อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

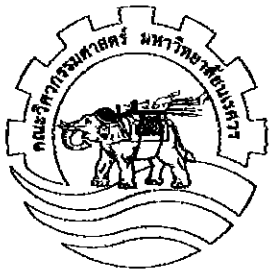
โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า
กรณีศึกษา โรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด
AN ELECTRICAL ENERGY MANAGEMENT COMPUTER PROGRAM : A CASE STUDY OF SIAM KUBOTA CORPORATION CO., LTD. TRACTOR FACTORY

นางสาวสาลินี เนตรแสงสี รหัส 55360550
นายพีรดนย์ ทิมวัฒนา รหัส 55366354

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 27 มิ.ย. 2561
เลขทะเบียน 1923847
เลขเรียกหนังสือ ปร ส115 ป
2558

1923844

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2558



ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา : โรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด

ผู้ดำเนินโครงงาน นางสาวสาลินี เนตรแสงสี รหัส 55360550

นายพีรดนย์ ทิมวัฒนา รหัส 55366354

ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2558

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์**ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ**การศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุ บูรณจารุกร)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย ฤตวิรุฬห์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา : โรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวสาลินี	เนตรแสงสี	รหัส 55360550
	นายพีรดนย์	ทิมวัฒนา	รหัส 55366354
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์กานต์	ลี่วัฒนายิ่งยง	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2558		

บทคัดย่อ

โรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด เป็นส่วนการผลิตรถแทรกเตอร์ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงมาก สูงถึงร้อยละ 88 ของพลังงานทั้งหมด (วัดจากระบบตรวจติดตามพลังงาน 46 มิเตอร์) เมื่อคณะกรรมการพลังงานของบริษัทได้นำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ พบว่า ปริมาณพลังงานไฟฟ้าไม่สัมพันธ์กับปริมาณการผลิต เช่น ในบางเดือนที่มียอดการผลิตเท่ากันแต่พลังงานไฟฟ้าที่ออกมาจะมีค่าไม่เท่ากัน แต่ก็ไม่สามารถทราบได้ว่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ไม่สัมพันธ์กับยอดผลิตดังกล่าวเป็นผลมาจากสาเหตุใด และหน่วยงานใด จึงทำให้ทางบริษัทไม่สามารถควบคุมปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่แต่ละหน่วยงานควรจะใช้ได้อย่างเหมาะสม และนอกจากนี้ทางบริษัทยังไม่มีเครื่องมือในการประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการได้ ซึ่งจะทำให้ไม่ทราบได้ว่าในกระบวนผลิตนั้นมีพลังงานที่สูญเปล่า หรือพลังงานที่เหลือจากกระบวนการจะสามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการอื่นได้หรือไม่ ด้วยเหตุนี้นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงจัดทำเป็นโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา โรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด

การดำเนินงานโครงงานเริ่มต้นด้วยการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับค่าพลังงานไฟฟ้า จากระบบตรวจติดตามพลังงาน และข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูล แล้วสร้างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า สมการพลังงาน ที่สามารถคาดการณ์ปริมาณพลังงานไฟฟ้าได้ จากนั้นทำการสร้าง Energy Chart และ Energy Layout เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ค่าพลังงานในกระบวนการผลิต จากนั้นทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้นำสมการพลังงาน Energy Chart และ Energy Layout ที่จัดทำขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานตรวจสอบความถูกต้อง ว่าสมการพลังงานสามารถพยากรณ์ได้, Energy Chart และ Energy Layout สามารถใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ค่าพลังงานในกระบวนการผลิตได้ และเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้นำทั้ง 3 ส่วนข้างต้นมารวมกัน แล้วสร้างเป็นโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยใช้ Visual Basic for Application (VBA) ที่อยู่บน Microsoft

Excel เมื่อได้โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าแล้ว นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงนำมาทดสอบการใช้งาน แล้วนำโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าไปให้ผู้ใช้งานที่โรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ซึ่งเป็นคณะกรรมการพลังงานจำนวน 5 ท่าน ได้ใช้งานและประเมินโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า และได้นำเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานให้กับทางบริษัท

เมื่อคณะกรรมการประเมินแล้ว พบว่า ผ่านการประเมินความพึงพอใจ โดยด้านรูปแบบของโปรแกรมมีความพึงพอใจเฉลี่ยร้อยละ 85 ด้านขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรมมีความพึงพอใจเฉลี่ยร้อยละ 89.71 และด้านการทำงานของโปรแกรมโดยภาพรวมมีความพึงพอใจร้อยละ 86.67 ซึ่งคะแนนความพึงพอใจที่ผู้ใช้งานประเมิน รวมทุกด้านอยู่ที่ร้อยละ 87.53 ซึ่งโปรแกรมสามารถใช้งานได้จริงตรงตามความต้องการ ช่วยให้ระบบการจัดการพลังงานของโรงงาน มีเครื่องมือในการใช้วิเคราะห์พลังงานในกระบวนการ เป็นแหล่งเก็บข้อมูลเครื่องมือวิเคราะห์พลังงานของโรงงานแทรกเตอร์ สะดวกต่อการเรียกใช้ สมการพลังงานที่สามารถคาดการณ์พลังงานไฟฟ้าได้จริง, Energy Chart และ Energy Layout สามารถวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าที่สูญเปล่าในกระบวนผลิตได้จริง เพื่อมีการปรับปรุงแก้ไขให้มีการใช้พลังงานในกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีส่วนของฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานของบริษัทที่ง่ายต่อการค้นหาข้อมูล

Project title	An electrical energy management computer program : a case study of Siam Kubota corporation co., ltd. Tractor Factory	
Author	Miss. Salinee Netsangsee	ID 55360550
	Mr. Peeradon Timwatana	ID 55366354
Project advisor	Mr. Kan Leewattanayingyong	
Major	Industrial Engineering	
Department	Industrial Engineering	
Academic year	2015	

Abstract

The objective of this project is to create a computer program for analyzing the characteristics energy usage in manufacturing processes. And forecast electricity consumption at Siam Kubota Corporation. The program consists of three parts energy equation, energy chart and energy layout. Energy equation is used as a tool to compare the actual electricity consumption with forecasted values with respect to the production rate. Energy chart and energy layout provide detailed analysis and map the energy usage consumed by each manufacturing processes. These information is summarized in the company database to ease the management step.

To develop the program, our team first collected data related to electrical consumption, which were subsequently analyzed and designed into the system flowcharts. The computer program was created using Visual Basic for Application (VBA) in Microsoft Excel after testing and verifying, the program was validated by Siam Kubota committee of energy and received the average score 87.53 percent at very good level.

กิตติกรรมประกาศ

ในการดำเนินโครงงานนี้ นิสิตผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน และอาจารย์เกตุชนา บุญฤทธิ์ เป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง นอกจากนั้นยังทำให้นิสิตผู้จัดทำโครงงานมีกำลังใจที่จะฝ่าฝันอุปสรรค และความย่อท้อต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินโครงงานในครั้งนี้ ให้ผ่านไปอย่างราบรื่น จนสำเร็จลุล่วงออกมาเป็นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณบริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด สาขาอมตะนคร ที่กรุณาให้นิสิตผู้จัดทำโครงงานสำหรับการเข้าเก็บข้อมูล สนับสนุนด้านการอบรมต่างๆ เสมอมา พร้อมกับช่วยเหลือเรื่องค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการเดินทางไปที่บริษัทในทุกเดือนจนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ นิสิตผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้อง ผู้ที่มีพระคุณยิ่งที่ให้การสนับสนุน ส่งเสริมด้านการศึกษา ตลอดจนพี่ๆ และเพื่อนร่วมรุ่น ที่ได้ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ เป็นกำลังใจที่ดี และอยู่เคียงข้างเสมอมา ทำให้นิสิตผู้จัดทำโครงงานประสบผลสำเร็จในการจัดทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้

นิสิตผู้จัดทำโครงงาน
นางสาวสาลินี เนตรแสงสี
นายพีรดนย์ ทิมวัฒนา
เมษายน 2559

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract) ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูป ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน 2
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ 2
1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน 2
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน 2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน 2
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 5
2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงาน 5
2.1.1 การจัดการพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม 5
2.1.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม 6
2.1.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการดำเนินงาน PDCA 6
2.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำ Energy Chart และ Energy Layout 6
2.2.1 Energy Chart 7
2.2.2 Energy Layout 9
2.3 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสมการพลังงาน 10
2.3.1 การจัดทำสมการพลังงาน (Energy Equation) 10
2.3.2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ (Multiple Linear Regression) 10
2.3.3 สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) 13

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการสร้างหน้าต่างเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานโปรแกรมในการวิเคราะห์พลังงาน 17
2.4.1 Microsoft Excel 18
2.4.2 Visual Basic for Applications (VBA) 18
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 20
3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล 21
3.1.1 ด้านการผลิตโดยตรง 22
3.1.2 ด้านสนับสนุนการผลิต 22
3.1.3 ด้านแสงสว่างการผลิต 22
3.1.4 ด้านสำนักงาน 22
3.1.5 ด้านป้อมสำนักงานรักษาความปลอดภัย 22
3.2 การวิเคราะห์ปัญหา 23
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout 23
3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำสมการพลังงาน 23
3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำ Energy Chart และ Energy Layout 23
3.4 การจัดทำสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout 23
3.4.1 การจัดทำสมการพลังงาน 23
3.4.2 การจัดทำ Energy Chart และ Energy Layout 25
3.5 การออกแบบโปรแกรมการจัดการพลังงาน 25
3.6 การเขียนผังงานของโปรแกรมการจัดการพลังงาน 25
3.7 การเขียน Code ลงบนโปรแกรม Microsoft Excel 25
3.8 การสร้างหน้าต่างโปรแกรมบนโปรแกรม Visual Basic for Applications: VBA 25
3.9 การทดสอบโปรแกรมการจัดการพลังงาน 26
3.10 การทดลองและประเมินผลของโปรแกรมการจัดการพลังงาน 26
3.11 การเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน 26
3.12 สรุปผลการดำเนินโครงงาน และจัดทำรูปเล่มโครงงาน 26

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน 27
4.1 ผลการศึกษาและเก็บข้อมูล 27
4.1.1 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านการผลิตโดยตรง 27
4.1.2 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านสนับสนุนการผลิต 28
4.1.3 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่างการผลิต 28
4.1.4 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านสำนักงาน 28
4.1.5 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านป้อมสำนักงานรักษาความปลอดภัย และแสงสว่างไฟถนน 28
4.2 ผลการวิเคราะห์ปัญหา 29
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout 29
4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำสมการพลังงาน 29
4.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำ Energy Chart และ Energy Layout 31
4.4 ผลการจัดทำสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout 32
4.4.1 ผลการจัดทำสมการพลังงาน 32
4.4.2 ผลการจัดทำ Energy Chart และ Energy Layout 42
4.4.3 ผลการตรวจสอบและรับรองความถูกต้องของ สมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout 43
4.5 ผลการออกแบบโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า 44
4.5.1 หน้าต่างเริ่มต้นโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า 44
4.5.2 ส่วนการจัดการพลังงาน 45
4.5.3 ส่วนสมการพลังงานไฟฟ้า 46
4.5.4 ส่วน Energy Chart 47
4.5.5 ส่วน Energy Layout 48
4.5.6 ส่วนข้อควรรู้ 49
4.6 ผลการเขียนผังงานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า 50
4.7 ผลการเขียน Code ลงบนโปรแกรม Microsoft Excel 55
4.8 การสร้างหน้าต่างโปรแกรมบนโปรแกรม Visual Basic for Applications : VBA 56
4.8.1 Code บันทึกรูปภาพจากหน้าต่างแบบฟอร์มแก้ไขคณะกรรมการพลังงาน 56
4.8.2 Code แสดงสีแดง 57

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.9 ผลการทดสอบโปรแกรมการจัดการพลังงาน 57
4.10 ผลการทดลองและประเมินผลของโปรแกรมการจัดการพลังงาน 58
4.11 การเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน 60
4.11.1 การเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของระบบอัดอากาศ 60
4.11.2 การเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของระบบหม้อแปลงไฟฟ้า 60
4.11.3 การสร้างจิตสำนึกการอนุรักษ์พลังงานในองค์กร 61
4.12 ข้อกำหนดเงื่อนไขการใช้งานโปรแกรมในส่วนสมการพลังงาน, ความสามารถและข้อจำกัดของโปรแกรม 62
4.12.1 เงื่อนไขการใช้งานโปรแกรมในส่วนสมการพลังงาน 62
4.12.2 ความสามารถของโปรแกรม 63
4.12.3 ข้อจำกัดของโปรแกรม 63

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 64
5.1 อภิปรายผลการดำเนินงาน 64
5.1.1 สมการพลังงานไฟฟ้า 64
5.1.2 ส่วน Energy Chart และส่วน Energy Layout 64
5.2 สรุปผลการดำเนินงาน 65
5.3 ข้อเสนอแนะ 66

เอกสารอ้างอิง 67

ภาคผนวก ก Code คำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม VBA 68
ภาคผนวก ข Code คำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม Microsoft Excel 82
ภาคผนวก ค ผลการประเมินโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยผู้ใช้งาน 84
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า 87

ประวัตินิสิตผู้จัดทำโครงงาน 103

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 3

4.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ร่วมของหน่วยงานและตัวแปรต้น 29

4.2 แสดงผลจากการจัดทำสมการพลังงานไฟฟ้าทั้ง 16 หน่วยงานย่อย 39

4.3 ผลการประเมินโดยเฉลี่ยของผู้ใช้งานโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า 58

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ตัวอย่าง Energy Chart 7

2.2 สหสัมพันธ์เชิงบวก (Positive Correlations) 16

2.3 สหสัมพันธ์เชิงลบ (Negative Correlations) 16

2.4 สหสัมพันธ์เป็นศูนย์ (Zero Correlations) 17

3.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 20

3.2 ผังงานแสดงขั้นตอนการจัดทำสมการพลังงาน 24

4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน Paint A และค่าปริมาณการผลิตแทรกเตอร์ L 30

4.2 แสดงค่าตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่ใช้ในส่วน Paint A 32

4.3 แสดงแท็บเมนู Data 33

4.4 แสดงแท็บเมนู Data Analysis 33

4.5 แสดงแบบฟอร์มกล่องเครื่องมือ Analysis Tools 34

4.6 แสดงแบบฟอร์มในการกรอกข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ Regression 34

4.7 แสดงค่าการคำนวณหาค่า R^2, ค่า P-value และสมการพลังงาน 35

4.8 แสดงการคำนวณค่าพยากรณ์จากสมการที่ได้ 37

4.9 แสดงการตัดเดือนที่มีค่าความคลาดเคลื่อนที่มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10 37

4.10 แสดงเดือนและข้อมูลที่มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ 38

4.11 แสดงค่าการคำนวณหาค่า R^2, ค่า P-value และสมการพลังงาน ตรงตามเกณฑ์ 38

4.12 แสดงการพยากรณ์ค่าพลังงานไฟฟ้าจากสมการพลังงานไฟฟ้าที่ได้ตามเกณฑ์ 39

4.13 แสดง Energy Layout ของกระบวนการ Air Compressor 42

4.14 แสดงตัวอย่าง Energy Chart ของหน่วยงาน Paint A 42

4.15 แสดงใบรับรองความถูกต้องของสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout 43

4.16 แสดงหน้าต่างเริ่มต้นโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า 44

4.17 แสดงหน้าต่างการจัดการพลังงาน 45

4.18 แสดงหน้าต่างสมการพลังงานไฟฟ้า 47

4.19 แสดงหน้าต่าง Energy Chart 48

4.20 แสดงหน้าต่าง Energy Layout 49

4.21 แสดงหน้าต่างส่วนข้อควรรู้ 49

4.22 แสดงแผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า 50

4.23 แสดงหน่วยของตัวแปรต้น 55

4.24 แสดง Code บันทึกรูปภาพจากหน้าต่างแบบฟอร์มแก้ไขคณะกรรมการพลังงาน 56

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.25 แสดง Code แสดงสีแดงเมื่อค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงมากกว่า ค่าพยากรณ์ยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนป้อม รปภ.+ไฟถนน 57
ก.1 Code บันทึกรูปภาพจากหน้าต่างแบบฟอร์มแก้ไขคณะกรรมการพลังงานลงในหน้าคณะกรรมการพลังงาน 70
ก.2 Code แสดงข้อมูลจากหน้าพยากรณ์ยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนสำนักงาน 71
ก.3 Code แสดงข้อมูลจากหน้าค่าจริงยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนสำนักงาน 72
ก.4 Code แสดงสีแดงเมื่อค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงมากกว่าค่าพยากรณ์ ยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนป้อม รปภ.+ไฟถนน 73
ก.5 Code คำสั่งให้กรอกค่าลงใน Textbox เมื่อผู้ใช้ลืมกรอก ก่อนกดปุ่มถัดไป ยกตัวอย่าง 1 Textbox 73
ก.6 Code คำสั่งให้กรอกค่าเฉพาะตัวเลขเท่านั้นลงใน Textbox ยกตัวอย่าง 1 Textbox 74
ก.7 Code ดึงค่าจากหน้าฐานข้อมูล แสดงในหน้าต่างแบบฟอร์มกรอกค่าตัวแปรพยากรณ์เมื่อเลือกเดือน ยกตัวอย่าง 1 Textbox 75
ก.8 Code บันทึกค่าจากหน้าต่างแบบฟอร์มกรอกค่าตัวแปรพยากรณ์ลงในหน้าฐานข้อมูล ยกตัวอย่าง 1 Textbox 76
ก.9 Code เมื่อเลือกรายการ ให้แสดงหน้าแผ่นงานในรายการที่เลือก 78
ก.10 Code บันทึก Energy Chart เมื่อเพิ่มกระบวนการ ยกตัวอย่าง 1 แหล่งกำเนิดพลังงาน 79
ก.11 Code ดึงรูปจากโฟล์เดอร์แสดงบนหน้าต่างแบบฟอร์มเพิ่มกระบวนการ Energy Layout เพื่อให้ชื่อรูปเข้ามาในรายการ โดยที่รูปยังคงอยู่ในโฟล์เดอร์ 81
ข.1 คำสั่งดึงข้อมูลเมื่อเลือกหน่วยงานย่อย 83
ข.2 แสดงหน่วยของตัวแปรต้น 83
ค.1 ตัวอย่างผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน 85
ง.1 หน้าเริ่มต้นโปรแกรม 88
ง.2 หน้าการจัดการพลังงาน 88
ง.3 ส่วนคณะกรรมการพลังงาน 89
ง.4 แบบฟอร์มแก้ไขประธานคณะกรรมการ 89
ง.5 ส่วนนโยบายพลังงาน 90
ง.6 ส่วนข้อมูลพลังงานไฟฟ้า 90
ง.7 แบบฟอร์มแก้ไขข้อมูล 91
ง.8 Sheet Data ปี 2015 91
ง.9 หน้าสมการพลังงานไฟฟ้าปี 2016 92

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ง.10 แบบฟอร์มกรอกค่าตัวแปรพยากรณ์ 92
ง.11 แบบฟอร์มกรอกค่าพลังงานไฟฟ้า 93
ง.12 แสดงการแจ้งเตือนหลังการพยากรณ์ 93
ง.13 ส่วนสำนักงาน 94
ง.14 ส่วนแสงสว่างในโรงงาน 94
ง.15 ส่วนการผลิต 95
ง.16 ส่วนสนับสนุนการผลิต 95
ง.17 ส่วนรปภ.+ไฟถนน 96
ง.18 แบบฟอร์มเลือกหน่วยงานแก้ไขสมการพลังงาน 96
ง.19 หน้าแก้ไขสมการพลังงาน 97
ง.20 แบบฟอร์มเลือกกระบวนการ 97
ง.21 ส่วน Paint A 98
ง.22 แสดง Booth No.3 98
ง.23 แบบฟอร์มเพิ่มกระบวนการ 99
ง.24 ชื่อกระบวนการที่เพิ่มใหม่จะปรากฏให้เลือกอัตโนมัติ 99
ง.25 ส่วน Energy Layout 100
ง.26 แบบฟอร์มเพิ่มกระบวนการ Energy Layout 101
ง.27 ส่วนข้อควรรู้ 102

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมต่างๆ ในการผลิต มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงมาโดยตลอด ยิ่งอุตสาหกรรมบางประเภทมีการแข่งขันเรื่องการลดต้นทุนการผลิต เพื่อสร้างกำไรให้กับองค์กรของตน ซึ่งทำให้หลายองค์กรมุ่งลดต้นทุนการผลิตในเรื่องของการลดการใช้พลังงาน เพราะการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสามารถที่จะลดต้นทุนได้มากและที่สำคัญ คือ เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่สร้างผลประโยชน์ให้กับองค์กรได้อย่างยั่งยืน

บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด เป็นอุตสาหกรรมการผลิตที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งบริษัทตระหนักและให้ความสำคัญที่จะดำเนินการจัดการพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในปัจจุบัน เมื่อมีการตรวจสอบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า พบว่า ปริมาณพลังงานไฟฟ้าไม่สัมพันธ์กับปริมาณการผลิต เช่น ในบางเดือนที่มียอดการผลิตเท่ากันแต่พลังงานไฟฟ้าที่ออกมาจะมีค่าไม่เท่ากัน แต่ก็ไม่สามารถทราบได้ว่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ไม่สัมพันธ์กับยอดผลิตดังกล่าวเป็นผลมาจากสาเหตุใด และหน่วยงานใด จึงทำให้ทางบริษัทไม่สามารถควบคุมปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่แต่ละหน่วยงานควรจะใช้ได้อย่างเหมาะสม และนอกจากนี้ ทางบริษัทยังไม่มีเครื่องมือในการประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการได้ ซึ่งจะทำให้ไม่ทราบได้ว่าในกระบวนผลิตนั้นมีพลังงานที่สูญเปล่า หรือพลังงานที่เหลือจากกระบวนการจะสามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการอื่นได้หรือไม่ ด้วยเหตุนี้ทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงได้จัดทำโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าขึ้น ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ สมการพลังงานที่สามารถคาดการณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละหน่วยงานได้ มี Energy Chart และ Energy Layout ที่สามารถเป็นเครื่องมือที่วิเคราะห์พลังงานจากกระบวนการผลิตให้เข้าใจง่ายและละเอียดยิ่งขึ้น ซึ่งเมื่อทางบริษัทนำโปรแกรมนี้ไปใช้จะทำให้การจัดการพลังงานของบริษัทเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อจัดทำโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด บนโปรแกรม Microsoft Excel

1.2.2 สร้างสมการพลังงาน (Energy Equation) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการคาดการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยยอดการผลิต และจำนวนวันทำงาน

1.2.3 สร้าง Energy Chart และ Energy Layout เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานในแต่ละกระบวนการผลิต

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าบนโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลด้านพลังงานไฟฟ้า, สมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcomes)

1.4.1 สมการพลังงานสามารถคาดการณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละหน่วยงานได้

1.4.2 ผู้ใช้งานโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้ามีความพึงพอใจไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

1.4.3 Energy Chart และ Energy Layout สามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานในแต่ละกระบวนการผลิตได้ โดยผ่านการตรวจประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าใช้ได้เฉพาะโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด จังหวัดชลบุรี เท่านั้น

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

1.6.1 บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด 700/867 ม.3 นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ต.หนองกะขะ อ.พานทอง จ.ชลบุรี 20160

1.6.2 ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2558 ถึง เมษายน พ.ศ. 2559

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน (Gantt Chart)

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงาน	ช่วงเวลา								
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.8.1 การศึกษาและเก็บข้อมูล 1.8.1.1 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด 1.8.1.2 ระบบการจัดการพลังงานรูปแบบเดิม	←	→							
1.8.2 การวิเคราะห์ปัญหา	←	→							
1.8.3 การวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำ Energy Chart, Energy Layout และ Energy Equation		←	→						
1.8.4 การจัดทำ Energy Chart, Energy Layout และ Energy Equation				←	→				
1.8.5 การออกแบบโครงสร้างโปรแกรม				←	→				
1.8.6 การเขียนผังงานของโปรแกรม			←			→			
1.8.7 การสร้างโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า			←				→		
1.8.8 การเขียน Code ลงบนโปรแกรม Microsoft Excel			←				→		
1.8.9 การสร้างหน้าต่างบนโปรแกรม VBA						←	→		
1.8.10 การทดสอบโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า								← →	
1.8.11 การประเมินโปรแกรมการจัดการพลังงาน								← →	

ตารางที่ 1.1 (ต่อ) ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงาน	ช่วงเวลา								
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.8.12 การเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน							◄	►	
1.8.13 การสรุปผลการดำเนินโครงงานและจัดทำรูปเล่มโครงงาน								◄	►

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

ในการดำเนินการโครงงานการสร้างโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา โรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ประกอบด้วยหลักการและทฤษฎีหลายเรื่องด้วยกัน ซึ่งนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้แบ่งออกเป็นห้าส่วนหลัก โดยในส่วนแรกจะเป็นหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงาน ส่วนที่สองเป็นหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำ Energy Chart และ Energy Layout ส่วนที่สามเป็นหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสมการพลังงาน ส่วนที่สี่จะเป็นทฤษฎีทีเกี่ยวข้องในการสร้างหน้าต่างเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานโปรแกรมในการวิเคราะห์พลังงาน ซึ่งในการดำเนินโครงงานครั้งนี้ได้เลือกใช้ Visual Basic for Application (VBA) ที่อยู่บน Microsoft Excel และโดยส่วนสุดท้ายจะเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยหลักการและทฤษฎีทั้งห้าส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงาน

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีการจัดการพลังงานโดยการกำหนดนโยบายด้านพลังงานและโครงสร้างหน้าที่ความรับผิดชอบ ในการนำไปปฏิบัติใช้จะต้องมีการวางแผนที่ดี มีความรู้ความเข้าใจในมาตรฐาน และข้อกำหนดต่างๆ ด้านพลังงาน และมีการติดตามผลเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้สามารถจัดการพลังงานได้อย่างเรียบร้อยราบรื่น มีประสิทธิภาพ บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และดำเนินการได้อย่างยั่งยืน ซึ่งมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1.1 การจัดการพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม

การจัดการพลังงานไฟฟ้า หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการและการควบคุมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า แสงสว่าง และเครื่องจักรในโรงงาน เพื่อลดค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและยังทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความสำคัญในการผลิตของทุกๆ โรงงาน ความสำคัญของการประหยัดพลังงาน จึงไม่ใช่เพียงแต่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเพียงเท่านั้น แต่ยังมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศด้วย เนื่องจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศในปัจจุบัน ยังต้องนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรม การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมสามารถทำได้หลายวิธี

ในการวางแผนจัดการพลังงานให้มีการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องมีการดำเนินการตรวจสอบ และวิเคราะห์หาสภาพการใช้พลังงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

2.1.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมมีวัตถุประสงค์หลายอย่าง แต่เหตุที่สำคัญที่สุดของผู้ประกอบการอุตสาหกรรม คือ การตัดสินใจดำเนินการประหยัดพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลกำไรในการผลิต ซึ่งในการประหยัดพลังงานไฟฟ้ายังเป็นการอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืนของโรงงานอุตสาหกรรมอีกด้วย

ดังนั้น ความหมายของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจะหมายถึง การลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าและการลดระดับการใช้พลังงานไฟฟ้า ในส่วนของการลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า บางครั้งอาจจะไม่ได้ลดปริมาณการใช้ แต่จะจัดการจัดการโหลดเพื่อหลีกเลี่ยงช่วงเวลาที่มีค่าอัตราไฟฟ้าแพง จะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานแต่ยังคงใช้พลังงานเท่าเดิม และในส่วนของการลดระดับพลังงานไฟฟ้า คือ การวิเคราะห์ลักษณะและประเมินการใช้พลังงานของแต่ละกระบวนการแล้วจัดสรรพลังงานที่เข้าไปสู่กระบวนการต่างๆ อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียพลังงานไปอย่างไร้ประโยชน์

2.1.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการดำเนินงาน PDCA

PDCA คือ วงจรการบริหารงานคุณภาพ

2.1.3.1 การวางแผน (Plan : P) คือ การวางแผนการดำเนินงานจากวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดขึ้น

2.1.3.2 การปฏิบัติ (Do : D) คือ การปฏิบัติตามขั้นตอนตามแผนงานการดำเนินงานที่ได้เขียนไว้อย่างเป็นระบบและมีความต่อเนื่อง

2.1.3.3 การตรวจสอบ (Check : C) คือ การตรวจสอบและประเมินผลของการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนว่ามีปัญหาอะไรเกิดขึ้นที่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขแผนงานในขั้นตอนใดบ้าง

2.1.3.4 การปรับปรุงแก้ไข (Action : A) คือ การปรับปรุงแก้ไขส่วนที่ได้จากการประเมินผล เพื่อหาแนวทางการปฏิบัติตามแผนงานที่ได้ผลสำเร็จ เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินงานในครั้งต่อไป

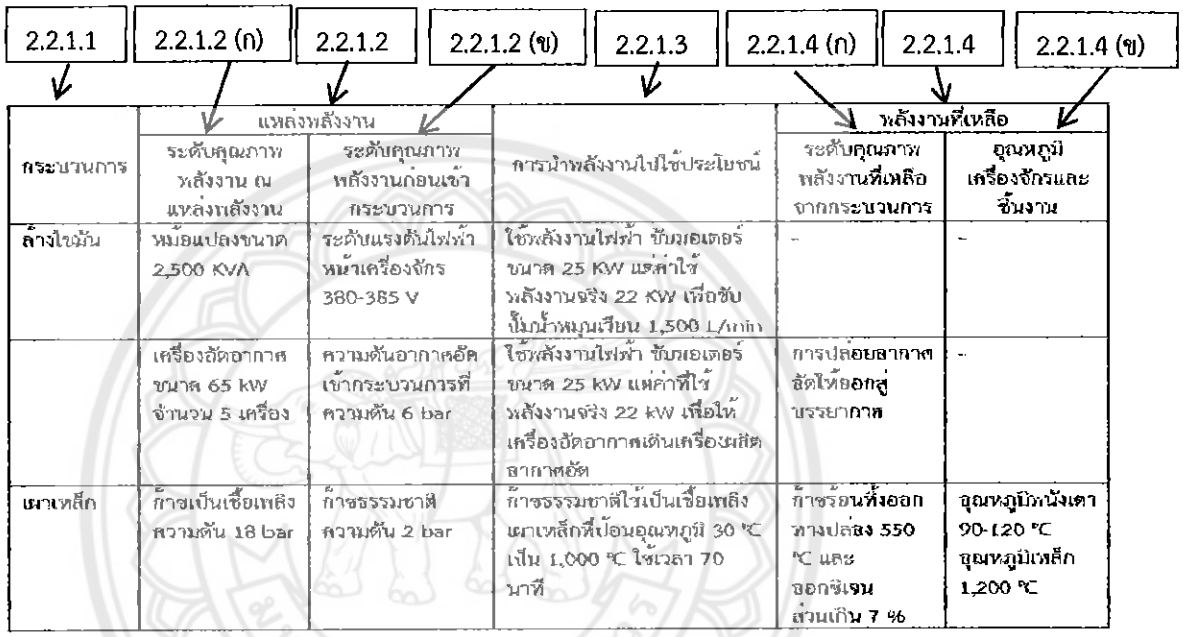
เมื่อได้แผนงาน (P) นำไปปฏิบัติ (D) ระหว่างปฏิบัติก็ดำเนินการตรวจสอบ (C) พบปัญหาก็ทำการแก้ไขหรือปรับปรุง (A) การปรับปรุงก็เริ่มจากการวางแผนก่อนวนไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า วงจร PDCA

2.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำ Energy Chart และ Energy Layout

Energy Chart และ Energy Layout เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ และประเมินการใช้พลังงานในส่วนของการผลิตโดยตรง เพื่อสามารถปรับปรุงหรือบริหารจัดการการใช้พลังงานงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหลักการมีดังนี้

2.2.1 Energy Chart

Energy Chart เป็นเครื่องมือที่แสดงให้เห็นถึงระดับคุณภาพพลังงาน หรือศักยภาพที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ ซึ่งจะแสดงในรูปแบบของตาราง ประเมินความเหมาะสมของการนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ เพื่อทำให้การใช้พลังงานในแต่ละกระบวนการเกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อลดความสูญเปล่าของพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ หรือประเมินโอกาสในการนำพลังงานกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดซึ่งทำให้เห็นโอกาสในการปรับปรุงการใช้พลังงานในเชิงของคุณภาพได้ ซึ่งส่วนประกอบหลักๆ ของ Energy Chart แสดงดังรูปที่ 2.1 มีรายละเอียดดังนี้



กระบวนการ	แหล่งพลังงาน: ระดับคุณภาพพลังงาน ณ แหล่งพลังงาน	แหล่งพลังงาน: ระดับคุณภาพพลังงานก่อนเข้ากระบวนการ	การนำพลังงานไปใช้ประโยชน์	พลังงานที่เหลือ: ระดับคุณภาพพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ	พลังงานที่เหลือ: อุณหภูมิเครื่องจักรและชิ้นงาน
ล้างไขมัน	หม้อแปลงขนาด 2,500 KVA	ระดับแรงดันไฟฟ้าหน้าเครื่องจักร 380-385 V	ใช้พลังงานไฟฟ้า ขับมอเตอร์ขนาด 25 KW แต่ค่าใช้พลังงานจริง 22 KW เพื่อขับปั๊มน้ำหมุนเวียน 1,500 L/min	-	-
	เครื่องอัดอากาศขนาด 65 kW จำนวน 5 เครื่อง	ความดันอากาศอัดเข้ากระบวนการที่ความดัน 6 bar	ใช้พลังงานไฟฟ้า ขับมอเตอร์ขนาด 25 kW แต่ค่าที่ใช้พลังงานจริง 22 kW เพื่อให้เครื่องอัดอากาศเดินเครื่องผลิตอากาศอัด	การปล่อยอากาศอัดให้ออกสู่บรรยากาศ	-
เผาเหล็ก	ก๊าซเป็นเชื้อเพลิง ความดัน 18 bar	ก๊าซธรรมชาติ ความดัน 2 bar	ก๊าซธรรมชาติใช้เป็นเชื้อเพลิงเผาเหล็กที่อุณหภูมิ 30 ℃ เป็น 1,000 ℃ ใช้เวลา 70 นาที	ก๊าซร้อนทิ้งออกทางปล่อง 550 ℃ และออกซิเจนส่วนเกิน 7 %	อุณหภูมิกำแพงเตา 90-120 ℃ อุณหภูมิเหล็ก 1,200 ℃

รูปที่ 2.1 ตัวอย่าง Energy Chart

2.2.1.1 กระบวนการ (Process)

กระบวนการในที่นี้จะหมายถึง กระบวนการที่จะทำการศึกษาและเกี่ยวข้องกับการผลิตที่มีการใช้พลังงาน โดยเริ่มจากกระบวนการรับวัตถุดิบเข้ามาในกระบวนการจนถึงกระบวนการสุดท้าย คือ สินค้าสำเร็จรูป ตัวอย่างเช่น กระบวนการล้างไขมัน (Degreasing) และกระบวนการเผาเหล็ก

2.2.1.2 แหล่งพลังงาน

แหล่งพลังงานหมายถึง ต้นกำเนิดของพลังงานที่ส่งให้กับกระบวนการผลิตนั้นๆ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ก. ระดับคุณภาพพลังงาน ณ แหล่งพลังงาน (Original Energy Quality Level)

ระดับคุณภาพพลังงาน ณ แหล่งพลังงานหมายถึง ระดับคุณภาพพลังงาน ณ แหล่งพลังงานของระบบสนับสนุน (Utility) แต่ละชนิด ที่เป็นแหล่งกำเนิดหรือป้อนค่าพลังงานให้กับกระบวนการ ให้บันทึกแหล่งพลังงานที่เป็นขนาดของเครื่องกำเนิดพลังงาน เช่น

ก.1 หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานทางไฟฟ้า ให้บันทึกขนาดหม้อแปลง เช่น 2,500 กิโลโวลต์แอมแปร์ (kVA)

