมกับผลรายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุมปีที่ 4 ของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน จำนวน 10 โรงงาน

แนวคิดของกระบวนการออกแบบ

การพัฒนาซอฟต์แวร์ คือการแปลความต้องการของผู้ใช้ซอฟต์แวร์ ให้เป็นคำสั่ง (ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรม) ให้คอมพิวเตอร์ทำงาน

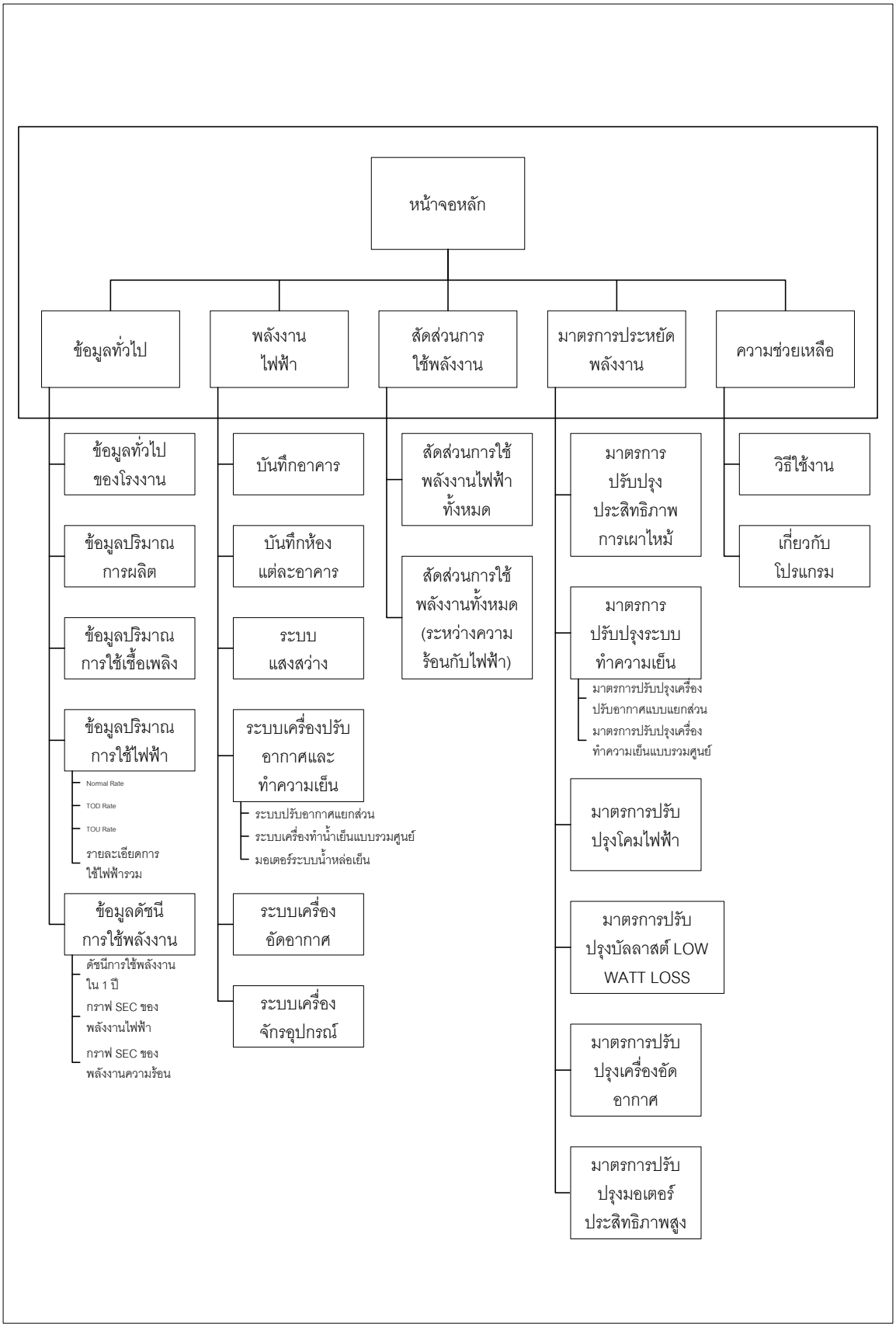
กระบวนการออกแบบก็คือ การออกแบบตัวระบบที่จะสร้างขึ้นเป็นกระบวนการที่ต้องการที่ชัดเจนแล้วจากกระบวนการนิยามความต้องการให้เป็นระบบ

กระบวนการออกแบบแบ่งออกเป็นกระบวนการออกแบบภายนอก และกระบวนการออกแบบภายใน การออกแบบภายนอกเป็นการออกแบบในส่วนที่เกี่ยวพันกันระหว่างตัวระบบกับสิ่งแวดล้อมนอกระบบ นั้นคือการออกแบบในส่วนที่มองเห็นและต้องการ กระบวนการนี้จึงจำเป็นต้องได้ความต้องการที่ถูกต้อง

การออกแบบภายนอก เริ่มจากการกำหนดว่าส่วนใดที่จะทำให้ระบบทำ ส่วนใดจะให้คนทำ และในการพัฒนาระบบควรใช้ระบบใด นอกจากนี้การออกแบบยังครอบคลุมการออกแบบอินเทอร์เฟสหรือหน้าจอที่ผู้ใช้ใช้ทำงานดังแสดงในภาพประกอบ 7

การออกแบบภายใน เป็นการกำหนดว่าจะต้องทำอย่างไรเพื่อสร้างระบบที่ตอบสนองสเปกของการออกแบบภายนอกโดย ข้อมูลมีโครงสร้างอย่างไร ข้อมูลถูกจัดเก็บอย่างไร โปรแกรมในการประมวลผลมีโครงสร้างอย่างไร ในงานวิจัยนี้การออกแบบภายในได้กำหนดโดยแบ่งออกเป็น

ข้อมูลทั่วไป ซึ่งประกอบด้วยประวัติโรงงาน, ปริมาณการผลิต, ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง, ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งในงานวิจัยนี้คิดเฉพาะสถานประกอบการขนาดกลาง และขนาดย่อมซึ่งมีการใช้พลังงานเพียง 3 แบบคือ แบบอัตราปกติ, แบบอัตราTOD และแบบอัตราTOU เท่านั้น ในส่วนของการออกแบบภายในเพื่อจัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ระบบพลังงานไฟฟ้ายังแบ่งออกเป็น การจัดเก็บข้อมูลของสถานที่ติดตั้งอุปกรณ์นั้น, ข้อมูลระบบแสงสว่าง, ข้อมูลระบบเครื่องปรับอากาศ และข้อมูลระบบทำความเย็น, ข้อมูลระบบเครื่องอัดอากาศ, ข้อมูลระบบเครื่องจักรอุปกรณ์โดยจัดเก็บตามขนาดกำลังของอุปกรณ์ในสถานประกอบการนั้น ๆ โดยออกแบบจัดเก็บเป็นระบบฐานข้อมูล ในคอมพิวเตอร์เพื่อจะใช้เป็นฐานข้อมูลในส่วนนี้พัฒนาด้วยโปรแกรม Microsoft Access ในการประมวลผลการจำแนกสัดส่วนการใช้พลังงานของแต่ละระบบ ดังนั้นจะทำให้ทราบว่าระบบใดมีการใช้พลังงานในส่วนใดมาก น้อย อย่างไรจากนั้นจึงจะนำไปสู่การหาแนวทางมาตรการประหยัดโดยจะมีข้อมูลในส่วนแรกมาเป็นฐานข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ประมวลผลการประหยัดพลังงานในอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานมากนั้นว่าจะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้เท่าไรเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานในปัจจุบัน การออกแบบภายในของส่วนมาตรการประหยัด แบ่งออกได้ดังนี้ มาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม่, มาตรการปรับปรุงระบบทำความเย็น, มาตรการปรับปรุงโคมไฟฟ้า, มาตรการปรับปรุงบัลลาสต์, มาตรการปรับปรุงเครื่องอัดอากาศ, และมาตรการปรับปรุงมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ในส่วนนี้พัฒนาด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Basic



ภาพประกอบ 7 แผนผังแสดงโมดูลที่ใช้เขียนโปรแกรม

วิธีการออกแบบเชิงโครงสร้าง

โมดูล หมายถึง หน่วยย่อยที่สุดของโปรแกรมหรือส่วนที่เล็กที่สุดที่สามารถประมวลผลอะไรบางอย่างได้ในตัวเอง การออกแบบโมดูลเริ่มจากแนวคิดของกล่องดำ ก็คือ การกำหนดอินเตอร์เฟสกับโมดูลอื่นๆว่ามีการรับส่งข้อมูลอะไรบ้าง ในการเขียนโปรแกรมข้อมูลที่รับส่งระหว่างโมดูลเรียกว่า Argument หรือ Parameter ซึ่งขึ้นอยู่กับภาษาที่เขียน ข้อดีของการออกแบบเป็นโมดูลคือ ทำให้เข้าใจง่าย ทดสอบง่าย และปรับปรุงแก้ไขง่าย

การออกแบบโมดูลของการใช้พลังงานไฟฟ้า

การออกแบบโมดูลของการคิดค่าไฟฟ้า

การออกแบบโมดูลในการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบเสร็จค่าไฟฟ้า เพื่อทำให้ทราบถึงพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ พลังงานไฟฟ้าสูงสุด เพาเวอร์แฟคเตอร์ แสดงในค่าของกิโลวาร์ ค่าไฟฟ้ารวม ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต ภาษีมูลค่าเพิ่ม ข้อมูลเหล่านี้ถือเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะดำเนินการคิดค่าไฟฟ้า 3 แบบโดยแบ่งเป็นแต่ละโมดูลดังต่อไปนี้

1. แบบอัตราปกติ (Two Part Tariff) ค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3.1 และผู้ขอใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 5.1 สามารถคำนวณหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$C = DC \times P + EC \times E \tag{3.1}$$

C = ค่าไฟฟ้าเฉพาะส่วนของค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดและค่าพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น ยังไม่รวมค่า Ft และ ภาษีมูลค่าเพิ่ม (บาทต่อเดือน)

DC = อัตราค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (บาทต่อกิโลวัตต์)

P = ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในรอบเดือนที่เรียกเก็บเงิน (กิโลวัตต์)

EC = อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า (บาทต่อหน่วย)

E = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในรอบเดือนที่เรียกเก็บเงิน (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

2. แบบอัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Tariff: TOD Tariff) ยังสามารถแบ่งการคิดเงินเป็น 2 กรณีซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

กรณี $P \geq PP$

$$C = DC_p \times P + EC \times E \tag{3.2}$$

กรณี $P < PP$

$$C = DC_p \times P + DC_{pp}(PP - P) + EC \times E \tag{3.3}$$

C = ค่าไฟฟ้า (บาทต่อเดือน)

DC_p = อัตราค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง On Peak (บาทต่อกิโลวัตต์)

DC_{pp} = อัตราค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง Partial Peak (บาทต่อกิโลวัตต์)

PP = ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง Partial Peak (กิโลวัตต์)

P = ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง On Peak (กิโลวัตต์)

EC = อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า (บาทต่อหน่วย)

E = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (หน่วย)

3. แบบอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff: TOU Tariff) สามารถเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมได้ดังนี้

$$C = DC \times P + (EC_1 - EC_2) \times E_1 + EC_2 \times E \tag{3.4}$$

อัตราช่วงเวลาของวัน

$$C = DC \times P + EC_1 \times E_1 + EC_2 \times E_2 \tag{3.5}$$

C = ค่าไฟฟ้า (บาทต่อเดือน)

DC = อัตราค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง On Peak (บาทต่อกิโลวัตต์)

P = ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง On Peak (กิโลวัตต์)

EC_1 = อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง On Peak (บาทต่อกิโลวัตต์)

EC_2 = อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง Off Peak (บาทต่อกิโลวัตต์)

E_1 = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง On Peak (หน่วย)

E = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งเดือน (หน่วย)

โมดูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง

ดำเนินการโดยการป้อนข้อมูลของอุปกรณ์ที่ใช้กับโคมไฟฟ้าแสงสว่าง ในแต่ละพื้นที่การใช้งานโดยจัดเก็บข้อมูลของขนาด และจำนวนของหลอดไฟฟ้าส่องสว่าง, บัลลาสต์ที่ติดตั้ง, ขนาดพื้นที่ และลักษณะการใช้งานซึ่งการเขียนโมดูลของระบบแสงสว่างเพื่อหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าได้จากสมการ

$$E = \sum_{i=1}^{n} C_{di} C_{mi} C_{yi} f_i \sum_{i=1}^{m} \left(N_i \left(n_{li} kW_{li} + n_{bi} kW_{bi} \right) \right) \tag{3.6}$$

E = การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี)

N_i = จำนวนโคม

n_{li} = จำนวนหลอดต่อโคม

n_{bi} = จำนวนบัลลาสต์

C_{di} = การใช้พลังงานต่อชั่วโมงต่อวัน

C_{mi} = การใช้พลังงานต่อวันต่อเดือน

C_{yi} = การใช้พลังงานต่อเดือนต่อปี

f_i = เปอร์เซนต์การใช้งานเฉลี่ยต่อปี

kW_{li} = กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ (กิโลวัตต์)

kW_{bi} = กำลังไฟฟ้าของบัลลาสต์ (กิโลวัตต์)

โมดูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

ดำเนินการโดยการป้อนข้อมูลค่าจากการวัดการใช้ไฟฟ้าเบื้องต้นเช่นค่ากระแส, ค่าแรงดัน ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ในแต่ละพื้นที่การใช้งานเพื่อหาการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี

$$E = \sum_{i=1}^{n} C_{di} C_{mi} C_{yi} f_i kW_{mi} \tag{3.7}$$

E = การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี)

C_{di} = การใช้พลังงานต่อชั่วโมงต่อวัน

C_{mi} = การใช้พลังงานต่อวันต่อเดือน

C_{yi} = การใช้พลังงานต่อเดือนต่อปี

f_i = เปอร์เซนต์การใช้งานเฉลี่ยต่อปี

kW_{mi} = กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องทำความเย็น (กิโลวัตต์)

โมดูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

ดำเนินการโดยการป้อนข้อมูลค่าจากการวัดการใช้ไฟฟ้าเบื้องต้นเช่นค่ากระแส, ค่าแรงดัน ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ และมอเตอร์เครื่องสูบน้ำเย็น ในแต่ละพื้นที่การใช้งานเพื่อหาการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีดังสมการ

$$E = \sum_{i=1}^{n} C_{di} C_{mi} C_{yi} f_i kW_{mi} \tag{3.8}$$

E = การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี)

C_{di} = การใช้พลังงานต่อชั่วโมงต่อวัน

C_{mi} = การใช้พลังงานต่อวันต่อเดือน

C_{yi} = การใช้พลังงานต่อเดือนต่อปี

f_i = เปอร์เซนต์การใช้งานเฉลี่ยต่อปี

kW_{mi} = กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องทำความเย็น (กิโลวัตต์)

โมดูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบอัดอากาศ

ดำเนินการโดยการป้อนข้อมูลทางไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องอัดอากาศขณะใช้งานอันได้แก่ค่ากำลังไฟฟ้า และจำนวนของเครื่องอัดอากาศและอุปกรณ์ที่มีการใช้กำลังไฟฟ้าการใช้งานเพื่อหาการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีดังสมการ

$$E = \sum_{i=1}^{n}\left(C_{di}C_{mi}C_{yi}f_{i}kW_{mi}\right)_{onload} + \sum_{i=1}^{n}\left(C_{di}C_{mi}C_{yi}f_{i}kW_{mi}\right)_{offload} \quad (3.9)$$

E = การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี)

C_{di} = การใช้พลังงานต่อชั่วโมงต่อวัน

C_{mi} = การใช้พลังงานต่อวันต่อเดือน

C_{yi} = การใช้พลังงานต่อเดือนต่อปี

f_i = เปอร์เซนต์การใช้งานเฉลี่ยต่อปี

kW_{mi} = กำลังไฟฟ้าของเครื่องอัด (กิโลวัตต์)

onload = ช่วงเวลาที่มอเตอร์เครื่องอัดอากาศทำงาน

offload = ช่วงเวลาที่มอเตอร์เครื่องอัดอากาศหยุดทำงาน

โมดูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 1 กิโลวัตต์ขึ้นไป

ดำเนินการโดยการป้อนข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการวัดค่าค่าแรงดัน, ค่ากระแส, เพาเวอร์แฟคเตอร์ และค่าเปอร์เซนต์การใช้งานเฉลี่ยของอุปกรณ์ที่ใช้กับไฟฟ้าขนาดตั้งแต่ 1 กิโลวัตต์ขึ้นไป ในแต่ละพื้นที่การใช้งานเพื่อหาการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีดังสมการ

$$E = \sum_{i=1}^{n} N_{i}C_{di}C_{mi}C_{yi}f_{i}kW_{mi} \quad (3.10)$$

E = การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี)

N_i = จำนวนอุปกรณ์

C_{di} = การใช้พลังงานต่อชั่วโมงต่อวัน

C_{mi} = การใช้พลังงานต่อวันต่อเดือน

C_{yi} = การใช้พลังงานต่อเดือนต่อปี

f_i = เปอร์เซนต์การใช้งานเฉลี่ยต่อปี

kW_{mi} = กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ (กิโลวัตต์)

การออกแบบโมดูลของดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในรอบปี

โดยสามารถแบ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการวิจัยได้เป็น 2 ส่วนดังสมการทางคณิตศาสตร์แสดงผลของดัชนีการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในรอบเดือนต่อไปนี้

$$SEC_{Hi} = \frac{F_i}{P_i} \tag{3.11}$$

SEC_{Hi} = ดัชนีการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงรายเดือน (เมกกะจูลต่อตัน)

F_i = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (หน่วย)

P_i = ปริมาณการผลิต (หน่วย)

ส่วนที่ 2 สมการทางคณิตศาสตร์แสดงผลของดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำเพาะในรอบปี

$$SEC_{Ei} = \frac{kWh_i}{P_i} \tag{3.12}$$

SEC_{Ei} = ดัชนีการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงรายเดือน (เมกกะจูลต่อตัน)

kWh_i = ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

P_i = ปริมาณการผลิต (หน่วย)

หลังจากได้ข้อมูลที่ป้อนเข้าเก็บไว้ในฐานข้อมูล กระบวนการประมวลผลจะเกิดขึ้นโดยการกระทำของโปรแกรมที่เขียนขึ้นให้จัดการกับข้อมูลโดยนำเอาผลที่ได้จากการประมวลผลในแต่ละเดือนมาแสดงเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของดัชนีการใช้พลังงานในรอบปีกับปริมาณการผลิตในรอบเวลาเดียวกันโดยโมดูลที่ใช้ในการประมวลผลนี้ใช้หลักการของสมการการทดถอยเพื่อหาเส้นกราฟที่จะสามารถแสดงแนวโน้มของกราฟได้ ซึ่งโมดูลนี้จะสามารถนำไปหาแนวทางในการใช้พลังงานอย่างประหยัดและเหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณผลผลิต

โมดูลโปรแกรมแสดงผล

การแสดงผลด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้ารวมเทียบกับเวลาการใช้งานในช่วงเวลาเดียวกันการเขียนโมดูลโปรแกรมย่อยนี้เป็นการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการป้อนข้อมูลค่าไฟฟ้าในรอบปีมาแสดงผลเพื่อหาแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้ารวมเพื่อจะได้จัดการการใช้พลังงานให้เหมาะสมกับรอบเวลา

โมดูลของกราฟแสดงผลของสัดส่วนการใช้พลังงาน

เป็นการเขียนโปรแกรมแสดงผลการใช้พลังงานโดยแบ่งตามประเภทของพลังงานที่ใช้ซึ่งมีอยู่ 2 ส่วน คือส่วนพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อนโดยการใช้เชื้อเพลิง อีกทั้งยังแบ่งแยกประเภทของอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานทั้งไฟฟ้า และเชื้อเพลิงคิดเป็นเปอร์เซนต์ของแต่ละอุปกรณ์เพื่อจะได้ทราบว่าอุปกรณ์ประเภทไหนมีการใช้พลังงานมากน้อยเท่าไร และจะได้ดำเนินการหามาตรการในการประหยัดในแต่ละอุปกรณ์ต่อไป

การออกแบบโมดูลมาตรการประหยัดพลังงาน

โดยดำเนินการวิจัยตามมาตรฐานของสำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยมีมาตรการที่จะดำเนินงานเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบ่งเป็นโมดูลแต่ละมาตรการดังนี้

การออกแบบโมดูลมาตรการปรับปรุงโคมไฟฟ้า

ผู้ดำเนินการวิจัยดำเนินงานตามมาตรฐานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงพลังงาน โดยปรับปรุงโคมไฟฟ้าที่ใช้อยู่ปัจจุบันมาใช้โคมประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานลงซึ่งปัจจุบันโคมไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูงที่มีแผ่นสะท้อนแสงสูงดังนั้นจึงสามารถลดจำนวนหลอดลงได้ 1 หลอดต่อโคม สำหรับโคมไฟฟ้า 2 หลอดต่อโคม และ 3 หลอดต่อโคม หรือลด 2 หลอดต่อโคม สำหรับโคมชนิด 4 หลอดต่อโคม ซึ่งการเขียนโมดูลของระบบแสงสว่างเพื่อหาค่าการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ตามสมการทางคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

$$E_s = \sum_{i=1}^{n} f_i C_{yi} \left(N_{1i} - N_{2i}\right)\left[\left(n_{1li} - n_{2li}\right)kW_{li}\left(n_{1bi} - n_{2bi}\right)kW_{bi}\right] \quad (3.13)$$

E_s = พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี)

N_i = จำนวนโคมไฟ

n_{1li} = จำนวนหลอดต่อโคมก่อนปรับปรุง

n_{1li} = จำนวนหลอดต่อโคมหลังปรับปรุง

n_{1bi} = จำนวนหลอดต่อบัลลาสต์ก่อนปรับปรุง

n_{1bi} = จำนวนหลอดต่อบัลลาสต์หลังปรับปรุง

C_{yi} = จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อปี

f_i = เปอร์เซนต์การใช้งานเฉลี่ยต่อปี

kW_{li} = กำลังไฟของหลอดไฟ (กิโลวัตต์)

kW_{bi} = กำลังไฟของบัลลาสต์ (กิโลวัตต์)

การออกแบบโมดูลมาตรการปรับปรุงบัลลาสต์ Low Watt Loss

การดำเนินงานวิจัยพบว่าการปรับปรุงบัลลาสต์ซึ่งมีอยู่สองชนิดคือบัลลาสต์แบบ Low Watt Loss กับ แบบ Electronic แต่พบว่าการลดค่าความสูญเสียกำลังไฟฟ้าของบัลลาสต์แบบ Low Watt คิดเป็น 5.5 วัตต์ต่อตัว และแบบ Electronic คิดเป็น 7 วัตต์ต่อตัวตามลำดับ ดังนั้นเมื่อคิดผลจุดคุ้มทุนทำให้ในการวิจัยนี้เลือกการปรับปรุงเฉพาะบัลลาสต์แบบ Low Watt Loss เท่านั้นซึ่งแสดงสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$E_s = \sum_{i=1}^{m} N_i C_{yi} f_i (kW_{bi} - 5.5 \times 10^{-3}) \quad (3.14)$$

E_s = พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี)

N_i = จำนวนหลอดไฟ

C_{yi} = จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อปี

f_i = เปอร์เซนต์การใช้งานเฉลี่ยต่อปี

kW_{bi} = กำลังไฟของบัลลาสต์ก่อนปรับปรุง (กิโลวัตต์)

การออกแบบโมดูลมาตรการปรับปรุงเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ในการออกแบบโมดูลมาตรการปรับปรุงเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนอาศัยแนวคิดจากการปรับปรุงเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ โดยใช้หลักเกณฑ์ตามพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยพิจารณาจากค่า ChP โดยในโมดูลนี้กำหนดว่าถ้าค่าค่า ChP มากกว่า 1.61 ซึ่งสูงกว่าค่าที่กระทรวงกำหนดดังนั้นจึงควรมีการเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง เพราะมีค่า ChP ต่ำกว่าที่กระทรวงกำหนด และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำกว่าเดิม โดยคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$E = \frac{(4.5 \times CFM \times \Delta h)}{12000} \tag{3.15}$$

$$ChP = \frac{kW}{Ton} \tag{3.16}$$

E = พลังงานการทำความเย็น (บี ที ยู ต่อชั่วโมง)

CFM = ปริมาตรลมเย็นทั้งหมด (ลูกบาศ์กฟุต ต่อนาที)

Δh = ค่าผลต่างของเอ็นทาลปีของลมที่เข้า และออก ด้านจ่ายความเย็น

ChP = ค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (กิโลวัตต์ ต่อตันความเย็น)

kW = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องทำความเย็น (กิโลวัตต์)

Ton = ค่าความสามารถในการทำความเย็น (ตัน)

การออกแบบโมดูลมาตรการปรับปรุงเครื่องปรับอากาศแบบรวมศนูย์

ในการออกแบบโมดูลมาตรการปรับปรุงเครื่องปรับอากาศแบบรวมศนูย์ที่ใช้น้ำเย็นเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน โดยมีเครื่องสูบน้ำเป็นตัวส่งจ่ายน้ำหมุนเวียนในระบบการคิดหาถึงการประหยัดพลังงานตามมาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับอาคารควบคุมตามกฎกระทรวง ออกตามพ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดแล้วนำมาคำนวณตามสมการเพื่อหาค่า ChP ซึ่งถ้าค่า ChP ยิ่งต่ำจะยิ่งประหยัดพลังงาน

$$Ton = \frac{F \times \Delta T}{50.4} \tag{3.17}$$

$$ChP = \frac{kW}{Ton} \tag{3.18}$$

Ton = ความสามารถในการทำความเย็น (ตัน)

F = อัตราการไหลของน้ำเย็น (ลิตรต่อนาที)

ΔT = อุณหภูมิแตกต่างของน้ำเย็นที่ไหลเข้า และออกจากส่วนทำความเย็น (^{o}C)

ChP = ค่าสมรรถนะในการทำความเย็น (กิโลวัตต์ ต่อตัน)

kW = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในส่วนทำน้ำเย็น (กิโลวัตต์)

การออกแบบโมดูลมาตรการลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นด้านคอนเดนเซอร์

โดยทั่วไปอุณหภูมิน้ำก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ควรจะมีอุณหภูมิต่างจากอุณหภูมิกระเปาะเปียกของบรรยากาศไม่เกิน 1.5 ถึง 3°C ซึ่งอุณหภูมิกระเปาะเปียกของประเทศไทยจะอยู่ในช่วง 20 ถึง 26°C ดังนั้นถ้าอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนด้านเข้าคอนเดนเซอร์สูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกมากๆ จะทำให้การระบายความร้อนทิ้งออกจากระบบไม่ดี ดังนั้นการทำให้อุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ต่ำลงจะส่งผลให้ความดันของสารทำความเย็นด้านความดันสูงมีค่าลดลง นั้นคือเครื่องอัดจะทำงานเบาลงส่งผลให้การใช้พลังงานต่ำลงด้วยเป็นผลให้ประหยัดพลังงานของเครื่องทำความเย็น แม้ว่าจะต้องเสียค่าพลังงานของมอเตอร์หอผึ่งน้ำเพิ่มขึ้น สมการหาผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าหาได้ดังนี้

$$E = ((ChP_{old}) - (ChP_{new} + ChP_{cool})) \times h_y \times Ton \tag{3.19}$$

E = พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ โดยมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี

ChP_{old} = ค่าสมรรถนะในการทำความเย็น ก่อนปรับอุณหภูมิ โดยมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ต่อตัน

ChP_{new} = ค่าสมรรถนะในการทำความเย็น หลังปรับอุณหภูมิ โดยมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ต่อตัน

ChP_{cool} = ค่าสมรรถนะในการทำความเย็น หอผึ่งหลังปรับอุณหภูมิ โดยมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ต่อตัน

h_y = ค่าชั่วโมงใช้งานต่อปี

Ton = ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด โดยมีหน่วยเป็นตันความเย็น

การออกแบบโมดูลมาตรการเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นด้านอีวาโปเรเตอร์

โดยทั่วไปควรปรับเพิ่มค่าความดันเพื่อให้อุณหภูมิด้านเข้าเครื่องอัดต่ำกว่าอุณหภูมิต่ำสุดที่ต้องการใช้งานประมาณ 2°C ซึ่งจะส่งผลให้เครื่องอัดใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลง ในการปรับเพิ่มความดันต้องคำนึงถึงเปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องอัดด้วยว่าต่ำกว่า 80% ของพิกัดหรือไม่ เพราะถ้าสูงกว่าก็ไม่สามารถดำเนินการได้ ดังนั้นการหาผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าหาได้จากสมการดังนี้

$$E = (ChP_{old} - ChP_{new}) \times h_y \times Ton \qquad (3.20)$$

E = พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ โดยมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี

ChP_{old} = ค่าสมรรถนะในการทำความเย็น ก่อนปรับอุณหภูมิ โดยมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ต่อตัน

ChP_{new} = ค่าสมรรถนะในการทำความเย็น หลังปรับอุณหภูมิ โดยมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ต่อตัน

h_y = ค่าชั่วโมงใช้งานต่อปี

Ton = ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด โดยมีหน่วยเป็นตันความเย็น

การออกแบบโมดูลมาตรการปรับปรุงเครื่องอัดอากาศ

การดำเนินงานวิจัยในโมดูลนี้เป็นการเขียนโมดูลเพื่อหาแนวทางในการประหยัดพลังงานในการใช้เครื่องอัดอากาศโดยพบว่าการลดการรั่วไหลของอากาศที่ใช้ในระบบเป็นตัวที่จะทำให้การใช้พลังงานเพิ่มขึ้น และพบบ่อยที่สุดในกระบวนการดังนั้นผู้ดำเนินการวิจัยจึงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของอากาศตามมาตรฐานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงพลังงาน ค่าเปอร์เซ็นต์อากาศสูญเสียไม่เกิน 5% เพื่อหาผลประหยัดการใช้พลังงานดังสมการ

$$A_{leak} = \frac{T_1}{(T_1 - T_2)} \times 100 \qquad (3.21)$$

$$E_s = P_{onload} \times \left(A_{leak} - 0.05\right) \times h \tag{3.22}$$

A_{leak} = เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของอากาศ (%)
P_{onload} = กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยในช่วง On Load (กิโลวัตต์)
T_1 = เวลาที่เครื่องทำงานในช่วง On Load (วินาที)
T_2 = เวลาที่เครื่องหยุดทำงานในช่วง No Load (วินาที)
E_s = พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (กิโลวัตต์ ต่อชั่วโมงต่อปี)
h = ชั่วโมงการทำงานทั้งปี (ชั่วโมง ต่อปี)

การเขียนโมดูลเพื่อหาแนวทางในการประหยัดพลังงานในการใช้เครื่องอัดอากาศโดยการลดความดันของอากาศก่อนที่จะเข้าเครื่องอัดอากาศเพื่อให้ความดันที่เหมาะสมจะทำให้เกิดผลประหยัดการใช้พลังงาน

อีกกรณีหนึ่งคือการลดอุณหภูมิที่ดูดเข้าเครื่องอัด โดยทั่วไปถ้าลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดลงจะส่งผลให้เครื่องอัดอากาศใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง การหาผลประหยัดทั้งสองกรณีสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังต่อไปนี้

$$W_s = \left(\frac{\left(W_1 - W_2\right)}{W_1}\right) \times 100 \tag{3.23}$$

$$E_s = E_1 \times h \times \frac{t_L}{\left(t_L - t_U\right)} \times \frac{W_s}{100} \tag{3.24}$$

W_s = เปอร์เซ็นต์พลังงานในการอัดที่ลดลง มีหน่วยเป็น กิโลจูลต่อกิโลกรัม
W_1 = พลังงานที่ใช้ก่อนลดความดัน มีหน่วยเป็น กิโลจูลต่อกิโลกรัม
W_2 = พลังงานที่ใช้หลังลดความดัน มีหน่วยเป็น กิโลจูลต่อกิโลกรัม
E_0 = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนลดความดัน มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อปี
E_1 = พลังงานที่ไฟฟ้าใช้ช่วงรับภาระ มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อปี

t_L = เวลาเดินเครื่องในช่วงมีภาระ มีหน่วยเป็น วินาที

t_U = เวลาหยุดเครื่องในไม่มีภาระ มีหน่วยเป็น วินาที

การออกแบบโมดูลมาตรการปรับปรุงมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

การดำเนินการวิจัยในส่วนนี้เป็นการปรับปรุงมอเตอร์ทั่วไปให้เปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงโดยในงานวิจัยนี้ดำเนินการเขียนโปรแกรมเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันเทียบกับเมื่อเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง และหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่จะสามารถลดลงได้ เมื่อเปลี่ยนเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง พร้อมทั้งหาจุดคุ้มทุนในกรณีเปลี่ยนเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงโดยเขียนโปรแกรมตามสมการ[40] ดังนี้

$$\eta = \frac{0.746 \times HP}{E} \times 100 \tag{3.25}$$

$$E_s = 0.746 \times HP \times \left(\frac{100}{\eta_1} - \frac{100}{\eta_2} \right) \tag{3.26}$$

η = ประสิทธิภาพของมอเตอร์ (%)

HP = กำลังงานกล (แรงม้า)

E = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์)

E_s = พลังงานที่ประหยัดได้ (กิโลวัตต์)

η_1 = ประสิทธิภาพของมอเตอร์ธรรมดา (%)

η_2 = ประสิทธิภาพของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (%)

การออกแบบโมดูลมาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

ในการออกแบบโมดุลมาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้โดยอาศัยข้อมูลจากการตรวจวัดค่าเปอร์เซ็นต์ออกซิเจน เปอร์เซ็นต์คาร์บอนไดออกไซด์ ค่าความเข้มข้นของคาร์บอนมอนนอกไซด์ และอุณหภูมิของไอเสียที่ทางออกว่าสอดคล้องกับค่าตามมาตฐานของกรมพัฒนาและ

ส่งเสริมพลังงาน กระทรวงพลังงานซึ่งกำหนดค่ามาตราฐานที่วัดได้จากอุปกรณ์ควรมีค่าไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ออกซิเจน เปอร์เซ็นต์คาร์บอนไดออกไซด์ ค่าความเข้มข้นของคาร์บอนมอนนอกไซด์

ชนิดเชื้อเพลิง	O_2 (%)	CO_2 (%)	อากาศส่วนเกิน (%)
น้ำมันเตา	3-4	13-14	10-20
น้ำมันดีเซล	3-4	12-13	10-20
ก๊าซ	2-3	9-10	10-20
เชื้อเพลิงแข็ง	7-10	12-13	50-70

ถ้าหากค่าที่วัดได้เกินกว่าค่าในตารางสมควรปรับปรุงเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงาน ในการคำนวณหาปริมาณอากาศเชิงทฤษฎี และปริมาณก๊าซสันดาปเชิงทฤษฎี โดยอาศัยสูตรของ Rosin[41]

การหาความเหมาะสมของการลงทุนในการประหยัดพลังงาน

ในการเขียนโปรแกรมคำนวณหาค่าความเหมาะสมผู้ดำเนินการวิจัยเลือกการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์มาเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจซึ่งจะพิจารณาว่าระบบใดให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด หรือมีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด โดยมีระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุดการประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์วิธีที่ง่ายและนิยมใช้กันมากคือวิธีประเมินโดยคิดระยะเวลาคืนทุน ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้คำนวณหาปีที่คุ้มทุนของโครงการที่พิจารณา ซึ่งจะไม่มีการคิดภาษีและดอกเบี้ยมาร่วมในการวิเคราะห์ทำให้ง่ายแก่การคำนวณระยะเวลาคืนทุนโดยการคำนณค่าได้จากสมการ[42]

$$PB = \frac{I}{C - OE} \tag{3.27}$$

PB = ระยะเวลาคืนทุน (ปี)

I = เงินลงทุนเบื้องต้น (บาท)

C = รายได้เฉลี่ยต่อปี (บาท)

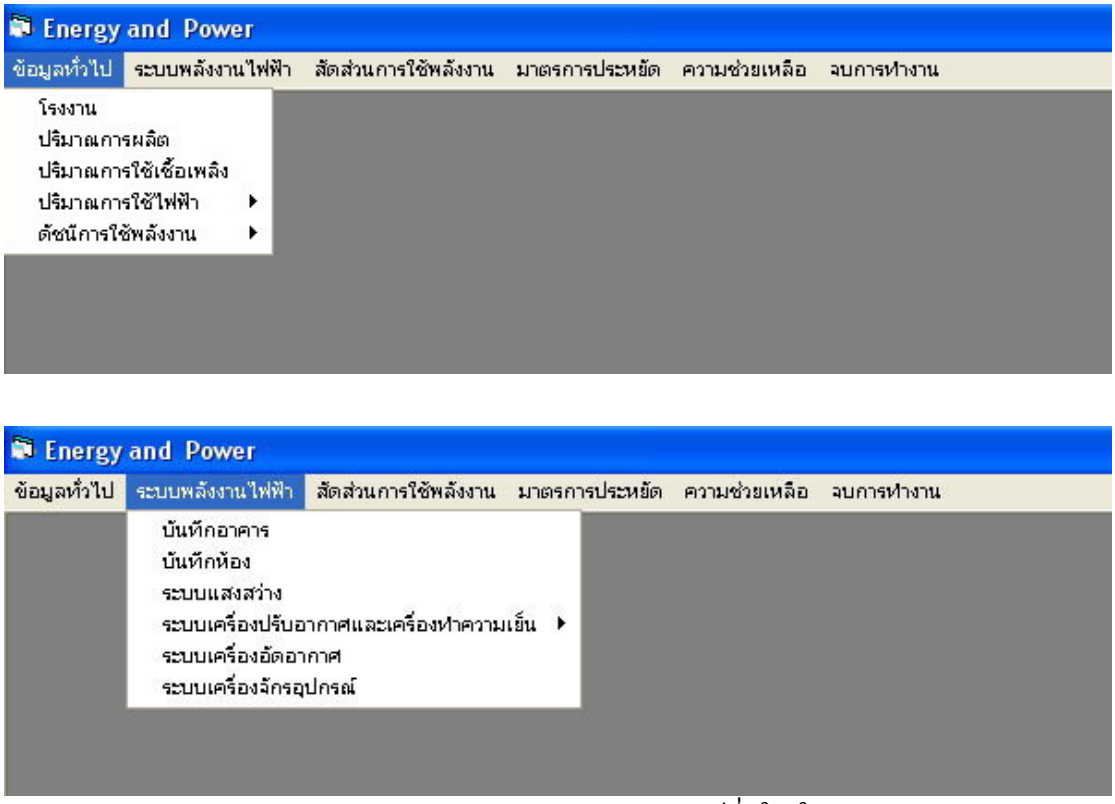
OE = รายจ่ายเฉลี่ยต่อตลอดปี (บาท)

กระบวนการโปรแกรม

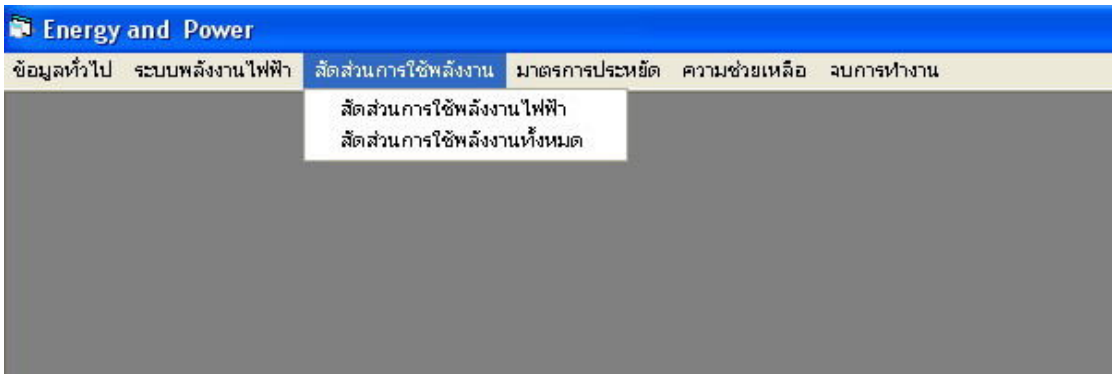
กระบวนการโปรแกรม คือกระบวนการสร้างโมดูลแต่ละอันในแผนผังโมดูลโครงสร้าง ที่ถูกเขียนขึ้นในกระบวนการออกแบบ

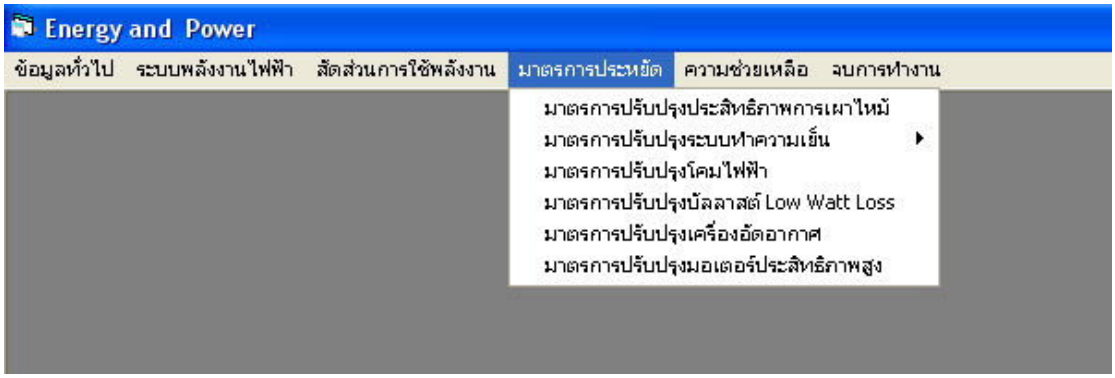
กระบวนการโปรแกรมจำเป็นต้องสร้างโมดูลแต่ละอันให้ออกมาอย่างถูกต้องดังที่แสดงไว้ในการออกแบบโมดูลของการใช้พลังงานไฟฟ้า และโมดูลของมาตรการประหยัดพลังงานตัวระบบก็เปรียบเสมือนเครื่องจักรที่มีโมดูลเป็นชิ้นส่วน หากชิ้นส่วนบางชิ้นมีปัญหา ระบบก็จะมีปัญหาตามไปด้วย

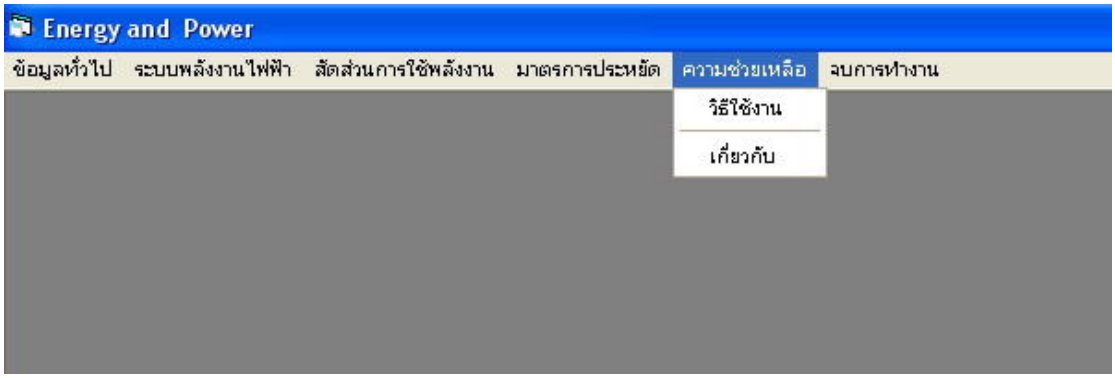
การเขียนโปรแกรม คือการแปลงรายละเอียดของแต่ละโมดูลให้เป็นประโยคคำสั่งตามภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม สิ่งที่ต้องเอาใจใส่ในการเขียนโปรแกรมก็คือ เข้าใจง่าย ก็คือมองดูแล้วเข้าใจอย่างรวดเร็วดังนั้นจึงต้องระวังในการตั้งชื่อโมดูล การตั้งชื่อตัวแปร การคอมเมนต์ การขึ้นบรรทัดใหม่ และอื่นๆ เรื่องของประสิทธิภาพโดยทั่วไปโปรแกรมที่เข้าใจง่ายมักมีประสิทธิภาพไม่ค่อยดี ส่วนโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพดีมักจะเข้าใจยาก แต่ทั่วไปแล้วมักจะเรียกเขียนโปรแกรมที่เข้าใจง่ายไว้ก่อน เพราะถ้าโปรแกรมเข้าใจง่ายการเมนเทนก็จะง่ายตามไปด้วยโดยการบำรุงรักษาคือการแก้ไขโปรแกรมในภายหลังเมื่อเกิดปัญหา หรือการเพิ่มฟังก์ชั่นให้โปรแกรมดังแสดงดังภาพประกอบ 8

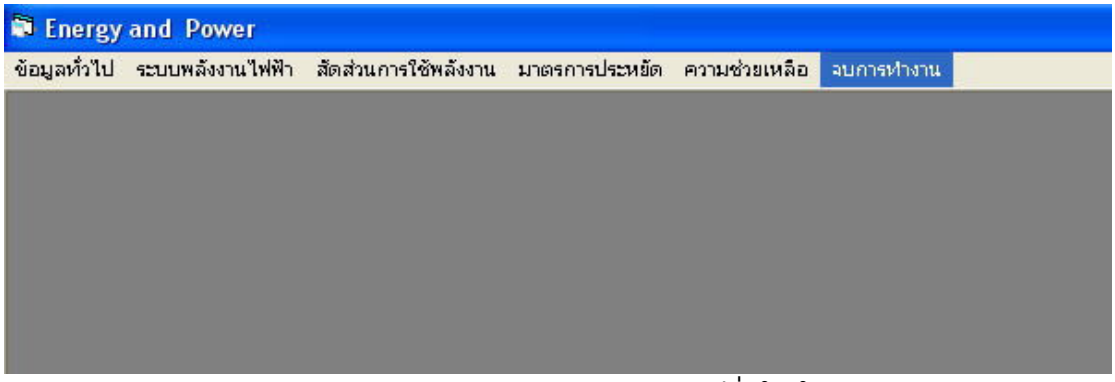


ภาพประกอบ 8 (ต่อ) แสดงหน้าจอมอนิเตอร์ที่ผู้ใช้ ใช้ทำงาน

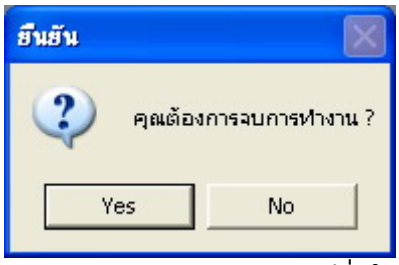








ภาพประกอบ 8 (ต่อ) แสดงหน้าจอมอนิเตอร์ที่ผู้ใช้ ใช้ทำงาน



ภาพประกอบ 8 แสดงหน้าจอมอนิเตอร์ที่ผู้ใช้ ใช้ทำงาน

กระบวนการทดสอบ

การทดสอบเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาโปรแกรม โดยมีขึ้นเพื่อค้นหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การทดสอบโมดูล เป็นการทดสอบทีละโมดูล โดยให้โมดูลนั้นทำงานอย่างอิสระ แล้วตรวจสอบตรรกะภาย ในโมดูล การทดสอบทำโดยการอ่านซอร์สโคด สร้างกรณีทดสอบซึ่งใช้ข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน แล้วให้โมดูลทำงานดูว่าได้ผลออกมาตรงตามความคาดหมายหรือไม่ ผลจากการทดสอบพบว่าผลลัพธ์ออกมาใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ได้จากการคิดคำนวณตามเอกสารรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน

2. การทดสอบการเชื่อมต่อ เป็นการนำโมดูลมาเชื่อมต่อกัน แล้วลองให้ทำงานดู เป็นการทดสอบว่าการทำงานโดยรวมถูกต้องหรือไม่แต่โมดูลที่นำมาเชื่อมต่อกันต้องผ่านการทดสอบโมดูลในขั้นตอนแรกก่อน ความผิดพลาดที่พบในขั้นตอนนี้ก็คือ อินเตอร์เฟสที่ไม่สมบรูณ์ ระหว่างโมดูล เช่น จำนวนหรือลำดับของข้อมูลที่รับส่งระหว่างโมดูลบนและโมดูลล่างไม่ถูกต้อง จะเห็นได้ว่าการทดสอบในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบว่า ในการแบ่งโมดูลได้แบ่งฟังก์ชั่นการทำงานถูกต้องหรือไม่ และนิยามอินเตอร์เฟสได้ถูกต้องหรือไม่ ซึ่งก็คือการตรวจสอบความถูกต้องของการออกแบบภายในนั่นเอง หากมีข้อบกพร่องในการออกแบบภายใน ก็จะถูกค้นพบได้ในกระบวนการทดสอบเชื่อมต่อโมดูลในการทดสอบการเชื่อมต่อโมดูล พบว่าผลการเชื่อมต่อไม่พบความบกพร่อง

3. การทดสอบระบบ เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพและการทำงานของระบบโดยรวม ต้องพยายามทดสอบภายใต้สิ่งแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากที่สุด แล้วทำการทดสอบโดยใช้กรณีที่เหมือนกับการใช้งานจริงการทดสอบระบบช่วยให้มองเห็นข้อบกพร่องในการออกแบบภายนอก จากการทดสอบระบบพบว่าระบบที่ได้มีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ

4. การทดลองใช้งาน เป็นการให้ผู้ใช้งานลองใช้ระบบจริงดู ขั้นตอนนี้จะทำให้รู้อย่างชัดเจนว่า ซอฟต์แวร์ที่ได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานหรือไม่ ในขั้นตอนนี้เราไม่สนใจว่าภายในระบบจะเป็นอะไรสนใจเพียงว่าเมื่ออินพุตข้อมูลเข้าไป ก็ต้องได้เอาต์พุตที่ต้องการออกมา และการทดสอบใช้งานนี้พบว่าการป้อนข้อมูลที่ต้องการเข้าไปหรือที่เรียกว่าการอินพุตที่ต้องการผลลัพธ์ที่ได้นั้นตรงตามความต้องการของผู้ใช้อย่างถูกต้อง

การทดสอบประสิทธิภาพการทดสอบเป็นกระบวนการที่ใช้คนและเวลามากที่สุด การเพิ่มประสิทธิภาพการทดสอบในงานวิจัยฉบับนี้จะดำเนินการโดย 2 วิธีคือ

1. ทำการทดสอบโมดูลกลางที่ถูกเรียกใช้งานจากหลายโมดูลก่อน
2. ทำการทดสอบ ซึ่งถ้าหากมองว่าทุกส่วนสำคัญหมด จะทำให้เราไม่ค้นหาข้อบกพร่อง แต่ถ้าเราเลือกระบบย่อยที่ต้องการความน่าเชื่อถือสูงมาทดสอบอย่างจริงจังก่อน จะช่วยให้ระบบย่อยนี้น่าจะมีความน่าเชื่อถือสูงเมื่อพบข้อบกพร่องใด ๆ ขึ้นมาเราก็สามารถคาดได้ว่าน่าจะเกิดจากระบบย่อยอื่น ทำให้ใช้เวลาน้อยลงในการหาสาเหตุของข้อบกพร่อง

ผู้ดำเนินการวิจัยได้ดำเนินทดสอบโปรแกรมโดยนำเอาข้อมูลจากรายงานการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุม ของบริษัท คอนซัลแตนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด ที่เสนอต่อ สำนักกำกับ และอนุรักษ์พลังงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน มาดำเนินการทดสอบกับโปรแกรมและเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรมประมวลผลกับผลที่ได้จากรายงานการตรวจสอบและวิเคราะห์ของสำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน ของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ซึ่งดำเนินการโดยการจัดเก็บข้อมูลและประมวลผลเป็นที่เรียบร้อยแล้วเป็นเครื่องมือในการดำเนินการทดสอบเปรียบเทียบ

สำหรับโรงงานที่นำมาทดสอบใช้งานนั้นมีจำนวน 10 โรงงานอันได้แก่

1. บริษัท ศรีสุรีย์ จำกัด[43]
2. บริษัท สหะมิตรดำเนิน จำกัด[44]
3. บริษัท โซนิส สตาร์ซ เทคโนโลยี จำกัด[45]
4. บริษัท ดาน่า สไปเซอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ระยอง[46]
5. บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ศูนย์จ่ายปูนซีเมนต์ ทีพีไอ อุดรธานี[47]
6. บริษัท ไทยโพลีโพรดักส์ จำกัด[48]
7. บริษัท มอนซานโต้เมล็ดพันธุ์ (ไทยแลนด์) จำกัด[49]
8. บริษัท รังสิต ฟุตแวร์ จำกัด[50]
9. บริษัท เวิร์ลดแวร์โพลีโพรดักส์ จำกัด[51]
10. บริษัท อี. คิว. รับเบอร์ จำกัด[52]

รายละเอียดเบื้องต้นของแต่ละโรงงานแสดงไว้ในภาคผนวก

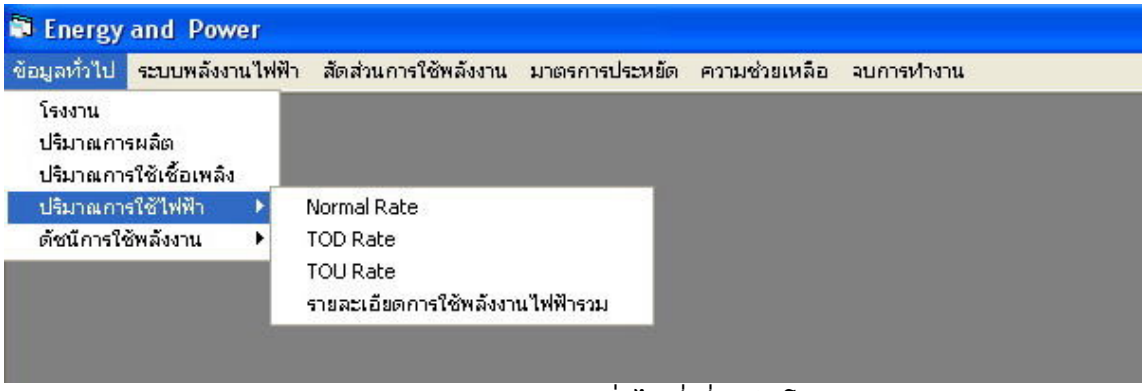
บทที่ 4
การทดสอบ และการประเมินผลโปรแกรม

การทดสอบโปรแกรม

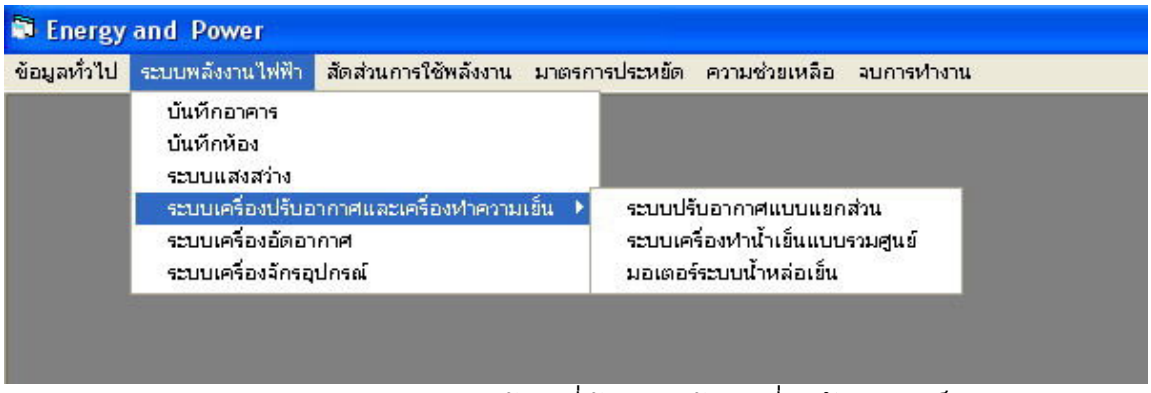
การทดสอบเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาโปรแกรม หลังจากที่ได้ผ่านกระบวนการการทดสอบโดยมีขึ้นเพื่อค้นหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม หากค้นพบข้อผิดพลาดแล้วทำการแก้ไขมากพอ ก็จะถือว่าข้อผิดพลาดที่เหลือมีน้อยมาก แต่เราก็ไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าโปรแกรมถูกต้องร้อยเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นขั้นตอนที่จะทดสอบ และประเมินโปรแกรมให้ได้ผลดีคือการทดสอบการใช้งานจริง ซึ่งการทดสอบใช้งานเป็นการให้ผู้ใช้งานลองใช้ระบบจริงดู ขั้นตอนนี้จะทำให้รู้อย่างชัดเจนว่าซอฟต์แวร์ที่ได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานหรือไม่ ในขั้นตอนนี้เราไม่สนใจว่าภายในระบบจะเป็นอะไรสนใจเพียงว่าเมื่ออินพุตอะไรเข้าไป ก็ต้องได้เอาต์พุตที่ต้องการออกมา และการทดสอบใช้งานนี้พบว่าการป้อนข้อมูลที่ต้องการเข้าไปหรือที่เรียกว่าการอินพุตที่ต้องการ ผลลัพธ์ที่ได้หรือที่เรียกว่าเอาต์พุตนั้นตรงตามความต้องการของผู้ใช้อย่างถูกต้อง

การทดสอบส่วนออกแบบภายนอก

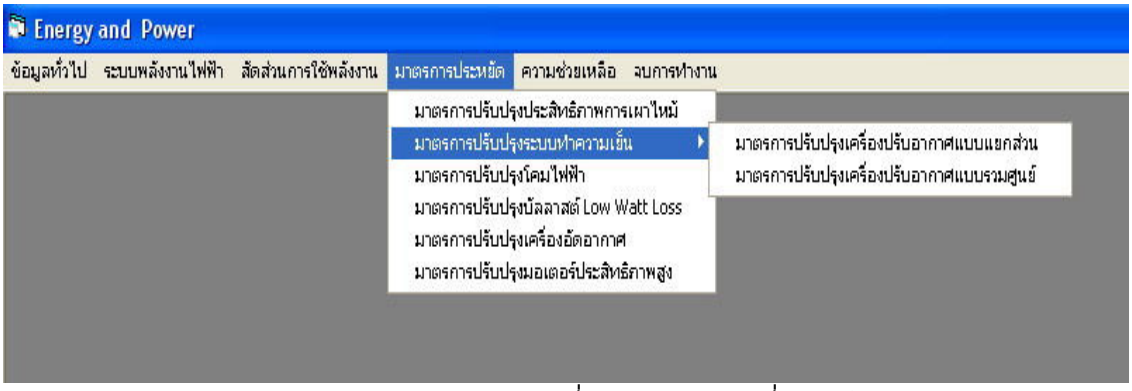
เป็นการทดสอบหน้าจอที่จะให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเข้าถึงกระบวนการป้อนข้อมูลเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลที่จะใช้ในการประมวลผลตามการออกแบบโปรแกรมโดยแสดงผลทางหน้าจอ ผลการทดสอบแสดงผลได้ผลดังภาพประกอบ 9 10 และ11 ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 9 แสดงข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวกับโรงงาน



ภาพประกอบ 10 แสดงหน้าจอที่ต้องป้อนข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์



ภาพประกอบ 11 แสดงหน้าจอที่แสดงมาตรการที่ควรปรับปรุง

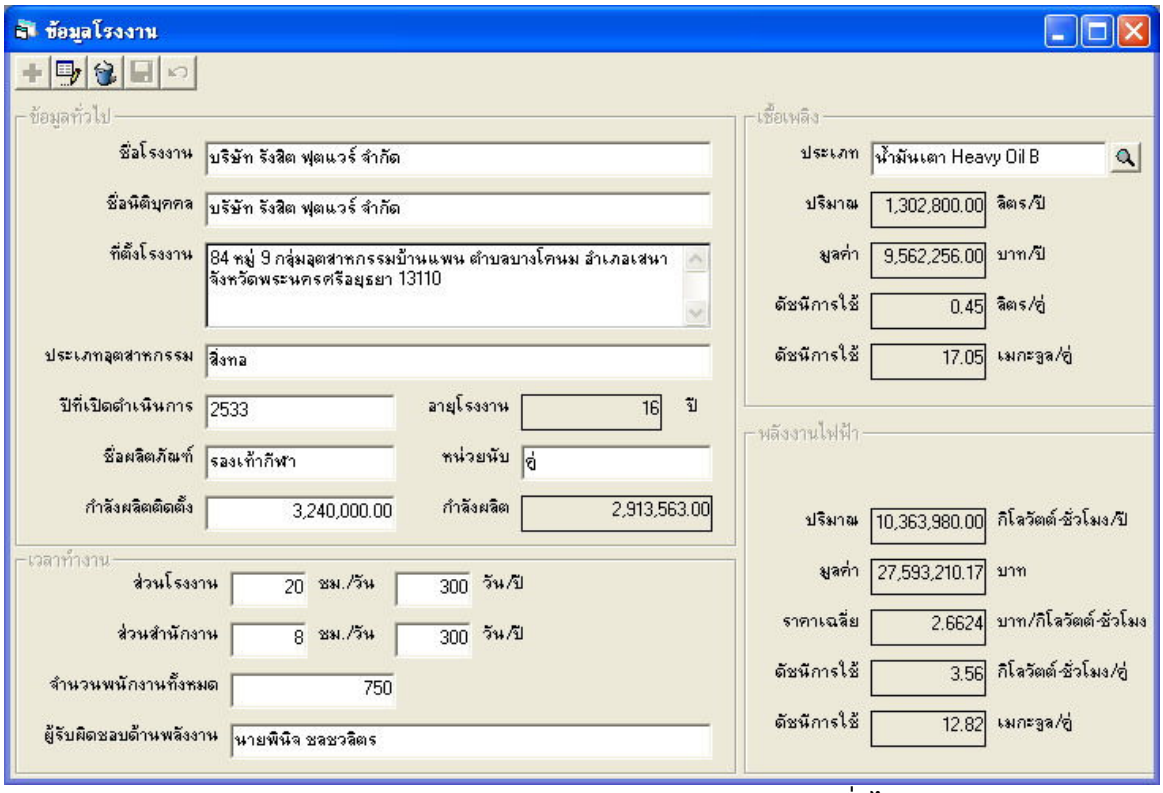
การทดสอบส่วนออกแบบภายใน

เป็นการทดสอบการป้อนข้อมูลว่าจะต้องทำอย่างไรเพื่อให้ระบบตอบสนองความต้องการของการออกแบบภายนอกโดยทดสอบป้อนข้อมูลที่แสดงในโครงสร้างเพื่อข้อมูลจะถูกจัดเก็บไว้เพื่อการประมวลผลตามที่ได้ออกแบบโปรแกรมไว้ การทดสอบการป้อนข้อมูลของโรงงานแสดงได้ดังนี้

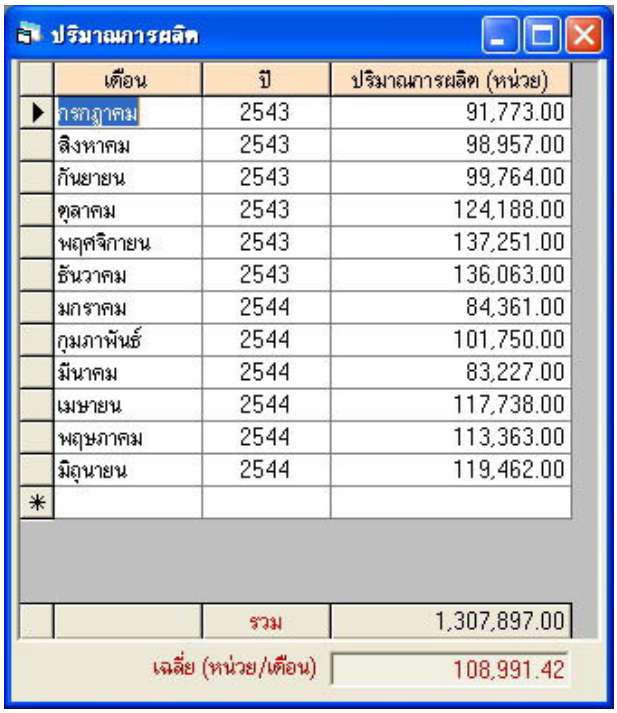
การทดสอบป้อนข้อมูลโรงงานทั่วไปเบื้องต้นโดยการดำเนินการป้อนข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องเช่น ชื่อโรงงาน ชื่อทางนิติบุคคล สถานที่ตั้ง ประเภทอุตสาหกรรมที่ดำเนินงาน และข้อมูลอื่น ๆ ตามที่ได้แสดงดังภาพประกอบ 12

การทดสอบป้อนข้อมูลการผลิตของโรงงานในรอบปี (12เดือน) โดยข้อมูลที่ป้อนจะต้องมีความสัมพันธ์กับของมูลการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีการใช้พลังงานในรอบการผลิตเดียวกัน แสดงในภาพประกอบ 13

การทดสอบการป้อนข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงในรอบปี (12เดือน) ที่สอดคล้องกับรอบปีเดียวกันกับการผลิต ดังแสดงในภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 12 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลทั่วไป



ปริมาณการผลิต

เดือน	ปี	ปริมาณการผลิต (หน่วย)
กรกฎาคม	2543	91,773.00
สิงหาคม	2543	98,957.00
กันยายน	2543	99,764.00
ตุลาคม	2543	124,188.00
พฤศจิกายน	2543	137,251.00
ธันวาคม	2543	136,063.00
มกราคม	2544	84,361.00
กุมภาพันธ์	2544	101,750.00
มีนาคม	2544	83,227.00
เมษายน	2544	117,738.00
พฤษภาคม	2544	113,363.00
มิถุนายน	2544	119,462.00
	รวม	1,307,897.00

เฉลี่ย (หน่วย/เดือน) 108,991.42

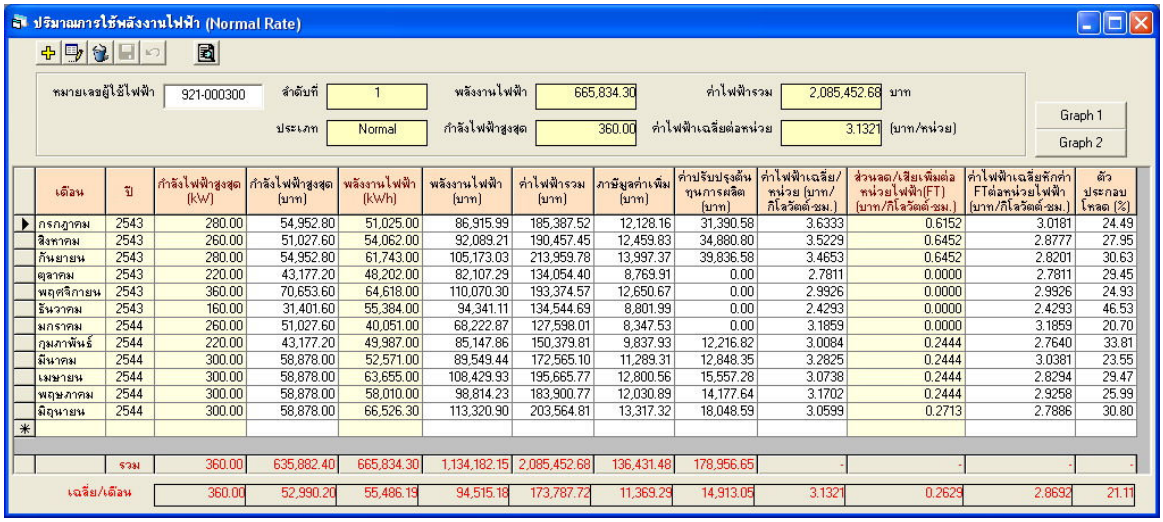
ภาพประกอบ 13 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลการผลิต

ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง

เดือน	ปี	ปริมาณเชื้อเพลิง (หน่วย)
กรกฎาคม	2544	80,150.00
สิงหาคม	2544	88,850.00
กันยายน	2544	98,700.00
ตุลาคม	2544	117,000.00
พฤศจิกายน	2544	128,700.00
ธันวาคม	2544	126,000.00
มกราคม	2545	121,200.00
กุมภาพันธ์	2545	87,600.00
มีนาคม	2545	122,500.00
เมษายน	2545	107,300.00
พฤษภาคม	2545	109,000.00
มิถุนายน	2545	115,800.00
	รวม	1,302,800.00
	เฉลี่ย (หน่วย/เดือน)	108,566.67

ภาพประกอบ 14 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลการใช้เชื้อเพลิง

การทดสอบการป้อนข้อมูลที่ได้จากบิลค่าไฟฟ้าที่มีรอบการผลิตและการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในรอบเดียวกันทั้ง 3 แบบคือแบบอัตราปกติ, แบบอัตราTOD และแบบอัตราTOU ดังแสดงในภาพประกอบ 15 16 และ17 ตามลำดับ



ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (Normal Rate)

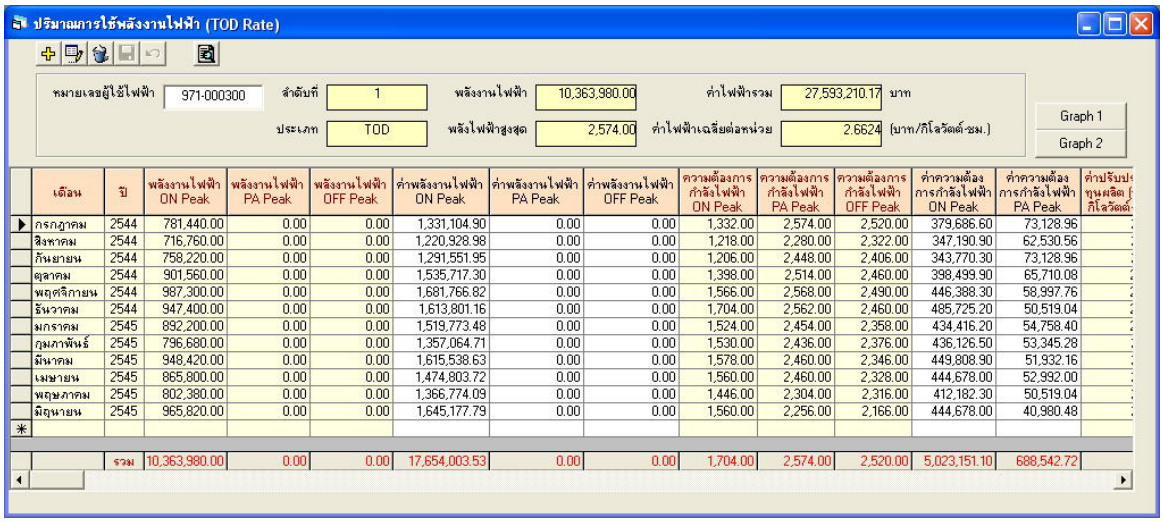
หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า 921-000300 ลำดับที่ 1 พลังงานไฟฟ้า 665,834.30 ค่าไฟฟ้ารวม 2,085,452.68 บาท

ประเภท Normal กำลังไฟฟ้าสูงสุด 360.00 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย 3.1321 (บาท/หน่วย)

Graph 1 Graph 2

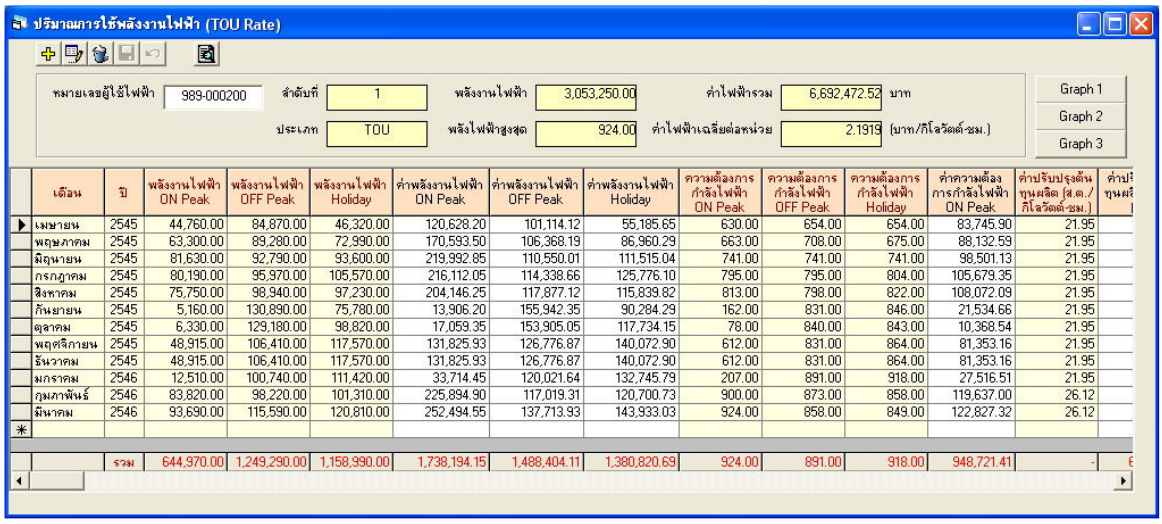
เดือน	ปี	กำลังไฟฟ้าสูงสุด (kW)	กำลังไฟฟ้าสูงสุด (บาท)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	พลังงานไฟฟ้า (บาท)	ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)	ภาษีมูลค่าเพิ่ม (บาท)	ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต (บาท)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย/หน่วย (บาท/กิโลวัตต์-ชม.)	ส่วนลด/เสียเพิ่มต่อหน่วยไฟฟ้า(FT) (บาท/กิโลวัตต์-ชม.)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยหักค่า FTต่อหน่วยไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์-ชม.)	ตัวประกอบโหลด (%)
กรกฎาคม	2543	280.00	54,952.80	51,025.00	86,915.99	185,387.52	12,128.16	31,390.58	3.6333	0.6152	3.0181	24.49
สิงหาคม	2543	260.00	51,027.60	54,062.00	92,089.21	190,457.45	12,459.83	34,880.80	3.5229	0.6452	2.8777	27.95
กันยายน	2543	280.00	54,952.80	61,743.00	105,173.03	213,959.78	13,997.37	39,836.58	3.4653	0.6452	2.8201	30.63
ตุลาคม	2543	220.00	43,177.20	48,202.00	82,107.29	134,054.40	8,769.91	0.00	2.7811	0.0000	2.7811	29.45
พฤศจิกายน	2543	360.00	70,653.60	64,618.00	110,070.30	193,374.57	12,650.67	0.00	2.9926	0.0000	2.9926	24.93
ธันวาคม	2543	160.00	31,401.60	55,384.00	94,341.11	134,544.69	8,801.99	0.00	2.4293	0.0000	2.4293	46.53
มกราคม	2544	260.00	51,027.60	40,051.00	68,222.87	127,598.01	8,347.53	0.00	3.1859	0.0000	3.1859	20.70
กุมภาพันธ์	2544	220.00	43,177.20	49,987.00	85,147.86	150,379.81	9,837.93	12,216.82	3.0084	0.2444	2.7640	33.81
มีนาคม	2544	300.00	58,878.00	52,571.00	89,549.44	172,565.10	11,289.31	12,848.35	3.2825	0.2444	3.0381	23.55
เมษายน	2544	300.00	58,878.00	63,655.00	108,429.93	195,665.77	12,800.56	15,557.28	3.0738	0.2444	2.8294	29.47
พฤษภาคม	2544	300.00	58,878.00	58,010.00	98,814.23	183,900.77	12,030.89	14,177.64	3.1702	0.2444	2.9258	25.99
มิถุนายน	2544	300.00	58,878.00	66,526.30	113,320.90	203,564.81	13,317.32	18,048.59	3.0599	0.2713	2.7886	30.80
	รวม	360.00	635,882.40	665,834.30	1,134,182.15	2,085,452.68	136,431.48	178,956.65	-	-	-	-
เฉลี่ย/เดือน		360.00	52,990.20	55,486.19	94,515.18	173,787.72	11,369.29	14,913.05	3.1321	0.2629	2.8692	21.11

ภาพประกอบ 15 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัตราปกติ



เดือน	ปี	พลังงานไฟฟ้า ON Peak	พลังงานไฟฟ้า PA Peak	พลังงานไฟฟ้า OFF Peak	ค่าพลังงานไฟฟ้า ON Peak	ค่าพลังงานไฟฟ้า PA Peak	ค่าพลังงานไฟฟ้า OFF Peak	ความต้องการกำลังไฟฟ้า ON Peak	ความต้องการกำลังไฟฟ้า PA Peak	ความต้องการกำลังไฟฟ้า OFF Peak	ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้า ON Peak	ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้า PA Peak	ค่าปรับป
กรกฎาคม	2544	781,440.00	0.00	0.00	1,331,104.90	0.00	0.00	1,332.00	2,574.00	2,520.00	379,686.60	73,128.96	
สิงหาคม	2544	716,760.00	0.00	0.00	1,220,928.98	0.00	0.00	1,218.00	2,280.00	2,322.00	347,190.90	62,530.56	
กันยายน	2544	758,220.00	0.00	0.00	1,291,551.95	0.00	0.00	1,206.00	2,448.00	2,406.00	343,770.30	73,128.96	
ตุลาคม	2544	901,560.00	0.00	0.00	1,535,717.30	0.00	0.00	1,398.00	2,514.00	2,460.00	398,499.90	65,710.08	
พฤศจิกายน	2544	987,300.00	0.00	0.00	1,681,766.82	0.00	0.00	1,566.00	2,568.00	2,490.00	446,388.30	58,997.76	
ธันวาคม	2544	947,400.00	0.00	0.00	1,613,801.16	0.00	0.00	1,704.00	2,562.00	2,460.00	485,725.20	50,519.04	
มกราคม	2545	892,200.00	0.00	0.00	1,519,773.48	0.00	0.00	1,524.00	2,454.00	2,358.00	434,416.20	54,758.40	
กุมภาพันธ์	2545	796,680.00	0.00	0.00	1,357,064.71	0.00	0.00	1,530.00	2,436.00	2,376.00	436,126.50	53,345.28	
มีนาคม	2545	948,420.00	0.00	0.00	1,615,538.63	0.00	0.00	1,578.00	2,460.00	2,346.00	449,808.90	51,932.16	
เมษายน	2545	865,800.00	0.00	0.00	1,474,803.72	0.00	0.00	1,560.00	2,460.00	2,328.00	444,678.00	52,992.00	
พฤษภาคม	2545	802,380.00	0.00	0.00	1,366,774.09	0.00	0.00	1,446.00	2,304.00	2,316.00	412,182.30	50,519.04	
มิถุนายน	2545	965,820.00	0.00	0.00	1,645,177.79	0.00	0.00	1,560.00	2,256.00	2,166.00	444,678.00	40,980.48	
	รวม	10,363,980.00	0.00	0.00	17,654,003.53	0.00	0.00	1,704.00	2,574.00	2,520.00	5,023,151.10	688,542.72	

ภาพประกอบ 16 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัตราTOD

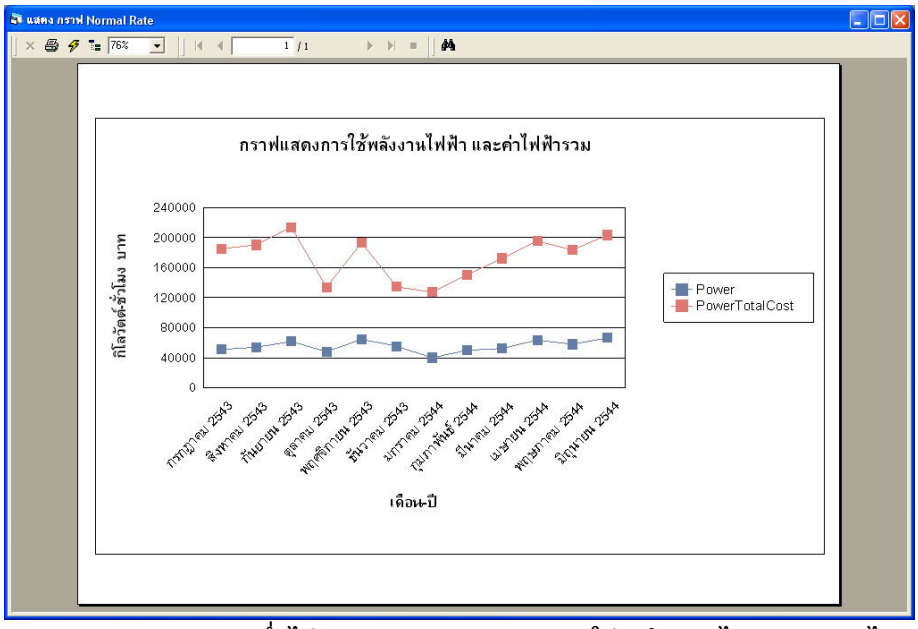


เดือน	ปี	พลังงานไฟฟ้า ON Peak	พลังงานไฟฟ้า OFF Peak	พลังงานไฟฟ้า Holiday	ค่าพลังงานไฟฟ้า ON Peak	ค่าพลังงานไฟฟ้า OFF Peak	ค่าพลังงานไฟฟ้า Holiday	ความต้องการกำลังไฟฟ้า ON Peak	ความต้องการกำลังไฟฟ้า OFF Peak	ความต้องการกำลังไฟฟ้า Holiday	ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้า ON Peak	ค่าปรับปรุงต้นทุนผลิต (ส.ต./กิโลวัตต์-ชม.)	ค่าป
เมษายน	2545	44,760.00	84,870.00	46,320.00	120,628.20	101,114.12	55,185.65	630.00	654.00	654.00	83,745.90	21.95	
พฤษภาคม	2545	63,300.00	89,280.00	72,990.00	170,593.50	106,368.19	86,960.29	663.00	708.00	675.00	88,132.59	21.95	
มิถุนายน	2545	81,630.00	92,790.00	93,600.00	219,992.85	110,550.01	111,515.04	741.00	741.00	741.00	98,501.13	21.95	
กรกฎาคม	2545	80,190.00	95,970.00	105,570.00	216,112.05	114,338.66	125,776.10	795.00	795.00	804.00	105,679.35	21.95	
สิงหาคม	2545	75,750.00	98,940.00	97,230.00	204,146.25	117,877.12	115,839.82	813.00	798.00	822.00	108,072.09	21.95	
กันยายน	2545	5,160.00	130,890.00	75,780.00	13,906.20	155,942.35	90,284.29	162.00	831.00	846.00	21,534.66	21.95	
ตุลาคม	2545	6,330.00	129,180.00	98,820.00	17,059.35	153,905.05	117,734.15	78.00	840.00	843.00	10,368.54	21.95	
พฤศจิกายน	2545	48,915.00	106,410.00	117,570.00	131,825.93	126,776.87	140,072.90	612.00	831.00	864.00	81,353.16	21.95	
ธันวาคม	2545	48,915.00	106,410.00	117,570.00	131,825.93	126,776.87	140,072.90	612.00	831.00	864.00	81,353.16	21.95	
มกราคม	2546	12,510.00	100,740.00	111,420.00	33,714.45	120,021.64	132,745.79	207.00	891.00	918.00	27,516.51	21.95	
กุมภาพันธ์	2546	83,820.00	98,220.00	101,310.00	225,894.90	117,019.31	120,700.73	900.00	873.00	858.00	119,637.00	26.12	
มีนาคม	2546	93,690.00	115,590.00	120,810.00	252,494.55	137,713.93	143,933.03	924.00	858.00	849.00	122,827.32	26.12	
	รวม	644,970.00	1,249,290.00	1,158,990.00	1,738,194.15	1,488,404.11	1,380,820.69	924.00	891.00	918.00	948,721.41	-	

ภาพประกอบ 17 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัตราTOU

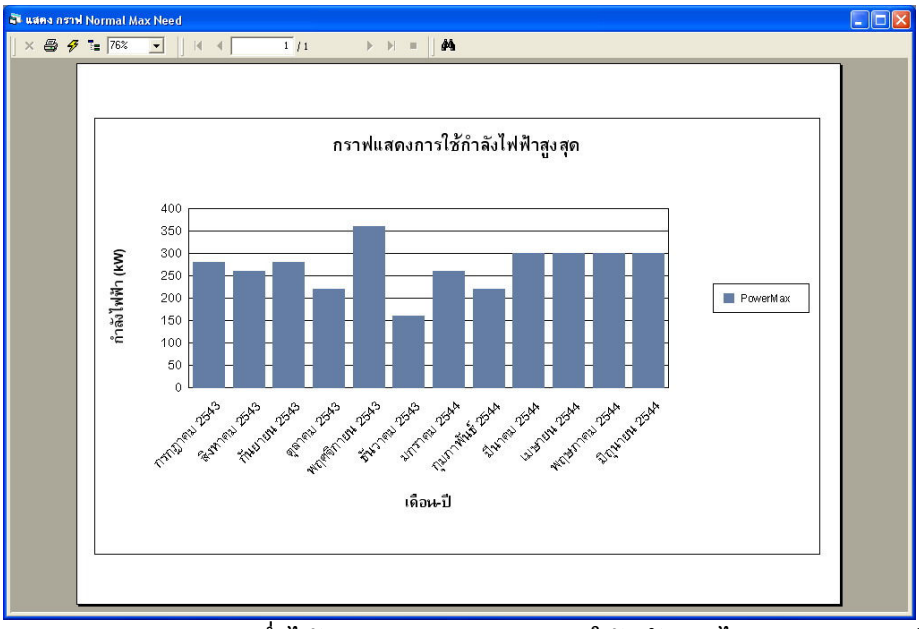
การทดสอบงานประมวลผลของโปรแกรมในการประมวลผลที่ได้จากการจัดเก็บข้อมูลการผลิต การใช้เชื้อเพลิง ข้อมูลการใช้พลังงานจากค่าใช้ไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ในแต่ละเดือนและขนาดกำลังของอุปกรณ์ของสถานประกอบการ โดยจัดเก็บเป็นระบบฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์เพื่อจะใช้เป็นฐานข้อมูล ในการประมวลผลค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิตของโรงงาน การจำแนกสัดส่วนการใช้พลังงานของแต่ละอุปกรณ์ จะแสดงผลออกทางหน้าจอดังต่อไปนี้

ผลจากการประมวลผลข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้ารวมแบบอัตราปกติ โดยแสดงเป็นกราฟซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าที่แปรผันตามเวลา ดังแสดงในภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 แสดงผลกราฟซึ่งได้จากการประมวลผลการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้ารวมแบบอัตราปกติ

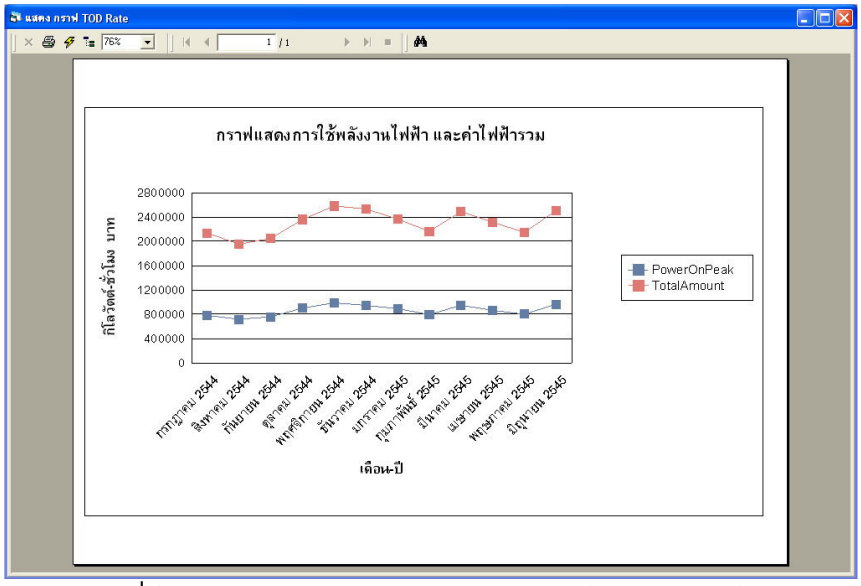
ผลจากการประมวลผลข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้ารวมแบบอัตราปกติโดยแสดงเป็นกราฟซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่แปรผันตามเวลา ดังแสดงในภาพประกอบ 19



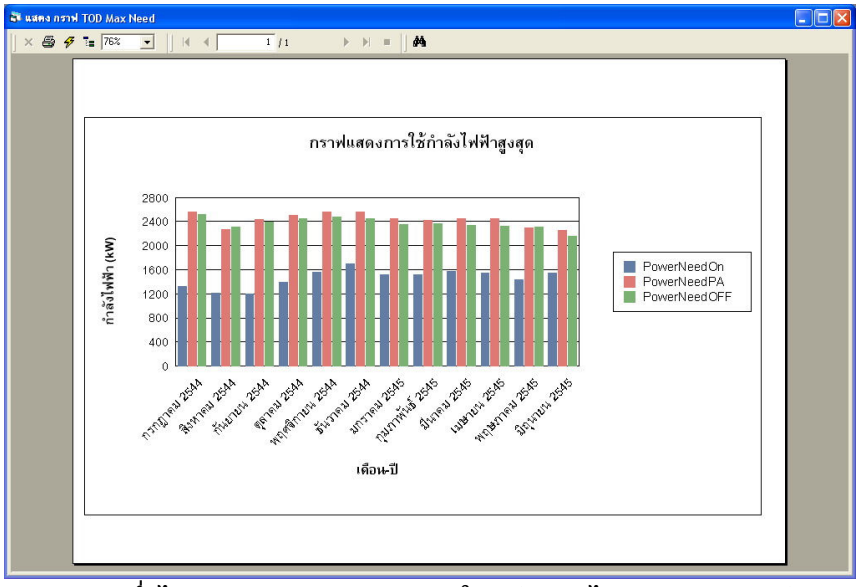
ภาพประกอบ 19 แสดงผลกราฟซึ่งได้จากการประมวลผลการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดแบบอัตราปกติ

ผลจากการประมวลผลข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้ารวมแบบอัตราTOD โดยแสดงเป็นกราฟซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่แปรผันตามเวลา ดังแสดงในภาพประกอบ 20

ผลจากการประมวลผลข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดแบบอัตราTODโดยแสดงเป็นกราฟซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่แปรผันตามเวลา ดังแสดงในภาพประกอบ 21



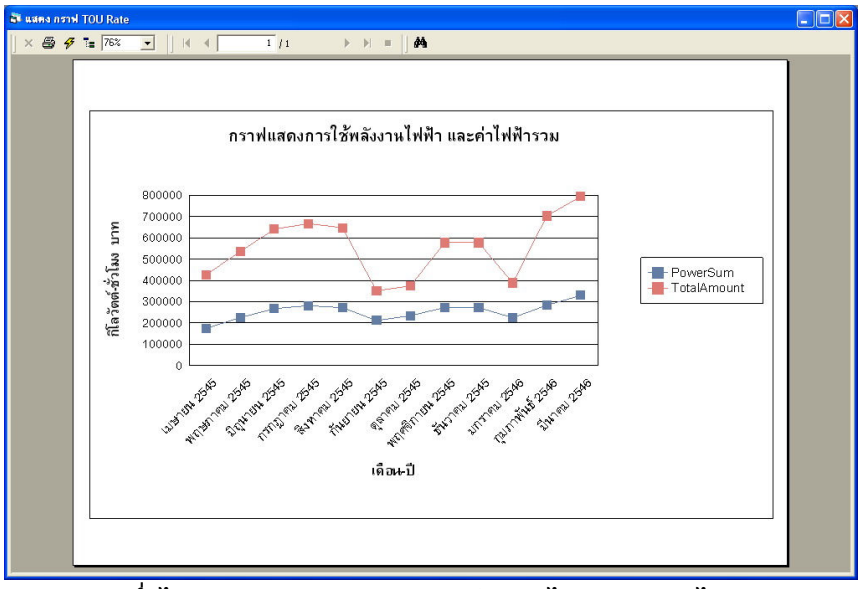
ภาพประกอบ 20 กราฟซึ่งได้จากการประมวลผลการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้ารวมแบบTOD



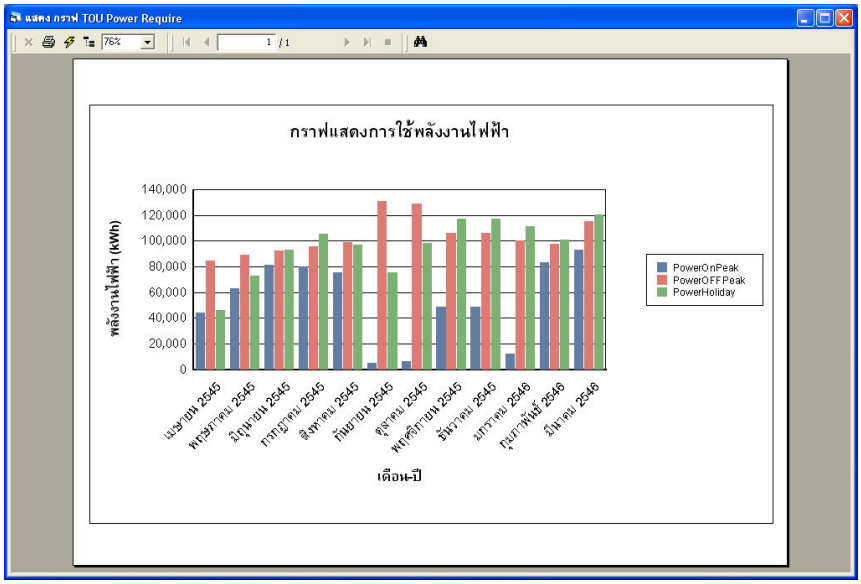
ภาพประกอบ 21 กราฟซึ่งได้จากการประมวลผลการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดแบบอัตราTOD

ผลจากการประมวลผลค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้ารวมแบบอัตราTOUโดยแสดงเป็นกราฟซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่แปรผันตามเวลาดังแสดงในภาพประกอบ 22

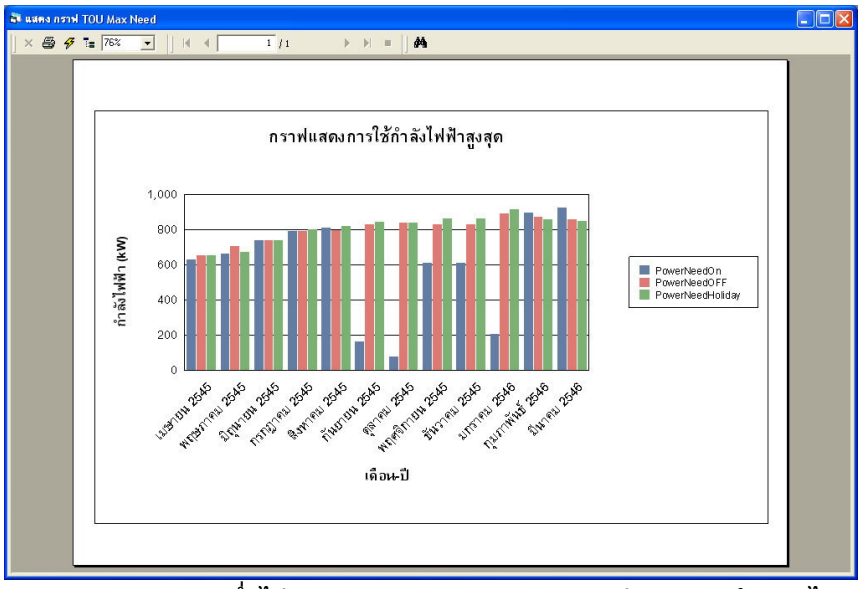
ผลจากการประมวลผลแสดงเป็นกราฟซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าแต่ละช่วงเวลา ดังแสดงในภาพประกอบ 23 และค่าความต้องการพลังไฟฟ้า ดังแสดงในภาพประกอบ 24



ภาพประกอบ 22 กราฟซึ่งได้จากการประมวลผลค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้ารวมแบบอัตราTOU

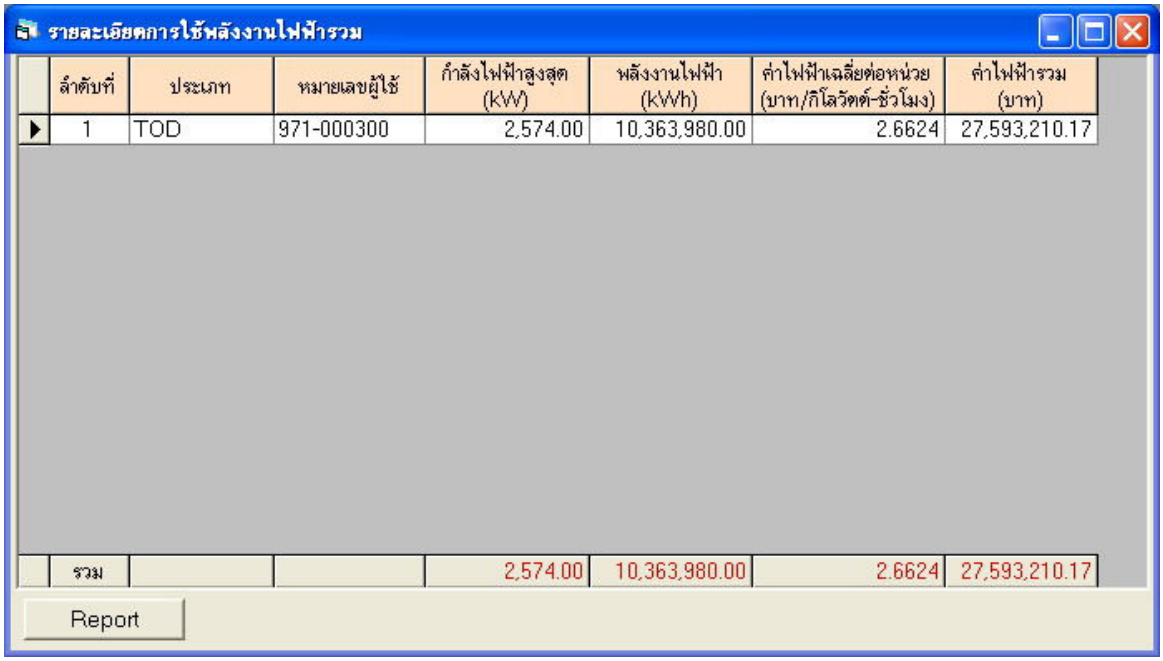


ภาพประกอบ 23 แสดงผลกราฟการประมวลผลค่าพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาแบบอัตราTOU



ภาพประกอบ 24 แสดงผลกราฟซึ่งได้จากการประมวลผลค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าแบบอัตราTOU

ผลสรุปการประมวลผลของสถานประกอบการที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 3 แบบดังภาพประกอบ 25



รายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม

ลำดับที่	ประเภท	หมายเลขผู้ใช้	กำลังไฟฟ้าสูงสุด (kW)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)
1	TOD	971-000300	2,574.00	10,363,980.00	2.6624	27,593,210.17
รวม			2,574.00	10,363,980.00	2.6624	27,593,210.17

Report

ภาพประกอบ 25 แสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมในสถานประกอบการเดียว

การทดสอบหาการใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์แต่ละชนิดโดยการป้อนข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดหรือข้อมูลที่ได้จากรายละเอียดของอุปกรณ์และมีข้อมูลในส่วนแรกมาเป็นฐานข้อมูลที่จะนำมาประมวลผลโดยโปรแกรมผลที่ได้แสดงออกทางหน้าจอ ดังต่อไปนี้

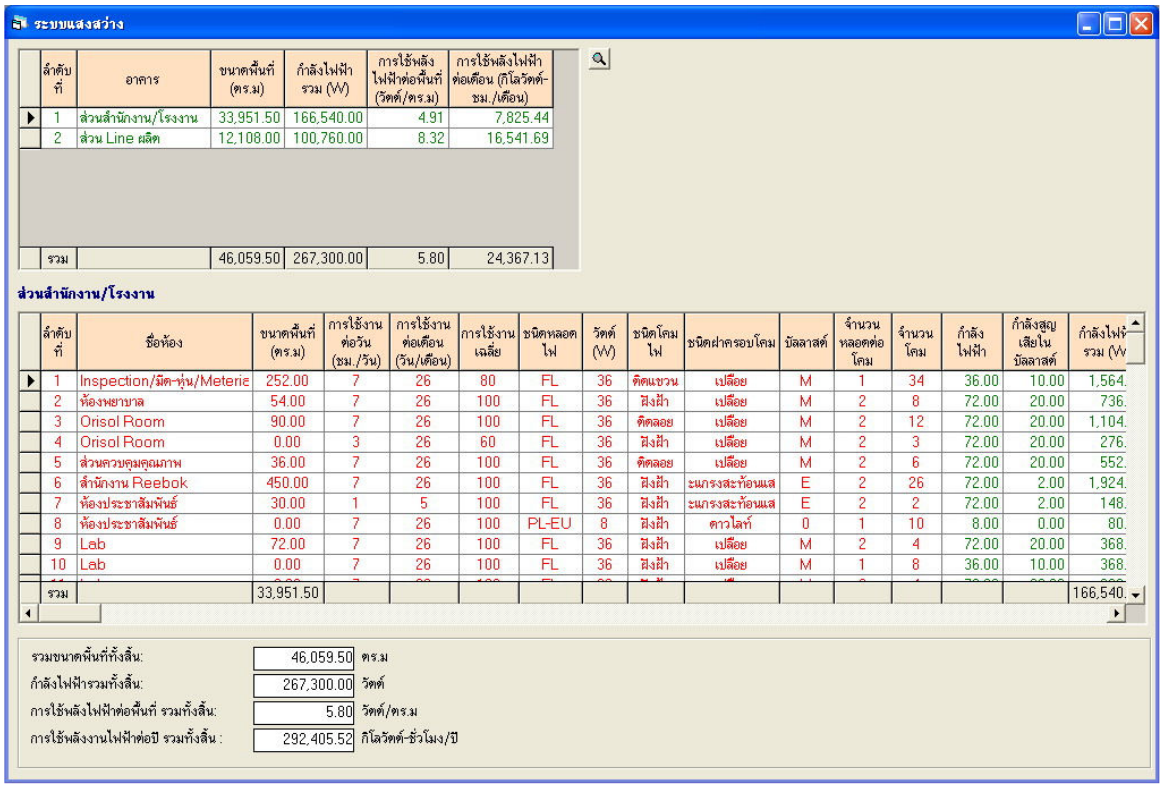
ผลที่ได้จากโปรแกรมหาการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่างดังภาพประกอบ 26

