



## การจัดการพลังงานในอุตสาหกรรมการเกษตร (กรณีศึกษา ไชโลบเมล็ดข้าวโพด) มนตรี พิพัฒน์ไพบูลย์\* และวุฒิชัย ตั้งสัตยาธิษฐาน

### Energy Management of Agriculture Industry Corn Silo

Montree Pipatpaiboon\* and Wuttichai Tangsattayatisathan

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยศิลปากร อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000 โทรศัพท์ โทรสาร/034-219-362

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Industrial, Silpakorn University, Nakhonpathom 73000

\*Corresponding author. E-mail: Pipatpaiboon\_m @su.ac.th

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงาน รวมถึงลักษณะการใช้พลังงานภายในกระบวนการอุตสาหกรรมการเกษตร (กรณีศึกษา ไชโลบเมล็ดข้าวโพด) เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานของอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมทั้งปรับปรุงการผลิตโดยอาศัยแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต การการบูรณาการประกอบด้วย การวิเคราะห์การใช้พลังงาน การเสนอแนวทางการปรับปรุง และการหาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้การจัดการพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงซึ่งข้าวโพดและน้ำมันประกอบด้วย มาตรการเปลี่ยนเทอร์ลเลอร์ตีพิมพ์ลดการใช้ น้ำมันดีเซล 96,191.71 บาท/ปี มาตรการใช้ถ่านซึ่งข้าวโพดแทนซึ่งข้าวโพดลดการใช้พลังงานไฟฟ้า 74,279.52 บาท/ปี และมาตรการติดตั้งกล่องควบคุมชุดซอร์ฟสตาร์ทลดการใช้พลังงานไฟฟ้า 429,661.44 บาท/ปี จากการเก็บข้อมูลทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง ทำให้ประหยัดพลังงานรวมได้ 600,132.67 บาท/ปี

**คำสำคัญ:** การจัดการพลังงาน, ไชโลบเมล็ดข้าวโพด, อุตสาหกรรมการเกษตร

#### Abstract

This research aims to study the behavior of energy consumed. Including the use of energy within the agricultural industry (case study baked corn silos) to guide the conservation of various equipment and improving productivity through the optimization of manufacturing processes. The integration includes analysis of energy the proposed improvements and for economic benefit. The researchers have applied the electrical power management and thermal energy from the fuel and corn oil contain compose of Trailer Dump measures reduced diesel fuel 96,191.71baht / year. , used corncob instead cob measures reduced electrical consumption 74,279.52 baht / year, and the soft start control box set installed measures reduced electrical consumption 429,661.44 baht / year. From the data collected both before and after the update. The calculated result of the total cost savings from energy management projects 600,132.67baht / year.

**Keywords:** Energy Management, Corn Silo ,Agro-industry



## บทนำ

ปัจจุบันการแข่งขันทางการตลาดของอุตสาหกรรมการเกษตรมีค่อนข้างสูง มีการนำกลยุทธ์ วิธีการต่าง ๆ มาใช้เพื่อปรับปรุงและพัฒนาขีดความสามารถในการผลิต การลดต้นทุนของการผลิต ไม่ว่าจะเป็นการลดของเสีย ลดความสูญเสียเปล่าในการทำงาน ค่าพลังงานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรม ในการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ผลิตภัณฑที่ผลิตมีราคาต้นทุนที่ต่ำ ที่สามารถแข่งขันในตลาดมีความได้เปรียบมากกว่าคู่แข่ง พลังงาน ด้านพลังงานไฟฟ้า พลังงานน้ำ พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เป็นปัจจัยในการผลิต การจัดการด้านการอนุรักษ์พลังงานส่วนนี้เพื่อจะลดต้นทุนด้านการใช้พลังงานเป็นสิ่งที่สถานประกอบการสนใจและเป็นที่ยอมรับ แนวโน้มค่าพลังงานจะเห็นได้ว่ามีค่าสูงขึ้น และมีความผันผวนทางด้านเศรษฐกิจ ซึ่งมีผลกระทบต่อ การประกอบการด้านอุตสาหกรรมจะเห็นได้ว่ากิจการหลายกิจการได้ปิดตัวลง เนื่องจากประสบปัญหาทางด้านต้นทุน การนำความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงานไปใช้ในอุตสาหกรรม สามารถลดผลกระทบต่อเหล่านั้นลงได้บางส่วน เพื่อใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพมากขึ้น อุตสาหกรรมการเกษตรอย่างการทำไซโลบข้าวโพด เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ วัตถุประสงค์ที่ผลิตได้แก่ การอบเมล็ดข้าวโพดเพื่อไล่ความชื้นให้มึระดับความชื้นที่เหมาะสมเพื่อการเก็บรักษาและขนส่ง ประเภทของข้าวโพดที่นำมาอบไล่ความชื้น มี 2 ชนิดคือ 1.ข้าวโพดหวาน และ 2.ข้าวโพดอาหารสัตว์ ซึ่งไซโลจะทำกรอบเมล็ดข้าวโพดเพื่อความชื้นและส่งต่อไปยังโรงงานแปรรูป เนื่องจากประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเป็นอันดับต้น ๆ ของโลกก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในประเทศสูงเป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญ สร้างรายได้ให้กับประเทศ และยังเป็นอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มในการขยายตัวเพิ่มขึ้นจากอดีต การส่งออกมีความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกได้ดี ทางไซโลอบเมล็ดข้าวโพดเองก็ประสบปัญหาทางด้านพลังงานที่มีต้นทุนในการดำเนินกิจการที่สูง เนื่องจากกระบวนการผลิตในการอบเมล็ดข้าวโพดเพื่อไล่ความชื้นออกจากเมล็ดข้าวโพดนั้น ต้องใช้พลังงานทั้งพลังงานไฟฟ้าและความร้อนในกระบวนการผลิต มีการใช้เชื้อเพลิงเป็นจำนวนมากในการผลิต จึงต้องมีการจัดการด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ดีเพื่อให้ความประหยัด และมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ก็จะเป็นการช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงซึ่งอาจจะเกิดปัญหาการขาดแคลนในอนาคตอีกด้วยและยังลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศของโลก ที่ทำให้เกิดปัญหาโลกร้อนไซโลตัวอย่างไม่มีการจัดการด้านพลังงานที่เป็นระบบ และไม่ทราบต้นทุนทางด้านการใช้พลังงานในกาผลิต ทางผู้ประกอบการไซโลตัวอย่าง จึงต้องการหาวิธีการจัดการด้านพลังงานที่ดี โดยการตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินการใช้พลังงาน กำหนดรูปแบบของการอนุรักษ์พลังงานภายในไซโลตัวอย่างให้มีรูปแบบการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ศึกษาและจัดการด้านการอนุรักษ์พลังงาน ของไซโลอบเมล็ดข้าวโพดตัวอย่างเพื่อให้มีประสิทธิภาพ โดยการนำความรู้ทางด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม ความรู้ทางด้านเครื่องกล วิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ เทคนิคการใช้เครื่องมือวัดอุปกรณ์ตรวจสอบ โดยมีขั้นตอนทั้งหมดจะมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ โดยการนำเสนอพฤติกรรมการใช้พลังงาน การลดต้นทุนทางด้านการใช้พลังงานอย่างเป็นระบบ การคำนวณและประเมินความเป็นไปได้ในการประหยัดพลังงานของหน่วยผลิต รวมทั้งวิเคราะห์ผลการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์

