การวางแผนพลังงานตามมาตรฐาน ISO 50001 ผ่านกระบวนการคิวซีสตอรี่

Energy planning according to ISO 50001 through QC Story Process

สาธิต รุ่งฤดีสมบัติกิจ[1]

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต จังหวัดกรุงเทพฯ 10250
โทร 02-320-2777 โทรสาร 02-321-4444 อีเมล์ satit.run@kbu.ac.th

Satit Rungrudesombatkit[1]

[1]Department of Industrial Engineering Technology, Faculty of Engineering, Kasem Bundit University,
Bangkok , 10250, Thailand
Tel: 02-320-2777, Fax: 02-321-4444, E-mail: satit.run@kbu.ac.th

บทคัดย่อ

เพื่อให้พนักงานสามารถปฏิบัติงานตามข้อกำหนดต่างๆของ ISO 50001ได้อย่างถูกต้อง จึงต้องอธิบายให้เข้าใจก่อนเป็นลำดับแรก อย่างไรก็ตาม การที่พนักงานระดับปฏิบัติการมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการอบรมหัวข้อ QCC องค์กรจึงควรอธิบายข้อกำหนดของ ISO 50001 ผ่านคิวซีสตอรี่ ดังนั้น บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวางแผนด้านพลังงานตามข้อกำหนดของ ISO 50001 ผ่านคิวซีสตอรี่ โดยอธิบายผ่านการดำเนินกิจกรรม QCC หัวข้อการวางแผนพลังงานในสายการผลิตขนมคุ้กกี้ ผลการศึกษา พบว่า องค์กรสามารถวางแผนพลังงานผ่านกระบวนการคิวซีสตอรี่ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO 50001 และสามารถนำผลการศึกษานี้ไปตัดสินใจในการนำมาตรฐาน ISO 50001 ไปดำเนินโครงการสร้างอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในสายการผลิตขนมคุ้กกี้

คำสำคัญ : การวางแผนพลังงาน ISO 50001 กระบวนการคิวซีสตอรี่

Abstract

In order to make employees working conform to the requirements of ISO 50001 correctly. It must be explained to understand first. Because operation workers is qualified to QCC topics training, however, organization should communicate the requirements of ISO 50001 through QC Story. This article aims for an energy planning to meets the requirements of ISO 50001 through QC Story. By communicating through QCC activities, Energy planning in cookies production line was a topic study. The study found that organizations can conduct energy planning through QC Story. Each step was consistent with the requirements of ISO 50001. Organizations can use the results of this study for decision to create a heat exchanger in cookies line.

Keywords: Energy Planning, ISO 50001, QC Story Process

1. บทนำ

เมื่อปี พ.ศ. 2552 กระทรวงพลังงานได้ออกกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม ต่อมาในปี พ.ศ. 2554 องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization: ISO) ได้ประกาศใช้มาตรฐานการจัดการพลังงาน ISO 50001:2011 จากเหตุการณ์ดังกล่าว กระทรวงพลังงานจึงมีแนวคิดที่จะต่อยอดการจัดการพลังงานตามกฎหมาย

ไปสู่การจัดการพลังงานระดับสากล ISO 50001(พัดชา พวงประโคน, 2558) ในการดำเนินการตามข้อกำหนดของ ISO 50001 นั้น สามารถดำเนินการผ่านวงจรเดมิ่ง ได้แก่ การวางแผน (P)-ปฏิบัติ (D)-ตรวจสอบ (C)-ปฏิบัติการแก้ไข (A) (Fadzilah Mohamad, 2014) หรือระบบการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นเพื่อให้การจัดการพลังงานและปรับปรุงสมรรถนะด้านพลังงานประสบความสำเร็จ วิศวกรอุตสาหการจึงต้องเข้าใจประสิทธิภาพการใช้พลังงานและประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศน์ที่จะต้องมีการผสมผสานในการผลิต นอกเหนือจากการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเพียงอย่างเดียว (พิเชฐ ปะเสนะและ สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์, 2557)

ISO 50001:2011 เป็นมาตรฐานสากลที่ระบุถึงข้อกำหนดต่างๆในระบบการจัดการด้านพลังงาน เนื้อหาเฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับการวางแผนพลังงาน (Energy Planning) ประกอบด้วย 6 หัวข้อย่อย ได้แก่ General, Legal and other requirements, Energy review, Energy Baseline Energy Performance Indicators, Energy objectives energy targets and Energy management (มนตรี ชูนามชัย, 2554) ส่วนขั้นตอนในช่วงการวางแผน (P) ของคิวซีสตอรี่แบบแก้ไขปัญหา (PS-QC Story) ประกอบด้วย 1) การนิยามปัญหาคุณภาพ 2) การวิเคราะห์ปัญหาและตั้งเป้าหมาย 3) การวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าของปัญหา 4) การกำหนดมาตรการตอบโต้ที่สมเหตุสมผล (กิติศักดิ์, 2557)

เพื่อให้การดำเนินการวางแผนพลังงานตามข้อกำหนด ISO 50001 ประสบความสำเร็จ ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของพนักงานทุกคน และจะต้องสื่อสารให้พนักงานทุกคนเข้าใจทั้งระดับผู้บริหารและระดับปฏิบัติการเพื่อให้ทุกคนปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะสื่อสารข้อกำหนดของ ISO 50001 ให้พนักงานระดับปฏิบัติการเข้าใจและปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้เพราะพนักงานระดับผู้บริหารเท่านั้นที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการอบรมข้อกำหนด ISO 50001 ส่วนพนักงานระดับปฏิบัติการมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการอบรมหัวข้อ QCC อย่างไรก็ตาม ในการปรับปรุงงานอย่างต่อเนื่อง ระบบการควบคุมคุณภาพที่หน้างาน (Quality Control Circle; QCC) มีความสำคัญในการผลักดันให้เกิดการแก้ปัญหาโดยทุกคนมีส่วนร่วม และจะต้องให้เกิดการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบเป็นขั้นเป็นตอนผ่านคิวซีสตอรี่ (QC Story) ดังนั้น องค์กรควรนำคิวซีสตอรี่ ไปใช้ในการสื่อสารการวางแผนพลังงานให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ ISO 50001 (สาธิต รุ่งฤดีสมบัติกิจ, 2559)

ดังนั้น เพื่อให้บริษัท ยูนิแชมป์ จำกัด สามารถวางแผนด้านพลังงานให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO 50001 โดยพนักงานทุกคนมีส่วนร่วม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวางแผนด้านพลังงานให้สอดคล้องกับข้อกำหนด ISO 50001 โดยดำเนินการผ่านกิจกรรม QCC ในหัวข้อ การวางแผนด้านพลังงานในสายการผลิตขนมคุ้กกี้ ซึ่งมีศักยภาพหรือความเป็นไปได้ในการดำเนินการที่ไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป ทั้งนี้เพื่อนำผลที่ได้ไปประกอบการตัดสินใจในการนำมาตรฐาน ISO 50001 ไปดำเนินโครงการลดต้นทุนด้านพลังงานของบริษัทฯ