ก.2 เครื่องอัดอากาศผลิตอากาศอัด เป็นแหล่งพลังงานที่ป้อนอากาศอัดให้กับกระบวนการ ให้บันทึกขนาดเครื่องอัดอากาศ เช่น เครื่องอัดอากาศ 65 กิโลวัตต์ (kW) จำนวน 5 เครื่อง

ข. ระดับคุณภาพพลังงานก่อนเข้ากระบวนการ (Process Input Energy Quality Level)

ระดับคุณภาพพลังงานก่อนเข้ากระบวนการ หรืออุปกรณ์ส่งจ่ายพลังงานมาจนถึงกระบวนการที่ต้องการใช้งาน ในส่วนนี้ให้บันทึกระดับคุณภาพพลังงานที่ป้อนให้แต่ละกระบวนการ หรือค่าควบคุมที่กระบวนการต้องการ เช่น

ข.1 พลังงานไฟฟ้า มีระดับแรงดันไฟฟ้าหน้าเครื่องจักร 380-385 โวลต์ (V)

ข.2 พลังงานอากาศอัด มีการควบคุมให้ความดันอากาศอัดเข้ากระบวนการโดยผ่านตัวควบคุม (Regulator) ที่ 6 บาร์ (bar)

2.2.1.3 การนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ และค่าตัวแปรกระบวนการ (Energy Utilization and Process Parameters)

การนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ และค่าตัวแปรกระบวนการ ให้บันทึกข้อมูลของการนำพลังงานแต่ละชนิดไปใช้ในกระบวนการ ว่าพลังงานที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการนั้นนำไปใช้ประโยชน์อย่างไร และที่สำคัญ มีการนำไปควบคุมตัวแปรกระบวนการอะไรและที่ค่าเท่าใด เช่น

ก. ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ ขนาด 25 กิโลวัตต์ (kW) แต่ค่าที่ใช้พลังงานจริง 22 กิโลวัตต์ (kW) เพื่อขับปั๊มน้ำหมุนเวียน 1,500 ลิตรต่อนาที (L/min) ซึ่งค่า 1,500 ลิตรต่อนาที (L/min) คือ ค่าตัวแปรกระบวนการที่สำคัญที่ต้องแสดง

ข. ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ ขนาด 25 กิโลวัตต์ (kW) แต่ค่าที่ใช้พลังงานจริง 22 กิโลวัตต์ (kW) เพื่อให้เครื่องอัดอากาศเดินเครื่องผลิตอากาศอัด

2.2.1.4 พลังงานที่เหลือ

พลังงานที่เหลือหมายถึง พลังงานที่เหลือจากกระบวนการผลิต โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ก. ระดับคุณภาพของพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ (Process Residual Energy Quality Level)

ระดับคุณภาพของพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ คือ เมื่อมีการใช้พลังงานในแต่ละกระบวนการแล้วจะต้องพิจารณาว่ามีพลังงานเหลือจากการใช้ประโยชน์ในกระบวนการนั้นบ้างหรือไม่ ถ้ามีจะบันทึกข้อมูลนั้น โดยให้บันทึก ข้อมูล 2 ส่วน ส่วนแรก คือ ชนิดของพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ และส่วนที่สอง คือ ระดับคุณภาพของพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ เช่น

ก.1 กระบวนการล้างไขมัน มีการใช้พลังงานอากาศอัดเพื่อขับเคลื่อนกระบอกลม หลังจากใช้พลังงานแล้ว ได้มีการปล่อยอากาศอัดให้ออกสู่บรรยากาศ

ก.2 กระบวนการเผาเหล็ก มีก๊าซร้อนปล่อยทิ้งออกจากปล่องอุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส (°C) และแก๊สออกซิเจนส่วนเกินร้อยละ 7

ข. อุณหภูมิของเครื่องจักร และชิ้นงาน (Machine and Product Temperature)

อุณหภูมิของเครื่องจักร และชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการที่มีการให้ความร้อนหรือความเย็น ให้บันทึกข้อมูลระดับอุณหภูมิ เครื่องจักร หรือชิ้นงานที่ออกจากกระบวนการ เช่น มีอุณหภูมิผนังเตา 90-120 องศาเซลเซียส (°C) และมีอุณหภูมิเหล็ก 1,200 องศาเซลเซียส (°C)

2.2.2 Energy Layout

Energy Layout เป็นแผนผังที่แสดงลักษณะ และรูปแบบของการส่งถ่ายพลังงานในแต่ละกระบวนการ ซึ่งอยู่ในรูปแบบของผังรูปภาพแสดงกระบวนการ เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้พลังงาน องค์ประกอบของ Energy Layout มีดังนี้

2.2.2.1 แหล่งกำเนิดของพลังงาน

แหล่งกำเนิดพลังงาน เป็นแหล่งกำเนิดที่บ่งบอกว่าในกระบวนการนั้นๆ มีแหล่งที่ส่งจ่ายพลังงาน คืออะไร และแหล่งพลังงานนั้นมีศักยภาพที่ปล่อยออกให้สู่กระบวนการ พร้อมแสดงรูปภาพที่บอกว่าเป็นแหล่งพลังงานนั้น

2.2.2.2 เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน

เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในกระบวนนั้นๆ และบอกค่าควบคุมพลังงานเครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้นใช้

2.2.2.3 เส้นทางที่ใช้ส่งถ่ายพลังงานของกระบวนการ

เส้นทางที่ใช้ส่งถ่ายพลังงานของกระบวนการ เพื่อบ่งบอกทิศทางของการส่งถ่ายพลังงานจากแหล่งกำเนิดของพลังงานไปจนถึงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน

2.2.2.4 ระยะทางที่ใช้ส่งถ่ายพลังงาน

ระยะทางที่ใช้ส่งถ่ายพลังงาน เพื่อบ่งบอกเส้นทางที่ส่งถ่ายพลังงานงานมีระยะทางสั้น หรือไกลมาน้อยเพียงใดจากแหล่งกำเนิดพลังงานถึงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ เป็นการประเมินว่าจะมีการสูญเสียพลังงานในระหว่างการส่งถ่ายพลังงานที่บางแหล่งกำเนิดพลังงานเกิดการสูญเสียไปมากน้อย โดยขึ้นอยู่กับระยะทาง เช่น เครื่องอัดอากาศที่ส่งถ่ายอากาศอัด

2.3 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสมการพลังงาน

การจัดทำสมการพลังงานเป็นการนำเอาข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานในอดีตมาวิเคราะห์แล้วสร้างความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปสมการพลังงาน เพื่อเป็นแนวโน้มและแนวทางในการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานในอนาคต โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ต้องมีความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 การจัดทำสมการพลังงาน (Energy Equation)

สมการพลังงาน (Energy Equation) จะแสดงถึงปริมาณการใช้พลังงานในโรงงาน ซึ่งปริมาณจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตและการใช้พลังงานโดยรวม โดยการพิจารณาจากการใช้พลังงานย้อนหลัง 1 ปี และสามารถสร้างสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) จากข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานโรงงาน การจัดทำสมการพลังงานด้วยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้นมีรูปแบบสมการ 2 รูปแบบ คือ การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ซึ่งเมื่อกรอกข้อมูลลงโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ จะได้สมการพลังงานออกมา จากนั้นนำสมการที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณไปคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์บนโปรแกรม Microsoft Excel และทำการประเมินผล

2.3.2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ (Multiple Linear Regression)

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่ทำหน้าที่พยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปกับตัวแปรตาม 1 ตัว เช่น ต้องการพยากรณ์ผลการเรียนของนิสิตปี 4 สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ (Y) โดยใช้ตัวแปรต้น 3 ตัว ประกอบด้วยความสนใจของผู้เรียน (X_1) ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน (X_2) และคุณภาพการสอนของผู้สอน (X_3) เป็นต้น ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณนั้นต้องหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient) เพื่อให้รู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นจำนวนทั้ง 3 ตัวกับตัวแปรตามว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างใด สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ จะต้องหาสมการถดถอยเพื่อใช้ในการพยากรณ์ของตัวแปรตาม (Y) และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

รวมทั้งหาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เป็นไปได้มากที่สุดระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

2.3.2.1 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ มีข้อตกลงเบื้องต้น (Assumptions) ที่สำคัญ 3 ประการ คือ

ก. คะแนนของ Y มีการแจกแจงเป็นแบบปกติในแต่ละค่าของ X ซึ่งข้อตกลงนี้ไม่ต้องคำนึงถึง X ว่าจะมีการกระจายเป็นโค้งปกติ หรือไม่ก็ตาม แต่ขอให้ y เป็นโค้งปกติ ข้อตกลงนี้จะมีประโยชน์ในการทดสอบนัยสำคัญของค่าสถิติต่างๆ เพราะการทดสอบค่า R หรือ b และการทดสอบนัยสำคัญของสถิติต่างๆ เหล่านี้ก็ต้องอาศัย F หรือ t เป็นสำคัญ ซึ่งต้องยึดถือข้อตกลงว่า คะแนนของ Y ต้องกระจายเป็นโค้งปกติ

ข. คะแนนของ Y จะมีความแปรปรวนเท่ากันที่แต่ละจุดของ X

ค. ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ (e) จะมีการแจกแจงเป็นแบบปกติและเป็นความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดโดยบังเอิญ (Random) พร้อมกับจะมีความแปรปรวนเท่ากันทุกจุดของ X

2.3.2.2 วิธีการคัดเลือกตัวแปร

วิธีการคัดเลือกตัวแปรเข้าสมการ เพื่อให้สมการสามารถที่จะพยากรณ์ตัวแปรตามได้สูงสุด จะมีวิธีการคัดเลือกตัวแปรหลายวิธี ซึ่งจะมี 4 วิธี ดังนี้

ก. วิธีการเลือกแบบคัดเลือกเข้า (Enter Selection) วิธีการนี้จะเป็นการเลือกตัวแปรต้นเข้าสมการด้วยการวิเคราะห์เพียงขั้นตอนเดียว ซึ่งเป็นการคัดเลือกโดยใช้วิจารณญาณของผู้วิจัยเองว่า จะคัดเลือกตัวแปรต้นใดบ้างเข้าสู่สมการเริ่มต้นตั้งแต่การคัดเลือกตัวแปรต้นมาศึกษา เมื่อคัดเลือกและเก็บข้อมูลแล้ว จึงทำการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานต่างๆ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ก่อน และใช้สถิติพื้นฐานต่างๆ โดยเฉพาะค่าความแปรปรวน หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับค่าทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรต้น และระหว่างตัวแปรต้นด้วยกันในการคัดเลือกควรคัดเลือกตัวแปรที่มีความแปรปรวนมากๆ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรต้นมีค่าสูงๆ และมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระหว่างตัวแปรต้นด้วยกันมีค่าน้อย และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อคัดเลือกแล้วจะใช้ตัวแปรต้นทุกตัวที่เลือกวิเคราะห์พร้อมๆ กันทุกตัวแปรเข้าสมการหมด

ข. วิธีการเลือกแบบก้าวหน้า (Forward Selection) วิธีการนี้จะเป็นการเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงที่สุดจึงจะได้เข้าสมการก่อน ส่วนตัวแปรที่เหลือจะมีการคำนวณหาสหสัมพันธ์แบบแยกส่วน (Partial Correlation) โดยเป็นความสัมพันธ์เฉพาะตัวแปรที่เหลือตัวนั้นกับตัวแปรตาม โดยกำจัดอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ออก ถ้าตัวแปรใด มีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็จะนำเข้าสมการต่อไป จะทำแบบนี้จนกระทั่งสหสัมพันธ์

แบบแยกส่วนระหว่างตัวแปรต้นที่ไม่ได้นำเข้าสมการแต่ละตัวกับตัวแปรตาม มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะหยุดการคัดเลือก และได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

ค. วิธีการเลือกแบบถอยหลัง (Backward Selection) วิธีการนี้เป็นการนำตัวแปรต้นทั้งหมดเข้าสมการ จากนั้นก็จะค่อยๆ กำจัดตัวแปรต้นออกทีละตัว โดยจะหาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่อยู่ในสมการแต่ละตัวกับตัวแปรตาม เมื่อกำจัดตัวแปรต้นอื่นๆ ออกแล้ว หากทดสอบค่าสหสัมพันธ์แล้ว พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะกำจัดออกจากสมการแล้วทำการทดสอบตัวแปรที่เหลืออยู่ในสมการต่อไป จนกระทั่งสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นแต่ละตัวกับตัวแปรตามเมื่อกำจัดตัวแปรต้นอื่นๆ ออกแล้วพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะหยุดการคัดเลือก และได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

ง. วิธีการคัดเลือกแบบขั้นตอน (Stepwise Selection) การคัดเลือกแบบนี้เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการคัดเลือกตัวแปรต้นทั้งแบบก้าวหน้า และแบบถอยหลังเข้าด้วยกัน ในขั้นแรกจะทำการเลือกตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงที่สุดเข้าสมการก่อนจากนั้นก็จะทดสอบตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ในสมการว่ามีตัวแปรใดบ้างที่สามารถเข้ามาอยู่ในสมการด้วยวิธีการคัดเลือกแบบก้าวหน้า และขณะเดียวกันก็จะทดสอบตัวแปรที่อยู่ในสมการด้วยว่าตัวแปรต้นที่อยู่ในสมการตัวใดมีโอกาสที่จะถูกตัดออกจากสมการด้วยวิธีการคัดเลือกแบบถอยหลัง โดยจะกระทำการคัดเลือกผสมทั้งสองวิธีนี้ในทุกขั้นตอนสลับกันไป จนกระทั่งไม่มีตัวแปรใดที่ถูกตัดออกจากสมการและไม่มีตัวแปรใดที่จะถูกนำเข้าสมการกระบวนการก็จะสิ้นสุด และได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

2.3.2.3 สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ จะได้สมการพยากรณ์เชิงเส้นตรงในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ 2.1

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \cdots + b_kX_k \qquad (2.1)$$

เมื่อ Y แทน คะแนนพยากรณ์ของตัวแปรตาม

a แทน ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปแบบคะแนนดิบ

b_1, b_2, b_k แทน ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้นตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ

$X_1, X_2 \ldots X_k$ แทน คะแนนของตัวแปรต้น ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ

k แทน จำนวนตัวแปรต้น

การเขียนสมการในรูปคะแนนดิบจะต้องทราบค่า a และ b เพื่อนำมาแทนค่าในสมการที่ 2.2

$$\overline{Y} = a - b_1\overline{X}_1 - b_2\overline{X}_2 - \cdots b_k\overline{X}_k \qquad (2.2)$$

เมื่อ a แทน ค่าคงที่สำหรับสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$\overline{Y}$ แทน คะแนนพยากรณ์เฉลี่ยของตัวแปรตาม

$\overline{X}_1, \overline{X}_2, \overline{X}_k$ แทน คะแนนเฉลี่ยของตัวแปรต้น ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ

b_1, b_2, b_k แทน ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้น ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ

k แทน จำนวนตัวแปรต้น

ค่า b_j หาจากสมการที่ 2.3

$$b_j = \beta_j \frac{S_y}{S_j} \qquad (2.3)$$

เมื่อ b_j แทน ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้น ตัวที่ j ที่ต้องการหาค่าน้ำหนัก

β_j แทน ค่าน้ำหนักเบต้าของคะแนนของตัวแปรต้น ตัวที่ j

S_y แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนพยากรณ์ของตัวแปรตาม

S_j แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของตัวแปรต้น

สัมประสิทธิ์การถดถอย (b_j) เป็นค่าที่ชี้ถึงว่า เมื่อตัวแปรต้น (X) ตัวนั้นเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วยจะทำให้ตัวแปรตาม (คะแนนพยากรณ์ของตัวแปรตาม) เปลี่ยนแปลงไป b หน่วย

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ จะต้องคำนวณหาค่า a และ $b_1, b_2 \ldots b_k$ เพื่อนำมาแทนค่าลงในสมการ โดยถือหลักการที่ว่า ค่า b ทุกตัวต้องเป็นค่าที่ทำให้สมการพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุด ซึ่งจุดประสงค์หลักของการวิเคราะห์การถดถอย คือ เพื่อพยากรณ์ตัวแปรหนึ่ง โดยใช้ค่าที่ทราบของตัวแปรอีกตัวหนึ่ง การพยากรณ์นี้อาศัยหลักการ เช่น Y = a + bX ซึ่งมีไว้เพื่อประมาณค่าของตัวแปร Y เมื่อทราบค่าของตัวแปร X เรียกสมการนี้ว่า สมการการถดถอย เมื่อทราบสมการการถดถอย เราสามารถพยากรณ์ Y จากค่า X ที่กำหนดให้ สมการการถดถอยไม่เหมือนสมการทางคณิตศาสตร์ทั่วๆ ไป ในแง่ที่เราไม่สามารถจะมั่นใจกับค่าของ Y ที่ได้จากสมการการถดถอย เนื่องจากค่านี้มีการคลาดเคลื่อน และเป็นเพียงค่าประมาณของค่าที่แท้จริงเท่านั้น

2.3.3 สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation)

สหสัมพันธ์พหุคูณ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรต้นมากกว่าหนึ่งตัว และความสัมพันธ์นี้จะบอกให้ทราบว่าตัวแปรตามและตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กันในระดับใด เช่น ค่าพลังงานไฟฟ้าจะสูงหรือต่ำอาจจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความชื้น จำนวนระยะเวลา ตัวแปรต้น

คือ อุณหภูมิ ความชื้น จำนวนระยะเวลา และตัวแปรตาม คือ ค่าพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสหสัมพันธ์พหุคูณนี้จะเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ตัว R หรือย่อชนิดเต็มรูปเป็น $R_{y,1,2...k}$ (เมื่อ k แทนจำนวนตัวแปรต้น) สหสัมพันธ์พหุคูณ ช่วยให้ทราบถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เป็นไปได้สูงสุดระหว่างกลุ่มของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามนั้น เป็นสหสัมพันธ์อย่างง่าย (แบบ Product-Moment) ระหว่างค่าจริง (y) กับคะแนนพยากรณ์ (y') ซึ่งเป็น Linear Combination ของกลุ่มตัวแปรต้น ดังสมการที่ 2.4

$$R = \frac{\sum yy'}{\sum y^2 + \sum y'^2} \qquad (2.4)$$

เมื่อ R แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

โดยหลักการแล้วจะคำนวณหาค่า R ได้โดยคำนวณหาค่าพยากรณ์ของคะแนนพยากรณ์ (y') ของสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง แล้วหาสหสัมพันธ์หุคูณอย่างง่ายระหว่างค่าพยากรณ์ดังกล่าวกับค่าจริง (y) ดังสมการที่ 2.5

$$R = r_{yy'} \qquad (2.5)$$

หรือการคำนวณหาค่า R^2 มีหลายแบบขึ้นอยู่กับประเภทของข้อมูลของตัวแปรว่าจัดอยู่ในสเกลใด ในที่นี้นิสิตผู้จัดทำโครงงานจะใช้สูตรพื้นฐานในการคำนวณแสดงได้ดังสมการที่ 2.6

$$R^2 = \beta_1 r_{y_1} + \beta_2 r_{y_2} + \cdots + \beta_k r_{y_k} \qquad (2.6)$$

เมื่อ R^2 แทน กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

β_1 แทน ค่าน้ำหนักเบต้าหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปของคะแนนมาตรฐานของตัวแปรต้น ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ

$r_{y_1}, r_{y_2}, r_{y_k}$ แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรต้น ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k

k แทน จำนวนตัวแปรต้น

หลังจากที่คำนวณค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณแล้ว นิสิตผู้จัดทำโครงงานจะต้องทำการทดสอบว่าค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณที่คำนวณได้นั้น มีนัยสำคัญหรือไม่

การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณแล้ว สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของการถดถอย) เป็นการทดสอบว่า ตัวแปรตามกับกลุ่มตัวแปรต้นนั้นมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ โดยมีสมมติฐานหลักในการทดสอบไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรตามกับกลุ่มของตัวแปรต้น (H_0 : R= 0)

การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (สัมประสิทธิ์การถดถอย) ทดสอบโดยใช้สถิติ F จากสมการที่ 2.7

$$F_{\text{คำนวณ}} = \frac{\frac{R^2}{k}}{\frac{1-R^2}{N-k-1}} \qquad (2.7)$$

เมื่อ $F_{\text{คำนวณ}}$ แทน สถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ F เพื่อทราบความมีนัยสำคัญของ R

R แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

N แทน จำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่าง

k แทน จำนวนตัวแปรต้น

ก. ขั้นตอนในการทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ จะดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาค่า F จากสมการที่ 2.7

ขั้นตอนที่ 2 หาค่าวิกฤตของค่า F จากการเปิดตาราง F โดยใช้ $df_1 = k$ และ $df_2 = N-k-1$ และที่ระดับนัยสำคัญ (α) ตามที่กำหนดไว้

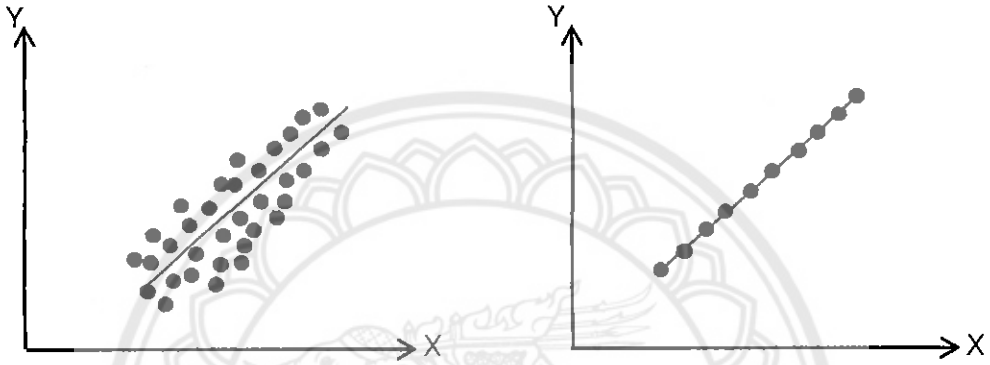
ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่า F ที่ได้จากการคำนวณกับค่าวิกฤตที่ได้จากการเปิดตาราง F ในขั้นตอนที่ 2 พิจารณา ดังนี้

ถ้าค่า $F_{\text{คำนวณ}}$ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤต $F_{\text{ตาราง}}$ แสดงว่า R มีนัยสำคัญ นั่นคือจะไม่ยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) ที่ว่า ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรตามกับกลุ่มตัวแปรต้น แต่จะยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) ที่ว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรตามกับกลุ่มตัวแปรต้น เป็นการยอมรับว่าการถดถอยของ Y บน X ที่บอกว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ

ถ้าค่า $F_{\text{คำนวณ}}$ มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต $F_{\text{ตาราง}}$ แสดงว่า R ไม่มีนัยสำคัญก็จะยอมรับ (H_1) ที่ว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรตามกับกลุ่มตัวแปรต้น

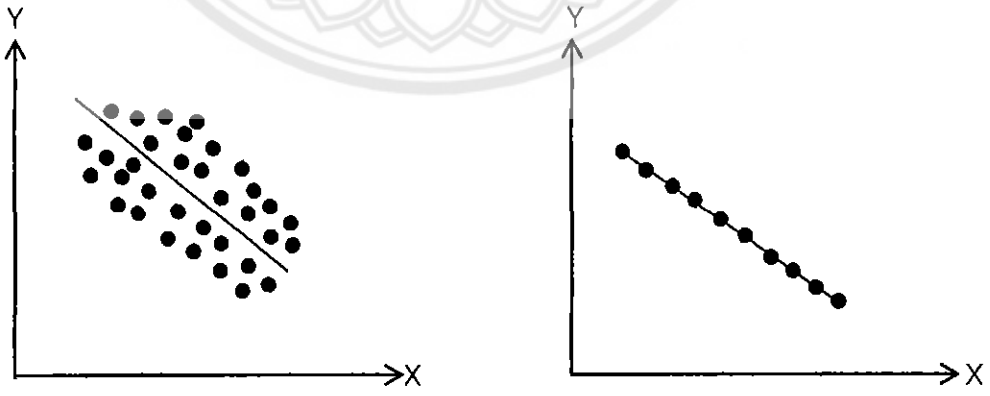
เมื่อพบว่า R มีนัยสำคัญ นิสิตผู้จัดทำโครงงานก็จะมั่นใจได้ว่ากลุ่มตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ค่า R^2 เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของการทำนายที่จะชี้ถึงสัดส่วนที่กลุ่มตัวแปรต้นที่สัมพันธ์กับตัวแปรตาม กล่าวคือ เป็นสัดส่วนของความแปรปรวนในตัวแปรตามที่สามารถอธิบายได้ โดยกลุ่มของตัวแปรต้นกลุ่มนั้น โดยทั่วไปจะเสนอในรูปร้อยละโดยเอา 100 คูณกับค่า R^2 แต่ถ้าแสดงเป็นค่า R จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง +1.00 ไม่มีค่าที่เป็นลบ

อาจสามารถอธิบายได้โดยลักษณะการแจกแจงที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามดังกล่าว (เฉพาะสหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง) อาจแสดงให้เห็นได้ใน 3 รูป ดังนี้



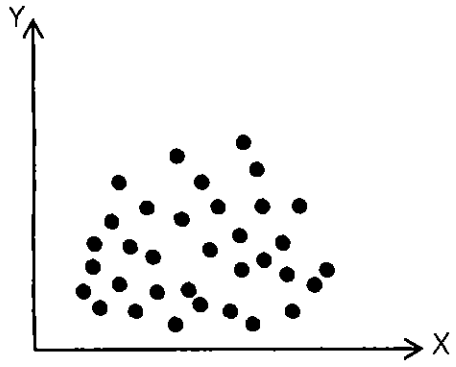
รูปที่ 2.2 สหสัมพันธ์เชิงบวก (Positive Correlations)

จากรูปที่ 2.2 ซึ่งหมายความว่า เมื่อตัวแปรตัวต้นเพิ่มขึ้นจะทำให้ตัวแปรตามก็จะเพิ่มขึ้นไปด้วย และเมื่อตัวแปรตัวต้นลดลงจะทำให้ตัวแปรตามก็จะลดลงไปด้วย แสดงว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน



รูปที่ 2.3 สหสัมพันธ์เชิงลบ (Negative Correlations)

จากรูปที่ 2.3 หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวต้นมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้ตัวแปรตามจะมีค่าลดลง และเมื่อตัวแปรตัวต้นมีค่าลดลงจะทำให้ตัวแปรตามจะมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม



รูปที่ 2.4 สหสัมพันธ์เป็นศูนย์ (Zero Correlations)

จากรูปที่ 2.4 หมายถึง ตัวแปรต้นและตัวแปรตามไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ข. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สามารถแปลงค่าที่ได้จากการคำนวณได้ 4 ประการ ได้แก่

ข.1 ปริมาณของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ข.2 ทิศทางของความสัมพันธ์ว่าสัมพันธ์กันในทิศทางใด ทางบวกหรือทางลบหรือไม่มีความสัมพันธ์

ข.3 มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยการทดสอบสมมติฐาน

ข.4 มีความสัมพันธ์กันของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามมากน้อยเพียงใด ซึ่งอาจกำหนดได้ดังนี้ (อ้างอิงจาก rci2010.files.wordpress.com)

ค่าสหสัมพันธ์	ความหมาย
0.85 – 1.00	มีความสัมพันธ์มากที่สุด
0.71 – 0.84	มีความสัมพันธ์มาก
0.51 – 0.70	มีความสัมพันธ์น้อย
0.00 – 0.50	มีความสัมพันธ์น้อยที่สุด

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการสร้างหน้าต่างเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานโปรแกรมในการวิเคราะห์พลังงาน

โดยส่วนใหญ่โปรแกรมการจัดการทั่วไปจะมีการประยุกต์ใช้ Microsoft Excel ซึ่งโปรแกรมจะมีความยืดหยุ่นและสามารถใช้งานได้ง่าย และเพื่อให้การสร้างโปรแกรมง่ายขึ้นจึงสร้างหน้าต่างโปรแกรมด้วย Visual Basic for Applications ซึ่งมีหลักการ ดังนี้

2.4.1 Microsoft Excel

โปรแกรม Microsoft Excel เป็นโปรแกรมสำหรับงานเกี่ยวกับการคำนวณตัวเลข การวิเคราะห์ข้อมูล การจัดเก็บบันทึกข้อมูลของตาราง การสร้างกราฟ วิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนพัฒนาให้เป็นระบบงานที่มีขีดความสามารถสูง มีการวิเคราะห์ข้อมูล และพัฒนาระบบข้อมูล ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การปรับเปลี่ยนความสามารถเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการได้เป็นอย่างดี หรือปฏิบัติงานเกี่ยวกับธุรกิจอื่นๆ ได้โดยใช้เวลาไม่นาน ในโปรแกรม Microsoft Excel นั้น สามารถใช้ทั้งแผนภูมิ และแผนผังลำดับงานเพื่ออธิบายแนวคิดที่สลับซับซ้อน และมีฟังก์ชันสำหรับการคำนวณและเทคนิคมากขึ้นซึ่งสามารถนำมาประยุกต์และวิเคราะห์กับการทำงานให้เกิดความสะดวก และรวดเร็ว

2.4.2 Visual Basic for Applications (VBA)

Visual Basic for Applications (VBA) เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาระบบงานใน Microsoft Excel ให้ทำงานอัตโนมัติ โดยสามารถควบคุมการทำงานของ Microsoft Excel ได้ตามต้องการ เช่น การสร้างรายงาน หรือวิเคราะห์ข้อมูลแบบอัตโนมัติ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

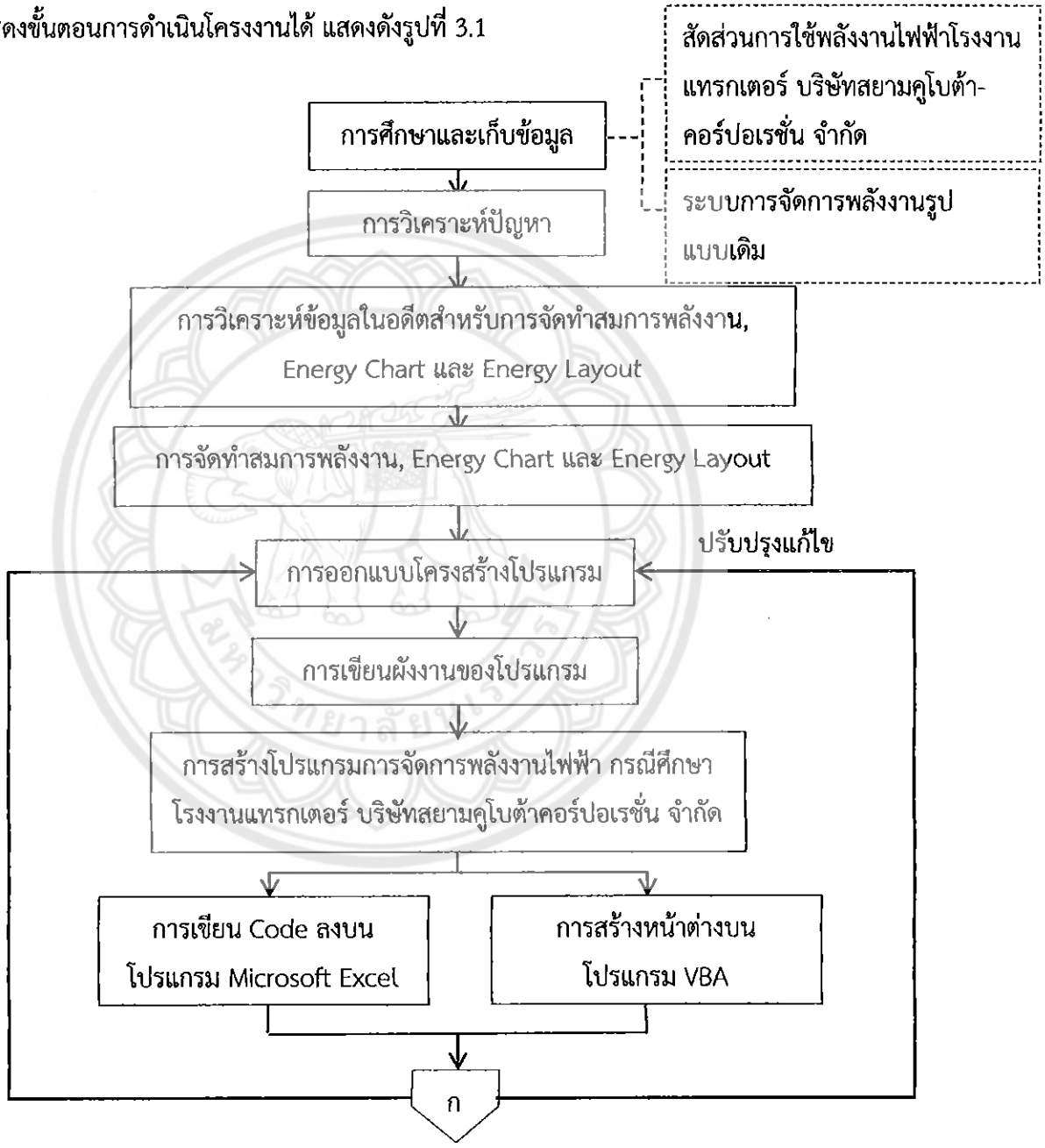
ไพฑูรย์ เติมสินวาณิช (2544) ได้จัดทำ TSV Energy Chart ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานในเชิงคุณภาพ โดยแสดงระดับคุณภาพพลังงานที่ป้อนเข้า ลักษณะการนำพลังงานไปใช้ประโยชน์และระดับคุณภาพพลังงานที่เหลือในทุกกระบวนการผลิต ตั้งแต่ เริ่มรับวัตถุดิบ ผ่านเข้ากระบวนการต่าง ดำเนินการแปรรูป จนเป็นสินค้าสำเร็จรูป และจัดส่งซึ่ง Energy Chart สามารถแสดงให้เห็น ข้อมูลที่สำคัญ คือ 1. ลักษณะการนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ 2. ศักยภาพของพลังงานที่ป้อนเข้ากระบวนการ 3. ศักยภาพพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ ซึ่งการประเมินความเหมาะสมของลักษณะการนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ ความเหมาะสมของระดับคุณภาพพลังงานที่จำเป็นต่อกระบวนการผลิต ทำให้การใช้พลังงานในแต่ละกระบวนการเกิดประสิทธิภาพสูงสุด และการประเมินระดับคุณภาพพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ เพื่อประเมินโอกาสการนำพลังงานกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และหลักเกณฑ์นี้ได้ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการประเมินรางวัล Prime Minister Industrial Award สาขาพลังงานของกระทรวงอุตสาหกรรม

ฐกฤต ปานขลิบ (2556) ได้จัดทำบทความที่จะนำเสนอการคาดการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย โดยวิธีการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Model) และโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network, ANN) เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระยะยาวของประเทศไทย โดยสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable) ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ จำนวนประชากร อุณหภูมิสูงสุด และความต้องการพลังงานไฟฟ้า เพื่อพยากรณ์ตัวแปรตาม (Independent Variable) หรือปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศนั่นเอง ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า การ

