การสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จเพื่อสนับสนุนการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทย

ปัญญวัฒน์ โกมุทบุตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรบริหารธุรกิจดุษฎีบัณฑิต
วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2564

SUCCESS PREDICTION MODELING FOR SUPPORT THE REVAMP OF COMPULSORY ENERGY MANAGEMENT SYSTEM IN THAILAND

PANYAWAT GOMUTBUTRA

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Doctor of Business Administration

College of Innovative Business and Accountancy,

Dhurakij Pundit University

2021

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญาบริหารธุรกิจดุษฎีบัณฑิต

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จเพื่อสนับสนุนการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทย

เสนอโดย นายปัญญวัฒน์ ไกยุทบุตร

หลักสูตร บริหารธุรกิจดุษฎีบัณฑิต

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะวิทย์ ทิพรส

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช คำสุพรหม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมัฐวุฒิ พิมเพา)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะวิทย์ ทิพรส)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิวะนันท์ ศิวพิทักษ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช คำสุพรหม)

..... กรรมการ

(ดร.รชฎ ชำนุญ)

วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีรับรองแล้ว

..... คณบดีวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช คำสุพรหม)

วันที่ 29 / 08 / 64

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จเพื่อสนับสนุนการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทย
ชื่อผู้เขียน	ปัญญวัฒน์ โกมุทบุตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะวิทย์ ทิพรส
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช คำสุพรหม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวะนันท์ ศิวพิทักษ์
หลักสูตร	บริหารธุรกิจดุษฎีบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จและค้นหาปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมในประเทศไทย เพื่อนำไปสู่ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเกี่ยวกับแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสานด้วยการอาศัยการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ข้อกำหนด ISO 50001:2018 และปัจจัยสู่ความสำเร็จที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานมาประกอบกับผลการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับ ตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดของแบบจำลอง จากนั้นจึงทำการสำรวจเก็บข้อมูลผลการปฏิบัติที่เกิดขึ้นจริงจากผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมจำนวน 614 แห่ง มาสร้างเป็นแบบจำลอง Logit สำหรับใช้ทำนายความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมาย จนทำให้ได้รับแบบจำลองทำนายความสำเร็จในการจัดการพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานควบคุมทั้งในภาพรวมและจำแนกระหว่างอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม ซึ่งมีค่า Pseudo R^2 ระหว่าง 0.5268-0.5846 และ Correctly Classified ระหว่าง 86.16-89.15 พร้อมทั้งเป็นการยืนยันอิทธิพลของปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นจำนวน 15 ปัจจัย และนำมาสู่ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเกี่ยวกับการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ทั้งในด้านการปรับปรุงข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ และการปรับปรุงกลไกการส่งเสริมและผลักดันระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับอีก 10 แนวทาง

Thesis Title	SUCCESS PREDICTION MODELING FOR SUPPORT THE REVAMP OF COMPULSORY ENERGY MANAGEMENT SYSTEM IN THAILAND
Author	Panyawat Gomutbutra
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Piyavit Thipbharos
Co-Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Siridech Kumsuprom
	Asst. Prof. Dr. Sivanun Sivapitak
Department	Doctor of Business Administration Program
Academic Year	2021

ABSTRACT

This research aims to generate successful prediction models and to determine the factors that positively affect the chances of success in the energy management of designated buildings and factories in Thailand. The contents of this research paper could serve as a policy recommendation on the ways to improve Thailand's compulsory energy management efficiency and effectiveness. Based on a mixed research methodology, a literature review was conducted in the context of Thailand's compulsory energy management system requirements, ISO 50001:2018, and the critical success factors related to energy management, which were used together with the results of stakeholder interviews to determine the assumptions, variables, and conceptual framework of the study. A survey was conducted to collect substantive data from the personnel responsible for energy management at 614 designated buildings and factories to produce a Logit model used for predicting their success in this area.

The results revealed successful prediction models for energy management at the designated buildings and factories, furthermore, they demonstrated the distinction between the designated buildings and factories with Pseudo R^2 values between 0.5268 and 0.5846, and correctly classified values between 86.16 and 89.15. Results also confirmed the statistically significant positive effect of 15 factors on the chance of success in the energy management of the designated buildings and factories. Ten policy recommendations have been proposed regarding the

improvisation of Thailand's compulsory energy management system relating to requirement improvement and push & pull mechanism improvement.

This research aims to generate successful prediction models and to determine the factors that positively affect the chances of success in the energy management of designated buildings and factories in Thailand. The contents of this research paper could serve as a policy recommendation on the ways to improve Thailand's compulsory energy management efficiency and effectiveness. Based on a mixed research methodology, a literature review was conducted in the context of Thailand's compulsory energy management system requirements, ISO 50001:2018, and the critical success factors related to energy management, which were used together with the results of stakeholder interviews to determine the assumptions, variables, and conceptual framework of the study. A survey was conducted to collect substantive data from the personnel responsible for energy management at 614 designated buildings and factories to produce a Logit model used for predicting their success in this area.

The results revealed successful prediction models for energy management at the designated buildings and factories, furthermore, they demonstrated the distinction between the designated buildings and factories with Pseudo R^2 values between 0.5268 and 0.5846, and correctly classified values between 86.16 and 89.15. Results also confirmed the statistically significant positive effect of 15 factors on the chance of success in the energy management of the designated buildings and factories. Ten policy recommendations have been proposed regarding the improvisation of Thailand's compulsory energy management system relating to requirement improvement and push & pull mechanism improvement.

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จในการวิจัยครั้งนี้เกิดขึ้นได้จากความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะวิทย์ ทิพรส ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช คำสุพรหม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิวะนันท์ ศิวพิทักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่ได้ร่วมกันช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอดทุกขั้นตอนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ รวมถึงรองศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ พิมพา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.รชฏ ขำบุญ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้และแนะนำแนวทางการแก้ไขปรับปรุงจนงานวิจัยครั้งนี้มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีทีมคณาจารย์ในหลักสูตรบริหารธุรกิจดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ทุกท่านที่ได้ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันเป็นพื้นฐานสำคัญในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบคุณกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน โดยเฉพาะคุณสาร์รัฐ ประกอบชาติ ที่ได้ช่วยให้ความเห็นและข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างมาก ตลอดจนผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามและให้สัมภาษณ์วิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ ดร. ชุติกาญจน์ มาสเสมอ ผู้อำนวยการสถาบันวิศวกรรมพลังงานและบุคลากรของสถาบันวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนในการสำรวจเก็บข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้ รวมถึง ศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ไชยประพัทธ์ ที่ได้ช่วยเหลือสนับสนุนและให้คำปรึกษาในการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิตของข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ทั้งนี้ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอน้อมบูชาพระคุณบิดามารดาที่เป็นกำลังใจอันสำคัญ ตลอดจนบูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยด้วยความเมตตา ไปจนถึงผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้วางรากฐานชีวิตให้แก่ข้าพเจ้าตั้งแต่ยังเยาว์วัยจนถึงปัจจุบัน

ปัญญวัฒน์ โกมุทบุตร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ง
กิตติกรรมประกาศ จ
สารบัญตาราง ซ
สารบัญภาพ ญ
ประมวลศัพท์และคำย่อ ฏ
บทที่
1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 คำถามการวิจัย 5
1.3 วัตถุประสงค์ในการวิจัย 5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6
1.5 ขอบเขตการวิจัย 6
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 7
1.7 สรุปเนื้อหาในบทที่ 1 8
2 แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10
2.1 ข้อกำหนดด้านการระบบจัดการพลังงานของประเทศไทย. 11
2.2 ISO 50001 18
2.3 ผลการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยสู่ความสำเร็จ (CSFs) ที่เกี่ยวข้อง 33
2.4 การประเมินผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน 43
2.5 สมมุติฐานและกรอบแนวคิดในการวิจัยเบื้องต้น 48
2.6 สรุปเนื้อหาในบทที่ 2 51
3 ระเบียบวิธีวิจัย 53
3.1 แบบของการวิจัย 53
3.2 การวิจัยเชิงคุณภาพ 55
3.3 การวิจัยเชิงปริมาณ 57
3.4 สรุปเนื้อหาในบทที่ 3 69

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการวิจัย	71
	4.1 ผลการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ.	71
	4.2 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาและเปรียบเทียบกับการทบทวนวรรณกรรม	72
	4.3 ข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดในการวิจัย	99
	4.4 ผลการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ	104
	4.5 ผลการเก็บข้อมูลและสถิติเชิงพรรณนา	112
	4.6 ผลการตรวจสอบความผิดปกติของตัวแปรอิสระ	121
	4.7 ผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ (แบจำลอง Logit)	124
	4.8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบจำลอง	141
	4.9 ผลการประเมินผลกระทบส่วนเพิ่มจากแบบจำลองที่ดีที่สุด	143
	4.10 สรุปเนื้อหาในบทที่ 4	160
5	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	162
	5.1 สรุปผลการวิจัย	162
	5.2 อภิปรายผลการวิจัย	183
	5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย	192
บรรณานุกรม		203
ภาคผนวก		214
	ก ผลการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ	215
	ข แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ	229
	ค ผลการทดสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม	236
	ง ผลวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา	241
	จ ผลการตรวจสอบความผิดปกติของตัวแปรอิสระ	249
	ฉ ผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง logit	253
	ช ผลการวิเคราะห์ค่า Marginal Effect	286
ประวัติผู้เขียน		290

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สรุปผลการเปรียบเทียบข้อกำหนด ISO 50001:2018 กับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย 26

3.1 ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนจากตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (เป้าหมาย) 58

4.1 คุณลักษณะของตัวอย่างในการสัมภาษณ์เชิงลึก 71

4.2 สรุปผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับเกี่ยวกับการวัดความสำเร็จในการจัดการพลังงาน (แนวทางการวัดค่าตัวแปรตาม) 94

4.3 สรุปผลการวิเคราะห์อิทธิพลของข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) 95

4.4 สรุปผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยที่ควรนำมาใช้ออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) 96

4.5 ผลวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนจากตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ผลการเก็บข้อมูลจริง) 113

4.6 ผลการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาของข้อมูลแต่ละตัวแปร 116

4.7 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 119

4.8 ผลการวิเคราะห์ค่า VIF และ Tolerance ของตัวแปรอิสระทั้งหมด 121

4.9 ผลการวิเคราะห์ค่า VIF และ Tolerance ของตัวแปรอิสระหลังรวม EM7 กับ EM8 123

4.10 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานที่สร้างขึ้นจากตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 ทั้งหมด 125

4.11 เปรียบเทียบผลการปรับปรุงแบบจำลองที่ 1 126

4.12 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานที่สร้างขึ้นจากตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 127

4.13 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานที่สร้างขึ้นจากตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ทั้งหมด 129

4.14 เปรียบเทียบผลการปรับปรุงแบบจำลองที่ 2 131

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.15 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานที่สร้างขึ้นจากรวมตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 133
4.16 ผลการปรับปรุงแบบจำลองสำหรับกลุ่มอาคารควบคุม 135
4.17 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานในกลุ่มอาคารควบคุม 137
4.18 ผลการปรับปรุงแบบจำลองสำหรับกลุ่มโรงงานควบคุม 138
4.19 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานในกลุ่มโรงงานควบคุม 140
4.20 เปรียบเทียบแบบจำลองที่ดีที่สุดที่ได้จากแต่ละวิธีการ 143
4.21 ผลการประเมินค่าผลกระทบส่วนเพิ่มโดยใช้แบบจำลองที่ 2.6 144
4.22 ผลการประเมินค่าผลกระทบส่วนเพิ่มโดยใช้แบบจำลองที่ 3.1.12 150
4.23 ผลการวิเคราะห์ค่าผลกระทบส่วนเพิ่มโดยใช้แบบจำลองที่ 3.2.10 154
4.24 สรุปศักยภาพส่วนเหลือ (Potential gap) ในการปรับปรุงจากผลการวิจัย 159
5.1 แนวทางการแทนค่าตัวแปรทำนายในแบบจำลองทำนายความสำเร็จในการจัดการพลังงาน 164
5.2 ข้อสรุปสมมติฐานเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงาน 170

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มการใช้พลังงาน (EI) ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตและธุรกิจการค้า เปรียบเทียบกับค่าโดยรวมของประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2558-2562	4
2.1	ขั้นตอนในการทบทวนวรรณกรรมเพื่อกำหนดสมมติฐานและกรอบแนวคิดในการวิจัยเบื้องต้น	10
2.2	โครงสร้างกฎหมายภายใต้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน	12
2.3	ภาพรวมขั้นตอนการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย	17
2.4	ภาพรวมข้อกำหนด ISO 50001:2018 บนพื้นฐานของ Daming cycle	20
2.5	การลดลงของต้นทุนพลังงานจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน	47
2.6	กรอบแนวคิดในการวิจัยเบื้องต้น	50
3.1	ภาพรวมขั้นตอนระเบียบวิธีวิจัย	54
3.2	ความสัมพันธ์ของตัวแปรในการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์	62
4.1	กรอบแนวคิดในสร้างแบบจำลองสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ	103
5.1	ภาพรวมข้อเสนอแนวทางการปรับปรุงข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยจากผลการวิจัย	177
5.2	ภาพรวมข้อเสนอแนวทางการปรับปรุงกลไกการส่งเสริมและผลักดันระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยจากผลการวิจัย	182

ประมวลศัพท์และคำย่อ

AI	เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)
CSF	ปัจจัยสู่ความสำเร็จ (Critical Success Factor)
EAS	ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (Energy Automation System)
EI	ค่าความเข้มการใช้พลังงาน (Energy Intensity)
EE	ค่าความยืดหยุ่นการใช้พลังงาน (Energy Elasticity)
EnMS	ระบบการจัดการพลังงาน (Energy Management System)
IoT	เทคโนโลยีการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (Internet of Things)
kVA	กิโลโวลต์-แอมแปร์ (kilo-Volt-Ampare)
kW	กิโลวัตต์ (kilo-Watt)
kWh	กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kilo-Watt-hour)
MJ	เมกกะจูล (Maga-Joule)
SEC	ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption)
พพ.	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

บทที่ 1
บทนำ

งานวิจัยนี้อยู่บนพื้นฐานของมาตรการกำกับดูแลให้มีการดำเนินระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทย ซึ่งได้มีการประกาศใช้ภายใต้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 โดยเนื้อหาในบทนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับที่มาและความสำคัญของปัญหา คำถามงานวิจัย วัตถุประสงค์ของงานวิจัย และขอบเขตของงานวิจัย รวมถึงนิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัยนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พลังงาน (Energy) หมายถึง “ความสามารถซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งที่อาจให้แรงงานได้” (ราชบัณฑิตยสถาน, 2554) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งในด้านการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและการยกระดับสภาพความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวัน ทำให้แม้จะเป็นที่ทราบกันดีว่าการบริโภคพลังงานเป็นสาเหตุหลักของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) หรือ ภาวะโลกร้อน (Global Worming) ที่เป็นอุบัติภัยร้ายแรงของมนุษยชาติ แต่มนุษย์ก็ยังคงไม่สามารถที่จะหยุดยั้งแนวโน้มการบริโภคพลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลากว่า 100 ปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันได้ (IEA, 2021)

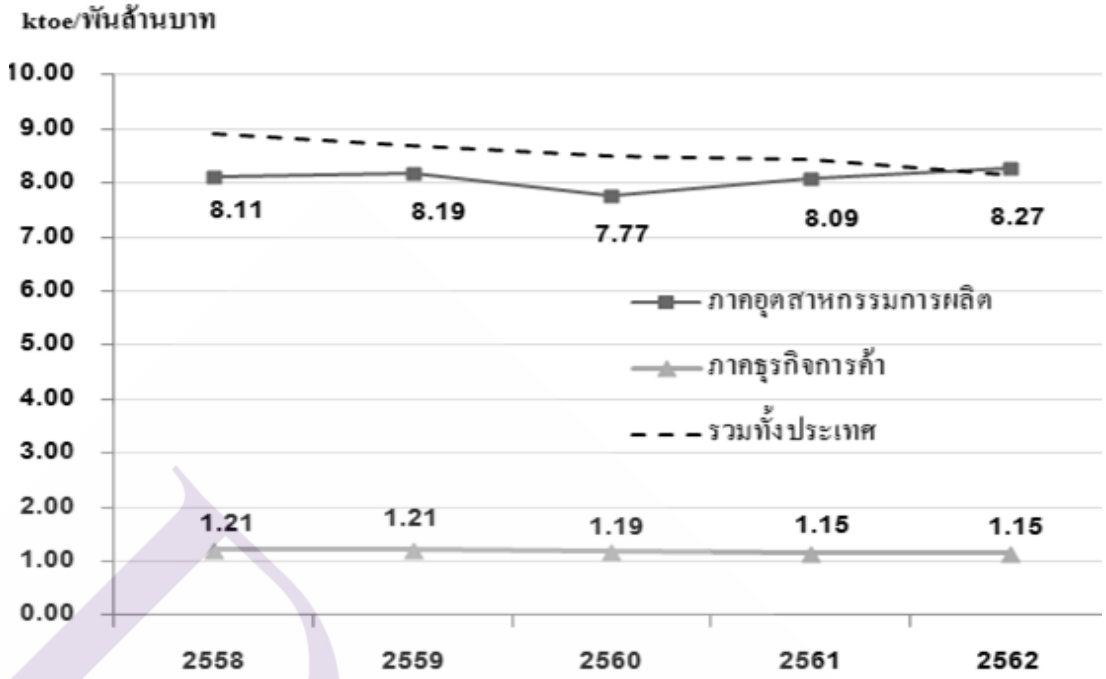
โดยเฉพาะสำหรับประเทศไทยซึ่งมีการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (Final Energy Consumption) เทียบเท่ากับการใช้น้ำมันดิบถึงปีละประมาณ 89.2 ล้านตัน (รวมพลังงานหมุนเวียน) คิดเป็นมูลค่ามากกว่า 2 ล้านล้านบาทต่อปี หรือ เทียบเท่าร้อยละ 12.9 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) โดยมีสัดส่วนของพลังงานขั้นต้น (Primary Energy) ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศถึงร้อยละ 63 เมื่อคิดจากปริมาณ หรือร้อยละ 49 เมื่อคิดจากมูลค่า คิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 13.7 ของมูลค่าการนำเข้าทั้งหมดของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2562 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2563) ทำให้ประเทศไทยตกอยู่ในฐานะประเทศผู้นำเข้าพลังงานที่มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเป็นต้นทุนสำคัญในการพัฒนาประเทศ ดังนั้น ประเทศไทยจึงได้ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงานด้วยการประกาศใช้กฎหมายเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 (พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535, 2535) พร้อมทั้งจัดทำแผนการอนุรักษ์พลังงานระยะยาวโดยมีเป้าหมายที่จะลดค่าความเข้มการใช้พลังงาน (Energy

Intensity: EI) ซึ่งคิดจากปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (หน่วย:พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ หรือ ktoe) ต่อ GDP (หน่วย: พันล้านบาท) ลงให้ได้เป็นสัดส่วนร้อยละ 30 ภายในปี พ.ศ. 2580 เมื่อคิดเทียบกับปีฐานคือ ปี พ.ศ.2553 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563ก) จนสามารถประสบความสำเร็จด้านการอนุรักษ์พลังงานเมื่อพิจารณาจากค่าความยืดหยุ่นการใช้พลังงาน (Energy Elasticity: EE) ของประเทศในช่วงปี พ.ศ. 2552-2562 พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.77 แสดงให้เห็นถึงการเติบโตของการใช้พลังงานในสัดส่วนที่ต่ำกว่าการเติบโตของ GDP และส่งผลให้ค่า EI มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจาก 8.99 ในปี พ.ศ. 2552 จนเหลือ 8.16 ในปี พ.ศ. 2562 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2563)

ทั้งนี้ กลยุทธ์สำคัญในการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทยคือการมุ่งเป้าไปยังภาคอุตสาหกรรมการผลิต (โรงงานอุตสาหกรรม) และภาคธุรกิจการค้า (อาคารธุรกิจ) เนื่องจากมีลักษณะเป็นนิติบุคคลที่เอื้ออำนวยต่อการดำเนินมาตรการทั้งในเชิงส่งเสริมและผลักดัน และมีปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายรวมกันเป็นสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง (ภาคอุตสาหกรรมการผลิตร้อยละ 36 และภาคธุรกิจการค้าร้อยละ 8 รวมเป็นร้อยละ 44 ของการใช้พลังงานทั้งประเทศ) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563ข) โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นแหล่งพลังงานเชิงเศรษฐกิจที่สำคัญ พบว่า มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมกันเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 60 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งประเทศ (ภาคอุตสาหกรรมร้อยละ 45 และภาคธุรกิจการค้าร้อยละ 25) (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2563) ประเทศไทยจึงประยุกต์ใช้มาตรการภาคบังคับในการกำกับดูแลการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจที่มีการใช้พลังงานในปริมาณมากเป็นการเฉพาะ โดยให้นิยามว่า “อาคารควบคุม” (พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538) และ “โรงงานควบคุม” (พระราชกฤษฎีกากำหนดโรงงานควบคุม พ.ศ. 2540) โดยพิจารณาจากหลักเกณฑ์ 3 ประการ คือ (1) มีการติดตั้งใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดรวมกันเกินกว่า 1,175 กิโลโวลต์-แอมแปร์ (kVA) ขึ้นไป หรือ (2) มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ (kW) ขึ้นไป หรือ (3) มีการใช้พลังงานโดยรวมเทียบเท่าพลังงานความร้อน 20 ล้านเมกกะจูลต่อปี ขึ้นไป โดยโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมเหล่านี้ จะต้องมีการจัดหาและแต่งตั้งบุคลากรให้ดำรงตำแหน่งผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ซึ่งมีหน้าที่ความรับผิดชอบตามกฎหมายทั้งในด้านการบำรุงรักษา การติดตามตรวจสอบ และการปรับปรุงที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในสถานประกอบการ รวมถึงสนับสนุนการดำเนินงานตามคำสั่งของอธิบดีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (อธิบดี พพ.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีอำนาจหน้าที่ในการกำกับดูแลการปฏิบัติตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานอีกด้วย (กฎกระทรวงกำหนดคุณสมบัติ จำนวน และหน้าที่ผู้รับผิดชอบ

ด้านพลังงาน พ.ศ. 2552) พร้อมทั้งต้องมีการประยุกต์ใช้กระบวนการบริหารจัดการในลักษณะที่เรียกว่า “ระบบการจัดการพลังงาน (Energy Management System: EnMS)” ตามข้อกำหนดภาคบังคับมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 (พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550, 2550) โดยมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับกระบวนการ P-D-C-A หรือ Deming Cycle เพื่อมุ่งหวังจะทำให้เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่องในทุกวงรอบของการดำเนินงาน (Deming, 1986) ประกอบด้วย กิจกรรมด้านพลังงานที่ต้องดำเนินการเป็นวงรอบในแต่ละปี ทั้งหมด 8 ขั้นตอน คือ (1) การแต่งตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (2) การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น (3) การกำหนดนโยบายด้านการจัดการพลังงาน (4) การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน (5) การวางแผนการอนุรักษ์พลังงาน (6) การดำเนินมาตรการและกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงาน (7) การตรวจประเมินการจัดการพลังงานภายใน และ (8) การทบทวนผลการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงาน (กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552) ซึ่งผลลัพธ์ที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ระบบการ จัดการพลังงานภาคบังคับในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมนับจากช่วงเริ่มต้นดำเนินการที่ผ่านมาแสดงได้ให้เห็นถึงผลสำเร็จเป็นที่น่าพึงพอใจโดยพิจารณาจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ปรากฏในรายงานการจัดการพลังงาน ซึ่งอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมได้นำส่งแก่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ในแต่ละปี ประกอบกับสถิติในด้านความกระตือรือร้นที่เพิ่มสูงขึ้นของกลุ่มเป้าหมายในการเข้ามามีส่วนร่วมในโครงการอนุรักษ์พลังงานของภาครัฐ

อย่างไรก็ดี พบว่า มีแนวโน้มที่จะเกิดการชะลอตัวของพัฒนาการด้านประสิทธิภาพพลังงานในกลุ่มเป้าหมายเมื่อพิจารณาจากดัชนีความเข้มการใช้พลังงาน (EI) ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตและภาคธุรกิจการค้าของประเทศไทยช่วง 5 ปี ล่าสุด (พ.ศ. 2558-2562) ซึ่งค่อนข้างคงตัวไม่ได้ลดลงตามค่า EI โดยรวมของประเทศ ดังแสดงในภาพที่ 1.1 อันเป็นสัญญาณแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลที่ลดลงของมาตรการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ โดยอาจมีสาเหตุมาจากระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับที่ประยุกต์ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นได้มีการดำเนินการมาแล้วเป็นระยะเวลาเกินกว่า 10 ปี จนเกิดภาวะอิ่มตัว รวมถึงอาจไม่เหมาะสม ไม่ครอบคลุม หรือไม่สอดคล้องกับบริบทที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี จึงทำให้เกิดข้อจำกัดในการที่จะขับเคลื่อนการอนุรักษ์พลังงานในกลุ่มเป้าหมายให้เดินหน้าต่อไปได้ ซึ่งหากยังคงสภาพการดำเนินในลักษณะนี้ต่อไปก็อาจทำให้เกิดการหยุดชะงักของพัฒนาการด้านประสิทธิภาพพลังงานในกลุ่มเป้าหมายในที่สุด



ภาพที่ 1.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มการใช้พลังงาน (EI) ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตและธุรกิจการค้า เปรียบเทียบกับค่าโดยรวมของประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2558-2562

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2563ข)

จึงนำมาสู่แนวคิดที่จะหาค้นหาแนวทางที่เป็นไปได้ในการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ด้วยการค้นหาปัจจัยที่จะสามารถนำมาใช้ประกอบการปรับปรุงข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ หรือ ออกแบบมาตรการส่งเสริมสนับสนุนการดำเนินระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ เพื่อเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายคืออาคารควบคุมและโรงงานควบคุมในประเทศไทย ด้วยการทบทวนวรรณกรรมเปรียบเทียบกับมาตรฐานการจัดการพลังงานสากลอันได้แก่ ISO 50001 ควบคู่กับการพิจารณาปัจจัยสู่ความสำเร็จ (CSFs) ที่มีความโดดเด่นจากกระบวนการที่มีความเกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน อันได้แก่ การประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์ การประสบความสำเร็จของทีมงานโครงการ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการจัดการพลังงาน พร้อมทั้งทำการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับทั้งในส่วนของ

ผู้มีหน้าที่กำกับดูแล อันได้แก่ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ อันได้แก่ อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม

นอกจากนี้ เนื่องจากการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับมีโอกาสสร้างภาระให้กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้ง อาคารควบคุม โรงงานควบคุม และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน อย่างมีนัยสำคัญ จึงต้องการผลการศึกษาที่มีความชัดเจนและน่าเชื่อถือเพียงพอสำหรับการตัดสินใจ ทำให้จำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเชิงประจักษ์ด้วยการนำเอาปัจจัยที่จะนำมาใช้ประกอบการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานที่ค้นพบมาทำการทดสอบภายใต้ระเบียบวิธีวิจัยและหลักการทางสถิติที่มีความน่าเชื่อถือ ด้วยการสร้างเป็นแบบจำลองทำนายความสำเร็จและวิเคราะห์หาความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติพร้อมทั้งประมาณการค่าศักยภาพในการเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จอันเนื่องมาจากการปรับปรุงปัจจัยดังกล่าว เพื่อให้สามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายเกี่ยวกับการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทย อันจะส่งผลต่อการยกระดับความสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงานหรือการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม ซึ่งนอกจากจะเป็นการตอบสนองต่อเป้าหมายด้านการอนุรักษ์ของประเทศไทยและช่วยเพิ่มความยั่งยืนในการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบการไทยในระยะยาวแล้ว ยังเป็นการตอบสนองต่อพันธะกิจในการลดก๊าซเรือนกระจกที่ประเทศไทยพึงดำเนินการให้สอดคล้องกับความต้องการของนานาชาติอีกด้วย

1.2 คำถามงานวิจัย

คำถามหลัก

- มีวิธีการใดบ้างที่จะช่วยยกระดับความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทย

คำถามย่อย

- แบบจำลองที่ใช้ในการทำนายโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมของประเทศไทยภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันมีลักษณะเป็นอย่างไร
- ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมของประเทศไทย

1.3 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1.3.1 เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการทำนายโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมของประเทศไทยภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน

1.3.2 เพื่อค้นหาปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมของประเทศไทยในปัจจุบัน

1.3.3 เพื่อนำไปสู่แนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายในการปรับปรุงแนวทางประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับให้ประสบความสำเร็จในระดับที่สูงขึ้น อีกทั้งยังสามารถต่อยอดขยายผลไปสู่มาตรการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคสมัครใจในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดเล็ก (SMEs) รวมถึงสถานประกอบการในประเภทอื่น ๆ

1.4.2 ช่วยลดต้นทุน เพิ่มความสามารถในการแข่งขัน และส่งเสริมการประกอบกิจการอย่างยั่งยืนโดยคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคมและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในสถานประกอบการ

1.4.3 ช่วยสนับสนุนนโยบายและแผนงานด้านการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทยให้มีโอกาสบรรลุตามเป้าหมายได้มากขึ้น

1.4.4 ช่วยสนับสนุนให้ประเทศไทยสามารถบรรลุเป้าหมายตามพันธกิจในการลดก๊าซเรือนกระจกตามที่ได้มีการแสดงเจตจำนงค์ไว้ในระดับนานาชาติ

1.5 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้มีลักษณะเป็นงานวิจัยแบบภาคตัดขวาง (Cross-Sectional) ในพื้นที่ทั่วประเทศไทย โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Method) ในรูปแบบรับรองภายใน (Embedded Design) (Creswell, 2013) ด้วยการใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Method) ในการหาข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดสำหรับการวิธีการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Method)

ขอบเขตของการวิจัยเชิงคุณภาพ

- ประชากรที่สนใจ คือ ผู้แทนหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการกำกับดูแลการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย อันได้แก่ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) และผู้แทนหน่วยงานที่มีหน้าที่นำระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับไปปฏิบัติ อันได้แก่ อาคารควบคุมและโรงงานควบคุมในประเทศไทย

- แนวทางการศึกษา ประกอบด้วย การคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายเพื่อทำการสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อรวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับความสำเร็จของการจัดการพลังงานที่ผ่านมาและแนวทางการ

ปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ แล้วทำการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เปรียบเทียบกับผลการทบทวนวรรณกรรม รวมถึงผลการศึกษาที่ได้จากการวิจัยเชิงปริมาณ

ขอบเขตของการวิจัยเชิงปริมาณ

- ประชากรที่สนใจ คือ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม ซึ่งได้ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) มีจำนวนรวมทั้งหมดประมาณ 8,675 แห่ง ประกอบด้วย โรงงานควบคุมจำนวน 5,693 แห่ง และอาคารควบคุมจำนวน 2,982 แห่ง จากข้อมูล ณ เดือน มกราคม ปี พ.ศ.2562 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562)
- แนวทางการศึกษา ประกอบด้วย การเก็บข้อมูลจากตัวอย่างเกี่ยวกับ ปัจจัยสาเหตุ (ตัวแปรอิสระ) อันได้แก่ ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ และ ปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ กับ ผลลัพธ์ (ตัวแปรตาม) อันได้แก่ การประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงาน แล้วสร้างเป็นแบบจำลองทำนายความสำเร็จเพื่อวิเคราะห์นัยสำคัญทางสถิติของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามพร้อมทั้งประมาณค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effect) ของตัวแปรทำนายที่มีมีอยู่ในแบบจำลอง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

ระบบการจัดการพลังงาน หรือ Energy Management System (EnMS) ในภาษาอังกฤษ หมายถึง กระบวนการในการบริหารจัดการทรัพยากรเพื่อให้บรรลุเป้าหมายคือการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและการเพิ่มสมรรถนะด้านพลังงานอย่างต่อเนื่อง

ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ หมายถึง การประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ถูกออกแบบมาเป็นการเฉพาะสำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมในประเทศไทยตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของมาตรการส่งเสริมและผลักดันให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทยภายใต้ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550

ระบบการบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์ หมายถึง กระบวนการในการบริหารจัดการที่มีเป้าประสงค์คือ การประหยัดหรือลดการสูญเสียที่ไม่จำเป็นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร อันได้แก่ ระบบการจัดการพลังงาน และระบบการบริหารจัดการภายใต้แนวคิดแบบลีน (Lean Thinking)

โรงงานควบคุม หมายถึง โรงงานอุตสาหกรรมที่มีคุณสมบัติเข้าข่ายเป็นสถานประกอบการที่ใช้พลังงานสูงตามที่ได้กำหนดไว้ในพระราชกฤษฎีกากำหนดโรงงานควบคุม พ.ศ. 2540 ซึ่งจะถูกกำกับดูแลให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพรวมถึงการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานโดยขึ้นทะเบียนไว้กับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

อาคารควบคุม หมายถึง อาคารธุรกิจที่มีคุณสมบัติเข้าข่ายเป็นสถานประกอบการที่ใช้พลังงานสูงตามที่ได้กำหนดไว้ในพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ.2538 ซึ่งจะถูกกำกับดูแลให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพรวมถึงการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานโดยขึ้นทะเบียนไว้กับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน หมายถึง บุคคลที่ได้รับการแต่งตั้งจากเจ้าของอาคารควบคุมหรือโรงงานควบคุมให้มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงานตามที่ระบุไว้ใน กฎกระทรวงกำหนดคุณสมบัติ หน้าที่ และจำนวนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน พ.ศ. 2552 ประกอบด้วย (1) บำรุงรักษาและตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานเป็นระยะ ๆ (2) ปรับปรุงวิธีการใช้พลังงานให้เป็นไปตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน (3) ช่วยเจ้าของโรงงานควบคุมหรือเจ้าของอาคารควบคุมในการจัดการพลังงาน (4) ช่วยเจ้าของโรงงานควบคุมหรือเจ้าของอาคารควบคุมปฏิบัติตามคำสั่งของอธิบดี (พพ.)

การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย หรือ **Final Energy Consumption** ในภาษาอังกฤษ หมายถึง การใช้พลังงาน ณ ผู้ใช้ปลายทาง (End Users) ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของ พลังงานขั้นต้น (Primary Energy) หรือ พลังงานที่ผ่านการแปรรูป (Secondary energy) ก็ตาม

ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ หรือ **Energy Automation System (EAS)** ในภาษาอังกฤษ หมายถึง การประยุกต์ใช้เซ็นเซอร์ อุปกรณ์ควบคุม และชุดคำสั่ง เพื่อให้สามารถรวมศูนย์การติดตาม ตรวจสอบ และควบคุมการใช้พลังงานของอุปกรณ์ในสถานประกอบการจากส่วนกลาง อีกทั้งยังสามารถรองรับการกำหนดเงื่อนไขในการควบคุมอุปกรณ์เป็นการล่วงหน้า โดยอาจมีคุณสมบัติแตกต่างกับตามระดับความสมบูรณ์ในการออกแบบ เช่น ใช้เพื่อติดตาม ตรวจสอบ แต่ไม่ควบคุม หรือใช้เพื่อติดตาม ตรวจสอบ และควบคุม แต่ไม่รองรับการกำหนดเงื่อนล่วงหน้าก็เป็นได้

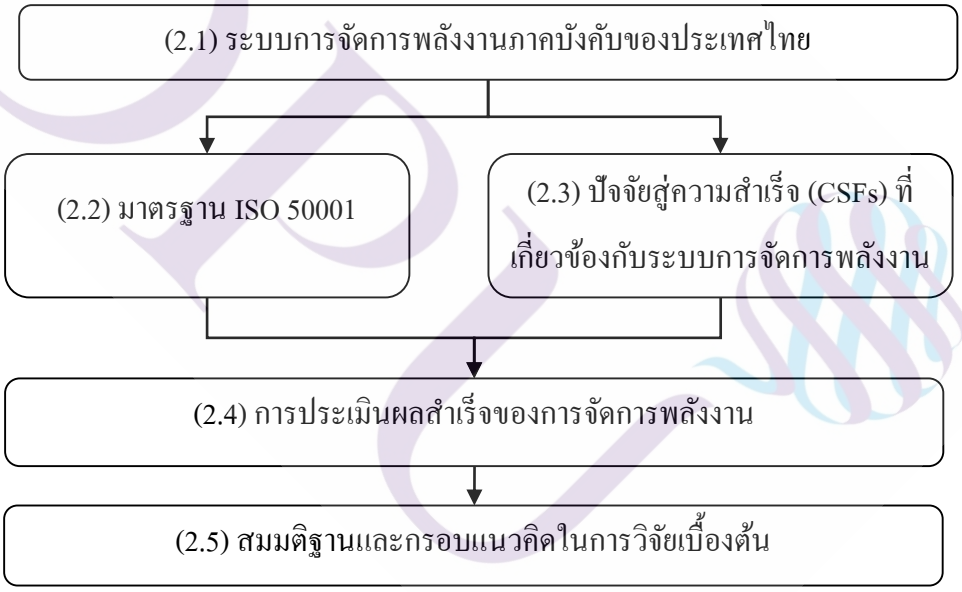
1.7 สรุปเนื้อหาในบทที่ 1 (บทนำ)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาแนวทางในการปรับปรุงมาตรการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานของประเทศไทยตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานพลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งได้มีการประกาศใช้มาเป็นระยะเวลากว่า 10 ปี จนเริ่มถึงจุดอิ่มตัวในการ

ผลักดันประสิทธิภาพการใช้พลังงานของกลุ่มเป้าหมาย อันได้แก่ อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม ให้สามารถกลับมาใช้พัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงานของกลุ่มเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิผลอีกครั้ง โดยใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมร่วมกับวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานในการค้นหาแนวทางที่เป็นไปได้ในการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงาน และใช้วิธีการวิจัยเชิงปริมาณด้วยการสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จบนพื้นฐานของข้อมูลผลการปฏิบัติที่เกิดขึ้นจริงในกลุ่มเป้าหมายในการยืนยันความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับและปัจจัยที่ใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ ที่มีต่อความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมาย พร้อมทั้งประมาณการผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการยกระดับการปฏิบัติตามข้อกำหนดและปัจจัยดังกล่าว

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้นำเสนอผลการทบทวนวรรณกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับการวิจัยโดยเริ่มจากระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยเป็นอยู่ในปัจจุบัน ตามมาด้วยการค้นหาปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางที่เป็นไปได้ในการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับมาตรฐาน ISO 50001 และผลการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยสู่ความสำเร็จ (CSFs) ที่โดดเด่นในกระบวนการที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงาน จากนั้นจึงค้นหาแนวทางในการประเมินผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน เพื่อสร้างเป็นสมมติฐานและกรอบแนวคิดเบื้องต้น โดยมีลำดับการนำเสนอตามขั้นตอนดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนในการทบทวนวรรณกรรมเพื่อกำหนดสมมติฐานและกรอบแนวคิดในการวิจัยเบื้องต้น

2.1 ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย

2.1.1 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

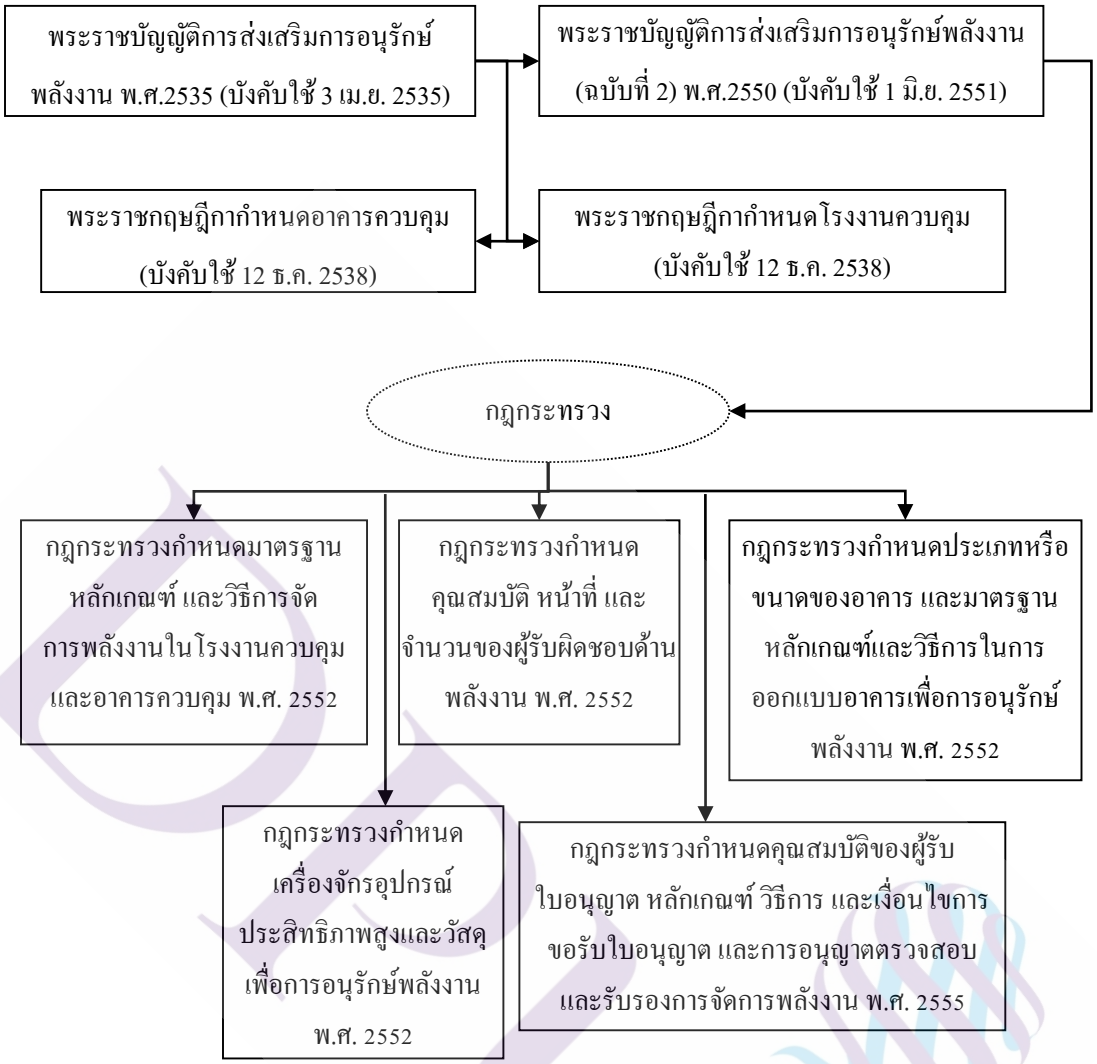
พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) 2550 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมจากพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้กำหนดให้เจ้าของโรงงานควบคุมและเจ้าของอาคารควบคุมมีหน้าที่ต้องดำเนินการอนุรักษ์พลังงานดังนี้ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552)

1) ต้องดำเนินการจัดการพลังงานตามมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานตามข้อกำหนดในกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 รวมถึงการจัดทำรายงานการจัดการพลังงาน และการจัดส่งรายงานผลการตรวจสอบและรับรองการจัดการพลังงานให้แก่อธิบดีภายในเดือนมีนาคมเป็นประจำทุกปี ทั้งนี้ โดยต้องผ่านการรับรองจากผู้ตรวจสอบพลังงานที่ขึ้นทะเบียนกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

2) ต้องจัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงานประจำในโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมแต่ละแห่ง โดยมีจำนวนและคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงกำหนดคุณสมบัติ หน้าที่ และจำนวนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน พ.ศ. 2552 ทั้งนี้ โดยกำหนดให้โรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมขนาดใหญ่ (ขนาดมากกว่า 3 เมกะวัตต์) ต้องจัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโสเพิ่มขึ้นอีกอย่างน้อย 1 คน โดยผู้รับผิดชอบด้านพลังงานดังกล่าวต้องเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติซึ่งสำเร็จการฝึกอบรมหลักสูตรผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโสหรือการฝึกอบรมที่มีวัตถุประสงค์คล้ายคลึงกันกับที่อธิบดีให้ความเห็นชอบ หรือเป็นผู้ที่สอบได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดจากการจัดสอบผู้รับผิดชอบด้านพลังงานซึ่งจัดสอบโดย พพ.

3) ต้องปฏิบัติตามคำสั่งของอธิบดีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (ตามมาตรา 10 หรือ มาตรา 21 ประกอบมาตรา 10 แล้วแต่กรณี) ที่สั่งให้เจ้าของโรงงานควบคุมหรือเจ้าของอาคารควบคุม แจ้งข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการใช้พลังงานเพื่อตรวจสอบให้การอนุรักษ์พลังงานให้เป็นไปตามมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวง ว่าด้วยเรื่องเกี่ยวกับวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม และกฎกระทรวงว่าด้วยเรื่องเกี่ยวกับผู้รับผิดชอบด้านพลังงานตามข้อ 1 และ 2 ดังกล่าวข้างต้น

ซึ่งในการดำเนินงานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ได้มีการประกาศใช้กฎหมายลำดับรองอันได้แก่ พระราชกฤษฎีกา กฎกระทรวง และประกาศกระทรวงฯ ที่สำคัญ ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างกฎหมายภายใต้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ที่มา: ดัดแปลงจากคู่มือพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552)

2.1.2 ข้อกำหนดการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 และประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 กำหนดให้โรงงานควบคุมและอาคารควบคุม ต้องดำเนินการจัดการพลังงานเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยอาศัยแนวปฏิบัติซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน สรุปได้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน

1.1) โครงสร้าง: ประกอบด้วยประธานคณะทำงานฯ ซึ่งมาจากผู้บริหารระดับสูง เลขานุการ ซึ่งควรเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานขององค์การ และสมาชิก ซึ่งเป็นตัวแทนจากหน่วยงานย่อย 3-5 คน

1.2) อำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบ: อย่างน้อยต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานใน โรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ข้อ 5

1.3) เอกสารแต่งตั้งคณะทำงานฯ: ต้องมีการจัดทำหนังสือแต่งตั้งคณะทำงานฯ เป็นลายลักษณ์อักษรพร้อมระบุอำนาจหน้าที่ความรับผิดชอบ และลงลายมือชื่อโดยเจ้าของสถานประกอบการหรือผู้บริหารระดับสูงขององค์การ

1.4) การประชาสัมพันธ์: หนังสือแต่งตั้งคณะทำงานฯ ต้องมีการประกาศให้บุคลากรทราบทั่วทั้งองค์การด้วยวิธีการที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานใน โรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ข้อ 3 วรรค 2 กำหนดให้มีการดำเนินการในขั้นตอนนี้เฉพาะเมื่อมีการนำระบบการจัดการพลังงานตามกฎกระทรวงฯ นี้มาใช้เป็นครั้งแรก อย่างไรก็ดี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานแนะนำให้มีการดำเนินการซ้ำทุก 3-5 ปี เพื่อให้ทราบถึงสถานภาพการจัดการพลังงานที่เป็นปัจจุบัน โดยมีดำเนินการดังต่อไปนี้

2.1) เครื่องมือในการประเมิน: ให้ใช้ตารางประเมินการจัดการด้านพลังงาน (Energy Management Matrix: EMM) ซึ่งประกอบด้วยการประเมินสถานภาพการดำเนินงานเกี่ยวกับการจัดการพลังงานใน 6 ด้าน คือ 1) นโยบายการจัดการพลังงาน 2) การจัดองค์การ 3) การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ 4) ระบบข้อมูลข่าวสาร 5) การประชาสัมพันธ์ และ 6) การลงทุน โดยในแต่ละด้านแบ่งระดับชั้นของการดำเนินการออกเป็น 5 ระดับ คะแนน (0-4)

2.2) การรวบรวมข้อมูล: ควรมีการรวบรวมข้อมูลจากบุคลากรในทุกหน่วยงานย่อยขององค์การ

2.3) การวิเคราะห์ผล: ผลที่ได้จากตาราง EMM สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงจุดเด่นและจุดด้อยของการจัดการพลังงานที่เป็นอยู่ขององค์การ

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน

3.1) เนื้อหาของนโยบายฯ: ต้องมีความสอดคล้องกับแนวทางที่ระบุไว้ใน กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานใน โรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ข้อ 4

3.2) เอกสารประกาศนโยบายฯ: ต้องมีการจัดทำประกาศนโยบายฯ เป็นลายลักษณ์อักษร และลงลายมือชื่อโดยเจ้าของสถานประกอบการหรือผู้บริหารระดับสูงขององค์การ

3.3) การประชาสัมพันธ์: ประกาศนโยบายฯ ต้องมีการประกาศให้บุคลากรทราบทั่วทั้งองค์การด้วยวิธีการที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

4.1) การประเมินระดับองค์การ: โดยพิจารณาจากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงของทั้งองค์การ

4.2) การประเมินระดับผลิตภัณฑ์ (โรงงานควบคุม) หรือบริการ (กรณีอาคารควบคุม): โดยพิจารณาจากค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption: SEC) ซึ่งคิดจากปริมาณการใช้พลังงานหารด้วยปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงาน ดังนี้

- กรณีโรงงานควบคุม ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานคือ หน่วยผลผลิต (เช่น กิโลกรัม ลิตร ชิ้น เป็นต้น)
- การอาคารควบคุม ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน จำแนกเป็น โรงแรม คือ จำนวนห้องที่จำหน่าย (ห้อง-วัน) โรงพยาบาล คือ จำนวนผู้ป่วย (เตียง-วัน) และอาคารอื่น ๆ คือ พื้นที่ (ตารางเมตร)

4.3) การประเมินระดับเครื่องจักร/อุปกรณ์หลัก: โดยประเมินปริมาณการใช้พลังงาน ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และการสูญเสียของพลังงานในเครื่องจักร/อุปกรณ์หลัก เป็นรายตัว หรือ รายระบบ

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

5.1) เป้าหมายและแผนการอนุรักษ์พลังงาน: โดยการค้นหามาตรการอนุรักษ์พลังงานที่จะปรับปรุงให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นในองค์การ พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์

ผลประหยัดพลังงานที่คาดว่าจะได้รับจากแต่ละมาตรการ แล้วนำมากำหนดเป็นเป้าหมายการประหยัดพลังงาน พร้อมทั้งจัดทำเป็นแผนการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีเนื้อหาอย่างน้อยประกอบด้วย ชื่อมาตรการ วัตถุประสงค์ ระยะเวลา งบประมาณ กลุ่มเป้าหมาย ผลประหยัดที่คาดว่าจะได้รับ และผู้รับผิดชอบแต่ละมาตรการ

5.2) แผนงานด้านกิจกรรมและการฝึกอบรมด้านการอนุรักษ์พลังงาน: โดยการออกแบบกิจกรรมระชาสัมพันธ์ กระตุ้นหรือปลูกจิตสำนักด้านการอนุรักษ์พลังงานแก่บุคลากร รวมถึงหลักสูตรฝึกอบรม และส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน พร้อมทั้งจัดทำเป็น 1) แผนประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน และ 2) แผนการฝึกอบรม และกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งทั้ง 2 แผน ควรมีเนื้อหาอย่างน้อยประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม รายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรม กลุ่มเป้าหมาย ระยะเวลา และผู้รับผิดชอบแต่ละกิจกรรม

5.3) การประชาสัมพันธ์: 1) แผนอนุรักษ์พลังงาน 2) แผนประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน และ 3) แผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ต้องมีการประกาศให้บุคลากรทราบทั่วทั้งองค์การด้วยวิธีการที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 6 การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

- การติดตาม: ควบคุมและรายงานผลการดำเนินงานตาม 1) แผนอนุรักษ์พลังงาน 2) แผนประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน และ 3) แผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ให้คณะทำงานด้านการจัดการพลังงานทราบอย่างสม่ำเสมอ พร้อมทั้งหาแนวทางการแก้ไขในกรณีที่เกิดปัญหาอุปสรรคและความล่าช้า
- การตรวจสอบผลการดำเนินงาน: โดยให้ผู้รับผิดชอบมาตรการเก็บข้อมูลและทำการวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน และกิจกรรมเทียบกับเป้าหมายและแผนที่วางไว้

6.1) การรายงานผล: ควรมีการรายงานเจ้าของสถานประกอบการ หรือ ผู้บริหารองค์การ เป็นประจำทุก 3 เดือน โดยมีประกอบด้วย

- ผลสรุปการติดตามสถานภาพการดำเนินงานของแต่ละมาตรการและกิจกรรม พร้อมปัญหาและอุปสรรค
- ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งแสดงถึงสถานภาพการดำเนินงานจริง เงินลงทุนจริง และผลประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นจริง เปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ

- ผลการตรวจติดตามกิจกรรมและการฝึกอบรม ซึ่งแสดงถึงสถานภาพการดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ

ขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน

7.1) จัดตั้งคณะผู้ตรวจประเมินการจัดการพลังงานภายในองค์การ: ประกอบด้วยสมาชิกอย่างน้อย 2 คน จากในหรือนอกองค์การก็ได้ตามความเหมาะสม โดยต้องจัดทำคำสั่งแต่งตั้งคณะผู้ตรวจประเมินฯ เป็นลายลักษณ์อักษร ให้เจ้าของสถานประกอบการหรือผู้บริหารระดับสูงลงนามและประชาสัมพันธ์ให้บุคลากรรับทราบ เช่นเดียวกับการแต่งตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน

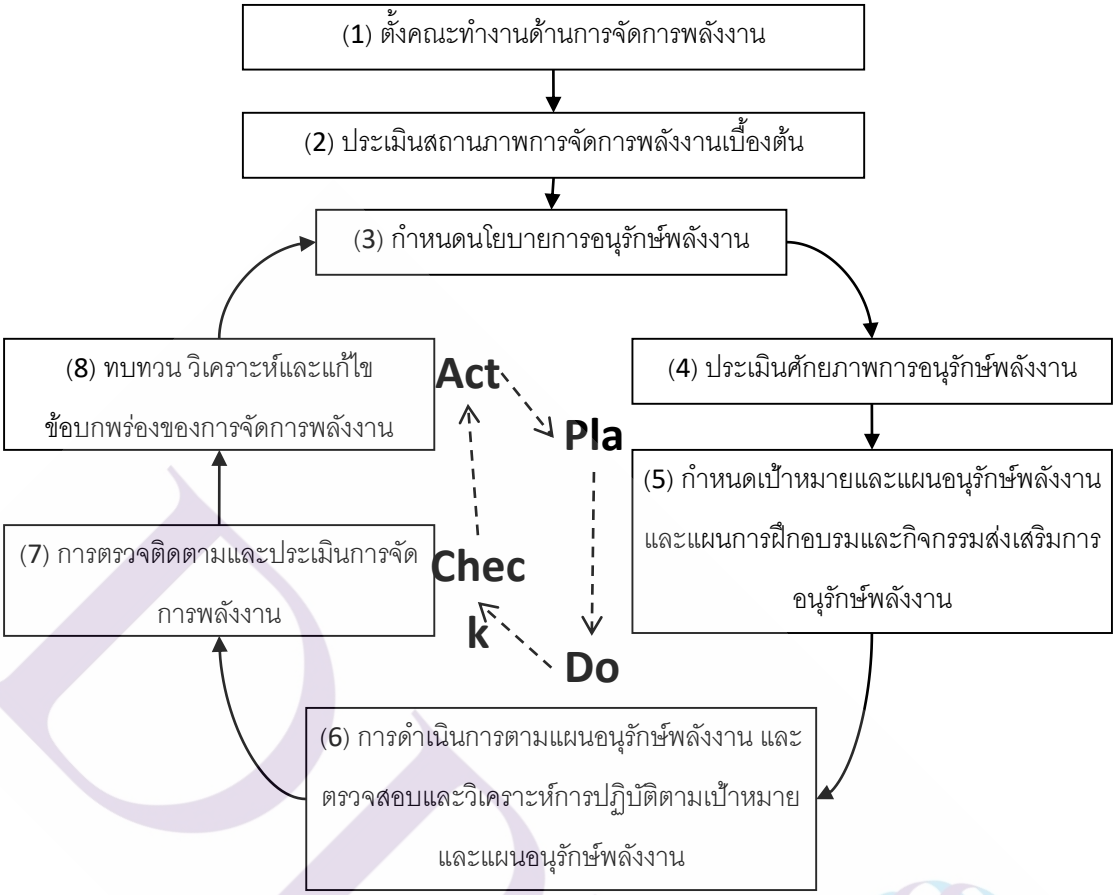
7.2) การตรวจประเมินภายใน (Internal Audit): ให้คณะผู้ตรวจประเมินฯ ทำการประเมินความถูกต้อง ครบถ้วน ของการจัดการพลังงานในองค์การ เทียบกับข้อกำหนดตามกฎหมาย (กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานใน โรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 และประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552) โดยประเมินจากเอกสาร รายงาน และหลักฐาน ที่คณะทำงานด้านการจัดการพลังงานจัดเก็บไว้หรือจัดทำขึ้น ควบคู่ไปกับการสอบถามจากบุคลากรในองค์กร โดยการสัมภาษณ์หรือใช้แบบสอบถาม

7.3) รายงานสรุปผลการประเมิน: คณะผู้ตรวจประเมินฯ ต้องจัดทำรายงานสรุปผลการตรวจติดตามและประเมินวิธีการจัดการพลังงานภายในองค์การ พร้อมทั้งลงนามประธานคณะผู้ตรวจประเมินฯ ส่งมอบให้กับเจ้าของสถานประกอบการ หรือผู้บริหารระดับสูงขององค์การ

ขั้นตอนที่ 8 ทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน

เป็นการดำเนินงานต่อเนื่องมาจากขั้นตอนที่ 7 โดยนำผลการตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงานภายในองค์การของคณะผู้ตรวจประเมินฯ เข้าสู่การประชุมร่วมกับเจ้าของสถานประกอบการ หรือ ผู้บริหารระดับสูงขององค์การ และคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน รวมถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลดียิ่งขึ้นในวงรอบถัดไป จากนั้นจึงนำผลการประชุมดังกล่าวมาเผยแพร่ให้บุคลากรในองค์การได้รับทราบ

จึงเห็นได้ว่าภาพรวมขั้นตอนการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักการ P-D-C-A (Deming, 1986) ดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ภาพรวมขั้นตอนการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย

ที่มา: ดัดแปลงจากคู่มือพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552)

2.1.3 การตรวจสอบและรับรองการจัดการพลังงานภาคบังคับ

ในแต่ละปีโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมจะต้องได้รับการรับรองผลการดำเนินงานจาก “ผู้ตรวจสอบและรับรอง” ซึ่งเป็น เจ้าพนักงานของรัฐ หรือ ผู้ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ก่อนที่จะนำส่งผลการดำเนินงานตามระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับให้กับ พพ. ภายในสิ้นไตรมาสแรกของปี (ภายในวันที่ 31 เดือนมีนาคม) โดยผู้ตรวจสอบและรับรองจะทำการตรวจสอบเอกสาร หลักฐาน ประกอบกับตรวจสอบหน้างานจริง พร้อมทั้งสุ่มสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อตัดสินความสอดคล้องของการจัดการพลังงานในแต่ละขั้นตอน และพิจารณาตัดสินผลการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานขององค์การ ตาม

เงื่อนไขดังนี้ (ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552)

1) “ผ่านการตรวจสอบ” ในกรณีที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดถูกต้องครบถ้วนโดยไม่มีข้อบกพร่อง

2) “ไม่ผ่านการตรวจสอบ” ในกรณีที่พบการปฏิบัติที่ไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดประเภท “ร้ายแรง (Major)” อันหมายถึง การไม่มีเอกสารหรือหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่ามีการปฏิบัติจริงตามที่ได้ระบุไว้ในประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ข้อ 24 (3) (ก)

3) “ผ่านการตรวจสอบแต่ต้องแก้ไขในปีต่อไป” ในกรณีที่มีการปฏิบัติที่ไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดประเภท “ไม่ร้ายแรง (Minor)” อันหมายถึง มีการปฏิบัติแต่การปฏิบัติแต่มีความคลาดเคลื่อนไปจากข้อกำหนดในบางประการ ตามที่ได้ระบุไว้ในประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ข้อ 24 (3) (ข)

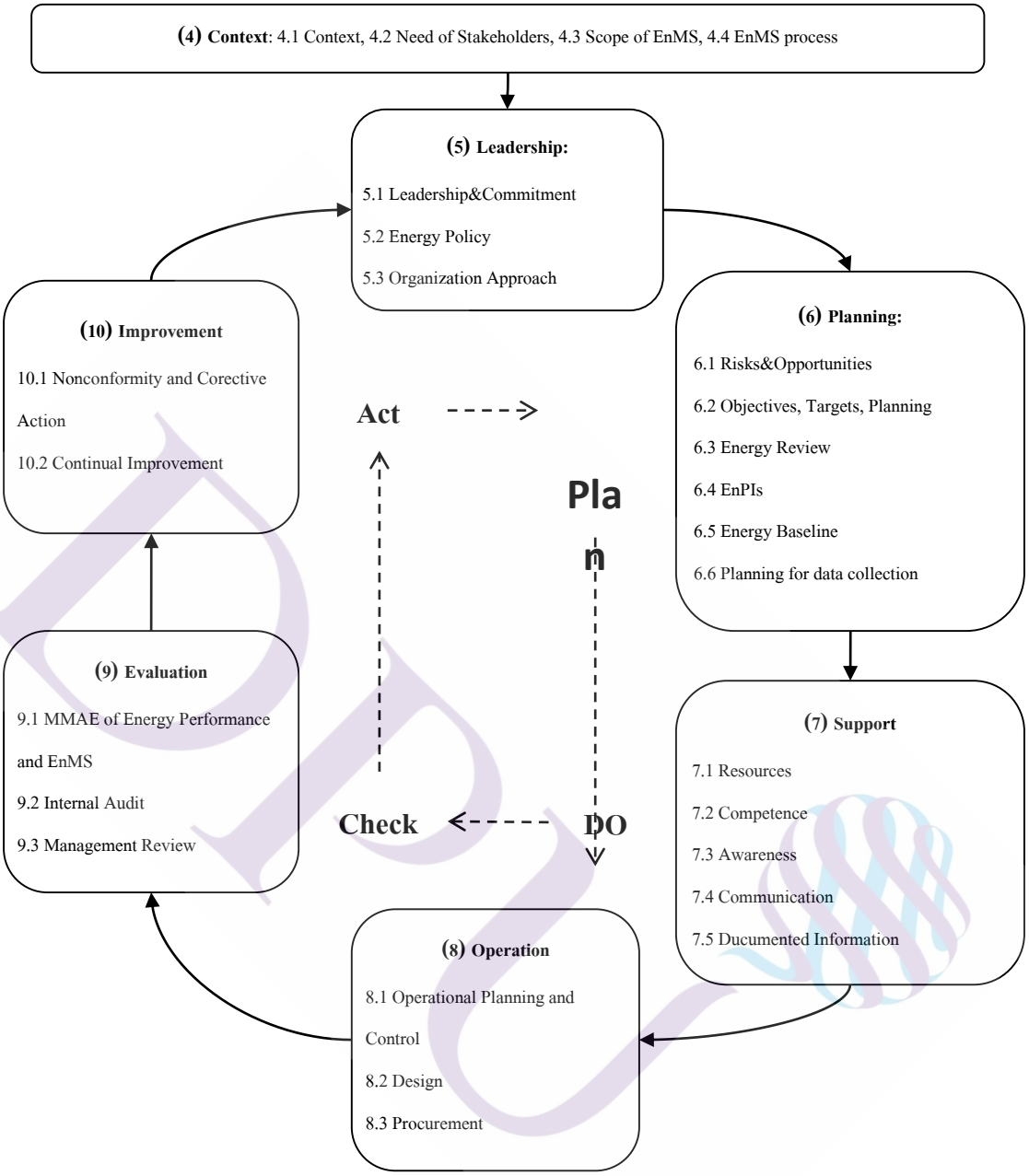
2.2 ISO 50001

2.2.1 ข้อกำหนดของ ISO 50001

ISO คือมาตรฐานที่ออกโดยองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization: ISO) ซึ่งก่อตั้งมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2490 มีสำนักงานใหญ่อยู่ที่เมืองเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้เกิดการกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศรวมถึงสนับสนุนกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานระหว่างประเทศ ดังนั้น มาตรฐาน ISO จึงเป็นที่ยอมรับในระดับสากล โดยมาตรฐานที่ออกโดย ISO จะมีตัวอักษร ISO นำหน้าตามเลขหมวดซึ่งแสดงถึงลักษณะของตัวมาตรฐาน เช่น ISO 9001 คือมาตรฐานระบบการจัดการคุณภาพ ในขณะที่ ISO 14001 คือมาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม และ ISO 50001 คือ มาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน เป็นต้น ตามด้วยเครื่องหมาย : และเลขปี ค.ศ. ที่มีการประกาศใช้ เช่น ISO 50001:2018 หมายถึง มาตรฐานระบบการจัดการพลังงานสากลตามที่มีการประกาศใช้ในปี ค.ศ. 2018 เป็นต้น (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559ก)

สำหรับ ISO 50001 ซึ่งเป็นมาตรฐานในด้านการจัดการพลังงานนั้นได้เริ่มมีการประกาศใช้ ISO 50001 เป็นครั้งแรกใน 15 มิถุนายน ปี ค.ศ. 2011 (ISO 50001:2011) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะส่งเสริมให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างยั่งยืนควบคู่ไปกับการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานในองค์การทุกประเภทและทุกขนาด พร้อม

ทั้งกระตุ้นเตือนให้ทุกภาคส่วนเห็นคุณค่าของการอนุรักษ์พลังงานและร่วมกันใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดย ISO คาดหวังว่าการประยุกต์ ISO 50001 อย่างครอบคลุมจะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานทั่วโลกลงได้ถึงประมาณร้อยละ 20 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2555) และได้มีการปรับปรุงครั้งล่าสุดในวันที่ 25 ตุลาคม ปี ค.ศ. 2018 (ISO 50001:2018) โดยมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญคือการยกระดับข้อกำหนดเกี่ยวกับภาวะผู้นำของผู้บริหารระดับสูงในการวางยุทธศาสตร์ระดับองค์การ นอกจากนี้ยังปรับโครงสร้างให้สามารถบูรณาการกับมาตรฐานอื่น เช่น ISO 9001 (คุณภาพ) ISO 14001(สิ่งแวดล้อม) และ ISO 45001(ความปลอดภัยและอาชีวอนามัย) เป็นต้น ได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น ซึ่ง ISO 50001:2018 นับเป็นมาตรฐานการจัดการพลังงานที่อยู่บนพื้นฐานของหลักการ Plan-Do-Check-Act (PDCA) หรือ Deming Cycle เช่นเดียวกับการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ภาพรวมข้อกำหนด ISO 50001:2018 บนพื้นฐานของ Daming cycle

ที่มา: ดัดแปลงจาก Poveda-Orjuela et al. (2019), International Organization for Standardization [ISO] (2018)

สรุปองค์ประกอบตามข้อกำหนดของ ISO 50001:2018 มีดังต่อไปนี้ (ISO, 2018)

ส่วนที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป

1) ขอบเขตและการนำมาตรฐานไปใช้ (Scope) มาตรฐานนี้สามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการจัดทำ การปฏิบัติ การรักษาไว้ และการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงาน (EnMS) เพื่อให้บรรลุผลปรับปรุงสมรรถนะด้านพลังงานอย่างต่อเนื่อง โดยสามารถประยุกต์ใช้ได้กับองค์การ ทุกประเภทและทุกขนาด

2) มาตรฐานอ้างอิง (Normative references) ไม่มีหลักเกณฑ์มาตรฐานอื่นที่นำมาใช้อ้างอิงในการกำหนดมาตรฐาน ISO 50001

3) คำศัพท์และนิยาม (Terms and definitions) ระบุแหล่งข้อมูลและคำอธิบายนิยามของคำศัพท์ที่ใช้ในมาตรฐาน เช่น ขอบเขต (Boundaries) การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continual improvement) การแก้ไข (correction) การปฏิบัติการแก้ไข (Corrective action) พลังงาน (Energy) ฐานพลังงานอ้างอิง (Energy baseline) ปริมาณการใช้พลังงาน (Energy consumption) ประสิทธิภาพด้านพลังงาน (Energy efficiency) ระบบการจัดการพลังงาน (Energy management system: EnMS) ทีมงานจัดการพลังงาน (Energy management team) สมรรถนะด้านพลังงาน (Energy performance) ดัชนีชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงาน (Energy performance indicator: EnPI) เป็นต้น

ส่วนที่ 2 ข้อกำหนดสำหรับการปฏิบัติ

4) บริบทขององค์การ (Context of Organization) ประกอบด้วย

4.1) การเข้าใจบริบท (Context) โดยองค์การต้องทำความเข้าใจบริบทขององค์การโดยพิจารณาปัจจัยภายนอกและภายในที่เกี่ยวข้องกับจุดประสงค์ขององค์การ และมีผลกระทบต่อความสามารถขององค์การในการบรรลุผลลัพธ์ตามที่ต้องการของระบบการจัดการจัดการพลังงาน ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภัยคุกคาม (SWOT Analysis) เป็นต้น

4.2) การเข้าใจความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Need of Stakeholders) โดยองค์การต้องทำความเข้าใจถึงความต้องการและความคาดหวังของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับระบบการจัดการพลังงาน ตัวอย่างเช่น ข้อกำหนด กฎ ระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน หรือผลกระทบที่เกิดจากการใช้พลังงาน เป็นต้น

4.3) การกำหนดขอบเขตของระบบการจัดการพลังงาน (Scope of EnMS) หมายถึงการกำหนดขอบเขตในการนำระบบการจัดการจัดการพลังงานไปประยุกต์ใช้ โดยคำนึงถึงบริบทขององค์การ และความต้องการของผู้มีส่วนได้เสีย

4.4) การกำหนดกระบวนการของระบบการจัดการพลังงาน (EnMS process) อันเป็นการกำหนดกระบวนการที่จำเป็นและความสัมพันธ์ของแต่ละกระบวนการภายใต้ขอบเขตระบบการจัดการจัดการพลังงาน

5) ภาวะผู้นำ (Leadership) ประกอบด้วย

5.1) การแสดงความเป็นผู้นำและความมุ่งมั่น (Leadership & Commitment) หมายถึงการที่ผู้บริหารต้องแสดงบทบาทภาวะผู้นำและความมุ่งมั่นในการนำระบบการจัดการพลังงานมาใช้ในการพัฒนาสมรรถนะด้านพลังงานขององค์การอย่างต่อเนื่อง

5.2) การกำหนดนโยบายด้านพลังงาน (Energy Policy) โดยผู้บริหารต้องกำหนดนโยบายด้านพลังงานอันเกี่ยวข้องกับ ระบบการจัดการพลังงาน แผนงานด้านพลังงาน การสนับสนุนทรัพยากร ไปจนถึงการดำเนินการที่สอดคล้องตามกฎหมายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

5.3) การกำหนดบทบาท ความรับผิดชอบ และอำนาจหน้าที่ในองค์การ (Organization Approach) อันประกอบด้วย การกำหนดบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ และอำนาจหน้าที่ของบุคลากรแต่ละตำแหน่งในด้านการจัดการพลังงานในองค์การ การผนวกระบบการจัดการจัดการพลังงานเข้ากับกระบวนทางทางธุรกิจ การจัดสรรทรัพยากร การสื่อสารไปยังผู้เกี่ยวข้อง การสนับสนุนการดำเนินการ ไปจนถึงการติดตามผลและปรับปรุงให้มีความเหมาะสมอย่างต่อเนื่อง

6) การวางแผน (Planning) ประกอบด้วย

6.1) การจัดการโอกาสและความเสี่ยงด้านพลังงาน (Risks & Opportunities) หมายถึงการวางแผนระบบการจัดการพลังงาน ต้องพิจารณาถึงประเด็นหลักที่ได้จากการกำหนดบริบทองค์กร และความต้องการของผู้มีส่วนได้เสีย และชี้บ่งความเสี่ยงและโอกาสที่จำเป็นต้องจัดการ เพื่อให้ระบบการจัดการพลังงานบรรลุผลลัพธ์ที่มุ่งหวัง ด้วยการป้องกันหรือลดผลกระทบที่ไม่ต้องการ พร้อมทั้งหาแนวทางสนับสนุนให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

6.2) การกำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย และแผนงาน (Objectives, Targets, Planning) หมายถึง กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายด้านพลังงาน พร้อมทั้งกำหนดแผนงานเพื่อให้สามารถบรรลุตามเป้าหมาย

6.3) การทบทวนด้านพลังงาน (Energy Review) หมายถึงการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลด้านการใช้พลังงานที่ผ่านมา

6.4) การกำหนดตัวชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงาน (Energy performance indicators: EnPIs) เป็นการกำหนดตัวชี้วัดที่จะใช้ในการประเมินสมรรถนะ หรือผลการดำเนินงานด้านพลังงานที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงาน

6.5) การกำหนดฐานพลังงานอ้างอิง (Energy Baseline) เป็นการกำหนดข้อมูลการที่ใช้พลังงานที่เป็นตัวแทนการใช้พลังงานตามสภาพที่เป็นอยู่เดิมในปัจจุบันก่อนที่จะมีการดำเนินงานตามเป้าหมายและแผนงานด้านพลังงาน

6.6) การวางแผนเก็บข้อมูลด้านการจัดการพลังงาน (Planning for data collection) หมายถึงแนวทางการติดตาม ตรวจวัด เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลการดำเนินงานด้านพลังงาน

7) การสนับสนุน (Support) ประกอบด้วย

7.1) การสนับสนุนทรัพยากร (Resources) หมายถึง การที่องค์การต้องจัดเตรียมทรัพยากรที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการระบบการจัดการพลังงาน

7.2) การพัฒนาความสามารถของบุคลากร (Competence) หมายถึง การที่องค์การต้องกำหนดความรู้ความสามารถของบุคลากรที่รับผิดชอบ และจัดให้มีการพัฒนาทักษะและความรู้ความสามารถที่จำเป็นต่อการดำเนินงาน

7.3) การปลูกฝังจิตสำนึก (Awareness) หมายถึง การที่องค์การต้องสร้างความตระหนักให้แก่บุคลากรเกี่ยวกับนโยบาย วัตถุประสงค์ของการจัดการพลังงาน การมีส่วนร่วม บทบาทหน้าที่ และประโยชน์ของการปรับปรุงผลการดำเนินงานด้านพลังงาน ผลกระทบของกิจกรรมหรือพฤติกรรมต่อผลการดำเนินงานด้านพลังงาน

7.4) การสื่อสาร (Communication) หมายถึง การที่องค์การต้องมีการจัดเตรียมช่องทางการสื่อสารเกี่ยวกับการจัดการพลังงานทั้งภายในและภายนอกองค์การ เพื่อเปิดโอกาสให้บุคลากรภายในองค์การและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้มีโอกาสเสนอข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับระบบการจัดการพลังงานขององค์การ

7.5) การจัดการเอกสารและสารสนเทศ (Documented Information) หมายถึง การจัดการข้อมูลเอกสาร หรือสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานให้เป็นไปตามข้อกำหนดเกี่ยวกับการควบคุมและมีความทันสมัย

8) การดำเนินการ (Operation) ประกอบด้วย

8.1) การวางแผนด้านการปฏิบัติและควบคุมงาน (Operational Planning and Control) หมายถึง การที่องค์การจะต้องมีการวางแผนเกี่ยวกับวิธีการในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานและกระบวนการควบคุมที่จำเป็นเพื่อให้เกิดการดำเนินงานสอดคล้องกับเป้าหมายและแผนงานที่ได้กำหนดไว้ (รวมถึงการบำรุงรักษา)

8.2) ข้อกำหนดด้านการออกแบบ (Design) หมายถึง การคำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ โดยพิจารณาโอกาสในการปรับปรุงสมรรถนะด้านพลังงาน

และ การควบคุมการปฏิบัติการ (Operational control) เมื่อมีการออกแบบใหม่ ปรับเปลี่ยนแก้ไข หรือการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวก ระบบ อุปกรณ์ หรือกระบวนการ ที่สามารถมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญกับสมรรถนะด้านพลังงานขององค์การ

8.3) ข้อกำหนดด้านการจัดหา (Procurement) หมายถึง การจัดหาสินค้าและบริการ โดยคำนึงถึงผลกระทบด้านพลังงาน โดยกำหนดเกณฑ์ในการจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์และบริการโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับการดำเนินงานด้านพลังงานขององค์การ

9) การประเมินสมรรถนะ (Performance Evaluation) ประกอบด้วย

9.1) การเฝ้าระวัง การวัด การวิเคราะห์ และการประเมิน (MMAE of Energy Performance and EnMS) หมายถึง การติดตามการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานขององค์การ การตรวจวัดข้อมูลที่จำเป็น การวิเคราะห์ EnPIs และประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงาน รวมถึงการเปรียบเทียบกับข้อกำหนด กฎ ระเบียบที่เกี่ยวข้อง

9.2) การตรวจประเมินการจัดการพลังงานภายใน (Internal Audit) หมายถึง การประเมินตนเอง โดยอาศัยบุคลากรภายในองค์การที่ไม่ได้เป็นผู้รับผิดชอบผลการดำเนินงานที่เกิดขึ้นจากระบบการจัดการพลังงานโดยตรง

9.3) การทบทวนโดยฝ่ายบริหาร (Management Review) หมายถึง การนำเสนอผลการดำเนินงานและผลการตรวจประเมินภายในให้ผู้บริหารองค์การพิจารณา

10) การพัฒนาปรับปรุง (Improvement) ประกอบด้วย

10.1) การป้องกันและแก้ไขสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด (Nonconformity and Corrective Action) หมายถึงการที่องค์การต้องหาแนวปฏิบัติในการป้องกันและแก้ไขเมื่อตรวจพบว่าเกิดสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดด้านการจัดการพลังงานขององค์การ

10.2) การพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continual Improvement) หมายถึงการค้นหาแนวทางที่จะพัฒนาปรับปรุงเพื่อดำรงไว้ซึ่งระบบการจัดการพลังงานที่เหมาะสม เพียงพอ และเกิดประสิทธิผลต่อไปอย่างต่อเนื่อง

2.2.2 เปรียบเทียบ ISO 50001:2018 กับการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย

สำหรับประเทศไทยได้มีการนำ ISO 50001:2011 มาประยุกต์ใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012) ในลักษณะของมาตรการส่งเสริมแบบสมัครใจในภาคอุตสาหกรรม (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4413, 2555) จนกระทั่งได้มีการปรับปรุงเป็นมาตรฐาน ISO 50001:2018 ซึ่งกำหนดเป็นมาตรฐานการตรวจสอบและรับรองแห่งชาติ (มตช.) 50001:2562 (ประกาศคณะกรรมการกำหนดมาตรฐานด้านการตรวจสอบและรับรอง ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2562) โดยการนำ ISO 50001 มาประยุกต์ใช้ในประเทศไทยนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโอกาสในการเข้าถึงตลาดในอาเซียน

ประเทศซึ่งมักมีการนำเอามาตรฐานนานาชาติอย่าง ISO มากำหนดเป็นส่วนหนึ่งของเงื่อนไขในการนำเข้าสินค้าและบริการ จึงทำให้ผู้ประกอบการไทยที่มีธุรกิจเกี่ยวพันกับการค้าขายระหว่างประเทศมีความจำเป็นต้องประยุกต์ใช้มาตรฐานสากลในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของตลาด

จึงเป็นที่มาของการศึกษาเปรียบเทียบข้อกำหนด ISO 50001:2011 และ ISO 50001:2018 กับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย โดยผลที่ได้พบว่ามีบางองค์ประกอบของ ISO 50001 ที่ไม่ได้ถูกกำหนดไว้ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (จุฑามาศ พุดสีเสน และจิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์, 2563; กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559ก; พิเชฐ ปะเสนะ และสมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์, 2557) สรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปผลการเปรียบเทียบข้อกำหนด ISO 50001:2018 กับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย

ข้อกำหนด ISO 50001:2018	ข้อกำหนดการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย	ประเด็นมีการดำเนินการเพิ่มเติมเมื่อเทียบกับ ISO 50001:2018
4) บริบทขององค์การ (Context of Organization)		
4.1) การเข้าใจบริบท (Context)	ขั้นตอนที่ 3 การจัดทำนโยบายอนุรักษ์พลังงาน	(1) การทำความเข้าใจปัจจัยภายนอกเพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยภายใน
4.2) การเข้าใจความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Need of Stakeholders)	-	(2) การทำความเข้าใจความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
4.3) การกำหนดขอบเขตของระบบการจัดการพลังงาน (Scope of EnMS)	-	(3) การกำหนดขอบเขตของระบบการจัดการพลังงาน
4.4) การกำหนดกระบวนการของระบบจัดการพลังงาน (EnMS process)	-	(4) การจัดทำคู่มือของระบบการจัดการพลังงาน
5) ภาวะผู้นำ (Leadership)		
5.1) การแสดงความเป็นผู้นำและความมุ่งมั่น (Leadership & Commitment)	ขั้นตอนที่ 3 การจัดทำนโยบายอนุรักษ์พลังงาน	(5) การแต่งตั้งตัวแทนฝ่ายบริหาร (EnMR)
5.2) การกำหนดนโยบายด้านพลังงาน (Energy Policy)	ขั้นตอนที่ 3 การจัดทำนโยบายอนุรักษ์พลังงาน	(6) การเพิ่มเติมประเด็นเกี่ยวกับการออกแบบและการจัดหาผลิตภัณฑ์/บริการด้านพลังงานที่มีประสิทธิภาพ และทำให้เกิดการปรับปรุงสมรรถนะด้านพลังงานในนโยบายฯ
5.3) การกำหนดบทบาท ความรับผิดชอบ และอำนาจหน้าที่ในองค์การ (Organization Approach)	ขั้นตอนที่ 1 การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน	(7) การกำหนดอำนาจหน้าที่ด้านพลังงานของบุคลากรในแต่ละตำแหน่ง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ข้อกำหนด ISO 50001:2018	ข้อกำหนดการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย	ประเด็นมีการดำเนินการเพิ่มเติมเมื่อเทียบกับ ISO 50001:2018
6) การวางแผน (Planning)		
6.1) การจัดการโอกาสและความเสี่ยงด้านพลังงาน (Risks & Opportunities)	-	(8) การกำหนดกลยุทธ์และแผนงานเพื่อใช้ประโยชน์จากโอกาสและรับมือกับความเสี่ยงด้านพลังงาน
6.2) การกำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย และแผนงาน (Objectives, Targets, Planning)	ขั้นตอนที่ 5 กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน	-
6.3) การทบทวนด้านพลังงาน (Energy Review)	ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	(9) การจัดทำระเบียบวิธีการทบทวนด้านพลังงาน โดยมีการกำหนดเกณฑ์ชี้บ่งลักษณะการใช้พลังงานที่มีนัยสำคัญ และตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานอย่างมีนัยสำคัญ (10) การพยากรณ์การใช้พลังงานในอนาคต
6.4) การกำหนดตัวชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงาน (EnPIs)	ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	(11) การกำหนดตัวชี้วัดสมรรถนะ (EnPIs) และเป้าหมายระดับกระบวนการ หรือระดับอุปกรณ์หลัก
6.5) การกำหนดฐานพลังงานอ้างอิง (Energy Baseline)	ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	(12) การจัดทำข้อมูลฐานด้านพลังงาน จากการทบทวนพลังงานเบื้องต้น
6.6) การวางแผนเก็บข้อมูลด้านการจัดการพลังงาน (Planning for data collection)	ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	-

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ข้อกำหนด ISO 50001:2018	ข้อกำหนดการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย	ประเด็นมีการดำเนินการเพิ่มเติมเมื่อเทียบกับ ISO 50001:2018
7. การสนับสนุน (Support)		
7.1) การสนับสนุนทรัพยากร (Resources)	ขั้นตอนที่ 3 การจัดทำนโยบายอนุรักษ์พลังงาน	-
7.2) การพัฒนาความสามารถของบุคลากร (Competence)	ขั้นตอนที่ 5 กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน	(13) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ เกี่ยวกับความสามารถและการฝึกอบรมด้านการจัดการพลังงานของบุคลากรในแต่ละตำแหน่ง
7.3) การปลูกฝังจิตสำนึก (Awareness)	ขั้นตอนที่ 5 การจัดทำเป้าหมายและแผนฯ: ในส่วนของแผนกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน	-
7.4) การสื่อสาร (Communication)	ข้อกำหนดเกี่ยวกับการเผยแพร่ผลการดำเนินการในขั้นตอนที่ 1, 3, 5 และ 8	(14) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ ด้านการสื่อสารโดยต้องมีกระบวนการรับฟังความเห็นจากทั้งภายในและภายนอกองค์การ
7.5) การจัดการเอกสารและสารสนเทศ (Documented Information)	-	(15) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ เรื่องการควบคุมเอกสาร ตั้งแต่การอนุมัติ ปรับปรุง ชี้บ่งสถานะ เก็บรักษา ไปจนถึงเผยแพร่
8) การดำเนินการ (Operation)		
8.1) การวางแผนด้านการปฏิบัติและควบคุมงาน (Operational Planning and Control)	ขั้นตอนที่ 6 การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนฯ	(16) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ เกี่ยวกับการควบคุมด้านการปฏิบัติและบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้พลังงานอย่างมีนัยสำคัญ
8.2) ข้อกำหนดด้านการออกแบบ (Design)	-	(17) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ ให้มีการออกแบบโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อสมรรถนะด้านพลังงาน
8.3) ข้อกำหนดด้านการจัดหา (Procurement)	-	(18) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ ให้มีการจัดหาสินค้าและบริการโดยคำนึงถึงผลกระทบด้านพลังงาน

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ข้อกำหนด ISO 50001:2018	ข้อกำหนดการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย	ประเด็นมีการดำเนินการเพิ่มเติมเมื่อเทียบกับ ISO 50001:2018
9) การประเมินสมรรถนะ (Performance Evaluation)		
9.1) การเฝ้าระวัง การวัด การวิเคราะห์ และการประเมิน (MMAE of Energy Performance and EnMS)	ขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน	(19) การจัดทำระเบียบปฏิบัติเกี่ยวกับการติดตามและเฝ้าระวังความผิดปกติของระบบจัดการพลังงาน โดยเปรียบเทียบการใช้งานจริงกับการพยากรณ์ (20) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ เกี่ยวกับการทบทวนความจำเป็นด้านการวัดและการสอบเทียบเครื่องมือ (21) การทบทวนและเฝ้าระวังความสอดคล้องกับกฎหมายและข้อกำหนดด้านพลังงานที่เกี่ยวข้อง
9.2) การตรวจประเมินการจัดการพลังงานภายใน (Internal Audit)	ขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน	-
9.3) การทบทวนโดยฝ่ายบริหาร (Management Review)	ขั้นตอนที่ 8 ทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน	-

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ข้อกำหนด ISO 50001:2018	ข้อกำหนดการจัดการพลังงานภาคบังคับ ของประเทศไทย	ประเด็นมีการดำเนินการเพิ่มเติม เมื่อเทียบกับ ISO 50001:2018
10) การพัฒนาปรับปรุง (Improvement)		
10.1) การป้องกันและแก้ไขสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด (Nonconformity and Corrective Action)	ขั้นตอนที่ 8 ทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน	(22) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ ในการระวัง แก้ไข และป้องกันสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด
10.2) การพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continual Improvement)	ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน	-

ที่มา: จุฑามาศ พุดสีเสน และจิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์. (2563), กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2559), พิเชฐ ปะเสนะ และสมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์, (2557) และการสังเคราะห์ของผู้วิจัย

ผลการเปรียบเทียบข้อกำหนด ISO 50001:2018 กับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยในตารางที่ 2.1 พบว่ามีประเด็นที่ ISO 50001:2018 กำหนดให้มีการดำเนินการเพิ่มเติมนอกเหนือจากข้อกำหนดการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยอย่างน้อย 22 ประเด็น ซึ่งสามารถนำมาสู่การจัดกลุ่มและสังเคราะห์เป็นประเด็นได้ดังต่อไปนี้

1) การให้ความสำคัญกับบริบท อ้างอิงจากประเด็น (1) การทำความเข้าใจปัจจัยภายนอกเพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยภายใน (2) การทำความเข้าใจความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (8) การกำหนดกลยุทธ์และแผนงานเพื่อใช้ประโยชน์จากโอกาสและรับมือกับความเสี่ยงด้านพลังงาน (21) การทบทวนและเฝ้าระวังความสอดคล้องกับกฎหมายและข้อกำหนดด้านพลังงานที่เกี่ยวข้อง และ (14) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ ด้านการสื่อสารโดยต้องมีกระบวนการรับฟังความเห็นจากทั้งภายในและภายนอกองค์การ แสดงให้เห็นว่า ISO มุ่งเน้นให้องค์การทำความเข้าใจทั้งปัจจัยภายในและภายนอกโดยเฉพาะผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง (Interested Parties) โดยได้กำหนดให้มีกระบวนการรับฟังความเห็นจากทั้งภายในและภายนอกองค์การไว้ในข้อกำหนดด้านการสื่อสาร (14) เพื่อให้ทราบถึงจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและความเสี่ยงในการดำเนินกิจการด้านการจัดการพลังงาน อันเป็นแนวทางตามหลักการวางแผนเชิงกลยุทธ์เพื่อกำหนดยุทธศาสตร์ด้านพลังงานขององค์การและนำไปสู่วิสัยทัศน์ นโยบาย เป้าหมาย และแผนงานที่สามารถนำพาองค์การให้บรรลุเป้าหมายด้านพลังงานภายในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปซึ่งเป็นปัจจัยที่อยู่นอกเหนือการควบคุม

2) การจัดการความรู้ อ้างอิงจากประเด็น (3) การกำหนดขอบเขตของระบบการจัดการพลังงาน (4) การจัดทำคู่มือของระบบการจัดการพลังงาน (9) การจัดทำระเบียบวิธีการทบทวนด้านพลังงาน และ (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (22) การจัดทำระเบียบวิธีปฏิบัติเกี่ยวกับการฝึกอบรม การสื่อสาร การควบคุมเอกสาร การควบคุมด้านปฏิบัติการ การออกแบบ การจัดหาสินค้าและบริการ การเฝ้าระวัง การวัด การป้องกันและแก้ไข แสดงให้เห็นว่า ISO ให้ความสำคัญกับการจัดทำเอกสารในระดับที่สูงกว่าการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยเป็นอย่างมาก เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นมาตรฐานเดียวกันและสามารถถ่ายทอดสู่บุคคลอื่นเมื่อมีการเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงความรับผิดชอบได้โดยง่ายอันเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับหลักการจัดการความรู้ (Knowledge Management) นอกจากนี้ยังสะดวกต่อการติดตาม ตรวจสอบ และตรวจประเมินความถูกต้องครบถ้วนของระบบการจัดการพลังงานอีกด้วย

3) การคัดเลือกปัจจัยนำเข้า อ้างอิงจากประเด็น (6) การเพิ่มเติมประเด็นเกี่ยวกับการออกแบบและการจัดหาผลิตภัณฑ์/บริการด้านพลังงานที่มีประสิทธิภาพ และทำให้เกิดการปรับปรุงสมรรถนะด้านพลังงานในนโยบายฯ (17) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ ให้มีการออกแบบโดยคำนึงถึง

ผลกระทบที่มีต่อสมรรถนะด้านพลังงาน และ (18) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ ให้มีการจัดหาสินค้าและบริการโดยคำนึงถึงผลกระทบด้านพลังงาน แสดงให้เห็นว่า ISO ให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการพลังงานตั้งแต่การคัดเลือกปัจจัยนำเข้า อันได้แก่ การออกแบบ การจัดหาสินค้าและบริการ

4) ความชัดเจนของอำนาจ หน้าที่ และความรับผิดชอบ อ้างอิงจากประเด็น (5) การแต่งตั้งตัวแทนฝ่ายบริหาร (EnMR) (7) การกำหนดอำนาจหน้าที่ด้านพลังงานของบุคลากรในแต่ละตำแหน่ง (13) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ เกี่ยวกับความสามารถและการฝึกอบรมด้านการจัดการพลังงานของบุคลากรในแต่ละตำแหน่ง (16) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ เกี่ยวกับการควบคุมด้านปฏิบัติการและการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้พลังงานอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่า ISO มีการกำหนดอำนาจ หน้าที่ และความรับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดการพลังงานของบุคลากรในแต่ละระดับชั้นที่ชัดเจนชัดเจนกว่าการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับการแต่งตั้งผู้จัดการพลังงาน (EnMR) ที่มีสถานะเป็นตัวแทนฝ่ายบริหารทำให้มีอำนาจในการขับเคลื่อนกิจกรรมด้านการจัดการพลังงานในองค์การที่ชัดเจนกว่าผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน หรือการระบุหน้าที่บทบาทด้านพลังงานของบุคลากรในแต่ละระดับชั้นเพื่อความชัดเจนในการมีส่วนร่วมด้านการจัดการพลังงาน ซึ่งเชื่อมโยงกับระเบียบปฏิบัติเกี่ยวกับความสามารถและการฝึกอบรมด้านการจัดการพลังงานของบุคลากรในแต่ละตำแหน่ง รวมถึงระเบียบปฏิบัติ เกี่ยวกับการควบคุมด้านปฏิบัติการและการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้พลังงานอย่างมีนัยสำคัญด้วย

5) การวัดและติดตามผล อ้างอิงจากประเด็น (19) การจัดทำระเบียบปฏิบัติเกี่ยวกับการติดตามและเฝ้าระวังความผิดปกติของระบบจัดการพลังงาน โดยเปรียบเทียบการใช้งานจริงกับการพยากรณ์ (20) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ เกี่ยวกับการทบทวนความจำเป็นด้านการวัดและการสอบเทียบเครื่องมือ (22) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ ในการระวัง แก้ไข และป้องกันสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด แสดงให้เห็นว่า ISO ให้ความสำคัญกับเฝ้าระวัง ติดตาม และวัดผล สมรรถนะด้านพลังงานขององค์การ กระบวนการ ระบบ หรือ อุปกรณ์ ซึ่งในกิจกรรมดังกล่าวเครื่องมือวัดถือเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ขาดไม่ได้ ซึ่งหากองค์การขาดความพร้อมในด้านเครื่องมือวัดก็จะทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการดำเนินการ (Do) รวมถึงขั้นตอนการติดตาม (Check) เนื่องจากขาดข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการเฝ้าระวัง ติดตาม และประเมินผลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ทำให้ระบบการจัดการพลังงานในขั้นตอนดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพ จึงได้มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการทบทวนความจำเป็นด้านการวัดและการสอบเทียบเครื่องมือวัด สำหรับการเฝ้าติดตาม ใน ISO 50001 ซึ่งยังไม่ได้ถูกระบุไว้อย่างชัดเจนในข้อกำหนดด้านการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (มีการระบุให้แสดงเจตจำนงค์ในการสนับสนุนทรัพยากรที่จำเป็นอย่างเพียงพอในนโยบายการอนุรักษ์พลังงานเท่านั้น)

6) คุณภาพของการวิเคราะห์ข้อมูล อ้างอิงจากประเด็น (9) การจัดทำระเบียบวิธีการทบทวนด้านพลังงาน โดยมีการกำหนดเกณฑ์ชี้บ่งลักษณะการใช้พลังงานที่มีนัยสำคัญ และตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานอย่างมีนัยสำคัญ (10) การพยากรณ์การใช้พลังงานในอนาคต (11) การกำหนดตัวชี้วัดสมรรถนะ (EnPIs) และเป้าหมายระดับกระบวนการ หรือระดับอุปกรณ์หลัก และ (12) การจัดทำข้อมูลฐานด้านพลังงาน จากการทบทวนพลังงานเบื้องต้น ซึ่งหากเปรียบเทียบกับการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยในขั้นตอนที่ 4 (การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน) พบว่ามีรายละเอียดขั้นตอนวิธีการในการวิเคราะห์ที่มากกว่าอยู่พอสมควร แสดงให้เห็นว่า ISO ให้ความสำคัญกับระเบียบวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความละเอียด ลึกซึ้ง และรัดกุมกว่าการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยก่อนที่จะนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวางแผน

7) การบริหารความเสี่ยง อ้างอิงจากประเด็น (8) การกำหนดกลยุทธ์และแผนงานเพื่อใช้ประโยชน์จากโอกาสและรับมือกับความเสี่ยงด้านพลังงาน (19) การจัดทำระเบียบปฏิบัติเกี่ยวกับการติดตามและเฝ้าระวังความผิดปกติของระบบจัดการพลังงาน โดยเปรียบเทียบการใช้งานจริงกับการพยากรณ์ (20) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ เกี่ยวกับการทบทวนความจำเป็นด้านการวัดและการสอบเทียบเครื่องมือ (21) การทบทวนและเฝ้าระวังความสอดคล้องกับกฎหมายและข้อกำหนดด้านพลังงานที่เกี่ยวข้อง และ (22) การจัดทำระเบียบปฏิบัติ ในการระวัง แก้ไข และป้องกันสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด แสดงให้เห็นว่า ISO ได้กำหนดให้มีการวางแนวทางการวิเคราะห์ความเสี่ยง การเฝ้าระวัง รวมถึงการวางแผนในการป้องกันและแก้ไขล่วงหน้าไว้เป็นส่วนหนึ่งของระบบการบริหารจัดการพลังงาน อันเป็นแนวทางที่สอดคล้องตามหลักการบริหารความเสี่ยงซึ่งมีแนวโน้มที่จะสามารถช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของงาน (Douglas, 2009)

2.3 ผลการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยสู่ความสำเร็จ (CSFs) ที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับปัจจัยสู่ความสำเร็จ (Critical Success Factors: CFSs) หมายถึงส่วนประกอบสำคัญที่จะนำไปสู่ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจ (Bullen & Rockart, 1981) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวม CSFs ที่คาดว่าจะมีความเกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน จากผลการศึกษาที่มีการเผยแพร่ 4 กลุ่ม ประกอบด้วย (1) CSFs ในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์ (2) CSFs ในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์ในองค์การ (3) CSFs ในการประสบความสำเร็จของทีมงานโครงการ (4) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในระบบการจัดการพลังงาน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป CSFs ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานในภาพรวม

2.3.1 CSFs ในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์

การประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการใหม่ในองค์การมักต้องเผชิญกับอุปสรรคและความท้าทายจากหลากหลายทิศทางไม่ว่าจะเป็นจากปัจจัยภายในองค์การ เช่น การให้ความสำคัญของผู้บริหาร ความเพียงพอของเงินทุน ความสามารถของบุคลากร รวมถึงพฤติกรรมเคยชินของพนักงาน เป็นต้น และปัจจัยแวดล้อมภายนอกองค์การ เช่น ความผันผวนทางเศรษฐกิจ หรือเทคโนโลยีที่มีอยู่ในตลาด เป็นต้น (Thollander & Johansson, 2015) ซึ่งทำให้การประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการในบางองค์การอาจไม่ประสบความสำเร็จ อย่างไรก็ดีพบว่าหลังจากมีการเผยแพร่ ISO 50001 ภาคอุตสาหกรรมของสหภาพยุโรป (EU) สามารถลดการใช้พลังงานลงได้เฉลี่ยประมาณร้อยละ 1.4 ต่อปี (ODYSSEE-MURE, 2015) อันแสดงให้เห็นว่ามีหลายองค์การที่ประสบความสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงานด้วยการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานเช่นกัน จึงคาดหมายได้ว่าองค์การเหล่านี้ควรมี CSFs บางประการที่มีความคล้ายคลึงกัน รวมถึงอาจมีความคล้ายคลึงกับองค์การที่ประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้กระบวนการบริหารจัดการที่มีวัตถุประสงค์ที่ใกล้เคียงกันคือการบริหารจัดการภายใต้แนวคิดแบบลีน (Lean Thinking) ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนจากความสูญเปล่า (Waste) ไปสู่คุณค่า (Value) หรือลดความสูญเปล่าให้เหลือน้อยที่สุด (Womack & Jones, 2003) โดยผลจากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า CSFs ที่มีความสำคัญและมักถูกนำเสนอว่ามีความสัมพันธ์กับความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์นั้น ประกอบด้วย

1) การมีส่วนร่วมของผู้บริหาร อันหมายถึง การเข้ามามีส่วนร่วมในการผลักดันและให้การสนับสนุนการดำเนินประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์ของผู้บริหารระดับสูง เช่น การกำหนดกลยุทธ์และนโยบาย การสร้างแรงจูงใจ รวมถึงกรสนับสนุนด้านทรัพยากร เป็นต้น (Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Al-Najem et al., 2012; Manville et al., 2012; Carleysmith et al., 2009)

2) ความเป็นรูปธรรมของตัวชี้วัดและเป้าหมาย อันหมายถึง การออกแบบและเลือกใช้ตัวชี้วัดที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการของปฏิบัติตามระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์ ซึ่งต้องมีความชัดเจน แม่นยำ เข้าใจง่าย และเข้าถึงตัวบุคคล นอกจากนี้ยังต้องสามารถตรวจวัดเก็บข้อมูลเพื่อแสดงผลได้อย่างเป็นรูปธรรม พร้อมทั้งกำหนดเป้าหมายที่สามารถแสดงให้เห็นเป็นเชิงปริมาณ (จับต้องได้) และมีความสมเหตุสมผลอยู่บนพื้นที่ฐานของความเป็นจริงที่สามารถบรรลุได้ (Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013) ซึ่งอาจจำเป็นต้องมีอุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสมเข้ามาสนับสนุน เช่น เครื่องมือในการตรวจวัดผลการดำเนินงาน (Al-

Balushi et al., 2014; Robinson et al., 2012) หรือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และโปรแกรมวิเคราะห์ (Psychogios & Tsironis, 2016) เป็นต้น

3) ความชัดเจนในการวางแผน อันหมายถึง ความชัดเจนในการจัดลำดับกิจกรรมที่ต้องดำเนินการ ตั้งแต่ดำเนินการได้โดยทันทีไปจนถึงกิจกรรมที่ต้องใช้เวลาในการตระเตรียมการ อย่างสมเหตุผล (Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013) ทั้งนี้เพื่อให้การประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์เป็นไปอย่างเหมาะสมและครอบคลุม (Manville et al., 2012)

4) หน้าที่และบทบาทที่ชัดเจน อันหมายถึง การที่บุคลากรในองค์การได้รับทราบเข้าใจ และตระหนักถึงหน้าที่ความรับผิดชอบของตนเองภายใต้ระบบบริหารจัดการที่ประยุกต์ใช้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะบุคลากรที่เป็นกลไกหลักอย่างผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (Thollander & Palm, 2013) รวมถึงฝ่ายบุคคล (HR) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการควบคุมและพัฒนาบุคลากรขององค์การ (Psychogios & Tsironis, 2016; Timans et al., 2012) โดยเฉพาะหากสามารถทำให้เกิดการกระจายอำนาจ (Al-Balushi et al., 2014) และการควบคุมไปสู่บุคลากรในองค์การเพื่อให้สามารถมีส่วนร่วมได้อย่างเหมาะสม (Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013) ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานภายใต้การประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์แล้วยังช่วยลดข้อขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้นระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในระหว่างการดำเนินระบบบริหารจัดการจัดการเชิงอนุรักษ์ด้วย (Parkhi, 2019)

5) การพัฒนาความสามารถของบุคลากร อันหมายถึง การฝึกอบรมพัฒนาความสามารถของบุคลากรที่ตรงกับความสามารถที่ต้องการในการบรรลุผลสำเร็จในการปฏิบัติงานตามหน้าที่ภายใต้ระบบบริหารจัดการจัดการเชิงอนุรักษ์ของบุคลากรในแต่ละระดับชั้น (Psychogios & Tsironis, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Manville et al., 2012; Delgado, et al, 2010) ซึ่งรวมถึงความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างดำเนินระบบบริหารจัดการจัดการเชิงอนุรักษ์ด้วย (Parkhi, 2019)

6) การสร้างแรงจูงใจ อันหมายถึง การใช้วิธีการในลักษณะของการตั้งรางวัลเมื่อบรรลุเป้าหมาย เช่น การให้ค่าจ้าง รางวัล หรือ แข่งขันเพื่อบรรลุเป้าหมายของระบบบริหารจัดการจัดการเชิงอนุรักษ์ เป็นต้น (Parkhi, 2019; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013)

7) ความสอดคล้องกับวัฒนธรรมองค์การที่มีอยู่เดิม อันหมายถึง ผลกระทบที่เกิดจากวัฒนธรรมองค์การที่มีอยู่เดิมซึ่งอาจส่งผลต่อการประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์ เช่น ความมีนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ ความมีเหตุมีผล ความนิยมทำงานเป็นทีม หรือ การมุ่งความสำเร็จตามเป้าหมายและการแข่งขัน เป็นต้น (Parkhi, 2019; Pimentel & Major, 2016; Psychogios & Tsironis, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Lubowe & Blitz, 2008)

2.3.2 CSFs ในด้านการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์

การศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพด้านพลังงานในอดีตมักอยู่บนพื้นฐานของมุมมองเชิงเทคโนโลยี (Technological Aspect) ทำให้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์ในด้านการอนุรักษ์พลังงานไม่มากนัก ทั้งที่ผลสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงานนั้นสามารถเกิดขึ้นได้จาก 4 วิธีการ คือ (1) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง (Energy-efficient technology) (2) การควบคุมการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ (Load Management) (3) การเปลี่ยนแปลงแหล่งพลังงาน (Change of energy carrier) และ (4) พฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงาน (Energy-efficient behavior) (Thollander & Palm, 2013) ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงแนวทางการปฏิบัติงานในแต่ละวันหรือการเพิ่มพูนจิตสำนึก ความตระหนัก และความรู้ในการใช้พลังงานและการแก้ไขปัญหาก็สามารถสร้างผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้เป็นอย่างมากและถือเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพ (Björkman et al., 2016; Adelaziz et al., 2011) อีกทั้งยังเป็นมาตรการที่สามารถดำเนินการได้รวดเร็วและมีต้นทุนต่ำ เพียงแต่ในทางปฏิบัติแล้วมักเป็นการยากที่จะนำระบบบริหารจัดการที่มีลักษณะเป็นนวัตกรรมเชิงป้องกัน (Preventive Innovations) อย่างระบบการจัดการพลังงานมาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเคยชินที่มีอยู่เดิม เนื่องจากผลกระทบที่เกิดขึ้นมักไม่ชัดเจนและต้องการระยะเวลาในการแสดงผลให้ปรากฏเป็นที่ประจักษ์ (Rogers, 2003) ทำให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมักจำเป็นต้องใช้เวลานานและมีความผันผวนในช่วงเริ่มต้นจากพฤติกรรมต่อต้าน (Thollander & Palm, 2013) จนกว่าจะบรรลุถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ยั่งยืน จึงจำเป็นต้องคำนึงถึง CSFs ที่ช่วยผลักดันและประคับประคองการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของ CSFs ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน ซึ่งมีปัจจัยที่มักถูกนำเสนอว่ามีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์ในองค์การดังต่อไปนี้

1) ภาวะผู้นำ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้นำแสดงออกเพื่อผลักดันให้สมาชิกในองค์การบรรลุเป้าหมาย (Robbins, 2001) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ได้รับการพิสูจน์ว่ามีอิทธิผลต่อความสำเร็จขององค์การโดยทั่วไป (Nixon et al. 2012) ดังนั้น หากผู้นำองค์การแสดงออกถึงวิสัยทัศน์ที่ชัดเจนในด้านการอนุรักษ์พลังงานและประพฤติตนเป็นแบบอย่าง รวมถึงมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้านการประหยัดพลังงานในองค์การอย่างจริงจัง ย่อมมีโอกาสส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงานของบุคลากร (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Johansson, 2015; Nisiforou et al., 2012)

2) การตั้งเป้าหมาย บุคลากรจะต้องสามารถตระหนักถึงความสำคัญและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการบรรลุเป้าหมายของระบบการจัดการพลังงานอย่างเป็นรูปธรรมจึงจะนำไปสู่ความ

เข้าใจและยอมรับจนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม (Steg et al., 2013; Owen & Beevor, 2009; Rohdin & Thollander, 2006) โดยการตั้งเป้าหมายต้องมีความเป็นรูปธรรม ชัดเจน ท้าทาย และเฉพาะเจาะจง จึงจะนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ของการปฏิบัติงานตามทฤษฎีการตั้งเป้าหมาย (Goal-setting theory) (Locke & Latham, 2013) นอกจากนี้ยังควรมีความสอดคล้องกับกลยุทธ์และเป้าหมายโดยรวมขององค์การ (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Psychogios & Tsironis, 2016)

3) การสื่อสาร ลักษณะการสื่อสารที่เอื้อต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมคือการแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างสม่ำเสมอระหว่างตัวแทนการเปลี่ยนแปลง (เช่น ฝ่ายบริหารองค์การ) กับผู้รับข้อมูล (เช่น บุคลากรภาคปฏิบัติ) ซึ่งต้องไม่ใช่การส่งข้อมูลเพียงฝ่ายเดียวแต่ควรเป็นการสื่อสารแบบสองทาง (Two-Way Communication) (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Pimentel & Major, 2016; Rogers, 2003) และจะดียิ่งขึ้นหากเป็นการสื่อสารที่เฉพาะเจาะจงไปยังแต่ละตัวบุคคล (Thollander & Ottosson, 2010)

4) การสร้างแรงจูงใจ ผลการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านการประหยัดพลังงานส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากแรงจูงใจไม่ว่าจะเป็นในลักษณะของบทลงโทษหรือการให้สินจ้างรางวัลล้วนมีโอกาสส่งผลต่อพฤติกรรมของพนักงาน (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Foss & Lindenberg, 2013)

5) วัฒนธรรมองค์การ หมายถึง ค่านิยม ความเชื่อ และหลักการของสมาชิกองค์การที่มีอยู่เดิม (Schein, 1990) ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับบรรทัดฐานส่วนบุคคล (Personal Norms) อันได้แก่ ความรู้สึกทางศีลธรรมและความตั้งใจที่จะมีส่วนร่วมกับกิจกรรมโดยเฉพาะพฤติกรรมที่เป็นประโยชน์ (Van Der Werf & Steg, 2016) และ บรรทัดฐานทางสังคม (Social Norms) อันได้แก่ แนวทางหรือความคาดหวังด้านพฤติกรรมในกลุ่มหรือสังคมในการกำหนดสิ่งที่ถือว่าเป็นเรื่องปกติหรือน่าพอใจทั้งที่ถูกตราเป็นกฎเกณฑ์อย่างชัดเจนและเป็นที่ทราบกันโดยนัย (Frederiks et al., 2015) ซึ่งมักส่งผลต่อ “ความร่วมมือ” อันหมายถึงความต้องการที่จะบรรลุเป้าหมายโดยไม่จำเป็นต้องมีผลประโยชน์หรือแรงจูงใจ (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Håkonsson et al., 2016; Johansson, 2015) และส่งผลต่อการตัดสินใจยอมรับ การเข้ามามีส่วนร่วม รวมถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Shakil, 2012; Nisiforou et al., 2012)

2.3.3 CSFs ในการประสบความสำเร็จของทีมงานโครงการ

“คณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน” ถือเป็นกลไกหลักที่ใช้ในการขับเคลื่อนระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานเป็นทีม (Team Work) นอกจากนี้ยังมีหลายงานวิจัยที่ยืนยันว่าการทำงานเป็นทีมเป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยสู่สำเร็จในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการ

เชิงอนุรักษ์ (Lubowe & Blitz, 2008; Neuhaus & Guarraia, 2007) จึงคาดว่า CSFs ที่ส่งผลให้การทำงานเป็นทีมประสบความสำเร็จก็มีโอกาสที่จะมีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ระบบจัดการพลังงานด้วยเช่นกัน ซึ่งผลจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีปัจจัยที่มักถูกนำเสนอว่ามีความสัมพันธ์กับความสำเร็จของทีมงานโครงการดังต่อไปนี้

1) การสนับสนุนของฝ่ายบริหาร หมายถึง การที่ผู้บริหารองค์การให้ความสนใจ เข้ามามีส่วนร่วม และให้การสนับสนุนทรัพยากรในการดำเนินโครงการ (Huang & Lin, 2006) เช่น การเข้าร่วมประชุม ร่วมกิจกรรม สนับสนุนเงินงบประมาณ สนับสนุนบุคลากร และสนับสนุนเครื่องมือที่จำเป็นต่อการดำเนินโครงการ เป็นต้น ซึ่งส่งผลเชิงบวกต่อความสามารถและผลสำเร็จของทีม (Liu & Cross, 2016; Dayan, 2010; Scott, 1997)

2) ภาวะผู้นำของหัวหน้าทีม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมของหัวหน้าทีมย่อมส่งผลต่อสมาชิกในทีมทั้งในแง่ของประสิทธิภาพ ประสิทธิผล รวมถึงนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ ในลักษณะเดียวกับผู้นำองค์การ (Dayan & Di Benedetto, 2009; Thamhain, 2003)

3) ความเข้าใจเป้าหมาย หมายถึง การให้นิยามเกี่ยวกับเป้าหมายของงานอย่างชัดเจนและสื่อสารให้สมาชิกในทีมได้เข้าใจถึงความสำคัญของเป้าหมายของงานที่มีต่อองค์การ (Thamhain & Wilemon, 1987) ซึ่งจะทำให้สมาชิกในทีมมุ่งความสนใจในการที่จะบรรลุในสิ่งเดียวกันตลอดการทำงานและนำไปสู่ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของทีม (Liu & Cross, 2016; Dayan, 2010; Hoegl et al., 2004)

4) ความสามารถของสมาชิก อันได้แก่ความสามารถในการประมวลผล ตีความ จัดการและใช้ข้อมูลของสมาชิกในทีม ซึ่งเกิดจากการศึกษา การฝึกอบรมรมให้ความรู้ และประสบการณ์ของสมาชิกแต่ละคน (Akgun et al., 2002) ซึ่งมีผลมาจากความหลากหลาย อันหมายถึง ความแตกต่างของหน้าที่บทบาทและสายการทำงานของสมาชิกมรทีมในองค์การด้วย โดยความสามารถของสมาชิกแต่ละคนในทีมจะส่งผลโดยตรงต่อความสามารถของทีมโดยเฉพาะในด้านนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ (Liu & Cross, 2016; Ryan & O'Connor, 2009; Dayan & Colak, 2008; Horwitz & Horwitz, 2007; Reagans et al., 2004)

5) การสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วย การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างสมาชิกในทีม (Internal Communication) และการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องนอกทีม (External Communication) (Pinto & Pinto, 1990) รวมถึงการตรวจสอบและรวบรวมข้อคิดเห็น (Feed Back) เพื่อนำมาใช้ประกอบการพัฒนาปรับปรุงการดำเนินงานของทีม (Akgun et al., 2006) ล้วนมีโอกาสส่งผลต่อความสามัคคี (Bradley & Hebert, 1997) และความร่วมมือ (Hoegl & Gemuenden, 2004) ในการทำงานร่วมกันระหว่างสมาชิกทั้งในทีมและนอกทีม อันส่งผลต่อความสำเร็จในการทำงานเป็นทีม

(Liu & Cross, 2016; Dayan & Di Benedetto, 2009; Yeh & Chou, 2005; Thamhain, 2003; Patrashkova-Volzdoska et al., 2003)

6) การสร้างแรงจูงใจ หมายถึงการให้รางวัลตอบแทนสมาชิกในทีมทั้งในลักษณะของการเลื่อนตำแหน่ง เงินเดือน หรือให้โบนัสพิเศษจากผลงาน ซึ่งมักส่งผลต่อขวัญกำลังใจและความทุ่มเท (Effort) ที่สมาชิกในทีมให้กับงานของทีมและส่งผลต่อไปยังผลสำเร็จของงาน (Huang & Lin, 2006; Thamhain, 1990)

2.3.4 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในระบบการจัดการพลังงาน

ปัจจุบันโลกได้เข้าสู่ยุคของการเปลี่ยนแปลงจากผลกระทบในด้านเทคโนโลยี (Technology Disruptions) ซึ่งรวมถึงระบบการบริหารจัดการพลังงาน เนื่องจากพัฒนาการของเทคโนโลยีสมัยใหม่ทั้งในด้านตัวอุปกรณ์ (Hardware) ตัวรับรู้ (Sensors) การเชื่อมต่อ (Connectivity) ระบบจัดเก็บข้อมูล (Data Storage) และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมประมวลผล (Software) ล้วนเป็นโอกาสในการที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพและประสิทธิผลการดำเนินงานในแต่ละกระบวนการขององค์การ (Guttentag & Smith, 2017) โดยมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงผลสำเร็จของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเหล่านี้ไม่ว่าจะเป็นในภาคอุตสาหกรรมการผลิต (Mawed & Al-Hajj, 2017; Chongwatpol, 2016) ธุรกิจบริการ (Buhalis et al., 2019) อาคารสำนักงาน (Tushar et al., 2018; Guzhov & Krolin, 2018) หรือ บ้านอยู่อาศัย (Al-Ali et al, 2017) รวมถึงการบริหารจัดการในขอบเขตที่ใหญ่กว่า เช่น เมืองอัจฉริยะ (Smart city) (Brundu et al., 2017) หรือการบริหารจัดการแบบบูรณาการในห่วงโซ่อุปาทาน (Shokouhyar et al., 2019) โดยผลจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีโอกาสช่วยเสริมความสำเร็จในการประยุกต์ใช้บระบบการบริหารจัดการพลังงานดังต่อไปนี้

1) ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (Energy Automation System: EAS) คือ การนำระบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมการผลิต การส่ง และการใช้พลังงานให้เป็นไปอย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นแนวคิดพื้นฐานที่ได้มีการประยุกต์ใช้มาอย่างยาวนานกว่า 20 ปีแต่ก็มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติในแต่ละสถานประกอบการมีศักยภาพและขอบเขตความสามารถที่แตกต่างกันไป เช่น อาจเป็นเพียงระบบที่มีการรวมศูนย์ข้อมูลและการควบคุมเฉพาะอุปกรณ์ที่สำคัญบางส่วนไว้ยังส่วนกลางแต่ยังคงการควบคุมด้วยมนุษย์ ไปจนถึงเป็นระบบที่มีการรวบศูนย์ข้อมูลและการควบคุมอุปกรณ์ทั้งหมดมายังส่วนกลางพร้อมทั้งมีการใช้โปรแกรมอัตโนมัติ (Software) ในการควบคุม เป็นต้น

2) โครงข่ายการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (Internet of Thing: IoT) คือ แนวคิดในการเชื่อมโยงการสื่อสารและการควบคุมระหว่างตัวอุปกรณ์โดยอัตโนมัติ (Rouse, 2019) อันเป็นผลมา

จากความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านโครงข่าย Internet และเทคโนโลยี Sensors ซึ่งสามารถนำมาใช้ยกระดับการควบคุมของ EAS ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปได้อีก (Buhalis et al., 2019; Shokouhyar et al., 2019; Tushar et al., 2018; Brundu et al., 2017; Al-Ali et al, 2017) ด้วยการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์แต่ละชิ้นซึ่งทำให้นอกจากจะทำให้ได้รับข้อมูลมาประกอบการวิเคราะห์และวางแผนมากขึ้นแล้ว ยังเป็นการเพิ่มช่องทางในการควบคุมการใช้งานของอุปกรณ์ที่มีความเกี่ยวเนื่องกันให้สามารถทำงานสอดคล้องกันได้เองโดยอัตโนมัติ โดยที่ไม่ต้องพึ่งพิงการรวบศูนย์การควบคุมจากส่วนกลางเพียงอย่างเดียวอีกด้วย

3) ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) คือ แนวคิดในการใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่มีความละเอียดอย่างมากซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลสภาพการทำงานจากอุปกรณ์ทุกชิ้นด้วยเทคโนโลยี IoT แล้วนำมาทำการวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงเงื่อนไขในการควบคุมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าเดิมโดยอาศัยภูมิปัญญาประดิษฐ์ซึ่งเป็น Software ที่สามารถเรียนรู้และตัดสินใจปรับปรุงเงื่อนไขในการทำงานให้เหมาะสมกับเป้าหมายที่วางไว้ได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถทำให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานอย่างต่อเนื่องได้โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพึงการวิเคราะห์และวางแผนโดยมนุษย์ (Buhalis et al., 2019; Guzhov & Krolin, 2018; Al-Ali et al, 2017)

ทั้งนี้ แม้ว่าในอดีตที่ผ่านมาเทคโนโลยีเหล่านี้อาจยังมีการประยุกต์ใช้ในสถานประกอบการจำนวนไม่มากนัก แต่ด้วยราคาที่ถูกลงอย่างต่อเนื่องทำให้สามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้นประกอบกับศักยภาพที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งการใช้งานก็มีความง่ายและสะดวกสำหรับผู้ควบคุมมากยิ่งขึ้นจนเริ่มมีต้นแบบการประยุกต์ใช้ที่ประสบความสำเร็จและได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายมากขึ้นจึงทำให้มีความเป็นไปได้ที่เทคโนโลยีเหล่านี้อาจจะเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งหรือแทนที่ข้อกำหนดการจัดการพลังงานภาคบังคับในอนาคต

2.3.5 สรุป CSFs ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

ผลการศึกษาทบทวนเกี่ยวกับ CSFs ในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์ ความสำเร็จของทีมงานโครงการ รวมถึงผลจากการประยุกต์เทคโนโลยีที่ทันสมัยในระบบการจัดการพลังงาน ทำให้พบปัจจัยร่วมที่มีความโดดเด่นและคาดว่าจะส่งผลต่อความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงาน สรุปได้ดังต่อไปนี้

1) การมีส่วนร่วมของผู้บริหาร หมายถึง การเข้ามามีส่วนร่วมในการผลักดันและให้การสนับสนุนการดำเนินระบบจัดการพลังงานของผู้บริหารระดับสูง ตั้งแต่ขั้นตอนการแสดงวิสัยทัศน์และนโยบาย การสร้างแรงจูงใจ การสนับสนุนทรัพยากร ไปจนถึงภาวะผู้นำในการเป็นแบบอย่างและมีส่วนร่วม ซึ่งเป็น CSF ที่มีความโดดเด่นในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิง

อนุรักษ์ (Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Al-Najem et al., 2012; Manville et al., 2012; Carleysmith et al., 2009) และครอบคลุมปัจจัย “การสนับสนุนของฝ่ายบริหาร” ซึ่งเป็น CSF ในการประสบความสำเร็จของทีมงานโครงการ (Liu & Cross, 2016; Dayan, 2010; Scott, 1997) รวมถึงเชื่อมโยงกับ “ภาวะผู้นำ” ซึ่งเป็น CSF ในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์ในองค์การ (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Johansson, 2015; Nisiforou et al., 2012)

2) ความเป็นรูปธรรมของเป้าหมาย หมายถึง การกำหนดเป้าหมายที่เข้าใจง่าย สมเหตุสมผล เข้าถึงตัวบุคคล รวมถึงสอดคล้องเป็นเนื้อเดียวกันกับกลยุทธ์และเป้าหมายโดยรวมขององค์การเพื่อให้บุคลากรเกิดการยอมรับและนำไปสู่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามแนวทาง “การตั้งเป้าหมาย” ซึ่งเป็น CSF ในด้านการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์ (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Psychogios & Tsironis, 2016; Steg et al., 2013; Owen & Beevor, 2009; Rohdin & Thollander, 2006) โดยเลือกใช้ตัวชี้วัดที่มีความชัดเจน สะท้อนให้เห็นถึงผลการของปฏิบัติในด้านการอนุรักษ์พลังงาน รวมถึงสามารถตรวจวัดเก็บข้อมูลและแสดงผลเป็นเชิงปริมาณที่จับต้องได้เพื่อให้เกิด “ความเป็นรูปธรรมของตัวชี้วัดและเป้าหมาย” ซึ่งเป็น CSF ของการประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์ (Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013) และมีความเชื่อมโยงกับ “ความเข้าใจเป้าหมาย” ซึ่งเป็น CSF ในการประสบความสำเร็จของทีมงานโครงการ (Liu & Cross, 2016; Dayan, 2010; Hoegl et al., 2004)

3) หน้าที่และบทบาทที่ชัดเจน หมายถึง การที่บุคลากรได้รับทราบ เข้าใจ และตระหนักถึงหน้าที่ความรับผิดชอบของตนเองภายใต้ระบบบริหารจัดการที่ประยุกต์ใช้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะบุคลากรที่เป็นกลไกหลักอย่างผู้จัดการพลังงาน หรือ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน รวมถึงฝ่ายบุคคล ซึ่งเป็น CSF ที่มีความโดดเด่นในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์ (Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013)

4) ความสามารถของบุคลากร หมายถึง ความสามารถทั้งในด้านการบริหารจัดการ การวิเคราะห์ประมวลผล และการนำไปปฏิบัติ ตามหน้าที่บทบาทของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงาน โดยมีลักษณะเดียวกันกับ “ความสามารถของสมาชิก” ซึ่งเป็น CSF ในการประสบความสำเร็จของทีมงานโครงการ (Liu & Cross, 2016; Ryan & O'Connor, 2009; Dayan & Colak, 2008; Horwitz & Horwitz, 2007; Reagans et al., 2004) และยังส่งผลต่อ “การพัฒนาความสามารถของบุคลากร” ซึ่งเป็น CSF ในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์ (Parkhi, 2019;

Psychogios & Tsironis, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Manville et al., 2012; Delgado, et al, 2010)

5) การสร้างแรงจูงใจ พบว่า “การสร้างแรงจูงใจ” เป็น CSF ที่ปรากฏให้เห็นโดดเด่นทั้งในด้านการประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์ (Parkhi, 2019; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013) การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์ในองค์การ (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Foss & Lindenberg, 2013) และการประสบความสำเร็จของงานโครงการ (Huang & Lin, 2006; Thamhain, 1990) ดังนั้น จึงค่อนข้างชัดเจนบทลงโทษหรือการให้รางวัลล้วนมีโอกาสส่งผลต่อความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการพลังงาน

6) การสื่อสาร ประกอบด้วย การแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างมีคุณภาพทั้งระหว่างสมาชิกในองค์การและการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายนอก รวมถึงการตรวจสอบและรวบรวมข้อคิดเห็น (Feed Back) เพื่อพัฒนาปรับปรุงการดำเนินงาน ซึ่งเป็น CSF ในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์ในองค์การ (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Ottosson, 2010; Rogers, 2003) และการประสบความสำเร็จของทีมงานโครงการ (Liu & Cross, 2016; Dayan & Di Benedetto, 2009; Yeh & Chou, 2005; Thamhain, 2003; Patrashkova-Volzdoska et al., 2003)

7) วัฒนธรรมองค์การ จากผลการศึกษาเกี่ยวกับ CSF ในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์ (Parkhi, 2019; Pimentel & Major, 2016; Psychogios & Tsironis, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Lubowe & Blitz, 2008) และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์ในองค์การ (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Shakil, 2012; Nisiforou et al., 2012) พบว่า วัฒนธรรมองค์การที่มีอยู่เดิมมีโอกาสส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

8) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย พบว่า มีความเป็นได้ที่จะประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (Energy Automation System: EAS) ในการจัดการพลังงานเพื่อควบคุมการผลิต การส่ง และการใช้พลังงานให้เป็นไปอย่างมาประสิทธิภาพเพื่อลดการพึ่งพิงกระบวนการที่ดำเนินการโดยมนุษย์ เนื่องจากปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีที่ช่วยยกระดับประสิทธิผล EAS ได้แก่ โครงข่ายการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (Internet of Thing: IoT) ซึ่งช่วยเพิ่มช่องทางในการรับส่งข้อมูลและควบคุมการใช้งานของอุปกรณ์ที่มีความเกี่ยวเนื่องกันให้ทำงานสอดคล้องกันได้เองโดยไม่ต้องอาศัยการควบคุมจากส่วนกลาง หรือ การต่อยอดด้วยเทคโนโลยีฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อนำข้อมูลที่ถูกรวบรวมจาก IoT มาทำการวิเคราะห์และเรียนรู้หาแนวทางปรับปรุงเงื่อนไขการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นโดยอัตโนมัติ เป็นต้น (Shokouhyar et

al., 2019; Tushar et al., 2018; Brundu et al., 2017; Guzhov & Krolin, 2018; Mawed & Al-Hajj, 2017; Chongwatpol, 2016)

2.4 การประเมินผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

2.4.1 ประสิทธิภาพด้านพลังงาน (Energy Efficiency)

หมายถึง ความสามารถเชิงพลังงานในการผลิตสินค้าหรือบริการ ซึ่งหากสามารถลดปริมาณพลังงานที่ใช้ในการผลิตสินค้าหรือบริการในปริมาณเท่าเดิมได้ ย่อมแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพด้านพลังงาน ดังนั้น ประสิทธิภาพด้านพลังงาน จึงเป็นเสมือนตัวชี้วัด (Indicators) ในการเปรียบเทียบความสามารถในการบริหารจัดการต้นทุนด้านพลังงาน หรือความสามารถในการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเป็นส่งผลต่อต้นทุนการผลิตสินค้าและบริการ ไปจนถึงความสามารถในการแข่งขัน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ดีในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงาน มักจะประสบปัญหาคือ การใช้พลังงานในองค์การมีความหลากหลาย รวมถึงผลผลิตก็มีความหลากหลาย อีกทั้งยังมีปริมาณไม่คงที่ จึงจำเป็นต้องมีหลักวิธีในการวิเคราะห์คำนวณ เพื่ออธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต ปริมาณการผลิต และเทคโนโลยี (Sickles & Zelenyuk, 2019) ได้แก่

- ปริมาณการใช้พลังงาน (Energy Consumption) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มเป้าหมายมีการใช้พลังงานโดยรวมเป็นจำนวนเท่าไหร่ โดยแสดงในรูปของหน่วยพลังงานหรือพลังงานเทียบเท่า

- ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption: SEC) หรือ ค่าความเข้มการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพลังงานที่ใช้ลงไปได้ผลผลิตกลับมาเป็นปริมาณหรือมูลค่า เท่าใด โดยแสดงในรูปของอัตราส่วนระหว่างปริมาณการใช้พลังงานกับปริมาณหรือมูลค่าของผลผลิตที่ได้รับ

- ความยืดหยุ่น (Energy Elasticity) ซึ่งแสดงให้เห็นถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้พลังงานต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิต โดยแสดงในรูปของตัวแปรไร้หน่วย

2.4.2 ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption: SEC)

9) เนื่องจากพลังงานเป็นหนึ่งในปัจจัยการผลิต ดังนั้น ปริมาณการใช้พลังงานจึงมีความสัมพันธ์ปริมาณผลผลิตอย่างชัดเจน จึงนิยมใช้ “ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy

Consumption: SEC)” เป็นตัวชี้วัดในการประเมินค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{SEC} = \frac{\text{Energy}}{\text{Product}} \quad (1)$$

เมื่อ SEC = ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ
Energy = ปริมาณการใช้พลังงานในช่วงเวลาหนึ่ง
Product = ปริมาณของผลผลิตในช่วงเวลาเดียวกัน

โดย SEC เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานและต้นทุนทางด้านพลังงาน และสามารถนำมาใช้ประเมินประสิทธิภาพในการใช้พลังงานได้ทั้งในระดับมหภาค เช่น ค่าความเข้มการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ซึ่งคิดจากปริมาณการใช้พลังงานต่อมูลค่าเพิ่ม ไปถึงระดับจุลภาค เช่น ดัชนีการใช้พลังงานของสถานประกอบการ ซึ่งคิดจากการใช้พลังงานของทั้งสถานประกอบการต่อปริมาณผลผลิตของสถานประกอบการ หรือดัชนีการใช้พลังงานรายกระบวนการ หรือรายอุปกรณ์ ซึ่งคิดจากการใช้พลังงานเฉพาะส่วนของแต่ละกระบวนการหรืออุปกรณ์ต่อผลผลิตเฉพาะของกระบวนการหรืออุปกรณ์ นั้น เป็นต้น

ทั้งนี้ ปัจจัยที่มีผลทำให้การใช้พลังงานจำเพาะในแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกัน คือ ประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน อันเป็นผลมาจากหลากหลายปัจจัย เช่น คุณภาพของวัตถุดิบ วิธีการหรือเทคโนโลยีที่นำมาใช้ การบำรุงรักษาเครื่องจักร การปล่อยปละละเลยให้เกิดของเสีย รวมถึงปริมาณการผลิต เนื่องจากการใช้พลังงานบางส่วนที่ไม่ได้แปรผันตามปริมาณผลผลิต เช่น การใช้พลังงานในสำนักงาน และการรักษาความปลอดภัย เป็นต้น ทำให้ค่าการใช้พลังงานจำเพาะมีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อมีการผลิตเพิ่มมากขึ้น (Economy of Scale) ซึ่งหากสามารถบริหารจัดการปัจจัยเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพก็จะทำให้ค่าการใช้พลังงานจำเพาะของสถานประกอบการลดต่ำลง หมายถึงมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ดีขึ้น

ค่า SEC ยังสามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อตั้งเป้าหมาย (Target) และควบคุมการใช้พลังงาน สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพหรือลดต้นทุนด้านพลังงานขององค์การ ซึ่งอาจมาจากการเปรียบเทียบกับองค์การอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน (External Benchmarking) หรือเปรียบเทียบผลการดำเนินงานภายในองค์การเองในช่วงเวลาที่ต่างกัน (Internal Benchmarking)

2.4.3 SEC สำหรับโรงงานและอาคารควบคุม

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ.2552 ได้กำหนดให้มีการคำนวณค่า SEC ไว้เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานภายใต้ระบบการจัดการพลังงานในขั้นตอนที่ 4 (การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน) โดยกำหนดให้มีการประเมิน SEC ระดับผลผลิต (กรณีโรงงานควบคุม) และประเมิน SEC ระดับบริการ (กรณีอาคารควบคุม) เพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยภาพรวมของสถานประกอบการ แต่เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจ มีลักษณะการใช้พลังงานและผลผลิตที่หลากหลายแตกต่างกันไปตามประเภทของธุรกิจและกระบวนการผลิตหรือการให้บริการ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) จึงได้ให้แนวทางในการประเมิน SEC ไว้ตามที่ปรากฏในคู่มือฝึกอบรมการประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559ข) ดังต่อไปนี้

1) ให้ทำการแปลงหน่วยพลังงานที่ใช้ทั้งหมดให้อยู่ในรูปของค่าความร้อน ตัวอย่างเช่น

พลังงานไฟฟ้า	1 kWh	= 3.60 MJ
ก๊าซธรรมชาติ	1 ลบ.ฟุต	= 1.20 MJ
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	1 ลิตร	= 26.62 MJ
น้ำมันเบนซิน	1 ลิตร	= 31.48 MJ
น้ำมันก๊าด	1 ลิตร	= 34.53 MJ
น้ำมันดีเซล	1 ลิตร	= 36.42 MJ
น้ำมันเตา	1 ลิตร	= 39.77 MJ
ถ่านหินลิกไนต์ (แม่เมาะ)	1 กิโลกรัม	= 10.47 MJ
ถ่านหินนำเข้า	1 กิโลกรัม	= 26.37 MJ
ถ่านหินแอนทราไซต์	1 กิโลกรัม	= 31.40 MJ
กากอ้อย	1 กิโลกรัม	= 7.53 MJ
ขี้เลื่อย	1 กิโลกรัม	= 10.88 MJ
แกลบ	1 กิโลกรัม	= 14.40 MJ
ไม้ฟืน	1 กิโลกรัม	= 15.99 MJ
ถ่านไม้	1 กิโลกรัม	= 28.88 MJ

2) นำค่าการใช้พลังงานรวมในรูปของค่าความร้อนมาคำนวณค่า SEC ดังนี้

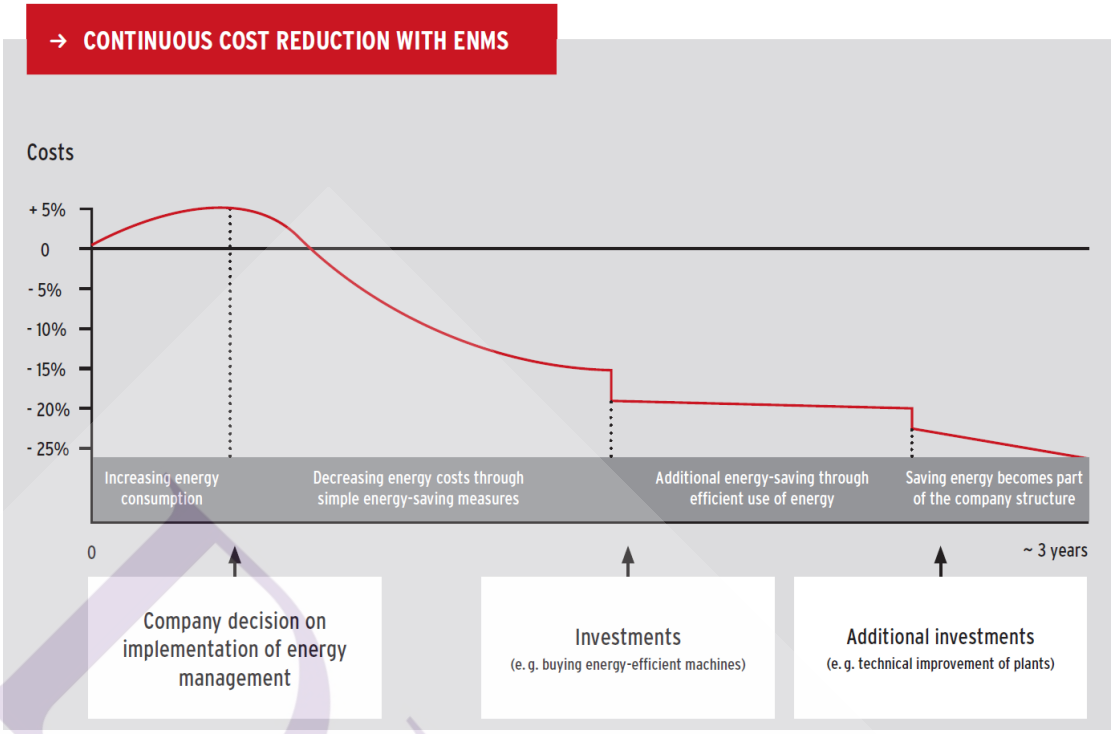
2.1 กรณี โรงงานควบคุม (การประเมินระดับผลผลิต) ทุกประเภทการผลิต ให้คำนวณค่า SEC ในรูปแบบปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต โดยใช้หน่วยผลิตผลิตตามที่สถานประกอบการใช้ในการบันทึกข้อมูล เช่น กิโลกรัม ตัน ลิตร ลูกบาศก์เมตร ชิ้น เป็นต้น

2.2 กรณี อาคารควบคุม (การประเมินระดับบริการ) ให้คำนวณ SEC แตกต่างกันตามประเภทการให้บริการ ดังนี้

- กรณีโรงพยาบาล คำนวณ SEC ในรูปปริมาณการใช้พลังงานต่อจำนวนผู้ป่วยใน (หน่วย: เตียง-วัน)
- กรณีโรงแรม คำนวณ SEC ในรูปปริมาณการใช้พลังงานต่อจำนวนห้องที่จำหน่าย (หน่วย: ห้อง-วัน)
- กรณีสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า และอื่น ๆ คำนวณ SEC ในรูปปริมาณการใช้พลังงานต่อพื้นที่ (หน่วย: ตารางเมตร)

2.4.4 แนวทางการประเมินผลสำเร็จของการจัดการพลังงานในโรงงานและอาคารควบคุม

เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการจัดการพลังงานคือ การทำให้องค์การมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นรูปธรรม และเป็นไปอย่างต่อเนื่อง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559ข) ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.5 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปในการลดลงของต้นทุนพลังงานหลังจากองค์การได้มีการตัดสินใจประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน ซึ่งเริ่มจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานพื้นฐานเกี่ยวกับการปรับปรุงพฤติกรรมการใช้งานและการบำรุงรักษา ไปจนถึงการลงทุนในมาตรการอนุรักษ์พลังงานประเภทปรับเปลี่ยนเครื่องจักรประสิทธิภาพสูง และดำเนินการต่อเนื่องไปจนกระทั้งการอนุรักษ์พลังงานกลายเป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินงานขององค์การซึ่งนำไปสู่การค้นพบเทคนิควิธีการที่จะพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงานขององค์การได้อย่างต่อเนื่อง โดยประเมินว่ากระบวนการเปลี่ยนแปลงนี้อยู่ในช่วงระยะเวลาประมาณ 3 ปี นับจากวันที่เริ่มมีการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน



ภาพที่ 2.5 การลดลงของต้นทุนพลังงานจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

ที่มา: Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety [BMU], 2010

ดังนั้น จึงสามารถใช้การเปลี่ยนแปลงของ SEC ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานขององค์การได้ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินผลสำเร็จของการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมด้วยการพิจารณาค่า SEC รายปีจากข้อมูลปีล่าสุด และข้อมูลย้อนหลังอีก 3 ปี โดยโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมที่ดำเนินการจัดการพลังงานประสบผลสำเร็จ ควรมีค่า SEC ในปีล่าสุดต่ำกว่าค่า SEC ในช่วง 3 ปี ที่ผ่านมา (มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น) และเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่า SEC แบบปีต่อปี ควรมีค่า SEC ลดลงเป็นส่วนใหญ่ (มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง)

2.5 สมมติฐานและกรอบแนวคิดในการวิจัยเบื้องต้น

2.5.1 สมมติฐานในการวิจัยเบื้องต้น

2.5.1.1 สมมติฐานเกี่ยวกับข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย

ข้อกำหนดในการดำเนินระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ตามที่ได้ระบุไว้ในกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 และประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ.2552 สามารถจำแนกออกได้เป็น 8 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (2) การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น (3) การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน (4) การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน (5) กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (6) การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน (7) การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน และ (8) การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน ซึ่งพบว่าสามารถทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในกลุ่มเป้าหมาย อันได้แก่ อาคารควบคุมและโรงงานควบคุมมาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น แม้ว่าปัจจุบันจะมีแนวโน้มที่ประสิทธิผลอาจถดถอยลงไปบ้างแต่ก็ยังคงคาดหวังว่าการดำเนินงานตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยทั้ง 8 ขั้นตอนจะยังคงสามารถส่งผลทำให้เกิดการเพิ่มสมรรถนะด้านพลังงานอันเป็นเป้าหมายปลายทางของการจัดการพลังงานได้ จึงนำมาสู่การตั้งสมมติฐานในการวิจัยสำหรับตัวแปรกลุ่มที่ 1 (ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย) ในเบื้องต้นดังต่อไปนี้

H1: ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยทั้งหมด มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

2.5.1.2 สมมติฐานเกี่ยวกับแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย

ผลการทบทวนวรรณกรรมทำให้พบความเป็นไปได้เบื้องต้นสำหรับการค้นหาปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยจากแนวปฏิบัติที่ดีกว่า (Beyond) ของ ISO 50001:2018 ประกอบด้วย (1) การให้ความสำคัญกับบริบท (2)

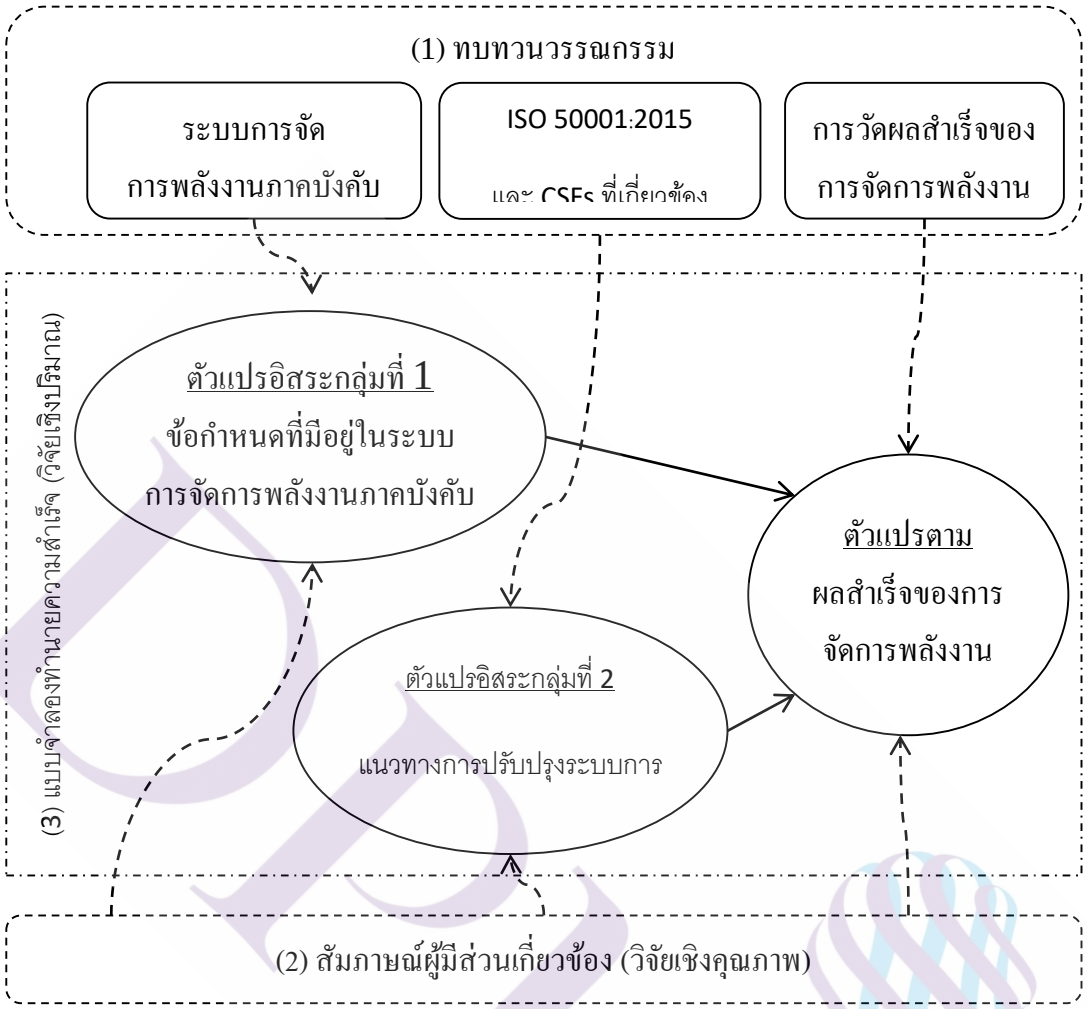
การจัดการความรู้ (3) การคัดเลือกปัจจัยนำเข้า (4) ความชัดเจนของอำนาจ หน้าที่ และความรับผิดชอบ (5) การวัดและติดตามผล (6) คุณภาพของการวิเคราะห์ข้อมูล และ (7) การบริหารความเสี่ยง นอกจากนั้นยังพบว่ามีปัจจัยสู่ความสำเร็จ (CSFs) ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่น่าจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงข้อกำหนดหรือแนวทางการส่งเสริมและผลักดันระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ประกอบด้วย (1) การมีส่วนร่วมของผู้บริหาร (2) ความเป็นรูปธรรมของเป้าหมาย (3) หน้าที่และบทบาทที่ชัดเจน (4) ความสามารถของบุคลากร (5) การสร้างแรงจูงใจ (6) การสื่อสาร (7) วัฒนธรรมองค์การ และ (8) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย จึงตั้งสมมติฐานเบื้องต้นสำหรับตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2 (ปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย) ดังต่อไปนี้

H2: ปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยทั้งหมด มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

ซึ่งการที่จะระบุถึงปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยที่ชัดเจนเป็นรูปธรรมนั้นควรต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ และมุมมองของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการภาคบังคับของประเทศไทยมาประกอบด้วย เพื่อให้ความสอดคล้องกับความต้องการรวมถึงมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ จึงเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดในการวิจัย

2.5.2 กรอบแนวคิดในการวิจัยเบื้องต้น

เนื่องจากการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทยย่อมนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงภาระงานของทั้งผู้มีหน้าที่กำกับดูแล อันได้แก่ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) และผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ อันได้แก่ อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม อย่างหลีกเลี่ยงมิได้ จึงจำเป็นต้องมีระเบียบวิธีวิจัยที่สามารถยืนยันได้อย่างชัดเจนว่าข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย หรือ ปัจจัยสำหรับแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับอันใดบ้างที่ส่งผลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อความสำเร็จของการจัดการพลังงาน ซึ่งนำมาสู่แนวคิดในการสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จในการจัดการพลังงาน ดังแสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 กรอบแนวคิดในการวิจัยเบื้องต้น

เนื่องจากผลจากการทบทวนวรรณกรรม (1) ทำให้เล็งเห็นถึงกลุ่มตัวแปรที่จะนำมาใช้ในแบบจำลองทำนายโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมาย (อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม) ในเบื้องต้น ซึ่งประกอบด้วย ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 คือ ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย และตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2 คือ ปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย โดยมีตัวแปรตามคือผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

ซึ่งต้องการข้อคิดเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (2) ในการสร้างความชัดเจนเกี่ยวกับแนวทางที่เป็นไปได้ในการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) รวมทั้งทวนสอบความเหมาะสมในการนำข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัด

การพลังงานภาคบังคับมา (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) มาใช้ในแบบจำลอง พร้อมกับทวนสอบแนวคิดในการวัดผลสำเร็จของการจัดการพลังงานจากการบรรลุตามเป้าหมายของการจัดการพลังงาน อันได้แก่ “การเพิ่มสมรรถนะด้านพลังงานอย่างต่อเนื่อง” ด้วยการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) อันเป็นแนวทางที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม เพื่อให้เกิดข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดในการวิจัยเชิงปริมาณ และนำไปใช้สร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ (3) เพื่อยืนยันความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญของแต่ละข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) และปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) ที่มีต่อผลสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม พร้อมประเมินผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการยกระดับการดำเนินการตามแต่ละปัจจัย เพื่อให้สามารถนำมาใช้สนับสนุนการตัดสินใจปรับปรุงระบบจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยในที่สุด

2.6 สรุปเนื้อหาในบทที่ 2 (การทบทวนวรรณกรรม)

ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยในปัจจุบันประกอบด้วยข้อกำหนดให้มีการดำเนินกิจกรรมเป็นวงรอบรายปีทั้งหมด 8 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (2) การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น (3) การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน (4) การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน (5) กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (6) การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน (7) การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงานและ (8) การทบทวนวิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน และพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะค้นหาแนวทางปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยจากแนวปฏิบัติที่ดีกว่า (Beyond) ของ ISO 50001:2018 ประกอบด้วย (1) การให้ความสำคัญกับบริบท (2) การจัดการความรู้ (3) การคัดเลือกปัจจัยนำเข้า (4) ความชัดเจนของอำนาจ หน้าที่ และความรับผิดชอบ (5) การวัดและติดตามผล (6) คุณภาพของการวิเคราะห์ข้อมูล และ (7) การบริหารความเสี่ยง นอกจากนั้นยังพบว่ามีปัจจัยสู่ความสำเร็จ (CSFs) ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่คาดว่าจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงข้อกำหนดหรือแนวทางการส่งเสริมและผลักดันระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ประกอบด้วย (1) การมีส่วนร่วมของผู้บริหาร (2) ความเป็นรูปธรรมของเป้าหมาย (3) หน้าที่และบทบาทที่ชัดเจน (4) ความสามารถของบุคลากร

(5) การสร้างแรงจูงใจ (6) การสื่อสาร (7) วัฒนธรรมองค์การ และ (8) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย

อันนำมาสู่แนวคิดในการสร้างแบบจำลองทำนายโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานจากตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 คือ ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2 คือ ปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย โดยใช้ตัวแปรตามคือผลสำเร็จของระบบการจัดการพลังงาน ซึ่งต้องการการวิจัยเชิงคุณภาพในการรวบรวมและวิเคราะห์ความเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดของแบบจำลองที่จะนำไปใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณเพื่อพิสูจน์ยืนยันนัยสำคัญของแต่ละตัวแปรที่สนใจที่มีต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงาน จนนำไปสู่ข้อเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการภาคบังคับในที่สุด

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

เนื้อหาในบทนี้นำเสนอเกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนในการทำการศึกษาวิจัย เพื่อให้ได้มาซึ่งผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยอาศัยรูปแบบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน อันประกอบด้วย การวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดที่จะนำไปใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปริมาณด้วยการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลในเชิงสถิติ ตามลำดับ

3.1 แบบของการวิจัย (Research Method)

การวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Method) ซึ่งเป็นการบูรณาการ 2 วิธีการวิจัย อันได้แก่ วิธีการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Method) และวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Method) เข้าด้วยเพื่อเสริมจุดเด่นพร้อมกับลดจุดด้อยของแต่ละวิธีวิจัย อันเป็นการเพิ่มคุณภาพของงานวิจัย (Johnson & Turner, 2003) โดยได้ออกแบบให้เป็นการวิจัยผสมผสานในรูปแบบรับรองภายใน (Embedded Design) (Creswell, 2013) ด้วยการนำการวิจัยเชิงคุณภาพมาสนับสนุนการวิจัยเชิงปริมาณในขั้นตอนของการทวนสอบตัวแปรที่จะใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณและการอภิปรายผล เพื่อลดข้อด้อยของการวิจัยเชิงปริมาณเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนในการเลือกใช้ทฤษฎีและกำหนดตัวแปรอันเกิดจากการขาดความเข้าใจในปรากฏการณ์โดยแท้จริง (Johnson & Onwuegbuzie, 2004)

ดังนั้น องค์ประกอบของระเบียบวิธีวิจัยจะประกอบด้วย การวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการสัมภาษณ์ตัวอย่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานที่ถูกคัดเลือกโดยเฉพาะเจาะจงแล้วนำผลที่ได้รับมาทำการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดตัวแปรและกรอบแนวคิดที่จะนำไปใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนของการออกแบบเครื่องมือในการวิจัย (แบบสอบถาม) และการวิจัยเชิงปริมาณด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างและสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จเพื่อวิเคราะห์ผลในเชิงสถิติ แล้วนำจึงทำการอภิปรายผลการวิจัยโดยเชื่อมโยงเหตุและผลที่ได้รับจากทั้งการวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ดังแสดงในภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 ภาพรวมขั้นตอนระเบียบวิธีวิจัย

3.2 การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research)

3.2.1 ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรในการสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพคือ ผู้มีความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์โดยตรงเกี่ยวกับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทย อันได้แก่ บุคลากรของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (กระทรวงพลังงาน) ในฐานะหน่วยงานผู้รับผิดชอบในการกำกับดูแลการปฏิบัติตามระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย และบุคลากรที่ได้รับการมอบหมายให้ดำรงตำแหน่งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมในฐานะบุคคลสำคัญ (Key person) ซึ่งมีหน้าที่สนับสนุนเจ้าของสถานประกอบการในการนำข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยไปปฏิบัติ

โดยกำหนดตัวอย่างในการสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

1) ผู้รับผิดชอบในการกำกับดูแลการปฏิบัติตามระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ กำหนดตัวอย่างคือ ผู้แทนกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) จำนวน 1 ท่าน

2) ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ กำหนดตัวอย่างคือ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ซึ่งแยกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) อาคารควบคุมและ (2) โรงงานควบคุม โดยจะทำการสุ่มสัมภาษณ์ตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเป็นจำนวนอย่างน้อยกลุ่มละ 3 ท่าน (รวมทั้งหมด 6 ท่าน) หรือจนกว่าข้อมูลจะมีลักษณะอิ่มตัวคือไม่ได้รับข้อมูลใหม่เพิ่มเติม

3.2.2 การเก็บข้อมูล

มีลักษณะเป็นการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งมีรูปแบบในลักษณะการพูดคุยตัวต่อตัวด้วยคำถามเปิดเพื่อความเป็นกลางในการให้ความเห็นและไม่เป็นการชี้นำไปยังปัจจัยที่ต้องการให้มีการอ้างถึง ในประเด็นดังต่อไปนี้

1) คำถามเกี่ยวกับตัวแปรตาม (ผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน) ได้แก่

- มุมมองหรือแนวคิดที่ใช้ในการพิจารณาความสำเร็จของการจัดการพลังงาน

2) คำถามเกี่ยวกับตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 (ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย) ได้แก่

- ข้อคิดเห็นที่มีต่อความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับที่ผ่านมา

3) คำถามเกี่ยวกับตัวแปรอิสระในกลุ่มที่ 2 (ปัจจัยที่ใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย)

- ปัญหาอุปสรรคที่พบในการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา
- ข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานในอนาคต

- ปัจจัยที่คิดว่าน่าจะส่งผลต่อความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงาน

3.2.3 การวิเคราะห์ผล

เป็นการแปลงข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเชิงพรรณนา (Descriptive) ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์ให้มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ด้วยเทคนิควิธีการวิเคราะห์ส่วนประกอบ (Component Analysis) โดยกำหนดขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้ (เอื้อมพร หลินเจริญ, 2555; รัตนะ บัวสนธ์, 2551)

1) จัดระเบียบข้อมูล

ด้วยการบันทึกและเรียบเรียงเนื้อหาจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากการสัมภาษณ์ให้เป็นลายลักษณ์อักษรแยกตามแหล่งข้อมูล (ผู้ให้สัมภาษณ์) และแบ่งหมวดหมู่ตามลักษณะกลุ่มเป้าหมายที่ให้ข้อมูลคือ ผู้มีหน้าที่กำกับดูแล (ผู้แทนกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน) และผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ (ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม) เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในสภาพที่สะดวกต่อการนำไปวิเคราะห์

2) ถอดหัสข้อมูล

ด้วยการสำรวจข้อมูลเพื่อค้นหาถ้อยคำ วลี ประโยค ที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นหรือตัวแปรที่สนใจ อันได้แก่

- แนวคิดที่ใช้ในการประเมินสำเร็จของการจัดการพลังงาน (ตัวแปรตาม)
- อิทธิพลของข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1)
- ปัจจัยที่ควรนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2)

พร้อมทั้งทำเครื่องหมายเพื่อบันทึกแยกแยะส่วนที่เป็นสาระสำคัญเตรียมไว้สำหรับการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

3) วิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลการทบทวนวรรณกรรม

ด้วยการนำผลที่ได้จากการถอดรหัสข้อมูลมาเรียบเรียงและวิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลจากการทบทวนวรรณกรรมเพื่อเป็นการกำจัดข้อมูลและสร้างข้อสรุปชั่วคราว ดังนี้

- แนวคิดที่ใช้ในการประเมินสำเร็จของการจัดการพลังงาน (ตัวแปรตาม) เปรียบเทียบกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับแนวทางการวัดผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน
- อิทธิพลของข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) เปรียบเทียบกับ ผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย

- ปัจจัยที่ควรนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) เปรียบเทียบกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับประเด็นที่ ISO 50001:2018 ดำเนินการให้ความสำคัญนอกเหนือจากระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย และปัจจัยสู่ความสำเร็จ (CSFs) ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

4) สร้างข้อสรุป

ด้วยการใช้ตารางเปรียบเทียบในการสรุปผลการวิเคราะห์และทำการสังเคราะห์เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดที่จะนำมาใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ

5) การอภิปรายผล

ด้วยการนำข้อมูลที่ได้รวบรวมและเรียบเรียงจากการสัมภาษณ์มาใช้ประกอบการอภิปรายร่วมกับผลการวิจัยเชิงปริมาณเพื่อให้ทราบถึงที่มาและสาเหตุของผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยอย่างลึกซึ้งและกว้างขวางยิ่งขึ้น

3.3 การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research)

3.3.1 ประชากรและตัวอย่าง

1) ประชากร

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้คือผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมที่ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ซึ่งมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 8,675 แห่ง ประกอบด้วย โรงงานควบคุมจำนวน 5,693 แห่ง และอาคารควบคุมจำนวน 2,982 แห่ง จากข้อมูล ณ เดือน มกราคม ปี พ.ศ.2562 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562)

2) ตัวอย่าง

- การศึกษาครั้งนี้กำหนดเงื่อนไขให้มีการเก็บข้อมูลจากผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน 1 คน ต่อ 1 สถานประกอบการเท่านั้น ทำให้มีจำนวนประชากรเท่ากับจำนวนจำนวนสถานประกอบการคือ 8,675 แห่ง (โรงงานควบคุม 5,693 แห่ง และอาคารควบคุม 2,982 แห่ง) โดยกำหนดจำนวนตัวอย่างตามเงื่อนไขของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติเชิงอนุมานอันได้แก่การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์แบบทวิ (แบบจำลอง Logit) ซึ่งมีเงื่อนไขในการวิเคราะห์คือต้องใช้ขนาดตัวอย่างอย่างน้อย 30 เท่าของจำนวนตัวแปรอิสระ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551) ทำให้จำเป็นต้องมีตัวอย่างจำนวนอย่างน้อย 600 ชุด เนื่องจากแบบจำลองมีจำนวนตัวแปรอิสระสูงสุดที่เป็นไปได้คือ 20 ตัวแปร (ตามกรอบแนวคิดในการวิจัย) ละกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมด้วยการแบ่ง

โควตา (Quota) จำนวนตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มคือ โรงงานควบคุมในสัดส่วนร้อยละ 65 คิดเป็น (คิดเป็นจำนวน 390 แห่ง) และอาคารควบคุมในสัดส่วนร้อยละ 35 (คิดเป็นจำนวน 210 แห่ง) ตามสัดส่วนจำนวนประชากร เพื่อให้เกิดการกระจายน้ำหนักของผลการศึกษาตามบริบทที่แตกต่างกันของสถานประกอบการทั้ง 2 ประเภท ซึ่งสามารถวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้ดังตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนจากตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

กลุ่มตัวอย่าง		จำนวนประชากร	จำนวนตัวอย่าง	ความคลาดเคลื่อน[1]
ภาพรวม		8,675	600	3.86%
กลุ่มย่อย	- โรงงานควบคุม	5,693	390	4.79%
	– อาคารควบคุม	2,982	210	6.52%

หมายเหตุ. [1] คำนวณย้อนกลับจากสมการของ Krejcie and Morgan (1970)

$$n = \frac{\chi^2 Np(1-p)}{e^2(N-1)+\chi^2 p(1-p)}$$

เมื่อ n = ขนาดตัวอย่าง

N = จำนวนประชากรทั้งหมด

e = ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง

χ^2 = ไคสแควร์ที่ df เท่ากับ 1 ระดับความเชื่อมั่น 95% (3.841)

p = สัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร (0.5)

ทั้งนี้ เนื่องจากแนวโน้มสัดส่วนการตอบกลับของแบบสอบถามในงานวิจัยเชิงปริมาณที่ยอมรับได้ไม่ว่าจะใช้ช่องทางใดก็ไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 20 (Malhotra & Grover, 1998) จึงกำหนดให้ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อส่งแบบสอบถามเป็นจำนวน 3,000 ชุด เพื่อให้เกิดการตอบกลับจากตัวอย่างเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 600 ชุด โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างด้วยการนำรายชื่อประชากรทั้ง 2 กลุ่ม คือ โรงงานควบคุม และ อาคารควบคุม มาจัดทำเป็นตารางสุ่มพร้อมกำหนดเลขที่กำกับแยกออกจากกัน จากนั้นจึงทำการสุ่มตัวอย่างจากประชากรแต่ละกลุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยสุ่มตัวอย่างจากกลุ่มโรงงานควบคุมเป็นจำนวน 1,950 แห่ง (ร้อยละ 65) และ

สุ่มตัวอย่างจากกลุ่มอาคารควบคุมเป็นจำนวน 1,050 แห่ง (ร้อยละ 35) เพื่อให้สอดคล้องกับโควตา (Quota) ของตัวอย่างที่ต้องการในการวิจัย

3.3.2 การสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ (Instrument development)

1) โครงสร้างแบบสอบถาม

เครื่องมือสำหรับงานวิจัยเชิงปริมาณที่ต้องการคือแบบสอบถามสำหรับการเก็บรวบรวมผลการปฏิบัติที่เกิดขึ้นจริงในกลุ่มเป้าหมายอันได้แก่อาคารควบคุมและโรงงานควบคุมเกี่ยวกับตัวแปรที่ให้ความสนใจอันเป็นผลมาจากการทบทวนวรรณกรรมและการวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งมีโครงสร้าง ดังต่อไปนี้

1.1) ส่วนที่ 1 ตัวแปรตาม (ผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน) เป็นการเก็บข้อมูลเพื่อประเมินว่ากลุ่มเป้าหมายประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานหรือไม่

1.2) ส่วนที่ 2 ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 (ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย) เป็นการเก็บข้อมูลเพื่อประเมินว่ากลุ่มเป้าหมายได้มีการดำเนินการตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยหรือไม่ อย่างไร

1.3) ส่วนที่ 3 ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2 (ปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ) เป็นการเก็บข้อมูลเพื่อประเมินว่ากลุ่มเป้าหมายได้มีการดำเนินการที่สอดคล้องกับปัจจัยที่จะนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับซึ่งคาดว่าจะส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานหรือไม่ อย่างไร

2) การทดสอบแบบสอบถาม

วิธีการที่จะนำมาใช้ในการทดสอบเครื่องมือ (แบบสอบถาม) มีดังต่อไปนี้

2.1 การทดสอบความเที่ยงตรง (Validity) เป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของการสื่อความหมายตามวัตถุประสงค์และนิยามในแต่ละตัวแปร อ้างอิงตามหลักการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Index of item Objective Congruence: IOC) ด้วยการนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและให้ความเห็นต่อข้อคำถามแต่ละข้อแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ประกอบด้วย สอดคล้อง (คะแนน = 1) ไม่แน่ใจ (คะแนน = 0) และไม่สอดคล้อง (คะแนน = -1) โดยมีข้อกำหนดว่าเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ที่ได้จากการคำนวณของข้อคำถามแต่ละข้อต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.5 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543)

2.2 การทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) โดยการนำแบบสอบถามไปทดลองใช้เก็บข้อมูลจากโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมจำนวน 30 แห่ง แล้วทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์

ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (Alpha coefficient) โดยมีข้อกำหนดว่าข้อความในแบบสอบถามแต่ละส่วนควรมีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นมากกว่า 0.5 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2545)

3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลประชากรและตัวอย่างอันได้แก่โรงงานควบคุมและอาคารควบคุมสามารถค้นหาได้จากข้อมูลที่เผยแพร่โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ซึ่งเป็นหน่วยงานภายใต้สังกัดกระทรวงพลังงาน โดยสามารถเข้าถึงข้อมูลการติดต่อประสานงานได้จากฐานข้อมูลที่มีอยู่บนเครือข่าย Internet

จากนั้นจึงทำการประสานงานไปยังบุคคลเป้าหมายสำหรับเก็บข้อมูลคือ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ซึ่งประจำอยู่ในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมทุกแห่ง (กฎกระทรวงกำหนดคุณสมบัติ จำนวน และหน้าที่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน พ.ศ 2552) โดยเริ่มจากการประสานงานเพื่อนำส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์พร้อมแบบสอบถาม โดยใช้ช่องทางไปรษณีย์หรือจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ตามแต่ความสะดวกของกลุ่มเป้าหมาย จากนั้นจึงดำเนินการติดตามเพื่อชี้แจงข้อสงสัยและรวบรวมแบบสอบถามกลับคืนผ่านช่องทางไปรษณีย์ หรือ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ หรือ ขอให้ตอบแบบสอบถามผ่านทางโทรศัพท์ หลังจากที่มีการส่งแบบสอบถามให้กับกลุ่มเป้าหมายไปแล้ว 1-2 สัปดาห์

3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากแบบสอบถามมีขั้นตอนและวิธีการดังต่อไปนี้

1) ทำการวิเคราะห์ค่าของตัวแปร โดยการแปลงข้อมูลจากแบบสอบถามให้เป็นค่าทางคณิตศาสตร์เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลเชิงสถิติได้

2) ทำการวิเคราะห์ค่าสถิติเชิงพรรณนา โดยการนำผลการวิเคราะห์ค่าตัวแปรมาวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติเชิงพรรณนาเพื่อให้เห็นถึงคุณลักษณะของข้อมูลและตรวจสอบแนวโน้มหรือความผิดพลาดในเบื้องต้น ประกอบด้วยการคำนวณ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละตัวแปร โดยใช้ข้อมูลจากตัวอย่างทั้งหมดหรือแจกแจงรายกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณลักษณะแตกต่างกัน

3) ทำการตรวจสอบความผิดปกติของตัวแปรอิสระ โดยการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหา Multi-collinearity ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

- พิจารณาจากค่า Variance Inflation Factor (VIF) ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณา คือ ค่า VIF ไม่ควรมากกว่า 10 โดยหาก VIF มีค่ามากกว่า 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่น ๆ ในระดับสูงมากพอที่จะทำให้เกิดปัญหา Multicollinearity (Myers, 1990; Bowerman & O'Connell, 1990)

- พิจารณาจากค่า Tolerance ของตัวแปรอิสระแต่ละตัว (xi) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 – Ri2 ค่าที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งค่า Ri2 เป็นสัมประสิทธิ์ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่าง xi กับตัวแปรอิสระอื่นที่เหลือ ดังนั้น หากค่า Tolerance เข้าใกล้ 1 แสดงว่า xi มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่นน้อย ในทางกลับกันหากค่า Tolerance เข้าใกล้ 0 แสดงว่า xi มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่นสูงมาก (เกิดปัญหา Multicollinearity) โดยหากต่ำกว่า 0.1 ถือว่ามีปัญหา Multicollinearity (Menard, 2002)

3.3.5 การสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จ

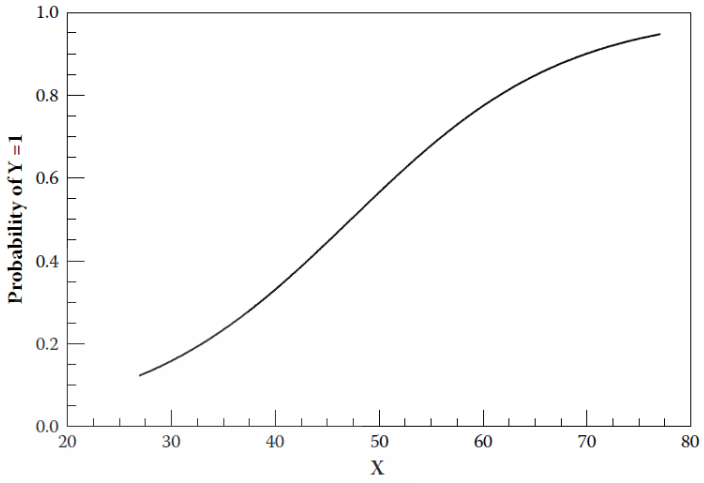
3.3.5.1 การสร้างแบบจำลอง

แบบจำลองที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้คือแบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ (Logistic regression analysis) ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์เชิงสถิติที่มีแนวคิดที่ใกล้เคียงกับการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุตัวแปร (Multivariate regression analysis) แต่แตกต่างกันที่ลักษณะตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ (ตัวแปรเชิงกลุ่ม) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าตัวแปรอิสระ (ตัวแปรทำนาย) ใดบ้างที่สามารถอธิบายตัวแปรตาม (ตัวแปรเกณฑ์) และนำค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้มาสร้างสมการถดถอยโลจิสติกส์เพื่อที่จะใช้ตัวแปรอิสระทำนายความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจต่อไปในอนาคต โดยสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (x) กับตัวแปรตาม (y) สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยโดยทั่วไป (Multiple regression analysis) จะอยู่ในรูปของสมการเชิงเส้น ได้แก่

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_n x_n + \varepsilon \qquad (2)$$

เมื่อ ε = ค่าความคลาดเคลื่อน (Error term)

แต่สำหรับการวิเคราะห์โลจิสติกส์แบบทวิ ตัวแปรตาม (y) จะเป็นได้เพียง 2 ค่า คือ ไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (y = 0) หรือ เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (y = 1) จึงทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (x) กับตัวแปรตาม (Y) ไม่อยู่ในรูปเส้นตรงแต่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งคล้ายกับตัว S (Sigmoid function) ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ความสัมพันธ์ของตัวแปรในการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์

ที่มา: Pituch amd Stevens (2016)

ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นการละเมิดข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการกระจายของตัวแปรตามในแต่ละค่าของตัวแปรอิสระว่าจะต้องเท่ากัน (Homoscedasticity) และการแจกแจงโค้งปกติ (Normality) ของตัวแปรอิสระ จึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยโดยทั่วไป ดังนั้น สมการสำหรับวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (P_y) จึงมีลักษณะเป็นฟังก์ชันแบบโลจิสติกส์ ได้แก่ (Pituch & Stevens, 2016)

$$\square_{\square} = \frac{1}{1+\square^{-\square}} \quad \text{หรือ} \quad \square_{\square} = \frac{1}{1+\square^{-(\square_0+\square_1\square_1+\cdots+\square_{\square}\square_{\square}+\square)}} \qquad (3)$$

$$\text{หรือ} \quad \square_{\square} = \frac{\square^{\square_0+\square_1\square_1+\cdots+\square_{\square}\square_{\square}+\square}}{1+\square^{\square_0+\square_1\square_1+\cdots+\square_{\square}\square_{\square}+\square}}$$

เมื่อ P_y = ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (y = 1)

Q_y = ความน่าจะเป็นของการไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (y = 0)

e = ฐานของลอการิทึมธรรมชาติ (มีค่าประมาณ 2.71828183)

z = ฟังก์ชันของตัวแปรอิสระที่ใช้ทำนายความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์

= $\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_n x_n$

ε = ค่าความคลาดเคลื่อน (Error term)

ในขณะที่ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่ไม่สนใจ (Q_y) จะมีค่าเท่ากับ 1 - P_y

หรือ $\square_{\square} = 1 - \left[\frac{\square^{\square_0+\square_1\square_1+\cdots+\square_{\square}\square_{\square}+\square}}{1+\square^{\square_0+\square_1\square_1+\cdots+\square_{\square}\square_{\square}+\square}}\right] = \frac{1}{1+\square^{\square_0+\square_1\square_1+\cdots+\square_{\square}\square_{\square}+\square}}$ (4)

ทั้งนี้ เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามในสมการถดถอยโลจิสติกส์ไม่อยู่ในรูปสมการเชิงเส้น จึงต้องมีการปรับให้ความสัมพันธ์อยู่ในรูปสมการเชิงเส้น โดยใช้รูปแบบของแต้มต่อ (odds) ซึ่งหมายถึง อัตราส่วนระหว่างโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (P_y) กับโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (Q_y) คือ

$$\square\square\square\square = \frac{\square_{\square}}{\square_{\square}} \quad (5)$$

ซึ่งค่าของ odds หมายถึง โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจคิดเป็นกี่เท่าของโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ เช่น ถ้า odds มีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจกับโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจมีค่าพอ ๆ กัน แต่ถ้า odds มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่ามีโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจมากกว่าโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ เป็นต้น โดยเมื่อปรับสมการถดถอยโลจิสติกส์ให้อยู่ในรูป ln ของ odds จะเรียกว่าสมการ Logit หรือ Logistic response function ดังนี้

$$\ln(\square\square\square\square) = \ln\left(\frac{\square_{\square}}{\square_{\square}}\right) = \ln\left(\frac{\square_{\square}}{1-\square_{\square}}\right) = \square_0 + \square_1\square_1 + \cdots + \square_{\square}\square_{\square} + \square \quad (6)$$

โดยสมการ logit มีลักษณะเป็นสมการเส้นตรงทำให้สามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทั้งหลาย (β_i) ได้ด้วยวิธีการ Maximum Likelihood ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จะนำไปใช้ในการทำนายโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (P_y) โดยใช้สมการ (3)

และใช้สถิติทดสอบ z-test เพื่อทดสอบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัว (x_i) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ odds ratio หรือไม่ โดยการทดสอบค่านัยสำคัญของสัมประสิทธิ์แต่ละตัว (β_i) ว่าแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ด้วยการตั้งสมมติฐานหลัก (H_0) ว่าค่าสัมประสิทธิ์แต่ละตัวมี

ค่าเท่ากับ 0 (H_1 คือ ค่าสัมประสิทธิ์มีค่าไม่เท่ากับ 0) แล้วคำนวณค่าสถิติทดสอบ z ซึ่งมีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน (Standard normal distribution) ดังต่อไปนี้

$$\square = \frac{\hat{\square}_{\square}}{\square.\square.(\hat{\square}_{\square})} \qquad (7)$$

เมื่อ $\hat{\square}_{\square}$ และ *S.E.(* $\hat{\square}_{\square}$*)* คือค่าประมาณของสัมประสิทธิ์ β_i และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าประมาณตามลำดับ ในทางปฏิบัติมักจะไม่ทราบค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน σ^2 ทำให้ต้องใช้วิธีประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนหรือใช้ s^2 แทนเพื่อคำนวณ *S.E.(* $\hat{\square}_{\square}$*)* ดังนั้นโดยทั่วไปแล้ว ค่าสถิติทดสอบในสมการ (6) จะมีการแจกแจงแบบ t และเรียกวิธีการทดสอบนี้ว่า t-test แต่อย่างไรก็ตามเมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่การแจกแจงของค่าสถิติทดสอบและค่าวิกฤตของ t-test และ z-test จะใกล้เคียงกัน และทำให้มีผลการทดสอบที่สอดคล้องกัน

ถ้าผลการทดสอบยอมรับ H_0 แสดงว่า ตัวแปรอิสระตัวนั้น (x_i) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง odds ratio หรือไม่มีผลต่อความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจอย่างมีนัยสำคัญเชิงสถิติ ในทางตรงกันข้ามหากผลทดสอบพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติหรือปฏิเสธ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระนั้นมีผลต่อการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ โดยหากค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก (+) แสดงว่าตัวแปรอิสระนั้นมีผลในการเพิ่มความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ และถ้าหากค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ (-) แสดงว่าตัวแปรอิสระนั้นลดความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (Pituch & Stevens, 2016)

โดยในงานวิจัยนี้จะทำการสร้างแบบจำลอง Logit จาก 3 แนวทางดังต่อไปนี้

1) แบบจำลองที่ 1 สร้างจากตัวแปรอิสระชุดที่ 1 “ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย”

2) แบบจำลองที่ 2 สร้างจากตัวแปรอิสระชุดที่ 1 “ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย” ร่วมกับตัวแปรอิสระชุดที่ 2 “ปัจจัยที่ใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ”

3) แบบจำลองที่ 3 สร้างจากตัวแปรอิสระชุดที่ 1 ร่วมกับตัวแปรอิสระชุดที่ 2 เช่นเดียวกับแบบจำลองที่ 2 แต่แยกแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมกับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุม (แยกเป็น 2 แบบจำลอง)

3.3.5.2 เงื่อนไขของแบบจำลอง

การนำแบบจำลองวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์มาใช้มีเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1) ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพมีลักษณะไม่ต่อเนื่องโดยในกรณีที่เป็นการวิเคราะห์โลจิสติกส์แบบทวิ (Binary logistic regression) จะถูกกำหนดเป็น 2 ค่าคือ 0 หรือ 1 (Binary Scale) ส่วนกรณีการวิเคราะห์โลจิสติกส์แบบพหุกลุ่ม (Multinomial logistic regression) จะถูกกำหนดตามจำนวนกลุ่ม เช่น อาจประกอบด้วย 3 กลุ่มคือ ดี ปานกลาง และแย่ เป็นต้น (Pituch & Stevens, 2016)

2) ตัวแปรอิสระ เป็นได้ทั้งตัวแปรเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ซึ่งต้องเป็นตัวแปรที่มีลักษณะข้อมูลอยู่ในระดับอันตรภาค (Interval scale) หรือ ระดับอัตราส่วน (Ratio scale) หรือตัวแปรเชิงคุณภาพซึ่งต้องแปลงให้เป็นตัวแปรหุ่นที่มี 2 ค่าคือ 0 และ 1 (Dichotomous variable) (Pituch & Stevens, 2016)

3) ค่าคาดหวังของความคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์ ($E(\varepsilon) = 0$) และไม่มีความสัมพันธ์กัน ($Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) \neq 0; i \neq j$) (Pituch & Stevens, 2016; เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย, 2549)

4) ตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กันหรือไม่เกิดปัญหา Multicollinearity โดยใช้หลักเกณฑ์ความสัมพันธ์เดียวกันกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุตัวแปร (Pituch & Stevens, 2016)

5) ขนาดตัวอย่างควรมีจำนวนไม่น้อยกว่า 30 เท่าของจำนวนตัวแปรอิสระ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551) หรืออย่างต่ำไม่น้อยกว่า 10 เท่าของจำนวนตัวแปรอิสระ (Long, 1997)

3.3.5.3 การปรับปรุงแบบจำลอง

สมการถดถอยโลจิสติกส์ที่ดี จะต้องประกอบด้วยตัวแปรอิสระที่ทำให้สามารถทำนายโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (Py) ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งมีวิธีการในการปรับปรุงแบบจำลองด้วยการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่การวิเคราะห์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุตัวแปร ประกอบด้วย

1) Enter method: เป็นการเลือกตัวแปรอิสระทั้งหมดเข้าสมการถดถอยโลจิสติกส์พร้อมกันในขั้นตอนเดียว ในการพิจารณาตัวแปรทำนายที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ ผู้วิจัยจะต้องเป็นผู้ตัดสินใจเองว่าตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม หรือควรจะอยู่ในสมการถดถอยโลจิสติกส์ โดยพิจารณาจากค่าสถิติทดสอบ ถ้ามีนัยสำคัญทางสถิติ ก็ถือว่าตัวแปรตามนั้นควรจะอยู่ในสมการถดถอยโลจิสติกส์

2) Forward method: ใช้การคัดเลือกตัวแปรอิสระที่สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้สูงสุด และมีนัยสำคัญทางสถิติเข้าสู่สมการก่อน จากนั้นจึงเลือกตัวแปรตามที่อธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ในอันดับรองลงมา และมีนัยสำคัญทางสถิติเข้าสู่สมการตามลำดับ

โดยทำเช่นนี้ไปจนกระทั่งไม่มีตัวแปรอิสระใดที่ช่วยอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีก ซึ่งจำแนกย่อยได้อีก 3 วิธีการคือ

2.1) Forward stepwise: Likelihood ratio หรือเรียกว่า Forward LR วิธีนี้จะเริ่มจากการนำตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการทีละ 1 ตัวโดยเกณฑ์ในการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการคือตามลำดับของค่าแสดงความสัมพันธ์ และมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อนำตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการแล้วจะมีการตรวจสอบตัวแปรอิสระนั้นว่าควรจะคงอยู่ในสมการหรือไม่ โดยพิจารณาจากอัตราส่วนความเป็นไปได้หรือการเปลี่ยนแปลงของ -2LL (-2 likelihood ratio) ซึ่งถ้าค่า -2LL ลดลงแสดงว่าตัวแปรอิสระนี้ควรจะคงอยู่ในสมการ แต่หากค่า -2LL เพิ่มขึ้นก็ควรจะตัดออก

2.2) Forward stepwise: Wald เหมือนกับวิธี Forward LR ทุกประการเพียงแต่จะพิจารณาตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระควรคงอยู่ในสมการหรือไม่โดยใช้ค่าสถิติของ Wald (Wald statistic)

2.3) Forward stepwise: Condition คล้ายคลึงกับ Forward LR แตกต่างกันที่ Forward LR ไม่ต้องมีการกำหนดเงื่อนไข (Unconditional) แต่วิธีนี้จะมีการกำหนดเงื่อนไข (Condition) ซึ่งมักใช้ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก โดยเพิ่มเงื่อนไขในการคัดเลือกตัวอย่างเพื่อลดทอนผลกระทบของปัจจัยอื่น ๆ ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ

3) Backward method ใช้วิธีที่นำตัวแปรอิสระทั้งหมดเข้าสมการพร้อมกันก่อนจากนั้นจึงพิจารณาตัดตัวแปรอิสระที่อธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้น้อยที่สุดออกจากสมการไปจนกระทั่งเหลือชุดตัวแปรอิสระที่สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิต จำแนกย่อยได้อีก 3 วิธีการคือ

3.1) Backward stepwise: Likelihood ratio หรือเรียกว่า Backward LR ซึ่งเป็นวิธีการที่ตรงข้ามกับ Forward LR โดยนำตัวแปรอิสระทั้งหมดเข้าสู่สมการ แล้วจึงพิจารณาว่าจะนำตัวแปรอิสระตัวใดออกจากสมการทีละ 1 ตัว โดยใช้เกณฑ์ตัวแปรที่ไม่มีผลต่อการทำนาย หรือ มีผลต่อการทำนายโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจน้อยที่สุด ซึ่งพิจารณาจากการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอัตราส่วนความเป็นไปได้หรือจากการเปลี่ยนแปลงของ -2LL เหมือนวิธี forward stepwise: likelihood ratio

3.2) Backward stepwise: Wald เหมือนกับวิธี Backward LR ทุกประการเพียงแต่จะพิจารณาตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระควรคงอยู่ในสมการหรือไม่โดยใช้ค่าสถิติของ Wald (Wald statistic)

3.3) Backward stepwise: Condition วิธีนี้จะเหมือน Backward LR ทุกประการ แตกต่างกันตรงที่วิธี Backward LR เป็นวิธีที่ไม่มี เงื่อนไข (Unconditional) ส่วนวิธีนี้จะมีเงื่อนไข

(Condition) ซึ่งมักใช้ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก โดยเพิ่มเงื่อนไขในการคัดเลือกตัวอย่างเพื่อลดทอนผลกระทบของปัจจัยอื่น ๆ ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ

โดยมีหลักการที่ใช้ในการตรวจสอบความเหมาะสมและแม่นยำของแบบจำลอง (Model goodness of fit) ที่สร้างจากสมการถดถอยโลจิสติกส์ ประกอบด้วย

1) การพิจารณาค่าความเป็นไปได้ (Likelihood ratio Chi-square): โดยใช้วิธีการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเปรียบเทียบกรณีที่มีตัวแปรอิสระ (x) และไม่มีตัวแปรอิสระอยู่ในสมการเรียกว่าค่า –2LL (-2 log likelihood) หรือ Deviance

[(-2LL; กรณีที่มีเฉพาะค่าคงที่ในสมการ) – (-2LL; กรณีที่มีตัวแปรอิสระอยู่ในสมการ)]

ซึ่งค่า -2 LL มาจากการประมาณค่า Maximum likelihood ของสมการ ความน่าจะเป็นที่ประมาณได้จะถูกเรียกว่า Likelihood ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 แล้วนำค่า log ของ Likelihood มาคูณด้วย -2 เพื่อต้องการให้ค่าที่ได้มีมีลักษณะการแจกแจงแบบ χ^2 โดยค่า –2LL นี้เป็นค่าที่สะท้อนให้เห็นว่า odds ของตัวแปรตามมีผลมาจากตัวแปรอิสระมากน้อยเพียงใด ซึ่งสมการที่ดีจะต้องมีค่า Likelihood ที่สูง โดยหากค่า Likelihood เท่ากับ 1 ค่า -2LL จะเท่ากับ 0 แสดงถึงความสัมพันธ์ที่สมบูรณ์แบบ แต่ถ้าสมการไม่เหมาะสมค่า -2LL จะมีค่าสูงมาก

ในการตรวจสอบความเหมาะสมของสมการใช้การตรวจสอบสมมติฐานหลัก (H_0) ที่ว่าสัมประสิทธิ์ทุกตัว (β_i) มีค่าเท่ากับ 0 พร้อมกัน (H_1 คือมีสัมประสิทธิ์บางตัวที่ไม่ได้มีค่าเท่ากับ 0) โดยคำนวณจากตัวสถิติทดสอบคือค่า Model Chi-square ซึ่งมีองศาอิสระ (df) เท่ากับจำนวนตัวแปรอิสระ และการสรุปผลการทดสอบทำโดยอ่านค่านัยสำคัญ (α) หรือ P-Value ที่ปรากฏ ถ้าค่าดังกล่าวปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) แสดงว่าสมการมีความเหมาะสม โดยที่ชุดตัวแปรอิสระ (x) สามารถร่วมกันทำนายโอกาสของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (P_y) ได้ด้วยความเชื่อมั่นเท่ากับ (1 -α) x 100%

2) พิจารณาผลการทดสอบระดับความสัมพันธ์ (Pseudo R^2): เนื่องจากการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบโลจิสติกส์จะใช้วิธีการประมาณค่าแบบ Maximum likelihood ดังนั้นจึงไม่มีสถิติ R^2 ที่แท้จริง มีแต่สถิติที่สร้างขึ้นมาเพื่อเทียบเคียงกับ R^2 เรียกสถิติเหล่านี้ว่า Pseudo R^2 ได้แก่ สถิติทดสอบ McFadden R^2 หรือ R_{McF}^2: เป็นอีกวิธีการทางสถิติที่มีรากฐานมาจากแนวคิดในการเปรียบเทียบคุณภาพของสมการที่สร้างขึ้นกับแบบจำลองว่างโดยใช้สมการ (Zarembka, 1974)

$$\square^2_{\square\square\square} = 1 - \frac{\ln(\square\square\ (\square\square\square)}{\ln(\square\square\ (\square\square\square\square)} \qquad (8)$$

3) พิจารณาร้อยละของผลทำนายที่ถูกต้อง (Percentage of correctly classified): โดยนำสมการถดถอยโลจิสติกส์ที่สร้างขึ้นมาใช้ในการวิเคราะห์และทำนายผลการเกิดหรือไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจของตัวอย่าง โดยใช้ข้อมูลตัวแปรอิสระตามที่ได้เก็บรวบรวมมา เปรียบเทียบกับข้อมูลจริงโดยใช้ค่า Cut value เท่ากับ 0.5 (หากค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้มากกว่า 0.5 ถือว่าเกิดเหตุการณ์)

ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้จะทำการปรับปรุงแบบจำลองด้วยวิธีการ Backward stepwise: Condition และจะหยุดการทดลองปรับปรุงแบบจำลองเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระที่คงเหลืออยู่ทั้งหมดมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีเงื่อนไขในการพิจารณานำตัวแปรออกแบบจำลองและคัดเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุด ดังต่อไปนี้

1) พิจารณากำจัดตัวแปรอิสระที่ค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเป็นลบออกจากแบบจำลองเป็นลำดับต้น เนื่องจากไม่น่าเป็นไปได้ที่การดำเนินการตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับหรือปัจจัยที่นำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับจะส่งผลในเชิงขัดขวางหรือลดทอนโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงาน ดังนั้น การคงอยู่ของตัวแปรดังกล่าวในแบบจำลองย่อมส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระอื่นและลดทอนความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง

2) พิจารณาระดับความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบจำลอง (Model goodness of fit) ซึ่งประกอบด้วย (1) ค่านัยสำคัญ (P-Value) ของความเป็นไปได้ของแบบจำลอง (Likelihood ratio Chi-square) (2) ผลการทดสอบระดับความสัมพันธ์ (McFadden's Pseudo R^2) และ (3) ร้อยละของผลทำนายที่ถูกต้อง (Percentage of correctly classified)

3) พิจารณาจากระดับความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ โดยในกรณีหากความแม่นยำและเชื่อถือได้ของแบบจำลองมีความใกล้เคียงกันจะถือว่าแบบจำลองที่ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระมีระดับความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญโดยรวมที่สูงกว่าเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมกว่า

3.3.6 การวิเคราะห์ผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effect)

เป็นการวัดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ (x) แต่ละตัวว่ามีผลต่อโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจของตัวแปรตาม (y) มากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ เนื่องจากสมการถดถอยแบบโลจิสติกส์ไม่ได้เป็นสมการเชิงเส้น จึงไม่สามารถวัดผลกระทบต่อตัวแปรตามได้จากค่าสัมประสิทธิ์ จึงต้องใช้ค่า Marginal effect เป็นตัวแทน โดยสมการคำนวณค่า Marginal effect คือ

$$\text{Marginal effect} = \frac{\partial \square_{\square}}{\partial \square_{\square}} = \square_{\square}(\square_{\square})(1 - \square_{\square}) \qquad (11)$$

เมื่อ β_i = ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระที่ต้องการคำนวณค่า Marginal effect

$P_y = \left[\frac{1}{1+\square^{-\square}}\right]$

e = ฐานของลอการิทึมธรรมชาติ (มีค่าประมาณ 2.71828183)

$z = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \ldots + \beta_i x_{ii} + \square$

แสดงให้เห็นว่าเมื่อตัวแปรอิสระแต่ละตัว (x_i) มีค่าเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วยจะมีผลทำให้โอกาสในการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรนั้น (β_i) และระดับค่าความน่าจะเป็นหรือโอกาสเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (P_y) ซึ่งมักจะคำนวณที่ค่าเฉลี่ยของชุดตัวแปรอิสระ (x)

โดยจะเลือกแบบจำลองทำนายความสำเร็จที่ดีที่สุดมาใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effect) ของการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรอิสระ (ปัจจัย) แต่ละตัวว่าส่งผลต่อโอกาสประสบผลสำเร็จในการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใด

3.4 สรุปเนื้อหาในบทที่ 3 (ระเบียบวิธีวิจัย)

งานวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสานในการค้นหาคำตอบโดยมีขั้นตอนหลักในการวิจัยประกอบด้วย

1) การวิจัยเชิงคุณภาพ: มีลักษณะเป็นการสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อเก็บข้อมูลจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยทั้งในฝั่งของผู้มีหน้าที่กำกับดูแลให้มีการปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ และในฝั่งของผู้มีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ โยใช้วิธีการคัดเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ด้วยเทคนิควิธีการวิเคราะห์ส่วนประกอบ (Component Analysis) และเปรียบเทียบกับผลการทบทวนวรรณกรรม ให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดที่จะนำมาใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ

2) การวิจัยเชิงปริมาณ: ประกอบด้วยการนำข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดที่ได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพมาสร้างเป็นแบบสอบถามสำหรับใช้ในการเก็บข้อมูลผลการปฏิบัติที่เกิดขึ้นจริงจากกลุ่มเป้าหมาย (ประชากร) อันได้แก่ อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม แล้วนำข้อมูลที่ได้ทำการแปลงเป็นค่าทางคณิตศาสตร์เพื่อทำการตรวจสอบความผิดปกติด้วยหลักเกณฑ์ทางสถิติเชิงพรรณนาพร้อมทั้งตรวจสอบความสัมพันธ์กันเองของตัวแปรอิสระ ก่อนนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จด้วยหลักการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์

(แบบจำลอง Logit) จาก 3 แนวทางคือ (1) ใช้ตัวแปรอิสระจากข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับเท่านั้น (2) ใช้ตัวแปรอิสระจากข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับร่วมกับปัจจัยที่ใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ และ (3) ใช้ตัวแปรอิสระในลักษณะเดียวกับแบบจำลอง (2) แต่วิเคราะห์แยกระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมกับโรงงานควบคุม แล้วจึงทำการปรับปรุงแบบจำลองทั้ง 3 ด้วยวิธีการ Backward stepwise จนได้แบบจำลองที่ดีที่สุด ซึ่งจะนำมาใช้ประเมินค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effect) ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแต่ละตัวแปรที่มีอยู่ในแบบจำลอง

บทที่ 4
ผลการศึกษา

เนื้อหาในบทนี้นำเสนอผลการวิจัยที่ได้รับตามขั้นตอนหลักที่ได้กำหนดไว้ในระเบียบวิธีวิจัยซึ่งประกอบด้วย ผลการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลการวิเคราะห์เนื้อหาและเปรียบเทียบกับการทบทวนวรรณกรรม ซึ่งนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ ผลการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ ผลการเก็บข้อมูลและสถิติเชิงพรรณนา ผลการตรวจสอบความผิดปกติของตัวแปรอิสระ ผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Logit ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง และผลการวิเคราะห์ค่า Marginal effect ตามลำดับ

4.1 ผลการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ

ตัวอย่าง (ผู้ให้สัมภาษณ์) ในการวิจัยย่อยเชิงคุณภาพมีจำนวนทั้งหมด 7 ท่าน ดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยมีผลการบันทึกและเรียบเรียงเนื้อหาที่ได้จากการสัมภาษณ์ของแต่ละตัวอย่าง (ผู้ให้สัมภาษณ์) ดังแสดงในภาคผนวก ก

ตารางที่ 4.1 คุณลักษณะของตัวอย่างในการสัมภาษณ์เชิงลึก

ลำดับ	บทบาท	ลักษณะหน่วยงาน (ประเภท)	ตำแหน่ง
1	ผู้กำกับดูแล	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (กองกำกับและอนุรักษ์พลังงาน)	ผู้อำนวยการกอง
2	ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ	อาคารควบคุม (โรงแรม)	ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน
3	ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ	อาคารควบคุม (สถาบันการศึกษา)	ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน
4	ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ	อาคารควบคุม (โรงพยาบาล)	ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน
5	ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ	โรงงานควบคุม (อุตสาหกรรมอาหาร)	ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน
6	ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ	โรงงานควบคุม (อุตสาหกรรมโลหะ)	ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน
7	ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ	โรงงานควบคุม (อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์)	ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน

4.2 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาและเปรียบเทียบกับการทบทวนวรรณกรรม

ผลการวิเคราะห์ถอดรหัสเนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ให้ความสนใจ ซึ่งประกอบด้วย การประเมินความสำเร็จของการจัดการพลังงาน (ตัวแปรตาม) อิทธิพลของข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) และปัจจัยที่ควรนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมเพื่อสร้างเป็นข้อสรุปเบื้องต้น เป็นดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับการวัดความสำเร็จในการจัดการพลังงาน (การวัดค่าตัวแปรตาม)

ผลการวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยร่วมกับผลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม จนเกิดเป็นข้อสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับการวัดความสำเร็จในการจัดการพลังงาน (การวัดค่าตัวแปรตาม) เป็นดังต่อไปนี้

1) การวัดความสำเร็จจากดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ผลการสัมภาษณ์ตัวอย่างที่ 1 คือผู้แทนกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (ผู้แทน พพ.) ซึ่งเป็นผู้มีหน้าที่กำกับดูแลการดำเนินการระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยกล่าวว่า “พพ. พิจารณาความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานจากการบรรลุเป้าหมายในด้านการอนุรักษ์พลังงานของประเทศ โดยอ้างอิงจากแผนการอนุรักษ์พลังงาน (EEP)” ซึ่งแผนดังกล่าวมีเป้าหมายที่จะลดค่าดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานของประเทศคือค่าความเข้มการใช้พลังงาน (EI) ลงให้ได้ร้อยละ 30 ในปี พ.ศ. 2580 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2558 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563ก) พร้อมได้มีการกล่าวว่า “ในส่วนของผลกระทบที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยรวมอย่างค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) และค่าความเข้มการใช้พลังงาน (EI) นั้น ก็ถือว่ามีแนวโน้มที่ดีขึ้นเป็นลำดับ” ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในฝั่งของผู้มีหน้าที่กำกับดูแล (พพ.) ได้มีการพิจารณาแนวโน้มของผลกระทบที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) และค่าความเข้มการใช้พลังงาน (EI) เป็นส่วนหนึ่งในการวัดความสำเร็จในของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับที่ผ่านมา

ในขณะที่ผลการสัมภาษณ์ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการภาคบังคับของประเทศไทย (ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม) ก็มีความเห็นในลักษณะที่สอดคล้องกัน โดยตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงแรมได้กล่าวถึงมูลเหตุที่พิจารณาว่าการจัดการพลังงานประสบความสำเร็จในระดับหนึ่งว่า “พิจารณาจากการใช้พลังงานต่อจำนวนผู้เข้าพักหรือผู้ใช้บริการก็อาจมีแนวโน้มที่ลดลง”

เช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงพยาบาลที่กล่าวถึงมูลเหตุที่พิจารณาว่าการจัดการพลังงานประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีมาจากการที่ “สามารถควบคุมค่าดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพพลังงานอันได้แก่การปริมาณใช้พลังงานต่อพื้นที่และปริมาณการใช้พลังงานต่อจำนวนผู้ป่วยในไม่ให้เพิ่มสูงขึ้น แม้ว่าทางโรงพยาบาลจะมีการเพิ่มเติมเครื่องมือทางการแพทย์และเครื่องอำนวยความสะดวกที่ทันสมัยเข้ามาเป็นจำนวนมาก” และตัวอย่างที่ 5 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอาหารที่กล่าวถึงมูลเหตุที่พิจารณาว่าการจัดการพลังงานของตนเองประสบความสำเร็จอย่างต่อเนื่องมาจากการที่ “สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) ลงได้อย่างเป็นรูปธรรมตลอดช่วงระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา” และในทำนองเดียวกันพบว่าโรงงานควบคุมที่ยังไม่ประสบความสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงานก็ได้มีการกล่าวถึงการวัดความสำเร็จของการจัดการพลังงานจากการเปลี่ยนแปลงของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้วยเช่นกัน ประกอบด้วยตัวอย่างที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมโลหะที่กล่าวว่า “การจัดการพลังงานยังไม่ประสบความสำเร็จมากนัก” เนื่องจาก “ไม่ได้ส่งผลทำให้ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ต่อหน่วยผลผลิตมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ” และตัวอย่างที่ 7 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่กล่าวว่า “ยังไม่สามารถบ่งชี้ความสำเร็จที่เกิดขึ้นได้” เนื่องจาก “ตัวชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานมีลักษณะผันผวน (ขึ้นสลับลง) ตลอดช่วง 3-5 ปีที่ผ่านมา” อันแสดงให้เห็นถึงแนวคิดในการวัดความสำเร็จของการจัดการพลังงานจากดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากฝั่งของผู้มีหน้าที่ปฏิบัติที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผู้มีหน้าที่กำกับดูแล

ทั้งนี้ เนื่องจากการวัดและติดตามผลสำเร็จในเชิงประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) เป็นแนวทางที่ พพ. เป็นผู้เผยแพร่ให้กับอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมนำไปปฏิบัติตามผลการศึกษาที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559ข) จึงทำให้ความเห็นและมุมมองของตัวอย่างทั้งในฝั่งผู้มีหน้าที่กำกับดูแลและมีหน้าที่ผู้ปฏิบัติค่อนข้างสอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกันโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้มีส่วนเกี่ยวข้องส่วนใหญ่ได้ใช้คำว่า “แนวโน้ม” อันหมายถึงการเปลี่ยนแปลงของค่า SEC ในช่วงระยะเวลาหนึ่งและปรากฏเนื้อหาที่มีการกล่าวถึงช่วงระยะเวลา ตัวอย่างเช่น 5 ปี (ตัวอย่างที่ 5) หรือ 3-5 ปี (ตัวอย่างที่ 7) เป็นต้น ซึ่งค่อนข้างสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมที่พบว่าการวัดผลสำเร็จของการจัดการพลังงานจำเป็นต้องพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของ SEC ในช่วงระยะเวลาหนึ่งซึ่งไม่ต่ำกว่า 3 ปี ตามธรรมชาติของพัฒนาการด้านประสิทธิภาพพลังงานที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน (BMU, 2010)

จึงสรุปได้ว่าการวัดความสำเร็จของการจัดการพลังงานจากดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน อันได้แก่ “ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)” ตามแนวทางจากการทบทวนวรรณกรรม ถือเป็นวิธีการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับข้อคิดเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งในส่วนของผู้มีหน้าที่กำกับดูแลและผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ (สอดคล้องกับความเห็นของ 6 จาก 7 ตัวอย่าง)

2) การประเมินความสำเร็จจากตัวชี้วัดอื่น

ผลการสัมภาษณ์เกี่ยวกับแนวคิดหรือมุมมองที่มีต่อการประเมินความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานยังทำให้พบปัจจัยที่ถูกนำมาใช้ในการประเมินความสำเร็จของการจัดการพลังงานนอกเหนือจาก “ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน” ดังต่อไปนี้

2.1) การวัดความสำเร็จจากค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน: พบว่าผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในฝั่งของผู้มีหน้าที่ปฏิบัติมีมุมมองในการวัดความสำเร็จของการจัดการพลังงานด้วยการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเนื่องจากเป็นปัจจัยที่มีความเป็นรูปธรรมสามารถจับต้องได้และเป็นที่สนใจของผู้บริหาร ได้แก่ ตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงแรมที่มีการกล่าวว่า “ผลการดำเนินงานดังกล่าวยังไม่ค่อยแสดงให้เห็นถึงต้นทุนด้านพลังงานที่ลดลงอย่างเป็นรูปธรรมได้มากนัก” ตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทสถาบันการศึกษาที่มีการกล่าวว่า “พิจารณาจากค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยก็ยังคงมีแนวโน้มที่สูงขึ้นทุกปี” ตัวอย่างที่ 5 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอาหารที่มีการกล่าวว่า “สามารถลดทั้งค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้อย่างเป็นรูปธรรม” และตัวอย่างที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมโลหะที่มีการกล่าวว่า “ไม่ได้ส่งผลทำให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงของโรงงานมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ” อย่างไรก็ดีการวัดผลสำเร็จจากค่าใช้จ่ายพลังงานนั้นจะมีความคลาดเคลื่อนเป็นอย่างมากจากราคาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลา (ราคาค่าไฟฟ้าและเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง) อีกทั้งยังเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการผลิต (กรณีโรงงาน) หรือปริมาณการใช้งาน (กรณีอาคาร) เนื่องจากเป็นการพิจารณาเชิงเปรียบเทียบเพื่อหาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายบนช่วงเวลาที่ต่างกันซึ่งทำให้ขาดความแม่นยำ จึงควรนำมาใช้พิจารณาเป็นส่วนหนึ่งของผลกระทบที่เป็นรูปธรรมอันเกิดขึ้นจากการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานแทน

2.2) การวัดความสำเร็จจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน: พบว่า ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในฝั่งของผู้มีหน้าที่กำกับดูแล (ตัวอย่างที่ 1 ผู้แทน พพ.) กล่าวว่า “ผลจากการรวบรวมปริมาณผลประหยัดที่เกิดขึ้นตามที่ปรากฏในรายงานการจัดการพลังงานที่ได้นำส่งให้กับ พพ. พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับร้อยละ 90-100 ของเป้าหมาย จึงถือได้ว่าบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานของ

ประเทศ”ซึ่งแสดงให้เห็นว่า มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ปรากฏในรายงานการจัดการพลังงานที่อาคารควบคุมและโรงงานควบคุมนำส่งให้กับ พพ. นั้นเป็นส่วนหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่า การจัดการพลังงานประสบความสำเร็จ โดยในส่วนของผู้มีหน้าที่ปฏิบัติบางส่วนก็มีมุมมองในการวัดความสำเร็จของการจัดการพลังงานจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่เกิดขึ้นเช่นกัน ได้แก่ ตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงแรมที่มีการกล่าวว่า “การจัดการพลังงานประสบความสำเร็จในระดับหนึ่งเนื่องจากทำให้เกิดมาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงแรมขึ้นอย่างต่อเนื่อง” และเสนอแนวคิดในการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับให้ “มุ่งเน้นไปที่ผลการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานเป็นสำคัญ” และตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทสถาบันการศึกษาที่มีการกล่าวถึงมูลเหตุที่พิจารณาว่าการจัดการพลังงานยังไม่ประสบความสำเร็จว่ามากจากการที่ “มาตรการและกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงานที่เกิดขึ้นและปรากฏอยู่ในรายงานการจัดการพลังงาน ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากมาตรการอื่น” ทั้งนี้ เนื่องจากพิจารณาว่าเป็นปัจจัยที่สามารถมองเห็นได้และเชื่อว่าจะนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานตามเป้าหมายของมาตรการที่สร้างขึ้น อย่างไรก็ดีการวัดผลสำเร็จจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานนั้นเป็นเพียงการคาดการณ์คล้ายกับการตั้งเป้าหมายเท่านั้นและเป็นการยากที่จะติดตามวัดผลการประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นจากแต่ละมาตรการอย่างแม่นยำ ซึ่งหากมาตรการอนุรักษ์พลังงานประสบความสำเร็จตามเป้าหมายก็ย่อมส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ “ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน” ในท้ายที่สุดอยู่ดี นอกจากนี้ยังอาจมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยหรือพฤติกรรมอื่น ๆ ที่ไม่ได้ถูกระบุไว้ในมาตรการอนุรักษ์พลังงาน แต่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานของสถานประกอบการ เช่น การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ หรือ เครื่องจักร ที่ส่งผลต่อการใช้พลังงาน เป็นต้น ทำให้การพิจารณาเฉพาะผลที่เกิดขึ้นจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานเป็นแนวทางที่ไม่ครอบคลุมเพียงพอเนื่องจากไม่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงผลของการจัดการพลังงานโดยรวมในทุกมิติ จึงควรนำมาพิจารณาประกอบในฐานะผลผลิตหนึ่งของระบบการจัดการพลังงานที่มีแนวโน้มจะนำไปสู่ผลสำเร็จของการจัดการพลังงานเท่านั้น

2.3) การวัดความสำเร็จจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม: พบว่าผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในฝั่งของผู้มีหน้าที่กำกับดูแล (ตัวอย่างที่ 1 ผู้แทน พพ.) กล่าวว่า “สามารถวัดได้จากผลกระทบโดยอ้อมอันได้แก่ความใส่ใจในด้านการอนุรักษ์พลังงานของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งพบว่ากลุ่มเป้าหมายมีความสนใจที่จะเข้าร่วมโครงการส่งเสริมสนับสนุนด้านการอนุรักษ์พลังงานในลักษณะอื่นเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง” แสดงให้เห็นถึงมุมมองในการวัดผลสำเร็จทางอ้อมของการจัดการพลังงานจากความใส่ใจในการอนุรักษ์พลังงานและความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมโครงการส่งเสริมสนับสนุนด้านการอนุรักษ์พลังงานของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสอดคล้องกับตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีลักษณะเป็น

ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทสถาบันการศึกษาที่มีการกล่าวถึงมูลเหตุที่พิจารณาว่าการจัดการพลังงานยังไม่ประสบผลสำเร็จเหตุผลหนึ่งมาจากการที่ “พฤติกรรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานของบุคลากรและนิสิตในมหาวิทยาลัยก็ยังไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปมากนัก” แต่หากพิจารณาจากแนวคิดองค์ประกอบในการอนุรักษ์พลังงานแล้วจะพบว่าพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงาน (Energy-efficient behavior) เป็นเพียง 1 ใน 4 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน หมายถึงว่า แม้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมก็ยังมีความเป็นไปได้ในการอนุรักษ์พลังงานจากปัจจัยอื่น เช่น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง (Energy-efficient technology) การควบคุมการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ (Load Management) หรือ การเปลี่ยนแปลงแหล่งพลังงาน (Change of energy carrier) เป็นต้น (Thollander & Palm, 2013) แสดงให้เห็นว่าการวัดความสำเร็จของการจัดการพลังงานโดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพียงอย่างเดียวนั้นไม่ครอบคลุมเพียงพอ จึงอาจพิจารณาเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นหนึ่งในเป้าหมายที่คาดหวังว่าจะเกิดขึ้นจากการจัดการพลังงานแทน

2.4) การวัดความสำเร็จจากผลการประกวดแข่งขัน: พบว่า ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในฝั่งของผู้มีหน้าที่กำกับดูแล (ตัวอย่างที่ 1 ผู้แทน พพ.) มีการกล่าวถึงการมูลเหตุประการหนึ่งที่พิจารณาว่าการจัดการพลังงานภาคบังคับที่ผ่านมาประสบความสำเร็จคือ “ผลงานในระดับชั้นของการประกวดแข่งขันด้านการอนุรักษ์พลังงานอย่าง Thailand Energy Award และ ASEAN Energy Award ซึ่งประเทศไทยมีผลงานโดดเด่นทั้งในด้านการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานมาอย่างต่อเนื่อง” ซึ่งแม้ว่าจะเป็นผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมจับต้องได้แต่ก็เป็นเพียงผลสำเร็จที่เกิดขึ้นกับตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายจำนวนน้อย (หลักสิบแห่งจากทั้งหมดมากกว่า 8,000 แห่ง) จึงควรพิจารณาในฐานะปัจจัยบ่งบอกความสำเร็จในการจัดการพลังงานทางอ้อมเท่านั้น

สรุปได้ว่าการวัดความสำเร็จของการจัดการพลังงานจากปัจจัยอื่นนอกเหนือจากดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้มีการอ้างถึง อันประกอบด้วย “ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน” “มาตรการอนุรักษ์พลังงาน” “การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม” และ “ผลการประกวดแข่งขัน” นั้น แม้ว่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานทั้งในทางตรงและในทางอ้อมแต่ไม่สามารถนำมาใช้วัดความสำเร็จของการจัดการพลังงานได้อย่างชัดเจนและครอบคลุมเท่ากับ “ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน” ดังนั้น จึงยังคงยืนยันว่าแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการวัดความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานในปัจจุบันคือการพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพพลังงาน อันได้แก่ “ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)” ตามแนวทางที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม

4.2.2 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับอิทธิพลของข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1)

ผลการวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยร่วมกับผลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม จนเกิดเป็นข้อสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับอิทธิพลของข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) เป็นดังต่อไปนี้

ผลการสัมภาษณ์ผู้มีหน้าที่กำกับดูแลการดำเนินการระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวอย่างที่ 1 ผู้แทน พพ.) ได้กล่าวถึงมุมมองที่มีต่อความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับที่ผ่านมาว่า “ภาพรวมของการประยุกต์ใช้มาตรการระบบการการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทยถือว่าประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี” จากหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ได้รับจากรายงานการจัดการพลังงาน การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและความกระตือรือร้นด้านการอนุรักษ์พลังงานของกลุ่มเป้าหมาย ไปจนถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานนับแต่เริ่มมีการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับจนถึงปัจจุบันดังที่ได้อ้างถึงในหัวข้อ 4.2.1 อันแสดงถึงความเป็นไปได้ที่การดำเนินการตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยจะสามารถส่งผลให้เกิดความสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงานอันเป็นเป้าหมาย

ในขณะที่ผลการสัมภาษณ์ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการภาคบังคับของประเทศไทย (ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม) พบความเห็นในลักษณะแตกออกเป็น 2 กลุ่ม โดยมีส่วนหนึ่งที่ให้ความเห็นในลักษณะที่ว่าได้ดำเนินการตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับจนทำให้เกิดความสำเร็จในการจัดการพลังงานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ได้แก่ ตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานที่มาจากอาคารควบคุมประเภทโรงแรมที่ได้กล่าวถึงผลสำเร็จของการจัดการพลังงานในมุมมองของตนเองว่า “ถือได้ว่าประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง” ตัวอย่างที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงพยาบาลที่ได้กล่าวถึงผลสำเร็จของการจัดการพลังงานในมุมมองของตนเองว่า “ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี” และตัวอย่างตัวอย่างที่ 5 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอาหารที่ได้กล่าวถึงผลสำเร็จของการจัดการพลังงานในมุมมองของตนเองว่า “ประสบความสำเร็จอย่างต่อเนื่อง” กับอีกส่วนหนึ่งที่ให้ความเห็นในลักษณะที่ว่ายังไม่สามารถประยุกต์ใช้การดำเนินการตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับจนนำไปสู่ผลความสำเร็จในการจัดการพลังงานได้ ได้แก่ ตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทสถาบันการศึกษา

ที่ได้กล่าวถึงผลสำเร็จของการจัดการพลังงานในมุมมองของตนเองว่า “ ยังไม่ประสบความสำเร็จมากนัก” ตัวอย่างที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมโลหะที่ได้กล่าวถึงผลสำเร็จของการจัดการพลังงานในมุมมองของตนเองว่า “ ยังไม่ประสบความสำเร็จมากนัก” และตัวอย่างที่ 7 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานจากโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้กล่าวถึงผลสำเร็จของการจัดการพลังงานในมุมมองของตนเองว่า “ยังไม่สามารถบ่งชี้ความสำเร็จที่เกิดขึ้นได้”

ดังนั้น ผลการสัมภาษณ์โดยรวมจึงแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ที่การส่งเสริมและผลักดันให้ดำเนินการตามที่ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยจะยังคงส่งผลทำให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานอันเป็นผลสำเร็จของการจัดการพลังงานภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยที่แม้ว่าจะส่งผลให้เกิดพัฒนาการด้านประสิทธิภาพพลังงานของกลุ่มเป้าหมายอย่างชัดเจนในช่วงเริ่มต้นของบังคับใช้ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 แต่แนวโน้มของพัฒนาการดังกล่าวเริ่มมีการชะลอตัวลงในช่วง 5 ปีล่าสุด (พ.ศ. 2558-2562) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563ก)

จึงสรุปได้ว่าควรมีการพิสูจน์อิทธิพลของข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันด้วยการนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของตัวแปรอิสระในแบบจำลองทำนายความสำเร็จของการจัดการพลังงาน

4.2.3 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2)

ผลการวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยร่วมกับผลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม จนเกิดเป็นข้อสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) เป็นดังต่อไปนี้

1) การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ

ผลการสัมภาษณ์แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยภายใน ที่เป็นลักษณะเฉพาะของสถานประกอบการและปัจจัยภายนอกที่มีความแตกต่างกันตามสถานการณ์ที่มีต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงาน ดังต่อไปนี้

ในส่วนของปัจจัยภายในที่เป็นลักษณะเฉพาะของสถานประกอบการพบว่า ตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงแรมได้มีการกล่าวว่า

“โรงแรมมีข้อจำกัดในการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ต้องมีการปรับปรุงขนาดใหญ่” โดยมีสาเหตุมาจากการที่ “ต้องหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อการให้บริการระหว่างการปรับปรุง” และ “การปรับปรุงบางอย่างอาจส่งผลกระทบต่อความสวยงาม และความสะดวก ในการให้บริการ ซึ่งสำคัญกว่าการอนุรักษ์พลังงานในมุมมองของผู้บริหาร” อันเป็นคุณลักษณะเฉพาะที่มีความสำคัญต่อการดำเนินกิจการโรงแรม ในขณะที่ตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทสถาบันการศึกษาก็ได้กล่าวถึงคุณลักษณะเฉพาะของสถานประกอบการที่เป็นอุปสรรคต่อการจัดการพลังงานว่า “เป็นสถานประกอบการขนาดใหญ่” และ “มีหน่วยงานย่อย” “ทำให้การผลักดันให้เกิดการดำเนินงานตามกระบวนการจัดการพลังงานอย่างครอบคลุมนั้นเป็นไปได้ยากมาก” เช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงพยาบาลที่กล่าวถึงข้อจำกัดในการดำเนินระบบการจัดการพลังงานอันเกิดจากคุณลักษณะเฉพาะของโรงพยาบาลว่า “มีข้อจำกัดในด้านการปฏิบัติงานในแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่ซึ่งให้บริการเกี่ยวกับการตรวจวินิจฉัย รักษา และฟื้นฟูผู้ป่วย ซึ่งมีความอ่อนไหวต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม” รวมถึงตัวอย่างที่ 5 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานจากโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอาหารที่กล่าวว่า “การปรับปรุงต้องคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อผลผลิตเป็นอย่างมาก” ซึ่งทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงความสำคัญในการออกแบบแนวทางวิธีการจัดการพลังงานให้มีความสอดคล้องกับปัจจัยภายในซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละสถานประกอบการ

ในส่วนของปัจจัยภายนอกที่แตกต่างกันตามสถานการณ์พบว่า ผู้มีหน้าที่กำกับดูแลการดำเนินการระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวอย่างที่ 1 ผู้แทน พพ.) ได้ให้ความเห็นที่แสดงถึงความสำคัญของปัจจัยภายนอกว่า “ควรต้องมีการพัฒนากลไกระบบการจัดการพลังงานและการกำกับดูแลให้ก้าวทันกับบริบทที่เปลี่ยนแปลงไป” และ “การคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมภายนอก เช่น สภาพเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยี สนธิสัญญาการค้าระหว่างประเทศ หรือข้อตกลงด้านสิ่งแวดล้อม อาจส่งผลต่อทั้งแนวทางและความมุ่งมั่นในการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายได้ โดยเฉพาะสำหรับธุรกิจขนาดใหญ่ที่มีการนำเข้า-ส่งออก (ขึ้นกับประเภทของธุรกิจ)” สอดคล้องกับผู้มีหน้าที่ปฏิบัติอย่างตัวอย่างที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงพยาบาลที่กล่าวว่า “ปัญหาที่พบเป็นครั้งคราวของการจัดการพลังงานคือ การเปลี่ยนแปลงของสภาวะเศรษฐกิจและข้อกำหนดกฎหมายที่ส่งผลต่อแผนการจัดการพลังงานที่ได้วางไว้ เช่น ผลกระทบจากการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 หรือมาตรฐานคุณภาพการให้บริการของสถานพยาบาล” และตัวอย่างที่ 5 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานจากโรงงานประเภทอุตสาหกรรมอาหารที่ให้ความเห็นเกี่ยวกับปัจจัยสู่ความสำเร็จของ

การจัดการพลังงานว่า “ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่มีทรัพยากรอะไรที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงพลังงานได้บ้าง” ซึ่งล้วนแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการคำนึงถึงผลกระทบจากปัจจัยภายนอกที่มีต่อการจัดการพลังงาน

โดยการให้ความสำคัญกับปัจจัยภายในที่เป็นคุณลักษณะเฉพาะและปัจจัยภายนอกที่เปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์นี้เป็นไปตามหลักการบริหารเชิงกลยุทธ์ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการพลังงานได้ด้วยการกำหนดให้มีการวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ ซึ่งเป็นแนวทางสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมการเปรียบเทียบกับข้อกำหนดของ ISO 50001:2018 ที่ให้ความสำคัญกับการเข้าใจบริบท โอกาสและความเสี่ยงในการจัดการพลังงาน (4.1 Context, 6.1 Risks & Opportunities) ด้วยการออกแบบการจัดการพลังงานให้สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะและความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องภายนอกองค์การ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ CSF ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานในประเด็น “การมีส่วนร่วมของผู้บริหาร” ซึ่งควรต้องแสดงออกถึงการมีส่วนร่วมด้วยการกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์ด้านการอนุรักษ์พลังงานที่มีความเหมาะสมกับองค์การ (Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Al-Najem et al., 2012; Manville et al., 2012; Carleysmith et al., 2009; Liu & Cross, 2016; Dayan, 2010; Scott, 1997; Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Johansson, 2015; Nisiforou et al., 2012) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ CSF ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานในประเด็น “ความเป็นรูปธรรมของเป้าหมาย” ในส่วนที่ว่าเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานควรมีความสอดคล้องกับกลยุทธ์และเป้าหมายโดยรวมขององค์การ (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Psychogios & Tsironis, 2016)

จึงสรุปได้ว่าการวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ อันหมายถึง การให้ความสำคัญกับบริบททั้งปัจจัยภายในที่เป็นคุณลักษณะเฉพาะขององค์การ และปัจจัยภายนอกเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมที่ส่งผลต่อการจัดการพลังงาน ด้วยการนำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์และกำหนดกลยุทธ์ในการจัดการพลังงานให้เหมาะสมกับบริบทขององค์การ ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งสมควรกำหนดเป็นตัวแปรอิสระในแบบจำลอง

2) การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและจัดหา

ผลการสัมภาษณ์แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยนำเข้าที่ส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงานขององค์การทั้งในขั้นตอนของออกแบบและการจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องจักร หรือบุคลากร โดยพบว่า ตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทสถาบันการศึกษาได้กล่าวถึงปัญหาในการอนุรักษ์พลังงานว่า “หลายอาคารเป็นอาคารเก่า

ซึ่งไม่เหมาะกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ" และ "สามารถปรับปรุงแก้ไขได้เพียงบางส่วน แต่ก็ยังคงมีความสิ้นเปลืองพลังงานในระดับสูง" เช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 5 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานจากโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอาหารที่กล่าวถึงปัญหาในลักษณะเดียวกันว่า "แม้จะพบว่า การออกแบบที่มีอยู่เดิมไม่เหมาะสมหรือไม่มีประสิทธิภาพแต่ก็ยังไม่สามารถปรับปรุงแก้ไขได้" และตัวอย่างที่ 7 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานจากโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่กล่าวว่า "ปัญหาหลักของการอนุรักษ์พลังงานมาจากการต่อเติมขยายโดยไม่ได้มีการออกแบบใหม่ทำให้การแก้ไขจำเป็นต้องรื้อทั้งระบบซึ่งลงทุนสูงและใช้เวลานาน จึงยังไม่สามารถแก้ไขได้" นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงแรมก็ได้กล่าวถึงปัญหาอุปสรรคในการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานว่า "มาตรการปรับปรุงตัวอาคารหรือระบบ/อุปกรณ์ที่มีการใช้งานอยู่เดิม บางส่วนแม้จะพบว่ามีประสิทธิภาพด้านพลังงานที่ไม่ดี แต่ก็ไม่คุ้มค่าที่จะปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงถ้ายังไม่หมดอายุใช้งาน" รวมถึงตัวอย่างที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานจากโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมโลหะกล่าวว่า "มาตรการประหยัดพลังงานจากการเปลี่ยนเครื่องจักร/อุปกรณ์ส่วนใหญ่ไม่ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการเนื่องจากเครื่องจักรเดิมยังใช้งานได้อยู่"

ซึ่งผลกระทบของการดำเนินงานในขั้นตอนการออกแบบและจัดหาทรัพยากรที่มีต่อการจัดการพลังงานขององค์การนี้มีความสอดคล้องกับตัวอย่างที่ปรากฏในข้อกำหนด ISO 50001:2018 ในประเด็นการให้ความสำคัญต่อการคัดเลือกปัจจัยนำเข้า (5.2 Energy Policy, 8.2 Design; 8.3 Procurement) นอกจากนี้ยังส่งผลในลักษณะของการควบคุมบริบทภายในองค์การให้เอื้อต่อการอนุรักษ์พลังงานและเป็นการสร้างบรรทัดฐานอันเป็นส่วนหนึ่งของการผลักดันให้เกิด "วัฒนธรรมองค์การ" ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานซึ่งเป็น CSFs ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน (Parkhi, 2019; Pimentel & Major, 2016; Psychogios & Tsironis, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Lubowe & Blitz, 2008; Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Shakil, 2012; Nisiforou et al., 2012)

จึงสรุปได้ว่าการอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและจัดหา อันหมายถึง การพิจารณาผลกระทบที่มีต่อเป้าหมายด้านการจัดการพลังงานขององค์การตั้งแต่ในกระบวนการเริ่มแรกคือ การออกแบบและการจัดหาสินค้าและบริการที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อสมรรถนะด้านพลังงานรวมถึงการจัดหาบริการที่เกี่ยวกับการจัดการพลังงานและการซ่อมบำรุงให้เอื้อต่อการบรรลุเป้าหมายด้านการจัดการพลังงานขององค์การในขั้นตอนของการดำเนินงาน ถือเป็นหนึ่ง

ในปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งสมควรกำหนดเป็นตัวแปรอิสระในแบบจำลอง

3) ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน

ผู้มีหน้าที่กำกับดูแล (ตัวอย่างที่ 1 ผู้แทน พพ.) ได้กล่าวถึงแนวคิดที่จะปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับว่า "มีแนวคิดที่จะยกระดับกระบวนการจัดการพลังงานให้อยู่บนพื้นฐานของการตั้งเป้าหมาย (Target base) มากขึ้น โดยพยายามผลักดันให้กลุ่มเป้าหมายมุ่งที่จะสร้างผลผลิตหรือผลลัพธ์ (Output/Outcome) ในรูปของการอนุรักษ์พลังงานที่จับต้องได้ โดยอาจมีการกำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานขั้นต่ำเป็นรายปี" อันแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการยกระดับความสำเร็จในการจัดการพลังงานด้วยการการกำหนดเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจน เนื่องจากแม้ว่าระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับที่เป็นอยู่ในปัจจุบันจะมีข้อกำหนดให้มีการตั้งเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนที่ 5 (การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน) แต่ก็ยังขาดแนวทางที่ชัดเจนว่าควรกำหนดเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงานในปริมาณมากน้อยเพียงใด ทำให้อาคารควบคุมและโรงงานควบคุมทำการกำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานมากบ้างน้อยบ้างตามความพร้อมที่จะดำเนินมาตรการในแต่ละปีโดยมักไม่ได้คำนึงถึงศักยภาพที่แท้จริงหรือเป้าหมายในระยะยาวของประเทศไทย

ในขณะที่ทางฝั่งผู้มีหน้าที่ปฏิบัติก็ได้ให้ความเห็นที่แสดงถึงความสำคัญของการกำหนดเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจนเช่นกัน โดยพบว่าตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทมหาวิทยาลัยได้กล่าวถึงแนวทางในการดำเนินการจัดการพลังงานให้ประสบความสำเร็จว่า "ควรต้องมีการกำหนดเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานของมหาวิทยาลัย และกระจายความรับผิดชอบที่มีต่อเป้าหมายดังกล่าวไปยังหน่วยงานย่อยเพื่อให้เกิดความชัดเจน" เช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชองด้านพลังงานของโรงพยาบาลที่ได้มีการกล่าวว่า "การทำให้เกิดนโยบายและเป้าหมายที่ชัดเจนจากฝ่ายบริหารเพื่อให้ผู้มีหน้าที่ขับเคลื่อนสามารถนำไปใช้อ้างอิงในการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงาน" เป็นส่วนหนึ่งของแนวคิดในการปรับปรุงผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน และตัวอย่างที่ 5 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอาหารที่กล่าวว่า "การจัดการพลังงานจะส่งผลให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานที่เป็นรูปธรรมได้จำเป็นต้องมีเวลาเพียงพอสำหรับการศึกษา วิเคราะห์ วิจัย และขออนุมัติงบประมาณ จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานและวางแผนการดำเนินงานในระยะยาว" และตัวอย่างที่ 7 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรม

อิเล็กทรอนิกส์ที่ให้ความเห็นว่า “การกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนให้ผู้บริหารสถานประกอบการนำมาใช้เป็นนโยบายเป็นแนวทางที่อาจช่วยผลักดันให้การจัดการพลังงานในโรงงานมีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น” นอกจากนี้ตัวอย่างที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทโลหะก็ได้มีการกล่าวว่าการที่ผู้บริหาร “ไม่ได้มีการคาดหวังหรือตั้งเป้าหมายที่ชัดเจน” เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาอุปสรรคในการจัดการพลังงานด้วย

ซึ่งแนวทางการปรับปรุงความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานนี้มีความสอดคล้องอย่างชัดเจนกับ CSF ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานคือ “ความเป็นรูปธรรมของเป้าหมาย” (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Psychogios & Tsironis, 2016; Steg et al., 2013; Owen & Beevor, 2009; Rohdin & Thollander, 2006; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013;Liu & Cross, 2016; Dayan, 2010; Hoegl et al., 2004) และมีความสอดคล้องกับตัวอย่างการดำเนินการของ ISO 50001:2018 ที่พยายามทำให้การกำหนดเป้าหมายและแผนงานด้านการอนุรักษ์พลังงานมีความละเอียด ชัดเจน รัดกุม สมเหตุผล ด้วยการให้ความสำคัญกับคุณภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมาก (6.2 Objectives, Targets, Planning; 6.3 Energy Review; 6.4 EnPIs; 6.5 Energy Baseline)

จึงสรุปได้ว่าความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน อันหมายถึง การกำหนดตัวชี้วัดและเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงานที่มีความชัดเจนทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยมีความเป็นรูปธรรมเพียงพอที่จะสามารถสื่อสารให้ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติเกิดการรับรู้และเข้าใจในเป้าหมาย รวมถึงยอมรับเกี่ยวกับเหตุผลความจำเป็นและหลักคิดอันเป็นที่มาของเป้าหมาย ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งสมควรกำหนดเป็นตัวแปรอิสระในแบบจำลอง

4) ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม

ผลการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในฝั่งของผู้กำกับดูแล (ผู้แทน พพ.) ได้มีการกล่าวถึงปัญหาหนึ่งในการจัดการพลังงานภาคบังคับว่า “ในช่วงระยะเวลาถัดมา ปัญหาหลักคือ การการติดตามและวัดผลที่เกิดขึ้นให้มีความชัดเจนเป็นรูปธรรม เพื่อให้ได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง” ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของกระบวนการวัดและติดตามผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการพลังงาน ในขณะที่ในฝั่งของผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ ตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงแรมได้กล่าวถึงปัญหาอุปสรรคในการจัดการพลังงานว่า “ไม่มีอุปกรณ์/เครื่องมือที่จะใช้ในการตรวจวัดเพื่อประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานในบางมาตรการ/ อาจไม่น่าเชื่อเพียงพอที่จะได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการจากผู้บริหาร” เช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรม

โลหะที่กล่าวถึงปัญหาว่า “ขาดการสนับสนุนการดำเนินการในด้านเครื่องมือ” และตัวอย่างที่ 7 ที่อ้างถึงปัญหาว่า “ขาดเครื่องมือที่จะใช้ตรวจวัดการสูญเสียพลังงานด้วยตนเองจนทำให้ความน่าเชื่อถือในการดำเนินการจัดการพลังงานลดลง” รวมถึงตัวอย่างที่ 5 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอาหารที่ให้ความเห็นว่า “การสนับสนุนงบประมาณในการจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เพื่อทำการทดสอบ/ทดลองจนกว่าโครงการจะสัมฤทธิ์ผล” เป็นหนึ่งส่วนหนึ่งของปัจจัยที่ทำให้การจัดการพลังงานของโรงงานประสบความสำเร็จ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปัญหาเกี่ยวกับความพร้อมด้านเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามข้อมูลด้านพลังงานเป็นปัญหาหลักที่ส่งผลต่อคุณภาพในการตรวจสอบและติดตามการใช้พลังงานของกลุ่มเป้าหมาย

ซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวปฏิบัติของ ISO 50001:2018 ที่ให้ความสำคัญกับการวัดและติดตามผลโดยได้กำหนดให้มีการทบทวนความจำเป็นด้านการวัดและการสอบเทียบเครื่องมือวัดไว้ในข้อกำหนดอย่างชัดเจน (9.1 MMAE of Energy Performance and EnMS) พร้อมทั้งสอดคล้องกับ CSF ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานในประเด็น “ความเป็นรูปธรรมของเป้าหมาย” ซึ่งต้องการให้เกิดการวัดผลที่จับต้องได้ (Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Robinson et al., 2012) อีกทั้งยังมีความเกี่ยวข้องกับ CSF ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานในประเด็น “การมีส่วนร่วมของผู้บริหาร” เนื่องจากการจัดหาเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามอันส่งผลต่อความสามารถในการได้มาซึ่งข้อมูลที่มีความจำเป็นต่อการดำเนินระบบจัดการพลังงานถือเป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนทรัพยากรที่จำเป็นต่อการดำเนินระบบการจัดการพลังงานของฝ่ายบริหาร (Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013; Al-Najem et al., 2012; Manville et al., 2012; Carleysmith et al., 2009; Liu & Cross, 2016; Dayan, 2010; Scott, 1997)

จึงสรุปได้ว่าความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม อันหมายถึง ศักยภาพและความพร้อมในด้านอุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นต่อการได้มาซึ่งข้อมูลในการประเมินศักยภาพด้านการอนุรักษ์พลังงาน การติดตามประสิทธิภาพด้านพลังงาน และประเมินผลการอนุรักษ์พลังงานที่เกิดขึ้นขององค์การ ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งสมควรกำหนดเป็นตัวแปรอิสระในแบบจำลอง

5) สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ

ผลการสัมภาษณ์ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ ตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงแรมได้กล่าวถึงปัญหาส่วนหนึ่งที่ทำให้การจัดการพลังงานไม่ประสบความสำเร็จว่า “ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานไม่สามารถสั่งการให้บุคลากรอื่นให้ความร่วมมือได้” ประกอบกับตัวอย่างที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมโลหะได้มีการกล่าวถึงปัญหาในลักษณะเดียวกันว่า “ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานมีหน้าที่เป็นเพียงผู้ปฏิบัติเท่านั้นซึ่งเป็นการยากที่จะขอความร่วมมือจากบุคลากรอื่นให้ช่วยดำเนินงานได้เนื่องจากไม่ได้มีสายบังคับบัญชาหรือ Job description กำหนดไว้อย่างชัดเจน” แสดงถึงความสำคัญของฐานะตำแหน่งซึ่งแสดงถึงอำนาจในการสั่งการของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานที่มีต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานเนื่องจาก แม้ว่าในโครงสร้างของคณะทำงานด้านการจัดการพลังงานจะกำหนดให้ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอยู่ในฐานะเลขานุการของคณะทำงานก็ตาม แต่แท้จริงแล้วในทางปฏิบัติย่อมปฏิเสธไม่ได้ว่าผู้รับผิดชอบด้านพลังงานคือบุคคลสำคัญ (Key person) ในการขับเคลื่อนระบบการจัดการพลังงานภายในองค์การเนื่องจากเป็นผู้อยู่ในบทบาทที่ได้รับมอบหมายให้ต้องดูแลรับผิดชอบกิจกรรมดังกล่าวโดยตรงทั้งโดยองค์การและโดยข้อกฎหมาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวปฏิบัติในการกำหนดสถานะตัวแทนฝ่ายบริหาร (EnMR) ตามข้อกำหนด ISO 50001:2018 (5.1 Leadership & Commitment) และมีความสอดคล้องกับ CSF ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบจัดการพลังงานในประเด็น “หน้าที่และบทบาทที่ชัดเจน” ซึ่งต้องการอำนาจในการดำเนินการในระดับที่สอดคล้องกับหน้าที่ด้านพลังงานที่ต้องรับผิดชอบ (Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013) นอกจากนี้ด้วยภาระบทบาทของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานที่มีสถานะไม่แตกต่างจากหัวหน้าทีมปฏิบัติงานด้านการจัดการพลังงานขององค์การทำให้การกำหนดสถานะอำนาจของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานที่เหมาะสมส่งผลในด้านการยกระดับภาวะผู้นำของหัวหน้าทีมพร้อมกับเป็นการแสดงออกถึงภาวะผู้นำของฝ่ายบริหารที่ให้ความสำคัญกับภาระงานด้านการอนุรักษ์พลังงานอันถือเป็นส่วนประกอบของ CSF ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบจัดการพลังงานในประเด็น “การมีส่วนร่วมของผู้บริหาร” (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Johansson, 2015; Nisiforou et al., 2012; Dayan & Di Benedetto, 2009; Thamhain, 2003)