## วิธีการดำเนินงาน

1. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานทั้ง พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน ภายในกิจการทั้งหมด
2. ทำการศึกษาการทำงานทางวิศวกรรมของระบบต่าง ๆ
3. หาวิธีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน ภายในกิจการ
4. นำเสนอมมาตรการในการปรับปรุงการใช้พลังงานที่เหมาะสมกับการดำเนินกิจการ
5. จัดการปรับปรุงการใช้พลังงานให้เหมาะสมกับกับใช้พลังงานในการดำเนินกิจการ



### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[1](อนุชิต เษขิญสุชนะโชค 2550) การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมรองเท้า กรณีศึกษา บริษัท เจเอเอส ฟุตแวร์ จำกัด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานผลิตรองเท้า ซึ่งในปี 2549 มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 111,160 kWh คิดเป็นค่าเงิน 204,000 บาท ในปีดังกล่าวนี้มีการผลิต 144,000 คู่ คิดเป็นอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อรองเท้า 1 คู่ 0.5 kW ซึ่งคิดเป็นประมาณ 2% ของต้นทุนทั้งหมด ซึ่งกระบวนการผลิตของโรงงานแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ กระบวนการผสม กระบวนการฉีด และกระบวนการประกอบ สำหรับในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เน้นที่การศึกษา แนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน จากการศึกษาการใช้พลังงานของโรงงานอย่างละเอียดพบว่าสาเหตุของการสิ้นเปลืองพลังงานมากคือ (1)ระบบแสงสว่าง (2)ระบบเครื่องจักรกล (3)ค่าตัวประกอบกำลัง(Power Factor) ต่ำมีค่า 0.81 จึงได้เสนอ มาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า คือ การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ซึ่งนำไปปฏิบัติ โรงงานสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 23,796 kWh คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 47,592 บาท อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงเป็น 0.1kW ต่อการผลิตรองเท้าแต่ละ 1 คู่ โดยใช้เงินลงทุน 18,000 บาท ถ้าคิดอายุโครงการ 5 ปี จะมีจุดคุ้มทุน (BEP) 5 เดือน และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) 21.8%