2. วัตถุประสงค์

เพื่อวางแผนด้านพลังงานให้สอดคล้องกับข้อกำหนด ISO 50001 ผ่านกระบวนการคิวซีสตอรี่ และนำผลที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจนำมาตรฐาน ISO 50001 ไปดำเนินโครงการลดต้นทุนด้านพลังงาน

3. วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัยดำเนินการตามขั้นตอนการวางแผนของกระบวนการคิวซีสตอรี่ แล้วเปรียบเทียบความสอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO 50001 (เฉพาะขั้นตอนการวางแผนพลังงาน) ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยยกตัวอย่างกิจกรรม QCC หัวข้อ การวางแผนพลังงานในสายการผลิตขนมคุ้กกี้ของบริษัท ยูนิแชมป์ จำกัด

ตารางที่ 1: การเปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างข้อกำหนด ISO 50001 กับคิวซีสตอรี่ (สาธิต, 2559)

ข้อกำหนด ISO 50001:2011	คิวซีสตอรี่
4.4.1 กล่าวทั่วไป (General) - องค์กรต้องวางแผนพลังงาน (Energy Planning)	ดำเนินการวางแผนตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 -ทำการวางแผนตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 ของคิวซีสตอรี่
4.4.2 ข้อกฎหมายและข้อกำหนดต่างๆ (Legal and other requirements) - องค์กรต้องระบุข้อกฎหมายและข้อกำหนดอื่นๆที่ใช้และเป็นสมาชิกอยู่ โดยนำกฎหมายและข้อกำหนดอื่นๆไปประยุกต์ใช้กับลักษณะการใช้พลังงาน เพื่อความมั่นใจว่า มีการนำข้อกฎหมายและข้อกำหนดต่างๆที่เกี่ยวข้องมาจัดทำ นำไปปฏิบัติ	ขั้นตอนที่ 1 นิยามปัญหา 1.1 การนิยามภารกิจ 1.2 การทำความเข้าใจกับลูกค้า -ทำความเข้าใจกับงานและกระบวนการที่รับผิดชอบ ความสำเร็จของงาน ใครเป็นผู้ได้รับผลกระทบ กำหนดความคาดหวังของลูกค้า
4.4.3 การทบทวนพลังงาน (Energy review) -องค์กรต้องพัฒนาการทบทวนด้านพลังงาน 4.4.3 a) วิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานขององค์กรบนพื้นฐานของผลที่วัดได้ ประเมินลักษณะการใช้และปริมาณพลังงานที่ถูกใช้ไป เปรียบเทียบกับอดีตและปัจจุบัน 4.4.3 b) บ่งชี้พื้นที่ของการใช้พลังงานและปริมาณพลังงานที่สำคัญที่ถูกใช้ไป 4.4.3 c)จัดลำดับความสำคัญและบันทึกความเป็นไปได้ในการปรับปรุงผลการดำเนินการด้านพลังงาน รวมทั้งแหล่งพลังงานที่เป็นไปได้ การใช้พลังงานทดแทนและแหล่งพลังงานทางเลือก	1.3 การวัดหรือติดตามผลการดำเนินงาน - กำหนดระบบการวัดหรือการประเมินผล เพื่อกำหนดความเบี่ยงเบนของระดับที่เกิดขึ้นจริงจากระดับที่ควรจะเป็น (ปัญหา) 1.4 การประเมินผลปัญหาและเลือกหัวข้อปัญหา - จากปัญหาในขั้นตอนที่ 1.3 ประเมินและเลือกปัญหามาแก้ไข 1 ปัญหาตามลำดับความสำคัญ ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาและตั้งเป้าหมาย 2.1 การวิเคราะห์ปัญหา ก) พิจารณาปัญหาคืออะไร เป็นอย่างไร มาจากกระบวนการใด ข) ศึกษาเปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีต
4.4.4 ข้อมูลฐานด้านพลังงาน (Energy baseline) 4.4.5 ตัวบ่งชี้ด้านพลังงาน (Energy performance indicators) 4.4.6 วัตถุประสงค์ เป้าหมายด้านพลังงาน และแผนการปฏิบัติ (Energy objectives, energy targets and Energy management action plans)	ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาและตั้งเป้าหมาย (ต่อ) 2.2 การตั้งเป้าหมาย กำหนดตัวเลขที่แสดงระดับของการปรับปรุงภายในช่วงเวลาหนึ่ง ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าของปัญหา ขั้นตอนที่ 4 กำหนดมาตรการตอบโต้ที่สมเหตุสมผล

4.ผลการวิจัยและอภิปราย

ผลการวิจัย เป็นการอภิปรายผลการดำเนินการวางแผนพลังงานตามขั้นตอนต่างๆของคิวซีสตอรี่ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นิยามปัญหา กิติศักดิ์ กล่าวว่า มี 4 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1.1) นิยามภารกิจ 1.2) ทำความเข้าใจกับลูกค้า 1.3) วัดหรือการติดตามผลการดำเนินงาน 1.4) ประเมินผลปัญหาและเลือกหัวข้อปัญหา (2557: 196)

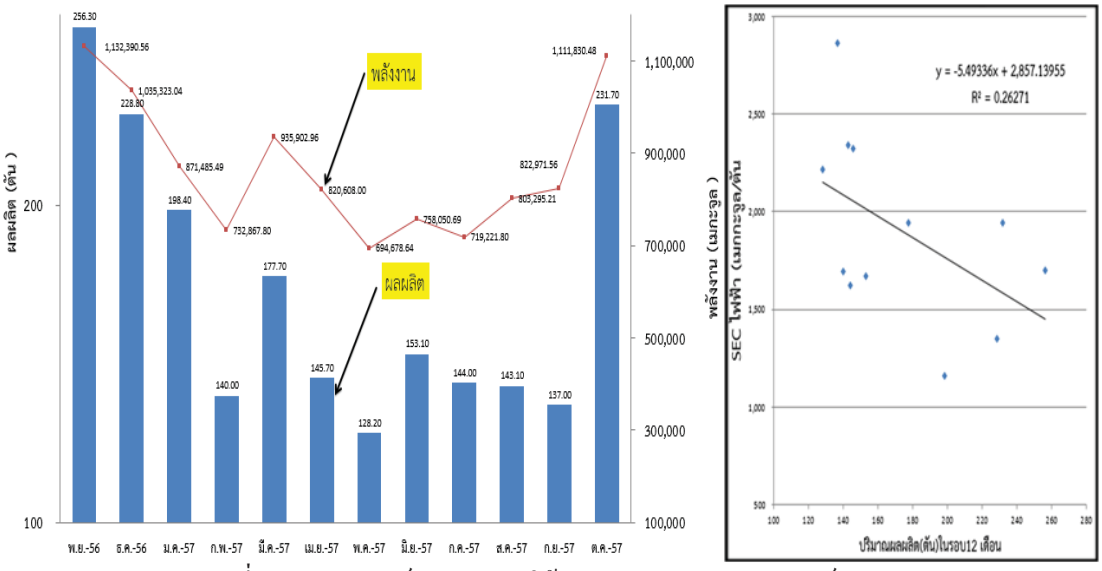
1.1) นิยามภารกิจ แม้ว่าบริษัทฯไม่ถูกจัดเป็นโรงงานควบคุมภายใต้ พ.ร.บ. การอนุรักษ์และส่งเสริมพลังงาน เพราะมีการใช้พลังงานรวมน้อยกว่า 20 ล้านเมกะจูลต่อปี (ดูจากตารางที่ 2 พลังงานรวมเท่ากับ 10,438,626.23 ล้านเมกะจูล) อย่างไรก็ตาม บริษัทฯมีนโยบายลดต้นทุนผ่านการปรับปรุงพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงาน บุคลากรทุกระดับมีภารกิจร่วมกับบริษัทฯในการอนุรักษ์พลังงานตามนโยบาย โดยมีแนวคิดที่จะนำข้อกำหนดของ ISO 50001 มาใช้ แต่ควรหาวิธีการพิสูจน์ให้แน่ใจก่อนว่า ISO 50001 เหมาะสมกับบริษัทฯหรือไม่