ผลที่ได้จากโปรแกรมหาการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์แสดงไว้ดังภาพประกอบ 27

ผลที่ได้จากโปรแกรมหาการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ระบบน้ำหล่อเย็นแสดงไว้ดังภาพประกอบ 28

ผลที่ได้จากโปรแกรมหาการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบอัดอากาศแสดงไว้ดังภาพประกอบ 29

ผลที่ได้จากโปรแกรมหาการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่มีขนาดตั้งแต่ 1 กิโลวัตต์ขึ้นไปดังภาพประกอบ 30



ภาพประกอบ 26 แสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง

ระบบเครื่องทำน้ำเย็นแบบรวมศูนย์

ชื่ออุปกรณ์	การใช้งานต่อวัน (ชม./วัน)	การใช้งานต่อเดือน (วัน/เดือน)	Factor (%)	Volt	Amp	PF	kW	การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเดือน (กิโลวัตต์-ชม./เดือน)	หมายเหตุ
เครื่องทำน้ำเย็น #1 (Unit 1)	16	13	70	381	27.20	0.83	14.90	2,169.17	
เครื่องทำน้ำเย็น #1 (Unit 2)	16	13	70	382	28.60	0.86	16.27	2,369.46	
เครื่องทำน้ำเย็น #2 (Unit 1)	16	13	70	383	28.60	0.85	16.13	2,348.04	
เครื่องทำน้ำเย็น #2 (Unit 2)	16	13	70	382	28.40	0.84	15.78	2,298.18	
รวม								9,184.85	

การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์รวมทั้งปี: 110,218.20 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ภาพประกอบ 27 แสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบรวมศนูย์

ระบบน้ำหล่อเย็น

ชื่ออุปกรณ์	การใช้งานต่อวัน (ชม./วัน)	การใช้งานต่อเดือน (วัน/เดือน)	Factor (%)	Volt	Amp	PF	kW	การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเดือน (กิโลวัตต์-ชม./เดือน)	หมายเหตุ
มอเตอร์หอผึ่งน้ำเย็น #1	16	26	70	384	4.30	0.92	2.63	766.20	
มอเตอร์หอผึ่งน้ำเย็น #2	16	26	70	385	3.80	0.96	2.43	708.38	
มอเตอร์หอผึ่งน้ำเย็น #3	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	
รวม								1,474.58	

การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบหล่อเย็นในระบบเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์รวมทั้งปี: 17,694.93 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ภาพประกอบ 28 แสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ระบบน้ำหล่อเย็น

ระบบเครื่องอัดอากาศ

ชื่ออุปกรณ์	พิกัดกำลังไฟฟ้า (kW)	กำลังไฟฟ้า On load (kW)	On Load Factor (%)	กำลังไฟฟ้า Off Load (kW)	Off Load Factor (%)	การใช้งานต่อวัน (ชม./วัน)	การใช้งานต่อเดือน (วัน/เดือน)	การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเดือน (กิโลวัตต์-ชม./เดือน)
Air Compressor 1	30.00	26.45	25.00	11.32	75.00	16.0	20.0	4,832.80
Air Compressor 2	37.00	32.90	25.00	14.15	75.00	16.0	20.0	6,028.00
Air Compressor 3	30.00	26.40	25.00	11.88	75.00	16.0	20.0	4,963.20
Air Compressor 4	37.00	32.56	25.00	17.58	75.00	16.0	12.0	4,094.40
Air Compressor 5	30.00	26.10	25.00	11.74	75.00	16.0	20.0	4,905.60
Air Compressor 6	55.00	47.92	25.00	26.36	75.00	16.0	20.0	10,160.00
Air Compressor 7	37.00	31.45	25.00	14.78	75.00	16.0	20.0	6,063.20
Air Compressor 8	37.00	32.16	25.00	15.12	75.00	16.0	13.0	4,031.04
Air Compressor 9	37.00	32.34	25.00	17.14	75.00	16.0	12.0	4,020.48
รวม								49,098.72

การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศรวมทั้งปี: 589,184.64 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ภาพประกอบ 29 แสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบอัดอากาศ

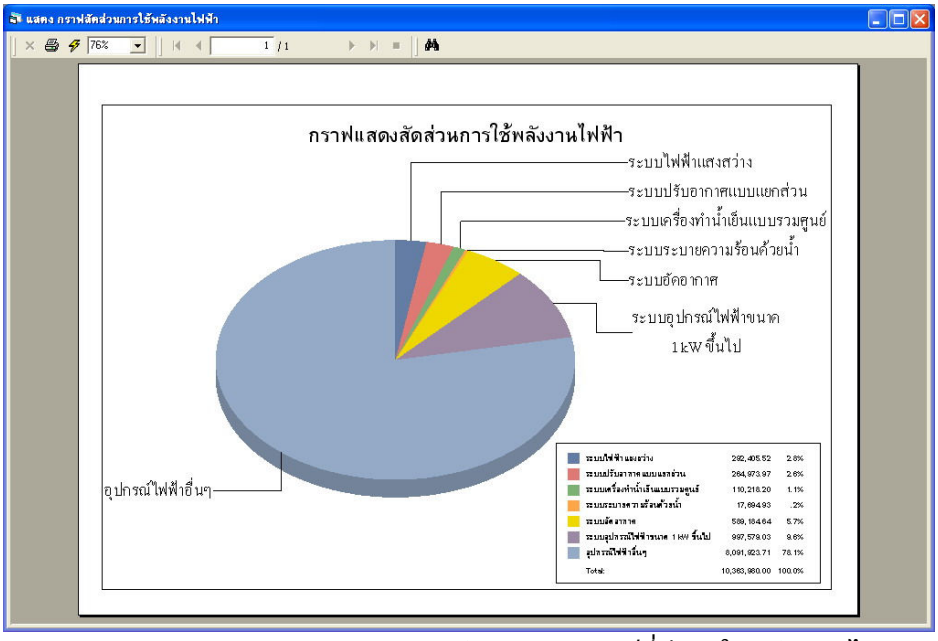
ระบบเครื่องจักรอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 1 กิโลวัตต์ขึ้นไป

สถานที่ใช้งาน	ชื่อเครื่องจักรและอุปกรณ์	จำนวน	การใช้งานต่อวัน (ชม./วัน)	การใช้งานต่อเดือน (วัน/เดือน)	การใช้งานเฉลี่ย (%)	พิกัดกำลังไฟฟ้า (kW)	แรงดัน (V)	กระแส (Amp)	PF	กำลังไฟฟ้า (kW)	กำลังไฟฟ้า/พิกัดกำลังไฟฟ้า (%)	การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเดือน (กิโลวัตต์-ชม./เดือน)
ผลิตพื้นรองเท้า	Mixer 3	1	3	26	60	187.00	386	236.67	0.80	126.58	67.69	5,924.16
ผลิตพื้นรองเท้า	Kneader 1	1	3	26	50	124.00	387	172.00	0.82	94.54	76.24	3,687.05
ผลิตพื้นรองเท้า	Kneader 2	1	3	26	50	124.00	388	174.00	0.83	97.06	78.27	3,785.16
ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 1	1	4	26	50	95.00	391	58.90	0.69	27.52	28.97	1,431.22
ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 2	1	4	26	50	95.00	380	81.40	0.57	30.54	32.15	1,587.99
ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 3	1	4	22	50	95.00	382	78.10	0.61	31.52	33.18	1,386.94
ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 4	1	4	26	50	95.00	380	70.32	0.58	26.84	28.26	1,395.90
ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 5	1	4	26	50	95.00	376	72.60	0.46	21.75	22.89	1,130.96
ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 6	1	4	26	50	95.00	380	68.67	0.81	36.61	38.54	1,903.71
ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 7	1	4	26	50	95.00	380	88.40	0.54	31.42	33.07	1,633.78
ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 8	1	4	26	50	95.00	375	72.10	0.56	26.22	27.61	1,363.70
ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 9	1	4	26	50	95.00	378	80.60	0.63	33.25	34.99	1,728.75
ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 10	1	4	26	50	95.00	380	67.80	0.72	32.13	33.82	1,670.74
ผลิตพื้นรองเท้า	Calender 1	1	8	26	50	75.00	381	74.20	0.62	30.36	40.48	3,157.29
ผลิตพื้นรองเท้า	Calender 2	1	8	26	50	75.00	380	60.67	0.58	23.16	30.88	2,408.68
ผลิตพื้นรองเท้า	มอเตอร์ Cyclone 2	1	7	26	60	45.00	378	40.87	0.78	20.87	46.38	2,279.16
ผลิตพื้นรองเท้า	มอเตอร์ Hot Oil 1	1	8	26	60	22.00	396	27.13	0.91	16.93	76.97	2,113.30
ผลิตพื้นรองเท้า	มอเตอร์ Hot Oil 2	1	8	26	60	22.00	398	22.37	0.93	14.34	65.19	1,789.81
ผลิตพื้นรองเท้า	มอเตอร์ไฟฟ้าแท่น EVA 1	1	2	26	30	18.50	381	14.33	0.85	8.04	43.45	125.39
ผลิตพื้นรองเท้า	มอเตอร์ไฟฟ้าแท่น EVA 2	1	2	26	30	18.50	380	15.10	0.76	7.55	40.83	117.83
ผลิตพื้นรองเท้า	มอเตอร์ไฟฟ้า(No.21-53)	33	13	26	30	11.00	380	10.20	0.88	5.91	53.71	19,768.74
ผลิตพื้นรองเท้า	มอเตอร์ไฟฟ้า(No.54-65)	12	5	26	30	11.00	382	11.35	0.87	6.53	59.39	3,057.63
รวม		77										83,131.59

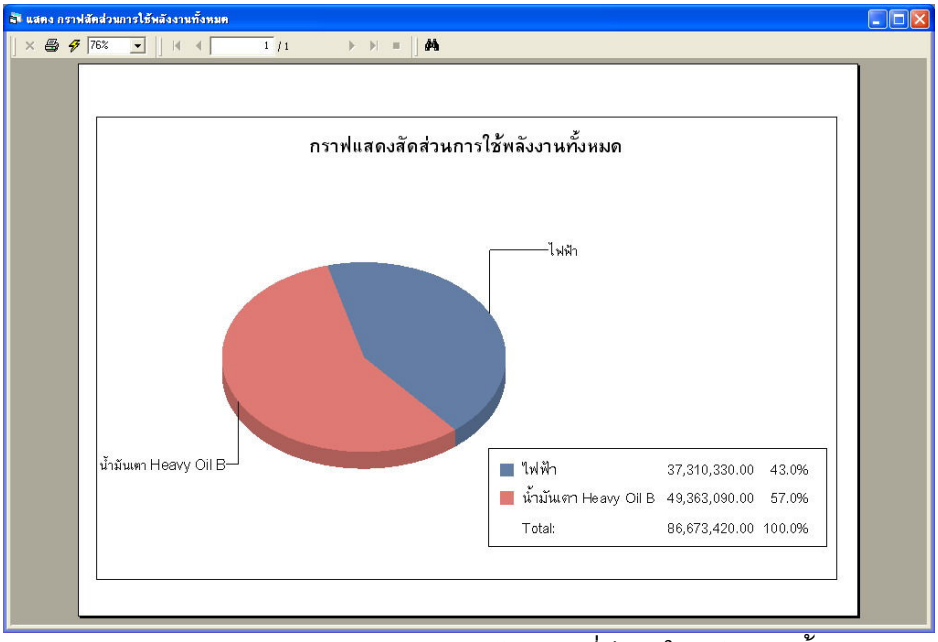
การใช้พลังงานไฟฟ้าของไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 1 กิโลวัตต์ขึ้นไปรวมทั้งปี: 997,579.03 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ภาพประกอบ 30 แสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่มีขนาดตั้งแต่ 1 กิโลวัตต์ขึ้นไป

ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่หาการใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดแสดงเป็นกราฟแสดงการจำแนกสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ ผลจากการประมวลผลโดยแสดงเป็นกราฟแสดงการจำแนกสัดส่วนการใช้พลังงานทั้งหมดสถานประกอบการ ดังแสดงไว้ในภาพประกอบ 31 และ32 ตามลำดับ



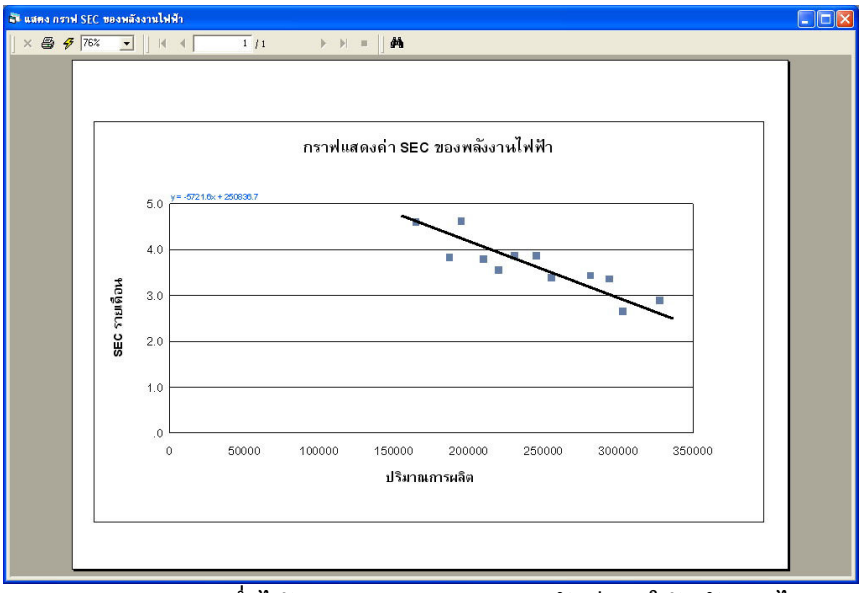
ภาพประกอบ 31 แสดงผลกราฟแสดงสัดส่วนอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า



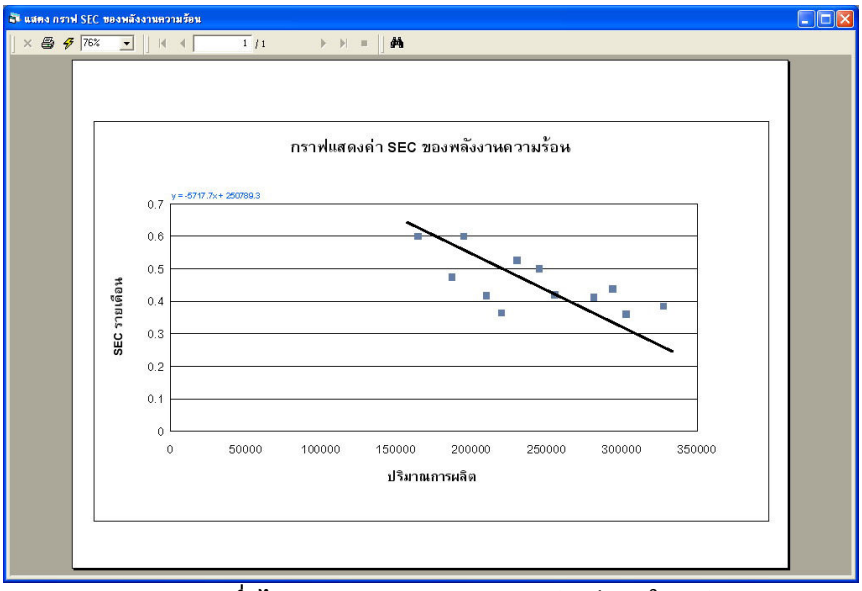
ภาพประกอบ 32 แสดงผลกราฟแสดงสัดส่วนที่มีการใช้พลังงานทั้งหมด

ผลการประมวลดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำเพาะต่อหน่วยการผลิตของโรงงาน ดังแสดงผลลัพธ์ดังภาพประกอบ 33

ผลการประมวลดัชนีการใช้พลังงานความร้อนจำเพาะต่อหน่วยการผลิตของโรงงาน ดังแสดงผลลัพธ์ดังภาพประกอบ 34



ภาพประกอบ 33 แสดงผลกราฟซึ่งได้จากการประมวลผลค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำเพาะต่อหน่วยการผลิตของโรงงาน



ภาพประกอบ 34 แสดงผลกราฟซึ่งได้จากการประมวลผลค่าดัชนีการใช้พลังงานความร้อนจำเพาะต่อหน่วยการผลิตของโรงงาน

การทดสอบประมวลผลโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์หามาตรการการประหยัดพลังงานเบื้องต้นในแต่ละอุปกรณ์โดยประเมินจากการใช้พลังงานของแต่ละอุปกรณ์ที่ได้จัดเก็บไว้เป็นฐานข้อมูล และข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดเพิ่มเติม โดยอาศัยข้อกำหนด และมาตรการที่ทางกรมส่งเสริม และอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้นำมาวิเคราะห์ประมวลผลเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงให้มีการประหยัดพลังงานในแต่ละอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงาน ดังผลการทดสอบโปรแกรมที่ได้แสดงดังต่อไปนี้

ผลการทดสอบมาตรการการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ ผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังภาพประกอบ 35

ผลการทดสอบโปรแกรมมาตรการปรับปรุงระบบทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังภาพประกอบ 36

ผลการทดสอบโปรแกรมมาตรการปรับปรุงระบบทำความเย็นโดยการควบคุมความดันด้านอีแวพอเรเตอร์ ผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังภาพประกอบ 37

ผลการทดสอบโปรแกรมมาตรการปรับปรุงระบบทำความเย็นโดยลดความดันด้านคอนเดนเซอร์ ผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังภาพประกอบ 38

ผลการทดสอบโปรแกรมมาตรการปรับปรุงโคมไฟฟ้า ผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังภาพประกอบ 39

ผลการทดสอบโปรแกรมมาตรการปรับปรุงบัลลาสต์ Low Watt Loss ผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังภาพประกอบ 40

ผลการทดสอบโปรแกรมมาตรการลดการรั่วของอากาศอัด ผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังภาพประกอบ 41

ผลการทดสอบโปรแกรมมาตรการลดความดันของอากาศอัด ผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังภาพประกอบ 42

ผลการทดสอบโปรแกรมมาตรการลดอุณหภูมิของอากาศที่ดูดเข้า ผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังภาพประกอบ 43

ผลการทดสอบโปรแกรมมาตรการปรับปรุงมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังภาพประกอบ 44

ผลการทดสอบโปรแกรมแสดงตารางสรุปมาตรการประหยัดพลังงานแสดงออกทางจอคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ ผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังภาพประกอบ 45

มาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

ลำดับที่	ชื่ออุปกรณ์	กำลังผลิต (ตัน/ชั่วโมง)	ชั่วโมงการใช้งาน (ชม./วัน)	จำนวนวันใช้งาน (วัน/เดือน)	จำนวนเดือนใช้งาน (เดือน/ปี)	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/วัน)	ชนิดเชื้อเพลิง	ค่าความร้อนต่ำ (kcal/kg)	ความหนาแน่น (kg/liter)	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (kg/hr.)	ปริมาณอากาศโดยทฤษฎี (NM^3/kg fuel)	ปริมาณก๊าซเสียโดยทฤษฎี (NM^3/kg fuel)	อุณหภูมิบรรยา (oC
1	Schneider # 1	4.00	18	26	12	1,890.00	Heavy Oil B	9,900.00	0.92	96.60	10.42	10.99	38.5
2	Hoval # 2	4.00	18	26	12	958.00	Heavy Oil B	9,900.00	0.92	48.96	10.42	10.99	85.2
รวม													

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 216,127.31 บาท/ปี

เงินลงทุนเพื่อปรับปรุงทั้งระบบ 70000 บาท

อายุโครงการ 1.00 ปี

ระยะเวลาคืนทุน 0.32 ปี

สามารถลงทุนในมาตรการนี้ได้ เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าหรือเท่ากับอายุโครงการ

ภาพประกอบ 35 แสดงผลมาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

มาตรการปรับปรุงเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ลำดับที่	ชื่อห้อง	ชั่วโมงการใช้งาน (ชม./วัน)	จำนวนวันใช้งาน (วัน/เดือน)	% การใช้งาน	ขนาด (Btu/hr)	อายุ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (kW)	พื้นที่หน้าตัด (ft^2)	อัตราการไหล (fpm)	อุณหภูมิออก (oF)	ความชื้นออก (%RH)	อุณหภูมิเข้า (oF)	ความชื้นเข้า (%RH)	Ton (Measure) (Ton)	Chp (kW/Ton)	Chp Std (kW/Ton)	ขนาดใ (Btu/
1	ห้องพยาบาล	8	24	70	24000	14	2.81	1.61	710.42	57.00	78.00	72.00	63.00	2.95	0.95	1.61	0
2	Orisol Room	8	24	70	24000	14	2.71	1.61	700.00	58.00	77.00	70.00	65.00	2.29	1.19	1.61	0
3	Orisol Room	8	24	70	24000	14	2.86	1.60	720.00	61.00	79.00	71.00	64.00	1.69	1.70	1.61	2500
4	Orisol Room	8	24	70	24000	14	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
5	ส่วนควบคุมคุณภาพ	8	24	70	18750	14	2.31	1.29	508.06	65.00	75.00	76.00	65.00	1.36	1.69	1.61	1800
6	สำนักงาน Reebok	8	24	70	18750	14	2.67	1.29	529.58	63.00	73.00	73.00	72.00	1.62	1.64	1.61	1800
7	สำนักงาน Reebok	8	24	70	18750	14	2.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
8	สำนักงาน Reebok	8	24	70	25000	14	3.04	1.61	818.06	62.00	82.00	75.00	65.00	2.84	1.07	1.61	0
9	สำนักงาน Reebok	8	24	70	18750	14	2.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
10	ห้องประชาสัมพันธ์	8	24	70	24000	1	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
11	Lab	8	24	70	18750	14	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
12	Lab	8	24	70	18750	14	2.74	1.29	512.36	59.00	78.00	75.00	63.00	1.89	1.45	1.61	0
13	Rheormeter	8	24	70	18750	14	2.78	1.29	482.22	76.50	75.00	86.00	69.00	1.53	1.82	1.61	1800
14	Maintenance	8	24	70	25000	14	3.11	1.61	581.25	68.00	82.00	78.00	65.00	1.38	2.25	1.61	2500
15	ห้องไฟฟ้า1	24	15	70	18750	14	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
รวม																	

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 7,500.96 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ราคาเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้า 2.6624 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 19,970.56 บาท

เงินลงทุนเพื่อปรับปรุงทั้งระบบ 141,400.00 บาท

อายุโครงการ 8.00 ปี

ระยะเวลาคืนทุน 7.08 ปี

สามารถลงทุนในมาตรการนี้ได้ เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าหรือเท่ากับอายุโครงการ

ภาพประกอบ 36 แสดงผลมาตรการปรับปรุงเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

มาตรการควบคุมความดันด้านอีแวพอเรเตอร์ (เพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็น)

ลำดับที่	ชื่ออุปกรณ์	ชั่วโมงการใช้งาน (ชม./วัน)	จำนวนวันใช้งาน (วัน/เดือน)	% การใช้งาน	kW	ขนาด (Ton)	ชนิดเครื่องทำความเย็น	Chp มาตรฐาน	อัตราการไหล (ลิตร/นาที)	T น้ำเย็นเข้า (oC)	T น้ำเย็นออก (oC)	Chp ตรวจวัด	กำลังไฟฟ้าใหม่ (kW)
1	เครื่องทำน้ำเย็น #1 (Unit 1)	16	13	70	14.90	100.0	แบบสกรู	0.70	450.00	7.20	5.30	0.88	14.50
2	เครื่องทำน้ำเย็น #1 (Unit 2)	16	13	70	16.27	100.0	แบบสกรู	0.70	500.00	7.50	5.50	0.82	15.00
3	เครื่องทำน้ำเย็น #2 (Unit 1)	16	13	70	16.13	50.0	แบบสกรู	0.70	500.00	7.60	5.20	0.68	0.00
4	เครื่องทำน้ำเย็น #2 (Unit 2)	16	13	70	15.78	50.0	แบบสกรู	0.70	480.00	7.70	5.10	0.64	0.00
รวม													

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 64,717.80 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ราคาเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้า 2.6624 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 172,304.67 บาท

เงินลงทุนเพื่อปรับปรุงทั้งระบบ 20,000.00 บาท

อายุโครงการ 1.00 ปี

ระยะเวลาคืนทุน 0.12 ปี

สามารถลงทุนในมาตรการนี้ได้ เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าหรือเท่ากับอายุโครงการ

ภาพประกอบ 37 แสดงผลมาตรการควบคุมความดันด้านอีแวพอเรเตอร์

มาตรการลดความดันด้านคอนเดนเซอร์ (ลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น)

ส่วนหอผึ่ง

ลำดับที่	ชื่ออุปกรณ์	ชั่วโมงการใช้งาน (ชม./วัน)	จำนวนวันใช้งาน (วัน/เดือน)	% การใช้งาน	กำลังไฟฟ้า (kW)	พลังงานไฟฟ้าต่อเดือน (กิโลวัตต์-ชม./เดือน)	กำลังไฟฟ้าใหม่ (kW)	อัตราการไหลใหม่ (ลิตร/นาที)	T น้ำหล่อเย็นเข้าใหม่ (oC)	T น้ำหล่อเย็นออกใหม่ (oC)	Chp ใหม่ (kw/Ton)
11	มอเตอร์หอผึ่งน้ำเย็น #1	16	26	70	2.63	766.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000
12	มอเตอร์หอผึ่งน้ำเย็น #2	16	26	70	2.43	708.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000
17	มอเตอร์หอผึ่งน้ำเย็น #3	0	0	0	0.00	0.00	2.40	400.00	29.00	34.00	0.06048
รวม											0.06048

ส่วนเครื่องทำน้ำเย็นแบบรวมศูนย์

ลำดับที่	ชื่ออุปกรณ์	ชั่วโมงการใช้งาน (ชม./วัน)	จำนวนวันใช้งาน (วัน/เดือน)	% การใช้งาน	กำลังไฟฟ้า (kW)	ขนาด (Ton)	Chp ตรวจวัด (kW/Ton)	กำลังไฟฟ้าใหม่ (kW)	อัตราการไหลใหม่ (ลิตร/นาที)	T น้ำเย็นเข้าใหม่ (oC)	T น้ำเย็นออกใหม่ (oC)	Chp ใหม่ (kW/Ton)
1	เครื่องทำน้ำเย็น #1 (Unit 1)	16	13	70	14.90	100.0	0.88	16.00	460.00	8.30	5.10	0.55
2	เครื่องทำน้ำเย็น #1 (Unit 2)	16	13	70	16.27	100.0	0.82	16.10	470.00	8.50	5.20	0.52
3	เครื่องทำน้ำเย็น #2 (Unit 1)	16	13	70	16.13	50.0	0.68	16.00	450.00	8.20	5.60	0.69
4	เครื่องทำน้ำเย็น #2 (Unit 2)	16	13	70	15.78	50.0	0.64	16.60	440.00	8.00	5.00	0.63
รวม						300.0	0.75					0.60

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 46,922.80 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ราคาเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้า 2.6624 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 124,927.26 บาท

เงินลงทุนเพื่อปรับปรุงทั้งระบบ 0.00 บาท

อายุโครงการ 1.00 ปี

ระยะเวลาคืนทุน 0.00 ปี

สามารถลงทุนในมาตรการนี้ได้ เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าหรือเท่ากับอายุโครงการ

ภาพประกอบ 38 แสดงผลมาตรการลดความดันด้านคอนเดนเซอร์

มาตรการปรับปรุงโคมไฟฟ้า

ลำดับที่	ชื่อห้อง	การใช้งานต่อวัน (ชม./วัน)	การใช้งานต่อเดือน (วัน/เดือน)	การใช้งานเฉลี่ย (%)	ชนิดหลอดไฟฟ้า	วัตต์ (W)	ชนิดโคมไฟฟ้า	ชนิดฝาครอบโคม	จำนวนหลอดต่อโคม (หลอด/โคม)	จำนวนโคม	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด/โคม)	ประหยัดพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม./เดือน)	ราคาอุปกรณ์ (บาท)	ค่าแรง (บาท)	รวมเงินลงทุน (บาท)
2	ห้องพยาบาล	7	26	100	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	8	36	1	66.98	9,600.00	1,840.00	11,440.00
3	Orisol Room	7	26	100	FL	36	ติดลอย	เปลือย	2	12	36	1	100.46	14,400.00	2,040.00	16,440.00
4	Orisol Room	3	26	60	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	3	36	1	6.46	3,600.00	690.00	4,290.00
5	ส่วนควบคุมคุณภาพ	7	26	100	FL	36	ติดลอย	เปลือย	2	6	36	1	50.23	7,200.00	1,020.00	8,220.00
9	Lab	7	26	100	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	4	36	1	33.49	4,800.00	920.00	5,720.00
11	Lab	7	26	100	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	4	36	1	33.49	4,800.00	920.00	5,720.00
12	Formula Development	7	26	50	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	6	36	1	25.12	7,200.00	1,380.00	8,580.00
13	Rheormeter	7	26	100	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	2	36	1	16.74	2,400.00	460.00	2,860.00
14	Maintenance	7	26	50	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	6	36	1	25.12	7,200.00	1,380.00	8,580.00
16	Office Control	7	26	100	FL	36	ติดลอย	เปลือย	2	2	36	1	16.74	2,400.00	340.00	2,740.00
19	ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ	1	5	100	FL	36	ติดแขวน	เปลือย	2	6	36	1	1.38	2,940.00	1,020.00	3,960.00
23	ห้องน้ำชาย2	7	26	100	FL	36	ติดลอย	เปลือย	2	1	36	1	8.37	1,200.00	170.00	1,370.00
24	ห้องน้ำหญิง2	7	26	100	FL	36	ติดลอย	เปลือย	2	2	36	1	16.74	2,400.00	340.00	2,740.00
25	ห้องน้ำหญิง2	7	26	100	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	2	36	1	16.74	2,400.00	460.00	2,860.00
26	Sticthing	1	2	20	FL	36	ติดแขวน	เปลือย	2	141	36	1	2.59	69,090.00	23,970.00	93,060.00
29	Assembly/Laminate	7	26	90	FL	36	ติดแขวน	เปลือย	2	156	36	1	1,175.43	76,440.00	26,520.00	102,960.00
30	Rubber Room	7	26	80	FL	36	ติดแขวน	เปลือย	2	21	36	1	140.65	10,290.00	3,570.00	13,860.00
34	Computer Room	7	26	100	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	2	36	1	16.74	2,400.00	460.00	2,860.00
35	Server Room	7	26	100	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	1	36	1	8.37	1,200.00	230.00	1,430.00
รวม													2,697.73	113,160.00	100,840.00	514,000.00

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 32,372.81 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ราคาเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้า 2.6624 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 86,189.37 บาท

เงินลงทุนทั้งหมด 514,000.00 บาท

อายุโครงการ 10.00 ปี

ระยะเวลาคืนทุน 5.96 ปี

สามารถลงทุนในมาตรการนี้ได้ เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าหรือเท่ากับอายุโครงการ