[2](สุธี เหลืองรัตนเจริญ 2552) การลดต้นทุนพลังงานในกระบวนการผลิตของโรงงานประเภทการผลิตขึ้นรูปวัสดุประสมที่แท้จริงของการอนุรักษ์พลังงานนั้นคือการดำเนินงานโดยการลดต้นทุนการผลิตให้อยู่ในระดับต่ำที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานสูงจึงทำการศึกษาโรงงานประเภทผลิตขึ้นรูปโดยการประเมินการใช้พลังงานเบื้องต้นของทางโรงงานก่อน จากนั้นก็สร้างแผนภูมิการใช้พลังงานเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการวิเคราะห์การใช้พลังงานทั้งระบบเพื่อให้รู้ว่าการใช้พลังงานของโรงงานในขณะนั้นมีประสิทธิภาพดีแล้วหรือไม่ซึ่งการประเมินการใช้พลังงานเบื้องต้นทางโรงงานตัวอย่างมีค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะของผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมอัลลอยด์เท่ากับ 13.79 MJ/kg และมีค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะของผลิตภัณฑ์สังกะสีอัลลอยด์เท่ากับ 7.86 MJ/kg หลังจากทำการศึกษาลดต้นทุนพลังงานของโรงงานประเภทผลิตขึ้นรูปโลหะโดยการนำ แผนภูมิการใช้พลังงานเข้ามาวิเคราะห์การใช้พลังงานและสร้างมาตรการปรับปรุงซึ่งประกอบด้วยมาตรการระยะสั้นได้แก่มาตรการลดการใช้พลังงานจากเตาหลอมศูนย์กลางมาตรการลดการใช้พลังงานจากปั๊มลมปรับปรุงการรั่วของระบบลม มาตรการลดการใช้พลังงานจาก Cooling Tower โดยการจัดระบบการเปิด-ปิด Cooling Tower ให้เหมาะสมมาตรการลดการใช้พลังงานจากเตาอุ่นประจำเครื่องและมาตรการลดการใช้แสงสว่าง ส่วนมาตรการระยะยาวได้แก่ มาตรการลดอุณหภูมิการผลิตให้ไม่เหมาะสมกับชิ้นงาน มาตรการออกแบบทางเดินและระบบรู้นของเตาละงานให้เหมาะสมและมาตรการปรับเปลี่ยนความเร็วในการฉีดให้เหมาะสมในแต่ละชิ้นงานหลังจากนำมามาตรการปรับปรุงมาใช้แล้วจะได้ค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะของผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมอัลลอยด์เท่ากับ 12.89 MJ/kg และมีค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะของผลิตภัณฑ์สังกะสีอัลลอยด์เท่ากับ 7.54 MJ/kg และคาดว่าจะสามารถลดต้นทุนพลังงานลงได้ร้อยละ 5.13 จากเดิม

[3] (ศกุนี เครือวัลย์ 2548) การประหยัดพลังงานด้านเทคนิคการจัดการ (วิศวกรรมคุณค่า) กรณีศึกษาโรงงานอาหารและสิ่งทอโครงการศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า ไปประยุกต์ใช้กิจกรรมอนุรักษ์พลังงานภายในโรงงาน โดยเลือกโรงงานที่ไม่เข้าข่ายโรงงานควบคุมสองประเภทได้แก่โรงงานผลไม้อบแห้งและโรงงานสิ่งทอประเภทลูกไม้ทำการศึกษาร่วมกับทีมงานของแต่ละโรงงานเพื่อหามาตรการประหยัดพลังงานตามขั้นตอนของวิศวกรรมคุณค่ามีมาตรการที่เหมาะสมและดำเนินการได้ทันทีทั้งสิ้น 6 มาตรการสำหรับโรงงานผลไม้อบแห้งและ 3 มาตรการสำหรับโรงงานสิ่งทอประเภทลูกไม้ โรงงานผลไม้อบแห้งมีมาตรการทางไฟฟ้า 3 มาตรการ ได้แก่ 1.ลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องอัด อากาศลดลง 10oC 2.ลดความดันใช้งานของเครื่องอัดอากาศจากความดัน 8 bar เป็น 6 bar 3.จัดพนักงานให้เข้าทำงานในเครื่องจักรให้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้รวม 38,232 kWh ต่อปี หรือคิดเป็นค่าไฟฟ้า 107,050 บาทต่อปี ส่วนมาตรการทางความร้อนมีทั้งสิ้น 3 มาตรการ ได้แก่ 1.การลดปริมาณน้ำล้างจากการต้ม 2.การ Preheat น้ำป้อนหม้อต้ม 3.เพิ่มอุณหภูมิ น้ำ ป้อน Boiler ซึ่งสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงถ่านหินลงได้รวม 2656,613 kg ต่อปีหรือคิดเป็นมูลค่า ถ่านหิน 658,613 บาทต่อปี มาตรการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานสิ่งทอเป็นมาตรการทางไฟฟ้าทั้งหมด จำนวน 3 มาตรการ ได้แก่ 1.ลดภาระมอเตอร์ 2.การใช้แสงสว่างจากธรรมชาติแทนการใช้



พลังงานไฟฟ้า 3.การเพิ่ม Load Factor ของโรงงานซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้รวม 11,157 kWh ต่อปี สำหรับมาตรการการเพิ่ม Load Factor เป็นการลดค่าใช้จ่ายเท่านั้น ซึ่งคิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ลดลงทั้งสิ้น 343,203 บาทต่อปี

