O-EM11

แบบจำลองการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทย

Simulation of Energy Conservation for Food Industry in Thailand

นรวัฒน์ วงศ์คำ[1] , วรรัตน์ ปัตรประกร[2], พรระพีพัฒน์ ภาสบุตร[3]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 12120 E-mail: narawat_w@dede.go.th

[2] ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 12120 E-mail: pworarat@tu.ac.th

[3] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 12120 E-mail: bporr@tu.ac.th

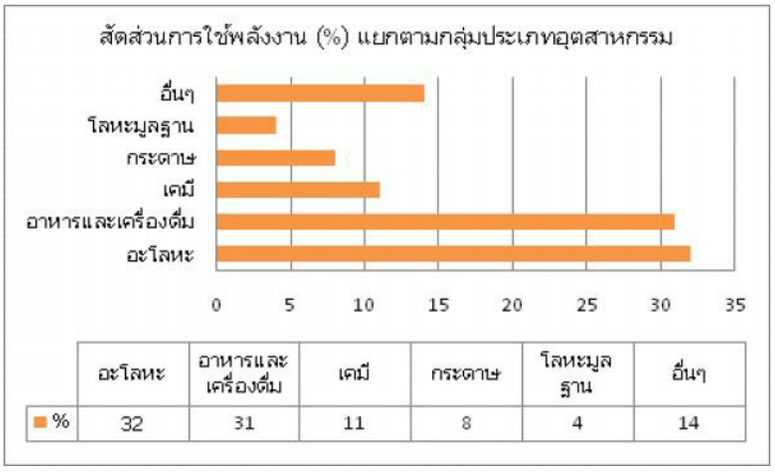
บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการจำลองการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อนำผลการจำลองมาใช้กับโรงงานในอุตสาหกรรมอาหารที่ยังไม่ได้ทำการอนุรักษ์พลังงานในมาตรการที่มีความนิยมใช้ในการอนุรักษ์พลังงาน 10 มาตรการ จากโรงงานในอุตสาหกรรมอาหารที่ส่งรายงานการจัดการพลังงานตามกฎหมายของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จำนวน 626 แห่ง โดยใช้สมการถดถอยวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์จากตัวแปรต่างๆ ซึ่งได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงาน, ผลประหยัด และเงินลงทุนเมื่อนำผลการจำลองการอนุรักษ์พลังงาน 10 มาตรการมาประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารที่ยังไม่ได้ทำมาตรการที่นิยมใช้ 10 มาตรการนี้ พบว่าศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานจากการจัดทำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมอาหารจำนวน 10 มาตรการ ได้รับผลประหยัดการอนุรักษ์พลังงานถึง 696,782,971.34 บาท/ปี โดยต้องใช้เงินลงทุน 341,906,043.13 บาท โดยเงินลงทุนนี้รัฐบาลจะให้การสนับสนุนผ่านโครงการต่างๆ จากภาครัฐและมีสัดส่วนดังนี้ โครงการส่งเสริมมาตรการอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรม(Direct Subsidy) 45%, โครงการสิทธิประโยชน์ทางภาษี 25%, โครงการค้นหาศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ 15%, โครงการเพิ่มประสิทธิภาพบุคลากรในรงงานควบคุม (อบรม) 10%, และโครงการประชาสัมพันธ์ต่างๆ 5% เพื่อเป็นการกระตุ้นให้โรงงานมีการดำเนินการมาตรการข้างต้นและภาครัฐเกิดความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด

คำสำคัญ: การอนุรักษ์พลังงาน, อุตสาหกรรมอาหาร, ผลประหยัดการอนุรักษ์พลังงาน

1. ที่มาและความสำคัญ

ในระยะ 20 ปีที่ผ่านมาการใช้พลังงานของประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยร้อยละ 4.4 ต่อปี จนปี 2554 มีการใช้พลังงานเป็น 2.3 เท่าของปี 2533 ซึ่งเป็นการเติบโตที่ควบคู่กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.5 ต่อปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมการผลิตและอาคารธุรกิจนั้นสูงกว่าอัตราการเติบโตของ GDP มาก หรือเพิ่มเป็น 3.0 และ 3.7 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปี 2533 ปัญหาวิกฤตพลังงานถือเป็นปัญหาใหญ่ของโลกในปัจจุบันที่ทุกฝ่ายให้ความสนใจ เนื่องจากปริมาณพลังงานจากแหล่งต่างๆ นับวันยิ่งลดลง และมีแนวโน้มที่จะหมดไปในอนาคตอันใกล้นี้ ในขณะที่อัตราการบริโภคพลังงานกลับเพิ่มมากขึ้น สาเหตุเกิดจากจำนวนประชากรโลกที่เพิ่มขึ้น และแนวโน้มการขยายตัวทางภาคอุตสาหกรรม และภาคธุรกิจ ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจโลก และก่อให้เกิดวิกฤตการทางสิ่งแวดล้อม จึงทำให้ทุกภาคส่วนทั่วโลกต้องหันมาให้ความสำคัญในเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยในส่วนของประเทศไทยก็ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวจึงได้จัดทำแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554-2573) ขึ้น โดยมีเป้าหมายที่จะลดความเข้มการใช้พลังงาน(Energy Intensity) ลงร้อยละ 25 ภายในปี 2573 โดยใช้ปี 2548 เป็นปีฐาน เนื่องจากเมื่อปี 2548 ความเข้มการใช้พลังงานของประเทศไทยคือ 15.6 ktoe (พันตันเทียบเท่าน้ำมันมันดิบ) ต่อพันล้านบาท (GDP) ดังนั้นความเข้มการใช้พลังงานในภาพรวมของประเทศไทยในปี 2573 จะต้องไม่เกิน 11.7 ktoe ต่อพันล้านบาท[1] ทั้งนี้จากแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี ก็ได้มีแบ่งสัดส่วนการใช้พลังงานแยกตามประเภทอุตสาหกรรม สามารถแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 1: สัดส่วนการใช้พลังงานแยกตามประเภทอุตสาหกรรม

จากรูป พบว่าการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมอาหารมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 31 เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมทั้งหมด ซึ่งมีปริมาณมากเป็นลำดับแรก รองลงมาคืออุตสาหกรรมอโลหะ และอุตสาหกรรมเคมี และจากข้อมูลรายงานการจัดการพลังงานประจำปี 2555 [2] พบว่าอุตสาหกรรมอาหาร (ซึ่งมีการส่งรายงานการจัดการพลังงานจำนวน 626 แห่ง มีการใช้พลังงานรวม 166,804,194,694.37 เมกะจูล หรือ คิดเป็น 3,948.59 ktoe โดยแบ่งออกเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน 6,955,918,638.03 กิโลวัตต์ชั่วโมง หรือ 25,041,307,258.89 เมกะจูล คิดเป็นร้อยละ 15 ของพลังงานรวม และเป็นการใช้พลังงานความร้อนจำนวน 141,762,887,435.48 เมกะจูล คิดเป็นร้อยละ 85 ของพลังงานรวม ทั้งนี้ชนิดเชื้อเพลิงที่มีการใช้พลังงานสูงที่สุดได้แก่ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG), ถ่านหิน (บิทูมินัส) และน้ำมันเตาตามลำดับ

