

การศึกษาวเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก



ปริญญานิพนธ์
ของ
ศุภฤกษ์ คงประดิษฐ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

ตุลาคม 2557

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก



ปริญญานิพนธ์
ของ
ศุภฤกษ์ คงประดิษฐ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

ตุลาคม 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก



บทคัดย่อ
ของ
ศุภฤกษ์ คงประดิษฐ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

ตุลาคม 2557

ศุภฤกษ์ คงประดิษฐ์. (2557). การศึกษาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานผล

ปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก. ปริญญาโท วิศวกรรม. (การจัดการทางวิศวกรรม). กรุงเทพฯ:

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม:

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ, อาจารย์ ดร.ธนธิป สุ่มอ้อม

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและการศึกษาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก. มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสมการถดถอยเชิงเส้นแบบง่ายหรือแบบพหุของการใช้พลังงานและปริมาณการผลิตของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็กและเพื่อวิเคราะห์วัดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปี และการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน จากโรงงาน 3 โรงงาน ประกอบด้วย โรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ โรงงานที่ 2 บริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน) โรงงานพุกสร้าง และโรงงานที่ 3 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานตาคลี ผลของการศึกษาวิจัยพบว่า การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปีมีค่าดัชนีวัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันแสดงถึงความ เสถียรภาพของการใช้พลังงานตรงตามวัตถุประสงค์และประโยชน์ของงานวิจัย และการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานจากการประยุกต์ใช้กราฟ CUSUM ซึ่งเป็นเครื่องมือทางด้าน SPC (Statistical Process Control) โรงงานที่ 2 มีพฤติกรรมการใช้พลังงานที่ดี จึงเป็นตัวอย่าง เหมาะสมที่จะนำพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า ไปเป็นแบบอย่างในการอนุรักษ์พลังงาน พร้อมทั้งดำเนินการจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในปีต่อไป

คำสำคัญ: ปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก วิเคราะห์ประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

AN ANALYSIS ENERGY EFFICIENCY IN SMALL CEMENT PLANTS

AN ABSTRACT
BY
SUPAROEG KONGPADIT



Present in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Science Degree in Engineering Management
At Srinakharinwirot University

October 2014

Suparoeg Kongpadit. (2014). *An Analysis Energy Efficiency In Small Cement Plants*.

Master Thesis M.Eng. (Engineering Management). Bangkok: Graduate School,
Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Dr. Pathomthat
Chiradeja.

This research is to study and analyze the efficiency of small cement plants. The objective is to find a simple linear regression equation or model pluralism of energy and production to analyze the performance of energy in a small cement plant. The analysis compares annual energy and analyze the capacity for energy conservation from 3 cement plant. 1. Jalaprathan cement Public Company Limited. Cha-am Plant. 2. Asia cement Public Company Limited. Pukrang plant. 3. Jalaprathan cement Public Company Limited. Takli plant. The results from the analysis compares annual energy use with the index measuring the energy efficiency of cement plants haveing similar values. Shows the stability of energy to meet the objectives and benefits of the research and analysis of energy conservation capacity from the application of CUSUM chart, a tool of SPC. (Statistical Process Control) Plant 2 has the best energy practices appropriate to the behavior of electric power for energy conservation, and the preparation of energy efficiency measures for the future.

Keyword: Small Cement Plants Analysis Efficiency Energy Efficiency

วิทยานิพนธ์
เรื่อง
การศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก
ของ
ศุภฤกษ์ คงประดิษฐ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ เดือน พ.ศ. 2557

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน

()

()

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ

()

()

..... กรรมการ

()

..... กรรมการ

()

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถช่วยเหลือ และความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดจนการให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการปรับแก้ไขข้อบกพร่อง จากคณะกรรมการผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ ที่ได้ให้ความเมตตากรุณาเป็นที่ปรึกษาและให้ความช่วยเหลือชี้แนะแนวทางในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและการทำปริญญานิพนธ์นี้ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์และกรรมการบริหารหลักสูตรสาขาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน ที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทความรู้ต่างๆ ให้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อน ๆ สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม รวมถึงบุคคลอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอโน้มรำลึกถึงคุณของบิดามารดาและครูอาจารย์ ที่อบรมสั่งสอนให้ความรู้เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

ศุภฤกษ์ คงประดิษฐ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	3
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
กฎหมายเกี่ยวกับการจัดการพลังงาน	4
มาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน	9
ความเป็นมาของระบบการจัดการพลังงานในประเทศไทย	15
แนวทางในการจัดการพลังงาน	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
3 วิธีดำเนินการวิจัย	35
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	35
การวัดผลและเก็บข้อมูล	36
การวิเคราะห์และตีความข้อมูลการใช้พลังงาน	37
4 ผลการดำเนินงานวิจัย	39
โรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ	39
โรงงานที่ 2 บริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน) โรงงานพุทรา	45
โรงงานที่ 3 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงาน ตาคลี	53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	61
สังเขปจุดมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย.....	61
สรุปผลการวิจัย.....	61
ข้อเสนอแนะ.....	65
บรรณานุกรม.....	66
ภาคผนวก.....	68
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	81



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ข้อมูลปริมาณผลผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือน ของโรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ.....	38
2 สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายของข้อมูลทั้งปี 2554-2555 ของโรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ.....	41
3 ข้อมูลปริมาณผลผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือน ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุก่าง.....	45
4 สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายของข้อมูลทั้งปี 2554-2555 ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุก่าง.....	48
5 ข้อมูลปริมาณผลผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือน ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี.....	53
6 สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายของข้อมูลทั้งปี 2554-2555 ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี.....	56

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ขั้นตอนการอนุรักษ์พลังงานตามข้อกำหนดในกฎหมาย.....	7
2 ขั้นตอนการจัดการพลังงาน.....	10
3 แผนภูมิการผลิตปูนซีเมนต์แบบแห้งและแบบเปียก.....	23
4 รูปภาพแสดงถึงหม้ออบวัตถุดิบ (Raw Mill)	24
5 รูปภาพแสดงถึงห่ออุ่น (Pre-heater) ,เตาเผา (Kiln) และห้องทำความเย็น (Clinker Cooler)	24
6 แผนผังการบวนการผลิตปูนซีเมนต์แบบแห้ง.....	25
7 ขั้นตอนการจัดการพลังงาน.....	28
8 ตัวอย่างการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้นของโรงงานตัวอย่าง.....	29
9 วัฏจักรการทำการระบบการตรวจติดตามและกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงาน M&T.....	35
10 ความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้า กับปริมาณผลผลิต แบบแยกรายปีของ โรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ.....	39
11 Scatter plot และ linear trend line แบบแยกรายปีของข้อมูลการใช้พลังงาน และการผลิตในปี 2554 และ 2555 ของโรงงานที่ 1 โรงงาน ชะอำ.....	40
12 Scatter plot และ linear trend line ของข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิต ในปี 2554 รวมกับ 2555 ของโรงงานที่ 1 โรงงาน ชะอำ.....	41
13 กราฟ Difference และ CUSUM ของข้อมูลปี 2554 รวมกับ 2555 ของโรงงานที่ 1 โรงงานชะอำ.....	42
14 Scatter plot และ linear trend line ของข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิตใน 6 เดือนที่มีการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดี ของโรงงานที่ 1 โรงงานชะอำ.....	43
15 กราฟ Difference และ CUSUM ของข้อมูลปี 2554 รวมกับ 2555 ที่ใช้ข้อมูลฐาน อ้างอิง 6 เดือนที่มีการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดี ของโรงงานที่ 1 โรงงานชะอำ.....	44
16 ความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้า กับปริมาณผลผลิต แบบแยกรายปีของ โรงงานพุทรา.....	46
17 Scatter plot และ linear trend line แบบแยกรายปีของข้อมูลการใช้พลังงาน และการผลิตในปี 2554 และ 2555 ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุทรา.....	47
18 Scatter plot และ linear trend line ของข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิต ในปี 2554 รวมกับ 2555 ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุทรา.....	49

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
19 กราฟ Difference และ CUSUM ของข้อมูลปี 2554 รวมกับ 2555 ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกสร้าง.....	50
20 Scatter plot และ linear trend line ของข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิตใน 6 เดือนที่มีการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดี ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกสร้าง.....	51
21 กราฟ Difference และ CUSUM ของข้อมูลปี 2554 รวมกับ 2555 ที่ใช้ข้อมูลฐาน อ้างอิง 6 เดือนที่มีการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดี ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกสร้าง.....	52
22 ความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้า กับปริมาณผลผลิต แบบแยกรายปีของ โรงงานที่ 3 โรงงานตากลิ.....	54
23 Scatter plot และ linear trend line แบบแยกรายปีของข้อมูลการใช้พลังงาน และการผลิตในปี 2554 และ 2555 ของโรงงานที่ 3 โรงงานตากลิ.....	55
24 Scatter plot และ linear trend line ของข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิต ในปี 2554 รวมกับ 2555 ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตากลิ.....	57
25 กราฟ Difference และ CUSUM ของข้อมูลปี 2554 รวมกับ 2555 ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ชลประทานซีเมนต์ ตากลิ.....	58
26 Scatter plot และ linear trend line ของข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิตใน 6 เดือนที่มีการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดี ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตากลิ.....	59
27 กราฟ Difference และ CUSUM ของข้อมูลปี 2554 รวมกับ 2555 ที่ใช้ข้อมูลฐาน อ้างอิง 6 เดือนที่มีการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดี ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตากลิ.....	60

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์เป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมากมีการจ้างงานสูงเป็นลำดับที่ 7 ในอุตสาหกรรมการผลิตคือประมาณ 116,414 คน (ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ ปี 2554) เนื่องจากปูนซีเมนต์เป็นวัสดุก่อสร้างที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวางโดยเป็นปัจจัยการผลิตหลักของงานก่อสร้างที่เกี่ยวกับโครงสร้างการบริการพื้นฐานและธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ในประเทศประกอบกับในปัจจุบันราคาไม่สูงขึ้นมากและมีปริมาณจำกัดผู้ประกอบการจึงหันมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ทดแทนไม่โดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัตถุดิบมากขึ้นอีกทั้งการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยและประเทศในภูมิภาคอาเซียนมีแนวโน้มขยายตัวอย่างต่อเนื่องจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์

อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ถือกำเนิดขึ้นในประเทศไทยมาเกือบ 100 ปีแล้วโดยบริษัทปูนซีเมนต์ที่เริ่มดำเนินการแห่งแรกคือบริษัทปูนซีเมนต์ไทยจำกัดเริ่มก่อตั้งในปี 2456 ด้วยเงินทุน 1,000,000 บาท มีกำลังผลิต 24,000 ตันและเริ่มผลิตในปี 2458 ณ โรงงานบางซื่อโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้เป็นอุตสาหกรรมของคนไทยและทดแทนการนำเข้าต่อมาได้มีบริษัทปูนซีเมนต์เปิดดำเนินการขึ้นอีกในปี 2501 ได้แก่บริษัทชลประทานซีเมนต์จำกัดและบริษัทปูนซีเมนต์นครหลวงจำกัดในปี 2515ปัจจุบันมีผู้ผลิตรวม 8 ราย 14 โรงงานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในประเทศไทยมีจุดเด่นในด้านความพร้อมของวัตถุดิบที่มีอยู่จำนวนมากในประเทศเป็นอุตสาหกรรมที่เน้นการลงทุนมากโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จะต้องใช้เงินลงทุนไม่ต่ำกว่า 10,000 ล้านบาทการก่อตั้งโรงงานต้องพึ่งพาเทคโนโลยีและเครื่องจักรในการผลิตที่ทันสมัยจึงมีผู้ประกอบการน้อยรายและเป็นรายใหญ่การเข้ามาของรายใหม่ค่อนข้างยากแต่การแข่งขันสูงเพราะสินค้ามีความแตกต่างน้อยจึงเน้นแข่งขันในเรื่องราคาและบริการเป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการแข่งขันในตลาดโลกสามารถนำรายได้เข้าประเทศถึงปีละประมาณ 600 – 700 ล้านเหรียญสหรัฐหรือประมาณ 20,000 ล้านบาท/ปี

สำหรับโรงงานที่เข้าทำการศึกษาวิจัย คือ บริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน) เป็น 1 ใน 6 บริษัทที่ผลิตปูนซีเมนต์ในประเทศไทยซึ่งได้ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงานเพื่อช่วยลดวิกฤตพลังงานของโลก อีกทั้งยังเป็นโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ที่เข้าข่ายโรงงานควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 จึงได้จัดทำระบบการจัดการพลังงานขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 เป็นต้นมา โดยแหล่งพลังงานหลักในกระบวนการผลิตของบริษัท คือ พลังงานไฟฟ้า บริษัทจึงได้ปรับปรุงแก้ไขสภาพของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในโรงงาน คือ การทำความสะอาดหลอดไฟ การเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟเป็นหลอดตะเกียบและหลอดผอมบาง การติดตั้งวงจรการ

ควบคุมการเปิด-ปิดไฟในพื้นที่ต่างๆ และการกำหนดระยะเวลาเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ซึ่งจากการดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ที่ผ่านมา พบว่า สามารถลดต้นทุนการผลิตด้านค่าไฟฟ้าได้เพียงเล็กน้อย และยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่บริษัทกำหนดไว้

ซึ่งผู้วิจัย สนใจที่จะศึกษาถึงประสิทธิภาพในการจัดการด้านพลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก โดยการตรวจติดตามและวิเคราะห์จากข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณการผลิต ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ที่ปรึกษาตรวจสอบโรงงานและผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในโรงงานให้มีความเข้าใจพฤติกรรมการใช้พลังงานของโรงงานควบคุมแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรม และใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการพลังงานให้มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาสมการถดถอยเชิงเส้นแบบง่ายหรือแบบพหุของการใช้พลังงานและปริมาณการผลิตของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก
2. เพื่อวิเคราะห์วัดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเป็นข้อมูลทุติยภูมิ โดยเป็นข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจาก โรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก ในปี 2554-2555 จำนวน 3 โรงงานได้แก่

1. บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ
2. บริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน) โรงงานพุทรา
3. บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานตาคลี

ผู้ทำการวิจัยได้คัดเลือก 3 โรงงาน เนื่องจากเป็นบริษัท ปูนซีเมนต์ขนาดเล็กซึ่งยังไม่ได้มีการจัดการพลังงานอย่างเป็นรูปแบบ และยังมีความต้องการที่จะพัฒนาระบบการจัดการพลังงานให้ดียิ่งขึ้น

ซึ่งทำการศึกษาโดยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Microsoft excel ดังนี้

1. วิเคราะห์และเปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปี โดยการสร้างแผนภาพกระจาย (scatter diagram) ของข้อมูลปริมาณผลผลิตและพลังงานที่ใช้ทั้ง 24 เดือน และรายปี พร้อมกับการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) แบบเชิงเส้นอย่างง่าย

2. วิเคราะห์พฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลด้วยกราฟ CUSUM โดยใช้ข้อมูลทั้ง 24 เดือน เป็นข้อมูลอ้างอิง

ในที่นี้เป็นการประยุกต์ใช้กราฟ CUSUM ซึ่งเป็นเครื่องมือทางด้าน SPC (Statistical Process Control) ที่ใช้ในกระบวนการผลิตมาใช้ในการงานด้านการจัดการพลังงาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่าง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนการจัดการทางด้านพลังงานได้
2. ทราบสมการความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานกับปริมาณการผลิตของโรงงานตัวอย่าง
3. ทราบดัชนีวัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่าง
4. ได้แนวทางการตรวจติดตามและการกำหนดเป้าหมาย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่าง
5. สามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับโรงงานในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกันตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 กฎหมายเกี่ยวกับการจัดการพลังงาน
- 2.2 มาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน
- 2.3 ความเป็นมาของระบบการจัดการพลังงานในประเทศไทย
- 2.4 ข้อมูลทั่วไปอุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กฎหมายเกี่ยวกับการจัดการพลังงาน

เมื่อปี พ.ศ. 2535 ได้เกิดวิกฤตการณ์สงครามอ่าวเปอร์เซียขึ้น ส่งผลให้ทั่วโลกเกิดปัญหาด้านพลังงาน โดยรัฐบาลสมัยนั้น (นายอานันท์ ปันยารชุน) ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการใช้พลังงานเช่นกัน จึงได้ออกพระราชบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานฉบับแรกขึ้น คือ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และได้ออกพระกฤษฎีกาและกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานตามมาอีก (สมโชค บุญชัยศรี. 2546: 1-2) ดังนี้

พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 และกฎกระทรวงว่าด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม
กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2538) ว่า ด้วยกำหนดแบบและระยะเวลาส่งข้อมูลเกี่ยวกับ การใช้พลังงาน และการอนุรักษ์พลังงานและกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานและการติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน

กฎกระทรวง ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2538) ว่า ด้วยกำหนดหลักเกณฑ์วิธีการ และระยะเวลาให้เจ้าของอาคารควบคุมจัดทำส่งเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุมและตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผน อนุรักษ์พลังงาน

พระราชกฤษฎีกากำหนดโรงงานควบคุม พ.ศ. 2540 และกฎกระทรวง ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2540) ว่าด้วยกำหนดแบบและระยะเวลาการส่งข้อมูลเกี่ยวกับการผลิต การใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงานและกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน และการติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงาน และการอนุรักษ์พลังงาน

กฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) ว่าด้วยกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการและระยะเวลาให้เจ้าของโรงงานควบคุมกำหนดและส่งเป้าหมาย และแผนอนุรักษ์พลังงานของโรงงานควบคุม และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมาย และแผนอนุรักษ์พลังงาน

2.1.1 ผู้ที่ต้องปฏิบัติตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน

สมโชค บุญชัยศรี (2546: 3-5) ได้สรุปเกี่ยวกับการดำเนินการตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานไว้ว่า ผู้ที่อยู่ภายใต้กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานจะถูกเรียกว่า “อาคารควบคุม” หรือ “โรงงานควบคุม” แล้วแต่กรณี โดยเน้นไปที่อาคารและโรงงานที่มีการใช้พลังงานในปริมาณที่มาก ซึ่งอาคารหรือโรงงานที่จะเข้าข่ายเป็นอาคารควบคุมหรือโรงงานควบคุมนั้นจะต้องมีลักษณะ การใช้พลังงานอย่างหนึ่งอย่างใดต่อไปนี้

อาคารหรือโรงงานหลังเดียวหรือหลายหลังภายใต้เลขที่บ้านเดียวกัน ได้รับอนุมัติจาก ผู้จำหน่ายไฟฟ้าให้ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ (KW) ขึ้นไป หรือติดตั้งหม้อแปลงเครื่องเดียวหรือหลายเครื่องรวมกันมีขนาดตั้งแต่ 1,175 กิโลโวลต์แอมป์ (KVA) ขึ้นไป หรือมีการใช้พลังงานไฟฟ้า (3.6 MJ/KW-h) ความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสันเปลี่ยนอย่างใดอย่างหนึ่ง (ตั้งแต่ 1 ม.ค.- 31 ธ.ค. ของทุกปี) รวมแล้วมีค่าตั้งแต่ 20 ล้านเมกะจูล ขึ้นไป

2.1.2 หน้าที่ของเจ้าของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม

ในพระราชบัญญัติการส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้กำหนดให้ผู้ที่เป็นเจ้าของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมมีหน้าที่ดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน (สมโชค บุญชัยศรี. 2546: 5) ดังต่อไปนี้

1. จัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (โดยต้องผ่านการอบรม หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานตามที่กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (พพ.) กำหนดไว้) อย่างน้อยหนึ่งคน ประจำอาคารหรือโรงงานควบคุมแต่ละแห่ง โดยผู้รับผิดชอบด้านพลังงานมีหน้าที่ดังนี้

ก. บำรุงรักษาและตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน บันทึกข้อมูลการติดตั้ง หรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรที่มีผลต่อการใช้พลังงานตามแบบฟอร์ม บพอ. 2 (สำหรับอาคาร ควบคุม) หรือ บพร. 2 (สำหรับโรงงานควบคุม) โดยต้องเก็บข้อมูลนี้ไว้อย่างน้อย 5 ปี

ข. รายงานการใช้พลังงานและรับรองความถูกต้องตามแบบฟอร์ม บพอ.1 (กรณีอาคารควบคุม) หรือ บพร.1 (กรณี โรงงานควบคุม) เป็นรายเดือน โดยจัดส่งให้ พพ. ทุก 6 เดือน โดยเนื้อหาของรายงานจะเกี่ยวข้องกับข้อมูลทั่วไป ข้อมูลลักษณะอาคารหรือข้อมูลการผลิตในโรงงาน ข้อมูลการใช้พลังงานเป็น รายเดือน และข้อมูลการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรที่มีผลต่อการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน

ค. ปรับปรุงวิธีการใช้พลังงานให้เป็นไปตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน

ง. ช่วยเจ้าของอาคารหรือโรงงานควบคุมในการกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

จ. รับรองผลการตรวจสอบหรือวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

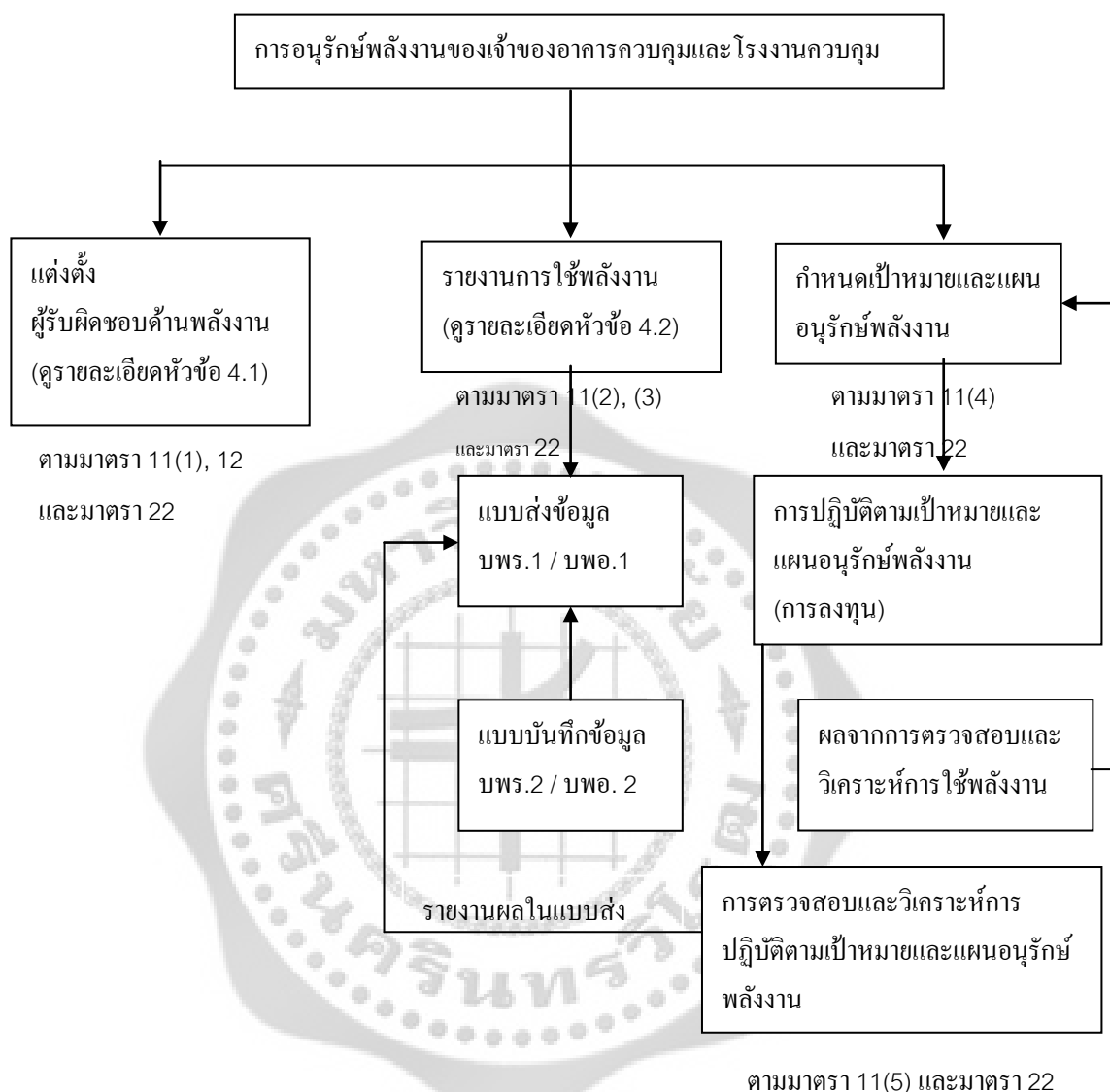
2. ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นไปตามมาตรการหรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งในส่วนนี้ทางอาคารหรือโรงงานควบคุมจำเป็นต้องจัดจ้างที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ขึ้นทะเบียน กับ พพ. เข้าดำเนินการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน ทั้งในเบื้องต้นและโดยละเอียด (ในอนาคตอาจจะไม่ต้องทำการ ตรวจสอบฯ ในเบื้องต้น) และช่วยจัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานให้กับอาคารหรือโรงงานควบคุมซึ่งค่าใช้จ่ายในการจัดจ้างที่ปรึกษาฯ พพ. จะให้เงินช่วยเหลือจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกับเจ้าของอาคารหรือโรงงานควบคุมแล้วแต่กรณี

ปฏิบัติตามแผนอนุรักษ์พลังงานที่ได้กำหนดไว้ โดยต้องเป็นแผนอนุรักษ์พลังงานที่ พพ. ได้ตรวจสอบและเห็นชอบกับแผนนั้นแล้ว โดยเจ้าของอาคารหรือ โรงงานควบคุมสามารถขอรับเงินสนับสนุนจาก กองทุนฯ ในการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ตามแผนฯ ได้แล้วแต่กรณี

ต้องมีการตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานที่ได้จัดทำไปแล้ว เสนอให้กับ พพ. เป็นประจำทุกปี และการตรวจสอบต้องดำเนินการโดยที่ปรึกษาฯ ที่ขึ้นทะเบียนกับ พพ. แล้วเท่านั้น



2.1.3 ขั้นตอนการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการอนุรักษ์พลังงานตามข้อกำหนดในกฎหมาย

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2548: 3)

2.1.4 การช่วยเหลือทางการเงิน

พระราชบัญญัติอนุรักษ์พลังงานกำหนดให้มีการจัดตั้งกองทุนหนึ่งขึ้นที่เรียกว่า “กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน” เพื่อใช้เป็นทุนหมุนเวียนและช่วยเหลือหรืออุดหนุนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน โดยจะจัดเก็บจากผู้ผลิตและนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติ และเงินอุดหนุนจากรัฐบาลเป็นคราวๆ สำหรับเจ้าของอาคารและ โรงงานควบคุมสามารถขอความ

ช่วยเหลือทาง การเงินจากกองทุนฯ นี้เพื่อใช้ในการอนุรักษ์พลังงาน ทั้งในเรื่องการตรวจสอบ วิเคราะห์การใช้พลังงานหรือการจัดซื้ออุปกรณ์หรือวัสดุที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อใช้ในการอนุรักษ์ พลังงาน โดยต้องได้รับความเห็นชอบในหลักการจาก พพ. ก่อน หลักเกณฑ์ในการให้ความ ช่วยเหลือจะแบ่งออกมาเป็นสองกรณี (สมโชค บุญชัยศรี. 2546: 8-9) คือ

กรณีอาคารหรือโรงงานควบคุมเป็นของรัฐ การให้ความช่วยเหลือทางการเงิน กองทุนฯ จะ ให้เงินช่วยเหลือทั้งในส่วนของการจ้างบริษัท ที่ปรึกษาตรวจสอบวิเคราะห์การใช้พลังงานและ การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานเต็มที่จ่ายจริง