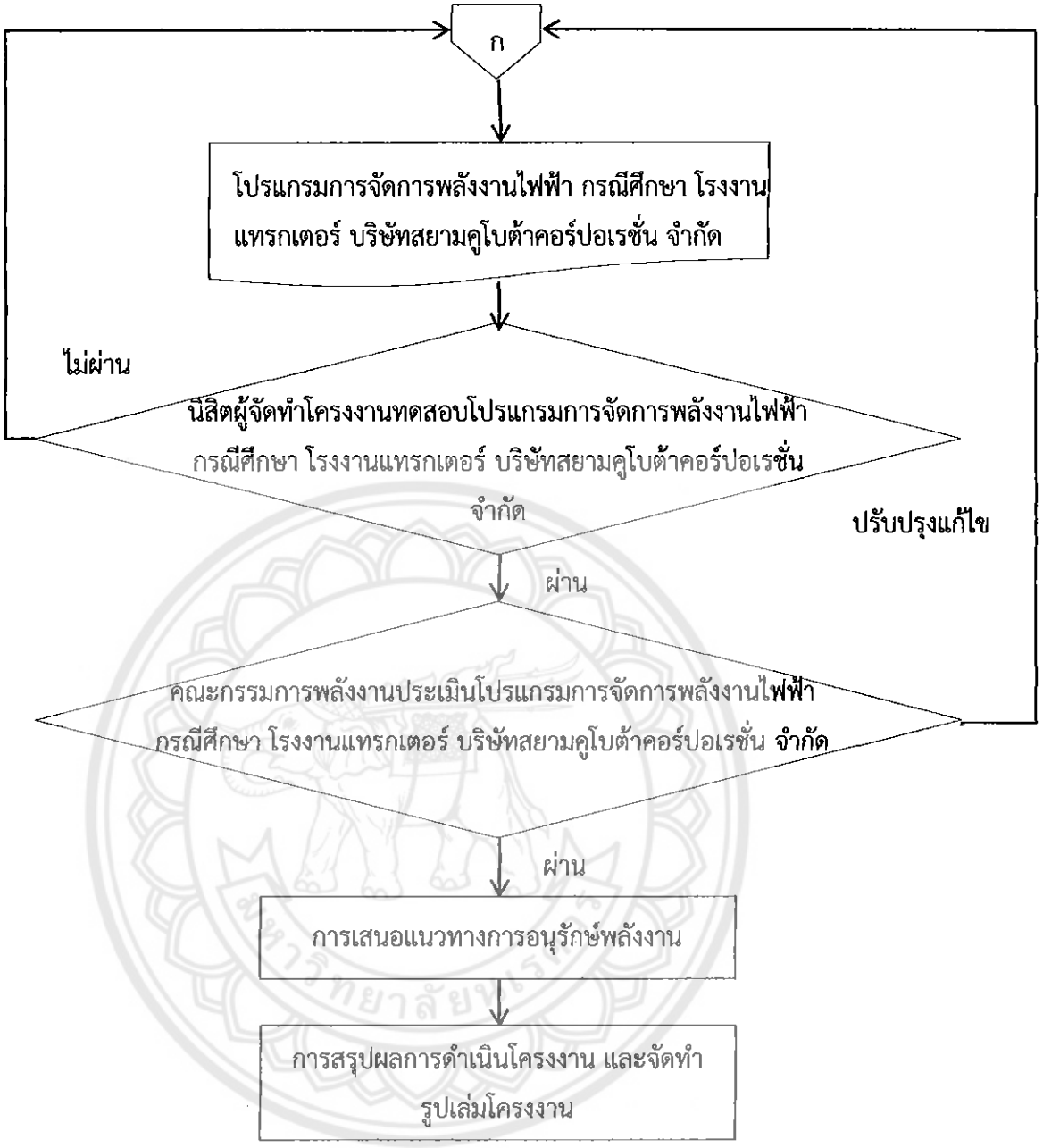
วิเคราะห์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำมากกว่าการวิเคราะห์โดยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (R^2) และร้อยละค่าความผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAPE) และรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (RMAS) ผลการพยากรณ์โดยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมจากการศึกษาในครั้งนี้ได้พยากรณ์ว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศในปี พ.ศ.2558 และปี พ.ศ.2563 จากวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณคือ 188,552 และ 216,986 GWh ในขณะที่จากการวิเคราะห์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมคือ 174,394 และ 188,137 GWh ตามลำดับ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

ในการดำเนินโครงงานโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา โรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงานในรูปของผังงาน แสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงานได้ แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน



รูปที่ 3.1 (ต่อ) ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

จากการศึกษาข้อมูล และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ คือ สมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 การศึกษาและเก็บข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

3.1.1 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านการผลิตโดยตรง

3.1.1.1 เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ในส่วนของพลังงานไฟฟ้าผลิตโดยตรง

3.1.1.2 เก็บข้อมูลการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด

3.1.2 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านสนับสนุนการผลิต

เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ในส่วนของพลังงานไฟฟ้าสนับสนุนการผลิต

3.1.3 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่างการผลิต

เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ในส่วนของพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างการผลิต

3.1.4 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านสำนักงาน

3.1.4.1 เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ในส่วนของพลังงานไฟฟ้าสำนักงาน

3.1.4.2 เก็บข้อมูลจำนวนวันทำงานของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด

3.1.5 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านป้อมสำนักงานรักษาความปลอดภัย

เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ในส่วนของพลังงานไฟฟ้าสำนักงาน

3.2 การวิเคราะห์ปัญหา

จากการศึกษาและเก็บข้อมูล นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงได้นำมาวิเคราะห์ปัญหาด้านการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าของบริษัท ซึ่งพบว่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าไม่สัมพันธ์กับปริมาณการผลิต และไม่มีเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์พลังงานจากกระบวนการผลิต เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงวิเคราะห์ข้อมูลในลำดับถัดไป

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout

โดยการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตที่นำมาใช้ในการสร้างสมการพลังงาน และวิเคราะห์กระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนที่มีการใช้พลังงาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำสมการพลังงาน

โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

3.3.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านการผลิตโดยตรง

3.3.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านสนับสนุนการผลิต

3.3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่างการผลิต

3.3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านสำนักงาน

3.3.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านป้อมสำนักงานรักษาความปลอดภัย

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำ Energy Chart และ Energy Layout

วิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานในแต่ละขั้นตอนของทุกกระบวนการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการจนสิ้นสุดกระบวนการ

3.4 การจัดทำสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout

ในขั้นตอนนี้นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลในข้อ 3.3 มาจัดทำสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.4.1 การจัดทำสมการพลังงาน

จัดทำสมการพลังงานไฟฟ้าในแต่ละส่วน โดยแบ่งเป็น 5 ส่วน ดังนี้

3.4.1.1 สมการพลังงานไฟฟ้าด้านการผลิตโดยตรง

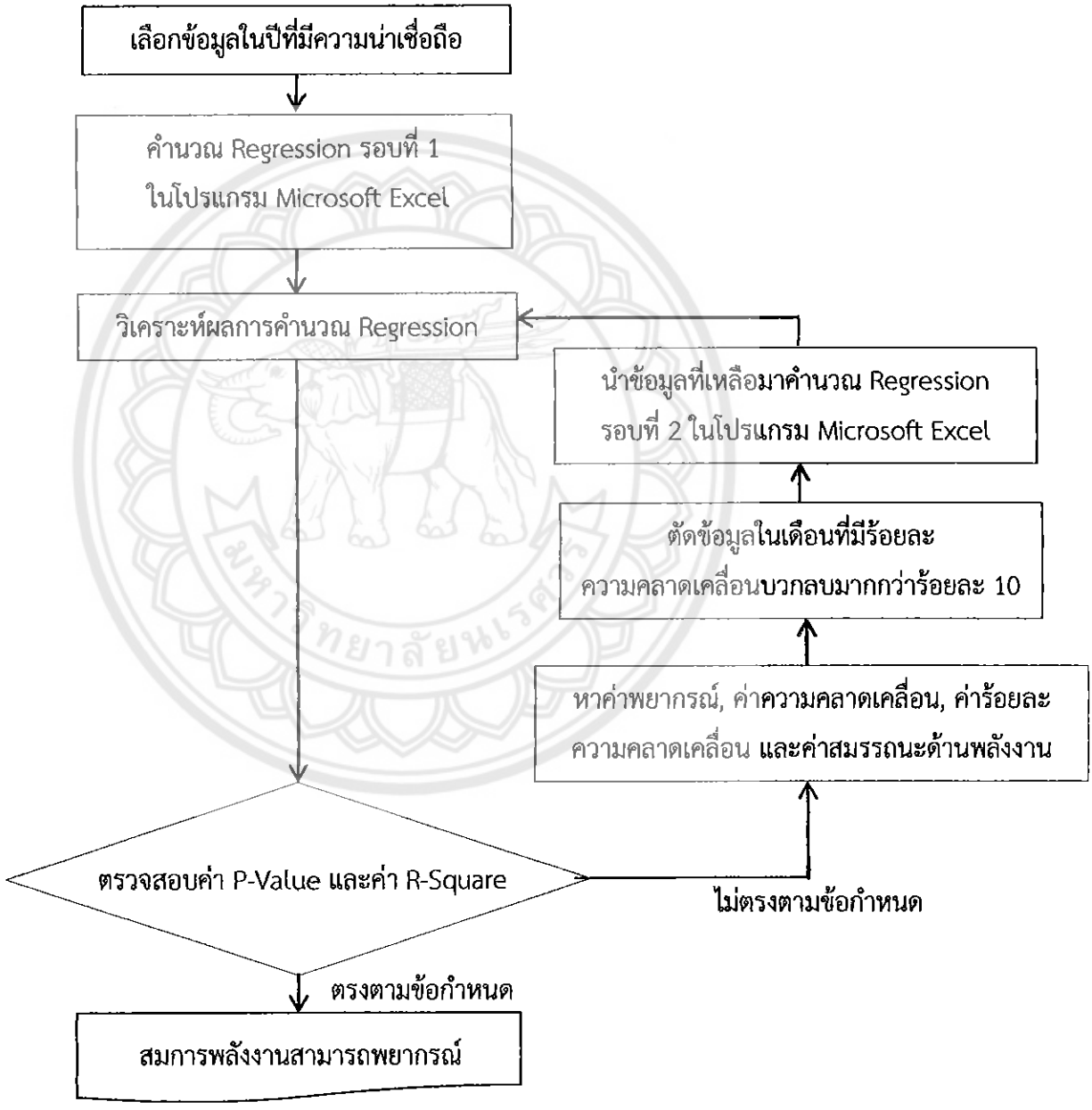
3.4.1.2 สมการพลังงานไฟฟ้าด้านสนับสนุนการผลิต

3.4.1.3 สมการพลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่างการผลิต

3.4.1.4 สมการพลังงานไฟฟ้าด้านสำนักงาน

3.4.1.5 สมการพลังงานไฟฟ้าด้านป้อมสำนักงานรักษาความปลอดภัย

โดยมีขั้นตอนการจัดทำสมการพลังงาน (ดร.ไพฑูรย์ เติมสินวาณิช ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน) ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.2 ผังงานแสดงขั้นตอนการจัดทำสมการพลังงาน

25
19238479
สำนักหอสมุด
27 มี.ค. 2561

3.4.2 การจัดทำ Energy Chart และ Energy Layout

จัดทำ Energy Chart และ Energy Layout ในแต่ละขั้นตอนของทุกกระบวนการผลิต ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการจนสิ้นสุดกระบวนการ

เมื่อจัดทำสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout เสร็จสมบูรณ์ต้องผ่านการตรวจประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานว่าสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout สามารถนำไปใช้งานได้จริง

3.5 การออกแบบโปรแกรมการจัดการพลังงาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูล นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงได้ออกแบบโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าที่มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ข้อมูลด้านพลังงานไฟฟ้า, สมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout ซึ่งในส่วนของสมการพลังงานสามารถคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละหน่วยงานได้ Energy Chart และ Energy Layout สามารถเป็นเครื่องมือวิเคราะห์พลังงานจากกระบวนการผลิตให้เข้าใจง่ายและละเอียดยิ่งขึ้น และข้อมูลด้านพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้การใช้งานหรือการเรียกดูข้อมูลสามารถทำได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น

3.6 การเขียนผังงานของโปรแกรมการจัดการพลังงาน

เมื่อทำการออกแบบโครงสร้างโปรแกรมแล้ว นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงทำการเขียนผังงานของโปรแกรม เพื่อแสดงถึงหลักการทำงานต่างๆ ของโปรแกรมจัดการพลังงานไฟฟ้า มีอยู่ 2 ส่วน คือ ในการเขียน Code ลงบนโปรแกรม Microsoft Excel และในส่วนการสร้างหน้าต่างบนโปรแกรม Visual Basic for Applications

3.7 การเขียน Code ลงบนโปรแกรม Microsoft Excel

ในการเขียน Code นั้น นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้นำฟังก์ชันต่างๆ มาใช้ในการเขียน Code ลงบนโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อนำไปสร้างเป็นโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยจะนำผังงานมาเขียน Code ลงบนโปรแกรม Microsoft Excel

3.8 การสร้างหน้าต่างโปรแกรมบนโปรแกรม Visual Basic for Applications : VBA

ในการเขียน Code ลงบนโปรแกรม Microsoft Excel จะนำเอาโปรแกรม VBA มาช่วย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของโปรแกรม เมื่อได้โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงมีการนำโปรแกรมไปทดสอบ

3.9 การทดสอบโปรแกรมการจัดการพลังงาน

ทดสอบโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบว่าโปรแกรมสามารถคาดการณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละหน่วยงานด้วยยอดการผลิตและจำนวนวันทำงานได้หรือไม่ ไม่มีปัญหาอะไรเกิดขึ้นขณะใช้งาน และสามารถเรียกดูข้อมูล Energy Chart และ Energy Layout เพื่อวิเคราะห์พลังงานได้หรือไม่ เพื่อการจัดการพลังงานให้มีประสิทธิภาพเป็นลำดับถัดไป และสามารถเรียกดูข้อมูลด้านพลังงานได้หรือไม่ เมื่อได้ทดสอบโปรแกรมการจัดการพลังงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงมีการนำโปรแกรมการจัดการพลังงานไปทดลองและประเมินผลของการใช้งานต่อไป

3.10 การทดลองและประเมินผลของโปรแกรมการจัดการพลังงาน

นำโปรแกรมการจัดการพลังงานไปทดลองใช้ที่โรงงานกรณีศึกษา เพื่อประเมินผลการใช้งานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยการประเมินจะวัดผลจากความพึงพอใจของคณะกรรมการพลังงานจำนวน 5 ท่าน ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจโดยเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

3.11 การเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน

เมื่อจัดทำโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าสำเร็จ และผ่านการประเมินจากผู้ใช้งานแล้ว ทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงมีการเสนอแนวทางในการอนุรักษ์พลังงาน ในส่วนที่มีการวิเคราะห์พลังงานจาก Energy Chart และ Energy Layout เมื่อพบว่ามีพลังงานที่เหลือจากกระบวนการผลิตแล้ว สามารถจัดสรรพลังงานที่เหลืออยู่จากกระบวนการผลิตให้ได้อย่างเหมาะสม

3.12 สรุปผลการดำเนินโครงงาน และจัดทำรูปเล่มโครงงาน

สรุปผลการดำเนินโครงงานพร้อมทั้งจัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์

บทที่ 4
ผลการดำเนินโครงงาน

ผลการดำเนินโครงงานโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษาโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด มีดังนี้

4.1 ผลการศึกษาและเก็บข้อมูล

ในส่วนของผลการศึกษาและเก็บข้อมูลนั้น ทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้การลงไปเก็บข้อมูลที่บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด จังหวัดชลบุรี พบว่า ทางบริษัทมี 2 โรงงาน คือ โรงงานแทรกเตอร์ และโรงงานผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งในส่วนของโรงงานแทรกเตอร์นั้นได้มีการผลิตรถแทรกเตอร์ขนาด B, รถแทรกเตอร์ขนาด L และ Transmission และในส่วนโรงงานผลิตรถเกี่ยวนวดข้าวนั้นได้มีการผลิต รถเกี่ยวนวดข้าว และจอบหมุน โดยทางบริษัทมีการใช้พลังงานในการใช้ประโยชน์ของบริษัทอยู่ 2 ประเภทหลักๆ คือ พลังงานไฟฟ้า และพลังงานแก๊สธรรมชาติ ซึ่งพลังงานไฟฟ้านั้นมีการใช้งานมากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 88 ของทั้งบริษัทโดยคิดจากค่าใช้จ่ายที่บริษัทต้องเสียไป ดังนั้น ทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงสนใจที่จะทำการศึกษาในโรงงานแทรกเตอร์เพื่อเป็นกรณีศึกษา

โดยทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบตรวจติดตามของทางบริษัท ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 - 2558 พบว่า มีมิเตอร์ในโรงงานแทรกเตอร์ทั้งหมด 46 มิเตอร์ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังต่อไปนี้ ด้านการผลิตโดยตรง, ด้านสนับสนุนการผลิต, ด้านแสงสว่างการผลิต, ด้านสำนักงาน และสุดท้าย ด้านป้อมสำนักงานรักษาความปลอดภัยและไฟถนน ซึ่งได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลแต่ละด้านดังนี้

4.1.1 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านการผลิตโดยตรง

4.1.1.1 ได้เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ในส่วนของพลังงานไฟฟ้าผลิตโดยตรง พบว่ามี 6 หน่วยงานและมี 8 มิเตอร์ ได้แก่ หน่วยงาน Paint A มี 1 มิเตอร์, หน่วยงาน Paint B มี 1 มิเตอร์, หน่วยงาน Welding Line มี 1 มิเตอร์, หน่วยงาน Assembly Line มี 1 มิเตอร์, หน่วยงาน Machining มี 3 มิเตอร์ และหน่วยงาน Tractor B มี 1 มิเตอร์

4.1.1.2 ได้เก็บข้อมูลการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ได้แก่ รถแทรกเตอร์ขนาด B, รถแทรกเตอร์ขนาด L และ Transmission ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 - 2558

4.1.2 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านสนับสนุนการผลิต

4.1.2.1 ได้เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ในส่วนของพลังงานไฟฟ้าสนับสนุนการผลิต พบว่ามี 7 หน่วยงาน และมี 20 มิเตอร์ ได้แก่ หน่วยงาน Air Compressor มี 5 มิเตอร์, หน่วยงาน Boiler มี 1 มิเตอร์, หน่วยงาน RO & DI มี 2 มิเตอร์, หน่วยงาน Chiller มี 3 มิเตอร์, หน่วยงาน Wastewater Treatment มี 2 มิเตอร์, หน่วยงาน Oil มี 1 มิเตอร์ และหน่วยงาน Charge Battery มี 6 มิเตอร์

4.1.2.2 ได้เก็บข้อมูลการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ได้แก่ รถแทรกเตอร์ขนาด B, รถแทรกเตอร์ขนาด L และ Transmission ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 - 2558

4.1.3 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่างการผลิต

4.1.3.1 ได้เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ในส่วนของพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างการผลิต พบว่ามี 1 หน่วยงาน ได้แก่ หน่วยงาน Factory Lighting มี 11 มิเตอร์

4.1.3.2 ได้เก็บข้อมูลการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ได้แก่ รถแทรกเตอร์ขนาด B, รถแทรกเตอร์ขนาด L และ Transmission ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 - 2558

4.1.4 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านสำนักงาน

4.1.4.1 ได้เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ในส่วนของพลังงานไฟฟ้าสำนักงานได้ 2 หน่วยงาน 5 มิเตอร์ ได้แก่ หน่วยงาน Office Lighting มี 2 มิเตอร์ และหน่วยงาน Air Conditioner มี 3 มิเตอร์

4.1.4.2 ได้เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ได้แก่ วันทำงาน, วันทำงานล่วงเวลา, ความชื้น และอุณหภูมิ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 - 2558

4.1.5 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านป้อมสำนักงานรักษาความปลอดภัยและแสงสว่างไฟถนน

4.1.5.1 ได้เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ในส่วนของพลังงานไฟฟ้าป้อมสำนักงานรักษาความปลอดภัยและแสงสว่างไฟถนนได้ 1 หน่วยงาน 2 มิเตอร์ ได้แก่หน่วยงาน Guard House

4.1.5.2 ได้เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ได้แก่ รถแทรกเตอร์ขนาด B, รถแทรกเตอร์ขนาด L, รถเกี่ยวนวดข้าว, จอบหมุน และ Transmission ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 - 2558

นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงได้นำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในด้านต่างๆ ไปทำการวิเคราะห์ปัญหาในการใช้พลังงานต่อไป

4.2 ผลการวิเคราะห์ปัญหา

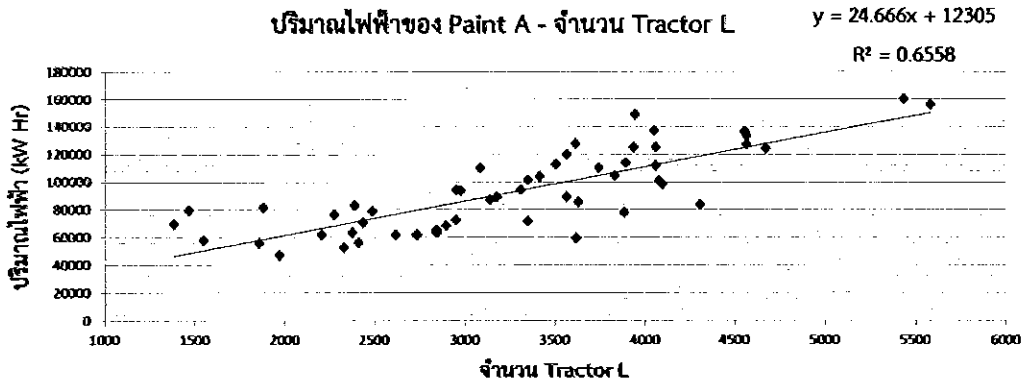
จากผลการศึกษาและเก็บข้อมูล นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงได้นำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในด้านต่างๆ มาวิเคราะห์ปัญหาด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัทร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน ซึ่งพบว่าทางบริษัทนั้นไม่สามารถที่จะประมาณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ ดังนั้น ทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงลองนำค่าพลังงานไฟฟ้า และค่าปริมาณการผลิตมาสร้างกราฟดูความสัมพันธ์ พบว่ากราฟนั้นมีแนวโน้มที่จะสามารถสร้างสมการพลังงาน เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ และทางบริษัทนั้นไม่มีเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์พลังงานจากกระบวนการผลิตต่างๆ ดังนั้น นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงได้หาเครื่องมือที่จะนำมาเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ Energy Chart และ Energy Layout ดังนั้น นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout ซึ่งจะอยู่ในส่วนถัดไป

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตที่นำมาใช้ในการสร้างสมการพลังงาน และวิเคราะห์กระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนที่มีการใช้พลังงาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำสมการพลังงาน

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำสมการพลังงานนั้น ในเบื้องต้นทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้นำข้อมูลจากการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า, ค่าปริมาณการผลิต และจำนวนวันทำงานในปี พ.ศ. 2553 - 2558 มาวิเคราะห์เพื่อดูแนวโน้มจากค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ร่วม (R^2) ซึ่งถ้าค่า (R^2) มากกว่า 0.7 หมายถึงตัวแปรต้นและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์ร่วมกัน (ผ่านเกณฑ์ที่จะนำไปพยากรณ์ได้) ซึ่งสามารถทำโดยเทียบระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้า กับค่าปริมาณการผลิตเพื่อมาดูแนวโน้มในด้านการผลิตโดยตรง และด้านการสนับสนุนการผลิต และเทียบระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้า กับจำนวนวันทำงานเพื่อมาดูแนวโน้มในด้านแสงสว่างการผลิต, ด้านสำนักงาน และด้านรปภ. และไฟถนน มาสร้างกราฟดูความสัมพันธ์ร่วม ดังรูปที่ 4.1 และแสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ร่วม (R^2) ของทั้ง 16 หน่วยงาน ดังตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน Paint A และค่าปริมาณการผลิตแทรกเตอร์ L

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ร่วมของหน่วยงานและตัวแปรต้น

การใช้พลังงานไฟฟ้า	หน่วยงานย่อย	ตัวแปรต้น	ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ร่วม	
			ค่า R^2	ค่า $R^2 > 0.7$ (ผ่านเกณฑ์)
ด้านการผลิตโดยตรง	Paint A	Tractor L	0.6558	X
		Tractor B	0.6843	X
	Paint B	Tractor L	0.6864	X
		Tractor B	0.7581	√
	Welding	Tractor L	0.5966	X
		Tractor B	0.7696	√
	Assembly Tractor L	Tractor B	0.3225	X
	Assembly Tractor B	Tractor L	0.3423	X
		Tractor B	0.5435	X
	Machining	Tractor L	0.7757	√
		Tractor B	0.7696	√
ด้านการสนับสนุนการผลิต	Air Compressor	Tractor L	0.7544	√
		Tractor B	0.7546	√
	OR & DI	Tractor L	0.4365	X
		Tractor B	0.1605	X
	Wastewater Treatment	Tractor L	0.2820	X
		Tractor B	0.2947	X

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ร่วมของหน่วยงานและตัวแปรต้น

การใช้พลังงานไฟฟ้า	หน่วยงานย่อย	ตัวแปรต้น	ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ร่วม	
			ค่า R^2	ค่า $R^2 > 0.7$ (ผ่านเกณฑ์)
ด้านการสนับสนุนการผลิต	Chiller	Tractor L	0.4380	X
		Tractor B	0.2477	X
	Oil	Tractor L	0.4365	X
		Tractor B	0.1605	X
	Charge Battery	Tractor L	0.4260	X
		Tractor B	0.3467	X
ด้านแสงสว่างการผลิต	Factory Lighting	จำนวนวันทำงาน	0.2570	X
ด้านสำนักงาน	Office Lighting	จำนวนวันทำงาน	0.0111	X
	Air Conditioner	จำนวนวันทำงาน	0.0287	X
ด้านรปภ.และไฟถนน	Guard House	จำนวนวันทำงาน	0.0287	X

จากตารางที่ 4.1 นิสิตผู้จัดทำโครงงาน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ร่วมทั้ง 16 หน่วยงาน ส่วนใหญ่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ ($R^2 > 0.7$) สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงต้องทำการหาตัวแปรต้นที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม เพื่อที่จะสามารถพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ในส่วนต่อไป

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตสำหรับการจัดทำ Energy Chart และ Energy Layout

ผลการสำรวจจากการสอบถามกับทางคณะกรรมการพลังงาน พบว่า ทางบริษัทไม่เคยจัดทำ Energy Chart และ Energy Layout ในทุกกระบวนการผลิต ทำให้ทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงไม่มีข้อมูลในการวิเคราะห์เพื่อทำ Energy Chart และ Energy Layout ดังนั้น นิสิตผู้จัดทำโครงงานจะจัดทำ Energy Chart และ Energy Layout ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการจนสิ้นสุดกระบวนการ ซึ่งจะอยู่ในส่วนผลการจัดทำสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout ในส่วนถัดไป

4.4 ผลการจัดทำสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout

ในขั้นตอนนี้นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลในผลการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตมาเป็นแนวทางในการจัดทำสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.4.1 ผลการจัดทำสมการพลังงาน

ในส่วนของการจัดทำสมการพลังงานนั้น สามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ด้าน และในแต่ละด้านนั้นจะมีหน่วยงานต่างๆ ที่ขึ้นอยู่กับแต่ละด้าน โดยทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานนั้นจะจัดทำสมการพลังงานตามหน่วยงาน โดยยึดตามทฤษฎีของผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน (ดร.ไพฑูรย์ เติมสินวาณิช) ซึ่งจะแสดงตัวอย่างการจัดทำสมการพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงาน Paint A และผลการจัดทำสมการทุกหน่วยงาน ดังนี้

4.4.1.1 ตัวอย่างการจัดทำสมการพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานย่อย Paint A

ก. นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้จัดทำสมการพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานย่อย Paint A โดยนำข้อมูลจากระบบตรวจติดตามของบริษัทในส่วนของหน่วยงานย่อย Paint A ซึ่งอยู่ในด้านการผลิตโดยตรง และเป็นข้อมูลในอดีต 12 เดือนที่จะสร้างเป็นสมการพลังงานไฟฟ้า และกำหนดตัวแปรต้นที่เกี่ยวข้องในหน่วยงานย่อย Paint A คือ จำนวนแทรกเตอร์ L และจำนวนแทรกเตอร์ B โดยแสดงการจัดทำสมการพลังงานกระบวนการ Paint A ดังรูปที่ 4.2

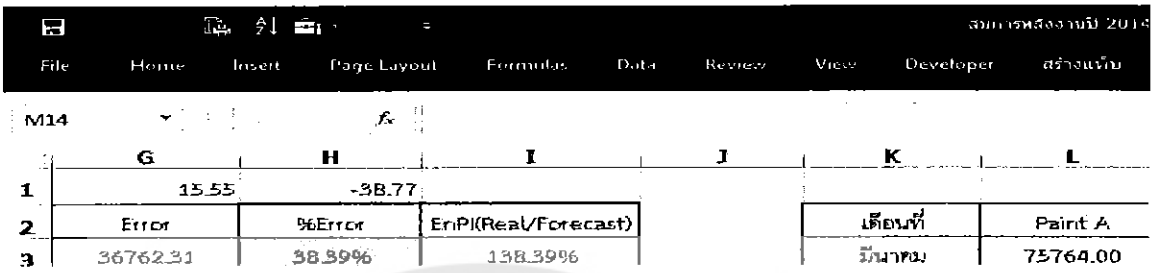
	A	B	C	D
1	น Production ตัวแปรต้น คือ จำนวนแทรกเตอร์ L และจำนวนแทร			
2	เดือนที่	Paint A	จำนวนแทรกเตอร์ L	จำนวนแทรกเตอร์ B
3	มกราคม	132524.00	3502.00	602.00
4		127973.00	3082.00	498.00
5	มีนาคม	75764.00	2410.00	847.00
6	เมษายน	63975.00	1969.00	701.00
7	พฤษภาคม	70481.00	2328.00	784.00
8	มิถุนายน	71889.00	3616.00	780.00
9	กรกฎาคม	77875.00	2203.00	559.00
10	สิงหาคม	70000.00	1854.00	470.00
11	กันยายน	75911.00	2617.00	583.00
12	ตุลาคม	97594.00	4306.00	730.00
13	พฤศจิกายน	87740.00	3882.00	491.00
14	ธันวาคม	71293.00	2734.00	416.00

ตัวแปรตาม

ตัวแปรต้น

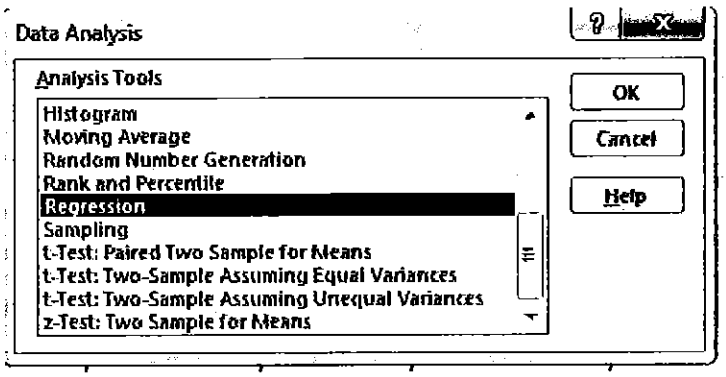
รูปที่ 4.2 แสดงค่าตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่ใช้ในส่วน Paint A

ข. ในขั้นตอนนี้นิสิตผู้จัดโครงงานจะนำข้อมูลข้างต้นมา หาค่า R^2, ค่า P-Value และสมการพลังงานไฟฟ้า โดยการคลิกเมนู Data ดังรูปที่ 4.3 แล้วคลิกที่แทบเมนู Data Analysis ดังรูปที่ 4.4 แล้วเลือกคลิกที่ Regression ของกล่องเครื่องมือ Analysis Tools แล้วคลิกที่ OK เพื่อเป็นการเลือก ดังรูปที่ 4.5



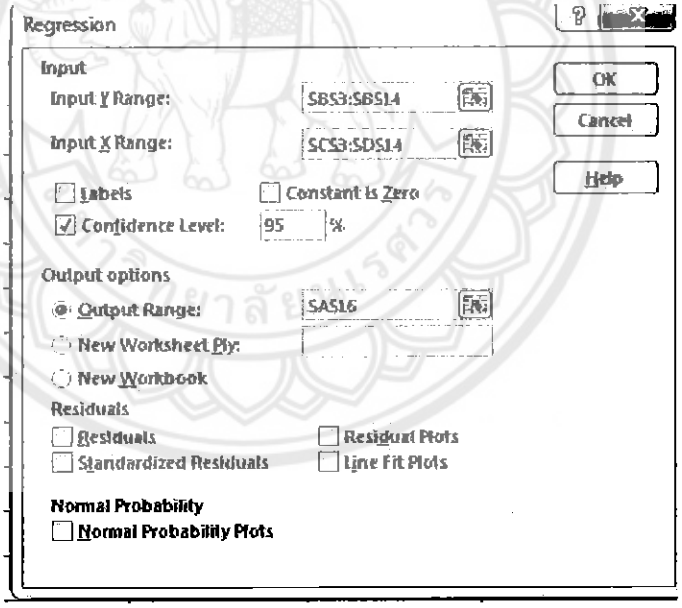
รูปที่ 4.3 แสดงแท็บเมนู Data

รูปที่ 4.4 แสดงแท็บเมนู Data Analysis



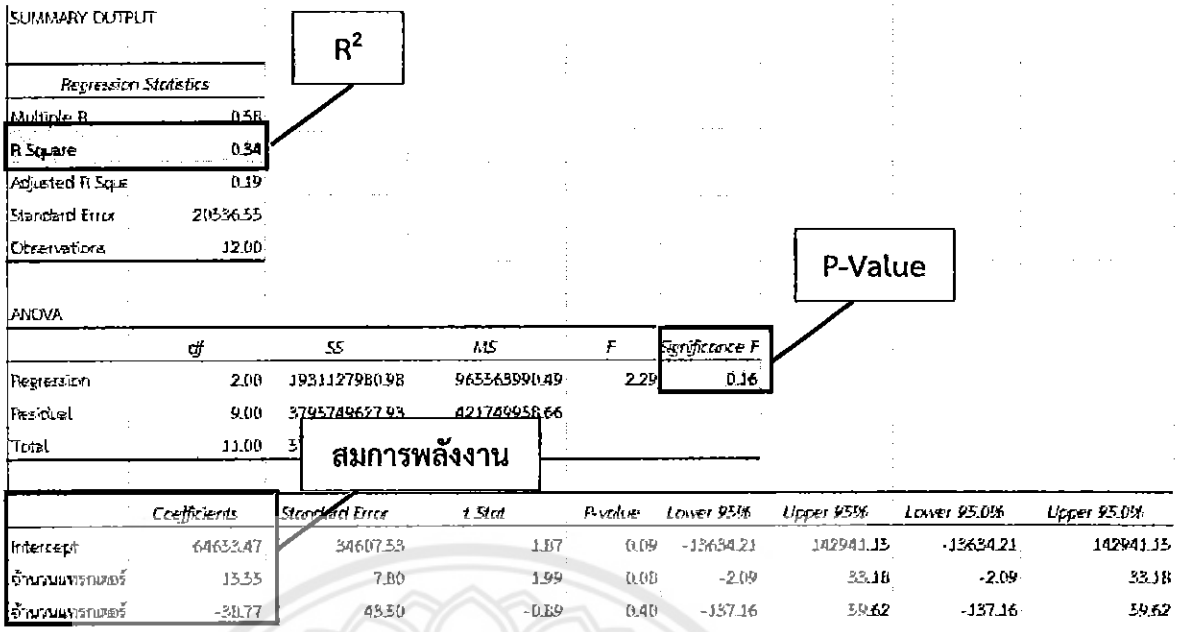
รูปที่ 4.5 แสดงแบบฟอร์มกล่องเครื่องมือ Analysis Tools

ค. เมื่อกด OK จะมีแบบฟอร์มให้กรอกข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ โดย Input Y Range คือ ตัวแปรตาม และ Input X Range คือ ตัวแปรต้น โดยเลือกร้อยละความเชื่อมั่นได้ที่ Confidence Level แล้วเลือกที่จะให้ข้อมูลไปในเซลล์ใดโดยเลือกเซลล์ที่ต้องการที่ Output Range เมื่อเลือกเสร็จแล้วจึงคลิกที่ OK ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงแบบฟอร์มในการกรอกข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ Regression

ง. เมื่อคลิก OK พบว่า มีค่าต่างๆ ออกมาอยู่ที่เซลล์ที่เราเลือก และเราจะสนใจที่ค่า 3 คือ R^2, P-Value และ สมการพลังงาน ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงค่าการคำนวณหาค่า R^2, ค่า P-value และสมการ**พลังงาน**

จ. เมื่อวิเคราะห์ Regression ได้สมการออกมา ดังสมการที่ 4.1

$$Y' = 64{,}653.47 + 15.55 \text{ (จำนวนแทรกเตอร์ L)} + (-38.77 \text{ (จำนวนแทรกเตอร์ B))} \quad \textbf{(4.1)}$$