ภาพประกอบ 39 แสดงผลมาตรการปรับปรุงโคมไฟฟ้า

มาตรการปรับปรุงบัลลาสต์

ลำดับที่	ชื่อห้อง	การใช้งานต่อวัน (ชม./วัน)	การใช้งานต่อเดือน (วัน/เดือน)	การใช้งานเฉลี่ย (%)	ชนิดหลอดไฟฟ้า	วัตต์ (W)	ชนิดโคมไฟฟ้า	ชนิดฝาครอบโคม	จำนวนหลอดต่อโคม (หลอด/โคม)	จำนวนโคม	ประหยัด (W)	ประหยัดพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม./เดือน)	ราคาอุปกรณ์ (บาท)	ค่าแรง (บาท)	รวมเงินลงทุน (บาท)
1	Inspection/มิต-หุ่น/Mete	7	26	80	FL	36	ติดแขวน	เปลือย	1	34	4	19.80	4,080.00	1,020.00	5,100.00
2	ห้องพยาบาล	7	26	100	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	8	4	11.65	1,920.00	480.00	2,400.00
3	Orisol Room	7	26	100	FL	36	ติดลอย	เปลือย	2	12	4	17.47	2,880.00	720.00	3,600.00
4	Orisol Room	3	26	60	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	3	4	1.12	720.00	180.00	900.00
5	ส่วนควบคุมคุณภาพ	7	26	100	FL	36	ติดลอย	เปลือย	2	6	4	8.74	1,440.00	360.00	1,800.00
9	Lab	7	26	100	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	4	4	5.82	960.00	240.00	1,200.00
10	Lab	7	26	100	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	1	8	4	5.82	960.00	240.00	1,200.00
11	Lab	7	26	100	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	4	4	5.82	960.00	240.00	1,200.00
12	Formula Development	7	26	50	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	6	4	4.37	1,440.00	360.00	1,800.00
13	Rheormeter	7	26	100	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	2	4	2.91	480.00	120.00	600.00
14	Maintenance	7	26	50	FL	36	ฝังฝ้า	เปลือย	2	6	4	4.37	1,440.00	360.00	1,800.00
15	ห้องไฟฟ้า1	7	26	100	FL	36	ติดลอย	เปลือย	1	4	4	2.91	480.00	120.00	600.00
16	Office Control	7	26	100	FL	36	ติดลอย	เปลือย	2	2	4	2.91	480.00	120.00	600.00
17	Work Shop	7	26	100	FL	36	ติดลอย	เปลือย	1	4	4	2.91	480.00	120.00	600.00
18	Stock Mould	7	26	50	FL	36	ติดแขวน	เปลือย	1	18	4	6.55	2,160.00	540.00	2,700.00
19	ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ	1	5	100	FL	36	ติดแขวน	เปลือย	2	6	4	0.24	1,440.00	360.00	1,800.00
20	ห้องน้ำชาย	1	2	100	FL	36	ติดลอย	เปลือย	1	2	4	0.02	240.00	60.00	300.00
21	ห้องน้ำหญิง	1	2	80	FL	36	ติดลอย	เปลือย	1	5	4	0.03	600.00	150.00	750.00
22	ห้องอาว	3	19	60	FL	36	ติดลอย	เปลือย	1	6	4	0.82	720.00	180.00	900.00
รวม												1,955.31	103,080.00	00,770.00	503,850.00

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 23,463.67 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ราคาเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้า 2.6624 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 62,469.68 บาท

เงินลงทุนทั้งหมด 503,850.00 บาท

อายุโครงการ 15.00 ปี

ระยะเวลาคืนทุน 8.07 ปี

สามารถลงทุนในมาตรการนี้ได้ เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าหรือเท่ากับอายุโครงการ

ภาพประกอบ 40 แสดงผลมาตรการปรับปรุงบัลลาสต์ Low Watt Loss

มาตรการลดการรั่วของอากาศอัด

ลำดับที่	ชื่ออุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า On Load (kW)	กำลังไฟฟ้า Off Load (kW)	ชั่วโมงการใช้งาน (ชม./วัน)	จำนวนวันใช้งาน (วัน/เดือน)	เวลาเฉลี่ยที่เครื่องเดิน (sec)	เวลาเฉลี่ยที่เครื่องหยุด (sec)	% อากาศอัดรั่ว	กำลังไฟฟ้าสิ้นเปลือง (kW)	กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kW)	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (กิโลวัตต์-ชม./เดือน)
1	Air Compressor 1	26.45	11.32	16	20	3.00	15.00	16.67	2.52	1.77	564.85
2	Air Compressor 2	32.9	14.15	16	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Air Compressor 3	26.4	11.88	16	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Air Compressor 4	32.56	17.58	16	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Air Compressor 5	26.1	11.74	16	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Air Compressor 6	47.92	26.36	16	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Air Compressor 7	31.45	14.78	16	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Air Compressor 8	32.16	15.12	16	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Air Compressor 9	32.34	17.14	16	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม											564.85

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 6,778.24 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ราคาเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้า 2.6624 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 18,046.39 บาท

เงินลงทุนเพื่อปรับปรุงทั้งระบบ 8,500.00 บาท

อายุโครงการ 1.00 ปี

ระยะเวลาคืนทุน 0.47 ปี

สามารถลงทุนในมาตรการนี้ได้ เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าหรือเท่ากับอายุโครงการ

ภาพประกอบ 41 แสดงผลมาตรการลดการรั่วของอากาศอัด

มาตรการลดความดันของอากาศอัด

ลำดับที่	ชื่ออุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า On Load (kW)	กำลังไฟฟ้า Off Load (kW)	ชั่วโมงการใช้งาน (ชม./วัน)	จำนวนวันใช้งาน (วัน/เดือน)	On Load Factor (%)	Off Load Factor (%)	ความดันเข้า (bar)	ความดันออก (bar)	ความดันออกใหม่ (bar)	% ลดลงของกำลังไฟฟ้า (%)	พลังงานไฟฟ้าเดิม (กิโลวัตต์-ชม./เดือน)	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (กิโลวัตต์-ชม./เดือน)
1	Air Compressor 1	26.45	11.32	16	20	25.00	75.00	1.01	5.00	4.00	16.29	2,116.00	344.67
2	Air Compressor 2	32.9	14.15	16	20	25.00	75.00	1.01	6.00	5.00	12.24	2,632.00	322.13
3	Air Compressor 3	26.4	11.88	16	20	25.00	75.00	1.01	7.00	5.00	20.76	2,112.00	438.51
4	Air Compressor 4	32.56	17.58	16	12	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Air Compressor 5	26.1	11.74	16	20	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Air Compressor 6	47.92	26.36	16	20	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Air Compressor 7	31.45	14.78	16	20	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Air Compressor 8	32.16	15.12	16	13	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Air Compressor 9	32.34	17.14	16	12	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม													1,105.32

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 13,263.83 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ราคาเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้า 2.6624 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 35,313.62 บาท

เงินลงทุนเพื่อปรับปรุงทั้งระบบ 20,000.00 บาท

อายุโครงการ 5.00 ปี

ระยะเวลาคืนทุน 0.57 ปี

สามารถลงทุนในมาตรการนี้ได้ เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าหรือเท่ากับอายุโครงการ

ภาพประกอบ 42 แสดงผลมาตรการลดความดันของอากาศอัด

มาตรการลดอุณหภูมิของอากาศที่ดูดเข้า

ลำดับที่	ชื่ออุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า On Load (kW)	กำลังไฟฟ้า Off Load (kW)	ชั่วโมงการใช้งาน (ชม./วัน)	จำนวนวันใช้งาน (วัน/เดือน)	On Load Factor (%)	Off Load Factor (%)	อุณหภูมิเข้า (oC)	อุณหภูมิเข้าใหม่ (oC)	% ลดลงของกำลังไฟฟ้า (%)	พลังงานไฟฟ้าเดิม (กิโลวัตต์-ชม./เดือน)	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (กิโลวัตต์-ชม./เดือน)
1	Air Compressor 1	26.45	11.32	16	20	25.00	75.00	30.00	25.00	1.65	2,116.00	34.92
2	Air Compressor 2	32.9	14.15	16	20	25.00	75.00	33.00	25.00	2.61	2,632.00	68.81
3	Air Compressor 3	26.4	11.88	16	20	25.00	75.00	32.00	25.00	2.30	2,112.00	48.47
4	Air Compressor 4	32.56	17.58	16	12	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Air Compressor 5	26.1	11.74	16	20	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Air Compressor 6	47.92	26.36	16	20	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Air Compressor 7	31.45	14.78	16	20	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Air Compressor 8	32.16	15.12	16	13	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Air Compressor 9	32.34	17.14	16	12	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม												152.20

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 1,826.40 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ราคาเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้า 2.6624 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 4,862.61 บาท

เงินลงทุนเพื่อปรับปรุงทั้งระบบ 15,000.00 บาท

อายุโครงการ 5.00 ปี

ระยะเวลาคืนทุน 3.08 ปี

สามารถลงทุนในมาตรการนี้ได้ เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าหรือเท่ากับอายุโครงการ

ภาพประกอบ 43 แสดงผลมาตรการลดอุณหภูมิของอากาศที่ดูดเข้า

มาตรการปรับปรุงมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ลำดับที่	สถานที่ตั้ง	ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	ชั่วโมงการใช้งาน (ชม./วัน)	จำนวนวันใช้งาน (วัน/เดือน)	การใช้งานเฉลี่ย (%)	พิกัดกำลังไฟฟ้า (kW)	กำลังไฟฟ้า (kW)	ประสิทธิภาพเดิม (%)	ประสิทธิภาพใหม่ (%)	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (กิโลวัตต์-ชม./เดือน)	ค่าใช้จ่ายอุปกรณ์และติดตั้ง (บาท)
1	ผลิตพื้นรองเท้า	Mixer 3	1	3	26	60.00	187.00	126.58	0.00	0.00	0.00	0.00
2	ผลิตพื้นรองเท้า	Kneader 1	1	3	26	50.00	124.00	94.54	0.00	0.00	0.00	0.00
3	ผลิตพื้นรองเท้า	Kneader 2	1	3	26	50.00	124.00	97.06	0.00	0.00	0.00	0.00
4	ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 1	1	4	26	50.00	95.00	27.52	0.00	0.00	0.00	0.00
5	ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 2	1	4	26	50.00	95.00	30.54	0.00	0.00	0.00	0.00
6	ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 3	1	4	22	50.00	95.00	31.52	0.00	0.00	0.00	0.00
7	ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 4	1	4	26	50.00	95.00	26.84	0.00	0.00	0.00	0.00
8	ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 5	1	4	26	50.00	95.00	21.75	0.00	0.00	0.00	0.00
9	ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 6	1	4	26	50.00	95.00	36.61	0.00	0.00	0.00	0.00
10	ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 7	1	4	26	50.00	95.00	31.42	0.00	0.00	0.00	0.00
11	ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 8	1	4	26	50.00	95.00	26.22	0.00	0.00	0.00	0.00
12	ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 9	1	4	26	50.00	95.00	33.25	0.00	0.00	0.00	0.00
13	ผลิตพื้นรองเท้า	ลูกกลิ้ง 10	1	4	26	50.00	95.00	32.13	0.00	0.00	0.00	0.00
14	ผลิตพื้นรองเท้า	Calender 1	1	8	26	50.00	75.00	30.36	70.00	94.50	818.56	153,600.00
15	ผลิตพื้นรองเท้า	Calender 2	1	8	26	50.00	75.00	23.16	70.00	94.50	624.47	153,600.00
16	ผลิตพื้นรองเท้า	มอเตอร์ Cyclone 2	1	7	26	60.00	45.00	20.87	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม											1,443.03	307,200.00

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 17,316.36 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ราคาเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้า 2.6624 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 46,103.08 บาท

เงินลงทุนเพื่อปรับปรุงทั้งระบบ 307,200.00 บาท

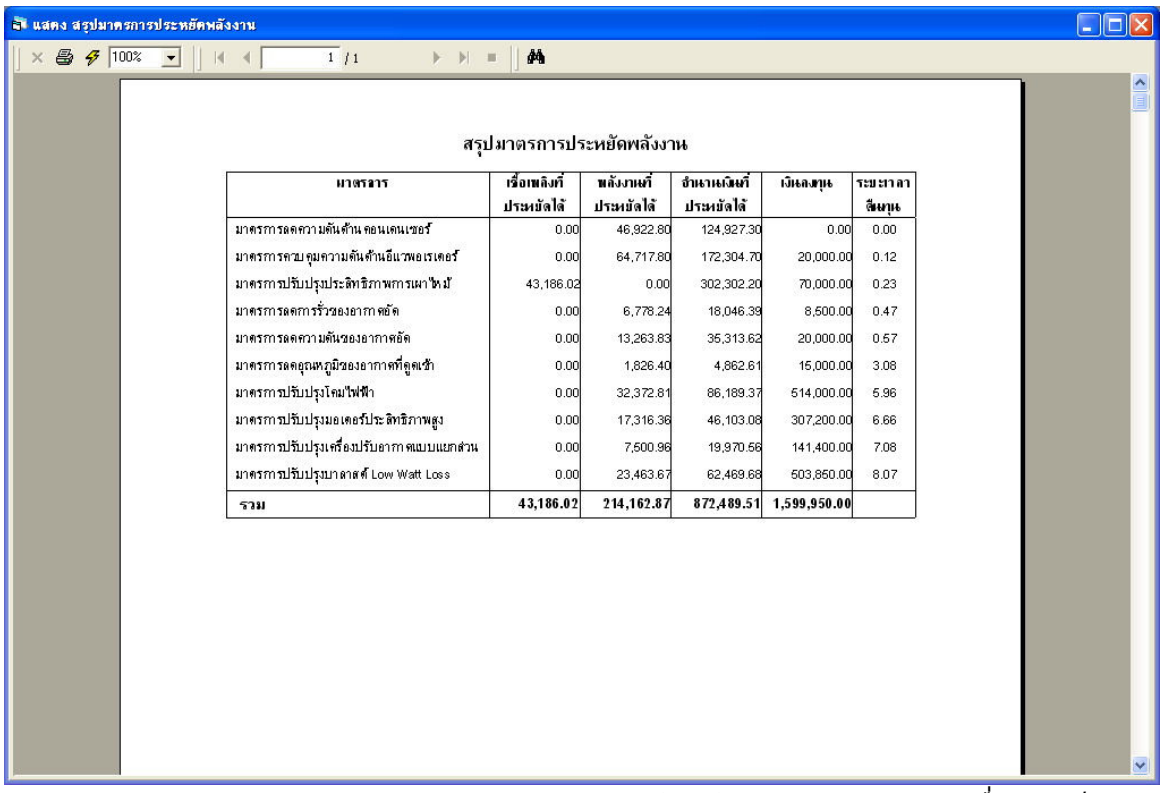
อายุโครงการ 10.00 ปี

ระยะเวลาคืนทุน 6.66 ปี

สามารถลงทุนในมาตรการนี้ได้ เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าหรือเท่ากับอายุโครงการ

ภาพประกอบ 44 แสดงผลมาตรการปรับปรุงมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

การทดสอบประเมินผลสรุปเรียงตามลำดับระยะเวลาคืนทุนในแต่ละมาตรการประหยัดพลังงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นำเสนอออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ ดังแสดงไว้ในภาพประกอบ 45



สรุปมาตรการประหยัดพลังงาน

มาตรการ	เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้	พลังงานที่ประหยัดได้	จำนวนเงินที่ประหยัดได้	เงินลงทุน	ระยะเวลาคืนทุน
มาตรการลดความดันด้าน คอนเดนเซอร์	0.00	46,922.80	124,927.30	0.00	0.00
มาตรการควบคุมความดันด้านอีแวพอเรเตอร์	0.00	64,717.80	172,304.70	20,000.00	0.12
มาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้	43,186.02	0.00	302,302.20	70,000.00	0.23
มาตรการลดการรั่วของอากาศอัด	0.00	6,778.24	18,046.39	8,500.00	0.47
มาตรการลดความดันของอากาศอัด	0.00	13,263.83	35,313.62	20,000.00	0.57
มาตรการลดอุณหภูมิของอากาศที่ดูดเข้า	0.00	1,826.40	4,862.61	15,000.00	3.08
มาตรการปรับปรุงโคมไฟฟ้า	0.00	32,372.81	86,189.37	514,000.00	5.96
มาตรการปรับปรุงมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	0.00	17,316.36	46,103.08	307,200.00	6.66
มาตรการปรับปรุงเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	0.00	7,500.96	19,970.56	141,400.00	7.08
มาตรการปรับปรุงบาลาสต์ Low Watt Loss	0.00	23,463.67	62,469.68	503,850.00	8.07
รวม	**43,186.02**	**214,162.87**	**872,489.51**	**1,599,950.00**	

ภาพประกอบ 45 แสดงตารางสรุปมาตรการประหยัดพลังงานแสดงออกทางเครื่องพิมพ์

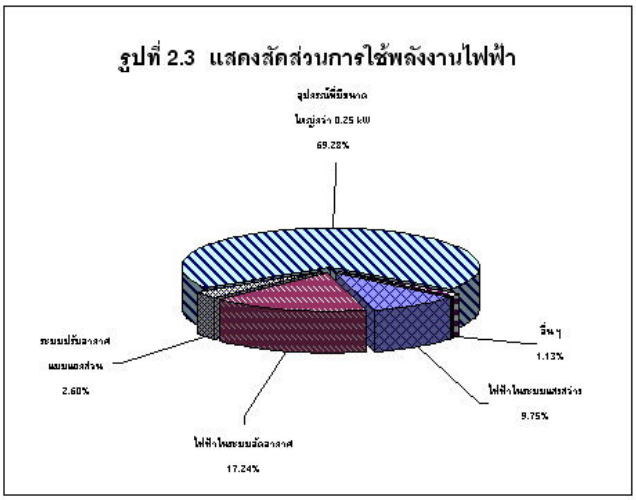
จากผลการทดสอบการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประมวลผลพบว่ามาตรการที่ทางผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ในโปรแกรม ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับผลที่ได้จากรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน ซึ่งทางผู้วิจัยได้ใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบ จึงสรุปได้ว่าผลการทดสอบการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในส่วนของโปรแกรมช่วยวิเคราะห์การประหยัดพลังงานทั้ง 10 มาตรการสอดคล้อง และเป็นไปตามโมดูลของมาตรการการประหยัดพลังงานที่ได้ออกแบบไว้

การทดสอบโปรแกรมการประมวลผลการจำแนกสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละชนิด โดยทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับผลจากรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน โดยนำเสนอผลลัพธ์เป็นรูปกราฟที่แบ่งสัดส่วนการใช้พลังงานเป็นเปอร์เซนต์ตามปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละอุปกรณ์

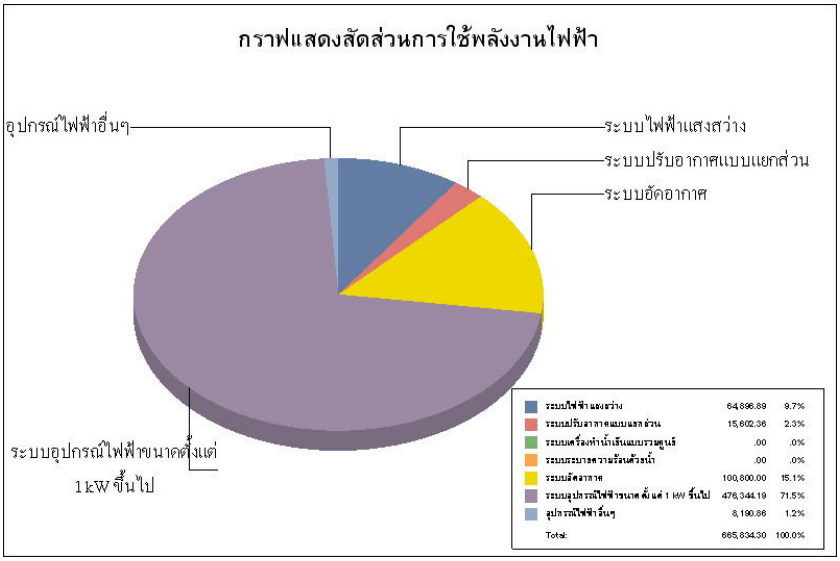
ผลการทดสอบการประเมินผลโปรแกรมของบริษัท ศรีสุรีย์ จำกัด พบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ค่าสัดส่วนการใช้พลังงานใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนที่ได้จากรายงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

2.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	9.75 %
ไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ	17.24 %
ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	2.60 %
อุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.25 kW	69.28 %
อื่น ๆ	1.13 %



ภาพประกอบ 46 แสดงผลจากรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานของบริษัท ศรีสุรีย์ จำกัด



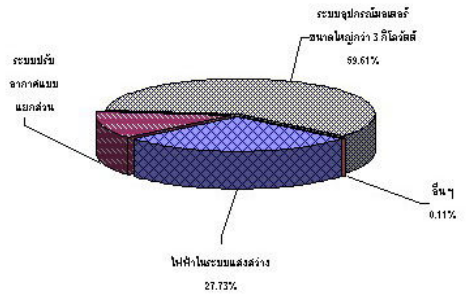
ภาพประกอบ 47 แสดงผลการประเมินผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของบริษัท ศรีสุรีย์ จำกัด

ผลการทดสอบประเมินผลโปรแกรมของบริษัท ดาน่า สไปเซอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ระยอง ผลการทดสอบประเมินผลจะพบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ค่าสัดส่วนการใช้พลังงานใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนที่ได้จากรายงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

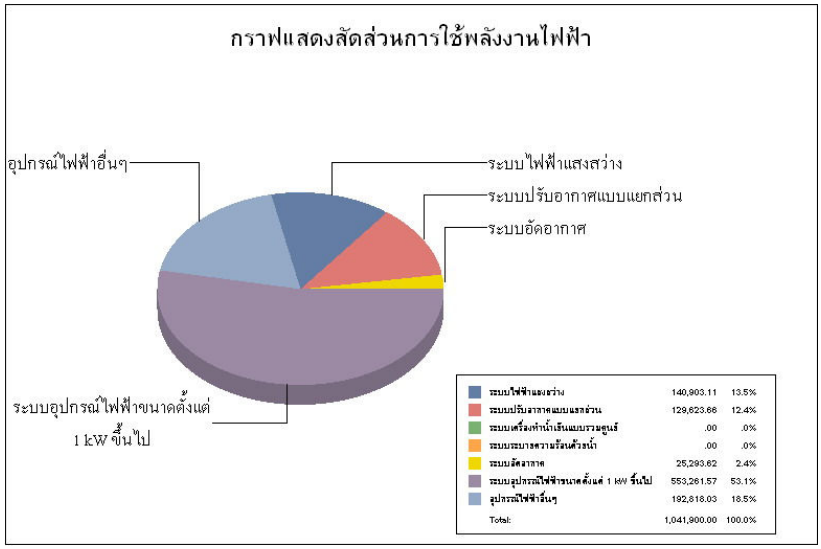
2.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	27.73 %
ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	12.55 %
ระบบอุปกรณ์มอเตอร์ขนาดใหญ่กว่า 3 กิโลวัตต์	59.61 %
อื่น ๆ	0.11 %

รูปที่ 2.3 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า



ภาพประกอบ 48 แสดงผลจากรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานของบริษัท ดาน่า สไปเซอร์ (ประเทศไทย) จำกัด



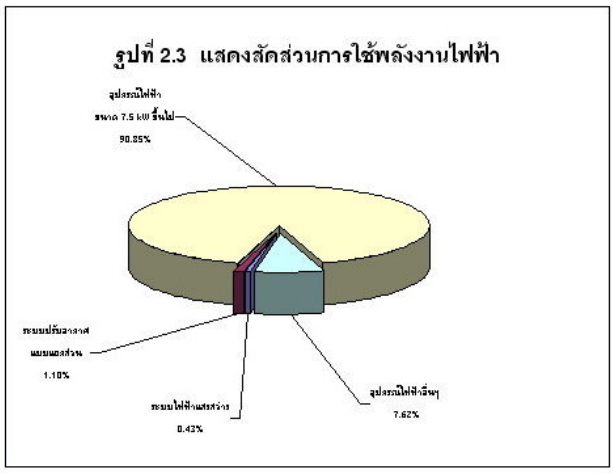
ภาพประกอบ 49 แสดงผลการประเมินผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของบริษัท ดาน่า สไปเซอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

ผลการทดสอบประเมินผลโปรแกรมของบริษัท อี. คิว. รับเบอร์ จำกัด ผลการทดสอบประเมินผลจะพบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ค่าสัดส่วนการใช้พลังงานใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนที่ได้จากรายงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

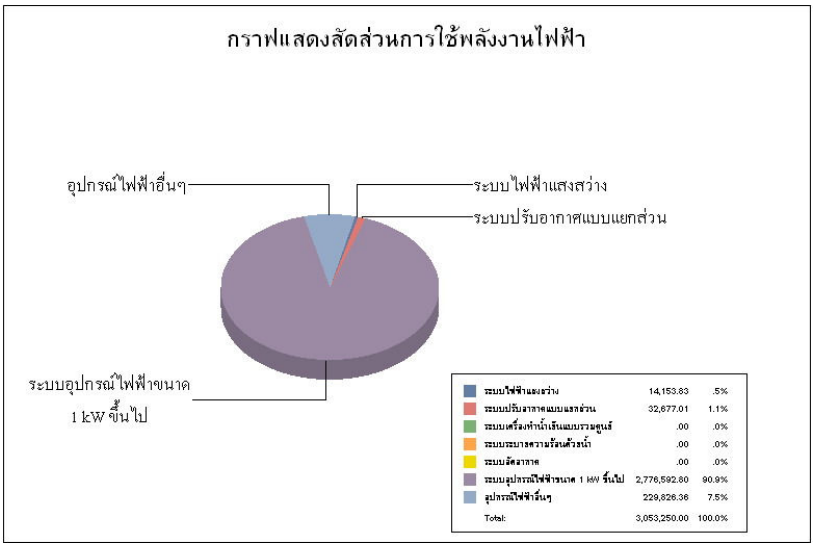
2.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการวิเคราะห์พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 ปี เท่ากับ 3,053,250.00 kWh/ปี สามารถแบ่งเป็นสัดส่วนการใช้พลังงาน ดังนี้

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	0.43 %
ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	1.10 %
อุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด 7.5 kW ขึ้นไป	90.85 %
อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ	7.62 %



ภาพประกอบ 50 แสดงผลจากรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานของบริษัท อี. คิว. รับเบอร์ จำกัด

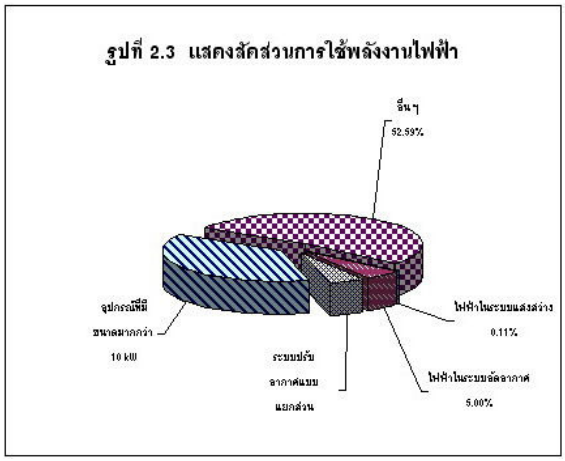


ภาพประกอบ 51 แสดงผลการประเมินผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของบริษัท อี. คิว. รับเบอร์ จำกัด

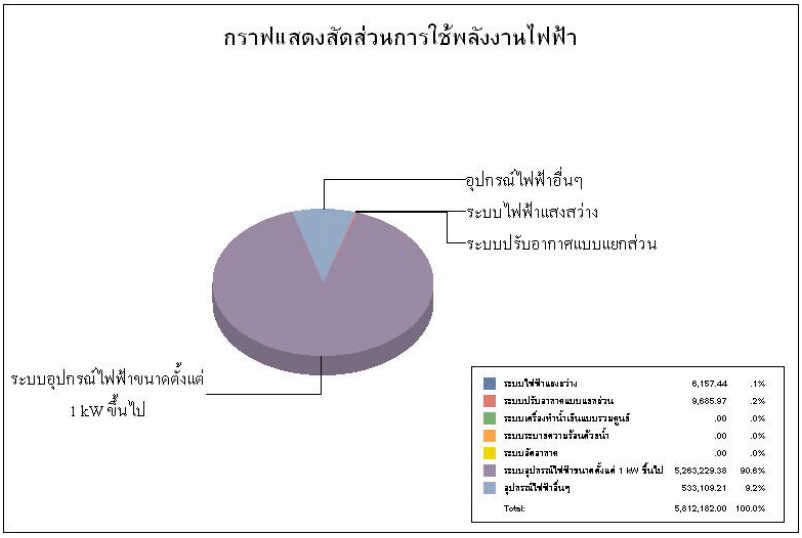
ผลการทดสอบประเมินผลโปรแกรมของบริษัท สหะมิตรดำเนิน จำกัด ผลการทดสอบประเมินผลจะพบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ค่าสัดส่วนการใช้พลังงานใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนที่ได้จากรายงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

2.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	0.11 %
ไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ	5.00 %
ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	5.00 %
อุปกรณ์ที่มีขนาดมากกว่า 10 kW	37.30 %
อื่น ๆ	52.59 %



ภาพประกอบ 52 แสดงผลจากรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานของบริษัท สหะมิตรดำเนิน จำกัด



ภาพประกอบ 53 แสดงผลการประเมินผลของจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของบริษัท สหะมิตรดำเนิน จำกัด

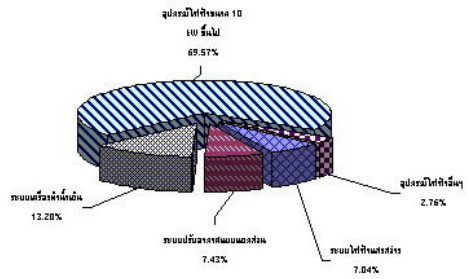
ผลการทดสอบประเมินผลโปรแกรมของบริษัท โซนิส สตาร์ซ เทคโนโลยี จำกัด ผลการทดสอบประเมินผลจะพบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ค่าสัดส่วนการใช้พลังงานใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนที่ได้จากรายงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

2.1.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการวิเคราะห์พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

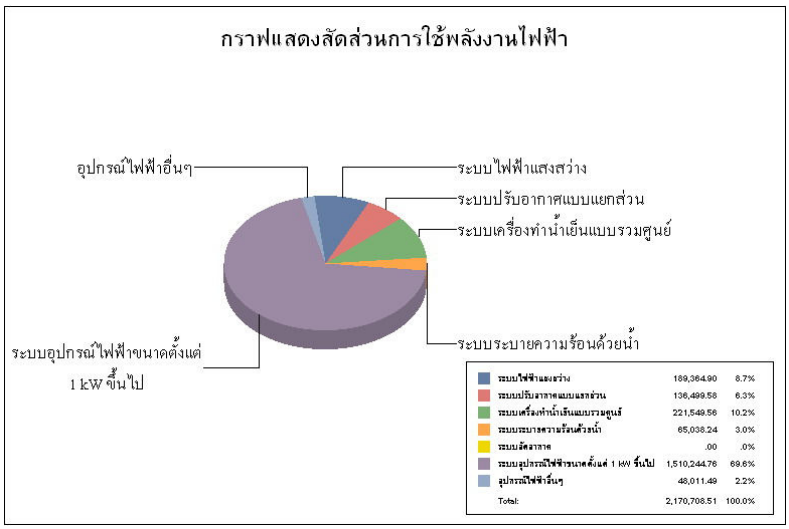
ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 ปี เท่ากับ 2,170,708.51 kWh/ปี สามารถแบ่งเป็นสัดส่วนการใช้พลังงาน ดังนี้

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	7.04 %
ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	7.43 %
ระบบเครื่องทำน้ำเย็น	13.20 %
อุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด 10 kW ขึ้นไป	69.57 %
อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ	2.76 %

รูปที่ 2.1.3 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า



ภาพประกอบ 54 แสดงผลจากรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานของบริษัท โซนิส สตาร์ซ เทคโนโลยี จำกัด



ภาพประกอบ 55 แสดงผลการประเมินผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของบริษัท โซนิส สตาร์ซ เทคโนโลยี จำกัด

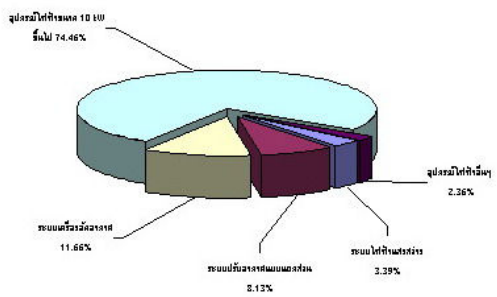
ผลการทดสอบประเมินผลโปรแกรมของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ศูนย์จ่ายปูนซีเมนต์ ทีพีไอ อุดรธานี ผลการทดสอบประเมินผลจะพบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ค่าสัดส่วนการใช้พลังงานใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนที่ได้จากรายงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

2.2 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการวิเคราะห์พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

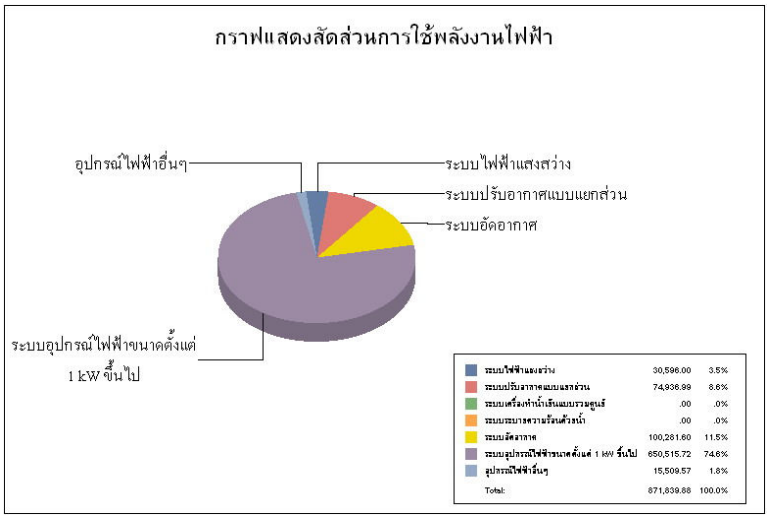
ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 ปี เท่ากับ 871,839.88 kWh/ปี สามารถแบ่งเป็นสัดส่วนการใช้พลังงาน ดังนี้

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	3.39 %
ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	8.13 %
ระบบเครื่องอัดอากาศ	11.66 %
อุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด 10 kW ขึ้นไป	74.46 %
อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ	2.36 %

รูปที่ 2.2 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า



ภาพประกอบ 56 แสดงผลจากรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

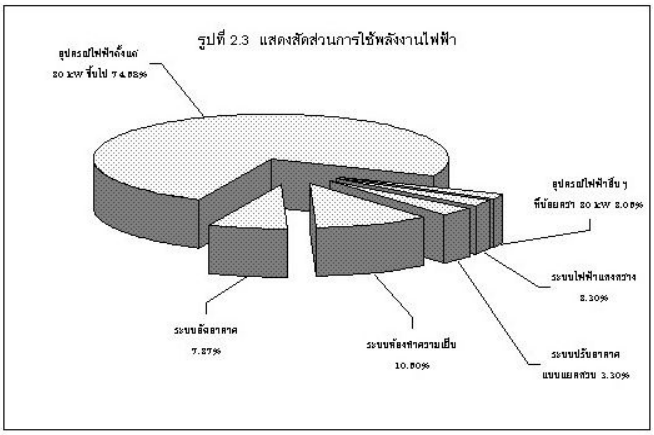


ภาพประกอบ 57 แสดงผลการประเมินผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