จึงสรุปได้ว่าสถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ อันหมายถึง ฐานะตำแหน่งที่แสดงถึงอำนาจในการตัดสินใจและสั่งการที่มีความสอดคล้องกับหน้าที่บทบาทที่ต้องรับผิดชอบสำหรับผู้รับผิดชอบด้านพลังงานขององค์การ ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งสมควรกำหนดเป็นตัวแปรอิสระในแบบจำลอง

6) ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน

ผลการสัมภาษณ์ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ ตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงแรมได้มีการกล่าวถึงปัญหาของการจัดการพลังงานว่า “ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานและคณะทำงานด้านการจัดการพลังงานแต่ละท่านต่างก็มีภาระงานประจำค่อนข้างเต็มเวลาอยู่แล้ว” เช่นเดียวกับ ตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทสถาบันการศึกษาที่กล่าวถึงปัญหาของการจัดการพลังงานว่า “การอนุรักษ์พลังงานมักถูกมองว่าเป็นภาระงานลำดับรอง” และ “ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานและคณะทำงานด้านการจัดการพลังงานทุกท่านต่างมีภาระหน้าที่หลักในด้านอื่น” และ “ภาระงานของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานจะเพิ่มขึ้นตามขนาดขององค์การ” และ “ควรเพิ่มจำนวนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (ว่าจ้างผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเพิ่มเติม)” และตัวอย่างที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมโลหะที่กล่าวถึงปัญหาในการจัดการพลังงานว่า “ขาดการสนับสนุนในด้านกำลังคนและผู้รับผิดชอบด้านพลังงานต้องทำงานในด้านการดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นหลัก” และตัวอย่างที่ 7 ที่มีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่กล่าวถึงปัญหาที่ว่า “ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานมีภาระงานประจำทำให้มีเวลาที่จะดำเนินงานเกี่ยวกับการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานไม่มากนัก” ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปัญหาอันเกิดจากการมอบหมายภาระงานในตำแหน่งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานให้กับบุคลากรประจำที่มีอยู่เดิมซึ่งมีภาระงานหลักในด้านอื่นทำให้การดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการพลังงานกลายเป็นภาระงานรองอันเป็นแนวปฏิบัติที่เกิดขึ้นในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมส่วนใหญ่ในประเทศไทย และนำไปสู่ปัญหาการขาดความมุ่งมั่นทุ่มเทในการทำงานทั้งที่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นบุคลากรสำคัญ (Key person) ในการขับเคลื่อนระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยใช้หลักการ “สร้างแรงจูงใจ” ซึ่งหนึ่งในเป็น CSF ที่โด่งดังเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน (Parkhi, 2019; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013; Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Foss & Lindenberg, 2013; Huang & Lin, 2006; Thamhain, 1990) ด้วยการหาแนวทางที่จะทำให้เกิดผลตอบแทนเพิ่มเติมทั้งในรูปที่เป็นตัวเงินหรือไม่ใช่ตัวเงินกับผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน รวมถึงการว่าจ้างบุคลากรในตำแหน่งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเพื่อปฏิบัติงานด้านการจัดการพลังงานเป็นภาระงานหลักเพื่อให้เกิดขวัญกำลังใจ ความกระตือรือร้นและความทุ่มเทในการปฏิบัติงานในฐานะผู้รับผิดชอบด้านพลังงานจนทำให้การจัดการพลังงานประสบความสำเร็จตามภารกิจที่ได้รับมอบหมาย

จึงสรุปได้ว่าผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน อันหมายถึง ผลประโยชน์หรือคุณค่าที่ได้รับเพิ่มเติมทั้งในรูปที่เป็นตัวเงินหรือไม่ใช่ตัวเงินจากตำแหน่งผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน อันรวมถึงการว่าจ้างบุคลากรในตำแหน่งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเพื่อปฏิบัติงานด้านการจัดการพลังงานเป็นภาระงานหลัก ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งสมควรกำหนดเป็นตัวแปรอิสระในแบบจำลอง

7) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน

ผลการสัมภาษณ์ผู้มีหน้าที่กำกับดูแล (ตัวอย่างที่ 1 ผู้แทน พพ.) ได้มีการกล่าวถึงปัญหาส่วนหนึ่งในการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานในช่วงเริ่มต้นว่า “สำหรับช่วงเริ่มต้น ปัญหาหลักคือ การทำความเข้าใจและสร้างการยอมรับในกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการดำเนินการตามข้อกำหนดได้อย่างถูกต้อง” อันแสดงให้เห็นว่าผู้มีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับนั้นจำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของตนเองเป็นลำดับแรก

ในขณะที่ผลการสัมภาษณ์ในฝั่งของผู้มีหน้าที่ปฏิบัติพบว่า ตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงแรมได้กล่าวว่า “บุคลากรของโรงแรมยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานเป็นอย่างมาก ทำให้การขับเคลื่อนระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับเป็นไปอย่างค่อนข้างยากลำบาก” และ “จำเป็นที่จะต้องทำให้บุคลากรในแต่ละตำแหน่งงานรู้ถึงหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน” อันแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องทำให้บุคลากรในแต่ละตำแหน่งงานรู้ถึงหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน เช่นเดียวกับ ตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทสถาบันการศึกษาที่กล่าวว่า “หากผู้บริหาร บุคลากร และนิสิตในมหาวิทยาลัยให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงานแล้ว ก็จะเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการพลังงานและทำให้เกิดอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืน” และ “หากผู้บริหารหน่วยงานย่อยมีหน้าที่ความรับผิดชอบในด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจนก็จะเป็นการช่วยผลักดันระบบการจัดการพลังงานในแต่ละส่วนงานให้เกิดขึ้นได้” และตัวอย่างที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงพยาบาลที่ให้ความเห็นว่าการที่ “ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในพื้นที่ดังกล่าวจำเป็นต้องมีความเข้าใจเป็นการเฉพาะ” เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้การจัดการพลังงานประสบความสำเร็จ และตัวอย่างที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมโลหะที่กล่าวถึงปัญหาอุปสรรคในการจัดการพลังงานว่าเกิดจากการที่ “ผู้บริหารและบุคลากรส่วนใหญ่ไม่เข้าใจถึงหลักการและเป้าหมาย

ของระบบการจัดการพลังงาน” และ “ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานไม่ถนัดงานเอกสาร” รวมถึงตัวอย่างที่ 7 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่กล่าวว่า “บุคลากรในแต่ละตำแหน่งงานมีทั้งส่วนที่ขาดจิตสำนึกและส่วนที่ไม่ทราบว่าต้องทำอย่างไรถึงจะเกิดการประหยัดพลังงาน” ซึ่งล้วนแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการทราบถึงหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจนของบุคลากรในทุกระดับชั้นที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานขององค์การเพื่อให้ทุกบุคลากรเกิดความตระหนักรู้สึกมีส่วนร่วมกับระบบการจัดการพลังงาน อีกทั้งยังเป็นการกระจายภาระความรับผิดชอบเกี่ยวกับการควบคุมด้านพลังงานให้บุคลากรที่อยู่ในแต่ละส่วนงานตามความเหมาะสมเพื่อให้เกิดการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

ซึ่งสอดคล้องกับตัวอย่างแนวปฏิบัติตามข้อกำหนด ISO 50001:2018 ที่ต้องการให้เกิดความชัดเจนเกี่ยวกับอำนาจ หน้าที่ และความรับผิดชอบของบุคลากรในด้านการจัดการพลังงาน (5.3 Organization Approach, 7.2 Competence, 8.1 Operational Planning and Control) และสอดคล้องกับ CSF ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานในประเด็น “หน้าที่และบทบาทที่ชัดเจน” โดยตรง (Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013) อีกทั้งยังทำให้เกิดแนวทางการพัฒนาความสามารถที่ชัดเจนและมีความเหมาะสมตามหน้าที่บทบาทด้านพลังงานที่ได้รับสำหรับบุคลากรในแต่ละระดับชั้นอันมีความเชื่อมโยงกับอีกหนึ่ง CSF ที่โดดเด่นเกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานได้แก่ “ความสามารถของบุคลากร” ด้วย (Liu & Cross, 2016; Ryan & O'Connor, 2009; Dayan & Colak, 2008; Horwitz & Horwitz, 2007; Reagans et al., 2004; Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Manville et al., 2012; Delgado, et al, 2010)

จึงสรุปได้ว่า การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน อันหมายถึง การกำหนดหน้าที่ ความรับผิดชอบ และแนวปฏิบัติ เกี่ยวกับการตรวจสอบ การควบคุม การบำรุงรักษา รวมถึงหน้าที่อื่นที่เกี่ยวกับการจัดการพลังงานขององค์การให้กับบุคลากรในแต่ละระดับชั้นได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานในองค์การอย่างเหมาะสม ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งสมควรกำหนดเป็นตัวแปรอิสระในแบบจำลอง

8) การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ

ผลการสัมภาษณ์ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติพบว่า ตัวอย่างที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงพยาบาลได้กล่าวว่า “การแลกเปลี่ยน เรียนรู้ และพัฒนาองค์ความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงาน” เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการพลังงาน ในทำนองเดียวกันพบว่า ตัวอย่างที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมโลหะก็ได้มีการกล่าวถึงปัญหาในการจัดการพลังงานว่าเกิดจาก “บุคลากรในสายการผลิตมีการหมุนเวียนเข้าออกเป็นประจำทำให้การอบรมให้ความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงานไม่เกิดผล” เช่นเดียวกับ ตัวอย่างที่ 7 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่กล่าวถึงปัญหาในการจัดการพลังงานว่าส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจาก “การเปลี่ยนแปลงเข้า-ออกของบุคลากรในสายการผลิตและซ่อมบำรุงอย่างต่อเนื่อง” และ “กรณีที่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานลาออก ทำให้องค์ความรู้ขาดหายไป” ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการความรู้ที่มีต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงาน เช่น การมีระบบฐานข้อมูล การแปลงความรู้เป็นเอกสาร การแปลงข้อมูลเป็นสารสนเทศ หรือ คู่มือการปฏิบัติงาน เป็นต้น เพื่อให้บุคลากรสามารถเรียนรู้ทำความเข้าใจ และนำมาใช้ปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นแนวปฏิบัติที่ปรากฏเป็นตัวอย่างใน ISO 50001:2018ที่ให้ความสำคัญกับการจัดทำคู่มือ ระเบียบปฏิบัติงาน การควบคุมเอกสารและสารสนเทศ (4.3 Scope of EnMS, 4.4 EnMS process, 7.5 Documented Information) และส่งผลต่อ CSF ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานในประเด็นของการพัฒนา “ความสามารถของบุคลากร” ในการปฏิบัติงานด้านพลังงาน (Liu & Cross, 2016; Ryan & O'Connor, 2009; Dayan & Colak, 2008; Horwitz & Horwitz, 2007; Reagans et al., 2004; Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Manville et al., 2012; Delgado, et al, 2010)

จึงสรุปได้ว่าการจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ อันหมายถึง กระบวนการรวบรวม สร้างสรรค์ และจัดระเบียบองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการพลังงาน เพื่อให้สะดวกต่อการถ่ายทอด แลกเปลี่ยน ต่อยอด และประยุกต์ใช้ในองค์การ ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งสมควรกำหนดเป็นตัวแปรอิสระในแบบจำลอง

9) การสื่อสารแบบ 2 ทาง

ผลการสัมภาษณ์ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติพบว่า ตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงแรมได้กล่าวว่า “จำเป็นที่จะต้องรับฟังและแลกเปลี่ยนความเห็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานระหว่างกันอย่างต่อเนื่อง” ในขณะที่ตัวอย่างที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงพยาบาลก็

ได้กล่าวว่า “จำเป็นต้องมีเครื่องมือกระจายองค์ความรู้ไปยังบุคลากรในทุกส่วนงานอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งรับฟังปัญหาข้อสงสัยเกี่ยวกับการจัดการพลังงานหรือการใช้พลังงานมาทำการวิเคราะห์หาทางออกที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงานในรงพยาบาลอย่างต่อเนื่อง” แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการสื่อสารที่มีต่อการดำเนินการจัดการพลังงาน ซึ่งสอดคล้องกับ CSF ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานในประเด็น “การสื่อสาร” (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Ottosson, 2010; Rogers, 2003; Liu & Cross, 2016; Dayan & Di Benedetto, 2009; Yeh & Chou, 2005; Thamhain, 2003; Patrashkova-Volzdoska et al., 2003)โดยเฉพาะการสื่อสารแบบ 2 ทาง (Two-way communication) คือมีทั้งช่องทางในการกระจายข้อมูลไปยังผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานและรับฟังข้อคิดเห็นหรือข้อมูลจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงาน เนื่องจากแม้ว่าระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยจะมีข้อกำหนดให้ประชาสัมพันธ์เผยแพร่ผลการดำเนินงานในขั้นตอนที่ 1 3 5 และ 8 ให้บุคลากรในองค์การได้รับทราบอย่างทั่วถึง แต่ยังไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการรับฟังความเห็น (Feedback) เพื่อให้บุคลากรทั้งในและนอกองค์การสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในเสนอแนวคิดที่เป็นประโยชน์ต่อระบบการจัดการพลังงานรวมถึงสะท้อนความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่มีต่อการจัดการพลังงานที่ดำเนินการอยู่ขององค์การ ซึ่งเป็นแนวปฏิบัติที่มีแบบอย่างจาก ISO 50001:2018 ที่ให้ความสำคัญกับบริบทโดยเฉพาะผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Interested Parties) จึงได้กำหนดให้มีการเปิดช่องทางการรับฟังความคิดเห็นและทวนสอบความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานขององค์การอย่างต่อเนื่อง (7.4 Communication; 9.1 MMAE of Energy Performance and EnMS)

จึงสรุปได้ว่าการสื่อสารแบบ 2 ทาง อันหมายถึง การมีช่องทางสำหรับการส่งข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการพลังงานขององค์การไปยังกลุ่มเป้าหมาย พร้อมกับมีช่องทางในการรับข้อมูลข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ (Feedback) เกี่ยวกับการจัดการพลังงานขององค์การจากกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งรวมถึงการมีกระบวนการในการกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมในการให้ความเห็นและติดตามความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานขององค์การ ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งสมควรกำหนดเป็นตัวแปรอิสระในแบบจำลอง

10) มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน

ผลการสัมภาษณ์ผู้มีหน้าที่กำกับดูแล (ตัวอย่างที่ 1 ผู้แทน พพ.) พบว่ามีการกล่าวถึงแนวคิดที่จะพัฒนากลไกส่งเสริมสนับสนุนระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับว่า “อาจใช้แนวทางการสร้างแรงจูงใจ (Incentive base) ด้วยการสร้างตลาดซื้อขายเครดิต (Credit) ด้านการอนุรักษ์

พลังงาน” และ “ต้องการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับให้มีความสอดคล้องหรือสามารถพัฒนาต่อไปสู่มาตรฐานการจัดการพลังงานสากล (ISO 50001) ได้โดยง่าย เพื่อเพิ่มอรรถประโยชน์ของการดำเนินการตามระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ” นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงปัญหาในการกำกับดูแลระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับว่า “พบว่ามีอุปสรรคในการบังคับใช้บทลงโทษตามกฎหมายจากมูลเหตุหลายประการ/ ทำให้ไม่สามารถใช้กลไกลบทลงโทษในการผลักดันกลุ่มเป้าหมายให้อนุรักษ์พลังงานได้อย่างเต็มรูปแบบ” ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการประยุกต์ใช้มาตรการจูงใจให้กลุ่มเป้าหมายมีการดำเนินการจัดการพลังงานจนบรรลุเป้าหมายในมุมมองของฝั่งผู้กำกับดูแล

ในขณะที่ในฝั่งของผู้มีหน้าที่ปฏิบัติพบว่าก็มีความเห็นที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน โดยตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงแรมก็ได้กล่าวว่า “ควรมีมาตรการจูงใจหรือสนับสนุนให้ผู้ประกอบการสนใจที่จะดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานมากขึ้น” เช่นเดียวกับ ตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทสถาบันการศึกษาที่กล่าวว่า “ควรมีมาตรการจูงใจหรือบทลงโทษ เพื่อให้แต่ละหน่วยงานดำเนินงานให้ได้ตามเป้าหมายอย่างจริงจังจึงจะสามารถบรรลุเป้าหมายในการจัดการพลังงานได้” และตัวอย่างที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงพยาบาลที่กล่าวว่า “การที่จะกระตุ้นให้สถานประกอบการดำเนินการจัดการพลังงานอย่างจริงจังจำเป็นต้องเริ่มจากการจูงใจเจ้าของหรือผู้บริหารสูงสุดของสถานประกอบการให้เห็นถึงประโยชน์ที่ได้รับอย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรมจับต้องได้” และตัวอย่างที่ 5 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอาหารที่กล่าวถึงแนวทางปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานว่าควร “ยกระดับอรรถประโยชน์ที่ได้รับจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับให้มากขึ้น” รวมถึงตัวอย่างที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมโลหะที่ให้ความเห็นว่า “การจูงใจผู้บริหารให้เห็นถึงประโยชน์ของการจัดการพลังงาน” เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการพลังงาน

แสดงให้เห็นว่าทั้งผู้มีหน้าที่กำกับดูแลและผู้มีหน้าที่ปฏิบัติเห็นตรงกันว่าการมีมาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน เช่น การได้มาซึ่งผลตอบแทนหรือรางวัลเมื่อบรรลุเป้าหมายเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้พลังงาน หรือ การประกวดแข่งขันเกี่ยวกับอนุรักษ์พลังงาน หรือ การมีบทลงโทษในกรณีที่พบว่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำกว่ามาตรฐาน เป็นต้น สามารถส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับ CSF ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานในประเด็น

“สร้างแรงจูงใจ” โดยตรง (Parkhi, 2019; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013; Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Foss & Lindenberg, 2013; Huang & Lin, 2006; Thamhain, 1990)

จึงสรุปได้ว่ามาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน อันหมายถึง การจูงใจกลุ่มเป้าหมายด้วยการกำหนดผลตอบแทนหรือรางวัลทั้งในรูปตัวเงินและไม่ใช่ตัวเงินในกรณีที่สามารถบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ตั้งไว้ หรือ การกำหนดให้มีบทลงโทษในกรณีที่ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ตั้งไว้ ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งสมควรกำหนดเป็นตัวแปรอิสระในแบบจำลอง

11) การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน

ผลการสัมภาษณ์ในฝั่งผู้มีหน้าที่ปฏิบัติพบว่า ตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงแรมได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับแนวทางการยกระดับความสำเร็จในการจัดการพลังงานว่า “ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับต้นแบบการอนุรักษ์พลังงานที่ทันสมัยสำหรับผู้ประกอบกิจการแต่ละประเภท” และ “เทคโนโลยีในปัจจุบันช่วยลดภาระเกี่ยวกับการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานได้” สอดคล้องกับตัวอย่างที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมประเภทโรงพยาบาลที่ให้ความเห็นว่า “คิดว่ามีความคุ้มค่าที่จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานใหม่ ๆ” และตัวอย่างที่ 5 ซึ่งมีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอาหารที่กล่าวว่า “ควรมีกระบวนการให้เกิดความร่วมมือในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีหรือแนวทางการอนุรักษ์พลังงานเชิงลึก” และตัวอย่างที่ 7 ที่มีลักษณะเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่กล่าวว่า “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแทนการพึ่งพิงพฤติกรรมมนุษย์อาจช่วยให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้อย่างรวดเร็วและมีเสถียรภาพมากกว่า” แสดงให้เห็นถึงความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่จะนำเทคโนโลยีที่มีศักยภาพมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานขององค์การ โยเชื่อว่าจะสามารถเพิ่มความสำเร็จของการจัดการพลังงานได้ ในขณะที่ในฝั่งผู้มีหน้าที่กำกับดูแล (ตัวอย่างที่ 1 ผู้แทน พพ.) ก็มีการให้ความเห็นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการจัดการพลังงานว่า “มีความเป็นไปได้ที่จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาสนับสนุนการดำเนินงานในด้านการจัดการพลังงาน เพียงแต่คงไม่ใช่การแทนที่ทรัพยากรมนุษย์ทั้งหมด”

สอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการจัดการพลังงาน ซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น 2 ระดับ คือ

11.1 การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ อันเป็นเทคโนโลยีที่มีการประยุกต์ใช้ในการจัดการพลังงานมาอย่างยาวนานแต่ก็ยังไม่ถูกนำมาใช้เป็นมาตรฐานในการออกแบบหรือจัดการพลังงาน ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวนอกจากจะช่วยทำให้เกิดการวัดผลที่จับต้องได้ อันนำมาสู่ “ความเป็นรูปธรรมของเป้าหมาย” ซึ่งเป็นหนึ่งใน CSF ที่โดดเด่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบจัดการพลังงานแล้ว (Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Robinson et al., 2012) ยังถือเป็นการยกระดับความพร้อมในด้านการวัดและติดตามผลซึ่ง ISO 50001:2018 ให้ความสำคัญอีกด้วย

11.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน อันได้แก่ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโครงข่ายการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (IoT) ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และภูมิปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในจัดการพลังงาน ซึ่งสามารถช่วยการยกระดับการควบคุมพร้อมกับรวบรวมข้อมูลสถานะการทำงานของอุปกรณ์มาทำการวิเคราะห์หาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานและปรับปรุงเงื่อนไขในการทำงานได้โดยอัตโนมัติ โดยหลายการศึกษาวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงประโยชน์และแนวโน้มที่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ในการจัดการพลังงานจะช่วยยกระดับผลสำเร็จในการจัดการพลังงาน (Shokouhyar et al., 2019; Tushar et al., 2018; Brundu et al., 2017; Guzhov & Krolin, 2018; Mawed & Al-Hajj, 2017; Chongwatpol, 2016) อีกทั้งยังเป็นการยกระดับคุณภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งประเด็นที่ ISO 50001:2018 ให้ความสำคัญโดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพิงการวิเคราะห์และวางแผนโดยมนุษย์อีกต่อไป

จึงสรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (Energy Automation System; EAS) อันหมายถึง ระบบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตาม ตรวจสอบ และควบคุมการใช้พลังงานจากส่วนกลาง เพื่อทดแทนการติดตาม ตรวจสอบ และควบคุมโดยพนักงานในแต่ละพื้นที่ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง อันหมายถึง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโครงข่ายการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (IoT) หรือ ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) หรือ ภูมิปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ และควบคุมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการพลังงานถือเป็นอีกสองปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งสมควรกำหนดเป็นตัวแปรอิสระในแบบจำลอง

สรุปผลการวิเคราะห์เนื้อหา (Contents Analysis) และเปรียบเทียบกับการทบทวนวรรณกรรม ได้ดังตาราง 4.2-4.4

ตารางที่ 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับเกี่ยวกับการวัดความสำเร็จในการจัดการพลังงาน

แนวทางที่ได้รับ จากการวิเคราะห์เนื้อหา	**ประเด็นสนับสนุนจากการทบทวนวรรณกรรม**
ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน *(1 ผู้กำกับ/ 5 ผู้ปฏิบัติ)*	☐ แผนอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย *(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563ก)* ☐ การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน *(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559ข)* ☐ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานหลังมีการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน *(BMU, 2010)*
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน *(4 ผู้ปฏิบัติ)*	-
มาตรการอนุรักษ์พลังงาน *(1 ผู้กำกับ/ 2 ผู้ปฏิบัติ)*	-
การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม *(1 ผู้กำกับ/ 1 ผู้ปฏิบัติ)*	เป็น 1 ใน 4 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน *(Thollander & Palm, 2013)*
ผลการประกวดแข่งขัน *(1 ผู้กำกับ)*	-

ตารางที่ 4.3 สรุปผลการวิเคราะห์อิทธิพลของข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1)

ความเห็นที่ได้รับจากการวิเคราะห์เนื้อหา	ประเด็นสนับสนุนจากการทบทวนวรรณกรรม
ควรมีการพิสูจน์อิทธิพลของข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน เนื่องจากมีทั้งกลุ่มที่ให้ความเห็นในลักษณะที่ว่าประสบความสำเร็จเป็นที่เรียบร้อยแล้ว *(1 ผู้กำกับ/ 3 ผู้ปฏิบัติ)* และกลุ่มที่ให้ความเห็นในลักษณะที่ว่ายังไม่สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จได้ *(3 ผู้ปฏิบัติ)*	☐ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ☐ กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ.2552 ☐ ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ☐ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพพลังงานนับจากเริ่มประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับจนถึงปัจจุบัน *(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563ข)*

ตารางที่ 4.4 สรุปผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยที่ควรนำมาใช้ออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2)

ปัจจัยที่ได้รับ	**ประเด็นสนับสนุนจากการทบทวนวรรณกรรม**	
จากการวิเคราะห์เนื้อหา	**ISO 50001:2018** *(ISO, 2018)*	**CSFs ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน**
การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ *(1 ผู้กำกับ/ 4 ผู้ปฏิบัติ)*	การให้ความสำคัญกับบริบท *(4.1 Context, 6.1 Risks & Opportunities)*	การมีส่วนร่วมของผู้บริหาร *(Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Al-Najem et al., 2012; Manville et al., 2012; Carleysmith et al., 2009; Liu & Cross, 2016; Dayan, 2010; Scott, 1997; Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Johansson, 2015; Nisiforou et al., 2012)* และความเป็นรูปธรรมของเป้าหมาย: ความสอดคล้องกับกลยุทธ์และเป้าหมายองค์การ *(Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Psychogios & Tsironis, 2016)*
การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและจัดหา *(5 ผู้ปฏิบัติ)*	การคัดเลือกปัจจัยนำเข้า *(5.2 Energy Policy, 8.2 Design; 8.3 Procurement)*	วัฒนธรรมองค์การ: การสร้างบรรทัดฐาน *(Parkhi, 2019; Pimentel & Major, 2016; Psychogios & Tsironis, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Lubowe & Blitz, 2008; Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Shakil, 2012; Nisiforou et al., 2012)*
ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน *(1 ผู้กำกับ/ 5 ผู้ปฏิบัติ)*	คุณภาพของการวิเคราะห์ข้อมูล :ความสมเหตุผลของเป้าหมาย *(6.2 Objectives, Targets, Planning; 6.3 Energy Review; 6.4 EnPIs; 6.5 Energy Baseline)*	ความเป็นรูปธรรมของเป้าหมาย *(Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Psychogios & Tsironis, 2016; Steg et al., 2013; Owen & Beevor, 2009; Rohdin & Thollander, 2006; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013; Liu & Cross, 2016; Dayan, 2010; Hoegl et al., 2004)*
ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม *(1 ผู้กำกับ/ 4 ผู้ปฏิบัติ)*	การวัดและติดตามผล *(9.1 MMAE of Energy Performance and EnMS)*	ความเป็นรูปธรรมของเป้าหมาย: การวัดผลที่จับต้องได้ *(Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Robinson et al., 2012)* และการมีส่วนร่วมของผู้บริหาร: การสนับสนุนของฝ่ายบริหาร *(Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013; Al-Najem et al., 2012; Manville et al., 2012; Carleysmith et al., 2009; Liu & Cross, 2016; Dayan, 2010; Scott, 1997)*

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ปัจจัยที่ได้รับ	ประเด็นสนับสนุนจากการทบทวนวรรณกรรม	
จากการวิเคราะห์เนื้อหา	**ISO 50001:2018** *(ISO, 2018)*	**CSFs ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน**
สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ *(2 ผู้ปฏิบัติ)*	ความชัดเจนของอำนาจ หน้าที่ และความรับผิดชอบ: ผู้แทนฝ่ายบริหาร *(5.1 Leadership & Commitment)*	หน้าที่และบทบาทที่ชัดเจน *(Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013)* และการมีส่วนร่วมของผู้บริหาร: ภาวะผู้นำของหัวหน้าทีม *(Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Johansson, 2015; Nisiforou et al., 2012; Dayan & Di Benedetto, 2009; Thamhain, 2003)*
ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน *(4 ผู้ปฏิบัติ)*	-	การสร้างแรงจูงใจ *(Parkhi, 2019; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013; Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Foss & Lindenberg, 2013; Huang & Lin, 2006; Thamhain, 1990)*
การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน *(1 ผู้กำกับ/ 5 ผู้ปฏิบัติ)*	ความชัดเจนของอำนาจ หน้าที่ และความรับผิดชอบ *(5.3 Organization Approach, 7.2 Competence, 8.1 Operational Planning and Control)*	หน้าที่และบทบาทที่ชัดเจน *(Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013)* และความสามารถของบุคลากร: การพัฒนาความสามารถ *(Liu & Cross, 2016; Ryan & O'Connor, 2009; Dayan & Colak, 2008; Horwitz & Horwitz, 2007; Reagans et al., 2004; Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Manville et al., 2012; Delgado, et al, 2010)*
การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ *(3 ผู้ปฏิบัติ)*	การจัดการความรู้ *(4.3 Scope of EnMS, 4.4 EnMS process, 7.5 Documented Information)*	ความสามารถของบุคลากร: การพัฒนาความสามารถ *(Liu & Cross, 2016; Ryan & O'Connor, 2009; Dayan & Colak, 2008; Horwitz & Horwitz, 2007; Reagans et al., 2004; Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Manville et al., 2012; Delgado, et al, 2010)*

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ปัจจัยที่ได้รับจากการวิเคราะห์เนื้อหา	ประเด็นสนับสนุนจากการทบทวนวรรณกรรม	
	ISO 50001:2018 *(ISO, 2018)*	**CSFs ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน**
การสื่อสารแบบ 2 ทาง *(2 ผู้ปฏิบัติ)*	การให้ความสำคัญกับบริบท; Interested Parties *(7.4 Communication; 9.1 MMAE of Energy Performance and EnMS)*	การสื่อสาร *(Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Ottosson, 2010; Rogers, 2003; Liu & Cross, 2016; Dayan & Di Benedetto, 2009; Yeh & Chou, 2005; Thamhain, 2003; Patrashkova-Volzdoska et al., 2003)*
มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน *(1 ผู้กำกับ/ 5 ผู้ปฏิบัติ)*	-	การสร้างแรงจูงใจ *(Parkhi, 2019; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013; Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Foss & Lindenberg, 2013; Huang & Lin, 2006; Thamhain, 1990)*
การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ *(1 ผู้กำกับ/ 4 ผู้ปฏิบัติ)*	การวัดและติดตามผล *(-)*	ความเป็นรูปธรรมของเป้าหมาย: การวัดผลที่จับต้องได้ *(Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Robinson et al., 2012)*
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน *(1 ผู้กำกับ/ 4 ผู้ปฏิบัติ)*	คุณภาพของการวิเคราะห์ข้อมูล *(-)*	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย *(Shokouhyar et al., 2019; Tushar et al., 2018; Brundu et al., 2017; Guzhov & Krolin, 2018; Mawed & Al-Hajj, 2017; Chongwatpol, 2016)*

4.3 ข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัยเชิงคุณภาพนำมาสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดในการวิจัยในการสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ ดังต่อไปนี้

4.3.1 ข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร

4.3.1.1 ตัวแปรตาม

ตัวแปรตามที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในแบบจำลองทำนายความของการจัดการพลังงาน คือ “ผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน” ซึ่งวัดจากการบรรลุตามเป้าหมายของการจัดการพลังงาน อันได้แก่ การเพิ่มสมรรถนะด้านพลังงานอย่างต่อเนื่องซึ่งพิจารณาได้จากการเปลี่ยนแปลงค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) โดยกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินค่าของตัวแปร ดังต่อไปนี้

(1) โรงงานควบคุมและอาคารควบคุมที่ประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงาน ต้องมีค่า SEC ในปี พ.ศ. 2562 ต่ำกว่าค่า SEC ในปี พ.ศ. 2559 (มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในระยะยาว) และ

(2) โรงงานควบคุมและอาคารควบคุมที่ประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงาน ต้องมีผลการเปรียบเทียบค่า SEC แบบปีต่อปี ต้องมีค่า SEC ลดลงอย่างน้อย 2 ใน 3 ช่วงของการเปรียบเทียบระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2559-2562 (มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง)

4.3.1.2 ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรอิสระที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในแบบจำลองทำนายความสำเร็จของการจัดการพลังงานประกอบด้วย

1) ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) ประกอบด้วย

1.1 การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน

1.2 การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น

1.3 การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน

1.4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

1.5 กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

1.6 การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

1.7 การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน

1.8 การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน

2) ปัจจัยที่สำหรับออกแบบแนวทางปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) ประกอบด้วย

2.1 การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ

2.2 การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและจัดหา

2.3 ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน

2.4 ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม

2.5 สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ

2.6 ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน

2.7 การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน

2.8 การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ

2.9 การสื่อสารแบบ 2 ทาง

2.10 มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน

2.11 การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ

2.12 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน

ซึ่งวัดผลในลักษณะของระดับความสมบูรณ์ในการดำเนินงานตามแต่ละปัจจัยโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน

4.3.2 ข้อสรุปเกี่ยวกับสมมติฐาน

4.3.2.1 สมมติฐานเกี่ยวกับข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1)

จากสมมติฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) คือ

H1: ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ทั้งหมดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

ประกอบกับข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปรที่ได้จากวิจัยเชิงคุณภาพจึงนำมาสู่สมมติฐานย่อยดังต่อไปนี้

H 1.1: การจัดตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (ขั้นตอนที่ 1) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 1.2: การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น (ขั้นตอนที่ 2) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 1.3: การกำหนดนโยบายด้านการจัดการพลังงาน (ขั้นตอนที่ 3) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 1.4: การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน (ขั้นตอนที่ 4) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 1.5: กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ขั้นตอนที่ 5) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 1.6: การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน (ขั้นตอนที่ 6) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 1.7: การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน (ขั้นตอนที่ 7) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 1.8: การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน (ขั้นตอนที่ 8) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

4.3.2.2 สมมติฐานเกี่ยวกับปัจจัยที่ใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2)

จากสมมติฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับปัจจัยที่ใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) คือ

H2: ปัจจัยที่นำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยทั้งหมด มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

ประกอบกับข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปรที่ได้จากวิจัยเชิงคุณภาพจึงนำมาสู่สมมติฐานย่อยดังต่อไปนี้

H 2.1: การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 2.2: การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนการออกแบบและจัดหา มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 2.3: ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 2.4: ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 2.5: สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 2.6: ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 2.7: การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 2.8: การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 2.9: การสื่อสารแบบ 2 ทาง มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

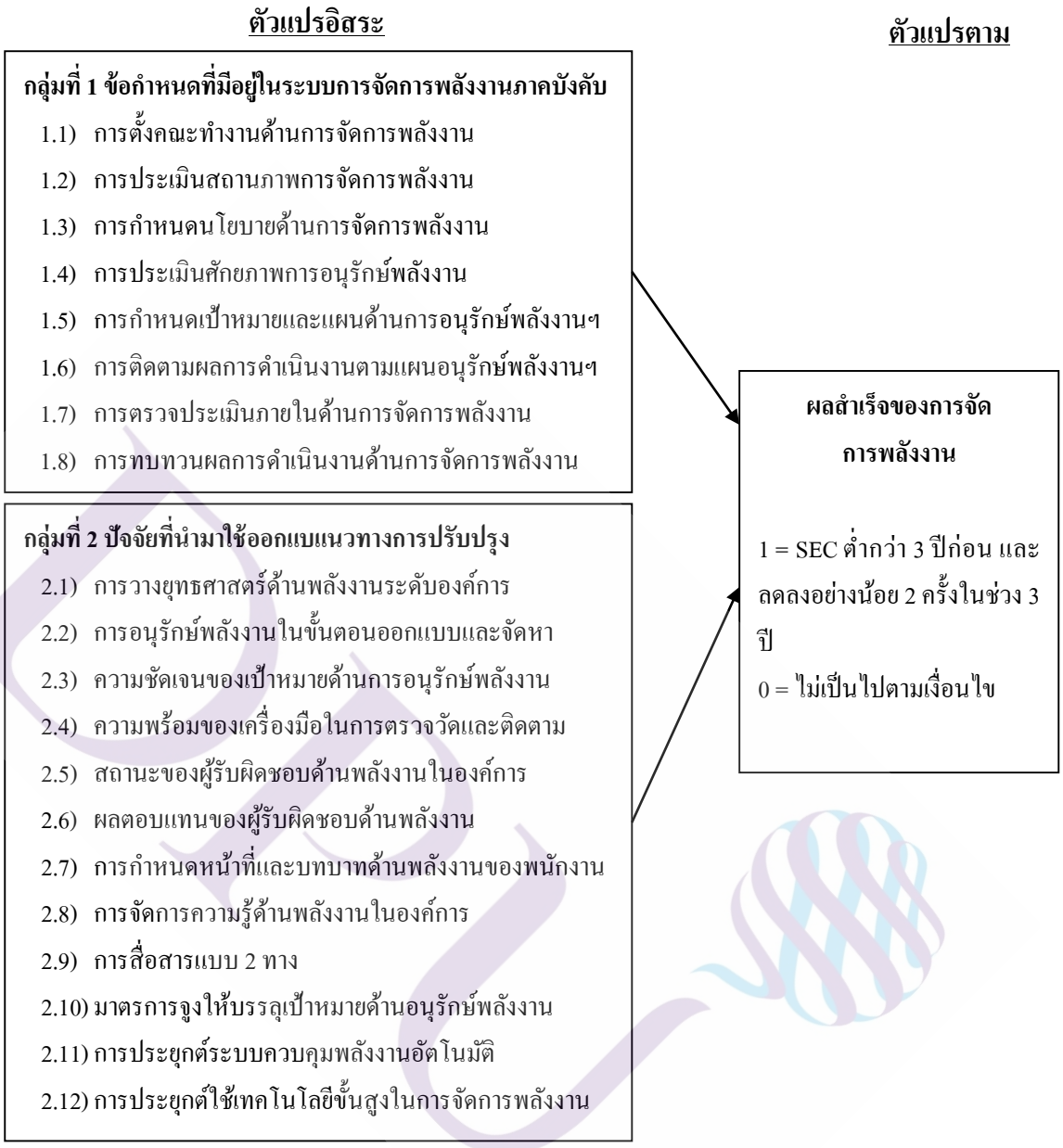
H 2.10: มาตรการจูงให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 2.11: การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

H 2.12: การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน

4.3.3 ข้อสรุปเกี่ยวกับกรอบแนวคิดในการวิจัย

จากข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปรและสมมติฐานซึ่งได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพร่วมกับผลการทบทวนวรรณกรรมทำให้สามารถกำหนดกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณเพื่อยืนยันความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยและปัจจัยที่นำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยได้ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 กรอบแนวคิดในสร้างแบบจำลองสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ

4.4 ผลการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ

4.4.1 เนื้อหาแบบสอบถาม

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้เชิงปริมาณคือแบบสอบถามสำหรับการสำรวจเก็บข้อมูลปฐมภูมิจากกลุ่มเป้าหมาย อันได้แก่ อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม (แสดงในภาคผนวก ข) โดยมีเนื้อหาประกอบด้วยข้อคำถามสำหรับเก็บข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จของการจัดการพลังงาน ดังต่อไปนี้

4.4.1.1 ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

เก็บข้อมูลในลักษณะของผลการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ของโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมว่ามีการเปลี่ยนแปลง เพิ่มสูงขึ้น หรือ ลดลง หรือ คงเดิม โดยไม่ต้องระบุเป็นตัวเลข ทั้งนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงข้อจำกัดในการให้ข้อมูลอันเกิดจากการรักษาความลับในการแข่งขันเนื่องจากข้อมูลสมรรถนะด้านพลังงานถือเป็นตัวบ่งชี้ต้นทุนในการดำเนินธุรกิจส่วนหนึ่ง และมีช่วงเวลาที่ขอข้อมูลเชิงเปรียบเทียบคือช่วงปี พ.ศ. 2559 ถึง ปี พ.ศ. 2562 ซึ่งเป็นช่วงเวลาก่อนที่จะได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 เนื่องจากมีความเป็นไปได้ว่าผลกระทบดังกล่าวจะส่งผลทำให้การผลิต การใช้บริการ และการใช้พลังงานของโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมผิดเพี้ยนไปจากสถานการณ์ปกติอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นข้อคำถามสำหรับแบบสอบถามในส่วนนี้จะประกอบด้วย

1) การเปลี่ยนแปลงค่า SEC ในปี พ.ศ. 2562 เทียบกับปี พ.ศ. 2561
2) การเปลี่ยนแปลงค่า SEC ในปี พ.ศ. 2561 เทียบกับปี พ.ศ. 2560
3) การเปลี่ยนแปลงค่า SEC ในปี พ.ศ. 2560 เทียบกับปี พ.ศ. 2559
4) การเปลี่ยนแปลงค่า SEC ในปี พ.ศ. 2562 เทียบกับปี พ.ศ. 2559 (ภาพรวม 3 ปี)

4.4.1.2 ตัวแปรอิสระ (Independent variable)

ประกอบด้วยตัวแปร 2 ชุด ดังนี้

ตัวแปรอิสระชุดที่ 1 เป็นการสอบถามเกี่ยวกับระดับความสมบูรณ์ในการดำเนินงานตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ โดยแบ่งออกเป็น ดำเนินการอย่างสมบูรณ์ หรือ มีบางส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ หรือ แทบไม่ได้มีการดำเนินการเลย ซึ่งได้ทำการอธิบายความคาดหวัง (นิยาม) ของการดำเนินงานอย่างสมบูรณ์ตามแต่ละข้อกำหนด (ตัวแปร) ไว้พอสังเขปดังนี้

1) การจัดตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน ประกอบด้วยผู้บริหารระดับสูงเป็นประธาน ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นเลขานุการ และคณะทำงานที่มาจากแต่ละส่วนงาน ซึ่งมีอำนาจหน้าที่ตามที่ได้บัญญัติไว้ในกฎหมาย พร้อมทั้งประกาศให้บุคลากรทราบอย่างทั่วถึง

2) การประเมินสถานภาพเบื้องต้นด้านการจัดการพลังงาน โดยให้ทุกส่วนงานได้มีส่วนร่วมในการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานของสถานประกอบการด้วย Energy Management Matrix (EMM) และมีการประเมินซ้ำในทุกช่วงเวลา 2-3 ปี

3) การกำหนดนโยบายด้านการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีเนื้อหาสอดคล้องกับแนวทางที่ได้ระบุไว้ใน กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ซึ่งต้องมีการรับรองจากผู้บริหารระดับสูง พร้อมทั้งประกาศให้บุคลากรทราบอย่างทั่วถึง

4) การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีการประเมินทั้งหมด 3 ระดับ ประกอบด้วย (1) ระดับองค์การ (สัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละระบบ) (2) ระดับผลิตภัณฑ์ (ค่า SEC ของผลิตภัณฑ์หลัก) (3) ระดับอุปกรณ์ (ประสิทธิภาพและการสูญเสียด้านพลังงานรายอุปกรณ์)

5) การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน โดยมีการวางแผนดำเนินงาน 3 ด้าน และประกาศให้บุคลากรทราบอย่างทั่วถึง ประกอบด้วย (1) แผนการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (2) แผนการฝึกอบรมพัฒนาบุคลากร (3) แผนการจัดกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

6) การดำเนินงานและติดตามฯ โดยผู้รับผิดชอบแต่ละมาตรการ/กิจกรรม ได้มีการติดตามและวิเคราะห์ผลสำเร็จที่เกิดขึ้นเทียบกับเป้าหมายและแผนงานที่วางไว้ พร้อมทั้งรายงานให้คณะทำงานด้านการจัดการพลังงานทราบอย่างน้อยทุก 3 เดือน

7) การตรวจประเมินการจัดการพลังงานภายใน โดยมีการตั้งคณะผู้ตรวจประเมินการจัดการพลังงานภายใน และดำเนินการตรวจประเมินภายใน (Internal Audit) อย่างจริงจัง พร้อมทั้งจัดทำเป็นรายงานเพื่อนำเสนอผู้บริหารสถานประกอบการ

8) การทบทวนผลการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงาน โดยมีการนำผลการตรวจประเมินภายในเข้าสู่การประชุมร่วมกับผู้บริหารสถานประกอบการ คณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานให้ดีขึ้นในปีถัดไป

ตัวแปรอิสระชุดที่ 2 เป็นการสอบถามเกี่ยวกับระดับการดำเนินกิจกรรมที่สอดคล้องกับปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ว่าจะนำมาใช้ในการกำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ เช่นกัน คือ สอดคล้องอย่างสมบูรณ์ หรือ สอดคล้องเพียงบางส่วน หรือ ไม่สอดคล้องเลย โดยนอกจากจะทำการอธิบายความคาดหวังเกี่ยวกับลักษณะการดำเนินงานที่สอดคล้องกับแต่ละปัจจัย (ตัวแปร) ไว้พอสังเขปแล้ว ยังเพิ่มเติมการออกแบบคำตอบให้มีลักษณะเป็น Rubric ด้วยการระบุข้อความแสดงความคาดหวังที่มีต่อความ

สอดคล้องในแต่ละระดับของแต่ละปัจจัยไว้อย่างชัดเจน เพื่อให้แบบสอบถามมีความเป็นปรนัย ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถประเมินระดับความสอดคล้องดังกล่าวบนมาตรฐานที่ใกล้เคียงกันมากขึ้น โดยมีรายละเอียดข้อคำถามและคำตอบในแต่ละตัวแปรดังนี้

1) การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมภายนอกควบคู่กับสภาพภายในสถานประกอบการ (เช่น SWOT analysis) เพื่อนำมาใช้ประกอบการกำหนดนโยบายและแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของสถานประกอบการ

ระดับความสอดคล้อง	คำอธิบายความคาดหวัง
สอดคล้องอย่างสมบูรณ์	มีการวิเคราะห์เชิงยุทธศาสตร์ด้านพลังงานของสถานประกอบการอย่างสม่ำเสมอ
สอดคล้องเพียงบางส่วน	การวิเคราะห์เชิงยุทธศาสตร์ด้านพลังงานเป็นครั้งคราว (อาจมีระยะห่าง 3-5 ปี/ครั้ง)
ไม่สอดคล้องเลย	ยังไม่เคยมีการดำเนินการในลักษณะดังกล่าว (กำหนดนโยบายฯ ตามที่ระบุไว้ในกฎกระทรวงฯ)

2) การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและคัดเลือก ได้แก่ การออกข้อกำหนด/แนวปฏิบัติให้ต้องคำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบระบบ และจัดหาวัสดุ/อุปกรณ์ที่เอื้ออำนวยต่อการอนุรักษ์พลังงาน หรือ ช่วยลดการใช้พลังงานในกิจกรรมของสถานประกอบการ

ระดับความสอดคล้อง	คำอธิบายความคาดหวัง
สอดคล้องอย่างสมบูรณ์	มีแนวปฏิบัติให้คำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบและจัดหา ครอบคลุมปัจจัยที่มีนัยสำคัญด้านพลังงานทั้งหมด
สอดคล้องเพียงบางส่วน	มีแนวปฏิบัติให้คำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบและจัดหาสำหรับบางระบบ/อุปกรณ์แต่ไม่ครอบคลุม
ไม่สอดคล้องเลย	ยังไม่มีแนวปฏิบัติให้คำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบและจัดหา

3) เป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจนและได้รับการยอมรับ ได้แก่ การกำหนดเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานจากฝ่ายบริหารที่ชัดเจน (Top-down target) ทั้งในระยะสั้น (รายปี) และระยะยาว (3-5 ปี) พร้อมทั้งชี้แจงเหตุผลความจำเป็นของการกำหนดเป้าหมายดังกล่าวให้บุคลากรทราบ

ระดับความสอดคล้อง	คำอธิบายความคาดหวัง
สอดคล้องอย่างสมบูรณ์	ฝ่ายบริหารกำหนดเป้าหมายทั้งในระยะสั้นและระยะยาวอย่างชัดเจน พร้อมทั้งชี้แจงถึงเหตุผลความจำเป็นในการกำหนดเป้าหมายดังกล่าว
สอดคล้องเพียงบางส่วน	ฝ่ายบริหารมักกำหนดเพียงเป้าหมายระยะสั้น (ปีต่อปี) และ/หรือ ไม่ได้ชี้แจงที่มาที่ชัดเจนของเป้าหมายดังกล่าว
ไม่สอดคล้องเลย	ไม่ได้มีการกำหนดเป้าหมายจากฝ่ายบริหาร (เป้าหมายมีที่มาจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่นำมาประกอบรายงานการจัดการพลังงานเป็นสำคัญ)

4) การสนับสนุนเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามผล ได้แก่ การสนับสนุนเกี่ยวกับการจัดหาเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการตรวจวัดเพื่อพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานให้มีความชัดเจนเป็นรูปธรรม

ระดับความสอดคล้อง	คำอธิบายความคาดหวัง
สอดคล้องอย่างสมบูรณ์	ได้รับการสนับสนุนเครื่องมือตามความเหมาะสมและจำเป็น
สอดคล้องเพียงบางส่วน	ได้รับการสนับสนุนเครื่องมือภายใต้งบประมาณที่ค่อนข้างจำกัด
ไม่สอดคล้องเลย	ไม่ได้รับการสนับสนุนให้จัดหาเครื่องมือเพิ่มเติมเพื่อดำเนินงานด้านการอนุรักษ์พลังงานแต่อย่างใด (ใช้เท่าที่มีอยู่)

5) สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ ได้แก่ ตำแหน่งงานและอำนาจของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในสถานประกอบการ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการสั่งการหรือขอความร่วมมือจากแต่ละส่วนงานในการดำเนินกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงาน

ระดับความสอดคล้อง	คำอธิบายความคาดหวัง
สอดคล้องอย่างสมบูรณ์	ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอยู่ในตำแหน่งบริหารระดับกลางขึ้นไป หรือ มีบุคลากรภายใต้การบังคับบัญชาที่สามารถสั่งการได้โดยตรง
สอดคล้องเพียงบางส่วน	ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานไม่ได้อยู่ในตำแหน่งบริหาร (ไม่มีบุคลากรใต้การบังคับบัญชา) แต่ได้รับอำนาจเพียงพอที่จะสามารถขอความร่วมมือเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานได้
ไม่สอดคล้องเลย	ไม่มีสถานะและอำนาจ เพียงพอที่จะสั่งการบุคลากร หรือ ขอความร่วมมือเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานได้

6) การให้ค่าตอบแทนผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ได้แก่ การให้ผลตอบแทนแก่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน เพื่อรองรับกับภาระงานด้านการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานที่มอบหมาย

ระดับความสอดคล้อง	คำอธิบายความคาดหวัง
สอดคล้องอย่างสมบูรณ์	มีการว่าจ้างบุคลากรในตำแหน่งงานผู้รับผิดชอบดูแลด้านพลังงานเป็นการเฉพาะ (เป็นงานหลัก)
สอดคล้องเพียงบางส่วน	มีการให้ผลตอบแทนเพิ่มเติมกับบุคลากรที่รับตำแหน่งผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (เป็นงานรอง)
ไม่สอดคล้องเลย	ไม่มีผลตอบแทนใดๆ สำหรับงานผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (เป็นภาระงานส่วนเพิ่ม)

7) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน ได้แก่ การกำหนดหน้าที่บทบาท และแนวปฏิบัติที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างสอดคล้องกัน สำหรับบุคลากรในทุกตำแหน่งของสถานประกอบการ ตั้งแต่ในระดับบริหารไปจนถึงปฏิบัติการ

ระดับความสอดคล้อง	คำอธิบายความคาดหวัง
สอดคล้องอย่างสมบูรณ์	มีการกำหนดแนวปฏิบัติด้านการอนุรักษ์พลังงานอย่างครอบคลุมแทบทุกตำแหน่งงาน
สอดคล้องเพียงบางส่วน	มีการกำหนดแนวปฏิบัติด้านการอนุรักษ์พลังงานสำหรับบุคลากรที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานโดยตรงเท่านั้น (อาทิ ผู้ควบคุมเครื่องจักร/อุปกรณ์หลักด้านพลังงาน)
ไม่สอดคล้องเลย	ยังไม่มีการกำหนดแนวปฏิบัติให้กับบุคคลากรอื่นในองค์การ (นอกจากผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน และผู้มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยตรง)

8) การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ ได้แก่ การรวบรวม จัดเก็บ และจัดทำฐานข้อมูล/เอกสาร/คู่มือ/สื่อการสอน เพื่อเก็บรักษาและถ่ายทอดความรู้ความสามารถที่จำเป็นเกี่ยวกับการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานสำหรับบุคลากรในแต่ละตำแหน่งงาน

ระดับความสอดคล้อง	คำอธิบายความคาดหวัง
สอดคล้องอย่างสมบูรณ์	มีการจัดการความรู้ด้านพลังงานอย่างครอบคลุมในแทบทุกส่วนงาน
สอดคล้องเพียงบางส่วน	มีการจัดการความรู้ด้านพลังงานเพื่อรองรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานโดยตรงเท่านั้น (อาทิ งานดูแลระบบไฟฟ้า ความร้อน ความเย็น)
ไม่สอดคล้องเลย	ยังไม่มีการจัดการความรู้ด้านพลังงาน (อาจมีการจัดอบรมเป็นครั้งคราวเท่านั้น)

9) ระบบการสื่อสารแบบสองทาง ได้แก่ การสร้างช่องทางการรับฟัง รวบรวม และชี้แจง เกี่ยวกับ ผลตอบรับและข้อคิดเห็นที่มีต่อการดำเนินกิจกรรมด้านการจัดการพลังงาน และแนวทางการพัฒนาระบบการจัดการพลังงาน รวมถึงการอนุรักษ์พลังงานในองค์การ

ระดับความสอดคล้อง	คำอธิบายความคาดหวัง
สอดคล้องอย่างสมบูรณ์	มีช่องทางการสื่อสารด้านการอนุรักษ์พลังงานอย่างถาวรและเป็นรูปธรรม (อาทิ Facebook/ Line) พร้อมทั้งมีการกระตุ้นให้เกิดการสื่อสารผ่านช่องทางดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง
สอดคล้องเพียงบางส่วน	มีการจัดกิจกรรมเพื่อรับฟัง รวบรวม และชี้แจงความเห็นเกี่ยวกับการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานแบบเป็นครั้งคราว (อาทิ การจัดประชุมระดมสมอง)
ไม่สอดคล้องเลย	ยังไม่มีช่องทางหรือกิจกรรมที่ใช้ในการรับฟัง รวบรวม และชี้แจงข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานแต่อย่างใด

10) การมีมาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน ได้แก่ การประยุกต์ใช้มาตรการจูงใจ เช่น การกำหนดรางวัลให้กับบุคลากรหรือส่วนงานในกรณีที่สามารถบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานขององค์การได้ เป็นต้น

ระดับความสอดคล้อง	คำอธิบายความคาดหวัง
สอดคล้องอย่างสมบูรณ์	มีการประยุกต์ใช้มาตรการจูงใจให้อนุรักษ์พลังงานอย่างต่อเนื่องและครอบคลุมแทบทุกส่วนงาน
สอดคล้องเพียงบางส่วน	มีการประยุกต์ใช้มาตรการจูงใจให้อนุรักษ์พลังงานกับบุคลากรเพียงบางกลุ่ม และ/หรือ เป็นบางครั้งคราว
ไม่สอดคล้องเลย	ยังไม่เคยมีการประยุกต์ใช้มาตรการจูงใจให้อนุรักษ์พลังงานในสถานประกอบการแต่อย่างใด

11) การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ ได้แก่ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการติดตามและควบคุมแบบรวมศูนย์ ซึ่งมีลักษณะเป็นระบบที่ทำให้สามารถแสดงสภาพการทำงานของอุปกรณ์และสามารถควบคุมการเปิด-ปิดใช้งานอุปกรณ์ (รวมถึงการตั้งเงื่อนไขในการควบคุม) ได้จากส่วนกลาง

ระดับความสอดคล้อง	คำอธิบายความคาดหวัง
สอดคล้องอย่างสมบูรณ์	มีการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติครอบคลุมเกือบทั้งสถานประกอบการ
สอดคล้องเพียงบางส่วน	มีการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติสำหรับอุปกรณ์เพียงส่วนน้อย หรือ ใช้เพียงเพื่อติดตามเฝ้าระวังแต่ไม่สามารถตั้งเงื่อนไขควบคุมการเปิด-ปิดใช้งาน
ไม่สอดคล้องเลย	ยังไม่มีการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติในสถานประกอบการ

12) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชั้นสูงในการจัดการพลังงาน ได้แก่ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (IoT) เพื่อเก็บข้อมูลพฤติกรรมการใช้พลังงานของแต่ละอุปกรณ์ ควบคู่ไปกับเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ประมวลผลและปรับปรุงเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์ให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้โดยอัตโนมัติ (ปรับตั้งเงื่อนไขในการควบคุมได้โดยอัตโนมัติ)

ระดับความสอดคล้อง	คำอธิบายความคาดหวัง
สอดคล้องอย่างสมบูรณ์	มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงครอบคลุมอุปกรณ์ที่มีนัยสำคัญด้านพลังงานของสถานประกอบการเป็นส่วนใหญ่หรือเป็นจำนวนมาก
สอดคล้องเพียงบางส่วน	มีการทดลองประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในอุปกรณ์ที่มีนัยสำคัญด้านพลังงานบางประเภท แต่ยังเป็นเพียงส่วนน้อย
ไม่สอดคล้องเลย	ยังไม่เคยมีการทดลองประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงานของสถานประกอบการ

4.4.2 ผลการทดสอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบแบบสอบถามที่สร้างขึ้นก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูลทั้งในด้านความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) โดยมีรายละเอียดผลการทดสอบดังแสดงในภาคผนวก ค และสรุปผลการทดสอบได้ดังต่อไปนี้

1) ผลการทดสอบความเที่ยงตรง (Validity) ด้วยหลักการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Index of item Objective Congruence: IOC) โดยมีผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบสอบถามทั้งหมด 5 ท่าน ประกอบด้วย

- อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะวิทย์ ทิพรส)
- อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิวะนันท์ ศิวพิทักษ์)
- อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช คำสุพรหม)
- ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการพลังงาน (ศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ไชยประพัทธ์)
- ผู้เชี่ยวชาญด้านเศรษฐศาสตร์และการจัดการพลังงาน (ดร. ชุติกาญจน์ มาสเสมอ)

สรุปผลการทดสอบความเที่ยงตรงของแบบสอบถามพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ในเกือบทุกข้อคำถามยกเว้นเพียงข้อคำถามที่ 3.11 และ 3.12 ในแบบสอบถามซึ่งเป็นคำถามเกี่ยวกับ “การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ” และ “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชั้นสูงในการจัดการพลังงาน” พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 0.80 จึงถือได้ว่าทุกข้อคำถามผ่านการทดสอบความเที่ยงตรงเนื่องจากมีค่า IOC ไม่น้อยกว่า 0.50

2) ผลการทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยการนำแบบสอบถามไปทดลองเก็บข้อมูลจากอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมเป็นจำนวน 30 แห่ง เพื่อทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (Alpha coefficient) ซึ่งสรุปผลการทดสอบพบว่ามี Alpha coefficient ของแต่ละข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.8599 – 0.8827 โดยมีค่าเฉลี่ยของทั้งแบบสอบถามเท่ากับ 0.8756 จึงถือได้ว่าทุกข้อคำถามผ่านการทดสอบความเชื่อมั่นเนื่องจากมี Alpha coefficient มากกว่า 0.5

4.5 ผลการเก็บข้อมูล และสถิติเชิงพรรณนา

4.5.1 ผลการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลจากผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 ถึง เมษายน พ.ศ. 2564 โดยจากการ สุ่มตัวอย่างส่งแบบสอบถามจำนวน 3,000 ชุด ให้กับโรงงานควบคุมจำนวน 1,950 แห่ง และอาคารควบคุมจำนวน 1,050 แห่ง พบว่ามีการตอบกลับเป็นจำนวน 614 ชุด คิดเป็นร้อยละ 20.47

ประกอบด้วย อาคารควบคุมจำนวน 212 แห่ง (ร้อยละ 34.53) และโรงงานควบคุมจำนวน 402 แห่ง (ร้อยละ 65.47) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างในการเป็นตัวแทนประชากรที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้ดังตาราง 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนจากตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

กลุ่มตัวอย่าง		จำนวนประชากร	จำนวนตัวอย่าง	ความคลาดเคลื่อน[1]
ภาพรวม		8,675	614	3.81%
กลุ่มย่อย	- โรงงานควบคุม	5,693	402	4.71%
	– อาคารควบคุม	2,982	212	6.49%

หมายเหตุ. [1] Krejcie & Morgan (1970)

4.5.2 สถิติเชิงพรรณนา

หลักการแปลงข้อมูลจากแบบสอบถามเป็นค่าทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงสถิติ เป็นดังต่อไปนี้

1) ตัวแปรตาม อันได้แก่ “ผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน (Suc)”

มีลักษณะเป็นตัวแปรฐานสอง (Binary variable) ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้เพียง 2 ค่า คือ 1 หมายถึง การจัดการพลังงานประสบความสำเร็จ และ 0 หมายถึง การจัดการพลังงานไม่ประสบความสำเร็จ โดยกำหนดเงื่อนไขในการแปลงผลที่ได้จากแบบสอบถามดังต่อไปนี้

1 = ค่า SEC ปี พ.ศ. 2562 ลดลงจาก ปี พ.ศ. 2559 พร้อมทั้งเกิดเหตุการณ์ค่า SEC ลดลงอย่างน้อย 2 ครั้งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2562 กับ ปี พ.ศ. 2561 หรือ ปี พ.ศ. 2561 กับ ปี พ.ศ. 2560 หรือ ปี พ.ศ. 2560กับ ปี พ.ศ. 2559

0 = ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขในการประสบความสำเร็จ

2) ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 อันได้แก่ “ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย”

ซึ่งประกอบด้วย

EM1 = การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน

EM2 = การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น

EM3 = การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน

EM4 = การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

EM5 = กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

EM6 = การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

EM7 = การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน

EM8 = การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัด

มีลักษณะเป็นตัวแปรอันตรภาค (Interval variable) ที่มีช่วงของค่าที่เป็นไปได้ คือ 0, 0.5 และ 1 โดยกำหนดเงื่อนไขในการแปลงผลที่ได้จากแบบสอบถามดังต่อไปนี้

1 = มีการดำเนินการอย่างสมบูรณ์

0.5 = มีบางส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์

0 = แทบไม่ได้มีการดำเนินการเลย

3) ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2 อันได้แก่ ปัจจัยที่ใช้ในการกำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ

ซึ่งประกอบด้วย

STG = การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ

INP = การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและจัดหา

TAR = ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน

EQM = ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม

POS = สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ

PAY = ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน

ROL = การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน

KM = การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ

TWO = การสื่อสารแบบสองทาง

INC = มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน

EAS = การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ

HIT = การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน

มีลักษณะเป็นตัวแปรอันตรภาค (Interval variable) ที่มีช่วงของค่าที่เป็นไปได้ตั้งแต่ 0-1 โดยกำหนดเงื่อนไขในการแปลงผลที่ได้จากแบบสอบถามดังนี้

1 = สอดคล้องอย่างสมบูรณ์

0.5 = สอดคล้องเพียงบางส่วน

0 = ไม่สอดคล้องเลย

4) ตัวแปรควบคุม อันได้แก่ ลักษณะของสถานประกอบการ (TYPE)

มีลักษณะเป็นตัวแปรฐานสอง (Binary variable) ซึ่งมี 2 ค่าคือ 0 = อาคารควบคุม และ 1 = โรงงานควบคุม

โดยมีสรุปผลวิเคราะห์ค่าทางสถิติเชิงพรรณนาของแต่ละตัวแปรที่ได้จากการการแปลงค่าข้อมูลในแบบสอบถามที่ได้รับทั้งหมดจำนวน 614 ชุด ดังแสดงในตารางที่ 4.6 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาของข้อมูลแต่ละตัวแปร

กลุ่ม	ตัวแปร	$\bar{X}$	S.D.
ตัวแปรควบคุม	TYPE	0.6547	0.4758
ตัวแปรตาม	Suc	0.6564	0.4753
ตัวแปรอิสระ	EM1	0.9300	0.2230
กลุ่มที่ 1	EM2	0.9234	0.2369
	EM3	0.9381	0.2181
	EM4	0.8836	0.2615
	EM5	0.8738	0.2617
	EM6	0.8616	0.2640
	EM7	0.9145	0.2465
	EM8	0.9234	0.2334
	ค่าเฉลี่ย	0.9061	0.2431
ตัวแปรอิสระ	STG	0.6515	0.3945
กลุ่มที่ 2	INP	0.6083	0.3580
	TAR	0.6506	0.2865
	EQM	0.7654	0.2961
	POS	0.8200	0.2598
	PAY	0.0545	0.2056
	ROL	0.7182	0.3584
	KM	0.7248	0.3403
	TWO	0.8119	0.3129
	INC	0.4462	0.4114
	EAS	0.4088	0.3565
	HIT	0.3086	0.3585
	ค่าเฉลี่ย	0.5807	0.3282

ตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า

1) มีกลุ่มตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงาน (Suc = 1) ซึ่งเกิดขึ้นจากการสุ่มตัวอย่างอยู่ที่ร้อยละ 65.63 (403 แห่ง) ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่ยังไม่ประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงาน (Suc=0) มีสัดส่วนเป็นร้อยละ 34.36 (211 แห่ง แสดงให้เห็นว่าในปัจจุบันภายใต้เกณฑ์การตัดสินความสำเร็จที่ใช้ในการวิจัยนี้สัดส่วนกลุ่มเป้าหมายอันได้แก่อาคารควบคุมและโรงงานควบคุมที่ประสบความสำเร็จน่าจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 65

2) กลุ่มตัวอย่างมีการดำเนินการตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการภาคบังคับของประเทศไทยในระดับที่ค่อนข้างสมบูรณ์ โดยพิจารณาจากตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 (EM1 – EM8) ซึ่งพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.8836-0.9381และมีค่าเฉลี่ยโดยรวมทั้ง 8 ตัวแปรอยู่ที่ 90.61 อันหมายความว่ามีการดำเนินงานตามข้อกำหนดในแต่ละขั้นตอนสมบูรณ์ในระดับร้อยละ 88.36 ถึงร้อยละ 93.81 โดยมีการดำเนินการอย่างสมบูรณ์เฉลี่ยในภาพรวมทั้ง 8 ขั้นตอนสูงถึงร้อยละ 93.81 อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาจากค่าต่ำสุดซึ่งยังคงมีค่าเป็น 0 ในทุกตัวแปรก็แสดงให้เห็นว่ายังคงมีกลุ่มตัวอย่างที่มีความบกพร่องในระดับ “แทบไม่ได้ดำเนินการเลย” อยู่ในทุกขั้นตอน

3) กลุ่มตัวอย่างได้มีการดำเนินการที่สอดคล้องกับปัจจัยเพิ่มเติมที่คาดว่าจะส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการพลังงาน (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) อยู่บ้างแต่ไม่มากเท่ากับการดำเนินการตามข้อกำหนดมีอยู่ในระบบการจัดการภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยโดยรวมของตัวแปรอิสระในกลุ่มที่ 2 อยู่ที่ 0.5807 แสดงให้เห็นว่า โดยเฉลี่ยในภาพรวมแล้วกลุ่มเป้าหมายมีการดำเนินการที่สอดคล้องกับปัจจัยเพิ่มเติมที่คาดว่าจะส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการพลังงาน (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) อยู่ประมาณร้อยละ 58.07 นอกจากนี้แม้ว่าจะมีค่าต่ำสุดเป็น 0 และ ค่าสูงสุดเป็น 1 เหมือนกัน แต่พบว่าตัวแปรอิสระในกลุ่มที่ 2 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 0.3282 ซึ่งมากกว่าตัวแปรอิสระในกลุ่มที่ 1 ที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 0.2431 อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าการดำเนินการตามปัจจัยเพิ่มเติมที่คาดว่าจะส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการพลังงาน (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) มีความผันผวนที่มากกว่าการดำเนินการตามข้อกำหนดมีอยู่ในระบบการจัดการภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1)

4) ลำดับความสอดคล้องในการดำเนินการตามปัจจัยเพิ่มเติมที่คาดว่าจะส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการพลังงาน (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) จากมากไปหาน้อย เป็นดังต่อไปนี้ (1) สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ (POS) สอดคล้องร้อยละ 82.00 (2) การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ (KM) สอดคล้องร้อยละ 81.19 (3) ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม (EQM) สอดคล้องร้อยละ 76.54 (4) การสื่อสารแบบสองทาง (TWO) สอดคล้องร้อยละ 72.48 (5) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน (ROL)

สอดคล้องร้อยละ 71.82 (6) การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ (STG) สอดคล้องร้อยละ 65.15 (7) ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน (TAR) สอดคล้องร้อยละ 65.06 (8) การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและจัดหา (INP) สอดคล้องร้อยละ 60.83 (9) มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน (INC) สอดคล้องร้อยละ 44.62 ในขณะที่ปัจจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยนั้นปัจจุบันกลุ่มตัวอย่างมีการดำเนินการที่สอดคล้องอยู่ในลำดับ (10) การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (EAS) สอดคล้องร้อยละ 40.88 และ (11) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน (HIT) สอดคล้องร้อยละ 30.86 ส่วนปัจจัยที่พบว่ามีการดำเนินงานที่สอดคล้องในระดับต่ำสุดและมีระดับความสอดคล้องแตกต่างจากปัจจัยอื่นค่อนข้างมากก็คือ (12) ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (PAY) พบว่ามีการดำเนินการที่สอดคล้องเพียงร้อยละ 5.45 อันหมายถึงผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเกือบทั้งหมดไม่ได้รับค่าตอบแทนส่วนเพิ่มจากภาระงานด้านการจัดการพลังงาน

ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยแจกแจงระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จ (Suc=1) กับกลุ่มตัวอย่างที่ยังไม่ประสบความสำเร็จ (Suc=0) และแจกแจงระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมกับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุม เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบเป็นดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ตัวแปร	แจกแจงตามความสำเร็จ (Suc)				แจกแจงตามประเภท (Type)			
	Suc = 1 (403 แห่ง)		Suc = 0 (211 แห่ง)		อาคาร (212 แห่ง)		โรงงาน (404 แห่ง)	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
TYPE	0.6576	0.4751	0.6493	0.4783	-	-	-	-
Suc	-	-	-	-	0.6509	0.4778	0.6592	0.4746
EM1	0.9950	0.0496	0.8057	0.3418	0.9741	0.1308	0.9067	0.2559
EM2	0.9913	0.0654	0.7938	0.3604	0.9575	0.1632	0.9055	0.2662
EM3	0.9975	0.0352	0.8246	0.3416	0.9788	0.1223	0.9167	0.2520
EM4	0.9789	0.1006	0.7014	0.3598	0.8986	0.2185	0.8756	0.2815
EM5	0.9715	0.1161	0.6872	0.3475	0.8797	0.2250	0.8706	0.2793
EM6	0.9628	0.1314	0.6682	0.3365	0.8774	0.2264	0.8532	0.2818
EM7	0.9963	0.0430	0.7583	0.3695	0.9599	0.1525	0.8905	0.2811
EM8	1.0000	0.0000	0.7773	0.3554	0.9623	0.1492	0.9030	0.2653
STG	0.7953	0.3208	0.3768	0.3767	0.7476	0.2981	0.6007	0.4286
INP	0.7258	0.3113	0.3839	0.3338	0.6722	0.2998	0.5746	0.3812
TAR	0.7270	0.2614	0.5047	0.2760	0.6816	0.2818	0.6343	0.2879
EQM	0.8672	0.2294	0.5711	0.3119	0.7925	0.2950	0.7512	0.2960
POS	0.8859	0.2188	0.6943	0.2848	0.8113	0.2617	0.8246	0.2589
PAY	0.0732	0.2371	0.0190	0.1180	0.0802	0.2447	0.0410	0.1806
ROL	0.8672	0.2374	0.4336	0.3784	0.7689	0.3015	0.6915	0.3828
KM	0.8685	0.2367	0.4502	0.3397	0.7618	0.2898	0.7052	0.3629
TWO	0.9305	0.1903	0.5853	0.3714	0.8278	0.2707	0.8035	0.3330
INC	0.6030	0.3926	0.1469	0.2483	0.3467	0.3911	0.4988	0.4126
EAS	0.4851	0.3628	0.2630	0.2940	0.4882	0.3689	0.3669	0.3428
HIT	0.3759	0.3792	0.1801	0.2730	0.3892	0.4052	0.2662	0.3237

ตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า

1) สัดส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จมีค่าใกล้เคียงกันทั้งในกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม (ประสบความสำเร็จ 138 แห่ง ไม่ประสบความสำเร็จ 74 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 65.09) และโรงงานควบคุม (ประสบความสำเร็จ 265 แห่ง ไม่ประสบความสำเร็จ 137 แห่ง คิดเป็น ร้อยละ 65.92)

2) กลุ่มตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จ (Suc = 1) มีค่าเฉลี่ยการดำเนินการตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ยังไม่ประสบความสำเร็จ (Suc=0) ค่อนข้างชัดเจนในทุกตัวแปร โดยมีระดับความแตกต่างประมาณร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 30

3) กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมมีระดับความสมบูรณ์ของการดำเนินการตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุม แต่มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย (ไม่ถึงร้อยละ 10)

4) กลุ่มตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จ (Suc=1) มีระดับการดำเนินการที่สอดคล้องกับปัจจัยเพิ่มเติมที่คาดว่าจะมีส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการพลังงาน (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ยังไม่ประสบความสำเร็จ (Suc=0) ในทุกปัจจัยเช่นเดียวกันกับการดำเนินการตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) แต่มีระดับความแตกต่างที่มากกว่า โดยพบว่าบางปัจจัยมีระดับความแตกต่างกันเกินกว่าเท่าตัว เช่น การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ (STG) การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและจัดหา (INP) ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (PAY) และมาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน (INC) เป็นต้น

5) กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมและกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุมมีการดำเนินการที่สอดคล้องกับปัจจัยเพิ่มเติมที่คาดว่าจะมีส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการพลังงาน (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) ในระดับที่แตกต่างกันไปตามแต่ละปัจจัย โดยบางปัจจัยมีการดำเนินการที่สอดคล้องมากกว่าอย่างชัดเจนในอาคารควบคุม เช่น การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ (STG) การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและจัดหา (INP) การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (EAS) และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน (HIT) เป็นต้น ในขณะที่บางปัจจัยมีการดำเนินการที่สอดคล้องมากกว่าชัดเจนในโรงงานควบคุม เช่น มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน (INC) เป็นต้น และบางปัจจัยก็มีการดำเนินการที่สอดคล้องในระดับที่ใกล้เคียงกัน

4.6 ผลการตรวจสอบความผิดปกติของตัวแปรอิสระ

ผลการวิเคราะห์ค่า Variance inflation factor (VIF) และ Tolerance ของตัวแปรอิสระทั้ง 20 ตัวแปร ปรากฏดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ค่า VIF และ Tolerance ของตัวแปรอิสระทั้งหมด

กลุ่ม	ตัวแปร	VIF	Tolerance
ตัวแปรอิสระ	EM8	10.64	0.0940
กลุ่มที่ 1	EM7	9.58	0.1044
	EM2	7.48	0.1337
	EM3	7.31	0.1369
	EM1	5.48	0.1826
	EM5	4.81	0.2077
	EM6	4.23	0.2361
	EM4	4.12	0.2428
ตัวแปรอิสระ	KM	3.35	0.2983
กลุ่มที่ 2	ROL	3.00	0.3334
	EAS	2.30	0.4339
	TWO	2.26	0.4433
	HIT	2.25	0.4438
	INP	2.22	0.4514
	STG	2.10	0.4772
	INC	1.78	0.5624
	TAR	1.73	0.5776
	EQM	1.64	0.6098
	POS	1.41	0.7097
	PAY	1.04	0.9623

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าตัวแปรอิสระในกลุ่มที่ 1 (ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ) มีความสัมพันธ์กันเองในระดับค่อนข้างสูงเนื่องจากสถานประกอบการที่ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงานหรือมีความตั้งใจจะปฏิบัติตามกฎหมายย่อมมีความพยายามที่จะดำเนินการตามทุกข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับให้สมบูรณ์ ในขณะที่สถานประกอบการที่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงานหรือละเลยการปฏิบัติตามกฎหมายก็มีแนวโน้นที่จะมีความบกพร่องในการดำเนินการตามทุกข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับเช่นกัน ทำให้ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงตามกันไปในทิศทางเดียวกัน

อย่างไรก็ดีจากเกณฑ์การตรวจสอบพื้นฐานสำหรับปัญหา Multicollinearity คือ Variance inflation factor (VIF) > 10 หรือ Tolerance < 0.1 แสดงว่าเกิดปัญหา Multicollinearity (Menard, 2002; Myers, 1990; Bowerman & O'Connell, 1990) พบว่าตัวแปรมี EM8 ที่สุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหา Multicollinearity และจากผลการทดสอบค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละคู่ (Pairwise correlation) พบว่า EM7 มีความสัมพันธ์กับ EM8 ถึง 0.9278 (ร้อยละ 92.78) แสดงให้เห็นว่าระดับความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานในขั้นตอนที่ 7 (EM7) กับขั้นตอนที่ 8 (EM8) มักเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหา Multicollinearity ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะรวมตัวแปร EM8 (การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน) กับ EM7 (การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน) เข้าด้วยกันเป็นตัวแปรใหม่ คือ EM78 (การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวน แก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน) โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของการดำเนินการในทั้ง 2 ขั้นตอน ทำให้จำนวนตัวแปรอิสระลดลงเหลือ 19 ตัวแปร และมีผลการวิเคราะห์ค่า Variance VIF และ Tolerance ของชุดตัวแปรอิสระ ดังปรากฏในตารางที่ 4.9 ซึ่งพบว่าผ่านเกณฑ์พื้นฐานในการตรวจสอบว่าจะไม่เกิดปัญหา Multicollinearity ทำให้มีแนวโน้มที่จะสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ของทุกตัวแปรได้

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ค่า VIF และ Tolerance ของตัวแปรอิสระหลังรวม EM7 กับ EM8

กลุ่ม	ตัวแปร	VIF	Tolerance
ตัวแปรอิสระ	EM2	7.05	0.141937
กลุ่มที่ 1	EM78	6.74	0.148402
	EM3	6.73	0.148671
	EM1	5.28	0.189536
	EM5	4.75	0.210404
	EM6	4.32	0.231238
	EM4	4.09	0.244641
ตัวแปรอิสระ	KM	3.35	0.298772
กลุ่มที่ 2	ROL	2.97	0.337127
	EAS	2.28	0.439161
	TWO	2.24	0.445803
	HIT	2.23	0.449052
	INP	2.21	0.452063
	STG	2.08	0.481893
	INC	1.77	0.564048
	TAR	1.73	0.577625
	EQM	1.64	0.609916
	POS	1.4	0.711897
	PAY	1.04	0.963206

4.7 ผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ (แบบจำลอง logit)

4.7.1 แบบจำลองที่สร้างจากข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย

แบบจำลอง logit สำหรับทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงาน ซึ่งสร้างจากข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) มีลักษณะเป็นดังต่อไปนี้

$$\ln\left(\frac{\square_{\square}}{1-\square_{\square}}\right) = \beta_0+\beta_1 EM1_i+\beta_2 EM2_i+\beta_3 EM3_i+\beta_4 EM4_i+\beta_5 EM5_i+\beta_6 EM6_i+\beta_7 EM78_i + \square$$