กรณีอาคารหรือโรงงานควบคุมเป็นของเอกชน กองทุนฯ จะให้เงินช่วยเหลือการจัดจ้าง ที่ปรึกษา แบบให้เปล่าไม่เกิน 100,000 บาท สำหรับการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน ใน เบื้องต้น และเงินอุดหนุนร้อยละ 50 แต่ไม่เกิน 500,000 บาท สำหรับการจ้างที่ปรึกษา เพื่อ ตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียดและการจัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน ในส่วนของการลงทุนตามแผนอนุรักษ์พลังงานจะได้รับเงินอุดหนุนเป็นกรณีไป ตามความเห็นชอบ ของ พพ. นอกจากนี้ ยังมีเงินช่วยเหลือแบบให้เปล่าไม่เกิน 2,000,000 บาท สำหรับเจ้าของอาคาร หรือโรงงานควบคุมที่ประสงค์จะปรับปรุงอาคารหรือโรงงานที่ อยู่ระหว่างการก่อสร้างให้มีการใช้ พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่ามาตรฐานการอนุรักษ์พลังงาน

สำหรับในส่วน of โรงงานควบคุมจะไม่มีการกำหนดมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานที่ ตายตัว แต่จะมุ่งเน้นในการตรวจสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต ทั้งในส่วนการ สูญเสียจากการเผาไหม้ ผนังเตา หม้อน้ำ ท่อไอเสีย และอุปกรณ์ใช้ความร้อนอื่นๆ การสูญเสียทาง ไฟฟ้าจากระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ เครื่องจักร รวมถึงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF) หลังจากนั้นจะทำการประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานในด้านเทคนิค เพื่อทำการออกแบบเชิง วิศวกรรมสำหรับปรับปรุง เปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ

2.1.5 บทลงโทษ

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 เป็นกฎหมายที่เน้นการ ส่งเสริมและช่วยเหลือ แต่อย่างไรก็ตามเพื่อให้พระราชบัญญัตินี้มีสภาพบังคับ จึงมีบทกำหนดโทษใน ลักษณะของค่าปรับ สำหรับผู้ที่ไม่ดำเนินการตามกฎหมาย ในเรื่องการไม่ส่งและบันทึกข้อมูล การไม่ จัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน การไม่ตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมาย และแผนอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนการไม่แจ้งแต่งตั้งผู้รับผิดชอบพลังงาน สำหรับผู้ได้รับรองผลงาน ด้านการอนุรักษ์พลังงานอันเป็นเหตุจะต้องระวางโทษจำคุกหรือปรับหรือทั้งจำทั้งปรับตาม รายละเอียดของบทกำหนดโทษ ตามหมวดที่ 9 ของพระราชบัญญัติ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน. 2548: 2)

2.2 มาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน

2.2.1 นิยามของการจัดการพลังงาน

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2551: 9) ได้ให้ความหมายของการจัดการพลังงานว่า หมายถึง การผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยการปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ลดการใช้พลังงานที่ฟุ่มเฟือย ใช้พลังงานเท่าที่จำเป็นซึ่งการอนุรักษ์พลังงานที่มีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืนนั้นต้องได้รับความร่วมมือและการมีส่วนร่วมของพนักงานในองค์กรเป็นสิ่งสำคัญ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2551: 2) ได้ให้ความหมายของการจัดการพลังงานว่า หมายถึง ระบบการดำเนินงานภายในองค์กรซึ่งประกอบด้วย บุคลากรทรัพยากร นโยบาย และขั้นตอนการดำเนินการ โดยมีการทำงานประสานกันอย่างมีระเบียบและแบบแผน เพื่อปฏิบัติงานที่กำหนดไว้ หรือเพื่อให้บรรลุ หรือรักษาเป้าหมายที่กำหนดไว้

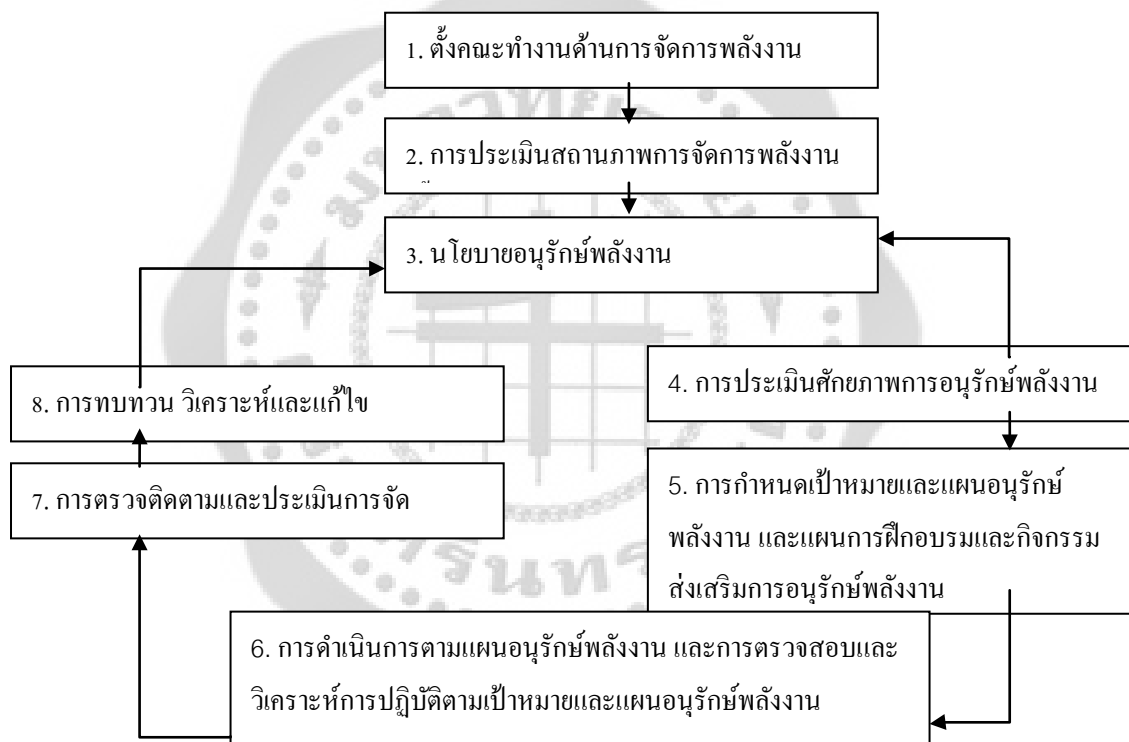
บูรณะศักดิ์ มาดหมาย (2551: 1) ได้ให้ความหมายของการจัดการพลังงานว่า หมายถึง การกำหนดนโยบายด้านพลังงาน และโครงสร้างหน้าที่ความรับผิดชอบในการนำไปปฏิบัติใช้จะต้องมีการวางแผนที่ดี มีความรู้ความเข้าใจในมาตรฐาน และข้อกำหนดต่างๆ ด้านพลังงาน และมีการติดตามผลเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้สามารถจัดการพลังงานได้อย่างเรียบร้อยราบรื่น มีประสิทธิภาพ บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และดำเนินการได้อย่างยั่งยืน เป็นที่มาของระบบการจัดการพลังงานในการจัดระบบการจัดการพลังงาน

บุญรินทร์ วงษ์ศิริ และอานุกาญจนา (2553) ได้ให้ความหมายของการจัดการพลังงานว่า หมายถึง การทำให้มั่นใจว่าได้มีการจัดการทรัพยากรพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อบรรลุเป้าหมายขององค์กร นิยมใช้คำว่า “การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม” การอนุรักษ์พลังงาน คือ การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จากคำนิยามของต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดการพลังงาน หมายถึง การดำเนินการเกี่ยวกับพลังงานอย่างเป็นระบบ ได้แก่ การกำหนดนโยบายด้านพลังงาน และโครงสร้างหน้าที่ความรับผิดชอบในการนำไปปฏิบัติใช้จะต้องมีการวางแผนที่ดี มีความรู้ความเข้าใจในมาตรฐาน และข้อกำหนดต่างๆ ด้านพลังงาน และมีการติดตามผลเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

2.2.2 ขั้นตอนการจัดการพลังงาน

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานใน โรงงานควบคุม และอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ได้กำหนดให้โรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุม จำเป็นต้องเริ่มให้มีวิธีการจัดการพลังงานเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด วิธีการจัดการพลังงานนั้นต้องมีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน รวมทั้งมีการวางแผนการดำเนินการที่ดีและเหมาะสมกับองค์กร เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของการจัดการพลังงาน การดำเนินการสามารถแบ่งออกได้เป็น 8 ขั้นตอน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2552: 1-46) ดังนี้

1. ตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน
2. การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น
3. นโยบายอนุรักษ์พลังงาน
4. การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน
5. การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
6. การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และการตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน
7. การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน
8. การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการจัดการพลังงาน

โดยรายละเอียดการดำเนินการในแต่ละหัวข้อจะอธิบายดังนี้

1. ตั้งคณะกรรมการจัดการพลังงาน

เจ้าของโรงงานควบคุมและเจ้าของอาคารควบคุมต้องจัดให้มีคณะกรรมการจัดการพลังงาน รวมทั้งกำหนดโครงสร้าง อำนาจหน้าที่ และความรับผิดชอบของคณะกรรมการจัดการพลังงาน โดยจัดทำเป็นเอกสารเผยแพร่ให้บุคลากรของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมทราบอำนาจหน้าที่ของคณะกรรมการจัดการพลังงานอย่างน้อยต้องมีดังต่อไปนี้

ก. ดำเนินการจัดการพลังงานให้สอดคล้องกับนโยบายอนุรักษ์พลังงานและวิธีการจัดการพลังงานของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุม

ข. ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อขอความร่วมมือในการปฏิบัติการตามนโยบายอนุรักษ์พลังงานและวิธีการจัดการพลังงาน รวมทั้งจัดการฝึกอบรมหรือกิจกรรมเพื่อสร้างจิตสำนึกของบุคลากรของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุม

ค. ควบคุมดูแลให้การจัดการพลังงานของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมเป็นไปตามนโยบายอนุรักษ์พลังงานและวิธีการจัดการพลังงาน

ง. รายงานผลการอนุรักษ์และการจัดการพลังงานตามนโยบายอนุรักษ์พลังงานและวิธีการจัดการพลังงานของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมให้เจ้าของโรงงานควบคุมหรือเจ้าของอาคารควบคุมทราบ

จ. เสนอแนะเกี่ยวกับการกำหนดหรือทบทวนนโยบายอนุรักษ์พลังงานและวิธีการจัดการพลังงานให้เจ้าของโรงงานควบคุมหรือเจ้าของอาคารควบคุมพิจารณา

ฉ. สนับสนุนเจ้าของโรงงานควบคุมหรือเจ้าของอาคารควบคุมในการดำเนินการตามกฎหมายกระทรวงนี้

2. การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น

เจ้าของโรงงานควบคุมและเจ้าของอาคารควบคุมประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น โดยพิจารณาจากการดำเนินงานด้านพลังงานที่ผ่านมา ก่อนการกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน

3. นโยบายอนุรักษ์พลังงาน

นโยบายอนุรักษ์พลังงานต้องแสดงเจตจำนงและความมุ่งมั่นในการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม โดยจัดทำเป็นเอกสารและลงลายมือชื่อเจ้าของโรงงานควบคุมหรือเจ้าของอาคารควบคุม และอย่างน้อยต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. ข้อความระบุว่า การอนุรักษ์พลังงานเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานของเจ้าของโรงงานควบคุมหรือเจ้าของอาคารควบคุม

ข. นโยบายอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมกับลักษณะและปริมาณพลังงานที่ใช้ในโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมนั้น

ค. การแสดงเจตจำนงที่จะปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์และการจัดการพลังงาน

ง. แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง

จ. แนวทางในการจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพในการดำเนินการตามวิธีการจัดการพลังงานเจ้าของโรงงานควบคุมและเจ้าของอาคารควบคุมต้องจัดให้มีการเผยแพร่นโยบายอนุรักษ์พลังงานโดยปิดประกาศไว้ในที่ซึ่งเห็นได้ง่ายในโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุม หรือโดยวิธีการอื่นที่เหมาะสมเพื่อให้บุคลากรของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมทราบและปฏิบัติตามนโยบายอนุรักษ์พลังงานได้

4. การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

เจ้าของโรงงานควบคุมและเจ้าของอาคารควบคุมต้องจัดให้มีการประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานโดยการตรวจสอบและประเมินการใช้พลังงานที่มีนัยสำคัญ

ประโยชน์ที่ได้จากการประเมินศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานขององค์กร ก็คือ

ก. เป็นดัชนีในการบ่งบอกถึงต้นทุนทางพลังงานสำหรับสินค้าหรือการบริการ

ข. ใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานไม่ว่าจะเป็นการเปรียบเทียบการใช้พลังงานขององค์กรในอดีตกับปัจจุบัน หรือเปรียบเทียบการใช้พลังงานเบื้องต้นกับโรงงานประเภทเดียวกัน

ค. ใช้กำหนดเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและอนุรักษ์พลังงาน

5. การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

เจ้าของโรงงานควบคุมและเจ้าของอาคารควบคุมต้องจัดให้มีการกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานของพลังงานที่ประสงค์จะให้ลดลง โดยกำหนดเป็นร้อยละของปริมาณพลังงานที่ใช้เดิมหรือกำหนดระดับของการใช้พลังงานต่อหนึ่งหน่วยผลผลิต รวมทั้งระบุระยะเวลาการดำเนินการ การลงทุนและผลที่คาดว่าจะได้รับการดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

ในการดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงานตามวรรคหนึ่ง เจ้าของโรงงานควบคุมและเจ้าของอาคารควบคุมต้องจัดให้มีแผนการฝึกอบรมและจัดให้มีกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยให้บุคลากรของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมเข้าร่วมฝึกอบรมและร่วมกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการให้ความรู้และสร้างจิตสำนึกให้เกิดความตระหนักถึงผลกระทบจากการใช้พลังงาน และเผยแพร่ให้บุคลากรของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมทราบอย่างทั่วถึง

6. การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และการตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

เจ้าของโรงงานควบคุมและเจ้าของอาคารควบคุมต้องควบคุมดูแลให้มีการดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งการตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานในการดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมฯ รวมทั้งการ

ตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน คณะทำงานควรดำเนินการดังนี้

ก. ควบคุมให้มีการดำเนินมาตรการตามระยะเวลาที่กำหนดในแผนอนุรักษ์พลังงานและแผนการฝึกอบรมฯ โดยการให้ผู้รับผิดชอบในแต่ละมาตรการรายงานผลการดำเนินการ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคอย่างสม่ำเสมอ โดยการรายงานความก้าวหน้าอาจจะระบุในรูปของเปอร์เซ็นต์ของผลสำเร็จในการดำเนินงาน รวมทั้งพิจารณาปรับเปลี่ยนแผนดำเนินการ ในกรณีที่มีความจำเป็น

ข. ตรวจสอบผลการดำเนินงานในแต่ละแผนงานหรือแต่ละมาตรการโดยเทียบกับแผนอนุรักษ์พลังงานและแผนการฝึกอบรมฯ ที่กำหนดไว้

ค. หากมาตรการใดมีการดำเนินการล่าช้า ไม่เป็นไปตามแผน ต้องวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้การดำเนินงานไม่บรรลุตามเป้าหมาย อาจใช้วิธีที่เรียกว่าไดอะแกรมแบบก้างปลา (Fishbone Diagram) ในการหาสาเหตุเพื่อหาแนวทางแก้ไขและสรุปผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อไป

ง. สำหรับมาตรการที่ดำเนินการแล้วเสร็จตามที่กำหนดไว้ คณะทำงานต้องจัดให้มีการดำเนินการตรวจสอบและวิเคราะห์ผลการดำเนินการ ทั้งนี้อาจมอบหมายให้พนักงานที่รับผิดชอบมาตรการนี้เป็น ผู้ควบคุมการตรวจสอบ และส่งผลการตรวจสอบให้กับคณะทำงานอีกทีหนึ่ง

จ. การวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานควรทำเป็นประจำ อย่างน้อย 3 เดือนต่อครั้ง และควรรายงานผลให้แก่เจ้าของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมทราบ

7. การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงานเจ้าของโรงงานควบคุมและเจ้าของอาคารควบคุมต้องจัดให้มีการตรวจติดตาม และประเมินการจัดการพลังงาน รวมถึงการทบทวนวิเคราะห์ และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงานตามช่วงเวลาที่กำหนดอย่างเหมาะสมเป็นประจำอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้งในการตรวจติดตามและประเมินวิธีการจัดการพลังงาน คณะทำงานด้านการจัดการพลังงานควรดำเนินการดังนี้

ก. ดำเนินการประชุมร่วมกับเจ้าของโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม เพื่อจัดตั้งคณะผู้ตรวจประเมินการจัดการพลังงานภายในองค์กร พร้อมทั้งกำหนดวาระการทำงานของคณะผู้ตรวจประเมินฯ ตามความเหมาะสม คณะผู้ตรวจประเมินฯ ควรมีสมาชิกอย่างน้อย 2 คน ซึ่งอาจประกอบด้วยบุคคลที่มาจากภายนอกหรือภายในองค์กรก็ได้

ข. เจ้าของโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม ลงนามคำสั่งแต่งตั้งคณะผู้ตรวจประเมินฯ และเผยแพร่ให้พนักงานขององค์กรรับทราบ

ค. ข้อกำหนดของการจัดการพลังงานที่ต้องได้รับการตรวจประเมินมีดังนี้

- 1) คณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน
- 2) การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น
- 3) นโยบายอนุรักษ์พลังงาน

- 4) การประเมินศักยภาพอนุรักษพลังงาน
- 5) เป้าหมายและแผนอนุรักษพลังงาน รวมทั้งแผนการฝึกอบรมและ
กิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษพลังงาน

6) การดำเนินการตามแผนอนุรักษพลังงาน การตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษพลังงาน

7) การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน

8) การทบทวนวิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน

จ. การตรวจติดตามและประเมินวิธีการจัดการพลังงานของคณะผู้ตรวจประเมินดำเนินการได้โดยการประเมิน

1) จากรายงาน เอกสาร หรือหลักฐานต่าง ๆ ที่คณะทำงานด้านการจัดการพลังงานจัดทำขึ้นหรือจัดเก็บ เช่น แผนการเข้าฝึกอบรมเป้าหมายและแผนอนุรักษพลังงาน การเข้ารับการฝึกอบรมของพนักงาน และการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานเป็นต้น

2) จากการสอบถามพนักงาน โดยการสัมภาษณ์ หรือแบบสอบถาม เป็นต้น การตรวจเอกสาร หลักฐานต่าง ๆ จะเป็นลักษณะของการตรวจว่ามีหรือไม่เอกสารหลักฐาน และเอกสาร หลักฐานนั้นมีแล้วครบถ้วนหรือไม่ พร้อมทั้งคณะผู้ตรวจประเมินต้องเสนอข้อปรับปรุงหรือเสนอแนะในกรณีที่การดำเนินการจัดการพลังงานไม่เป็นไปตามวิธีการที่กำหนด

ฉ. ภายหลังจากตรวจ คณะผู้ตรวจฯ ต้องทำการสรุปผลการตรวจติดตามและประเมินวิธีการจัดการพลังงาน พร้อมทั้งรายงานให้กับคณะทำงานด้านการจัดการพลังงานและเจ้าของโรงงานหรือเจ้าของอาคารควบคุมร่วมกันพิจารณาผลการตรวจประเมินวิธีการจัดการพลังงาน เพื่อทำการทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่อง

8. การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน

เจ้าของโรงงานควบคุมและเจ้าของอาคารควบคุมต้องจัดให้มีการตรวจติดตาม และประเมินการจัดการพลังงาน รวมถึงการทบทวน วิเคราะห์ และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงานตามช่วงเวลาที่กำหนดอย่างเหมาะสมเป็นประจำอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้งในการทบทวน วิเคราะห์ และแก้ไขข้อบกพร่องวิธีการจัดการพลังงาน คณะทำงานด้านการจัดการพลังงานควรดำเนินการดังนี้

ก. จัดให้มีการประชุมทบทวนผลการดำเนินการภายหลังการตรวจประเมินภายใน โดยแจ้งให้ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานหรือตัวแทนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบถึงวัตถุประสงค์ รูปแบบกำหนดเวลา และเข้าร่วมประชุม

ข. การจัดการประชุมทบทวนผลการดำเนินการ ควรมีตัวแทนจากทุกฝ่ายเข้าร่วมแสดงความคิดเห็นและรับทราบผลการประชุม ดังนั้นควรให้มีการเชิญผู้เข้าร่วมประชุมทั้งจากฝ่ายบริหาร คณะทำงานฯ และตัวแทนพนักงานทุกระดับจากหน่วยงานต่างๆ

ค. รวบรวมผลประเมินการดำเนินการจากหน่วยงานต่างๆ ภายในองค์กร แล้วทำการสรุปภาพรวมการจัดการพลังงานขององค์กร ซึ่งอาจประกอบไปด้วย สถานะของดำเนินการ ผลการปฏิบัติงานตามข้อกำหนดต่างๆ ผลสำเร็จที่ได้รับ และประสิทธิภาพของการดำเนินงาน นอกจากนี้ควรมีการนำเสนอแนวปฏิบัติหรือกิจกรรมที่ทำให้การดำเนินการประสบผลสำเร็จ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการ หรือข้อบกพร่องที่พบ

ง. ในระหว่างการประชุมทบทวนและวิเคราะห์วิธีการจัดการพลังงาน ผู้บริหารควรเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมประชุมแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ทั้งในส่วนที่เป็นเชิงบวกและเชิงลบต่อการดำเนินการ โดยในกิจกรรมหรือการดำเนินการใดๆ ที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาวิธีการจัดการพลังงาน ก็ควรให้การสนับสนุนและส่งเสริมต่อไป สำหรับปัญหา อุปสรรค หรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ควรร่วมกันวิเคราะห์หาสาเหตุ และแนวทางในการแก้ไขที่เหมาะสม

จ. ผู้บริหารระดับสูงควรนำข้อมูลที่ได้จากการประชุมทบทวนฯ ไปใช้ในการปรับปรุงวิธีการจัดการพลังงานให้ดีขึ้น เพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

ฉ. เผยแพร่และประชาสัมพันธ์ให้พนักงานทุกคนรับทราบถึงผลการประชุมทบทวนวิธีการจัดการพลังงาน รวมทั้งแนวปฏิบัติในการทำงานเพื่อพัฒนาวิธีการจัดการพลังงานซึ่งได้จากการประชุม

จากการปฏิบัติตามข้อกำหนดทั้ง 8 ขั้นตอนข้างต้น จะนำไปสู่การพัฒนาวิธีการจัดการพลังงานให้เกิดขึ้นภายในองค์กร อย่างไรก็ตามวิธีการจัดการพลังงานที่ดีนั้น จำเป็นจะต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำไปสู่การอนุรักษ์พลังงานที่ยั่งยืน สิ่งสำคัญในการพัฒนาวิธีการจัดการพลังงานนั้นก็คือ การสร้างบุคลากรในองค์กรให้มีความรู้ ความเข้าใจ และจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งองค์กรจำเป็นต้องมีระบบการจัดเอกสารและฐานข้อมูลที่ดี เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินการจัดการพลังงาน

2.3 ความเป็นมาของระบบการจัดการพลังงานในประเทศไทย

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2551: 9) กล่าวว่า ประเทศไทยมีความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ทำให้ความต้องการพลังงานเพิ่มสูงขึ้น โดยในปี 2549 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นปีที่ 8 และเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2548 ร้อยละ 1.4 โดยใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ ประกอบด้วยน้ำมันสำเร็จรูป ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และไฟฟ้า เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.3 และใช้พลังงานใหม่และหมุนเวียน ประกอบด้วย พิน ถ่าน แกลบ และกากอ้อย เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.6 โดยคิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 188,663 พันตัน และมีแนวโน้มว่าจะยังคงเพิ่มขึ้นต่อไปในอัตราสูง ประกอบกับแหล่งพลังงานภายในประเทศมีจำกัด จึงจำเป็นต้องอาศัยการนำเข้าเป็นจำนวนมากทำให้สัดส่วนการพึ่งพาจากต่างประเทศสูงกว่าร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานทั่วทั้งประเทศคิดเป็นเงินตราต่างประเทศที่สูญเสียไปกว่าปีละ 155,000 ล้านบาท พลังงานจึงนับว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญของต้นทุนการผลิต หากเราสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ก็จะสามารถลดต้นทุน

การผลิต และสามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันลงได้ด้วยกระทรวงพลังงาน (2551: 1) ได้วิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงานไว้ว่า ข้อมูลว่าถ้าไม่มีมาตรการลดการใช้พลังงานอย่างเร่งด่วนคาดว่าจะการนำเข้าพลังงานสุทธิจะเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ ในปี 2550 ที่ผ่านมามูลค่าการนำเข้าพลังงานสุทธิอยู่ในระดับไม่น้อยกว่าประมาณ 700 พันล้านบาท ซึ่งพลังงานที่นำเข้าประกอบด้วย น้ำมันเชื้อเพลิง 600 พันล้านบาท ส่วนที่เหลือ คือ ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และไฟฟ้า ซึ่งหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด คือ การปลูกจิตสำนึกและวางมาตรการต่างๆ ให้คนไทยตระหนักถึงความสำคัญของการใช้พลังงาน และการมีระเบียบวินัยในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพอย่างคุ้มค่า จึงมีการออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 สำหรับโรงงานและอาคารควบคุมปฏิบัติตาม และมีการกำหนดเป้าหมายในการลดการใช้พลังงาน การใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพสูงสุดไว้ 10 ประการ โดยมีผลบังคับใช้ครอบคลุมทั้งอุตสาหกรรมภาคเอกชน และภาคขนส่ง ได้แก่

กลยุทธ์ที่ 1 สร้างมาตรฐานการจัดการพลังงานในโรงงานและอาคารเรียนจากการออกพระราชบัญญัติส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน(ฉบับที่ 2)พ.ศ.2550 ให้มีการออกแบบอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ตามมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงาน

กลยุทธ์ที่ 2 การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานและอาคารควบคุม ต้องจัดทำรายงานกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานส่งกระทรวงพลังงาน

กลยุทธ์ที่ 3 การกำหนดมาตรฐานประหยัดไฟ "เบอร์ 5" กำหนดให้สินค้าประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า 8 ชนิด ได้แก่ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ พัดลม หม้อหุงข้าว กระทิกน้ำร้อน เครื่องทำน้ำร้อน กระติกเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน และเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ

กลยุทธ์ที่ 4 ส่งเสริมการใช้หลอดตะเกียบและหลอดคอมบาง

กลยุทธ์ที่ 5 ลดภาษีจัดตั้งเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มีการกระตุ้นให้ผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรมรวมถึงห้างร้านเร่งปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรเพื่อประหยัดพลังงานโดยกำหนดมาตรการคืนภาษีแก่ผู้ประกอบการที่ทำได้จริง ขณะเดียวกันก็มีการจัดตั้งโครงการเงินทุนหมุนเวียนให้สินเชื่อแก่โครงการด้านการอนุรักษ์พลังงาน

กลยุทธ์ที่ 6 ปลูกสำนึกร่วมอนุรักษ์พลังงานมีการส่งเสริมที่ปรึกษาเข้าไปฝึกอบรมและกระตุ้นการดำเนินการแบบมีส่วนร่วมและสร้างจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงาน

กลยุทธ์ที่ 7 กำหนดมาตรฐานการลดใช้พลังงานในส่วนราชการเสนอให้นำค่ามาตรฐานการจัดการการใช้พลังงานในส่วนราชการมาใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินผลงานของส่วนราชการตั้งแต่ปีงบประมาณพ.ศ. 2551

กลยุทธ์ที่ 8 ส่งเสริมการจัดการด้านการใช้พลังงานโดยวิธีประกวดราคาหรือที่เรียกว่า DSM Bidding เป็นการเชิญชวนให้ผู้ประกอบการยื่นเสนอวิธีการที่จะปรับปรุงการใช้พลังงานและเสนอขอรับเงินสนับสนุนต่อค่าพลังงานที่ประหยัดได้