[4](วิบูลย์ เทเพนทร์ 2543) เครื่องอบแห้งข้าวโพดที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น เป็นแบบไหลหมุนเวียน มีความสามารถในการทำงานประมาณ 100 ตัน/วัน โดยลดความชื้นจาก 28 % - 30เหลือ 18 % ขนาดบรรจุข้าวโพดได้ถึงละประมาณ 13 ตัน จำนวน2 ถัง โดยแต่ละถังจะมีความจุในช่วงลดความชื้น 7.7 ตัน และในช่วงถึงพัก5.3 ตัน ใช้พัดลมแบบไหลตามแนวแกนติดชุดดักฝุ่นและชุดเก็บเสียงถึงละ2 ชุด ด้านล่างของถังอบมีชุดปรับอัตราการไหลของเมสส์พีชขณะลดความชื้น และเก็ยวลำเสียงเมสส์พีชออกจากถังอบชุดกำเนิดลมร้อนใช้ซึ่งข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงแบบให้ความร้อนทางอ้อม ผ่านชุดแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Shell and Tubes มีประสิทธิภาพเตาอบ28.1 % เมื่อใช้ซึ่งข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงและ 46.8 % เมื่อใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงใช้พื้นที่ ในการติดตั้ง 22.5x 22.5 ตร.ม. และมอเตอร์ไฟฟ้ารวม 70.35 กิโลวัตต์ผลการทดสอบการลดความชื้นข้าวโพดจาก 24.0 %เหลือ 15.6 % ได้ภายใน 5.7 ชม. ซึ่งรวมระยะเวลาในการบรรจุและถ่ายเมสส์ข้าวโพดออกจากถังจำนวน2.7 ชม. มีอัตราการลดความชื้นเฉลี่ย 2.8 % ต่อชั่วโมง อัตราการระเหยน้ำ 982 กก./ชม. ใช้พลังงานไฟฟ้า0.694 กิโลวัตต์/ตันต่อความชื้นที่ ลดลง 1 % ประสิทธิภาพการใช้ความร้อนทั้งหมด 25.6 % และใช้ซึ่งข้าวโพด 613 กก./ชม. คิดเป็นค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงและพลังงานไฟฟ้ารวม 4.18 บาท/ตันต่อความชื้นที่ ลดลง1%

### ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่นำมาในการศึกษา เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลมาจาก สถานประกอบการ กรณีศึกษา ไชโยอบไล่ความชื้น เมสส์ข้าวโพด โดยมีรายละเอียดการรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

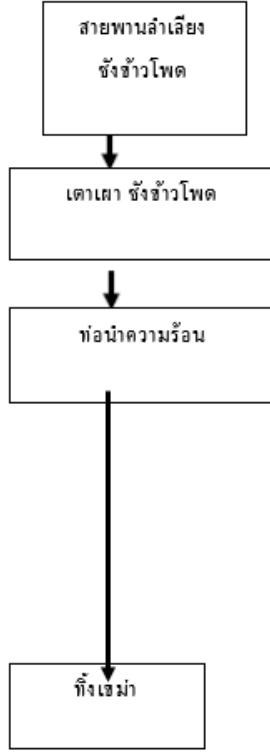
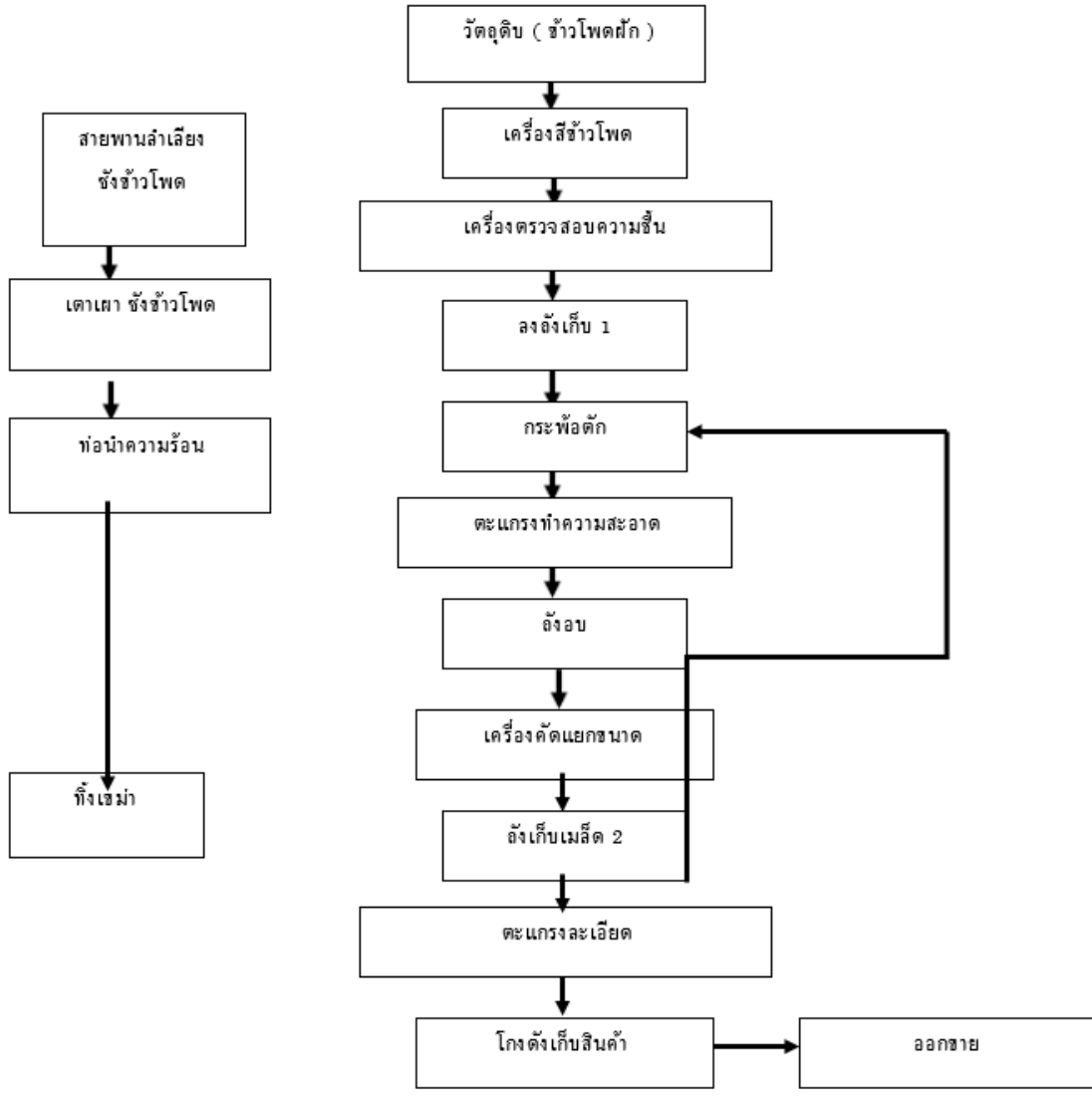
#### 1. ปฐมภูมิ