รูปที่ 2: ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมอาหาร

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าอุตสาหกรรมอาหารเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญอุตสาหกรรมหนึ่งของประเทศ เนื่องจากมีการใช้พลังงานค่อนข้างสูง อีกทั้งอุตสาหกรรมอาหารนั้นยังเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีการส่งออกสูง สามารถสร้างรายได้ให้แก่ประเทศได้มาก จึงควรมุ่งเน้นในการอนุรักษ์พลังงาน หรือการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานอย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยฉบับนี้จึงได้จัดทำแบบจำลองการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมอาหารขึ้น เพื่อหาศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอาหารที่ยังไม่ได้ดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีการดำเนินการอย่างแพร่หลายในภาคอุตสาหกรรมอาหาร 10 มาตรการแรก รวมทั้งหาความเหมาะสมของโครงการส่งเสริมจากภาครัฐในการสนับสนุนให้สถานประกอบการดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมอาหาร คือ การใช้ประโยชน์จากกากมันสำปะหลังเพื่อผลิตเป็นน้ำตาล โดยสวลี ดีประเสริฐและคณะ ศึกษาทดลองนำกากมันสำปะหลังจากอุตสาหกรรมแป้งมาผลิตเป็นน้ำตาลทำให้ทราบถึงกระบวนการในการแปลรูปอาหาร [3] กรรมวิธีการประหยัดพลังงานอย่างเป็นระบบในอุตสาหกรรมอาหาร โดย กชกร จันโจมศึก (2544) ศึกษาการพัฒนาวิธีการอนุรักษ์พลังงาน ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างเป็นระบบ โดยจะช่วยวางแผนการใช้พลังงาน และประเมินความเป็นไปได้ในการประหยัดพลังงาน สามารถกำหนดมาตรการการปรับปรุง และจะช่วยหาอัตราผลตอบแทนการลงทุน ทางเศรษฐศาสตร์ และทางการเงิน จากมาตรการการปรับปรุงต่างๆ ของ

แผนอนุรักษ์พลังงานได้ [4] การศึกษาประสิทธิภาพและตรวจติดตามการใช้พลังงานของโรงงานควบคุม โดย พัชรมาศ นุ่มดี, จันทนา จันทโร และ ไชยะ แช่มช้อย (2554) ได้จัดทำงานวิจัยเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานตามแนวทางการจัดการพลังงานของโรงงานควบคุมในกลุ่มอุตสาหกรรม 4 กลุ่ม ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม, อุตสาหกรรมสิ่งทอ, อุตสาหกรรมกระดาษ และ อุตสาหกรรมเคมี โดยสร้างสมการเชิงเส้นแบบง่ายแสดงความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานและปริมาณการผลิตในแต่ละอุตสาหกรรม คำนวณค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) และตรวจติดตามการใช้พลังงาน โดยประยุกต์ใช้หลักการทางสถิติ คือกราฟ CUSUM ซึ่งแสดงให้เห็นช่วงที่มีการใช้พลังงานผิดปกติในกระบวนการผลิต ผลที่ได้รับจากงานวิจัยนี้ คือ ได้สมการตัวแทนการใช้พลังงานและค่าของแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมย่อย ซึ่งค่านี้จะใช้เป็นค่าอ้างอิงเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีลักษณะการผลิตใกล้เคียงกัน นอกจากนี้จากกราฟ CUSUM แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการใช้พลังงานซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการพลังงานให้มีประสิทธิภาพต่อไป จากผลการวิจัยพบว่ากลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร มีความสม่ำเสมอของการใช้พลังงานพอควร แสดงให้เห็นว่าโรงงานส่วนใหญ่มีการจัดการพลังงานค่อนข้างดี [5] ส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจำลองมาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานควบคุมนั้น นางสาว วริศรา แสงวิเชียร ได้ทำการการศึกษา และค้นคว้าในการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยใช้วิธีการจำลองรูปแบบการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการอนุรักษ์พลังงานโรงงานควบคุมในอุตสาหกรรมสิ่งทอจำนวน 128 แห่ง จากฐานข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และใช้สมการถดถอยตัวแปรเดียวฟังก์ชันต่างๆ (Linear) วิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์จากตัวแปรต่างๆ ซึ่งได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงาน, ผลประหยัด และเงินลงทุน โดยทำการเลือกตัวอย่างจากโรงงานควบคุม 128 แห่ง ซึ่งสามารถสรุปผลประหยัดจากการจัดทำมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอจำนวน 10 มาตรการได้ถึง 380,226,943 บาท โดยต้องใช้เงินลงทุนทั้งสิ้นจำนวน 206,048,331 บาท [6]