กลยุทธ์ที่ 9 ส่งเสริมธุรกิจบริหารจัดการพลังงาน ในปี พ.ศ. 2550 กระทรวงพลังงานได้ดำเนินการการสนับสนุนบริหารจัดการพลังงาน ด้วยการจัดระบบขึ้นทะเบียนบริหารจัดการพลังงาน เพื่อสร้างความมั่นใจต่อผู้ประกอบการและสถาบันการเงิน

กลยุทธ์ที่ 10 การอนุรักษ์พลังงานในภาคขนส่ง กระทรวงพลังงานได้ให้เงินในลักษณะเงินหมุนเวียน เงินช่วยเหลือหรือเงินอุดหนุนให้แก่หน่วยราชการและรัฐวิสาหกิจสำหรับการลงทุนในโครงการที่เกี่ยวกับการพัฒนาระบบขนส่งเฉพาะที่ก่อให้เกิดผลการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศ

การประกาศใช้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้เกิดวินัยในการอนุรักษ์พลังงาน และให้มีการดำเนินการลงทุนในการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานและอาคาร โดยใช้มาตรการบังคับให้ปฏิบัติตามบทบัญญัติของกฎหมาย ในขณะเดียวกันก็มีมาตรการจูงใจโดยมี "กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน" ให้การสนับสนุนทางการเงินในลักษณะของเงินทุนหมุนเวียน เงินช่วยเหลือ หรือ เงินอุดหนุนสำหรับการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ และภาคเอกชน ตลอดจนเป็นเงินช่วยเหลือ เงินอุดหนุนแก่ส่วนราชการและรัฐวิสาหกิจ หรือองค์กรเอกชน และสถาบันการศึกษา เกี่ยวกับการศึกษา วิจัย การสาธิต การฝึกอบรม และเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม และการกำหนดนโยบายและการวางแผนพลังงาน โดยมีองค์กรที่กำกับดูแลการอนุรักษ์พลังงาน และวิธีการจัดสรรเงินกองทุนฯ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของพระราชบัญญัตินี้ ดังกล่าว โดยมีรายละเอียดดังนี้

องค์กรกำกับดูแลการอนุรักษ์พลังงาน

ในการดำเนินการด้านอนุรักษ์พลังงานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์ พลังงาน พ.ศ. 2535 มีองค์กรที่ทำหน้าที่เสนอแนะนโยบาย เป้าหมาย หรือกำหนดมาตรการเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนกำกับดูแลการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นไปตามเจตนารมณ์ของกฎหมาย ประกอบด้วย องค์กรในรูปของคณะกรรมการ และองค์กรที่เป็นหน่วยงานราชการ ดังนี้

1. องค์กรในรูปของคณะกรรมการ

คณะกรรมการที่มีอำนาจหน้าที่ในการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นไปตามบทบัญญัติของกฎหมาย ประกอบด้วย

ก. คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ

ข. คณะกรรมการกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

2. องค์กรที่เป็นส่วนราชการ

ส่วนราชการหลักที่มีอำนาจหน้าที่ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 หรือกฎหมาย หรือระเบียบอื่นที่ออกตามพระราชบัญญัติฉบับนี้ ประกอบด้วย

ก. สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ สังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี (ปัจจุบันคือ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน สังกัดกระทรวงพลังงาน) ทำหน้าที่เป็นฝ่ายเลขานุการของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ และคณะกรรมการกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ข. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน สังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (ปัจจุบันคือ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สังกัดกระทรวงพลังงาน) กำกับดูแลเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม รวมทั้ง อาคารของรัฐ

ค. กรมบัญชีกลาง สังกัดกระทรวงการคลัง ทำหน้าที่เก็บรักษาเงินและทรัพย์สินของกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน และดำเนินการเบิกจ่ายเงินกองทุนฯ ตามพระราชบัญญัติฉบับนี้

วิธีการจัดสรรเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานซึ่งจัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นทุนหมุนเวียน หรือเงินอุดหนุนให้ โรงงานและอาคารควบคุมดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย และการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้อื่นที่มีความประสงค์จะอนุรักษ์พลังงานด้วย รวมทั้ง สนับสนุนการดำเนินโครงการเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียน การค้นคว้า วิจัย การศึกษาเกี่ยวกับพลังงาน การประชาสัมพันธ์ และใช้เป็นค่าใช้จ่ายในการบริหารงานตามกฎหมาย

แหล่งเงินหรือทรัพย์สินของกองทุนฯ ซึ่งมีกระทรวงการคลังเป็นผู้เก็บรักษาและดำเนินการเบิกจ่ายตามพระราชบัญญัตินี้ มีที่มาดังนี้

1. เงินที่โอนจากกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการแก้ไขและป้องกันภาวะการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงตามจำนวนที่นายกรัฐมนตรีกำหนด ซึ่งในขั้นแรกได้โอนเงินมาเป็นจำนวน 1,500 ล้านบาท

2. เงินที่เก็บจากผู้ผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง ณ โรงกลั่นและจำหน่ายในราชอาณาจักร ผู้นำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในราชอาณาจักร และผู้ซื้อหรือได้มาซึ่งก๊าซจากผู้รับสัมปทานตามกฎหมายว่าด้วยการปิโตรเลียมซึ่งเป็นผู้ผลิตได้จากการแยกก๊าซธรรมชาติ ในอัตราที่คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติกำหนด

3. เงินค่าธรรมเนียมพิเศษการใช้ไฟฟ้าซึ่งเรียกเก็บจากโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมเงินอุดหนุนจากรัฐบาลเป็นคราว ๆ

4. เงินหรือทรัพย์สินอื่นที่ได้รับจากภาคเอกชนทั้งภายในและภายนอกประเทศ รัฐบาลต่างประเทศ หรือองค์การระหว่างประเทศ

5. เงินจากดอกผลและผลประโยชน์ใด ๆ ที่เกิดจากกองทุนฯ นี้

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2546: 1-2) ได้ระบุถึงการริเริ่มทำโครงการนำร่องการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมควบคุมขึ้นว่ามีการริเริ่มโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน โดยมอบหมายหน้าที่และให้ความสนับสนุนด้านค่าใช้จ่ายแก่สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งโครงการนำร่องดังกล่าวเป็นการผสมผสานการใช้เทคนิคการจัดการภายในองค์กร โดยมุ่งผลที่การใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า เพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรและอุปกรณ์ รวมถึงกระบวนการต่างๆ ในการผลิต เพื่อสร้างจิตสำนึกในการประหยัดพลังงานให้เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล โครงการนำร่องดังกล่าวมีระยะเวลาในการดำเนินการตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2545-มีนาคม 2546 โดยมีโรงงานอุตสาหกรรมเข้าร่วมโครงการ 5 แห่ง ได้แก่ บริษัท ยูเนี่ยนอุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน) บริษัท ไทยซัมมิทโอโตพาร์ทอินดัสตรี จำกัด บริษัท เมติโกลฟส์ จำกัด บริษัท มาลีสามพราน จำกัด (มหาชน) และบริษัท โรแยลชีรามิค อุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน) แต่ละบริษัทหรือโรงงานต่างก็มีวิธีการและรูปแบบกิจกรรมเพื่อการประหยัดพลังงานที่แตกต่างกัน แต่สามารถประหยัดพลังงานได้อย่างเป็นรูปธรรมและมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง

การพิจารณาให้เงินช่วยเหลือหรืออุดหนุนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของกองทุนฯ ได้ออกเป็นระเบียบคณะกรรมการกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ และวิธีการจัดสรรเงินที่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้เงินกองทุนฯ ภายใต้กรอบของโครงการที่มีการจัดแบ่ง ดังนี้

โครงการโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมที่กำลังใช้งาน

เป็นการสนับสนุนเจ้าของโรงงานและอาคารควบคุมที่กำลังใช้งานอยู่ในปัจจุบันที่มีความประสงค์จะอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน หรืออาคาร ประกอบด้วย 1) เงินช่วยเหลือให้เปล่าสำหรับการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นไม่เกิน 100,000 บาทต่อโรงงานหรืออาคาร 2) เงินอุดหนุนจำนวนร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดสำหรับการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียดและจัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานแต่ไม่เกิน 500,000 บาทต่อโรงงานหรืออาคาร และ 3) การลงทุนในการอนุรักษ์พลังงานตามแผนอนุรักษ์พลังงาน ในรูปของการชดเชยภาระดอกเบี้ยจากการลงทุน ทั้งนี้ การอุดหนุนจะไม่เกินร้อยละ 60 ของเงินลงทุนในการอนุรักษ์พลังงาน และไม่เกิน 10 ล้านบาทต่อมาตรการในแผนอนุรักษ์พลังงาน กรณีอาคารของส่วนราชการและรัฐวิสาหกิจที่จัดเป็นอาคารควบคุม สามารถรับความช่วยเหลือจากกองทุนฯ ได้ในรูปของเงินช่วยเหลือให้เปล่าทั้งหมดในการจัดทำการศึกษา การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน การจัดทำแผนอนุรักษ์พลังงาน และการลงทุนในการอนุรักษ์พลังงาน

เป็นการสนับสนุนแก่เจ้าของโครงการก่อสร้างอาคาร หรือโรงงานขนาดใหญ่ ที่คาดว่าจะเมื่อก่อสร้างเสร็จและใช้งานแล้ว จะมีปริมาณการใช้พลังงาน ในเกณฑ์ที่จะถูกกำหนดเป็นอาคารควบคุม หรือโรงงานควบคุม สามารถขอรับการสนับสนุนจากกองทุนฯ ได้ในลักษณะของเงินช่วยเหลือให้

เปล่า สำหรับค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากเดิม ในการปรับปรุงแบบก่อสร้าง และหรือขบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพ ในการใช้พลังงานสูงกว่ามาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดในกฎกระทรวง ไม่เกินรายละเอียด 2 ล้านบาท รวมทั้งเงินอุดหนุนในการลงทุนเพิ่มเติม ในส่วนที่ปรับปรุงจากแบบเดิม ตามหลักเกณฑ์เดียวกับอาคารและโรงงานควบคุมที่กำลังใช้งาน

โครงการอาคารของรัฐ

เป็นการสนับสนุนการอนุรักษ์พลังงานในอาคารของส่วนราชการและรัฐวิสาหกิจที่มีการใช้ไฟฟ้า ตั้งแต่ 100 กิโลวัตต์ขึ้นไป โดยจะได้รับความช่วยเหลือจากกองทุนฯ ในรูปของเงินช่วยเหลือให้เปล่าทั้งหมดในการจัดทำการศึกษา การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน การจัดทำแผนอนุรักษ์พลังงาน และการลงทุนในการอนุรักษ์พลังงาน

โครงการพลังงานหมุนเวียนและกิจกรรมการผลิตในชนบท

เป็นการสนับสนุนเจ้าของโครงการที่เป็นส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ สถาบันการศึกษา องค์กรเอกชน และเจ้าของกิจกรรมการผลิต ภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าต่ำกว่า 300 กิโลวัตต์ และมีสถานที่ตั้งอยู่นอกเขตเทศบาลและสุขาภิบาลที่ต้องการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน หรือใช้พลังงานหมุนเวียน เพื่อสนับสนุนให้มีการอนุรักษ์พลังงานในชนบท และเพิ่มการใช้พลังงานหมุนเวียน ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย โดยการให้เงินสนับสนุนประกอบด้วย

- 1) เงินช่วยเหลือให้เปล่าเพื่อจัดทำแผนของโครงการโดยละเอียด
- 2) เงินช่วยเหลือให้เปล่าเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายดำเนินโครงการแต่ไม่เกิน 20 ล้านบาทต่อราย

ต่อปี

3) เงินหมุนเวียนสำหรับลงทุนดำเนินโครงการ และเงินอุดหนุนการดอกเบี้ยจากการลงทุน ทั้งนี้ โครงการที่ขอรับการสนับสนุนจะต้องมีผลตอบแทนการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ที่แท้จริงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 9

โครงการส่งเสริมธุรกิจด้านการอนุรักษ์พลังงาน

เป็นการสนับสนุนแก่ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ สถาบันการศึกษา องค์กรเอกชนที่ประสงค์จะเผยแพร่เทคโนโลยีในการอนุรักษ์พลังงาน และสร้างตลาดให้แก่เครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงานที่ยังไม่ได้มีการใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยการให้เงินสนับสนุนประกอบด้วย

- 1) เงินช่วยเหลือให้เปล่าเพื่อจัดทำแผนของโครงการโดยละเอียด
- 2) เงินช่วยเหลือให้เปล่าเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายบริหารโครงการ
- 3) เงินช่วยเหลือให้เปล่าสำหรับโครงการสาธิต
- 4) เงินช่วยเหลือให้เปล่าและหรือเงินอุดหนุนในการจัดตั้งศูนย์เผยแพร่ข้อมูลด้านการอนุรักษ์พลังงาน

5) เงินอุดหนุนค่าลงทุนในโครงการส่งเสริมเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง และวัสดุเพื่อใช้ในการอนุรักษ์พลังงาน ทั้งนี้ คณะกรรมการกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานจะกำหนดหลักเกณฑ์การจ่ายเงินเป็นกรณีๆ ไป

โครงการศึกษา วิจัยและพัฒนา

เป็นการสนับสนุนส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ สถาบันการศึกษา และองค์กรเอกชน เพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการศึกษา วิจัย พัฒนาเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานและโครงการสาธิต ขนาดเล็ก รวมทั้งเป็นค่าใช้จ่ายในการเผยแพร่ผลของงานศึกษาวิจัย โดยเป็นเงินช่วยเหลือให้เปล่า ที่คณะกรรมการกองทุนฯ จะกำหนดระยะเวลาการจ่ายเงินเป็นกรณีๆ ไป

โครงการพัฒนาบุคลากร

เป็นเงินช่วยเหลือให้เปล่าแก่ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ สถาบันการศึกษา ในการสร้างและพัฒนาบุคลากรภาครัฐและเอกชนให้สามารถดำเนินงานตามแผนอนุรักษ์พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โครงการประชาสัมพันธ์

เป็นเงินช่วยเหลือให้เปล่าให้แก่หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินการประชาสัมพันธ์ ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับแผนอนุรักษ์พลังงาน และประชาชนทั่วไปได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน การอุดหนุนของรัฐด้านการอนุรักษ์พลังงาน และเพื่อรณรงค์ปลูกจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน

โครงการบริหารงานตามกฎหมาย

เป็นเงินช่วยเหลือให้เปล่าแก่สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และกรมบัญชีกลาง เพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานของหน่วยงานดังกล่าว

ข้อมูลทั่วไปของอุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์

กรรมวิธีการผลิต

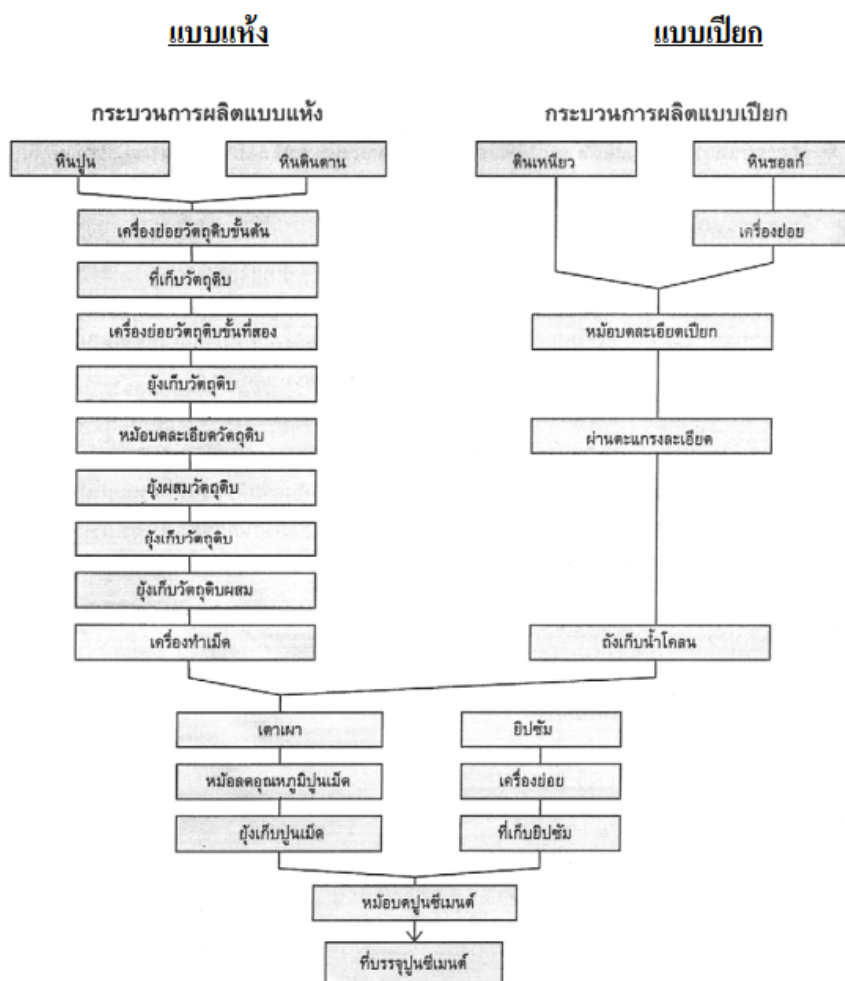
กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ (Cement Manufacturing Process) จำแนกตามลักษณะของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตเป็น 2 วิธีด้วยกัน ได้แก่

1. กรรมวิธีการผลิตแบบเปียก (Wet Process) คือ กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์โดยใช้วัตถุดิบที่มีความชื้นสูง เช่น ดินขาว และดินเหนียว มาบดผสมกันในสภาพที่เปียก และเติมน้ำเพิ่มลงไปในส่วนที่พอเหมาะ เพื่อช่วยในการบดผสม วัตถุดิบที่เตรียมเสร็จจะมีน้ำเป็นส่วนผสม

ประมาณ 30-40 % มีลักษณะเหลวและไหลได้เรียกว่า Slurry หลังจากนั้นนำไป ป้อนเข้าหม้อเผา ในสภาพที่มีความชื้นสูง หม้อเผาในกรรมวิธีการผลิตแบบแห้ง เนื่องจากต้องใช้ความร้อนไล่ความชื้นใน Slurry ออกให้หมดก่อนที่จะเผาต่อเพื่อให้ได้ปูนเม็ดออกมา

2. กรรมวิธีการผลิตแบบแห้ง (Dry Process) คือ กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์โดยใช้วัตถุดิบที่มีความชื้นปกติ เช่น หินปูน หินดินดาน ดินลูกรัง และทราย มาบดผสมในสภาพที่แห้ง และในระหว่างการบดจะใช้ลมร้อนที่เหลือจากระบบหม้อเผาช่วยไล่ความชื้นออกจากวัตถุดิบ วัตถุดิบที่เตรียมเสร็จแล้วจะมีลักษณะเป็นผงละเอียดคล้ายแป้งเรียกว่า “วัตถุดิบสำเร็จ” หลังจากนั้นนำไปป้อนเข้าหม้อเผา ในสภาพที่แห้งเพื่อให้ได้ปูนเม็ดออกมา

กรรมวิธีการผลิตแบบเปียกถือว่าเป็นวิธีที่ล้าสมัย เพราะต้องใช้พลังงานความร้อนสูง จึงเป็นการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอย่างมากในปัจจุบัน โรงงานปูนซีเมนต์ไทยทุกโรงงาน จึงใช้กรรมวิธีการผลิตแบบแห้งซึ่งเป็นวิธีที่ทันสมัยกว่า เพราะเป็นวิธีที่ใช้พลังงานความร้อนต่ำกว่า จึงช่วยประหยัดเชื้อเพลิงในการเผาได้ดีกว่า และยังสามารถควบคุมองค์ประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์ได้ง่ายกว่า จึงทำให้ได้ปูนซีเมนต์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอมากกว่า นอกจากนี้ ยังมีระบบการควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ เพื่อความมั่นใจว่าจะสามารถผลิตปูนซีเมนต์ที่มีคุณภาพดี สม่ำเสมอ และได้มาตรฐาน



ภาพประกอบ 3 แผนภูมิการผลิตปูนซีเมนต์แบบแห้งและแบบเปียก

ขั้นตอนการผลิตปูนซีเมนต์

ขั้นตอนการผลิตปูนซีเมนต์ แบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การทำเหมืองแร่และการเตรียมวัตถุดิบ

จัดหาและคัดเลือกวัตถุดิบชนิดต่างๆ ซึ่งมีองค์ประกอบของแร่ธาตุที่ต้องการ, ทำเหมืองหิน, ขนส่งวัตถุดิบจากเหมืองมาย่อยให้มีขนาดเล็กลง และกองเก็บไว้ในยังเก็บวัตถุดิบเพื่อรอการนำไปใช้งาน

ขั้นตอนที่ 2 การบดวัตถุดิบ

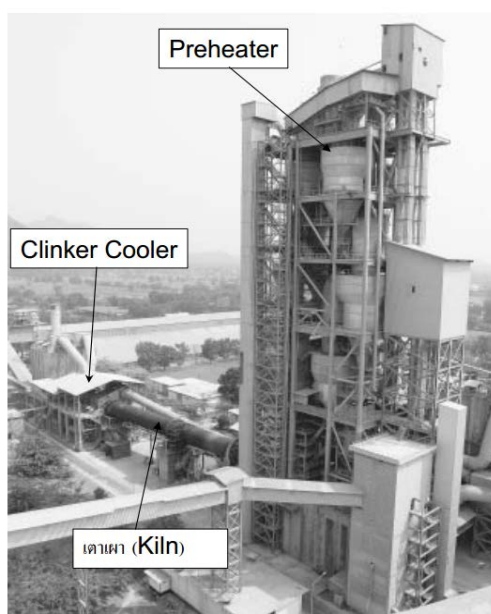
โดยใช้หม้อบดวัตถุดิบ (Raw Mill) ซึ่งมีหน้าที่บดหินปูน ดินดาน และวัตถุดิบชนิดต่างๆ ให้เป็นผงละเอียด การควบคุมอัตราส่วนของวัตถุดิบที่ป้อนเข้าสู่หม้อบดมีความสำคัญเนื่องจากอัตราส่วนของวัตถุดิบที่เหมาะสมจะทำให้วัตถุดิบที่สำเร็จมีคุณสมบัติทางเคมีที่เหมาะสมกับการเผา



ภาพประกอบ 4 รูปภาพแสดงถึงหม้อบดวัตถุดิบ (Raw Mill)

ขั้นตอนที่ 3 การเผาปูนเม็ด

ป้อนวัตถุดิบสำเร็จเข้าสู่หออุ่น (Pre-heater) เพื่ออุ่นวัตถุดิบสำเร็จให้ร้อน แล้วลำเลียงเข้าสู่เตาเผา (Kiln) ต่อไป โนเผาที่อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 1,450 องศาเซลเซียส ซึ่งที่อุณหภูมิดังกล่าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของวัตถุดิบต่างๆ จนได้ปูนเม็ดที่มีลักษณะเป็นก้อนค่อนข้างกลมสีเทาขนาดไม่เกิน 2 เซนติเมตร จากนั้นปูนเม็ดจะถูกทำให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็วที่ห้องทำความเย็นสำหรับปูนเม็ด (Clinker Cooler)



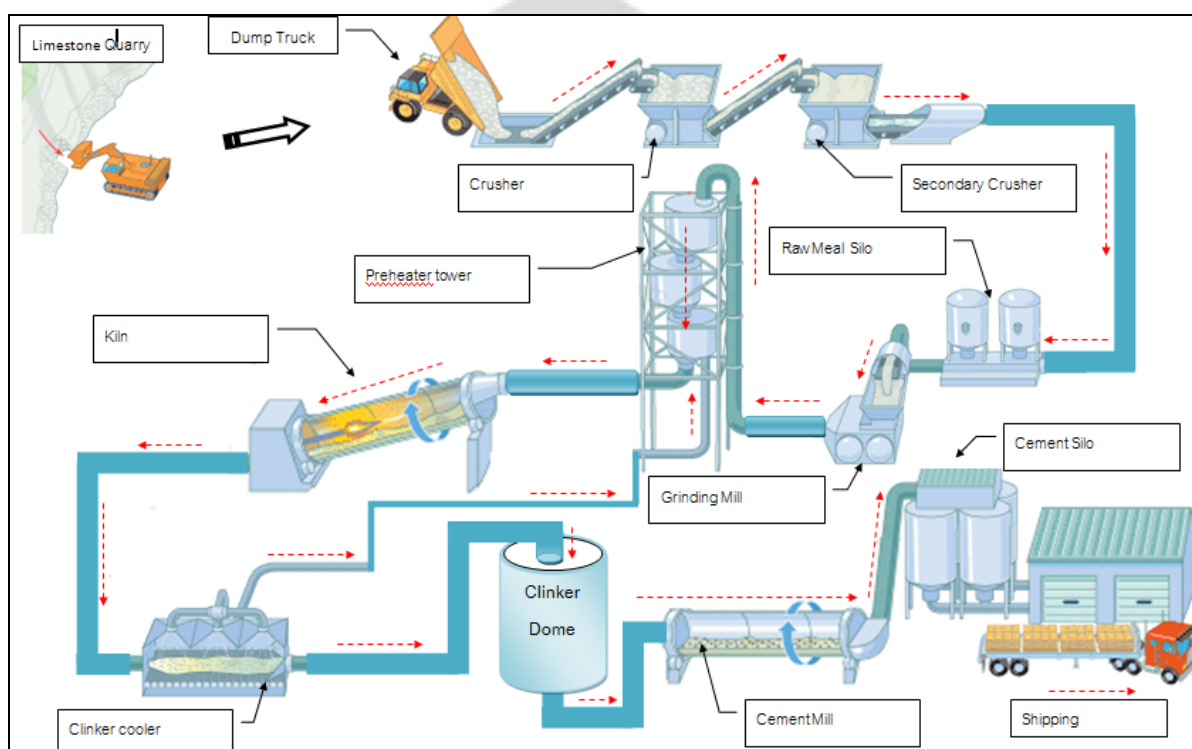
ภาพประกอบ 5 รูปภาพแสดงถึงหออุ่น (Pre-heater) ,เตาเผา (Kiln) และห้องทำความเย็น (Clinker Cooler)

ขั้นตอนที่ 4 การบดปูนซีเมนต์

ลำเลียงปูนเม็ดเข้าหีบอบปูนซีเมนต์ในระหว่างกระบวนการบดนั้น จะมีการเติมยิปซัมในปริมาณเล็กน้อย (เพื่อช่วยยืดระยะเวลาการแข็งตัว, ปรับปรุงคุณสมบัติการหดตัว และพัฒนากำลังอัดของปูนซีเมนต์) บดจนได้ปูนซีเมนต์ที่มีความละเอียดตามต้องการ

ขั้นตอนที่ 5 การบรรจุ และการขนส่งปูนซีเมนต์

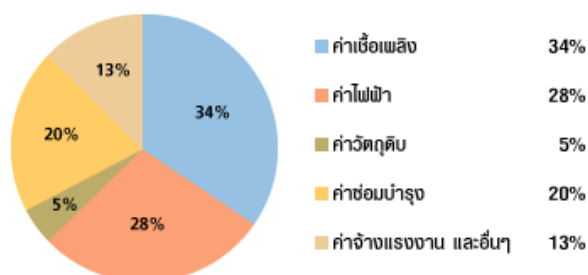
ลำเลียงปูนซีเมนต์เก็บไว้ในไซโล เพื่อรอการบรรจุและการขนส่งต่อไป ซึ่งมีทั้งการเป่าลงเต้าของรถขนส่งในรูปของปูนซีเมนต์ผง และการบรรจุลงในรูปของปูนซีเมนต์ถุง แล้วทำการขนส่งปูนซีเมนต์ไปยังร้านค้า, โรงงานอุตสาหกรรมคอนกรีต หรือหน่วยงานก่อสร้างต่างๆ โดยการขนส่งด้วยรถปูนซีเมนต์, รถไฟ หรือเรือ เพื่อนำปูนซีเมนต์ไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่างๆต่อไป