เมื่อ P_y = ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (Suc = 1)

$1- P_y$ = ความน่าจะเป็นของการไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (Suc = 0)

e = ฐานของลอการิทึมธรรมชาติ (มีค่าประมาณ 2.71828183)

ε = ค่าความคลาดเคลื่อน (Error term)

EM1 = การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน

EM2 = การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น

EM3 = การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน

EM4 = การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

EM5 = กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

EM6 = การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

EM78 = การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวน แก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน

โดยมีผลการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ ดังปรากฏในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานที่สร้างขึ้นจากตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 ทั้งหมด (แบบจำลองที่ 1.1)

ปัจจัย	ตัวแปร	S.E.	z	Coefficient
การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน	EM1	1.4055	1.210	1.6974
การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานฯ	EM2	1.4574	-1.150	-1.6822
การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน	EM3	1.6185	0.700	1.1314
การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	EM4	0.7224	3.510	2.5328***
กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานฯ	EM5	0.8474	1.560	1.3232
การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงานฯ	EM6	0.7157	3.570	2.5527***
การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวนฯ	EM78	1.7235	2.780	4.7903***
	Constant	1.6901	-6.380	-10.7755***

P-Value (Model Chi-square) = 0.000***

Pseudo R^2 (McFadden) =0.3137

Correctly Classified = 80.78%

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีค่านัยสำคัญทางสถิติเป็นดังนี้

- มีตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร ที่ค่าสัมประสิทธิ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานที่ระดับ 0.01 ได้แก่ การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน(EM4) การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน (EM6) และการตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวนแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน (EM78)

- มีตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร ที่ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์กับโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงาน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (EM1) การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น (EM2) การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน (EM3) และ การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (EM5)

- ผลการปรับปรุงแบบจำลองโดยใช้วิธีการ Backward stepwise: Condition ด้วยการนำตัวแปรอิสระออกครั้งละ 1 ตัวแปร เป็นดังแสดงในตารางที่ 4.11

-

- **ตารางที่ 4.11** เปรียบเทียบผลการปรับปรุงแบบจำลองที่ 1

-

กรณี	นัยสำคัญของตัวแปรอิสระ	Model Chi-square	Pseudo R^2	Correctly Classified
แบบจำลอง 1.1	EM1, EM2, EM3, EM4***, EM5, EM6***, EM78***	0.000***	0.3137	80.78%
แบบจำลอง 1.2 (นำ EM2 ออก)	EM1, EM3, EM4***, EM5, EM6***, EM78***	0.000***	0.3118	80.62%
แบบจำลอง 1.3 (นำ EM3 ออก)	EM1, EM4***, EM5, EM6***, EM78***	0.000***	0.3116	80.62%
แบบจำลอง 1.4 (นำ EM1 ออก)	EM4***, EM5*, EM6***, EM78***	0.000***	0.3093	80.62%

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.11 พบว่าแบบจำลอง 1.4 แม้มีความแม่นยำและเชื่อถือได้ของแบบจำลอง (Model goodness of fit) ต่ำกว่าแบบจำลอง 1.1 ซึ่งเป็นแบบจำลองเริ่มต้นเล็กน้อย แต่แบบจำลอง 1.4 ใช้ตัวแปรอิสระในการทำนายความสำเร็จเพียง 4 ตัวแปร โดยตัวแปรทั้งหมดมีค่าสัมประสิทธิ์ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่แบบจำลอง 1.1 ต้องใช้ตัวแปรอิสระในการทำนายความสำเร็จถึง 7 ตัวแปรและมีตัวแปรอิสระที่ค่าสัมประสิทธิ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญเป็นจำนวนเพียง 3 ตัวแปร ดังนั้น จึงพิจารณาว่าแบบจำลอง 1.4 เป็นทำนายความสำเร็จที่ดีที่สุดโดยมีผลการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ ดังปรากฏในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานที่สร้างขึ้นจากตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 (แบบจำลองที่ 1.4)

ปัจจัย	ตัวแปร	S.E.	z	Coefficient
การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	EM4	0.6890	3.73	2.5700***
กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานฯ	EM5	0.8139	1.77	1.4408*
การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงานฯ	EM6	0.7063	3.58	2.5294***
การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวนฯ	EM78	1.1754	3.90	4.5852***
	Constant	1.1596	-8.24	-9.5600***
P-Value (Model Chi-square) = 0.000***				
Pseudo R^2 (McFadden) =0.3093				
Correctly Classified = 80.62%				

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

ตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (P-value ของ Model chi-square เท่ากับ 0.000) และสามารถอธิบายความแปรปรวนของโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานของกลุ่มตัวอย่างได้ประมาณร้อยละ 30.93 รวมถึงสามารถทำนายความสำเร็จของกลุ่มตัวอย่างในอดีตที่ผ่านมาได้ถูกต้องร้อยละ 80.62 (Correctly Classified) โดยมีตัวแปรอิสระที่ค่าสัมประสิทธิ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานที่ระดับ 0.01 จำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน(EM4) การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน (EM6) และการตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวน แก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน (EM78) และที่ระดับ 0.1 จำนวน 1 ตัวแปร คือการกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (EM5)

4.7.2 แบบจำลองที่สร้างจากข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยร่วมกับปัจจัยสำหรับกำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ

แบบจำลอง logit สำหรับทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงาน ซึ่งสร้างจากการรวมข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1)

เข้ากับปัจจัยสำหรับกำหนดแนวทางปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) มีลักษณะเป็นดังต่อไปนี้

$$\ln\left(\frac{\square_{\square}}{1-\square_{\square}}\right) = \beta_0 + \beta_1 EM1_i + \beta_2 EM2_i + \beta_3 EM3_i + \beta_4 EM4_i + \beta_5 EM5_i + \beta_6 EM_6 i + \beta_7 EM78_i + \beta_8 STG_i + \beta_9 INP_i + \beta_{10} TAR_i + \beta_{11} EQM_i + \beta_{12} POS_i + \beta_{13} PAY_i + \beta_{14} ROL_i + \beta_{15} KM_i + \beta_{16} TWO_i + \beta_{17} INC_i + \beta_{18} EAS_i + \beta_{19} HIT_i + \square$$

เมื่อ P_y = ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (Suc = 1)

$1- P_y$ = ความน่าจะเป็นของการไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (Suc = 0)

e = ฐานของลอการิทึมธรรมชาติ (มีค่าประมาณ 2.71828183)

ε = ค่าความคลาดเคลื่อน (Error term)

EM1 = การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน

EM2 = การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น

EM3 = การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน

EM4 = การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

EM5 = กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

EM6 = การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

EM78 = การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวน แก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน

STG = การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ

INP = การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและจัดหา

TAR = ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน

EQM = ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม

POS = สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ

PAY = ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน

ROL = การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน

KM = การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ

TWO = การสื่อสารแบบสองทาง

INC = มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน

EAS = การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ

HIT = การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน

โดยมีผลการการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ ดังปรากฏในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานที่สร้างขึ้นจากตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ทั้งหมด (แบบจำลองที่ 2.1)

ปัจจัย	ตัวแปร	S.E.	z	Coefficient
การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน	EM1	1.3432	1.70	2.2881*
การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานฯ	EM2	2.3042	-1.20	-2.7636
การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน	EM3	1.8591	1.23	2.2821
การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	EM4	0.9653	1.59	1.5317
กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานฯ	EM5	1.1985	1.45	1.7418
การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงานฯ	EM6	1.0472	0.29	0.3042
การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวนฯ	EM78	2.4628	2.17	5.3489**
การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ	STG	0.4264	1.43	0.6099
การอนุรักษ์พลังงานในการออกแบบฯ	INP	0.5358	0.22	0.1189
ความชัดเจนของเป้าหมายฯ	TAR	0.5793	1.92	1.1137*
ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดฯ	EQM	0.5050	3.14	1.5863***
สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานฯ	POS	0.5631	1.67	0.9412*
ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	PAY	0.7786	2.08	1.6191**
การกำหนดหน้าที่และบทบาทฯ	ROL	0.5817	2.92	1.6990***
การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ	KM	0.6546	1.04	0.6786
การสื่อสารแบบสองทาง	TWO	0.5302	2.73	1.4461***
มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายฯ	INC	0.4174	4.19	1.7509***
การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ	EAS	0.5882	1.81	1.0673*
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงฯ	HIT	0.5550	1.78	0.9888*
	Constant	2.1469	-7.86	-16.8731***

P-Value (Model Chi-square) = 0.000***

Pseudo R^2 (McFadden) =0.5609

Correctly Classified = 86.64%

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.14 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีค่านัยสำคัญทางสถิติเป็นดังนี้

- มีตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร ที่ค่าสัมประสิทธิ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานที่ระดับ 0.01 ได้แก่ ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม (EQM) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน (ROL) การสื่อสารแบบสองทาง (TWO) และมาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน (INC)

- มีตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร ที่ค่าสัมประสิทธิ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานที่ระดับ 0.05 ได้แก่ การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวน แก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน (EM78) และผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (PAY)

- มีตัวแปรอิสระ 5 ตัวแปร ที่ค่าสัมประสิทธิ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานที่ระดับ 0.1 ได้แก่ การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (EM1) ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน (TAR) สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ (POS) การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (EAS) และ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน (HIT)

- มีตัวแปรอิสระ 8 ตัวแปร ที่ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์กับโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงาน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น (EM2) การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน (EM3) การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน (EM4) การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (EM5) การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน (EM6) การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ (STG) การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและจัดหา (INP) และการจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ (KM)

ผลการปรับปรุงแบบจำลองโดยใช้วิธีการ Backward stepwise: Condition ด้วยการนำตัวแปรอิสระออกครั้งละ 1 ตัวแปร เป็นดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบผลการปรับปรุงแบบจำลองที่ 2

กรณี	นัยสำคัญของตัวแปรอิสระ	Model Chi-square	Pseudo R^2	Correctly Classified
แบบจำลอง 2.1	EM1*, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6, EM78**, STG, INP, TAR*, EQM***, POS*, PAY**, ROL***, KM, TWO***, INC***, EAS*, HIT*	0.000***	0.5609	86.64%
แบบจำลอง 2.2 (นำ EM2 ออก)	EM1*, EM3, EM4*, EM5, EM6, EM78**, STG, INP, TAR*, EQM***, POS, PAY*, ROL***, KM, TWO**, INC***, EAS**, HIT	0.000***	0.5581	86.81%
แบบจำลอง 2.3 (นำ EM6 ออก)	EM1**, EM3, EM4*, EM5*, EM78**, STG, INP, TAR*, EQM***, POS, PAY*, ROL***, KM, TWO**, INC***, EAS**, HIT	0.000***	0.5580	86.97%
แบบจำลอง 2.4 (นำ INP ออก)	EM1**, EM3, EM4*, EM5*, EM78**, STG*, TAR*, EQM***, POS, PAY*, ROL***, KM, TWO**, INC***, EAS**, HIT	0.000***	0.5579	86.81%
แบบจำลอง 2.5 (นำ EM3 ออก)	EM1**, EM4*, EM5*, EM78**, STG*, TAR*, EQM***, POS*, PAY*, ROL***, KM, TWO**, INC***, EAS**, HIT*	0.000***	0.5577	86.81%
แบบจำลอง 2.6 (นำ KM ออก)	EM1**, EM4**, EM5**, EM78**, STG**, TAR*, EQM***, POS*, PAY*, ROL***, TWO***, INC***, EAS**, HIT*	0.000***	0.5568	86.16%

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.14 พบว่าแบบจำลอง 2.6 แม้มีความแม่นยำและเชื่อถือได้ของแบบจำลอง (Model goodness of fit) ต่ำกว่าแบบจำลอง 2.1 ซึ่งเป็นแบบจำลองตั้งต้นเล็กน้อย แต่แบบจำลอง 2.6 ใช้ตัวแปรอิสระในการทำนายความสำเร็จเพียง 14 ตัวแปร โดยค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระทั้งหมดมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่แบบจำลอง 2.1 ต้องใช้ตัวแปรอิสระในการทำนายความสำเร็จถึง 19 ตัวแปรและมีตัวแปรอิสระที่ค่าสัมประสิทธิ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญเป็นจำนวนเพียง 11 ตัวแปร ในขณะที่หากเปรียบเทียบกับแบบจำลองที่ 5 พบว่าแม้ระดับความแม่นยำและเชื่อถือได้ของแบบจำลองจะลดลงเล็กน้อยแต่ก็มีการยกระดับนัยสำคัญของตัวแปรอิสระถึง 4 ตัวแปร คือ EM4 EM5 STG (จากระดับ 0.10 เป็น 0.05) และ TWO (จากระดับ 0.05 เป็นระดับ 0.01) ดังนั้น จึงพิจารณาว่าแบบจำลองที่ 2.6 เป็นแบบจำลองทำนายความสำเร็จที่ดีที่สุด โดยมีผลการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ ดังปรากฏในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานที่สร้างขึ้นจากรวมตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 (แบบจำลองที่ 2.6)

ปัจจัย	ตัวแปร	S.E.	z	Coefficient
การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน	EM1	1.2444	2.12	2.6429**
การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	EM4	0.8601	1.96	1.6870**
กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานฯ	EM5	0.9279	2.10	1.9480**
การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวนฯ	EM78	1.6751	2.50	4.1847**
การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ	STG	0.3790	1.97	0.7478**
ความชัดเจนของเป้าหมายฯ	TAR	0.5486	1.88	1.0326*
ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดฯ	EQM	0.4867	3.32	1.6170***
สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานฯ	POS	0.5536	1.66	0.9187*
ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	PAY	0.8221	1.71	1.4034*
การกำหนดหน้าที่และบทบาทฯ	ROL	0.4654	4.49	2.0915***
การสื่อสารแบบสองทาง	TWO	0.5241	2.61	1.3704***
มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายฯ	INC	0.3966	4.72	1.8737***
การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ	EAS	0.5710	2.09	1.1926**
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงฯ	HIT	0.5428	1.65	0.8937*
	Constant	2.1553	-7.58	-16.3416***
P-Value (Model Chi-square) = 0.000***				
Pseudo R^2 (McFadden) =0.5568				
Correctly Classified = 86.16%				

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

ตารางที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (P-value ของ Model chi-square เท่ากับ 0.000) และสามารถอธิบายความแปรปรวนของโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานของกลุ่มตัวอย่างได้ประมาณร้อยละ 55.68 รวมถึงสามารถทำนายความสำเร็จของกลุ่มตัวอย่างในอดีตที่ผ่านมาได้ถูกต้องร้อยละ 86.16 (Correctly Classified) โดยมีตัวแปรอิสระที่

ค่าสัมประสิทธิ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงาน ดังต่อไปนี้

- ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 จำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่ ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม (EQM) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน (ROL) การสื่อสารแบบสองทาง (TWO) และมาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน (INC)
- ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จำนวน 6 ตัวแปร ได้แก่ การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (EM1) การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน (EM4) การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (EM5) การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวน แก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน (EM78) การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ (STG) และการประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (EAS)
- ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 จำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน (TAR) สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ (POS) ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (PAY) และ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน (HIT)

4.7.3 แบบจำลองจำแนกระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมกับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุม

4.7.3.1 แบบจำลองสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม

ผลการวิเคราะห์และปรับปรุงเพื่อหาแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม (212 ตัวอย่าง) ด้วยวิธีการ Backward stepwise: Condition โดยใช้แบบจำลองตั้งต้นซึ่งได้รวมตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 เข้าด้วยกันปรากฏดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลการปรับปรุงแบบจำลองสำหรับกลุ่มอาคารควบคุม

กรณี	นัยสำคัญของตัวแปรอิสระ	Model Chi-square	Pseudo R^2	Correctly Classified
แบบจำลอง 3.1.1	EM1, EM2**, EM3, EM4, EM5**, EM6, EM78**, STG*, INP, TAR*, EQM***, POS, PAY***, ROL**, KM, TWO*, INC, EAS, HIT**	0.000***	0.5531	89.27%
แบบจำลอง 3.1.2[1] (นำ EM3 ออก)	EM1, EM2**, EM4, EM5**, EM6, EM78**, STG*, INP, TAR*, EQM***, POS, PAY***, ROL***, KM, TWO*, INC, EAS, HIT***	0.000***	0.5733	89.15%
แบบจำลอง 3.1.3 (นำ EM1 ออก)	EM2**, EM4, EM5**, EM6, EM78***, STG*, INP, TAR*, EQM***, POS, PAY***, ROL***, KM, TWO*, INC, EAS, HIT***	0.000***	0.5732	88.68%
แบบจำลอง 3.1.4 (นำ KM ออก)	EM2**, EM4, EM5**, EM6, EM78***, STG*, INP, TAR*, EQM***, POS, PAY***, ROL***, TWO*, INC, EAS, HIT***	0.000***	0.5723	89.15%
แบบจำลอง 3.1.5 (นำ EM4 ออก)	EM2**, EM5**, EM6, EM78***, STG*, INP, TAR**, EQM***, POS, PAY***, ROL***, TWO*, INC, EAS, HIT**	0.000***	0.5686	89.62%
แบบจำลอง 3.1.6[2] (นำ EM2 ออก)	EM5*, EM6, EM78**, STG**, INP, TAR, EQM**, POS, PAY***, ROL***, TWO, INC*, EAS, HIT*	0.000***	0.5468	88.68%
แบบจำลอง 3.1.7 (นำ EM6 ออก)	EM5***, EM78***, STG**, INP, TAR, EQM**, POS, PAY***, ROL***, TWO, INC**, EAS, HIT*	0.000***	0.5461	88.68%

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

กรณี	นัยสำคัญของตัวแปรอิสระ	Model Chi-square	Pseudo R^2	Correctly Classified
แบบจำลอง 3.1.8 (นำ INP ออก)	EM5***, EM78**, STG**, TAR, EQM**, POS, PAY***, ROL***, TWO, INC**, EAS, HIT**	0.000***	0.5446	89.15%
แบบจำลอง 3.1.9 (นำ POS ออก)	EM5***, EM78**, STG**, TAR, EQM**, PAY***, ROL***, TWO, INC**, EAS, HIT*	0.000***	0.5420	87.74%
แบบจำลอง 3.1.10 (นำ TWO ออก)	EM5***, EM78**, STG**, TAR, EQM**, PAY***, ROL***, INC***, EAS, HIT**	0.000***	0.5383	88.21%
แบบจำลอง 3.1.11 (นำ EAS ออก)	EM5***, EM78**, STG**, TAR, EQM**, PAY***, ROL***, INC***, HIT***	0.000***	0.5348	88.68%
แบบจำลอง 3.1.12 (นำ TAR ออก)	EM5**, EM78***, STG***, EQM**, PAY***, ROL***, INC***, HIT***	0.000***	0.5268	89.15%

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

หมายเหตุ. [1] ไม่สามารถประมาณค่า EM3

[2] นำ EM2 ออกจากแบบจำลองเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบซึ่งไม่สมเหตุสมผล

จากตารางที่ 4.16 จำเป็นต้องมีการกำจัดตัวแปรอิสระที่มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบออกจนหมดเพื่อความสมเหตุสมผล ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุดจากแบบจำลอง 3.1.6 – 3.1.12 ซึ่งมีค่าความแม่นยำและเชื่อถือได้ของแบบจำลอง (Model goodness of fit) ไม่แตกต่างกันมากนัก ในขณะที่แบบจำลอง 3.1.12 มีระดับนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระในแบบจำลองสูงที่สุด จึงถือเป็นแบบจำลองทำนายความสำเร็จที่ดีที่สุดสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม โดยมีผลการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง 3.1.12 ดังปรากฏในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานในกลุ่มอาคารควบคุม (แบบจำลองที่ 3.1.12)

ปัจจัย	ตัวแปร	S.E.	z	Coefficient
กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานฯ	EM5	1.3567	2.55	3.4643**
การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวนฯ	EM78	1.0311	2.90	2.9885***
การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ	STG	0.7523	2.61	1.9613***
ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดฯ	EQM	0.6962	2.49	1.7342**
ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	PAY	1.3093	4.46	5.8360***
การกำหนดหน้าที่และบทบาทฯ	ROL	0.7141	4.16	2.9675***
มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายฯ	INC	0.5990	2.87	1.7168***
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงฯ	HIT	0.5391	3.55	1.9141***
	Constant	1.9403	-5.95	-11.5416***
P-Value (Model Chi-square) = 0.000***				
Pseudo R^2 (McFadden) =0.5268				
Correctly Classified = 89.15%				

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

ตารางที่ 4.17 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (P-value ของ Model chi-square เท่ากับ 0.000) และสามารถอธิบายความแปรปรวนของโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานของกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมได้ประมาณร้อยละ 52.68 รวมถึงสามารถทำนายความสำเร็จของกลุ่มตัวอย่างในอดีตที่ผ่านมาได้ถูกต้องร้อยละ 89.15 (Correctly Classified) โดยมีตัวแปรอิสระที่ค่าสัมประสิทธิ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงาน ดังต่อไปนี้

- ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 จำนวน 6 ตัวแปร ได้แก่ การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน (EM78) การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ (STG) ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (PAY) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน (ROL) มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน (INC) และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน (HIT)

- ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จำนวน 2 ตัวแปร ได้แก่ การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (EM5) และความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม (EQM)

4.7.3.2 แบบจำลองสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุม

ผลการวิเคราะห์และปรับปรุงเพื่อหาแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุม (402 ตัวอย่าง) ด้วยวิธีการ Backward stepwise โดยใช้แบบจำลองตั้งต้นซึ่งได้รวมตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 เข้าด้วยกัน ปรากฏดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ผลการปรับปรุงแบบจำลองสำหรับกลุ่มโรงงานควบคุม

กรณี	นัยสำคัญของตัวแปรอิสระ	Model Chi-square	Pseudo R^2	Correctly Classified
แบบจำลอง 3.2.1	EM1**, EM2, EM3, EM4***, EM5, EM6, EM78, STG, INP, TAR, EQM**, POS, PAY*, ROL, KM*, TWO**, INC***, EAS, HIT	0.000***	0.4591	87.32%
แบบจำลอง 3.2.2[1] (นำ EM2, EM3 และ EM78 ออก)	EM1**, EM4***, EM5, EM6, STG, INP, TAR, EQM**, POS, PAY, ROL, KM*, TWO**, INC***, EAS, HIT	0.000***	0.5964	88.31%
แบบจำลอง 3.2.3 (นำ EM6 ออก)	EM1**, EM4***, EM5, STG, INP, TAR, EQM**, POS, PAY, ROL, KM*, TWO**, INC***, EAS, HIT	0.000***	0.5963	88.31%
แบบจำลอง 3.2.4 (นำ EM5 ออก)	EM1***, EM4***, STG, INP, TAR, EQM**, POS, PAY, ROL, KM*, TWO**, INC***, EAS, HIT	0.000***	0.5961	88.56%
แบบจำลอง 3.2.5 (นำ INP ออก)	EM1***, EM4***, STG, TAR, EQM**, POS, PAY, ROL*, KM*, TWO**, INC***, EAS, HIT	0.000***	0.5959	88.56%

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

กรณี	นัยสำคัญของตัวแปรอิสระ	Model Chi-square	Pseudo R^2	Correctly Classified
แบบจำลอง 3.2.6 (นำ PAY ออก)	EM1***, EM4***, STG, TAR, EQM**, POS, ROL*, KM*, TWO**, INC***, EAS, HIT	0.000***	0.5946	87.81%
แบบจำลอง 3.2.7 (นำ HIT ออก)	EM1***, EM4***, STG, TAR, EQM**, POS, ROL, KM, TWO, INC***, EAS***	0.000***	0.5934	88.31%
แบบจำลอง 3.2.8 (นำ POS ออก)	EM1***, EM4***, STG*, TAR, EQM***, ROL*, KM, TWO**, INC***, EAS***	0.000***	0.5914	87.56%
แบบจำลอง 3.2.9 (นำ TAR ออก)	EM1***, EM4***, STG**, EQM***, ROL*, KM, TWO**, INC***, EAS***	0.000***	0.5892	88.81%
แบบจำลอง 3.2.10 (นำ KM ออก)	EM1***, EM4***, STG**, EQM***, ROL***, TWO***, INC***, EAS***	0.000***	0.5846	87.06%

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

หมายเหตุ. [1] ไม่สามารถประมาณค่า EM2, EM3 และ EM78

จากตารางที่ 4.18 พบว่าแบบจำลองที่ 3.2.10 แม้จะมีความแม่นยำและเชื่อถือได้ของแบบจำลอง (Model goodness of fit) ต่ำกว่าแบบจำลองตั้งต้นซึ่งได้กำจัดตัวแปรอิสระที่ไม่สามารถประเมินค่าได้ออกไปแล้ว (แบบจำลอง 3.2.2) เล็กน้อย แต่แบบจำลอง 3.2.10 ใช้ตัวแปรอิสระในการทำนายความสำเร็จเพียง 8 ตัวแปรซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทั้งหมด ในขณะที่แบบจำลอง 3.2.2 ต้องใช้ตัวแปรอิสระในการทำนายความสำเร็จถึง 16 ตัวแปรและมีตัวแปรอิสระที่ค่าสัมประสิทธิ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญเป็นจำนวนเพียง 6 ตัวแปร และหากเปรียบเทียบ

กับแบบจำลองที่ 3.2.6 - 3.2.9 พบว่ามีค่า Model goodness of fit ใกล้เคียงกันแต่แบบจำลอง 3.2.10 มีระดับนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระสูงที่สุด ดังนั้น จึงพิจารณาว่าแบบจำลองที่ 3.2.10 เป็นแบบจำลองทำนายความสำเร็จที่ดีที่สุดโดยมีผลการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ ดังปรากฏในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานในกลุ่มโรงงานควบคุม (แบบจำลองที่ 3.2.10)

ปัจจัย	ตัวแปร	S.E.	z	Coefficient
การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน	EM1	1.8728	3.51	6.5777***
การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	EM4	0.8780	4.47	3.9213***
การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ	STG	0.4529	2.35	1.0655**
ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดฯ	EQM	0.6727	2.76	1.8596***
การกำหนดหน้าที่และบทบาทฯ	ROL	0.5647	3.12	1.7617***
การสื่อสารแบบสองทาง	TWO	0.6500	2.57	1.6678***
มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายฯ	INC	0.5271	3.97	2.0933***
การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ	EAS	0.5413	3.62	1.9589***
	Constant	2.2224	-6.89	-15.3137***
P-Value (Model Chi-square) = 0.000***				
Pseudo R^2 (McFadden) =0.5846				
Correctly Classified = 87.06%				

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

ตารางที่ 4.19 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (P-value ของ Model chi-square เท่ากับ 0.000) และสามารถอธิบายความแปรปรวนของโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานของกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุมได้ประมาณร้อยละ 58.46 รวมถึงสามารถทำนายความสำเร็จของกลุ่มตัวอย่างในอดีตที่ผ่านมาได้ถูกต้องร้อยละ 87.06 (Correctly Classified) โดยมีตัวแปรอิสระที่ค่าสัมประสิทธิ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงาน ดังต่อไปนี้

- ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 จำนวน 7 ตัวแปร ได้แก่ การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (EM1) การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน (EM4) ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม (EQM) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน (ROL) การสื่อสารแบบสองทาง (TWO) มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน (INC) และการประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (EAS)

- ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จำนวน 1 ตัวแปร ได้แก่ การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ (STG) และ

4.8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบจำลอง

ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองที่ดีที่สุดจากแบบจำลองตั้งต้นที่สร้างจากตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 (แบบจำลองที่ 1.4) กับแบบจำลองที่ดีที่สุดจากแบบจำลองตั้งต้นที่สร้างจากการรวมตัวแปรอิสระในกลุ่มที่ 1 และ 2 เข้าด้วยกัน (แบบจำลองที่ 2.6) และแบบจำลองที่ดีที่สุดจำแนกตามกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม (แบบจำลองที่ 3.1.12) และโรงงานควบคุม (แบบจำลองที่ 3.2.10) เป็นดังแสดงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 เปรียบเทียบแบบจำลองที่ดีที่สุดที่ได้จากแต่ละวิธีการ

แบบจำลองที่ดีที่สุดในแต่ละกรณี	นัยสำคัญของตัวแปรอิสระ	Model Chi-square	Pseudo R^2	Correctly Classified
แบบจำลองที่ 1.4 (ตัวแปรอิสระกลุ่ม 1)	EM4***, EM5*, EM6***, EM78***	0.000***	0.3093	80.62%
แบบจำลองที่ 2.6 (ตัวแปรอิสระกลุ่ม 1 และ 2)	EM1**, EM4**, EM5**, EM78**, STG**, TAR*, EQM***, POS*, PAY*, ROL***, TWO***, INC***, EAS**, HIT*	0.000***	0.5568	86.16%
แบบจำลองที่ 3.1.12 (อาคารควบคุม)	EM5**, EM78***, STG***, EQM**, PAY***, ROL***, INC***, HIT***	0.000***	0.5268	89.15%
แบบจำลองที่ที่ 3.2.10 (โรงงานควบคุม)	EM1***, EM4***, STG**, EQM***, ROL***, TWO***, INC***, EAS***	0.000***	0.5846	87.06%

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

ตารางที่ 4.20 แสดงให้เห็นว่าการใช้ตัวแปรอิสระในกลุ่มที่ 2 (ปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการพลังงาน) เข้ามาช่วยในการทำนายความสำเร็จของการจัดการพลังงานร่วมกับตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 (ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย) ทำให้ได้มาซึ่งแบบจำลองที่มีความแม่นยำและเชื่อถือได้มากกว่าอย่างชัดเจน ดังจะเห็นได้ว่าแบบจำลอง 2.6 ซึ่งใช้ตัวแปรอิสระในการทำนายจำนวน 14 ตัวแปรพบว่ามีค่า Pseudo R2 อยู่ที่ 0.5568 ซึ่งหมายถึงสามารถอธิบายความแปรปรวนของโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานได้ร้อยละ 55.68 ซึ่งดีกว่าแบบจำลอง 1.4 ที่มีค่า Pseudo R2 อยู่ที่ 0.3093 อย่างชัดเจน รวมถึงมีความสามารถในการทำนายความสำเร็จของกลุ่มตัวอย่างได้อย่างถูกต้อง (Correctly Classified) ที่สูงกว่าในระดับหนึ่ง (ร้อยละ 86.16 ต่อ ร้อยละ 80.62)

นอกจากนี้ยังพบว่ามีแนวโน้มที่ข้อกำหนดหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมจะมีบางส่วนที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาจากแบบจำลองแจกแจงกลุ่มตัวอย่างระหว่างอาคารควบคุม (แบบจำลองที่ 3.1.12) และโรงงานควบคุม (แบบจำลองที่ 3.2.10) เช่น ความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดของการจัดการพลังงานภาคบังคับที่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญอาจอยู่ในขั้นตอนที่แตกต่างกัน (EM1 EM4 EM5 แล ะEM78) หรือ อิทธิผลของปัจจัยเพิ่มเติมในด้านผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (PAY) การสื่อสารสองทาง (TWO) และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย (EAS และ HIT) อาจแตกต่างกัน เป็นต้น

4.9 ผลการประเมินผลกระทบส่วนเพิ่มจากแบบจำลองที่ดีที่สุด

ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองสรุปได้ว่าแบบจำลองที่ดีที่สุดจากการวิจัยนี้ประกอบด้วย

(1) แบบจำลอง 2.6 ในกรณีทำนายความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวม

(2) แบบจำลอง 3.1.12 ในกรณีทำนายความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม

(3) แบบจำลอง 3.2.10 ในกรณีทำนายความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุม

ซึ่งนำมาสู่การประมาณค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม ((Marginal effect) จากการดำเนินงานตามแต่ละข้อกำหนดหรือปัจจัยที่มีต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานภาคบังคับในกลุ่มเป้าหมายภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน ดังต่อไปนี้

4.9.1 ผลกระทบส่วนเพิ่มจากแบบจำลองทำนายความสำเร็จในภาพรวม

แบบจำลองที่ดีที่สุดในการทำนายความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวม (อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม) คือแบบจำลอง 2.6 ซึ่งสามารถประมาณค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม ((Marginal effect) ของแต่ละตัวแปรได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ผลการประเมินค่าผลกระทบส่วนเพิ่มโดยใช้แบบจำลองที่ 2.6

ปัจจัย	ตัวแปร	Coefficient	$\bar{x}$	Marginal effect	Potential Gap
การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน	EM1	2.6429**	0.9300	0.6081**	4.26%**
การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	EM4	1.6870**	0.8836	0.3882**	4.52%**
กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานฯ	EM5	1.9480**	0.8738	0.4482**	5.66%**
การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวนฯ	EM78	4.1847**	0.9190	0.9628**	7.80%**
การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ	STG	0.7478**	0.6515	0.1721**	6.00%**
ความชัดเจนของเป้าหมายฯ	TAR	1.0326*	0.6506	0.2376*	8.30%*
ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดฯ	EQM	1.6170***	0.7654	0.3720***	8.73%***
สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานฯ	POS	0.9187*	0.8200	0.2114*	3.80%*
ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	PAY	1.4034*	0.0545	0.3229*	30.53%*
การกำหนดหน้าที่และบทบาทฯ	ROL	2.0915***	0.7182	0.4812***	13.56%***
การสื่อสารแบบสองทาง	TWO	1.3704***	0.8119	0.3153***	5.93%***
มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายฯ	INC	1.8737***	0.4462	0.4311***	23.87%***
การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ	EAS	1.1926**	0.4088	0.2744**	16.22%**
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงฯ	HIT	0.8937*	0.3086	0.2056*	14.22%*
Prob. (Suc) = 0.6411					

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

ตารางที่ 4.21 แสดงให้เห็นว่าโอกาสในการประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายโดยรวม (ทั้งอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม) ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน (Prob. (Suc)) อยู่ที่ประมาณร้อยละ 64.11 โดยมีผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effect) ของการดำเนินการตามแต่ละข้อกำหนดหรือปัจจัยส่งผลต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานภาคบังคับในกลุ่มเป้าหมายโดยรวม ดังต่อไปนี้

1) การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (EM1) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 1 คือ การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน ยังคงส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.6081 หมายความว่าภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่ยังแทบไม่ได้มีการ

ดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 1 คือการจัดตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการในปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 60.81 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ EM1 ในปัจจุบันคือ 0.9300 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 1 อย่างสมบูรณ์ (EM1 เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 4.26 [คิดจาก (1-0.9300) x 60.81]

2) การประเมินศักยภาพด้านการอนุรักษ์พลังงาน (EM4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 4 คือ การประเมินศักยภาพด้านการอนุรักษ์พลังงานยังคงส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.3882 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่ยังแทบไม่ได้มีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพด้านการอนุรักษ์พลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการในปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 38.82 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ EM4 ในปัจจุบันคือ 0.8836 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 4 อย่างสมบูรณ์ (EM4 เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 4.52

3) การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (EM5) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 5 การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ยังคงส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.4482 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่ที่ยังแทบไม่ได้มีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 5 การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการในปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 44.82 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ EM5 ในปัจจุบันคือ 0.8738 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 5 อย่างสมบูรณ์ (EM5 เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 5.66

4) การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน (EM78) (EM78) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน และขั้นตอนที่ 8 การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน ยังคงส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect โดยรวมเท่ากับ 0.9628 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่ยังแทบไม่ได้มีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน และขั้นตอนที่ 8 การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการในทั้ง 2 ปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 96.28 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ EM78 ในปัจจุบันคือ 0.9190 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 7 และขั้นตอนที่ 8 อย่างสมบูรณ์ (EM78 เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 7.80

5) การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ (STG) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าการวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.1721 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่ยังแทบไม่ได้มีการวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.21 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ STG ในปัจจุบันคือ 0.6515 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีการวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การอย่างเหมาะสม (STG เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 6.00

6) ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน (TAR) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 แสดงให้เห็นว่าความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.2376 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่ยังแทบไม่มีความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัย

ดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 23.76 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ TAR ในปัจจุบันคือ 0.6506 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจน (TAR เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 8.30

7) ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม (EQM) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.3720 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่ยังแทบไม่มีความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 37.20 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ EQM ในปัจจุบันคือ 0.7654 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามอย่างเหมาะสม (EQM เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 8.73

8) สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ (POS) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 แสดงให้เห็นว่าสถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.2114 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การแทบไม่มีความเหมาะสมเลย (อยู่ในระดับต่ำและไม่มีอำนาจสั่งการ) ไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ (มีสถานะอำนาจเหมาะสมกับหน้าที่บทบาทที่ได้รับ) จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 21.14 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ POS ในปัจจุบันคือ 0.8200 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีสถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การที่เหมาะสม (POS เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 3.80

9) ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (PAY) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 แสดงให้เห็นว่าสถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.3229 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่ไม่มีผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเลยไปเป็นสามารถ

ดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 32.29 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ PAY ในปัจจุบันคือ 0.0545 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอย่างเหมาะสม (PAY เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 30.53

10) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจน (ROL) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าการกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจนส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.4812 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่ไม่มีการกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจนเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 48.12 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ ROL ในปัจจุบันคือ 0.7182 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีการกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจน (ROL เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 13.56

11) การสื่อสารแบบสองทาง (TWO) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าการสื่อสารแบบสองทางส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.3135 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่ไม่มีการสื่อสารแบบสองทางเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 31.35 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ TWO ในปัจจุบันคือ 0.8119 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีการสื่อสารแบบสองอย่างเหมาะสม (TWO เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 5.93

12) มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน (INC) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่ามาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.4311 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่ไม่มีมาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัย

ดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 43.11 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ INC ในปัจจุบันคือ 0.4462 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีมาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสม (INC เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 23.87

13) การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (EAS) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.2744 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่ไม่มีการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 27.44 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ EAS ในปัจจุบันคือ 0.4088 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติอย่างเหมาะสม (EAS เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 16.22

14) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน (HIT) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงานส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.2056 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายจากสภาพที่ไม่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 20.56 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ HIT ในปัจจุบันคือ 0.3086 ประเมินได้ว่าการทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงานอย่างเหมาะสม (HIT เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 14.22

4.9.2 ผลกระทบส่วนเพิ่มจากแบบจำลองทำนายความสำเร็จของกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม

แบบจำลองที่ดีที่สุดในการทำนายความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมาย ที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม คือแบบจำลองที่ 3.1.12 ซึ่งสามารถประมาณค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม ((Marginal effect) ของแต่ละตัวแปรได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ผลการประเมินค่าผลกระทบส่วนเพิ่มโดยใช้แบบจำลองที่ 3.1.12

ปัจจัย	ตัวแปร	Coefficient	$\bar{x}$	Marginal effect	Potential Gap
กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานฯ	EM5	3.4643**	0.8797	0.5884**	7.08%**
การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวนฯ	EM78	2.9885***	0.9611	0.5076***	1.97%***
การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ	STG	1.9613***	0.7476	0.3331***	8.41%***
ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดฯ	EQM	1.7342**	0.7925	0.2946**	6.11%**
ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	PAY	5.8360***	0.0802	0.9913***	91.18%***
การกำหนดหน้าที่และบทบาทฯ	ROL	2.9675***	0.7689	0.5041***	11.65%***
มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายฯ	INC	1.7168***	0.3467	0.2916***	19.05%***
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงฯ	HIT	1.9141***	0.3892	0.3251***	19.86%***
Prob. (Suc) = 0.7831					

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

ตารางที่ 4.22 แสดงให้เห็นว่าโอกาสในการประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน (Prob. (Suc)) อยู่ที่ประมาณร้อยละ 78.31 โดยมีผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effect) ของการดำเนินการตามแต่ละข้อกำหนดหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานภาคบังคับในอาคารควบคุม ดังต่อไปนี้

1) การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (EM5) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 5 การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ยังคงส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.5884 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับอาคารควบคุมจากสภาพที่ที่ยังแทบไม่ได้มีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 5 การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการในปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 58.84 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย EM5 ของอาคารควบคุมในปัจจุบันคือ 0.8797 ประเมินได้ว่าการทำให้อาคารควบคุมทั้งหมดมีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 5 อย่างสมบูรณ์ (EM5 เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับอาคารควบคุมขึ้นได้ร้อยละ 7.08

2) การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน (EM78) (EM78) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน และขั้นตอนที่ 8 การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน ยังคงส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect โดยรวมเท่ากับ 0.5076 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับอาคารควบคุมจากสภาพที่ยังแทบไม่ได้มีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน และขั้นตอนที่ 8 การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการในทั้ง 2 ปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 50.76 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย EM78 ของอาคารควบคุมในปัจจุบันคือ 0.9611 ประเมินได้ว่าการทำให้อาคารควบคุมทั้งหมดมีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 7 และขั้นตอนที่ 8 อย่างสมบูรณ์ (EM78 เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับอาคารควบคุมขึ้นได้ร้อยละ 1.97

3) การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ (STG) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าการวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมอย่างมี

นัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.3331 หมายความว่าภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับอาคารควบคุมจากสภาพที่ยังแทบไม่ได้มีการวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 33.31 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย STG ของอาคารควบคุมในปัจจุบันคือ 0.7476 ประเมินได้ว่าการทำให้อาคารควบคุมทั้งหมดมีการวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การอย่างเหมาะสม (STG เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับอาคารควบคุมขึ้นได้ร้อยละ 8.41

4) ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม (EQM) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.2946 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับอาคารควบคุมจากสภาพที่ยังแทบไม่มีความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 29.46 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย EQM ของอาคารควบคุมในปัจจุบันคือ 0.7925 ประเมินได้ว่าการทำให้อาคารควบคุมทั้งหมดมีความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามอย่างเหมาะสม (EQM เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับอาคารควบคุมขึ้นได้ร้อยละ 6.11

5) ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (PAY) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าสถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.9913 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับอาคารควบคุมจากสภาพที่ไม่มีผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 99.13 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย PAY ของอาคารควบคุมในปัจจุบันคือ 0.0802 ประเมินได้ว่าการทำให้อาคารควบคุมทั้งหมดมีผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอย่างเหมาะสม (PAY เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับอาคารควบคุมขึ้นได้ร้อยละ 91.18

6) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจน (ROL) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าการกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจนส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมอย่างมี

นัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.5041 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับอาคารควบคุมจากสภาพที่ไม่มีการกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจนเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 50.41 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ROL ของอาคารควบคุมในปัจจุบันคือ 0.7689 ประเมินได้ว่าการทำให้อาคารควบคุมทั้งหมดมีการกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจน (ROL เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับอาคารควบคุมขึ้นได้ร้อยละ 11.65

7) มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน (INC) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่ามาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.2916 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับอาคารควบคุมจากสภาพที่ไม่มีมาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 29.16 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย INC ของอาคารควบคุมในปัจจุบันคือ 0.3467 ประเมินได้ว่าการทำให้อาคารควบคุมทั้งหมดมีมาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสม (INC เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับอาคารควบคุมขึ้นได้ร้อยละ 19.05

8) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน (HIT) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงานส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.3251 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับอาคารควบคุมจากสภาพที่ไม่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 32.51 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย HIT ของอาคารควบคุมในปัจจุบันคือ 0.3892 ประเมินได้ว่าการทำให้อาคารควบคุมทั้งหมดมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงานอย่างเหมาะสม (HIT เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับอาคารควบคุมขึ้นได้ร้อยละ 19.86

4.9.3 ผลกระทบส่วนเพิ่มจากแบบจำลองทำนายความสำเร็จของกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุม

แบบจำลองที่ดีที่สุดในการทำนายความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมาย ที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม คือแบบจำลองที่ 3.2.10 ซึ่งสามารถประมาณค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม ((Marginal effect) ของแต่ละตัวแปรได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์ค่าผลกระทบส่วนเพิ่มโดยใช้แบบจำลองที่ 3.2.10

ปัจจัย	ตัวแปร	Coefficient	□̄	Marginal effect	Potential Gap
การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน	EM1	6.5777***	0.9067	1.5666***	14.61%***
การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	EM4	3.9213***	0.8756	0.9339***	11.62%***
การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ	STG	1.0655**	0.6007	0.2538**	10.13%**
ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดฯ	EQM	1.8596***	0.7512	0.4429***	11.02%***
การกำหนดหน้าที่และบทบาทฯ	ROL	1.7617***	0.6915	0.4196***	12.94%***
การสื่อสารแบบสองทาง	TWO	1.6678***	0.8035	0.3972***	7.81%***
มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายฯ	INC	2.0933***	0.4988	0.4985***	24.99%***
การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ	EAS	1.9589***	0.3669	0.4665***	29.54%***
Prob. (Suc) = 0.6087					

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

ตารางที่ 4.23 แสดงให้เห็นว่าโอกาสในการประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุมภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน (Prob. (Suc)) อยู่ที่

ประมาณร้อยละ 60.87 โดยมีผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effect) ของการดำเนินการตามแต่ละข้อกำหนดหรือปัจจัยส่งผลต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานภาคบังคับในโรงงานควบคุม ดังต่อไปนี้

1) การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (EM1) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 1 คือ การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน ยังคงส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 1.5666 หมายความว่าภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับโรงงานควบคุมจากสภาพที่ยังแทบไม่ได้มีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 1 คือการจัดตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการในปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 156.66 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย EM1 ของโรงงานควบคุม ในปัจจุบันคือ 0.9067 ประเมินได้ว่าการทำให้โรงงานควบคุมทั้งหมดมีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 1 อย่างสมบูรณ์ (EM1 เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุม ขึ้นได้ร้อยละ 14.61

2) การประเมินศักยภาพด้านการอนุรักษ์พลังงาน (EM4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 4 คือ การประเมินศักยภาพด้านการอนุรักษ์พลังงานยังคงส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.9336 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับโรงงานควบคุมจากสภาพที่ยังแทบไม่ได้มีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพด้านการอนุรักษ์พลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการในปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 93.36 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย EM4 ของโรงงานควบคุม ในปัจจุบันคือ 0.8756 ประเมินได้ว่าการทำให้โรงงานควบคุมทั้งหมดมีการดำเนินการตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 4 อย่างสมบูรณ์ (EM4 เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุม ขึ้นได้ร้อยละ 11.62

3) การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ (STG) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าการวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.2538 หมายความว่าภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับโรงงานควบคุมจากสภาพที่ยังแทบไม่ได้มีการวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงาน

ระดับองค์การเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 25.38 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย STG ของโรงงานควบคุม ในปัจจุบันคือ 0.6007 ประเมินได้ว่าการทำให้โรงงานควบคุมทั้งหมดมีการวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การอย่างเหมาะสม (STG เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุม ขึ้นได้ร้อยละ 10.13

4) ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม (EQM) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.4429 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับโรงงานควบคุม จากสภาพที่ยังแทบไม่มีความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 44.29 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย EQM ของโรงงานควบคุมในปัจจุบันคือ 0.7512 ประเมินได้ว่าการทำให้โรงงานควบคุมทั้งหมดมีความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามอย่างเหมาะสม (EQM เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุมขึ้นได้ร้อยละ 11.02

5) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจน (ROL) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าการกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจนส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.4196 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับโรงงานควบคุมจากสภาพที่ไม่มีการกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจนเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 41.96 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ ROL ในปัจจุบัน คือ 0.6915 ประเมินได้ว่าการทำให้โรงงานควบคุมทั้งหมดมีการกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจน (ROL เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุมขึ้นได้ร้อยละ 12.94

6) การสื่อสารแบบสองทาง (TWO) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าการสื่อสารแบบสองทางส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.3972 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับโรงงานควบคุมจากสภาพที่ไม่มีการสื่อสารแบบสองทางเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์

จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 39.72 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย TWO ของโรงงานควบคุมในปัจจุบันคือ 0.8035 ประเมินได้ว่าการทำให้โรงงานควบคุมทั้งหมดมีการสื่อสารแบบสองอย่างเหมาะสม (TWO เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุมขึ้นได้ร้อยละ 7.81

7) มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน (INC) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่ามาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.4985 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับโรงงานควบคุมจากสภาพที่ไม่มีมาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 49.85 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย INC ของโรงงานควบคุมในปัจจุบันคือ 0.4988 ประเมินได้ว่าการทำให้โรงงานควบคุมทั้งหมดมีมาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสม (INC เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุมในภาพรวมขึ้นได้ร้อยละ 24.99

8) การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (EAS) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติส่งผลกระทบต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า Marginal effect เท่ากับ 0.4665 หมายความว่า ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับโรงงานควบคุมจากสภาพที่ไม่มีการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติเลยไปเป็นสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้โอกาสประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 46.65 ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย EAS ของโรงงานควบคุมในปัจจุบันคือ 0.3669 ประเมินได้ว่าการทำให้โรงงานควบคุมทั้งหมดมีการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติอย่างเหมาะสม (EAS เฉลี่ยเท่ากับ 1) จะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุมขึ้นได้ร้อยละ 29.54

4.9.4 การประเมินผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการปรับปรุง

การที่จะประเมินผลกระทบจากการยกระดับการดำเนินการตามปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมาย นอกจากจะพิจารณาจากค่าผลกระทบส่วนเพิ่มของแต่ละปัจจัยแล้วยังควรต้องมีการพิจารณาส่วนเหลือ (Gap) ที่ยังไม่ได้ดำเนินการของแต่ละตัวแปร

ประกอบด้วย เนื่องจากแท้จริงแล้วในสถานการณ์ปัจจุบันพบว่ากลุ่มเป้าหมายบางส่วนได้มีการดำเนินการปัจจัยที่ให้ความสนใจอยู่แล้วในระดับหนึ่ง

จึงเป็นที่มาของการวิเคราะห์ค่าศักยภาพส่วนเหลือ (Potential gap) ในการปรับปรุงอันหมายถึง ผลกระทบที่มีต่อโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายอันเกิดจากการยกระดับการดำเนินการตามแต่ละข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงาน หรือปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงาน จากค่าเฉลี่ยที่เป็นอยู่ในปัจจุบันไปสู่การดำเนินการในระดับสมบูรณ์ (ค่าเฉลี่ย = 1) โดยมีสมการคำนวณ คือ

$$Potential\ Gap = (1 - \overline{\square}) \times Marginal\ effect$$

ซึ่งสามารถสรุปผลการคำนวณ Potential Gap ของแต่ละปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมโดยอาศัยแบบจำลองทำนายความสำเร็จที่ดีที่สุดสำหรับกลุ่มเป้าหมายโดยรวม (แบบจำลอง 2.6) และแบบจำลองทำนายความสำเร็จที่ดีที่สุดแยกตามกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม (แบบจำลอง 3.1.12) และโรงงานควบคุม (แบบจำลอง 3.2.10) เป็นดังแสดงในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 สรุปศักยภาพส่วนเหลือ (Potential gap) ในการปรับปรุงจากผลการวิจัย

ปัจจัย	ตัวแปร	ศักยภาพส่วนเหลือในการปรับปรุง		
		โดยรวม	อาคารควบคุม	โรงงานควบคุม
การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน	EM1	4.26%**	-	14.61%***
การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	EM4	4.52%**	-	11.62%***
กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานฯ	EM5	5.66%**	7.08%**	-
การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวนฯ	EM78	7.80%**	1.97%***	-
การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ	STG	6.00%**	8.41%***	10.13%**
ความชัดเจนของเป้าหมายฯ	TAR	8.30%*	-	-
ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดฯ	EQM	8.73%***	6.11%**	11.02%***
สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานฯ	POS	3.80%*	-	-
ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	PAY	30.53%*	91.18%***	-
การกำหนดหน้าที่และบทบาทฯ	ROL	13.56%***	11.65%***	12.94%***
การสื่อสารแบบสองทาง	TWO	5.93%***	-	7.81%***
มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายฯ	INC	23.87%***	19.05%***	24.99%***
การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ	EAS	16.22%**	-	29.54%***
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงฯ	HIT	14.22%*	19.86%***	-
Prob. (Suc)		64.11%	78.31%	60.87%

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

4.10 สรุปเนื้อหาในบทที่ 4 (ผลการวิจัย)

ผลการวิจัยเชิงคุณภาพทำให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จโดยใช้ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 คือ ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับทั้ง 8 ขั้นตอน (8 ตัวแปร) และตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2 คือ ปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับอีก 12 ปัจจัย (12 ตัวแปร) ประกอบด้วย

(1) การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ
(2) การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและจัดหา
(3) ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน
(4) ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม
(5) สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ
(6) ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน
(7) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน
(8) การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ
(9) การสื่อสารแบบ 2 ทาง
(10) มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน
(11) การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ
(12) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน

โดยมีตัวแปรตามคือผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน ซึ่งวัดจากการเปลี่ยนแปลงค่า SEC ในช่วงระยะเวลา 3 ปี

ในขณะที่ผลการวิจัยเชิงปริมาณด้วยการสร้างแบบสอบถามและเก็บข้อมูลจากผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมจำนวน 614 ตัวอย่าง (อาคารควบคุม 212 ตัวอย่าง และโรงงานควบคุม 404 ตัวอย่าง) แล้วสร้างเป็นแบบจำลอง Logit ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ร่วมกันทำนายผลสำเร็จในการจัดการพลังงานมีความเหมาะสมกว่าการใช้เพียงตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 ในการทำนายผลสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายอย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาจากค่า Pseudo R^2 ที่เพิ่มขึ้นจาก 0.3093 (แบบจำลองที่ 1.4) เป็น 0.5668 (แบบจำลองที่ 2.6) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลโดยรวมของปัจจัยที่สามารถนำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับที่ค้นพบ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) มีต่อโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานอย่างชัดเจน โดยปรากฏตัวแปรที่ค่าสัมประสิทธิ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญในแบบจำลองที่ดีที่สุดเป็นจำนวน 14 ตัวแปร ประกอบด้วย

EM1 = การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน

EM4 = การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

EM5 = การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

EM78 = การตรวจติดตาม ประเมิน และทบทวน แก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน

STG = การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ

TAR = ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน

EQM = ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม

POS = สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ

PAY = ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน

ROL = การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน

TWO = การสื่อสารแบบสองทาง

INC = มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน

EAS = การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ

HIT = การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน

จึงเป็นการยืนยันว่าข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับและปัจจัยที่จะนำมาใช้ปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับเหล่านี้ส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้การจำแนกข้อมูลของกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมและกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุมยังทำให้พบว่ามีบางข้อกำหนดฯ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) หรือ ปัจจัยฯ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) ที่มีนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระแตกต่างกันระหว่างอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมอีกด้วย

ซึ่งทำให้สามารถประเมินค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effect) และศักยภาพส่วนเหลือ (Potential gap) ของแต่ละข้อกำหนดฯ หรือ ปัจจัยฯ ที่ปรากฏในแบบจำลองเพื่อใช้พิจารณาประกอบข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยต่อไป

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่องการสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จเพื่อสนับสนุนการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการทำนายโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมของประเทศไทย และค้นหาปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสประสบความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมของประเทศไทยภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อนำไปสู่การนำเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทย โดยอาศัยระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสานด้วยการทบทวนวรรณกรรมและสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานของประเทศไทย จำนวน 7 ท่าน เพื่อสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และกรอบแนวคิดในการวิจัย แล้วทำการสุ่มตัวอย่างเก็บข้อมูลผลการปฏิบัติที่เกิดขึ้นจริงจากผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในอาคารและโรงงานควบคุมซึ่งมีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทยเป็นจำนวน 614 แห่ง ประกอบด้วย อาคารควบคุม 212 แห่ง และโรงงานควบคุม 402 แห่ง มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้แบบจำลองโลจิต (Logit model) ซึ่งเนื้อหาในบทนี้จะเป็นการนำเสนอ สรุปผลที่จากการศึกษา อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 แบบจำลองทำนายความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน

ผลการวิจัยทำให้ได้รับแบบจำลอง logit สำหรับทำนายความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันเป็นจำนวน 3 แบบจำลอง โดยสามารถอธิบายความแปรปรวนของโอกาสประสบความสำเร็จในกลุ่มตัวอย่างได้มากกว่าร้อยละ 50 (Pseudo R^2 = 0.5268-0.5568) และสามารถทำนายความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มตัวอย่างได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 (Correctly Classified = 86.16%-89.15%) ซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองดังต่อไปนี้

1) แบบจำลองทำนายความสำเร็จสำหรับกลุ่มเป้าหมายโดยรวมทั้งอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม (แบบจำลอง 2.6)

$$\hat{P}_y = \left[\frac{1}{1+\square^{-\hat{\square}}}\right]$$ โดยที่

$$\hat{Z} = -16.3416 +2.6429(EM1) +1.6870(EM4) +1.9480(EM5) +4.1847(EM78) +0.7478(STG) +1.0326(TAR) +1.6170(EQM) +0.9187(POS) +1.4034(PAY) +2.0915(ROL) +1.3704(TWO) +1.8737(INC) +1.1926(EAS) +0.8937(HIT)$$

2) แบบจำลองทำนายความสำเร็จสำหรับอาคารควบคุม (แบบจำลอง 3.1.12)

$$\hat{P}_y = \left[\frac{1}{1+\square^{-\hat{\square}}}\right]$$ โดยที่

$$\hat{Z} = -11.5416 +3.4643(EM5) +2.9885(EM78) +1.9613(STG) +1.7342(EQM) +5.8360(PAY) +2.9675(ROL) +1.7168(INC) +1.9141(HIT)$$

3) แบบจำลองทำนายความสำเร็จสำหรับโรงงานควบคุม (แบบจำลอง 3.2.10)

$$\hat{P}_y = \left[\frac{1}{1+\square^{-\hat{\square}}}\right]$$ โดยที่

$$\hat{Z} = -15.3137 +6.5777(EM1) +3.9213(EM4) +1.0655(STG) +1.8596(EQM) +1.7617(ROL) +1.6678(TWO) +2.0933(INC) +1.9589(EAS)$$

โดยการใช้งานแบบจำลองทำนายความสำเร็จสามารถทำได้โดยการแทนค่าข้อมูลตัวแปรทำนายของเป้าหมายที่สนใจซึ่งอาจเป็นอาคารหรือโรงงานควบคุมแห่งใดแห่งหนึ่งหรืออาจเป็นค่าโดยเฉลี่ยของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมกลุ่มหนึ่ง (หลายแห่ง) ลงในแบบจำลองตามแนวทางที่ระบุในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แนวทางการแทนค่าตัวแปรทำนายในแบบจำลองทำนายความสำเร็จในการจัดการพลังงาน

ตัวแปร	ความหมาย	การแทนค่า
EM1	ระดับความสมบูรณ์ของการดำเนินการตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ ขั้นตอนที่ 1 การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน ประกอบด้วย การจัดวางโครงสร้างให้มีผู้บริหารระดับสูงขององค์การเป็นประธาน ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นเลขานุการ และคณะทำงานที่มาจากแต่ละส่วนงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งต้องมีอำนาจหน้าที่ตามที่ได้บัญญัติไว้ในกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานใน โรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 (ข้อ 5) พร้อมทั้งมีการจัดทำเป็นเอกสารและประกาศให้บุคลากรในองค์การได้รับทราบอย่างทั่วถึง	ดำเนินการสมบูรณ์ = 1 ดำเนินการบางส่วน = 0.5 แทบไม่ได้ดำเนินการ = 0
EM4	ระดับความสมบูรณ์ของการดำเนินการตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน ประกอบด้วย การประเมินทั้งหมด 3 ระดับ คือ (1) การประเมินระดับองค์การ ด้วยการหาสัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละระบบ (2) การประเมินระดับผลิตภัณฑ์ ด้วยการหาค่า SEC ของการให้บริการ (กรณีอาคารควบคุม) หรือผลิตภัณฑ์ (กรณีโรงงานควบคุม) และ (3) การประเมินระดับอุปกรณ์ ด้วยการหาค่าประสิทธิภาพและการสูญเสียด้านพลังงานเป็นรายอุปกรณ์	ดำเนินการสมบูรณ์ = 1 ดำเนินการบางส่วน = 0.5 แทบไม่ได้ดำเนินการ = 0

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ตัวแปร	ความหมาย	การแทนค่า
EM5	ระดับความสมบูรณ์ของการดำเนินการตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ ขั้นตอนที่ 5 การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ประกอบด้วยการวางแผนการดำเนินงานด้านการอนุรักษ์พลังงานทั้งหมด 3 แผนงาน คือ (1) แผนการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (2) แผนการฝึกอบรมพัฒนาบุคลากร (3) แผนการจัดกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พร้อมทั้งประชาสัมพันธ์เผยแพร่แผนงานดังกล่าวให้บุคลากรในองค์การได้รับทราบอย่างทั่วถึง	ดำเนินการสมบูรณ์ = 1 ดำเนินการบางส่วน = 0.5 แทบไม่ได้ดำเนินการ = 0
EM78	ระดับความสมบูรณ์โดยรวมของการดำเนินการตามข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ ขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตาม และประเมินการจัดการพลังงาน และขั้นตอนที่ 8 ทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน ประกอบด้วย กระบวนการในการตั้งคณะผู้ตรวจประเมินการจัดการพลังงานภายในเพื่อทำการตรวจประเมินภายใน ไปจนถึงการดำเนินกิจกรรมตรวจประเมินภายใน (Internal Audit) พร้อมทั้งจัดทำรายงานผลการตรวจประเมินภายใน (ขั้นตอนที่ 7) รวมถึงการทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน หมายถึง การนำรายงานผลที่ได้จากการตรวจประเมินภายในเข้าสู่การประชุมร่วมกับผู้บริหารองค์การ คณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานให้ดีขึ้นในวงรอบถัดไป (ขั้นตอนที่ 8)	ดำเนินการสมบูรณ์ = 1 ดำเนินการบางส่วน = 0.5 แทบไม่ได้ดำเนินการ = 0

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ตัวแปร	ความหมาย	การแทนค่า
STG	ระดับความสอดคล้องในการดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับ “การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ” หมายถึง การให้ความสำคัญกับบริบททั้งปัจจัยภายในที่เป็นคุณลักษณะเฉพาะขององค์การ และปัจจัยภายนอกเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมที่ส่งผลต่อการจัดการพลังงาน ด้วยการนำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์และกำหนดกลยุทธ์ในการจัดการพลังงานให้เหมาะสมกับบริบทขององค์การ	สอดคล้องอย่างสมบูรณ์ = 1 สอดคล้องบางส่วน = 0.5 ไม่สอดคล้อง = 0
TAR	ระดับความสอดคล้องในการดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับ “ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน” หมายถึง การกำหนดตัวชี้วัดและเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงานที่มีความชัดเจนทั้งในระยะสั้นและระยะยาวซึ่งมีความเป็นรูปธรรมเพียงพอที่จะสามารถสื่อสารให้ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติเกิดการรับรู้และเข้าใจในเป้าหมาย รวมถึงยอมรับเกี่ยวกับเหตุผลความจำเป็นและหลักคิดอันเป็นที่มาของเป้าหมาย	สอดคล้องอย่างสมบูรณ์ = 1 สอดคล้องบางส่วน = 0.5 ไม่สอดคล้อง = 0
EQM	ระดับความสอดคล้องในการดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับ “ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม” หมายถึง ศักยภาพและความพร้อมในด้านอุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นต่อการได้มาซึ่งข้อมูลในการประเมินศักยภาพด้านการอนุรักษ์พลังงาน การติดตามประสิทธิภาพด้านพลังงาน และประเมินผลการอนุรักษ์พลังงานที่เกิดขึ้นขององค์การ	สอดคล้องอย่างสมบูรณ์ = 1 สอดคล้องบางส่วน = 0.5 ไม่สอดคล้อง = 0
POS	ระดับความสอดคล้องในการดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับ “สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน” หมายถึง ฐานะตำแหน่งที่แสดงถึงอำนาจในการตัดสินใจและสั่งการที่มีความสอดคล้องกับหน้าที่บทบาทที่ต้องรับผิดชอบสำหรับผู้รับผิดชอบด้านพลังงานขององค์การ	สอดคล้องอย่างสมบูรณ์ = 1 สอดคล้องบางส่วน = 0.5 ไม่สอดคล้อง = 0

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ตัวแปร	ความหมาย	การแทนค่า
PAY	ระดับความสอดคล้องในการดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับ “ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบพลังงาน” หมายถึง ผลประโยชน์หรือคุณค่าที่ได้รับเพิ่มเติมทั้งในรูปที่เป็นตัวเงินหรือไม่ใช่ตัวเงินจากตำแหน่งผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน อันรวมถึงการว่าจ้างบุคลากรในตำแหน่งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเพื่อปฏิบัติงานด้านการจัดการพลังงานเป็นภาระงานหลัก	สอดคล้องอย่างสมบูรณ์ = 1 สอดคล้องบางส่วน = 0.5 ไม่สอดคล้อง = 0
ROL	ระดับความสอดคล้องในการดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับ “การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน” หมายถึง การกำหนดหน้าที่ ความรับผิดชอบ และแนวปฏิบัติ เกี่ยวกับการตรวจสอบ การควบคุม การบำรุงรักษา รวมถึงหน้าที่อื่นที่เกี่ยวกับการจัดการพลังงานขององค์การให้กับบุคลากรในแต่ละระดับชั้นได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานในองค์การอย่างเหมาะสม	สอดคล้องอย่างสมบูรณ์ = 1 สอดคล้องบางส่วน = 0.5 ไม่สอดคล้อง = 0
TWO	ระดับความสอดคล้องในการดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับ “การสื่อสารแบบสองทาง” หมายถึง การมีช่องทางสำหรับการส่งข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการพลังงานขององค์การไปยังกลุ่มเป้าหมาย พร้อมกับมีช่องทางในการรับข้อมูลข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ (Feedback) เกี่ยวกับการจัดการพลังงานขององค์การจากกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งรวมถึงการมีกระบวนการในการกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมในการให้ความเห็นและติดตามความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานขององค์การ	สอดคล้องอย่างสมบูรณ์ = 1 สอดคล้องบางส่วน = 0.5 ไม่สอดคล้อง = 0

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ตัวแปรทำนาย	ความหมาย	การแทนค่า
INC	ระดับความสอดคล้องในการดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับ “มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านพลังงาน” หมายถึง การจูงใจกลุ่มเป้าหมายด้วยการกำหนดผลตอบแทนหรือรางวัลทั้งในรูปตัวเงินและไม่ใช่ตัวเงินในกรณีที่สามารถบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ตั้งไว้ หรือ การกำหนดให้มีบทลงโทษในกรณีที่ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ตั้งไว้	สอดคล้องอย่างสมบูรณ์ = 1 สอดคล้องบางส่วน = 0.5 ไม่สอดคล้อง = 0
EAS	ระดับความสอดคล้องในการดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับ “การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ” หมายถึง ระบบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตาม ตรวจสอบ และควบคุมการใช้พลังงานจากส่วนกลาง เพื่อทดแทนการติดตาม ตรวจสอบ และควบคุมโดยพนักงานในแต่ละพื้นที่	สอดคล้องอย่างสมบูรณ์ = 1 สอดคล้องบางส่วน = 0.5 ไม่สอดคล้อง = 0
HIT	ระดับความสอดคล้องในการดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับ “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน” หมายถึง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโครงข่ายการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (IoT) หรือ ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) หรือ ภูมิปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ และควบคุมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการพลังงาน	สอดคล้องอย่างสมบูรณ์ = 1 สอดคล้องบางส่วน = 0.5 ไม่สอดคล้อง = 0

ทั้งนี้ ผลการทำนายจากที่ได้รับจากแบบจำลองจะพิจารณาจากค่า P_y ซึ่งแสดงถึงโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของเป้าหมาย (Prob (Suc = 1) โดยมีค่าที่เป็นไปได้ตั้งแต่ 0 หมายถึง ไม่มีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานเลย (โอกาสที่จะประสบความสำเร็จเท่ากับร้อยละ 0) จนถึงค่าสูงสุด 1 หมายถึง มีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานอย่างแน่นอน (โอกาสที่จะประสบความสำเร็จเท่ากับร้อยละ 100) และสามารถใช้ค่ากลางคือ 0.5 ในการตัดสินผลการทำนาย (Cut off point) เพื่อแจกแจงกลุ่มเป้าหมายที่จะประสบความสำเร็จ (Suc = 1) กับไม่ประสบความสำเร็จ (Suc = 0) ออกจากกัน เช่น หากค่า P_y ที่คำนวณได้สูงกว่า 0.5 สามารถแจกแจงได้ว่าอาคารควบคุมหรือโรงงานควบคุมแห่งนี้ (หรือกลุ่มนี้) อยู่ในกลุ่มที่น่าจะประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงาน ในขณะที่หากค่า P_y ที่คำนวณได้ต่ำกว่า 0.5 ทำนายได้ว่าอาคารหรือโรงงานควบคุมแห่งนี้ (หรือกลุ่มนี้) อยู่ในกลุ่มที่ไม่น่าจะประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงาน เป็นต้น

5.1.2 ปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม

ผลการศึกษาด้วยการทบทวนวรรณกรรมและสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องนำมาสู่การตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลเชิงบวกต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมในประเทศไทยจำนวน 20 ปัจจัย อันประกอบด้วย ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย จำนวน 8 ขั้นตอน และปัจจัยสำหรับออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงาน เป็นจำนวน 12 ปัจจัย ซึ่งผลการสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จในการจัดการพลังงานตามหัวข้อ 5.1.1 นำมาสู่ข้อสรุปของสมมติฐานเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ข้อสรุปสมมติฐานเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงาน

สมมติฐาน	ข้อสรุป
H 1.1: การจัดตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (ขั้นตอนที่ 1) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน
H 1.2: การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น (ขั้นตอนที่ 2) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน (ไม่มีความสัมพันธ์)
H 1.3: การกำหนดนโยบายด้านการจัดการพลังงาน (ขั้นตอนที่ 3) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน (ไม่มีความสัมพันธ์)
H 1.4: การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน (ขั้นตอนที่ 4) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน
H 1.5: การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ขั้นตอนที่ 5) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน
H 1.6: การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน (ขั้นตอนที่ 6) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน (ไม่มีความสัมพันธ์)
H 1.7: การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน (ขั้นตอนที่ 7) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน
H 1.8: การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน (ขั้นตอนที่ 8) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน
H 2.1: การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

สมมติฐาน	ข้อสรุป
H 2.2: การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนการออกแบบและจัดหา มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน (ไม่มีความสัมพันธ์)
H 2.3: ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน
H 2.4: ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน
H 2.5: สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน
H 2.6: ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน
H 2.7: การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน
H 2.8: การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน (ไม่มีความสัมพันธ์)
H 2.9: การสื่อสารแบบ 2 ทาง มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน
H 2.10: มาตรการจูงให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน
H 2.11: การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน
H 2.12: การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงาน	เป็นไปตามสมมติฐาน

จากตาราง 5.2 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่ได้รับการพิสูจน์ยืนยันว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบผลสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมของประเทศไทย

ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันในของเขตของการศึกษาครั้งนี้มีจำนวนทั้งหมด 15 ปัจจัย ประกอบด้วยข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยจำนวน 5 ปัจจัย คือ

1) การจัดตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (ขั้นตอนที่ 1)

2) การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน (ขั้นตอนที่ 4)

3) การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ขั้นตอนที่ 5)

4) การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน (ขั้นตอนที่ 7)

5) การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน (ขั้นตอนที่ 8)

และปัจจัยสำหรับกำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานที่ค้นพบอีก 10 ปัจจัย คือ

1) การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ

2) ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน

3) ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม

7) สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ

5) ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน

6) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน

7) การสื่อสารแบบ 2 ทาง

8) มาตรการจูงให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน

9) การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ

10) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน

5.1.3 แนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย

จากข้อสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานที่ได้รับงานวิจัยรวมถึงผลการวิเคราะห์ค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effect) และศักยภาพส่วนเหลือ (Potential gap) ของแต่ละปัจจัยที่มีต่อการเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน นำมาสู่ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเกี่ยวกับแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ ดังต่อไปนี้

1) การปรับปรุงข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย

เป็นการนำเอาปัจจัยที่ได้รับการพิสูจน์ว่าส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมมาใช้ออกแบบแนวทางปรับปรุงข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งมีแนวทางดังต่อไปนี้

1.1) การปรับปรุงข้อกำหนดให้องค์การมีประยุกต์ใช้หลักการบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์ เนื่องจากผลการวิจัยพิสูจน์ได้ว่า “การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ” มีส่วนช่วยให้กลุ่มเป้าหมายมีโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในกลุ่มอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมในระดับไม่เกินร้อยละ 6.00-10.13 ดังนั้น จึงควรมีการนำปัจจัยดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ด้วยการนำมาใช้ทดแทนข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 2 การประเมินสถานภาพการอนุรักษ์พลังงานเบื้องต้นที่มีประสิทธิผลเสื่อมถอยลงจนไม่พบความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อผลสำเร็จในการจัดการพลังงานภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งจะเป็นการยกระดับการประยุกต์ใช้หลักการบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์จากที่เคยมีการพิจารณาเพียงปัจจัยภายใน 6 มิติ ตามที่ระบุไว้ในตาราง Energy Management Matrix (EMM) ให้เป็นการพิจารณาทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการจัดการพลังงานขององค์การให้รอบด้าน โดยเฉพาะคุณลักษณะเฉพาะของสถานประกอบการและสภาพแวดล้อมภายนอกที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา เพื่อให้แนวทางการจัดการพลังงานขององค์การมีความเป็นพลวัต (Dynamic) ซึ่งจะนำไปสู่นโยบาย เป้าหมาย และวิธีการดำเนินระบบการจัดการพลังงานเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์

แต่เนื่องจากการประยุกต์ใช้หลักการบริหารเชิงกลยุทธ์หรือการจัดทำยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การนั้นเป็นศาสตร์ที่มีความซับซ้อนพอสมควร จึงทำให้มีแนวโน้มที่กลุ่มเป้าหมายบางส่วนจะไม่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเพียงพอที่จะทำการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางยุทธศาสตร์อย่าง SWOT Analysis หรือ TOWs Analysis ในการกำหนดกลยุทธ์ในการจัดการพลังงานที่เหมาะสมกับองค์การได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น นอกจากปรับปรุงข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานแล้ว ยังควรมีการสร้างเครื่องมือที่นำมาใช้สนับสนุนการดำเนินการตามข้อกำหนดเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้หลักการบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์ในลักษณะเดียวกับตาราง EMM ที่ใช้ประกอบการดำเนินการตามข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 2 ที่มีอยู่เดิม แต่ปรับปรุงให้มีความครอบคลุมทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกมากยิ่งขึ้น และมีความยืดหยุ่นมากขึ้นเพื่อให้สามารถเพิ่มเติมประเด็นที่มีความเกี่ยวกับกับแต่ละสถานประกอบการเป็นการเฉพาะเจาะจง (Specific issues) รวมถึงข้อแนะนำหรือคู่มือในการวิเคราะห์และแปลงผลที่ได้รับไปสู่กลยุทธ์การจัดการพลังงานขององค์การ

1.2) การปรับปรุงข้อกำหนดให้องค์การมีการทบทวนความพร้อมของอุปกรณ์ในการวัดและติดตามผล เนื่องจากผลการวิจัยพิสูจน์ได้ว่า “ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามผล” มีส่วนช่วยให้กลุ่มเป้าหมายมีโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในกลุ่มอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมในระดับไม่เกิน

ร้อยละ 6.11-11.02 ดังนั้น เพื่อเป็นการเสริมศักยภาพในการดำเนินการตามข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน และขั้นตอนที่ 6 การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดความน่าเชื่อถือและเกิดความเป็นรูปธรรมจับต้องได้ของผลผลิตและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินระบบการจัดการพลังงานโดยเฉพาะในมุมมองของผู้บริหารสถานประกอบการ จึงควรมีการเพิ่มเติมรายละเอียดข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยให้มีการทบทวนความจำเป็นด้านเครื่องมือวัดและติดตามผล โดยอาศัยแนวปฏิบัติที่เป็นแบบอย่างจาก ISO 50001:2018 ในหัวข้อเกี่ยวกับการเฝ้าระวัง การวัด การวิเคราะห์ และการประเมิน (9.1 MMAE of Energy Performance and EnMS) ซึ่งอาจเพิ่มเติมเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์ เนื่องจากอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมจำเป็นต้องมีความพร้อมด้านเครื่องมือในการวัดที่เพียงพอที่จะประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานระดับองค์การ ระบบผลิตภัณฑ์ และระดับเครื่องจักร/อุปกรณ์ ได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งอาจเพิ่มเติมเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 6 การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานด้วย เนื่องจากการดำเนินการในขั้นตอนดังกล่าวก็ควรมีการต้องพิจารณาความจำเป็นของเครื่องมือในการวัดและติดตามผลที่เกิดจากการดำเนินมาตรการและกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงานที่อยู่ในแผนอนุรักษ์พลังงานเพื่อให้ผลผลิตและผลลัพธ์ที่เกิดจากการจัดการพลังงานมีความความเป็นรูปธรรม

1.3) การปรับปรุงข้อกำหนดให้องค์การมีการกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงานทุกระดับชั้น เนื่องจากผลการวิจัยพิสูจน์ได้ว่า “การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจน” มีส่วนช่วยให้กลุ่มเป้าหมายมีโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในกลุ่มอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมในระดับไม่เกินร้อยละ 11.65-13.56 ดังนั้น จึงควรมีการปรับปรุงข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยให้อาคารควบคุมและโรงงานควบคุมทำการระบุขอบเขตและโครงสร้างของบุคลากรภายในองค์การที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานพร้อมทั้งกำหนดหน้าที่ ความรับผิดชอบและแนวปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการพลังงานให้กับบุคลากรเหล่านั้นอย่างชัดเจนและเหมาะสม เช่น หน้าที่ในการติดตามตรวจสอบสภาพการใช้พลังงาน หน้าที่ในการควบคุมการเปิดปิดการใช้งานเครื่องจักร/อุปกรณ์ หรือ เปิดปิดพื้นที่ หน้าที่ในการบำรุงรักษาเครื่องจักร/อุปกรณ์ รวมถึงหน้าที่ในการสื่อสารกับบุคลากรในหน่วยงานย่อย เป็นต้น โดยอาศัยแนวปฏิบัติที่เป็นแบบอย่างจาก ISO 50001:2018 ในหัวข้อเกี่ยวกับการกำหนดบทบาท ความรับผิดชอบ และอำนาจหน้าที่ในองค์การ (5.3 Organization Approach) ซึ่งอาจเพิ่มเติมเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดฯ

ขั้นตอนที่ 6 การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน เพื่อให้มีความชัดเจนในการดำเนินการจัดการพลังงานในระดับที่สูงกว่าระบุเพียงผู้รับผิดชอบมาตรการหรือกิจกรรมที่มีอยู่ในแผนอนุรักษ์พลังงานตามแนวทางที่เป็นอยู่เดิม