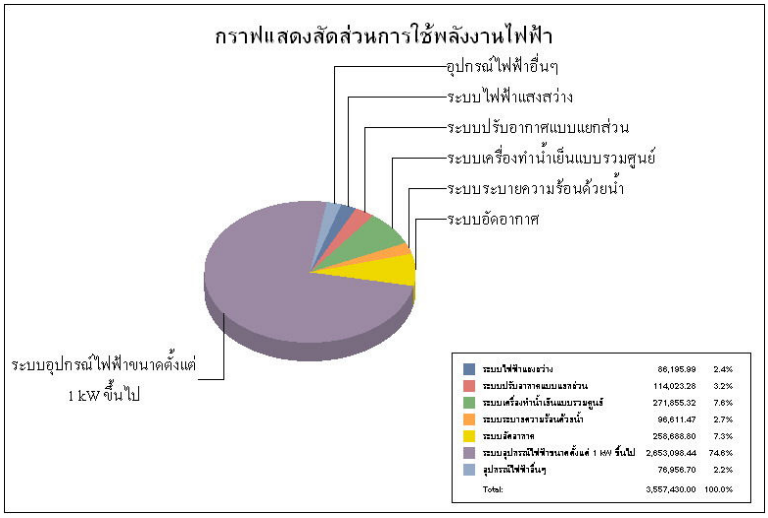
ผลการทดสอบประเมินผลโปรแกรมของบริษัท มอนซานโต้เม็ลดพันธุ์ (ประเทศไทย) จำกัด ผลการทดสอบประเมินผลจะพบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ค่าสัดส่วนการใช้พลังงานใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนที่ได้จากรายงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

2.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการวิเคราะห์พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้
ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 ปี เท่ากับ 3,557,430.00 kWh/ปี สามารถแบ่งเป็นสัดส่วนการใช้พลังงาน ดังนี้

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	2.30 %
ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	3.30 %
ระบบห้องทำความเย็น	10.50 %
ระบบอัดอากาศ	7.27 %
อุปกรณ์ไฟฟ้าตั้งแต่ 20 kW ขึ้นไป	74.68 %
อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่น้อยกว่า 20 kW	2.05 %



ภาพประกอบ 58 แสดงผลจากรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานของบริษัท มอนซานโต้เม็ลดพันธุ์ (ประเทศไทย) จำกัด



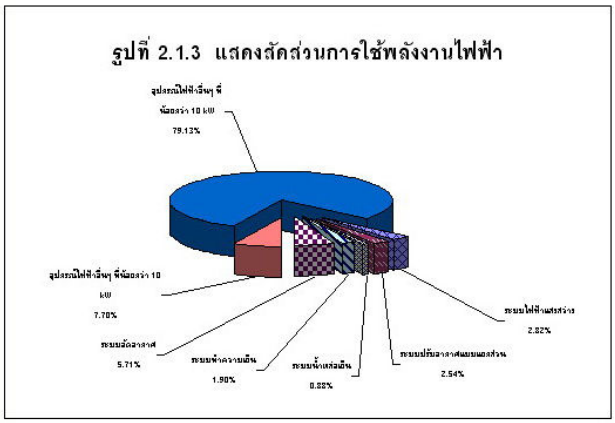
ภาพประกอบ 59 แสดงผลการประเมินผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของบริษัท มอนซานโต้เม็ลดพันธุ์ (ประเทศไทย) จำกัด

ผลการทดสอบประเมินผลโปรแกรมของบริษัท รังสิต ฟุตแวร์ จำกัด ผลการทดสอบประเมินผลจะพบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ค่าสัดส่วนการใช้พลังงานใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนที่ได้จากรายงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

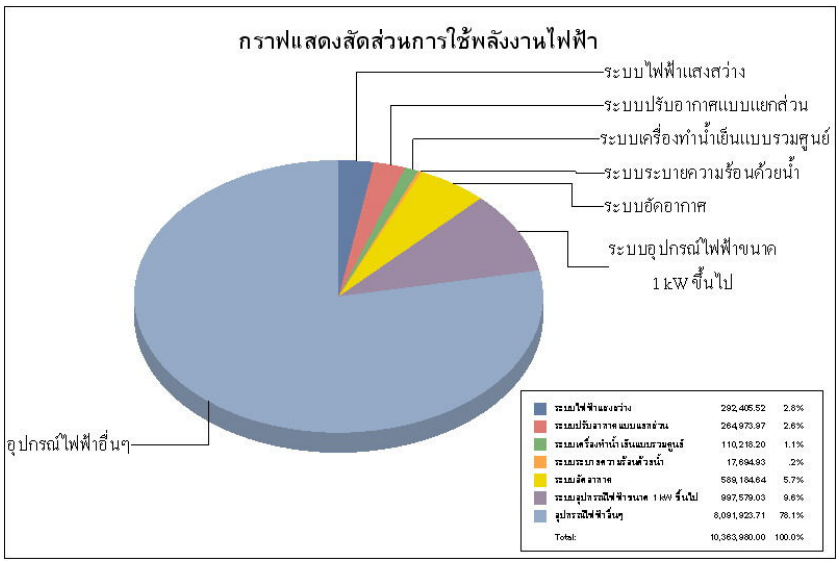
2.1.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการวิเคราะห์พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 ปี เท่ากับ 10,363,980.00 kWh/ปี สามารถแบ่งเป็นสัดส่วนการใช้พลังงาน ดังนี้

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	2.82 %
ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	2.54 %
ระบบน้ำหล่อเย็น	0.88 %
ระบบทำความเย็น	1.90 %
ระบบอัดอากาศ	5.71 %
อุปกรณ์ไฟฟ้าตั้งแต่ 10 kW ขึ้นไป	7.02 %
อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่น้อยกว่า 10 kW	79.13 %



ภาพประกอบ 60 แสดงผลจากรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานของบริษัท รังสิต ฟุตแวร์ จำกัด

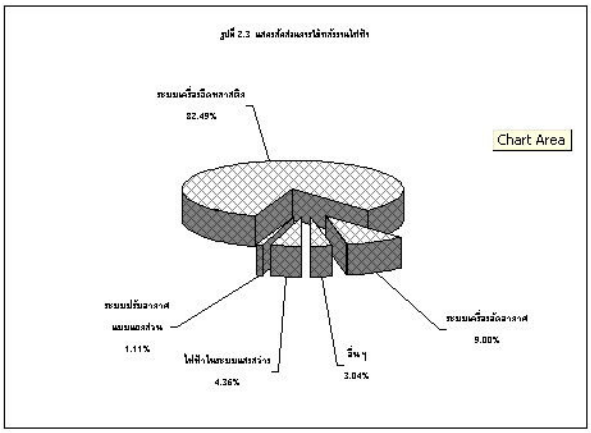


ภาพประกอบ 61 แสดงผลการประเมินผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของบริษัท รังสิต ฟุตแวร์ จำกัด

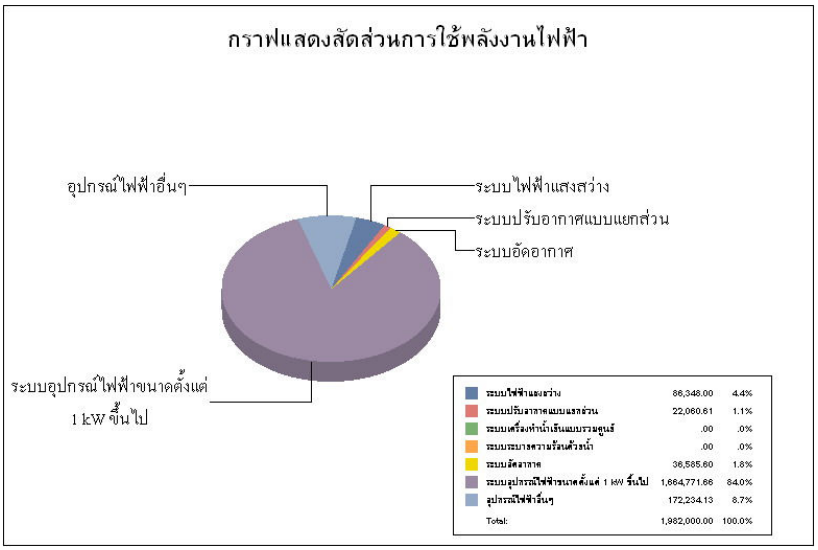
ผลการทดสอบประเมินผลโปรแกรมของบริษัท เวิร์ดแวร์โพลีโพรดักส์ จำกัด ผลการทดสอบประเมินผลจะพบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ค่าสัดส่วนการใช้พลังงานใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนที่ได้จากรายงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

2.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	4.36 %
ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	1.11 %
ระบบเครื่องฉีดพลาสติก	82.49 %
ระบบเครื่องอัดอากาศ	9.00 %
อื่น ๆ	3.04 %



ภาพประกอบ 62 แสดงผลจากรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานของบริษัท เวิร์ดแวร์โพลีโพรดักส์ จำกัด

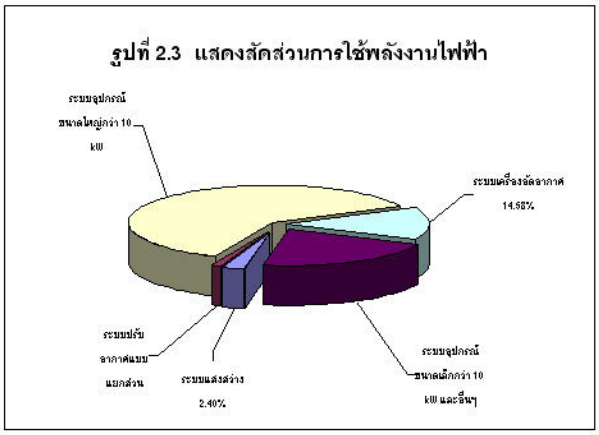


ภาพประกอบ 63 แสดงผลการประเมินผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของบริษัท เวิร์ดแวร์โพลีโพรดักส์ จำกัด

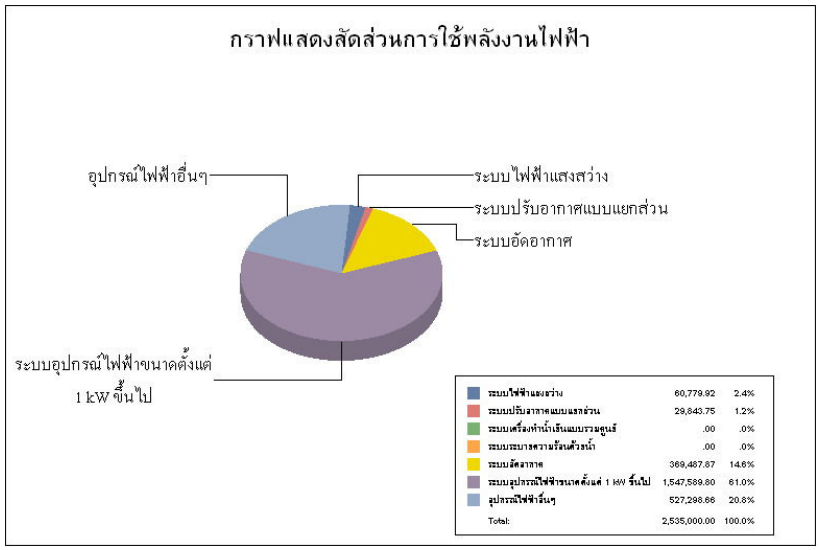
ผลการทดสอบประเมินผลโปรแกรมของบริษัท ไทยโพลีโพรดักส์ จำกัด ผลการทดสอบประเมินผลจะพบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ค่าสัดส่วนการใช้พลังงานใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนที่ได้จากรายงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

2.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

ระบบแสงสว่าง	2.40 %
ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	1.18 %
ระบบอุปกรณ์ขนาดใหญ่กว่า 10 kW	61.06 %
ระบบเครื่องอัดอากาศ	14.68 %
ระบบอุปกรณ์ขนาดเล็กกว่า 10 kW และอื่น ๆ	20.79 %



ภาพประกอบ 64 แสดงผลจากรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานของบริษัท ไทยโพลีโพรดักส์ จำกัด



ภาพประกอบ 65 แสดงผลการประเมินผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของบริษัท ไทยโพลีโพรดักส์ จำกัด

การประเมินผลโปรแกรม

ผู้ดำเนินการวิจัยได้ดำเนินการทดสอบประเมินผลโปรแกรมโดยนำเอาข้อมูลจากรายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุม โดยบริษัท คอนซัลแตนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด ที่เสนอต่อ กรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มาดำเนินการทดสอบโปรแกรมโดยเปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้โปรแกรมกับผลจากรายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์ของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยใช้ผลรายงานของโรงงานที่ได้กำหนดไว้ในบทที่ 3 โดยจะนำเอาผลแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละอุปกรณ์เป็นเครื่องมือในการประเมินผลโปรแกรมซึ่งพบว่ามีค่าที่ได้ใกล้เคียงสอดคล้องกับผลรายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุมของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ผลที่ได้จากการประเมินด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงผลลัพธ์เปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากรายงาน โดยผลของโรงงานที่ 1 ถึง 10 ได้แสดงไว้ดังภาพประกอบ 46 ถึง 65 ผลของโปรแกรมในการจัดทำบัญชีพลังงานเพื่อจัดแยกสัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละอุปกรณ์มีค่าเปอร์เซนต์ผลลัพธ์สอดคล้องตรงกับผลจากรายงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน

จากงานวิจัยฉบับนี้ที่ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้โปรแกรมภาษา Microsoft Visual Basic เป็นภาษาหลัก และใช้โปรแกรม Microsoft Access เป็นโปรแกรมจัดเก็บฐานข้อมูลซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบของโปรแกรมได้ดังนี้

1. โปรแกรมการจัดทำบัญชีพลังงานสามารถดำเนินการจัดเก็บข้อมูล และประมวลผลในการจำแนกสัดส่วนการใช้พลังงาน และแสดงค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะได้เป็นผลดี
2. โปรแกรมช่วยวิเคราะห์การประหยัดพลังงานสามารถประมวลผลการปรับปรุงมาตรการการประหยัดพลังงานได้ดีตามข้อกำหนดที่ได้ออกแบบไว้
3. โปรแกรมดังกล่าวมีความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน และมีวิธีการใช้งานที่ง่ายเนื่องจากใช้ระบบกราฟฟิก (Graphic User Interface, GUI) ในการโต้ตอบระหว่างการทำงานของโปรแกรมกับผู้ใช้
4. โปรแกรมการจัดเก็บข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาระบบนี้มีขีดความสามารถอยู่ในระดับดี ดังนั้นจึงสามารถบันทึกข้อมูลได้ในจำนวนไม่จำกัด แต่หากใช้ในกรณีที่มีข้อมูลมากควรใช้ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วในการประมวลผล
5. การป้อนข้อมูลของสถานประกอบการมีความสะดวกมากขึ้น เนื่องจากการป้อนข้อมูลของสถานประกอบการที่ทางผู้วิจัยใช้เป็นตัวทดสอบนั้นใช้เวลาในการป้อนข้อมูลเพื่อการจัดเก็บฐานข้อมูลทั้งสิ้นประมาณ 30-45 นาที
6. ผู้ใช้สามารถพิมพ์รายงานการจัดทำบัญชี และมาตรการประหยัดพลังงานที่ได้ออกทางเครื่องพิมพ์ได้ทันที

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการทดสอบโปรแกรม กับผลรายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการทั้งสองแบบมีค่าใกล้เคียงกันมาก ส่วนโปรแกรมช่วยวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน ผลที่ได้จากการประมวลผลสอดคล้องกับมาตรการที่ได้กำหนดไว้เป็นเงื่อนไข ทำให้สรุปได้ว่าโปรแกรมการจัดทำบัญชีพลังงาน และช่วยวิเคราะห์การประหยัดพลังงานของสถานประกอบการขนาดกลาง และขนาดย่อย สามารถใช้ได้ผลดี และสะดวกเมื่อเปรียบเทียบกับการประมวลผลด้วยการคำนวณแบบวิธีปกติ เนื่องจากคำนวณแบบวิธีปกตินั้นผู้ใช้งานจะต้องมีความชำนาญในการคำนวณดังกล่าวเป็นอย่างดีมิฉะนั้นการใช้อาจเกิดการผิดพลาดเนื่องจากตัวผู้ใช้งานเองได้ อีกทั้งผู้ใช้งานจะต้องเข้าใจถึงทฤษฎีทางวิศวกรรม และศาสตร์ในสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องอีกหลายสาขารวมถึงมาตรการการประหยัดพลังงาน และข้อกำหนดของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานอีกด้วย จึงเป็นการยากที่จะทำให้ผู้ดำเนินการของสถานประกอบการเข้าถึงวิธีการจัดเก็บข้อมูล และจัดการการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ และสามารถหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานของสถานประกอบการเองได้

ดังนั้นโปรแกรมการจัดทำบัญชีพลังงาน และช่วยวิเคราะห์การประหยัดพลังงานของสถานประกอบการขนาดกลาง และขนาดย่อย จึงมีบทบาทในการช่วยทำให้ผู้ใช้งานที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้พลังงานน้อยหรือไม่มีพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมมากนักสามารถที่จะประเมินผลการใช้พลังงาน และแยกเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละส่วนอุปกรณ์ได้ง่าย และรวดเร็วอีกทั้งยังสามารถหาแนวทางมาตรการการประหยัดพลังงานเบื้องต้นได้ง่าย และรวดเร็วในการดำเนินการประมวลผล

สรุปผลงานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บข้อมูลเพื่อจัดทำบัญชีการใช้พลังงานของเครื่องจักร และอุปกรณ์รวมถึงมาตรการประหยัดพลังงานเบื้องต้นในอุปกรณ์ที่มีการใช้ในสถานประกอบการขนาดกลาง และขนาดย่อม โดยใช้โปรแกรม Microsoft Access version 2000 ในการจัดทำฐานข้อมูล และโปรแกรม Microsoft Visual Basic version 6.0 ในการพัฒนาระบบประมวลผล เป็นหลัก ได้เป็นผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์โดยมีข้อสรุปดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมสามารถจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ และประมวลผลหาการใช้พลังงานของอุปกรณ์ในแต่ละชนิดพร้อมทั้งทำการจำแนกสัดส่วนการใช้พลังงานในอุปกรณ์ และประมวลผลแสดงค่าดัชนีพลังงานจำเพาะ

2. โปรแกรมสามารถดำเนินการประมวลผลเปรียบเทียบการใช้พลังงานจากข้อมูลของฐานข้อมูลของอุปกรณ์ กับการใช้พลังงานของแต่ละอุปกรณ์ที่ได้ทำการปรับปรุงตามมาตรการประหยัดพลังงานเพื่อประมวลผลการประหยัดพร้อมจุดคุ้มทุนในการปรับปรุง

3. โปรแกรมสามารถทำงานได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

4. โปรแกรมสามารถบันทึกข้อมูลที่ป้อน และข้อมูลที่แสดงผลไว้ในรูปของไฟล์ข้อมูล

5. การแสดงผลด้วยรายงานสรุปสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์ ดัชนีพลังงานและมาตรการการประหยัดพลังงานสามารถแสดงผลออกทั้งทางหน้าจอ และเครื่องพิมพ์

6. โปรแกรมสามารถบันทึกข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่ระบบได้ไม่จำกัดจำนวนข้อมูล

ข้อเสนอแนะ

จากการผลการวิจัยพบว่าการดำเนินการพัฒนาโปรแกรมการจัดทำบัญชีพลังงานนั้นยังคงดำเนินการได้เพียงระดับต้นซึ่งเปรียบได้กับการจัดทำบัญชีทั่วไปเท่านั้น ซึ่งยังมีส่วนที่ต้องพัฒนาเพื่อให้สามารถใช้ได้กับระดับที่สูงขึ้นไปอีกจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. เนื่องจากการจัดเก็บฐานข้อมูลเป็นปัจจัยหลักในการจัดทำบัญชีพลังงานดังนั้นควรพัฒนาการจัดเก็บให้สะดวก และง่ายมากขึ้นอีก เพื่อให้ผู้ประกอบการสนใจที่จะดำเนินการจัดเก็บ

2. การใช้แฟตฟอร์มในการออกแบบโปรแกรมเนื่องจากผู้ดำเนินการของสถานประกอบการขนาดกลาง และขนาดย่อม อาจมีข้อจำกัดด้านลิขสิทธิ์ซึ่งจะทำให้การใช้โปรแกรมกลายเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุน ดังนั้นในการพัฒนาขั้นต่อไปควรพัฒนาบนแฟตฟอร์มที่ไม่มีข้อจำกัดดังกล่าว

3. การใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ประเภทตั้งโต๊ะ หรือเครื่องคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค หากพัฒนาโปรแกรมที่ใช้กับคอมพิวเตอร์มือถือ หรือปาล์มได้ก็จะทำให้สะดวกในการใช้งานมากขึ้นก็จะทำให้มีผู้ใช้มากขึ้น

4. การเพิ่มมาตรการการประหยัดพลังงาน ควรมีการพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของมาตรการอื่น ๆ เช่น การนำคอนเดนเสทกลับเข้าสู่หม้อไอน้ำ การใช้น้ำโบลดาวน์อุ่นน้ำป้อนก่อนเข้าสู่หม้อไอน้ำ การนำไอน้ำแฟลซ การปรับปรุงระบบท่อแยกย่อยจ่ายไอน้ำให้มีขนาดเหมาะสม การติดตั้งท่อดักและสตีมแทรปให้เหมาะสม การหุ้มฉนวนท่อไอน้ำ ท่อคอนเดนเสท วาล์ว และหน้าแปลน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

1. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. พระราชกฤษฎีกากำหนดโรงงานควบคุม และกฎกระทรวงออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535. พิมพ์ครั้งที่ 2. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม; 2535. หน้า 1-2.
2. กิตติพงศ์ เตมียะประดิษฐ์. การประหยัดพลังงานในการปรับอากาศโดยระบบVAV. เทคโนโลยีใหม่ในงานวิศวกรรม. ใน: การประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2526. เล่มที่ 1. กรุงเทพ; 2526. หน้า 39-ก – 39-27.
3. ชัชพล ปิยะธรรมกุล. การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการใช้เครื่องปรับอากาศแบบส่วนกลางแทนการใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของกลุ่มอาคารเรียนรวม 3, 4, 5 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีการจัดการการพลังงาน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2541.
4. ทวี เวชพฤติ. การประหยัดพลังงาน และการบริการธุรกิจในโรงแรม เทคโนโลยีใหม่ในงานวิศวกรรม. ใน: การประชุมใหม่ทางวิชาการประจำปี 2526. เล่มที่ 1. กรุงเทพ; 2526. หน้า 22-1 – 22-7.
5. ลินดา จาบกลาง. การกำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานความร้อนของระบบไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2538.
6. วัชรี แก้วบุญส่ง. การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเผาไหม้ในหม้อไอน้ำ น้ำมันเตาโดยการประเมินค่าใช้จ่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีการจัดการการพลังงาน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2541.
7. ศุภกิจ บุญศิริ. มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมในอุตสาหกรรมขนาดกลาง และขนาดย่อม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. (เครื่องกล). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2543.
8. สุรพงษ์ หวังศุภกิจโกศล. การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงพิมพ์ผ้าโสร่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีการจัดการการพลังงาน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2533.

9. คนึงนิจ เพียรกลาง. การศึกษาโพรไฟล์การใช้พลังงานในโรงสีข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2533.
10. ทวี เวชพฤติ. การจัดการพลังงานในอาคาร. เทคโนโลยีใหม่ในงานวิศวกรรม. ใน: การประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2526. เล่มที่ 1. กรุงเทพ; 2526. หน้า 18 ก-1 – 18-4.
11. ทวี เวชพฤติ. การตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร. เทคโนโลยีใหม่ในงานวิศวกรรม. ใน: การประชุมใหม่ทางวิชาการประจำปี 2526. เล่มที่ 1. กรุงเทพ; 2526. หน้า 19-1 – 19-4.
12. ทวี เวชพฤติ. ข้อเสนอแนะสำหรับการบำรุงรักษา และบริการสำหรับระบบปรับอากาศเพื่อประหยัดพลังงาน. เทคโนโลยีใหม่ในงานวิศวกรรม. ใน: การประชุมใหม่ทางวิชาการประจำปี 2526. เล่มที่ 1. กรุงเทพ; 2526. หน้า 25-1 – 25-8.
13. ทวี เวชพฤติ. แบบสำรวจการใช้พลังงาน. เทคโนโลยีใหม่ในงานวิศวกรรม. ใน: การประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2526. เล่มที่ 1. กรุงเทพ; 2526. หน้า 20-1 – 20-19.
14. ทวี เวชพฤติ. ศักยภาพสำหรับการประหยัดพลังงานภาคธุรกิจ. เทคโนโลยีใหม่ในงานวิศวกรรม. ใน: การประชุมใหม่ทางวิชาการประจำปี 2526. เล่มที่ 1. กรุงเทพ; 2526. หน้า 21-1 – 21-4.
15. บรรพต ประภาศิริ. การประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศโดยการใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิ และการบำรุงรักษาเบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีการจัดการการพลังงาน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2542.
16. พิสิทธิ์ วัจนะรัตน์. การพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการเผยแพร่ข้อมูลการอนุรักษ์พลังงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. (เครื่องกล). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2543.
17. วรวรรณ บุณยะวันตัง. แบบจำลองเพื่อประเมินต้นทุนไอน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีการจัดการการพลังงาน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2539.
18. วิทยา จงเจริญ. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการจัดการพลังงานในอาคาร. เทคโนโลยีใหม่ในงานวิศวกรรม. ใน: การประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2526. เล่มที่ 1. กรุงเทพ; 2526. หน้า 227-ก – 27-28.
19. Bill Younger and Lack Brautigam. Energy Accounting. (ออนไลน์). แหล่งที่มา http://cru.cahe.WSU.edu/cepppublication/ed1849e/eb1849e.html; สืบค้นวันที่ 15 มกราคม 2547.

20. Lawrence Berkeley Laboratory. DOE-2. California United States of America; 1983.
21. Fleming W.S. and Associate Inc. A Simplified Energy Analysis Method. New York; 1987.
22. Moncef Krarti. Energy Audit for Building. The CRC Handbook of Thermal Engineering. Editor in Chief Frank Kreith; 2547. p. 4-200.
23. อมรรัตน์ ศรีไพจิตร. อนุรักษ์พลังงาน ลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต. วารสารProductivity World เพื่อการเพิ่มผลผลิต. ปีที่ 7. ฉบับที่ 36. มกราคม-กุมภาพันธ์; 2545.
24. กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน. เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อมาตรฐานการทำงานของบริษัทที่ปรึกษา รายละเอียดการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น และโดยละเอียด. กรุงเทพฯ: บริษัทเอ็นเนอร์ คอนซัลแตนท์ จำกัด; 2544.
25. วัชระ มั่งวิทิตกุล. กระบวนการ และเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคาร และโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: อินเตอร์ พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง; 2544. หน้า 84.
26. วัชระ มั่งวิทิตกุล. กระบวนการ และเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคาร และโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: อินเตอร์ พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง; 2544. หน้า 84.
27. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม และกฎกระทรวงออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535. พิมพ์ครั้งที่ 5. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม; 2535. หน้า 13-14.
28. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม และกฎกระทรวงออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535. พิมพ์ครั้งที่ 5. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม; 2535. หน้า 13-14.
29. กรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน. พระราชกฤษฎีกากำหนดโรงงานควบคุม และกฎกระทรวงออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535. พิมพ์ครั้งที่ 2. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม; 2535. หน้า 198.
30. มัสตุโอะ โมโตกิ. เทคนิคการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น); 2543. หน้า 220.
31. ศุภชัย ปัญญาวีร์ และจตุพร สถากุลเจริญ. คู่มือการลดต้นทุนผลิตด้านพลังงาน. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น); 2548. หน้า 35.
32. ศุภชัย ปัญญาวีร์ และจตุพร สถากุลเจริญ. คู่มือการลดต้นทุนผลิตด้านพลังงาน. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น); 2548. หน้า 36.

33. ดนัย เอกกมล. คู่มือการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานและการจัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานของโรงงานควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535. สำนักกำกับและอนุรักษ์. กรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม; 2540.
34. ทาคามูระ โยชิฮิโกะ. เทคนิคการประหยัดความร้อนในอุตสาหกรรม. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ; 2543. หน้า 181.
35. ทาคามูระ โยชิฮิโกะ. เทคนิคการประหยัดความร้อนในอุตสาหกรรม. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ; 2543. หน้า 181.
36. Simon Fowler. Principles and Basic of flue gas analysis. Madur Electronics. New Jersey; 2547. p. 31.
37. Simon Fowler. Principles and Basic of flue gas analysis. Madur Electronics. New Jersey; 2547. p. 33.
38. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. การจำลองแบบปัญหา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2542. หน้า 18.
39. วัชระ มั่งวิทิตกุล. กระบวนการ และเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคาร และโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: อินเตอร์ พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง; 2544. หน้า 25.
40. ทาคามูระ โยชิฮิโกะ. เทคนิคการประหยัดความร้อนในอุตสาหกรรม. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ; 2543. หน้า 118.
41. ทาคามูระ โยชิฮิโกะ. เทคนิคการประหยัดความร้อนในอุตสาหกรรม. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ; 2543. หน้า 181.
42. Reiter Sydney. The financial evaluation of energy costs and projects. Van Nostrand Reinhold Company; 1985. p. 119.
43. บริษัท คอนซัลแตนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด. รายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุม. กรุงเทพฯ: บริษัท ศรีสุรีย์ จำกัด; 2544.
44. บริษัท คอนซัลแตนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด. รายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุม. กรุงเทพฯ: บริษัท สหะมิตรดำเนิน จำกัด; 2544.
45. บริษัท คอนซัลแตนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด. รายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุม. กรุงเทพฯ: บริษัท โซนิส สตาร์ซ เทคโนโลยี จำกัด; 2545.
46. บริษัท คอนซัลแตนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด. รายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุม. กรุงเทพฯ: บริษัท ดาน่า สไปเซอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ระยอง; 2545.

47. บริษัท คอนซัลแตนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด. รายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุม. กรุงเทพฯ: บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ศูนย์จ่ายปูนซีเมนต์ ทีพีไอ อุดรธานี; 2546.
48. บริษัท คอนซัลแตนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด. รายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุม. กรุงเทพฯ: บริษัท ไทยโพลีโพรดักส์ จำกัด; 2546.
49. บริษัท คอนซัลแตนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด. รายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุม. กรุงเทพฯ: บริษัท มอนซานโต้เมล็ดพันธุ์ (ไทยแลนด์) จำกัด; 2546.
50. บริษัท คอนซัลแตนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด. รายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุม. กรุงเทพฯ: บริษัท รังสิต ฟุตแวร์ จำกัด; 2546.
51. บริษัท คอนซัลแตนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด. รายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุม. กรุงเทพฯ: บริษัท เวิร์ลดแวร์โพลีโพรดักส์ จำกัด; 2546.
52. บริษัท คอนซัลแตนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด. รายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานควบคุม. กรุงเทพฯ: บริษัท อี. คิว. รับเบอร์ จำกัด; 2546.