ภาพประกอบ 6 แผนผังกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์แบบแห้ง

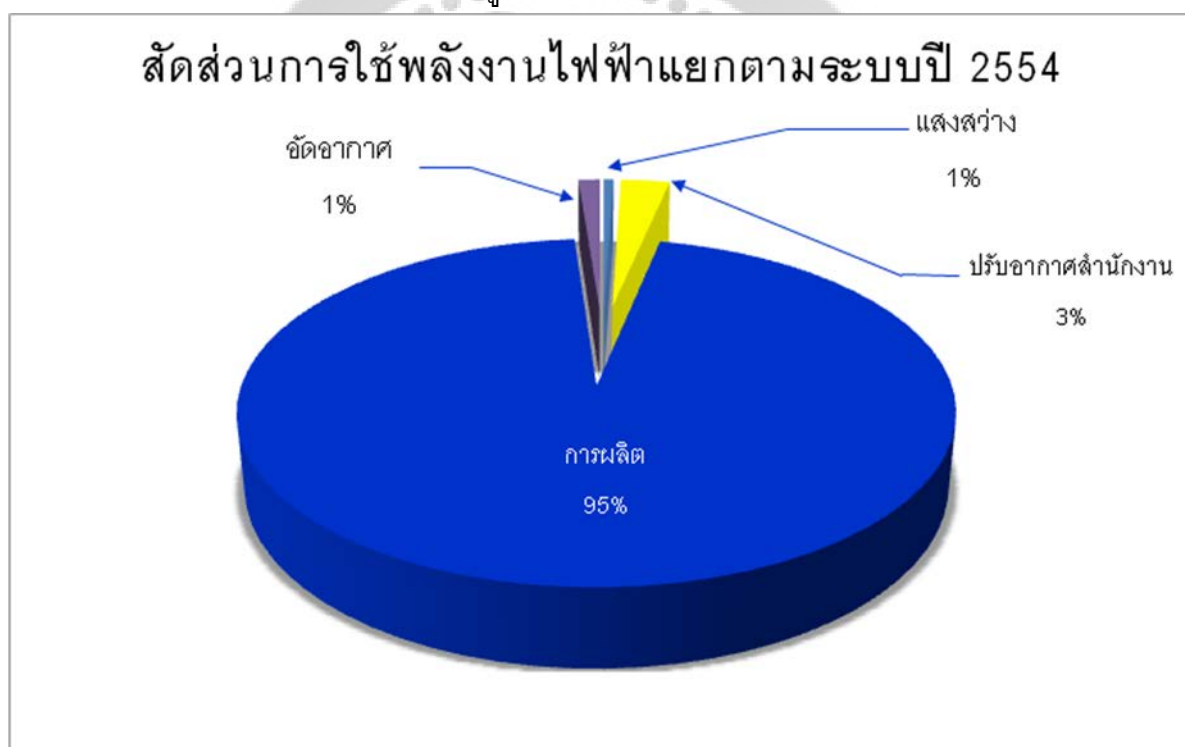
ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลิตปูนซีเมนต์

เนื่องจากอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์เป็นอุตสาหกรรมที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูงมากเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมอื่นทั่วไป ภายใต้โครงสร้างต้นทุนต่อหน่วยการผลิตปูนซีเมนต์ตามแผนภูมิที่ระบุ ประกอบกับเพื่อเป็นการดำเนินการให้สอดคล้องตามกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ และหลักปฏิบัติของทางราชการ ภายใต้ พ.ร.บ.อนุรักษ์พลังงาน ปี พ.ศ.2540 โดยคิดเป็นค่าเชื้อเพลิง ร้อยละ 31 ค่าไฟฟ้าร้อยละ 28 ค่าวัตถุดิบร้อยละ 5 ค่าซ่อมบำรุงร้อยละ 20 ค่าแรงงาน และอื่นๆร้อยละ 13 ซึ่งแสดงดังแผนภูมิด้านล่าง



แผนภูมิด้านล่างต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลิต

สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของการผลิตปูนซีเมนต์



ที่มา: รายงานการจัดการพลังงานปรับเสนอปี 2556 บริษัทปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด

มหาชน

ผู้ผลิตปูนซีเมนต์ภายในประเทศไทย มีทั้งหมด 6 บริษัท จำนวน 12 โรงงาน ดังตาราง

ลำดับที่	บริษัท	หม้อเผา	ปูนซีเมนต์	หน่วยการผลิต	ปูนเม็ด	หน่วยการผลิต	ขนาดของโรงงาน
1	นครหลวง	6	14,784,000	ตัน/ปี	38,500	ตัน/วัน	ใหญ่
2	ทีพีไอ	3	9,074,000	ตัน/ปี	23,500	ตัน/วัน	
3	แก่งคอย	4	7,296,000	ตัน/ปี	19,000	ตัน/วัน	กลาง
4	ทุ่งสง	6	6,912,000	ตัน/ปี	16,000	ตัน/วัน	
5	ท่าหลวง	2	3,072,000	ตัน/ปี	8,000	ตัน/วัน	
6	เขาวง	1	3,840,000	ตัน/ปี	10,000	ตัน/วัน	
7	เอเชีย	2	2,555,000	ตัน/ปี	13,000	ตัน/วัน	เล็ก
8	ลำปาง	1	2,112,000	ตัน/ปี	5,500	ตัน/วัน	
9	ชะอำ	2	1,190,400	ตัน/ปี	3,100	ตัน/วัน	
10	ตากลี	1	1,152,000	ตัน/ปี	3,000	ตัน/วัน	
11	ภูมิไจไทย	1	960,000	ตัน/ปี	2,500	ตัน/วัน	
12	เซเม็กซ์	2	844,800	ตัน/ปี	2,200	ตัน/วัน	

ที่มา: สมาคมปูนซีเมนต์แห่งประเทศไทย, 2555

2.5 แนวทางในการจัดการพลังงาน

ในส่วนของวิธีการจัดการพลังงานนั้นต้องมีการปฏิบัติอย่างมีขั้นตอน รวมทั้งมีการวางแผนการดำเนินการที่ดีและเหมาะสมกับองค์กร เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการจัดการพลังงาน การดำเนินการสามารถแบ่งออกได้เป็น 8 ขั้นตอน



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการจัดการพลังงาน

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

การวิเคราะห์ผลการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้นทำให้ทราบว่านโยบายอนุรักษ์พลังงานที่จะจัดทำขึ้นของโรงงานตัวอย่าง จำเป็นต้องมุ่งเน้นในการจัดโครงสร้างขององค์กรให้สอดคล้องกับการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงาน โดยต้องกำหนดให้มีการจัดตั้งคณะทำงานเข้ามารับผิดชอบในการจัดการพลังงานขององค์กรอย่างเป็นทางการ รวมทั้งกำหนดอำนาจและ

หน้าที่ของคณะทำงานดังกล่าวอย่างชัดเจน นอกจากนั้นนโยบายอนุรักษ์พลังงานที่จัดทำขึ้นจำเป็นต้องระบุให้มีการประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้กับพนักงานทุกคนในองค์กรรับทราบและเพื่อนำไปสู่ความร่วมมือและประสานงานในการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงาน รวมถึงกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงานต่าง ๆ ที่จัดขึ้น



ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้นของโรงงานตัวอย่าง

ที่มา: คู่มือพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม (ปรับปรุงจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน: 2552)

ตารางลักษณะเส้นแบบต่าง ๆ และการวิเคราะห์เพื่อประเมินสถานภาพการจัดการพลังงาน

ลักษณะเส้น	รายละเอียด	การวิเคราะห์
1. High Balance. 	ทุกประเด็นมีคะแนนมากกว่า 3	ระบบการจัดการดีมาก เป้าหมายคือรักษาให้ยั่งยืน
2. Low Balance 	ทุกประเด็นคะแนนน้อยกว่า 3	ต้องมีการพัฒนาในทุกประเด็นอย่างเร่งด่วน

ตาราง (ต่อ)

ลักษณะเส้น	รายละเอียด	การวิเคราะห์
3. U-Shaped 	2 ประเด็นด้านนอกมีคะแนนสูงกว่าประเด็นอื่นๆ	ความคาดหวังสูง คือ มีนโยบายและการจัดสรรเงินลงทุนที่ดี แต่ต้องพัฒนาในด้านอื่นๆ เช่น การกระตุ้นและการสร้างแรงจูงใจให้กับพนักงาน การจัดทำระบบข้อมูลข่าวสารด้านพลังงาน เป็นต้น
4. N-Shaped 	2 ประเด็นด้านนอกมีคะแนนต่ำกว่าประเด็นอื่นๆ	การสร้างแรงจูงใจ และการจัดทำระบบข้อมูลข่าวสารที่ดี ไม่ช่วยทำให้การจัดการพลังงานประสบผลสำเร็จเพราะไม่มีการกำหนดนโยบายที่ดี และไม่มีการสนับสนุนเงินลงทุนหรือสนับสนุนเงินลงทุนน้อยมาก
5. Trough 	1 ประเด็นมีคะแนนต่ำกว่าประเด็นอื่น	ประเด็นที่ล้าหลัง เช่น การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจหรือระบบข้อมูลข่าวสาร เป็นต้น อาจทำให้ระบบการจัดการพลังงานไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร
6. Peak 	1 ประเด็นมีคะแนนสูงกว่าประเด็นอื่น	ความสำเร็จในประเด็นที่คะแนนสูงสุด เช่น การกระตุ้นและการสร้างแรงจูงใจ หรือระบบข้อมูลข่าวสาร เป็นต้น อาจเป็นการสูญเปล่าเพราะประเด็นอื่นๆ ยังล้าหลังมาก ทำให้ระบบไม่ก้าวหน้า โดยเฉพาะในด้านนโยบายและการลงทุน
7. Unbalanced 	มี 2 ประเด็นหรือมากกว่าที่มีคะแนนสูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ย	ต้องรีบพัฒนาประเด็นที่มีคะแนนต่ำให้สูงขึ้นกว่าค่าเฉลี่ยโดยเร็ว (ควรมีการปรับปรุง)

ที่มา: คู่มือพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน: 2552)

การนำระเบียบวิธีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพไปใช้ประโยชน์

“ระเบียบวิธีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ” (Methodology) พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ของแนวคิดของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด แต่ละสถานประกอบการสามารถปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพผ่าน แนวคิดของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดทั้ง 6 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนของระเบียบวิธีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

ประกอบด้วยหลาย กิจกรรม (Tasks) โดยแต่ละกิจกรรมจะมีคำอธิบายว่าอย่างน้อยสถานประกอบการควรทำอะไรบ้างในแต่ละกิจกรรม ดังนี้

ตารางแสดงระเบียบวิธีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน และการจัดการ	
กิจกรรม 1ก	การประชุมกับผู้บริหารระดับสูง
กิจกรรม 1ข	ตั้งทีมงานและจ้างช่างเทคนิค
กิจกรรม 1ค	การประเมินสถานภาพการใช้พลังงานเบื้องต้นเพื่อรวบรวมข้อมูลทั่วไป
กิจกรรม 1ง	การเลือกพื้นที่เป้าหมาย
กิจกรรม 1จ	จัดทำแผนการประเมินสถานภาพการใช้พลังงานอย่างละเอียดเพื่อขออนุมัติจากผู้บริหารระดับสูง
ขั้นตอนที่ 2 การประเมินสถานภาพการใช้พลังงาน	
กิจกรรม 2ก	การประชุมและฝึกอบรมพนักงาน
กิจกรรม 2ข	เตรียมแผนภูมิการดำเนินงานในพื้นที่เป้าหมาย
กิจกรรม 2ค	การเดินทางสำรวจพื้นที่เป้าหมาย
กิจกรรม 2ง	การประเมินปริมาณของวัตถุดิบ และผลผลิตรวมถึงต้นทุนเพื่อสร้างข้อมูลฐานอ้างอิง
กิจกรรม 2จ	ประเมินปริมาณความสูญเสียจากการทำสมดุลวัตถุดิบและสมดุลพลังงาน
ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดทางเลือก	
กิจกรรม 3ก	สืบค้นสาเหตุของการสูญเสีย
กิจกรรม 3ข	กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้
กิจกรรม 3ค	คัดเลือกเฉพาะทางเลือกที่มีศักยภาพเพื่อนำไปวิเคราะห์ความเป็นไปได้
ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของทางเลือก	
กิจกรรม 4ก	วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของแต่ละทางเลือก
กิจกรรม 4ข	จัดลำดับทางเลือก(จากผลวิเคราะห์ความเป็นไปได้)ที่จะนำไปดำเนินการ
กิจกรรม 4ค	จัดทำแผนการดำเนินการ และการตรวจวัดผลการดำเนินการของแต่ละทางเลือกเพื่อขออนุมัติจากผู้บริหารระดับสูง
ขั้นตอนที่ 5 การดำเนินการ และการตรวจวัดผลการดำเนินการ	
กิจกรรม 5ก	สรุปผลการดำเนินการของแต่ละทางเลือก
กิจกรรม 5ข	ประชุมเพื่อประเมินผลการดำเนินการร่วมกับผู้บริหารระดับสูง
ขั้นตอนที่ 6 การนำไปพัฒนาต่อ	
กิจกรรม 6ก	จัดทำแผนการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องเพื่อขออนุมัติดำเนินการจากผู้บริหารระดับสูง

ที่มา: คู่มือการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรมของเอเชีย

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน และการจัดการ

การจัดทำข้อเสนอโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานแสดงแผนการดำเนินการและการประเมินสถานภาพการใช้พลังงานเบื้องต้นเพื่อเสนอขออนุมัติจากผู้บริหารเป็นกิจกรรมที่ มุ่งหมาย ให้ได้รับการยอมรับที่จะสนับสนุนการดำเนินการจากผู้บริหาร (commitment) ถ้าขาดการทำแผนก็ไม่ได้รับการอนุมัติ ซึ่งหมายถึงการไม่ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารและให้ผลลัพธ์ ของการดำเนินการในขั้นตอนที่ 1 คือ ข้อเสนอโครงการซึ่งมี แผนการดำเนินงาน และ กิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพของสถานประกอบการ ที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้บริหารระดับสูง แผนงานที่ได้รับการอนุมัติแล้วจะช่วยให้การดำเนินงาน ในขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 6 ง่ายขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินสถานภาพการใช้พลังงาน

ความมุ่งหมาย ของขั้นตอนที่ 2 คือ การประเมินว่าส่วนใดในพื้นที่เป้าหมายที่มีการ สูญเสียพลังงานและให้ผลลัพธ์ ของขั้นตอนที่ 2 คือ ภาพรวมของปริมาณ และ มูลค่าของของ พลังงานที่สูญเสียไปจากพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการที่จะกำหนดทางเลือกในการปรับปรุง การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดทางเลือก

ความมุ่งหมาย ของขั้นตอนที่ 3 คือ การระบุถึงโอกาสที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพ การใช้พลังงานในพื้นที่เป้าหมายและให้ผลลัพธ์ คือทางเลือกสำหรับดำเนินการปรับปรุงฯ ซึ่งจะถูก นำไปวิเคราะห์ความเป็นไปได้ใน ขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของทางเลือกที่มีศักยภาพ

ความมุ่งหมาย ของขั้นตอนที่ 4 คือการพิจารณาว่าทางเลือกใดมีความเป็นไปได้ทั้ง ทางด้านเทคนิค, การลงทุน และสิ่งแวดล้อมและลำดับของศักยภาพที่มีในแต่ละทางเลือกเพื่อใช้ในการ กำหนดว่าทางเลือกใดควรดำเนินการก่อนและให้ผลลัพธ์ ของขั้นตอนที่ 4 คือ ข้อเสนอ โครงการฯที่ได้รับการอนุมัติจากผู้บริหารระดับสูงซึ่งระบุถึงทางเลือกที่ได้รับการแนะนำให้ ดำเนินการ และ วิธีดำเนินการ รวมถึงรายการทางเลือกที่ต้องการวิเคราะห์ความเป็นไปได้เพิ่มเติม หรือ ทางเลือกที่เป็นไปไม่ได้

ขั้นตอนที่ 5 การดำเนินการ และตรวจวัดผลการดำเนินการตามทางเลือก

ความมุ่งหมาย ของขั้นตอนที่5 คือการลงมือปฏิบัติ และตรวจวัดผลการปฏิบัติตาม ทางเลือกที่ได้จัดลำดับไว้แล้วและการเข้าพบผู้บริหารระดับสูงเพื่อรายงานผลการดำเนินงานตาม ทางเลือกและให้ผลลัพธ์ ของขั้นตอนที่5 คือประสิทธิภาพการใช้พลังงานของบริษัทหรือสถานการณ์ ที่ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น ลดต้นทุน และปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการปฏิบัติตามทางเลือกและ ข้อตกลงกับผู้บริหารรับสูงในการดำเนินการขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

ความมุ่งหมาย ของขั้นตอนที่ 6 คือการดำเนินการเพื่อให้มั่นใจว่าบริษัทจะยังคงปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพอย่างเป็นระบบ โดยการประสานเข้ากับกระบวนการผลิตของบริษัทอย่างต่อเนื่อง (สิ่งเหล่านี้เป็นแกนหลักในแนวคิดของ การผลิตที่สะอาด) และให้ผลลัพธ์ของขั้นตอนที่ 6 คือการที่บริษัทหรือ สถานประกอบการยังคงปฏิบัติตามทางเลือกการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและรวมการจัดการด้านการใช้พลังงานเข้าไปในระบบบริหารจัดการกระบวนการผลิตของบริษัท

จากหลักการดังกล่าว จะเห็นว่าการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องของบริษัทหรือสถานประกอบการจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อบริษัทหรือสถานประกอบการมีระบบบริหารจัดการด้านพลังงานที่ดีและสามารถประสานเข้ากับระบบบริหารจัดการด้านอื่นๆ ของบริษัท ได้อย่างสอดคล้องหรือเหมาะสม ยกตัวอย่าง เช่นการจัดการด้านการใช้พลังงานควรรวมให้อยู่ในระบบเดียวกับระบบการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาพและความปลอดภัย คุณภาพ และความเสถียร

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บุญเกิด ปุณณวิวัฒน์ และปฐมชล ลากยีนยง (2549) ไม่ได้ตั้งระบุ ได้ศึกษาเรื่อง การประหยัดพลังงานในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า มีอาคารของ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 5 อาคารหลัก ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามาก จึงได้สำรวจปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งช่วงกลางวันกับช่วงกลางคืนเกี่ยวกับทางด้านส่องสว่างพบว่า เราสามารถทำการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ โดยการใช้มาตรการการเข้มงวดเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้า การเปลี่ยนหลอดไฟที่มีจำนวนวัตต์น้อยภายในห้องเรียน และการปรับปรุงแก้ไขวงจรไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารซึ่งสามารถจะประหยัดเงินได้ถึง 26,505.60 บาทต่อปี หรือร้อยละ 6.22 ต่อปี

สุวลักษณ์ ห่วงเย็น (2542) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษากลยุทธ์การใช้สื่อ กับ ความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการ ประหยัดไฟฟ้าของนักเรียนผู้ร่วมโครงการห้องเรียนสีเขียว การไฟฟ้า ฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างนักเรียนผู้ร่วมโครงการห้องเรียนสีเขียวโดยเฉลี่ยมีอายุ 11-12 ปี เท่านั้น เพศหญิงมีมากกว่าเพศชาย นักเรียนของโครงการส่วนใหญ่ เข้าใช้ห้องเรียนสีเขียวบ่อยครั้ง การเลือกใช้นวัตกรรม ห้องเรียนสีเขียวคือ หน่วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้รับความสนใจมากกว่าหน่วย (กิจกรรม) อื่นๆ นักเรียนได้ รับสื่อเกี่ยวกับการประหยัดไฟฟ้าจากสื่อห้องเรียนสีเขียวนักเรียนเข้าใจและได้รับ ความรู้ จากการเปรียบเทียบอุปกรณ์ประหยัดไฟ เช่น ตู้เย็นประหยัดไฟเบอร์ 5 กับ ตู้เย็นธรรมดาอย่างชนิดใดกินไฟมาน้อยต่างกัน สำหรับทัศนคติต่อการประหยัดพลังงาน ไฟฟ้า นักเรียนเห็นด้วยกับการสร้างอุปนิสัยที่ดีในการประหยัดไฟฟ้าอย่างประหยัด ช่วยประหยัดพลังงาน และการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในอนาคตได้โดย

ใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด ส่วนพฤติกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของนักเรียนอยู่ในระดับที่ดี การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้สื่ออุปกรณ์ห้องเรียนสีเขียวทางสถิติพบว่า เพศของ นักเรียนความถี่ในการเข้าใช้ห้องเรียนสีเขียวและหน่วย (กิจกรรม) ของการใช้ห้อง เรียนสีเขียวที่วัด ความรู้ทัศนคติ และพฤติกรรม ของนักเรียนนั้นไม่มีความสัมพันธ์ ในการประหยัดไฟฟ้าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และจากการสัมภาษณ์ คณะผู้ปฏิบัติงานของ โครงการได้สำรวจพบว่า นักเรียนของโครงการห้องเรียนสีเขียว มีความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมในการประหยัดไฟฟ้าในทางที่ดีขึ้น เพราะนักเรียนได้รับสื่อจากห้องเรียน สีเขียว สื่อวิทยุ โทรทัศน์ และสื่อสิ่งพิมพ์ เข้าไปเสริมทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ และเข้าใจถึงการกำเนิดพลังงานไฟฟ้า การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มากขึ้นอันเป็น ผลกระทบต่อการประหยัดไฟฟ้าที่ดีในอนาคต

วัฒนา สันทัดพร้อม (2549) ได้ศึกษาเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ ผลการศึกษาพบว่า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ ร้อยละ 55.33 ของมิเตอร์ที่ติดตั้งให้กับหน่วยงาน โดยปัจจัยที่สามารถลดการใช้พลังงานได้ เนื่องจากพนักงานมีจิตสำนึกและให้ความร่วมมือในการประหยัดพลังงาน ผู้บริหารให้ความสำคัญในนโยบายและเป้าหมาย

บุญญารัตน์ แสงปิยะ (2554) ได้ศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานควบคุม ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า คือ คุณสมบัติของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต ความสนใจของผู้บริหารและความร่วมมือของพนักงาน เงินลงทุนในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

เป็นธิดา มณีโชติ (2554) ได้ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะ specific energy c ของโรงงานควบคุมตัวอย่างใน 4 กลุ่มอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตไม้และเครื่องเรือน TSIC 33) อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากแร่โลหะ TSIC 36) อุตสาหกรรมโลหะขั้นมูลฐาน TSIC 37 และอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ TSIC 38 ผลการศึกษาพบว่า ข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงานควบคุมในกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะขั้นมูลฐานนั้นมีความเสถียร แสดงถึงการจัดการพลังงานที่ดี ขณะที่กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์จากแร่โลหะ และอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์

บทที่ 3

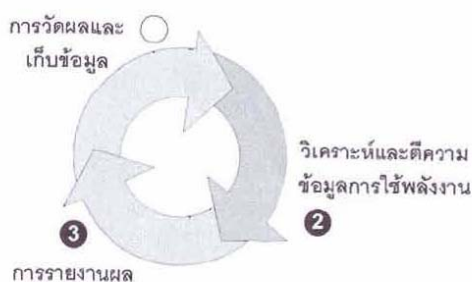
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบการตรวจติดตามและกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงาน เมื่อรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานรายเดือน พร้อมด้วยปริมาณผลผลิตจากรายงานการจัดการพลังงานในปี 2554-2555 ของโรงงานควบคุมตัวอย่าง จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิตต่อไป

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปี
2. วิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบการตรวจติดตามและการกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงาน (energy monitoring and targeting system) หรือเรียกว่า ระบบ M&T ซึ่งเป็นวิธีหรือเทคนิคในการบริหารจัดการพลังงานเบื้องต้น โดยอาศัยข้อมูลการใช้พลังงานในอดีตที่ผ่านมาของหน่วยงานเป็นพื้นฐานในการกำหนดและคาดการณ์การใช้พลังงานในอนาคตและนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นเครื่องมือสำหรับการควบคุมระดับการใช้พลังงานในปัจจุบันให้เป็นไปตามค่าที่ควรจะเป็นและเหมาะสม รวมไปถึงใช้ในการผลิตเดิมที่มีอยู่ให้ดีขึ้นและมีต้นทุนการใช้พลังงานที่ลดลง ระบบ M&T ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังภาพประกอบที่ 9



ภาพประกอบ 9 วัฏจักรการทำระบบการตรวจติดตามและกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงาน M&T

การวัดผลและเก็บข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลระดับทุติยภูมิ โดยรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานรายเดือนทั้งปริมาณไฟฟ้า และปริมาณผลผลิตจากรายงานการจัดการพลังงานในปี 2554 และ 2555 ของโรงงานตัวอย่าง

รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนโรงงานในอุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์ สำหรับโรงงานที่มีขนาดเล็ก และเป็นกลุ่มประเภทโรงงานควบคุมลักษณะเดียวกัน 3 แห่ง ได้แก่

โรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ เป็นโรงงานควบคุมที่ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าหรือติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้ารวมกันตั้งแต่สามพันกิโลวัตต์หรือสามพันห้าร้อยสามสิบกิโลวัตต์แอมแปร์ขึ้นไปหรืออาคารควบคุมที่ใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสิ้นเปลืองอื่นๆ โดยมีปริมาณพลังงานเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่หกสิบล้านเมกะจูลขึ้นไป

ที่มา: รายงานการจัดการพลังงานประจำปี 2555, บริษัทชลประทานซีเมนต์.ฉบับที่ 6. มีนาคม)

โรงงานที่ 2 บริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน) โรงงานพุทรา เป็นโรงงานควบคุมที่ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าหรือติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้ารวมกันตั้งแต่สามพันกิโลวัตต์หรือสามพันห้าร้อยสามสิบกิโลวัตต์แอมแปร์ขึ้นไปหรือโรงงานควบคุมที่ใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสิ้นเปลืองอื่นๆ โดยมีปริมาณพลังงานเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่หกสิบล้านเมกะจูลขึ้นไป

ที่มา: รายงานการจัดการพลังงานประจำปี 2555, บริษัทชลประทานซีเมนต์.ฉบับที่ 6. มีนาคม

โรงงานที่ 3 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานตาคลี เป็นโรงงานควบคุมที่ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าหรือติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้ารวมกันตั้งแต่สามพันกิโลวัตต์หรือสามพันห้าร้อยสามสิบกิโลวัตต์แอมแปร์ขึ้นไปหรือโรงงานควบคุมที่ใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสิ้นเปลืองอื่นๆ โดยมีปริมาณพลังงานเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่หกสิบล้านเมกะจูลขึ้นไป

ที่มา: รายงานการจัดการพลังงานประจำปี 2555, บริษัทชลประทานซีเมนต์.ฉบับที่ 6. มีนาคม

การวิเคราะห์และตีความข้อมูลการใช้พลังงาน

วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Microsoft excel ดังนี้

1. วิเคราะห์และเปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปี โดยการสร้างแผนภาพกระจาย (scatter diagram) ของข้อมูลปริมาณผลผลิตและพลังงานที่ใช้ทั้ง 24 เดือน และรายปี พร้อมกับหาค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) แบบเชิงเส้นอย่างง่าย
2. วิเคราะห์พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลด้วยกราฟ CUSUM โดยใช้ข้อมูลทั้ง 24 เดือน เป็นข้อมูลอ้างอิง

ในที่นี้เป็นการประยุกต์ใช้กราฟ CUSUM ซึ่งเป็นเครื่องมือทางด้าน SPC (Statistical Process Control) ที่ใช้ในกระบวนการผลิตมาใช้ในการด้านพลังงานเนื่องจากกราฟมีลักษณะเด่นคือ

1. ไวต่อค่าที่เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ถ้าการใช้พลังงานมีการเปลี่ยนแปลงไปจากฐานไม่มาก เมื่อเขียนกราฟแบบอนุกรมเวลาอาจจะไม่สามารถมองเห็นได้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงนั้นมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับฐาน แต่กราฟ CUSUM เป็นการนำเสนอการสะสมสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่เมื่อมีการสะสมต่อเนื่องไปเรื่อยๆก็จะทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดขึ้น
2. แสดงพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้อย่างชัดเจน ว่าข้อมูลมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด เช่น เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือลดลง
3. แสดงจุดเริ่มเปลี่ยนของพฤติกรรมและช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น อาจจะเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง หรือเปลี่ยนแปลงชั่วคราวแล้วกลับไปสู่พฤติกรรมเดิม

กราฟ CUSUM เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงผลรวมสะสมของความแตกต่างของการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจริงกับค่าฐานที่ใช้อ้างอิง ในการสร้างกราฟ CUSUM นั้นเริ่มจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้นของข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณผลผลิตอย่างน้อย 24 เดือน โดยสร้างแผนภาพกระจายและวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เพื่อสร้างสมการ Baseline จากนั้นวิเคราะห์ Expected, DIFF, และ CUSUM ของแต่ละเดือน แล้วจึงเขียนกราฟแท่งของ DIFF และกราฟ CUSUM

ทั้งนี้ค่า Expected คือปริมาณพลังงานที่คำนวณได้จากการแทนค่าปริมาณผลผลิตในเดือนนั้นลงในสมการ Baseline

ค่า DIFF คือ ผลต่าง (Difference) ของค่าพลังงานที่ใช้จริงกับค่า Expected ในแต่ละเดือน (พลังงานที่ใช้จริง-ค่า Expected)

ค่า CUSUM คือผลรวมสะสมของค่า DIFF

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ข้อมูลของโรงงานตัวอย่าง โรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก ปี 2554-2555 จำนวน 3 โรงงาน

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ และศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ส่วนประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปี
2. การวิเคราะห์ศักยภาพอนุรักษ์พลังงาน

ผลการดำเนินการวิจัย

1. โรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ

ตาราง 1 ข้อมูลปริมาณผลผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือน ของโรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ

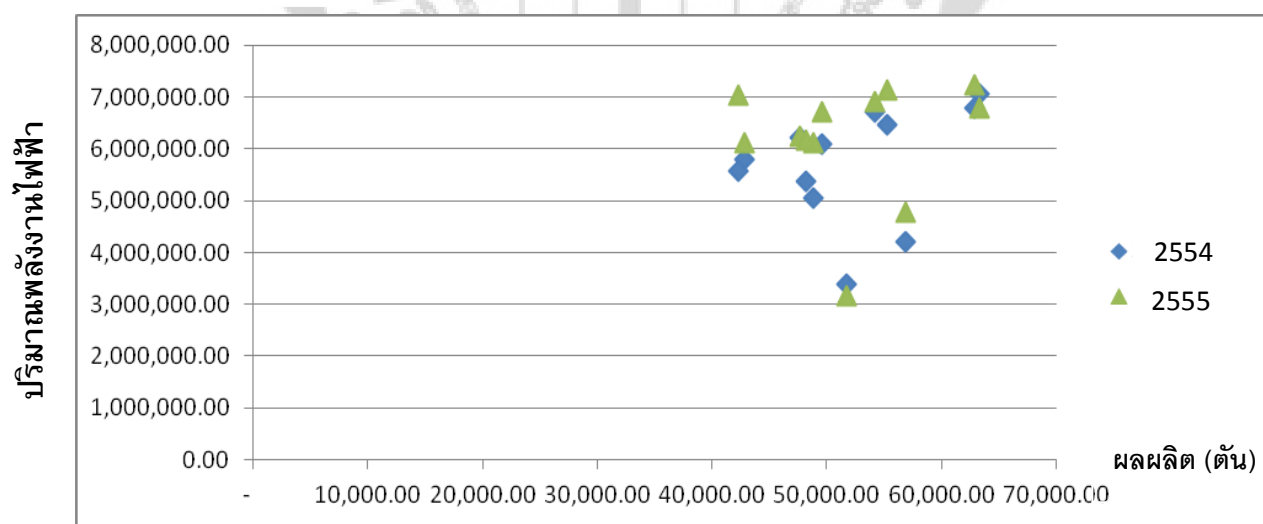
เดือนที่	ปริมาณการผลิต (ตัน)	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
1	51759.00	3,397,600.00
2	48856.00	5,043,200.00
3	49566.00	6,084,000.00
4	42880.00	5,805,760.00
5	47684.00	6,216,800.00
6	56920.00	4,211,680.00
7	48155.00	5,380,000.00
8	55226.00	6,467,423.00
9	42330.00	5,568,592.00
10	62846.00	6,787,514.00
11	63366.00	7,071,520.00
12	54181.00	6,706,076.00
13	43,551.00	3,175,040.00
14	51,208.00	6,116,480.00
15	50,166.00	6,701,920.00

ตาราง 1 (ต่อ)

เดือนที่	ปริมาณการผลิต (ตัน)	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
16	46,928.00	6,109,440.00
17	48,783.00	6,237,440.00
18	50,861.00	4,784,800.00
19	51,217.00	6,173,920.00
20	50,927.00	7,138,720.00
21	61,661.00	7,036,960.00
22	53,741.00	7,230,560.00
23	48,683.00	6,789,760.00
24	53,257.00	6,917,120.00

1.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปี ของโรงงานที่ 1
บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ

กิโลวัตต์-ชั่วโมง



ภาพประกอบ 10 ความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้า กับปริมาณผลผลิต แบบแยกรายปีของ
โรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ

ภาพประกอบที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้า กับปริมาณการผลิต แบบแยกรายปี กราฟความสัมพันธ์ของทั้งสองปี แสดงให้เห็นว่าปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า มีค่าใกล้เคียงกันมาก แสดงว่ามีประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

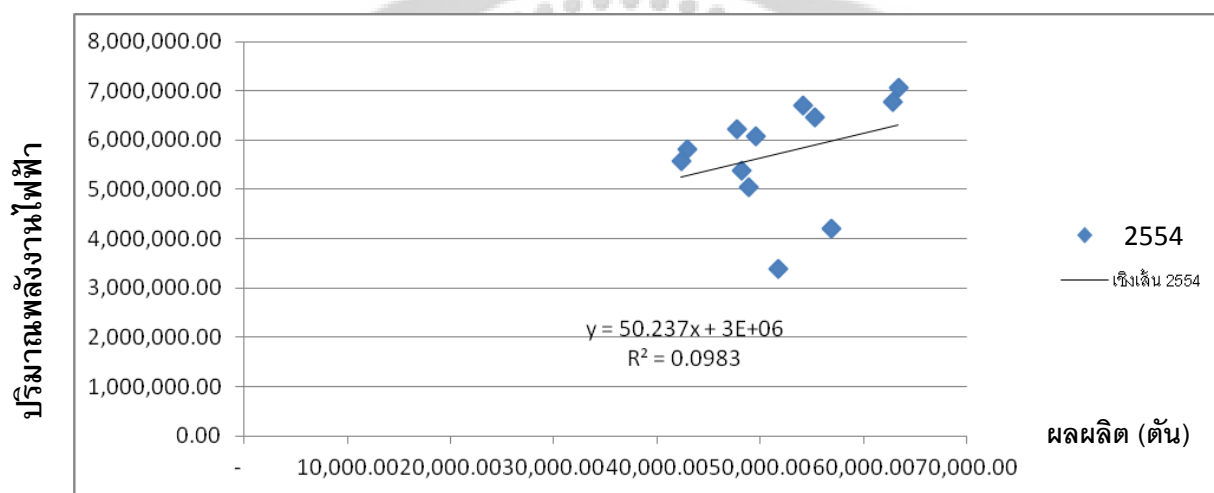
ปี 2554 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 68,740,166.02 กิโลวัตต์/ชั่วโมง

ปี 2555 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 74,412,160.00 กิโลวัตต์/ชั่วโมง

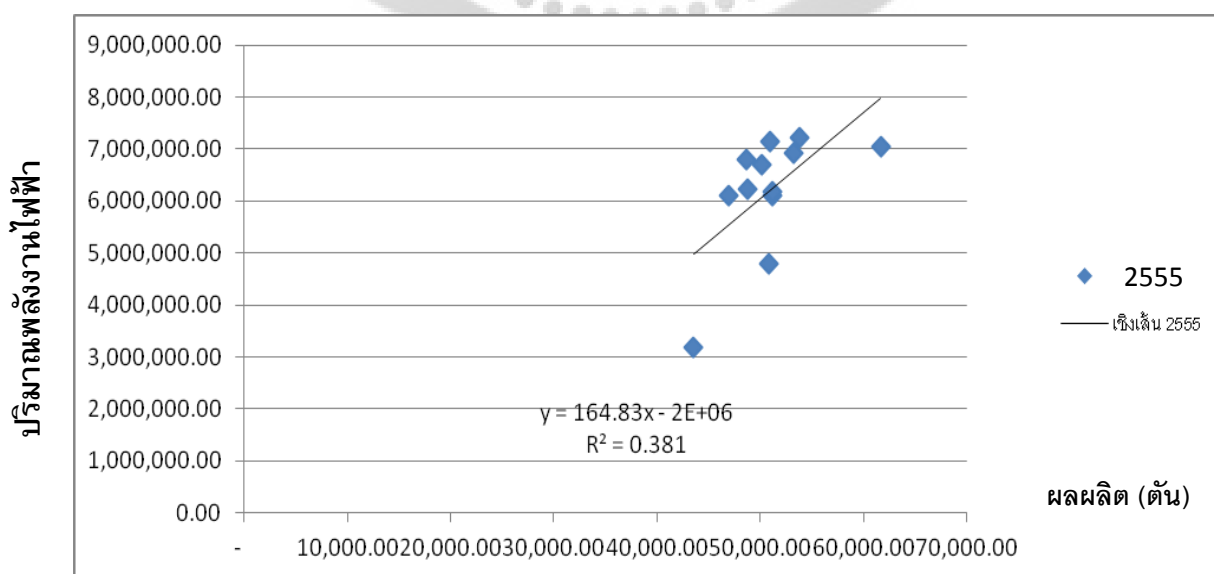
ดังนั้น ปี 2555 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวมมากกว่าปี 2554 เท่ากับ 5671993.98 กิโลวัตต์/ชั่วโมง

วิเคราะห์เปรียบเทียบแบบใช้ข้อมูลการกระจายตัวและการถดถอยแบบเชิงเส้น

กิโลวัตต์/ชั่วโมง



กิโลวัตต์/ชั่วโมง



ภาพประกอบ 11 Scatter plot และ linear trend line แบบแยกรายปีของข้อมูลการใช้พลังงาน และการผลิตในปี 2554 และ 2555 ของโรงงานที่ 1 โรงงาน ชะอำ

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้ข้อมูลการกระจายตัวการพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณผลผลิตแบบรายปีนั้น เมื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้พลังงานแต่ละปี ดังภาพประกอบที่ 11 จะเห็นได้ว่าจุดข้อมูลทั้งสองปี กระจายอยู่บนเส้นตรงที่ใกล้เคียงกัน แสดงถึงความเสถียรภาพ ของการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานตัวอย่างในช่วง 2 ปี ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละปีมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณผลผลิต ทั้งนี้การใช้พลังงานไฟฟ้ามีความสม่ำเสมอ เนื่องจากค่า R^2 ทั้ง 2 ปี มีค่าใกล้เคียงกัน และ การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อหาสมการเชิงเส้นแบบง่ายที่เป็นตัวแทนของข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณผลผลิต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ (ในกรณีของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่าย) จากการวิเคราะห์ที่ผ่านมา ทำให้ได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายที่ใช้เป็นตัวแทนข้อมูลทั้ง 2 ปี ของปริมาณผลผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังตารางที่ 2 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การถดถอยด้วยวิธีที่สะดวกที่สุด ดังนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้นที่ผ่านมา ทำให้ได้สมการตัวแทนของการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายดังตารางที่ 2

ตาราง 2 สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายของข้อมูลทั้งปี 2554-2555

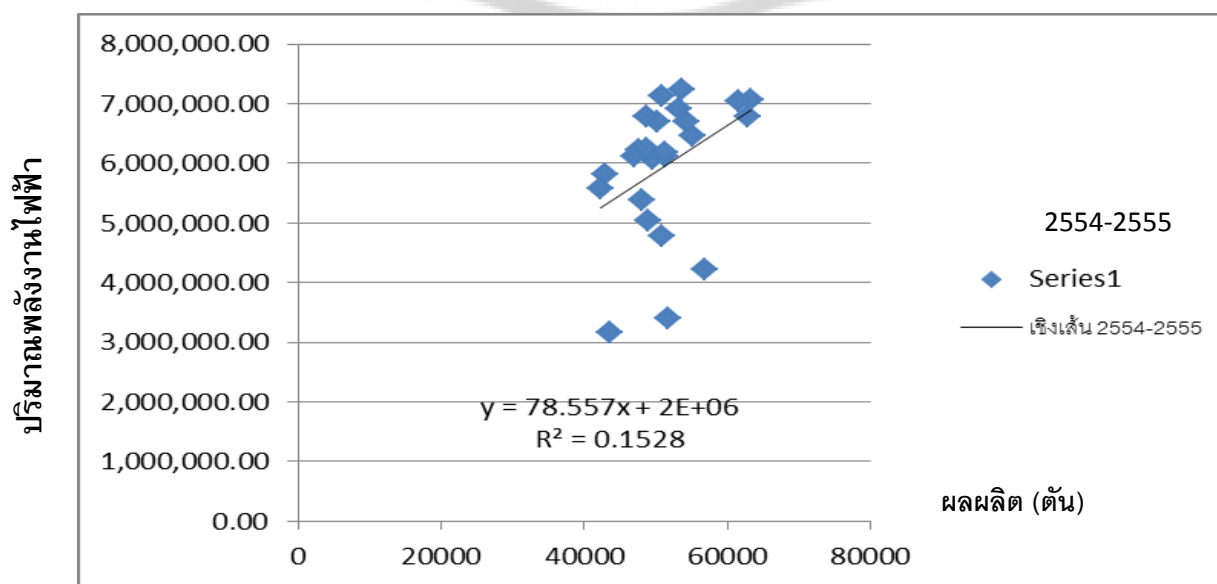
ของโรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ

	สมการ	R^2
ปี 2554	$Y = 50.237x + 3E+06$	0.0983
ปี 2555	$Y = 164.83x + 2E+06$	0.3810

1.2. การวิเคราะห์ศักยภาพอนุรักษ์พลังงานของโรงงานที่ 1

บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ

กิโลวัตต์/ชั่วโมง

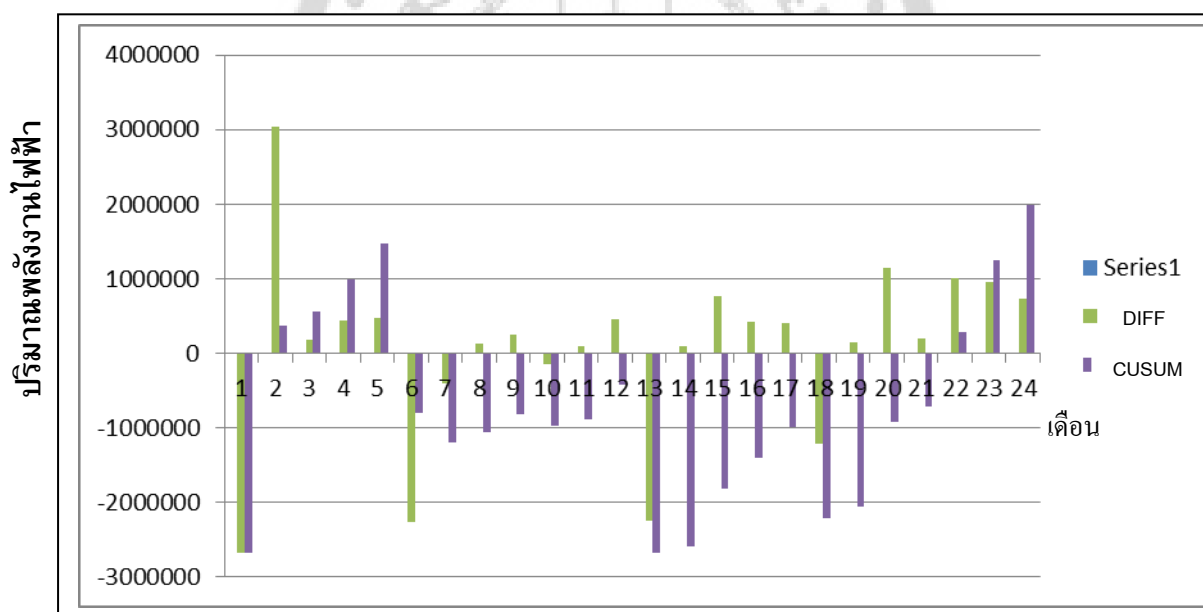


ภาพประกอบ 12 Scatter plot และ linear trend line ของข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิตในปี 2554 รวมกับ 2555 ของโรงงานที่ 1 โรงงาน ชะอำ

แทนค่าสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายของข้อมูลทั้งปี 2554-2555 ของโรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ จะได้ ค่า Expected คือปริมาณพลังงานที่คำนวณได้จากการแทนค่าปริมาณผลผลิตในเดือนนั้น ค่า DIFF คือ ผลต่าง (Difference) ของค่าพลังงานที่ใช้จริงกับค่า Expected ในแต่ละเดือน (พลังงานที่ใช้จริง-ค่า Expected) และ ค่า CUSUM คือผลรวมสะสมของค่า DIFF ดังแสดงในตารางผลการวิเคราะห์ค่า DIFF และ CUSUM ของการใช้พลังงานรวมทั้ง 24 เดือน ของโรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ (ในภาคผนวก ก)

จากผลการวิเคราะห์ค่า DIFF และ CUSUM ของการใช้พลังงานรวมทั้ง 24 เดือน แสดงพฤติกรรมการใช้พลังงานที่มีลักษณะผันแปรสะท้อนถึงลักษณะการใช้พลังงานที่ไม่มีรูปแบบที่ชัดเจนมีความผันผวนทั้งดีและไม่ดีสลับไปมาตลอดทั้งปีซึ่งต้องพิจารณาร่วมกับพฤติกรรมและผลผลิตของโรงงาน เช่น การผลิตมากน้อยตามฤดูกาลความแตกต่างกันในรายละเอียดของกระบวนการผลิต เป็นต้น ดังภาพประกอบที่ 1

กิโวลต์/ชั่วโมง



ภาพประกอบ 13 กราฟ Difference และ CUSUM ของข้อมูลปี 2554 รวมกับ 2555 ของโรงงานที่ 1 โรงงานชะอำ

1.2.1 เลือกข้อมูลอ้างอิงและการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

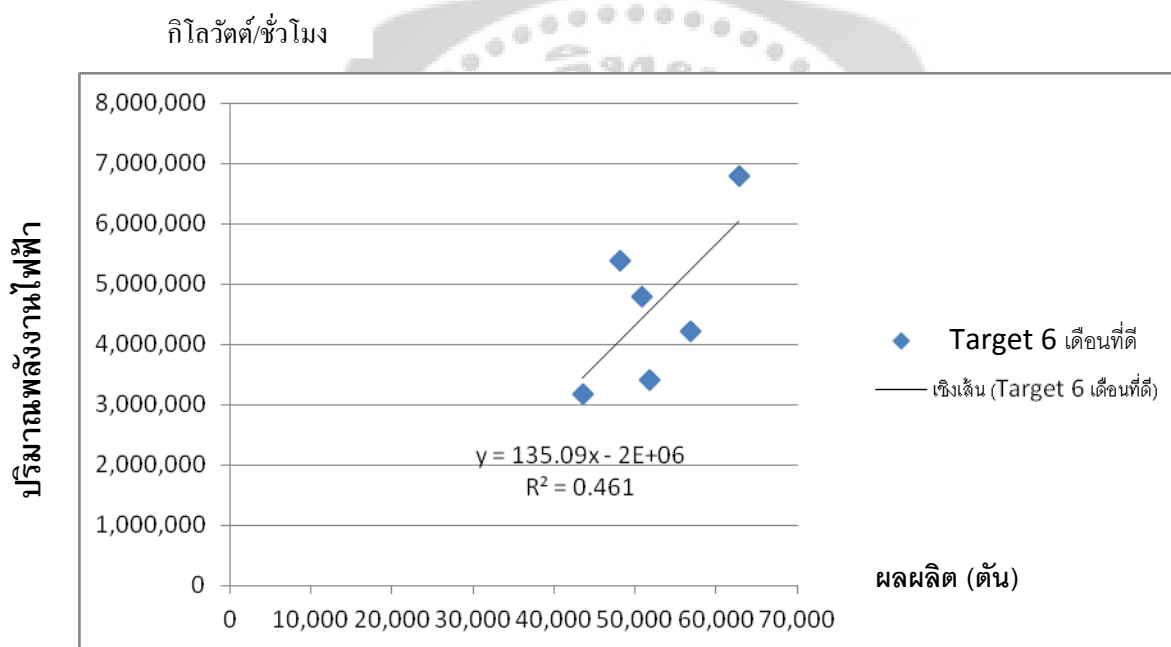
โรงงานที่ 1 โรงงานชะอำ

เลือกเดือนที่มีค่า DIFF ตีลบสูงสุด 6 อันดับแรก เพื่อใช้เป็นข้อมูลฐานอ้างอิง แล้วนำมาเขียนการกระจายตัวของข้อมูลพร้อมหาสมการเส้นฐาน

ขั้นตอนการวิเคราะห์ประกอบด้วย

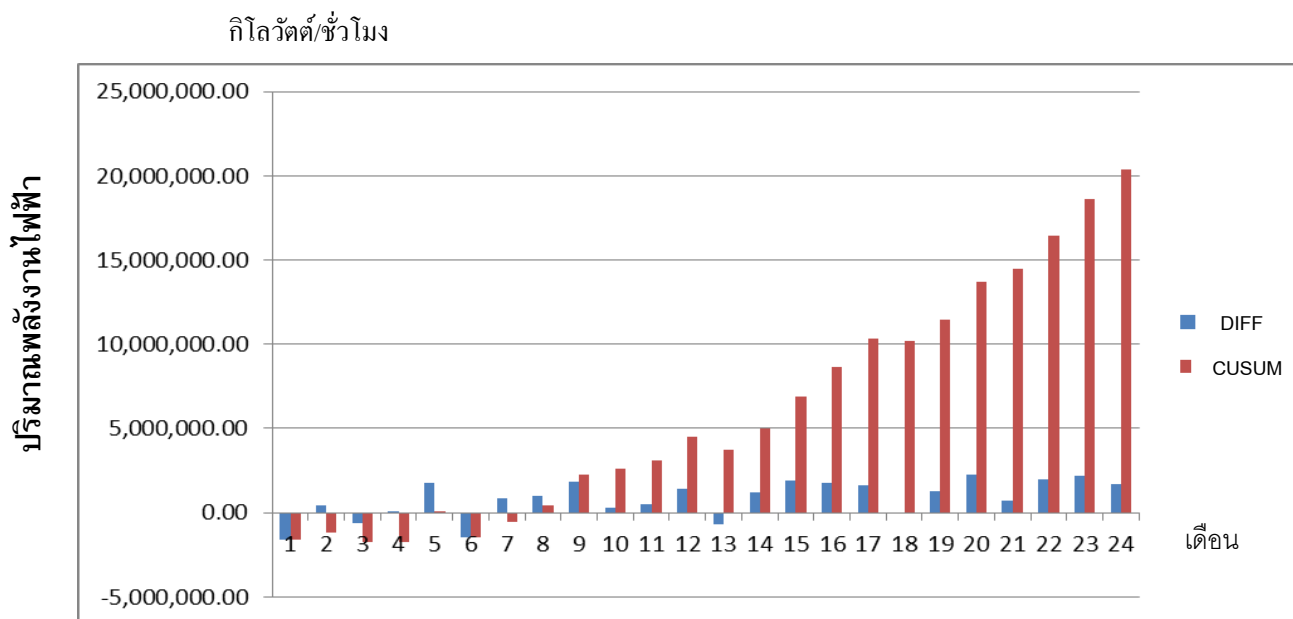
1. ทำการเลือกเดือนที่มีค่า DIFF ติดลบมากๆ ประมาณ 6-8 เดือน เพื่อใช้เป็นช่วงฐานอ้างอิง โดยไม่จำเป็นต้องเป็นเดือนที่ต่อเนื่องกัน เพราะถือว่ากิจกรรมที่เกิดขึ้นนั้นเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดประโยชน์ และใช้เป็นค่าเป้าหมาย ในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงได้ เพราะถือว่าเป็นเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นแล้วในอดีต น่าจะเกิดทำให้เกิดพฤติกรรมเช่นนั้นได้อีก จะเลือกเดือนที่ 1,6,7,10,13 และ 18 รวมทั้งหมด 6 เดือน ดังตารางชุดฐานอ้างอิงและชุดข้อมูลที่เหลือของข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือนของโรงงานที่ 1 โรงงานชะอำ (ในภาคผนวก ก)

2. แยกข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือชุดฐานอ้างอิงและชุดข้อมูลที่เหลือ ดังตารางชุดฐานอ้างอิงและชุดข้อมูลที่เหลือของข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือนของโรงงานที่ 1 โรงงานชะอำ (ในภาคผนวก ก)



ภาพประกอบ 14 Scatter plot และ linear trend line ของข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิตใน 6 เดือนที่มีการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดี ของโรงงานที่ 1 โรงงานชะอำ

จากภาพประกอบที่ 14 Target line ที่ใช้ประเมินศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานของปีต่อไป คือ Baseline equation $Y=135.09x - 2E+06$ โดยการนำ Baseline equation มาทำการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า เมื่อเทียบกับเดือนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรก ดังตารางการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า (เทียบกับเอนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรก) ของโรงงานที่ 1 โรงงานชะอำ (ในภาคผนวก ก)



ภาพประกอบ 15 กราฟ Difference และ CUSUM ของข้อมูลปี 2554 รวมกับ 2555 ที่ใช้ข้อมูลฐานอ้างอิง 6 เดือนที่มีการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดี ของโรงงานที่ 1 โรงงานชะอำ

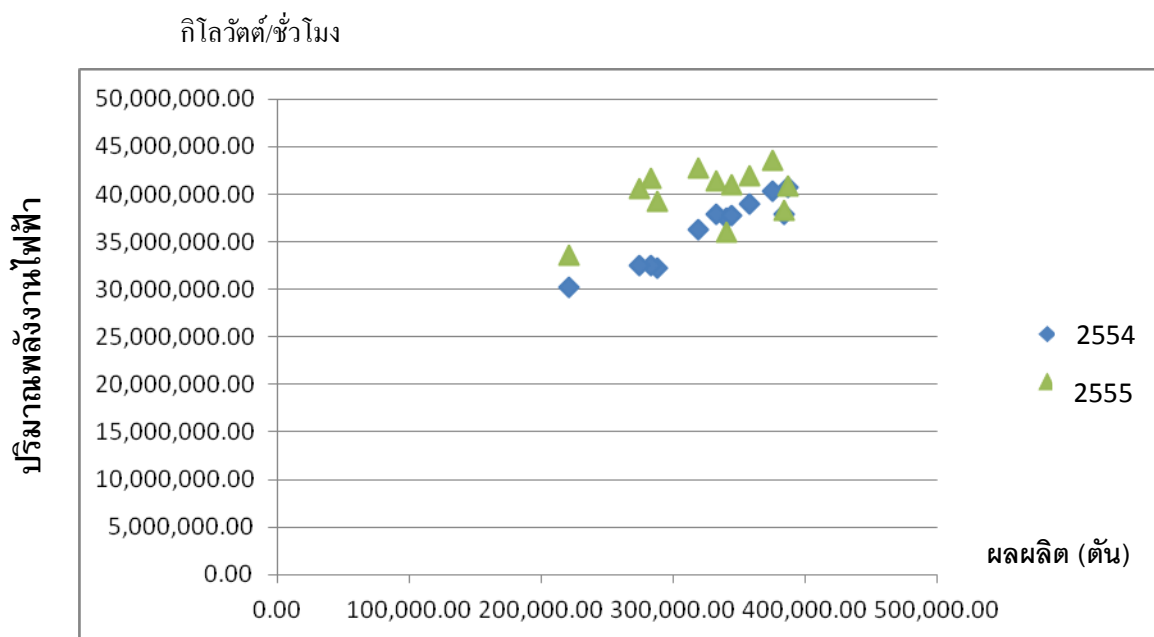
จากผลการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าซึ่งได้จากการประเมินเทียบกับการใช้พลังงานอ้างอิงที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง 6 อันดับแรก ภาพประกอบที่ 15 พบว่าในช่วงปี 2554-2555 จากการวิเคราะห์ โดยการนำ Baseline equation มาทำการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า เมื่อเทียบกับเดือนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรก ทางโรงงานมีศักยภาพที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ 20,349,677.32 kWh และเนื่องจากมีค่า DIFF ที่สูงซึ่งแสดงถึงความสูญเสียหลักที่เกิดขึ้นยังไม่ได้รับการแก้ไข ดังนั้น ทางโรงงานควรพิจารณา พร้อมทั้งดำเนินการปรับปรุงหรือจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในปีต่อไป ในช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลในปี 2554 จะพบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สูงแต่มีผลผลิตที่ลดลง เนื่องมาจากการเดินเครื่องจักรแบบไม่ต่อเนื่อง สาเหตุมาจากการชำรุดของเครื่องจักรและต้องหยุดซ่อมบำรุง ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียผลผลิตและพลังงานไฟฟ้า ซึ่งไม่ควรนำโรงงานที่ 1 มาเป็นตัวอย่างในการจัดการด้านพลังงาน

2. โรงงานที่ 2 บริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน) โรงงานพุกράง

ตาราง 3 ข้อมูลปริมาณผลผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือน ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกράง

เดือนที่	ปริมาณการผลิต (ตัน)	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
1	387,357.00	40,682,400.00
2	340,861.00	37,432,800.00
3	357,758.00	38,997,600.00
4	384,228.00	37,860,000.00
5	221,085.00	30,268,800.00
6	333,126.00	37,881,600.00
7	375,538.00	40,281,600.00
8	344,186.00	37,699,200.00
9	288,540.00	32,304,000.00
10	319,497.00	36,247,200.00
11	283,456.00	32,541,600.00
12	274,603.00	32,486,400.00
13	364,700.00	40,879,200.00
14	304,971.00	35,966,400.00
15	389,058.00	41,911,200.00
16	300,242.00	38,325,600.00
17	260,451.00	33,536,170.00
18	363,547.00	41,451,927.39
19	373,352.00	43,593,820.31
20	372,967.00	40,991,150.44
21	322,374.00	39,274,036.29
22	364,229.00	42,798,260.09
23	371,306.00	41,653,517.33
24	365,334.00	40,595,170.22

2.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปี ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกράง



ภาพประกอบ 16 ความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้า กับปริมาณผลผลิต แบบแยกรายปีของโรงงานพุกράง

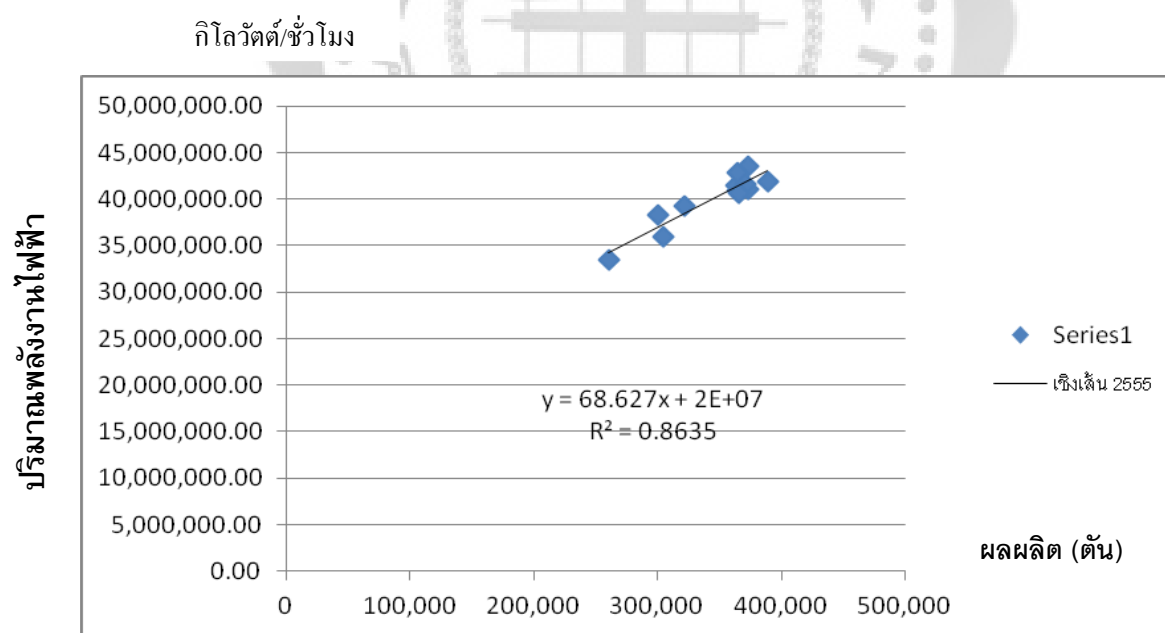
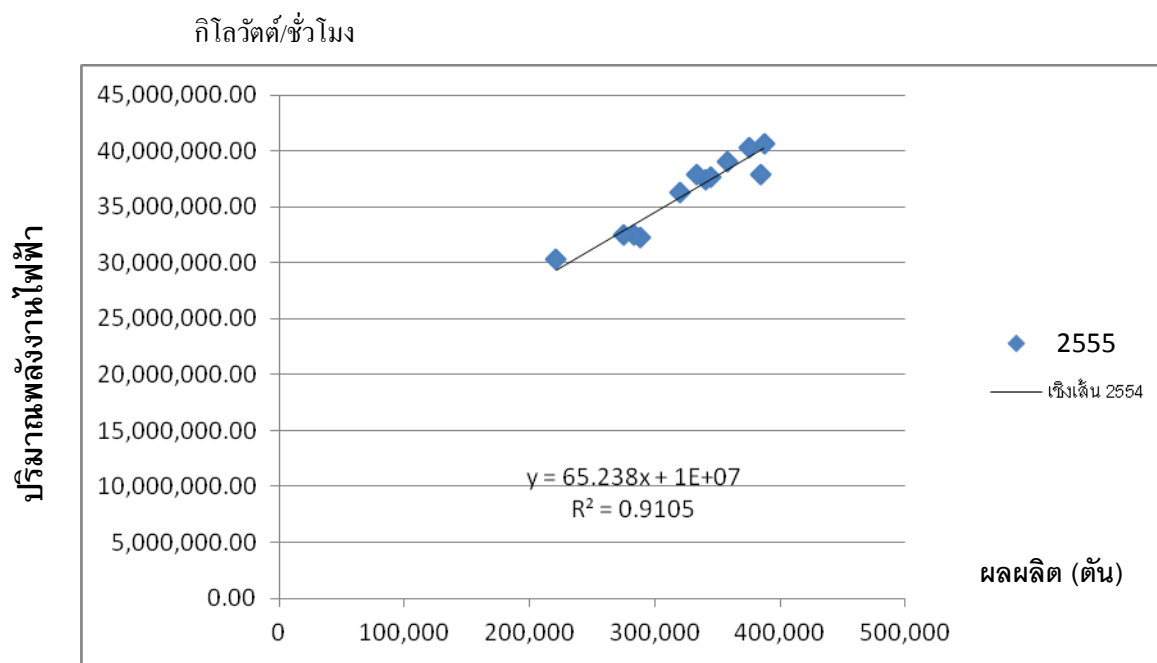
จากภาพประกอบที่ 16 แสดงความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้า กับปริมาณการผลิต แบบแยกรายปี กราฟความสัมพันธ์ของทั้งสองปี แสดงให้เห็นว่าปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า มีค่าใกล้เคียงกันมาก แสดงว่ามีประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ปี 2554 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 364,336,800.00 กิโลวัตต์/ชั่วโมง

ปี 2555 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 480,976,452.07 กิโลวัตต์/ชั่วโมง

ดังนั้น ปี 2555 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวมมากกว่าปี 2554 เท่ากับ 116,639,652.07 กิโลวัตต์/ชั่วโมง

2.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบแบบใช้ข้อมูลการกระจายตัวและการถดถอยแบบเชิงเส้น



ภาพประกอบ 17 Scatter plot และ linear trend line แบบแยกรายปีของข้อมูลการใช้พลังงาน และการผลิตในปี 2554 และ 2555 ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกสร้าง

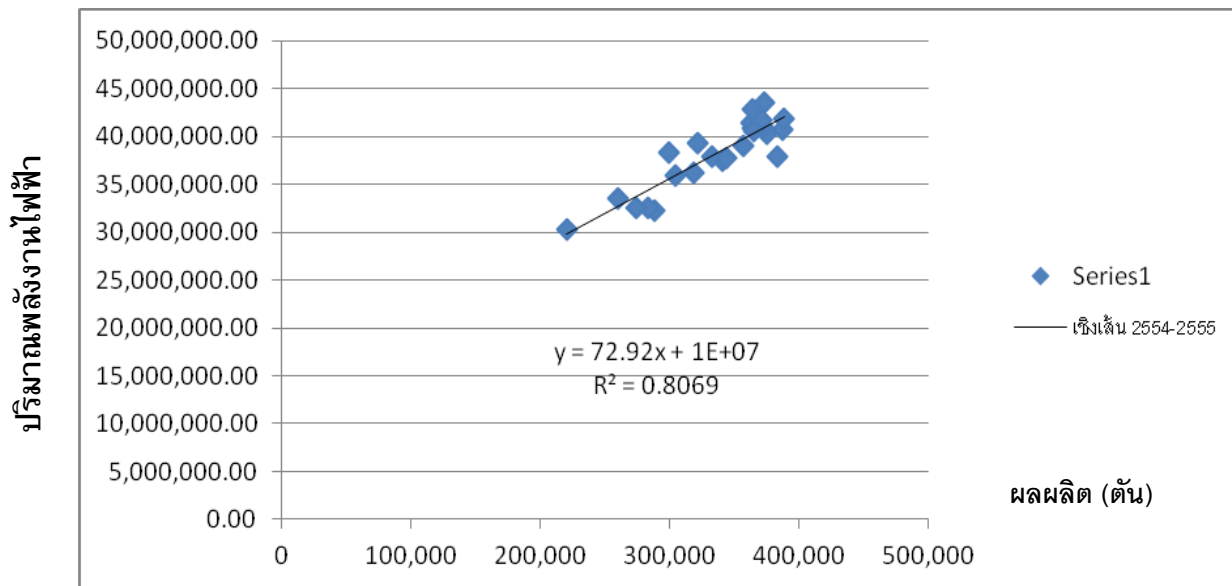
ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้ข้อมูลการกระจายตัวการพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณผลผลิตของโรงงานที่ 2 แบบรายปีนั้น เมื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้พลังงานแต่ละปี ดังภาพประกอบที่ 15 จะเห็นได้ว่าจุดข้อมูลทั้งสองปี กระจายอยู่บนเส้นตรงที่ใกล้เคียงกัน แสดงถึงความเสถียรภาพ ของการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานตัวอย่างในช่วง 2 ปี ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละปีมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณผลผลิต ทั้งนี้การใช้พลังงานไฟฟ้ามีความสม่ำเสมอ เนื่องจากค่า R^2 ทั้ง 2 ปี มีค่าใกล้เคียงกัน และ การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อหาสมการเชิงเส้นแบบง่ายที่เป็นตัวแทนของข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณผลผลิต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ (ในกรณีของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่าย) จากการวิเคราะห์ที่ผ่านมา ทำให้ได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายที่ใช้เป็นตัวแทนข้อมูลทั้ง 2 ปี ของปริมาณผลผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังตารางที่ 4 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การถดถอยด้วยวิธีที่สะดวกที่สุด ดังนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้นที่ผ่านมา ทำให้ได้สมการตัวแทนของการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายดังตารางที่ 4

ตาราง 4 สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายของข้อมูลทั้งปี 2554-2555
ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกสร้าง

	สมการ	R^2
ปี 2554	$Y = 65.238x + 1E+07$	0.9105
ปี 2555	$Y = 68.627x + 2E+07$	0.8635

2.3 การวิเคราะห์ศักยภาพอนุรักษ์พลังงานของโรงงานที่ 2

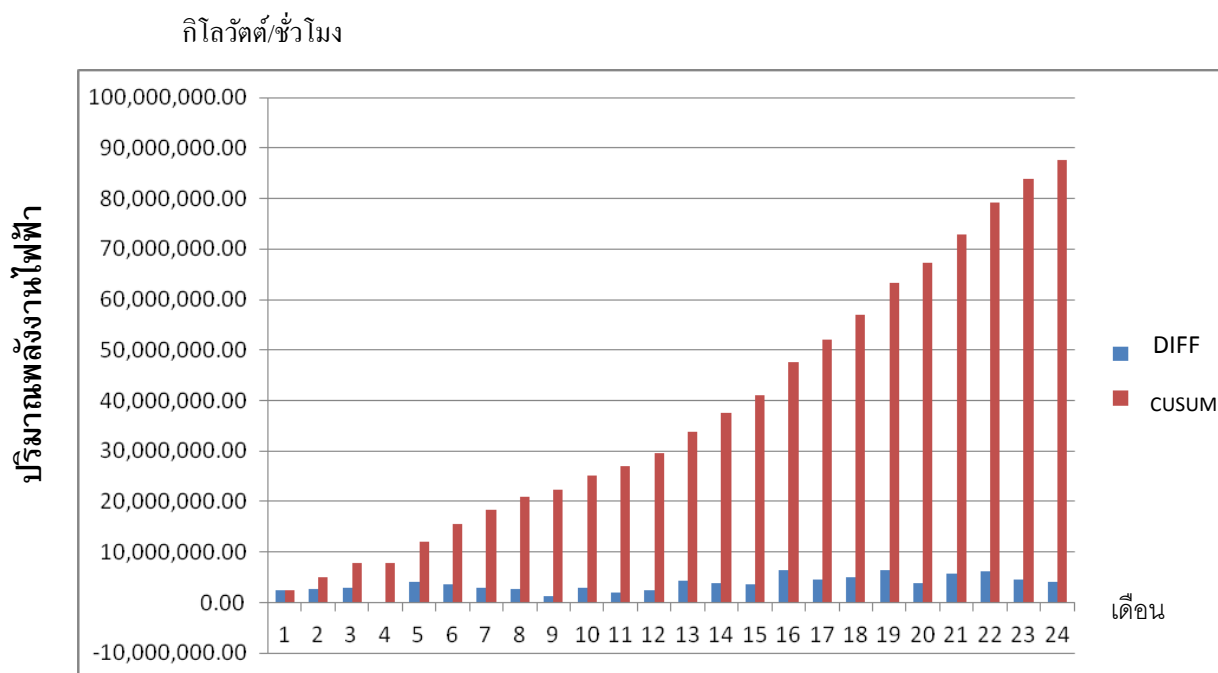
กิโวลต์/ชั่วโมง



ภาพประกอบ 18 Scatter plot และ linear trend line ของข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิต ในปี 2554 รวมกับ 2555 ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกสร้าง

แทนค่าสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายของข้อมูลทั้งปี 2554-2555 ของโรงงานที่ 2 โรงงาน ชลประทานซีเมนต์ เอเชีย พุกสร้าง จะได้ ค่า Expected คือปริมาณพลังงานที่คำนวณได้จากการแทนค่าปริมาณผลผลิตในเดือนนั้น ค่า DIFF คือ ผลต่าง (Difference) ของค่าพลังงานที่ใช้จริงกับค่า Expected ในแต่ละเดือน (พลังงานที่ใช้จริง-ค่า Expected) และ ค่า CUSUM คือผลรวมสะสมของค่า DIFF ดังแสดงในตารางผลการวิเคราะห์ค่า DIFF และ CUSUM ของการใช้พลังงานรวมทั้ง 24 เดือน ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกสร้าง (ในภาคผนวก ข)

จากผลการวิเคราะห์ค่า DIFF และ CUSUM ของการใช้พลังงานรวมทั้ง 24 เดือน
ของโรงงานที่ 2 โรงงานปุ๋ยร้าง แสดงพฤติกรรม การใช้พลังงาน
ที่มีลักษณะที่ดีเนื่องจากมีค่าของการใช้พลังงานที่ใกล้เคียงกันดังภาพประกอบที่ 17



ภาพประกอบ 19 กราฟ Difference และ CUSUM ของข้อมูลปี 2554 รวมกับ 2555
ของโรงงานที่ 2 โรงงานปุ๋ยร้าง

2.4 ทำการเลือกข้อมูลอ้างอิงและการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน ของโรงงานที่ 2

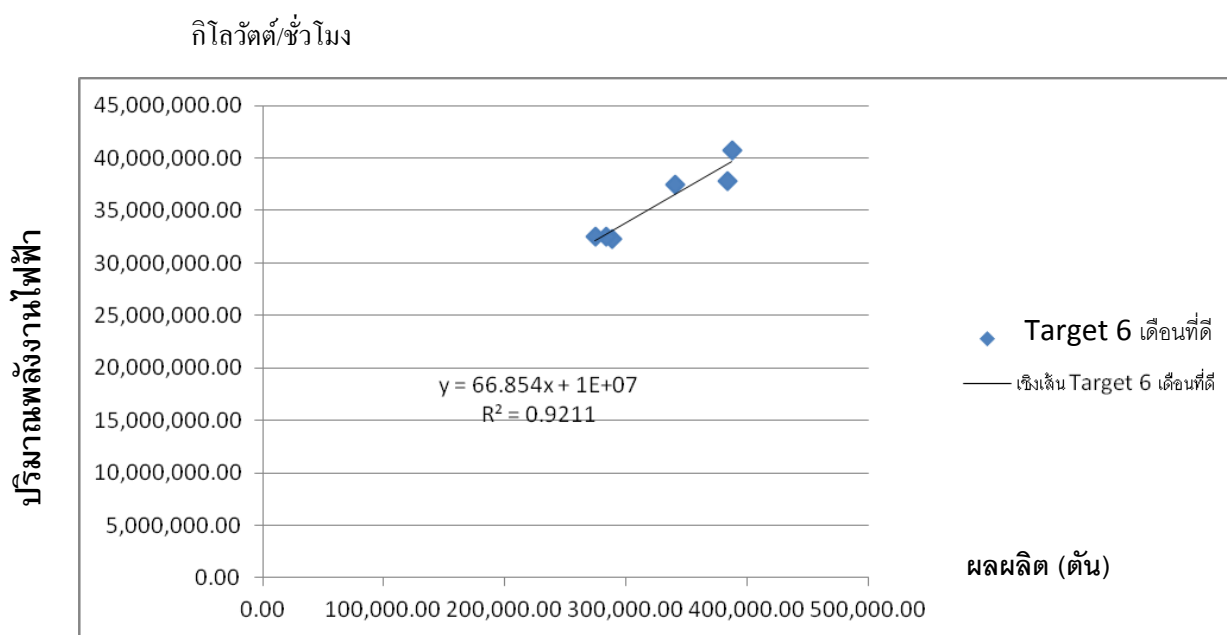
เลือกเดือนที่มีค่า DIFF ตีลบสูงสุด 6 อันดับแรก เพื่อใช้เป็นข้อมูลฐานอ้างอิง แล้วนำมา
เขียนการกระจายตัวของข้อมูลพร้อมหาสมการเส้นฐาน

ขั้นตอนการวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. ทำการเลือกเดือนที่มีค่า DIFF ตีลบมากๆ ประมาณ 6-8 เดือน เพื่อใช้เป็นช่วง
ฐานอ้างอิง โดยไม่จำเป็นต้องเป็นเดือนที่ต่อเนื่องกัน เพราะถือว่ากิจกรรมที่เกิดขึ้นนั้นเป็นกิจกรรม
ที่ทำให้เกิดประโยชน์ และใช้เป็นค่าเป้าหมาย ในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงได้ เพราะถือ
ว่าเป็นเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นแล้วในอดีต น่าจะเกิดทำให้เกิดพฤติกรรมเช่นนั้นได้อีก ดังตาราง
ตารางชุดฐานอ้างอิงและชุดข้อมูลที่เหลือของข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือน

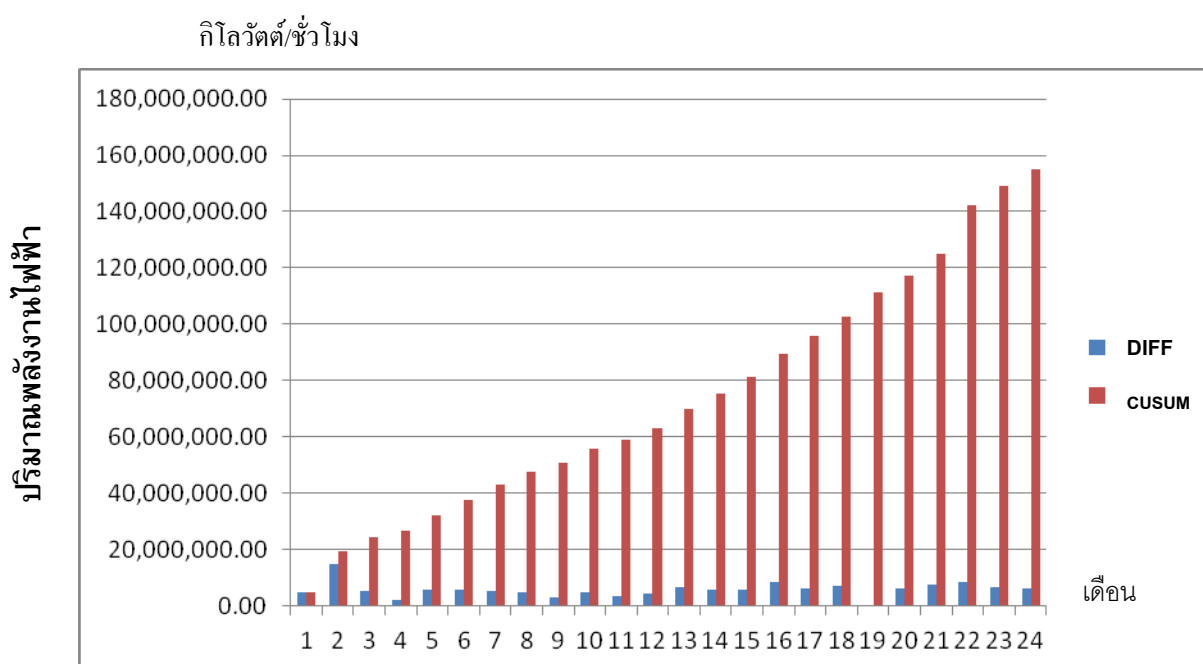
(ในภาคผนวก ข) ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกράง จะเลือกเดือนที่ 1,2,4,9,11 และ 12 รวมทั้งหมด 6 เดือน

2. แยกข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือชุดฐานอ้างอิงและชุดข้อมูลที่เหลือ ดังตารางตารางชุดฐานอ้างอิงและชุดข้อมูลที่เหลือของข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือน (ในภาคผนวก ข)



ภาพประกอบ 20 Scatter plot และ linear trend line ของข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิตใน 6 เดือนที่มีการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดี ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกράง

จากภาพประกอบที่ 20 Target line ที่ใช้ประเมินศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานของปีต่อไป คือ Baseline equation $Y=66.854x + 1E+07$ โดยการนำ Baseline equation มาทำการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า เมื่อเทียบกับค่าที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรก ดังตารางการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า (เทียบกับเดือนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรก) ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกράง (ในภาคผนวก ข)



ภาพประกอบ 21 กราฟ Difference และ CUSUM ของข้อมูลปี 2554 รวมกับ 2555 ที่ใช้ข้อมูลฐานอ้างอิง 6 เดือนที่มีการใช้พลังมีประสิทธิภาพดี ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุก่าง

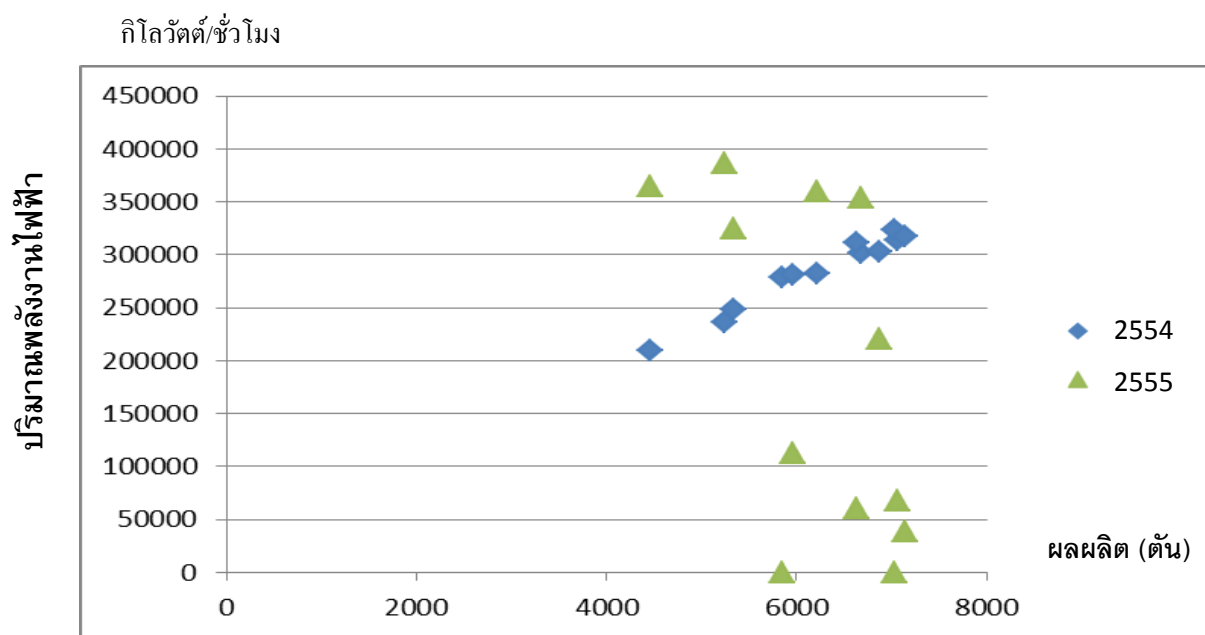
จากผลการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าซึ่งได้จากการประเมินเทียบกับการใช้พลังงานอ้างอิงที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง 6 อันดับแรกของโรงงานที่ 2 ดังภาพประกอบที่ 21 พบว่า ในช่วงปี 2554-2555 จากการวิเคราะห์ โดยการนำ Baseline equation มาทำการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า เมื่อเทียบกับเดือนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรก ทางโรงงานมีศักยภาพที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ 155,079,587.25 kWh มีพฤติกรรมการใช้พลังงานที่ดี มีค่า DIFF ที่เฉลี่ยใกล้เคียงกันในทุกเดือน และมีผลผลิตกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงถึงความมีเสถียรภาพของการใช้พลังงาน ดังนั้น โรงงานที่ 2 เหมาะสมที่นำพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า ไปเป็นแบบอย่างในการอนุรักษ์พลังงาน พร้อมทั้งดำเนินการจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในปีต่อไป

3. โรงงานที่ 3 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงาน ตาคลี

ตาราง 5 ข้อมูลปริมาณผลผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือน ของโรงงานที่ 3
โรงงาน ตาคลี

เดือนที่	ปริมาณการผลิต (ตัน)	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
1	5,333	248,900
2	5,245	236,660
3	6,682	301,790
4	4,468	210,010
5	6,212	281,730
6	6,868	302,550
7	7,071	313,450
8	7,037	323,190
9	7,148	316,950
10	6,633	311,880
11	5,855	278,790
12	5,956	280,850
13	7,045	325,168
14	8,503	386,991
15	7,543	354,245
16	7,652	364,839
17	7,904	359,256
18	5,032	220,689
19	1,348	67,679
20	0	0
21	822	38,798
22	1,335	59,844
23	0	0
24	2,339	112,645

3.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปี ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี



ภาพประกอบ 22 ความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้า กับปริมาณผลผลิต แบบแยกรายปีของ
โรงงานที่ 3 โรงงานตาคลี

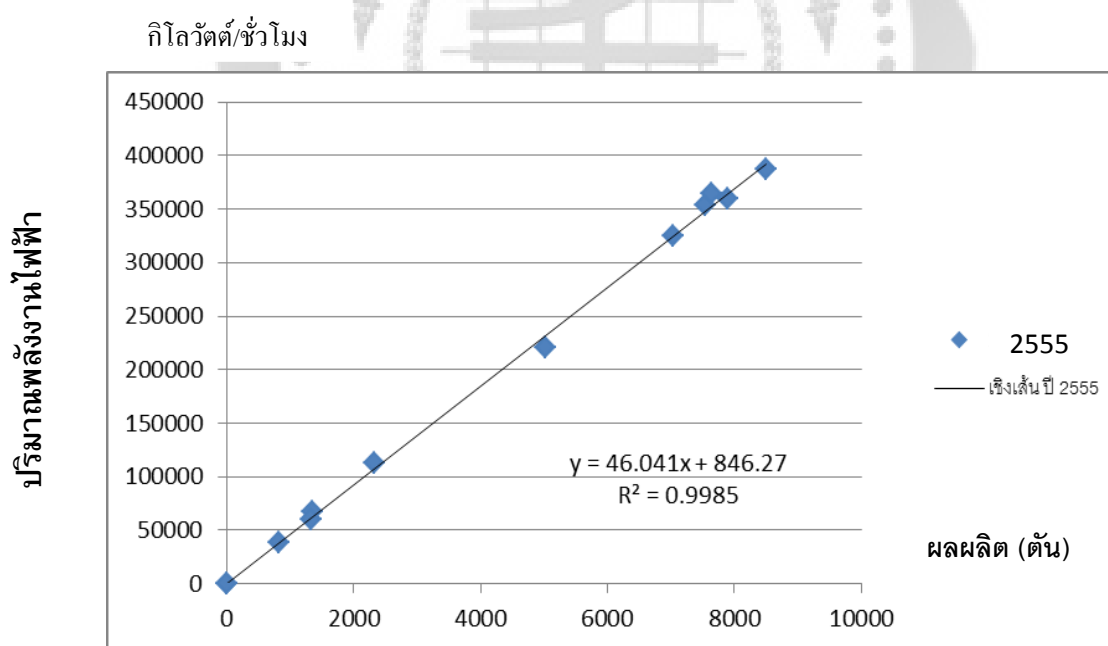
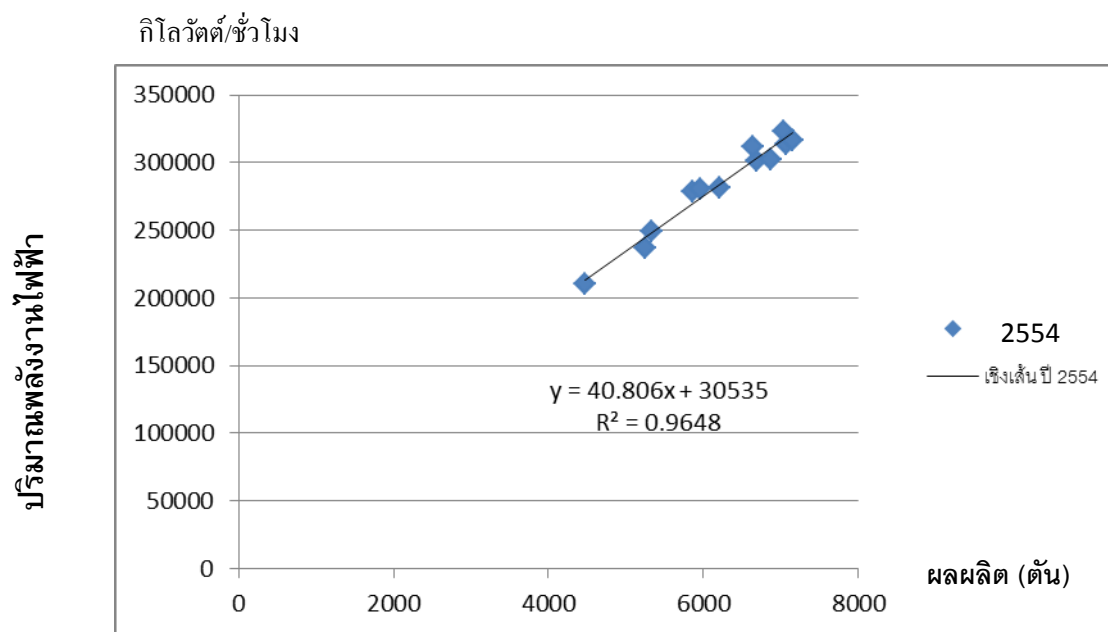
จากภาพประกอบที่ 22 แสดงความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้า กับปริมาณการผลิต
แบบแยกรายปี กราฟความสัมพันธ์ของทั้งสองปี แสดงให้เห็นว่าปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้
พลังงานไฟฟ้า มีค่าใกล้เคียงกันมาก แสดงว่ามีประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ปี 2554 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 3,406,750 กิโวลต์/ชั่วโมง

ปี 2555 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 2,290,155 กิโวลต์/ชั่วโมง

ดังนั้น ปี 2554 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวมมากกว่าปี 2555 เท่ากับ 1,116,595
กิโวลต์/ชั่วโมง

3.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบแบบใช้ข้อมูลการกระจายตัวและการถดถอยแบบเชิงเส้น



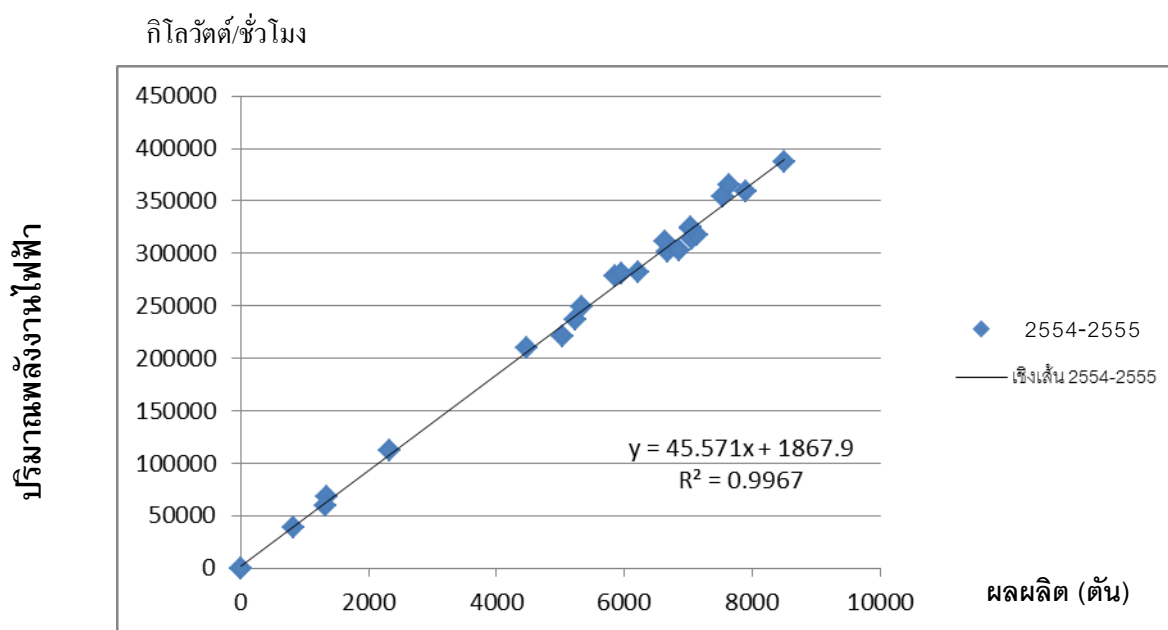
ภาพประกอบ 23 Scatter plot และ linear trend line แบบแยกรายปีของข้อมูลการใช้พลังงาน และการผลิตในปี 2554 และ 2555 ของโรงงานที่ 3 โรงงานตาลี

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้ข้อมูลการกระจายตัวการพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณผลผลิตของโรงงานที่ 3 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงาน ตาคลี แบบรายปีนั้น เมื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้พลังงานแต่ละปี ดังภาพประกอบที่ 23 จะเห็นได้ว่าจุดข้อมูลทั้งสองปี กระจายอยู่บนเส้นตรงที่ใกล้เคียงกัน แสดงถึงความเสถียรภาพ ของการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานตัวอย่างในช่วง 2 ปี ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละปีมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณผลผลิต ทั้งนี้การใช้พลังงานไฟฟ้ามีความสม่ำเสมอเนื่องจากค่า R^2 ทั้ง 2 ปี มีค่าใกล้เคียงกัน และ การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อหาสมการเชิงเส้นแบบง่ายที่เป็นตัวแทนของข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณผลผลิต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ (ในกรณีของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่าย) จากการวิเคราะห์ที่ผ่านมา ทำให้ได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายที่ใช้เป็นตัวแทนข้อมูลทั้ง 2 ปี ของปริมาณผลผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังตารางที่ 6 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การถดถอยด้วยวิธีที่สะดวกที่สุด ดังนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้นที่ผ่านมา ทำให้ได้สมการตัวแทนของการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายดังตารางที่ 6

ตาราง 6 สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายของข้อมูลทั้งปี 2554-2555
ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี

	สมการ	R^2
ปี 2554	$Y = 40.806x + 30,535$	0.9648
ปี 2555	$Y = 46.041x + 846.27$	0.9985

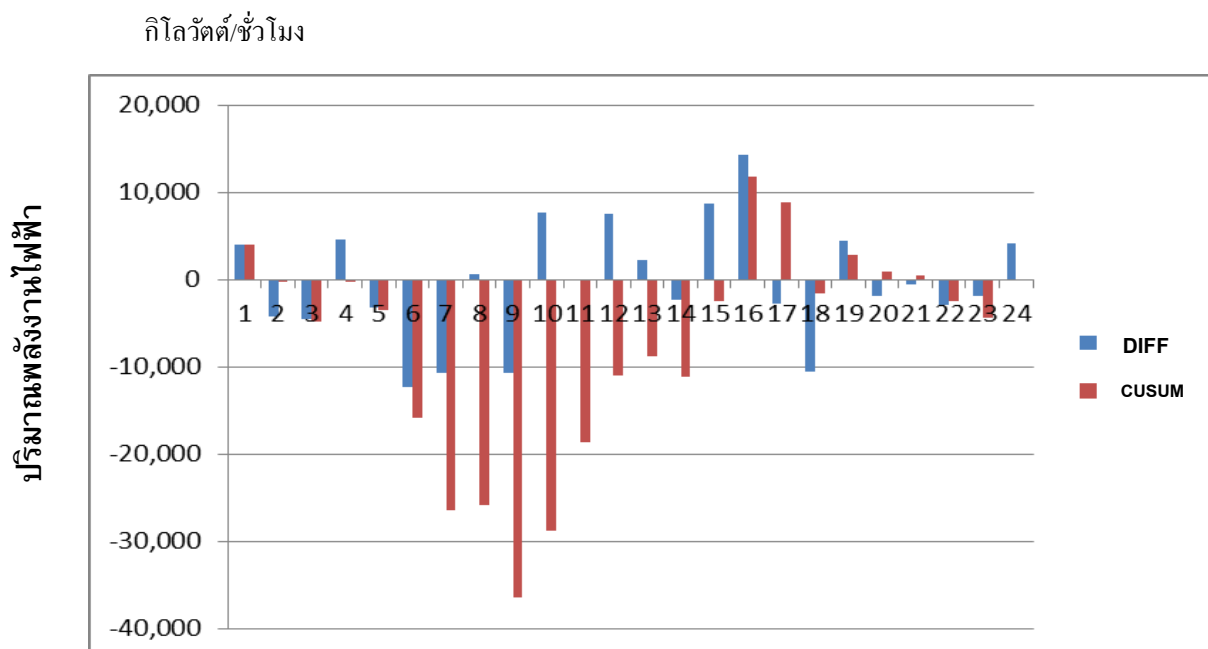
3.3 การวิเคราะห์ศักยภาพอนุรักษ์พลังงานของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี



ภาพประกอบ 24 Scatter plot และ linear trend line ของข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิตในปี 2554 รวมกับ 2555 ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี

แทนค่าสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายของข้อมูลทั้งปี 2554-2555 ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี จะได้ ค่า Expected คือปริมาณพลังงานที่คำนวณได้จากการแทนค่าปริมาณผลผลิตในเดือนนั้น ค่า DIFF คือ ผลต่าง (Difference) ของค่าพลังงานที่ใช้จริงกับค่า Expected ในแต่ละเดือน (พลังงานที่ใช้จริง-ค่า Expected) และ ค่า CUSUM คือผลรวมสะสมของค่า DIFF ดังแสดงในตารางผลการวิเคราะห์ค่า DIFF และ CUSUM ของการใช้พลังงานรวมทั้ง 24 เดือน ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี (ในภาคผนวก ค)

จากผลการวิเคราะห์ค่า DIFF และ CUSUM ของการใช้พลังงานรวมทั้ง 24 เดือน
ของโรงงานที่ 2 โรงงาน ตาคลี แสดงพฤติกรรม การใช้พลังงานที่มีลักษณะ
เนื่องจากมีค่าของการใช้พลังงานที่ใกล้เคียงกันดังภาพประกอบที่ 23



ภาพประกอบ 25 กราฟ Difference และ CUSUM ของข้อมูลปี 2554 รวมกับ 2555
ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ชลประทานซีเมนต์ ตาคลี

3.4 เลือกข้อมูลอ้างอิงและการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

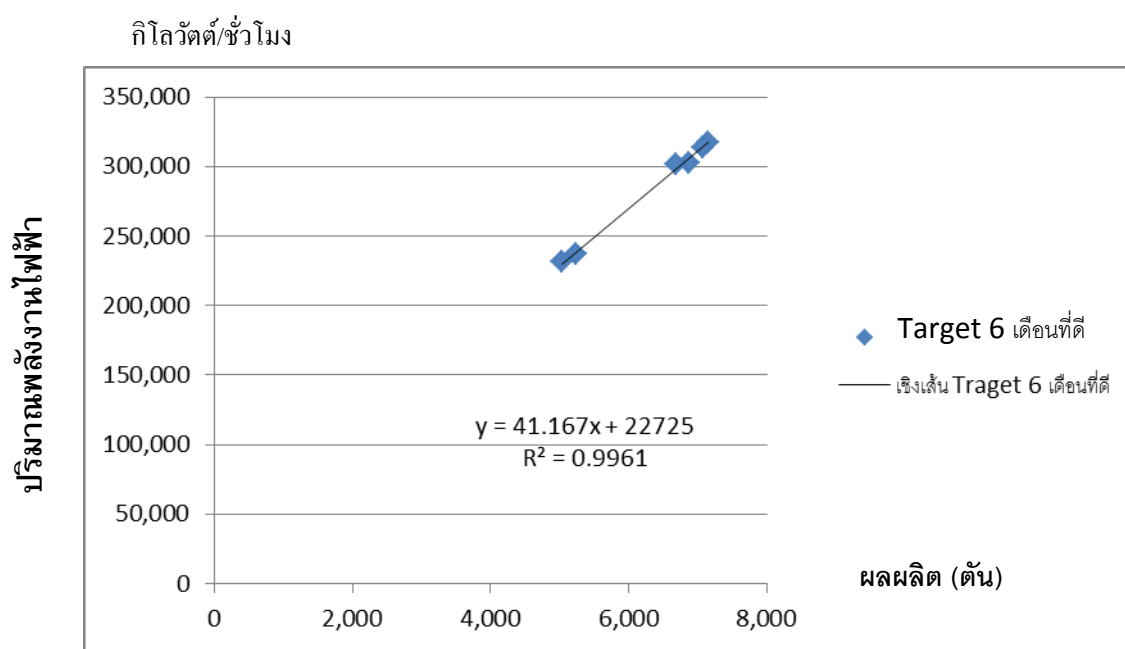
โรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี

เลือกเดือนที่มีค่า DIFF ตีลบสูงสุด 6 อันดับแรก เพื่อใช้เป็นข้อมูลฐานอ้างอิง แล้วนำมา
เขียนการกระจายตัวของข้อมูลพร้อมหาสมการเส้นฐาน

ขั้นตอนการวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. ทำการเลือกเดือนที่มีค่า DIFF ตีลบมากๆ ประมาณ 6-8 เดือน เพื่อใช้เป็นช่วง
ฐานอ้างอิง โดยไม่จำเป็นต้องเป็นเดือนที่ต่อเนื่องกัน เพราะถ้ามองจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นนั้นเป็นกิจกรรม
ที่ทำให้เกิดประโยชน์ และใช้เป็นค่าเป้าหมาย ในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงได้ เพราะถ้ามอง
ว่าเป็นเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นแล้วในอดีต น่าจะเกิดทำให้เกิดพฤติกรรมเช่นนั้นได้อีก ดังตารางชุด
ฐานอ้างอิงและชุดข้อมูลที่เหลือของข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือน ของโรงงานที่ 3 โรงงาน
ตาคลีจะเลือกเดือนที่ 2,3,6,7,9 และ 18 รวมทั้งหมด 6 เดือน (ในภาคผนวก ค)

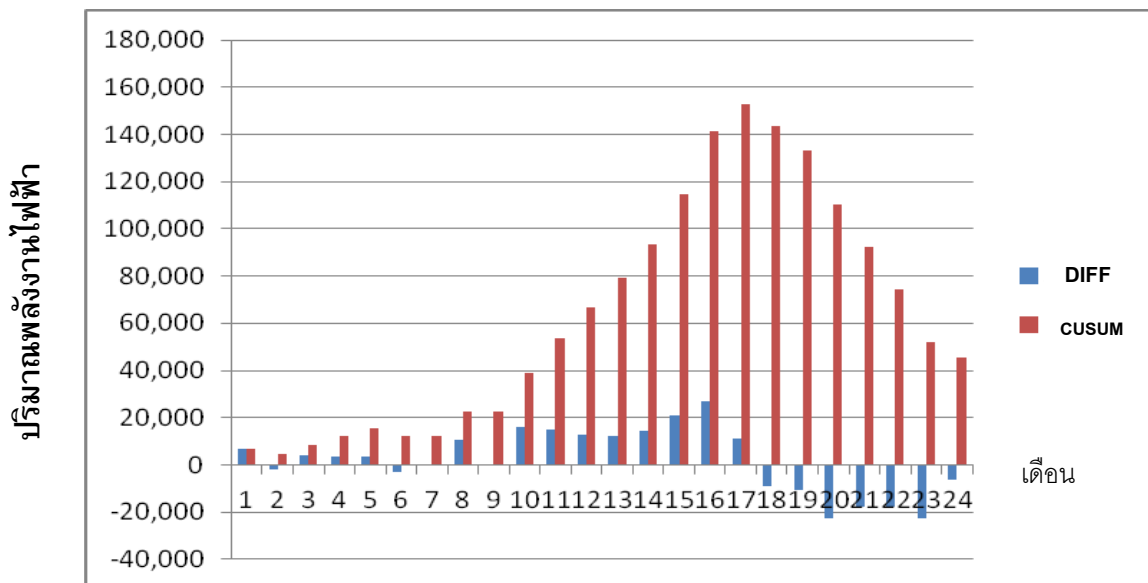
2. แยกข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือชุดฐานอ้างอิงและชุดข้อมูลที่เหลือ ดัง ตารางชุดฐานอ้างอิงและชุดข้อมูลที่เหลือของข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือน ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี



ภาพประกอบ 26 Scatter plot และ linear trend line ของข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิตใน 6 เดือนที่มีการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดี ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี

จากภาพประกอบที่ 24 Target line ที่ใช้ประเมินศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานของปีต่อไป คือ Baseline equation $Y=41.167x + 22,725$ โดยการนำ Baseline equation มาทำการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า เมื่อเทียบกับเดือนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรก ดังตารางการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า (เทียบกับเดือนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรก) ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี

กิโลวัตต์/ชั่วโมง



ภาพประกอบ 27 กราฟ Difference และ CUSUM ของข้อมูลปี 2554 รวมกับ 2555 ที่ใช้ข้อมูลฐานอ้างอิง 6 เดือนที่มีการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดี ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี

จากผลการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าซึ่งได้จากการประเมินเทียบกับการใช้พลังงานอ้างอิงที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง 6 อันดับแรกของโรงงานที่ 3 ดังภาพประกอบที่ 27 พบว่า ในช่วงปี 2554-2555 จากการวิเคราะห์ โดยการนำ Baseline equation มาทำการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า เมื่อเทียบกับเดือนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรกทางโรงงานมีศักยภาพที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ 45,529 kWh มีพฤติกรรมการใช้พลังงานที่ดีและไม่ดีปะปนกันไป เนื่องจากยอดขายต่อโรงงานมีจำนวนน้อยจึงหยุดกระบวนการไม่หินและกระบวนการเผาปูนลง จึงทำให้มีหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง ในกรณีนี้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเนื่องจากทางโรงงานได้ซื้อปูนเม็ดจากโรงงานอื่นมาเข้าสู่กระบวนการบดเป็นผงปูนซีเมนต์และบรรจุถุงขาย จึงทำให้มีค่า DIFF ที่ไม่เสถียร ดังนั้น การใช้แนวทางการจัดการพลังงาน ของโรงงานที่ 3 จึงไม่ควรนำมาเป็นแนวทาง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของพลังงาน สามารถสรุปผลการศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของพลังงาน โดยแบ่งหัวข้อในการสรุปได้ดังนี้

- 5.1 สังเขปจุดมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย
- 5.2 สรุปผลการวิจัย
- 5.3 การอภิปรายผล
- 5.4 ข้อเสนอแนะ

สังเขปจุดมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาสมการถดถอยเชิงเส้นแบบง่ายหรือแบบพหุของการใช้พลังงานและปริมาณการผลิตและเพื่อวิเคราะห์ดัชนีวัดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก

วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Microsoft excel โดยทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้น โดยการสร้างแผนภาพกระจาย (scatter diagram) ของข้อมูลปริมาณผลผลิตและพลังงานที่ใช้ทั้ง 24 เดือน และรายปี พร้อมกับหาค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) แบบเชิงเส้นอย่างง่าย และวิเคราะห์พฤติกรรม การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลด้วยกราฟ CUSUM โดยใช้ข้อมูลทั้ง 24 เดือน เป็นข้อมูลอ้างอิง

สรุปผลการวิจัย

จากข้อมูลการใช้พลังงานและข้อมูลปริมาณผลผลิตของโรงงานตัวอย่างควบคุม เมื่อนำมาวิเคราะห์และตีความข้อมูลด้วยรูปแบบกราฟที่เหมาะสมจะสามารถอธิบายและตีความหมายของข้อมูลได้มากขึ้น ทำให้ใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่มีได้มากขึ้น เป็นการเพิ่มความสามารถในการตรวจติดตามประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้ โดยแยกการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปี
2. การวิเคราะห์ศักยภาพอนุรักษ์พลังงาน

1. โรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ

1.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปี

ปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า มีค่าใกล้เคียงกันมาก แสดงว่ามีประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดย ปี 2554 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 68,740,166.02 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ปี 2555 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 74,412,160 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ดังนั้น ปี 2555 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวมมากกว่าปี 2554 เท่ากับ 5671993.98 กิโลวัตต์/ชั่วโมง

การวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้ข้อมูลการกระจายตัวการพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณผลผลิตแบบรายปีนั้น เมื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้พลังงานแต่ละปี แสดงถึงความเสถียรภาพ ของการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานในช่วง 2 ปี ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละปีมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณผลผลิต ทั้งนี้การใช้พลังงานไฟฟ้ามีความสม่ำเสมอ เนื่องจากค่า R^2 ทั้ง 2 ปี มีค่าใกล้เคียงกันที่ 0.0983 และ 0.3810 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อหาสมการเชิงเส้นแบบง่ายที่เป็นตัวแทนของข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณผลผลิต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ (ในกรณีของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่าย) จากการวิเคราะห์ที่ผ่านมา ทำให้ได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายที่ใช้เป็นตัวแทนข้อมูลทั้ง 2 ปี ของปริมาณผลผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การถดถอยด้วยวิธีที่สะดวกที่สุด ดังนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้นที่ผ่านมา ทำให้ได้สมการตัวแทนของการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายคือ ปี 2554 สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายคือ $Y = 50.237x + 3E+06$ และปี 2555 สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายคือ $Y = 164.83x + 2E+06$

1.2 การวิเคราะห์ศักยภาพอนุรักษ์พลังงาน

จากผลการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าซึ่งได้จากการประเมินเทียบกับการใช้พลังงานอ้างอิงที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง 6 อันดับแรก ภาพประกอบที่ 13 พบว่าในช่วงปี 2554-2555 จากการวิเคราะห์ โดยการนำ Baseline equation มาทำการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า เมื่อเทียบกับเดือนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรก ทางโรงงานมีศักยภาพที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ 20,349,677.32 kWh และเนื่องจากมีค่า DIFF ที่สูงซึ่งแสดงถึงความสูญเสียหลักที่เกิดขึ้นยังไม่ได้รับการแก้ไข ดังนั้น ทางโรงงานควรพิจารณา พร้อมทั้งดำเนินการปรับปรุงหรือจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในปีต่อไป ในช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลในปี 2554 จะพบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สูงแต่มีผลผลิตที่ลดลง เนื่องมาจากการเดินเครื่องจักรแบบไม่ต่อเนื่อง สาเหตุมาจากการชำรุดของเครื่องจักรและต้องหยุดซ่อมบำรุง ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียผลผลิตและพลังงานไฟฟ้า ซึ่งไม่ควรนำโรงงานที่ 1 มาเป็นตัวอย่างในการจัดการด้านพลังงาน

2. โรงงานที่ 2 บริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน) โรงงาน พุกสร้าง

2.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปี

ปริมาณการผลิต แบบแยกรายปี กราฟความสัมพันธ์ของทั้งสองปี แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า มีค่าใกล้เคียงกันมาก แสดงว่ามีประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ปี 2554 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 364,336,800 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ปี 2555 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 480,976,452.07 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ดังนั้น ปี 2555 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวมมากกว่าปี 2554 เท่ากับ 116,639,652.07 กิโลวัตต์/ชั่วโมง

การเปรียบเทียบการใช้ข้อมูลการกระจายตัวการพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูล การใช้พลังงานและปริมาณผลผลิตของโรงงานที่ 2 แบบรายปีนั้น เมื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้พลังงานแต่ละปี จะเห็นได้ว่าจุดข้อมูลทั้งสองปี กระจายอยู่บนเส้นตรงที่ใกล้เคียงกัน แสดงถึงประสิทธิภาพ ของการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานตัวอย่างในช่วง 2 ปี ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า แต่ละปีมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณผลผลิต ทั้งนี้การใช้พลังงานไฟฟ้ามีความสม่ำเสมอ เนื่องจากค่า R^2 ทั้ง 2 ปี มีค่าใกล้เคียงกันที่ 0.9105 และ 0.8635 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อหา สมการเชิงเส้นแบบง่ายที่เป็นตัวแทนของข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณผลผลิต ซึ่งจะเป็น ประโยชน์ในการนำไปวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ (ในกรณีของ สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่าย) จากการวิเคราะห์ที่ผ่านมา ทำให้ได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง แบบง่ายที่ใช้เป็นตัวแทนข้อมูลทั้ง 2 ปี ของปริมาณผลผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นการ วิเคราะห์การถดถอยด้วยวิธีที่สะดวกที่สุด ดังนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้นที่ผ่านมา ทำให้ ได้สมการตัวแทนของการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายคือปี 2554 สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายคือ $Y = 65.238x + 1E+07$ และปี 2555 สมการถดถอยเชิง เส้นตรงแบบง่ายคือ $Y = 68.627x + 2E+07$