3. วิธีการและผลการวิจัย

3.1. วิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน และพิจารณามาตรการที่มีการดำเนินการอย่างแพร่หลาย

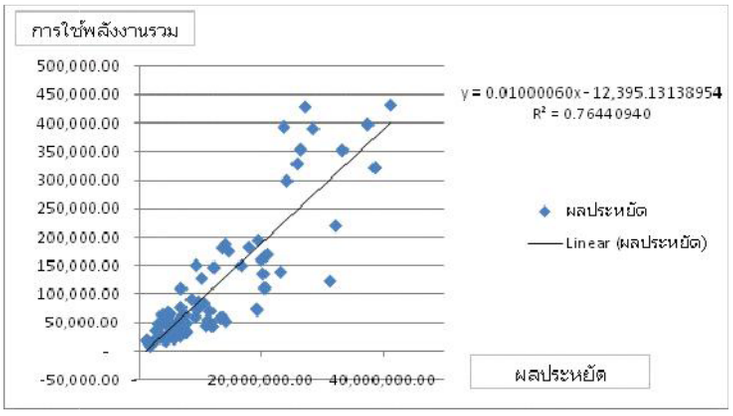
ข้อมูลจากฐานข้อมูลอนุรักษ์พลังงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน มีความหลากหลาย จึงต้องมีการคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่มีความจำเป็นในการวิจัยเท่านั้น โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยได้แก่ ชื่อโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอาหาร, TSIC-ID, ปริมาณการใช้พลังงาน, รายชื่อมาตรการที่ดำเนินการ, ชื่ออุปกรณ์ที่ปรับปรุง, ผลการประหยัดจากการดำเนินการมาตรการ, เงินลงทุนในการดำเนินการมาตรการ โดยเมื่อได้ข้อมูลแล้ว จึงทำการคัดเลือกมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีการดำเนินการอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร 10 ลำดับแรก โดยพิจารณาจากความถี่ของโรงงานที่ดำเนินการมาตรการตั้งแต่ปี 2553 – 2555 สามารถสรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 1: สรุปข้อมูล 10 มาตรการแรกที่มีการดำเนินการอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร

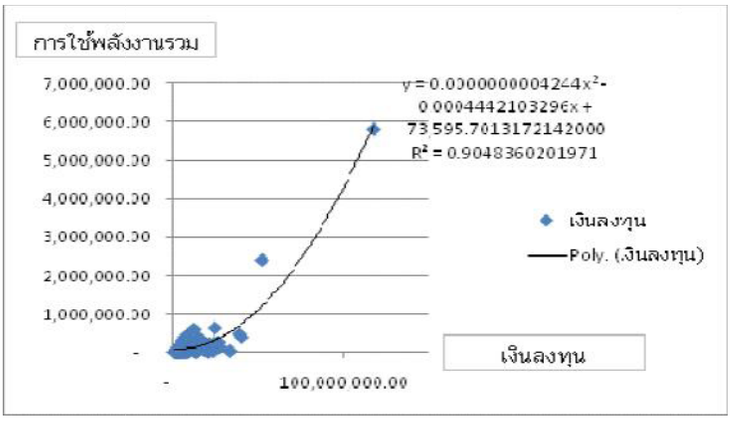
ลำดับที่	ชื่อมาตรการ	โรงงานที่ทำมาตรการแล้ว (แห่ง)	โรงงานที่ยังไม่ทำมาตรการ(แห่ง)
1	การกำหนดเวลาปิด-เปิดอุปกรณ์อย่างเหมาะสม	212	414
2	การจัดโหลดให้เหมาะสมกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์	237	389
3	การใช้เครื่องปรับอากาศชุดใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง (High EER) ทดแทนชุดเดิม	140	486
4	การปรับความเร็วรอบของอุปกรณ์ให้เหมาะสม	133	493
5	การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	88	538
6	ลดจำนวนวัตต์ของหลอดไฟฟ้า	127	499
7	การลดการรั่วไหลของอากาศอัด	74	552
8	มาตรการการปรับปรุงตัวประกอบกำลัง (Power Factor Improvement)	107	519
9	การบำรุงรักษาที่เหมาะสม	62	564
10	ลดจำนวนหลอดไฟฟ้า	42	584