ภาคผนวก

บทที่ 1
ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1.1 ชื่อโรงงาน บริษัท ศรีสุรีย์ จำกัด

ชื่อนิติบุคคล บริษัท ศรีสุรีย์ จำกัด

1.1.2 ที่ตั้งโรงงาน

เลขที่ 81 หมู่ 9 ถนนสามโคก-เสนา ตำบลบางโคนม อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รหัสไปรษณีย์ 13110

โทรศัพท์ (035) 201-886-87 โทรสาร (035) 201-457

ที่ตั้งสำนักงาน

เลขที่ 81 หมู่ 9 ถนนสามโคก-เสนา ตำบลบางโคนม อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รหัสไปรษณีย์ 13110

โทรศัพท์ (035) 201-886-87 โทรสาร (035) 201-457

1.1.3 ประเภทอุตสาหกรรม สิ่งทอ

TSIC-ID. CODE **32400-0009**

เปิดดำเนินการ พ.ศ. 2531

อายุโรงงาน 13 ปี

1.1.4 ผลิตภัณฑ์

- ชื่อผลิตภัณฑ์ ส่วนบนรองเท้า
- กำลังผลิตติดตั้ง 1,470,000 คู่/ปี
- กำลังการผลิต 1,307,897 คู่/ปี

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.4)

1.1.5 การใช้พลังงานต่อปี

1.1.5.1 เชื้อเพลิง

ไม่มีการใช้เชื้อเพลิง

1.1.5.2 ไฟฟ้า

ประเภทผู้ใช้ไฟ	3.1.2 (กิจการขนาดกลาง)	
หมายเลขมิเตอร์	921-000300	
ปริมาณ	665,834.30	kWh/ปี
มูลค่า	1,026,543.43	บาท/ปี
ราคาเฉลี่ย	2.9591	บาท/kWh

ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด	360	kW
ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	0.5091	kWh/คู่

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.5.2)

1.1.6 เวลาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน 299 วันต่อปี

1.1.7 จำนวนพนักงานทั้งหมด 900 คน

พนักงานประจำ 50 คน

1.1.8 ชื่อผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน จำนวน 1 คน

นายอภิชาติ พานสุวรรณ หมายเลขทะเบียน ผชร. อยู่ในระหว่างดำเนินการ

1.1.9 แผนที่และแผนผังบริเวณตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 1.1.9-ก,ข

1.1.10 พื้นที่ของอาคารในโรงงานแสดงไว้ในตารางที่ 1.1.10

1.2 ลักษณะการผลิตและการใช้พลังงาน

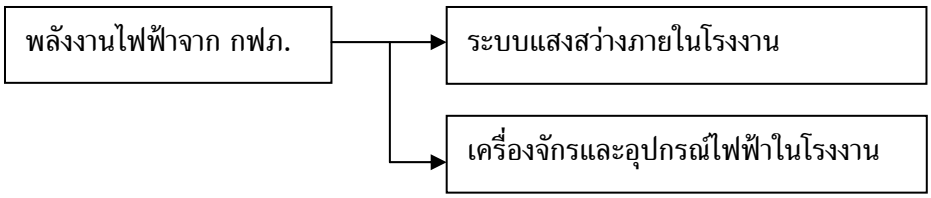
1.2.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิต

แผนผังแสดงกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1.2.1 ส่วนกระบวนการผลิตโดยหลักจะเป็นการตัดและเย็บส่วนบนรองเท้า โดยนำวัตถุดิบคือ หนัง และผ้า มาทำการตัดตามแบบตัด แล้วซ้อนตามแบบแล้วส่งเข้าแผนกเย็บจักร หลังจากเย็บเสร็จเรียบร้อยแล้วจะผ่านการตรวจสอบคุณภาพ จากนั้นก็จะบรรจุลงบรรจุภัณฑ์และนำเข้าโกดัง เพื่อรอนำไปประกอบกับส่วนพื้นรองเท้าต่อไป

1.2.2 การใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

ทางโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งรับจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แล้วจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารต่าง ๆ ในโรงงานและเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.2.2.1



รูปที่ 1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.2 การใช้เชื้อเพลิง

ทางโรงงานไม่มีการใช้เชื้อเพลิง

1.2.3 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงาน

1.2.3.1 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานความร้อน

เนื่องจากทางโรงงานไม่มีการใช้อุปกรณ์ด้านความร้อน จึงไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ด้านความร้อน

1.2.3.2 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานมีจำนวนทั้งหมด 1 ลูก มีรายละเอียดดังนี้ (ตามรูปที่ 1.2.3.2-1 ถึง รูปที่ 1.2.3.2-3)

ตารางที่ 1.2.3.2-ก รายละเอียดหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องที่	ผู้ผลิต	ชนิด	ขนาด (kVA)	พ.ศ.ที่ติดตั้ง
1	ไทยทราโฟ	OIL TYPE	1250	2532

2. มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า

ในกระบวนการผลิตของฝ่ายโรงงานมีการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งตามขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

2.1 380 โวลต์ ขนาดใหญ่กว่า 5 kW มีจำนวน 4 ตัว

2.2 380 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 0.25-5 kW มีจำนวน 314 ตัว

2.3 220 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 0.25-5 kW มีจำนวน 611 ตัว

3. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในอาคารต่าง ของโรงงาน ตลอดจนในกระบวนการผลิตมีการใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง ดังนี้

3.1	FLUORESCENT 18 W. จำนวน	47	หลอด
3.2	FLUORESCENT 36 W. จำนวน	1497	หลอด
3.3	FLUORESCENT 20 W. จำนวน	4	หลอด
3.4	FLUORESCENT 40 W. จำนวน	102	หลอด
3.5	INCANDESCENT 25 W. จำนวน	8	หลอด
3.6	SL 18 W. จำนวน	4	หลอด
3.7	SL 25 W. จำนวน	7	หลอด
3.8	แสงจันทร์ 250 W. จำนวน	60	หลอด
3.9	Spotlight 500 W. จำนวน	2	หลอด

4. ระบบเครื่องปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 18 เครื่อง

5. เครื่องอัดอากาศ
   เครื่องอัดอากาศที่ใช้ในโรงงาน มีจำนวน 2 เครื่อง

บทที่ 1
ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1.1 ชื่อโรงงาน ดาน่า สไปเซอร์ ระยอง

ชื่อนิติบุคคล บริษัท ดาน่า สไปเซอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

1.1.2 ที่ตั้งโรงงาน

เลขที่ 64/7 หมู่ 4 นิคมอุตสาหกรรม อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง) ตำบลปลวกแดง อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง

รหัสไปรษณีย์ 21140

โทรศัพท์ 038-954-330-38 โทรสาร 038-954-341

ที่ตั้งสำนักงาน

เลขที่ 64/7 หมู่ 4 นิคมอุตสาหกรรม อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง) ตำบลปลวกแดง อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง

รหัสไปรษณีย์ 21140

โทรศัพท์ 038-954-330-38 โทรสาร 038-954-341

1.1.3 ประเภทอุตสาหกรรม ชิ้นส่วนรถยนต์

TSIC-ID. CODE 38439-0065

เปิดดำเนินการ พ.ศ. 2541

อายุโรงงาน 4 ปี

1.1.4 ผลิตภัณฑ์

- ชื่อผลิตภัณฑ์ เฟืองท้ายรถยนต์
- กำลังผลิตติดตั้ง 78,000 เพลา/ปี
- กำลังการผลิต 74,108 เพลา/ปี

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.4)

1.1.5 การใช้พลังงานต่อปี

1.1.5.1 เชื้อเพลิง

ไม่มีการใช้เชื้อเพลิง

1.1.5.2 ไฟฟ้า

ประเภทผู้ใช้ไฟ	3.1.2 (กิจการขนาดกลาง)
หมายเลขมิเตอร์	924-003100
ปริมาณ	1,041,900.00 kWh/ปี

มูลค่า	3,509,385.71	บาท/ปี
ราคาเฉลี่ย	3.3683	บาท/kWh
ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด	588	kW
ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	14.0592	kWh/เพลา

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.5.2)

1.1.6 เวลาทำงาน 16 ชั่วโมงต่อวัน 245 วันต่อปี

1.1.7 **จำนวนพนักงานทั้งหมด** 75 คน

1.1.8 ชื่อผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน จำนวน 1 คน

นายบุญคง ศรีสังข์ หมายเลขทะเบียน ผชร. อยู่ในระหว่างดำเนินการ

1.1.9 แผนที่และแผนผังบริเวณตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 1.1.9-ก,ข

1.1.10 พื้นที่ของอาคารในโรงงานแสดงไว้ในตารางที่ 1.1.10

1.2 ลักษณะการผลิตและการใช้พลังงาน

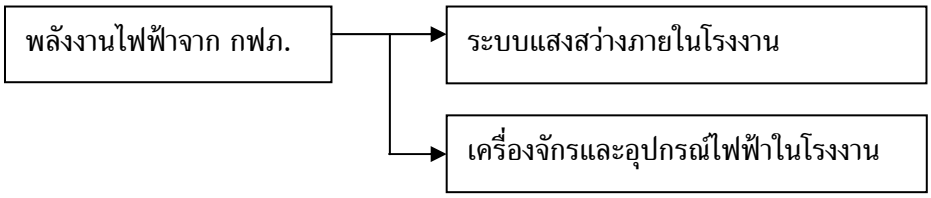
1.2.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิต

แผนผังแสดงกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1.2.1 ส่วนกระบวนการผลิตโดยหลักจะเป็นการประกอบเพลาเฟืองท้ายของรถบรรทุกขนาด 1 ตัน โดยนำชิ้นส่วนสำเร็จรูป และวัตถุดิบที่เป็นเหล็กหล่อ มาทำการกลึงในจุดต่าง ๆ ที่กำหนด แล้วนำเฟืองขนาดต่าง ๆ มาประกอบเข้า จากนั้นนำไปประกอบเข้ากับเพลาเฟืองท้าย และประกอบชิ้นส่วนอื่น ๆ ที่เหลือจนครบขั้นตอนที่กำหนด เมื่อประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วจะผ่านการตรวจสอบคุณภาพ แล้วนำไปวางบน Rack ในบริเวณพักรอ เพื่อนำไปประกอบกับตัวถังรถยนต์ต่อไป

1.2.2 การใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

ทางโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งรับจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แล้วจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารต่าง ๆ ในโรงงานและเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.2.2.1



รูปที่ 1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.2 การใช้เชื้อเพลิง

ทางโรงงานไม่มีการใช้เชื้อเพลิง

1.2.3 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงาน

1.2.3.1 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานความร้อน

เครื่องล้างชิ้นส่วนด้วยน้ำร้อนจำนวน 1 เครื่อง

1.2.3.2 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานมีจำนวนทั้งหมด 1 ลูก มีรายละเอียดดังนี้ (ตามรูปที่ 1.2.3.2-1 ถึง รูปที่ 1.2.3.2-3)

ตารางที่ 1.2.3.2-ก รายละเอียดหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องที่	ผู้ผลิต	ชนิด	ขนาด (KVA)	พ.ศ.ที่ติดตั้ง
1	พงษ์พิมาน	OIL TYPE	1250	2541

2. มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า

ในกระบวนการผลิตของฝ่ายโรงงานมีการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งตามขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

2.1 380 โวลต์ ขนาดใหญ่กว่า 10 kW มีจำนวน 12 ตัว

2.2 380 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 5-10 kW มีจำนวน 5 ตัว

2.3 380 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 3-5 kW มีจำนวน 6 ตัว

3. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในอาคารต่าง ๆ ของโรงงาน ตลอดจนในกระบวนการผลิตมีการใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง ดังนี้

3.1	FLUORESCENT 18 W. จำนวน	8	หลอด
3.2	FLUORESCENT 36 W. จำนวน	481	หลอด
3.3	SLE 11 W. จำนวน	5	หลอด
3.4	SLE 25 W. จำนวน	20	หลอด
3.5	PL-C 9 W จำนวน	2	หลอด
3.6	PL-C 13 W จำนวน	17	หลอด
3.7	MH 250 W. จำนวน	12	หลอด
3.8	MH 400 W. จำนวน	280	หลอด

4. ระบบเครื่องปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 25 เครื่อง

5. เครื่องอัดอากาศ

เครื่องอัดอากาศที่ใช้ในโรงงาน มีจำนวน 3 เครื่อง

บทที่ 1
ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1.1 ชื่อโรงงาน บริษัท อี.คิว. รับเบอร์ จำกัด

ชื่อนิติบุคคล บริษัท อี.คิว. รับเบอร์ จำกัด

1.1.2 ที่ตั้งโรงงาน

เลขที่ 138 หมู่ 2 ถนนชลบุรี-แกลง ตำบลเขาซก อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี รหัสไปรษณีย์ 20190

โทรศัพท์ 038-219-425-7 โทรสาร 038-219-428

ที่ตั้งสำนักงาน

เลขที่ 138 หมู่ 2 ถนนชลบุรี-แกลง ตำบลเขาซก อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี รหัสไปรษณีย์ 20190

โทรศัพท์ 038-219-425-7 โทรสาร 038-219-428

1.1.3 ประเภทอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมยางพารา

TSIC-ID. CODE 35591-0054

เปิดดำเนินการ พ.ศ. 2543

อายุโรงงาน 3 ปี

1.1.4 ผลิตภัณฑ์

- ชื่อผลิตภัณฑ์	ยางแท่ง	
- กำลังผลิตติดตั้ง	31,300.00	ตัน/ปี
- กำลังการผลิต	20,812.00	ตัน/ปี

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.4)

1.1.5 การใช้พลังงานต่อปี

1.1.5.1 เชื้อเพลิง

ชนิดเชื้อเพลิง น้ำมันดีเซล

ปริมาณ	636,000.00	ลิตร/ปี
คิดเป็นเงิน	8,675,040.00	บาท/ปี
ดัชนีการใช้พลังงาน	1,183.87	MJ/ตัน

(รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1.1.5.1)

1.1.5.2 ไฟฟ้า

ประเภทผู้ใช้ไฟ	4.2.2 (กิจการขนาดใหญ่)	
ปริมาณ	3,053,250.00	kWh/ปี
มูลค่า	6,692,472.52	บาท/ปี
ราคาเฉลี่ย	2.1919	บาท/kWh

ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดตามช่วงเวลา (TOU Rate)

ช่วงเวลา	kW
1) วันจันทร์-วันศุกร์ เวลา 09:00-22:00 น. (ON PEAK)	924
2) วันจันทร์-วันศุกร์ เวลา 22:00-09:00 น. (OFF PEAK 1)	891
3) วันเสาร์-วันอาทิตย์ เวลา 00:00-24:00 น. (OFF PEAK 2)	918

ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	146.71	kWh/ตัน
ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	528.16	MJ/ตัน

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.5.2)

1.1.6 เวลาทำงาน 16 ชั่วโมงต่อวัน 365 วันต่อปี

1.1.7 จำนวนพนักงานทั้งหมด 103 คน

1.1.8 ชื่อผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน จำนวน 1 คน

นายนิรัตน์ เพชรฉิม หมายเลขทะเบียน ผชร. อยู่ในระหว่างดำเนินการ

1.1.9 แผนที่และแผนผังบริเวณตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 1.1.9-ก,ข

1.1.10 พื้นที่ของอาคารในโรงงานแสดงไว้ในตารางที่ 1.1.10

1.2 ลักษณะการผลิตและการใช้พลังงาน

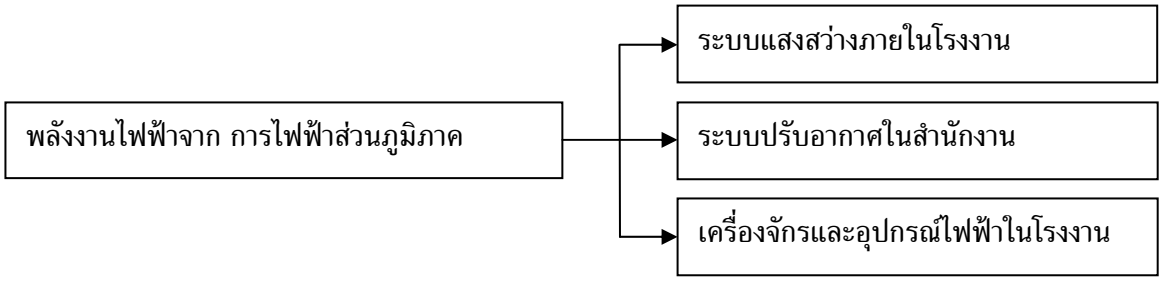
1.2.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิต

แผนผังแสดงกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1.2.1 ส่วนกระบวนการผลิตโดยหลักจะเริ่มต้นจากการนำยางดิบมาเข้ากระบวนการทำความสะอาดโดยการย่อยยางดิบให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วล้างน้ำทำความสะอาดหลายครั้ง ตั้งแต่บ่อที่ 1 ถึงบ่อที่ 9 จนได้ยางดิบที่มีขนาดเล็กมาก นำมาบรรจุในกระบะแล้วเข้าตู้อบจนได้ระยะเวลาที่กำหนดแล้วทำให้เย็นลงก่อนนำไปชั่งน้ำหนักและอัดเป็นยางแท่ง(STR-20) จากนั้นก็จะผ่านเครื่องตรวจเช็คโลหะก่อนว่าไม่มีโลหะเจือปนในยางแท่งแล้วจึงจะนำมาบรรจุถุงและชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่งจึงนำไปเก็บที่คลังสินค้า โดยมีการสุ่มตรวจสอบคุณภาพยางที่ได้ก่อน เพื่อเตรียมจัดส่งลูกค้าต่อไป

1.2.2 การใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

ทางโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งรับจาก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แล้วจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคาร ในโรงงานและเครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.2.2.1



รูปที่ 1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

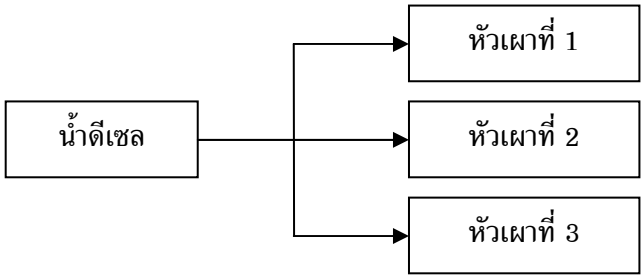
1.2.2.2 การใช้เชื้อเพลิง

ทางโรงงานมีการซื้อเชื้อเพลิง ชนิดน้ำมันดีเซล เพื่อใช้ในกระบวนการอบยางที่ตู้อบยาง

1.2.3 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงาน

1.2.3.1 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานความร้อน

1. ตู้อบยางมีหัวเผา (burner) จำนวน 3 หัว



1.2.3.2 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานมีจำนวนทั้งหมด 1 ลูก มีรายละเอียดดังนี้ (ตามรูปที่ 1.2.3.2-1 ถึง รูปที่ 1.2.3.2-4)

ตารางที่ 1.2.3.2-ก รายละเอียดหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องที่	ผู้ผลิต	ชนิด	ขนาด (KVA)	พ.ศ.ที่ติดตั้ง
1	พงษ์พิมาน	OIL TYPE	2500	2543

2. มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า

ในกระบวนการผลิตของฝ่ายโรงงานมีการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งตามขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

2.1 380 โวลต์ ขนาดใหญ่กว่า 20 kW มีจำนวน 15 ตัว

2.2 380 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 7.5-20 kW มีจำนวน 8 ตัว

3. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในอาคารต่าง ๆ ของโรงงาน ตลอดจนในกระบวนการผลิตมีการใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง ดังนี้

3.1 FLUORESCENT 36 W. จำนวน 22 หลอด

3.2 MV 400 W. จำนวน 18 หลอด

4. ระบบเครื่องปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 3 เครื่อง

บทที่ 1
ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1.1 ชื่อโรงงาน บริษัท สหะมิตรดำเนิน จำกัด

ชื่อนิติบุคคล บริษัท สหะมิตรดำเนิน จำกัด

1.1.2 ที่ตั้งโรงงาน

เลขที่ 282/3 ถนนเพชรเกษม ตำบลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

รหัสไปรษณีย์ 90110

โทรศัพท์ (074) 238-465, 294-814

ที่ตั้งสำนักงาน

เลขที่ 282/3 ถนนเพชรเกษม ตำบลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

รหัสไปรษณีย์ 90110

โทรศัพท์ (074) 238-465, 294-814

1.1.3 ประเภทอุตสาหกรรม อาหาร

เปิดดำเนินการ พ.ศ. 2514

อายุโรงงาน 30 ปี

1.1.4 ผลิตภัณฑ์

- ชื่อผลิตภัณฑ์ น้ำแข็ง
- กำลังการผลิต 545,080 ก้อน/ปี

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.4)

1.1.5 การใช้พลังงานต่อปี

1.1.5.1 เชื้อเพลิง

ไม่มีการใช้เชื้อเพลิง

1.1.5.2 ไฟฟ้า

ประเภทผู้ใช้ไฟ	4.1.2 กิจการขนาดใหญ่ (TOD Rate)	
หมายเลขมิเตอร์	930-000900	
ปริมาณ	5,812,182	kWh/ปี
มูลค่า	8,900,295.97	บาท/ปี
ราคาเฉลี่ย	2.0767	บาท/kWh
ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	10.6630	kWh/ก้อน
ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	38.3868	MJ/ก้อน

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.5.2)

ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดสำหรับผู้ซื้อไฟฟ้าตามช่วงเวลา (TOD Rate)

ช่วงเวลา	kW
1) 08:00-18.30 น. (PARTIAL PEAK)	967
2) 18:30-21:30 น. (ON PEAK)	49
3) 21:30-08:00 น. (OFF PEAK)	974

1.1.6 เวลาทำงาน

24 ชั่วโมงต่อวัน 365 วันต่อปี

1.1.7 จำนวนพนักงานทั้งหมด 56 คน

พนักงานประจำ 56 คน

1.1.8 ชื่อผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน จำนวน - คน

ไม่มี

1.1.9 แผนที่และแผนผังบริเวณตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 1.1.9-ก,ข

1.1.10 พื้นที่ของอาคารในโรงงานแสดงไว้ในตารางที่ 1.1.10

1.2 ลักษณะการผลิตและการใช้พลังงาน

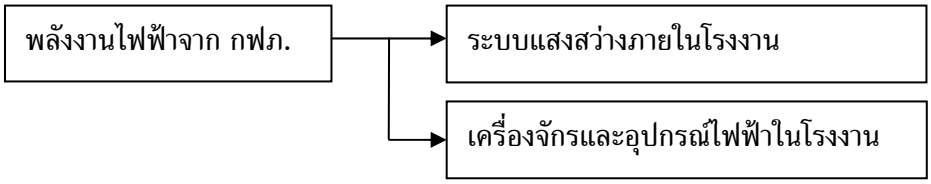
1.2.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิต

แผนผังแสดงกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1.2.1 ส่วนกระบวนการผลิตโดยหลักจะเป็นการผลิตน้ำแข็ง โดยนำวัตถุดิบคือ น้ำบาดาล มาทำเก็บไว้ในบ่อเก็บน้ำ 1 แล้วส่งเข้าเครื่องกรอง เมื่อออกจากเครื่องกรองนำไปเก็บที่บ่อพักน้ำ 1 หลังจากนั้นนำน้ำเติมในซองผลิตน้ำแข็ง แล้วนำซองลงแช่ในบ่อแช่ซองจนได้น้ำแข็งเป็นก้อน นำไปถอดออกจากซองเพื่อนำไปจำหน่ายต่อไป

1.2.2 การใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

ทางโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งรับจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แล้วจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารต่าง ๆ ในโรงงานและเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.2.2.1



รูปที่ 1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.2 การใช้เชื้อเพลิง

ทางโรงงานไม่มีการใช้เชื้อเพลิง

1.2.3 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงาน

1.2.3.1 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานความร้อน

เนื่องจากทางโรงงานไม่มีการใช้อุปกรณ์ด้านความร้อน จึงไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ด้านความร้อน

1.2.3.2 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานมีจำนวนทั้งหมด 2 ลูก มีรายละเอียดดังนี้ (ตามรูปที่ 1.2.3.2-1 ถึง รูปที่ 1.2.3.2-5)

ตารางที่ 1.2.3.2-ก รายละเอียดหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องที่	ผู้ผลิต	ชนิด	ขนาด (KVA)	พ.ศ.ที่ติดตั้ง
1	ไทยแมกซ์เวลล์	OIL TYPE	1250	2533
2	ไทยแมกซ์เวลล์	OIL TYPE	500	2536

2. มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า

ในกระบวนการผลิตของฝ่ายโรงงานมีการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งตามขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

2.1 380 โวลต์ ขนาดใหญ่กว่า 10 kW มีจำนวน 8 ตัว

2.2 380 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 5-10 kW มีจำนวน 14 ตัว

2.3 380 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 0.5-5 kW มีจำนวน 8 ตัว

3. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในอาคารต่างๆ ของโรงงาน ตลอดจนในกระบวนการผลิตมีการใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง ดังนี้

3.1 FLUORESCENT 32 W. จำนวน 10 หลอด

3.2 FLUORESCENT 36 W. จำนวน 50 หลอด

4. ระบบเครื่องปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง

5. เครื่องอัดอากาศ

เครื่องอัดอากาศที่ใช้ในโรงงาน มีจำนวน 1 เครื่องขนาด 10 HP. (ไม่มีข้อมูลการตรวจวัด เนื่องจากขณะตรวจวัดไม่ได้ใช้งาน)

6. ระบบทำความเย็น

คอมเพรสเซอร์ที่ใช้ในระบบทำความเย็นมีจำนวน 5 เครื่อง รายละเอียดตามตารางที่ 2.2.2.5

1.2.3.3 อุปกรณ์หลักที่ใช้น้ำมันดีเซล

1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
   เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีจำนวน 1 เครื่อง ขนาด 73 kW เป็นไฟฟ้าสำรองเพื่อจ่ายให้แสงสว่างในกรณีไฟฟ้าดับ (ไม่มีรายละเอียดการตรวจวัด เนื่องจากปิดซ่อม)

บทที่ 1
ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1.1 **ชื่อโรงงาน** โซนิส สตาร์ช เทคโนโลยี ฉะเชิงเทรา

ชื่อนิติบุคคล บริษัท โซนิส สตาร์ช เทคโนโลยี จำกัด

1.1.2 ที่ตั้งโรงงาน

เลขที่ 99/2 กลุ่มโรงงานพนมสารคาม ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา รหัสไปรษณีย์ 14120

โทรศัพท์ 038-855055-88 โทรสาร 038-855055-5284,5288

ที่ตั้งสำนักงาน

เลขที่ 99/2 กลุ่มโรงงานพนมสารคาม ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา รหัสไปรษณีย์ 14120

โทรศัพท์ 038-855055-88 โทรสาร 038-855055-5284,5288

1.1.3 ประเภทอุตสาหกรรม แป้งมันดัดแปลง

TSIC-ID. CODE 31164-0084

เปิดดำเนินการ พ.ศ. 2540

อายุโรงงาน 5 ปี

1.1.4 ผลิตภัณฑ์

- ชื่อผลิตภัณฑ์	แป้งมันดัดแปลง	
- กำลังผลิตติดตั้ง	62,050.00	MT/ปี
- กำลังการผลิต	28,956.20	MT/ปี

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.4)

1.1.5 การใช้พลังงานต่อปี

1.1.5.1 **ไอน้ำ (ซื้อจากบริษัท ไทย เพาเวอร์ ซับพลาย จำกัด)**

Pg	5.00	Bar(g)
ปริมาณ	7,937.42	Ton/ปี
มูลค่า	2,508,672.25	บาท/ปี
ราคาเฉลี่ย	372.69	บาท/ตัน
ความต้องการไอน้ำสูงสุด	2.01	Ton/hr
ดัชนีการใช้ไอน้ำ	0.28	Ton/MT
ดัชนีการใช้ไอน้ำ	764.73	MJ/MT

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.5.1)

1.1.5.2 ไฟฟ้า (ซื้อจากบริษัท ไทย เพาเวอร์ ซับพลาย จำกัด)

ประเภทผู้ใช้ไฟ	3.1.2 (กิจการขนาดกลาง)	
ปริมาณ	2,170,708.51	kWh/ปี
มูลค่า	5,304,778.20	บาท/ปี
ราคาเฉลี่ย	2.4438	บาท/kWh
ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด	345.08	kW
ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	74.97	kWh/MT
ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	269.89	MJ/MT

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.5.2)

1.1.5.3 อากาศอัด (ซื้อจากบริษัท ไทย เพาเวอร์ ซับพลาย จำกัด)

ปริมาณ	168,980.40	m^3/ปี
มูลค่า	81,364.06	บาท/ปี
ดัชนีการใช้อากาศอัด	5.96	m^3/MT

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.5.3)

1.1.5.4 น้ำ (ซื้อจากบริษัท ไทย เพาเวอร์ ซับพลาย จำกัด)

ปริมาณ	469,995.00	m^3/ปี
มูลค่า	6,034,735.80	บาท/ปี
ดัชนีการใช้น้ำ	16.20	m^3/MT

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.5.4)

1.1.6 เวลาทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 365 วันต่อปี

1.1.7 จำนวนพนักงานทั้งหมด 30 คน

1.1.8 ชื่อผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน จำนวน 1 คน

นายกัมปนาท ชูสุวรรณ หมายเลขทะเบียน ผชร. อยู่ในระหว่างดำเนินการ

1.1.9 แผนที่และแผนผังบริเวณตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 1.1.9-ก,ข

1.1.10 พื้นที่ของอาคารในโรงงานแสดงไว้ในตารางที่ 1.1.10

1.2 ลักษณะการผลิตและการใช้พลังงาน

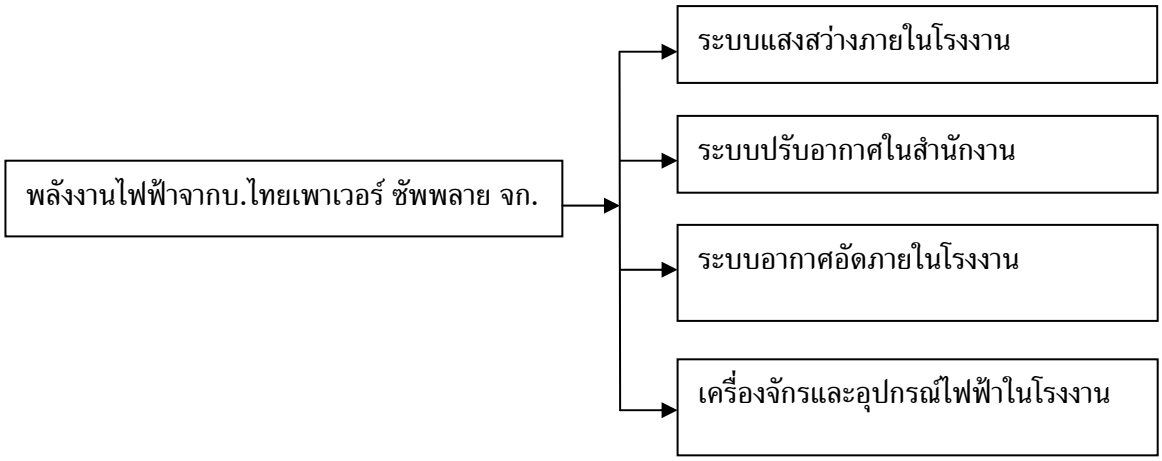
1.2.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิต

แผนผังแสดงกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1.2.1 ส่วนกระบวนการผลิตโดยหลักจะเป็นการแป้งมันดัดแปลง โดยนำแป้งมันผสมน้ำในถังกวน แล้วนำไปผสมสารเคมี จากนั้นนำน้ำแป้งไปกรองเพื่อแยกสารแขวนลอยต่าง ๆ ออกจากน้ำแป้ง น้ำแป้งที่ผ่านการกรองแล้วจะถูกส่งไปสลัดน้ำออกจนหมาด แล้วนำไปอบให้แห้งด้วยไอน้ำ แป้งที่ได้จะถูกนำไปแยกขนาด เมื่อแยกขนาดแล้วจะนำไปบรรจุลงถุงแล้วเก็บเข้าโกดังเพื่อรอส่งให้ลูกค้าต่อไป

1.2.2 การใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

ทางโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งรับจากบ.ไทยเพาเวอร์ ซัพพลาย จำกัด แล้วจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารต่าง ๆ ในโรงงานและเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.2.2.1



รูปที่ 1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.2 การใช้เชื้อเพลิง

ทางโรงงานมีการซื้อไอน้ำจากบริษัท ไทยเพาเวอร์ ซัพพลาย จำกัด

1.2.3 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงาน

1.2.3.1 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานความร้อน

- Hot Water Tank	1	ถัง
- TS Reaction Tank	4	ถัง

- Heat Exchanger	4	ตัว
- Dyer	1	ตัว

1.2.3.2 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานมีจำนวนทั้งหมด 2 ลูก มีรายละเอียดดังนี้ (ตามรูปที่ 1.2.3.2-1 ถึง รูปที่ 1.2.3.2-3)

ตารางที่ 1.2.3.2-ก รายละเอียดหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องที่	ผู้ผลิต	ชนิด	ขนาด (kVA)	พ.ศ.ที่ติดตั้ง
1	เอกรัฐ	OIL TYPE	1000	2540
2	เอกรัฐ	OIL TYPE	1000	2542

2. มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า

ในกระบวนการผลิตของฝ่ายโรงงานมีการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งตามขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

2.1 380 โวลต์ ขนาดใหญ่กว่า 20 kW มีจำนวน 19 ตัว

2.2 380 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 10-20 kW มีจำนวน 11 ตัว

2.3 380 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 5-10 kW มีจำนวน 15 ตัว

3. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในอาคารต่าง ๆ ของโรงงาน ตลอดจนในกระบวนการผลิตมีการใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง ดังนี้

3.1 FLUORESCENT 36 W. จำนวน 192หลอด

3.2 HPI 250 W. จำนวน 79 หลอด

4. ระบบเครื่องปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 12 เครื่อง

ระบบเครื่องทำน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ จำนวน 4 เครื่อง

บทที่ 1
ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1.1 **ชื่อโรงงาน** ศูนย์จ่ายปูนซีเมนต์ ทีพีไอ อุดรธานี

ชื่อนิติบุคคล บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

1.1.2 ที่ตั้งโรงงาน

เลขที่ 76 หมู่ 6 ถนนรอบเมือง ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี รหัสไปรษณีย์ 41000

โทรศัพท์ 042-240840-50 โทรสาร 042-240842

ที่ตั้งสำนักงาน

เลขที่ 76 หมู่ 6 ถนนรอบเมือง ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี รหัสไปรษณีย์ 41000

โทรศัพท์ 042-240840-50 โทรสาร 042-240842

1.1.3 ประเภทอุตสาหกรรม บริการจ่ายและจำหน่ายปูนซีเมนต์ผง

TSIC-ID. CODE 36921-0016

เปิดดำเนินการ พฤษภาคม พ.ศ. 2537

อายุโรงงาน 8 ปี

1.1.4 ผลิตภัณฑ์

- ชื่อผลิตภัณฑ์	ปูนซีเมนต์ผง	
- กำลังผลิตติดตั้ง	396,000.00	ตัน/ปี
- กำลังการผลิต	194,489.94	ตัน/ปี

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.4)

1.1.5 การใช้พลังงานต่อปี

1.1.5.1 ไฟฟ้า

ประเภทผู้ใช้ไฟ	3.1.2 (กิจการขนาดกลาง)	
ปริมาณ	871,839.88	kWh/ปี
มูลค่า	2,721,448.19	บาท/ปี
ราคาเฉลี่ย	3.1215	บาท/kWh
ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด	519.00	kW
ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	4.48	kWh/ตัน
ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	16.13	MJ/ตัน

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.5.1)

1.1.6 เวลาทำงาน	ส่วนสำนักงาน	8	ชั่วโมงต่อวัน	313	วันต่อปี
	ส่วนโรงงาน	16	ชั่วโมงต่อวัน	365	วันต่อปี