การเก็บข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการ ไชโยอบข้าวโพด มีดังต่อไปนี้ การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของ ไชโยอบข้าวโพดตัวอย่าง การใช้พลังงานไฟฟ้า และ การใช้พลังงานความร้อน

#### 2. ทุตยภูมิ

การใช้พลังงานไฟฟ้า ในการวิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จะนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ สถานประกอบการ ทั้งที่เป็นเอกสารและที่วัดได้จากการตรวจสอบ มาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในแต่ละระบบโดย จะคำนวณออกมาในรูปของค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงต่อเดือน ระยะเวลาในการคืนทุนของแต่ละแนวทางที่น่าเสนอ โดยข้อมูลที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ในการอบข้าวโพดเพื่อไล่ความชื้นในเมสส์ออกนั้น จะทำการอบ 2-3 ครั้งเป็นมาตรฐานเพื่อค่อยๆไล่ความชื้นออก เข้า-ออก เวียน 24 ชั่วโมง จากค่าความชื้นที่ 30 - 40 % ให้เหลือความชื้นที่ 10 - 15 %





### ตารางที่ 1 แสดงอุปกรณ์ในกระบวนการอบเมล็ดข้าวโพด

อุปกรณ์ในกระบวนการอบเมล็ดข้าวโพด			
ลำดับ	อุปกรณ์ในกระบวนการ	พลังงานที่ใช้	อุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน
1	ขนวัดฤดูดิบ	แรงงานคน / รถตัก	
2	เครื่องสี ตีซังข้าวโพด	พลังงานไฟฟ้า	มอเตอร์ขนาด 15 hp 4 ตัว
3	เครื่องตรวจสอบความชื้น	พลังงานไฟฟ้า	เครื่องวัดความชื้น
4	ลงถังเก็บ 1	แรงงานคน / รถตัก	
5	กระพ้อตัก	พลังงานไฟฟ้า	มอเตอร์ขนาด 10 hp 2 ตัว
6	ตะแกรงทำความสะอาด + พัดลมเป่าฝุ่น	พลังงานไฟฟ้า	มอเตอร์ขนาด 3 hp 1 ตัว มอเตอร์ขนาด 5 hp 1 ตัว
7	สายพานลำเลียงเข้าถัง	พลังงานไฟฟ้า	มอเตอร์ขนาด 7.5 hp 1 ตัว
8	ถังอบ พัดลมดูดลมร้อน + ชุดโรตารี	พลังงานไฟฟ้า / พลังงานความร้อน	มอเตอร์ขนาด 20 hp 6 ตัว มอเตอร์ขนาด 5 hp 2 ตัว
9	เครื่องคัดแยกขนาด	พลังงานไฟฟ้า	มอเตอร์ขนาด 5 hp 2 ตัว
10	ถังเก็บเมล็ด 2	พลังงานไฟฟ้า	มอเตอร์ขนาด 3 hp 1 ตัว
11	ตรวจสอบความชื้น เมล็ดข้าวโพด	พลังงานไฟฟ้า	เครื่องวัดความชื้น
12	สายพานลำเลียง ซังข้าวโพด	พลังงานไฟฟ้า	มอเตอร์ขนาด 5 hp 1 ตัว
13	เตาเผา ซังข้าวโพด	พลังงานความร้อน	เตาเผา + ซังข้าวโพด
14	พัดลมดูดทั้งเขม่า	พลังงานไฟฟ้า	มอเตอร์ขนาด 3 hp 1 ตัว
15	พัดลมช่วยในการเผาไหม้	พลังงานไฟฟ้า	มอเตอร์ขนาด 15 hp 1 ตัว
16	พัดลมทำความสะอาด	พลังงานไฟฟ้า	มอเตอร์ขนาด 3 hp 1 ตัว
17	เครื่องปล่อยเมล็ด	พลังงานไฟฟ้า	มอเตอร์ขนาด 2 hp 1 ตัว