3.2. ใช้สมการถดถอยในการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์

นำข้อมูลของมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีการดำเนินการอย่างแพร่หลาย 10 ลำดับแรกในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงาน, ผลการประหยัดจากการดำเนินการมาตรการ และเงินลงทุนในการดำเนินการมาตรการ มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยใช้สมการถดถอย ทั้งนี้จะคัดเลือกชนิดของสมการจากสมการที่ทำให้ค่า R^2 มีค่าสูงที่สุด [7] (สมการที่พิจารณาได้แก่ เชิงเส้น, เอ็กซ์โพเนนเชียล, โพลิโนเมียล, ลอการิทึม, ยกกำลัง) สามารถแสดงตัวอย่างได้ดังรูป



รูปที่ 2: กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh) กับผลการอนุรักษ์พลังงาน (kWh)



รูปที่ 3: กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh) กับเงินลงทุน (บาท)

3.3. จำลองมาตรการอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรมอาหาร

สร้างแบบจำลองมาตรการอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรมอาหารในรูปแบบของเมตริกซ์ โดยประเภทของอุตสาหกรรมอาหารสามารถแบ่งย่อยได้ตาม ISIC (2009) [8] โดยกำหนดให้แทน 1 ในโรงงานที่จัดทำมาตรการที่ได้รับการคัดเลือกจากขั้นตอนที่ 3.1 และแทน 0 ลงในโรงงานที่ไม่ได้จัดทำมาตรการ สามารถแสดงตัวอย่างได้ดังตาราง

ตารางที่ 2: แบบจำลองมาตรการอนุรักษ์พลังงานในรูปแบบของเมตริกซ์

TSIC-ID	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
19201-0001	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
19201-0002	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
19201-0003	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19201-0004	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
19201-0005	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
19201-0006	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
19201-0007	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
19201-0008	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
19201-0009	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
19201-0010	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
19201-0011	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
19201-0013	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1
19201-0014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19202-0001	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
19202-0002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

นำสมการถดถอยที่ได้จากข้อ 3.2 มาจำลองใส่ในโรงงานที่ยังไม่ได้ดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงานในเมตริกซ์ข้างต้น โดยป้อนข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานเข้าไปเป็นอินพุท เพื่อจำลองหาเอาต์พุทคือผลประหยัด และเงินลงทุนจากการดำเนินการ 10 มาตรการแรก ทั้งนี้ในการประเมินผลประหยัด และเงินลงทุนจะมีการพิจารณาความน่าจะเป็นของจำนวนโรงงานที่คาดว่าจะดำเนินการในมาตรการนั้นๆด้วย เช่น ในส่วนของ

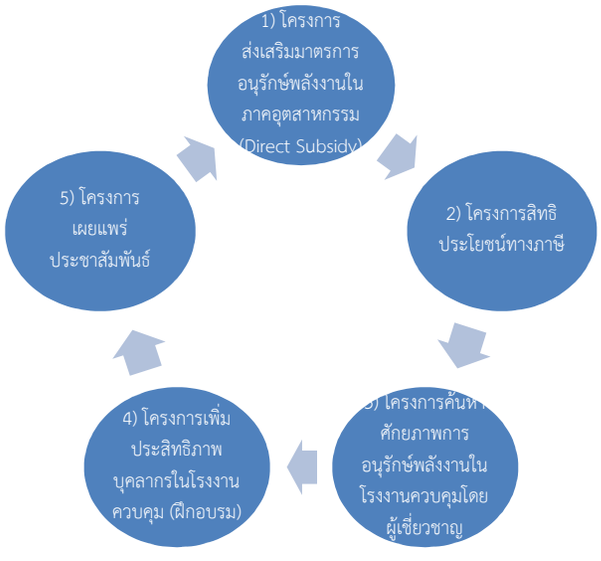
มาตรการลดจำนวนวัตต์มีการคาดการว่าจะมีโรงงานดำเนินการประมาณร้อยละ 60 จากจำนวนโรงงานทั้งหมดที่ยังไม่ได้ดำเนินการมาตรการนี้ จึงมีการถ่วงน้ำหนักผลประหยัด และเงินลงทุนไว้มากที่สุด เป็นต้น โดยเมื่อจำลองครบทั้ง 10 มาตรการแล้วได้ผลสรุป ดังตาราง