1.4) การปรับปรุงข้อกำหนดให้องค์การมีช่องทางการสื่อสารแบบสองทาง เนื่องจากผลการวิจัยพิสูจน์ได้ว่า “การสื่อสารแบบสองทาง” มีส่วนช่วยให้กลุ่มเป้าหมายมีโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะในโรงงานควบคุมในระดับไม่เกินร้อยละ 5.93-7.81 ดังนั้น จึงควรมีการเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับการเปิดช่องทางการรับฟังความคิดเห็นพร้อมทั้งกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมในการให้ความคิดเห็นและข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตามความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม โดยอาศัยแนวปฏิบัติที่เป็นแบบอย่างจาก ISO 50001:2018 ในหัวข้อเกี่ยวกับข้อกำหนดด้านการสื่อสาร (7.4 Communication) ซึ่งอาจเพิ่มเติมเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 6 การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน เพื่อที่จะได้รวบรวมข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และความต้องการเหล่านี้ มาประกอบการดำเนินการตามข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน และขั้นตอนที่ 8 การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน ซึ่งจะนำไปสู่การทบทวนและปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานโดยคำนึงถึงข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในที่สุด

1.5) การปรับปรุงข้อกำหนดให้องค์การมีการรับรองสถานะอำนาจของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน เนื่องจากผลการวิจัยพิสูจน์ได้ว่า “สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ” มีส่วนช่วยให้กลุ่มเป้าหมายมีโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานได้มากขึ้นในระดับไม่เกินร้อยละ 3.80 ซึ่งแม้ว่าจะมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับที่ค่อนข้างต่ำ (ระดับ 0.1) พร้อมทั้งไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อแยกการวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม แต่ก็ยังถือว่าเป็นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมควบคุม เนื่องจากระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยที่เป็นอยู่ไม่ได้มีข้อกำหนดเกี่ยวกับสถานะอำนาจของผู้รับผิดชอบพลังงานในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมไว้อย่างชัดเจน ทำให้บางครั้งประสบกับปัญหาในการขอความร่วมมือจากบุคลากรหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการดำเนินระบบการจัดการพลังงาน ดังนั้น จึงควรเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับการรับรองสถานะอำนาจของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมให้มีลักษณะเป็นผู้แทน

ฝ่ายบริหารของสถานประกอบการในการกำกับดูแลการดำเนินระบบการจัดการพลังงานขององค์การ เพื่อให้มีความสามารถในการตัดสินใจ สั่งการ และขอความร่วมมือที่จำเป็นต่อการดำเนินระบบการจัดการพลังงานจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องภายในองค์การ โดยอาจทำการปรับปรุงแก้ไขในกฎกระทรวงกำหนดคุณสมบัติ จำนวน และหน้าที่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน และให้เป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการแต่งตั้งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม

สรุปภาพรวมข้อเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยจากการวิจัยเป็นดังแสดงในภาพที่ 5.1 ซึ่งประกอบด้วย

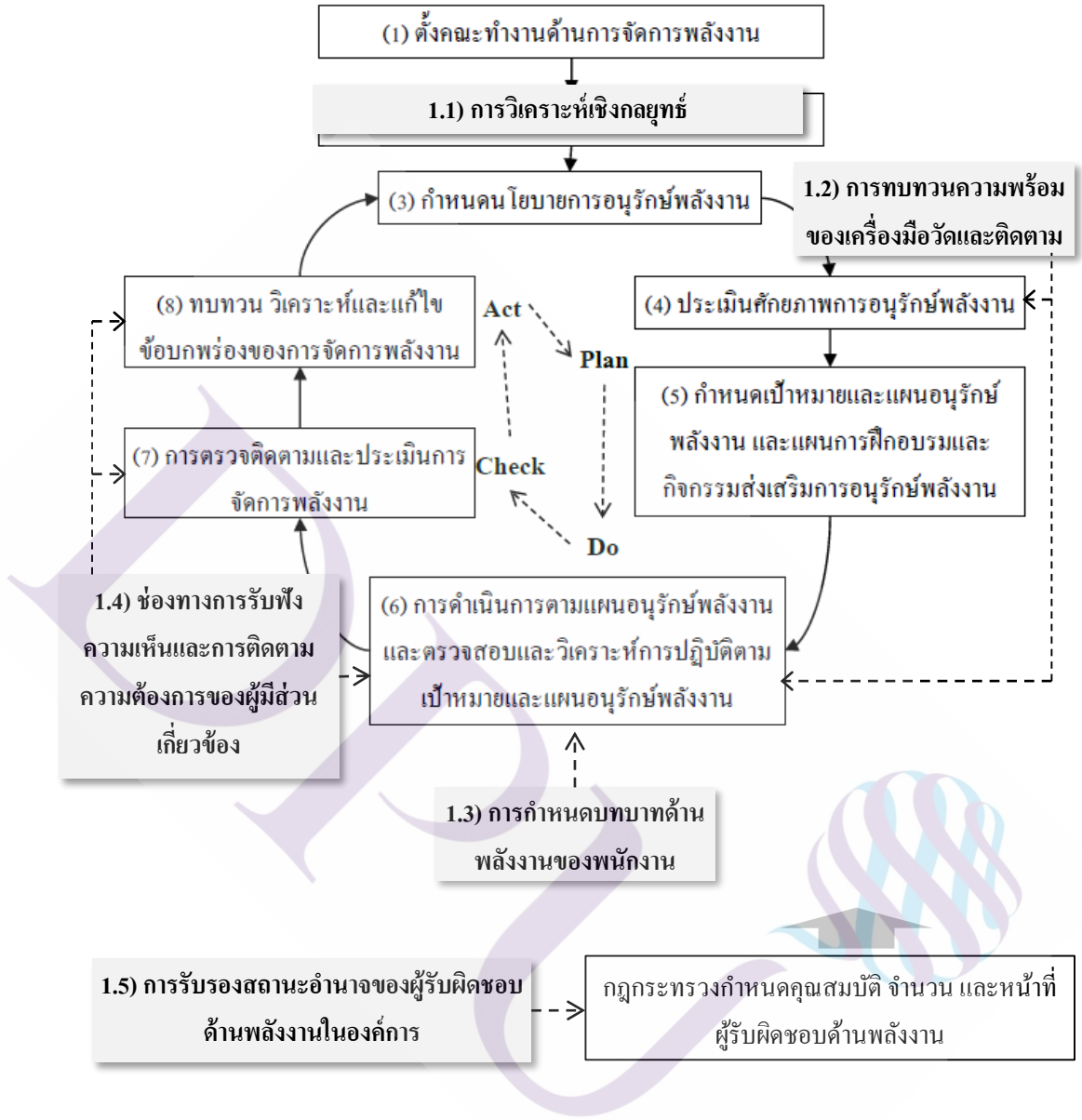
1.1) การแทนที่ข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 2 (การประเมินสถานภาพด้านการจัดการพลังงานเบื้องต้น) ด้วยข้อกำหนดเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์เพื่อวางยุทธศาสตร์ด้านการจัดการพลังงานขององค์การ

1.2) การเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับการทบทวนความพร้อมของเครื่องมือวัดและติดตามลงในข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 4 (การประเมินศักยภาพด้านการอนุรักษ์พลังงาน)และขั้นตอนที่ 6 (การดำเนินการตามแผนการอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน)

1.3) การเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับบทบาทด้านพลังงานของพนักงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานในแต่ละระดับชั้นลงในข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 6 (การดำเนินการตามแผนการอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน)

1.4) การเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับช่องทางการรับฟังความเห็นและการติดตามความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องลงในข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 6 (การดำเนินการตามแผนการอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน) และให้มีการนำผลที่ได้รับมาใช้ประกอบการดำเนินการในขั้นตอนที่ 7 (การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน) รวมถึงขั้นตอนที่ 8 (การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน)

1.5) การเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับการรับรองสถานะอำนาจที่จำเป็นในการสนับสนุนระบบการจัดการพลังงานในองค์การลงในกฎกระทรวงกำหนดคุณสมบัติ จำนวน และหน้าที่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน



ภาพที่ 5.1 ภาพรวมข้อเสนอแนวทางการปรับปรุงข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยจากผลการวิจัย

2) การปรับปรุงกลไกการส่งเสริมและผลักดันระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย

เป็นการนำเอาปัจจัยที่ได้รับการพิสูจน์ว่าส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมมาใช้ออกแบบแนวทางปรับปรุงกลไก

การส่งเสริมและผลักดันระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งมีแนวทางดังต่อไปนี้

2.1) การยกระดับความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน เนื่องจากผลการวิจัยพิสูจน์ได้ว่า “ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน” มีส่วนช่วยให้กลุ่มเป้าหมายมีโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานได้มากขึ้นในระดับไม่เกินร้อยละ 8.30 ซึ่งแม้ว่าจะมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับที่ค่อนข้างต่ำ (ระดับ 0.1) พร้อมทั้งไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อแยกการวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม แต่ก็ยังถือว่าเป็นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม เนื่องจากระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยที่เป็นอยู่ไม่ได้มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการตั้งเป้าหมายไว้อย่างชัดเจน จึงทำให้อาคารควบคุมและโรงงานควบคุมส่วนใหญ่ตั้งเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงานตามความสะดวกในการดำเนินมาตรการหรือกิจกรรมอนุรักษ์พลังงานในแต่ละปี ซึ่งมักอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำกว่าศักยภาพที่แท้จริง ดังนั้น จึงควรมีการยกระดับความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน โดยอาจใช้แนวทางการปันส่วนเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดไว้ในแผนอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563ก) หรือ อาจเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับการกำหนดเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานขั้นต่ำให้สอดคล้องกับศักยภาพด้านการอนุรักษ์พลังงานลงในข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 5 กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยอาศัยผลการดำเนินการตามข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพด้านการอนุรักษ์พลังงาน มาพิจารณาประกอบการตั้งเป้าหมายขั้นต่ำ

2.2) การสนับสนุนให้บรรลุเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงาน เนื่องจากผลการวิจัยพิสูจน์ได้ว่า “มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน” มีส่วนช่วยให้กลุ่มเป้าหมายมีโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในกลุ่มอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมในระดับไม่เกินร้อยละ 19.05-23.87 ดังนั้น จึงเป็นหน้าที่ของผู้กำกับดูแลให้มีการปฏิบัติตามระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน หรือ พพ.) ที่จะสรรหามาตรการจูงใจให้อาคารควบคุมและโรงงานควบคุมมีการดำเนินระบบการจัดการพลังงานจนบรรลุเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงานตามระดับที่ต้องการ เช่น การสร้างตลาดซื้อขายเครดิต (Credit) ด้านการอนุรักษ์พลังงานตามแนวทางที่ทาง พพ. ให้ความสนใจ หรือ การกำหนดรางวัล (มาตรการสนับสนุน) ในกรณีที่สถานประกอบการสามารถดำเนินการบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานได้ หรือ การจำแนกกลุ่มอาคารควบคุม

และโรงงานควบคุมตามระดับความสำเร็จในการบรรลุเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงาน พร้อมทั้งกำหนดสิทธิในการเข้าถึงมาตรการสนับสนุนทางการเงินที่แตกต่างกัน เช่น การได้รับสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำในอัตราที่แตกต่างกัน การได้รับสิทธิประโยชน์ทางภาษีในอัตราที่แตกต่าง การได้รับการอุดหนุนเงินให้เปล่าสำหรับการลงทุนในสัดส่วนที่แตกต่างกัน รวมถึงการเชิดชูเกียรติด้วยการและเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้สังคมได้รับทราบเกี่ยวกับระดับความสำเร็จในการบรรลุเป้าหมายอันเกิดจากการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม เป็นต้น

2.3) การสร้างมูลค่าหรือรางวัลสำหรับผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน เนื่องจากผลการวิจัยพิสูจน์ได้ว่า “ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน” มีส่วนช่วยให้กลุ่มเป้าหมายมีโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะในกลุ่มอาคารควบคุมในระดับไม่เกินร้อยละ 30.53-91.18 ซึ่งแม้ว่าค่าดังกล่าวอาจมีความคลาดเคลื่อนไปบ้างจากข้อจำกัดในการวัดค่าของตัวแปรอิสระ (ข้อจำกัดของงานวิจัย) และจำนวนของตัวอย่างที่มีการดำเนินการสอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าวค่อนข้างน้อย (มีเพียง 55 ตัวอย่างจาก 614 ตัวอย่างที่ระบุว่ามีการให้ผลตอบแทนผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน) แต่ก็ยังถือว่าเป็นแนวทางที่มีศักยภาพน่าสนใจ ดังนั้น จึงควรหาแนวทางที่จะสร้างผลตอบแทนให้กับผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน แต่คงเป็นการไม่เหมาะสมที่จะออกข้อบังคับให้อาคารควบคุมและโรงงานควบคุมดำเนินการว่าจ้างบุคลากรมาปฏิบัติหน้าที่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน หรือ ให้ผลตอบแทนเพิ่มเติมกับบุคลากรที่มีภาระงานหลักในด้านอื่นแต่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นภาระงานเพิ่มเติม และเป็นไปได้ยากหากจะจัดหางบประมาณมาจ่ายเป็นผลตอบแทนให้กับผู้รับผิดชอบพลังงานแบบเป็นประจำรายเดือน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องหาแนวทางอื่นในการสร้างผลตอบแทนให้กับผู้รับผิดชอบพลังงานควบคู่ไปกับการชักจูงให้อาคารควบคุมและโรงงานควบคุมเกิดความสมัครใจในการให้ผลตอบแทนกับผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน เช่น การบันทึกผลงานของผู้รับผิดชอบพลังงานจากความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมที่เคยปฏิบัติหน้าที่แล้วนำไปใช้ในการออกเอกสารรับรองหรือเลื่อนระดับวิชาชีพของผู้รับผิดชอบพลังงาน หรือ การให้รางวัล (มาตรการสนับสนุน) สำหรับผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของอาคารควบคุมที่สามารถดำเนินการจัดการพลังงานจนบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานเป็นครั้งคราว เป็นต้น

2.4) การส่งเสริมให้มีประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการจัดการพลังงาน เนื่องจากผลการวิจัยพิสูจน์ได้ว่า “การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ” มีส่วนช่วยให้กลุ่มเป้าหมายมีโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะในกลุ่มโรงงานควบคุมในระดับไม่เกินร้อยละ 16.22-29.54 ในขณะที่ “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน” ก็มีส่วนช่วยให้กลุ่มเป้าหมายมีโอกาสประสบ

ความสำเร็จในการจัดการพลังงานได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะในกลุ่มอาคารควบคุมในระดับไม่เกินร้อยละ 14.22-19.86 ดังนั้น จึงควรมีการหาแนวทางการส่งเสริมให้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยไม่ว่าจะเป็นระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติในกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุม หรือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง อันได้แก่ เทคโนโลยีโครงข่ายการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (IoT) ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และภูมิปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในจัดการพลังงานในกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม ด้วยการค้นคว้า รวบรวม และเผยแพร่องค์ความรู้เกี่ยวกับแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการจัดการพลังงาน พร้อมทั้งให้มีการสาธิต และให้การสนับสนุนทางการเงินกับอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมส่วนหนึ่งที่มีความพร้อมจะลงทุนประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดังกล่าวเพื่อเป็นการสร้างต้นแบบให้กับอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมที่สนใจได้มาเรียนรู้และนำไปขยายผลต่อไป

2.5) การยกระดับความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับที่มีอยู่เดิม เนื่องจากผลการวิจัยพิสูจน์ได้ว่าการดำเนินการตามข้อกำหนดฯ ที่มีอยู่เดิมหลายส่วนยังคงส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย

- ขั้นตอนที่ 1 การจัดตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (ร้อยละ 4.26-14.61)
- ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน (ร้อยละ 4.51-11.62)
- ขั้นตอนที่ 5 การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ร้อยละ 5.66-7.08)
- ขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน และ ขั้นตอนที่ 8 การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน (ร้อยละ 1.97-7.80)

ดังนั้น จึงควรหาแนวทางที่จะผลักดันการดำเนินการตามข้อกำหนดฯ ในขั้นตอนดังกล่าวให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด เช่น การสร้างหลักสูตรเสริมศักยภาพภาพการดำเนินงานตามระบบการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม โดยมุ่งเน้นไปที่วิธีปฏิบัติและการแก้ไขปัญหาในการดำเนินการจัดการพลังงานตามข้อกำหนดฯ ข้อตอนที่ 1 ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนที่ 7 และขั้นตอนที่ 8 เป็นการเฉพาะ หรือ อาศัยกลไกผู้ตรวจสอบและรับรองในการกวดขันพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาการดำเนินการจัดการพลังงานตามข้อกำหนดฯ ขั้นตอนดังกล่าวในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม เป็นต้น

สรุปภาพรวมข้อเสนอข้อเสนอแนวทางการปรับปรุงกลไกการส่งเสริมและผลักดันระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยจากผลการวิจัยเป็นดังแสดงในรูปที่ 5.2 ประกอบด้วย

2.1) การยกระดับความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน ด้วยการกำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานขั้นต่ำซึ่งอาจมาจากการปันส่วนเป้าหมายตามแผนการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย หรือ แนวทางอื่น เช่น อ้างอิงจากศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานที่ประเมินได้จากการดำเนินการจัดการในขั้นตอนที่ 4 (การประเมินศักยภาพด้านการอนุรักษ์พลังงาน) เทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (Benchmark) เป็นต้น

2.2) การส่งเสริมและผลักดันให้อาคารควบคุมและโรงงานควบคุมบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ได้กำหนดไว้ในข้อ 2.1 ด้วยการใช้มาตรการจูงใจผู้ประกอบการหรือเจ้าของสถานประกอบการ เช่น การสร้างตลาดซื้อขาย Credit ด้านการอนุรักษ์พลังงาน หรือ การจัดกลุ่ม (Grouping) หรือจัดลำดับ (Ranking) แล้วเชื่อมโยงผลงานในการบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานเข้ากับระดับการให้การสนับสนุนจากมาตรการของภาครัฐอื่นๆ (รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย) เป็นต้น

2.3) การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ซึ่งเป็นบุคคลสำคัญ (Key person) ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับให้เกิดความมุ่งมั่นทุ่มเทที่จะดำเนินการจัดการพลังงานให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานด้วยการกำหนดรางวัลที่เชื่อมโยงกับการบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน และให้มีการบันทึกผลงานความสำเร็จในฐานะผู้รับผิดชอบพลังงานเพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงวิชาชีพ

2.4) การส่งเสริมให้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการจัดการพลังงาน อันได้แก่ ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (Energy Automation System) เครือข่ายการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (Internet of Thing) ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data) และภูมิปัญญาประดิษฐ์ (AI) ด้วยการรวบรวมและเผยแพร่องค์ความรู้ รวมถึงสนับสนุนให้เกิดต้นแบบเพื่อขยายผล

2.5) การยกระดับความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดฯ ที่มีอยู่เดิม โดยให้ความสำคัญกับความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดฯ ในขั้นตอนที่ 1 (การจัดตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน) ขั้นตอนที่ 4 (การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน) ขั้นตอนที่ 5 (การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน) ขั้นตอนที่ 7 (การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน) และขั้นตอนที่ 8 (การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน)

ภาพที่ 5.2 ภาพรวมข้อเสนอแนวทางการปรับปรุงกลไกการส่งเสริมและผลักดันระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยจากผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 แบบจำลองทำนายความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงาน

ผลการวิจัยพบว่า การบูรณาการปัจจัยสำหรับกำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานเข้ากับข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับทำให้ได้แบบจำลองทำนายความสำเร็จที่ดีกว่าการใช้ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในการทำนายผลสำเร็จของการจัดการพลังงานเพียงอย่างเดียวอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จของการใช้กระบวนการทบทวนวรรณกรรมและสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการค้นหาแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานที่สามารถช่วยยกระดับความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายได้อย่างเป็นรูปธรรม

อย่างไรก็ดีแม้ว่าแบบจำลองทำนายความสำเร็จที่ได้การจากวิจัยนี้จะมีระดับความแม่นยำและเชื่อถือได้อยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจ โดยเป็นแบบจำลองที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ซึ่งสามารถทำนายความสำเร็จของกลุ่มตัวอย่างในอดีตที่ผ่านมาได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 อีกทั้งตัวแปรทำนายทั้งหมดที่ใช้ในแบบจำลองยังมีค่าสัมประสิทธิ์ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมาย แต่พบว่าค่าระดับความสัมพันธ์ของแบบจำลอง (Pseudo R^2) ยังถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่สูงมากนัก (0.5268-0.5846) อันน่าจะมีสาเหตุมาจากการที่แบบจำลองถูกสร้างขึ้นจากตัวแปรทำนายในขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับการนำไปสู่แนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ประกอบด้วยข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) และปัจจัยสำหรับกำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงาน (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) เท่านั้น โดยไม่ได้พิจารณาถึงตัวแปรอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานแต่อาจส่งผลต่อความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงานเนื่องจากมีลักษณะเป็นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ เช่น แรงกดดันจากการเปลี่ยนแปลงราคาพลังงาน สถานที่ตั้ง ประเภทธุรกิจ ขนาด และฐานะการเงิน เป็นต้น จึงทำให้ขาดปัจจัยที่จะช่วยอธิบายความแปรปรวนของโอกาสประสบผลสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายไปส่วนหนึ่ง ซึ่งอาจพิจารณาปัจจัยเหล่านี้มาประกอบการพัฒนาแบบจำลองให้ดียิ่งขึ้นได้ในอนาคต

5.2.2 ปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อการจัดการพลังงาน

1) ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย (ข้อกำหนด ฯ)

ผลการวิจัยที่ได้รับยืนยันความถูกต้องของสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงบวกของข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยกับผลสำเร็จของการจัดการพลังงานเป็นจำนวน 5 จาก 8 ข้อกำหนด ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การจัดตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

ขั้นตอนที่ 5 การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน และ

ขั้นตอนที่ 8 การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแนวปฏิบัติเกี่ยวกับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยที่ได้ตราไว้ตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ.2552 และประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 นั้น สามารถช่วยให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างยั่งยืนในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมตามเจตจำนงในการประยุกต์ใช้มาตรฐานระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับได้ ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของผู้มีหน้าที่กำกับดูแล (พพ.) ที่ว่า “ภาพรวมของการประยุกต์ใช้มาตรการระบบการการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทยถือว่าประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี” โดยมีหลักฐานดังปรากฏเป็นแนวโน้มดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EI) ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตและอาคารธุรกิจการค้าที่ปรับตัวดีขึ้นเป็นลำดับในช่วง 5 ปีแรกนับจากมีการประยุกต์ใช้มาตรการดังกล่าว (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563ข) และแม้ว่าแนวโน้มการปรับปรับตัวดังกล่าวจะลดน้อยถอยลงในช่วง 5 ปีหลัง แต่ผลการวิจัยในครั้งนี้ก็ยังคงยืนยันว่าข้อกำหนดส่วนใหญ่ยังคงส่งผลเชิงบวกต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน

อย่างไรก็ดีพบว่า มีข้อกำหนดฯ บางส่วนที่ไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น โดยสาเหตุที่ทำให้ไม่พบอิทธิพลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อกำหนดฯ ดังกล่าวที่มีต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานคาดว่ามีสาเหตุมาจากการที่ได้มีการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับมา เกินกว่า 10 ปีแล้ว ทำให้ข้อกำหนดฯ ดังกล่าวซึ่งได้ออกแบบให้นำมาใช้สำหรับช่วงเวลาที่มีการนำระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับมาประยุกต์ใช้เป็นครั้งแรก (ปีแรก) ไม่ได้ช่วยในการพัฒนา

ประสิทธิภาพด้านพลังงานของสถานประกอบการภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งแม้ว่าจะมีข้อแนะนำให้ทำการประเมินซ้ำในทุก 1-3 ปี แต่ก็มักจะไม่ได้มีการนำผลประเมินที่ได้รับมาทบทวนแนวทางการจัดการพลังงานขององค์การ หรือ อาจนำมาทบทวนแล้วได้ผลที่ไม่ต่างไปจากเดิม

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน โดยสาเหตุที่ทำให้ไม่พบอิทธิพลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อกำหนดฯ ดังกล่าวที่มีต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานน่าจะมีความเกี่ยวพันกับข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 2 การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น (EM2) เนื่องมาจากการที่กลุ่มเป้าหมายมักไม่ได้มีการนำผลประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานมาทบทวนแนวทางการจัดการพลังงานขององค์การ หรือ ทบทวนแล้วได้ผลไม่ต่างไปจากเดิมก็ตาม ทำให้นโยบายอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมมักมีลักษณะหยุดนิ่งอยู่กับที่ โดยพบว่า หลายสถานประกอบการไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาในเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานเลย นับแต่มีการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับเป็นครั้งแรก (ปีแรก) จึงทำให้การความสมบูรณ์ในการกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงานไม่ได้ช่วยในการพัฒนาประสิทธิภาพด้านพลังงานของสถานประกอบการภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันอีกต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งแม้ว่าจะไม่พบความสำคัญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง EM6 กับผลสำเร็จในการจัดการพลังงานจากแบบจำลองที่ดีที่สุดในการทำนายโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายโดยรวม (แบบจำลอง 2.6) และแบบจำลองแยกตามกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม (แบบจำลอง 3.1.12) และโรงงานควบคุม (3.2.10) แต่กลับพบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 จากแบบจำลองทำนายความสำเร็จที่สร้างจากข้อกำหนดฯ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) เท่านั้น (แบบจำลอง 1.4) ซึ่งเป็นไปได้ว่าอิทธิพลของ EM6 ถูกลบล้างหรือทดแทนด้วยอิทธิพลของปัจจัยฯ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) บางตัวแปรหรือหลายตัวรวมกันจนทำให้สูญเสียนัยสำคัญทางสถิติไป เช่น ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม (EQM) และการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (EAS) ที่เป็นปัจจัยแสดงถึงระดับศักยภาพและการให้ความสำคัญกับการติดตามประเมินผลการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นรูปธรรม หรือ การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน (ROL) ที่เป็นการเสริมศักยภาพของการดำเนินการตามแผนการอนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น จึงยังคงมีความเป็นไปได้ที่แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน การตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน ตามที่ได้ออกแบบไว้ในประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 (หมวด 3) จะยังคงส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานของ

กลุ่มเป้าหมายภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันเพียงแต่อาจต้องมีการปรับปรุงข้อกำหนดดังกล่าวโดยบูรณาการกับปัจจัยฯ ที่มีความเกี่ยวข้อง

2) ปัจจัยสำหรับกำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ

ผลการวิจัยที่ได้รับแสดงให้เห็นว่าปัจจัยสำหรับกำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานที่ค้นพบจากการทบทวนวรรณกรรมประกอบกับการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับเกือบทั้งหมด (10 จาก 12 แนวทาง) มีแนวโน้มที่จะนำไปสู่การเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมได้ ประกอบด้วย

2.1) การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับแนวปฏิบัติของ ISO 50001:2018 ที่ให้ความสำคัญกับบริบทขององค์การโดยเฉพาะผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งภายในและภายนอกองค์การ (4.1 Context, 4.2 Need of Stakeholders) (ISO, 2018) อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการพลังงานเนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งในการแสดงถึงการมีส่วนร่วมของผู้บริหารในการจัดการพลังงานซึ่งจะช่วยชักจูงให้สมาชิกขององค์การหันมาให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากขึ้น (Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Al-Najem et al., 2012; Manville et al., 2012; Carleysmith et al., 2009; Liu & Cross, 2016; Dayan, 2010; Scott, 1997; Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Johansson, 2015; Nisiforou et al., 2012) นอกจากนี้การวางยุทธ์ศาสตร์ด้านพลังงานยังส่งผลทำให้เป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานมีความสอดคล้องกับกลยุทธ์และเป้าหมายองค์การอันจะนำไปสู่ผลสำเร็จในการจัดการพลังงานที่ดียิ่งขึ้น (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Psychogios & Tsironis, 2016) และเป็นไปตามทฤษฎีการจัดเชิงกลยุทธ์ (Strategic management) ที่จำเป็นต้องเน้นการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม ทั้งภายนอกและภายในองค์การ เพื่อให้ทราบถึงสถานะขององค์การและสามารถกำหนดกลยุทธ์ที่เหมาะสมก่อนนำไปปฏิบัติ (Robbins & Coulter, 2007) โดยได้รับการยืนยันจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งในฝั่งของผู้กำกับดูแลการปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย อันได้แก่ ผู้แทนกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (ผู้กำกับดูแลฯ) และผู้มีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย อันได้แก่ ผู้รับผิดชอบพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม (ผู้ปฏิบัติฯ) ที่ให้ความเห็นในลักษณะที่ว่าผลกระทบอันเกิดจากปัจจัยภายในอันได้แก่คุณลักษณะเฉพาะขององค์การ หรือ ปัจจัยภายนอกอันได้แก่สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไปตามสถานการณ์ส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม

2.2) ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งจากฝั่งผู้กำกับดูแลฯ และผู้ปฏิบัติฯ ที่มักให้ความเห็นในลักษณะที่ว่าการมีเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจนน่าจะส่งผลเชิงบวกต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมาย และสอดคล้องกับทฤษฎีการตั้งเป้าหมาย (Goal-setting theory) (Locke & Latham, 2013) ที่เสนอว่าเป้าหมายต้องมีความเป็นรูปธรรม ชัดเจน ท้าทาย และเฉพาะเจาะจง จึงจะสามารถนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ของการปฏิบัติงาน ซึ่งได้รับการยืนยันจากหลายงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการทำให้เป้าหมายมีความเป็นรูปธรรมเป็นหนึ่งในปัจจัยสู่ความสำเร็จของการจัดการพลังงาน (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Psychogios & Tsironis, 2016; Steg et al., 2013; Owen & Beevor, 2009; Rohdin & Thollander, 2006; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013; Liu & Cross, 2016; Dayan, 2010; Hoegl et al., 2004) และสอดคล้องกับแนวปฏิบัติของ ISO 50001:2018 ที่ให้ความสำคัญกับความละเอียด ชัดเจน รัดกุม และสมเหตุผลในการวิเคราะห์ตัวชี้วัดและเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงาน (ISO, 2018)

2.3) ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจากทั้งฝั่งผู้กำกับดูแลฯ และผู้ปฏิบัติฯ ว่าความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดส่งผลต่อคุณภาพและความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยเฉพาะในการดำเนินการตามข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพด้านการอนุรักษ์พลังงาน และขั้นตอนที่ 6 การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานและส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริหารในการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานหรือปรับปรุงแก้ไขการจัดการพลังงานขององค์การอันเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการพลังงานในขั้นตอนที่ 8 การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับแนวปฏิบัติของ ISO 50001:2018 ที่ให้มีการทบทวนความจำเป็นด้านการวัดและการสอบเทียบเครื่องมือวัด เป็นส่วนหนึ่งในการกระบวนการเฝ้าระวัง การวัด การวิเคราะห์และการประเมิน (9.1 MMAE of Energy Performance and EnMS) (ISO, 2018) และสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการพลังงานเนื่องจากเป็นการสนับสนุนให้เกิดการวัดผลที่จับต้องได้อันนำไปสู่ความเป็นรูปธรรมของเป้าหมายและผลการดำเนินงานอันเป็นหนึ่งในปัจจัยสู่ความสำเร็จที่โดดเด่นในการจัดการพลังงาน (Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Robinson et al., 2012) พร้อมทั้งเป็นการแสดงถึงการมีส่วนร่วมของผู้บริหารด้วยการสนับสนุนทรัพยากรที่จำเป็นต่อการดำเนินระบบการจัดการพลังงานอันจะส่งผลทำให้บุคลากรในองค์การเข้าใจถึงความสำคัญของการจัดการพลังงานผ่านการแสดงออกของผู้บริหารซึ่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสู่

ความสำเร็จที่โดดเด่นในการจัดการพลังงานอีกด้วย (Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013; Al-Najem et al., 2012; Manville et al., 2012; Carleysmith et al., 2009; Liu & Cross, 2016; Dayan, 2010; Scott, 1997)

2.4) สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ ซึ่งสอดคล้องกับแนวปฏิบัติของ ISO 50001:2018 ที่กำหนดให้มีผู้แทนฝ่ายบริหาร หรือ EnMR เป็นส่วนหนึ่งของการแสดงถึงการแสดงความเป็นผู้นำและความมุ่งมั่นของฝ่ายบริหาร (5.1 Leadership & Commitment) (ISO, 2018) และสอดคล้องกับหลักในการบริหารจัดการ 14 ข้อ (14 Principles of Management) ตามแนวคิดของ Fayol (1949) ในประเด็นเกี่ยวกับ "อำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบ (Authority & Responsibility)" ซึ่งเสนอว่าการปฏิบัติงานที่ดีต้องมีความสมดุลระหว่างอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบ และประเด็นเกี่ยวกับ "สายการบังคับบัญชา (Scalar chain)" ที่ว่าการวางสายงานให้เห็นอำนาจการบังคับบัญชา ตลอดจนระดับขั้นของการบริหารงานอย่างชัดเจน จะทำให้เกิดความลื่นไหลตลอดจนกระบวนการทำงานที่เป็นระบบระเบียบ บริหารจัดการได้ง่าย แก้ไขปัญหาได้ว่องไวตรงจุด ทั้งยังช่วยให้เกิดระเบียบในการสื่อสาร การส่งต่อข้อมูล รวมถึงการจัดการเนื้อหาของการสื่อสารให้เหมาะสม อีกทั้งยังถือเป็นการยกระดับความชัดเจนของหน้าที่และบทบาทอันเป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการพลังงาน (Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013) พร้อมทั้งแสดงถึงภาวะผู้นำในการจัดการพลังงานของผู้บริหารองค์การและยกระดับความเป็นผู้นำของผู้รับผิดชอบพลังงานในฐานะหัวหน้าทีมปฏิบัติการอันเป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการพลังงานด้วยเช่นกัน (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Johansson, 2015; Nisiforou et al., 2012; Dayan & Di Benedetto, 2009; Thamhain, 2003) โดยได้รับการยืนยันจากความเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในฝั่งของผู้ปฏิบัติที่มีการอ้างถึงปัญหาในการดำเนินการจัดการพลังงานอันเนื่องมาจากการที่ผู้รับผิดชอบพลังงานไม่ได้มีฐานะอำนาจเพียงพอที่สั่งการหรือชักจูงให้หน่วยงานหรือบุคลากรในองค์การเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการพลังงานได้

2.5) ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการพลังงานซึ่งพบว่าการสร้างแรงจูงใจเป็นหนึ่งในปัจจัยสู่ความสำเร็จที่โดดเด่นในการจัดการพลังงาน (Parkhi, 2019; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013; Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Foss & Lindenberg, 2013; Huang & Lin, 2006; Thamhain, 1990) และเป็นไปตามหลักในการบริหารจัดการ 14 ข้อ (14 Principles of Management) ตามแนวคิดของ Fayol (1949) ในประเด็นของ "การให้ผลตอบแทน (Remuneration)" ซึ่งเสนอว่า องค์การควรมีการกำหนดผลตอบแทนที่เหมาะสม ยุติธรรม ไม่เอาเปรียบ ที่สำคัญต้อง

เป็นที่พึงพอใจด้วยกันทั้งสองฝ่าย นอกจากนี้ยังควรปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ที่เหมาะสมอีกด้วย ซึ่งอาจไม่ใช่การจ่ายในรูปแบบเงินเสมอไป อาทิ ของรางวัล สวัสดิการ ผลประโยชน์รูปแบบอื่น การฝึกอบรม ตลอดจนการยกย่องเชิดชูซึ่งสามารถสร้างความพอใจให้พนักงานได้ โดยการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้รับผิดชอบพลังงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการแก้ไขหรือบรรเทาปัญหาการขาดความมุ่งมั่นทุ่มเทในการปฏิบัติหน้าที่สนับสนุนการจัดการพลังงานขององค์การของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน อันมีที่มาจากความเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในฝั่งผู้มีหน้าที่ปฏิบัติฯ ในลักษณะที่ว่าผู้ที่ได้รับมอบหมายภาระงานในตำแหน่งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานมักเป็นบุคลากรที่มีอยู่เดิมซึ่งมีภาระงานหลักในด้านอื่นทำให้ไม่สามารถปฏิบัติงานในฐานะผู้รับผิดชอบด้านพลังงานได้อย่างเต็มที่

2.6) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวปฏิบัติของ ISO 50001:2018 ที่กำหนดให้ฝ่ายบริหารต้องมีการกำหนดหน้าที่และบทบาทในการจัดการพลังงานให้กับบุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานในทุกระดับชั้น (5.3Organization Approach) ((ISO, 2018) และเป็นไปตามหลักในการบริหารจัดการ 14 ข้อ (14 Principles of Management) ตามแนวคิดของ Fayol (1949) ในประเด็นเกี่ยวกับ “ระดับการรวมและกระจายอำนาจ (The Degree of Centralization)” ซึ่งเสนอว่าการรวมอำนาจไว้ศูนย์กลางนั้นแม้จะง่ายต่อการควบคุมสั่งการแต่ก็ควรมีการกระจายอำนาจลดหลั่นลงไปตามลำดับความสำคัญด้วย เพื่อให้เกิดการควบคุมที่เป็นระบบและง่ายต่อการปฏิบัติงาน สอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการพลังงานที่พบว่าความชัดเจนในหน้าที่และบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงาน (Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013) นอกจากนี้พบว่าการมีหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานที่ชัดเจนยังส่งผลทำให้สามารถกำหนดแนวทางในการพัฒนาความสามารถของบุคลากรในแต่ละระดับชั้นได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการพลังงาน (Liu & Cross, 2016; Ryan & O'Connor, 2009; Dayan & Colak, 2008; Horwitz & Horwitz, 2007; Reagans et al., 2004; Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Manville et al., 2012; Delgado et al, 2010) โดยได้รับการยืนยันจากความเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งในฝั่งผู้กำกับดูแลฯ และผู้มีหน้าที่ปฏิบัติฯ ที่ให้ความเห็นในลักษณะที่ว่าความเข้าใจในหน้าที่และบทบาทด้านการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การจัดการพลังงานดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.7) การสื่อสารแบบ 2 ทาง ซึ่งสอดคล้องกับแนวปฏิบัติของ ISO 50001:2018 ในด้านการสื่อสาร (7.4 Communication) ที่กำหนดให้ต้องมีช่องทางในการรับฟังความเห็นจากผู้มีส่วน

เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานทั้งในองค์การและนอกองค์การ รวมถึงให้มีการติดตามประเมินความสอดคล้องในการดำเนินการจัดการพลังงานกับความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (ISO, 2018) และสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการพลังงานที่พบว่า การสื่อสารแบบ 2 ทาง (Two-way communication) ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยสู่ความสำเร็จที่มีความโดดเด่นในการจัดการพลังงาน (Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Ottosson, 2010; Rogers, 2003; Liu & Cross, 2016; Dayan & Di Benedetto, 2009; Yeh & Chou, 2005; Thamhain, 2003; Patrashkova-Volzdoska et al., 2003) ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีและแนวคิดด้านการสื่อสาร (Communication theory) ที่มักให้ความสำคัญกับปฏิกิริยาตอบกลับ (Feedback) ของผู้รับสาร (Schramm, W. L., 1954; Lasswell, 1948) ทั้งยังสอดคล้องกับข้อคิดเห็นของผู้มีหน้าที่ปฏิบัติที่มองว่าการจัดการพลังงานจำเป็นต้องมีการรับฟังความเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งภายในและภายนอกองค์การด้วย

2.8) มาตรการจูงให้บรรลุเป้าหมายด้านอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการพลังงานเนื่องจากเป็นการประยุกต์ใช้หลักการสร้างแรงจูงใจซึ่งได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยสู่ความสำเร็จที่โดดเด่นในการจัดการพลังงาน (Parkhi, 2019; Al-Balushi et al., 2014; Thollander & Palm, 2013; Krushna et al., 2018; Craig, 2018; Foss & Lindenberg, 2013; Huang & Lin, 2006; Thamhain, 1990) มาช่วยยกระดับความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมาย และสอดคล้องกับความเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งในฝั่งผู้กำกับดูแลฯ และผู้มีหน้าที่ปฏิบัติฯ ต้องการให้มีการประยุกต์ใช้มาตรการส่งเสริมสนับสนุนเพื่อจูงใจกลุ่มเป้าหมายในการดำเนินการจัดการพลังงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.9) การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับปัจจัยความสำเร็จในการจัดการพลังงานที่พบว่าการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติเป็นหนึ่งในแนวทางการยกระดับการจัดการพลังงาน ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดการพึ่งพิงพฤติกรรมมนุษย์ที่ควบคุมได้ยากแล้วยังมีส่วนช่วยทำให้การติดตามและวัดผลมีความชัดเจนเป็นรูปธรรมอันเป็นหนึ่งปัจจัยสู่ความสำเร็จในการพลังงานอีกด้วย (Psychogios & Tsironis, 2016; Pimentel & Major, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Robinson et al., 2012) และสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับแนวปฏิบัติของ ISO 50001:2018 ที่ให้ความสำคัญกับการวัดและติดตามผล (ISO, 2018) และสอดคล้องกับความเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในฝั่งผู้ปฏิบัติฯ ที่ต้องการประยุกต์ใช้องค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการเสริมศักยภาพระบบจัดการพลังงาน

2.10) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการพลังงานที่พบว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโครงข่ายการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (IoT) หรือ ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) หรือ ภูมิปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการจัดการพลังงานสามารถช่วยศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานได้ (Shokouhyar et al., 2019; Tushar et al., 2018; Brundu et al., 2017; Guzhov & Krolin, 2018; Mawed & Al-Hajj, 2017; Chongwatpol, 2016) และสอดคล้องกับความเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในฝั่งผู้ปฏิบัติฯ ที่ต้องการประยุกต์ใช้องค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการเสริมศักยภาพระบบจัดการพลังงาน

อย่างไรก็ดี ยังคงมีแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานบางส่วนที่ถูกค้นพบจากการทบทวนวรรณกรรมร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง แต่ยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

2.11) การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนการออกแบบและจัดหา ซึ่งแม้ว่าจะเป็นแนวทางที่มีความสอดค้อลงกับแนวปฏิบัติของ ISO 50001:2018 เกี่ยวกับข้อกำหนดด้านการออกแบบ (8.2 Design) และข้อกำหนดด้านการจัดหา (8.3 Procurement) รวมถึงสอดคล้องกับความเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในฝั่งผู้ปฏิบัติส่วนใหญ่ได้อ้างถึงปัญหาในการจัดการพลังงานอันเกิดจากสภาพการออกแบบและเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมไม่เอื้ออำนวยต่อการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีข้อจำกัดอย่างมากในการแก้ไขด้วยเหตุผลทั้งในด้านความคุ้มค่าและผลกระทบที่เกิดขึ้นระหว่างการปรับปรุง แต่ผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองบนพื้นฐานของข้อมูลผลการปฏิบัติที่เกิดขึ้นจริงในกลุ่มเป้าหมายไม่พบความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายของปัจจัยฯ การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนการออกแบบและจัดหา (INP) โดยอาจมีสาเหตุมาจากการที่สถานประกอบการส่วนใหญ่มีการนำปัจจัยฯ ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในระยะเวลาไม่เกิน 10 ปี โดยมีแบบอย่างมาจากข้อกำหนดเกี่ยวกับการออกแบบ (Design) และจัดหา (Procurement) ของ ISO 50001 ซึ่งได้มีการเผยแพร่ข้อกำหนดเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 2011 (ISO 50001:2011) ในขณะที่ตัวอาคารหรือเครื่องจักร/อุปกรณ์หลักด้านพลังงานนั้นมักจะมีอายุการใช้งานยาวนานเกินกว่า 10 ปี ดังนั้น จึงอาจมีระยะเวลาไม่เพียงพอที่ปัจจัยฯ INP จะแสดงผลกระทบที่มีต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานได้อย่างเต็มที่ รวมถึงระยะเวลาใช้ในการวัดผลสำเร็จในการจัดการพลังงานจากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในช่วงระยะเวลา 3 ปีล่าสุด (2559-2562) ก็อาจยังไม่ยาวนานเพียงพอที่จะใช้วัดความเปลี่ยนแปลงอันเกิดจากปัจจัยฯ ดังกล่าว

2.12) การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ (KM) ซึ่งแม้ว่าแนวปฏิบัติของ ISO 50001:2018 จะให้ความสำคัญกับการจัดทำเอกสารคู่มือและระเบียบวิธีปฏิบัติต่างๆ เพื่อให้การดำเนินการเป็นมาตรฐานเดียวกัน พร้อมทั้งสะดวกในการถ่ายทอดไปยังผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้โดยง่าย อันคาดว่าจะส่งผลต่อความสามารถของบุคลากรในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดการพลังงานซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการพลังงาน (Liu & Cross, 2016; Ryan & O'Connor, 2009; Dayan & Colak, 2008; Horwitz & Horwitz, 2007; Reagans et al., 2004; Parkhi, 2019; Psychogios & Tsironis, 2016; Thollander & Palm, 2013; Al-Balushi et al., 2014; Manville et al., 2012; Delgado, et al, 2010) และมีความสอดคล้องกับความเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในฝั่งผู้ปฏิบัติฯ ที่เห็นว่ากระบวนการจัดการและถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการจัดการพลังงานมีโอกาสส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงาน แต่ผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองบนพื้นฐานของข้อมูลผลการปฏิบัติที่เกิดขึ้นจริงในกลุ่มเป้าหมายไม่พบความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายของปัจจัยฯ การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ (KM) โดยอาจมีสาเหตุมาจากลักษณะของ “การจัดการความรู้” นั้นมีขอบเขตค่อนข้างกว้างและมีนิยามที่หลากหลาย (Girard & Girard, 2015) ทำให้นิยามขอบเขตของปัจจัยฯ KM ที่ใช้ในการวิจัย คือ “การรวบรวม จัดเก็บ และจัดทำฐานข้อมูล/เอกสาร/คู่มือ/สื่อการสอน เพื่อเก็บรักษาและถ่ายทอดความรู้ความสามารถที่จำเป็นเกี่ยวกับการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานสำหรับบุคลากรในแต่ละตำแหน่งงาน” อาจยังไม่เพียงพอที่จะครอบคลุมการวัดการจัดการความรู้ (Knowledge management) ตามแนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะขององค์กรแห่งการเรียนรู้ (Marquardt, 2002) ได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการการวิเคราะห์และกลั่นกรองเพื่อพัฒนาปรับปรุงความรู้ รวมถึงกระบวนการเข้าถึงหรือเผยแพร่ความรู้เพื่อให้ความรู้จากแหล่งความรู้มีการเผยแพร่ไปสู่ผู้ใช้ (Sensky, 2002) ทำให้การวัดระดับการจัดการความรู้อาจมีความคลาดเคลื่อนไปจากสภาพความเป็นจริง

5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.1 ข้อจำกัดของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดที่จำเป็นต้องพิจารณาประกอบการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ดังต่อไปนี้

1) การวัดค่าของตัวแปรอิสระ

เนื่องจากตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างออกเป็นลำดับชั้น (Scale) ได้อย่างละเอียด โดยได้กำหนดลำดับชั้นในการวัดแยกออกเป็นเพียง 3 ระดับ ประกอบด้วย 1 = สมบูรณ์; 0.5 = ไม่สมบูรณ์ และ 0 = ไม่เลย ทั้งนี้เพื่อความแม่นยำในการวัดที่ต้องการ

ให้ผู้ตอบแบบสอบถามประเมินระดับการดำเนินการตามแต่ละข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1) และปัจจัยที่นำมาใช้กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ (ตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 2) อยู่บนมาตรฐานที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด อันจะนำไปสู่ความเชื่อมั่นเกี่ยวกับอิทธิพลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงระดับการดำเนินการตามแต่ละข้อกำหนดฯ หรือ ปัจจัยฯ

จึงทำให้ผลการวิเคราะห์ค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effect) ซึ่งหมายถึง ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 1 หน่วยของแต่ละตัวแปรทำนาย ในแบบจำลองสำหรับงานวิจัยนี้สื่อความหมายถึง ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการยกระดับความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามแต่ละข้อกำหนดฯ หรือ ความสอดคล้องในการดำเนินการตามแต่ละปัจจัยฯ จากระดับที่ไม่ได้มีการดำเนินการเลย (ค่าของตัวแปร = 0) ไปเป็นดำเนินการอย่างสมบูรณ์ (ค่าของตัวแปร = 1)

ซึ่งในความเป็นจริงแล้วกลุ่มเป้าหมายได้มีการดำเนินการตามแต่ละข้อกำหนดฯ หรือปัจจัยฯ ไปแล้วในระดับหนึ่งโดยพิจารณาได้จากค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวแปร จึงจำเป็นต้องใช้ค่าส่วนเหลือ (Gap) ในการประเมินศักยภาพสูงสุดที่เป็นไปได้ในการส่งเสริมและผลักดันแต่ละข้อกำหนดฯ หรือ ปัจจัยฯ จากที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (ค่าเฉลี่ยปัจจุบัน) ไปสู่การดำเนินการอย่างสมบูรณ์ (ค่าเฉลี่ย = 1) ทดแทน อันอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินศักยภาพในการยกระดับโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงาน (Potential gap) ของแต่ละข้อกำหนดฯ หรือ ปัจจัยฯ อยู่บ้าง โดยเฉพาะในกรณีที่มีส่วนเหลือ (Gap) ค่อนข้างกว้างอย่าง ปัจจัยฯ ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (PAY) เนื่องจากค่า Marginal effect มักไม่ได้มีลักษณะคงที่โดยตลอดการดำเนินการตั้งแต่หน่วยแรกไปจนถึงหน่วยสุดท้าย

อย่างไรก็ดีค่า Marginal effect และ Potential gap ที่ได้รับจากผลการวิจัยยังพอที่จะแสดงให้เห็นถึงลำดับความสำคัญของแต่ละข้อกำหนดฯ หรือปัจจัยฯ ที่มีต่อการเพิ่มโอกาสสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายได้

2) ความสัมพันธ์กันเองของตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 (ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย)

ผลการทดสอบความสัมพันธ์กันเองของตัวแปรอิสระทำให้ พบว่า ตัวแปรอิสระในกลุ่มที่ 1 (ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย) มีความสัมพันธ์กันเองในระดับค่อนข้างสูงคือ มักมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีสาเหตุมาจากพฤติกรรมโดยปกติของกลุ่มเป้าหมายที่หากมีความตั้งใจหรือให้ความสำคัญกับการปฏิบัติตามข้อกำหนดกฎหมายในด้านการอนุรักษ์พลังงานแล้ว ก็จะมีความพยายามในการศึกษาและดำเนินการให้สมบูรณ์มากที่สุดในทุกข้อกำหนด และในทางตรงกันข้ามหากไม่ได้ให้ความสนใจหรือไม่ได้ให้

ความสำคัญในการปฏิบัติตามข้อกำหนดกฎหมายดังกล่าวแล้ว ก็มักจะเกิดความบกพร่องในแทบทุกข้อกำหนดเช่นเดียวกัน

จึงทำให้แม้ว่าจะได้มีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการรวมตัวแปรอิสระที่มีค่า VIF มากว่า 10 คือ EM8 (ข้อกำหนดฯ ขั้นตอนที่ 8) เข้ากับ EM7 (ข้อกำหนดขั้นตอนที่ 7) จนทำให้ไม่มีตัวแปรอิสระใดที่มีค่า VIF มากกว่า 10 แล้ว แต่พบว่า ค่า VIF ของตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง (4.09-7.05) จนทำให้พบปัญหาไม่สามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 บางตัวได้เมื่อทำการวิเคราะห์แยกระหว่างกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม (แบบจำลองที่ 3)

3) จำนวนตัวอย่างเมื่อทำการวิเคราะห์แยกระหว่างอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม

ด้วยข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนตัวอย่างที่ลดลงเมื่อทำการแยกวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม (212 ตัวอย่าง) และกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุม (402 ตัวอย่าง) ทำให้ไม่เป็นไปตามข้อแนะนำในการประยุกต์ใช้แบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติกส์ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551) ที่ควรมีจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ไม่น้อยกว่า 30 ตัวอย่างต่อ 1 ตัวแปรอิสระ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนตัวแปรอิสระในแบบจำลองตั้งต้นเป็นจำนวน 19 ตัวแปร (หลังจากได้มีการรวม EM7 และ EM8 เข้าด้วยกันเป็น EM78 แล้ว) ทำให้แบบจำลองตั้งต้นในการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแบบจำลองแต่ละครั้งควรมีจำนวนตัวอย่างไม่น้อยกว่า 570 ตัวอย่าง จึงทำให้แบบจำลองที่แยกเฉพาะสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม (แบบจำลอง 3.1.12) และโรงงานควบคุม (แบบจำลอง 3.2.10) มีระดับความน่าเชื่อถือลดลง

ดังนั้น จึงควรถือว่าแบบจำลองทำนายความสำเร็จของกลุ่มเป้าหมายโดยรวม (แบบจำลอง 2.6) เป็น “แบบจำลองหลัก” เนื่องจากมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด ส่วนแบบจำลองสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม (แบบจำลอง 3.1.12) และโรงงานควบคุม (แบบจำลอง 3.2.10) ควรมีสถานะเป็น “แบบจำลองขยาย” ที่ใช้เพื่อขยายความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรทำนายกับโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายที่แตกต่างกันระหว่างอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมให้ลึกซึ้งมากขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม

1) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองทำนายความสำเร็จ (สำหรับอาคารและโรงงานควบคุม) ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานของสถานประกอบการ ไม่ว่าจะเป็น ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน คณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน คณะทำงานด้านติดตามประเมินผลการจัดการพลังงาน หรือเจ้าของสถานประกอบการ สามารถนำแบบจำลองทำนายความสำเร็จของการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมที่ได้รับจากการวิจัยนี้มาใช้

ในการพยากรณ์โอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของสถานประกอบการ เพื่อเป็นการระวังป้องกันก่อนที่จะเกิดความล้มเหลวในการจัดการพลังงานได้อย่างทันท่วงที ซึ่งหากพบว่าผลการประเมินตกอยู่ในกลุ่มที่คาดว่าจะไม่ประสบความสำเร็จก็สามารถที่จะพิจารณาปรับปรุงแก้ไขการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องโดยพิจารณาจากปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อผลสำเร็จในการจัดการพลังงานตามที่ปรากฏในแบบจำลองและสรุปผลการศึกษา (หัวข้อ 5.1.2) ตามข้อเสนอแนะในลำดับถัดไป

2) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพิจารณาปรับปรุงปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อการจัดการพลังงาน (สำหรับอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม) สำหรับสถานประกอบการที่ต้องการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานของตนเองให้ประสบความสำเร็จแล้วลำดับของปัจจัยที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงความสำเร็จของการจัดการพลังงานควรใช้หลักการพิจารณาจากระดับผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effect) ควบคู่กับต้นทุนในการดำเนินการ ซึ่งปัจจัยที่ควรพิจารณาเป็นลำดับแรกคือ การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจนให้กับพนักงานในทุกระดับชั้น เนื่องจากมีค่าผลกระทบส่วนเพิ่มสูงเป็นลำดับ 1 ในกลุ่มปัจจัยสำหรับกำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงาน และสามารถดำเนินการได้โดยแทบไม่ต้องมีค่าใช้จ่าย ในขณะที่ปัจจัยที่ควรพิจารณาเป็นลำดับถัดมาคือ การยกระดับความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงาน และ การสร้างช่องทางการสื่อสารแบบสองทางเพื่อรับฟังข้อคิดเห็นและปฏิกิริยาตอบกลับจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ซึ่งมีค่าผลกระทบส่วนเพิ่มอยู่ในลำดับ 2 และ 4 ในกลุ่มปัจจัยสำหรับกำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงาน และอาจจำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการอยู่บ้าง ส่วนปัจจัยที่เหลืออื่น ๆ อาจเลือกพิจารณาดำเนินการเป็นลำดับรองลงมาตามความสะดวกของสถานประกอบการ

3) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความสำคัญของการจัดการพลังงาน การดำเนินระบบการจัดการพลังงานอย่างจริงจังจะเป็นสร้างประโยชน์แก่ตัวสถานประกอบการเองในหลากหลายมิติไม่ใช้เพียงพอเฉพาะในแง่การลดต้นทุนด้านพลังงานเท่านั้น แต่เป็นการนำไปสู่ความยั่งยืนในการประกอบกิจการตามแนวคิดไตรกำไรสุทธิ (Jeurissen, 2000; Elkington, 1997) ซึ่งพลังงานมีความเกี่ยวข้องกับความยั่งยืนทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม จึงทำให้ได้รับความสนใจจากประชาคมโลกเป็นอย่างมาก ดังนั้น การพัฒนาในด้านการจัดการพลังงานจึงเป็นการเปิดโอกาสและเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันโดยเฉพาะสำหรับตลาดของกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งมักมีข้อกำหนดและเงื่อนไขในการสนับสนุนสินค้าและบริการที่อยู่บนพื้นฐานของความยั่งยืน รวมถึงทำให้สถานประกอบการสามารถอยู่ร่วมกับสังคมและชุมชนได้อย่างเป็นสุข อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาวัฒนธรรมองค์การของตนเองให้เชิงประสิทธิภาพและการประหยัดอีกด้วย

5.3.3 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้กำหนดนโยบายและผู้มีหน้าที่กำกับดูแล

นอกจากข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยตามข้อ 5.1.3 แล้ว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงข้อเสนอแนะบางประการที่คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้กำหนดนโยบายและผู้มีหน้าที่กำกับดูแลระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ประกอบด้วย

1) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองทำนายความสำเร็จ (สำหรับผู้กำหนดนโยบายและผู้กำกับดูแล) ผู้กำหนดนโยบายและผู้กำกับดูแลสามารถนำแบบจำลองทำนายความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมไปประยุกต์ใช้ในการทำนายแนวโน้มสัดส่วนของกลุ่มเป้าหมายที่คาดว่าจะประสบความสำเร็จด้านการจัดการพลังงานในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลสภาพความสอดคล้องในการปฏิบัติที่เกิดขึ้น ณ ปัจจุบันตามตัวแปรทำนายที่มีอยู่ในแบบจำลอง อีกทั้งยังสามารถใช้ในการแยกแยะกลุ่มเป้าหมายที่คาดว่าจะประสบความสำเร็จกับคาดว่าจะไม่ประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานออกจากกัน เพื่อหาแนวทางการกระตุ้นช่วยเหลือกลุ่มเป้าหมายที่มีแนวโน้มที่จะไม่ประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานในอนาคตได้ให้มีโอกาสประสบความสำเร็จในระดับที่สูงขึ้นด้วยการออกมาตรการส่งเสริมและผลักดัน ปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อผลสำเร็จในการจัดการพลังงานตามที่ปรากฏในแบบจำลองและสรุปผลการศึกษา (หัวข้อ 5.1.2) ตามข้อเสนอแนะในลำดับถัดไป

2) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพิจารณาปรับปรุงปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อการจัดการพลังงาน (สำหรับผู้กำหนดนโยบายและผู้กำกับดูแล) สำหรับผู้มีหน้าที่กำหนดนโยบายและผู้กำกับดูแล ในกรณีที่ต้องการออกแบบมาตรการส่งเสริมและผลักดันเพื่อยกระดับความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมาย ควรพิจารณาลำดับความสำคัญของปัจจัยที่จะนำมาประยุกต์ใช้จากค่าศักยภาพส่วนเหลือ (Potential gap) ควบคู่กับภาระในการดำเนินการของทั้งในฝั่งผู้มีหน้าที่กำกับดูแล (พพ.) และผู้มีหน้าที่ปฏิบัติ (อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม) ซึ่งพบว่า ปัจจัยที่ควรพิจารณาเป็นลำดับต้นประกอบด้วย มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านพลังงานโดยอาจดำเนินการควบคู่ไปกับการกำหนดเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจน เนื่องจากมีศักยภาพส่วนเหลืออยู่ในลำดับ 2 และความเชื่อมั่นทางสถิติในระดับสูง (นัยสำคัญระดับ 0.01) ในขณะที่ปัจจัยลำดับรองลงมาคือ การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ (EAS) รวมถึงเทคโนโลยีชั้นสูงในการจัดการพลังงาน (IoT, Bigdata & AI) เนื่องจากมีศักยภาพส่วนเหลืออยู่ในลำดับ 3 และ 4 ซึ่งแม้ว่าจะมีภาระในด้านการลงทุนแต่ก็เชื่อจะช่วยลดภาระการดำเนินงานของบุคลากรในระยะยาว นอกจากนี้ยังมีปัจจัยเกี่ยวกับการกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจนให้กับพนักงานในทุกระดับชั้น ที่แม้ว่าจะมีค่าศักยภาพส่วนเหลืออยู่ในลำดับ 5 แต่เป็นสิ่งที่สามารถดำเนินการได้โดยไม่สร้างภาระกับ

ทั้ง 2 ฝ่ายมากนัก ส่วนปัจจัยเกี่ยวกับผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานที่มีศักยภาพส่วนเหลือเป็นลำดับ 1 นั้น แม้มักจะถูกมองว่าเป็นการสร้างภาระที่มากเกินไปหากพิจารณาในรูปค่าตอบแทนที่เป็นตัวเงินแต่หากสามารถสร้างผลตอบแทนในรูปแบบอื่นที่ไม่ใช่ตัวเงินและไม่เป็นภาระมากจนเกินไปให้กับผู้รับผิดชอบด้านพลังงานได้ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความน่าสนใจ เนื่องจากยังมีการดำเนินการเกี่ยวกับประเด็นนี้น้อยมาก

3) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการดำเนินนโยบายภาคบังคับควบคู่ไปกับการสร้างแรงจูงใจ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการดำเนินนโยบายภาคบังคับหรือกำกับดูแลจำเป็นต้องอาศัยการสร้างแรงจูงใจควบคู่กันไปด้วยโดยเฉพาะนโยบายที่หวังผลในเชิงประสิทธิภาพอย่างการจัดการพลังงานหรือการอนุรักษ์พลังงาน เนื่องจากในทางปฏิบัติมีวิธีการมากมายที่จะบิดเบือนหลักฐานไปจนถึงผลลัพธ์จากการดำเนินการให้เสมือนว่าเป็นไปตามข้อกำหนดในขณะที่ที่จริงแล้วไม่ได้มีการดำเนินการอย่างจริงจังจนทำให้เกิดแนวโน้มที่จะไม่บรรลุเป้าประสงค์ของนโยบายได้ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรและเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้น กลไกสำคัญที่จะทำให้กลยุทธ์การกำกับดูแลในการด้านการอนุรักษ์พลังงานสัมฤทธิ์ผล จึงอยู่ที่กลไกการชี้นำให้ผู้ปฏิบัติเล็งเห็นถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินการตามข้อกำหนดด้านการจัดการพลังงานไม่ทางใดก็ทางหนึ่งหรือหลายทิศทางมาประกอบกันเพื่อให้เกิดความตั้งใจในการดำเนินการอย่างจริงจังด้วยความต้องการของตนเองมากกว่าการที่จะไล่ตรวจสอบเพื่อจับผิดอันเป็นการสร้างภาระงานให้กับทั้งผู้กำกับดูแล (พพ.) และผู้ปฏิบัติ (อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม) อีกทั้งยังไม่มีประสิทธิผลในเชิงปฏิบัติด้วยสาเหตุที่ได้กล่าวมาแล้ว นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของภาระต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งในฝั่งของผู้มีหน้าที่กำกับดูแลและผู้ปฏิบัติว่ามีความเหมาะสมคุ้มค่ากับประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินการตามข้อกำหนดหรือไม่เพียงใดเพื่อรักษาไว้ซึ่งแรงจูงใจในการดำเนินการตามข้อกำหนดดังกล่าว โดยมีตัวอย่างจากผลการสัมภาษณ์ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับที่แสดงให้เห็นว่าทั้งเจ้าของสถานประกอบการและผู้รับผิดชอบด้านพลังงานมักจะมีการอ้างถึงแรงจูงใจและทัศนคติที่มีต่อประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินการจัดการพลังงานเอยู่สมอและมักส่งผลต่อคุณภาพในการปฏิบัติตามข้อกำหนดไปจนถึงโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของสถานประกอบการแห่งนั้น

4) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการยกระดับในการบรรลุเป้าหมายด้านการจัดการพลังงาน ผู้กำหนดนโยบายและผู้กำกับดูแลควรชักจูงกลุ่มเป้าหมาย (อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม) ให้เล็งเห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างผลสำเร็จในการบรรลุเป้าหมายด้านการจัดการพลังงานกับประโยชน์ที่ได้รับในหลากหลายมิติเพื่อเป็นการยกระดับแรงจูงใจในการดำเนินการของกลุ่มเป้าหมาย โดยแม้ว่ามักจะมีการนำเสนอความสำคัญของการจัดการพลังงานภาคบังคับโดยอ้างอิงจากแผนอนุรักษ์

พลังงานของประเทศซึ่งได้กำหนดให้มาตรการดังกล่าวเป็นมาตรการที่มีความสำคัญเป็นลำดับต้นภายใต้ “กลยุทธ์ภาคบังคับ” ที่มีสัดส่วนของศักยภาพถึงร้อยละ 38 ของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563ก) แต่ก็เป็นการนำเสนอในมิติมุมมองเกี่ยวกับการบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานของประเทศเท่านั้น ในขณะที่แท้ที่จริงแล้วการบรรลุเป้าหมายด้านการจัดการพลังงานภาคบังคับซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพด้านพลังงานอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนในภาคอุตสาหกรรมการผลิตและภาคธุรกิจการค้านั้น ยังส่งผลกระทบ (Impact) เชิงบวกในอีกหลากหลายมิติ อาทิ การลดการนำเข้าพลังงานเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน และดุลการค้าของประเทศ การลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานโดยเฉพาะการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเชื้อเพลิงฟอสซิล อันได้แก่ น้ำมัน ถ่านหิน และ ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหลักในสัดส่วนประมาณร้อยละ 80 ของประชาคมโลกในปัจจุบัน (International Energy Agency [IEA], 2019) เพื่อให้บรรลุตามเจตจำนงที่ประเทศไทยในฐานะประเทศภาคีสมาชิกของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ได้ให้สัญญาเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมช่วยบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไว้ในที่ประชุมระดับนานาชาติ ภายใต้กรอบความร่วมมืออนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations [UN], 1992; UN, 2005) และการตอบสนองต่อเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ซึ่งเป็นเป้าหมายที่ใช้กำหนดทิศทางการพัฒนาของประชาคมโลกต่อจากเป้าหมายการพัฒนาแห่งสหัสวรรษ (Millennium Development Goals: MDGs)ในช่วงปี พ.ศ. 2558 ถึง ปี พ.ศ. 2573 ในเป้าหมายที่ 7 สร้างหลักประกันในการเข้าถึงพลังงานที่สะอาดและยั่งยืน (Goal 7: Affordable and Clean Energy) ซึ่งได้กำหนดเป้าหมายย่อยไว้อย่างชัดเจนว่าต้องการยกระดับอัตราการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโลกขึ้นเป็น 2 เท่า ภายในปี 2573 (By 2030, double the global rate of improvement in energy efficiency) และยังส่งผลต่อเป้าหมายที่ 13 ปฏิบัติการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น (Goal 13: Climate Action) อีกด้วย (UN, 2021) โดยหากได้มีการวิเคราะห์และแจกแจงผลกระทบความสำเร็จของการบรรลุเป้าหมายด้านการจัดการพลังงานที่มีต่อประเด็นเหล่านี้ และนำเสนอในรูปแบบบูรณาการคาดว่าจะสามารถสร้างแรงจูงใจและยกระดับความร่วมมือจากทั้งกลุ่มเป้าหมาย (อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม) หน่วยงานภาครัฐและองค์การอิสระที่เกี่ยวข้อง ไปจนถึงประชาชนได้สังคมได้มากยิ่งขึ้น

5) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกลไกลรองรับการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนด ปัญหาที่มักจะพบสำหรับการประยุกต์ใช้มาตรการภาคบังคับคือความล้าสมัยของข้อกำหนดกฎหมาย เนื่องจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดกฎหมายมักต้องใช้เวลานาน แต่เนื่องจากบริบทในการบังคับใช้ข้อกำหนด

กฎหมายมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ ดังนั้น การประกาศใช้ข้อกำหนดกฎหมายจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงการออกแบบกลไกเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดเกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติให้สอดรับการสถานการณ์และมีความทันสมัย ด้วยการแยกแยะองค์ประกอบของข้อกำหนดกฎหมายออกเป็นระดับชั้นตามระดับความผันผวน (Dynamic) ของข้อกฎหมายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตเพื่อความสะดวกในการเปลี่ยนแปลง ซึ่งโครงสร้างกฎหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานก็ถือเป็นตัวอย่างที่ดีโดยมีการแบ่งเนื้อหาเป็นระดับชั้นระหว่างพระราชบัญญัติและพระราชกฤษฎีกาซึ่งเป็นกฎหมายแม่บทไปจนถึงกฎกระทรวงและประกาศกระทรวงซึ่งเป็นกฎหมายลูกที่สะดวกต่อการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดมากกว่า แต่อย่างไรก็ดีพบว่า การเปลี่ยนแปลงรายละเอียดแนวทางการปฏิบัติบางส่วนอาจยังส่งผลไปถึงกฎหมายแม่บทได้ จึงทำให้ในการปรับปรุงข้อกำหนดกฎหมายครั้งถัดไปอาจต้องมีการพิจารณาทบทวนเพื่อแจกแจงเนื้อหาข้อกฎหมายระหว่างหลักการซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงน้อย (กฎหมายแม่บท) และแนวปฏิบัติซึ่งมักมีการเปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์ (กฎหมายลูก) อีกครั้ง

6) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับโอกาสในการขยายผล หากการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมบังเกิดผลเป็นที่น่าพึงพอใจ ก็ควรมีการขยายขอบเขตการประยุกต์ใช้ไปสู่สถานประกอบการขนาดเล็กนอกข่ายควบคุม (SMEs) ในภาคอุตสาหกรรมและธุรกิจการค้า รวมถึงอาจพิจารณาประยุกต์ใช้หลักการหรือข้อกำหนดบางประการในการส่งเสริมและผลักดันการอนุรักษ์พลังงานในภาคคมนาคมขนส่งหรือภาคการเกษตรควบคู่กันไปด้วย

5.3.4 ข้อเสนอแนะสำหรับนักวิจัย (การต่อยอดขยายผลในเชิงวิชาการ)

การวิจัยในครั้งนี้ ทำให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้ในเชิงวิชาการเกี่ยวกับระเบียบวิธีวิจัยในการศึกษา เพื่อหาคำตอบเชิงนโยบายด้วยกระบวนการทบทวนวรรณกรรมร่วมกับการสัมภาษณ์รวบรวมความเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อสร้างเป็นสมมติฐานและกรอบแนวคิดแล้วทำการพิสูจน์ยืนยันโดยใช้แบบสอบถามที่มีโครงสร้างแบบ Rubric ในการสำรวจเก็บข้อมูลผลการปฏิบัติที่เกิดขึ้นจริงจากกลุ่มเป้าหมายมาทำการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางสถิติ จนสามารถพิสูจน์ยืนยันปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานสำหรับกลุ่มเป้าหมายจำนวนหนึ่ง สำหรับนำมาใช้ประกอบการเสนอแนะคำตอบในเชิงนโยบายคือแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย ซึ่งจากประสบการณ์และข้อจำกัดที่พบระหว่างการวิจัยจึงนำมาสู่ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางในการวิจัยเพื่อต่อยอดขยายผลในเชิงวิชาการ ดังต่อไปนี้

1) การเพิ่มความครอบคลุมของตัวแปรอิสระที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง โดยให้ครอบคลุมถึงปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้แต่ส่งผลกระทบต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานในลักษณะของตัวแปรควบคุม แม้ว่าจะไม่สามารถนำมาใช้ประกอบการออกแบบแนวทางการ

ปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานก็ตาม เช่น ราคาพลังงาน ประเภทและขนาดของสถานประกอบการ เป็นต้น เนื่องจากพบว่า แบบจำลองที่ดีที่สุดจากการวิจัยนี้ยังความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนในการประสบความสำเร็จของตัวอย่างได้เพียงร้อยละ 55.68 (แบบจำลอง 2.6) แสดงให้เห็นว่า ยังมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายอีกจำนวนหนึ่ง

2) การหาแนวทางการแบ่งแยกระดับชั้น (Scale) ในการวัดค่าตัวแปรอิสระ (ตัวแปรทำนาย) ให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการประเมินค่า Marginal effect นอกจากนี้เนื่องจากค่า Marginal effect จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ ดังนั้น จึงควรมีการวิเคราะห์ Marginal effect และ Potential gap เพื่อทบทวนแนวทางการดำเนินนโยบายเป็นระยะ

3) การประยุกต์ใช้แบบแผนการวิจัยแบบทดลองหรือกึ่งทดลอง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพด้านพลังงานในองค์การอันเกิดจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานนั้นจำเป็นต้องอาศัยระยะเวลาเป็นช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้น หากจะศึกษาให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยที่มีต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อาจจำเป็นต้องใช้วิธีการศึกษาแบบทดลองด้วยการวัดผลก่อน (Pretest) และหลัง (Posttest) มีการประยุกต์ใช้ปัจจัยที่ให้ความสนใจในสถานประกอบการ หรือ แบบกึ่งทดลองด้วยการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงในระยะยาว (Time series) โดยอาจทำการศึกษาในกลุ่มเป้าหมายจำนวนน้อย (Case study)

4) การศึกษาเชิงลึกถึงแนวทางการจูงใจผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน เนื่องจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แรงจูงใจของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานนั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีศักยภาพในการยกระดับโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายเป็นอย่างมาก แต่ในทางปฏิบัติพบว่า เป็นไปได้ยากที่จะทำให้เกิดการว่าจ้างผู้รับผิดชอบพลังงานเป็นการเฉพาะหรือแม้แต่การจะให้มีค่าตอบแทนเพิ่มเติมสำหรับบุคลากรที่ได้รับมอบหมายหน้าที่ผู้รับผิดชอบพลังงานเป็นภาระงานรอง ดังนั้น จึงควรต้องมีการศึกษาภายใต้ระเบียบวิธีวิจัยที่น่าเชื่อถือในการหาคำตอบเชิงนโยบายเกี่ยวกับแนวทางในการสร้างผลตอบแทนทางอ้อมที่มีมูลค่าเพียงพอที่จะจูงใจผู้รับผิดชอบพลังงานให้เกิดความมุ่งมั่นทุ่มเทในการสนับสนุนระบบการจัดการพลังงานขององค์การให้ประสบความสำเร็จ

5) การศึกษาเชิงลึกถึงอิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่มีต่อกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะแตกต่างตามประเภทธุรกิจ เช่น โรงแรมกับห้างสรรพสินค้า หรืออุตสาหกรรมอาหารกับอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น เพื่อให้การวางนโยบายมีความละเอียดลึกซึ้งยิ่งขึ้น

5.4 สรุปบทที่ 5 (บทสรุปและข้อเสนอแนะ)

การวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้รับแบบจำลองนายความสำเร็จในการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายทั้งในภาพรวม (แบบจำลอง 2.6) และแยกพิจารณาระหว่างอาคารควบคุม (แบบจำลอง 3.1.12) และโรงงานควบคุม (แบบจำลอง 3.2.10) ซึ่งทำให้สามารถยืนยันความถูกต้องของสมมติฐานเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลเชิงบวกต่อความสำเร็จในการจัดการพลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันเป็นจำนวน 15 ปัจจัย อันประกอบด้วย ข้อกำหนดที่มีอยู่ในระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย จำนวน 5 ขั้นตอน คือ

(1) ขั้นตอนที่ 1 การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน

(2) ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

(3) ขั้นตอนที่ 5 การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานฯ

(4) ขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตาม และประเมินการจัดการพลังงาน และ

(5) ขั้นตอนที่ 8 การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน

และปัจจัยสำหรับกำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานที่ค้นพบจาการทบทวนวรรณกรรมและสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องอีกเป็นจำนวน 10 ปัจจัยคือ

(1) การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ

(2) ความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน

(3) ความพร้อมของเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตาม

(4) สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ

(5) ผลตอบแทนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน

(6) การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน

(7) การสื่อสารแบบสองทาง

(8) มาตรการจูงใจให้บรรลุเป้าหมายด้านพลังงาน

(9) การประยุกต์ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ และ

(10) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงาน

อันนำมาสู่ข้อเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย อันประกอบด้วย แนวทางการปรับปรุงข้อกำหนด 5 แนวทาง ประกอบด้วย

(1) การประยุกต์ใช้ข้อกำหนดเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์

(2) การเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับการทบทวนความพร้อมของเครื่องมือวัดและติดตาม

(3) การเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับบทบาทด้านพลังงานของพนักงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงาน

(4) การเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับช่องทางการรับฟังความเห็นและการติดตามความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง c]t

(5) การเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับการรับรองสถานะอำนาจที่จำเป็นในการสนับสนุนระบบการจัดการพลังงานในองค์การ

และแนวทางการปรับปรุงกลไกการส่งเสริมและผลักดันอีก 5 แนวทาง ประกอบด้วย

(1) การยกระดับความชัดเจนของเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงาน

(2) การส่งเสริมและผลักดันให้บรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ได้กำหนดไว้

(3) การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน

(4) การส่งเสริมให้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการจัดการพลังงาน และ

(5) การยกระดับความสมบูรณ์ในการดำเนินการตามข้อกำหนดฯ ที่มีอยู่เดิม

โดยมีข้อเสนอแนะแนวทางการวิจัยต่อยอดในเชิงวิชาการประกอบด้วย

(1) การเพิ่มความครอบคลุมของตัวแปรอิสระที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

(2) การหาแนวทางการแบ่งแยกระดับชั้น (Scale) ในการวัดค่าตัวแปรอิสระ (ตัวแปรทำนาย) ให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น

(3) การประยุกต์ใช้แบบแผนการวิจัยแบบทดลองหรือกึ่งทดลอง

(4) การศึกษาเชิงลึกถึงแนวทางการจูงใจผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน และ

(5) การศึกษาเชิงลึกถึงอิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่มีต่อกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะแตกต่างตามประเภทธุรกิจ

บรรณานุกรม

DPU

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กฎกระทรวงกำหนดคุณสมบัติ จำนวน และหน้าที่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน พ.ศ 2552. (2552, 31 กรกฎาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 126 ตอนที่ 49 ก. หน้า 20-25.

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ.2552. (2552, 23 กรกฎาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 129 ตอนที่ 47 ก. หน้า 7-12.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2552). *คู่มือพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม*. ผู้แต่ง.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2559ก). *คู่มือการปฏิบัติงานการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานตามมาตรฐาน ISO 50001*. ผู้แต่ง.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2559ข). *คู่มือฝึกอบรม การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน*. ผู้แต่ง.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2562). *รายชื่ออาคารควบคุม (ปรับปรุง 25 ม.ค. 62)* และ *รายชื่อ โรงงานควบคุม (ปรับปรุง 25 ม.ค.62)*. https://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=102.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2563ก). *แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2561-2580*. ผู้แต่ง.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2563ข). *รายงานการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย, 9*(9).

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2551). *การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฑามาศ พุดสีเสน, และจิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์. (2563). การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสู่มาตรฐานสากล ISO 50001: 2018. *วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, 31*(3), 179-185.

ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552. (2552, 26 ตุลาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 126 ตอนพิเศษ 157 ง. หน้า 52-65.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4413 (พ.ศ. 2555), ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระบบการจัดการพลังงาน – ข้อกำหนดและข้อแนะนำการใช้. (2555, 4 กรกฎาคม). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 129 ตอนพิเศษ 105 ง. หน้า 10.

ประกาศคณะกรรมการกำหนดมาตรฐานด้านการตรวจสอบและรับรอง ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2562), ออกตามความในพระราชบัญญัติการมาตรฐานแห่งชาติ พ.ศ. 2551 เรื่อง กำหนดมาตรฐานการตรวจสอบและรับรองแห่งชาติ ระบบการจัดการพลังงาน – ข้อกำหนดและข้อแนะนำในการใช้. (2562, 25 ตุลาคม). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 136 ตอนพิเศษ 265 ง. หน้า 33.

พระราชกฤษฎีกากำหนดโรงงานควบคุม พ.ศ. 2540. (2540, 19 มีนาคม). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 114 ตอนที่ 6 ก. หน้า 6-9.

พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538. (2538, 14 สิงหาคม). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 112 ตอนที่ 33 ก. หน้า 8-11.

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550. (2550, 4 ธันวาคม). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 124 ตอนที่ 87 ก. หน้า 1-10.

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535. (2535, 2 เมษายน). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 109 ตอนที่ 33. หน้า 1-20.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิเชฐ ปะเสนะ, และสมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์. (2557). การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสู่มาตรฐานสากล ISO 50001: 2011 สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. *วารสารวิจัยพลังงาน, 11*(1), 1-14.

เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย. (2549). *หลักการและการใช้สถิติการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว สำหรับการวิจัยทางการพยาบาล.* ชานเมืองการพิมพ์.

รัตนะ บัวสนธ์. (2551). *การวิจัยเชิงคุณภาพทางการศึกษา.* คาสมัย.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2554). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2554.* ผู้แต่ง.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2545). *สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2555). มาตรฐาน ISO 50001 : 2011 เพิ่มประสิทธิภาพ ลดค่าพลังงานให้องค์กร. *วารสารนโยบายพลังงาน, 95*, 69.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2563). *รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2563*. ผู้แต่ง.

เอื้อมพร หลินเจริญ. (2555). เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ. *วารสารการวัดผลการศึกษา, 17*(1), 17-29.

ภาษาอังกฤษ

Adelaziz, E. A., Saidur, R., & Mekhilef, S. (2011). A review on energy saving strategies in industrial sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15*, 150–168.

Akgun, A. E., Lynn, G. S., & Reilly, R. R. (2002). Multi-dimensionality of learning in new product development teams. *European Journal of Innovation Management, 5*(2), 57–72.

Akgun, A. E., Lynn, G. S., & Yilmaz, C. (2006). Learning process in new product development teams and effects on product success: A socio-cognitive perspective. *Industrial Marketing Management, 35*(2), 210–224.

Al-Ali, A. R., Zualkernan, I. A., Rashid, M., Gupta, R., & AliKarar., M. (2017). A smart home energy management system using IoT and big data analytics approach. *IEEE Transactions on Consumer Electronics, 63*(4), 426-434.

Al-Balushi, S., Sohal, A. S., Singh, P. J., Al-Hajri, A., Al-Farsi, Y. M., & Al-Abri, R. (2014). Readiness factors for lean implementation in healthcare settings: A literature review. *Journal of Health Organization and Management, 28*(2), 135-153.

Al-Najem, M., Dhakal, H., & Bennett, N. (2012). The role of culture & leadership in lean transformation: A review & assessment model. *International Journal of Lean Thinking*, *3*(1), 119-138.

Björkman, T., Cooremans, C., Nehler, T., & Thollander, P. (2016). Energy management: A driver to sustainable behavioural change in companies. *ECEEE 2016 Industrial Study,* 379-387.

Bowerman, B. L., & O'Connell, R. T. (1990*). Linear statistical models: An applied approach* (2nd ed.). Duxbury.

Bradley, J. H., & Hebert, F. J. (1997). The effect of personality type on team performance. *Journal of Management Development, 16*(5), 337–353.

Brundu, F. G., Patti, E., Osello, A., Giudice, M. D., Rapetti, N., Krylovskiy, A., Jahn, M., Verda, V., Guelpa, E., Rietto, L., & Acquaviva, A. (2017). IoT software infrastructure for energy management and simulation in smart cities. *IEEE Transactions on Industrial Informatics, 13*(2), 832-840.

Buhalis, D., Harwood, T., Bogicevic, V., Viglia, G., Beldona, S., & Hofacker, C. (2019). Technological disruptions in services: lessons from tourism and hospitality. *Journal of Service Management, 30*(4), 484-506.

Bullen, C. V., & Rockart, J. F. (1981). A primer on critical success factors. *Center for Information Systems Research Working Paper*, No. 69.

Carleysmith, S. W., Dufton, A. M., & Altria, K. D. (2009). Implementing lean sigma in pharmaceutical research & development: A review by practitioners. *R&D Management, 39*(1), 95-106.

Chongwatpol, J. (2016). Managing big data in coal-fired power plants: A business intelligence framework. *Industrial Management & Data Systems, 116*(8), 1779-1799.

Craig, A. A. (2018). Influencing cultural change as a new energy manager. *Energy Engineering*, *115*(4), 38-45.

Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd ed.). SAGE.

Dayan, M. (2010). Managerial trust and NPD team performance: team commitment and longevity as mediators. *Journal of Business & Industrial Marketing, 25*(2), 94–105.

Dayan, M., & Colak, M. (2008). The role of procedural justice in the new product development process. *European Journal of Innovation Management, 11*(2), 199–218.

Dayan, M., & Di Benedetto, C. A. (2009). Antecedents and consequences of teamwork quality in new product development projects: An empirical investigation. *European Journal of Innovation Management, 12*(1), 129–155.

Delgado, C., Ferreira, M., & Branco, C. M. (2010). The implementation of lean six sigma in financial services organizations. *Journal of Manufacturing Technology Management, 21*(4), 512–523.

Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis.* Center for Advanced Engineering Study, Massachusetts Institute of Technology.

Douglas, W. H. (2009). *The failure of risk management: Why it's broken and how to fix it*. John Wiley & Sons.

Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. Minnesota.

Fayol, H. (1949). *General and industrial management*. Sir Isaac Pitman & Sons.

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety [BMU]. (2010). *DIN EN 16001: Energy management systems in practice, a guide for companies and organizations*. Author.

Foss, N., & Lindenberg, S. (2013). Microfoundations for strategy: A goal-framing perspective on the drivers of value creation. *Academy of Management Perspectives, 27*(2), 85–102.

Frederiks, E. R., Stenner, K., & Hobman, E. V. (2015). Household energy use: Applying behavioural economics to understand consumer decision-making and behavior. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *41*, 1385–1394.

Girard, J. P., & Girard, J. L. (2015). Defining knowledge management: Toward an applied compendium. *Online Journal of Applied Knowledge Management, 3*(1), 14.

Guttentag, D. A., & Smith, S. L. (2017). Assessing airbnb as a disruptive innovation relative to hotels: Substitution and comparative performance expectations. *International Journal of Hospitality Management, 64*, 1-10.

Guzhov, S., & Krolin, A. (2018). Use of big data technologies for the implementation of energy-saving measures and renewable energy sources in buildings, 2018 Renewable Energies. *Power Systems & Green Inclusive Economy (REPS-GIE), Casablanca*, 1-5.

Håkonsson, D. D., Obel, B., Eskildsen, J. K., & Burton, R. M. (2016). On cooperative behavior in distributed teams: The influence of organizational design, media richness, social interaction, and interaction adaptation. *Frontiers in Psychology, 7*, 692.

Hoegl, M., & Gemuenden, H. G. (2001). Teamwork quality and the success of innovative projects: A theoretical concept and empirical evidence. *Organization Science, 12*(4), 435–449.

Hoegl, M., Weinkauf, K., & Gemuenden, H. G. (2004). Interteam coordination, project commitment, and teamwork in multiteam R&D projects: A longitudinal study. *Organization Science, 15*(1), 38–55. https://doi.org/10.1287/orsc.1030.0053

Horwitz, S. K., & Horwitz, I. B. (2007). The effects of team diversity on team outcomes: A meta-analytic review of team demography. *Journal of Management, 33*(6), 987–1015.

Huang, E. Y., & Lin, S. C. (2006). How R & D management practice affects innovation performance: An investigation of the high-tech industry in Taiwan. *Industrial Management & Data Systems, 106*(7), 966–996.

International Energy Agency [IEA]. (2019). *World energy balances: Database documentation.* Author.

International Energy Agency [IEA]. (2021). *Our world in data: Global direct primary energy consumption*. https://ourworldindata.org/grapher/global-primary-energy?time=earliest..latest.

International Organization for Standardization [ISO]. (2018). *ISO 50001:2018 Energy management systems requirements with guidance for use*. Author.

Jeurissen, R. (2000). John Elkington, Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business. *Journal of Business Ethics, 23*, 229-231.

Johansson, M. T. (2015). Improved energy efficiency within the Swedish steel industry: The importance of energy management and networking. *Energy Efficiency*, *8*(4), 713–744.

Johnson, B., & Turner, L. A. (2003). Data collection strategies in mixed methods research. *Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research*, 297-319.

Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher, 33*(7), 14-26.

Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement, 30*(3), 607-610.

Krushna, M., Alm, R., Hallgren, R., Bischoff, L., Tuglu, N., Kuai, L., Yang, Y., & Umoru, I. (2018). A behavioral change-based approach to energy efficiency in a manufacturing plant. *Energy Efficiency*, *11*(2), 1103-1116.

Lasswell, H. D. (1948). The structure and function of communication in society. In L. Bryson (ed.), *The communication of ideas* (pp. 37–51). Harper and Row.

Liu, W.-H., & Cross, J. A. (2016). A comprehensive model of project team technical performance. *International Journal of Project Management*, *34,* 1150–1166.

Locke, E. A., & Latham, G. P. (2013). *New developments in goal setting and task performance*. Routledge.

Long, J. S. (1997). *Regression models for categorical and limited dependent variables*. SAGE.

Lubowe, D., & Blitz, A. (2008). Driving operational innovation using lean six sigma. *Business Performance Management*, *6*(3), 10-15.

Malhotra, M. K., & Grover, V. (1998). An assessment of survey research in POM: From constructs to theory. *Journal of Operations Management, 16*(4), 407-425.

Manville, G., Greatbanks, R., Krishnasamy, R., & Parker, D. (2012). Critical success factors for lean six sigma programmes: A view from middle management. *International Journal of Quality & Reliability Management*, *29*(1), 7-20.

Marquardt, M. J. (2002). *Building the learning organization: Mastering the 5 elements for corporate learning*. Davies-Black.

Mawed, M., & Al-Hajj, A. (2017). Using big data to improve the performance management: A case study from the UAE FM industry. *Facilities, 35*(13/14), 746-765.

Menard, S. (2002). *Applied logistic regression analysis* (2nd ed.). SAGE.

Myers, R. (1990). *Classical and modern regression with applications* (2nd ed.). Duxbury.

Neuhaus, K., & Guarraia, P. (2007). Want more from lean six sigma. *Harvard Management Update, 12*(12), 3-5.

Nisiforou, O. A., Poullis, S., & Charalambides, A. G. (2012). Behaviour, attitudes and opinion of large enterprise employees with regard to their energy usage habits and adoption of energy saving measures. *Energy and Buildings, 55*, 299–311.

Nixon, P., Harrington, M., & Parker, D. (2012). Leadership performance is significant to project success or failure: A critical analysis. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *61*(2), 204–216.

ODYSSEE-MURE. (2015). *Synthesis: Energy efficiency trends and policies in the EU: An analysis based on the ODYSSEE and MURE databases*. https://www.odyssee-mure.eu/publications/archives/synthesis-energy-efficiency-trends-policies.pdf

Owen, P., & Beevor, J. (2009). Learnings from the government's act on CO_2. Carbon calculator for the UK domestic sector. In *First European conference on energy efficiency and behavior 2009,* Maastricht, Netherlands.

Parkhi, S. S. (2019). Lean management practices in healthcare sector: A literature review. *Benchmarking: An International Journal, 26*(4), 1275-1289.

Patrashkova-Volzdoska, R., McComb, S. A., Green, S. G., & Compton, W. D. (2003). Examining a curvilinear relationship between communication frequency and team performance in cross-functional project teams. *IEEE Transactions on Engineering Management, 50*(3), 262–269.

Pimentel, L., & Major, M. (2016). Key success factors for quality management implementation: Evidence from the public sector. *Total Quality Management & Business Excellence*, *27*(9), 997–1012.

Pinto, M. B., & Pinto, J. K. (1990). Project team communication and cross functional cooperation in new program development. *Journal of Product Innovation Management, 7*(3), 200–212.

Pituch K. A., & Stevens J. P. (2016). *Applied multivariate statistics for the social sciences* (6th ed.). Routledge.

Poveda-Orjuela, P. P., García-Díaz, J. C., Pulido-Rojano, A., & Cañón-Zabala, G. (2019). ISO 50001: 2018 and its application in a comprehensive management system with an energy-performance focus. *Energies, 12*(24), 4700. https://doi.org/10.3390/en12244700.

Psychogios, A., & Tsironis, L. K. (2016). Road towards Lean Six Sigma in service industry: A multi-factor integrated framework. *Business Process Management Journal*, *22*(4), 812-834.

Reagans, R., Zuckerman, E., & McEvily, B. (2004). How to make the team: social networks vs. demography as criteria for designing effective teams. *Administrative Science Quarterly, 49*(1), 101–133.

Robbins, S. P. (2001). *Organizational behavior*. Prentice Hall.

Robbins, S. P., & Coulter, M. (2007). *Management* (9th ed.). Prentice Hall.

Robinson, S., Radnor, Z. J., Burgess, N., & Worthington, C. (2012). SimLean: Utilizing simulation in the implementation of lean in healthcare. *European Journal of Operational Research, 219*(1), 188-197.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations*. Free Press.

Rohdin, P., & Thollander, P. (2006). Barriers to and driving forces for energy efficiency in the non-energy intensive manufacturing industry in Sweden. *Energy*, *31*(12), 1500–1508.

Rouse, M. (2019). *Internet of things (IoT)*. https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT

Ryan, S., & O'Connor, R. V. (2009). Development of a team measure for tacit knowledge in software development teams. *Journal of Systems and Software, 82*(2), 229–240.

Schein, E. (1990). *Organizational culture and leadership*. Jossey-Bass.

Schramm, W. L. (1954). *The process and effects of mass communication.* University of Illinois Press.

Scott, S. G. (1997). Social identification effects in products and process development teams. *Journal of Engineering and Technology Management, 14*(2), 97–128.

Sensky, T. (2002). Knowledge management. *Advances in Psychiatric Treatment, 8*(5), 387–395.

Shakil, A. M. (2012). Impact of organizational culture on performance management practices in Pakistan. *Business Intelligence Journal, 5*(1), 50–55.

Shokouhyar, S., Pahlevani, N., & Sadeghi, F. M. M. (2019). Scenario analysis of smart, sustainable supply chain on the basis of a fuzzy cognitive map. *Management Research Review, 43*(4), 463-496. https://doi.org/10.1108/MRR-01-2019-0002.

Sickles, R., & Zelenyuk, V. (2019). *Measurement of productivity and efficiency: Theory and practice*. Cambridge University Press

Steg, L., v. d. Berg, A. E., & d. Groot, J. I. M. (2013). *Environmental psychology: An introduction*. John Wiley & Sons.

Thamhain, H. J. (1990). Managing technologically innovative team efforts toward new product success. *Journal of Product Innovation Management, 7*(1), 5–18.

Thamhain, H. J. (2003). Managing innovative R&D teams. *R&D Management, 33*(3), 297–311.

Thamhain, H. J., & Wilemon, D. L. (1987). Building high performing engineering project teams. *IEEE Transactions on Engineering Management, 34*(3), 130–137.

Thollander P., & Johansson M. (2015). Energy management in industry: Success factors and way forward. In *World Engineering Conference and Convention (WECC),* Kyoto.

Thollander, P., & Ottosson, M. (2010). Energy management practices in Swedish energy-intensive industries. *Journal of Cleaner Production, 18*(12), 1125–1133.

Thollander, P., & Palm, J. (2013). *Improving energy efficiency in industrial energy systems*. Springer.

Timans, W., Antony, J., Ahaus, K., & Van Solingen, R. (2012). Implementation of lean six sigma in small- & medium-sized manufacturing enterprises in the Netherlands. *Journal of the Operational Research Society*, *63*(3), 339–353.

Tushar, W., Wijerathne, N., Li, W. T., Yuen, C., Poor, H. V., Saha, T. K., & Wood, K. L. (2018). Internet of things for green building management: Disruptive innovations through low-cost sensor technology and artificial intelligence. *IEEE Signal Processing Magazine, 35*(5), 100-110.

United Nations. (1992). *United Nations framework convention on climate change*. Author.

United Nations. (2015). Adoption of the Paris agreement. In *21st conference of the parties,* Paris.

United Nations. (2021). *Global indicator framework for the sustainable development goals and targets of the 2030 agenda for sustainable development*. Author.

Van Der Werf, E., & Steg, L. (2016). The psychology of participation and interest in smart energy systems: Comparing the value-belief-norm theory and the value-identity-personal norm model. *Energy Research & Social Science, 22,* 107–114.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking* (2nd ed.). Simon & Schuster.

Yeh, Y. J., & Chou, H. W. (2005). Team composition and learning behaviors in cross-functional teams. *Social Behavior and Personality, 33*(4), 391–402. https://doi.org/10.2224/sbp.2005.33.4.391

Zarembka, P. (1974). *Frontiers in econometrics*. Academic Press.

ภาคผนวก

DPU

ภาคผนวก ก
ผลการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ

ก.1 ผลการสัมภาษณ์ตัวอย่างที่ 1
(ผู้มีหน้าที่กำกับดูแลการปฏิบัติตามระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ)

หน่วยงาน: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (กระทรวงพลังงาน)
ตำแหน่ง: ผู้อำนวยการกองกำกับและอนุรักษ์พลังงาน

ความสำเร็จและแนวทางการวัดผลสำเร็จจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- ภาพรวมของการประยุกต์ใช้มาตรการระบบการการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทยถือว่าประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับแนวทางที่เคยใช้ในกลุ่มเป้าหมายเดียวกัน (โรงงานควบคุมและอาคารควบคุม) มาก่อนหน้านี้ อย่างการตรวจวิเคราะห์พลังงาน (Energy Audit) ซึ่งมีลักษณะเป็นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการเชิงวิศวกรรม (Engineering solution) ในขณะที่การประยุกต์ระบบการจัดการพลังงานมีลักษณะเป็นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการเชิงบริหารจัดการ (Management solution) โดยมี Keyword คือ การอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นระบบภายใต้การมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์การ
- ทั้งนี้ พพ. พิจารณาความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานจากการบรรลุเป้าหมายในด้านการอนุรักษ์พลังงานของประเทศ โดยอ้างอิงจากแผนการอนุรักษ์พลังงาน (EEP) ซึ่งได้ถ่ายทอดเป้าหมายดังกล่าวกระจายลงไปตามมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่นำมาใช้ และสำหรับมาตรการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานนั้นผลจากการรวบรวมปริมาณผลกระหยัดที่เกิดขึ้นตามที่ปรากฏในรายงานการจัดการพลังงานที่ได้นำส่งให้กับ พพ. พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับร้อยละ 90-100 ของเป้าหมาย จึงถือได้ว่าบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานของประเทศ
- นอกจากนี้ยังสามารถวัดได้จากผลกระทบโดยอ้อมอันได้แก่ความใส่ใจในด้านการอนุรักษ์พลังงานของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งพบว่ากลุ่มเป้าหมายมีความสนใจที่จะเข้าร่วมโครงการส่งเสริมสนับสนุนด้านการอนุรักษ์พลังงานในลักษณะอื่นเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับผลงานในระดับชั้นของการประกวดแข่งขันด้านการอนุรักษ์พลังงานอย่าง Thailand Energy Award และ ASEAN Energy Award ซึ่งประเทศไทยมีผลงานโดดเด่นทั้งในด้านการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานมาอย่างต่อเนื่อง ก็พอแสดงให้เห็นว่าการกระตุ้นกลุ่มเป้าหมายด้วยระบบการจัดการพลังงานนั้นทำให้เกิดพัฒนาการด้านการอนุรักษ์พลังงาน

- สำหรับในส่วนของผลกระทบที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยรวมอย่างค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) และค่าความเข้มการใช้พลังงาน (EI) นั้น ก็ถือว่ามีแนวโน้มที่ดีขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งมูลเหตุที่ค่าดังกล่าวไม่ได้ลดลงอย่างชัดเจนอาจมีผลมาจากปัจจัยภายนอกบางอย่างที่ส่งผลต่อดัชนีประสิทธิภาพได้เช่นกัน

ปัญหา อุปสรรค ของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- สำหรับช่วงเริ่มต้น ปัญหาหลักคือ การทำความเข้าใจและสร้างการยอมรับในกลุ่มเป้าหมายเพื่อให้เกิดความร่วมมือในการดำเนินการตามข้อกำหนดได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการสร้างกลไกความพร้อมเพื่อรองรับการบังคับใช้ข้อกำหนดกับกลุ่มเป้าหมายซึ่งมีจำนวนมากเกือบ 10,000 แห่งทั่วประเทศ
- ในช่วงระยะเวลาถัดมา ปัญหาหลักคือ การการติดตามและวัดผลที่เกิดขึ้นให้มีความชัดเจนเป็นรูปธรรม เพื่อให้ได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เนื่องจากผลประหยัดพลังงานนั้นเป็นสิ่งที่จับต้องได้ยาก จึงทำให้มีความยุ่งยากซับซ้อนในการวัดผลและจำเป็นต้องมีการเครื่องมือและกระบวนการมารองรับให้เกิดความน่าเชื่อถือ นอกจากนี้พบว่ามีอุปสรรคในการบังคับใช้บทลงโทษตามกฎหมายจากมูลเหตุหลายประการ เช่น ความไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ หรือ การยอมรับของกลุ่มเป้าหมาย ทำให้ไม่สามารถใช้กลไกลบทลงโทษในการผลักดันกลุ่มเป้าหมายให้อนุรักษ์พลังงานได้อย่างเต็มรูปแบบ
- ในช่วงเวลาปัจจุบัน ปัญหาหลักคือ การยกระดับระบบการจัดการพลังงานให้สามารถนำไปสู่การอนุรักษ์พลังงานในระดับที่สูงขึ้นเนื่องจากรูปแบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในปัจจุบันนั้นได้มีการประยุกต์ใช้มาเป็นเวลามากกว่า 10 ปีแล้ว จึงอาจเกิดสภาวะอิ่มตัว คือ ไม่สามารถพัฒนาประสิทธิภาพด้านพลังงานต่อไปได้อีก รวมถึงการที่ควรต้องมีการพัฒนากลไกระบบการจัดการพลังงานและการกำกับดูแลให้ก้าวทันกับบริบทที่เปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะเป็นในด้านเทคโนโลยี ข้อกฎหมาย มาตรฐาน หรือ ภาพแวดล้อมอื่นๆ เป็นต้น

แนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงผลสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

มีแนวคิดที่จะยกระดับกระบวนการจัดการพลังงานให้อยู่บนพื้นฐานของการตั้งเป้าหมาย (Target base) มากขึ้น โดยพยายามผลักดันให้กลุ่มเป้าหมายมุ่งที่จะสร้างผลผลิตหรือผลลัพธ์ (Output/Outcome) ในรูปของการอนุรักษ์พลังงานที่จับต้องได้ โดยอาจมีการกำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานขั้นต่ำเป็นรายปี พร้อมทั้งอาจใช้แนวทางการสร้าง

- แรงจูงใจ (Incentive base) ด้วยการสร้างตลาดซื้อขายเครดิต (Credit) ด้านการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อยกระดับคุณค่าของผลตอบแทนที่เกิดจากการอนุรักษ์พลังงานที่ได้รับการรับรองให้สามารถสร้างผลตอบแทนได้มากขึ้น (ภาครัฐอาจเป็นผู้รับซื้อเครดิตดังกล่าวในช่วงเริ่มต้น)
- ต้องการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับให้มีความสอดคล้องหรือสามารถพัฒนาต่อไปสู่มาตรฐานการจัดการพลังงานสากล (ISO 50001) ได้โดยง่าย เพื่อเพิ่มอรรถประโยชน์ของการดำเนินการตามระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นผู้ประกอบธุรกิจรายใหญ่ ให้สามารถพัฒนาต่อยอดไปสู่มาตรฐานที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล อันจะส่งผลเชิงบวกต่อภาพลักษณ์และโอกาสทางการค้าได้มากขึ้น

ความเห็นที่มีต่อปัจจัยที่อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

- การคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมภายนอก เช่น สภาพเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยี สนธิสัญญาการค้าระหว่างประเทศ หรือข้อตกลงด้านสิ่งแวดล้อม อาจส่งผลต่อทั้งแนวทางและความมุ่งมั่นในการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานของกลุ่มเป้าหมายได้ โดยเฉพาะสำหรับธุรกิจขนาดใหญ่ที่มีการนำเข้า-ส่งออก (ขึ้นกับประเภทของธุรกิจ)
- การหามาตรการที่จะสร้างแรงจูงใจให้สถานประกอบการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งต้องทราบให้ได้ว่าอะไรจะเป็นสิ่งที่จะจูงใจผู้ประกอบการให้สนใจที่จะดำเนินการจัดการพลังงานอย่างได้ผลและเป็นบทบาทที่สำคัญของหน่วยงานภาครัฐที่จะดำเนินมาตรการสร้างแรงจูงใจดังกล่าว
- มีความเป็นไปได้ที่จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาสนับสนุนการดำเนินงานในด้านการจัดการพลังงาน แต่ไม่ใช่การแทนที่ทรัพยากรมนุษย์ทั้งหมดเนื่องจากพิจารณาว่าทรัพยากรมนุษย์ยังคงเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญต่อการจัดการพลังงาน

ก.2 ผลการสัมภาษณ์ตัวอย่างที่ 2

(ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ)

ประเภท: อาคารควบคุม (โรงแรม) ***ตำแหน่ง: ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (สามัญ)***

ความสำเร็จและแนวทางการวัดผลสำเร็จจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- ถือได้ว่าประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง เนื่องจากทำให้เกิดมาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงแรมขึ้นอย่างต่อเนื่อง และทำให้การอนุรักษ์พลังงานได้รับความสนใจจากผู้บริหารมากขึ้น
- อย่างไรก็ดีผลการดำเนินงานดังกล่าวยังไม่ค่อยแสดงให้เห็นถึงต้นทุนด้านพลังงานที่ลดลงอย่างเป็นรูปธรรมได้มากนัก ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลมาจากการขยายของตัวโรงแรม แต่หากพิจารณาจากการใช้พลังงานต่อจำนวนผู้เข้าพักหรือผู้ใช้บริการก็อาจมีแนวโน้มที่ลดลง

ปัญหา อุปสรรค ของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- ในช่วงเริ่มต้นพบว่าบุคลากรของโรงแรมยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานเป็นอย่างมาก ทำให้การขับเคลื่อนระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับเป็นไปอย่างค่อนข้างยากลำบาก และกลายเป็นภาระงานที่หนักของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน โดยเฉพาะภาระงานเกี่ยวกับการจัดทำเอกสาร และการจัดกิจกรรม เนื่องจากผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเองก็มีภาระงานประจำในการดูแลและซ่อมบำรุงตัวอาคารและเครื่องจักร/อุปกรณ์ในโรงงาน ในขณะที่คณะทำงานฯ แต่ละท่านก็มีภาระงานที่ค่อนข้างเต็มเวลาอยู่แล้ว ซึ่งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานไม่สามารถไปสั่งการให้บุคลากรอื่นให้ความร่วมมือได้
- ทางโรงแรมไม่มีอุปกรณ์/เครื่องมือที่จะใช้ในการตรวจวัดเพื่อประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานในบางมาตรการ เช่น การวัดแบบบันทึกการใช้ไฟฟ้าต่อเนื่อง หรือ การวัดอัตราการไหลของของไหลในท่อ เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถตัดสินใจว่าควรจะดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานหรือไม่ ซึ่งหากเป็นมาตรการที่ลงทุนสูงอย่างการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นก็อาจขอให้ผู้ขาย (Supplier) ช่วยดำเนินการให้ได้แต่ก็ไม่แน่ใจว่าจะเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดเนื่องจากมีผลประโยชน์ทับซ้อน ในขณะที่มาตรการที่มีการลงทุนไม่มากอย่างการเปลี่ยนวาล์วน้ำอาจไม่สามารถหาผู้ดำเนินการตรวจวัดให้ได้ต้องใช้การคาดเดาทางอ้อม ซึ่งอาจไม่น่าเชื่อเพียงพอที่จะได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการจากผู้บริหาร

- ทางโรงแรมมีข้อจำกัดในการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ต้องมีการปรับปรุงขนาดใหญ่ เช่น การปรับปรุงกรอบอาคาร หรือ การปรับปรุงระบบทำความเย็นรวมศูนย์ เป็นต้น เนื่องจากเปิดให้บริการ 24 ชม. 365 วัน ดังนั้น จึงต้องหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อการให้บริการระหว่างการปรับปรุง ทำให้ต้องเลื่อนการปรับปรุงไปเรื่อยๆ (เช่น มาปรับปรุงในช่วงที่ได้รับผลกระทบจาก COVID-19 เป็นต้น) นอกจากนี้การปรับปรุงบางอย่างอาจส่งผลกระทบต่อความสวยงาม และความสะดวก ในการให้บริการ ซึ่งสำคัญกว่าการอนุรักษ์พลังงานในมุมมองของผู้บริหาร
- มาตรการปรับปรุงตัวอาคารหรือระบบ/อุปกรณ์ที่มีการใช้งานอยู่เดิม บางส่วนแม้จะพบว่ามีประสิทธิภาพด้านพลังงานที่ไม่ดี แต่ก็ไม่คุ้มค่าที่จะปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงถ้ายังไม่หมดอายุใช้งาน

แนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงผลสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

- ควรมีแนวทางการปรับลดภาระงานและเอกสารที่ใช้ประกอบการดำเนินระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ โดยมุ่งเน้นไปที่ผลการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานเป็นสำคัญ โดยอาจนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อลดภาระในการบริหารจัดการ เช่น การใช้ E-Form
- ควรมีมาตรการจูงใจหรือสนับสนุนให้ผู้ประกอบการสนใจที่จะดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานมากขึ้น เช่น การให้การรับรอง การให้ส่วนลดภาษี หรือ การเข้าถึงมาตรการอุดหนุนในลักษณะใดๆ
- ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับต้นแบบการอนุรักษ์พลังงานที่ทันสมัยสำหรับผู้ประกอบกิจการแต่ละประเภท เช่น โรงแรมที่ในปัจจุบันสามารถมีแนวทางการอนุรักษ์พลังงานอย่างไรได้บ้าง เป็นต้น

ความเห็นที่มีต่อปัจจัยที่อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

- การสนับสนุนของผู้บริหาร มีความสำคัญมากเนื่องจากการจัดการพลังงานต้องการการสนับสนุนทั้งอุปกรณ์เครื่องมือ เงินลงทุน รวมถึงการว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญเข้ามาช่วยดำเนินการ ซึ่งหากผู้บริหารไม่ให้การสนับสนุนก็จะดำเนินการไม่เป็นผลอย่างแน่นอน
- การรู้ถึงหน้าที่ของบุคลากรในองค์การ เนื่องจากการอนุรักษ์พลังงานเกี่ยวข้องกับบุคลากรในสถานประกอบการแทบทุกตำแหน่งงาน จึงจำเป็นที่จะต้องทำให้บุคลากรในแต่ละตำแหน่งงานรู้ถึงหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานเป็นประจำ เช่น การปิด

ไฟ-ถอดปลั๊ก ในห้องพักโดยแม่บ้าน หรือ การควบคุมอุณหภูมิในพื้นที่สัมมนาโดยฝ่ายจัดเลี้ยง เป็นต้น

- การสื่อสารภายในองค์การ เนื่องจากแต่ละส่วนงานมีข้อจำกัดในการอนุรักษ์พลังงานที่แตกต่างกันตามลักษณะงาน จึงจำเป็นที่จะต้องรับฟังและแลกเปลี่ยนความเห็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานระหว่างกันอย่างต่อเนื่อง (และใจเย็น) เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการนำมาตรการอนุรักษ์พลังงานไปปฏิบัติ
- การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ามาสนับสนุนการจัดการและการอนุรักษ์พลังงาน เทคโนโลยีในปัจจุบันช่วยลดภาระเกี่ยวกับการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานได้ เช่น การจัดกิจกรรมประชุมแบบ Online Conference การใช้ Sensor ตรวจจับความเคลื่อนไหว หรือตรวจจับแสงสว่าง มาควบคุมการเปิด-ปิด ไฟฟ้าแสงสว่างแทนมนุษย์ เป็นต้น

ก.3 ผลการสัมภาษณ์ตัวอย่างที่ 3

(ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ)

ประเภท: อาคารควบคุม (สถาบันการศึกษา) ***ตำแหน่ง: ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (สามัญ)***

ความสำเร็จและแนวทางการวัดผลสำเร็จจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- มองว่าระบบการจัดการพลังงานของมหาวิทยาลัยยังไม่ประสบความสำเร็จมากนัก โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยก็ยังคงมีแนวโน้มที่สูงขึ้นทุกปี และพฤติกรรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานของบุคลากรและนิสิตในมหาวิทยาลัยก็ยังไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปมากนัก เมื่อเทียบกับช่วงเวลาก่อนที่จะมีการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ
- มาตรการและกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงานที่เกิดขึ้นและปรากฏอยู่ในรายงานการจัดการพลังงาน ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากมาตรการอื่น เช่น การจัดอันดับ UI Green Index โครงการวิจัยและพัฒนารถ EV สำหรับให้บริการสาธารณะภายในมหาวิทยาลัย หรือ การเข้าร่วมโครงการประกวดแข่งขันด้านการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน เป็นต้น ดังนั้น ผลการอนุรักษ์พลังงานตามรายงานการจัดการพลังงานจึงมีลักษณะเป็นการรวบรวมข้อมูลการดำเนินกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงานที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยมารายงานต่อ พพ. เป็นสำคัญ (ไม่ได้เกิดจากการผลักดันของกระบวนการจัดการพลังงานภาคบังคับอย่างแท้จริง)

ปัญหา อุปสรรค ของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน เป็นสถานประกอบการขนาดใหญ่ ประกอบด้วยอาคารมากกว่า 200 อาคาร และมีโครงสร้างการบริหารประกอบด้วยหน่วยงานย่อย (คณะ/สำนัก/สถาบัน) มากกว่า 40 หน่วยงาน ทำให้การผลักดันให้เกิดการดำเนินงานตามกระบวนการจัดการพลังงานอย่างครอบคลุมนั้นเป็นไปได้ยากมาก
- การเปลี่ยนแปลงคณะผู้บริหารมหาวิทยาลัยและหน่วยงานย่อย ซึ่งมีวาระ 4 ปี (หรือรักษาการ 6 เดือน – 1 ปี) มักส่งผลทำให้การดำเนินงานด้านการอนุรักษ์พลังงานขาดความต่อเนื่อง เนื่องจากหากผู้บริหารแต่ละท่านให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงานในระดับที่แตกต่างกัน ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วไม่สามารถดำเนินกิจกรรมด้านการจัดการพลังงานได้หากไม่ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหาร
- การอนุรักษ์พลังงานมักถูกมองว่าเป็นภาระงานลำดับรอง (ดำเนินการหรือไม่ดำเนินการก็ได้) และมักถูกชะลอไว้เมื่อมีภาระงานอื่นเข้ามาแทรก โดยทั้งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานและคณะทำงานด้านการจัดการพลังงานทุกท่านต่างมีภาระหน้าที่หลักในด้านอื่น
- อาคารหลายอาคารเป็นอาคารเก่าซึ่งไม่เหมาะกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากมีการรั่วไหลของอากาศและมีความร้อนเข้ามาในอาคารได้โดยง่าย ซึ่งสามารถปรับปรุงแก้ไขได้เพียงบางส่วนแต่ก็ยังคงมีความสิ้นเปลืองพลังงานในระดับสูง
- ปัจจุบันทางมหาวิทยาลัยได้รับการสนับสนุนงบประมาณเพียงบางส่วนและจำเป็นต้องหารายได้มาสนับสนุนค่าใช้จ่ายประจำ ทำให้มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการลงทุนด้านการอนุรักษ์พลังงาน

แนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงผลสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

- ควรมีการกำหนดเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานของมหาวิทยาลัย และกระจายความรับผิดชอบที่มีต่อเป้าหมายดังกล่าวไปยังหน่วยงานย่อย พร้อมทั้งมีมาตรการจูงใจ (หรือบทลงโทษ) เพื่อให้แต่ละหน่วยงานดำเนินงานให้ได้ตามเป้าหมายอย่างจริงจัง เช่น การรายงานผลการดำเนินงานในที่ประชุมผู้บริหารและผูกผันผลการดำเนินงานกับการสนับสนุนงบประมาณค่าสาธารณูปโภค รวมถึงการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ และการสนับสนุนงบประมาณในด้านอื่นๆ เป็นต้น
- ควรมีการพิจารณาเพิ่มจำนวนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานและผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโสที่ขึ้นทะเบียนกับ พพ. ให้สอดคล้องกับขนาดหน่วยงาน เนื่องจากภาระงานของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานจะเพิ่มขึ้นตามขนาดขององค์การ นอกจากนี้ยังควรให้มี

ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานดังกล่าวอย่างครอบคุลมในทุกหน่วยงานย่อยเพื่อเป็นศูนย์กลางการประสานงานและขับเคลื่อนการจัดการพลังงานในหน่วยงาน

ความเห็นที่มีต่อปัจจัยที่อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

- หน้าที่และบทบาทด้านการอนุรักษ์พลังงานของผู้บริหารหน่วยงานย่อย หากผู้บริหารหน่วยงานย่อยมีหน้าที่ความรับผิดชอบในด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจน ก็จะเป็นการช่วยผลักดันระบบการจัดการพลังงานในแต่ละส่วนงานให้เกิดขึ้นได้
- จิตสำนึกกับการมีส่วนร่วมของคนในองค์การ หากผู้บริหาร บุคลากร และนิสิตในมหาวิทยาลัยมีจิตสำนึกที่ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงานแล้ว ก็จะเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการพลังงานและทำให้เกิดอนุรักษ์พลังงานได้อย่างยั่งยืน

ก.4 ผลการสัมภาษณ์ตัวอย่างที่ 4

(ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ)

ประเภท: อาคารควบคุม (โรงพยาบาล) ตำแหน่ง: ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (สามัญ)

ความสำเร็จและแนวทางการวัดผลสำเร็จจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี โดยพบว่าสามารถควบคุมค่าดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพพลังงานอันได้แก่การปริมาณใช้พลังงานต่อพื้นที่และปริมาณการใช้พลังงานต่อจำนวนผู้ป่วยในไม่ให้เพิ่มสูงขึ้น แม้ว่าทางโรงพยาบาลจะมีการเพิ่มเติมเครื่องมือทางการแพทย์และเครื่องอำนวยความสะดวกที่ทันสมัยเข้ามาเป็นจำนวนมากตลอดช่วง 5-10 ปีที่ผ่านมา

ปัญหา อุปสรรค ของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- ปัญหาที่พบเป็นประจำคือข้อจำกัดในด้านการปฏิบัติงานในแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่ซึ่งให้บริการเกี่ยวกับการตรวจวินิจฉัย รักษา และฟื้นฟูผู้ป่วย ซึ่งมีความอ่อนไหวต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ดังนั้น ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในพื้นที่ดังกล่าวจำเป็นต้องมีความเข้าใจเป็นการเฉพาะและมีความใส่ใจในรายละเอียดของการประยุกต์ใช้มาตรการอนุรักษ์พลังงาน
- ปัญหาที่พบเป็นครั้งคราวคือการเปลี่ยนแปลงของสภาวะเศรษฐกิจและข้อกำหนด ซึ่งส่งผลต่อแผนการจัดการพลังงานที่ได้วางไว้ ตัวอย่างเช่น ผลกระทบจากการแพร่ระบาดของโรค

COVID-19 ส่งผลทำให้มีการปรับเปลี่ยนแผนการปรับปรุงบางอย่างมาดำเนินการเร็วขึ้น แต่ก็ยกเลิกบางมาตรการไปเนื่องจากลดการใช้งานบางพื้นที่ลง หรือ การยกระดับมาตรฐานคุณภาพการให้บริการของสถานพยาบาลต่างๆ ก็ส่งผลต่อแนวทางการจัดการพลังงานด้วยเช่นกัน

-

แนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงผลสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

- ด้ายเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าขึ้นในปัจจุบันน่าจะมีแนวทางใหม่ๆ ที่ทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในโรงพยาบาลได้มากขึ้น เนื่องจากโรงพยาบาลเป็นสถานประกอบการที่มีการใช้พลังงานสูง (เป็นพื้นที่ปรับอากาศแทบทั้งหมด ประกอบกับ มีอุปกรณ์/เครื่องมือจำนวนมาก และทำงาน 24 ชม./วัน 365 วัน/ปี) จึงคิดว่ามีความคุ้มค่าที่จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานใหม่ๆ เพียงแต่ต้องมีต้นแบบหรือหลักฐานยืนยันว่าเทคโนโลยีนั้นมีความเหมาะสม
- การที่จะกระตุ้นให้สถานประกอบการดำเนินการจัดการพลังงานอย่างจริงจังจำเป็นต้องเริ่มจากการจูงใจเจ้าของหรือผู้บริหารสูงสุดของสถานประกอบการให้เห็นถึงประโยชน์ที่ได้รับอย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรมจับต้องได้ เช่นการได้รับสิทธิประโยชน์ทางภาษี หรือผลตอบแทนส่วนเพิ่มในลักษณะอื่นๆ เป็นต้น จากนั้นจึงจะเกิดเป็นนโยบายและเป้าหมายที่ชัดเจนจากฝ่ายบริหารให้ผู้มีหน้าที่ขับเคลื่อนสามารถนำไปใช้อ้างอิงในการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานได้

ความเห็นที่มีต่อปัจจัยที่อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

- การแลกเปลี่ยน เรียนรู้ และพัฒนาองค์ความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงาน เนื่องจากบุคลากรส่วนใหญ่ไม่ได้ทราบถึงหลักการปฏิบัติที่ถูกต้องในการใช้พลังงานในระบบที่ตนเองมีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น ระบบปรับอากาศ หรือ ระบบทำความร้อน เป็นต้น ทำให้อาจการปฏิบัติทีทำให้เกิดความสูญเสียโดยไม่ตั้งใจ ดังนั้น นอกจากการอบรมให้ความรู้เป็นครั้งคราวแล้ว จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือกระจายองค์ความรู้ไปยังบุคลากรในทุกส่วนงานอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งรับฟังปัญหาข้อสงสัยเกี่ยวกับการจัดการพลังงานหรือการใช้พลังงานมาทำการวิเคราะห์หาทางออกที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงานในรงพยาบาลอย่างต่อเนื่องด้วย

ก.5 ผลการสัมภาษณ์ตัวอย่างที่ 5
(ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ)

ประเภท: โรงงานควบคุม (อุตสาหกรรมอาหาร) **ตำแหน่ง: ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (อาวุโส)**

ความสำเร็จและแนวทางการวัดผลสำเร็จจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- ประสบความสำเร็จอย่างต่อเนื่อง โดยสามารถลดทั้งค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (ค่า SEC) ลงได้อย่างเป็นรูปธรรม ตลอดช่วงระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา จากการปรับปรุงตั้งแต่แหล่งพลังงานที่นำมาใช้ (ยกเลิกการผลิตไอน้ำเองแล้วซื้อไอน้ำจากโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในนิคมอุตสาหกรรม) ไปจนถึงการปรับปรุงงพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตโดยตรง และพลังงานที่ใช้ในอุปกรณ์สนับสนุน (Utilities)

ปัญหา อุปสรรค ของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- เงื่อนไขของกระบวนการผลิต เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมอาหารที่มีการผลิตแบบต่อเนื่อง ทำให้การปรับปรุงต้องคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อผลผลิตเป็นอย่างมาก
- ข้อจำกัดตามการออกแบบที่มีอยู่เดิม เนื่องจากโรงงานมีพื้นที่จำกัดและได้มีการจัดวางเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ไว้จนเกือบเต็มพื้นที่แล้ว ดังนั้น แม้จะพบว่าการออกแบบที่มีอยู่เดิมไม่เหมาะสมหรือไม่มีประสิทธิภาพก็ยังไม่สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ด้วยข้อจำกัดด้านพื้นที่ (ต้องมีการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรหลายตัวเหมือนออกแบบใหม่)

แนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงผลสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

- ควรมีกระบวนการให้เกิดความร่วมมือในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีหรือแนวทางการอนุรักษ์พลังงานเชิงลึก ระหว่างสถานประกอบการและสถาบันการศึกษา เพื่อผลประโยชน์ของทั้ง 2 ฝ่าย แบบ Win-Win solution เนื่องจากผู้ประกอบการก็ต้องการหาวิธีการเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน ในขณะที่สถาบันการศึกษาก็น่าจะมีความต้องการพื้นที่ในการพัฒนาองค์ความรู้เชิงวิชาการที่ใช้งานได้จริง
- ควรหาแนวทางยกระดับประโยชน์ที่ได้รับจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับให้สามารถสร้างอรรถประโยชน์ได้มากขึ้น เช่น การเทียบเคียงกับมาตรฐานสากล (ISO 50001/ ISO 140001)

ความเห็นที่มีต่อปัจจัยที่อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

- เป้าหมายและแผนงานระยะยาว การจัดการพลังงานจะส่งผลให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานที่เป็นรูปธรรมได้จำเป็นต้องมีเวลาเพียงพอสำหรับการศึกษา วิเคราะห์ วิจัย และขออนุมัติงบประมาณ ซึ่งเป็นงานที่ต้องมีการกำหนดเป้าหมายและวางแผนดำเนินงานในระยะยาว
- การปรับตัวตามสภาพแวดล้อม ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่มีทรัพยากรอะไรที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงพลังงานได้บ้าง ตัวอย่างเช่น การซื้อไอน้ำจากแหล่งผลิตภายนอกซึ่งถูกกว่าการผลิตเองซึ่งได้ดำเนินการไปแล้ว และขณะนี้ทางโรงงานก็อยู่ในระหว่างการศึกษาและวางแผนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาด้วย
- การสนับสนุนของผู้บริหารที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงาน เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากทั้งในด้านขวัญกำลังใจและความพร้อมของคณะทำงานฯ เช่น การสนับสนุนงบประมาณในการจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เพื่อทำการทดสอบ/ทดลองจนกว่าโครงการจะสัมฤทธิ์ผล

ก.6 ผลการสัมภาษณ์ตัวอย่างที่ 6
(ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ)

ประเภท: โรงงานควบคุม (อุตสาหกรรมโลหะ) **ตำแหน่ง: ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (สามัญ)**

ความสำเร็จและแนวทางการวัดผลสำเร็จจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- ยังไม่ประสบความสำเร็จมากนัก เนื่องจากไม่ได้ส่งผลทำให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงของโรงงานมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ไม่ว่าจะพิจารณาจากค่าปริมาณการใช้พลังงานโดยรวมและค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ต่อหน่วยผลผลิต

ปัญหา อุปสรรค ของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- ผู้บริหารและบุคลากรส่วนใหญ่ไม่เข้าใจถึงหลักการและเป้าหมายของระบบการจัดการพลังงาน จึงทำให้เกิดทัศนคติเชิงลบโดยมองว่าระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับเป็นภาระงานส่วนเพิ่มที่ไม่ได้สร้างประโยชน์มากนัก ทำให้ไม่ได้มีการคาดหวังหรือตั้งเป้าหมายที่ชัดเจน และขาดการสนับสนุนในการดำเนินงานทั้งในด้านกำลังคน เครื่องมือและงบประมาณ

- การปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานส่วนใหญ่เป็นภาระงานเอกสาร ซึ่งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นวิศวกรที่มีความชำนาญเกี่ยวกับการดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักร เป็นงานหลักไม่ถนัด และเป็นการยากที่จะขอความร่วมมือจากบุคลากรอื่นให้ช่วยดำเนินงานได้ เนื่องจากไม่ได้มีสายบังคับบัญชาหรือ Job description กำหนดไว้ชัดเจน
- มาตรการประหยัดพลังงานจากการเปลี่ยนเครื่องจักร/อุปกรณ์ส่วนใหญ่ไม่ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการเนื่องจากเครื่องจักรเดิมยังใช้งานได้อยู่
- บุคลากรในสายการผลิตมีการหมุนเวียนเข้าออกเป็นประจำทำให้การอบรมให้ความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงานไม่เกิดผล

แนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงผลสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

- ควรมีหน่วยงานภายนอกเข้ามาสนับสนุนการดำเนินงานจัดการพลังงานในลักษณะที่ปรึกษาแล้วให้การตรวจสอบและรับรองพร้อมกันไปเลย โดยให้สถานประกอบมีหน้าที่เป็นเพียงผู้ปฏิบัติเท่านั้น

ความเห็นที่มีต่อปัจจัยที่อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

- การจูงใจผู้บริหารให้เห็นถึงประโยชน์ของการจัดการพลังงาน

ก.7 ผลการสัมภาษณ์ตัวอย่างที่ 7
(ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ)

ประเภท: โรงงานควบคุม (อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์) ตำแหน่ง: ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (สามัญ)

ความสำเร็จและแนวทางการวัดผลสำเร็จจากการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- ยังไม่สามารถบ่งชี้ความสำเร็จที่เกิดขึ้นได้ เนื่องจากการผลิตมีความผันผวนและมีผลกระทบจากปัจจัยภายนอกอย่างต่อเนื่องตลอดช่วง 3-5 ปีที่ผ่านมาทำให้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานมีลักษณะผันผวน (ขึ้นสลับลง) ตามไปด้วย

ปัญหา อุปสรรค ของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานที่ผ่านมา

- บุคลากรในแต่ละตำแหน่งงานมีทั้งส่วนที่ขาดจิตสำนึกและส่วนที่ไม่ทราบว่าต้องทำอย่างไรถึงจะเกิดการประหยัดพลังงาน ทำให้การประหยัดพลังงานที่เกิดจากพฤติกรรมมนุษย์ไม่ค่อยมีเสถียรภาพ อีกทั้งยังมีการเปลี่ยนแปลงเข้า-ออกของบุคลากรในสายการผลิตและซ่อมบำรุงอย่างต่อเนื่อง
- ระบบอากาศอัดมีสภาพเก่าและมีการสูญเสียสูง แต่ปัญหาหลักมาจากการออกแบบแล้วต่อเติมขยายโดยไม่ได้มีการออกแบบใหม่ แต่การจะแก้ไขจำเป็นต้องรื้อทั้งระบบซึ่งลงทุนสูงและใช้เวลาดำเนินการยาวนานจึงยังไม่สามารถแก้ไขได้
- ขาดเครื่องมือที่จะใช้ตรวจวัดการสูญเสียพลังงานด้วยตนเองทำให้ต้องพึ่งพิงบุคคลภายนอก (Supplier) ในการประเมินศักยภาพของมาตรการอนุรักษ์พลังงานและติดตามผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากมาตรการ ซึ่งอาจถูกบิดเบือนผลการดำเนินงานได้ (ความน่าเชื่อถือลดลง)
- ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานมีภาระงานประจำในการวางแผนการผลิตและซ่อมบำรุงเครื่องจักรทำให้มีเวลาที่จะดำเนินงานเกี่ยวกับการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานไม่มากนัก นอกจากนี้ยังมีกรณีที่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานลาออก ทำให้ต้องมีการจัดหาผู้รับผิดชอบด้านพลังงานไว้สำรองเพื่อไม่ให้องค์ความรู้ขาดหายไป

แนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงผลสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

- ถ้ามีการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนให้ผู้บริหารสถานประกอบการนำมาใช้เป็นนโยบายก็อาจช่วยผลักดันให้การจัดการพลังงานในโรงงานมีประสิทธิผลมากขึ้น

ความเห็นที่มีต่อปัจจัยที่อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

- การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการควบคุมการใช้พลังงานรวมถึงในกระบวนการผลิตแทนการพึ่งพิงพฤติกรรมมนุษย์อาจช่วยให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้อย่างรวดเร็วและมีเสถียรภาพมากกว่า

ภาคผนวก ข
แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ

DPU | CIBA

แบบสอบถาม (Questionnaire)

แนวทางการพัฒนาระบบจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทย

ที่มาและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

ประเทศไทยกำหนดให้โรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจที่มีการใช้พลังงานสูงต้องดำเนินการ "ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ" ตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 โดยคาดหวังว่าจะนำไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงานของกลุ่มเป้าหมายอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ดีพบว่าผลการอนุรักษ์พลังงานที่เกิดจากการประยุกต์ใช้แนวทางดังกล่าวเริ่มมีการชะลอตัวในช่วง 4-5 ปี ที่ผ่านมา จึงมีแนวคิดที่จะดำเนินการศึกษาวิจัยเชิงประจักษ์เพื่อค้นหาปัจจัยสู่ความสำเร็จที่แท้จริงของการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงาน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงข้อกำหนดและแนวทางการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทยให้สามารถประสบความสำเร็จตามเป้าหมายได้มากยิ่งขึ้นโดยไม่สร้างภาระส่วนเกินให้กับผู้ประกอบการ

คำชี้แจงประกอบการสำรวจเก็บข้อมูล

แบบสอบถามประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับ (ส่วนที่ 1) ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการจัดการพลังงาน (ส่วนที่ 2) ระดับการปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านการจัดการพลังงานภาคบังคับในแต่ละขั้นตอน (ส่วนที่ 3) และการดำเนินกิจกรรมที่สอดคล้องกับปัจจัยซึ่งอาจส่งผลต่อความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงาน ของหน่วยท่านในภาพรวมตลอดช่วง 3 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2559-2562) ซึ่งคณะผู้วิจัยขอรับรองว่าข้อมูลที่ท่านกรุณาให้ความอนุเคราะห์จะถูก**เก็บเป็นความลับ ไม่ถูกนำมาเปิดเผย และจะไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในเรื่องอื่นใด นอกจากนำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อหาข้อสรุปผลการศึกษาของในภาพรวมเท่านั้น** จึงขอให้ท่านกรุณาโปรดให้ข้อมูลตามเป็นจริงอย่างไร้ข้อกังวล เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อสถานประกอบการของท่าน ประเทศไทย และประชาคมโลก

ชื่อสถานประกอบการ: .....

ประเภท : ☐โรงงานอุตสาหกรรม ☐อาคารธุรกิจ TSIC-ID : .....

ชื่อผู้ให้ข้อมูล : .....ตำแหน่ง: .....

โทรศัพท์: ..... Email: .....

ส่วนที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ในช่วงปี 2559-2562

กรุณาให้ข้อมูลเกี่ยวกับความเปลี่ยนแปลงของค่าการใช้พลังงานจำเพาะ SEC (เฉลี่ยรายปี) ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของสถานประกอบการในระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2559-2562

ช่วงเวลาเปรียบเทียบ	การเปลี่ยนแปลงของค่า SEC		
1. การเปลี่ยนแปลงโดยรวม 3 ปี (ปี 2562 เทียบกับ ปี 2559)	☐ลดลง	☐คงเดิม	☐เพิ่มขึ้น
2. การเปลี่ยนแปลง รายปี			
- ปี 2562 เทียบกับ ปี 2561	☐ลดลง	☐คงเดิม	☐เพิ่มขึ้น
- ปี 2561 เทียบกับ ปี 2560	☐ลดลง	☐คงเดิม	☐เพิ่มขึ้น
- ปี 2560 เทียบกับ ปี 2559	☐ลดลง	☐คงเดิม	☐เพิ่มขึ้น

หมายเหตุ - ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ปรากฏในรายงานการจัดการพลังงาน หัวข้อ 4.2.2

- กรณีมีสินค้าหรือบริการหลายประเภท กรุณาพิจารณาจากค่า SEC ของสินค้าหรือบริการหลักที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานมากที่สุดของสถานประกอบการ
- ค่า SEC ในปี 2562 กรุณาพิจารณาจากค่าเดือนสุดท้ายก่อนที่จะได้รับผลกระทบจาก COVID-19

ส่วนที่ 2 การปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ

กรุณาประเมินระดับการปฏิบัติตามข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงานภายใต้ พรบ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ที่เกิดขึ้นจริง ตามความเห็นของตัวท่านเอง (ในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา)

ขั้นตอน	ความเห็นของท่าน
1. **การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน** โดยประกอบด้วยผู้บริหารระดับสูงเป็นประธาน ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นเลขานุการ และคณะทำงานที่มาจากแต่ละส่วนงาน ซึ่งมีอำนาจหน้าที่ตามที่ได้บัญญัติไว้ในกฎหมาย พร้อมทั้งประกาศให้บุคลากรทราบอย่างทั่วถึง	☐ ดำเนินการอย่างสมบูรณ์ ☐ มีบางส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ ☐ แทบไม่ได้มีการดำเนินการเลย
2. **การประเมินสถานภาพเบื้องต้นด้านการจัดการพลังงาน** โดยให้ทุกส่วนงานได้มีส่วนร่วมในการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานของสถานประกอบการด้วย Energy Management Matrix (EMM) และมีการประเมินซ้ำในทุกช่วงเวลา 2-3 ปี	☐ ดำเนินการอย่างสมบูรณ์ ☐ มีบางส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ ☐ แทบไม่ได้มีการดำเนินการเลย
3. **การกำหนดนโยบายด้านการอนุรักษ์พลังงาน** โดยมีเนื้อหาสอดคล้องกับแนวทางที่ได้ระบุไว้ใน กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ซึ่งต้องมีการรับรองจากผู้บริหารระดับสูง พร้อมทั้งประกาศให้บุคลากรทราบอย่างทั่วถึง	☐ ดำเนินการอย่างสมบูรณ์ ☐ มีบางส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ ☐ แทบไม่ได้มีการดำเนินการเลย
4. **การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน** โดยมีการประเมินทั้งหมด 3 ระดับ ประกอบด้วย (1) ระดับองค์การ (สัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละระบบ) (2) ระดับผลิตภัณฑ์ (ค่า SEC ของผลิตภัณฑ์หลัก) (3) ระดับอุปกรณ์ (ประสิทธิภาพและการสูญเสียด้านพลังงานรายอุปกรณ์)	☐ ดำเนินการอย่างสมบูรณ์ ☐ มีบางส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ ☐ แทบไม่ได้มีการดำเนินการเลย
5. **การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน** โดยมีการวางแผนดำเนินงาน 3 ด้าน และประกาศให้บุคลากรทราบอย่างทั่วถึง ประกอบด้วย (1) แผนการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (2) แผนการฝึกอบรมพัฒนาบุคลากร (3) แผนการจัดกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน	☐ ดำเนินการอย่างสมบูรณ์ ☐ มีบางส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ ☐ แทบไม่ได้มีการดำเนินการเลย

ขั้นตอน	ความเห็นของท่าน
6. **การดำเนินงานและติดตามฯ** โดยผู้รับผิดชอบแต่ละมาตรการ/กิจกรรม ได้มีการติดตามและวิเคราะห์ผลสำเร็จที่เกิดขึ้นเทียบกับเป้าหมายและแผนงานที่วางไว้ พร้อมทั้งรายงานให้คณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน ทราบอย่างน้อยทุก 3 เดือน	☐ดำเนินการอย่างสมบูรณ์ ☐มีบางส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ ☐แทบไม่ได้มีการดำเนินการเลย
7. **การตรวจประเมินการจัดการพลังงานภายใน** โดยมีการตั้งคณะผู้ตรวจประเมินการจัดการพลังงานภายใน และดำเนินการตรวจประเมินภายใน (Internal Audit) อย่างจริงจัง พร้อมทั้งจัดทำเป็นรายงานเพื่อนำเสนอผู้บริหารสถานประกอบการ	☐ดำเนินการอย่างสมบูรณ์ ☐มีบางส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ ☐แทบไม่ได้มีการดำเนินการเลย
8. **การทบทวนผลการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงาน** โดยมีการนำผลการตรวจประเมินภายในเข้าสู่การประชุมร่วมกับผู้บริหารสถานประกอบการ คณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานให้ดีขึ้นในปีถัดไป	☐ดำเนินการอย่างสมบูรณ์ ☐มีบางส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ ☐แทบไม่ได้มีการดำเนินการเลย

<u>ส่วนที่ 3</u> การดำเนินกิจกรรมที่สอดคล้องกับปัจจัยซึ่งอาจส่งผลต่อความสำเร็จของระบบการจัดการพลังงาน

กรุณาให้ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมที่สอดคล้องกับประเด็น (ปัจจัย) ดังต่อไปนี้ ในสถานประกอบการของท่าน (ในช่วง 3 ปี ที่ผ่านมา)

ประเด็น (ปัจจัย)	ระดับการดำเนินงานในสถานประกอบการ
1. **การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ** ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมภายนอกควบคู่กับสภาพภายในสถานประกอบการ (เช่น SWOT analysis) เพื่อนำมาใช้ประกอบการกำหนดนโยบายและแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของสถานประกอบการ	☐ มีการวิเคราะห์เชิงยุทธศาสตร์ด้านพลังงานของสถานประกอบการอย่างสม่ำเสมอ ☐ มีการวิเคราะห์เชิงยุทธศาสตร์ด้านพลังงานเป็นครั้งคราว (อาจมีระยะห่าง 3-5 ปี/ครั้ง) ☐ ยังไม่เคยมีการดำเนินการในลักษณะดังกล่าว (กำหนดนโยบายฯ ตามที่ระบุไว้ในกฎกระทรวงฯ)
2. **การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและคัดเลือก** ได้แก่ การออกข้อกำหนด/แนวปฏิบัติให้ต้องคำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบระบบ และจัดหาวัสดุ/อุปกรณ์ที่เอื้ออำนวยต่อการอนุรักษ์พลังงาน หรือ ช่วยลดการใช้พลังงานในกิจกรรมของสถานประกอบการ	☐ มีแนวปฏิบัติให้คำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบและจัดหา ครอบคลุมปัจจัยที่มีนัยสำคัญด้านพลังงานทั้งหมด ☐ มีแนวปฏิบัติให้คำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบและจัดหาสำหรับบางระบบ/อุปกรณ์แต่ไม่ครอบคลุม ☐ ยังไม่มีแนวปฏิบัติให้คำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบและจัดหา
3. **เป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจนและได้รับการยอมรับ** ได้แก่ การกำหนดเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานจากฝ่ายบริหารที่ชัดเจน (Top down target) ทั้งในระยะสั้น (รายปี) และระยะยาว (3-5 ปี) พร้อมทั้งชี้แจงเหตุผลความจำเป็นของการกำหนดเป้าหมายดังกล่าวให้บุคลากรทราบผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	☐ ฝ่ายบริหารกำหนดเป้าหมายทั้งในระยะสั้นและระยะยาวอย่างชัดเจน พร้อมทั้งชี้แจงถึงเหตุผลความจำเป็นในการกำหนดเป้าหมายดังกล่าว ☐ ฝ่ายบริหารมักกำหนดเพียงเป้าหมายระยะสั้น (ปีต่อปี) และ/หรือ ไม่ได้ชี้แจงที่มาที่ชัดเจนของเป้าหมายดังกล่าว ☐ ไม่ได้มีการกำหนดเป้าหมายจากฝ่ายบริหาร (เป้าหมายมีที่มาจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่นำมาประกอบรายงานการจัดการพลังงานเป็นสำคัญ)
4. **การสนับสนุนเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามผล** ได้แก่ การสนับสนุนเกี่ยวกับการจัดหาเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการตรวจวัดเพื่อพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานให้มีความชัดเจนเป็นรูปธรรม	☐ ได้รับการสนับสนุนเครื่องมือตามความเหมาะสมและจำเป็น ☐ ได้รับการสนับสนุนเครื่องมือภายใต้งบประมาณที่ค่อนข้างจำกัด ☐ ไม่ได้รับการสนับสนุนให้จัดหาเครื่องมือเพิ่มเติมเพื่อดำเนินงานด้านการอนุรักษ์พลังงานแต่อย่างใด (ใช้เท่าที่มีอยู่)

ประเด็น (ปัจจัย)	ระดับการดำเนินงานในสถานประกอบการ
5. **สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ** ได้แก่ ตำแหน่งงานและอำนาจของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในสถานประกอบการ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการสั่งการหรือ ขอความร่วมมือจากแต่ละส่วนงานในการดำเนินกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงาน	☐ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอยู่ในตำแหน่งบริหารระดับกลางขึ้นไป หรือ มีบุคลากรภายใต้การบังคับบัญชาที่สามารถสั่งการได้โดยตรง ☐ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานไม่ได้อยู่ในตำแหน่งบริหาร (ไม่มีบุคลากรใต้การบังคับบัญชา) แต่ได้รับอำนาจเพียงพอที่จะสามารถขอความร่วมมือเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานได้ ☐ ไม่มีสถานะและอำนาจ เพียงพอที่จะสั่งการบุคลากร หรือ ขอความร่วมมือเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานได้
6. **การให้ค่าตอบแทนผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน** ได้แก่ การให้ผลตอบแทนแก่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน เพื่อรองรับกับภาระงานด้านการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานที่มอบหมาย	☐ มีการว่าจ้างบุคลากรในตำแหน่งงานผู้รับผิดชอบดูแลด้านพลังงานเป็นการเฉพาะ (เป็นงานหลัก) ☐ มีการให้ผลตอบแทนเพิ่มเติมกับบุคลากรที่รับตำแหน่งผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (เป็นงานรอง) ☐ ไม่มีผลตอบแทนใดๆ สำหรับงานผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (เป็นภาระงานส่วนเพิ่ม)
7. **การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน** ได้แก่ การกำหนดหน้าที่ บทบาท และแนวปฏิบัติที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างสอดคล้องกัน สำหรับบุคลากรในทุกตำแหน่งของสถานประกอบการ ตั้งแต่ในระดับบริหารไปจนถึงปฏิบัติการ	☐ มีการกำหนดแนวปฏิบัติด้านการอนุรักษ์พลังงานอย่างครอบคลุมแทบทุกตำแหน่งงาน ☐ มีการกำหนดแนวปฏิบัติด้านการอนุรักษ์พลังงานสำหรับบุคลากรที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานโดยตรงเท่านั้น (อาทิ ผู้ควบคุมเครื่องจักอุปกรณ์หลักด้านพลังงาน) ☐ ยังไม่มีการกำหนดแนวปฏิบัติให้กับบุคคลากรอื่นในองค์การ (นอกจากผู้รับผิดชอบด้านพลังงานและผู้มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยตรง)
8. **การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ** ได้แก่ การรวบรวม จัดเก็บและจัดทำ ฐานข้อมูล/เอกสาร/คู่มือ/สื่อการสอน เพื่อเก็บรักษาและถ่ายทอดความรู้ความสามารถที่จำเป็นเกี่ยวกับการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานสำหรับบุคลากรในแต่ละตำแหน่งงาน	☐ มีการจัดการความรู้ด้านพลังงานอย่างครอบคลุมในแทบทุกส่วนงาน ☐ มีการจัดการความรู้ด้านพลังงานเพื่อรองรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานโดยตรงเท่านั้น (อาทิ งานดูแลระบบไฟฟ้า ความร้อน ความเย็น) ☐ ยังไม่มีการจัดการความรู้ด้านพลังงาน (อาจมีการจัดอบรมเป็นครั้งคราวเท่านั้น)
9. **ระบบการสื่อสารแบบสองทาง** ได้แก่ การสร้างช่องทางการรับฟัง รวบรวม และชี้แจง เกี่ยวกับ ผลตอบรับและข้อคิดเห็นที่มีต่อการดำเนินกิจกรรมด้านการจัดการพลังงาน และแนวทางการพัฒนาระบบการจัดการพลังงาน รวมถึงการอนุรักษ์พลังงานในองค์การ	☐ มีช่องทางการสื่อสารด้านการอนุรักษ์พลังงานอย่างถาวรและเป็นรูปธรรม (อาทิ Facebook/ Line) พร้อมทั้งมีการกระตุ้นให้เกิดการสื่อสารผ่านช่องทางดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง ☐ มีการจัดกิจกรรมเพื่อรับฟัง รวบรวม และชี้แจงความเห็นเกี่ยวกับการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานแบบเป็นครั้งคราว (อาทิ การจัดประชุมระดมสมอง) ☐ ยังไม่มีช่องทางหรือกิจกรรมที่ใช้ในการรับฟัง รวบรวม และชี้แจงข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานแต่อย่างใด

ประเด็น (ปัจจัย)	ระดับการดำเนินงานในสถานประกอบการ
10. **การมีมาตรการจูงใจบุคลากรให้อนุรักษ์พลังงาน** ได้แก่ การประยุกต์ใช้มาตรการจูงใจ เช่น การกำหนดรางวัลให้กับบุคลากรหรือส่วนงานในกรณีที่สามารถบรรลุเป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานขององค์การได้ เป็นต้น	☐ มีการประยุกต์ใช้มาตรการจูงใจให้อนุรักษ์พลังงานอย่างต่อเนื่องและครอบคลุมแทบทุกส่วนงาน ☐ มีการประยุกต์ใช้มาตรการจูงใจให้อนุรักษ์พลังงานกับบุคลากรเพียงบางกลุ่ม และ/หรือ เป็นบางครั้งคราว ☐ ยังไม่เคยมีการประยุกต์ใช้มาตรการจูงใจให้อนุรักษ์พลังงานในสถานประกอบการแต่อย่างใด
11. **การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ** ได้แก่ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการติดตามและควบคุมแบบรวมศูนย์ ซึ่งมีลักษณะเป็นระบบที่ทำให้สามารถแสดงสภาพการทำงานของอุปกรณ์และสามารถควบคุมการเปิด-ปิดใช้งานอุปกรณ์ (รวมถึงการตั้งเงื่อนไขในการควบคุม) ได้จากส่วนกลาง	☐ มีการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติครอบคลุมเกือบทั้งสถานประกอบการ ☐ มีการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติสำหรับอุปกรณ์เพียงส่วนน้อย หรือ ใช้เพียงเพื่อติดตามเฝ้าระวังแต่ไม่สามารถตั้งเงื่อนไขควบคุมการเปิด-ปิดใช้งาน ☐ ยังไม่มีการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติในสถานประกอบการ
12. **การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชั้นสูงในการจัดการพลังงาน** ได้แก่ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (IoT) เพื่อเก็บข้อมูลพฤติกรรมการใช้พลังงานของแต่ละอุปกรณ์ ควบคู่ไปกับเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ประมวลผลและปรับปรุงเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์ให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้โดยอัตโนมัติ (ปรับตั้งเงื่อนไขในการควบคุมได้โดยอัตโนมัติ)	☐ มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงครอบคลุมอุปกรณ์ที่มีนัยสำคัญด้านพลังงานของสถานประกอบการเป็นส่วนใหญ่หรือเป็นจำนวนมาก ☐ มีการทดลองประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในอุปกรณ์ที่มีนัยสำคัญด้านพลังงานบางประเภท แต่ยังเป็นเพียงส่วนน้อย ☐ ยังไม่เคยมีการทดลองประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการพลังงานของสถานประกอบการ

ภาคผนวก ค
ผลการทดสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

ค.1 ผลการทดสอบความเที่ยงตรงโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Concordance: IOC) ของแบบสอบถาม

ผู้เชี่ยวชาญที่ร่วมตรวจสอบ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย

1. ที่ปรึกษาผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะวิทย์ ทิพรส
2. ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิวะนันท์ ศิวพิทักษ์
3. ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช คำสุพรหม
4. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการพลังงาน ศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ไชยประพัทธ์
5. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการพลังงาน ดร. ชุติกาญจน์ มาสเสมอ

ตารางวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Concordance: IOC)

ข้อที่	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวมคะแนน (R)	IOC	ผลการพิจารณา
	1	2	3	4	5			
ส่วนที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ในช่วงปี 2559-2562								
1.1 ปี 2662 เทียบกับ ปี 2561	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.2 ปี 2661 เทียบกับ ปี 2560	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.3 ปี 2660 เทียบกับ ปี 2559	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.4 ปี 2562 เทียบกับ ปี 2559 (การเปลี่ยนแปลงโดยรวม 3 ปี)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Concordance: IOC) (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวมคะแนน (R)	IOC	ผลการพิจารณา
	1	2	3	4	5			
ส่วนที่ 2 การดำเนินงานตามระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ								
2.1 การตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.2 การประเมินสถานภาพเบื้องต้นด้านการจัดการพลังงาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.3 การกำหนดนโยบายด้านการอนุรักษ์พลังงาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.5 การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.6 การดำเนินงานและติดตามฯ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.7 การตรวจประเมินการจัดการพลังงานภายใน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.8 การทบทวนผลการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Concordance: IOC) (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวมคะแนน (R)	IOC	ผลการพิจารณา
	1	2	3	4	5			
ส่วนที่ 3 การดำเนินงานตามระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับ								
3.1 การวางยุทธศาสตร์ด้านพลังงานระดับองค์การ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.2 การอนุรักษ์พลังงานในขั้นตอนออกแบบและคัดเลือก	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.3 เป้าหมายด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจนและได้รับการยอมรับ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.4 การสนับสนุนเครื่องมือในการตรวจวัดและติดตามผล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.5 สถานะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในองค์การ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.6 การให้ค่าตอบแทนผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.7 การกำหนดหน้าที่และบทบาทด้านพลังงานของพนักงาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.8 การจัดการความรู้ด้านพลังงานในองค์การ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.9 ระบบการสื่อสารแบบสองทาง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.10 การมีมาตรการจูงใจบุคลากรให้อนุรักษ์พลังงาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.11 การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
3.12 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชั้นสูงในการจัดการพลังงาน	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ค.2 ผลการทดสอบความเชื่อมั่นโดยการคำนวณค่า Cronbach's Alpha ของแบบสอบถาม

```
1 . (21 vars, 30 obs pasted into editor)
  alpha suc em1 em2 em3 em4 em5 em6 em7 em8 stg inp tar eqm pos pay rol km two inc eas hit
  em3 constant in analysis sample, dropped from analysis

  Test scale = mean(unstandardized items)

  Average interitem covariance:      .018226
  Number of items in the scale:           20
  Scale reliability coefficient:      0.8756

2 . alpha suc em1 em2 em3 em4 em5 em6 em7 em8 stg inp tar eqm pos pay rol km two inc eas hit, item
  em3 constant in analysis sample, dropped from analysis

  Test scale = mean(unstandardized items)

                                                  average
                          item-test     item-rest  inter-item
  Item          Obs Sign correlation  correlation  covariance    alpha
  ---------------------------------------------------------------------
  suc            30    +     0.7769       0.6989    .0154114   0.8620
  em1            30    +     0.4494       0.4237    .0196074   0.8741
  em2            30    +     0.4820       0.4472    .0193134   0.8726
  em4            30    +     0.5326       0.4931    .0190159   0.8711
  em5            30    +     0.4494       0.4237    .0196074   0.8741
  em6            30    +     0.3513       0.3231    .0197587   0.8752
  em7            30    +     0.5762       0.5457    .0191117   0.8711
  em8            30    +     0.5762       0.5457    .0191117   0.8711
  stg            30    +     0.6350       0.5632    .0174699   0.8666
  inp            30    +     0.6339       0.5771     .017927   0.8666
  tar            30    +     0.6631       0.6047    .0176296   0.8653
  eqm            30    +     0.6419       0.5725    .0174733   0.8662
  pos            30    +     0.3335       0.2527    .0192041   0.8770
  pay            30    +    -0.0161      -0.0758    .0204729   0.8827
  rol            30    +     0.7687       0.7138    .0165406   0.8599
  km             30    +     0.7643       0.7263    .0174951   0.8620
  two            30    +     0.6954       0.6505    .0178564   0.8648
  inc            30    +     0.6571       0.5825    .0171758   0.8659
  eas            30    +     0.5422       0.4278    .0174531   0.8756
  hit            30    +     0.6488       0.5599    .0168834   0.8677
  ---------------------------------------------------------------------
  Test scale                                          .018226   0.8756
```

ภาคผนวก ง
ผลวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา

```
. (22 vars, 614 obs pasted into editor)
summarize suc em1 em2 em3 em4 em5 em6 em7 em8 stg inp tar eqm pos pay rol km two inc
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
suc	614	.6563518	.4753126	0	1
em1	614	.9299674	.2230173	0	1
em2	614	.9234528	.2368991	0	1
em3	614	.9381107	.2180598	0	1
em4	614	.8835505	.2615173	0	1
em5	614	.8737785	.2616544	0	1
em6	614	.8615635	.2640286	0	1
em7	614	.9144951	.2465454	0	1
em8	614	.9234528	.2334306	0	1
stg	614	.6514658	.3945255	0	1
inp	614	.6083062	.3579615	0	1
tar	614	.6506515	.2864952	0	1
eqm	614	.7654723	.2960535	0	1
pos	614	.8200326	.259764	0	1
pay	614	.0545603	.2056392	0	1
rol	614	.718241	.3584353	0	1
km	614	.7247557	.3402899	0	1
two	614	.8118893	.3129171	0	1
inc	614	.4462541	.4113527	0	1
eas	614	.4087948	.3564656	0	1
hit	614	.3086319	.3584547	0	1
type	614	.6547231	.4758461	0	1

ง.2 ผลวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาแจกแจงตามกลุ่มที่ประสบความสำเร็จ (Suc =1) และไม่ประสบความสำเร็จ (Suc=0)

```
. tabstat em1 em2 em3 em4 em5 em6 em7 em8, statistics (count, mean, sd, min, max) by (suc)

Summary statistics: N, mean, sd, min, max
  by categories of: suc (SUC)
```

suc	em1	em2	em3	em4	em5	em6	em7	em8
0	211	211	211	211	211	211	211	211
	.8056872	.7938389	.8246445	.7014218	.6872038	.6682464	.7582938	.7772512
	.3417962	.3604362	.3416476	.3598252	.347477	.3364892	.3695105	.3554394
	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1
1	403	403	403	403	403	403	403	403
	.9950372	.9913151	.9975186	.9789082	.971464	.9627792	.9962779	1
	.0496273	.0654035	.0351797	.1006289	.1161342	.1314073	.0430324	0
	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	1
	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	614	614	614	614	614	614	614	614
	.9299674	.9234528	.9381107	.8835505	.8737785	.8615635	.9144951	.9234528
	.2230173	.2368991	.2180598	.2615173	.2616544	.2640286	.2465454	.2334306
	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1

```
. tabstat  stg inp tar eqm pos pay rol km, statistics (count, mean, sd, min, max) by (suc)

Summary statistics: N, mean, sd, min, max
  by categories of: suc (SUC)
```

suc	stg	inp	tar	eqm	pos	pay	rol	km
0	211	211	211	211	211	211	211	211
	.3767773	.3838863	.5047393	.57109	.6943128	.0189573	.4336493	.450237
	.3766785	.3338464	.2759853	.3119344	.2847988	.1180026	.378412	.3396601
	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1
1	403	403	403	403	403	403	403	403
	.7952854	.7258065	.7270471	.8672457	.8858561	.073201	.8672457	.8684864
	.3207619	.3112789	.2614311	.2293601	.2188242	.2370558	.237355	.2367366
	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	614	614	614	614	614	614	614	614
	.6514658	.6083062	.6506515	.7654723	.8200326	.0545603	.718241	.7247557
	.3945255	.3579615	.2864952	.2960535	.259764	.2056392	.3584353	.3402899
	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1