ข้อกำหนดของ ISO 50001 ที่สอดคล้องกับขั้นตอนนี้คือ ข้อ 4.4.2 เรื่อง องค์กรต้องระบุข้อกฎหมายและข้อกำหนดต่างๆที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการใช้พลังงาน (มนตรี ชูนามชัย, 2554)

1.2) ทำความเข้าใจกับลูกค้า พนักงานต้องทำความเข้าใจความต้องการของลูกค้า ในแง่ลูกค้าภายในพนักงานต้องเข้าใจนโยบายบริษัทฯ ในแง่ลูกค้าภายนอก พนักงานต้องเข้าใจข้อกฎหมายและข้อกำหนดต่างๆของ ISO 50001 และนำไปประยุกต์กับลักษณะการใช้พลังงานของบริษัทฯ โดยดำเนินการให้สอดคล้องกับข้อกำหนด ISO50001 ผ่านกิจกรรมที่พนักงานทุกคนมีความคุ้นเคยเป็นอย่างดีคือ กิจกรรมกลุ่ม QCC ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า พนักงานจะสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง

ข้อกำหนดของ ISO 50001 ที่สอดคล้องกับขั้นตอนนี้คือ ข้อ 4.4.2 เรื่อง ความมั่นใจว่า มีการนำข้อกฎหมายและข้อกำหนดต่างๆที่เกี่ยวข้องมาจัดทำ นำไปปฏิบัติ (มนตรี ชูนามชัย, 2554)

1.3) การวัดหรือการติดตามผลการดำเนินงาน เมื่อพิจารณาใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้า และใบเสร็จรับเงินค่าเชื้อเพลิง ปริมาณการผลิต (พ.ย.2556 –ต.ค.2557) สามารถนำมาวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงาน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: การวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานของบริษัท ยูนิแชมป์ จำกัด

จากภาพที่ 1 (ซ้าย) จะเห็นได้ว่า บริษัทฯ มีการใช้พลังงานไม่สอดคล้องกับผลผลิต ตัวอย่างเช่น ในเดือนเมษายน 2557 มีการใช้พลังงานสูงเมื่อเทียบกับผลผลิตที่ได้

ข้อกำหนดของ ISO 50001 ที่สอดคล้องกับขั้นตอนนี้คือ ข้อ 4.4.3 a) การวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานบนพื้นฐานของผลที่วัดได้และข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง (มนตรี ชูนามชัย, 2554)

1.4) การประเมินผลปัญหาและการคัดเลือกปัญหา วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานโดยแยกประเภทพลังงานไฟฟ้ากับเชื้อเพลิง LPG ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: การวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนของบริษัท ยูนิแชมป์ จำกัด

ตารางวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานในโรงงาน															
		พลังงานไฟฟ้าสูงสุด						LPG				รวม		ดัชนีการใช้พลังงาน	
เดือน	จำนวน	พลังงาน (กิโลวัตต์ ชั่วโมง)[1]	พลังงาน On peak กิโลวัตต์ [2]	พลังไฟฟ้า Partial Peak กิโลวัตต์ [3]	ค่าไฟฟ้า (บาท)[4]	พลังงานไฟฟ้า (เมกะจูล)[5]	ตัวประกอบโหลด[6]	ปริมาณLPG (ก.ก.)[7]	ค่าเชื้อเพลิง (บาท)[8]	พลังงานความร้อน(เมกะจูล) [9]	ผลผลิต (ตัน)[10]	พลังงาน(เมกะจูล)[11]	ค่าพลังงาน (บาท)[12]	SEC รวม เมกะจูล/ตัน [13]	บาท/ตัน[14]
พ.ย.-56	30	121,000	373	-	467,861.91	435,600.00	0.451	13,872.00	252,609.12	696,790.56	256.30	1,132,390.56	720,471.03	4,418.22	2,811.05
ธ.ค.-56	31	86,000	382	-	356,480.04	309,600.00	0.303	14,448.00	269,888.64	725,723.04	228.80	1,035,323.04	626,368.68	4,525.01	2,737.63
ม.ค.-57	31	64,000	300	-	273,467.84	230,400.00	0.287	12,763.00	244,283.82	641,085.49	198.40	871,485.49	517,751.66	4,392.57	2,609.64
ก.พ.-57	28	66,000	316	-	282,771.51	237,600.00	0.311	9,860.00	193,354.60	495,267.80	140.00	732,867.80	476,126.11	5,234.77	3,400.90
มี.ค.-57	31	96,000	308	-	378,924.66	345,600.00	0.419	11,752.00	235,980.16	590,302.96	177.70	935,902.96	614,904.82	5,266.76	3,460.35
เม.ย.-57	30	94,000	355	-	382,097.51	338,400.00	0.368	9,600.00	197,184.00	482,208.00	145.70	820,608.00	579,281.51	5,632.18	3,975.85
พ.ค.-57	31	79,000	411	-	352,546.98	284,400.00	0.258	8,168.00	171,609.68	410,278.64	128.20	694,678.64	524,156.66	5,418.71	4,088.59
มิ.ย.-57	30	71,000	335	-	309,822.24	255,600.00	0.294	10,003.00	210,163.03	502,450.69	153.10	758,050.69	519,985.27	4,951.34	3,396.38
ก.ค.-57	31	65,000	304	-	282,797.34	234,000.00	0.287	9,660.00	202,956.60	485,221.80	144.00	719,221.80	485,753.94	4,994.60	3,373.29
ส.ค.-57	31	93,000	333	-	383,857.86	334,800.00	0.375	9,327.00	195,960.27	468,495.21	143.10	803,295.21	579,818.13	5,613.52	4,051.84
ก.ย.-57	30	109,000	354	-	441,578.76	392,400.00	0.428	8,572.00	180,097.72	430,571.56	137.00	822,971.56	621,676.48	6,007.09	4,537.78
ต.ค.-57	31	125,000	402	-	505,776.15	450,000.00	0.418	13,176.00	276,827.76	661,830.48	231.70	1,111,830.48	782,603.91	4,798.58	3,377.66
รวม		1,069,000	4,173	-	4,417,983	3,848,400		131,201.00	2,630,915.40	6,590,226.23	2,084.00	10,438,626.23	7,048,898.20	61,253.35	41,820.95
เฉลี่ย		89,083.33	347.75	-	368,165.23	320,700.00	0.350	10,933.42	219,242.95	549,185.52	173.67	869,885.52	587,408.18	5,104.45	3,485.08