ตารางที่ 3: สรุปผลการจำลองมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ลำดับที่	ชื่อมาตรการ	โรงงานที่ทำมาตรการแล้ว (แห่ง)	เงินลงทุนหลังผ่าน ค.น่าจะเป็นแล้ว
1	การกำหนดเวลาปิด-เปิดอุปกรณ์อย่างเหมาะสม	212	
2	การจัดโหลดให้เหมาะสมกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์	237	
3	การใช้เครื่องปรับอากาศชุดใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง (High EER) ทดแทนชุดเดิม	140	101,006,760.60
4	การปรับความเร็วรอบของอุปกรณ์ให้เหมาะสม	133	31,811,290.02
5	การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	88	43,842,678.30
6	ลดจำนวนวัตต์ของหลอดไฟฟ้า	127	27,849,950.62
7	การลดการรั่วไหลของอากาศอัด	74	
8	มาตรการการปรับปรุงตัวประกอบกำลัง (Power Factor Improvement)	107	83,665,035.07
9	การบำรุงรักษาที่เหมาะสม	62	45,782,328.53
10	ลดจำนวนหลอดไฟฟ้า	42	
รวม			333,958,043.14

3.4. จำลองโครงการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรมอาหาร

พิจารณาโครงการส่งเสริม และสนับสนุนจากภาครัฐจำนวน 5 โครงการ มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 4: แสดงโครงการส่งเสริมและสนับสนุนจากภาครัฐจำนวน 5 โครงการ

3.4.1 โครงการส่งเสริมมาตรการอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรม (Direct Subsidy)

เป็นโครงการที่สนับสนุนการลงทุนในการดำเนินการมาตรการปรับเปลี่ยน หรือติดตั้ง เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง โดยภาครัฐสนับสนุนร้อยละ 20 จากการลงทุนทั้งหมด ซึ่งจากผลการดำเนินงานในอดีตที่ผ่านมา มีสถานประกอบการเข้าร่วม และขอรับการสนับสนุนจนครบวงเงินทุกครั้ง (โครงการนี้เหมาะสมกับการดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีการลงทุนสูง)

3.4.2 โครงการสิทธิประโยชน์ทางภาษี

เป็นโครงการที่ให้การลดหย่อนภาษีเมื่อสถานประกอบการซื้อสินค้าหรืออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง หรือติดฉลากเบอร์ 5 โดยจะลดหย่อนภาษีในอัตราร้อยละ 25 ของค่าวัสดุ/อุปกรณ์ (การคำนวณสิทธิประโยชน์ทางภาษีดังกล่าวจะต้องคำนึงถึงภาษีนิติบุคคลที่ทางสถานประกอบการจะต้องเสียในอัตราร้อยละ 30 ด้วย)

3.4.3 โครงการค้นหาศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ

เป็นโครงการที่ส่งผู้เชี่ยวชาญด้านการอนุรักษ์พลังงาน และด้านการจัดการพลังงาน เข้าไปยังสถานประกอบการ เพื่อค้นหามาตรการและให้คำแนะนำเชิงเทคนิคในการดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