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านระบบพลังงานความร้อนจากการสำรวจและรวบรวมข้อมูล พบว่าระบบความร้อนในกระบวนการ เกิดจากเตาเผา ซังข้าวโพด ส่งผลให้ได้ ไอร้อน จากการเผาไหม้ส่งผ่านท่อเหล็กเปลือย จำนวน 32 ท่อ และให้พัดลมดูดอากาศร้อน ผ่านเข้าไปในถังอบ ใช้อุณหภูมิภายในระบบที่ 60-80 องศาเซลเซียส ปัญหาที่พบคือ เตาเผาใช้เวลาในการเผา นานเกินไปกว่าจะได้อุณหภูมิที่ต้องการ และอุณหภูมิที่ได้ไม่คงที่ มีการสูญเสียความร้อนโดยเปล่าประโยชน์ ไม่มีการทำความสะอาดเอาขี้เถ้าและขี้เขม่าออก ส่งผลให้พื้นที่ในการเผาไหม้ลดลง

#### การวิเคราะห์ข้อมูลด้านระบบพลังงานไฟฟ้า

จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูล พบว่าอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในกระบวนการผลิต มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงมาก และอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละงานอาจมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น กับงานที่ต้องการใช้จริง และสถานที่ในการปฏิบัติงานขาดการดูแล ทำความสะอาดทำให้มีเศษฝุ่นและเศษซังข้าวโพดที่แตก เข้าไปเกาะติดในอุปกรณ์ ในกระบวนการผลิต และส่วนที่ต้องระบายอากาศและความร้อน อาจทำให้อุปกรณ์และเครื่องจักรในจุดนั้น ต้องใช้พลังงานมากกว่าปกติและอาจเกิดความเสียหายของอุปกรณ์ได้



### การวิเคราะห์ข้อมูลโดยรวม

จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูล พบว่าได้ว่า มีการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์อยู่มาก และสถานประกอบการขาดการดูแล ในสถานที่ปฏิบัติงาน และการบำรุงรักษา อุปกรณ์ เครื่องจักร ทำให้สูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ ทำให้อุปกรณ์ เกิดการชำรุดได้ง่าย และ อาจเป็นอันตรายต่อ ผู้ปฏิบัติงานจากการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้สามารถนำมาจัดทำมาตรการแก้ไขได้

- 1) มาตรการปรับปรุงระบบให้พลังงานความร้อน
- 2) มาตรการลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์ในกระบวนการผลิต
- 3) มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

### 3.ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

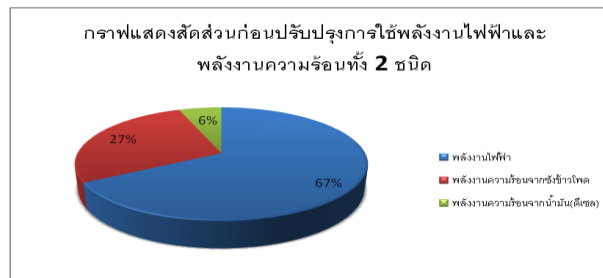
#### การแบ่งชนิดของพลังงาน

ประเภทของพลังงานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1 พลังงานไฟฟ้า

2 พลังงานความร้อน

- เชื้อเพลิงซังข้าวโพด
- เชื้อเพลิงจากน้ำมัน ดีเซล



ภาพที่1 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงาน

### 4.การจัดทำมาตรการจัดการพลังงาน

#### มาตรการที่ 1 มาตรการติดตั้งกล่องควบคุมชุดชอร์ฟสตาร์ท

การติดตั้งชุดกล่องควบคุมชอร์ฟสตาร์ท สามารถลดแรงดันและอัตราความต้องการพลังงานสูงสุด ของการสตาร์ทมอเตอร์ ทำให้กระแสไฟฟ้าในการสตาร์ทมอเตอร์ไม่กระชากต่างกันมาก ทำให้การสตาร์ทมอเตอร์มีค่าความต้องการพลังงานไม่สูงมากและแรงดันไฟฟ้าลดลง



ภาพที่2 ติดตั้งชุดชอร์ฟสตาร์ทผลการประหยัด





	(PF1)	0.59	
ค่ากำลังงานปรากฏก่อนปรับปรุง	(S1)	314	kVA
ค่า กำลังงานรีแอกทีฟก่อนปรับปรุง	(Q1)	254	kVAR
กระแสไฟฟ้าก่อนปรับปรุง	(I1)	453	A
ค่า กำลังงานจริง ก่อนปรับปรุง	(P1)	184	kW
ค่ากำลังงานปรากฏหลังปรับปรุง	(S2)	186	kVA
ค่า กำลังงานรีแอกทีฟหลังปรับปรุง	(Q2)	136	kVAR
กระแสไฟฟ้าหลังปรับปรุง	(I2)	269	A
ค่า กำลังงานจริง หลังปรับปรุง	(P2)	127	kW
ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง		57	kW
อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย		3.02	บาทต่อหน่วย
<p>ค่าใช้จ่ายปรับปรุง = ค่าชุดอุปกรณ์( ซอฟสตาร์ท,คาปาซิเตอร์,อื่น ๆ ) + ค่าติดตั้ง                      = 340,000 บาท</p> <p>ประหยัดค่า ไฟฟ้า = (ค่าพลังงานที่ลดลง ) x อัตราค่าไฟฟ้า x เวลาทำงาน                      = (57 x 3.02) x (8 x 26) = 35,805.12 บาท / เดือน = 429,661.44 บาท/ปี</p>			