```
. tabstat   two inc eas hit type, statistics (count, mean, sd, min, max) by (suc)

Summary statistics: N, mean, sd, min, max
  by categories of: suc (SUC)
```

suc	two	inc	eas	hit	type
0	211	211	211	211	211
	.5853081	.1469194	.2630332	.1800948	.6492891
	.3713839	.2482846	.2940008	.2730463	.4783274
	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1
1	403	403	403	403	403
	.9305211	.6029777	.4851117	.3759305	.6575682
	.1902773	.3926452	.3627928	.3791734	.475113
	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1
Total	614	614	614	614	614
	.8118893	.4462541	.4087948	.3086319	.6547231
	.3129171	.4113527	.3564656	.3584547	.4758461
	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1

ง.3 ผลวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาแจกแจงตามกลุ่มอาคารควบคุม (TYPE =0) และโรงงานควบคุม (TYPE=0)

```
. tabstat em1 em2 em3 em4 em5 em6 em7 em8, statistics (count, mean, sd, min, max) by (type)

Summary statistics: N, mean, sd, min, max
  by categories of: type (TYPE)
```

type	em1	em2	em3	em4	em5	em6	em7	em8
0	212	212	212	212	212	212	212	212
	.9740566	.9575472	.9787736	.8985849	.879717	.8773585	.9599057	.9622642
	.1307527	.1631724	.1222708	.2184562	.2250096	.2263592	.1525331	.1492178
	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1
1	402	402	402	402	402	402	402	402
	.9067164	.9054726	.9166667	.8756219	.8706468	.8532338	.8905473	.9029851
	.2558632	.2661631	.2519665	.2815219	.2792653	.2817862	.2810919	.2652643
	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	614	614	614	614	614	614	614	614
	.9299674	.9234528	.9381107	.8835505	.8737785	.8615635	.9144951	.9234528
	.2230173	.2368991	.2180598	.2615173	.2616544	.2640286	.2465454	.2334306
	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1

```
. tabstat  stg inp tar eqm pos pay rol km, statistics (count, mean, sd, min, max) by (type)

Summary statistics: N, mean, sd, min, max
  by categories of: type (TYPE)
```

type	stg	inp	tar	eqm	pos	pay	rol	km
0	212	212	212	212	212	212	212	212
	.7476415	.6721698	.6816038	.7924528	.8113208	.0801887	.7688679	.7617925
	.2980889	.2998088	.2818209	.2950454	.261719	.2447244	.301454	.2897991
	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1
1	402	402	402	402	402	402	402	402
	.6007463	.5746269	.6343284	.7512438	.8246269	.0410448	.6915423	.7052239
	.4286201	.3811689	.2879382	.2959594	.258936	.1805558	.3827686	.3629301
	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	614	614	614	614	614	614	614	614
	.6514658	.6083062	.6506515	.7654723	.8200326	.0545603	.718241	.7247557
	.3945255	.3579615	.2864952	.2960535	.259764	.2056392	.3584353	.3402899
	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1

```
. tabstat  two inc eas hit suc, statistics (count, mean, sd, min, max) by (type)

Summary statistics: N, mean, sd, min, max
  by categories of: type (TYPE)
```

type	two	inc	eas	hit	suc
0	212	212	212	212	212
	.8278302	.3466981	.4882075	.3891509	.6509434
	.2707354	.3910594	.3689393	.4052093	.4778001
	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1
1	402	402	402	402	402
	.8034826	.4987562	.3669154	.2661692	.659204
	.3330323	.4125505	.3428281	.3237094	.4745675
	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1
Total	614	614	614	614	614
	.8118893	.4462541	.4087948	.3086319	.6563518
	.3129171	.4113527	.3564656	.3584547	.4753126
	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1

ภาคผนวก จ
ผลการตรวจสอบความผิดปกติของตัวแปรอิสระ

จ.1 ผลการวิเคราะห์ค่า VIF และ Tolerance ของตัวแปรอิสระทั้งหมด (20 ตัวแปร)

```
. reg suc em1 em2 em3 em4 em5 em6 em7 em8 stg inp tar eqm pos pay rol km two inc
```

Source	SS	df	MS		
Model	75.3773866	20	3.76886933	Number of obs	= 614
Residual	63.1128414	593	.106429749	F(20, 593)	= 35.41
				Prob > F	= 0.0000
Total	138.490228	613	.225922069	R-squared	= 0.5443
				Adj R-squared	= 0.5289
				Root MSE	= .32624

suc	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
em1	.0639481	.138248	0.46	0.644	-.2075672	.3354634
em2	-.2357705	.1521155	-1.55	0.122	-.5345211	.0629801
em3	-.3585709	.1633352	-2.20	0.029	-.6793567	-.037785
em4	.2707761	.1022467	2.65	0.008	.0699664	.4715859
em5	.1956926	.1104997	1.77	0.077	-.0213258	.4127111
em6	.1057926	.1027011	1.03	0.303	-.0959095	.3074948
em7	.2305966	.1654186	1.39	0.164	-.094281	.5554742
em8	-.1697727	.1841303	-0.92	0.357	-.5313996	.1918542
stg	.0948632	.0483453	1.96	0.050	-.0000856	.189812
inp	.0344202	.0547858	0.63	0.530	-.0731776	.1420179
tar	.0119455	.0605179	0.20	0.844	-.10691	.130801
eqm	.1959704	.0569932	3.44	0.001	.0840373	.3079035
pos	.1121999	.0602105	1.86	0.063	-.0060518	.2304517
pay	.1111193	.0653199	1.70	0.089	-.0171672	.2394057
rol	.2381357	.063666	3.74	0.000	.1130973	.363174
km	.1078881	.0708977	1.52	0.129	-.0313531	.2471293
two	.1511092	.0632435	2.39	0.017	.0269007	.2753178
inc	.1892176	.0427125	4.43	0.000	.1053314	.2731037
eas	.0855331	.0561176	1.52	0.128	-.0246803	.1957466
hit	.0828103	.055179	1.50	0.134	-.0255597	.1911803
_cons	-.2599701	.0669742	-3.88	0.000	-.3915056	-.1284346

```
. vif
```

Variable	VIF	1/VIF
em8	10.64	0.093980
em7	9.58	0.104385
em2	7.48	0.133699
em3	7.31	0.136865
em1	5.48	0.182645
em5	4.81	0.207694
em6	4.23	0.236130
em4	4.12	0.242830
km	3.35	0.298291
rol	3.00	0.333400
eas	2.30	0.433879
two	2.26	0.443314
hit	2.25	0.443799
inp	2.22	0.451434
stg	2.10	0.477248
inc	1.78	0.562424
tar	1.73	0.577564
eqm	1.64	0.609840
pos	1.41	0.709742
pay	1.04	0.962277

จ.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละคู่ (Pairwise correlation)

```
pwcorr suc em1 em2 em3 em4 em5 em6 em7 em8 stg inp tar eqm pos pay rol km two
```

	suc	em1	em2	em3	em4	em5	em6
suc	1.0000						
em1	0.4036	1.0000					
em2	0.3962	0.8478	1.0000				
em3	0.3768	0.8668	0.8871	1.0000			
em4	0.5043	0.7550	0.7841	0.7817	1.0000		
em5	0.5164	0.7219	0.7189	0.7063	0.7802	1.0000	
em6	0.5302	0.6593	0.6779	0.6797	0.7230	0.8447	1.0000
em7	0.4588	0.8403	0.8863	0.8345	0.8004	0.7365	0.7075
em8	0.4536	0.8604	0.8747	0.8762	0.8024	0.7630	0.7277
stg	0.5042	0.3386	0.3686	0.3699	0.3965	0.4344	0.4914
inp	0.4540	0.3302	0.3576	0.3943	0.3833	0.3639	0.4005
tar	0.3688	0.4207	0.4466	0.4302	0.3597	0.3738	0.4163
eqm	0.4755	0.3747	0.3891	0.3686	0.4315	0.4175	0.3979
pos	0.3505	0.3453	0.3258	0.3358	0.2973	0.3133	0.3319
pay	0.1254	0.0746	0.0608	0.0572	0.0880	0.1055	0.0868
rol	0.5750	0.5078	0.4996	0.4809	0.5196	0.5073	0.5395
km	0.5842	0.4979	0.5173	0.4955	0.5466	0.5482	0.5874
two	0.5244	0.5765	0.6252	0.6001	0.6240	0.5713	0.5876
inc	0.5270	0.2745	0.2674	0.2766	0.3512	0.4067	0.4608
eas	0.2961	0.1401	0.1538	0.1634	0.1834	0.1518	0.1646
hit	0.2597	0.1331	0.1538	0.1509	0.1969	0.1464	0.1376

	em7	em8	stg	inp	tar	eqm	pos
em7	1.0000						
em8	0.9278	1.0000					
stg	0.4143	0.4007	1.0000				
inp	0.3731	0.3825	0.6316	1.0000			
tar	0.4483	0.4471	0.4473	0.5366	1.0000		
eqm	0.4065	0.4126	0.4513	0.5172	0.4317	1.0000	
pos	0.3133	0.3374	0.3221	0.3547	0.3594	0.2935	1.0000
pay	0.0600	0.0617	0.0086	0.0526	0.0818	0.0498	0.0391
rol	0.5484	0.5656	0.4638	0.4321	0.3942	0.4485	0.2780
km	0.5454	0.5609	0.5298	0.4694	0.4009	0.4634	0.3107
two	0.6317	0.6345	0.4525	0.4407	0.3621	0.3991	0.3405
inc	0.2964	0.3181	0.4624	0.4357	0.3353	0.3350	0.4284
eas	0.1988	0.1904	0.2434	0.1862	0.1787	0.1332	0.1572
hit	0.1699	0.1853	0.2111	0.1681	0.0906	0.1567	0.0412

	pay	rol	km	two	inc	eas	hit
pay	1.0000						
rol	0.1093	1.0000					
km	0.0518	0.7942	1.0000				
two	0.0710	0.5339	0.5815	1.0000			
inc	0.0878	0.4116	0.4768	0.4790	1.0000		
eas	0.0513	0.2295	0.2399	0.2152	0.1918	1.0000	
hit	0.0091	0.1859	0.1927	0.1985	0.1210	0.7250	1.0000

ง.3 ผลการวิเคราะห์ค่า VIF และ Tolerance หลังรวมตัวแปร EM7 กับ EM8 เป็น EM78 (19 ตัวแปร)

```
reg suc em1 em2 em3 em4 em5 em6 em78 stg inp tar eqm pos pay rol km two inc eas
```

Source	SS	df	MS		
Model	75.4695484	19	3.97208149	Number of obs	= 614
Residual	63.0206797	594	.10609542	F(19, 594)	= 37.44
				Prob > F	= 0.0000
Total	138.490228	613	.225922069	R-squared	= 0.5449
				Adj R-squared	= 0.5304
				Root MSE	= .32572

suc	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
em1	.039322	.1354981	0.29	0.772	-.2267917	.3054356
em2	-.2543832	.1474032	-1.73	0.085	-.543878	.0351117
em3	-.4428763	.1564694	-2.83	0.005	-.7501769	-.1355757
em4	.261582	.1017075	2.57	0.010	.0618319	.4613321
em5	.1892286	.1096132	1.73	0.085	-.0260479	.4045051
em6	.0814272	.1036187	0.79	0.432	-.1220763	.2849307
em78	.2421923	.1437525	1.68	0.093	-.0401327	.5245173
stg	.0994846	.0480361	2.07	0.039	.0051433	.1938259
inp	.0346626	.0546616	0.63	0.526	-.0726909	.1420161
tar	.0079954	.0604196	0.13	0.895	-.1106667	.1266574
eqm	.1949895	.0569001	3.43	0.001	.0832397	.3067393
pos	.1101004	.0600248	1.83	0.067	-.0077862	.227987
pay	.1138444	.0651857	1.75	0.081	-.0141781	.241867
rol	.2297999	.0632136	3.64	0.000	.1056506	.3539492
km	.1037658	.0707292	1.47	0.143	-.035144	.2426755
two	.151109	.0629676	2.40	0.017	.0274428	.2747752
inc	.1889565	.0425839	4.44	0.000	.1053231	.2725899
eas	.0904222	.0556914	1.62	0.105	-.0189539	.1997983
hit	.0772898	.0547691	1.41	0.159	-.0302748	.1848544
_cons	-.2630749	.0668433	-3.94	0.000	-.3943529	-.1317969

```
. vif
```

Variable	VIF	1/VIF
em2	7.05	0.141937
em78	6.74	0.148402
em3	6.73	0.148671
em1	5.28	0.189536
em5	4.75	0.210404
em6	4.32	0.231238
em4	4.09	0.244641
km	3.35	0.298772
rol	2.97	0.337127
eas	2.28	0.439161
two	2.24	0.445803
hit	2.23	0.449052
inp	2.21	0.452063
stg	2.08	0.481893
inc	1.77	0.564048
tar	1.73	0.577625
eqm	1.64	0.609916
pos	1.40	0.711897
pay	1.04	0.963206
Mean VIF	3.36	

ภาคผนวก ฉ

ผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง logit

ฉ.1 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองที่สร้างจากตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1

ฉ.1.1 แบบจำลอง 1.1

```
logit suc em1 em2 em3 em4 em5 em6 em78, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -395.06339
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -286.92097
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -275.87738
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -271.88931
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -271.16577
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -271.12985
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -271.12972

Logistic regression                             Number of obs     =        614
                                                Wald chi2(7)      =     127.60
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -271.12972               Pseudo R2         =     0.3137
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	1.697359	1.405496	1.21	0.227	-1.057363	4.452081
em2	-1.682193	1.457442	-1.15	0.248	-4.538726	1.17434
em3	1.131448	1.618475	0.70	0.485	-2.040706	4.303601
em4	2.532825	.7224423	3.51	0.000	1.116864	3.948786
em5	1.323155	.8473618	1.56	0.118	-.3376438	2.983953
em6	2.552658	.7156523	3.57	0.000	1.150005	3.955311
em78	4.790343	1.723528	2.78	0.005	1.41229	8.168396
_cons	-10.77552	1.690093	-6.38	0.000	-14.08804	-7.462999

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	378	93	471
-	25	118	143
Total	403	211	614

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	93.80%
Specificity	Pr(-|~D)	55.92%
Positive predictive value	Pr(D| +)	80.25%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	82.52%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	44.08%
False - rate for true D	Pr(-| D)	6.20%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	19.75%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	17.48%
Correctly classified		80.78%

ฉ.1.2 แบบจำลอง 1.2

```
. logit suc em1 em3 em4 em5 em6 em78, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -395.06339
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -287.91059
Iteration 2:   log pseudolikelihood =  -277.0012
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -272.70662
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -271.92911
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -271.89233
Iteration 6:   log pseudolikelihood =  -271.8922
Iteration 7:   log pseudolikelihood =  -271.8922

Logistic regression                             Number of obs     =        614
                                                Wald chi2(6)      =     126.73
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood =  -271.8922               Pseudo R2         =     0.3118
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	1.74651	1.411998	1.24	0.216	-1.020956	4.513975
em3	.5879983	1.704084	0.35	0.730	-2.751944	3.927941
em4	2.466702	.7199243	3.43	0.001	1.055676	3.877727
em5	1.287791	.8481227	1.52	0.129	-.3744988	2.950081
em6	2.55259	.7205189	3.54	0.000	1.140398	3.964781
em78	3.992941	1.197578	3.33	0.001	1.645732	6.340151
_cons	-11.0616	1.750605	-6.32	0.000	-14.49272	-7.630476

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	377	93	470
-	26	118	144
Total	403	211	614

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	93.55%
Specificity	Pr(-|~D)	55.92%
Positive predictive value	Pr(D| +)	80.21%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	81.94%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	44.08%
False - rate for true D	Pr(-| D)	6.45%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	19.79%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	18.06%
Correctly classified		80.62%

ฉ.1.3 แบบจำลอง 1.3

```
. logit suc em1 em4 em5 em6 em78, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -395.06339
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -290.80275
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -276.76721
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -272.55014
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -271.96401
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -271.94599
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -271.94596

Logistic regression                             Number of obs     =        614
                                                Wald chi2(5)      =     124.55
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -271.94596               Pseudo R2         =     0.3116

------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
         suc |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
         em1 |    1.808765   1.359264     1.33   0.183    -.8553442    4.472873
         em4 |     2.53487   .6935179     3.66   0.000       1.1756     3.89414
         em5 |    1.273237   .8468119     1.50   0.133    -.3864838    2.932958
         em6 |    2.556657   .7185215     3.56   0.000     1.148381    3.964934
        em78 |     4.08343   1.125271     3.63   0.000      1.87794     6.28892
       _cons |    -10.6839   1.690849    -6.32   0.000     -13.9979    -7.369894
------------------------------------------------------------------------------

. estat classification

Logistic model for suc

              -------- True --------
Classified |         D             ~D  |      Total
-----------+--------------------------+-----------
         + |       377             93  |        470
         - |        26            118  |        144
-----------+--------------------------+-----------
     Total |       403            211  |        614

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
--------------------------------------------------
Sensitivity                     Pr( +| D)   93.55%
Specificity                     Pr( -|~D)   55.92%
Positive predictive value       Pr( D| +)   80.21%
Negative predictive value       Pr(~D| -)   81.94%
--------------------------------------------------
False + rate for true ~D        Pr( +|~D)   44.08%
False - rate for true D         Pr( -| D)    6.45%
False + rate for classified +   Pr(~D| +)   19.79%
False - rate for classified -   Pr( D| -)   18.06%
--------------------------------------------------
Correctly classified                        80.62%
--------------------------------------------------
```

ฉ.1.4 แบบจำลอง 1.4

```
. logit suc em4 em5 em6 em78, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -395.06339
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -291.21505
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -276.50598
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -273.19249
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -272.86313
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -272.85655
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -272.85655

Logistic regression                               Number of obs     =        614
                                                  Wald chi2(4)      =     129.74
                                                  Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -272.85655                 Pseudo R2         =     0.3093
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em4	2.569986	.6889969	3.73	0.000	1.219577	3.920395
em5	1.440823	.813928	1.77	0.077	-.1544465	3.036093
em6	2.529403	.7062884	3.58	0.000	1.145103	3.913703
em78	4.585218	1.17543	3.90	0.000	2.281416	6.889019
_cons	-9.559995	1.159625	-8.24	0.000	-11.83282	-7.287172

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	~D	Total
+	377	93	470
-	26	118	144
Total	403	211	614

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	93.55%
Specificity	Pr(-|~D)	55.92%
Positive predictive value	Pr(D| +)	80.21%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	81.94%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	44.08%
False - rate for true D	Pr(-| D)	6.45%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	19.79%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	18.06%
Correctly classified		80.62%

ฉ.2 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองที่สร้างจากการรวมตัวแปรอิสระกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

ฉ.2.1 แบบจำลอง 2.1

```
. logit suc em1 em2 em3 em4 em5 em6 em78 stg inp tar eqm pos pay rol km two inc

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -395.06339
Iteration 1:   log pseudolikelihood =  -212.6994
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -186.23818
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -176.82531
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -173.82852
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -173.48878
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -173.47868
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -173.47867

Logistic regression                             Number of obs     =        614
                                                Wald chi2(19)     =     148.45
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -173.47867               Pseudo R2         =     0.5609
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	2.288104	1.34324	1.70	0.088	-.3445972	4.920806
em2	-2.763554	2.304181	-1.20	0.230	-7.279665	1.752557
em3	2.282055	1.859083	1.23	0.220	-1.361681	5.925791
em4	1.53174	.9652708	1.59	0.113	-.3601556	3.423636
em5	1.741795	1.198508	1.45	0.146	-.6072379	4.090827
em6	.3041677	1.047164	0.29	0.771	-1.748236	2.356571
em78	5.348946	2.462786	2.17	0.030	.5219747	10.17592
stg	.6099493	.4263779	1.43	0.153	-.2257361	1.445635
inp	.1189496	.5357878	0.22	0.824	-.9311751	1.169074
tar	1.113663	.5793482	1.92	0.055	-.0218391	2.249164
eqm	1.586301	.5049629	3.14	0.002	.5965924	2.576011
pos	.9412135	.5630578	1.67	0.095	-.1623596	2.044787
pay	1.619052	.7786329	2.08	0.038	.0929594	3.145144
rol	1.698979	.5816831	2.92	0.003	.5589016	2.839057
km	.678644	.6546214	1.04	0.300	-.6043904	1.961678
two	1.446066	.5301876	2.73	0.006	.4069174	2.485215
inc	1.750888	.4173823	4.19	0.000	.9328336	2.568942
eas	1.067271	.5882241	1.81	0.070	-.0856271	2.220169
hit	.9887557	.554973	1.78	0.075	-.0989713	2.076483
_cons	-16.8731	2.146853	-7.86	0.000	-21.08086	-12.66535

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	374	53	427
-	29	158	187
Total	403	211	614

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	92.80%
Specificity	Pr(-|~D)	74.88%
Positive predictive value	Pr(D| +)	87.59%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	84.49%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	25.12%
False - rate for true D	Pr(-| D)	7.20%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	12.41%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	15.51%
Correctly classified		86.64%

ฉ.2.2 แบบจำลอง 2.2

```
. logit suc em1 em3 em4 em5 em6 em78 stg inp tar eqm pos pay rol km two inc eas

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -395.06339
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -213.58214
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -187.40123
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -177.85104
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -174.91452
Iteration 5:   log pseudolikelihood =  -174.5874
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -174.57604
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -174.57602

Logistic regression                               Number of obs     =        614
                                                  Wald chi2(18)     =     143.11
                                                  Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -174.57602                 Pseudo R2         =     0.5581
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	2.502771	1.299258	1.93	0.054	-.0437271	5.04927
em3	.9667443	1.438339	0.67	0.502	-1.852349	3.785838
em4	1.569131	.9384037	1.67	0.094	-.2701062	3.408369
em5	1.72089	1.17665	1.46	0.144	-.5853016	4.027082
em6	.2384909	1.030003	0.23	0.817	-1.780279	2.25726
em78	3.974503	1.83788	2.16	0.031	.3723236	7.576682
stg	.6213361	.4230635	1.47	0.142	-.207853	1.450525
inp	.1538418	.5396722	0.29	0.776	-.9038963	1.21158
tar	.9612288	.5702539	1.69	0.092	-.1564484	2.078906
eqm	1.579473	.5009904	3.15	0.002	.5975503	2.561397
pos	.9097978	.5694541	1.60	0.110	-.2063117	2.025907
pay	1.521693	.8453151	1.80	0.072	-.1350942	3.17848
rol	1.746723	.5642634	3.10	0.002	.6407873	2.852659
km	.5825087	.6513623	0.89	0.371	-.694138	1.859155
two	1.315214	.5247638	2.51	0.012	.2866958	2.343732
inc	1.812303	.4152133	4.36	0.000	.9984997	2.626106
eas	1.185645	.5816613	2.04	0.042	.0456097	2.32568
hit	.892369	.5549738	1.61	0.108	-.1953597	1.980098
_cons	-16.89162	2.162238	-7.81	0.000	-21.12953	-12.65371

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	375	53	428
-	28	158	186
Total	403	211	614

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	93.05%
Specificity	Pr(-|~D)	74.88%
Positive predictive value	Pr(D| +)	87.62%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	84.95%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	25.12%
False - rate for true D	Pr(-| D)	6.95%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	12.38%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	15.05%
Correctly classified		86.81%

ฉ.2.3 แบบจำลอง 2.3

```
. logit suc em1 em3 em4 em5 em78 stg inp tar eqm pos pay rol km two inc eas hit, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -395.06339
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -213.72844
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -187.53137
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -177.90361
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -174.94806
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -174.61846
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -174.60697
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -174.60696

Logistic regression                             Number of obs     =        614
                                                Wald chi2(17)     =     143.22
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -174.60696               Pseudo R2         =     0.5580
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	2.537376	1.291203	1.97	0.049	.0066651	5.068088
em3	1.012356	1.416142	0.71	0.475	-1.763232	3.787944
em4	1.560618	.9399356	1.66	0.097	-.281622	3.402858
em5	1.889007	.9879431	1.91	0.056	-.047326	3.82534
em78	4.027501	1.856835	2.17	0.030	.388172	7.66683
stg	.6409665	.4018661	1.59	0.111	-.1466766	1.42861
inp	.1482921	.5384284	0.28	0.783	-.9070083	1.203592
tar	.9688755	.5686305	1.70	0.088	-.1456198	2.083371
eqm	1.574016	.5007241	3.14	0.002	.5926151	2.555418
pos	.8966631	.5633048	1.59	0.111	-.2073941	2.00072
pay	1.507183	.8572951	1.76	0.079	-.1730849	3.18745
rol	1.755781	.5634431	3.12	0.002	.6514527	2.860109
km	.5788461	.6502145	0.89	0.373	-.6955509	1.853243
two	1.315993	.5243477	2.51	0.012	.2882899	2.343695
inc	1.831017	.4102725	4.46	0.000	1.026898	2.635137
eas	1.187285	.5827162	2.04	0.042	.0451822	2.329388
hit	.8830946	.5537316	1.59	0.111	-.2021995	1.968389
_cons	-16.96262	2.153186	-7.88	0.000	-21.18278	-12.74245

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	375	52	427
-	28	159	187
Total	403	211	614

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	93.05%
Specificity	Pr(-|~D)	75.36%
Positive predictive value	Pr(D| +)	87.82%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	85.03%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	24.64%
False - rate for true D	Pr(-| D)	6.95%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	12.18%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	14.97%
Correctly classified		86.97%

ฉ.2.4 แบบจำลอง 2.4

```
. logit suc em1 em3 em4 em5 em78 stg tar eqm pos pay rol km two inc eas hit, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -395.06339
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -213.77723
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -187.53492
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -177.93736
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -174.98602
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -174.65606
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -174.64445
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -174.64443

Logistic regression                             Number of obs     =        614
                                                Wald chi2(16)     =     143.01
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -174.64443               Pseudo R2         =     0.5579
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	2.506784	1.273715	1.97	0.049	.0103497	5.003219
em3	1.006525	1.419876	0.71	0.478	-1.776381	3.789432
em4	1.582176	.9230235	1.71	0.087	-.2269171	3.391269
em5	1.854698	.957689	1.94	0.053	-.0223382	3.731734
em78	4.017275	1.875492	2.14	0.032	.3413786	7.693171
stg	.6909494	.3856893	1.79	0.073	-.0649877	1.446887
tar	1.00719	.5449912	1.85	0.065	-.0609735	2.075353
eqm	1.615069	.4867751	3.32	0.001	.6610075	2.569131
pos	.9131667	.5589735	1.63	0.102	-.1824012	2.008735
pay	1.519756	.8651713	1.76	0.079	-.1759488	3.21546
rol	1.76601	.5652711	3.12	0.002	.6580993	2.873921
km	.5763183	.651234	0.88	0.376	-.7000768	1.852714
two	1.323893	.5289343	2.50	0.012	.2872012	2.360586
inc	1.848251	.4002048	4.62	0.000	1.063864	2.632638
eas	1.172948	.5745291	2.04	0.041	.0468922	2.299005
hit	.8937551	.5484728	1.63	0.103	-.1812318	1.968742
_cons	-16.93333	2.130107	-7.95	0.000	-21.10826	-12.75839

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	375	53	428
-	28	158	186
Total	403	211	614

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0

Sensitivity                     Pr( +| D)   93.05%
Specificity                     Pr( -|~D)   74.88%
Positive predictive value       Pr( D| +)   87.62%
Negative predictive value       Pr(~D| -)   84.95%

False + rate for true ~D        Pr( +|~D)   25.12%
False - rate for true D         Pr( -| D)    6.95%
False + rate for classified +   Pr(~D| +)   12.38%
False - rate for classified -   Pr( D| -)   15.05%

Correctly classified                        86.81%
```

ฉ.2.5 แบบจำลอง 2.5

```
. logit suc em1 em4 em5 em78 stg tar eqm pos pay rol km two inc eas hit, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -395.06339
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -216.75736
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -188.70562
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -177.43504
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -174.87071
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -174.71888
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -174.71774
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -174.71774

Logistic regression                             Number of obs     =        614
                                                Wald chi2(15)     =     134.44
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -174.71774               Pseudo R2         =     0.5577

------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
         suc |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
         em1 |    2.544533    1.26208     2.02   0.044     .0709013    5.018164
         em4 |    1.680467   .8719493     1.93   0.054    -.0285216    3.389457
         em5 |      1.8481    .958698     1.93   0.054    -.0309137    3.727113
        em78 |    4.093794   1.823858     2.24   0.025     .5190973    7.668491
         stg |    .6984928   .3862121     1.81   0.071    -.0584691    1.455455
         tar |    1.015096   .5444345     1.86   0.062    -.0519764    2.082168
         eqm |    1.605246   .4868464     3.30   0.001     .6510451    2.559448
         pos |    .9378533   .5539085     1.69   0.090    -.1477874    2.023494
         pay |    1.498548   .8488955     1.77   0.078    -.1652568    3.162352
         rol |    1.764478   .5657375     3.12   0.002     .6556528    2.873303
          km |    .5659538   .6493568     0.87   0.383    -.7067622     1.83867
         two |    1.326121   .5291135     2.51   0.012      .289078    2.363165
         inc |    1.837985   .3990745     4.61   0.000     1.055813    2.620156
         eas |    1.168569   .5737698     2.04   0.042     .0440012    2.293137
         hit |    .9017882   .5475079     1.65   0.100    -.1713076    1.974884
       _cons |   -16.14383   2.240412    -7.21   0.000    -20.53495   -11.7527
------------------------------------------------------------------------------

. estat classification

Logistic model for suc

                 -------- True --------
Classified |         D             ~D  |      Total
-----------+--------------------------+-----------
     +     |       375             53  |        428
     -     |        28            158  |        186
-----------+--------------------------+-----------
   Total   |       403            211  |        614

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
--------------------------------------------------
Sensitivity                     Pr( +| D)   93.05%
Specificity                     Pr( -|~D)   74.88%
Positive predictive value       Pr( D| +)   87.62%
Negative predictive value       Pr(~D| -)   84.95%
--------------------------------------------------
False + rate for true ~D        Pr( +|~D)   25.12%
False - rate for true D         Pr( -| D)    6.95%
False + rate for classified +   Pr(~D| +)   12.38%
False - rate for classified -   Pr( D| -)   15.05%
--------------------------------------------------
Correctly classified                        86.81%
--------------------------------------------------
```

ฉ.2.6 แบบจำลอง 2.6

```
. logit suc em1 em4 em5 em78 stg tar eqm pos pay rol two inc eas hit, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -395.06339
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -217.36849
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -189.50768
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -177.85175
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -175.22106
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -175.07835
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -175.07743
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -175.07743

Logistic regression                             Number of obs     =        614
                                                Wald chi2(14)     =     133.79
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -175.07743               Pseudo R2         =     0.5568
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	2.642891	1.244403	2.12	0.034	.2039058	5.081877
em4	1.687026	.8600523	1.96	0.050	.0013546	3.372698
em5	1.947984	.9279316	2.10	0.036	.1292712	3.766696
em78	4.184715	1.675134	2.50	0.012	.9015136	7.467917
stg	.747846	.3790057	1.97	0.048	.0050085	1.490684
tar	1.03261	.5485887	1.88	0.060	-.0426042	2.107824
eqm	1.616997	.4867479	3.32	0.001	.6629884	2.571005
pos	.9187068	.5536255	1.66	0.097	-.1663793	2.003793
pay	1.403386	.822071	1.71	0.088	-.2078434	3.014616
rol	2.091473	.4653951	4.49	0.000	1.179315	3.003631
two	1.37044	.5240831	2.61	0.009	.3432559	2.397624
inc	1.87373	.396562	4.72	0.000	1.096483	2.650977
eas	1.19263	.5710399	2.09	0.037	.0734127	2.311848
hit	.8937315	.5428466	1.65	0.100	-.1702283	1.957691
_cons	-16.34162	2.155321	-7.58	0.000	-20.56597	-12.11727

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	372	54	426
-	31	157	188
Total	403	211	614

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	92.31%
Specificity	Pr(-|~D)	74.41%
Positive predictive value	Pr(D| +)	87.32%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	83.51%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	25.59%
False - rate for true D	Pr(-| D)	7.69%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	12.68%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	16.49%
Correctly classified		86.16%

ฉ.3 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม (TYPE=0)

ฉ.3.1 แบบจำลอง 3.1.1

```
note: em3 != 1 predicts failure perfectly
      em3 dropped and 7 obs not used

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -129.54163
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -70.311501
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -61.080034
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -58.570401
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -58.055762
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -57.918477
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -57.888232
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -57.886557
Iteration 8:   log pseudolikelihood = -57.886553

Logistic regression                             Number of obs     =        205
                                                Wald chi2(18)     =      60.98
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -57.886553               Pseudo R2         =     0.5531
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	-1.384315	2.25168	-0.61	0.539	-5.797528	3.028897
em2	-7.171206	3.297152	-2.17	0.030	-13.63351	-.7089057
em4	-1.768343	1.66419	-1.06	0.288	-5.030095	1.493409
em5	4.408695	2.243069	1.97	0.049	.0123614	8.80503
em6	1.362295	2.03082	0.67	0.502	-2.618039	5.342629
em78	7.806042	3.187509	2.45	0.014	1.558639	14.05344
stg	1.562802	.8292832	1.88	0.059	-.0625627	3.188168
inp	.6460498	1.035828	0.62	0.533	-1.384136	2.676235
tar	1.86015	1.040467	1.79	0.074	-.1791286	3.899429
eqm	1.820239	.6980123	2.61	0.009	.4521603	3.188318
pos	.6983643	.8936272	0.78	0.435	-1.053113	2.449841
pay	8.31733	2.552497	3.26	0.001	3.314528	13.32013
rol	3.090003	1.346117	2.30	0.022	.4516628	5.728343
km	-.4134219	1.510253	-0.27	0.784	-3.373464	2.54662
two	1.836091	1.043548	1.76	0.078	-.2092253	3.881408
inc	.9389469	.7516324	1.25	0.212	-.5342255	2.412119
eas	.8473778	.8672433	0.98	0.329	-.8523879	2.547144
hit	1.850744	.7341564	2.52	0.012	.4118243	3.289665
_cons	-11.59182	2.698958	-4.29	0.000	-16.88168	-6.301954

Logistic model for suc

Classified	True D	True ~D	Total
+	128	12	140
-	10	55	65
Total	138	67	205

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0

Sensitivity	Pr(+| D)	92.75%
Specificity	Pr(-|~D)	82.09%
Positive predictive value	Pr(D| +)	91.43%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	84.62%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	17.91%
False - rate for true D	Pr(-| D)	7.25%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	8.57%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	15.38%
Correctly classified		89.27%

ฉ.3.2 แบบจำลอง 3.1.2

```
Iteration 0:   log pseudolikelihood = -137.13446
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -74.022912
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -62.467803
Iteration 3:   log pseudolikelihood =  -59.30319
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -58.690477
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -58.544876
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -58.515092
Iteration 7:   log pseudolikelihood =  -58.51364
Iteration 8:   log pseudolikelihood = -58.513638

Logistic regression                               Number of obs     =        212
                                                  Wald chi2(18)     =      65.30
                                                  Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -58.513638                 Pseudo R2         =     0.5733
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	-.6332398	2.186514	-0.29	0.772	-4.918728	3.652248
em2	-6.917617	3.205269	-2.16	0.031	-13.19983	-.635406
em4	-1.549913	1.555798	-1.00	0.319	-4.599222	1.499396
em5	4.401644	2.058286	2.14	0.032	.367477	8.435811
em6	1.388825	1.857502	0.75	0.455	-2.251811	5.029462
em78	7.771355	3.17867	2.44	0.014	1.541275	14.00143
stg	1.586	.830611	1.91	0.056	-.0419673	3.213968
inp	.5719702	1.032217	0.55	0.579	-1.451138	2.595078
tar	1.918814	1.054944	1.82	0.069	-.1488373	3.986466
eqm	1.890678	.6976931	2.71	0.007	.5232241	3.258131
pos	.7906719	.8838283	0.89	0.371	-.9415997	2.522944
pay	8.177626	2.459667	3.32	0.001	3.356767	12.99848
rol	3.419457	1.285086	2.66	0.008	.9007356	5.938179
km	-.8076569	1.35471	-0.60	0.551	-3.46284	1.847526
two	1.712055	1.027347	1.67	0.096	-.3015074	3.725618
inc	1.027859	.7424454	1.38	0.166	-.4273071	2.483025
eas	.7735067	.8542163	0.91	0.365	-.9007265	2.44774
hit	1.995191	.7116014	2.80	0.005	.600478	3.389904
_cons	-12.80721	2.640006	-4.85	0.000	-17.98153	-7.632898

Logistic model for suc

Classified	True D	~D	Total
+	128	13	141
-	10	61	71
Total	138	74	212

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0

Sensitivity	Pr(+| D)	92.75%
Specificity	Pr(-|~D)	82.43%
Positive predictive value	Pr(D| +)	90.78%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	85.92%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	17.57%
False - rate for true D	Pr(-| D)	7.25%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	9.22%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	14.08%
Correctly classified		89.15%

ฉ.3.3 แบบจำลอง 3.1.3

```
Iteration 0:   log pseudolikelihood = -137.13446
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -74.190285
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -62.494487
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -59.321858
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -58.704543
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -58.559962
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -58.531638
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -58.530403
Iteration 8:   log pseudolikelihood = -58.530401

Logistic regression                             Number of obs   =        212
                                                Wald chi2(17)   =      63.87
                                                Prob > chi2     =     0.0000
Log pseudolikelihood = -58.530401               Pseudo R2       =     0.5732
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em2	-6.82083	3.177994	-2.15	0.032	-13.04958	-.5920755
em4	-1.617998	1.567166	-1.03	0.302	-4.689587	1.453592
em5	4.373975	2.046681	2.14	0.033	.3625549	8.385396
em6	1.430596	1.837357	0.78	0.436	-2.170558	5.031751
em78	7.519331	2.80639	2.68	0.007	2.018908	13.01975
stg	1.610315	.8293404	1.94	0.052	-.0151628	3.235792
inp	.5636309	1.028791	0.55	0.584	-1.452761	2.580023
tar	1.901702	1.048872	1.81	0.070	-.1540501	3.957454
eqm	1.896575	.7043322	2.69	0.007	.5161095	3.277041
pos	.7931183	.8846208	0.90	0.370	-.9407067	2.526943
pay	8.06205	2.372186	3.40	0.001	3.412651	12.71145
rol	3.411752	1.274468	2.68	0.007	.9138417	5.909663
km	-.8060854	1.353921	-0.60	0.552	-3.459722	1.847552
two	1.715531	1.03151	1.66	0.096	-.3061903	3.737253
inc	1.012738	.7347325	1.38	0.168	-.4273115	2.452787
eas	.8004877	.8399409	0.95	0.341	-.8457661	2.446742
hit	1.976482	.6992612	2.83	0.005	.6059557	3.347009
_cons	-13.23914	2.494207	-5.31	0.000	-18.12769	-8.350581

Logistic model for suc

Classified	True D	True ~D	Total
+	128	14	142
-	10	60	70
Total	138	74	212

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	92.75%
Specificity	Pr(-|~D)	81.08%
Positive predictive value	Pr(D| +)	90.14%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	85.71%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	18.92%
False - rate for true D	Pr(-| D)	7.25%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	9.86%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	14.29%
Correctly classified		88.68%

ฉ.3.4 แบบจำลอง 3.1.4

```
Iteration 0:   log pseudolikelihood = -137.13446
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -74.206985
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -62.636544
Iteration 3:   log pseudolikelihood =  -59.45709
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -58.840013
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -58.689448
Iteration 6:   log pseudolikelihood =  -58.65315
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -58.650668
Iteration 8:   log pseudolikelihood =  -58.65066

Logistic regression                             Number of obs     =        212
                                                Wald chi2(16)     =      61.12
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood =  -58.65066               Pseudo R2         =     0.5723
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em2	-7.197935	2.935978	-2.45	0.014	-12.95235	-1.443524
em4	-1.623293	1.542082	-1.05	0.292	-4.645718	1.399132
em5	4.309185	2.016992	2.14	0.033	.3559533	8.262417
em6	1.492284	1.80429	0.83	0.408	-2.044059	5.028627
em78	7.675994	2.726846	2.81	0.005	2.331475	13.02051
stg	1.592513	.8315517	1.92	0.055	-.037299	3.222324
inp	.5279591	1.020338	0.52	0.605	-1.471866	2.527784
tar	1.877908	1.037232	1.81	0.070	-.1550289	3.910844
eqm	1.920628	.7105563	2.70	0.007	.5279628	3.313292
pos	.8390832	.8646747	0.97	0.332	-.8556481	2.533814
pay	8.593565	2.155065	3.99	0.000	4.369716	12.81741
rol	2.821141	.9153307	3.08	0.002	1.027126	4.615156
two	1.78194	1.032633	1.73	0.084	-.2419827	3.805863
inc	.9614866	.7217811	1.33	0.183	-.4531783	2.376151
eas	.8231846	.8458523	0.97	0.330	-.8346555	2.481025
hit	1.918396	.7096143	2.70	0.007	.5275777	3.309215
_cons	-13.22796	2.470974	-5.35	0.000	-18.07098	-8.384939

Logistic model for suc

Classified	True D	True ~D	Total
+	128	13	141
-	10	61	71
Total	138	74	212

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	92.75%
Specificity	Pr(-|~D)	82.43%
Positive predictive value	Pr(D| +)	90.78%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	85.92%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	17.57%
False - rate for true D	Pr(-| D)	7.25%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	9.22%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	14.08%
Correctly classified		89.15%

ฉ.3.5 แบบจำลอง 3.1.5

```
Iteration 0:   log pseudolikelihood = -137.13446
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -74.314766
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -62.881799
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -59.875543
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -59.307465
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -59.175721
Iteration 6:   log pseudolikelihood =  -59.15531
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -59.154865
Iteration 8:   log pseudolikelihood = -59.154865

Logistic regression                             Number of obs   =        212
                                                Wald chi2(15)   =      63.42
                                                Prob > chi2     =     0.0000
Log pseudolikelihood = -59.154865               Pseudo R2       =     0.5686
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em2	-6.867919	2.89376	-2.37	0.018	-12.53958	-1.196254
em5	3.673161	1.86052	1.97	0.048	.0266079	7.319714
em6	1.522839	1.92606	0.79	0.429	-2.25217	5.297848
em78	6.72727	2.508044	2.68	0.007	1.811594	11.64295
stg	1.477974	.8051748	1.84	0.066	-.1001393	3.056088
inp	.4533874	.9565607	0.47	0.636	-1.421437	2.328212
tar	2.030938	1.032722	1.97	0.049	.0068408	4.055035
eqm	1.810649	.7026553	2.58	0.010	.4334703	3.187828
pos	.8230119	.86549	0.95	0.342	-.8733173	2.519341
pay	7.570137	1.732742	4.37	0.000	4.174024	10.96625
rol	2.690556	.8964964	3.00	0.003	.9334559	4.447657
two	1.685179	1.021074	1.65	0.099	-.3160882	3.686447
inc	.9032974	.6962591	1.30	0.195	-.4613454	2.26794
eas	.8787478	.8480656	1.04	0.300	-.7834302	2.540926
hit	1.763427	.7078997	2.49	0.013	.375969	3.150885
_cons	-13.23677	2.419497	-5.47	0.000	-17.9789	-8.494646

Logistic model for suc

Classified	True D	True ~D	Total
+	129	13	142
-	9	61	70
Total	138	74	212

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	93.48%
Specificity	Pr(-|~D)	82.43%
Positive predictive value	Pr(D| +)	90.85%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	87.14%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	17.57%
False - rate for true D	Pr(-| D)	6.52%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	9.15%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	12.86%
Correctly classified		89.62%

ฉ.3.6 แบบจำลอง 3.1.6

```
Iteration 0:   log pseudolikelihood = -137.13446
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -75.647006
Iteration 2:   log pseudolikelihood =  -65.11948
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -62.635483
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -62.208398
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -62.151371
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -62.149762
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -62.149761

Logistic regression                               Number of obs   =        212
                                                  Wald chi2(14)   =      54.67
                                                  Prob > chi2     =     0.0000
Log pseudolikelihood = -62.149761                 Pseudo R2       =     0.5468
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em5	3.393835	1.822143	1.86	0.063	-.1775001	6.965171
em6	.7087587	1.88366	0.38	0.707	-2.983146	4.400664
em78	3.006839	1.211351	2.48	0.013	.6326342	5.381043
stg	1.486437	.7481701	1.99	0.047	.0200503	2.952823
inp	.5994922	.9142759	0.66	0.512	-1.192456	2.39144
tar	1.075493	.856792	1.26	0.209	-.6037885	2.754775
eqm	1.566599	.7117796	2.20	0.028	.1715367	2.961661
pos	.7804748	.8514963	0.92	0.359	-.8884272	2.449377
pay	5.353298	1.41433	3.79	0.000	2.581262	8.125334
rol	2.949669	.837631	3.52	0.000	1.307943	4.591396
two	1.002186	.9757512	1.03	0.304	-.910251	2.914623
inc	1.304099	.6718405	1.94	0.052	-.0126845	2.620882
eas	1.036231	.8904599	1.16	0.245	-.7090383	2.7815
hit	1.340941	.7232403	1.85	0.064	-.0765842	2.758466
_cons	-14.27428	2.802368	-5.09	0.000	-19.76682	-8.781745

Logistic model for suc

Classified	True D	~D	Total
+	130	16	146
-	8	58	66
Total	138	74	212

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0

Sensitivity	Pr(+| D)	94.20%
Specificity	Pr(-|~D)	78.38%
Positive predictive value	Pr(D| +)	89.04%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	87.88%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	21.62%
False - rate for true D	Pr(-| D)	5.80%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	10.96%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	12.12%
Correctly classified		88.68%

ฉ.3.7 แบบจำลอง 3.1.7

```
. logit suc em5 em78 stg inp tar eqm pos pay rol two inc eas hit, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -137.13446
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -75.727019
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -65.205607
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -62.730205
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -62.305898
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -62.250214
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -62.248709
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -62.248707

Logistic regression                               Number of obs   =        212
                                                  Wald chi2(13)   =      54.86
                                                  Prob > chi2     =     0.0000
Log pseudolikelihood = -62.248707                 Pseudo R2       =     0.5461

------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
         suc |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
         em5 |   3.853999   1.384355     2.78   0.005     1.140712    6.567286
        em78 |   3.110567   1.164036     2.67   0.008     .8290982    5.392035
         stg |   1.487087   .7502436     1.98   0.047     .0166365    2.957537
         inp |   .6272415   .9133036     0.69   0.492    -1.162801    2.417284
         tar |   1.099005   .8476646     1.30   0.195    -.5623866    2.760397
         eqm |   1.570003   .7158087     2.19   0.028     .1670443    2.972963
         pos |    .692922   .8123873     0.85   0.394    -.8993278    2.285172
         pay |   5.313359   1.405293     3.78   0.000     2.559036    8.067682
         rol |   2.962785   .8304536     3.57   0.000     1.335126    4.590444
         two |   .9420968   .9595017     0.98   0.326    -.9384919    2.822685
         inc |   1.401676   .6418819     2.18   0.029     .1436107    2.659742
         eas |   1.037014   .8897726     1.17   0.244    -.7069084    2.780936
         hit |   1.317102   .7211341     1.83   0.068    -.0962949    2.730499
       _cons |  -14.10014   2.775894    -5.08   0.000     -19.5408   -8.659492
------------------------------------------------------------------------------

Logistic model for suc

              -------- True --------
Classified |         D              ~D          Total
-----------+--------------------------------------------
     +     |       130              16            146
     -     |         8              58             66
-----------+--------------------------------------------
   Total   |       138              74            212

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
--------------------------------------------------
Sensitivity                     Pr( +| D)   94.20%
Specificity                     Pr( -|~D)   78.38%
Positive predictive value       Pr( D| +)   89.04%
Negative predictive value       Pr(~D| -)   87.88%
--------------------------------------------------
False + rate for true ~D        Pr( +|~D)   21.62%
False - rate for true D         Pr( -| D)    5.80%
False + rate for classified +   Pr(~D| +)   10.96%
False - rate for classified -   Pr( D| -)   12.12%
--------------------------------------------------
Correctly classified                        88.68%
--------------------------------------------------
```

ฉ.3.8 แบบจำลอง 3.1.8

```
. logit suc em5 em78 stg tar eqm pos pay rol two inc eas hit, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -137.13446
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -75.869494
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -65.374975
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -62.940374
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -62.521318
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -62.457567
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -62.455439
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -62.455437

Logistic regression                               Number of obs   =        212
                                                  Wald chi2(12)   =      53.14
                                                  Prob > chi2     =     0.0000
Log pseudolikelihood = -62.455437                 Pseudo R2       =     0.5446
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em5	3.793595	1.332439	2.85	0.004	1.182062	6.405128
em78	3.022216	1.224357	2.47	0.014	.6225194	5.421912
stg	1.646167	.7536598	2.18	0.029	.1690212	3.123313
tar	1.205199	.837355	1.44	0.150	-.4359865	2.846385
eqm	1.693933	.7011589	2.42	0.016	.3196866	3.068179
pos	.7829939	.8150169	0.96	0.337	-.8144098	2.380398
pay	5.468665	1.42109	3.85	0.000	2.68338	8.253951
rol	3.008529	.8464608	3.55	0.000	1.349496	4.667561
two	1.082454	.9729594	1.11	0.266	-.8245112	2.98942
inc	1.383209	.6361028	2.17	0.030	.1364706	2.629948
eas	.9664322	.8717652	1.11	0.268	-.7421962	2.675061
hit	1.403558	.7105002	1.98	0.048	.0110035	2.796113
_cons	-14.0498	2.759165	-5.09	0.000	-19.45766	-8.641933

Logistic model for suc

Classified	True D	~D	Total
+	131	16	147
-	7	58	65
Total	138	74	212

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0

Sensitivity	Pr(+| D)	94.93%
Specificity	Pr(-|~D)	78.38%
Positive predictive value	Pr(D| +)	89.12%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	89.23%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	21.62%
False - rate for true D	Pr(-| D)	5.07%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	10.88%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	10.77%
Correctly classified		89.15%

ฉ.3.9 แบบจำลอง 3.1.9

```
Iteration 0:   log pseudolikelihood = -137.13446
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -76.042737
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -65.635709
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -63.260605
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -62.874432
Iteration 5:   log pseudolikelihood =  -62.81222
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -62.809645
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -62.809641

Logistic regression                               Number of obs     =        212
                                                  Wald chi2(11)     =      54.88
                                                  Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -62.809641                 Pseudo R2         =     0.5420
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em5	3.797946	1.327974	2.86	0.004	1.195165	6.400727
em78	3.011547	1.202692	2.50	0.012	.6543144	5.36878
stg	1.565795	.765249	2.05	0.041	.0659344	3.065655
tar	1.34311	.8733901	1.54	0.124	-.3687035	3.054923
eqm	1.810467	.7578459	2.39	0.017	.3251164	3.295818
pay	5.355698	1.359411	3.94	0.000	2.691301	8.020094
rol	2.850437	.7751941	3.68	0.000	1.331084	4.369789
two	.9255264	.9311218	0.99	0.320	-.8994388	2.750492
inc	1.538742	.6648704	2.31	0.021	.2356195	2.841864
eas	1.041886	.8880219	1.17	0.241	-.6986052	2.782377
hit	1.384608	.7273928	1.90	0.057	-.0410552	2.810272
_cons	-13.36626	2.397789	-5.57	0.000	-18.06584	-8.666685

Logistic model for suc

Classified	True D	True ~D	Total
+	128	16	144
-	10	58	68
Total	138	74	212

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0

Sensitivity	Pr(+| D)	92.75%
Specificity	Pr(-|~D)	78.38%
Positive predictive value	Pr(D| +)	88.89%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	85.29%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	21.62%
False - rate for true D	Pr(-| D)	7.25%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	11.11%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	14.71%
Correctly classified		87.74%

ฉ.3.10 แบบจำลอง 3.1.10

```
. logit suc em5 em78 stg tar eqm pay rol inc eas hit, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -137.13446
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -76.098374
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -65.937318
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -63.724117
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -63.367215
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -63.312217
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -63.310318
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -63.310316

Logistic regression                               Number of obs     =        212
                                                  Wald chi2(10)     =      57.73
                                                  Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -63.310316                 Pseudo R2         =     0.5383

------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
         suc |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
         em5 |   3.695567   1.302237     2.84   0.005     1.143228    6.247905
        em78 |   2.891747   1.144093     2.53   0.011     .6493661    5.134128
         stg |   1.611498   .7493187     2.15   0.032     .1428599    3.080135
         tar |   1.227949   .8249593     1.49   0.137    -.3889415    2.84484
         eqm |   1.798688   .7398839     2.43   0.015     .3485425    3.248834
         pay |    5.12743   1.351197     3.79   0.000     2.479132    7.775728
         rol |   3.038821   .7685187     3.95   0.000     1.532552     4.54509
         inc |   1.738654   .6321166     2.75   0.006     .4997286     2.97758
         eas |   .9392896   .8372676     1.12   0.262    -.7017248    2.580304
         hit |   1.456758   .6868026     2.12   0.034     .1106501    2.802867
       _cons |   -12.5106   2.13202    -5.87   0.000    -16.68928   -8.331915
------------------------------------------------------------------------------
Logistic model for suc


              -------- True --------
Classified |         D          ~D |     Total
-----------+--------------------------+----------
     +     |       129          16 |       145
     -     |         9          58 |        67
-----------+--------------------------+----------
   Total   |       138          74 |       212

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
--------------------------------------------------
Sensitivity                     Pr( +| D)   93.48%
Specificity                     Pr( -|~D)   78.38%
Positive predictive value       Pr( D| +)   88.97%
Negative predictive value       Pr(~D| -)   86.57%
--------------------------------------------------
False + rate for true ~D        Pr( +|~D)   21.62%
False - rate for true D         Pr( -| D)    6.52%
False + rate for classified +   Pr(~D| +)   11.03%
False - rate for classified -   Pr( D| -)   13.43%
--------------------------------------------------
Correctly classified                        88.21%
--------------------------------------------------
```

ฉ.3.11 แบบจำลอง 3.1.11

```
Iteration 0:   log pseudolikelihood = -137.13446
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -76.225606
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -66.265646
Iteration 3:   log pseudolikelihood =  -64.16703
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -63.845231
Iteration 5:   log pseudolikelihood =   -63.7952
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -63.793416
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -63.793414

Logistic regression                               Number of obs     =        212
                                                  Wald chi2(9)      =      59.86
                                                  Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -63.793414                 Pseudo R2         =     0.5348
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em5	3.514705	1.290364	2.72	0.006	.9856375	6.043773
em78	2.690466	1.135395	2.37	0.018	.4651328	4.9158
stg	1.694034	.7417775	2.28	0.022	.2401763	3.147891
tar	1.336332	.8513582	1.57	0.116	-.3322998	3.004963
eqm	1.625499	.6883804	2.36	0.018	.2762982	2.9747
pay	5.19133	1.312591	3.96	0.000	2.6187	7.763961
rol	3.116643	.7579948	4.11	0.000	1.631	4.602285
inc	1.620168	.5996743	2.70	0.007	.4448284	2.795508
hit	2.063168	.5399461	3.82	0.000	1.004893	3.121443
_cons	-11.9971	1.975712	-6.07	0.000	-15.86943	-8.12478

Logistic model for suc

Classified	True D	~D	Total
+	129	15	144
-	9	59	68
Total	138	74	212

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0

Sensitivity	Pr(+| D)	93.48%
Specificity	Pr(-|~D)	79.73%
Positive predictive value	Pr(D| +)	89.58%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	86.76%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	20.27%
False - rate for true D	Pr(-| D)	6.52%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	10.42%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	13.24%
Correctly classified		88.68%

ฉ.3.12 แบบจำลอง 3.1.12

```
Iteration 0:   log pseudolikelihood = -137.13446
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -76.641724
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -67.263798
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -65.298145
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -64.960914
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -64.893495
Iteration 6:   log pseudolikelihood =  -64.88971
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -64.889701

Logistic regression                               Number of obs     =        212
                                                  Wald chi2(8)      =      58.24
                                                  Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -64.889701                 Pseudo R2         =     0.5268
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em5	3.464251	1.356675	2.55	0.011	.8052165	6.123286
em78	2.988523	1.031099	2.90	0.004	.9676065	5.00944
stg	1.96131	.7523373	2.61	0.009	.4867563	3.435864
eqm	1.734155	.6961614	2.49	0.013	.3697039	3.098606
pay	5.836014	1.309344	4.46	0.000	3.269747	8.402282
rol	2.967536	.7140783	4.16	0.000	1.567968	4.367104
inc	1.716754	.5990423	2.87	0.004	.542653	2.890856
hit	1.914067	.5390933	3.55	0.000	.857464	2.970671

Logistic model for suc

Classified	True D	True ~D	Total
+	130	15	145
-	8	59	67
Total	138	74	212

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0

Sensitivity	Pr(+| D)	94.20%
Specificity	Pr(-|~D)	79.73%
Positive predictive value	Pr(D| +)	89.66%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	88.06%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	20.27%
False - rate for true D	Pr(-| D)	5.80%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	10.34%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	11.94%
Correctly classified		89.15%

ฉ.4 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุม (TYPE=1)

ฉ.4.1 แบบจำลอง 3.2.1

```
. logit suc em1 em2 em3 em4 em5 em6 em78 stg inp tar eqm pos pay rol km two inc

note: em78 != 1 predicts failure perfectly
      em78 dropped and 60 obs not used

note: em3 != 1 predicts success perfectly
      em3 dropped and 2 obs not used

note: em2 != 1 predicts failure perfectly
      em2 dropped and 1 obs not used

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -180.40179
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -108.53651
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -99.025883
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -97.641967
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -97.587917
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -97.587802
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -97.587802

Logistic regression                               Number of obs     =        339
                                                  Wald chi2(16)     =      90.52
                                                  Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -97.587802                 Pseudo R2         =     0.4591
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	5.913588	2.621555	2.26	0.024	.7754354	11.05174
em4	3.937139	1.281505	3.07	0.002	1.425436	6.448841
em5	-.3908728	1.649972	-0.24	0.813	-3.624759	2.843013
em6	-.4196472	1.347814	-0.31	0.756	-3.061314	2.22202
stg	.8286856	.6274289	1.32	0.187	-.4010524	2.058424
inp	.0310445	.7438949	0.04	0.967	-1.426963	1.489052
tar	.5880092	.7763464	0.76	0.449	-.9336019	2.10962
eqm	1.712405	.7517864	2.28	0.023	.2389304	3.185879
pos	1.083482	.8854269	1.22	0.221	-.6519227	2.818887
pay	1.821212	.9808833	1.86	0.063	-.1012839	3.743708
rol	.8667932	.6996206	1.24	0.215	-.5044379	2.238024
km	1.62853	.8500698	1.92	0.055	-.0375756	3.294637
two	1.456588	.6663971	2.19	0.029	.150474	2.762703
inc	1.886173	.6128349	3.08	0.002	.6850384	3.087307
eas	1.459711	.918047	1.59	0.112	-.3396283	3.25905
hit	.5860633	.9618705	0.61	0.542	-1.299168	2.471295
_cons	-15.20431	2.479983	-6.13	0.000	-20.06499	-10.34363

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	248	28	276
-	15	48	63
Total	263	76	339

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	94.30%
Specificity	Pr(-|~D)	63.16%
Positive predictive value	Pr(D| +)	89.86%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	76.19%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	36.84%
False - rate for true D	Pr(-| D)	5.70%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	10.14%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	23.81%
Correctly classified		87.32%

ฉ.4.2 แบบจำลอง 3.2.2

```
. logit suc em1 em4 em5 em6 stg inp tar eqm pos pay rol km two inc eas hit, rok

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -257.90795
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -134.04233
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -114.73398
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -106.66012
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -104.23429
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -104.08116
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -104.08039
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -104.08039

Logistic regression                             Number of obs     =        402
                                                Wald chi2(16)     =     116.82
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -104.08039               Pseudo R2         =     0.5964
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	6.016517	2.503576	2.40	0.016	1.109599	10.92344
em4	4.019748	1.025198	3.92	0.000	2.010397	6.0291
em5	-.5823792	1.537515	-0.38	0.705	-3.595852	2.431094
em6	.3031034	1.358407	0.22	0.823	-2.359325	2.965532
stg	.6768461	.6244022	1.08	0.278	-.5469598	1.900652
inp	.2339456	.7548428	0.31	0.757	-1.245519	1.71341
tar	.625559	.7561432	0.83	0.408	-.8564545	2.107573
eqm	1.587905	.7012806	2.26	0.024	.2134204	2.96239
pos	.8268098	.9045753	0.91	0.361	-.9461251	2.599745
pay	.8819938	1.322726	0.67	0.505	-1.710501	3.474489
rol	1.022656	.6719521	1.52	0.128	-.294346	2.339658
km	1.440094	.8282694	1.74	0.082	-.1832837	3.063473
two	1.518732	.6599047	2.30	0.021	.2253425	2.812121
inc	1.873091	.6025602	3.11	0.002	.6920947	3.054087
eas	1.379218	.8858231	1.56	0.119	-.3569639	3.115399
hit	.8232425	.9365413	0.88	0.379	-1.012345	2.65883
_cons	-15.69683	2.184207	-7.19	0.000	-19.9778	-11.41587

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	249	31	280
-	16	106	122
Total	265	137	402

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	93.96%
Specificity	Pr(-|~D)	77.37%
Positive predictive value	Pr(D| +)	88.93%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	86.89%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	22.63%
False - rate for true D	Pr(-| D)	6.04%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	11.07%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	13.11%
Correctly classified		88.31%

ฉ.4.3 แบบจำลอง 3.2.3

```
. logit suc em1 em4 em5 stg inp tar eqm pos pay rol km two inc eas hit, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -257.90795
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -134.10676
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -114.92075
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -106.65822
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -104.25481
Iteration 5:   log pseudolikelihood =  -104.1095
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -104.10879
Iteration 7:   log pseudolikelihood = -104.10879

Logistic regression                             Number of obs     =        402
                                                Wald chi2(15)     =     114.04
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -104.10879               Pseudo R2         =     0.5963
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	6.06004	2.474826	2.45	0.014	1.209471	10.91061
em4	4.034625	1.009574	4.00	0.000	2.055897	6.013353
em5	-.365244	1.38198	-0.26	0.792	-3.073875	2.343387
stg	.7117696	.559505	1.27	0.203	-.38484	1.808379
inp	.2120619	.7439009	0.29	0.776	-1.245957	1.670081
tar	.6465648	.7562873	0.85	0.393	-.835731	2.128861
eqm	1.569084	.698924	2.24	0.025	.1992182	2.93895
pos	.8324724	.8953256	0.93	0.352	-.9223334	2.587278
pay	.8701054	1.360065	0.64	0.522	-1.795573	3.535783
rol	1.036188	.6673055	1.55	0.120	-.2717067	2.344083
km	1.440247	.8280032	1.74	0.082	-.1826093	3.063103
two	1.532958	.6472168	2.37	0.018	.264436	2.801479
inc	1.88975	.596692	3.17	0.002	.7202552	3.059245
eas	1.397546	.8903546	1.57	0.116	-.347517	3.142609
hit	.7920972	.9165965	0.86	0.387	-1.004399	2.588593
_cons	-15.7207	2.172392	-7.24	0.000	-19.97851	-11.46289

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	249	31	280
-	16	106	122
Total	265	137	402

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	93.96%
Specificity	Pr(-|~D)	77.37%
Positive predictive value	Pr(D| +)	88.93%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	86.89%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	22.63%
False - rate for true D	Pr(-| D)	6.04%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	11.07%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	13.11%
Correctly classified		88.31%

ฉ.4.4 แบบจำลอง 3.2.4

```
. logit suc em1 em4 stg inp tar eqm pos pay rol km two inc eas hit, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -257.90795
Iteration 1:   log pseudolikelihood =  -134.1481
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -114.98802
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -106.68136
Iteration 4:   log pseudolikelihood =  -104.2982
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -104.15846
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -104.15785

Logistic regression                             Number of obs     =        402
                                                Wald chi2(14)     =     114.10
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -104.15785               Pseudo R2         =     0.5961
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	5.794044	2.018687	2.87	0.004	1.837491	9.750598
em4	3.957468	.9275744	4.27	0.000	2.139456	5.775481
stg	.6616824	.5377207	1.23	0.218	-.3922308	1.715596
inp	.2311969	.7373624	0.31	0.754	-1.214007	1.676401
tar	.6589622	.7521578	0.88	0.381	-.81524	2.133164
eqm	1.563096	.691322	2.26	0.024	.2081303	2.918063
pos	.851324	.8846806	0.96	0.336	-.8826182	2.585266
pay	.810941	1.312127	0.62	0.537	-1.760781	3.382663
rol	1.064617	.651018	1.64	0.102	-.2113543	2.340589
km	1.396488	.7884296	1.77	0.077	-.1488053	2.941782
two	1.529212	.6494864	2.35	0.019	.2562421	2.802182
inc	1.878648	.5954067	3.16	0.002	.7116723	3.045624
eas	1.371278	.898681	1.53	0.127	-.3901041	3.132661
hit	.8269706	.9287165	0.89	0.373	-.9932802	2.647221
_cons	-15.70715	2.100451	-7.48	0.000	-19.82396	-11.59034

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	249	30	279
-	16	107	123
Total	265	137	402

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	93.96%
Specificity	Pr(-|~D)	78.10%
Positive predictive value	Pr(D| +)	89.25%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	86.99%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	21.90%
False - rate for true D	Pr(-| D)	6.04%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	10.75%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	13.01%
Correctly classified		88.56%

ฉ.4.5 แบบจำลอง 3.2.5

```
. logit suc em1 em4 stg tar eqm pos pay rol km two inc eas hit, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -257.90795
Iteration 1:   log pseudolikelihood =  -134.1446
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -114.99115
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -106.70544
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -104.34583
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -104.21002
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -104.20944

Logistic regression                             Number of obs     =        402
                                                Wald chi2(13)     =     113.79
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -104.20944               Pseudo R2         =     0.5959

------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
         suc |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
         em1 |   5.661984   1.887555     3.00   0.003     1.962444    9.361524
         em4 |   3.966643   .9210008     4.31   0.000     2.161515    5.771771
         stg |   .7330463   .5101718     1.44   0.151    -.2668721    1.732965
         tar |   .7537134   .7030689     1.07   0.284    -.6242764    2.131703
         eqm |   1.631174   .6789741     2.40   0.016     .3004095    2.961939
         pos |   .8896305    .853316     1.04   0.297     -.782838    2.562099
         pay |   .8494721   1.303767     0.65   0.515    -1.705864    3.404809
         rol |   1.078125   .6471762     1.67   0.096    -.1903172    2.346567
          km |    1.38499     .78874     1.76   0.079     -.160912    2.930892
         two |   1.522827   .6455641     2.36   0.018     .2575442    2.788109
         inc |    1.91401   .5611611     3.41   0.001     .8141546    3.013866
         eas |   1.352586   .8843846     1.53   0.126    -.3807762    3.085948
         hit |    .819675   .9256034     0.89   0.376    -.9944743    2.633824
       _cons |  -15.64043   2.049185    -7.63   0.000    -19.65676   -11.6241
------------------------------------------------------------------------------

. estat classification

Logistic model for suc

              -------- True --------
Classified |         D             ~D |      Total
-----------+--------------------------+-----------
         + |       249             30 |        279
         - |        16            107 |        123
-----------+--------------------------+-----------
     Total |       265            137 |        402

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
--------------------------------------------------
Sensitivity                     Pr( +| D)   93.96%
Specificity                     Pr( -|~D)   78.10%
Positive predictive value       Pr( D| +)   89.25%
Negative predictive value       Pr(~D| -)   86.99%
--------------------------------------------------
False + rate for true ~D        Pr( +|~D)   21.90%
False - rate for true D         Pr( -| D)    6.04%
False + rate for classified +   Pr(~D| +)   10.75%
False - rate for classified -   Pr( D| -)   13.01%
--------------------------------------------------
Correctly classified                        88.56%
--------------------------------------------------
```

ฉ.4.6 แบบจำลอง 3.2.6

```
. logit suc em1 em4 stg tar eqm pos rol km two inc eas hit, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -257.90795
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -134.57263
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -115.42238
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -107.05209
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -104.69552
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -104.56075
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -104.56018
```

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	247	31	278
-	18	106	124
Total	265	137	402

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	93.21%
Specificity	Pr(-|~D)	77.37%
Positive predictive value	Pr(D| +)	88.85%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	85.48%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	22.63%
False - rate for true D	Pr(-| D)	6.79%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	11.15%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	14.52%
Correctly classified		87.81%

ฉ.4.7 แบบจำลอง 3.2.7

```
. logit suc em1 em4 stg tar eqm pos rol km two inc eas, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -257.90795
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -134.59276
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -115.50264
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -107.26066
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -104.99267
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -104.86592
Iteration 6:   log pseudolikelihood =  -104.8654

Logistic regression                               Number of obs   =        402
                                                  Wald chi2(11)   =     105.17
                                                  Prob > chi2     =     0.0000
Log pseudolikelihood =  -104.8654                 Pseudo R2       =     0.5934
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	5.723951	1.90696	3.00	0.003	1.986377	9.461525
em4	3.832558	.904258	4.24	0.000	2.060245	5.604871
stg	.7174906	.5052144	1.42	0.156	-.2727113	1.707693
tar	.8678985	.6835708	1.27	0.204	-.4718756	2.207673
eqm	1.705663	.6768672	2.52	0.012	.3790275	3.032298
pos	.803822	.827029	0.97	0.331	-.817125	2.424769
rol	1.104445	.6735776	1.64	0.101	-.2157429	2.424633
km	1.247297	.7691195	1.62	0.105	-.2601493	2.754744
two	1.548836	.640959	2.42	0.016	.292579	2.805092
inc	1.84223	.5450809	3.38	0.001	.773891	2.910569
eas	1.961086	.5382465	3.64	0.000	.9061427	3.01603
_cons	-15.48581	2.098746	-7.38	0.000	-19.59928	-11.37235

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	247	29	276
-	18	108	126
Total	265	137	402

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	93.21%
Specificity	Pr(-|~D)	78.83%
Positive predictive value	Pr(D| +)	89.49%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	85.71%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	21.17%
False - rate for true D	Pr(-| D)	6.79%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	10.51%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	14.29%
Correctly classified		88.31%

ฉ.4.8 แบบจำลอง 3.2.8

```
. logit suc em1 em4 stg tar eqm rol km two inc eas, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -257.90795
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -135.26279
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -116.44895
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -107.85659
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -105.50292
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -105.38307
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -105.38265

Logistic regression                               Number of obs   =        402
                                                  Wald chi2(10)   =     101.60
                                                  Prob > chi2     =     0.0000
Log pseudolikelihood = -105.38265                 Pseudo R2       =     0.5914
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	6.263263	1.852584	3.38	0.001	2.632264	9.894262
em4	3.852531	.8810261	4.37	0.000	2.125752	5.579311
stg	.8069196	.4839963	1.67	0.095	-.1416957	1.755535
tar	.8949777	.6909126	1.30	0.195	-.4591861	2.249142
eqm	1.735592	.666817	2.60	0.009	.4286543	3.042529
rol	1.078665	.6537069	1.65	0.099	-.2025771	2.359907
km	1.197497	.7435278	1.61	0.107	-.2597908	2.654785
two	1.613166	.6542912	2.47	0.014	.3307787	2.895553
inc	1.98729	.5378787	3.69	0.000	.9330671	3.041513
eas	1.94688	.5371064	3.62	0.000	.8941708	2.999589
_cons	-15.51742	2.214904	-7.01	0.000	-19.85855	-11.17629

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	245	30	275
-	20	107	127
Total	265	137	402

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	92.45%
Specificity	Pr(-|~D)	78.10%
Positive predictive value	Pr(D| +)	89.09%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	84.25%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	21.90%
False - rate for true D	Pr(-| D)	7.55%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	10.91%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	15.75%
Correctly classified		87.56%

ฉ.4.9 แบบจำลอง 3.2.9

```
. logit suc em1 em4 stg eqm rol km two inc eas, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -257.90795
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -135.23294
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -116.54472
Iteration 3:   log pseudolikelihood = -108.32295
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -106.06348
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -105.95428
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -105.95395

Logistic regression                               Number of obs     =        402
                                                  Wald chi2(9)      =      96.40
                                                  Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -105.95395                 Pseudo R2         =     0.5892
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	6.317139	1.862072	3.39	0.001	2.667546	9.966733
em4	3.844645	.9075605	4.24	0.000	2.065859	5.623431
stg	.9227323	.462843	1.99	0.046	.0155766	1.829888
eqm	1.854156	.6603948	2.81	0.005	.5598062	3.148506
rol	1.099172	.6654169	1.65	0.099	-.2050211	2.403365
km	1.206006	.7536431	1.60	0.110	-.2711071	2.68312
two	1.609763	.6427356	2.50	0.012	.3500248	2.869502
inc	2.005818	.5330435	3.76	0.000	.9610724	3.050565
eas	1.967975	.5410797	3.64	0.000	.9074779	3.028471
_cons	-15.20308	2.2206	-6.85	0.000	-19.55537	-10.85078

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	248	28	276
-	17	109	126
Total	265	137	402

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	93.58%
Specificity	Pr(-|~D)	79.56%
Positive predictive value	Pr(D| +)	89.86%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	86.51%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	20.44%
False - rate for true D	Pr(-| D)	6.42%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	10.14%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	13.49%
Correctly classified		88.81%

ฉ.4.10 แบบจำลอง 3.2.10

```
. logit suc em1 em4 stg eqm rol two inc eas, robust

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -257.90795
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -136.13888
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -117.86751
Iteration 3:   log pseudolikelihood =  -109.5429
Iteration 4:   log pseudolikelihood = -107.23776
Iteration 5:   log pseudolikelihood = -107.14255
Iteration 6:   log pseudolikelihood = -107.14232

Logistic regression                             Number of obs     =        402
                                                Wald chi2(8)      =      98.69
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -107.14232               Pseudo R2         =     0.5846
```

suc	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
em1	6.577716	1.872838	3.51	0.000	2.907022	10.24841
em4	3.921317	.8780145	4.47	0.000	2.20044	5.642194
stg	1.065469	.4529435	2.35	0.019	.1777161	1.953222
eqm	1.859581	.6727291	2.76	0.006	.5410558	3.178106
rol	1.761669	.5646512	3.12	0.002	.6549732	2.868365
two	1.667806	.6500296	2.57	0.010	.3937715	2.941841
inc	2.093261	.5271496	3.97	0.000	1.060067	3.126455
eas	1.958892	.5412867	3.62	0.000	.8979894	3.019794
_cons	-15.31372	2.222424	-6.89	0.000	-19.66959	-10.95785

```
. estat classification

Logistic model for suc
```

Classified	True D	True ~D	Total
+	244	31	275
-	21	106	127
Total	265	137	402

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as suc != 0
```

Sensitivity	Pr(+| D)	92.08%
Specificity	Pr(-|~D)	77.37%
Positive predictive value	Pr(D| +)	88.73%
Negative predictive value	Pr(~D| -)	83.46%
False + rate for true ~D	Pr(+|~D)	22.63%
False - rate for true D	Pr(-| D)	7.92%
False + rate for classified +	Pr(~D| +)	11.27%
False - rate for classified -	Pr(D| -)	16.54%
Correctly classified		87.06%

ภาคผนวก ช
ผลการวิเคราะห์ค่า Marginal Effect

ช.1 ผลวิเคราะห์ Marginal effect จากแบบจำลองทำนายความสำเร็จสำหรับกลุ่มเป้าหมายในภาพรวม (แบบจำลอง 2.6)

Marginal effects after logit
y = Pr(suc) (predict)
= .64113669

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P>|z|	[	95% C.I.	]	X
eml	.6080776	.29412	2.07	0.039	.031612		1.18454	.929967
em4	.3881517	.19841	1.96	0.050	-.000726		.77703	.88355
em5	.448193	.21694	2.07	0.039	.023003		.873383	.873779
em78	.9628211	.41902	2.30	0.022	.141557		1.78409	.915309
stg	.1720647	.08774	1.96	0.050	.000106		.344024	.651466
tar	.2375833	.1273	1.87	0.062	-.01191		.487077	.650651
eqm	.3720393	.11325	3.29	0.001	.150075		.594004	.765472
pos	.2113765	.1274	1.66	0.097	-.03832		.461073	.820033
pay	.3228917	.18673	1.73	0.084	-.043099		.688882	.05456
rol	.481207	.10855	4.43	0.000	.268449		.693965	.718241
two	.3153114	.12337	2.56	0.011	.073512		.557111	.811889
inc	.4311086	.08766	4.92	0.000	.259302		.602915	.446254
eas	.2744009	.13211	2.08	0.038	.015472		.53333	.408795
hit	.2056301	.12531	1.64	0.101	-.039981		.451241	.308632

ช.2 ผลวิเคราะห์ Marginal effect จากแบบจำลองทำนายความสำเร็จสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุม (แบบจำลอง 3.1.12)

Marginal effects after logit
y = Pr(suc) (predict)
= .78309061

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P>|z|	[95% C.I.]		X
em5	.5884367	.2543	2.31	0.021	.090025	1.08685	.879717
em78	.5076297	.1689	3.01	0.003	.17659	.838669	.95283
stg	.3331476	.12895	2.58	0.010	.080419	.585876	.747642
eqm	.2945631	.11578	2.54	0.011	.067636	.52149	.792453
pay	.9913037	.23338	4.25	0.000	.53388	1.44873	.080189
rol	.5040648	.12466	4.04	0.000	.259742	.748388	.768868
inc	.2916074	.09847	2.96	0.003	.098606	.484609	.346698
hit	.3251229	.09502	3.42	0.001	.138889	.511357	.389151

ช.2 ผลวิเคราะห์ Marginal effect จากแบบจำลองทำนายความสำเร็จสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นโรงงานควบคุม (แบบจำลอง 3.2.10)

Marginal effects after logit
y = Pr(suc) (predict)
= .60877453

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P>|z|	[95% C.I.]		X
em1	1.566602	.4903	3.20	0.001	.605624	2.52758	.906716
em4	.9339326	.21561	4.33	0.000	.511341	1.35652	.875622
stg	.2537607	.10824	2.34	0.019	.041617	.465905	.600746
eqm	.4428928	.16419	2.70	0.007	.121093	.764693	.751244
rol	.4195734	.13668	3.07	0.002	.151692	.687455	.691542
two	.3972182	.16021	2.48	0.013	.083204	.711232	.803483
inc	.498548	.12036	4.14	0.000	.262637	.734459	.498756
eas	.4665456	.13015	3.58	0.000	.21146	.721631	.366915

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ปัญญวัฒน์ โกมุทบุตร
ประวัติการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมเคมี), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2540) วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2547)
ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน	ผู้อำนวยการและกรรมการบริหารสถาบันวิศวกรรมพลังงาน, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผลงานวิจัย	ปัญญวัฒน์ โกมุทบุตร, ปิยะวิทย์ ทิพรส, ศิริเดช คำสุพรหม และศิวะนันท์ ศิวพิทักษ์ (2564). การสร้างแบบจำลองทำนายความสำเร็จเพื่อสนับสนุนการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับของประเทศไทย. วารสารสุทธิปริทัศน์, (อยู่ระหว่างรอการตีพิมพ์). ปัญญวัฒน์ โกมุทบุตร และ ปิยะวิทย์ ทิพรส. (2564). การค้นหาแนวทางพัฒนาระบบการจัดการพลังงานภาคบังคับในประเทศไทย. ใน DPU International Conference on Business Innovation and Social Sciences 2021, (น. 383). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.