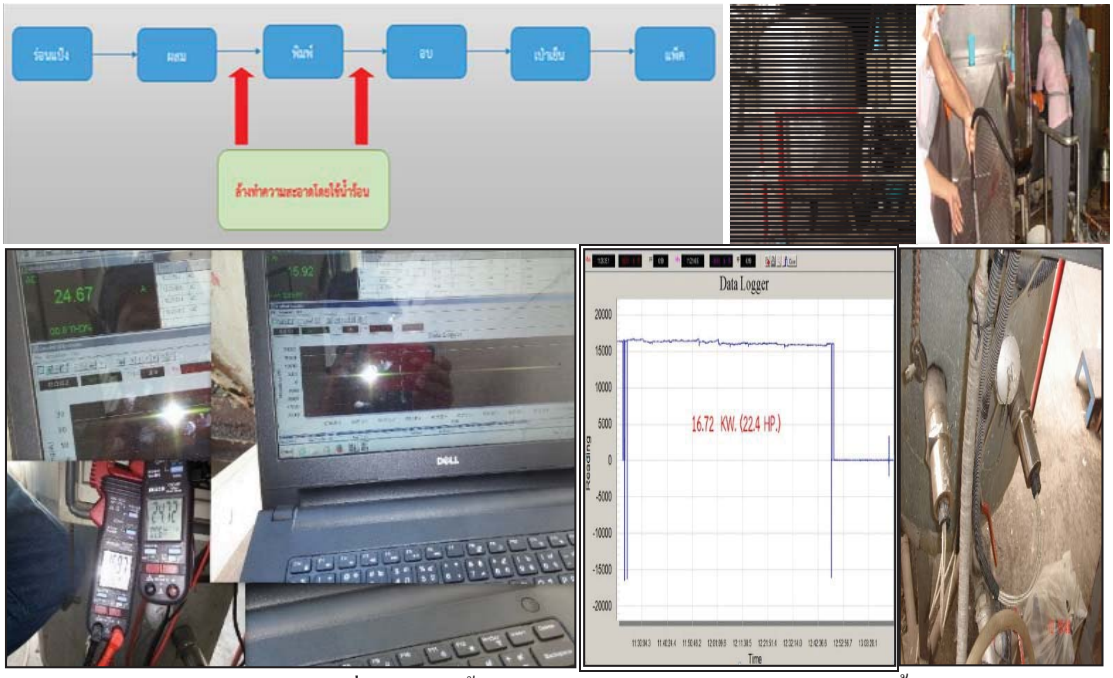
จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าไฟฟ้าสูงกว่าค่าเชื้อเพลิง (ค่าไฟฟ้า 4,417,983 บาท ค่าเชื้อเพลิง 2,630,915.40 บาท) นอกจากนี้ ตัวประกอบโหลดยังมีค่าต่ำ แสดงให้เห็นว่า มีการจัดการความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ได้ไม่ดีเท่าที่ควร จึงทำให้สามารถบ่งชี้ได้ว่า พื้นที่สำคัญที่ทำให้ค่าใช้จ่ายพลังงานสูง คือ ระบบไฟฟ้า จากนั้นจึงวิเคราะห์การถดถอยเพื่อทำความเข้าใจตัวแปรที่ส่งผลต่อการใช้พลังงาน (Fadzilah Mohamad, 2014) ดังแสดงในภาพที่ 1 (ขวา) ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลิต (Specific Energy Consumption, SEC) หรือ SECไฟฟ้าเทียบกับผลผลิต พบว่า ผลผลิตที่ได้ไม่สอดคล้องกับดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า (R^2= 0.26271) โดยมีสหสัมพันธ์แบบลบ (Negative Correlation) กล่าวคือ ผลผลิตน้อยแต่ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้ามาก

ข้อกำหนดของ ISO 50001 ที่สอดคล้องกับขั้นตอนนี้คือ ข้อ 4.4.3 b) การบ่งชี้พื้นที่การใช้พลังงานและปริมาณที่สำคัญที่ถูกใช้ไปบนพื้นฐานของการวิเคราะห์การใช้พลังงาน (มนตรี ชูนามชัย, 2554)

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ปัญหาและตั้งเป้าหมาย

2.1) วิเคราะห์ปัญหา เมื่อทราบว่าระบบที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายพลังงานอย่างมีนัยสำคัญ (ปัญหา) คือ ระบบไฟฟ้า จึงวิเคราะห์ต่อไปว่า ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นจากขั้นตอนใด และเกิดขึ้นได้อย่างไร เพื่อนำไปกำหนด

พื้นที่ตัวอย่างในการปรับปรุง ซึ่งในที่นี้กลุ่มกิจกรรม QCC ได้คัดเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพในการดำเนินการไม่ยากหรือไม่ง่ายเกินไป คือ ขั้นตอนล้างทำความสะอาดพิมพ์ด้วยน้ำร้อน (ฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: การใช้น้ำร้อนล้างพิมพ์ขนมในสายการผลิตขนมคุกกี้

จากภาพที่ 2 น้ำร้อนที่นำมาล้างทำความสะอาดได้มาจากฮีทเตอร์ จำนวน 2 ตัวๆ ละ 8.5 kW ทำน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60-70 °C เพื่อล้างคราบไขมันที่ติดพิมพ์ขนม ช่างเทคนิคให้ข้อมูลว่า ฮีทเตอร์ที่ใช้อยู่มีอายุการใช้งานสั้นต้องถอดเปลี่ยนบ่อย จึงทำให้สิ้นเปลืองทั้งค่าไฟฟ้าและค่าซ่อมบำรุง ในภาพที่ 2 แสดงการวัดค่าพลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าฮีทเตอร์แบบชั่วขณะด้วยมัลติมิเตอร์ได้ 15.92 kW และวัดแบบต่อเนื่องด้วย Data Logger ได้ 16.72 kW

เมื่อสำรวจการใช้พลังงานที่เตาอบในขั้นตอนการอบขนม ด้วยเครื่องมือวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ พบว่าอุณหภูมิที่ปลายปล่องมีค่าประมาณ 300 °C และความเร็วก๊าซไอเสีย 2.8 m/s ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวมีศักยภาพเพียงพอในการนำมาใช้อุ่นน้ำเพื่อทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากฮีทเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 3

ภาพที่ 3: การใช้พลังงานที่เตาอบในขั้นตอนการอบขนม

ดังนั้น คณะทำงานจึงได้เลือกขั้นตอนการล้างทำความสะอาดพิมพ์ขนมมาทำการปรับปรุง เนื่องจากมีความเป็นไปได้ในการนำความร้อนทิ้งจากขั้นตอนการอบขนมมาทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากฮีทเตอร์ ซึ่งสามารถดำเนินการแก้ไขได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต

ข้อกำหนดของ ISO 50001 ที่สอดคล้องกับขั้นตอนนี้คือ ข้อ 4.4.3 c) การชี้บ่ง การจัดลำดับความสำคัญและบันทึกความเป็นไปได้ในการปรับปรุงผลการดำเนินการด้านพลังงาน (มนตรี ชูนามชัย, 2554)

2.2) การตั้งเป้าหมาย จากการบันทึกความเป็นได้ในการปรับปรุงดังกล่าวข้างต้น พบว่า การทำน้ำร้อนด้วยฮีทเตอร์เป็นการใช้พลังงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ เป็นการนำพลังงานคุณภาพสูง เช่น ไฟฟ้า ไปใช้กับงานที่มีความต้องการพลังงานคุณภาพต่ำ (Folke Björk, 2015) ดังนั้นจึงควรเลิกใช้ฮีทเตอร์ แล้วหาพลังงานอื่นที่มีระดับคุณภาพพลังงานที่เหมาะสมกว่ามาใช้งานแทน ทั้งนี้หากยกเลิกการใช้ฮีทเตอร์ จะสามารถประมาณค่าผลประหยัดเพื่อนำไปกำหนดเป้าหมายการลดค่าใช้จ่ายพลังงานได้ดังแสดงในตารางที่ 3 (ซ้าย)

ตารางที่ 3: การประมาณค่าผลประหยัดจากการเลิกใช้ฮีทเตอร์ (ซ้าย) และ Energy Chart (ขวา)

เดือน	จำนวนใช้งาน (ชั่วโมง) (1)	พลังงาน (กิโลวัตต์ ชั่วโมง) (2)	พลังงานไฟฟ้า (เมกะจูล) (3)	ค่าไฟฟ้า (บาท) (4)	ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (บาท) (5)	ค่าบำรุงรักษา HEATER (บาท) (6)	รวมค่าใช้จ่าย (บาท) (4)+(5)+(6)	ผลผลิต (แป้ง) (ตัน) (7)	เมกะจูล/ตัน (3)/(7)	ค่าไฟฟ้า (บาท)/ตัน (4)/(7)
มี.ค.-58	85	1,421.20	5,116.32	4,800.81	3,281.46	-	8,082.27	49.80	102.74	96.40
เม.ย.-58	136.9	2,288.97	8,240.28	7,732.13	3,281.46	7,020.00	18,033.59	39.30	209.68	196.75
พ.ค.-58	75.2	1,257.34	4,526.44	4,247.31	3,281.46	-	7,528.77	26.80	168.90	158.48
มิ.ย.-58	84.3	1,409.50	5,074.19	4,761.28	3,281.46	-	8,042.74	33.30	152.38	142.98
ก.ค.-58	72.8	1,217.22	4,381.98	4,111.76	3,281.46	3,510.00	10,903.22	34.10	128.50	120.58
ส.ค.-58	97.5	1,630.20	5,868.72	5,506.82	3,281.46	-	8,788.28	42.70	137.44	128.97
ก.ย.-58	143	2,390.96	8,607.46	8,076.66	3,281.46	-	11,358.12	60.40	142.51	133.72
ต.ค.-58	245.6	4,106.43	14,783.16	13,871.53	3,281.46	7,020.00	24,172.99	116.10	127.33	119.48
พ.ย.-58	226.2	3,782.06	13,615.83	12,775.81	3,281.46	21,060.00	37,117.27	183.35	74.26	69.68
รวม	1,167	19,504	70,214	65,884.11	29,533	38,610.00	134,027.25	585.85	1,243.73	1,167.03
เฉลี่ย	129.61	2,167.10	7,801.55	7,320.46	3,281.46	4,290.00	14,891.92	65.09	138.19	129.67

หมายเหตุ (2) = (1) * 16.72 (ค่าพลังงานไฟฟ้าของHEATER (Kw.)
(3) = (2) * 3.6 (ค่าความร้อนเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้า (Kw/Hr.)
(4) = (2) * 2.688+0.69 (ค่าอัตราไฟฟ้าเฉลี่ยประเภท3.1.2 +Ft
(5) = 16.72 * 196.26 บาท/ Kw.(อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้า)

Process	Original Energy Quality Level	Process Input Energy Quality Level	Energy Utilization	Process Residual Energy Quality Level
พิมพ์	หม้อแปลงไฟฟ้า 1,000 kVA 390-400 v	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-385 V	ใช้ไฟฟ้าป้อนฮีทเตอร์ 2 ตัวๆ ละ 8.5 kW รวม 17 kW ทำน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60-70 °C เพื่อล้างคราบไขมันที่ติดภาชนะ ใช้เวลาล้างนาน 1 ช.ม. แต่ค่าที่ใช้จริงเท่ากับ 16.72 kW	น้ำร้อนอุณหภูมิ 38 °C
อบ	แรงดันในถังแก๊ส 120 psi	แรงดันก๊าซหลังออกจาก regulator 25 psi	ใช้ LPG ที่อัตราการไหล 3.9 kg/hr ใช้อบนาน 1 ช.ม.	ก๊าซไอเสียปลายปล่องอุณหภูมิเกิน 250 °C ความเร็ว 2.8 m/s

หมายเหตุ ขั้นตอนการร่อนแป้ง การผสม การเป่าเย็นและการแท็ค ใช้มอเตอร์ขนาด 0.9 kW 12.4 kW และ 1.5 kW ตามลำดับ ทุกขั้นตอนใช้พลังงานไฟฟ้าจากหม้อแปลงไฟฟ้า 1,000 kVA ขับมอเตอร์ไฟฟ้า พิจารณาแล้วว่าไม่มีศักยภาพในการปรับปรุงการใช้พลังงาน เพราะเปิดใช้งานน้อยกว่า 1 ช.ม./วัน จึงไม่ได้แสดงไว้ใน Energy Chart

จากตารางที่ 3 (ซ้าย) จะเห็นได้ว่า ถ้าเลิกใช้ฮีทเตอร์จะทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง 65,884 บาท ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดลดลง 29,533 บาท และค่าบำรุงรักษาลดลง 38,610 บาท ผลประหยัดรวมคือ 134,027 บาท คิดเป็นค่าเฉลี่ย14,892 บาท/เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลฐานอ้างอิง (พ.ย.2556-ต.ค. 2557) มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 368,165 บาท/เดือน (ตารางที่ 2) ดังนั้น เป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายพลังงานคือ (14,892/368,165)x100% = 4.0%

ข้อกำหนดของ ISO 50001 ที่สอดคล้องกับขั้นตอนนี้คือ ข้อ 4.4.4 เรื่อง การจัดทำข้อมูลฐานอ้างอิง (Energy Baseline) ที่สามารถใช้เปรียบเทียบกับผลการดำเนินการ ข้อ 4.4.5 เรื่อง ตัวชี้วัดด้านพลังงาน (Energy Performance Index) และข้อ 4.4.6 เรื่อง วัตถุประสงค์และเป้าหมายด้านพลังงาน (มนตรี ชูนามชัย, 2554)

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา Mirjana Golusin กล่าวว่า การวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้า (Root Cause Analysis) เป็นเครื่องมือที่ช่วยพิจารณาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เพื่อหาแนวทางในการ