แต่เนื่องจากค่า R^2 เท่ากับ 0.34 และ P-value เท่ากับ 0.34 ดังนั้น จึงยังไม่สามารถใช้งานได้โดยจะต้อง หาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยการคำนวณค่าพยากรณ์นั้นจะยกตัวอย่างค่าตัวแปรต้นของเดือนมกราคมเพื่อมาคำนวณจะได้ ดังนี้

จ.1 ค่าพยากรณ์ของเดือนมกราคม เท่ากับ 95,761.69 kWh เกิดจากการคำนวณจาก สมการที่ 4.2

$$Y'_{\text{มกราคม}} = 64{,}653.47 + 15.55 \text{ (3,502)} + (-38.77 \text{ (602))} \quad \textbf{(4.2)}$$

ซึ่งสมการข้างต้นเกิดจากการนำค่าคงที่บวกกับสัมประสิทธิ์ของจำนวนแทรกเตอร์ L คูณกับจำนวนแทรกเตอร์ L ของเดือนมกราคม และบวกกับสัมประสิทธิ์จำนวนแทรกเตอร์ B คูณกับจำนวนแทรกเตอร์ B ของเดือนมกราคม

จ.2 ค่าความคลาดเคลื่อน (Error) เท่ากับ 36,762.31 kWh เกิดจากการคำนวณจากสมการที่ 4.3

$$Error_{มกราคม} = 132,524 - 95,751.69 \quad (4.3)$$

ซึ่งสมการข้างต้นเกิดจากการนำค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจริงเดือนมกราคมลบกับค่าพยากรณ์เดือนมกราคม

จ.3 ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อน (% Error) เท่ากับร้อยละ 38.39 เกิดจากการคำนวณจากสมการที่ 4.4

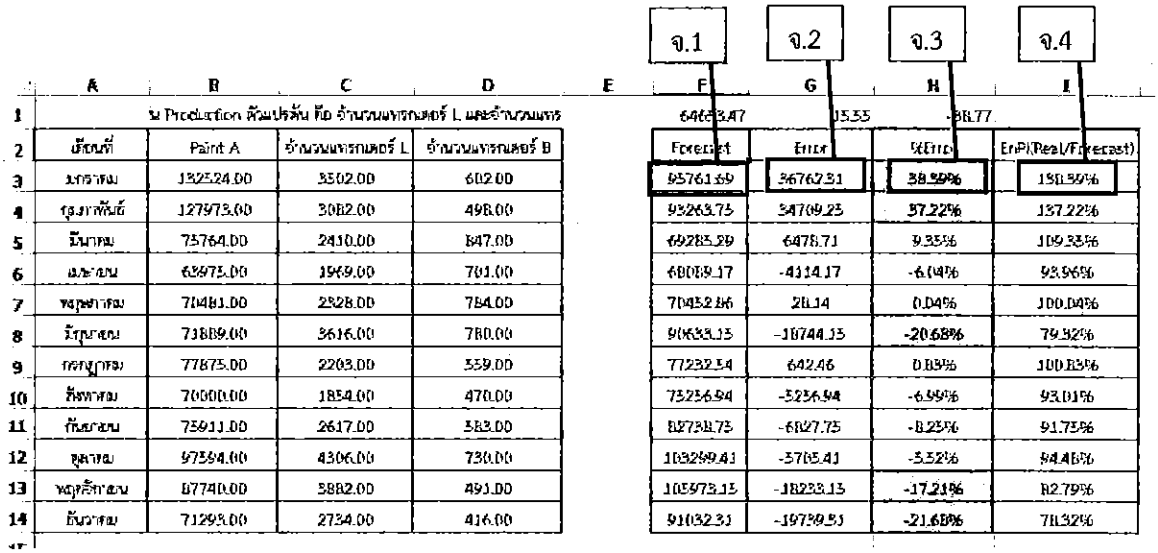
$$\% \ Error_{มกราคม} = \frac{36,762.31}{95,761.69} \quad (4.4)$$

ซึ่งสมการข้างต้นเกิดจากการนำค่าความคลาดเคลื่อนหารกับค่าพยากรณ์ของเดือนมกราคม

จ.4 ค่าการวัดสมรรถนะด้านพลังงาน (EnPi) เท่ากับร้อยละ 138.39 เกิดจากการคำนวณจากสมการที่ 4.5

$$EnPi_{มกราคม} = \frac{132,524}{95,761.69} \quad (4.5)$$

ซึ่งสมการข้างต้นเกิดจากการนำค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจริงของเดือนมกราคมหารกับค่าพยากรณ์ของเดือนมกราคม จากนั้นคำนวณให้ครบทั้ง 12 เดือน ตามข้อ จ.1 – จ.4 ดังรูปที่ 4.8



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	น Production ตัวแปรต้น คือ จำนวนแทรกเตอร์ L และจำนวนแทร					64663.47	15.55	-38.77	
2	เดือนที่	Paint A	จำนวนแทรกเตอร์ L	จำนวนแทรกเตอร์ B		Forecast	Error	%Error	Err%(Real/Forecast)
3	มกราคม	132524.00	3502.00	602.00		95761.69	36762.31	38.39%	138.39%
4	กุมภาพันธ์	127973.00	3082.00	498.00		93263.75	34709.25	37.22%	137.22%
5	มีนาคม	75764.00	2410.00	847.00		69285.29	6478.71	9.35%	109.35%
6	เมษายน	63975.00	1969.00	701.00		68089.17	-4114.17	-6.04%	93.96%
7	พฤษภาคม	70481.00	2328.00	784.00		70452.86	28.14	0.04%	100.04%
8	มิถุนายน	73889.00	3616.00	780.00		90633.13	-16744.13	-20.68%	79.32%
9	กรกฎาคม	77875.00	2203.00	559.00		77232.54	642.46	0.83%	100.83%
10	สิงหาคม	70000.00	1854.00	470.00		75256.94	-5256.94	-6.99%	93.01%
11	กันยายน	75911.00	2617.00	583.00		82738.75	-6827.75	-8.25%	91.75%
12	ตุลาคม	97594.00	4306.00	730.00		103269.41	-5765.41	-5.52%	94.48%
13	พฤศจิกายน	87740.00	5882.00	491.00		105973.13	-18233.13	-17.21%	82.79%
14	ธันวาคม	71293.00	2734.00	416.00		91032.31	-19739.31	-21.68%	78.32%

รูปที่ 4.8 แสดงการคำนวณค่าพยากรณ์จากสมการที่ได้

ฉ. เมื่อทำครบทุกเดือนแล้วเราจะต้องทำการตัดเดือนที่มีค่าความคลาดเคลื่อนที่มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10 ออก (อบรม เรื่อง Energy Monitoring Energy Base Line and Energy Equation by Regression วันที่ 9-10 มกราคม 2559 ณ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด โดย ดร.ไพฑูรย์ เติมสินวาณิช) เพื่อนำเดือนที่เหลือนั้นไปคำนวณต่อ ดังรูปที่ 4.9

1	น Production ตัวแปรต้น คือ จำนวนแทรกเตอร์ L และจำนวนแทร					64663.47	15.55	-38.77	
2	เดือนที่	Paint A	จำนวนแทรกเตอร์ L	จำนวนแทรกเตอร์ B		Forecast	Error	%Error	Err%(Real/Forecast)
3	มกราคม	132524.00	3502.00	602.00		95761.69	36762.31	38.39%	138.39%
4	กุมภาพันธ์	127973.00	3082.00	498.00		93263.75	34709.25	37.22%	137.22%
5	มีนาคม	75764.00	2410.00	847.00		69285.29	6478.71	9.35%	109.35%
6	เมษายน	63975.00	1969.00	701.00		68089.17	-4114.17	-6.04%	93.96%
7	พฤษภาคม	70481.00	2328.00	784.00		70452.86	28.14	0.04%	100.04%
8	มิถุนายน	73889.00	3616.00	780.00		90633.13	-16744.13	-20.68%	79.32%
9	กรกฎาคม	77875.00	2203.00	559.00		77232.54	642.46	0.83%	100.83%
10	สิงหาคม	70000.00	1854.00	470.00		75256.94	-5256.94	-6.99%	93.01%
11	กันยายน	75911.00	2617.00	583.00		82738.75	-6827.75	-8.25%	91.75%
12	ตุลาคม	97594.00	4306.00	730.00		103269.41	-5765.41	-5.52%	94.48%
13	พฤศจิกายน	87740.00	5882.00	491.00		105973.13	-18233.13	-17.21%	82.79%
14	ธันวาคม	71293.00	2734.00	416.00		91032.31	-19739.31	-21.68%	78.32%

รูปที่ 4.9 แสดงการตัดเดือนที่มีค่าความคลาดเคลื่อนที่มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10

ช. หลังจากที่ตัดเดือนที่มีค่าความคลาดเคลื่อนออกแล้วก็จะเหลือแต่เดือนที่มีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ ดังรูปที่ 4.10 จากนั้นจึงทำตามขั้นตอน ข - จ ใหม่ แล้วดูค่าที่ได้ โดยเมื่อคำนวณตามขั้นตอนแล้วจะได้ค่า R^2 ได้เท่ากับ 0.91, ค่า P-Value ได้เท่ากับ 0.01 และรูปแบบสมการพลังงานที่มีค่าคงที่ได้เท่ากับ 52,337.25, สัมประสิทธิ์จำนวนแทรกเตอร์ L ได้เท่ากับ 12.79

และสัมประสิทธิ์จำนวนแทรกเตอร์ B ได้เท่ากับ - 13.06 ผลการวิเคราะห์ Regression แสดง ดังรูปที่ 4.11

เดือนที่	Paint A	จำนวนแทรกเตอร์ L	จำนวนแทรกเตอร์ B
มีนาคม	75764.00	2410.00	847.00
เมษายน	63975.00	1969.00	701.00
พฤษภาคม	70481.00	2328.00	784.00
กรกฎาคม	77875.00	2203.00	559.00
สิงหาคม	70000.00	1854.00	470.00
กันยายน	75911.00	2617.00	583.00
ตุลาคม	97594.00	4306.00	730.00

รูปที่ 4.10 แสดงเดือนและข้อมูลที่มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์

SUMMARY OUTPUT

R^2

Regression Statistics	
Multiple R	0.95
R Square	0.91
Adjusted R Squa	0.86
Standard Error	3926.92
Observations	7.00

P-Value

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2.00	619230490.15	309617245.07	20.08	0.01
Residual			420679.18		
Total					

สมการพลังงาน

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	32337.25	8479.14	6.17	0.00	28795.37	75879.12	28795.37	75879.12
จำนวนแทรกเตอร์	12.79	2.04	6.26	0.00	7.12	18.47	7.12	18.47
จำนวนแทรกเตอร์	-13.06	12.54	-1.04	0.36	-47.88	21.75	-47.88	21.75

รูปที่ 4.11 แสดงค่าการคำนวณหาค่า R^2, ค่า P-value และสมการพลังงาน ตรงตามเกณฑ์

ซ. เมื่อได้ค่าต่างๆ ตามเกณฑ์แล้วก็สามารถนำไปพยากรณ์ค่าพลังงานไฟฟ้าได้จริงแล้วดังรูปที่ 4.12

Forecast	Error	%Error	EnPI(Real/Forecast)
89280.08	43243.92	48.44%	148.44%
85264.95	42708.05	50.09%	150.09%
72107.20	3656.80	5.07%	105.07%
68372.09	-4397.09	-6.43%	93.57%
71881.09	-1400.09	-1.95%	98.05%
88413.19	-16524.19	-18.69%	81.31%
73221.28	4653.72	6.36%	106.36%
69918.61	81.39	0.12%	100.12%
78204.82	-2293.82	-2.93%	97.07%
97894.91	-300.91	-0.31%	99.69%
95392.33	-7852.33	-8.21%	91.79%
81883.62	-10590.62	-12.93%	87.07%

รูปที่ 4.12 แสดงการพยากรณ์ค่าพลังงานไฟฟ้าจากสมการพลังงานไฟฟ้าที่ได้ตามเกณฑ์

4.4.1.2 ผลจากการจัดทำสมการพลังงานไฟฟ้าทั้ง 16 หน่วยงานย่อย ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลจากการจัดทำสมการพลังงานไฟฟ้าทั้ง 16 หน่วยงานย่อย

สมการพลังงานไฟฟ้าด้านการผลิตโดยตรง	หน่วยงานย่อย : Paint A	
	สมการ : 52,337.25 + 12.79 (จำนวนแทรกเตอร์ L) - 13.06 (จำนวนแทรกเตอร์ B)	
	R^2 : 0.919	P-value : 0.008
	หน่วยงานย่อย : Paint B	
	สมการ : 65,926.28 + 12.72 (จำนวนแทรกเตอร์ L) - 0.54 (จำนวนแทรกเตอร์ B)	
	R^2 : 0.881	P-value : 0.014
	หน่วยงานย่อย : Assembly Tractor L	
	สมการ : 4,722.01 + 5.67 (จำนวนแทรกเตอร์ L) + 5.79 (จำนวน Transmission)	
	R^2 : 0.931	P-value : 0.000
	หน่วยงานย่อย : Assembly Tractor B	
	สมการ : ไม่สามารถนำสมการไปพยากรณ์ได้ เนื่องจากไม่ผ่านเกณฑ์	
	R^2 : 0.049	P-value : 0.488

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แสดงผลจากการจัดทำสมการพลังงานไฟฟ้าทั้ง 16 หน่วยงานย่อย

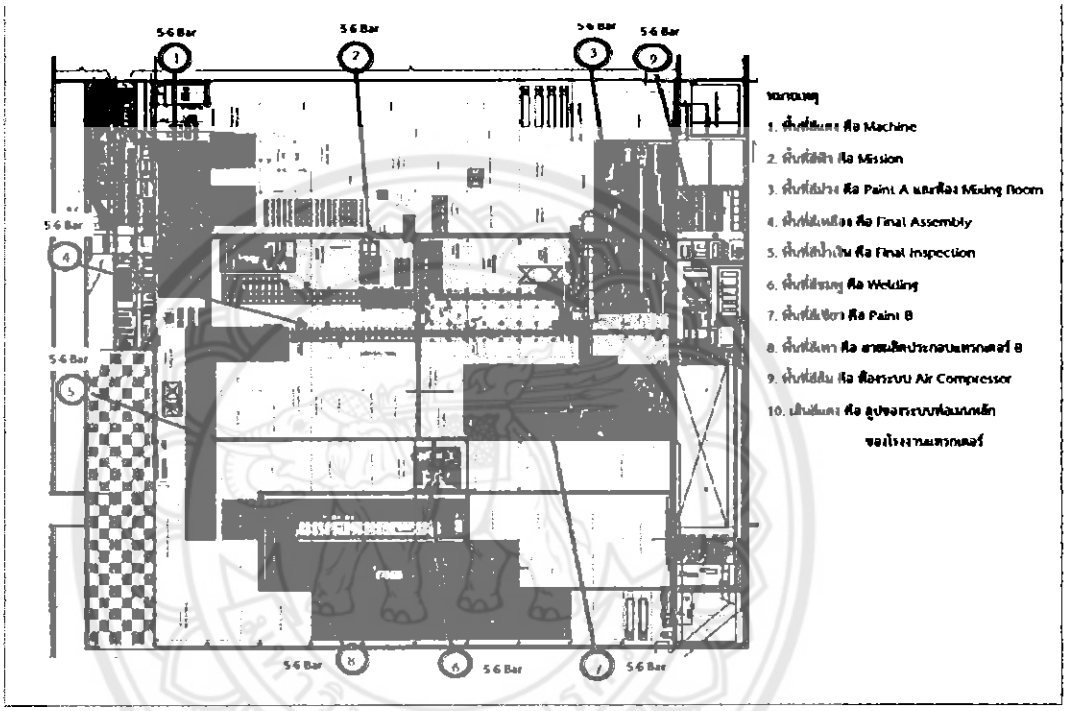
สมการพลังงานไฟฟ้าด้านการผลิตโดยตรง	หน่วยงานย่อย : Welding	
	สมการ : 587.48 + 0.46 (จำนวนแทรกเตอร์ L) - 0.01 (จำนวนแทรกเตอร์ B)	
	R^2 : 0.985	P-value : 0.000
	หน่วยงานย่อย : Machining	
	สมการ : 24,163.71 + 10.77 (จำนวนแทรกเตอร์ L) + 9.23 (จำนวน Transmission)	
	R^2 : 0.853	P-value : 0.001
สมการพลังงานไฟฟ้าด้านสนับสนุนการผลิต	หน่วยงานย่อย : Air Compressor	
	สมการ : 46,757.14 + 9.18 (จำนวนแทรกเตอร์ L) - 16.35 (จำนวนแทรกเตอร์ B) + 6.61 (จำนวน Transmission)	
	R^2 : 0.916	P-value : 0.001
	หน่วยงานย่อย : Oil	
	สมการ : 124.61 + 0.02 (จำนวนแทรกเตอร์ L) + 0.00 (จำนวนแทรกเตอร์ B)	
	R^2 : 0.903	P-value : 0.000
	หน่วยงานย่อย : Wastewater Treatment	
	สมการ : ไม่สามารถนำสมการไปพยากรณ์ได้ เนื่องจากไม่ผ่านเกณฑ์	
	R^2 : 0.461	P-value : 0.478
	หน่วยงานย่อย : RO&DI	
	สมการ : ไม่สามารถนำสมการไปพยากรณ์ได้ เนื่องจากไม่ผ่านเกณฑ์	
	R^2 : 0.459	P-value : 0.063
	หน่วยงานย่อย : Chiller	
	สมการ : ไม่สามารถนำสมการไปพยากรณ์ได้ เนื่องจากไม่ผ่านเกณฑ์	
	R^2 : 0.083	P-value : 0.677
	หน่วยงานย่อย : Charge Battery	
	สมการ : 8,247.05 + 0.91 (จำนวนแทรกเตอร์ L) + 0.45 (จำนวนแทรกเตอร์ B)	
	R^2 : 0.381	P-value : 0.116

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แสดงผลจากการจัดทำสมการพลังงานไฟฟ้าทั้ง 16 หน่วยงานย่อย

สมการพลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่างการผลิต	หน่วยงานย่อย : Factory Lighting	
	สมการ : 43,223.16 + 12.96 (จำนวนแทรกเตอร์ L) + 17.74 (จำนวนแทรกเตอร์ B) + 0.57 (จำนวน Transmission)	
	R^2 : 0.935	P-value : 0.002
สมการพลังงานไฟฟ้าด้านสำนักงาน	หน่วยงานย่อย : Office Lighting	
	สมการ : 19,470.92 - 17.44 (จำนวนวันทำงาน) + 732.31 (จำนวนวันทำงานล่วงเวลา)	
	R^2 : 0.750	P-value : 0.008
	หน่วยงานย่อย : Air Conditioning	
	สมการ : 1,028.68 + 120.27 (ความชื้น) + 1,481.04 (อุณหภูมิ) + 559.64 (จำนวนวันทำงาน) + 554.32 (จำนวนวันทำงานล่วงเวลา)	
	R^2 : 0.911	P-value : 0.001
สมการพลังงานไฟฟ้าด้านป้อมสำนักงานรักษาความ	หน่วยงานย่อย : Guard House	
	สมการ : 9959.30 + 76.66 (จำนวนแทรกเตอร์ L) - 0.15 (จำนวนแทรกเตอร์ B) + 1.76 (จำนวนรถเกี่ยวนวด) + 0.86 (จำนวนจอบหมุน) - 1.17 (จำนวน Transmission)	
	R^2 : 0.945	P-value : 0.025

4.4.2 ผลการจัดทำ Energy Chart และ Energy Layout

4.4.2.1 นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้จัดทำ Energy Chart ทั้งสิ้น 5 กระบวนการ ได้แก่ หน่วยงาน Paint A, Paint B, Welding, Machine และ Final Inspection และจัดทำ Energy Layout เฉพาะ ระบบ Air Compressor ดังรูปที่ 4.13 ซึ่งในส่วนของ Energy Chart นั้นทางบริษัทไม่อนุญาตให้ทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานเผยแพร่ต่อสาธารณะ แต่จะอยู่ในส่วนของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยแสดงตัวอย่าง Energy Chart ของหน่วยงาน Paint A ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 แสดง Energy Layout ของกระบวนการ Air Compressor

กระบวนการ (Process)	แหล่งพลังงาน (Energy Sources)		การใช้พลังงานในกิจกรรมต่างๆ และพลังงานของกระบวนการ (Energy Utilization and Process Parameter)	พลังงานส่วนที่เหลือ (Residual Energy)	
	ระดับคุณภาพพลังงาน (แหล่งพลังงาน) (Original Energy Quality Level)	ระดับคุณภาพพลังงานก่อนเข้ากระบวนการ (Process Input Energy Quality Level)		ระดับคุณภาพพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ (Process Residual Energy Quality Level)	คุณภาพวัสดุ (ผลิตภัณฑ์) และชิ้นงาน (Machine and Product Temperature)
Booth No.2	เครื่องอัดอากาศขนาด 65 kW จำนวน 5 เครื่อง แล้วแต่ใช้ ความดัน 6.3 Bar	ความดันลดก่อนเข้ากระบวนการเท่ากับ 6.3 Bar	ใช้ลมความดันขนาด ___ Bar จำนวนเท่าที่ควบคุมเป็นแบบสิ้นเปลือง		
Booth No.3	หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 2500 kVA 22 kV/ 380 V ชั้น แรงดันไฟฟ้าใช้ 400 V	แรงดันไฟฟ้า 399 V	พลังงานไฟฟ้าจ่ายให้กับ Motor ของ Booth Exhaust Fan No.3 ขนาด 18.5 kW แต่ กำลังจริงๆ 19.4 kW เพื่อระบายอากาศ ออกจากพื้นที่ในบริเวณนั้น		
Booth No.3	หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 2500 kVA 22 kV/ 380 V ชั้น แรงดันไฟฟ้าใช้ 400 V	แรงดันไฟฟ้า 399 V	พลังงานไฟฟ้าจ่ายให้กับ Motor ของ Circulate Pump No.3 ขนาด 3.7 kW แต่ กำลังจริงๆ 4.4 kW เพื่อ Supply น้ำให้		

รูปที่ 4.14 แสดงตัวอย่าง Energy Chart ของหน่วยงาน Paint A

4.4.3 ผลการตรวจสอบและรับรองความถูกต้องของ สมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout

เมื่อนิสิตผู้จัดทำโครงงานจัดทำสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout แล้ว จากนั้นจึงได้นำทั้ง 3 ส่วนข้างต้น ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานเป็นผู้ตรวจสอบและรับรองความถูกต้องว่า สมการพลังงานสามารถคาดการณ์พลังงานไฟฟ้าในแต่ละหน่วยงานได้, Energy Chart และ Energy Layout สามารถเป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตได้ และแสดงใบรับรอง ดังรูปที่ 4.15

หนังสือรับรอง

เนื่องจากบริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ได้มอบหมายให้ นายพีรดนย์ ทิมวัฒนา และ นางสาวสาลินี เนตรแสงสี นิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จัดทำโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าของโรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด บนโปรแกรม Microsoft Excel โดยมีส่วน Energy Equation, Energy Chart และ Energy Layout อยู่ในโปรแกรม

ข้าพเจ้า ดร.ไพฑูรย์ เติมสินวาณิช ได้ตรวจสอบและประเมินความถูกต้องของ Energy Equation ว่าสามารถคาดการณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละหน่วยงานได้ และ Energy Chart และ Energy Layout สามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานในแต่ละกระบวนการผลิตได้ จึงได้ออกหนังสือรับรองฉบับนี้ไว้เพื่อเป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....

(ดร.ไพฑูรย์ เติมสินวาณิช)

ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน

บริษัท เอ็นเนอร์จีเนียส จำกัด

วันที่ 1 / ต.ค. / 57

รูปที่ 4.15 แสดงใบรับรองความถูกต้องของสมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout

4.5 ผลการออกแบบโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า

นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้ออกแบบโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าที่มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ข้อมูลด้านพลังงานไฟฟ้า, สมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout และมีส่วนเพิ่มเติม คือ ข้อควรรู้ ซึ่งในส่วนของสมการพลังงานสามารถคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละหน่วยงานได้ Energy Chart และ Energy Layout สามารถเป็นเครื่องมือวิเคราะห์พลังงานจากกระบวนการผลิตให้เข้าใจง่ายและละเอียดยิ่งขึ้น และข้อมูลด้านพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้การใช้งานหรือการเรียกดูข้อมูลสามารถทำได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น และในส่วนสุดท้ายนั้น เป็นส่วนที่นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้เพิ่มเติมขึ้นมานั้นเพื่อให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจใน สมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout มากขึ้น ซึ่งจะมีรูปแสดงหน้าต่างหลักของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยจะมีการแสดงวิธีการใช้งานอยู่ในภาคผนวก ง และจะมีตัวอย่างการออกแบบ ดังต่อไปนี้

4.5.1 หน้าต่างเริ่มต้นโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า

ในส่วนเริ่มต้นโปรแกรม เป็นส่วนที่เมื่อเข้าโปรแกรมมาแล้ว จะแสดงหน้าเริ่มต้นโปรแกรมมีปุ่มให้คลิกเลือก ดังนี้

4.5.1.1 การจัดการพลังงาน จะนำไปสู่หน้าต่างการจัดการพลังงาน

4.5.1.2 สมการพลังงานไฟฟ้า จะนำไปสู่หน้าต่างสมการพลังงานไฟฟ้า

4.5.1.3 Energy Chart จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะให้ผู้ใช้งานเลือก Energy Chart

4.5.1.4 Energy Layout จะนำไปสู่หน้าต่าง Energy Layout

4.5.1.5 ข้อควรรู้ จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะให้ผู้ใช้งานเลือกดูข้อควรรู้

ซึ่งทั้ง 5 ปุ่มนั้นจะแสดงอยู่ทุกๆ หน้าต่างเพื่อง่ายแก่การเลือกหรือเรียกดูในส่วนต่างๆ ดังแสดงดังรูปที่ 4.16

รูปที่ 4.16 แสดงหน้าต่างเริ่มต้นโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า

4.5.2 ส่วนการจัดการพลังงาน

เมื่อเลือกคลิกที่ปุ่มการจัดการพลังงาน จะแสดงหน้าต่างข่าวสารด้านพลังงานของทางบริษัทดังรูปที่ 4.17 และจะประกอบด้วยปุ่มให้คลิกเลือกทั้งหมด ดังนี้

4.5.2.1 การจัดการพลังงาน จะนำไปสู่หน้าต่างการจัดการพลังงาน

4.5.2.2 สมการพลังงานไฟฟ้า จะนำไปสู่หน้าต่างสมการพลังงานไฟฟ้า

ก. คณะกรรมการพลังงาน จะนำไปสู่หน้าต่างคณะกรรมการพลังงาน

ข. นโยบายด้านพลังงาน จะนำไปสู่หน้าต่างนโยบายด้านพลังงาน

ค. ข้อมูลพลังงานไฟฟ้า จะนำไปสู่หน้าต่างข้อมูลพลังงานไฟฟ้า

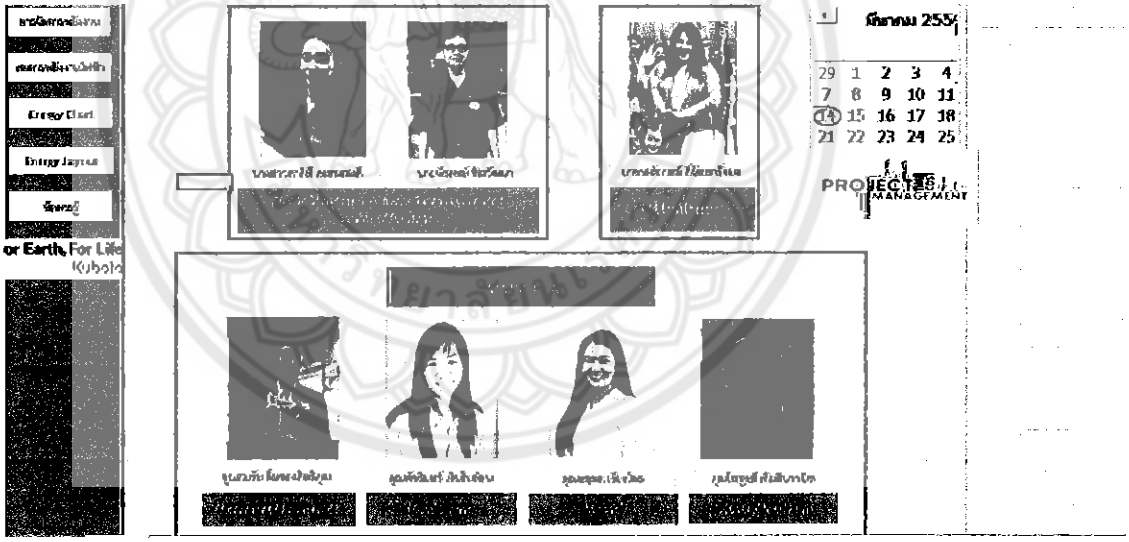
4.5.2.3 Energy Chart จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะให้ผู้ใช้งานเลือก Energy Chart

4.5.2.4 Energy Layout จะนำไปสู่หน้าต่าง Energy Layout

4.5.2.5 ข้อควรรู้ จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะให้ผู้ใช้งานเลือกดูข้อควรรู้

4.5.2.6 แก้ไขข้อมูล จะให้ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขข่าวสารด้านพลังงานได้

4.5.2.7 บันทึก จะให้ผู้ใช้งานสามารถบันทึกข่าวสารด้านพลังงานได้ หลังจากที่ทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4.17 แสดงหน้าต่างการจัดการพลังงาน

4.5.3 ส่วนสมการพลังงานไฟฟ้า

เมื่อเลือกคลิกที่ปุ่มสมการพลังงานไฟฟ้า จะแสดงหน้าสมการพลังงานไฟฟ้าปี 2016 ที่เป็นปีปัจจุบัน ซึ่งจะเป็นหน้าที่แสดงค่าพยากรณ์ของพลังงานไฟฟ้าและแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงของโรงงานแทรกเตอร์ โดยแยกย่อยตามหน่วยงานหลักที่สามารถคลิกเลือกปีและคลิกเลือกเดือนและแสดงส่วนเกินค่าพลังงานไฟฟ้า เมื่อมีค่าที่ใช้จริงมากกว่าค่าพยากรณ์ ซึ่งหน้าต่างสมการพลังงานไฟฟ้าจะแสดงดังรูปที่ 4.18 โดยจะมีวิธีการใช้งานและอธิบายในส่วนต่างๆ อยู่ในภาคผนวก ง.3 และประกอบด้วยปุ่มให้คลิกเลือกทั้งหมด ดังนี้

4.5.3.1 การจัดการพลังงาน จะนำไปสู่หน้าต่างการจัดการพลังงาน

4.5.3.2 สมการพลังงานไฟฟ้า จะนำไปสู่หน้าต่างสมการพลังงานไฟฟ้า

4.5.3.3 Energy Chart จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะให้ผู้ใช้งานเลือก Energy Chart

4.5.3.4 Energy Layout จะนำไปสู่หน้าต่าง Energy Layout

4.5.3.5 ข้อควรรู้ จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะให้ผู้ใช้งานเลือกดูข้อควรรู้

4.5.3.6 พยากรณ์ จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนต่างๆ

4.5.3.7 ส่วนสำนักงาน จะนำไปสู่หน้าต่างสมการพลังงานส่วนสำนักงาน

4.5.3.8 ส่วนแสงสว่างในโรงงานจะนำไปสู่หน้าต่างสมการพลังงานส่วนแสงสว่างในโรงงาน

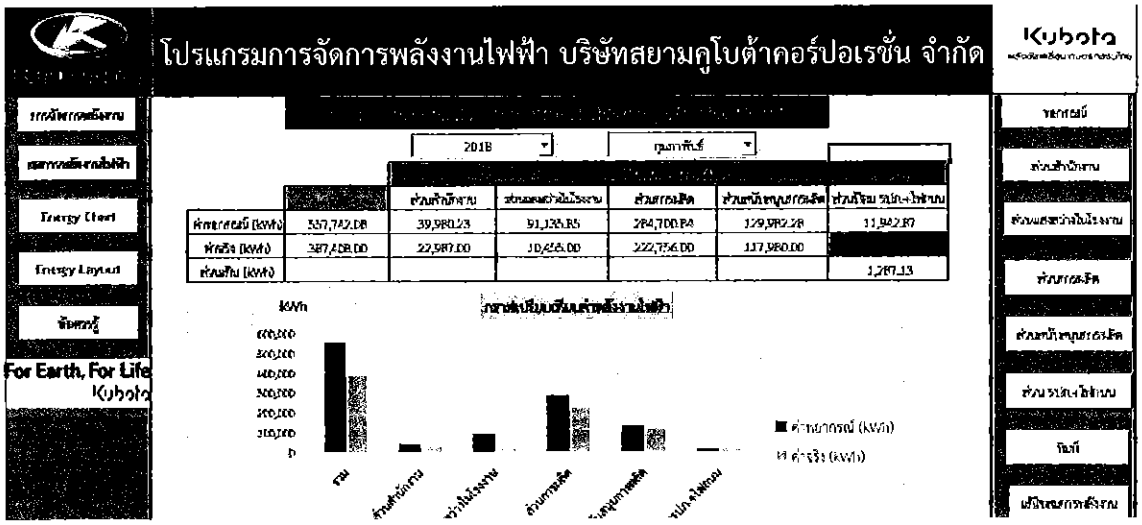
4.5.3.9 ส่วนการผลิตจะนำไปสู่หน้าต่างสมการพลังงานส่วนการผลิต

4.5.3.10 ส่วนสนับสนุนการผลิตจะนำไปสู่หน้าต่างสมการพลังงานส่วนสนับสนุนการผลิต

4.5.3.11 ส่วนรปภ.+ไฟถนนจะนำไปสู่หน้าต่างสมการพลังงานส่วนรปภ.+ไฟถนน

4.5.3.12 พิมพ์ จะนำไปสู่หน้าต่างพิมพ์

4.5.3.13 แก้ไขสมการพลังงาน จะนำไปสู่ฟอร์มที่จะให้ผู้ใช้งานเลือกหน่วยงานที่จะแก้ไข



รูปที่ 4.18 แสดงหน้าต่างสมการพลังงานไฟฟ้า

4.5.4 ส่วน Energy Chart

เมื่อเลือกคลิกที่ปุ่มที่ Energy Chart จะปรากฏแบบฟอร์มให้เลือกกระบวนการทั้งหมด 7 กระบวนการ คือ Paint A, Paint B, Machining, Welding, Mission, Final Assembly และ Final Inspection และเมื่อเลือกกระบวนการแล้วก็จะไปอยู่ในหน้าต่าง Energy Chart ดังรูปที่ 4.19 จะมีวิธีการใช้งานอยู่ที่ภาคผนวก ง.4 โดยหน้าต่าง Energy Chart จะประกอบด้วยปุ่มให้คลิกเลือกทั้งหมดดังนี้

4.5.4.1 การจัดการพลังงาน จะนำไปสู่หน้าต่างการจัดการพลังงาน

4.5.4.2 สมการพลังงานไฟฟ้า จะนำไปสู่หน้าต่างสมการพลังงานไฟฟ้า

4.5.4.3 Energy Chart จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะให้ผู้ใช้งานเลือก Energy Chart

4.5.4.4 Energy Layout จะนำไปสู่หน้าต่าง Energy Layout

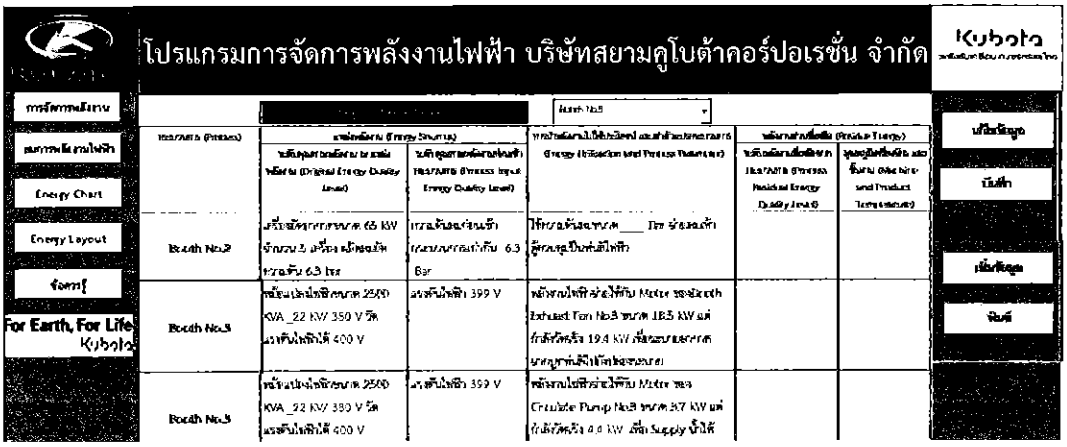
4.5.4.5 ข้อควรรู้ จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะให้ผู้ใช้งานเลือกดูข้อควรรู้