2.2 การวิเคราะห์ศักยภาพอนุรักษ์พลังงาน

การวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าซึ่งได้จากการประเมินเทียบกับการ ใช้พลังงานอ้างอิงที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง 6 อันดับแรกของโรงงานที่ 2 พบว่า ในช่วงปี 2554-2555 จากการวิเคราะห์ โดยการนำ Baseline equation มาทำการวิเคราะห์ศักยภาพการ อนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า เมื่อเทียบกับเดือนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรก ทางโรงงานมีศักยภาพที่ ประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ 155,079,587.25 kWh มีพฤติกรรมการใช้พลังงานที่ดีเนื่องจากมีการใช้ พลังงานที่มีค่าใกล้เคียงกันซึ่งแสดงถึงความมีประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน ดังนั้น โรงงานที่ 2 เหมาะสมที่นำพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า ไปเป็นแบบอย่างในการอนุรักษ์พลังงาน พร้อมทั้ง ดำเนินการจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในปีต่อไป

3. โรงงานที่ 3 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัดมหาชน โรงงานตาลี

3.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปี

ปริมาณการผลิต แบบแยกรายปี กราฟความสัมพันธ์ของทั้งสองปี แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า มีค่าใกล้เคียงกันมาก แสดงว่ามีประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ปี 2554 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 3,406,750 กิโลวัตต์/ชั่วโมงปี 2555 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 2,290,155 กิโลวัตต์/ชั่วโมงดังนั้น ปี 2554 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวมมากกว่าปี 2555 เท่ากับ 1,116,595 กิโลวัตต์/ชั่วโมง

การวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้ข้อมูลการกระจายตัวการพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณผลผลิตของโรงงานที่ 3 แบบรายปีนั้น เมื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้พลังงานแต่ละปี แสดงถึงความเสถียรภาพ ของการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงาน ตัวอย่างในช่วง 2 ปี ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละปีมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณผลผลิต ทั้งนี้การใช้พลังงานไฟฟ้ามีความสม่ำเสมอ เนื่องจากค่า R^2 ทั้ง 2 ปี มีค่าใกล้เคียงกันคือ 0.9648 และ 0.9985 และ การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อหาสมการเชิงเส้นแบบง่ายที่เป็นตัวแทนของข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณผลผลิต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ (ในกรณีของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่าย) จากการวิเคราะห์ที่ผ่านมา ทำให้ได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายที่ใช้เป็นตัวแทนข้อมูลทั้ง 2 ปี ของปริมาณผลผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การถดถอยด้วยวิธีที่สะดวกที่สุด ดังนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้นที่ผ่านมา ทำให้ได้สมการตัวแทนของการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายคือปี 2554 สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายคือ $Y = 40.806x + 30,535$ และปี 2555 สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่ายคือ $Y = 46.041x + 846.27$

3.2 การวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

จากผลการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าซึ่งได้จากการประเมินเทียบกับการใช้พลังงานอ้างอิงที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง 6 อันดับแรกของโรงงานที่ 3 ดังภาพประกอบที่ 3 พบว่า ในช่วงปี 2554-2555 จากการวิเคราะห์ โดยการนำ Baseline equation มาทำการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า เมื่อเทียบกับเดือนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรกของโรงงานมีศักยภาพที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ 45,529 kWh มีพฤติกรรมการใช้พลังงานที่ดีและไม่ดีปะปนกันไป เนื่องจากยอดขายของโรงงานที่ 3 มีจำนวนน้อยจึงหยุดกระบวนการไม่หินและกระบวนการเผาปูนลง เพื่อลดต้นทุนการผลิต จึงทำให้มีหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง ในกรณีนี้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเนื่องจากทางโรงงานได้ซื้อปูนเม็ดจากโรงงานอื่นมาเข้าสู่กระบวนการบดเป็นผงปูนซีเมนต์และบรรจุถุงขาย จึงทำให้มีค่า DIFF ที่ไม่เสถียร ดังนั้น การใช้แนวทางการจัดการพลังงาน ของโรงงานที่ 3 โดยในช่วงของปลายปี 2555 นั้นมีพฤติกรรมการใช้พลังงานที่ดี

หากโรงงานที่ 3 มีการเปิดกระบวนการผลิตครบทุกขั้นตอน ก็จะสามารถนำมาเป็นแนวทางการจัดการพลังงานได้เป็นอย่างดี

การอภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยของการศึกษาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานขอโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดเล็ก สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานรายปีของทั้ง 3 โรงงานนั้นแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานกับปริมาณการผลิตของโรงงานตัวอย่าง ทราบดัชนีวัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันแสดงถึงความ เสถียรภาพของการใช้พลังงานตรงตามวัตถุประสงค์และประโยชน์ของงานวิจัย

2. การวิเคราะห์ศักยภาพอนุรักษ์พลังงาน จากการประยุกต์ใช้กราฟ CUSUM ซึ่งเป็นเครื่องมือทางด้าน SPC (Statistical Process Control) ที่ใช้ในกระบวนการผลิตมาใช้ในการด้านพลังงานเนื่องจากกราฟมีลักษณะเด่น และการประเมินเทียบกับการใช้พลังงานอ้างอิงที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง 6 อันดับแรกของโรงงานนั้น กราฟ CUSUM ของทั้ง 3 โรงงานแสดงถึงพฤติกรรมที่แตกต่างกันทั้ง 3 โรงงานคือ โรงงานที่ 1 มีพฤติกรรมการใช้พลังงานที่สูงซึ่งแสดงถึงความสูญเสียหลักที่เกิดขึ้นยังไม่ได้รับการแก้ไข โรงงานที่ 2 โรงงาน มีพฤติกรรมการใช้พลังงานที่ดีเนื่องจากมีการใช้พลังงานที่มีค่าใกล้เคียงกันซึ่งแสดงถึงความมีเสถียรภาพของการใช้พลังงานและมีการสร้างโรงงานไฟฟ้าพลังงานความร้อนเหลือใช้ ขนาด 21 เมกะวัตต์ ซึ่งสามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ถึง 30 % ต่อปี โรงงานที่ 3 มีพฤติกรรมการใช้พลังงานที่ดีและไม่ดีปะปนกันไป โดยในช่วงของปลายปี 2555 นั้นมีพฤติกรรมการใช้ใช้พลังงานที่ดี หากโรงงานที่ 3 มีการเปิดกระบวนการผลิตครบทุกขั้นตอน ก็จะสามารถนำมาเป็นแนวทางการจัดการพลังงานได้เป็นอย่างดี แต่เนื่องจากโรงงานที่ 3 ได้หยุดการผลิตในขั้นตอนการโม่และการเผาปูนเป็นผลมาจากจำนวนยอดขายที่ลดลง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรทำการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานเพื่อนำผลการวิจัยมาเป็นข้อมูลในการอนุรักษ์พลังงาน



บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2548).

บุญรินทร์ วงษ์ศิริ และอนุภาพคุปตะบุตร. (2553).

บูรณะศักดิ์ มาตหมาย. (2551).

บุญเกิด ปฐมณีวิวัฒน์ และปฐมชล ลาภยืนยง. (2529). การประหยัดพลังงานในคณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บุญญารัตน์ แสงปิยะ. (2554). ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน
ควบคุม

เป็นธิดา มณีโชติ. (2554). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยหาค่าการใช้พลังงาน
จำเพาะ *specific energy c* ของโรงงานควบคุมตัวอย่างใน 4 กลุ่มอุตสาหกรรม ได้แก่
อุตสาหกรรมการผลิตไม้และเครื่องเรือน TSIC 33) อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากแร่โลหะ
TSIC 36) อุตสาหกรรมโลหะขั้นมูลฐาน TSIC 37 และอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ
เครื่องจักรและอุปกรณ์ TSIC 38

วัฒนา สันทัดพร้อม. (2549). ผลสัมฤทธิ์ในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วน
ภูมิภาค สำนักงานใหญ่

สมโชค บุญชัยศรี. (2546).

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2551).

สุวลักษณ์ ห่วงเย็น. (2542). การศึกษากลยุทธ์การใช้สื่อกับ ความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรม
การประหยัดไฟฟ้าของนักเรียนผู้ร่วมโครงการห้องเรียนสีเขียว การไฟฟ้า ฝ่ายผลิต
แห่งประเทศไทย





ภาคผนวก ก

โรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ

ตาราง ผลการวิเคราะห์ค่า DIFF และ CUSUM ของการใช้พลังงานรวมทั้ง 24 เดือน
ของโรงงานที่ 1 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ

สมการ $Y=78.557x + 2E+06$					
เดือนที่	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	พลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	ค่าที่คาดหวัง (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	ค่าความต่าง (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	ผลรวมค่าความต่าง (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)
1	51,759	3,397,600	6,066,031.763	-2,668,431.763	-2,668,431.763
2	48,856	5,043,200	2,003,837.980	3,039,362.020	370,930.257
3	49,566	6,084,000	5,893,756.262	190,243.738	561,173.995
4	42,880	5,805,760	5,368,524.160	437,235.840	998,409.835
5	47,684	6,216,800	5,745,911.988	470,888.012	1,469,297.847
6	56,920	4,211,680	6,471,464.440	-2,259,784.440	-790,486.593
7	48,155	5,380,000	5,782,912.335	-402,912.335	-1,193,398.928
8	55,226	6,467,423.91	6,338,388.882	129,035.028	-1,064,363.900
9	42,330	5,568,592	5,325,317.810	243,274.190	-821,089.710
10	62,846	6,787,514	6,936,993.222	-149,479.222	-970,568.932
11	63,366	7,071,520	6,977,842.862	93,677.118	-876,891.814
12	54,181	6,706,076.11	6,256,296.817	449,779.293	-427,112.521
13	43,551	3,175,040	5,421,235.907	-2,246,195.907	-2,673,308.428
14	51,208	6,116,480	6,022,746.856	93,733.144	-2,579,575.284
15	50,166	6,701,920	5,940,890.462	761,029.538	-1,818,545.746
16	46,928	6,109,440	5,686,522.896	422,917.104	-1,395,628.642
17	48,783	6,237,440	5,832,246.131	405,193.869	-990,434.773
18	50,861	4,784,800	5,995,487.577	-1,210,687.557	-2,201,122.330
19	51,217	6,173,920	6,023,453.869	150,466.131	-2,050,656.199
20	50,927	7,138,720	6,000,672.339	1,138,047.661	-912,608.538
21	61,661	7,036,960	6,843,903.177	193,056.823	-719,551.715
22	53,741	7,230,560	6,221,731.737	1,008,828.263	289,276.548
23	48,683	6,789,760	5,824,390.431	965,369.569	1,254,646.117
24	53,257	6,917,120	6,183,710.149	733,409.851	1,988,055.968

ตาราง ชุดฐานอ้างอิงและชุดข้อมูลที่เหลือของข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือน
ของโรงงานที่ 1 โรงงานชะอำ

เดือนที่	ค่าความต่าง	ปริมาณผลผลิต	พลังงานที่ใช้
	(เมกกะจูล)	(ตัน)	(เมกกะจูล)
1	-2,668,431.763	51,759	3,397,600
6	-2,259,784.440	56,920	4,211,680
13	-2,246,195.907	43,551	3,175,040
18	-1,210,687.557	50,861	4,784,800
7	-402,912.335	48,155	5,380,000
10	-149,479.222	62,846	6,787,514
2	3,039,362.020	48,856	5,043,200
3	190,243.738	49,566	6,084,000
4	437,235.840	42,880	5,805,760
5	470,888.012	47,684	6,216,800
8	129,035.028	55,226	6,467,423.91
9	243,274.190	42,330	5,568,592
11	93,677.118	63,366	7,071,520
12	449,779.293	54,181	6,706,076.11
14	93,733.144	51,208	6,116,480
15	761,029.538	50,166	6,701,920
16	422,917.104	46,928	6,109,440
17	405,193.869	48,783	6,237,440
19	150,466.131	51,217	6,173,920
20	1,138,047.661	50,927	7,138,720
21	193,056.823	61,661	7,036,960
22	1,008,828.263	53,741	7,230,560
23	965,369.569	48,683	6,789,760
24	733,409.851	53,257	6,917,120

ตารางการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า (เทียบกับเอนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรก) ของโรงงานที่ 1 โรงงานชะอำ

Baseline equation $Y=135.09x - 2E+06$						สรุป	6 เดือนที่มีประสิทธิภาพดี
เดือนที่	ปริมาณผลผลิต	พลังงานที่ใช้	ค่าที่คาดหวัง	ค่าความต่าง	ผลรวมค่าความต่าง		
	(ตัน)	(กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	(กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	(กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	(กิโลวัตต์/ชั่วโมง)		
1	51,759	3,397,600	4,992,123.31	-1,594,523.31	-1,594,523.31	1	ประสิทธิภาพดี
2	48,856	5,043,200	4,599,957.04	443,242.96	-1,151,280.35	8	
3	49,566	6,084,000	6,695,870.94	-611,870.94	-1,763,151.29	4	ประสิทธิภาพดี
4	42,880	5,805,760	5,792,659.20	13,100.80	-1,750,050.49	6	ประสิทธิภาพดี
5	47,684	6,216,800	4,441,631.56	1,775,168.44	25,117.95	19	
6	56,920	4,211,680	5,689,322.80	-1,477,642.80	-1,452,524.85	2	ประสิทธิภาพดี
7	48,155	5,380,000	4,505,258.95	874,741.05	-577,783.80	11	
8	55,226	6,467,423	5,460,480.34	1,006,942.66	429,158.86	12	
9	42,330	5,568,592	3,718,359.70	1,850,232.30	2,279,391.16	20	
10	62,846	6,787,514	6,489,866.14	297,647.86	2,577,039.02	7	
11	63,366	7,071,520	6,560,112.94	511,407.06	3,088,446.08	9	
12	54,181	6,706,076	5,319,311.29	1,386,764.71	4,475,210.79	15	
13	43,551	3,175,040	3,883,304.59	-708,264.59	3,766,946.20	3	ประสิทธิภาพดี
14	51,208	6,116,480	4,917,688.72	1,198,791.28	4,965,737.48	13	
15	50,166	6,701,920	4,776,924.94	1,924,995.06	6,890,732.54	21	
16	46,928	6,109,440	4,339,503.52	1,769,936.48	8,660,669.02	18	
17	48,783	6,237,440	4,590,095.47	1,647,344.53	10,308,013.55	16	
18	50,861	4,784,800	4,870,812.49	-86,012.49	10,222,001.06	5	ประสิทธิภาพดี
19	51,217	6,173,920	4,918,904.53	1,255,015.47	11,477,016.53	14	
20	50,927	7,138,720	4,879,728.43	2,258,991.57	13,736,008.10	24	
21	61,661	7,036,960	6,329,784.49	707,175.51	14,443,183.61	10	
22	53,741	7,230,560	5,259,871.69	1,970,688.31	16,413,871.92	22	
23	48,683	6,789,760	4,576,586.47	2,213,173.53	18,627,045.45	23	
24	53,257	6,917,120	5,194,488.13	1,722,631.87	20,349,677.32	17	

ภาคผนวก ข
โรงงานที่ 2 บริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน) โรงงานพุกร้าง



ตารางผลการวิเคราะห์ค่า DIFF และ CUSUM ของการใช้พลังงานรวมทั้ง 24 เดือน
ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกร้าง

สมการ $Y=72.92x + 1E+07$					
เดือนที่	ปริมาณผลผลิต	พลังงานที่ใช้	ค่าที่คาดหวัง	ค่าความต่าง	ผลรวมค่าความต่าง
	(ตัน)	(กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	(กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	(กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	(กิโลวัตต์/ชั่วโมง)
1	387,357.00	40,682,400.00	38,246,072.44	2,436,327.56	2,436,327.56
2	340,861.00	37,432,800.00	34,855,584.12	2,577,215.88	5,013,543.44
3	357,758.00	38,997,600.00	36,087,713.36	2,909,886.64	7,923,430.08
4	384,228.00	37,860,000.00	38,017,905.76	-157,905.76	7,765,524.32
5	221,085.00	30,268,800.00	26,121,518.20	4,147,281.80	11,912,806.12
6	333,126.00	37,881,600.00	34,291,547.92	3,590,052.05	15,502,858.20
7	375,538.00	40,281,600.00	37,384,230.97	2,897,369.03	18,400,227.23
8	344,186.00	37,699,200.00	35,098,043.12	2,601,156.88	21,001,384.11
9	288,540.00	32,304,000.00	31,033,774.00	1,270,226.00	22,271,610.11
10	319,497.00	36,247,200.00	33,297,721.24	2,949,478.76	25,221,088.87
11	283,456.00	32,541,600.00	30,669,611.52	1,871,988.48	27,093,077.35
12	274,603.00	32,486,400.00	30,024,050.76	2,462,349.24	29,555,426.59
13	364,700.00	40,879,200.00	36,593,924.00	4,285,276.00	33,840,702.59
14	304,971.00	35,966,400.00	32,238,485.32	3,727,914.68	37,568,617.27
15	389,058.00	41,911,200.00	38,370,109.36	3,541,090.64	41,109,707.91
16	300,242.00	38,325,600.00	31,893,646.64	6,431,953.36	47,541,661.27
17	260,451.00	33,536,170.00	28,992,086.92	4,544,083.08	52,085,744.35
18	363,547.00	41,451,927.39	36,506,847.24	4,945,080.15	57,030,824.50
19	373,352.00	43,593,820.31	37,224,827.84	6,368,992.47	63,399,816.97
20	372,967.00	40,991,150.44	37,196,753.64	3,794,396.80	67,194,213.77
21	322,374.00	39,274,036.29	33,507,512.08	5,766,524.21	72,960,737.98
22	364,229.00	42,798,260.09	36,559,578.68	6,238,681.41	79,199,419.39
23	371,306.00	41,653,517.33	37,075,633.52	4,577,883.81	83,777,303.20
24	365,334.00	40,595,170.22	36,640,155.28	3,955,014.94	87,732,318.14

ตารางชุดฐานอ้างอิงและชุดข้อมูลที่เหลือของข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือน
ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกสร้าง

เดือนที่	ค่าความต่าง	ปริมาณผลผลิต	พลังงานที่ใช้
	(เมกกะจูล)	(ตัน)	(เมกกะจูล)
4	-157,905.76	384,228.00	37,860,000.00
9	1,270,226.00	288,540.00	32,304,000.00
11	1,871,988.48	283,456.00	32,541,600.00
1	2,436,327.56	387,357.00	40,682,400.00
12	2,462,349.24	274,603.00	32,486,400.00
2	2,577,215.88	340,861.00	37,432,800.00
3	2,909,886.64	357,758.00	38,997,600.00
5	4,147,281.80	221,085.00	30,268,800.00
6	3,590,052.05	333,126.00	37,881,600.00
7	2,897,369.03	375,538.00	40,281,600.00
8	2,601,156.88	344,186.00	37,699,200.00
10	2,949,478.76	319,497.00	36,247,200.00
13	4,285,276.00	364,700.00	40,879,200.00
14	3,727,914.68	304,971.00	35,966,400.00
15	3,541,090.64	389,058.00	41,911,200.00
16	6,431,953.36	300,242.00	38,325,600.00
17	4,544,083.08	260,451.00	33,536,170.00
18	4,945,080.15	363,547.00	41,451,927.39
19	6,368,992.47	373,352.00	43,593,820.31
20	3,794,396.80	372,967.00	40,991,150.44
21	5,766,524.21	322,374.00	39,274,036.29
22	6,238,681.41	364,229.00	42,798,260.09
23	4,577,883.81	371,306.00	41,653,517.33
24	3,955,014.94	365,334.00	40,595,170.22

ตารางการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า (เทียบกับเดือนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรก) ของโรงงานที่ 2 โรงงานพุกสร้าง

สมการ $Y=66.854x + 1E+07$						สรุป	6 เดือนที่มีประสิทธิภาพดี
เดือนที่	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	พลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	ค่าที่คาดหวัง (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	ค่าความต่าง (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	ผลรวมค่าความต่าง (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)		
1	387,357.00	40,682,400.00	35,896,364.87	4,786,035.13	4,786,035.13	6	ประสิทธิภาพดี
2	340,861.00	37,432,800.00	22,787,921.29	14,644,878.10	19,430,913.84	24	
3	357,758.00	38,997,600.00	33,917,553.33	5,080,046.67	24,510,960.51	8	
4	384,228.00	37,860,000.00	35,687,178.71	2,172,821.29	26,683,781.80	1	ประสิทธิภาพดี
5	221,085.00	30,268,800.00	24,780,416.59	5,488,383.41	32,172,165.21	10	
6	333,126.00	37,881,600.00	32,270,805.60	5,610,794.40	37,782,959.61	12	
7	375,538.00	40,281,600.00	35,106,217.45	5,175,382.55	42,958,342.16	9	
8	344,186.00	37,699,200.00	33,010,210.84	4,688,989.16	47,647,331.32	5	ประสิทธิภาพดี
9	288,540.00	32,304,000.00	29,290,053.16	3,013,946.84	50,661,278.16	2	ประสิทธิภาพดี
10	319,497.00	36,247,200.00	31,359,652.43	4,887,547.57	55,548,825.73	7	
11	283,456.00	32,541,600.00	28,950,167.42	3,591,432.58	59,140,258.31	3	ประสิทธิภาพดี
12	274,603.00	32,486,400.00	28,358,308.96	4,128,091.04	63,268,349.35	4	ประสิทธิภาพดี
13	364,700.00	40,879,200.00	34,381,653.80	6,497,546.20	69,765,895.55	17	
14	304,971.00	35,966,400.00	30,388,531.23	5,577,868.77	75,343,764.32	11	
15	389,058.00	41,911,200.00	36,010,083.53	5,901,116.47	81,244,880.79	13	
16	300,242.00	38,325,600.00	30,072,378.66	8,253,221.34	89,498,102.13	21	
17	260,451.00	33,536,170.00	27,412,191.15	6,123,978.85	95,622,080.98	15	
18	363,547.00	41,451,927.39	34,304,571.13	7,147,355.87	102,769,436.85	19	
19	373,352.00	43,593,820.31	34,960,074.60	8,633,745.71	111,403,182.56	23	
20	372,967.00	40,991,150.44	34,934,335.81	6,056,814.63	117,459,997.19	14	
21	322,374.00	39,274,036.29	31,551,991.39	7,722,044.90	125,182,042.09	20	
22	364,229.00	42,798,260.09	34,350,165.56	8,448,094.53	142,078,231.15	22	
23	371,306.00	41,653,517.33	34,823,291.32	6,830,226.01	148,908,457.16	18	
24	365,334.00	40,595,170.22	34,424,039.23	6,171,130.99	155,079,587.25	16	

ภาคผนวก ค
โรงงานที่ 3 บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงาน ตาคลี

ตารางผลการวิเคราะห์ค่า DIFF และ CUSUM ของการใช้พลังงานรวมทั้ง 24 เดือน
ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี

สมการ $Y=45.571x + 1867.9$					
เดือนที่	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	พลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	ค่าที่คาดหวัง (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	ค่าความต่าง (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	ผลรวมค่าความต่าง (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)
1	5,333	248,900	244,898	4,002	4,002
2	5,245	236,660	240,888	-4,228	-226
3	6,682	301,790	306,373	-4,583	-4,809
4	4,468	210,010	205,480	4,530	-279
5	6,212	281,730	284,955	-3,225	-3,504
6	6,868	302,550	314,850	-12,300	-15,804
7	7,071	313,450	324,100	-10,650	-26,454
8	7,037	323,190	322,551	639	-25,815
9	7,148	316,950	327,609	-10,659	-36,474
10	6,633	311,880	304,140	7,740	-28,734
11	5,855	278,790	268,686	101,04	-18,630
12	5,956	280,850	273,289	7,561	-11,069
13	7,045	325,168	322,915	2,253	-8,816
14	8,503	386,991	389,358	-2,367	-11,183
15	7,543	354,245	345,610	8,635	-2,548
16	7,652	364,839	350,577	14,262	11,714
17	7,904	359,256	362,061	-2,805	8,909
18	5,032	220,689	231,181	-10,492	-1,583
19	1,348	67,679	63,297	4,382	2,799
20	0	0	1,868	-1,868	931
21	822	38,798	39,327	-529	402
22	1,335	59,844	62,705	-2,861	-2,459
23	0	0	1,868	-1,868	-4,327
24	2,339	112,645	108,458	4187	-140

ตารางชุดฐานอ้างอิงและชุดข้อมูลที่เหลือของข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 24 เดือน
ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี

เดือนที่	ค่าความต่าง	ปริมาณผลผลิต	พลังงานที่ใช้
	(เมกกะจูล)	(ตัน)	(เมกกะจูล)
6	-12,300	6,868	302,550
9	-10,659	7,148	316,950
7	-10,650	7,071	313,450
18	-10,492	5,032	231,181
3	-4,583	6,682	301,790
2	-4,228	5,245	236,660
1	4,002	5,333	248,900
4	4,530	4,468	210,010
5	-3,225	6,212	281,730
8	639	7,037	323,190
10	7,740	6,633	311,880
11	101,04	5,855	278,790
12	7,561	5,956	280,850
13	2,253	7,045	325,168
14	-2,367	8,503	386,991
15	8,635	7,543	354,245
16	14,262	7,652	364,839
17	-2,805	7,904	359,256
19	4,382	1,348	67,679
20	-1,868	0	0
21	-529	822	38,798
22	-2,861	1,335	59,844
23	-1,868	0	0
24	4187	2,339	112,645

ตารางการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า (เทียบกับเดือนที่มีประสิทธิภาพดี 6 อันดับแรก) ของโรงงานที่ 3 โรงงาน ตาคลี

Baseline equation $Y=41.167x + 22,725$							6 เดือนที่มีประสิทธิภาพดี
เดือนที่	ปริมาณผลผลิต	พลังงานที่ใช้	ค่าที่คาดหวัง	ค่าความต่าง	ผลรวมค่าความต่าง	สรุป	
	(ตัน)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(Ref)	
1	5,333	248,900	242,269	6,631	6,631	15	
2	5,245	236,660	238,646	-1,986	4,645	9	
3	6,682	301,790	297,803	3,987	8,632	14	
4	4,468	210,010	206,659	3,351	11,983	13	
5	6,212	281,730	278,454	3,276	15,259	12	
6	6,868	302,550	305,460	-2,910	12,349	8	
7	7,071	313,450	313,816	-366	11,983	10	
8	7,037	323,190	312,417	10,773	22,756	16	
9	7,148	316,950	316,986	-36	22,720	11	
10	6,633	311,880	295,785	16,095	38,815	22	
11	5,855	278,790	263,757	15,033	53,848	21	
12	5,956	280,850	267,915	12,935	66,783	19	
13	7,045	325,168	312,746	12,422	79,205	18	
14	8,503	386,991	372,768	14,223	93,428	20	
15	7,543	354,245	333,247	20,998	114,426	23	
16	7,652	364,839	337,734	27,105	141,531	24	
17	7,904	359,256	348,108	11,148	152,679	17	
18	5,032	220,689	229,877	-9,188	143,491	6	ประสิทธิภาพดี
19	1,348	67,679	78,218	-10,539	132,952	5	ประสิทธิภาพดี
20	N/A	N/A	22,725	-22,725	110,227	1	
21	822	38,798	56,564	-17,766	92,461	4	ประสิทธิภาพดี
22	1,335	59,844	77,682	-17,838	74,623	3	ประสิทธิภาพดี
23	N/A	N/A	22,725	-22,725	51,898	2	
24	2,339	112,645	119,014	-6,369	45,529	7	

หมายเหตุ N/A หมายถึงในช่วงการเก็บข้อมูล ซึ่งไม่พบข้อมูลการใช้ไฟฟ้า ในเดือนนั้น

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล

ศุภฤกษ์ คงประดิษฐ์

วันเดือนปีเกิด

25 มิถุนายน 2525

สถานที่เกิด

จังหวัดสกลนคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2557

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

การจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม

จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