1.1.7 จำนวนพนักงานทั้งหมด 25 คน

1.1.8 ชื่อผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน จำนวน 2 คน

นายสมบูรณ์ ศรีสุพรรณ หมายเลขทะเบียน ผชร. อยู่ในระหว่างดำเนินการ

นายบรรจบ ฉิมแป้น หมายเลขทะเบียน ผชร. อยู่ในระหว่างดำเนินการ

1.1.9 แผนที่และแผนผังบริเวณตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 1.1.9-ก,ข

1.1.10 พื้นที่ของอาคารในโรงงานแสดงไว้ในตารางที่ 1.1.10

1.2 ลักษณะการผลิตและการใช้พลังงาน

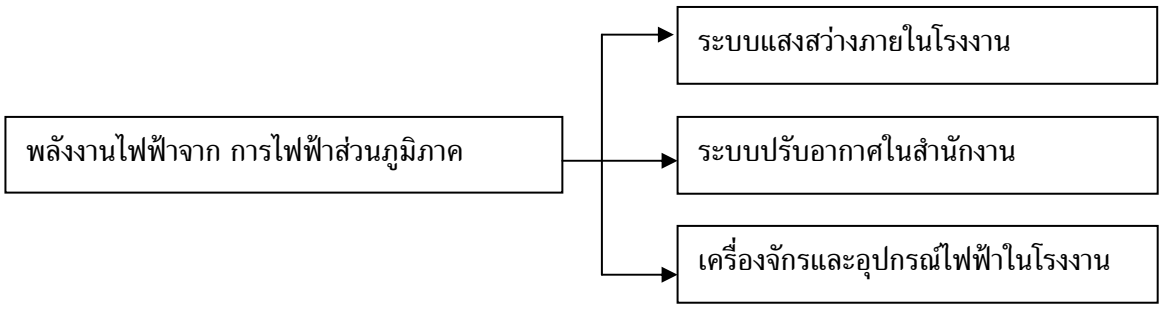
1.2.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิต

แผนผังแสดงกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1.2.1 ส่วนกระบวนการผลิตโดยหลักจะเป็นปูนซีเมนต์ผง โดยปูนซีเมนต์ผงจะนำมาส่งที่ศูนย์ฯ ทางรถไฟ จากนั้นก็นำมาเก็บไว้ในไซโล 3 และไซโล 4 เมื่อมีลูกค้าสั่งซื้อ จะนำส่ง 2 วิธีคือ นำปูนซีเมนต์ผงบรรจุใส่รถขนปูนซีเมนต์ผง แล้วนำส่งลูกค้าต่อไป หรือนำปูนซีเมนต์ผงมาบรรจุลงถุงด้วยเครื่องบรรจุมีขนาดถุงละ 50 กก. จากนั้นนำขึ้นรถบรรทุกแล้วนำส่งลูกค้าต่อไป

1.2.2 การใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

ทางโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งรับจาก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดอุดรธานี แล้วจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารต่าง ๆ ในโรงงานและเครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.2.2.1



รูปที่ 1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.2 การใช้เชื้อเพลิง

ทางโรงงานไม่มีการซื้อเชื้อเพลิงชนิดอื่น

1.2.3 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงาน

1.2.3.1 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานมีจำนวนทั้งหมด 3 ลูก มีรายละเอียดดังนี้ (ตามรูปที่ 1.2.2-1 ถึง รูปที่ 1.2.2-6)

ตารางที่ 1.2.3.2-ก รายละเอียดหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องที่	ผู้ผลิต	ชนิด	ขนาด (KVA)	พ.ศ.ที่ติดตั้ง
1	เอกรัฐ	OIL TYPE	1500	2537
2	เอกรัฐ	OIL TYPE	500	2537
3	เอกรัฐ	OIL TYPE	315	2537

2. มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า

ในกระบวนการผลิตของฝ่ายโรงงานมีการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งตามขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

2.1 380 โวลต์ ขนาดใหญ่กว่า 20 kW มีจำนวน 9 ตัว

2.2 380 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 10-20 kW มีจำนวน 23 ตัว

3. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในอาคารต่าง ๆ ของโรงงาน ตลอดจนในกระบวนการผลิตมีการใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง ดังนี้

3.1 FLUORESCENT 18 W. จำนวน 16 หลอด

3.2 FLUORESCENT 36 W. จำนวน 565 หลอด

3.3 HV 250 W. จำนวน 9 หลอด

3.4 HV 400 W. จำนวน 10 หลอด

4. ระบบเครื่องปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 18 เครื่อง

5. ระบบเครื่องอัดอากาศ

เครื่องอัดอากาศที่ใช้เป็นเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ จำนวน 2 เครื่อง

บทที่ 1
ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1 **ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน**

1.1.1 **ชื่อโรงงาน** บริษัท มอนซานโต้เมล็ดพันธุ์(ไทยแลนด์) จำกัด

ชื่อนิติบุคคล บริษัท มอนซานโต้เมล็ดพันธุ์(ไทยแลนด์) จำกัด

1.1.2 ที่ตั้งโรงงาน

เลขที่ 56 หมู่ 6 ถนนวังทอง-เขาทราย ตำบลดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65130

โทรศัพท์ 055-241406, 249162, 247557 โทรสาร 055-245331

ที่ตั้งสำนักงาน

เลขที่ 56 หมู่ 6 ถนนวังทอง-เขาทราย ตำบลดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65130

โทรศัพท์ 055-241406, 249162, 247557 โทรสาร 055-245331

1.1.3 ประเภทอุตสาหกรรม ผลิตเมล็ดพันธุ์ ข้าวโพด

TSIC-ID. CODE 31162-0010

เปิดดำเนินการ พ.ศ. 2543

อายุโรงงาน 3 ปี

1.1.4 ผลิตภัณฑ์

- ชื่อผลิตภัณฑ์	ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด	
- กำลังผลิตติดตั้ง	96,360.00	ตัน/ปี
- กำลังการผลิต	10,574.15	ตัน/ปี

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.4)

1.1.5 **การใช้พลังงานต่อปี**

1.1.5.1 เชื้อเพลิง

ชนิดเชื้อเพลิง ก๊าซปิโตรเลี่ยมเหลว

ปริมาณ	613.52	ตัน/ปี
คิดเป็นเงิน	8,589,280.00	บาท/ปี
ดัชนีการใช้พลังงาน	2,923.32	MJ/ตัน

(รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1.1.5.1)

1.1.5.2 ไฟฟ้า

ประเภทผู้ใช้ไฟ	4.2.2 (กิจการขนาดใหญ่)
หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	997-001000

ปริมาณ	3,557,430.00	kWh/ปี
มูลค่า	9,388,295.97	บาท/ปี
ราคาเฉลี่ย	2.6391	บาท/kWh

ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดตามช่วงเวลา (TOU Rate)

ช่วงเวลา	kW
1) วันจันทร์-วันศุกร์ เวลา 09:00-22:00 น. (ON PEAK)	1,728
2) วันจันทร์-วันศุกร์ เวลา 22:00-09:00 น. (OFF PEAK 1)	1,611
3) วันเสาร์-วันอาทิตย์ เวลา 00:00-24:00 น. (OFF PEAK 2)	1,545

ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	336.43	kWh/ตัน
ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	1,211.14	MJ/ตัน

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.5.2)

1.1.6 เวลาทำงาน สำนักงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน 312 วันต่อปี
โรงงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 240 วันต่อปี

1.1.7 จำนวนพนักงานทั้งหมด 546 คน

1.1.8 ชื่อผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน จำนวน 1 คน

นายพิพัฒน์ มูลละ หมายเลขทะเบียน ผชร. อยู่ในระหว่างดำเนินการ

1.1.9 แผนที่และแผนผังบริเวณตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 1.1.9-ก,ข

1.1.10 พื้นที่ของอาคารในโรงงานแสดงไว้ในตารางที่ 1.1.10

1.2 ลักษณะการผลิตและการใช้พลังงาน

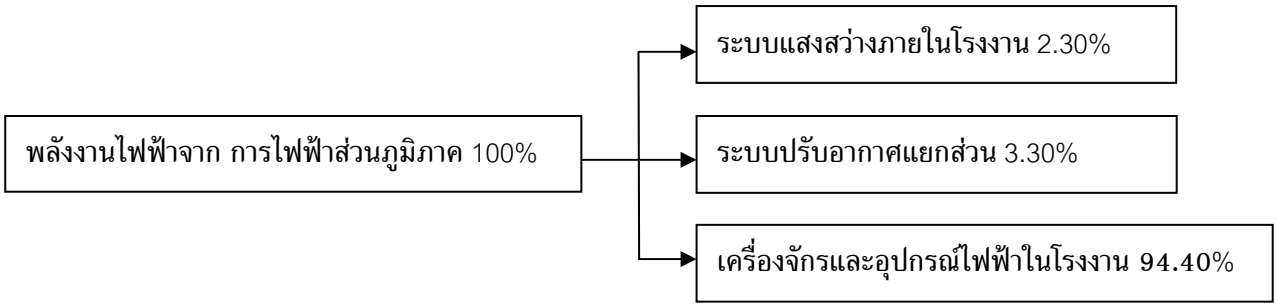
1.2.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิต

แผนผังแสดงกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1.2.1 ส่วนกระบวนการผลิตโดยหลักจะเริ่มต้นจากการรับซื้อฝักข้าวโพดจากชาวไร่แล้วนำมาคัดแยกขนาดก่อนเข้าเตาอบ โดยการอบฝักข้าวโพดเพื่อลดค่าความชื้นลง เมื่อได้ค่าความชื้นที่ต้องการแล้วจึงจะนำไปสีเป็นเมล็ด และบรรจุใส่ถุงเพื่อส่งจำหน่าย และอีกส่วนหนึ่งจะบรรจุใส่ถุงจัมโบขนาดใหญ่เก็บไว้ในห้องเย็นเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

1.2.2 การใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

ทางโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งรับจาก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แล้วจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคาร ในโรงงานและเครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.2.2.1



รูปที่ 1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

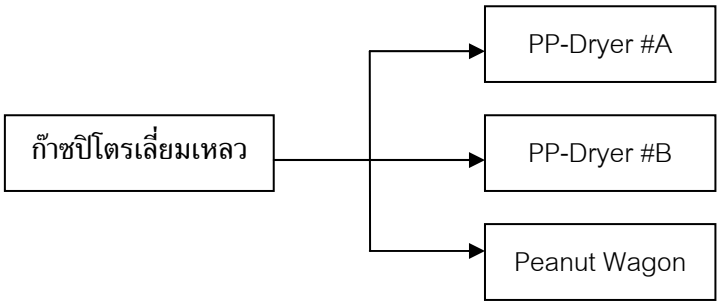
1.2.2.2 การใช้เชื้อเพลิง

ทางโรงงานมีการซื้อเชื้อเพลิง ชนิดก๊าซปิโตรเลี่ยมเหลว เพื่อใช้ในกระบวนการอบเมล็ดข้าวโพดเพื่อลดความชื้น

1.2.3 **อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงาน**

1.2.3.1 **อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานความร้อน**

1. เตาอบมีด้วยกัน 3 ส่วน คือ



1.2.3.2 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานมีจำนวนทั้งหมด 6 ลูก มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1.2.3.2-ก รายละเอียดหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องที่	ผู้ผลิต	ชนิด	ขนาด (KVA)	พ.ศ.ที่ติดตั้ง
1	เจริญชัย	OIL TYPE	2000	2543
2	เจริญชัย	OIL TYPE	1000	2543
3	เจริญชัย	OIL TYPE	500	2543
4	เจริญชัย	OIL TYPE	500	2543
5	เจริญชัย	OIL TYPE	500	2543
6	-	OIL TYPE	250	2543

2. มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า

ในกระบวนการผลิตของฝ่ายโรงงานมีการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งตามขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

2.1 380 โวลต์ ขนาดใหญ่กว่า 200 kW มีจำนวน 2 ตัว

2.2 380 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 20 –199 kW มีจำนวน 20 ตัว

3. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในอาคารต่าง ๆ ของโรงงาน ตลอดจนในกระบวนการผลิตมีการใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง ดังนี้

3.1 FLUORESCENT 36 W. จำนวน 587 หลอด

3.2 FLUORESCENT 18 W. จำนวน 59 หลอด

3.3 INCANDESCENT 60 W. จำนวน 12 หลอด

3.4 SEL 25 W. จำนวน 10 หลอด

3.5 MH 400 W. จำนวน 62 หลอด

3.6 MV 125 W. จำนวน 32 หลอด

4. ระบบเครื่องปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 38 เครื่อง

ระบบทำความเย็นของห้องเย็น จำนวน 10 เครื่อง

5. เครื่องอัดอากาศ

ในโรงงานมีการใช้เครื่องอัดอากาศในกระบวนการผลิต จำนวน 4 เครื่อง

บทที่ 1
ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1.1 **ชื่อโรงงาน** บริษัท รังสิต ฟุตแวร์ จำกัด

ชื่อนิติบุคคล บริษัท รังสิต ฟุตแวร์ จำกัด

1.1.2 ที่ตั้งโรงงาน

เลขที่ 84 หมู่ 9 กลุ่มอุตสาหกรรมบ้านแพน ตำบลบางโคนม อำเภอเสนา
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รหัสไปรษณีย์ 13110
โทรศัพท์ 035-201-871-4 โทรสาร 035-201-870

ที่ตั้งสำนักงาน

เลขที่ 84 หมู่ 9 กลุ่มอุตสาหกรรมบ้านแพน ตำบลบางโคนม อำเภอเสนา
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รหัสไปรษณีย์ 13110
โทรศัพท์ 035-201-871-4 โทรสาร 035-201-870

1.1.3 ประเภทอุตสาหกรรม สิ่งทอ

TSIC-ID. CODE 35592-0017

เปิดดำเนินการ พ.ศ. 2533

อายุโรงงาน 12 ปี

1.1.4 ผลิตภัณฑ์

- ชื่อผลิตภัณฑ์	รองเท้ากีฬา	
- กำลังผลิตติดตั้ง	3,240,000	คู่/ปี
- กำลังการผลิต	2,913,563	คู่/ปี

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.4)

1.1.5 การใช้พลังงานต่อปี

1.1.5.1 น้ำมันเตาเกรด B

ปริมาณ	1,302,800.00	ลิตร/ปี
มูลค่า	9,562,256.00	บาท/ปี
ราคาเฉลี่ย	7.34	บาท/ลิตร
ดัชนีการใช้น้ำมันเตา	0.66	ลิตร/คู่
ดัชนีการใช้น้ำมันเตา	26.58	MJ/คู่

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.5.1)

1.1.5.2 พลังงานไฟฟ้า

ประเภทผู้ใช้ไฟ	4.1.2	(กิจการขนาดใหญ่)
ปริมาณ	10,363,980.00	kWh/ปี
มูลค่า	27,593,210.17	บาท/ปี
ราคาเฉลี่ย	2.6624	บาท/kWh
ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด		
ON PEAK	1,704	kW
PARTIAL PEAK	2,574	kW
OFF PEAK	2,520	kW
ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	3.5571	kWh/คู่
ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	12.81	MJ/คู่

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.5.2)

1.1.6 **เวลาทำงาน**

ส่วนโรงงาน	6,000	ชั่วโมงต่อปี
ส่วนสำนักงาน	2,400	ชั่วโมงต่อปี

1.1.7 **จำนวนพนักงานทั้งหมด**

พนักงานประจำ	4,800	คน
พนักงานรายวัน	2,700	คน

1.1.8 ชื่อผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน จำนวน 1 คน

นายพินิจ ชลชวลิตร หมายเลขทะเบียน ผชร. อยู่ระหว่างดำเนินการ

1.1.9 แผนที่และแผนผังบริเวณตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 1.1.9-ก,ข

1.1.10 พื้นที่ของอาคารในโรงงานแสดงไว้ในตารางที่ 1.1.10

1.2 ลักษณะการผลิตและการใช้พลังงาน

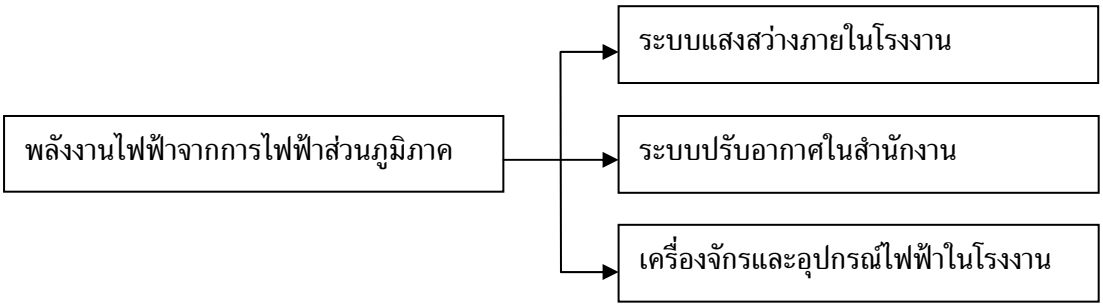
1.2.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิต

แผนผังแสดงกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1.2.1

1.2.2 การใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

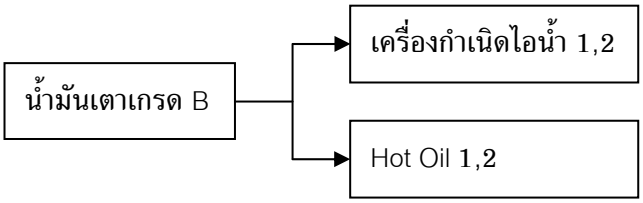
ทางโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งรับไฟฟ้าแรงดัน 22 กิโลโวลต์จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แล้วจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารต่าง ๆ ในโรงงานและเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.2.2 (ก)



รูปที่ 1.2.2 (ก) แผนผังแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต

1.2.2.2 การใช้เชื้อเพลิง

ทางโรงงานมีการใช้น้ำมันเตาเกรด B มาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำและน้ำมันร้อน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.2.2 (ข)



รูปที่ 1.2.2 (ข) แผนผังแสดงการใช้น้ำมันเตาเกรด B ในกระบวนการผลิต

1.2.3 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงาน

1.2.3.1 อุปกรณ์หลักที่ใช้น้ำมันเตาเกรด B

1) เครื่องกำเนิดไอน้ำที่ใช้ในโรงงานจำนวน 2 ตัว

- เครื่องกำเนิดไอน้ำ 1 ยี่ห้อ SCHNEIDER & SOHN ขนาดกำลังผลิตไอน้ำ 4 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง
- เครื่องกำเนิดไอน้ำ 2 ยี่ห้อ Hoval ขนาดกำลังผลิตไอน้ำ 4 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง

2) เครื่องกำเนิดน้ำมันร้อนที่ใช้ในโรงงานจำนวน 2 ตัว
- เครื่องกำเนิดน้ำมันร้อน 1,2 ยี่ห้อ WANSON รุ่น 1500B

1.2.3.2 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานมีจำนวนทั้งหมด 4 ลูก มีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 1.2.3.2 (ก) ดังนี้

ตารางที่ 1.2.3.2 (ก) รายละเอียดหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องที่	ผู้ผลิต	ชนิด	ขนาด (KVA)	พ.ศ.ที่ติดตั้ง
1	เอกรัฐ	OIL TYPE	1000	2533
2	เอกรัฐ	OIL TYPE	1000	2533
3	เอกรัฐ	OIL TYPE	1000	2533
4	เอกรัฐ	OIL TYPE	1000	2538

2. มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า

ในกระบวนการผลิตของฝ่ายโรงงานมีการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งตามขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

2.1 380 โวลต์ ขนาดใหญ่กว่า 20 kW มีจำนวน 16 ตัว

2.2 380 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 10-20 kW มีจำนวน 49 ตัว

3. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในอาคารต่าง ๆ ของโรงงาน ตลอดจนในกระบวนการผลิตมีการใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง ดังนี้

3.1 FLUORESCENT 18 W. จำนวน	4	หลอด
3.2 FLUORESCENT 36 W. จำนวน	3,607	หลอด
3.3 HIGH PRESSURE SODIUM 250 W. จำนวน	17	หลอด
3.4 HIGH PRESSURE SODIUM 400 W. จำนวน	247	หลอด
3.5 PL-EU 8 W. จำนวน	33	หลอด

4. ระบบเครื่องปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 67 เครื่อง

5. ระบบทำน้ำเย็น

ระบบทำน้ำเย็น	ขนาด 100 ตัน จำนวน	1	เครื่อง
	ขนาด 50 ตัน จำนวน	1	เครื่อง
	ขนาด 80 ตัน จำนวน	1	เครื่อง

6. ระบบระบายความร้อน

ระบบระบายความร้อนใช้ Cooling Tower จำนวน 5 ตัว

7. เครื่องอัดอากาศ

เครื่องอัดอากาศใช้งานในการผลิตมีจำนวนทั้งสิ้น 9 เครื่อง

ขนาด 37 kW จำนวน	4	เครื่อง
ขนาด 30 kW จำนวน	3	เครื่อง
ขนาด 55 kW จำนวน	1	เครื่อง
ขนาด 18.5 kW จำนวน	1	เครื่อง

8. เครื่องจักรต่าง ๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตรองเท้า

บทที่ 1
ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1.1 ชื่อโรงงาน บริษัทเวิร์ลดแวร์โพลีโพรดักส์ จำกัด
ชื่อนิติบุคคล บริษัทเวิร์ลดแวร์โพลีโพรดักส์ จำกัด
TSIC-ID. CODE 35609-0045

1.1.2 ที่ตั้งโรงงาน
เลขที่ 53/3 ถนน กิ่งแก้ว ตำบล ราชาเทวะ อำเภอ บางพลี จังหวัด สุมทรปราการ
รหัสไปรษณีย์ 10540
โทรศัพท์ (02) 312-4244-9 โทรสาร (02) 312-4241-2
ที่ตั้งสำนักงาน
เลขที่ 53/3 ถนน กิ่งแก้ว ตำบล ราชาเทวะ อำเภอ บางพลี จังหวัด สุมทรปราการ
รหัสไปรษณีย์ 10540

1.1.3 ประเภทอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมพลาสติก
เปิดดำเนินการ พ.ศ. 2531
อายุโรงงาน 13 ปี

1.1.4 ผลิตภัณฑ์
- ชื่อผลิตภัณฑ์ ฉีดพลาสติก
- กำลังผลิตติดตั้ง 2,400 ตัน/ปี
- กำลังการผลิต 1,648 ตัน/ปี

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.4)

1.1.5 การใช้พลังงานต่อปี
1.1.5.1ไฟฟ้า

ประเภทผู้ใช้ไฟ	ประเภทที่ 3.1.2 กิจการขนาดกลาง	
ปริมาณ	1,982,000	kWh/ปี
มูลค่าไฟฟ้ารวม	5,084,964.12	บาท/ปี
ราคาเฉลี่ย	2.5656	บาท/kWh
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด	437.00	kW

1.1.5.2 ดัชนีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 1.20 kWh/kg

1.1.6 เวลาทำงาน (โรงงาน) 24 ชั่วโมงต่อวัน 299 วันต่อปี
เวลาทำงาน(สำนักงาน) 8 ชั่วโมงต่อวัน 299 วันต่อปี

1.1.7 จำนวนพนักงานทั้งหมด 116 คน

1.1.8 ชื่อผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน จำนวน 1 คน
นายจำรัส เวทนาสุข หมายเลขทะเบียน ผชร. อยู่ในระหว่างดำเนินการ

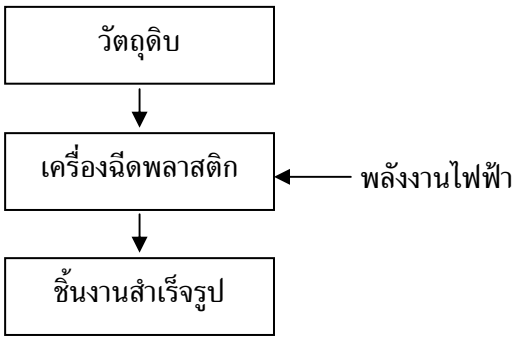
1.1.9 **แผนที่และแผนผังบริเวณตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 1.1.9-ก,ข**

1.1.10 พื้นที่ของอาคารในโรงงานแสดงไว้ในตารางที่ 1.1.10

1.2 ลักษณะการผลิตและการใช้พลังงาน

1.2.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิต

แผนผังแสดงกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1.2.1 ส่วนกระบวนการผลิตภัณฑ์พลาสติก ด้วยกรรมวิธีหลอมเม็ดพลาสติกแล้วฉีดผ่านแม่พิมพ์ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน

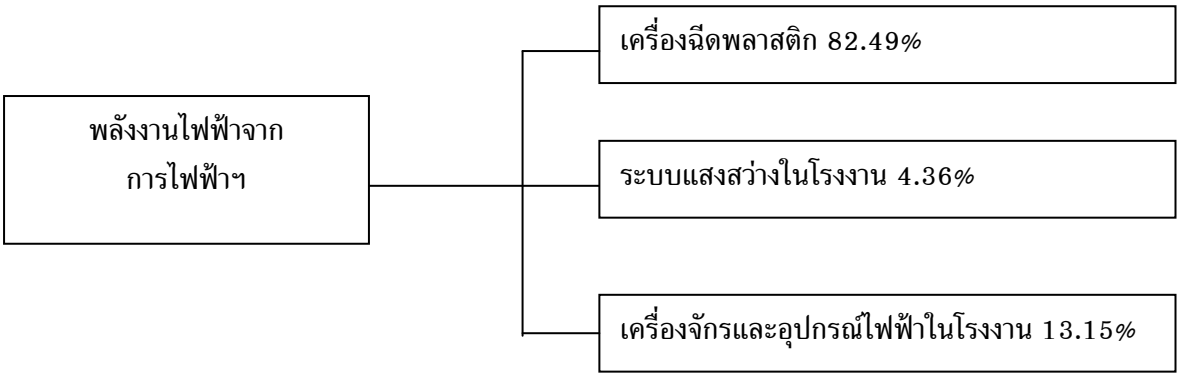


รูปที่ 1.2.1 แสดงกระบวนการผลิต

1.2.2 การใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

ทางโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งรับจากการไฟฟ้าฯ แล้วจ่ายให้กับระบบการผลิต, ไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารต่าง ๆเครื่องจักร และอุปกรณ์ในโรงงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.2.2.1



รูปที่ 1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.2 การใช้เชื้อเพลิง

ทางโรงงานไม่มีการใช้เชื้อเพลิง

1.2.3 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงาน

1.2.3.1 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานมีจำนวนทั้งหมด 1 ลูก มีรายละเอียดดังนี้ (ตามรูปที่ 1.2.3.1)

ตารางที่ 1.2.3.1 รายละเอียดหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องที่	ผู้ผลิต	ชนิด	ขนาด (kVA)	พ.ศ.ที่ติดตั้ง
1	-	OIL TYPE	1500	-

2. มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า

ในกระบวนการผลิตของโรงงานมีการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งตามขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

2.1 380 โวลต์ ขนาดมากกว่า 20 kW มีจำนวน 26 เครื่อง

2.2 380 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 10-20 kW มีจำนวน 7 เครื่อง

3. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในอาคารต่าง ๆ ของโรงงาน ตลอดจนในกระบวนการผลิตมีการใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง ดังนี้

3.1 FLUORESCENT 18 W. จำนวน 40 หลอด

3.2 FLUORESCENT 32 W. จำนวน 2 หลอด

3.3 FLUORESCENT 36 W. จำนวน 364 หลอด

3.5 แสงจันทร์ 250 W. จำนวน 48 หลอด

4. ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 14 เครื่อง

บทที่ 1
ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

1.1.1 ชื่อโรงงาน บริษัท ไทยโพลีโพรดักส์ จำกัด
ชื่อนิติบุคคล บริษัท ไทยโพลีโพรดักส์ จำกัด
TSIC-ID. CODE 35601-0059

1.1.2 ที่ตั้งโรงงาน
เลขที่ 53/1 ถนน กิ่งแก้ว ตำบล ราชาเทวะ อำเภอ บางพลี จังหวัด สุมทรปราการ
รหัสไปรษณีย์ 10540
โทรศัพท์ (02) 312-4244-9 โทรสาร (02) 312-4241-2
ที่ตั้งสำนักงาน
เลขที่ 53/1 ถนน กิ่งแก้ว ตำบล ราชาเทวะ อำเภอ บางพลี จังหวัด สุมทรปราการ
รหัสไปรษณีย์ 10540

1.1.3 ประเภทอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมพลาสติก
เปิดดำเนินการ พ.ศ. 2531
อายุโรงงาน 13 ปี

1.1.4 ผลิตภัณฑ์
- ชื่อผลิตภัณฑ์ ถุงพลาสติก
- กำลังผลิตติดตั้ง 4,800,000 กิโลกรัม/ปี
- กำลังการผลิต 2,179,835.85 กิโลกรัม/ปี

(รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1.4)

1.1.5 การใช้พลังงานต่อปี

1.1.5.1 ไฟฟ้า

ประเภทผู้ใช้ไฟ	ประเภทที่ 3.1.2 กิจการขนาดกลาง	
ปริมาณ	2,535,000	kWh/ปี
มูลค่าไฟฟ้ารวม	6,533,560.30	บาท/ปี
ราคาเฉลี่ย	2.5773	บาท/kWh
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด	581	kW

1.1.5.2 ดัชนีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 1.16 kWh/Kg

1.1.6 **เวลาทำงาน**

ส่วนสำนักงาน	8 ชั่วโมงต่อวัน	312	วันต่อปี
ส่วนโรงงาน	24 ชั่วโมงต่อวัน	312	วันต่อปี

1.1.7 จำนวนพนักงานทั้งหมด 110 คน

1.1.8 ชื่อผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน จำนวน 2 คน

นายสมยศ ธนพิพัฒน์สัจจา หมายเลขทะเบียน ผชร. อยู่ในระหว่างดำเนินการ

นายวิชาญ แสงกล้า หมายเลขทะเบียน ผชร. อยู่ในระหว่างดำเนินการ

1.1.9 **แผนที่และแผนผังบริเวณตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 1.1.9-ก,ข**

1.1.10 พื้นที่ของอาคารในโรงงานแสดงไว้ในตารางที่ 1.1.10

1.2 ลักษณะการผลิตและการใช้พลังงาน

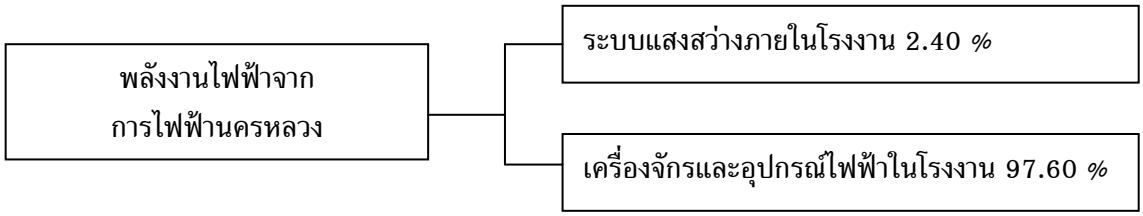
1.2.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิต

แผนผังแสดงกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1.2.1 ส่วนกระบวนการผลิตภัณฑ์พลาสติก ด้วยกรรมวิธีหลอมเม็ดพลาสติกแล้วเป่าผ่านแม่พิมพ์ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน

1.2.2 การใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

ทางโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งรับจากการไฟฟ้าฯ แล้วจ่ายให้กับระบบการผลิต, ไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารต่าง ๆเครื่องจักร และอุปกรณ์ในโรงงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.2.2.1



รูปที่ 1.2.2.1 แผนผังแสดงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

1.2.2.2 การใช้เชื้อเพลิง

ทางโรงงานไม่มีการใช้เชื้อเพลิง

1.2.3 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงาน

1.2.3.1 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานความร้อน

- ไม่มี

1.2.3.2 อุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานมีจำนวนทั้งหมด 1 ลูก มีรายละเอียดดังนี้ (ตามรูปที่ 1.2.3.2-1 ถึง 1.2.3.2-3)

ตารางที่ 1.2.3.2 รายละเอียดหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องที่	ผู้ผลิต	ชนิด	ขนาด (kVA)	พ.ศ.ที่ติดตั้ง
1	-	OIL TYPE	2000	-

2. มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า

ในกระบวนการผลิตของฝ่ายโรงงานมีการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งตามขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

2.2 380 โวลต์ ขนาดมากกว่า 20 kW มีจำนวน 13 เครื่อง

2.2 380 โวลต์ ขนาดตั้งแต่ 10-20 kW มีจำนวน 15 เครื่อง

2.3 380 โวลต์ ขนาดต่ำกว่า 10 kW จำนวน 58 เครื่อง

3. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในอาคารต่าง ๆ ของโรงงาน ตลอดจนในกระบวนการผลิตมีการใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง ดังนี้

3.1 FLUORESCENT 18 W. จำนวน 38 หลอด

3.2 FLUORESCENT 20 W. จำนวน 15 หลอด

3.3 FLUORESCENT 36 W. จำนวน 105 หลอด

3.4 FLUORESCENT 40 W. จำนวน 55 หลอด

3.5 แสงจันทร์ 250 W. จำนวน 26 หลอด

4. ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 10 เครื่อง

5. ระบบ COOLING TOWER

ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำเย็นขนาดมอเตอร์ปั๊มน้ำเย็น 3 แรงม้า ,380 โวตต์ 3 เฟส ยี่ห้อ LIANG CHI รุ่น 100 RT จำนวน 1 เครื่อง

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายเด่นไชย สุวรรณพฤกษ์
วันเดือนปีเกิด	19 ธันวาคม 2504
สถานที่เกิด	อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	200/49 หมู่ที่1 แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ จังหวัดรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2527	อุดมศึกษา(วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต) วิศวกรรมเครื่องกล จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2550	บัณฑิตศึกษา(วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต) วิศวกรรมเครื่องกล จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