ปรับปรุงอุปกรณ์ กำหนดมาตรการป้องกันที่จำเป็นได้อย่างมีประสิทธิผล (2013: 151) แต่ในที่นี้จะใช้ Energy Chart มาแทน Root Cause Analysis เพื่อประเมินโอกาสในการนำพลังงานกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยแสดงให้เห็นถึงคุณภาพของพลังงาน ประเมินความเหมาะสมของลักษณะการนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ (เช่น การนำไฟฟ้าไปต้มน้ำ) ความเหมาะสมของระดับคุณภาพพลังงานที่จำเป็นต่อกระบวนการ ทำให้การใช้พลังงานในแต่ละกระบวนการเกิดประสิทธิภาพสูงสุด และการประเมินระดับคุณภาพพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ เพื่อลดความสูญเปล่าของพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ (Paitoon and Suporn, 2012) ดังแสดงในตารางที่ 3 (ขวา)

ในการใช้พลังงานให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น พลังงานที่ใช้จะต้องมีระดับคุณภาพของพลังงานที่เหมาะสมกับการใช้งานโดยก่อให้เกิดปริมาณการสูญเสีย Exergy (Exergy Loss) ที่น้อยที่สุด เช่น เราสามารถเลือกใช้พลังงานความร้อนเหลือทิ้ง (Waste Heat) ที่ 70 ºC ในการทำน้ำอุ่นที่มีอุณหภูมิ 40 ºC แทนการใช้พลังงานไฟฟ้า (สัณห์ โอฬาพิริยะกุล, 2556) ซึ่งจากตารางที่ 3 Energy Chart (ขวา) พบว่า ในขั้นตอนการอบขนม มีการปล่อยก๊าซไอเสียที่ปลายปล่องอุณหภูมิเกิน 300 ˚C ซึ่งเป็นพลังงานที่มีระดับคุณภาพที่เหมาะสมมากกว่าการใช้ฮีทเตอร์อุ่นน้ำเพื่อทำความสะอาดภาชนะ ดังนั้น จึงเห็นได้ว่า Energy Chart สามารถนำมาใช้แทน Root Cause Analysis ซึ่งช่วยทำให้เห็นถึงจุดอ่อนและโอกาสในการปรับปรุง หรือวิธีการที่จะทำให้เป้าหมายบรรลุผลสำเร็จ

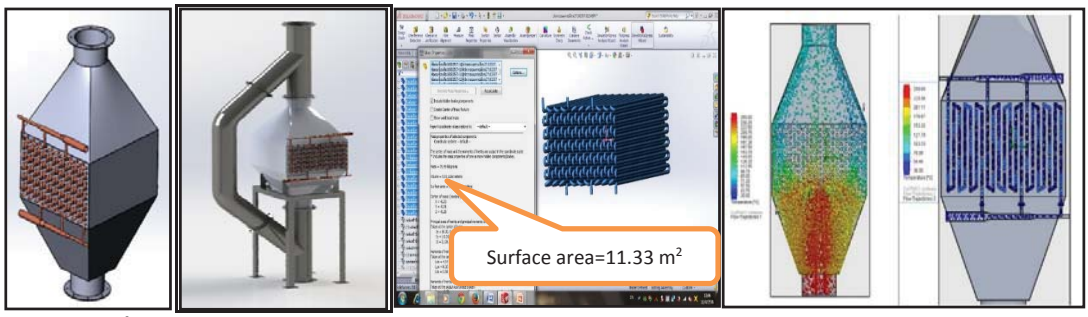
ข้อกำหนดของ ISO 50001 ที่สอดคล้องกับขั้นตอนนี้คือ ข้อ 4.4.6 เรื่อง วิธีการที่จะทำให้เป้าหมายบรรลุผลสำเร็จ (มนตรี ชูนามชัย, 2554)

ขั้นตอนที่ 4 การกำหนดมาตรการตอบโต้ที่สมเหตุสมผล กิติศักดิ์ กล่าวว่า ต้องคำนึงถึงประเด็นต่างๆ 3 ประการ คือ ผลกระทบ (Effect) ความเป็นไปได้ (Feasibility) และความคุ้มค่า (Economy) (2557, 200)

4.1) ผลกระทบ (Effect) การออกแบบให้มีท่อ by pass (ภาพที่ 4) จะทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อการผลิต

4.2) ความเป็นไปได้ (Feasibility) ทำการจำลองการถ่ายเทความร้อนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้โปรแกรม Solid Work Flow Simulation เช่นเดียวกับ จักรกฤษณ์ ขันทอง และเสนีย์ ศิริไชย (2558) ดังนี้

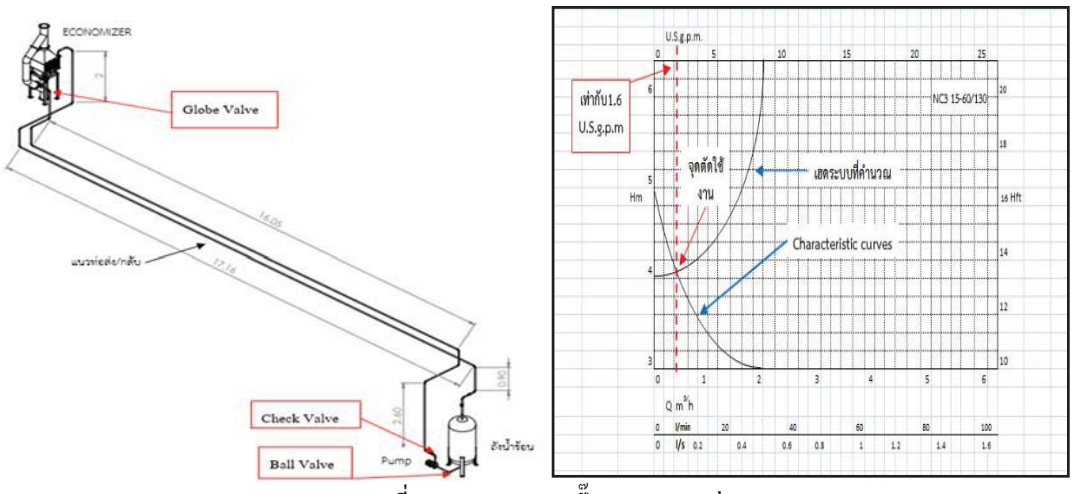
ก) ออกแบบขนาดอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน กำหนดให้น้ำมีอัตราการไหล 30 kg/min และอุณหภูมิน้ำขาเข้า 32 °C และอุณหภูมิน้ำขาออก 70 °C ความร้อนจำเพาะน้ำ 4.18 kJ/kg-°C ก๊าซไอเสียอุณหภูมิ 300 °C เมื่อผ่านการแลกเปลี่ยนความร้อนแล้ว ก๊าซไอเสียมีอุณหภูมิเหลือ 100 °C จากการคำนวณโดยวิธีหาความแตกต่างอุณหภูมิเฉลี่ยแบบล็อก (จี. วอร์คเกอร์, 2542) จะได้ว่า พื้นที่การถ่ายเทความร้อนควรมีค่าไม่น้อยกว่า 9.05 m^2 จากนั้น จึงออกแบบท่อนำความร้อนให้มีพื้นที่ใกล้เคียงกับค่า 9.05 m^2 โดยใช้โปรแกรม Solid Works ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: การออกแบบคำนวณ และการจำลองการถ่ายเทความร้อนโดยใช้โปรแกรม Solid Works

จากการคำนวณด้วยคำสั่ง Mass Properties ในโปรแกรม Solid Works พบว่าพื้นที่ผิวของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างก๊าซไอเสียกับน้ำมีค่า 11.33 m^2 ดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งถือว่าสามารถนำไปใช้ในการจำลองการถ่ายเทความร้อนได้ เพราะมีค่ามากกว่าวิธีหาความแตกต่างอุณหภูมิเฉลี่ยแบบล็อก (9.05 m^2)

ข) ออกแบบปั๊มและระบบท่อ เลือกขนาดของปั๊มน้ำในการหมุนเวียนน้ำไปแลกเปลี่ยนความร้อนที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Economizer) โดยคำนึงถึงความสูญเสีย เฮดความฝืดต่างๆในระบบท่อ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: การออกแบบปั๊มและระบบท่อ

ภาพที่ 5 เป็นกราฟสมรรถนะ (Performance Curves) ของปั๊ม Calpeda NC3 Three speeds circulating pumps with threaded ports (2016) และกราฟเฮดระบบท่อ จุดตัดกราฟ คือจุดใช้งาน ที่อัตราการไหล 1.6 U.S.g.p.m หรือ 6.05 ลิตรต่อนาที (1 U.S.g.p.m = 3.78 ลิตรต่อนาที) ดังนั้น จึงเลือกปั๊ม Calpeda NC3 ที่สามารถใช้ได้กับน้ำร้อน มีอัตราการไหล 7-53 ลิตรต่อนาที สามารถปรับค่าได้ 3 ระดับ และทนอุณหภูมิสูงสุดได้ถึง 110°C

ค) วิเคราะห์แบบจำลอง น้ำจะไหลเข้าท่อนำความร้อน ก๊าซไอเสียที่ความเร็ว 2.8 m/s อุณหภูมิ 300 °C จะไหลจากด้านล่างขึ้นด้านบนและถ่ายเทความร้อนไปยังท่อนำความร้อน น้ำในท่อนำความร้อนจะรับความร้อนหมุนเวียนไปยังถังเก็บน้ำร้อน ดังแสดงในภาพที่ 5 เมื่อจำลองการถ่ายเทความร้อนโดยใช้โปรแกรม Solid Work Flow Simulation ครบ 3 รอบ พบว่า ที่อัตราการไหล 5 ลิตรต่อนาที เป็นอัตราการไหลที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากน้ำในรอบที่ 3 มีอุณหภูมิ 68.51 °C ซึ่งอยู่ภายในช่วงอุณหภูมิที่ใช้ทำความสะอาด (60-70 °C) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4: อุณหภูมิและอัตราการไหลในการจำลองแต่ละรอบ

อัตราการไหล (ลิตร/นาที)	อุณหภูมิน้ำเข้า ครั้งที่ 1 (°C)	อุณหภูมิน้ำออก ครั้งที่ 1 (°C)	อุณหภูมิน้ำเข้า ครั้งที่ 2 (°C)	อุณหภูมิน้ำออก ครั้งที่ 2 (°C)	อุณหภูมิน้ำเข้า ครั้งที่ 3(°C)	อุณหภูมิน้ำออก ครั้งที่ 3 (°C)
5	30	44.28	44	57.37	56	68.51
6	30	41.95	41	52.32	51	61.72
7	30	40.34	39	48.9	48	57.4
10	30	38.05	34	41.16	40	46.9

หมายเหตุ ปั๊มที่เลือกมีอัตราการไหล 7-53 ลิตร/นาที ถ้าต้องการใช้งานที่ 5 ลิตร/นาที ต้องหรี่วาล์ว

4.3) ความคุ้มค่า (Economy) วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุน โดยใช้ข้อมูลจากใบเสนอราคาของผู้รับเหมา จะได้ว่า เงินลงทุนเริ่มแรก เท่ากับ 151,129 บาท ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5: งบประมาณในการลงทุนที่รวบรวมจากใบเสนอราคาของผู้รับเหมา

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา/หน่วย	จำนวนเงิน
	(ชุดแลกเปลี่ยนความร้อน พร้อม Support)				50,380.8
1	ท่อทองแดง TYPE L OD 3/8" (9.52 mm) x Thk 0.76 mm x Length 6 Meter	26	เส้น	448.80	11,669
2	ข้องอ 90 องศา Size 3/8"	6	ตัว	35	210
3	ข้อโค้ง 180 องศา Size 3/8"	249	ตัว	70	17,430
4	MALE COPPER ADAPTER Size 1 1/8 " x 1"	2	ตัว	1,000	2,000
5	เหล็กแผ่นหนา 3 mm	2	แผ่น	2,090	4,180
6	เหล็กฉาก Size 2" x 2" Thk 3 mm x Length 6 Meter	1	เส้น	492	492
7	วัสดุสิ้นเปลืองงานเชื่อมท่อ (ลวดเชื่อม , น้ำยาประสาน , ชุดเชื่อม,ฯลฯ)	1	งาน	12,000	12,000
	ค่าแรงในการดำเนินการใช้คน 1 คน (ค่าแรง 600 บาท/คน)	4	วัน	600	2,400
ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา/หน่วย	จำนวนเงิน
	(งานระบบท่อพร้อมPUMP)				28,760.0
8	ท่อประปา Size 1" Length 6 Meter	10	เส้น	750	7,500
9	BALL VAVES Size 1"	3	ตัว	650	1,950
10	GLOBE VAVES Size 1"	1	ตัว	510	510
11	CHECK VAVES Size 1"	1	ตัว	500	500
12	สายอ่อนสเตนเลส หัว-ท้ายอูเนี่ยนสเตนเลส Size 1"	2	เส้น	550	1,100
13	PUMP น้ำร้อน	1	ตัว	9,000	9,000
14	วัสดุสิ้นเปลืองงาน (ข้อต่อต่างๆ, อุปกรณ์จับยึด,ฯลฯ)	1	งาน	5,500	5,500
	ค่าแรงในการดำเนินการใช้คน 3 คน (ค่าแรง 300 บาท/คน)	3	วัน	900	2,700

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา/หน่วย	จำนวนเงิน
	(งานระบบไฟฟ้าควบคุม)				29,388.0
15	Manetic Contactor (มีของเก่าใช้งานได้)	1	ตัว	200	200
16	มอเตอร์เบรคเกอร์ชนิดโอเวอร์โหลดในตัว (มีของเก่าใช้งานได้)	1	ตัว	100	100
17	SELECTOR SWITCH (มีของเก่าใช้งานได้)	2	ตัว	99	198
18	CIRCUIT BREAKER 1P 10 A (มีของเก่าใช้งานได้)	1	ตัว	80	80
19	CIRCUIT BREAKER 3P 16 A (มีของเก่าใช้งานได้)	1	ตัว	450	450
20	ตู้คอนโทรล	1	ตู้	800	800
21	FLOW METER (HWT 1" 1 PULSE/1 L.) พร้อมจอดิจิตอลแสดงผล	2	ชุด	4,025	8,050
22	ชุด SOLINOID VALVE 3/2พร้อมลูกสูบ ควบคุม DAMPER ปล่อง	2	ชุด	3,700	7,400
23	ANALOG THERMOMETER	2	ตัว	1,200	2,400
24	TEMPERATURE CONTROLLER พร้อมหัว THERMOCOUPLE (มีของเก่าใช้งานได้)	1	ชุด	3,200	3,200
25	RELAY 220 VAC (มีของเก่าใช้งานได้)	2	ชุด	80	160
26	TIMER ON DELAY	1	ชุด	950	950
27	วัสดุสิ้นเปลืองงาน (สายไฟ, อุปกรณ์ติดตั้ง,ฯลฯ)	1	งาน	4,500	4,500
	ค่าแรงในการดำเนินการใช้คน 1 คน (ค่าแรง 300 บาท/คน)	3	วัน	300	900
	(งานปล่องระบายความร้อนพร้อมติดตั้ง) ว่าจ้างผู้รับเหมา	1	งาน	42,600	42,600
	ราคาวัสดุทั้งหมด				102,529
	ราคาค่าแรงงานทั้งหมด (ระยะเวลาดำเนินการทั้งหมด 15วัน)				6,000
	(ค่าใช้จ่ายโดยประมาณ)	รวมเป็นเงิน			151,129

อ้างถึงตารางที่ 3 ผลประหยัด 14,891.92 บาท/เดือน (178,703.04 บาท/ปี) จะได้ระยะเวลาคืนทุน 0.8 ปี อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) 118 % (ถ้าอายุการใช้งานของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน 10 ปี)

ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ (Feasibility) และความคุ้มค่า (Economy) ดังกล่าวข้างต้น ได้ผ่านความเห็นชอบจากผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม และได้นำเสนอไปยังผู้บริหารระดับสูงเพื่อการตัดสินใจแล้ว

ข้อกำหนดของ ISO 50001 ที่สอดคล้องกับขั้นตอนนี้คือ ข้อ 4.4.6 เรื่อง โอกาสในการปรับปรุงผลการดำเนินการด้านพลังงาน ที่ต้องพิจารณาถึงสถานะการเงิน เงื่อนไขการดำเนินการ เงื่อนไขธุรกิจตลอดจนทางเลือกด้านเทคโนโลยีและความเห็นของภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง (มนตรี ชูนามชัย, 2554)

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นศึกษาเฉพาะขั้นตอนการวางแผนพลังงานของบริษัท ยูนิแชมป์ จำกัด ผ่านกระบวนการคิวซีสตอรี่ และพิจารณาว่าแต่ละขั้นตอนสอดคล้องกับข้อกำหนดใดของ ISO 90001 โดยยกตัวอย่างกรณีศึกษา การวางแผนพลังงานในสายการผลิตขนมคุ้กกี้ ผลการศึกษา พบว่า บริษัทฯสามารถดำเนินการวางแผนพลังงานผ่านกระบวนการคิวซีสตอรี่โดยแต่ละขั้นตอนของการวางแผนผ่านกระบวนการคิวซีสตอรี่ มีความสอดคล้องกับการวางแผนพลังงานตามข้อกำหนดของ ISO 90001 บริษัท ฯ สามารถนำผลการศึกษานี้ไปช่วยในการตัดสินใจนำมาตรฐาน ISO 50001 ไปใช้ในการดำเนินโครงการสร้างอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในสายการผลิตขนมคุ้กกี้

6. การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ กลุ่มกิจกรรม QCC ได้ใช้ประกอบการนำเสนอโดยผ่านความเห็นชอบจากผู้จัดการแผนกวิศวกรรม และผ่านการตัดสินใจของผู้บริหารระดับสูงแล้วเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2557

เอกสารอ้างอิง

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2557). **TQM การบริหารเพื่อคุณภาพโดยรวม**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ส.ส.ท.

จี. วอร์คเกอร์. (2542). **อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในงานอุตสาหกรรม**. แปลโดย พงษ์ธร จรัญญากรณ์. กรุงเทพฯ: ส. เอเชียเพรส (1989) จำกัด.

จักรกฤษณ์ ขันทอง และเสนีย์ ศิริไชย. (2558). "การสร้างแบบจำลองของอุปกรณ์อุ่นน้ำป้อนแบบเปลือกและท่อด้วยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์", ใน **การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 11**. 19-20 มิถุนายน 2558.

พิเชฐ ปะเสนะและ สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์. (2557). "การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสู่มาตรฐานสากลISO 50001:2011 สาหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์", **วารสารวิจัยพลังงาน**. ปีที่11 (ฉบับที่1).

พัดชา พวงประโคนและคณะ. "**สรุปผลการประชุมคณะอนุกรรมาธิการปฏิรูปพลังงานฯ สภาปฏิรูปแห่งชาติครั้งที่ 15 วันที่ 10 มี.ค. 2558**", สืบค้นเมื่อ 13 ม.ค. 2559, จาก http://www. parliament.go.th/ewtcommittee

มนตรี ชูนามชัย. (2011). "ISO 50001:2011 มาตรฐานระบบบริหารจัดการพลังงาน ตอนที่ 4 (Energy Management Systems-Requirements with Guidance for Use)", **for Quality**. 2011 (Vol.18 No. 166).

สาธิต รุ่งฤดีสมบัติกิจ. (2559). "การศึกษาเปรียบเทียบการวางแผนพลังงานตามมาตรฐาน ISO50001 กับคิวซีสตอรี่", ใน **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2559**, 7-8 ก.ค. 2559 ขอนแก่น.

สัณห์ โอฬาพิริยกุล. (2556). "การใช้หลักการของ Exergy ในการวิเคราะห์การใช้ทรัพยากรของประเทศไทย", **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม**. ปีที่ 9 (ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน 2556), 81.

Calpeda (Thailand) Co. Ltd. "**NC3 Three speeds circulating pumps with threaded ports Catalogue 50Hz**" Retrieved January 20, 2016, from http://calpeda.co.th/Applications/Heating_air_conditioning.html

Fadzilah Mohamad, et al. (2014). "Implementation of ISO50001 Energy Management System", in **Technology Management and Emerging Technologies (ISTMET), 2014 International Symposium onIEEE.**

Folke Björk, et al. (2015). "**Energy quality management and low energy architecture**", Retrieved January 25, 2016, from http://www.researchgate.net/publication/264851540

Mirjana Golusin, et al. (2013). **Sustainable Energy Management**. Oxford: Elsevier Inc.

Paitoon Termsinvanich and Suporn Kulwattanatachai. "**TSV Energy Chart a Tool to Demonstrate Energy Quality all production process**." Retrieved January 21, 2016, from http://emcei.com/upload/images/Document/TSV_Energy_Chart_Tool_Demonstrate_Energy_Quality_comment_Edited_2012_03_11%20(1)