4.5.4.6 แก้ไขข้อมูล จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะบอกวิธีการแก้ไขข้อมูล

4.5.4.7 บันทึก จะทำให้บันทึกข้อมูลที่แก้ไข

4.5.4.8 เพิ่มข้อมูล จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะให้กรอกข้อมูลที่ต้องการเพิ่ม

4.5.4.9 พิมพ์ จะนำไปสู่หน้าต่างพิมพ์



รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่าง Energy Chart

4.5.5 ส่วน Energy Layout

เมื่อผู้ใช้เลือกคลิกที่ปุ่ม Energy Layout จะแสดงหน้าต่าง Energy Layout เพื่อดู Layout ของแต่ละกระบวนการ ดังรูปที่ 4.20 จะมีวิธการใช้งานอยู่ในภาคผนวก ง.5 โดยหน้าต่าง Energy Layout จะประกอบด้วยปุ่มให้คลิกเลือกทั้งหมด ดังนี้

4.5.5.1 การจัดการพลังงาน จะนำไปสู่หน้าต่างการจัดการพลังงาน

4.5.5.2 สมการพลังงานไฟฟ้า จะนำไปสู่หน้าต่างสมการพลังงานไฟฟ้า

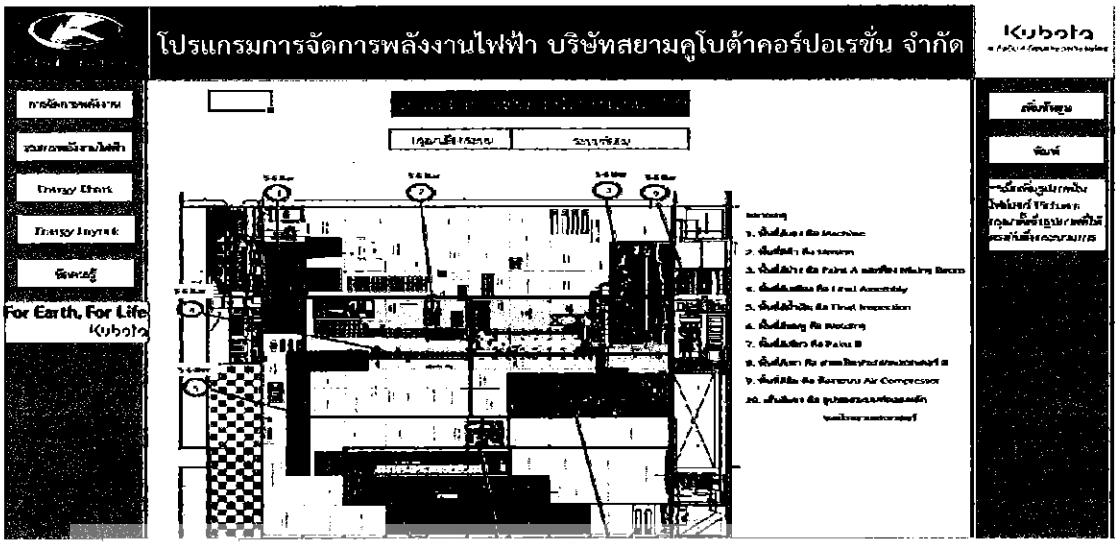
4.5.5.3 Energy Chart จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะให้ผู้ใช้งานเลือก Energy Chart

4.5.5.4 Energy Layout จะนำไปสู่หน้าต่าง Energy Layout

4.5.5.5 ข้อควรรู้ จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะให้ผู้ใช้งานเลือกดูข้อควรรู้

4.5.5.6 เพิ่มข้อมูล จะนำไปสู่แบบฟอร์มที่จะให้แทรกรูปภาพที่ต้องการเพิ่ม

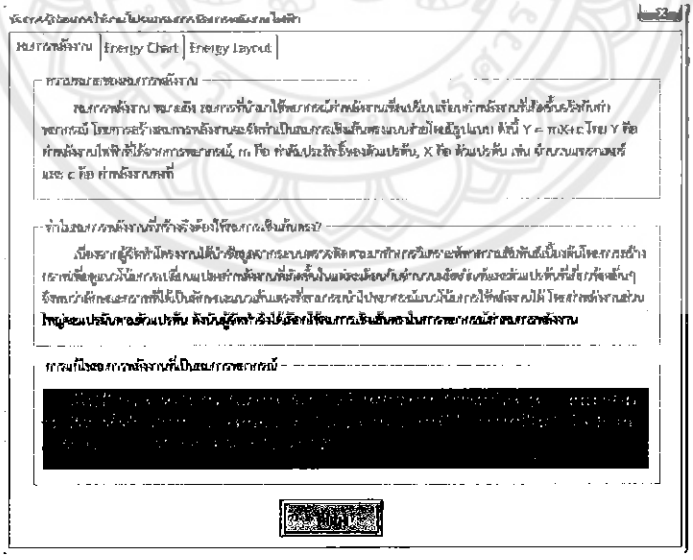
4.5.5.7 พิมพ์ จะนำไปสู่หน้าต่างพิมพ์



รูปที่ 4.20 แสดงหน้าต่าง Energy Layout

4.5.6 ส่วนข้อควรรู้

เมื่อผู้ใช้เลือกคลิกที่ปุ่มข้อควรรู้นั้นจะปรากฏแบบฟอร์มเป็นลักษณะคำอธิบายส่วนที่ประกอบอยู่ในโปรแกรม จะมีคำอธิบายทั้งหมด 3 ส่วน คือ สมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout ดังรูปที่ 4.21 และจะมีคำอธิบายเพิ่มเติมอยู่ในภาคผนวก ง.6

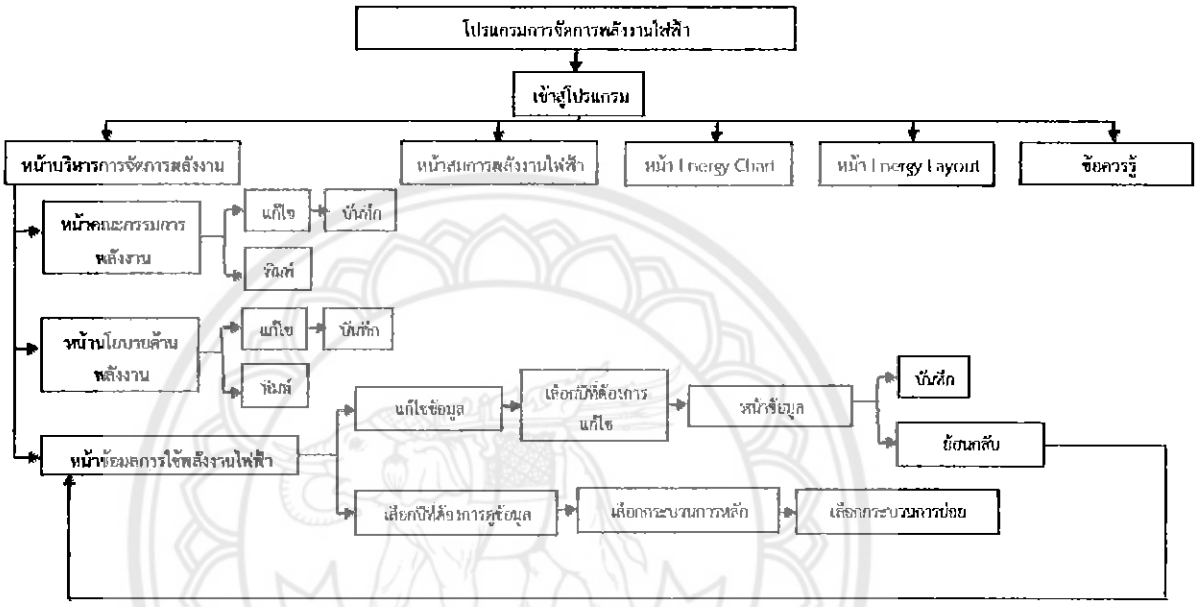


รูปที่ 4.21 แสดงหน้าต่างส่วนข้อควรรู้

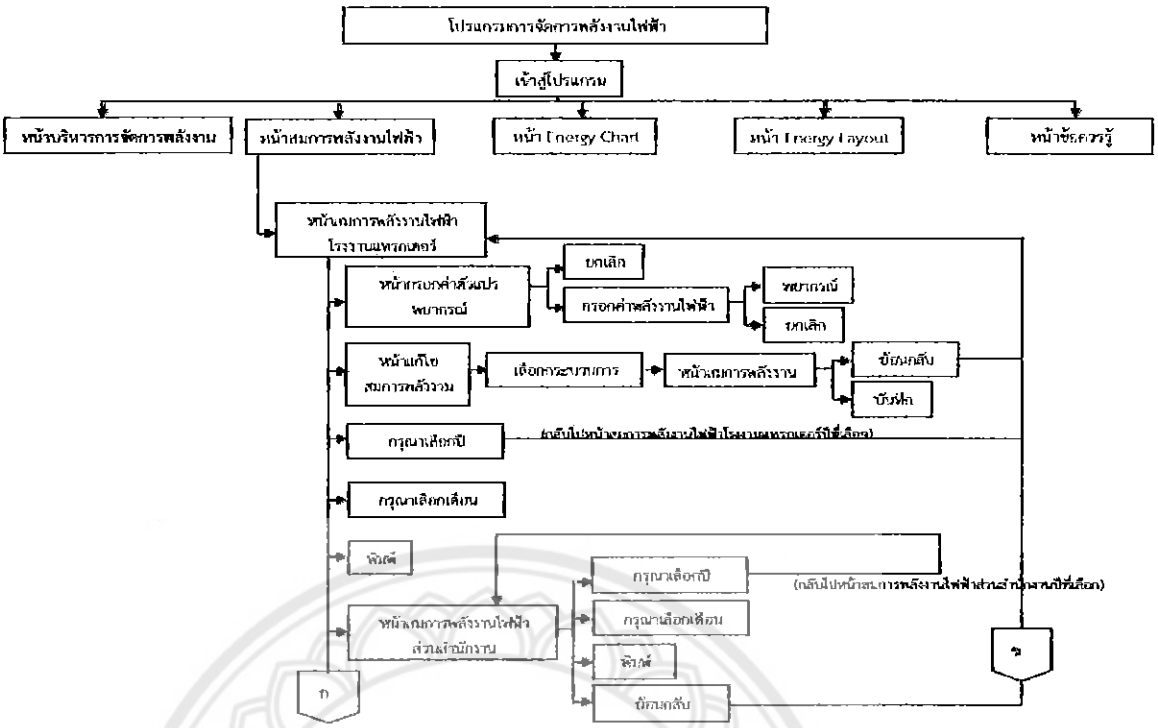
โดยส่วนต่างๆ ที่กล่าวมานี้เป็นส่วนหลักๆ ของโปรแกรมที่ทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานนั้นได้ออกแบบโปรแกรมขึ้นมาซึ่งวิธีการใช้งานโปรแกรมจะอยู่ในภาคผนวก ง ทั้งหมด และทางนิสิตผู้จัดทำจึงได้เขียนแผนผังงานของโปรแกรมการจัดการพลังงานในส่วนถัดไป

4.6 ผลการเขียนผังงานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า

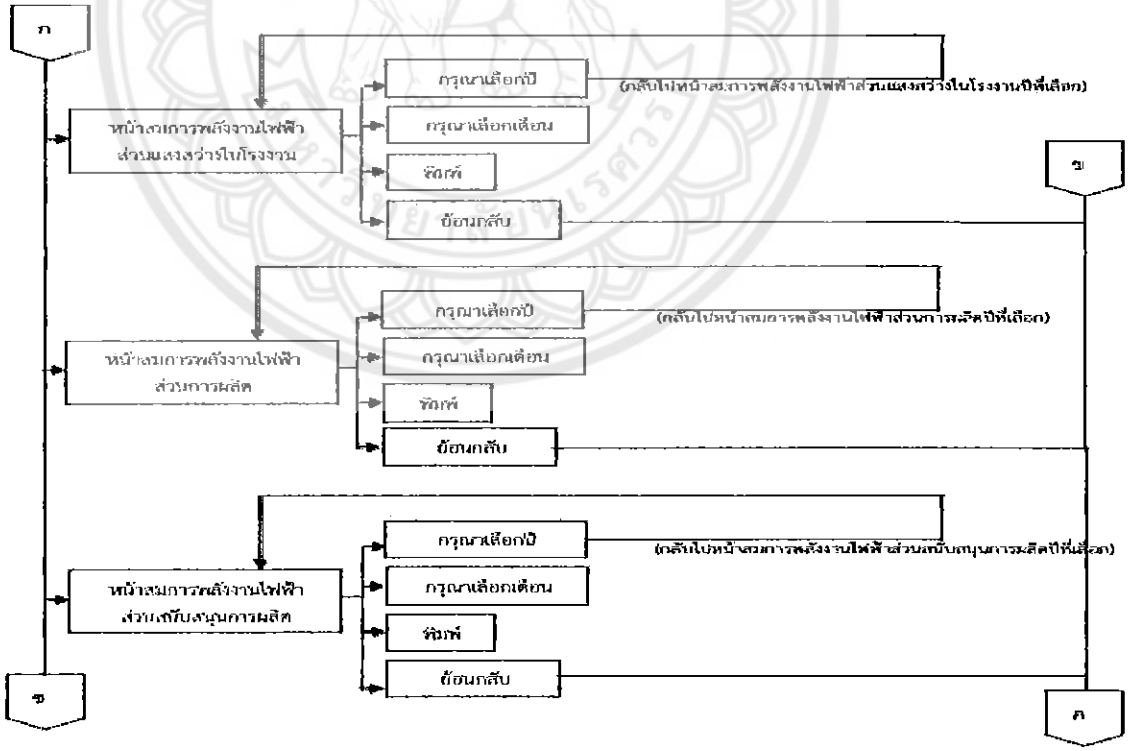
เมื่อออกแบบโครงสร้างโปรแกรมแล้ว นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงทำการเขียนผังงานของโปรแกรม เพื่อแสดงถึงหลักการทำงานต่างๆ ของโปรแกรมจัดการพลังงานไฟฟ้า มีอยู่ 2 ส่วน คือ ในการเขียน Code ลงบนโปรแกรม Microsoft Excel และในส่วนการสร้างหน้าต่างบนโปรแกรม Visual Basic for Applications ซึ่งจะแสดงตาม รูปที่ 4.22



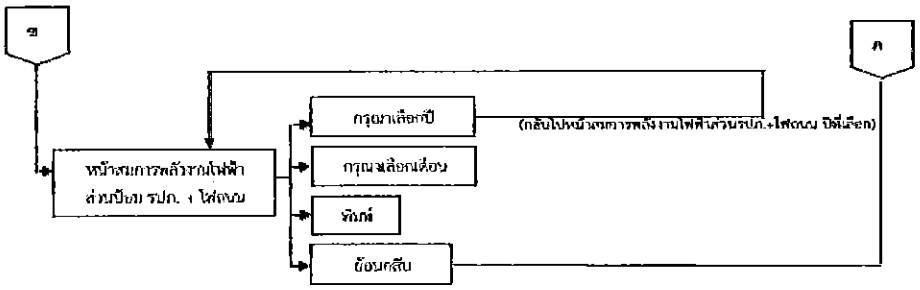
รูปที่ 4.22 แสดงแผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า



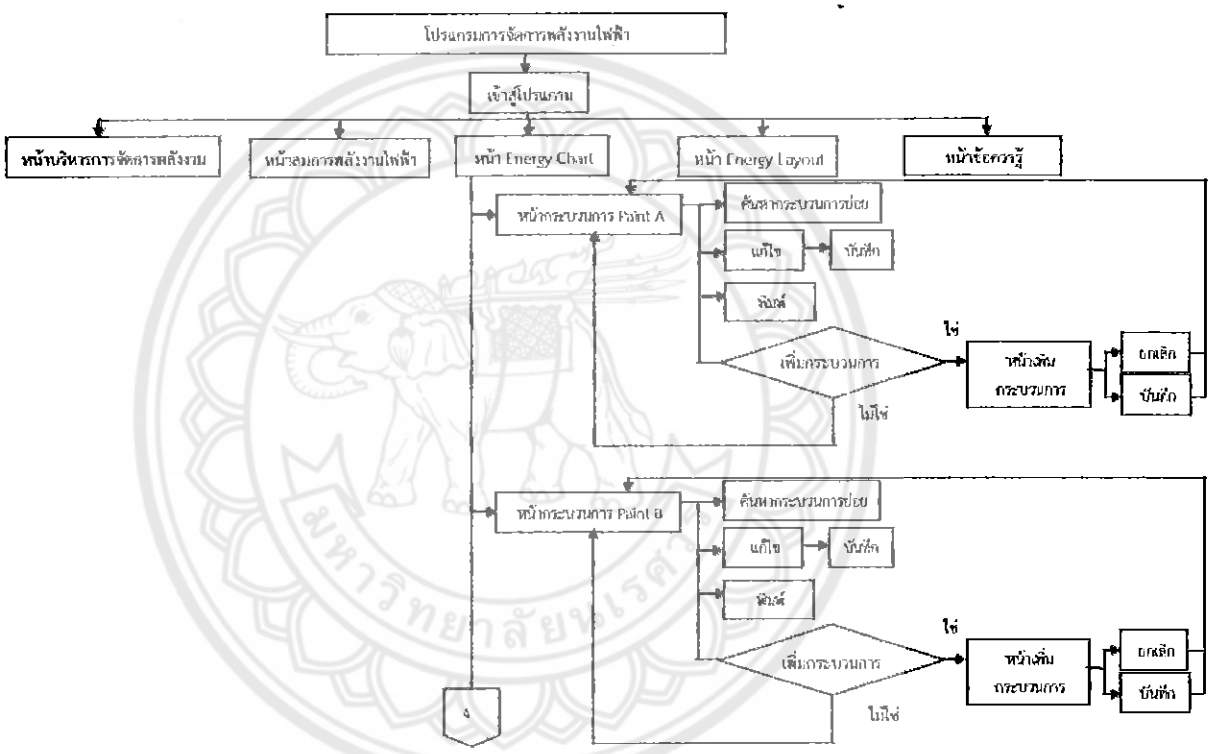
รูปที่ 4.22 (ต่อ) แสดงแผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า



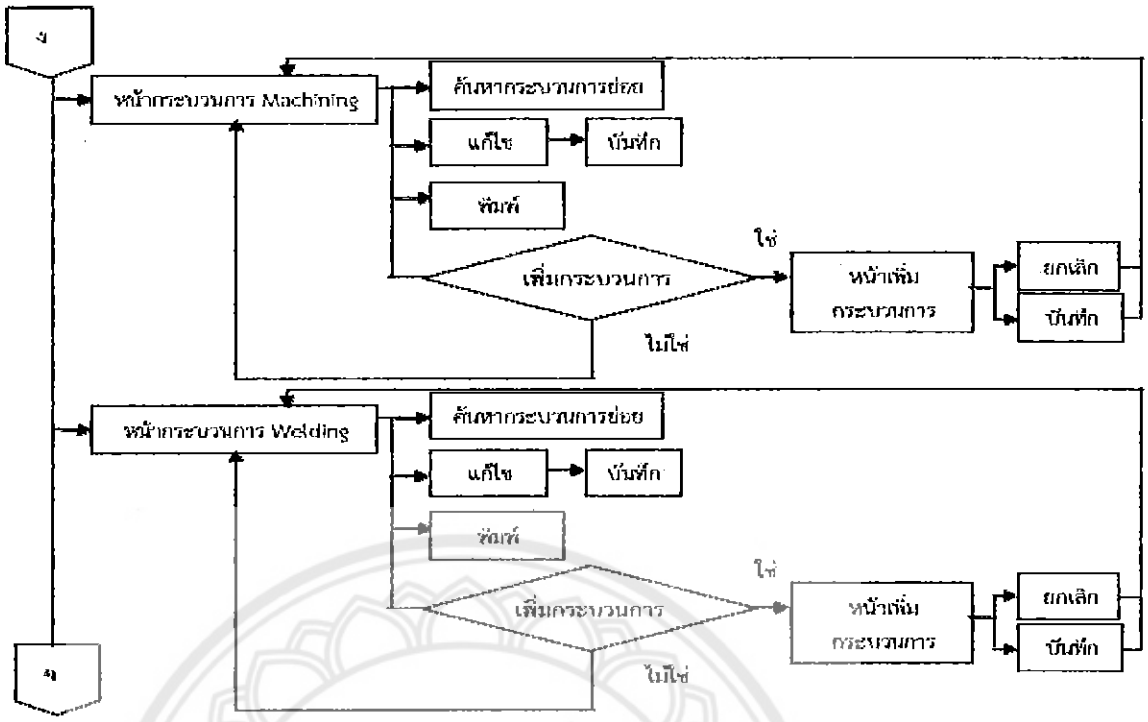
รูปที่ 4.22 (ต่อ) แสดงแผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า



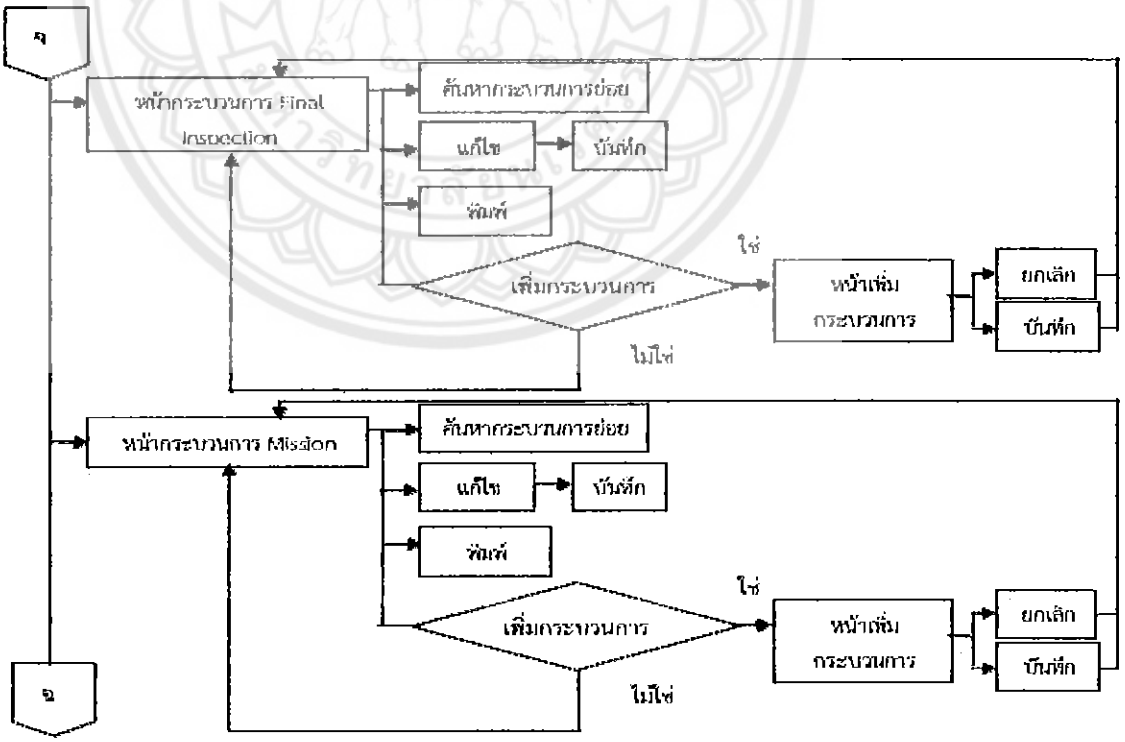
รูปที่ 4.22 (ต่อ) แสดงแผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า



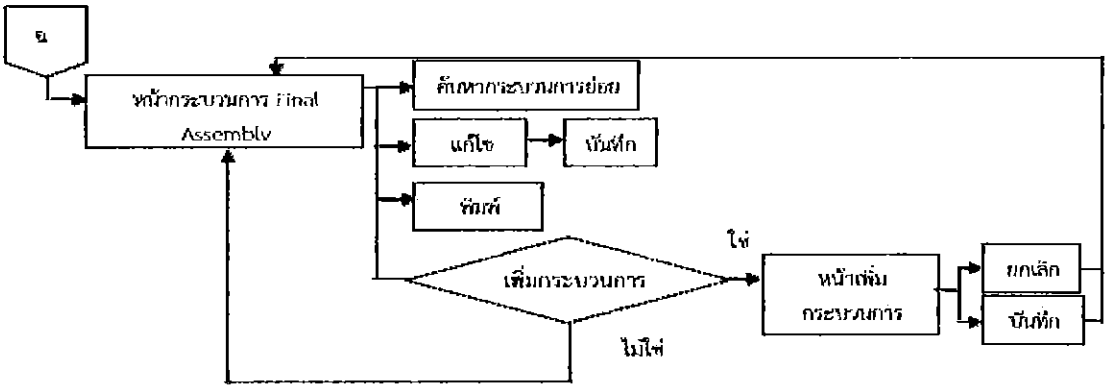
รูปที่ 4.22 (ต่อ) แสดงแผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า



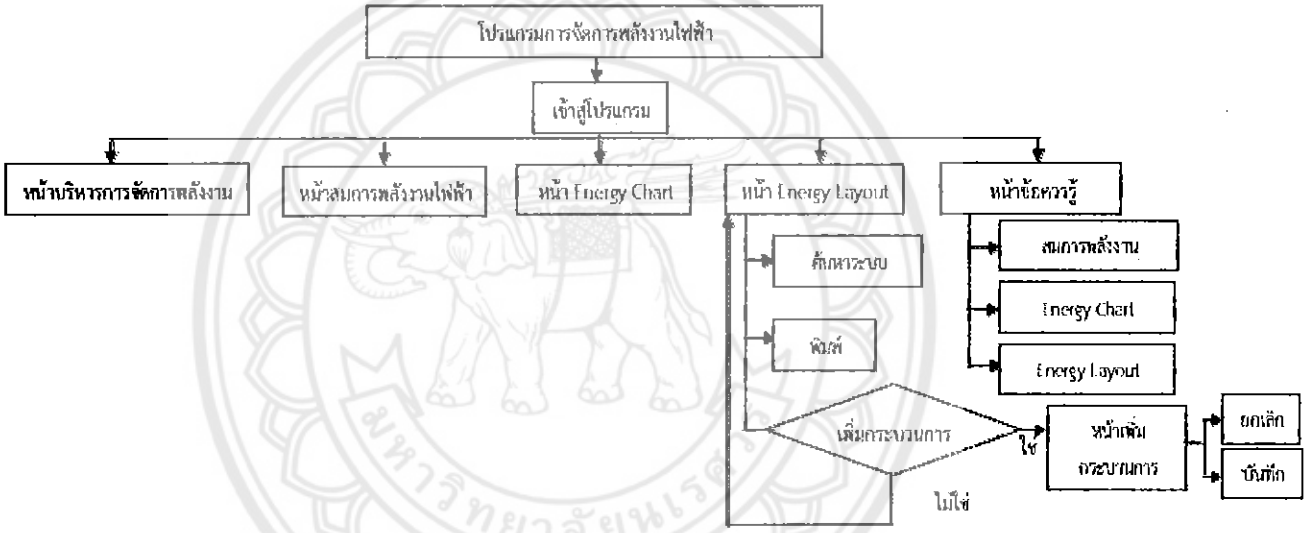
รูปที่ 4.22 (ต่อ) แสดงแผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 4.22 (ต่อ) แสดงแผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 4.22 (ต่อ) แสดงแผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า

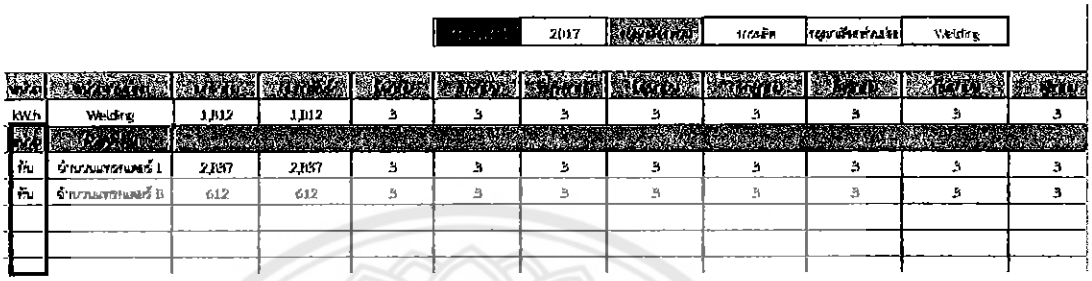


รูปที่ 4.22 (ต่อ) แสดงแผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า

4.7 ผลการเขียน Code ลงบนโปรแกรม Microsoft Excel

ในการเขียน Code นั้น นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้นำฟังก์ชันต่างๆ มาใช้ในการเขียน Code ลงบนโปรแกรม Microsoft Excel จะมีการแสดงการเขียน Code ทั้งหมดในภาคผนวก ข และจะแสดงตัวอย่างการเขียน Code ลงบนโปรแกรม ดังนี้

ตัวอย่างการแสดง Code ของส่วนของตัวแปรต้น ดังรูปที่ 4.23



					2017					Welding	
หน่วย	ชื่อตัวแปร	ปี 2016	ปี 2017	ปี 2018	ปี 2019	ปี 2020	ปี 2021	ปี 2022	ปี 2023	ปี 2024	ปี 2025
kWh	Welding	1,812	1,812	3	3	3	3	3	3	3	3
ตัวแปรต้น											
คัน	จำนวนแทรกเตอร์ L	2,857	2,857	3	3	3	3	3	3	3	3
คัน	จำนวนแทรกเตอร์ B	612	612	3	3	3	3	3	3	3	3

```
=IF($D15="ความชื้น","%",IF($D15="อุณหภูมิ","องศา",IF($D15="วันทำงาน","วัน",IF($D15=
"วันทำงานล่วงเวลา","วัน",IF($D15="จำนวนแทรกเตอร์ L","คัน",IF($D15="จำนวนแทรกเตอร์
B","คัน",IF($D15="Combine","คัน",IF($D15="Rotary","ตัว",IF($D15=
"Transmission","ตัว","")))))))))
```

รูปที่ 4.23 แสดงหน่วยของตัวแปรต้น

4.8 การสร้างหน้าต่างโปรแกรมบนโปรแกรม Visual Basic for Applications : VBA

นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้สร้างหน้าต่างของโปรแกรมแต่ละส่วน โดยใช้โปรแกรม VBA มาช่วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของโปรแกรม ซึ่งจะแสดงการเขียน Code ทั้งหมดในภาคผนวก ก และแสดงตัวอย่างการเขียน Code ลงในโปรแกรม ดังนี้

4.8.1 Code บันทึกรูปภาพจากหน้าต่างแบบฟอร์มแก้ไขคณะกรรมการพลังงาน

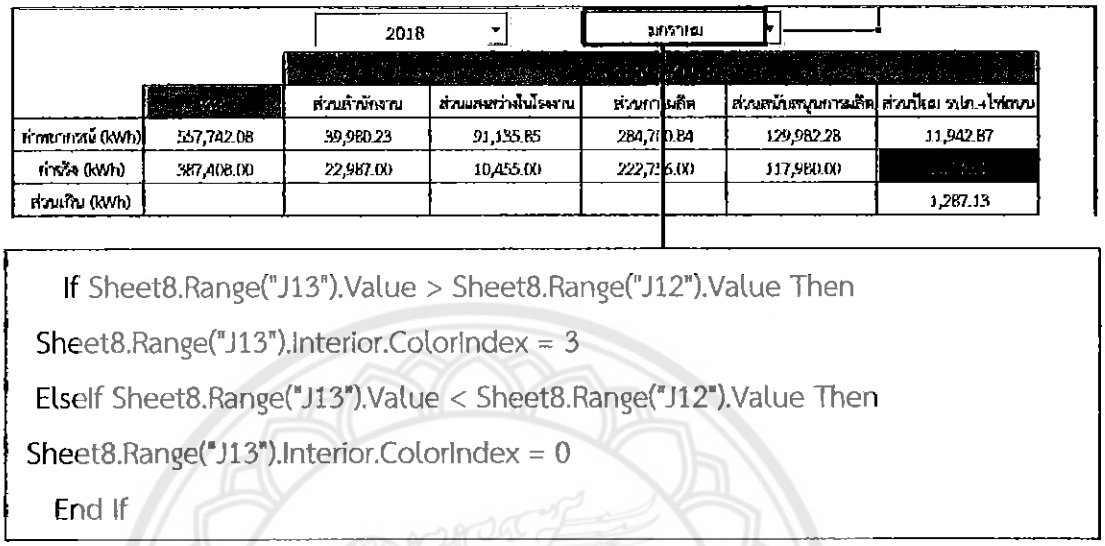
Code บันทึกรูปภาพจากหน้าต่างแบบฟอร์มแก้ไขคณะกรรมการพลังงาน คือ จะทำการบันทึกรูปภาพบนแบบฟอร์มลงในหน้าคณะกรรมการพลังงาน ดังรูปที่ 4.24

```
Dim ra As Range
UserForm1.Hide
MsgBox "คุณแน่ใจว่าจะบันทึกข้อมูล"
  Set pic = Sheets("Committee").Pictures.Insert(cPicture)
  Set ra = Sheets("Committee").Range("K11:L17")
  With pic
  .ShapeRange.LockAspectRatio = msoFalse
  .Height = ra.Height
  .Width = ra.Width
  .Top = ra.Top
  .Left = ra.Left
  .Placement = xlMoveAndSize
  End With
Set pic = Nothing
Sheets("Committee").Range("K18") = TextBox11.Value
```

รูปที่ 4.24 แสดง Code บันทึกรูปภาพจากหน้าต่างแบบฟอร์มแก้ไขคณะกรรมการพลังงาน

4.8.2 Code แสดงสีแดง

Code แสดงสีแดง คือ เมื่อมีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงมากกว่าค่าพยากรณ์จะแสดงเป็นสีแดง ตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนป้อม รปภ. และไฟถนน ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 แสดง Code แสดงสีแดงเมื่อค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงมากกว่าค่าพยากรณ์ยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนป้อม รปภ.+ไฟถนน

4.9 ผลการทดสอบโปรแกรมการจัดการพลังงาน

เมื่อสร้างโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าเสร็จในเบื้องต้น นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้ทำการทดสอบโปรแกรมในส่วนต่างๆ โดยในส่วนแรกโปรแกรม คือ สมการพลังงานสามารถคาดการณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละหน่วยงานด้วยยอดการผลิตได้ ส่วนที่สองและสามนั้น คือ Energy Chart และ Energy Layout ที่สามารถที่จะเรียกดู Energy Chart และ Energy Layout ในแต่ละกระบวนการเพื่อมาเป็นเครื่องมือในการใช้วิเคราะห์พลังงานแต่ละกระบวนการผลิตในหน่วยงานต่างๆ ได้ และในส่วนสุดท้าย คือ ส่วนข้อมูลด้านพลังงานต่างๆ ซึ่งสามารถที่จะเรียกดู ผังคณะกรรมการ, นโยบายพลังงาน และข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละหน่วยงานได้ ในขั้นต่อไป นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงได้นำโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าไปให้ทางบริษัทใช้งานจริงและประเมินผลต่อไป

4.10 ผลการทดลองและประเมินผลของโปรแกรมการจัดการพลังงาน

นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้นำโปรแกรมการจัดการพลังงานไปให้คณะกรรมการพลังงานของบริษัทได้ใช้งานจริง และให้ประเมินผลการใช้งานของโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยคัดเลือกคณะกรรมการพลังงานจำนวน 5 ท่าน จากคณะกรรมการพลังงานทั้งหมด 19 ท่าน

4.10.1 หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกคณะกรรมการพลังงาน

การคัดเลือกคณะกรรมการพลังงานที่เป็นผู้ประเมินผลของโปรแกรมการจัดการพลังงานมีหลักการ คือ คณะกรรมการพลังงานจะประกอบด้วยฝ่ายทั้งหมด 5 ฝ่าย คือ ฝ่ายทรัพยากรบุคคล ฝ่ายผลิตรถแทรกเตอร์ ฝ่ายวางแผนโครงการ ฝ่ายสิ่งแวดล้อมและบริหารความปลอดภัย และฝ่ายสายงานวางแผน โดยคัดเลือกตัวแทนฝ่ายละ 1 ท่าน โดยทุกท่านต้องผ่านการเข้าร่วมการนำเสนอโครงงานโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2559 ณ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด

เกณฑ์การประเมินจะวัดผลจากความพึงพอใจเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ซึ่งมีตัวอย่างผลการประเมินอยู่ใน ภาคผนวก ค และแสดงผลการประเมินโดยเฉลี่ยของผู้ใช้งานโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินโดยเฉลี่ยของผู้ใช้งานโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า

หัวข้อการประเมิน	ผลการประเมินโดยเฉลี่ยร้อยละ
1. ด้านรูปแบบ	
1.1 การจัดวางองค์ประกอบต่างๆ ของโปรแกรมทำให้ใช้งานได้ง่าย	84
1.2 ขนาดและสีของตัวอักษรที่แสดงในโปรแกรมมีความชัดเจน	92
1.3 ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมด้านรูปแบบและวิธีการนำเสนอ	84
1.4 ข้อมูลในโปรแกรมมีความถูกต้อง, แม่นยำ และครบถ้วน	80
เฉลี่ยรวมของด้านรูปแบบ	85
2. ด้านขั้นตอนการใช้งาน	
2.1 ส่วนการจัดการพลังงาน	
2.1.1 โปรแกรมง่ายต่อการเรียกดูผังคณะกรรมการพลังงาน	92
2.1.2 โปรแกรมง่ายต่อการเรียกดูนโยบายพลังงาน	96
2.1.3 โปรแกรมง่ายต่อการเรียกดูค่าพลังงานไฟฟ้าแต่ละหน่วยงาน	92

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ผลการประเมินโดยเฉลี่ยของผู้ใช้งานโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า

หัวข้อการประเมิน	ผลการประเมินโดยเฉลี่ย
2.2 ส่วนสมการพลังงาน (Energy Equation)	
2.2.1 โปรแกรมง่ายต่อการพยากรณ์ของสมการพลังงานไฟฟ้าของแต่ละหน่วยงาน	84
2.2.2 โปรแกรมง่ายต่อการดูส่วนเกินของค่าพลังงานไฟฟ้าแต่ละหน่วยงาน	84
2.3 ส่วน Energy Chart	
โปรแกรมง่ายต่อการเรียกดู Energy Chart ของแต่ละกระบวนการ	88
2.4 ส่วน Energy Layout	
โปรแกรมง่ายต่อการเรียกดู Energy Layout ของแต่ละกระบวนการ	88
เฉลี่ยด้านขั้นตอนการใช้งาน	90
3. ด้านการทำงานของโปรแกรมโดยภาพรวม	
3.1 ง่ายต่อการเพิ่มและแก้ไขข้อมูล	84
3.2 ง่ายต่อการคัดลอกข้อมูล (พิมพ์)	84
3.3 ข้อควรรู้ของโปรแกรมมีความครอบคลุมเนื้อหาในโปรแกรม	84
3.4 การใช้งานโปรแกรมของแต่ละส่วนครบตามความต้องการของผู้ใช้	88
3.5 ความสามารถของโปรแกรมในการนำไปใช้ประโยชน์	92
3.6 ความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานโปรแกรม	84
เฉลี่ยด้านการทำงานของโปรแกรมโดยภาพรวม	86.67
เฉลี่ยโดยรวมของผลการประเมิน	87.53

จากผลการประเมินของคณะกรรมการพลังงานจำนวน 5 ท่านโดย เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 87.53 พบว่า ผ่านตามเกณฑ์ที่นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้กำหนดเกณฑ์การประเมินไว้ เมื่อผ่านการประเมินแล้ว นิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงทำการเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานให้กับทางบริษัทต่อไป

4.11 การเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน

เมื่อจัดทำโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าสำเร็จ และผ่านการประเมินจากผู้ใช้งานและผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานแล้ว ทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงมีการเสนอแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานในส่วนที่มีการวิเคราะห์พลังงานจาก Energy Chart และ Energy Layout เมื่อพบว่ามีพลังงานที่เหลือจากกระบวนการผลิตแล้ว สามารถจัดสรรพลังงานที่เหลืออยู่จากกระบวนการผลิตให้ได้อย่างเหมาะสม โดยนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้ทำการเสนอแนวทางให้กับทางบริษัทอยู่ 3 หัวข้อ คือ 1. การเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของระบบอัดอากาศ 2. การเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของระบบหม้อแปลงไฟฟ้า 3. การสร้างจิตสำนึกการอนุรักษ์พลังงานในองค์กรมีรายละเอียด ดังนี้

4.11.1 การเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของระบบอัดอากาศ

ในการเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของระบบอัดอากาศ พบว่า เครื่องอัดอากาศของโรงงานแทรกเตอร์มีจำนวน 5 เครื่อง แต่ละเครื่องมีขนาด 65 กิโลวัตต์ (kW) โดยสามารถผลิตอากาศอัด 6.3 บาร์ (bar) และมีขนาดถังเก็บอากาศจำนวน 2 ถัง แต่ละถังมีขนาด 12 ลูกบาศก์เมตร โดยนิสิตผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์จาก Energy Chart พบว่า ความดันลมใช้งานมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับความดันก่อนเข้ากระบวนการ ทำให้เกิดการสูญเสียความดัน และ Energy Layout พบว่าระยะทางจากห้องระบบอัดอากาศถึงท้ายกระบวนการนั้นมีระยะทางที่ห่างกันมากโดยไม่มีถังเก็บอากาศขนาดเล็กท้ายกระบวนการ และไม่มีการติดตั้ง Booster เพื่อลดแรงดัน ณ จุดใช้งาน ดังนั้นนิสิตผู้จัดทำโครงงานจึงเสนอมาตรการอนุรักษ์พลังงานของระบบอัดอากาศ โรงงานแทรกเตอร์ ดังนี้

การเสนอมาตรการอนุรักษ์พลังงานของระบบอัดอากาศ

4.11.1.1 ติดตั้งถังพักอากาศขนาดเล็กไว้ท้ายกระบวนการ เพื่อลดการผลิตอากาศอัดตลอดเวลา

4.11.1.2 ติดตั้ง Booster ปรับลดแรงดันในจุดที่มีการใช้ความดันน้อย เพื่อลดการสูญเสียอากาศอัดอย่างสิ้นเปลือง

4.11.1.3 ติดตั้งวาล์วเปิด - ปิดความดันที่ต้นทาง ก่อนส่งเข้ากระบวนการผลิต เพื่อลดการสูญเสียอากาศอัดที่เกิดจากการรั่วไหล ในวันที่ไม่มีการใช้อากาศอัดในกระบวนการผลิต

4.11.1.4 ลดปริมาณการรั่วไหลของอากาศอัดของระบบท่อในกระบวนการผลิต เนื่องจากจะทำให้เกิดจากการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์

4.11.2 การเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของระบบหม้อแปลงไฟฟ้า

ในการเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของระบบหม้อแปลงไฟฟ้า พบว่า หม้อแปลงไฟฟ้าของโรงงานแทรกเตอร์นั้น คือ หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 2,500 กิโลโวลต์แอมแปร์ (kVA) ใช้อยู่ที่ 22 กิโลโวลต์ (kV) ต่อ 380 โวลต์ (V) ซึ่งวัดแรงดันไฟฟ้าได้ 400 โวลต์ (V) โดยผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์จาก Energy Chart พบหลายประการ ดังนี้ แรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงด้านปฐมภูมิสูงเกิน

395 โวลต์ (V), อุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่อยู่ที่ปลายทางควรมีแรงดันไฟฟ้าตกไม่เกินร้อยละ 3, มอเตอร์มีกำลังไฟฟ้าที่วัดจริงน้อยกว่าสมบัติของมอเตอร์ และลดอัตราการไหลของปั๊มลมในกระบวนการ Paint A โดยที่ไม่ส่งผลกระทบถึงกระบวนการ ดังนั้น ผู้จัดทำจึงเสนอมามาตรการอนุรักษ์พลังงานของระบบหม้อแปลงไฟฟ้า โรงงานแทรกเตอร์ ดังนี้

การเสนอมาตรการอนุรักษ์พลังงานของระบบหม้อแปลงไฟฟ้า

4.11.2.1 ควรปรับลดแรงดันหม้อแปลงลงประมาณ 380 โวลต์ (V) เพื่อไม่ให้เป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

4.11.2.2 ควรมีการตรวจวัดหม้อแปลงไฟฟ้าทุกๆ 3 เดือน เพื่อตรวจสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

4.11.3 การสร้างจิตสำนึกการอนุรักษ์พลังงานในองค์กร

ในการสร้างจิตสำนึกการอนุรักษ์พลังงานในองค์กรนั้น ทางนิสิตผู้จัดทำได้ดำเนินการตามหลัก PDCA คือ การวางแผนสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน (P), การดำเนินการสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน (D), การติดตามตรวจสอบการดำเนินการสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน (C), การกระตุ้นจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานอย่างต่อเนื่อง (A) ซึ่งจะมีรายละเอียดดังนี้

4.11.3.1 การวางแผนสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน (P)

ในการวางแผนสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานนั้น ผู้บริหารระดับสูงควรให้ความสำคัญและส่งเสริมกิจกรรมของแผนการอนุรักษ์พลังงาน สนับสนุนงบประมาณ เวลา และบุคลากร โดยแต่งตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงานด้านการจัดการพลังงาน วางแผนการสร้างจิตสำนึกและการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

4.11.3.2 การดำเนินการสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน (D)

ในการที่สร้างจิตสำนึกการอนุรักษ์พลังงานที่ผู้บริหารควรให้ความสำคัญกับการจัดกิจกรรม โดยอบรมให้ความรู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงานที่สามารถปฏิบัติได้ และส่งเสริมให้พนักงานหามาตรการอนุรักษ์พลังงานอย่างง่ายๆ เช่น การปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องอัดอากาศที่เหมาะสม , การใช้เครื่องจักรอุปกรณ์เฉพาะเวลาที่จำเป็น, เปิดไฟเวลาทำงานและปิดเมื่อไม่ใช้งาน, ปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 15 นาที, ปรับลดแสงสว่างในพื้นที่ที่ไม่มีคนอยู่ และอาจมีการแจ้งเตือนเมื่อพบจุดที่มีการสูญเปล่าหรือรั่วไหลของพลังงาน มีการติดป้ายแสดงลักษณะ ณ จุดที่มีการรั่วไหล เป็นต้น

4.11.3.3 การติดตามตรวจสอบการดำเนินการสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน (C)

ในการติดตามประเมินผลอย่างสม่ำเสมอแล้วนำผลการตรวจสอบมาหาแนวทางการปรับปรุง คือ การที่การตรวจสอบจากหัวหน้าหน่วยงานนั้นว่าทุกคนในหน่วยงานนั้นร่วมมือกันในการที่จะอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงใจและมีจิตสำนึกอย่างแท้จริงเพื่อบริษัท

4.11.3.4 การกระตุ้นจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานอย่างต่อเนื่อง (A)

ในการกระตุ้นจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานนั้น คือ การที่ผู้ที่หัวหน้าหน่วยงานนั้นอาจพบว่ายังไม่จริงจังกับการอนุรักษ์พลังงานก็ปรับปรุงหรือปรึกษากันเพื่อนหาแนวทางที่จะดำเนินการอนุรักษ์พลังงานของบริษัท เช่น จัดทำป้ายประชาสัมพันธ์การอนุรักษ์ หรือจัดแสดงสัปดาห์การอนุรักษ์พลังงาน แต่หากกรณีที่ทำได้ตามแผนที่กำหนดไว้หัวหน้าหน่วยงานจำเป็นที่จะต้องทำการสั่งการให้ทุกฝ่ายตั้งเป้าหมายให้สูงขึ้น เพื่อที่บริษัทจะได้พัฒนาต่อเนื่องไปอย่างไม่สิ้นสุด และความเป็นเลิศ

4.12 เงื่อนไขการใช้งานโปรแกรมในส่วนสมการพลังงาน, ความสามารถและข้อจำกัดของโปรแกรม

โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า จะมีการกำหนดเงื่อนไขการใช้งานโปรแกรมในส่วนสมการพลังงาน, ความสามารถและข้อจำกัดของโปรแกรม ดังต่อไปนี้

4.12.1 เงื่อนไขการใช้งานโปรแกรมในส่วนสมการพลังงาน

ในส่วนของสมการพลังงาน ซึ่งจะมีสมการพลังงานที่ใช้ในการพยากรณ์ต้องมีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขสมการพลังงาน เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำ โดยมีการกำหนดเงื่อนไข ว่าจะต้องมีการแก้ไขสมการพลังงาน ในกรณีดังต่อไปนี้

4.12.1.1 ในกรณีที่มีการเพิ่มสายการผลิตเข้ามาใหม่ ที่ส่งผลกระบทต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในสายการผลิตนั้นๆ หรือหน่วยงานย่อยนั้น

4.12.1.2 ในกรณีที่มีการปรับปรุงสายการผลิต เช่น เพิ่มเครื่องจักรที่ส่งผลกระบทต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในสายการผลิตนั้นๆ หรือหน่วยงานย่อยนั้น

4.12.1.3 ในกรณีที่มีการปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานย่อยนั้นแล้ว ยังมีปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงมีส่วนเกินจากค่าการพยากรณ์ที่มีค่าสูงมากๆ ซึ่งมีพิจารณาอย่างถี่ถ้วนแล้วว่าค่าการพยากรณ์ที่ได้ผิดปกติจากค่าที่ควรจะเป็น

4.12.2 ความสามารถของโปรแกรม

4.12.2.1 ผู้ใช้งานสามารถที่จะเรียกดู Energy Chart และ Energy Layout ได้จากโปรแกรม

4.12.2.2 ผู้ใช้งานสามารถที่จะเรียกดูข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าในบริษัทจากโปรแกรมได้ทันที เช่น ผู้รับผิดชอบ, นโยบายด้านพลังงาน และข้อมูลการใช้พลังงานในแต่ละหน่วยงาน

4.12.2.3 โปรแกรมสามารถที่จะพยากรณ์ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละหน่วยงานได้ และสามารถนำค่าพยากรณ์ดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับค่าจริงได้ว่าเราใช้พลังงานได้อย่างเหมาะสมหรือไม่

4.12.2.4 โปรแกรมนั้นจะสามารถที่จะบันทึกข้อมูลด้านการใช้พลังงาน ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และสามารถสั่งพิมพ์ได้จากส่วนที่ต้องการ

4.12.3 ข้อจำกัดของโปรแกรม

4.12.3.1 ผู้ใช้งานจะต้องดึงข้อมูลด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบ Monitoring System มาเข้าสู่โปรแกรมด้วยตนเอง

4.12.3.2 โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า เหมาะที่จะนำมาใช้บนโปรแกรม Microsoft Excel 2010

4.12.3.3 กรณีที่ขนาดหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ถูกติดตั้งโปรแกรม มีขนาดไม่เท่ากับขนาดหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการสร้างโปรแกรม อาจจะทำให้ปุ่มต่างๆ ที่สร้างไว้บนโปรแกรมคลาดเคลื่อนได้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการดำเนินงาน

5.1.1 สมการพลังงานไฟฟ้า

ในส่วนสมการพลังงานไฟฟ้า จัดทำสมการพลังงานที่ใช้ในการพยากรณ์ทั้งหมด 16 หน่วยงานย่อย โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่สามารถนำสมการพลังงานมาใช้ในการพยากรณ์ได้ และกลุ่มที่ไม่สามารถนำสมการพลังงานมาใช้ในการพยากรณ์ได้ ดังนี้

5.1.1.1 สมการพลังงานไฟฟ้าที่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้ มีทั้งหมด 12 หน่วยงานย่อย ดังนี้

ก. Paint A
ข. Paint B
ค. Assembly Tractor L
ง. Welding
จ. Machining
ฉ. Air Compressor
ช. Oil
ซ. Charge Battery
ฌ. Factory Lighting
ญ. Office Lighting
ฎ. Air Conditioning
ฏ. Guard House

5.1.1.2 สมการพลังงานไฟฟ้าที่ไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้ มีทั้งหมด 4 หน่วยงานย่อย ดังนี้

ก. Assembly Tractor B
ข. Wastewater Treatment
ค. RO&DI
ง. Chiller

ที่ไม่สามารถนำสมการพลังงานมาใช้ในการพยากรณ์ได้นั้นเพราะว่าข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่นำมาคำนวณ Regression ไม่ได้ตรงตามข้อกำหนด ซึ่งทางนิสิตผู้จัดทำโครงงานจะยกตัวอย่างเช่น กระบวนการ Assembly Tractor B ซึ่งสาเหตุที่หน่วยงานย่อยนี้ไม่ตรงตามข้อกำหนดเพราะว่า ปีที่นำข้อมูลมาวิเคราะห์สายการประกอบรถ Tractor B นั้นยังมีการปรับปรุงหรือ

เปลี่ยนแปลง และทดสอบเครื่องจักรต่างๆ ในสายการผลิต เนื่องจากทางบริษัทกำลังเพิ่มสายการผลิต Tractor B จึงทำให้การใช้งานพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานนี้ นั้นไม่คงที่ ทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่า R-Square และค่า P-Value ไม่ตรงตามข้อกำหนด

5.1.2 ส่วน Energy Chart และส่วน Energy Layout

5.1.2.1 ในส่วน Energy Chart นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้จัดทำ Energy Chart ทั้งหมด 5 กระบวนการ ดังนี้

ก. Paint A

ข. Paint B

ค. Welding

ง. Machine

จ. Final Inspection

5.1.2.2 ในส่วน Energy Layout นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้จัดทำ Energy Layout ทั้งสิ้น 1 ระบบ คือ Air Compressor

5.2 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินโครงงานโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา โรงงานแทรกเตอร์ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด นิสิตผู้จัดทำโครงงานได้จัดทำโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าขึ้นมา โดยโปรแกรมนี้สร้างขึ้นบนโปรแกรม Microsoft Excel ที่ช่วยให้ระบบการจัดการพลังงานของโรงงาน มีเครื่องมือในการใช้วิเคราะห์พลังงานในกระบวนการ เป็นแหล่งเก็บข้อมูลที่เป็นเครื่องมือวิเคราะห์พลังงานของโรงงานแทรกเตอร์ สะดวกต่อการเรียกใช้ ซึ่งเครื่องมือที่อยู่ในโปรแกรมประกอบด้วย สมการพลังงานที่สามารถคาดการณ์พลังงานไฟฟ้าได้, Energy Chart และ Energy Layout สามารถวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าที่สูญเปล่าในกระบวนการผลิต เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขให้มีการใช้พลังงานในกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ โปรแกรมนี้ยังมีในส่วนของฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานของบริษัทที่ง่ายต่อการค้นหาข้อมูล เมื่อนำโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าไปใช้งานจริง พบว่า ใช้งานได้จริง และผ่านการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยด้านรูปแบบของโปรแกรมมีความพึงพอใจเฉลี่ยร้อยละ 85 ด้านขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรมมีความพึงพอใจเฉลี่ยร้อยละ 89.71 และด้านการทำงานของโปรแกรมโดยภาพรวมมีความพึงพอใจเฉลี่ยร้อยละ 86.67 ซึ่งคะแนนความพึงพอใจที่ผู้ใช้งานประเมิน รวมทุกด้านเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 87.53

5.3 ข้อเสนอแนะ

โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า จัดทำขึ้นเป็นกรณีศึกษา โรงงานแทรกเตอร์เพียงเท่านั้น ซึ่งหากผู้ที่สนใจศึกษาเพิ่มเติมก็สามารถนำโปรแกรมนี้ไปประยุกต์ใช้กับโรงงานอื่นให้ตรงตามความต้องการของทางโรงงานนั้น โดยปรับเปลี่ยนตัวแปรที่เป็นปัจจัยต่างๆ บางส่วนที่สอดคล้องกับทางโรงงานนั้น

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.). (กระทรวงพลังงาน). (กันยายน 2551). **คู่มือการจัดการพลังงานในอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.

ฉลอง สีแก้วสิ่ว. (28 มกราคม 2555). **Regression Analysis. คืออะไร.** สืบค้นวันที่ 14 กันยายน 2558, จาก https://sites.google.com/site/mystatistics01/regression-correlation-analysis/regression-analysis

ไชยะ แช่มช้อย. (ธันวาคม 2554). **การใช้เทคนิค SPC กับงานการจัดการพลังงาน.** กรุงเทพ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฐกฤต ปานขลิบ. (2556). **การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย โดยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและโครงข่ายประสาทเทียม.**12 (2), 58 - 67. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ไพฑูรย์ เติมสินวาณิช. (2544). TSV Energy Chart A Tool to Demonstrate Energy Quality all Production Process. สืบค้นวันที่ 1 กันยายน 2558, จาก https://emcei.com/.../TSV_Energy_Chart_Tool_Demonstrate_Energy_Quality

อนุพงษ์ ไชยสาร และอำนาจ เชื้อพวน. (2554). **การจัดการพลังงาน กรณีศึกษา โรงงานไซโลข้าวโพด จังหวัดเพชรบูรณ์.** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เอกวินิต พรหมรักษา. (5 ตุลาคม 2555). PDCA. สืบค้นวันที่ 12 ตุลาคม 2558, จาก http://www.environnet.in.th/2014/?p=5663

Environnet. **การใช้ไฟฟ้า : การจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรม ตอนที่ 2.** สืบค้นวันที่ 12 ตุลาคม 2558, จาก http://www.environnet.in.th/2014/?p=5663

ภาคผนวก ก

Code คำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม VBA

ก. Code ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

ตัวอย่างการเขียน Code ในโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด จะแสดงดังรูปที่ ก.1 - ก.11 ซึ่งประกอบไปด้วย

ก.1 Code บันทึกรูปภาพจากหน้าต่างแบบฟอร์มแก้ไขคณะกรรมการพลังงานลงในหน้าคณะกรรมการพลังงาน

ก.2 Code แสดงข้อมูลจากหน้าพยากรณ์ยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนสำนักงาน

ก.3 Code แสดงข้อมูลจากหน้าค่าจริงยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนสำนักงาน

ก.4 Code แสดงสีแดงเมื่อค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงมากกว่าค่าพยากรณ์ยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนป้อม รปภ.+ไฟถนน

ก.5 Code คำสั่งให้กรอกค่าลงใน Textbox เมื่อผู้ใช้ลืมกรอก ก่อนกดปุ่มถัดไป ยกตัวอย่าง 1 Textbox

ก.6 Code คำสั่งให้กรอกค่าเฉพาะตัวเลขเท่านั้นลงใน Textbox ยกตัวอย่าง 1 Textbox

ก.7 Code ดึงค่าจากหน้าฐานข้อมูล แสดงในหน้าต่างแบบฟอร์มกรอกค่าตัวแปรพยากรณ์ เมื่อเลือกเดือน ยกตัวอย่าง 1 Textbox

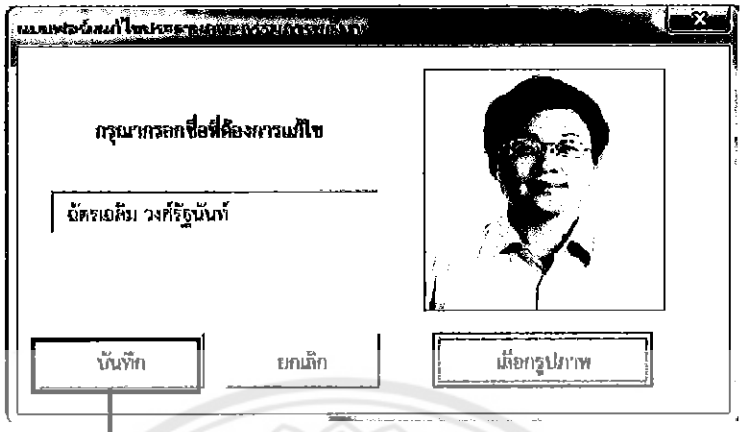
ก.8 Code บันทึกค่าจากหน้าต่างแบบฟอร์มกรอกค่าตัวแปรพยากรณ์ลงในหน้าฐานข้อมูล ยกตัวอย่าง 1 Textbox

ก.9 Code เมื่อเลือกรายการ ให้แสดงหน้าแผ่นงานในรายการที่เลือก

ก.10 Code บันทึก Energy Chart เมื่อเพิ่มกระบวนการ ยกตัวอย่าง 1 แหล่งกำเนิดพลังงาน

ก.11 Code ดึงรูปจากโฟล์เดอร์แสดงบนหน้าต่างแบบฟอร์มเพิ่มกระบวนการ Energy Layout เพื่อให้ชื่อรูปเข้ามาในรายการ โดยที่รูปยังคงอยู่ในโฟล์เดอร์

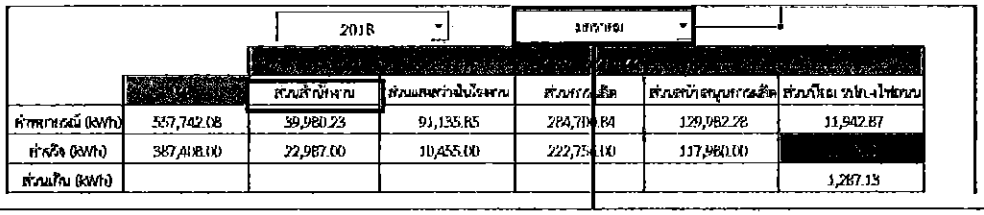
ก.1 Code บันทึกรูปภาพจากหน้าต่างแบบฟอร์มแก้ไขคณะกรรมการพลังงานลงในหน้าคณะกรรมการพลังงาน ดังรูปที่ ก.1




```
Dim ra As Range
UserForm1.Hide
MsgBox "คุณแน่ใจว่าจะบันทึกข้อมูล"
  Set pic = Sheets("Committee").Pictures.Insert(cPicture)
  Set ra = Sheets("Committee").Range("K11:L17")
  With pic
  .ShapeRange.LockAspectRatio = msoFalse
  .Height = ra.Height
  .Width = ra.Width
  .Top = ra.Top
  .Left = ra.Left
  .Placement = xlMoveAndSize
  End With
Set pic = Nothing
Sheets("Committee").Range("K18") = TextBox11.Value
```

รูปที่ ก.1 Code บันทึกรูปภาพจากหน้าต่างแบบฟอร์มแก้ไขคณะกรรมการพลังงานลงในหน้าคณะกรรมการพลังงาน

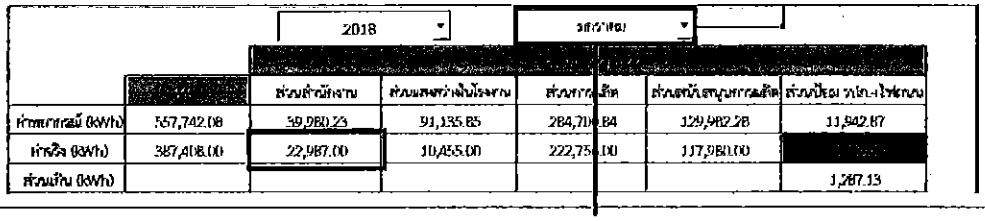
ก.2 Code แสดงข้อมูลจากหน้าพยากรณ์ยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนสำนักงาน ดังรูปที่ ก.2




```
If ComboBox2.Text = "มกราคม" Then
 Sheet8.Range("F12").Value = Sheet5.Range("C37").Value
 Elself ComboBox2.Text = "กุมภาพันธ์" Then
Sheet8.Range("F12").Value = Sheet5.Range("D37").Value
Elself ComboBox2.Text = "มีนาคม" Then
 Sheet8.Range("F12").Value = Sheet5.Range("E37").Value
 Elself ComboBox2.Text = "เมษายน" Then
Sheet8.Range("F12").Value = Sheet5.Range("F37").Value
 Elself ComboBox2.Text = "พฤษภาคม" Then
Sheet8.Range("F12").Value = Sheet5.Range("G37").Value
Elself ComboBox2.Text = "มิถุนายน" Then
Sheet8.Range("F12").Value = Sheet5.Range("H37").Value
 Elself ComboBox2.Text = "กรกฎาคม" Then
Sheet8.Range("F12").Value = Sheet5.Range("I37").Value
 Elself ComboBox2.Text = "สิงหาคม" Then
Sheet8.Range("F12").Value = Sheet5.Range("J37").Value
Elself ComboBox2.Text = "กันยายน" Then
 Sheet8.Range("F12").Value = Sheet5.Range("K37").Value
Elself ComboBox2.Text = "ตุลาคม" Then
Sheet8.Range("F12").Value = Sheet5.Range("L37").Value
 Elself ComboBox2.Text = "พฤศจิกายน" Then
Sheet8.Range("F12").Value = Sheet5.Range("M37").Value
Elself ComboBox2.Text = "ธันวาคม" Then
Sheet8.Range("F12").Value = Sheet5.Range("N37").Value
End If
```

รูปที่ ก.2 Code แสดงข้อมูลจากหน้าพยากรณ์ยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนสำนักงาน

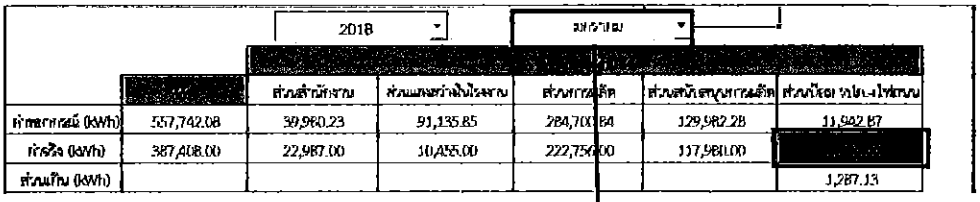
ก.3 Code แสดงข้อมูลจากหน้าค่าจริงยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนสำนักงาน ดังรูปที่ ก.3




```
If ComboBox2.Text = "มกราคม" Then
 Sheet8.Range("F13").Value = Sheet15.Range("C40").Value
 ElseIf ComboBox2.Text ="กุมภาพันธ์" Then
Sheet8.Range("F13").Value = Sheet15.Range("D40").Value
ElseIf ComboBox2.Text ="มีนาคม" Then
 Sheet8.Range("F13").Value = Sheet15.Range("E40").Value
 ElseIf ComboBox2.Text = "เมษายน" Then
Sheet8.Range("F13").Value = Sheet15.Range("F40").Value
 ElseIf ComboBox2.Text = "พฤษภาคม" Then
Sheet8.Range("F13").Value = Sheet15.Range("G40").Value
ElseIf ComboBox2.Text = "มิถุนายน" Then
Sheet8.Range("F13").Value = Sheet15.Range("H40").Value
 ElseIf ComboBox2.Text = = "กรกฎาคม" Then
Sheet8.Range("F13").Value = Sheet15.Range("I40").Value
 ElseIf ComboBox2.Text ="สิงหาคม" Then
Sheet8.Range("F13").Value = Sheet15.Range("J40").Value
ElseIf ComboBox2.Text = "กันยายน" Then
 Sheet8.Range("F13").Value = Sheet15.Range("K40").Value
ElseIf ComboBox2.Text = "ตุลาคม" Then
Sheet8.Range("F13").Value = Sheet15.Range("L40").Value
 ElseIf ComboBox2.Text = "พฤศจิกายน" Then
Sheet8.Range("F13").Value = Sheet15.Range("M40").Value
ElseIf ComboBox2.Text = "ธันวาคม" Then
Sheet8.Range("F13").Value = Sheet15.Range("N40").Value
End If
```

รูปที่ ก.3 Code แสดงข้อมูลจากหน้าค่าจริงยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนสำนักงาน

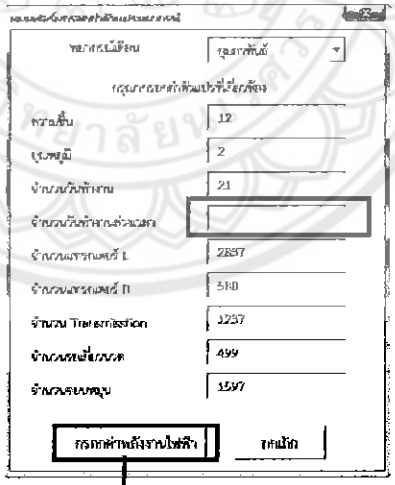
ก.4 Code แสดงสีแดงเมื่อค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงมากกว่าค่าพยากรณ์ยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนป้อม รปภ.+ไฟถนน ดังรูปที่ ก.4




```
If Sheet8.Range("J13").Value > Sheet8.Range("J12").Value Then
Sheet8.Range("J13").Interior.ColorIndex = 3
ElseIf Sheet8.Range("J13").Value < Sheet8.Range("J12").Value Then
Sheet8.Range("J13").Interior.ColorIndex = 0
End If
```

รูปที่ ก.4 Code แสดงสีแดงเมื่อค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงมากกว่าค่าพยากรณ์ยกตัวอย่าง 1 หน่วยงานย่อย เช่น ส่วนป้อม รปภ.+ไฟถนน

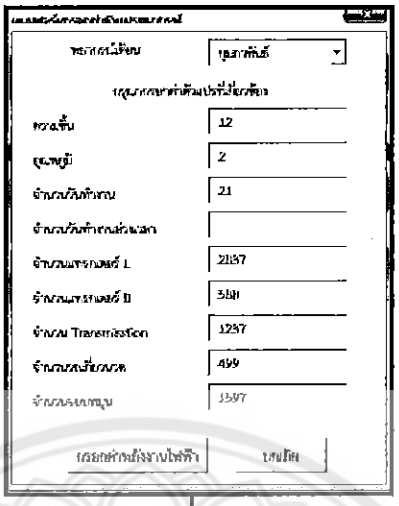
ก.5 Code คำสั่งให้กรอกค่าลงใน Textbox เมื่อผู้ใช้ลืมกรอก ก่อนกดปุ่มถัดไป ยกตัวอย่าง 1 Textbox ดังรูปที่ ก.5




```
If TextBox3 = "" Then
MsgBox "โปรดกรอกค่าจำนวนวันทำงาน"
End If
```

รูปที่ ก.5 Code คำสั่งให้กรอกค่าลงใน Textbox เมื่อผู้ใช้ลืมกรอก ก่อนกดปุ่มถัดไป ยกตัวอย่าง 1 Textbox

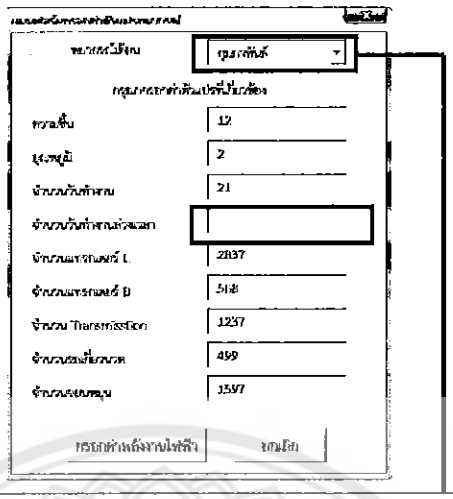
ก.6 Code คำสั่งให้กรอกค่าเฉพาะตัวเลขเท่านั้นลงใน Textbox ยกตัวอย่าง 1 Textbox ดังรูปที่ ก.6




```
Private Sub TextBox2_KeyPress(ByVal KeyAscii As MSForms.ReturnInteger)
If Len(TextBox2) > 0 Then
If IsNumeric(TextBox2) = False Then
MsgBox "กรุณากรอกค่าเฉพาะตัวเลขเท่านั้น"
End If
End If
```

รูปที่ ก.6 Code คำสั่งให้กรอกค่าเฉพาะตัวเลขเท่านั้นลงใน Textbox ยกตัวอย่าง 1 Textbox

ก.7 Code ดึงค่าจากหน้าฐานข้อมูล แสดงในหน้าต่างแบบฟอร์มกรอกค่าตัวแปรพยากรณ์ เมื่อเลือกเดือน ยกตัวอย่าง 1 Textbox ดังรูปที่ ก.7



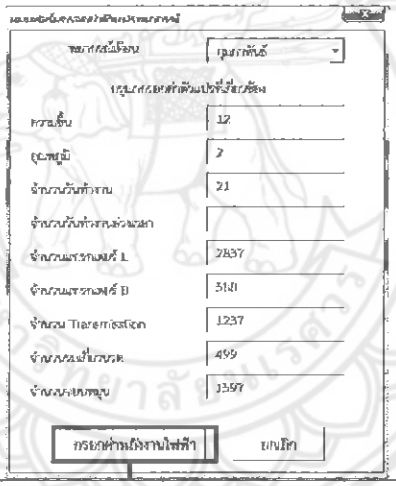

```
If ComboBox1.Text = "มกราคม" Then
 TextBox1 = Sheet3.Range("C19").Value
 ElseIf ComboBox1.Text = "กุมภาพันธ์" Then
TextBox1 = Sheet15.Range("C19").Value
ElseIf ComboBox1.Text = "มีนาคม" Then
 TextBox1 = Sheet15.Range("D19").Value
 ElseIf ComboBox1.Text = "เมษายน" Then
 TextBox1 = Sheet15.Range("E19").Value
 ElseIf ComboBox1.Text = "พฤษภาคม" Then
TextBox1 = Sheet15.Range("F19").Value
ElseIf ComboBox1.Text = "มิถุนายน" Then
 TextBox1 = Sheet15.Range("G19").Value
 ElseIf ComboBox1.Text = "กรกฎาคม" Then
TextBox1 = Sheet15.Range("H19").Value
 ElseIf ComboBox1.Text = "สิงหาคม" Then
TextBox1 = Sheet15.Range("I19").Value
ElseIf ComboBox1.Text = "กันยายน" Then
TextBox1 = Sheet15.Range("J19").Value
```

รูปที่ ก.7 Code ดึงค่าจากหน้าฐานข้อมูล แสดงในหน้าต่างแบบฟอร์มกรอกค่าตัวแปรพยากรณ์ เมื่อเลือกเดือน ยกตัวอย่าง 1 Textbox

```
Elself ComboBox1.Text = "ตุลาคม" Then
TextBox1 = Sheet15.Range("K19").Value
 Elself ComboBox1.Text = "พฤศจิกายน" Then
TextBox1 = Sheet15.Range("L19").Value
Elself ComboBox1.Text = "ธันวาคม" Then
TextBox1 = Sheet15.Range("M19").Value
End If
```

รูปที่ ก.7 (ต่อ) Code ดึงค่าจากหน้าฐานข้อมูล แสดงในหน้าต่างแบบฟอร์มกรอกค่าตัวแปรพยากรณ์ เมื่อเลือกเดือน ยกตัวอย่าง 1 Textbox

ก.8 Code บันทึกค่าจากหน้าต่างแบบฟอร์มกรอกค่าตัวแปรพยากรณ์ลงในหน้าฐานข้อมูล ยกตัวอย่าง 1 Textbox ดังรูปที่ ก.8



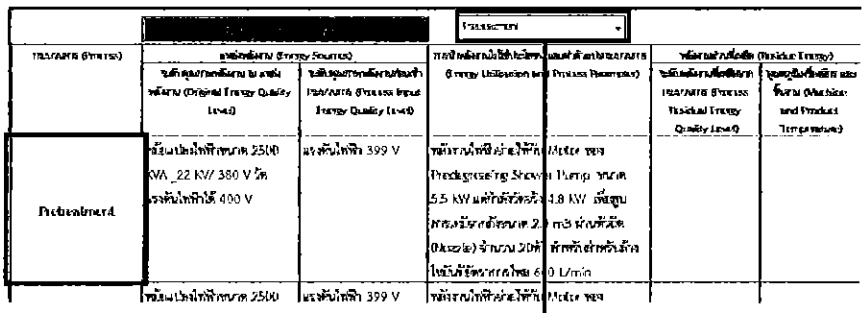

```
If ComboBox1.Text = "มกราคม" Then
 Sheet15.Range("C19").Value = TextBox1.Value
 Elself ComboBox1.Text = "กุมภาพันธ์" Then
Sheet15.Range("D19").Value = TextBox1.Value
Elself ComboBox1.Text = "มีนาคม" Then
 Sheet15.Range("E19").Value = TextBox1.Value
 Elself ComboBox1.Text = "เมษายน" Then
Sheet15.Range("F19").Value = TextBox1.Value
```

รูปที่ ก.8 Code บันทึกค่าจากหน้าต่างแบบฟอร์มกรอกค่าตัวแปรพยากรณ์ลงในหน้าฐานข้อมูล ยกตัวอย่าง 1 Textbox

```
ElseIf ComboBox1.Text = "พฤษภาคม" Then
Sheet15.Range("G19").Value = TextBox1.Value
ElseIf ComboBox1.Text = "มิถุนายน" Then
Sheet15.Range("H19").Value = TextBox1.Value
 ElseIf ComboBox1.Text = "กรกฎาคม" Then
Sheet15.Range("I19").Value = TextBox1.Value
 ElseIf ComboBox1.Text = "สิงหาคม" Then
Sheet15.Range("J19").Value = TextBox1.Value
ElseIf ComboBox1.Text = "กันยายน" Then
 Sheet15.Range("K19").Value = TextBox1.Value
ElseIf ComboBox1.Text = "ตุลาคม" Then
Sheet15.Range("L19").Value = TextBox1.Value
 ElseIf ComboBox1.Text = "พฤษจิกายน" Then
Sheet15.Range("M19").Value = TextBox1.Value
ElseIf ComboBox1.Text = "ธันวาคม" Then
Sheet15.Range("N19").Value = TextBox1.Value
End If
```

รูปที่ ก.8 (ต่อ) Code บันทึกค่าจากหน้าต่างแบบฟอร์มกรอกค่า**ตัวแปรพยากรณ์ลงใน**หน้าฐานข้อมูล ยกตัวอย่าง 1 Textbox

ก.9 Code เมื่อเลือกรายการ ให้แสดงหน้าแผ่นงานในรายการที่เลือก ดังรูปที่ ก.9



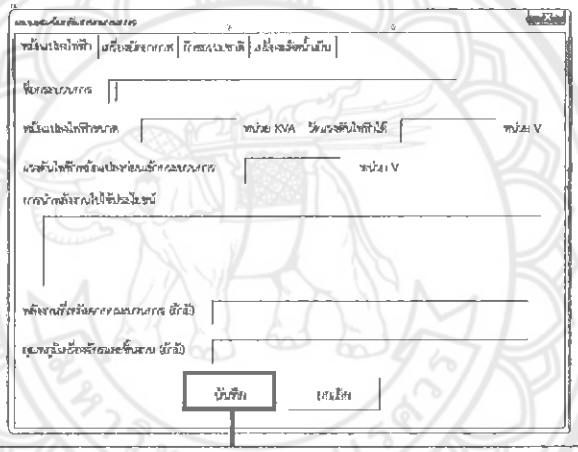
```
If ComboBox2.Value = "Pretreatment" Then
  Sheet18.Range("C10").Select
Elself ComboBox2.Value = "Air Blow" Then
    Sheet18.Range("C37").Select
Elself ComboBox2.Value = "Normal Air" Then
    Sheet18.Range("C39").Select
Elself ComboBox2.Value = "Cool Air" Then
    Sheet18.Range("C41").Select
Elself ComboBox2.Value = "Dry Off Oven" Then
    Sheet18.Range("C43").Select
Elself ComboBox2.Value = "Hardener" Then
    Sheet18.Range("C48").Select
Elself ComboBox2.Value = "Booth No.1" Then
    Sheet18.Range("C50").Select
Elself ComboBox2.Value = "Booth No.2" Then
    Sheet18.Range("C56").Select
Elself ComboBox2.Value = "Booth No.3" Then
    Sheet18.Range("C62").Select
Elself ComboBox2.Value = "Booth No.4" Then
    Sheet18.Range("C68").Select
Elself ComboBox2.Value = "Setting" Then
    Sheet18.Range("C74").Select
```

รูปที่ ก.9 Code เมื่อเลือกรายการ ให้แสดงหน้าแผ่นงานในรายการที่เลือก

```
ElseIf ComboBox2.Value = "Top Coat Oven" Then
    Sheet18.Range("C75").Select
ElseIf ComboBox2.Value = Sheet18.Range("N36").Value Then
    Sheet18.Range("C80").Select
ElseIf ComboBox2.Value = Sheet18.Range("N39").Value Then
    Sheet18.Range("C83").Select
End If
```

รูปที่ ก.9 (ต่อ) Code เมื่อเลือกรายการ ให้ Select รายการที่เลือก

ก.10 Code บันทึก Energy Chart เมื่อเพิ่มกระบวนการ ยกตัวอย่าง 1 แหล่งกำเนิดพลังงาน ดังรูปที่ ก.10



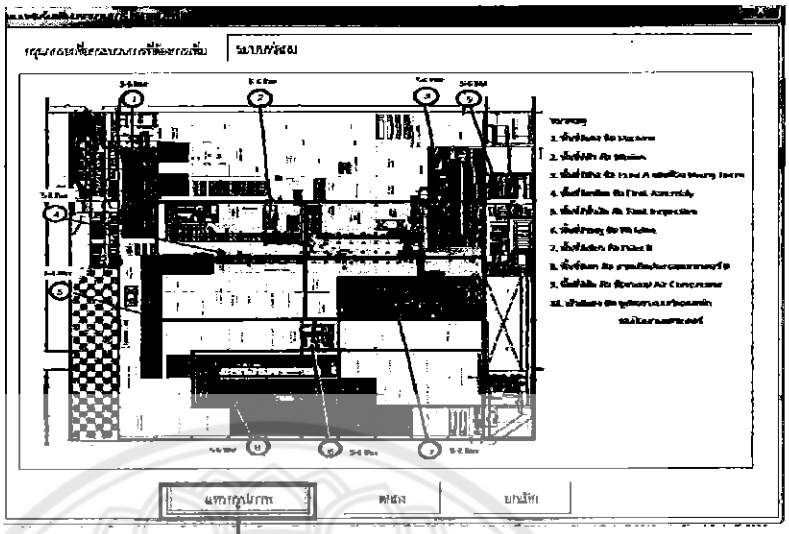

```
Dim i As Integer
Dim j As Integer
j = 1
For i = 1 To 10
 If Sheet18.Range("C80").Offset(i - 1, 0).Value = "" Then
      MsgBox "คุณแน่ใจว่าต้องการบันทึกข้อมูลใช่หรือไม่"
      Sheet18.Range("C80").Offset(i - 1, j - 1).Value = TextBox15.Value
      Sheet18.Range("C80").Offset(i - 1, j).Value = "เครื่องอัดอากาศ " &
TextBox16.Value & "kW จำนวน 5 เครื่อง ผลิตความดัน " & TextBox24.Value & " Bar"
```

รูปที่ ก.10 Code บันทึก Energy Chart เมื่อเพิ่มกระบวนการ ยกตัวอย่าง 1 แหล่งกำเนิดพลังงาน

```
Sheet18.Range("C80").Offset(i - 1, j + 1).Value = "ความดันก่อนเข้ากระบวนการ " &
TextBox17.Value & "V"
        Sheet18.Range("C80").Offset(i - 1, j + 2).Value = TextBox18.Value
         Sheet18.Range("C80").Offset(i - 1, j + 3).Value = TextBox19.Value
        Sheet18.Range("C80").Offset(i - 1, j + 4).Value = TextBox20.Value
        Unload Me
        Exit For
    Else
        i = i
    End If
Next i
```

รูปที่ ก.10 (ต่อ) Code บันทึก Energy Chart เมื่อเพิ่มกระบวนการ
ยกตัวอย่าง 1 แหล่งกำเนิดพลังงาน

ก.11 Code ดึงรูปจากโฟล์เดอร์แสดงบนหน้าต่างแบบฟอร์มเพิ่มกระบวนการ Energy Layout เพื่อให้ชื่อรูปเข้ามาในรายการ โดยที่รูปยังคงอยู่ในโฟล์เดอร์ ดังรูปที่ ก.11



```
Dim cPicture, PicName
Dim picpath
GetPict:
cPicture = Application.GetOpenFilename("Pictures(*.jpg),*.gif", , "SelectPiture")
MsgBox "" & cPicture
FilePath = ThisWorkbook.Path
picpath = FilePath & "\Pictures\"
PicName = Right(cPicture, Len(cPicture) - Len(picpath))
PicName = Left(PicName, Len(PicName) - 4)
If cPicture = "False" Then Exit Sub
  Image1.Picture = LoadPicture(cPicture)
  Image1.PictureSizeMode = fmPictureSizeModeStretch
 TextBox1.Value = PicName
```

รูปที่ ก.11 Code ดึงรูปจากโฟล์เดอร์แสดงบนหน้าต่างแบบฟอร์มเพิ่มกระบวนการ Energy Layoutเพื่อให้ชื่อรูปเข้ามาในรายการ โดยที่รูปยังคงอยู่ในโฟล์เดอร์

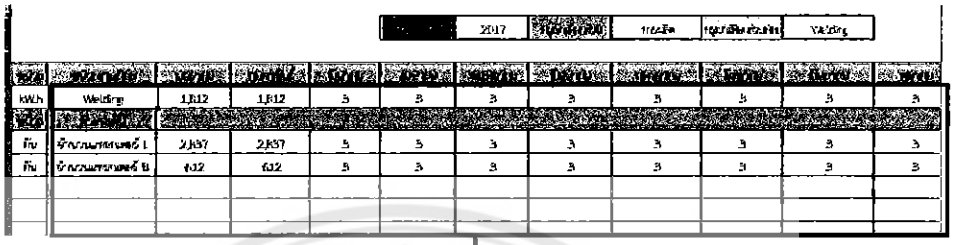
ภาคผนวก ข

Code คำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม Microsoft **Excel**

ข. Code ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม Microsoft Excel

โปรแกรม Microsoft Excel มีคำสั่งเฉพาะในการทำงาน จึงทำให้การเขียน Code ต้องทำความเข้าใจลักษณะกำรเขียนคำสั่งให้โปรแกรมทำงานตามที่ต้องการอธิบายได้ ดังนี้

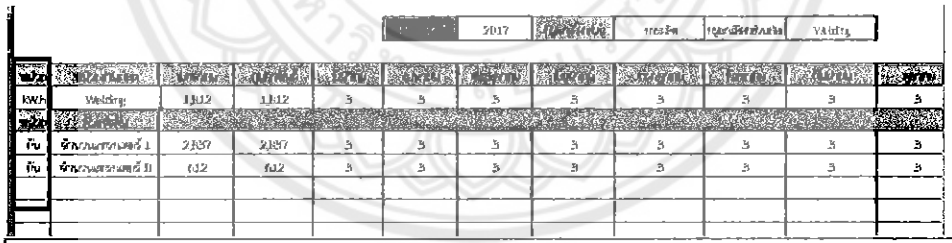
ข.1 คำสั่งดึงข้อมูลเมื่อเลือกหน่วยงานย่อย ดังรูปที่ ข.1



```
=IF($I$10=' สูตร 2014'!$A$1,' สูตร 2014'!A$3,IF($I$10='สูตร 2015'!$A$1,'สูตร
2015'!A$3,IF($I$10='สูตร 2016'!$A$1,'สูตร 2016'!A$3,IF($I$10='สูตร 2017'!$A$1,'สูตร
2017'!A$3,IF($I$10='สูตร 2018'!$A$1,'สูตร 2018'!A$3,IF($I$10='สูตร 2019 '!$A$1,'สูตร
2019 '!A$3,IF($I$10='สูตร 2020'!$A$1,'สูตร 2020'!A$3,""))))))
```

รูปที่ ข.1 คำสั่งดึงข้อมูลเมื่อเลือกหน่วยงานย่อย

ข.2 แสดงหน่วยของตัวแปรต้น ดังรูปที่ ข.2



```
=IF($D15="ความชื้น","%",IF($D15="อุณหภูมิ","องศา",IF($D15="วันทำงาน","วัน",IF($D15=
"วันทำงานล่วงเวลา","วัน",IF($D15="จำนวนแทรกเตอร์ L","คัน",IF($D15="จำนวนแทรกเตอร์
B","คัน",IF($D15="Combine","คัน",IF($D15="Rotary","ตัว",IF($D15=
"Transmission","ตัว",""))))))))))
```

รูปที่ ข.2 แสดงหน่วยของตัวแปรต้น

ภาคผนวก ค

ผลการประเมินโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยผู้ใช้งาน

ค. ผลการประเมินโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยผู้ใช้งาน

ผู้ใช้งานโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า เป็นคณะกรรมการพลังงานจำนวณ 5 ท่าน โดยมีตัวอย่างผลการประเมิน ดังรูปที่ ค.1

แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน
โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา โรงงานแทรกเตอร์
บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด

ผู้ประเมิน .....(illegible)..... **ตำแหน่ง** .....(illegible)..... **วันที่** 9 / 04 / 16

<u>คำชี้แจง</u> **ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยมีระดับความพึงพอใจแต่ละด้าน ดังนี้**

ระดับความพึงพอใจ 5 = มากที่สุด, 4 = มาก, 3 = ปานกลาง, 2 = น้อย, 1 = น้อยที่สุด

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านรูปแบบ					
1.1 การจัดวางองค์ประกอบต่างๆ ของโปรแกรมทำให้ใช้งานได้ง่าย			✓		
1.2 ขนาดและสีของตัวอักษรที่แสดงในโปรแกรมมีความชัดเจน		✓			
1.3 ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมด้านรูปแบบและวิธีการนำเสนอ		✓			
1.4 ข้อมูลในโปรแกรมมีความถูกต้อง, แม่นยำ และครบถ้วน			✓		
2. ด้านขั้นตอนการใช้งาน					
2.1 ส่วนการจัดการพลังงาน					
2.1.1 โปรแกรมง่ายต่อการเรียกดูผังคณะกรรมการพลังงาน		✓			
2.1.2 โปรแกรมง่ายต่อการเรียกดูนโยบายพลังงาน	✓				
2.1.3 โปรแกรมง่ายต่อการเรียกดูค่าพลังงานไฟฟ้าแต่ละหน่วยงาน	✓				
2.2 ส่วนสมการพลังงาน (Energy Equation)					
2.2.1 โปรแกรมง่ายต่อการพยากรณ์ของสมการพลังงานไฟฟ้าของแต่ละหน่วยงาน		✓			

รูปที่ ค.1 ตัวอย่างผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
2.2.2 โปรแกรมง่ายต่อการดูส่วนเกินของค่าพลังงานไฟฟ้าแต่ละหน่วยงาน			✓		
2.3 ส่วน Energy Chart					
โปรแกรมง่ายต่อการเรียกดู Energy Chart ของแต่ละกระบวนการ		✓			
2.4 ส่วน Energy Layout					
โปรแกรมง่ายต่อการเรียกดู Energy Layout ของแต่ละกระบวนการ		✓			
3. ด้านการทำงานของโปรแกรมโดยภาพรวม					
3.1 ง่ายต่อการเพิ่มและแก้ไขข้อมูล			✓		
3.2 ง่ายต่อการคัดลอกข้อมูล (พิมพ์)			✓		
3.3 ข้อความรู้ของโปรแกรมมีความครอบคลุมเนื้อหาในโปรแกรม		✓			
3.4 การใช้งานโปรแกรมของแต่ละส่วนครบตามความต้องการของผู้ใช้		✓			
3.5 ความสามารถของโปรแกรมในการนำไปใช้ประโยชน์	✓				
3.6 ความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานโปรแกรม		✓			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(ศุภกิจ ด.)

รูปที่ ค.1 (ต่อ) ตัวอย่างผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ภาคผนวก ง

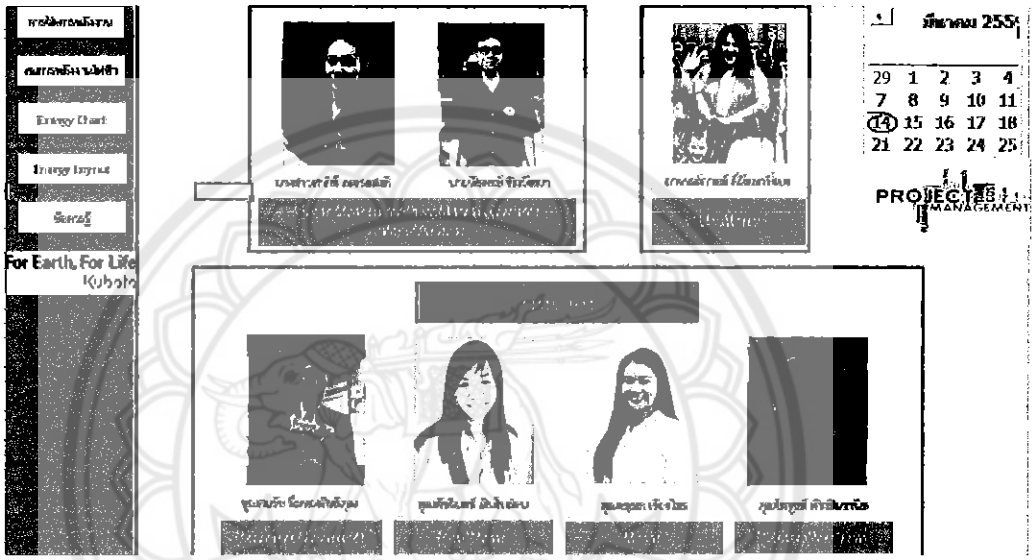
คู่มือการใช้โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า

ง. คู่มือการใช้โปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า

การสร้างคู่มือการใช้งานโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้ผู้ใช้งานโปรแกรมใช้งานได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ง.1 ส่วนเริ่มต้นโปรแกรม

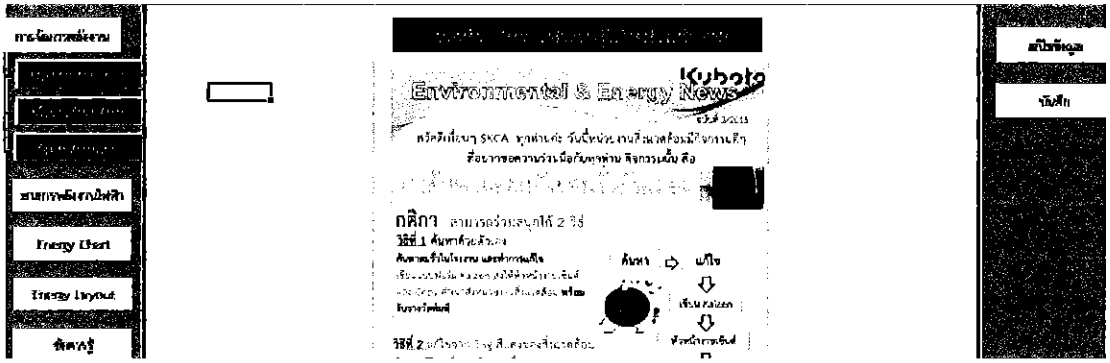
ในส่วนเริ่มต้นโปรแกรม จะแสดงหน้าเริ่มต้นโปรแกรมมีปุ่มให้คลิกทั้งหมด 5 ปุ่มประกอบด้วย ปุ่มการจัดการพลังงาน ปุ่มสมการพลังงานไฟฟ้า ปุ่ม Energy Chart ปุ่ม Energy Layout และปุ่มข้อควรรู้ ดังรูปที่ ง.1



รูปที่ ง.1 หน้าเริ่มต้นโปรแกรม

ง.2 ส่วนการจัดการพลังงาน

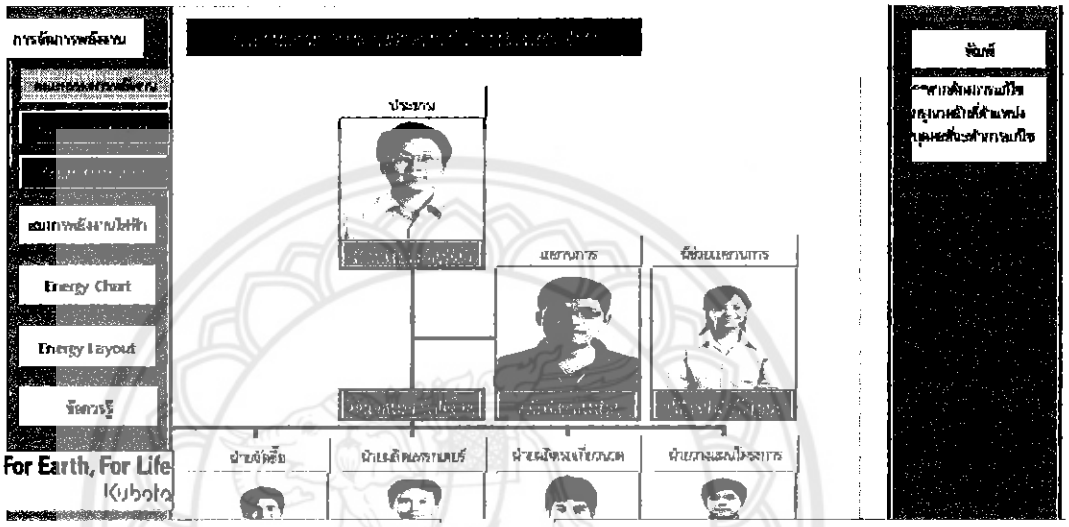
เมื่อเลือกคลิกที่ปุ่มการจัดการพลังงาน จะแสดงหน้าต่างและแสดงปุ่มที่ประกอบไปด้วยปุ่มคณะกรรมการ ปุ่มนโยบายด้านพลังงาน และปุ่มข้อมูลพลังงานไฟฟ้า ดังรูปที่ ง.2



รูปที่ ง.2 หน้าการจัดการพลังงาน

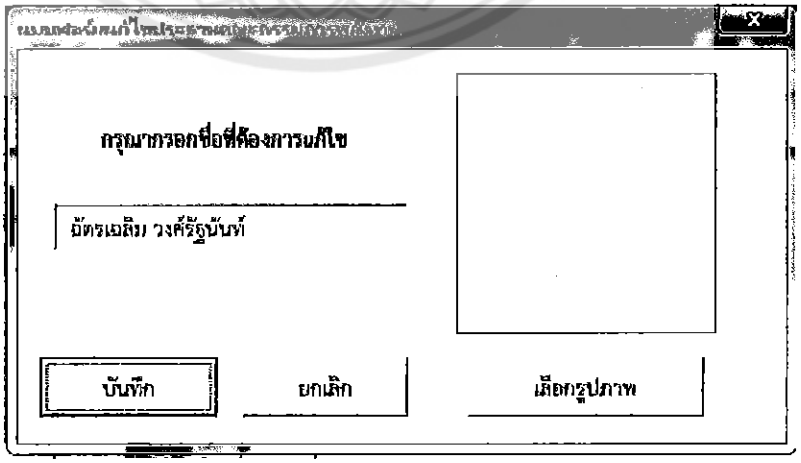
ง.2.1 ส่วนคณะกรรมการพลังงาน

เมื่อเลือกคลิกที่ปุ่มคณะกรรมการ จะแสดงหน้าคณะกรรมการพลังงานของบริษัท สยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ซึ่งหน้านี้จะแสดงผังคณะกรรมการพร้อมระบุชื่อและตำแหน่ง สามารถแก้ไขได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงคณะกรรมการพลังงานของบริษัทในแต่ละตำแหน่ง โดยคลิกปุ่มชื่อตำแหน่งของบุคคลที่ต้องการแก้ไข และสามารถพิมพ์ได้เมื่อต้องการพิมพ์โดยคลิกที่ปุ่มพิมพ์ ดังรูปที่ ง.3



รูปที่ ง.3 ส่วนคณะกรรมการพลังงาน

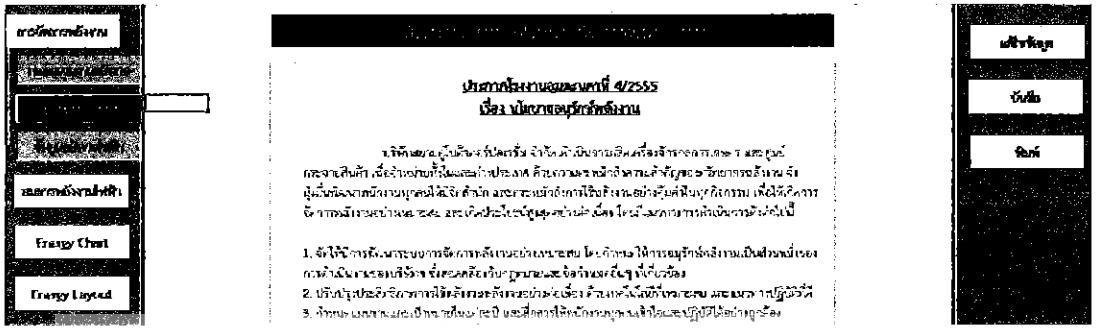
เช่น เมื่อคลิกที่ปุ่มตำแหน่งประธานคณะกรรมการพลังงานเพื่อแก้ไขจะปรากฏแบบฟอร์ม ดังรูปที่ ง.4



รูปที่ ง.4 แบบฟอร์มแก้ไขประธานคณะกรรมการ

ง.2.2 นโยบายพลังงาน

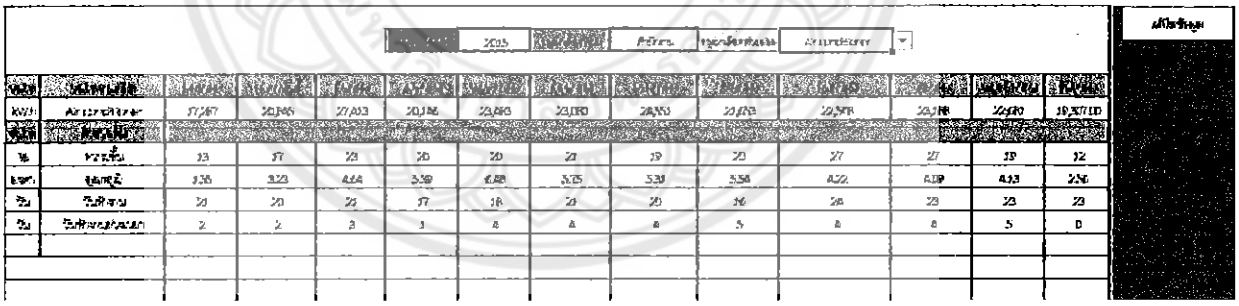
เมื่อเลือกคลิกที่ปุ่มนโยบายพลังงาน จะแสดงหน้านโยบายที่สามารถแก้ไขนโยบายและพิมพ์ได้ ดังรูปที่ ง.5



รูปที่ ง.5 ส่วนนโยบายพลังงาน

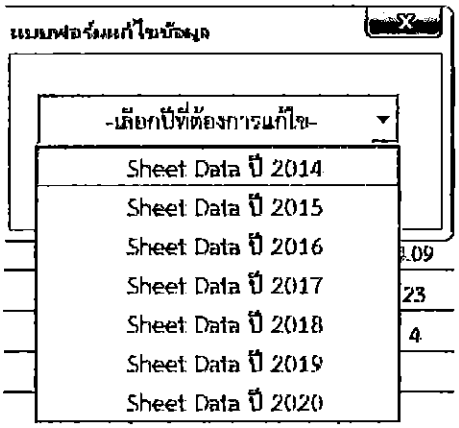
ง.2.3 ข้อมูลพลังงานไฟฟ้า

เมื่อคลิกที่ปุ่มข้อมูลพลังงานไฟฟ้า จะแสดงหน้าข้อมูลพลังงานไฟฟ้า เพื่อเรียกดูข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีให้คลิกเลือกปี, เลือกหน่วยงานหลัก และเลือกหน่วยงานย่อย เมื่อคลิกเลือกจะแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าหน่วยงานย่อยนั้น พร้อมกับแสดงค่าตัวแปรต้นที่มีผลต่อค่าพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานย่อยนั้น เช่น เมื่อคลิกที่หน่วยงานย่อย Air Conditioning ดังรูปที่ ง.6



รูปที่ ง.6 ส่วนข้อมูลพลังงานไฟฟ้า

เมื่อต้องการแก้ไข้ข้อมูลให้คลิกที่ปุ่มแก้ไขข้อมูลจะปรากฏแบบฟอร์มให้เลือกปีที่ต้องการแก้ไขข้อมูลดังรูป ง.7



รูปที่ ง.7 แบบฟอร์มแก้ไขข้อมูล

เมื่อคลิกเลือกที่ปีใดปีหนึ่ง จะแสดงหน้าข้อมูลของปีนั้น ๆ เช่น คลิกที่ Sheet Data ปี 2015 จะแสดงหน้าข้อมูลพลังงานไฟฟ้าปี 2015 ดังรูปที่ ง.8

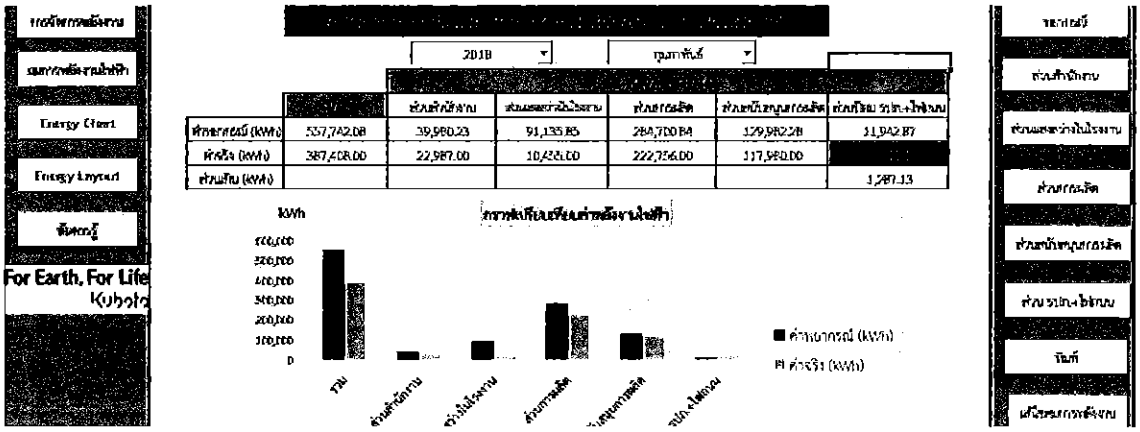
หมวดหมู่ข้อมูล	เดือนที่	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน
สำนักงาน	Air conditioner	17,287	20,145	27,413	20,146	23,413	23,180	24,581	21,653	22,548	23,108	22,681
	Office Lighting	21,210	21,429	22,206	20,724	22,811	22,691	21,976	21,150	23,134	24,305	23,134
แสงสว่างในโรงงาน	Factory Lighting	101,571	98,978	108,178	86,024	88,182	90,309	104,182	83,148	107,522	116,638	94,116
การผลิต	Paint A	79,842	75,078	85,110	63,186	80,365	77,728	70,162	69,706	94,169	83,815	82,485
	Paint B	101,589	95,411	106,952	102,187	90,581	98,447	94,784	90,177	113,322	102,116	100,568
	Assembly Tractor B	5,912	6,445	7,129	6,164	6,506	7,569	8,457	7,615	8,754	11,259	8,103
	Assembly Tractor L	27,876	26,496	30,588	26,524	29,321	28,531	27,578	24,480	33,180	30,046	30,491
	Machining	2,837	2,736	3,546	2,946	2,119	2,073	2,438	2,067	4,109	2,771	71,827
	Welding	1,812	1,743	2,131	1,904	1,950	1,984	1,884	1,546	2,319	1,953	1,678
หน่วยสนับสนุนการผลิต	Air Compressor	72,148	63,389	72,632	70,496	77,583	72,432	72,345	67,324	103,017	92,274	96,490
	Chiller	70,683	52,192	40,563	49,456	52,908	46,336	46,336	40,336	49,319	46,310	44,347
	Boiler	2,951	2,415	3,001	2,594	3,506	3,166	2,730	2,779	3,319	3,347	3,246
	Oil	190	160	190	175	180	182	185	185	317	190	192
	Wastewater Treatment	6,116	5,371	6,701	5,220	5,776	6,266	6,074	6,176	7,225	11,195	7,972
	Charge Battery	9,365	10,152	12,589	11,617	13,559	13,671	13,550	12,610	17,520	16,945	15,622
อาคารที่พนักงานใช้งาน	Guard House	13,230	12,240	13,518	13,260	13,442	12,445	11,546	11,730	12,115	14,535	13,750
	จำนวนวัน	19	17	23	20	20	21	19	20	27	22	19

Home | Energy Layout | Management | Committee | Policy | Data Energy Tractor | Sheet Data ปี 2015 | Sheet Data ปี 2014 | Sheet Data ปี 2019 | Sheet Data ปี 2020

รูปที่ ง.8 Sheet Data ปี 2015

ง.3 ส่วนสมการพลังงานไฟฟ้า

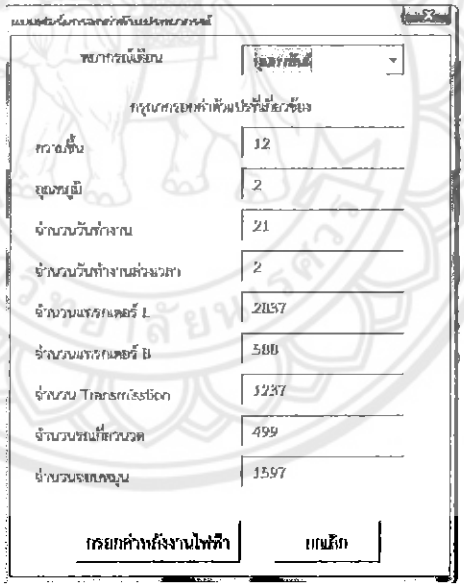
เมื่อคลิกเลือกปุ่มสมการพลังงานไฟฟ้า จะแสดงหน้าสมการพลังงานไฟฟ้าปี 2016 ที่เป็นปีปัจจุบัน ซึ่งจะเป็นหน้าที่แสดงค่าพยากรณ์ของพลังงานไฟฟ้าและแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงของโรงงานแทรกเตอร์และแยกย่อยตามหน่วยงานหลักที่สามารถคลิกเลือกปีและคลิกเลือกเดือน และแสดงส่วนเกินค่าพลังงานไฟฟ้า เมื่อมีค่าที่ใช้จริงมากกว่าค่าพยากรณ์ ดังรูปที่ ง.9



รูปที่ ง.9 หน้าสมการพลังงานไฟฟ้าปี 2016

ง.3.1 ปุ่มพยากรณ์

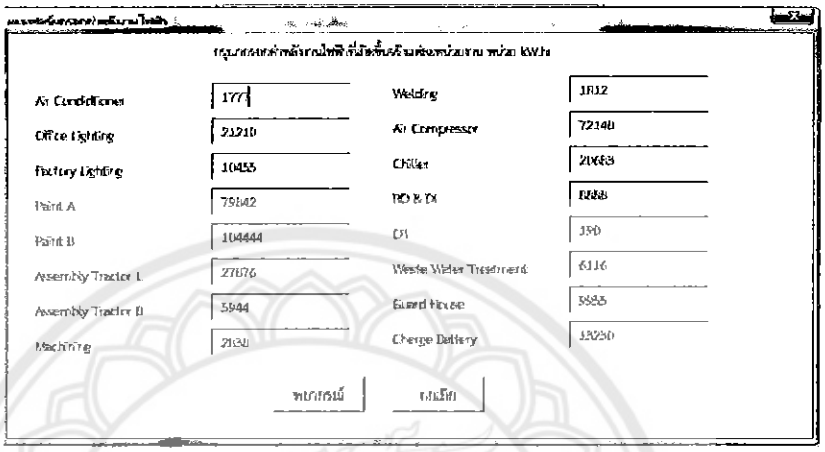
เมื่อต้องการพยากรณ์ค่าพลังงานไฟฟ้า กรุณาคลิกที่ปุ่มพยากรณ์ จะแสดงแบบฟอร์มกรอกค่าตัวแปรพยากรณ์ที่ให้คลิกเลือกเดือนที่จะพยากรณ์ก่อนจากนั้นจะแสดงค่าตัวแปรของเดือนก่อนหน้าเดือนที่เลือก แล้วแก้ไขค่าตัวแปรจากนั้นคลิกที่ปุ่มกรอกค่าพลังงานไฟฟ้า ดังรูปที่ ง.10



รูปที่ ง.10 แบบฟอร์มกรอกค่าตัวแปรพยากรณ์

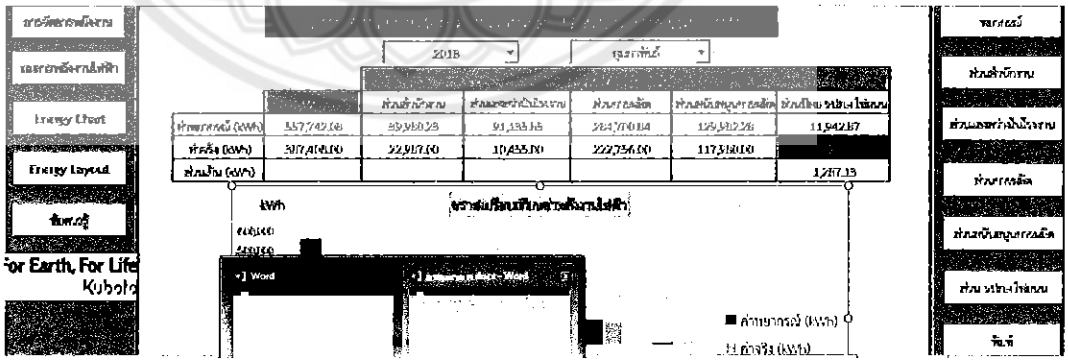
ง.3.1.1 ปุ่มกรอกค่าพลังงานไฟฟ้า

เมื่อผู้ใช้งานกรอกค่าตัวแปรพยากรณ์ครบทุกค่าตัวแปรแล้ว จากนั้นคลิกที่ปุ่มกรอกค่าพลังงานไฟฟ้า จะปรากฏแบบฟอร์มให้แก้ไขค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในเดือนที่จะทำการพยากรณ์ โดยค่าที่ปรากฏให้แก้จะเป็นค่าพลังงานของเดือนก่อนหน้า จะมีให้แก้ไขทั้งหมด 16 หน่วยงานย่อย 16 หน่วยงานย่อย เมื่อผู้ใช้งานแก้ไขค่าพลังงานไฟฟ้าครบทุกหน่วยงานแล้วกดปุ่มพยากรณ์ ดังรูปที่ ง.11



รูปที่ ง.11 แบบฟอร์มกรอกค่าพลังงานไฟฟ้า

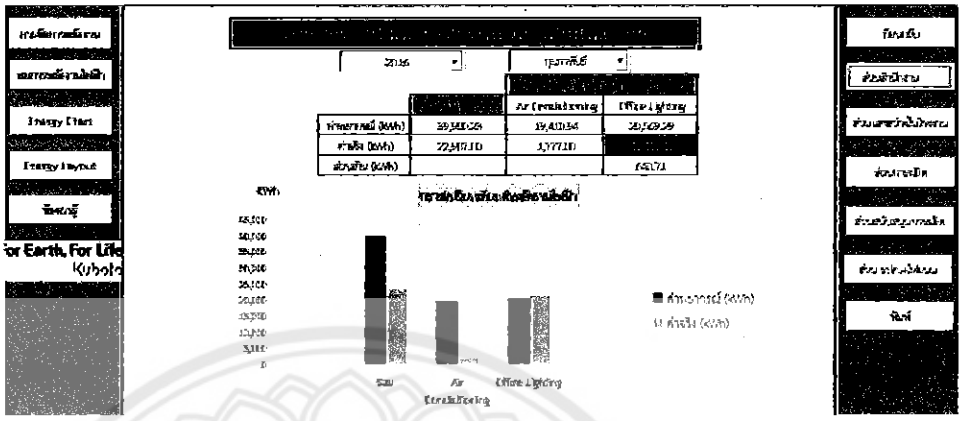
โดยเมื่อคลิกปุ่มพยากรณ์ โปรแกรมจะคำนวณและจะแสดงหน้าสมการพลังงานปี 2016 ที่จะแสดงผลการคำนวณ พร้อมกับมีการแจ้งเตือนค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงเกินจากค่าที่ได้จากการพยากรณ์ เช่น หน่วยงานป้อม รปภ.+ไฟถนน มีสีแดงแจ้งเตือนพร้อมกับแสดงค่าส่วนเกิน ดังรูปที่ ง.12



รูปที่ ง.12 แสดงการแจ้งเตือนหลังการพยากรณ์

ง.3.2 ปุ่มส่วนสำนักงาน

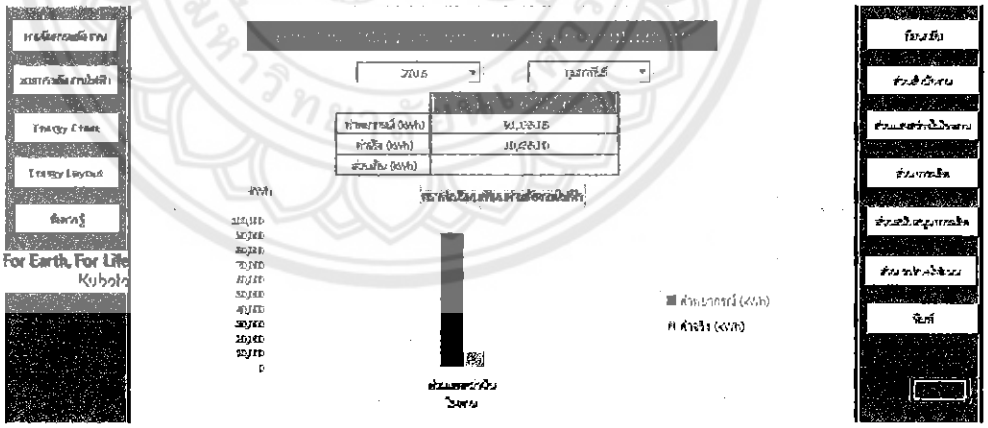
เมื่อมีการแจ้งเตือนที่ส่วนสำนักงาน ผู้ใช้งานสามารถคลิกที่ปุ่มส่วนสำนักงาน เพื่อดูว่าค่าพลังงานที่เกินมานั้น เกินมาจากมิเตอร์ย่อยใดในส่วนสำนักงาน ซึ่งส่วนสำนักงานจะประกอบด้วย 2 มิเตอร์ย่อย คือ Air Conditioning และ Office Lighting ดังรูปที่ ง.13



รูปที่ ง.13 ส่วนสำนักงาน

ง.3.3 ปุ่มส่วนแสงสว่างในโรงงาน

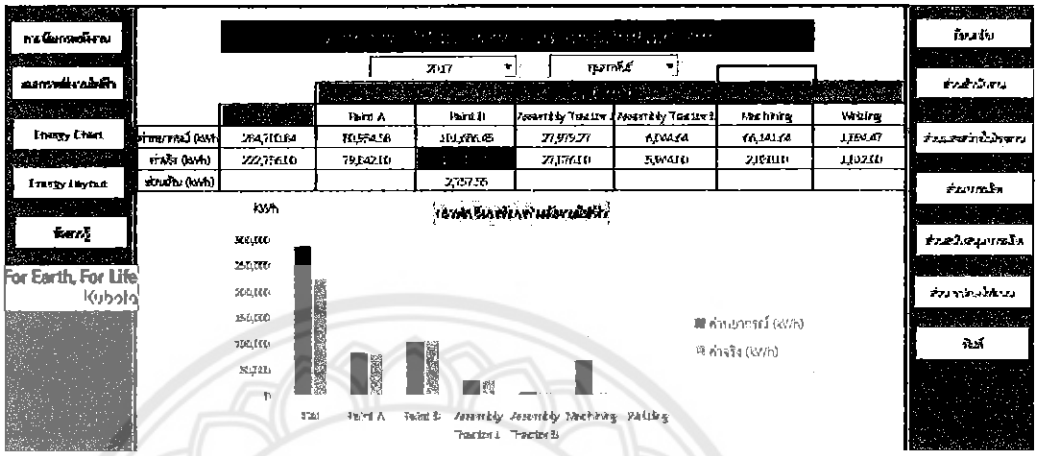
เมื่อมีการแจ้งเตือนที่ส่วนแสงสว่างในโรงงาน ผู้ใช้งานสามารถคลิกที่ปุ่มส่วนแสงสว่างในโรงงาน เพื่อดูว่าค่าพลังงานที่เกินมา ซึ่งส่วนแสงสว่างในโรงงานจะมีเพียงมิเตอร์เดียว ดังรูปที่ ง.14



รูปที่ ง.14 ส่วนแสงสว่างในโรงงาน

ง.3.4 ปุ่มส่วนการผลิต

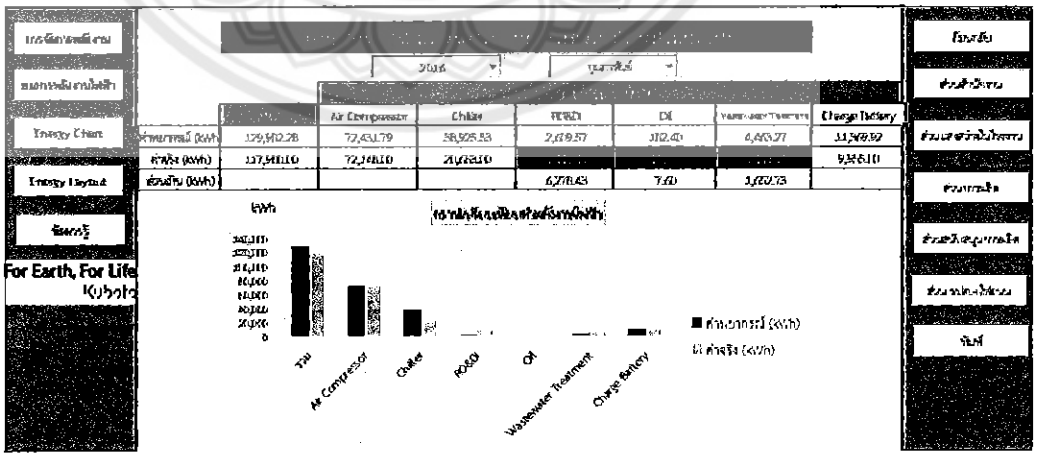
เมื่อมีการแจ้งเตือนที่ส่วนการผลิต ผู้ใช้งานสามารถคลิกที่ปุ่มส่วนการผลิต เพื่อดูว่าค่าพลังงานที่เกินมานั้น เกินมาจากมิเตอร์ย่อยใดในส่วนการผลิต ซึ่งส่วนการผลิตจะประกอบด้วย 6 มิเตอร์ย่อย คือ Paint A, Paint B, Assembly Tractor L, Assembly Tractor B, Machining และ Welding ดังรูปที่ ง.15



รูปที่ ง.15 ส่วนการผลิต

ง.3.5 ปุ่มส่วนสนับสนุนการผลิต

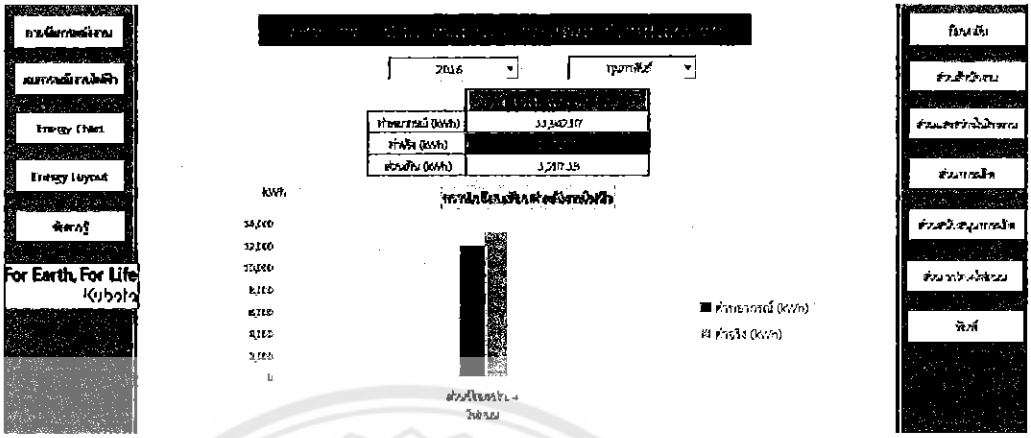
เมื่อมีการแจ้งเตือนที่ส่วนสนับสนุนการผลิต ผู้ใช้งานสามารถคลิกที่ปุ่มส่วนสนับสนุนการผลิต เพื่อดูว่าค่าพลังงานที่เกินมานั้น เกินมาจากมิเตอร์ย่อยใดในส่วนสนับสนุนการผลิต ซึ่งส่วนสนับสนุนการผลิตจะประกอบด้วย 6 มิเตอร์ย่อย คือ Air Compressor, Chiller, RO & DI, Oil, Wastewater Treatment และ Charge Battery ดังรูปที่ ง.16



รูปที่ ง.16 ส่วนสนับสนุนการผลิต

ง.3.6 ปุ่มส่วนรปภ.+ไฟถนน

เมื่อมีการแจ้งเตือนที่ส่วนรปภ.+ไฟถนน ผู้ใช้งานสามารถคลิกที่ปุ่มส่วนรปภ.+ไฟถนน เพื่อดูว่าค่าพลังงานที่เกินมา ซึ่งส่วนรปภ.+ไฟถนนจะมีเพียงมิเตอร์เดียว ดังรูปที่ ง.17



รูปที่ ง.17 ส่วนรปภ.+ไฟถนน

ง.3.7 ปุ่มแก้ไขสมการพลังงาน

เมื่อผู้ใช้งานคลิกปุ่มแก้ไขสมการพลังงาน เพื่อต้องการแก้ไขสมการพลังงานในแต่ละหน่วยงาน จะปรากฏแบบฟอร์มเลือกหน่วยงานแก้ไขสมการพลังงาน ซึ่งจะมีให้คลิกเลือกทั้งหมด 16 หน่วยงานย่อย ดังรูปที่ ง.18

รูปที่ ง.18 แบบฟอร์มเลือกหน่วยงานแก้ไขสมการพลังงาน

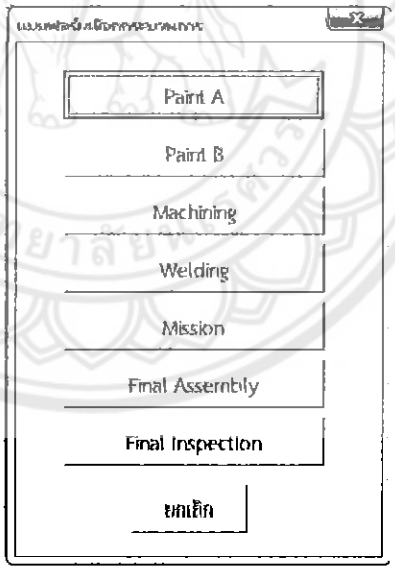
เมื่อเลือกกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง เช่น คลิกเลือก หน่วยงานย่อย Assembly Tractor B จะแสดงหน้าสมการพลังงานเพื่อให้ทำการแก้ไข ดังรูปที่ ง.19

ที่ตั้งเดิม	หน่วยการผลิต	ค่าเดิม	แก้ไขใหม่	วัน	เดือน/ปีที่ใช้	วันที่ต้องการแก้ไข	ข้อความสถานะที่ 1	ข้อความสถานะที่ 0	Trace
สำนักงาน	Air conditioner	4,103.48	3870	617.92	1,145.25	960.42			
	Office Lighting	19,470.92		-17.44		732.31			
แสงสว่างในโรงงาน	Factory Lighting	43,229.16					12.56	17.74	0.5
การผลิต	Paint A	52,357.25					12.79	-13.06	
	Paint B	65,926.28					12.72	-0.54	
	Assembly Tractor 1	4,722.01					3.67		5.7
	Assembly Tractor B	3,199.21						1.44	
	Machining	24,163.71					10.77		9.2
	Welding	567.40					0.46	-0.01	
สนับสนุนการผลิต	Air Compressor	45,405.56					8.15	-2.45	4.5
	Chiller	25,790.69					0.55	20.66	
	CRMS	1,162.66					1.36	-3.91	
	DI	124.61					0.09	0.00	
	Wastewater Treatment	5,167.13					-2.70	19.05	-1
	Charge battery	6,452.10					1.25	2.36	
อื่นๆ(ไม่รวมสถานที่ทำงาน)	Guard House	9,559.50		76.66			-0.15	1.76	-1

รูปที่ ง.19 หน้าแก้ไขสมการพลังงาน

ง.4 ส่วน Energy Chart

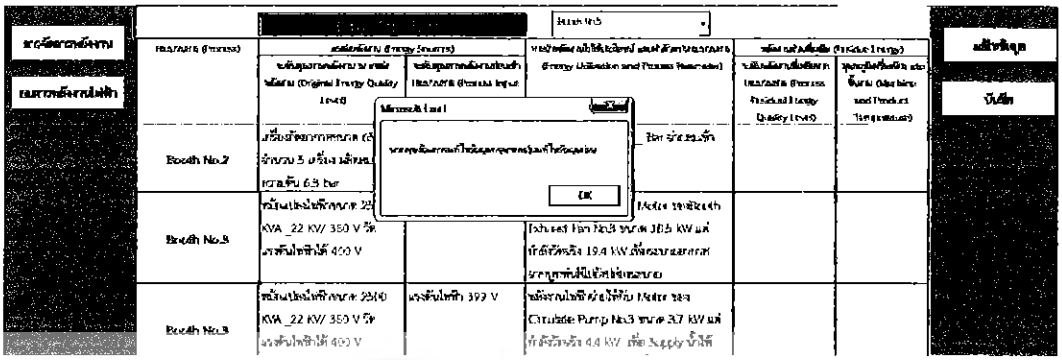
เมื่อผู้ใช้ต้องการที่จะดู Energy Chart เพื่อที่จะวิเคราะห์ค่าพลังงานในกระบวนการแต่ละกระบวนการ กรุณาคลิกที่ปุ่ม Energy Chart จะปรากฏแบบฟอร์มให้เลือกกระบวนการทั้งหมด 7 กระบวนการ คือ Paint A, Paint B, Machining, Welding, Mission, Final Assembly และ Final Inspection ดังรูปที่ ง.20



รูปที่ ง.20 แบบฟอร์มเลือกกระบวนการ

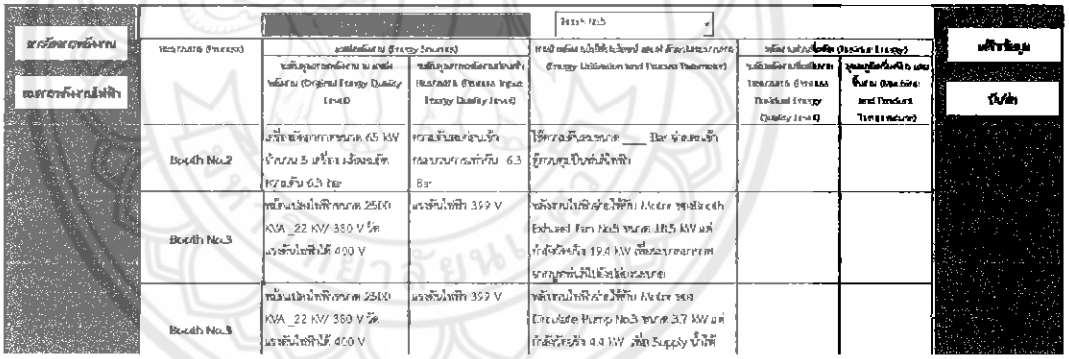
ง.4.1 ปุ่ม Paint A

เช่น เมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม Paint A เพื่อจะดู Energy Chart ของ Paint A จะแสดงหน้าของ Energy Chart Paint A พร้อมกับการแจ้งเตือนหากต้องการแก้ไขข้อมูล ให้ผู้ใช้คลิกที่ปุ่มแก้ไขข้อมูลก่อน ดังรูปที่ ง.21



รูปที่ ง.21 ส่วน Paint A

เมื่อผู้ใช้คลิกเลือกกระบวนการย่อยใน Paint A เช่น คลิกเลือกที่ Booth No.3 โปรแกรมจะเลือกแสดง Energy Chart Paint A กระบวนการย่อย Booth No.3 ดังรูปที่ ง.22

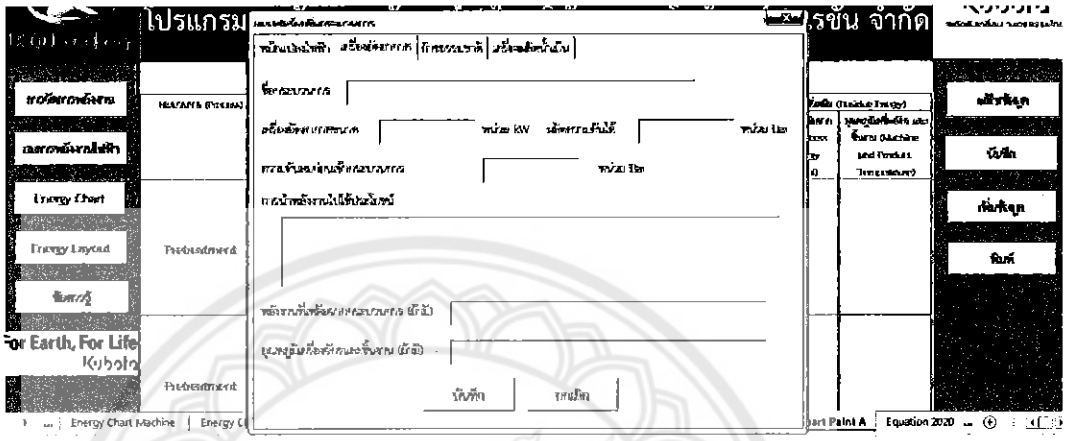


รูปที่ ง.22 แสดง Booth No.3

และผู้ใช้สามารถแก้ไข Energy Chart โดยการคลิกที่ปุ่มแก้ไข เมื่อผู้ใช้แก้ไขเสร็จก็กรุณาคลิกที่ปุ่มบันทึกข้อมูล ดังรูปที่ ง.22

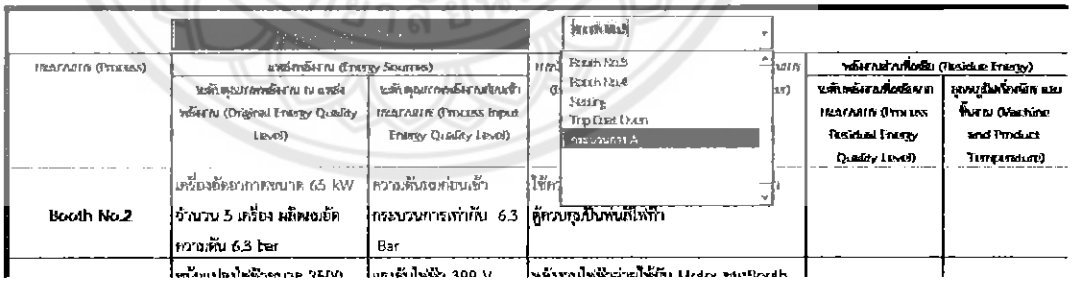
ง.4.2 ปุ่มเพิ่มข้อมูล

จากนั้นเมื่อต้องการเพิ่มกระบวนการย่อยใน Energy Chart Paint A กรุณาคลิกที่ปุ่มเพิ่มข้อมูลจะปรากฏแบบฟอร์มเพิ่มกระบวนการ ซึ่งจะประกอบด้วยแหล่งกำเนิดพลังงาน 4 แหล่งที่ให้ผู้ใช้เลือกกรอก คือ หม้อแปลงไฟฟ้า, เครื่องอัดอากาศ, ก๊าซธรรมชาติ และเครื่องผลิตน้ำเย็น ดังรูปที่ ง.23



รูปที่ ง.23 แบบฟอร์มเพิ่มกระบวนการ

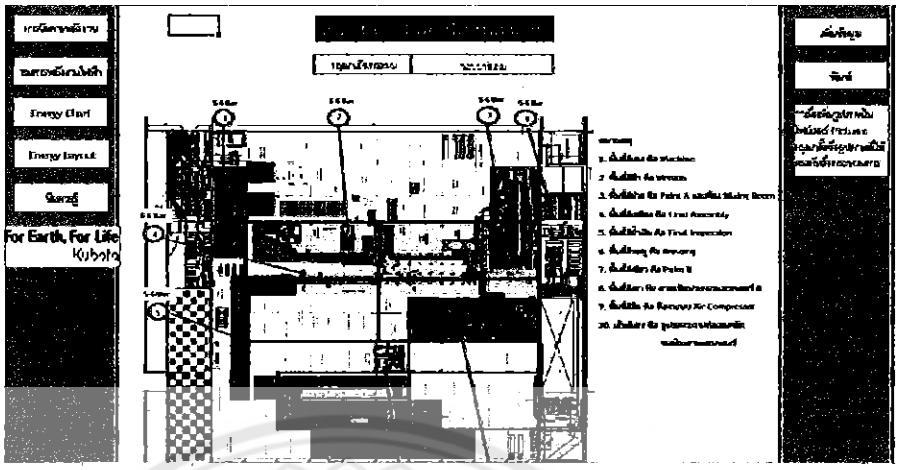
หลังจากที่ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลเสร็จแล้วคลิกที่ปุ่มบันทึก ชื่อกระบวนการที่เพิ่มล่าสุดจะปรากฏที่ปุ่มคลิกเลือกหน้าที่แสดง Energy Chart เช่น เมื่อเพิ่มกระบวนการ A ชื่อกระบวนการจะปรากฏดังรูปที่ ง.24



รูปที่ ง.24 ชื่อกระบวนการที่เพิ่มใหม่จะปรากฏให้เลือกอัตโนมัติ

ง.5 ส่วน Energy Layout

เมื่อผู้ใช้งานคลิกปุ่ม Energy Layout จะแสดงหน้าข้อมูลรูปภาพ Layout กระบวนการ ดังรูปที่ ง.25



รูปที่ ง.25 ส่วน Energy Layout

เมื่อผู้ใช้งานต้องการเพิ่ม Energy Layout โดยมีขั้นตอนดังนี้

ง.5.1 สร้าง Energy Layout โดยใช้โปรแกรมสร้างรูปภาพชนิดใดก็ได้

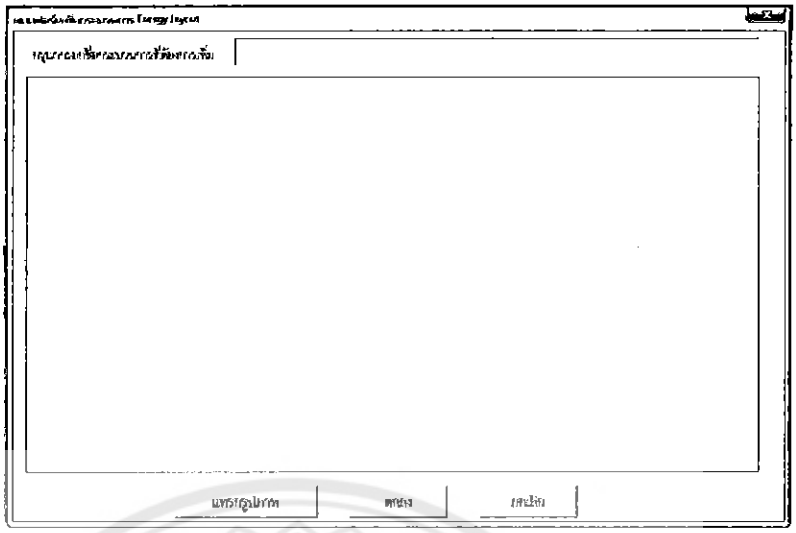
ง.5.2 นำ Energy Layout ไป Copy ในโปรแกรม Microsoft Word เพื่อเพิ่มคำอธิบาย แล้วบันทึกเป็นไฟล์ .pdf

ง.5.3 เปิดไฟล์ .pdf ที่บันทึก คลิกที่ Edit>Select All> คลิกขวาพื้นที่สีฟ้า >Copy Selected Graphic

ง.5.4 เปิดโปรแกรม Paint คลิก Paste

ง.5.5 คลิก File>Save As นามสกุลไฟล์เป็น .jpg เท่านั้นตั้งชื่อไฟล์เป็นชื่อกระบวนการ โดยบันทึกในโฟลเดอร์ Pictures ที่อยู่หน้า Desktop เท่านั้น

ง.5.6 คลิกที่ปุ่มเพิ่มข้อมูลในโปรแกรมการจัดการพลังงานจะปรากฏแบบฟอร์ม ดังรูปที่ ง.26



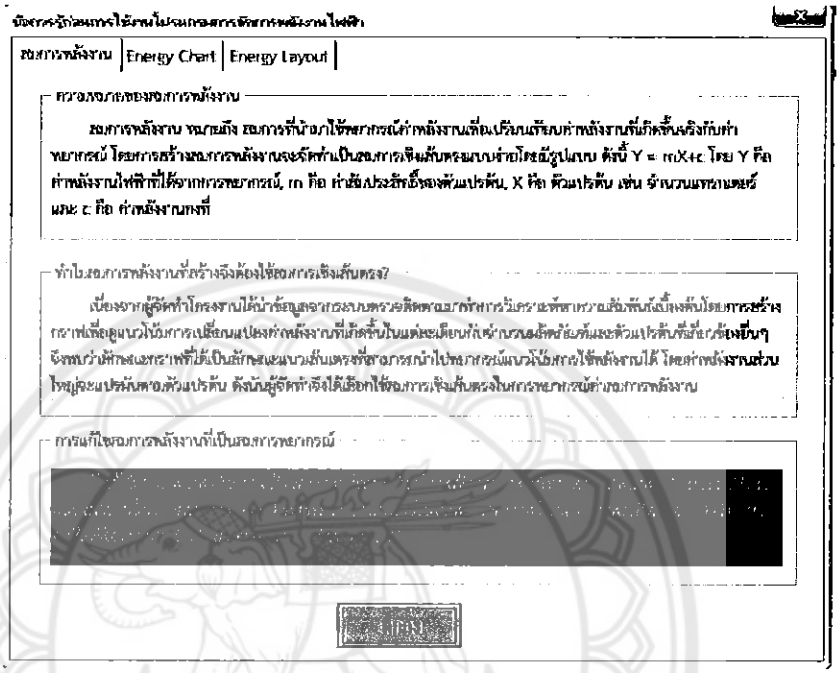
รูปที่ ง.26 แบบฟอร์มเพิ่มกระบวนการ Energy Layout

ง.5.7 คลิกที่ปุ่ม แทรกรูปภาพบนแบบฟอร์ม จากนั้นเลือกรูปภาพ Energy Layout ที่เพิ่มไว้ในโฟลเดอร์ Pictures เมื่อเพิ่มรูปภาพเสร็จคลิกที่ปุ่มตกลงบนแบบฟอร์ม

หมายเหตุ ชื่อกระบวนการจะปรากฏอัตโนมัติที่ปุ่มคลิกเลือกก**ระบวนการหน้าแสดง** Energy Layout

ง.6 ส่วนข้อควรรู้

ส่วนข้อควรรู้เป็นส่วนที่เพิ่มเข้ามาเพื่อช่วยให้ผู้เริ่มต้นใช้งานโปรแกรมได้ใช้งานได้สะดวกขึ้น และเข้าใจส่วนที่อยู่ในโปรแกรมได้ง่ายขึ้น โดยเมื่อคลิกที่ปุ่มข้อควรรู้จะปรากฏแบบฟอร์มเป็นลักษณะคำอธิบายส่วนที่ประกอบอยู่ในโปรแกรม จะมีคำอธิบายทั้งหมด 3 ส่วน คือ สมการพลังงาน, Energy Chart และ Energy Layout ดังรูปที่ ง.27



รูปที่ ง.27 ส่วนข้อควรรู้

ประวัตินิสิตผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อ นางสาวสาลินี เนตรแสงสี

ภูมิลำเนา 21/3 หมู่ 3 ต.สวนเมี่ยง อ.ชาติตระการ จ.พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสวนเมี่ยงวิทยา จ.พิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : Salinee_tug@hotmail.com

ชื่อ นายพีรดนย์ ทิมวัฒนา

ภูมิลำเนา 49/25 ซ.สุภาร่วม แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ จ.กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนผะดุงศิษย์พิทยา จ.กรุงเทพมหานคร
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : Nook-Peeradon@outlook.com