3.4.4 โครงการเพิ่มประสิทธิภาพบุคลากรในโรงงานควบคุม (ฝึกอบรม)

เป็นโครงการที่เชิญสถานประกอบการ เข้าฝึกอบรมให้ความรู้ในการดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยผู้เชี่ยวชาญฯ โดยมีการให้ความรู้ทั้งทางด้านเทคนิค ด้านการบริหารจัดการ และคำแนะนำในการจัดหาแหล่งทุนในการดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

3.4.5 โครงการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์

เป็นโครงการที่เชิญชวนสถานประกอบการ ให้ดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงานผ่านสื่อประชาสัมพันธ์ต่างๆ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ หรือซีดีแนะนำให้ความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น

โดยการพิจารณาความเหมาะสมของโครงการในแต่ละมาตรการนั้น จะพิจารณาจากค่าทางเศรษฐศาสตร์ เช่น NPV, IRR และจะพิจารณาความคุ้มค่าของทางภาครัฐเป็นหลักโดยเปรียบเทียบกับการลงทุนของเอกชนควบคู่กันไปด้วย ซึ่งในเบื้องต้นในมาตรการที่มีการลงทุนสูงจะมีการแบ่งสัดส่วนโครงการเป็น Subsidy 40%, ภาษี 25%, ผู้เชี่ยวชาญ 15%, ประชาสัมพันธ์ 10%, อบรม 10% และในมาตรการที่มีการลงทุนน้อยหรือไม่มีการลงทุนจะมีการแบ่งสัดส่วนเป็น ผู้เชี่ยวชาญ 35%, ประชาสัมพันธ์ 35%, อบรม 40% จากนั้นได้มีการทดลองปรับเพิ่ม และลดสัดส่วนของโครงการจนได้ค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เหมาะสม ส่งผลให้ภาครัฐเกิดความคุ้มค่ามาก

ตารางที่ 5: ตัวอย่างการจำลองความเหมาะสมของเงินลงทุนในมาตรการ

เคส	financial NPV	financial IRR	Economics NPV	Economics IRR		subidy	TAX	ผชช	ปชส	อบรม
1	฿240,397,996	152.12%	฿229,567,423.61	122.39%						
2	฿244,402,036	152.36%	฿182,015,006.32	120.24%						
3	฿253,555,602	153.11%	฿242,043,490.12	122.76%						
4	฿254,050,649	153.14%	฿242,368,344.08	122.52%		45	25	15	10	5
5	฿254,050,649	153.14%	฿242,360,195.94	122.51%						
6	฿236,393,957	151.89%	฿225,782,063.23	122.40%						
7	฿249,551,563	152.89%	฿238,258,129.74	122.77%						
8	฿250,046,610	152.92%	฿238,582,983.70	122.53%						
9	฿250,046,610	152.92%	฿238,574,835.57	122.51%						
10	฿227,240,390	151.04%	฿168,962,190.54	119.80%						
11	฿231,244,430	151.30%	฿172,105,828.70	119.81%						
12	฿240,893,043	152.16%	฿178,982,314.72	119.97%						
13	฿240,893,043	152.16%	฿178,974,166.58	119.95%						
14	฿226,745,343	151.00%	฿168,851,243.98	120.08%						
15	฿230,749,383	151.27%	฿171,994,882.14	120.08%						
16	฿239,902,949	152.09%	฿178,760,421.60	120.49%						