มาตรการที่ 2 มาตรการลดการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงดีเซล

กองข้าวโพด      รถดัก      เครื่องสีข้าวโพด

แบบเดิม : ใช้รถดักในการขนย้าย  
ฝักข้าวโพดเข้าเครื่องสี

แบบปรับปรุง : ใช้เทเลอร์ดัมในการขนย้ายฝักข้าวโพดเข้าเครื่องสี

รถบรรทุกข้าวโพด(ฝัก)      ขูดดัมพ์ยก      กระบะต่ำเลี้ยง      สายพาน1      สายพาน2      เครื่องสีข้าวโพด      ข้าวโพด(เมล็ด)

ภาพที่3 ขั้นตอนการส่งข้าวโพดลงเครื่องสีก่อนและหลังปรับปรุง





จากการเปลี่ยนเทรลเลอร์ดีมพ์ สามารถลด การใช้น้ำมันลงได้ 266.4 ลิตรต่อเดือน และสามารถช่วงเวลาในกระบวนการสีข้าวโพดลงได้จาก 15 นาทีต่อรอบ เหลือ 10 นาทีต่อรอบ

ภาพที่4 เปลี่ยนจากการใช้รถตักมาเป็นเทรลเลอร์ดีมพ์



ภาพที่5 แสดงการทำงานหลังปรับปรุง

ผลการประหยัด

ตารางที่2 พลังงานที่ใช้ก่อนปรับปรุง

รถตัก	96.192	kWh/วัน
เครื่องสีข้าวโพด	30.76	kWh/วัน
รวม	126.952	kWh/วัน

ตารางที่3 พลังงานที่ใช้หลังปรับปรุง

เครื่องสีข้าวโพด	30.76	kWh/วัน
ชุดดีมพ์	7.689	kWh/วัน
ถังกักข้าวโพด	3.076	kWh/วัน
สายพานลำเลียง	2.051	kWh/วัน
รวม	43.576	kWh/วัน



ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ทางการเงินของการปรับการใช้พลังงานความร้อน

การวิเคราะห์ทางการเงิน	
เครื่องจักร	เทอร์เลอร์ตีพิมพ์ ถังกัก ชุดสายพาน1 ชุดสายพานลำเลียง (สายพานลำเลียงเข้าเครื่องสีข้าวโพด)
ค่าอุปกรณ์+ค่าติดตั้ง	647,000 บาท
ทดแทนการใช้พลังงาน	ลดการใช้น้ำมัน 266.4 ลิตร/เดือน หรือ 3,196.8 ลิตร/ปี (เชื้อเพลิง ดีเซล ลิตรละ 30.09 บาท) คิดเป็นเงิน 30.09 x 3,196.8 = 96,191.712 บาท/ปี
ระยะเวลาในการคืนทุน	647,000 บาท / 96,191.712 บาท/ปี = 6.72 ปี

มาตรการที่ 3 เปลี่ยนเชื้อเพลิงจากซังข้าวโพดเป็นถ่านซังข้าวโพด



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากซังข้าวโพดเป็นถ่านซังข้าวโพด

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของเชื้อเพลิง

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเชื้อเพลิง		
ชนิดเชื้อเพลิง	ซังข้าวโพด	ถ่านซังข้าวโพด
ความร้อนจำเพาะ	10.963 MJ/kg	15.580 MJ/kg
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ย	12 ตัน/รอบ	8 ตัน/รอบ
ระยะเวลาอุ่นเตาอบเมล็ดข้าวโพด	180 นาที	30 นาที

ตารางที่ 6 แสดงค่าพลังงานขณะเปิดเตาไฮโลเพื่ออุ่นเตา

เครื่องจักร	ความต้องการพลังงานไฟฟ้า	พลังงานไฟฟ้า (HP)
ตะแกรงทำความสะอาด + พัดลมเป่าฝุ่น	มอเตอร์ขนาด 5 hp 1 ตัว มอเตอร์ขนาด 10 hp 1 ตัว	15
ถังอบ + พัดลมดูดลมร้อน + ชุดโรตารี	มอเตอร์ขนาด 20 hp 6 ตัว มอเตอร์ขนาด 5 hp 2 ตัว	130
พัดลมเป่าแรงไฟ	มอเตอร์ขนาด 2 hp 2 ตัว	4
สายพานลำเลียง ซังข้าวโพด	มอเตอร์ขนาด 5 hp 1 ตัว	5
ทิ้งเขม่า	มอเตอร์ขนาด 3 hp 1 ตัว	3
รวม		157



ก่อนปรับปรุง ใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงใช้เวลาในการอุ่นเตา 3 ชั่วโมง  
 ค่าพลังงานไฟฟ้า = (พลังงานที่ใช้ทั้งหมด x เวลาที่ใช้งาน) x ค่าบริการไฟฟ้าต่อหน่วย  
 = (157x0.746 x 3) x 3.02 = 1,061.13บาท/รอบ

อบข้าวโพดเฉลี่ย 7 รอบต่อเดือน  
 = 1,061.13 x 7 = 7,427.91บาท/เดือน =89,134.92บาท/ปี

หลังปรับปรุง ใช้ถ่านซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงเวลาในการอุ่นเตา 30 นาที  
 ค่าพลังงานไฟฟ้า = (พลังงานที่ใช้ทั้งหมด x เวลาที่ใช้งาน) x ค่าบริการไฟฟ้าต่อหน่วย  
 = (157x0.746 x (1/60 x 30)) x 3.02 = 176.85 บาท/รอบ

อบข้าวโพดเฉลี่ย 7 รอบต่อเดือน  
 = 176.85 x 7 = 1,237.95บาท/เดือน=14,855.4 บาท/ปี

ประหยัดได้ = 89,134.92- 14,855.4= 74,279.52 บาท/ปี

ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า = (89,134.92- 14,855.4)/ 89,134.92= 83.33%

#### การวิเคราะห์ทางการเงิน

ราคาซังข้าวโพด ต้นละ 1,500 – 2,000 บาท (ราคาขายทั่วไป)

ราคาการตัดแปลงเครื่องอัดถ่านแท่งจากเครื่องอัดบล็อกเก่า

ราคา เครื่องละ 33,000 บาท

ประหยัดปริมาณการใช้ซังข้าวโพด 4 ตัน/รอบ

เฉลี่ยรอบในการข้าวโพด 7 รอบ/เดือน

ระยะเวลาคืนทุน = ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น / ค่าพลังงานที่ประหยัดได้

= 33,000 บาท / [(4 ตัน x 7 รอบการอบ/เดือน) x ราคาซังข้าวโพด)

= 33,000 บาท / [(4ตัน x 7 รอบ/เดือน) x 1,500 บาท/ตัน)

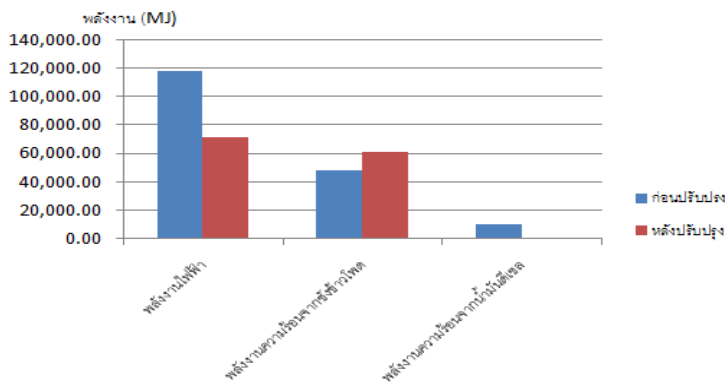
= 33,000 บาท / 42,000บาท/เดือน

= 0.786 เดือน หรือ ประมาณ 24 วัน

#### 4.7 สรุปการใช้พลังงาน

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบการปรับปรุงการใช้พลังงาน

ค่าพลังงาน (MJ)	พลังงานไฟฟ้า	พลังงานความร้อนจากซังข้าวโพด	พลังงานความร้อนจากน้ำมันดีเซล
ก่อนปรับปรุง	117,344.33 MJ	48,423.27 MJ	9,919.38 MJ
%	66.80	27.56	5.64
หลังปรับปรุง	71,141.34 MJ	61,239 MJ	218.49 MJ
%	53.6	46	0.3



ภาพที่ 7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการปรับปรุงการใช้พลังงาน

### 5.1 สรุปผลการใช้พลังงาน

มาตรการที่ 1	ติดตั้งกล่องควบคุมชุดซอร์ฟสตาร์ท	429,661.44	บาท/ปี
มาตรการที่ 2	ลดการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงดีเซล	96,191.71	บาท/ปี
มาตรการที่ 3	เปลี่ยนเชื้อเพลิงจากซังข้าวโพดเป็นถ่านซังข้าวโพด	74,279.52	บาท/ปี
	รวมผลประหยัดพลังงาน	600,132.67	บาท/ปี

#### บรรณานุกรม

- อนุชิต เษขิญสุขชนะโชค.2550.การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมรองเท้า กรณีศึกษา บริษัท เจเอเอฟ ฟุตแวร์ จำกัด ชุดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
- สุธีเหลือรัตน์เจริญ .2552 . การลดต้นทุนพลังงานในกระบวนการผลิตของโรงงานประเภทการฉีดขึ้นรูป มาตรการการลดการใช้พลังงานจากเตาอุณหประจำเครื่อง
- ศกุนี เครือวัลย์ .2548.การจัดการพลังงานด้วยเทคนิคการจัดการ กรณีศึกษาโรงงานอาหารและสิ่งทอ
- วิบูลย์ เทพนนท์. 2543.วิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งและวิธีการลดความชื้นข้าวโพดที่เหมาะสมในทาง ปฏิบัติ, วิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว
- ศุภชัย ปัญญาวีร์.2549. การลดต้นทุนผลิตด้านพลังงาน , สำนักพิมพ์ สสวท.(สมาคมเทคโนโลยี ไทย- ญี่ปุ่น) กรุงเทพฯ พิมพ์ครั้งที่ 1
- วัชร มั่งวิทิตกุล.2544.กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงาน อุตสาหกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