ตารางที่ 6: สรุปผลการจำลองความเหมาะสมของเงินลงทุนมาตรการ

ลำดับที่	ชื่อมาตรการ	NPV ที่ดีที่สุด	โครงการ				
			subidy	TAX	ผชช	ปชส	อบรม
มีการลงทุน							
1	การใช้เครื่องปรับอากาศชดใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง (	฿242,368,344.08	45	25	10	10	10
2	ลองจำลอง4(การปรับความเร็วรอบของอุปกรณ์ให้เห	฿134,313,736.30	45	25	15	5	10
3	การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	฿120,190,541.08	45	25	15	5	10
4	ลดจำนวนวัตต์ของหลอดไฟฟ้า	฿108,766,630.59	45	25	15	5	10
5	มาตรการการปรับปรุงตัวประกอบกำลัง (Power Fa	฿218,184,295.29	45	25	15	5	10
6	การบำรุงรักษาที่เหมาะสม	฿617,142,474.06	45	25	15	5	10
ไม่มีการลงทุน							
1	การกำหนดเวลาปิด-เปิดอุปกรณ์อย่างเหมาะสม	฿41,305,720.00			35	35	40
2	การจัดโหลดให้เหมาะสมกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์	฿132,647,897.17			35	35	40
3	การลดการรั่วไหลของอากาศอัด	฿164,663,414.64			35	35	40
4	ลดจำนวนหลอดไฟฟ้า	฿39,754,934.85			35	35	40

4. สรุป

ผลการศึกษาพบว่า การจำลองมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ในโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอาหารที่ยังไม่ได้ดำเนินการในมาตรการ 10 มาตรการที่มีการดำเนินการอย่างแพร่หลาย เกิดศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานถึง 696,782,971.34 บาท/ปี คิดเป็น 21.43 ktoe/ปี หรือลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 159,921.7 tCO_2/ปี โดยต้องใช้เงินลงทุน 341,906,043.13 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 0.49 ปี โดยในมาตรการที่มีการลงทุนสูง สัดส่วนของโครงการสนับสนุนจากทางภาครัฐควรเป็น Subsidy 45%, ภาษี 25%, ผู้เชี่ยวชาญ 15%, ประชาสัมพันธ์ 5%, อบรม 10% และในมาตรการที่มีการลงทุนน้อยหรือไม่มีการลงทุน สัดส่วนของโครงการสนับสนุนจากทางภาครัฐควรเป็น ผู้เชี่ยวชาญ 35%, ประชาสัมพันธ์ 35%, อบรม 40% จึงจะส่งผลให้ภาครัฐเกิดความคุ้มค่ามากที่สุด

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณข้อมูลจากกระทรวงพลังงาน, คุณกชกร จันโจมศึก, คุณพัชรมาศ นุ่มดีและคณะ, คุณวริศรา แสงวิเชียร, สำนักงานสถิติแห่งชาติ, ปราโมทย์ เดชะอำไพ และท่านอาจารย์จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ในการอนุเคราะห์ข้อมูลและผลักดันให้การเขียนบทความนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

บรรณานุกรม

[1] กระทรวงพลังงาน, 2554, แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ.2554 – 2573), http://www.eppo.go.th/ccep/download/NEEP2030_FINAL.pdf, [2 มิถุนายน 2557].

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2557, ฐานข้อมูลการอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน.

[3] สวลี ดีประเสริฐและคณะ, 2555, การใช้ประโยชน์จากกากมันสำปะหลังเพื่อผลิตเป็นน้ำตาล, วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 15 ฉบับที่ 3 ฉบับพิเศษ 2555

[4] กชกร จันโจมศึก, 2544, กรรมวิธีการประหยัดพลังงาน อย่างเป็นระบบ ในอุตสาหกรรมอาหาร, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[5] พัชรมาศ นุ่มดี, จันทนา จันทโร และ ไชยะ แช่มช้อย, 2554, การศึกษาประสิทธิภาพและตรวจติดตามการใช้พลังงานของโรงงานควบคุม, วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 8 ฉบับที่ 2554/2, http://www.eri.chula.ac.th/eri-main/wp-content/uploads/2013/02/1-11.pdf [6 มิถุนายน 2557].

[6] วริศรา แสงวิเชียร, 2556, การจำลองการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[7] สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2553), “การจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมประเทศไทย ปี 2552”, สำนักงานสถิติแห่งชาติ, กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

[8] ปราโมทย์ เดชะอำไพ และนิพนธ์ วรรณโสภาคย์. 2552. ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขในงานวิศวกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 6, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย