

การศึกษาปัจจัยและอุปสรรคที่มีผลต่อการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
การจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรม

พิระวุฒิ อินทร์พรหม

TNI

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตศึกษา สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการธุรกิจและอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ปีการศึกษา 2568

A STUDY OF FACTORS AND OBSTACLES AFFECTING THE ADOPTION OF IIOT
TECHNOLOGY TO ENHANCE ENERGY MANAGEMENT EFFICIENCY
IN THE INDUSTRIAL SECTOR

Phirawut Inprom

TNI

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program
in Innovation of Business and Industrial Management

Graduate Studies

Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Year 2025

หัวข้อสารนิพนธ์

การศึกษาปัจจัยและอุปสรรคที่มีผลต่อการนำเทคโนโลยี IIoT มา
ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรม

โดย

พิระวุฒิ อินทร์พรหม

สาขาวิชา

นวัตกรรมการจัดการธุรกิจและอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รชตะ รุ่งตระกูลชัย

บัณฑิตศึกษา สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

..... รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรากร ศรีเชวงทรัพย์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์รังสรรค์ เลิศในสัตย์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญญาดา นาสมบูรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รชตะ รุ่งตระกูลชัย)

พิระวุฒิ อินทร์พรหม : การศึกษาปัจจัยและอุปสรรคที่มีผลต่อการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรม. อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รชตะ รุ่งตระกูลชัย, 168 หน้า.

การวิจัยเรื่องการศึกษาปัจจัยและอุปสรรคที่มีผลต่อการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุน ติดตั้ง และใช้งานเทคโนโลยี IIoT เพื่อการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมไทย และ 2) ศึกษาปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในกระบวนการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้จริงในองค์กรอุตสาหกรรม การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิจัยเชิงเอกสารร่วมกับการเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกแบบเจาะจงจากองค์กรเป้าหมายจำนวน 72 องค์กร ก่อนคัดกรองจนเหลือองค์กรที่เข้าร่วมการวิจัย 12 องค์กร โดยมีผู้ให้ข้อมูลหลักองค์กรละ 1 คน ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา การสกัดคำสำคัญ การนับความถี่คำสำคัญ การจัดกลุ่มเชิงธีม และการเปรียบเทียบข้ามองค์กร

ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการตัดสินใจลงทุนและการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ ได้แก่ ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบเดิม การเข้าถึงข้อมูลแบบเรียลไทม์ การตรวจสอบย้อนหลัง และการควบคุมกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงการสนับสนุนจากผู้บริหารและความสอดคล้องกับนโยบายด้านพลังงานขององค์กร ซึ่งช่วยลดความผิดพลาด เพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน และสนับสนุนการตัดสินใจได้แม่นยำยิ่งขึ้น ขณะที่อุปสรรคสำคัญ ได้แก่ ความไม่พร้อมของบุคลากร การขาดทักษะและความรู้เฉพาะทาง การบริหารการเปลี่ยนแปลงภายในองค์กร รวมถึงข้อจำกัดด้านงบประมาณและความไม่ชัดเจนของผลตอบแทนจากการลงทุน ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมไทยมีความเป็นไปได้ และเกิดประโยชน์อย่างเห็นรูปธรรม หากองค์กรมีการวางแผนที่เหมาะสม เตรียมความพร้อมของบุคลากร และได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารอย่างเพียงพอ

บัณฑิตศึกษา

สาขาวิชา นวัตกรรมจัดการธุรกิจ

และอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2568

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

PHIRAWUT INPROM : A STUDY OF FACTORS AND OBSTACLES AFFECTING THE ADOPTION OF IIOT TECHNOLOGY TO ENHANCE ENERGY MANAGEMENT EFFICIENCY IN THE INDUSTRIAL SECTOR. ADVISOR : ASST.PROF.DR.RACHATA RUNGTRAKULCHAI, 168 PP.

This research, titled A Study of Factors and Obstacles Affecting the Adoption of Industrial Internet of Things (IIoT) Technology to Enhance Energy Management Efficiency in the Industrial Sector, aims to 1) examine the factors influencing decisions to invest in, install, and use IIoT technology for energy management in Thailand's industrial sector, and 2) investigate the problems and obstacles encountered in its actual implementation in industrial organizations. This study employed a qualitative research approach, combining documentary research with field data collection through semi-structured in-depth interviews. The sample was selected purposively from 72 target organizations and screened down to 12 participating organizations, with one key informant from each. The data were analyzed using content analysis, keyword extraction, keyword frequency analysis, thematic grouping, and cross-organizational comparison.

The findings indicate that the main factors supporting investment decisions and IIoT adoption include system integration capability, access to real-time data, traceability, improved process control, top management support, and alignment with organizational energy policies. These factors help reduce errors, improve efficiency, and support more accurate decision-making. In contrast, the major obstacles include workforce unpreparedness, lack of specialized skills and knowledge, change management issues, budget constraints, and uncertainty regarding investment returns. It can therefore be concluded that IIoT adoption for energy management in Thailand's industrial sector is feasible and can generate tangible benefits, provided that organizations have proper planning, workforce readiness, and adequate management support.

Graduate Studies

Field of Study Innovation of Business and
Industrial Management

Academic Year 2025

Student's Signature.....

Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์การศึกษาปัจจัยและอุปสรรคที่มีผลต่อการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรม ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา ความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รชตะ รุ่งตระกูลชัย ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ เป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และแนวทางที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนตรวจสอบ แก้ไข และให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด จนทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็น และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงเนื้อหาสารนิพนธ์ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามหลักวิชาการ

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการธุรกิจและอุตสาหกรรม บัณฑิตศึกษา สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ แนวคิด และประสบการณ์อันทรงคุณค่า ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาค้นคว้า และการจัดทำสารนิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณผู้ให้ข้อมูลสำคัญจากองค์กรภาคอุตสาหกรรมทุกแห่งที่กรุณาสละเวลาให้สัมภาษณ์ ให้ข้อมูล และแบ่งปันประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาวิจัยครั้งนี้ รวมถึงผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนช่วยประสานงานและสนับสนุนการเก็บรวบรวมข้อมูล จนทำให้งานวิจัยสามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัว ตลอดจนเพื่อนร่วมงาน และเพื่อนร่วมศึกษาทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจ ความช่วยเหลือ และการสนับสนุนแก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องแสดงความกตัญญูแด่แต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ส่วนข้อบกพร่องประการใดที่อาจปรากฏในสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

พระวุฒิ อินทร์พรหม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป	ฎ
 บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	8
ขอบเขตของการวิจัย	8
กรอบงานวิจัย	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับภาคอุตสาหกรรม (Industrial Internet of Things : IIoT).....	15
แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรม (Energy Management in Industrial Sector)	21
แนวคิดเกี่ยวกับปัจจัยด้านเทคโนโลยี องค์กร บุคคล และสิ่งแวดล้อม (TOIE Framework)	30
บทบาทของ IIoT กับการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงาน.....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
3 ระเบียบวิธีการวิจัย	44
รูปแบบการวิจัย (Research Design).....	45
การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)	46

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis).....	60
	ความน่าเชื่อถือของงานวิจัย และจริยธรรมการวิจัย (Trustworthiness & Ethics).....	61
4	ผลการวิจัย.....	62
	ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์และองค์กร	63
	โครงสร้างคำถามและลักษณะข้อมูลคำตอบ	66
	การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตัวอย่างบทสัมภาษณ์.....	93
	การวิเคราะห์คำตอบด้วย Keyword และการสังเคราะห์ Insight.....	95
	การจัดกลุ่มคำสำคัญและการสังเคราะห์เชิงธีม (Thematic Grouping and Synthesis).....	103
	สถานะและแนวทางการจัดการพลังงานขององค์กร.....	108
	ทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้.....	108
	ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุน.....	109
	ความพร้อมของบุคลากรและองค์กร.....	109
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	110
	สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์	110
	อภิปรายผลการวิจัย	112
	ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติสำหรับองค์กรอุตสาหกรรม	115
	ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและบทบาทหน่วยงานสนับสนุน	116
	แนวทางแก้ไขอุปสรรคและข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติสำหรับการตัดสินใจลงทุน IIoT เพื่อการจัดการพลังงาน.....	117
	ข้อจำกัดของการวิจัย	122
	ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต	123
	สรุปผลและข้อค้นพบเชิงบูรณาการ	123
	ข้อเสนอกรอบแนวทางการดำเนินงานเชิงกระบวนการสำหรับการนำ IIoT ไปใช้เพื่อการจัดการพลังงาน	124

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	126
ภาคผนวก.....	130
ภาคผนวก ก. คำถามสัมภาษณ์.....	131
ภาคผนวก ข. บันทึกการสัมภาษณ์.....	138
ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์.....	168



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 รายชื่อองค์กรสำหรับการคัดเลือกเข้าร่วมการสัมมนา.....	47
2 รายชื่อองค์กรที่เข้าเกณฑ์การคัดเลือกเบื้องต้น จำนวน 54 องค์กร.....	51
3 รายชื่อองค์กรที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกและเข้าร่วมการสัมมนา จำนวน 12 องค์กร.....	54
4 ชุดคำถามจำนวน 24 ข้อ.....	55
5 การจัดกลุ่มข้อคำถามสัมมนาตามมิติของกรอบแนวคิด TOIE.....	57
6 ข้อมูลทั่วไปขององค์กร	63
7 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมมนา.....	65
8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท	67
9 การวิเคราะห์คำตอบด้วย Keyword	95
10 ตารางบันทึกความถี่	102
11 ตารางจัดเรียงอันดับ	102
12 ตารางจัดเรียงอันดับการจัดกลุ่มเชิงธีม	106

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการศึกษา.....	7
2	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย (Research Workflow Summary)	45



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคของอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างเครื่องจักร กระบวนการผลิต และระบบบริหารจัดการแบบเรียลไทม์ได้กลายเป็นหัวใจสำคัญของการยกระดับประสิทธิภาพภาคการผลิตทั่วโลก เทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) จึงมีบทบาท ในฐานะโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลของโรงงานอัจฉริยะ ซึ่งช่วยให้สามารถรวบรวม วิเคราะห์ และใช้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจเชิงปฏิบัติการได้อย่างแม่นยำ นำไปสู่การเพิ่มผลผลิตภาพ คุณภาพ และความยั่งยืนของกระบวนการผลิต ทั้งนี้การแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมในศตวรรษที่ 21 มิได้อยู่เพียงที่การผลิตสินค้า แต่ขับเคลื่อนด้วย ข้อมูลและการเชื่อมต่อ ที่ทำให้การจัดการทรัพยากรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้ทันทั่วทั้งที่ (Parkar. 2023)

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลและการเชื่อมต่อ จะสร้างคุณค่าได้สูงสุดเมื่อถูกนำไปใช้บริหารทรัพยากรที่เป็นต้นทุนสำคัญของโรงงานอย่างเป็นรูปธรรม หรือที่เรียกว่า ทรัพยากรเชิงวิกฤต ที่มีผลต่อขีดความสามารถในการแข่งขันขององค์กร หนึ่งในทรัพยากรที่สำคัญที่สุดคือพลังงาน เพราะเกี่ยวข้อง กับต้นทุนการผลิต สมรรถนะเครื่องจักร และความสามารถในการควบคุมต้นทุนขององค์กร

พลังงานจึงถือเป็นทรัพยากรสำคัญและเป็นต้นทุนหลักของภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในกระบวนการผลิตที่มีการใช้เครื่องจักรจำนวนมาก ความผันผวนของราคาพลังงานในตลาดโลก รวมถึงข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อมและการลดการปล่อยคาร์บอน ล้วนก่อให้เกิดแรงกดดันให้องค์กรต้องมุ่งสู่การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) เข้ามาช่วยในการตรวจวัด วิเคราะห์ และควบคุมการใช้พลังงานแบบเรียลไทม์ เช่น ระบบ Metering และ Sub-Metering การตรวจจับความผิดปกติของการใช้พลังงาน (Anomaly Detection) และการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance) ช่วยให้โรงงานสามารถลดการสูญเสียพลังงาน ปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องจักร และเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงานในภาพรวมได้ อย่างเป็นระบบคัมเบิลต์; และคณะ (Kambleet; et al. 2018) ดังนั้นการประยุกต์ใช้ IIoT จึงมิได้เป็นเพียงการพัฒนาเทคโนโลยี แต่เป็นกลไกสำคัญในการยกระดับ ประสิทธิภาพการจัดการพลังงาน (Energy Management Efficiency) ซึ่งกลายเป็นเป้าหมายเชิงกลยุทธ์ของอุตสาหกรรมยุคใหม่ทั่วโลก

ในประเทศไทยการขับเคลื่อนเศรษฐกิจภายใต้นโยบาย ไทยแลนด์ 4.0 มุ่งยกระดับภาคการผลิตให้เปลี่ยนผ่านสู่ อุตสาหกรรมอัจฉริยะ (Smart Industry) โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นกลไกสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการใช้พลังงาน (กระทรวงอุตสาหกรรม. 2566) ภาครัฐได้ดำเนินโครงการสนับสนุนหลายด้าน เช่น เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ซึ่งส่งเสริมการ

ลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายและโครงสร้างพื้นฐานอัจฉริยะ รวมถึงโครงการ โรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) ของสถาบันไทย-เยอรมัน ที่มุ่งให้คำปรึกษาและสนับสนุนโรงงานไทยในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IIoT, Automation และระบบการจัดการพลังงานสมัยใหม่ อย่างไรก็ตาม แม้นโยบายและโครงการภาครัฐจะช่วยสร้างแรงผลักดันในระดับหนึ่ง แต่โครงสร้างของผู้ประกอบการไทยที่มีสัดส่วนธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) สูงกว่า 90% ยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญ เนื่องจากขาดงบประมาณ บุคลากรที่มีทักษะด้านเทคโนโลยี และโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่พร้อมรองรับการเปลี่ยนผ่าน (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. 2566) สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความท้าทายในการประยุกต์ใช้ IIoT อย่างทั่วถึง และเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ภาคอุตสาหกรรมไทยต้องเร่งหากลยุทธ์และแนวทางในการปรับตัวอย่างเหมาะสมกับบริบทของตนเอง

ภาคอุตสาหกรรมของไทยเป็นภาคที่มีการใช้พลังงานสูงที่สุดของประเทศ โดยเฉพาะ ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องใช้พลังงานในการขับเคลื่อนเครื่องจักร กระบวนการผลิต และระบบสาธารณูปโภคภายในโรงงาน (Utility Systems) เช่น ระบบไอน้ำ ระบบอัดอากาศ ระบบทำความเย็น และระบบไฟฟ้า ซึ่งแต่ละระบบมีจุดสูญเสียพลังงานในรูปแบบต่างๆ ทั้งจากเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพต่ำ การควบคุมการทำงานที่ไม่สอดคล้องกับภาระการผลิต และการขาดระบบตรวจวัดและติดตามพลังงานอย่างต่อเนื่อง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2566) สภาพปัญหาดังกล่าวทำให้ต้นทุนด้านพลังงานของโรงงานไทยยังคงอยู่ในระดับสูง และเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมในระยะยาว ขณะเดียวกัน ความตื่นตัวในประเด็นสิ่งแวดล้อม สังคม และธรรมาภิบาล (Environmental, Social and Governance: ESG) ได้กลายเป็นปัจจัยสำคัญที่องค์กรทั่วโลกต้องคำนึงถึง การจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพจึงไม่เพียงช่วยลดต้นทุนการผลิต แต่ยังเป็นเครื่องชี้วัดความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กร ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมสมัยใหม่ของประเทศไทยที่มุ่งสู่เศรษฐกิจสีเขียวและการผลิตอย่างยั่งยืน (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2566)

แม้เทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) จะได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงาน แต่การนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้จริงในภาคอุตสาหกรรมกลับไม่ใช่เรื่องง่าย ความท้าทายเกิดขึ้นในหลายมิติที่เชื่อมโยงกันอย่างซับซ้อน ทั้งในด้านเทคโนโลยี องค์กร บุคลากร และสิ่งแวดล้อมเชิงนโยบายในบางกรณี องค์กรอาจมีเทคโนโลยีที่พร้อมติดตั้ง แต่ขาดบุคลากรที่มีทักษะและ ความเข้าใจในการใช้งาน ส่งผลให้ระบบไม่สามารถสร้างคุณค่าตามที่คาดหวังไว้ได้ ขณะที่บางองค์กรมีบุคลากรที่พร้อมแต่ขาดงบประมาณ โครงสร้างพื้นฐาน หรือแรงสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง ปัจจัยเหล่านี้จึงมิได้เป็นปัญหาแบบแยกส่วน หากแต่ผูกพันกันเป็นระบบ ที่ต้องได้รับการจัดการอย่างบูรณาการ เพื่อให้การนำ IIoT มาใช้ประสบความสำเร็จอย่างยั่งยืน

อุปสรรคสำคัญประการแรกของการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้ในภาคอุตสาหกรรม คือ ความท้าทายด้านเทคโนโลยีเอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับความซับซ้อนของการเชื่อมต่อและการทำงานร่วมกันของระบบที่มีอยู่เดิมกับเทคโนโลยีใหม่ โดยเฉพาะปัญหาเรื่องความเข้ากันได้ระหว่างระบบ (Interoperability) ของเครื่องจักรยุคเก่าหรือ Legacy Machines กับอุปกรณ์ IIoT รุ่นใหม่ที่ใช้มาตรฐานการสื่อสารและโปรโตคอลต่างกันอัลเทย์; และคณะ (Althoey; et al. 2024) นอกจากนี้ การขาดมาตรฐานข้อมูลกลาง (Data Standardization) ทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบไม่ราบรื่น และเกิดปัญหาด้านความแม่นยำของข้อมูล อีกทั้งประเด็นความปลอดภัยทางไซเบอร์ (Cybersecurity) ยังคงเป็นความกังวลหลักของผู้ประกอบการ เนื่องจากการเชื่อมต่อข้อมูลแบบเรียลไทม์ระหว่างเครื่องจักรและเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพิ่มความเสี่ยงต่อการโจมตีทางข้อมูล คิม; และคณะ (Kim; et al. 2023) ขณะเดียวกันความเสถียรของเครือข่ายสื่อสารและความสามารถในการบูรณาการระบบหลากหลายแพลตฟอร์ม เช่น Edge Computing, Cloud Platform, Manufacturing Execution System (MES) และ Enterprise Resource Planning (ERP) ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การนำ IIoT มาใช้มีความซับซ้อนสูง จำเป็นต้องใช้ความรู้ด้านเทคนิคเฉพาะและทรัพยากรด้านไอทีในระดับที่องค์กรขนาดกลางและขนาดย่อมอาจไม่สามารถรองรับได้อย่างเต็มที่

อีกหนึ่งอุปสรรคสำคัญในการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้ คือ ปัจจัยภายในองค์กร ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับโครงสร้างการบริหารจัดการ การจัดสรรงบประมาณ และวัฒนธรรมการตัดสินใจของผู้บริหารระดับสูง (Top Management Support) โดยทั่วไปแล้วความสำเร็จของการลงทุนด้านเทคโนโลยีขึ้นอยู่กับความเข้าใจและการสนับสนุนจากผู้บริหารอย่างแท้จริง ทั้งในเชิงกลยุทธ์และเชิงทรัพยากรคัมเบลล์; และคณะ (Kambleet; et al. 2018) อย่างไรก็ตามหลายองค์กรโดยเฉพาะในกลุ่ม SMEs ยังมีข้อจำกัดด้านงบประมาณและการคำนวณ ต้นทุนรวมของการเป็นเจ้าของ (Total Cost of Ownership : TCO) ทำให้ไม่สามารถประเมิน ความคุ้มค่าของการติดตั้ง IIoT ได้อย่างรอบด้าน ขณะเดียวกันปัญหาการจัดลำดับความสำคัญของโครงการ (Project Prioritization) และการขาดตัวชี้วัดที่ชัดเจนในการประเมินผลตอบแทน เช่น ผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) หรือคุณค่าจากการลงทุน (Value on Investment: VOI) มักทำให้การตัดสินใจล่าช้าหรือไม่สามารถพิสูจน์ความคุ้มค่าเชิงธุรกิจของเทคโนโลยีได้ชัดเจนต่อเรลลา; และคณะ (Tortorella; et al. 2023) นอกจากนี้โครงสร้างการตัดสินใจภายในองค์กรและการกำหนดธรรมาภิบาลข้อมูล (data governance) ภายในโรงงานที่ไม่ชัดเจน ยังเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการบริหารจัดการข้อมูลพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะขาดความรับผิดชอบและบทบาทหน้าที่ที่ชัดเจนระหว่างฝ่ายเทคนิคและฝ่ายบริหาร

ในมิติของบุคคล อุปสรรคหลักของการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้มักเกิดจาก ช่องว่างด้านทักษะดิจิทัล ของบุคลากรภายในองค์กร โดยเฉพาะกลุ่มวิศวกรและช่างเทคนิคที่คุ้นชินกับระบบควบคุมแบบดั้งเดิม การปรับตัวเข้าสู่ระบบที่ใช้ข้อมูลแบบเรียลไทม์และการวิเคราะห์ขั้นสูงจึงเป็นเรื่องท้าทายฮอว์ท; และซาโบ (Horváth; and Szabó. 2019)

นอกจากนี้ความไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยีใหม่มักนำไปสู่การต่อต้านการเปลี่ยนแปลง (Resistance to Change) ทั้งจากความกลัว ต่อความซับซ้อนของระบบ ความกังวลต่อภาระงานที่เพิ่มขึ้นจากการต้องเก็บ วิเคราะห์ และใช้ข้อมูลพลังงานอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนความไม่มั่นใจในความสามารถของตนเอง การขาดการฝึกอบรมอย่างเป็นระบบและการจัดการการเปลี่ยนแปลงภายในองค์กร (Change Management) ที่เหมาะสม จึงทำให้บุคลากรไม่เกิดการเรียนรู้เชิงรุก และไม่สามารถพัฒนาไปสู่บทบาท ผู้ใช้เทคโนโลยีเชิงกลยุทธ์ ได้อย่างแท้จริง ดังนั้นการพัฒนาทักษะดิจิทัลและการบริหารการเปลี่ยนแปลงจึงเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ต้องดำเนินการควบคู่กับการลงทุนในเทคโนโลยี เพื่อให้ การประยุกต์ใช้ IIoT เกิดผลสัมฤทธิ์ในระดับบุคคลและองค์กรอย่างยั่งยืน

ในระดับสิ่งแวดล้อมและนโยบายภายนอกองค์กร การนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้ในภาคอุตสาหกรรมยังเผชิญข้อจำกัดจากหลายปัจจัย โดยเฉพาะโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลภายนอกโรงงาน เช่น ความเสถียรของระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง การเชื่อมต่อเครือข่ายอุตสาหกรรม (Industrial Connectivity Infrastructure) และความพร้อมของระบบคลาวด์ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ระบบนิเวศของ ผู้จัดหาเทคโนโลยี (Supplier Ecosystem) ในประเทศไทยยังค่อนข้างจำกัด โดยเฉพาะในกลุ่ม SMEs ที่พึ่งพาผู้ให้บริการจากต่างประเทศ ทำให้การบำรุงรักษาและบูรณาการระบบมีต้นทุนสูงในอีกด้านหนึ่งแม้ภาครัฐจะมีมาตรการส่งเสริม เช่น โครงการสนับสนุนโรงงานอัจฉริยะและการให้สิทธิประโยชน์ทางภาษี แต่การสนับสนุนเหล่านี้ยังไม่ต่อเนื่องและขาดการกำกับมาตรฐานด้านการแลกเปลี่ยนข้อมูลพลังงานที่ชัดเจน ส่งผลให้ภาคอุตสาหกรรมยังขาดแรงจูงใจ ที่เป็นรูปธรรมในการลงทุน ขณะเดียวกันแรงกดดันจากลูกค้าและคู่ค้าระดับโลก ที่ต้องการความโปร่งใสด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม เช่น การตรวจสอบข้อมูลพลังงาน (Energy Audit) ได้กลายเป็นแรงผลักดันสำคัญที่ทำให้ผู้ประกอบการไทยจำเป็นต้องเร่งพัฒนาและใช้เทคโนโลยี IIoT เพื่อให้สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดของตลาด และรักษาความสามารถในการแข่งขันในห่วงโซ่อุปทานสากลได้อย่างยั่งยืน

เมื่อพิจารณาภาพรวมของอุปสรรคในการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรม จะเห็นได้ว่าปัญหาไม่ได้เกิดจากมิติใดมิติหนึ่งโดยลำพัง หากแต่เป็นผลจากการปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยหลายด้านที่ซับซ้อนและเชื่อมโยงกันเป็นระบบ กล่าวคือ ความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีไม่อาจสร้างผลลัพธ์ได้ หากองค์กรขาดความพร้อมด้านโครงสร้างการบริหารและการสนับสนุนจากผู้บริหาร ในขณะเดียวกันบุคลากรที่ไม่มีทักษะดิจิทัลและขาดการจัดการการเปลี่ยนแปลงที่ดี ย่อมไม่สามารถใช้ประโยชน์จากระบบได้อย่างเต็มศักยภาพ แม้จะมีโครงสร้างพื้นฐานภายนอกหรือแรงจูงใจทางนโยบายรองรับก็ตาม โรฮาส-เบร์ริโอ; และคณะ (Rojas-Berrio; et al. 2022) สภาพเช่นนี้สะท้อนให้เห็นว่าการนำ IIoT มาใช้ในอุตสาหกรรมไทยยังคงอยู่ในช่วงเริ่มต้น และมีความไม่สมดุลระหว่าง เทคโนโลยีที่พร้อมกับศักยภาพของผู้ใช้และระบบแวดล้อมที่รองรับ

จากบริบทดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการยกระดับประสิทธิภาพการจัดการพลังงาน ในภาคอุตสาหกรรมไทยด้วยเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) ไม่เพียงเป็นประเด็นด้านเทคโนโลยี แต่เป็นโจทย์เชิงระบบที่เกี่ยวข้องกับทั้งโครงสร้างองค์กร บุคลากร และสภาพแวดล้อมเชิงนโยบาย การทำความเข้าใจอุปสรรคและปัจจัยแห่งความสำเร็จของการนำ IIoT มาใช้จึงเป็นประเด็นสำคัญในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมไทยสู่เป้าหมาย Smart Industry ภายใต้นโยบายไทยแลนด์ 4.0 อย่างเป็นรูปธรรม ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปัจจัยและอุปสรรค ที่มีผลต่อการตัดสินใจติดตั้งและนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงาน ในภาคอุตสาหกรรม โดยมุ่งหวังว่าผลการศึกษาที่ได้จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบมาตรการสนับสนุนเชิงกลยุทธ์ของภาครัฐ และเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของภาคเอกชนในการลงทุนและวางแผนพัฒนาโรงงานอัจฉริยะในอนาคต อันจะนำไปสู่การยกระดับขีดความสามารถการแข่งขันของอุตสาหกรรมไทยและส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนในระยะยาว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจติดตั้งและนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้ในการจัดการพลังงาน ในภาคอุตสาหกรรมไทย
2. เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในกระบวนการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้ในการจัดการพลังงาน ในภาคอุตสาหกรรมไทย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริหารและบุคลากรในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีบทบาทโดยตรงเกี่ยวกับการตัดสินใจติดตั้ง การใช้งาน หรือการบริหารจัดการพลังงานภายในองค์กร โดยผู้วิจัยคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากบริษัทที่มีลักษณะตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดและมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

กลุ่มบริษัทที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย บริษัทที่มีการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาติดตั้งและใช้งาน จำนวน 6 แห่ง และบริษัทที่ยังไม่ได้นำ หรือยังชะลอการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาติดตั้งและใช้งาน จำนวน 6 แห่ง รวมทั้งสิ้น 12 แห่ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมทั้งมุมมองขององค์กรที่มีประสบการณ์ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดังกล่าว และองค์กรที่ยังอยู่ในขั้นพิจารณาหรือยังไม่มีให้นำเทคโนโลยีมาใช้

ในแต่ละบริษัท ผู้วิจัยจะสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 1 คน (รวมทั้งสิ้น 12 คน) เพื่อให้ครอบคลุมบทบาทที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจติดตั้ง การใช้งาน และการจัดการพลังงานโดยตรง เช่น ผู้จัดการโรงงาน ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม หัวหน้าวิศวกรพลังงาน วิศวกระบบอัตโนมัติ หรือ ผู้รับผิดชอบด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและระบบ OT/IT Integration เป็นต้น

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษานี้มุ่งศึกษาประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้ในการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมไทย โดยอาศัยกรอบแนวคิด TOIE ที่ผู้วิจัยกำหนด ซึ่งครอบคลุมปัจจัยด้านเทคโนโลยี ปัจจัยด้านองค์กร ปัจจัยด้านบุคคล และ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมภายนอก ตลอดจนศึกษาปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในกระบวนการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้จริง พร้อมทั้งสังเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพ การจัดการพลังงานของภาคอุตสาหกรรมไทยด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) อย่างเหมาะสมและยั่งยืน

3. ขอบเขตด้านพื้นที่

การศึกษานี้ดำเนินการในโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในประเทศไทย ทั้งโรงงานที่มีการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้แล้ว และโรงงานที่ยังไม่ได้ติดตั้งเทคโนโลยีดังกล่าว โดยมุ่งเน้นพื้นที่ที่เป็นศูนย์กลางการผลิตและความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล เช่น กรุงเทพมหานคร ปริมณฑล และเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC)

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา

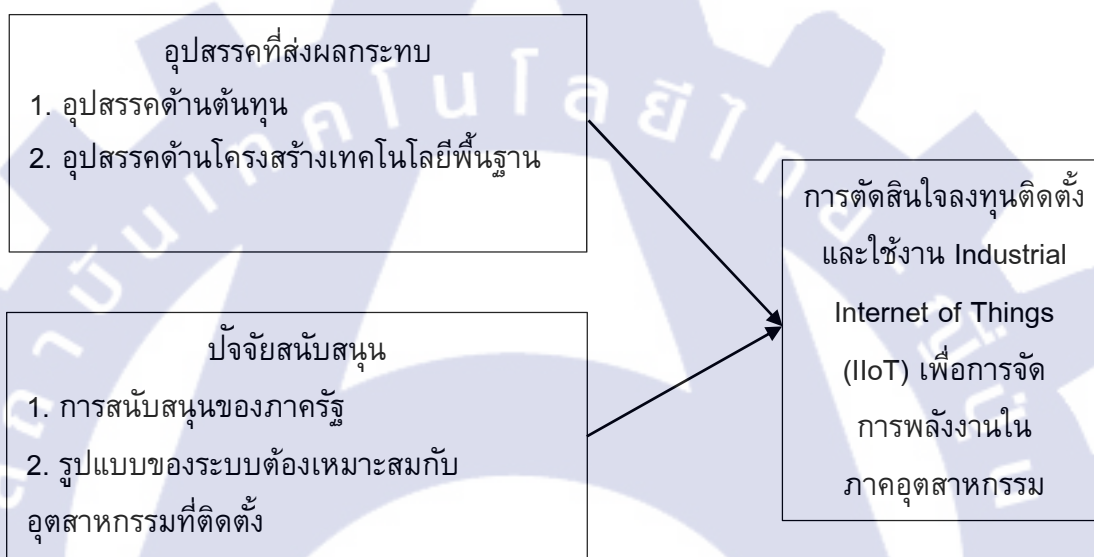
ระยะเวลาในการศึกษาเริ่มต้นเดือนกันยายน 2568 ถึงเดือนมีนาคม 2569 รวม 7 เดือน

กรอบงานวิจัย

ในการพัฒนารอบแนวคิดของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยครอบคลุมทั้งแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาปัจจัยและอุปสรรคที่มีผลต่อการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้เพื่อการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมไทย ซึ่งได้จากการสังเคราะห์ประเด็นสำคัญจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อุปสรรคด้านเงินทุนที่ส่งผลต่อการตัดสินใจลงทุน อุปสรรคด้านโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่มีผลต่อการนำเทคโนโลยีมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเปลี่ยนผ่านสู่ภาคอุตสาหกรรม 4.0 ของเกาหลีใต้และการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการนำ IoT มาใช้ รวมถึงความ

สัมพันธ์ระหว่างการบูรณาการ IoT กับการจัดการทรัพยากร โดยผู้วิจัยได้นำประเด็นจากวรรณกรรมดังกล่าวมาสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 1

นอกจากนี้ ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อคัดเลือกองค์กรกรณีศึกษาและผู้ให้ข้อมูลหลักที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการพิจารณา การตัดสินใจ หรือการดำเนินการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้เพื่อจัดการพลังงานในองค์กร ทั้งนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกจากผู้ที่มีประสบการณ์และบทบาทสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย อันจะช่วยสนับสนุนการวิเคราะห์และการตีความผลการวิจัยให้มีความชัดเจนและน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจติดตั้งและการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ในการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมไทย ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเชิงลึกสำหรับนักวิชาการและผู้เกี่ยวข้องในการทำความเข้าใจเงื่อนไข ความพร้อม และปัจจัยกำหนดที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีขององค์กรอุตสาหกรรม ซึ่งจะช่วยขยายองค์ความรู้ด้านการพัฒนาอุตสาหกรรมดิจิทัลและการจัดการพลังงานในบริบทของประเทศไทยได้อย่างเป็นระบบ

2. ทำให้ทราบถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในกระบวนการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้จริงภายในโรงงานอุตสาหกรรม ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนเตรียมความพร้อมขององค์กร เพิ่มความรอบคอบในการตัดสินใจลงทุน และออกแบบแนวทางการบริหารจัดการเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งในด้านเทคโนโลยี บุคลากร โครงสร้างองค์กร และ

การบูรณาการระบบข้อมูล ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงในการนำ IIoT ไปใช้และเพิ่มโอกาสในการประสบความสำเร็จของโครงการดิจิทัลภายในโรงงาน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **Architecture (สถาปัตยกรรมระบบ/โครงสร้างระบบ)** หมายถึง โครงสร้างการออกแบบระบบในภาพรวม ซึ่งระบุองค์ประกอบหลักของระบบ ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเส้นทางการไหลของข้อมูล และบทบาทของผู้เกี่ยวข้อง เพื่อให้ระบบมีความเป็นระเบียบ สามารถขยายหรือพัฒนาต่อได้สะดวก และลดความซับซ้อนหรือปัญหาที่อาจเกิดขึ้นเมื่อมีการขยายผลในอนาคต

2. **Baseline (ค่าฐาน/จุดอ้างอิงก่อนดำเนินโครงการ)** หมายถึง ค่าหรือระดับของตัวชี้วัดก่อนการดำเนินการติดตั้งหรือปรับปรุง ซึ่งใช้เป็นจุดอ้างอิงในการเปรียบเทียบกับค่าหลังดำเนินโครงการ เพื่อยืนยันผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นรูปธรรม เช่น ค่าใช้พลังงานเฉลี่ยต่อชั่วโมง หรือพลังงานต่อหน่วยผลิต การไม่มีค่าฐานอาจทำให้การประเมินผลลัพธ์หลังดำเนินโครงการขาดความชัดเจน

3. **Batch (แบตช์การผลิต/ชุดการผลิต)** หมายถึง หน่วยการผลิตที่จัดเป็น รอบ หรือชุด ที่มีเงื่อนไขและปริมาณการผลิตใกล้เคียงกัน เพื่อให้สามารถควบคุมกระบวนการ ติดตามผล และวิเคราะห์ข้อมูลได้สะดวกและเป็นระบบ

4. **Barriers (อุปสรรค)** หมายถึง ปัจจัยหรือเงื่อนไขที่ขัดขวาง ชะลอ หรือทำให้องค์กรไม่สามารถตัดสินใจนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ได้อย่างเต็มที่ หรือไม่สามารถดำเนินโครงการได้สำเร็จตามเป้าหมาย เช่น ข้อจำกัดด้านงบประมาณ บุคลากร โครงสร้างพื้นฐาน หรือการยอมรับการเปลี่ยนแปลงภายในองค์กร

5. **Cyber Security (ความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์)** หมายถึง มาตรการและแนวปฏิบัติในการปกป้องระบบสารสนเทศ เครือข่าย และข้อมูลจากการเข้าถึงโดยไม่ได้รับอนุญาต การโจมตีทางไซเบอร์ หรือความเสียหายที่ทำให้ระบบหยุดชะงัก เช่น การป้องกันข้อมูลรั่วไหล การป้องกันการบุกรุก และการลดความเสี่ยงจากการถูกโจมตีที่กระทบการดำเนินงาน

6. **Change Management (การบริหารการเปลี่ยนแปลง)** หมายถึง กระบวนการวางแผน สนับสนุน และกำกับการเปลี่ยนแปลงภายในองค์กร เพื่อให้บุคลากรสามารถปรับตัว ยอมรับ และมีส่วนร่วมกับการนำเทคโนโลยี ระบบงาน หรือแนวทางการทำงานใหม่มาใช้ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

7. **Cloud Platform** หมายถึง แพลตฟอร์มบนระบบคลาวด์ที่ใช้สำหรับจัดเก็บ ประมวลผล วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์หรือระบบ IIoT โดยช่วยให้องค์กรสามารถเข้าถึงข้อมูลได้จากหลายพื้นที่ และรองรับการใช้งานข้อมูลในระดับที่ยืดหยุ่นและขยายตัวได้ง่าย

8. **Content Analysis (การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา)** หมายถึง วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการจำแนก ตีความ และสังเคราะห์สาระสำคัญจากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์หรือเอกสาร เพื่อค้นหารูปแบบ แนวโน้ม และประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

9. **Cross-case Comparison (การเปรียบเทียบข้ามกรณีศึกษา)** หมายถึง การวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างองค์กรหรือกรณีศึกษาหลายกรณี เพื่อพิจารณาความเหมือน ความแตกต่าง และรูปแบบร่วมของปัจจัยหรืออุปสรรคที่มีอิทธิพลต่อการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้

10. **Dashboard (แดชบอร์ด)** หมายถึง เครื่องมือแสดงผลข้อมูลในรูปแบบสรุปเพื่อสนับสนุนการติดตามและการตัดสินใจ โดยมักนำเสนอผ่านกราฟ แนวโน้ม และตัวชี้วัดสำคัญ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเห็นภาพรวมและประเด็นผิดปกติได้รวดเร็ว โดยไม่ต้องตรวจสอบข้อมูลดิบทีละรายการ

11. **Data-Driven Management (การบริหารแบบอิงข้อมูล)** หมายถึง แนวทางการบริหารจัดการที่ใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นฐานในการวิเคราะห์และตัดสินใจ แทนการพึ่งพาความรู้สึกหรือประสบการณ์เพียงอย่างเดียว โดยมุ่งให้การกำหนดมาตรการและการปรับปรุงมีหลักฐานรองรับ และตรวจสอบได้

12. **Digital Transformation (การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล)** หมายถึง การปรับเปลี่ยนองค์กรให้ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและข้อมูลเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานและการตัดสินใจ โดยครอบคลุมทั้งการปรับกระบวนการทำงาน การพัฒนาบุคลากร และการออกแบบระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดความสูญเสีย และเสริมความสามารถในการแข่งขัน ไม่ใช่เพียงการจัดหาเครื่องมือหรือซอฟต์แวร์ใหม่

13. **Downtime (เวลาหยุดเครื่อง/เวลาหยุดไลน์การผลิต)** หมายถึง ช่วงเวลาที่เครื่องจักรหรือสายการผลิตไม่สามารถดำเนินงานได้ตามปกติ ส่งผลให้สูญเสียโอกาสการผลิต และมักสัมพันธ์กับต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ทั้งต้นทุนการซ่อมบำรุง ต้นทุนการผลิตที่สูญเสีย และต้นทุนทางอ้อมอื่นๆ รวมถึงผลกระทบต่อพลังงาน

14. **Economic Justification (เหตุผลเชิงเศรษฐศาสตร์/เหตุผลความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ)** หมายถึง การอธิบายความเหมาะสมของการลงทุนด้วยตัวเลขเชิงเศรษฐศาสตร์ เพื่อแสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนคุ้มค่าหรือไม่ เช่น การลดค่าใช้จ่ายพลังงาน การลดของเสีย การลด Downtime และระยะเวลาคืนทุน เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจของผู้บริหาร

15. **Edge Computing** หมายถึง แนวทางการประมวลผลข้อมูลใกล้กับแหล่งกำเนิดข้อมูลหรืออุปกรณ์หน้างาน เช่น เครื่องจักรหรือเซนเซอร์ แทนการส่งข้อมูลทั้งหมดไปประมวลผลที่ศูนย์กลางหรือคลาวด์ ช่วยลดความล่าช้าในการประมวลผลและเพิ่มความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ

16. **Efficiency (ประสิทธิภาพ)** หมายถึง ความสามารถในการสร้างผลลัพธ์ที่มากขึ้น ด้วยทรัพยากรเท่าเดิม หรือสร้างผลลัพธ์เท่าเดิมด้วยทรัพยากรน้อยลง ตัวอย่างเช่น การผลิตได้เท่าเดิมแต่ใช้พลังงานลดลง หรือเพิ่มผลผลิตโดยไม่เพิ่มทรัพยากรตามสัดส่วน

17. **ERP (Enterprise Resource Planning : ระบบบริหารทรัพยากรองค์กร)** หมายถึง ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรและกระบวนการหลักขององค์กรในภาพรวม โดยรวมข้อมูลสำคัญไว้ในระบบเดียว เช่น การผลิต สินค้าคงคลัง และการเงิน เพื่อสนับสนุนการควบคุมและการวิเคราะห์ในระดับองค์กร

18. **EnB (Energy Baseline)** หมายถึง เส้นฐานพลังงาน = สถานะเดิม ก่อนปรับปรุง พัฒนาจากข้อมูลการผลิต ชั่วโมงเดินเครื่อง และตัวแปรแวดล้อม เป็นเกณฑ์วัดว่ามาตรการพลังงานได้ผลจริงไหม

19. **EnPIs (Energy Performance Indicators)** หมายถึง ตัวชี้วัดสมรรถนะพลังงาน ต้องใช้ข้อมูลละเอียดและคุณภาพสูง; IIoT ช่วยเพิ่มความแม่นยำด้วยการเก็บต่อเนื่องหลายมิติและทำ normalized ได้

20. **Enabling Factors (ปัจจัยสนับสนุน)** หมายถึง ปัจจัยหรือเงื่อนไขที่เอื้อต่อการตัดสินใจและความสำเร็จในการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ในองค์กร เช่น การสนับสนุนจากผู้บริหาร ความพร้อมของบุคลากร ความชัดเจนของผลลัพธ์ และความสามารถของระบบในการเชื่อมต่อกับเทคโนโลยีเดิม

21. **Energy Management (การจัดการพลังงาน)** หมายถึง กระบวนการวางแผน ติดตาม ควบคุม วิเคราะห์ และปรับปรุงการใช้พลังงานภายในองค์กรอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า ลดการสูญเสีย และเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน

22. **Energy Management Efficiency (ประสิทธิภาพการจัดการพลังงาน)** หมายถึง ระดับความสามารถขององค์กรในการใช้พลังงานอย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด โดยพิจารณาจากการลดความสูญเสีย การใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า ความสามารถในการติดตามและควบคุมการใช้พลังงาน และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากมาตรการปรับปรุงด้านพลังงาน

23. **IIoT (Industrial Internet of Things : อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเชิงอุตสาหกรรม)** หมายถึง แนวคิดและเทคโนโลยีที่เชื่อมโยงอุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบหน่วยงานในโรงงานเข้ากับระบบข้อมูล เพื่อเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องและนำข้อมูลไปใช้ในการติดตาม ควบคุม และปรับปรุงการดำเนินงาน เช่น การจัดการพลังงานและการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ

24. **Industrial Internet of Things (IIoT)** หมายถึง ชื่อเต็มของคำว่า IIoT โดยมีความหมายเช่นเดียวกัน คือการประยุกต์ใช้แนวคิด IoT ในบริบทอุตสาหกรรมและโรงงาน เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลหน่วยงานเข้ากับการบริหารจัดการ

25. **Integration/System Integration (การบูรณาการระบบ/การเชื่อมระบบ)** หมายถึง การทำให้ระบบหลายส่วนสามารถเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกันได้อย่างเป็นระบบ เช่น การเชื่อมข้อมูลพลังงานจากหน่วยงานเข้าสู่ระบบบริหาร เพื่อให้เห็นภาพรวมและลดปัญหาข้อมูลแยกส่วน

26. **Interoperability** หมายถึง ความสามารถที่อุปกรณ์/ระบบต่างชนิดทำงานร่วมกันได้ ต้องอาศัยโปรโตคอล/มาตรฐานกลาง ลดปัญหาข้อมูลเชื่อมต่อไม่ได้ในโรงงานที่มีระบบผสม

27. **IEC 62443** หมายถึง มาตรฐานความปลอดภัยไซเบอร์สำหรับระบบควบคุมอุตสาหกรรม/IIoT ครอบคลุมหลายระดับ (องค์กร-ระบบ-อุปกรณ์) และใช้แนวคิด Zone/Conduit

28. **Investment Decision (การตัดสินใจลงทุน)** หมายถึง กระบวนการพิจารณาและเลือกว่าจะลงทุนหรือไม่ลงทุนในโครงการหรือเทคโนโลยีใดเทคโนโลยีหนึ่ง โดยอาศัยข้อมูลด้านต้นทุน ผลตอบแทน ความคุ้มค่า ความเสี่ยง และความพร้อมขององค์กรประกอบการตัดสินใจ

29. **Keyword Analysis/Keyword Extraction (การวิเคราะห์คำสำคัญ)** หมายถึง วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตัดแยกและพิจารณาคำหรือกลุ่มคำที่ปรากฏบ่อยหรือมีนัยสำคัญในข้อมูลสัมภาษณ์ เพื่อใช้ระบุประเด็นหลัก แนวโน้ม หรือหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

30. **KPI (Key Performance Indicator : ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก)** หมายถึง ตัวชี้วัดที่กำหนดเพื่อใช้ติดตามระดับความสำเร็จตามเป้าหมายขององค์กรหรือโครงการ เช่น ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยผลิต พลังงานต่อชิ้นงาน หรือ Downtime ต่อเดือน โดยใช้เป็นฐานในการประเมินผลและปรับปรุง

31. **kWh (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)** หมายถึง หน่วยวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการคำนวณการใช้ไฟและค่าไฟฟ้า โดยสะท้อนปริมาณพลังงานที่ถูกใช้ไปตามเวลา

32. **License (ไลเซนส์ซอฟต์แวร์)** หมายถึง สิทธิการใช้งานซอฟต์แวร์ตามเงื่อนไขของผู้ให้บริการ ซึ่งอาจมีค่าใช้จ่ายแบบรายปีหรือรายเดือน และถือเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนรวมของโครงการในการใช้งานอย่างต่อเนื่อง

33. **Manual Control (การควบคุมแบบทำมือ)** หมายถึง การควบคุมหรือกำกับการทำงานที่พึ่งพาการดำเนินการโดยบุคลากรเป็นหลัก เช่น การจดบันทึกและตรวจสอบด้วยมือ การปรับค่าด้วยคน โดยยังไม่ได้ใช้ระบบอัตโนมัติหรือข้อมูลเรียลไทม์เป็นตัวช่วยหลักในการตัดสินใจ

34. **MES (Manufacturing Execution System)** หมายถึง ระบบสารสนเทศที่ใช้ในการควบคุม ติดตาม และบริหารจัดการกระบวนการผลิตในระดับหน่วยงาน โดยเชื่อมโยงข้อมูลจากการผลิตจริงเพื่อช่วยให้สามารถติดตามสถานะการผลิต ประสิทธิภาพ และปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นระบบ

35. **Modbus** หมายถึง โปรโตคอลรุ่นเก่าที่ใช้แพร่หลายใน PLC/Meter/SCADA จุดเด่นคือเรียบง่ายเสถียร แต่ไม่เด่นด้านโครงสร้างข้อมูลซับซ้อน/ความปลอดภัย/งาน publish-subscribe

36. **MQTT** หมายถึง โพรโตคอล Publish-Subscribe ส่งข้อมูลได้มีประสิทธิภาพ ใช้ทรัพยากรต่ำ เหมาะกับเซนเซอร์จำนวนมาก/ส่งข้อมูลต่อเนื่อง รองรับงาน Real-Time และทำงานร่วม Cloud ได้ดี

37. **OPC-UA** หมายถึง มาตรฐานเปิด เน้นความปลอดภัยและการทำงานร่วมกัน รองรับข้อมูลเชิงโครงสร้าง มี Encryption/Authentication และเหมาะกับการเชื่อม PLC-SCADA-MES-ERP-IIoT

38. **OT/IT Integration** หมายถึง การผสมผสานระบบ IT กับ OT (ระบบควบคุมหน้างาน) ซึ่งเป็นบทบาท/ประเด็นสำคัญในการตัดสินใจและใช้งาน IIoT จริงในโรงงาน

39. **Perception Layer/Network Layer** หมายถึง ส่วนประกอบของสถาปัตยกรรมระบบ IIoT โดย Perception Layer คือชั้นที่ทำหน้าที่ตรวจจับหรือเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เซนเซอร์และเครื่องจักร ส่วน Network Layer คือชั้นที่ทำหน้าที่รับส่งและเชื่อมโยงข้อมูลจากอุปกรณ์ไปยังระบบประมวลผลหรือแพลตฟอร์มกลาง

40. **Pilot/Pilot Project (โครงการนำร่อง/โครงการทดลองติดตั้ง)** หมายถึง การเริ่มดำเนินโครงการในขอบเขตจำกัดก่อน เพื่อทดสอบความเหมาะสม ความเสถียร และผลลัพธ์ที่วัดได้จริง จากนั้นจึงพิจารณาขยายผล เพื่อลดความเสี่ยงของการลงทุนและเพิ่มความมั่นใจในการตัดสินใจ

41. **Process Control (การควบคุมกระบวนการ)** หมายถึง การควบคุมให้กระบวนการผลิตดำเนินไปในสภาวะที่กำหนดเพื่อรักษาคุณภาพและความเสถียร เช่น การควบคุมพารามิเตอร์ให้สม่ำเสมอ ลดความผันผวน และลดของเสีย โดยอาจเชื่อมโยงกับการใช้ข้อมูลเพื่อ ควบคุมได้ขึ้น

42. **PDCA** หมายถึง วงจร Plan-Do-Check-Act ทำให้ระบบบริหารพลังงานเป็นกระบวนการต่อเนื่อง ไม่ใช่กิจกรรมครั้งเดียว

43. **Perception Layer/Network Layer** หมายถึง ชั้นของสถาปัตยกรรม IIoT: Perception = ตรวจจับข้อมูลด้วยเซนเซอร์/actuators; Network = ส่งข้อมูลด้วยเทคโนโลยีสื่อสาร เช่น Ethernet, Wi-Fi, 4G/5G, MQTT, OPC-UA มีผลต่อความเร็ว/ความน่าเชื่อถือ/ความปลอดภัยของข้อมูล

44. **PLC (Programmable Logic Controller)** หมายถึง อุปกรณ์ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตแบบอัตโนมัติที่สามารถตั้งโปรแกรมได้ ใช้สำหรับรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภาคสนาม ประมวลผลตามคำสั่งที่กำหนด และสั่งการอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบการผลิตหรือระบบควบคุมภายในโรงงาน

45. **Purposive Sampling** หมายถึง วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างหรือผู้ให้ข้อมูลแบบเจาะจง โดยผู้วิจัยเลือกบุคคลหรือองค์กรที่มีคุณสมบัติและความเกี่ยวข้องโดยตรงกับประเด็นที่ศึกษา เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกที่เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

46. **Quick Win (ผลลัพธ์ระยะสั้น/ความสำเร็จระยะแรก)** หมายถึง ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้รวดเร็วในระยะเริ่มต้นของโครงการ เช่น การตรวจพบความผิดปกติและแก้ไขได้ทันที ซึ่งช่วยสร้างความเชื่อมั่น เพิ่มแรงสนับสนุน และลดแรงต้านต่อการเปลี่ยนแปลง

47. **Real-time Data (ข้อมูลเรียลไทม์)** หมายถึง ข้อมูลที่ถูกเก็บและอัปเดตอย่างทันทีหรือเกือบทันที ทำให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถรับรู้สถานะปัจจุบันและตอบสนองต่อความผิดปกติได้รวดเร็ว โดยไม่ต้องรอการสรุปรายงานภายหลัง

48. **ROI (Return on Investment : ผลตอบแทนจากการลงทุน)** หมายถึง ตัวชี้วัดเพื่อประเมินความคุ้มค่าของการลงทุน โดยพิจารณาว่าการลงทุนให้ผลตอบแทนกลับมาในระดับใด และมักเชื่อมโยงกับแนวคิดการคืนทุนหรือผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจริงจากโครงการ

49. **SAP** หมายถึง ระบบ ERP ที่ใช้แพร่หลายในองค์กร โดยมักถูกนำมาอ้างถึงเป็นตัวอย่างของระบบบริหารที่ต้องการเชื่อมโยงข้อมูลหน่วยงานเพื่อให้เห็นภาพรวมการดำเนินงานและต้นทุนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

50. **Semi-structured Interview (การสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง)** หมายถึง วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้คำถามที่เตรียมไว้ล่วงหน้าเป็นแนวทาง แต่เปิดโอกาสให้ผู้สัมภาษณ์สามารถปรับลำดับคำถาม ชักถามเพิ่มเติม หรือขยายประเด็นตามบริบทของผู้ให้ข้อมูลได้ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกและครอบคลุม

51. **SMEs (Small and Medium-sized Enterprises : ธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม)** หมายถึง องค์กรที่มีขนาดและทรัพยากรจำกัดเมื่อเทียบกับองค์กรขนาดใหญ่ โดยมักเผชิญข้อจำกัดด้านงบประมาณและบุคลากร จึงต้องพิจารณาแนวทางลดความเสี่ยง เช่น โครงการนำร่อง หรือการสนับสนุนด้านทักษะและเงินทุน

52. **Strategic Enabler (ตัวขับเคลื่อนเชิงกลยุทธ์/ตัวช่วยเชิงกลยุทธ์)** หมายถึง ปัจจัยหรือเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มความสามารถขององค์กรในระยะยาว เช่น การใช้ข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ ลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพ และเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน มากกว่าการเป็นเพียงค่าใช้จ่าย

53. **Testbed/Learning Center (ศูนย์ทดสอบ/ศูนย์เรียนรู้)** หมายถึง พื้นที่หรือระบบตัวอย่างที่จัดไว้เพื่อการทดลองใช้งานและเรียนรู้เชิงปฏิบัติ โดยเปิดโอกาสให้องค์กรหรือผู้เกี่ยวข้องสามารถทดสอบเทคโนโลยีและแนวทางการทำงานในสภาพแวดล้อมที่ลดความเสี่ยงต่อการดำเนินงานจริง

54. **Thematic Grouping (การจัดกลุ่มเชิงธีม)** หมายถึง กระบวนการจัดหมวดหมู่ข้อมูลหรือประเด็นที่มีความหมายใกล้เคียงกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อช่วยให้สามารถตีความและสังเคราะห์ข้อค้นพบจากข้อมูลเชิงคุณภาพได้อย่างเป็นระบบ

55. **Traceability (ตรวจสอบย้อนหลัง)** หมายถึง สามารถย้อนดูข้อมูลในอดีตได้ เช่น ย้อนดูพลังงานรายวัน/รายกะ เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มและหาสาเหตุ

56. **TOIE Framework** หมายถึง กรอบแนวคิดที่ผู้วิจัยกำหนด ครอบคลุมปัจจัย เทคโนโลยี-องค์กร-บุคคล-สิ่งแวดล้อมภายนอก เพื่อศึกษา IIoT กับการจัดการพลังงานและอุปกรณ์การใช้งานจริง

57. **Workforce Readiness (ความพร้อมของบุคลากร)** หมายถึง ระดับความรู้ ความสามารถ ทักษะ ความเข้าใจ และความพร้อมของบุคลากรในองค์กรในการเรียนรู้ ปรับตัว และปฏิบัติงานร่วมกับเทคโนโลยีหรือระบบใหม่ เช่น ระบบ IIoT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเรื่องปัจจัยและอุปสรรคที่มีผลต่อการตัดสินใจติดตั้งและการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมไทย ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับภาคอุตสาหกรรม (Industrial Internet of Things : IIoT)
2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรม (Energy Management in Industrial Sector)
3. แนวคิดเกี่ยวกับปัจจัยด้านเทคโนโลยี องค์กร บุคคล และสิ่งแวดล้อม (TOIE Framework)
4. บทบาทของ IIoT กับการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงาน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับภาคอุตสาหกรรม (Industrial Internet of Things : IIoT)

การปฏิรูปอุตสาหกรรมสมัยใหม่ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาเกิดขึ้นภายใต้กระแสของอุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งมุ่งเน้นการเชื่อมต่อข้อมูลของเครื่องจักร คน กระบวนการผลิต และระบบดิจิทัลเข้าด้วยกัน เพื่อให้การตัดสินใจทางอุตสาหกรรมมีความแม่นยำ รวดเร็ว และอาศัยข้อมูลจริงเป็นฐาน (Data-Driven). หนึ่งในเทคโนโลยีสำคัญที่ทำหน้าที่เป็น โครงสร้างพื้นฐานเชิงดิจิทัล ที่ทำให้เป้าหมายดังกล่าวเกิดขึ้นได้จริง คือ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับภาคอุตสาหกรรม หรือ Industrial Internet of Things (IIoT) ซึ่งกลายเป็นหัวใจสำคัญของการยกระดับโรงงานไปสู่การเป็นระบบการผลิตอัจฉริยะ (smart manufacturing) โดยเฉพาะในบริบทของอุตสาหกรรมไทยที่กำลังก้าวสู่การใช้ข้อมูลเป็นฐานในการตัดสินใจเชิงปฏิบัติการและเชิงนโยบาย การทำความเข้าใจ นิยาม องค์ประกอบ และมาตรฐานของ IIoT จึงเป็นพื้นฐานสำคัญ ในการวิเคราะห์ปัจจัยและอุปสรรคของการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

1. นิยาม องค์ประกอบ และมาตรฐานของ IIoT (Definitions, Components, and Standards of IIoT)

เทคโนโลยี IIoT ถูกนิยามโดย Industrial Internet Consortium (IIC) ว่าเป็น การเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ เครื่องจักร ระบบควบคุม และแพลตฟอร์มดิจิทัล เพื่อรวบรวม วิเคราะห์ และใช้ข้อมูลในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบอุตสาหกรรม (Industrial Internet Consortium.

2017) ข้อแตกต่างของ IIoT เมื่อเทียบกับ IoT ทั่วไป คือ การออกแบบเพื่อรองรับสภาพแวดล้อมที่ต้องการความน่าเชื่อถือสูง ความปลอดภัยสูง และความต่อเนื่องของการผลิต เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ปิโตรเคมี เหล็ก อาหาร และยานยนต์ ซึ่งระบบต้องสามารถทำงานได้ตลอดเวลาและไม่ยอมให้เกิด downtime ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตหรือความปลอดภัยของแรงงาน โดยโครงสร้างของ IIoT ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 4 ระดับ ได้แก่

1.1 อุปกรณ์ตรวจวัดและเซนเซอร์ (Sensors and Actuators) ทำหน้าที่ตรวจจับข้อมูลทั้งด้านพลังงาน สภาพแวดล้อม และสถานะเครื่องจักร เช่น เซนเซอร์วัดกระแส-แรงดันไฟฟ้า เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ มอเตอร์สั่นสะเทือน (Vibration) เซนเซอร์วัดปริมาณการใช้ลมอัดและไอน้ำ โดยข้อมูลจากเซนเซอร์เหล่านี้เป็นฐานสำคัญในการวิเคราะห์การใช้พลังงานเชิงลึกและตรวจจับความผิดปกติล่วงหน้า (Lee; et al. 2015)

1.2 อุปกรณ์ประมวลผลที่ขอบเครือข่าย (Edge Devices/Edge Computing) Edge มีบทบาทสำคัญในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากช่วยประมวลผลข้อมูลใกล้จุดกำเนิด ลดภาระการส่งข้อมูลปริมาณมหาศาลไปยังคลาวด์ และลดเวลาแฝง (Latency) Edge สามารถทำงานได้ตั้งแต่ขั้นตอนการกรองข้อมูล (Data Filtering) การรวมข้อมูล (Data Aggregation) จนถึงการวิเคราะห์ขั้นต้น เช่น การตรวจจับความผิดปกติแบบ real-time.

1.3 ระบบคลาวด์และแพลตฟอร์มข้อมูล (Cloud Platforms & Data Management Systems) แพลตฟอร์มคลาวด์ เช่น AWS IoT, Microsoft Azure IoT, Siemens MindSphere ใช้ในการเก็บข้อมูลจำนวนมาก ประมวลผลขั้นสูง และสร้างโมเดลเชิงพยากรณ์ ระบบคลาวด์ทำให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากหลายโรงงานหลายไลน์ผลิตได้อย่างเป็นระบบ และรองรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกด้านพลังงาน เช่น การระบุจุดสูญเสีย (Energy Waste) หรือการจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ (Prescriptive Optimization).

1.4 ระบบประยุกต์และแดชบอร์ด (Applications and Visualization Systems) ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลจะแสดงผลในรูปแบบแดชบอร์ดหรือระบบแจ้งเตือน ทำให้ผู้บริหารและวิศวกรสามารถติดตามสถานะพลังงาน ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องจักร และตัดสินใจเชิงปฏิบัติการอย่างทันท่วงที เช่น การปรับโหลดเครื่องจักร การกำหนดตารางการเดินเครื่อง หรือการวางแผนซ่อมบำรุงเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance)

เนื่องจาก IIoT เชื่อมโยงระบบอุตสาหกรรมหลายชั้น จึงจำเป็นต้องมีมาตรฐานกลางเพื่อความปลอดภัย ความน่าเชื่อถือ และความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Interoperability) มาตรฐานที่ได้รับการยอมรับ ได้แก่

(1) มาตรฐานด้านการเชื่อมต่อและข้อมูล ได้แก่ (1.1) OPC Unified Architecture (OPC-UA) เป็นมาตรฐานการสื่อสารที่รองรับความปลอดภัยสูง เหมาะกับกระบวนการผลิต และ (1.2) MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) เป็นโปรโตคอลที่เหมาะสมกับระบบ IIoT ที่ต้องการส่งข้อมูลปริมาณมากและต่อเนื่อง

(2) มาตรฐานด้านความปลอดภัยไซเบอร์ ได้แก่ IEC 62443: มาตรฐานสาครครอบคลุุมความปลอดภัยไซเบอร์สำหรับระบบควบคุมอุตสาหกรรม (Industrial Control Systems) มาตรฐานนี้เป็นเกณฑ์สำคัญที่โรงงานต้องพิจารณาเมื่อนำ IIoT มาใช้ เนื่องจากความเสี่ยงด้านความปลอดภัยเป็นอุปสรรคสำคัญของโรงงานไทยจำนวนมาก

(3) มาตรฐานด้านข้อมูลและสถาปัตยกรรม ได้แก่ (3.1) ISO/IEC 30141 เป็นมาตรฐานสถาปัตยกรรม IoT ซึ่งกำหนดโครงสร้างการออกแบบระบบให้มีความยืดหยุ่นและปลอดภัย และ (3.2) RAMI 4.0 (Reference Architectural Model for Industry 4.0) กรอบสถาปัตยกรรมที่ใช้กันแพร่หลายในยุโรป เน้นการเชื่อมต่อของเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม 4.0

มาตรฐานเหล่านี้จะช่วยให้ IIoT สามารถทำงานร่วมกับเครื่องจักรหลายรุ่น หลายผู้ผลิต และหลายระบบควบคุมได้ ซึ่งเป็นปัญหาหลักของโรงงานไทยที่มีเครื่องจักรผสมระหว่างรุ่นใหม่และรุ่นเก่ามากกว่า 10–20 ปี

2. สถาปัตยกรรมของ IoT

การทำความเข้าใจสถาปัตยกรรมของ IoT เป็นพื้นฐานสำคัญในการอธิบายกลไกการทำงานของ IIoT ในบริบทอุตสาหกรรม เนื่องจากโครงสร้างของสถาปัตยกรรมเป็นตัวกำหนดลักษณะการไหลของข้อมูล ความสามารถในการประมวลผล และระดับความปลอดภัยของระบบโดยรวม ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของการจัดการพลังงานและความสำเร็จในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในโรงงานอุตสาหกรรมไทย (ISO/IEC 30141:2018) สถาปัตยกรรมของ IoT แบบที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายประกอบด้วย 2 รูปแบบหลัก ได้แก่ สถาปัตยกรรมแบบสามชั้น และสถาปัตยกรรมแบบห้าชั้น ซึ่งช่วยให้เห็นภาพกระบวนการรวบรวม ขนส่ง ประมวลผล และนำข้อมูลไปใช้เพื่อสร้างคุณค่าทางธุรกิจได้อย่างเป็นระบบ

2.1 สถาปัตยกรรมแบบสามชั้น (Three-Tier Architecture) เป็นโมเดลพื้นฐานที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในระบบ IoT และ IIoT โดยแบ่งโครงสร้างออกเป็น 3 ชั้นหลัก ได้แก่

2.1.1 ชั้นการรับรู้ (Perception Layer) เป็นชั้นที่ทำหน้าที่ตรวจจับข้อมูลจากสภาพแวดล้อมจริง เช่น เครื่องจักร ระบบไฟฟ้า มอเตอร์ หรืออุปกรณ์ใช้พลังงานต่างๆ โดยใช้อุปกรณ์เซนเซอร์และอุปกรณ์ควบคุม (Actuators) ตัวอย่างข้อมูลที่ตรวจจับ ได้แก่ ค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้า อุณหภูมิ การสั่นสะเทือนของมอเตอร์ ปริมาณลมอัดหรือไอน้ำ โดยข้อมูลที่เกิดขึ้นในชั้นนี้เป็นข้อมูลดิบ (Raw Data) ซึ่งเป็นรากฐานของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงานในโรงงาน (Lee; et al. 2015)

2.1.2 ชั้นเครือข่าย (Network Layer) เป็นชั้นที่รับผิดชอบการส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ไปยังระบบประมวลผล โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารหลายรูปแบบ เช่น Ethernet, Wi-Fi, 4G/5G, MQTT หรือ OPC-UA. ชั้นนี้จึงมีบทบาทสำคัญต่อความเร็ว ความน่าเชื่อถือ และความปลอดภัย

ของข้อมูล ซึ่งเป็นเงื่อนไขสำคัญต่อระบบที่ต้องทำงานแบบเรียลไทม์ เช่น ระบบตรวจสอบพลังงาน หรือระบบคาดการณ์ความผิดปกติของเครื่องจักร

2.1.3 ชั้นประยุกต์ (Application Layer) เป็นชั้นที่ข้อมูลถูกนำไปใช้สร้างคุณค่าทางธุรกิจ เช่น ระบบแสดงผลการใช้พลังงานแบบเรียลไทม์ ระบบวิเคราะห์พลังงานเชิงลึก ระบบบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) ระบบจัดการโหลดพลังงาน ในอุตสาหกรรมไทย ชั้นนี้เป็นตัวกำหนด ประสบการณ์ผู้ใช้ และ ความเข้าใจง่ายของข้อมูล ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการยอมรับและการใช้งานจริงของวิศวกรและผู้จัดการโรงงาน

2.2 สถาปัตยกรรมแบบห้าชั้น (Five-Layer Architecture) อย่างไรก็ดี เมื่อระบบ IIoT มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในโรงงานที่ใช้ข้อมูลจำนวนมากและต้องการการประมวลผลขั้นสูง โมเดลสามชั้นอาจไม่เพียงพอต่อการอธิบายการไหลของข้อมูลเชิงลึก จึงเกิดเป็นโมเดล สถาปัตยกรรมแบบห้าชั้น ซึ่งได้รับการอ้างอิงใน ISO/IEC 30141:2018 และงานวิจัยด้าน IoT สมัยใหม่ซิคารี; และคณะ (Sicari; et al. 2015) โมเดลนี้ประกอบด้วยชั้นดังต่อไปนี้

2.2.1 ชั้นการรับรู้ (Perception Layer) เช่นเดียวกับโมเดลสามชั้น ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัด

2.2.2 ชั้นการขนส่งข้อมูล (Transport Layer) เป็นชั้นที่เพิ่มความสำคัญของระบบเครือข่าย โดยไม่เพียงทำหน้าที่ส่งข้อมูล แต่ยังรวมถึงการเลือกเทคโนโลยีสื่อสารที่เหมาะสม การเข้ารหัสข้อมูล และการรักษาความปลอดภัยระหว่างทาง เช่น VPN หรือ TLS

2.2.3 ชั้นประมวลผล (Processing Layer) เป็นหัวใจสำคัญของระบบ IIoT ประกอบด้วย Edge Computing, Fog Computing และ Cloud Computing ทำหน้าที่ เช่น จัดเก็บข้อมูล กรองข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และทำการทำนายหรือสร้างโมเดล Machine Learning ชั้นนี้จึงเป็นส่วนที่แปลงข้อมูลดิบให้เป็นข้อมูลที่มีความหมายเพื่อนำไปใช้ในระดับปฏิบัติการและระดับบริหาร

2.2.4 ชั้นประยุกต์ (Application Layer) ทำหน้าที่สร้างระบบประยุกต์ เช่น ระบบตรวจวัดพลังงาน ระบบตรวจจับความผิดปกติ หรือระบบเพิ่มประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร

2.2.5 ชั้นธุรกิจ (Business Layer) เป็นชั้นสูงสุดของสถาปัตยกรรมและเชื่อมโยงข้อมูลกับการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ขององค์กรครอบคลุม การกำหนด KPI การวางแผนการผลิตและพลังงาน การบริหารต้นทุน และการออกแบบนโยบายด้านประสิทธิภาพพลังงาน โดยในการจัดการพลังงานชั้นนี้ช่วยให้ผู้บริหารสามารถประเมินผลลัพธ์จากการลงทุนใน IIoT ทั้งด้านต้นทุน การลดใช้พลังงาน ผลกระทบด้านคาร์บอน และความคุ้มค่าทางธุรกิจ (ROI, Payback Period)

3. การทำงานร่วมกันของระบบและโพรโทคอลสื่อสาร (Interoperability and Communication Protocols)

ประเด็นด้านการทำงานร่วมกันของระบบ (Interoperability) เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดความสำเร็จหรือความล้มเหลวของการประยุกต์ใช้ IIoT ในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสภาพแวดล้อมของโรงงานไทยจำนวนมากประกอบด้วยเครื่องจักรที่หลากหลายรุ่น หลายผู้ผลิต และมีอายุการใช้งานที่แตกต่างกัน ตั้งแต่เครื่องจักรรุ่นใหม่ที่รองรับการเชื่อมต่อแบบดิจิทัล ไปจนถึงเครื่องจักรรุ่นเก่าที่ไม่มีพอร์ตหรือโพรโทคอลสื่อสารมาตรฐาน การเชื่อมระบบที่มีความหลากหลายเช่นนี้เข้าด้วยกันจึงเป็นความท้าทายสำคัญในการจัดเก็บข้อมูลพลังงานและข้อมูลสถานะเครื่องจักรอย่างครบถ้วน หากไม่สามารถทำให้ข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างๆ ไหลอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกันได้ ระบบ IIoT จะไม่สามารถสร้างฐานข้อมูลที่มีคุณภาพสำหรับการวิเคราะห์พลังงาน การตรวจสอบความสูญเสีย หรือการทำงานเชิงคาดการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เพื่อลดปัญหาด้าน Interoperability จึงต้องอาศัย โพรโทคอลการสื่อสาร (Communication Protocols) และมาตรฐานกลาง (Common Standards) ที่ช่วยให้ข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างชนิดสามารถเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนกันได้อย่างเป็นระบบ โพรโทคอลที่ใช้กันแพร่หลายในงานอุตสาหกรรมและระบบ IIoT ได้แก่ Modbus, OPC Unified Architecture (OPC-UA) และ MQTT ซึ่งแต่ละโพรโทคอลมีจุดเด่นและข้อจำกัดแตกต่างกันตามลักษณะงานและความต้องการด้านความปลอดภัยของโรงงาน

3.1 Modbus เป็นโพรโทคอลรุ่นเก่าที่เป็นรากฐานของโรงงานจำนวนมาก Modbus ถูกพัฒนาโดยบริษัท Modicon ในช่วงทศวรรษ 1970 และยังคงเป็นโพรโทคอลที่ใช้แพร่หลายใน PLC, Meter, SCADA และเครื่องจักรอุตสาหกรรมจำนวนมาก เนื่องจากความเรียบง่ายและความเสถียรของการทำงาน คุณลักษณะสำคัญของ Modbus ได้แก่ เหมาะกับงานที่ต้องการความเสถียรสูงมากกว่าความเร็ว ใช้งานบนสาย RS-485, TCP/IP ได้ และส่งข้อมูลในรูปแบบ Register ซึ่งเข้าใจง่ายและรองรับการอ่านค่าพลังงานพื้นฐาน อย่างไรก็ตาม Modbus ไม่รองรับโครงสร้างข้อมูลที่ซับซ้อน ความปลอดภัยไม่สูง และไม่รองรับการสื่อสารแบบ Publish-Subscribe ทำให้ไม่เหมาะกับระบบ IIoT ที่ต้องการข้อมูลจำนวนมากและหลากหลายแบบเรียลไทม์

3.2 OPC Unified Architecture (OPC-UA) เป็นมาตรฐานเปิดที่รองรับความปลอดภัยและการทำงานร่วมกันสูง OPC-UA พัฒนาโดย OPC Foundation เพื่อตอบสนองความต้องการของโรงงานยุคอุตสาหกรรม 4.0 ที่ต้องการการสื่อสารระหว่างเครื่องจักรและระบบควบคุมที่มีความปลอดภัยสูงและสามารถรองรับข้อมูลเชิงโครงสร้างได้ของ OPC-UA ได้แก่ รองรับ ข้อมูลเชิงวัตถุ (object-oriented data model) ทำให้เชื่อมโยงข้อมูลจากหลายอุปกรณ์ได้อย่างเป็นระบบ มีระบบความปลอดภัยในตัว เช่น การเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) และการยืนยันตัวตน (Authentication) ทำงานได้ข้ามแพลตฟอร์ม เหมาะสำหรับระบบที่ต้องเชื่อม PLC, SCADA, MES, ERP และ IIoT platform ด้วยความยืดหยุ่นและความสามารถด้านความปลอดภัย ทำให้ OPC-UA กลายเป็นโพร

โทคอลหลักของโรงงานที่ต้องการยกระดับสู่ Smart Factory โดยเฉพาะโรงงานที่ต้องวิเคราะห์พลังงานแบบเรียลไทม์และต้องใช้ข้อมูลจากหลายระบบร่วมกัน

3.3 MQTT เป็นโพรโทคอลสำหรับการส่งข้อมูลแบบประหยัดและมีประสิทธิภาพสูงใน IIoT MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) เป็นโพรโทคอลที่ออกแบบมาเพื่อส่งข้อมูลปริมาณมากผ่านเครือข่ายที่มีแบนด์วิดท์จำกัด โดยใช้สถาปัตยกรรมแบบ Publish-Subscribe ทำให้ระบบสามารถกระจายข้อมูลไปยังหลายปลายทางได้พร้อมกันอย่างมีประสิทธิภาพ ข้อดีของ MQTT ได้แก่ ใช้ทรัพยากรต่ำ เหมาะกับเซนเซอร์จำนวนมากในโรงงาน รองรับการส่งข้อมูลแบบ Real-Time ได้ดี และทำงานร่วมกับระบบ Cloud Platform เช่น AWS IoT, Azure IoT ได้อย่างราบรื่น MQTT จึงเหมาะสำหรับงานที่ต้องการการรวบรวมข้อมูลพลังงานจากหลายจุดในโรงงานแบบต่อเนื่อง โดยเฉพาะโรงงานที่มีพื้นที่กว้าง เครื่องจักรหลายไลน์ผลิต หรือมีความต้องการติดตามโหลดพลังงานในระดับขั้นรูป (Machine-Level Monitoring)

โรงงานจำนวนมากในประเทศไทยมีสภาพ ระบบผสม (Heterogeneous Systems) คือประกอบด้วย เครื่องจักรใหม่ที่รองรับ OPC-UA อุปกรณ์วัดพลังงานที่รองรับ Modbus เซนเซอร์ IoT ที่ส่งข้อมูลผ่าน MQTT และระบบ SCADA รุ่นเก่าที่ไม่รองรับมาตรฐานเปิด การทำงานร่วมกันของระบบเหล่านี้จึงเป็นเงื่อนไขสำคัญของการสร้างฐานข้อมูลพลังงานที่มีความถูกต้อง ครบถ้วน และเชื่อมโยงได้จริง หากไม่มีโพรโทคอลที่เหมาะสม การเชื่อมต่อข้อมูลจะเกิดความล่าช้า ขาดความต่อเนื่อง หรือเกิดความคลาดเคลื่อน ส่งผลให้ระบบวิเคราะห์พลังงานไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ทั้งยังเป็นหนึ่งในเหตุผลหลักที่โรงงานไทย ชะลอการตัดสินใจ นำ IIoT มาใช้ (Industrial Internet Consortium. 2017)

ดังนั้นการเลือกโพรโทคอลให้เหมาะสมกับประเภทเครื่องจักร ข้อจำกัดของระบบเครือข่าย และระดับความปลอดภัยที่ต้องการ จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญของความพร้อมด้านเทคโนโลยี และส่งผลต่อความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ IIoT เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมไทยอย่างยิ่ง

4. ความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ในระบบ IIoT (Cybersecurity in IIoT : IEC 62443)

ความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์เป็นประเด็นสำคัญที่กำหนดความน่าเชื่อถือของระบบ IIoT ในภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากการเชื่อมโยงระหว่างเครื่องจักร อุปกรณ์ควบคุม กระบวนการผลิต และแพลตฟอร์มข้อมูล ส่งผลให้ขอบเขตการโจมตี (attack surface) ของโรงงานขยายกว้างขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับระบบอัตโนมัติในรูปแบบดั้งเดิมที่มีการเชื่อมต่อเฉพาะในระดับภายใน (on-premise). การผสานเทคโนโลยีด้าน IT เข้ากับระบบ OT (Operational Technology) ซึ่งควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการผลิต ทำให้ความเสี่ยงด้านไซเบอร์ของโรงงานไม่เพียงส่งผลกระทบต่อข้อมูลเท่านั้น แต่ยังอาจกระทบต่อความปลอดภัยของบุคลากร ความต่อเนื่องของกระบวนการ

การผลิต และความเสียหายเชิงกายภาพ (Physical Damage) ของเครื่องจักรอีกด้วย (Krebs. 2008)

ในประเทศไทย ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมจำนวนมากเริ่มเผชิญภัยคุกคามไซเบอร์ที่ซับซ้อนขึ้น เช่น การโจมตีแบบ Ransomware ที่แทรกซึมผ่านระบบ IT ก่อนขยายเข้าสู่ระบบควบคุมโรงงาน (ICS/SCADA) รวมถึงความเสี่ยงจากอุปกรณ์ IoT ราคาประหยัดที่ไม่มีระบบป้องกันเพียงพอ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้หลายโรงงานลังเลต่อการตัดสินใจติดตั้ง IIoT แม้ว่าจะเห็นประโยชน์ด้านการจัดการพลังงานก็ตาม

มาตรฐาน IEC 62443 ซึ่งพัฒนาโดย International Electrotechnical Commission ถือเป็นมาตรฐานสากลที่ได้รับการยอมรับสูงสุดสำหรับการรักษาความมั่นคงปลอดภัยของระบบควบคุมอุตสาหกรรม (Industrial Control Systems: ICS) และระบบ IIoT โดยเฉพาะ โดยมาตรฐานนี้มีลักษณะเป็นชุดเอกสารที่ครอบคลุมทั้งระดับองค์กร ระดับระบบ และระดับอุปกรณ์ แก่นสำคัญของ IEC 62443 ประกอบด้วยแนวคิดดังนี้

4.1 การแบ่งเขตและกำหนดช่องทางสื่อสาร (Zone and Conduit Model) แนวคิดนี้เสนอให้แยกระบบออกเป็นเขตย่อยตามระดับความเสี่ยง เช่น โซนเครื่องจักร โซน SCADA โซน IIoT Gateway โซน IT และคลาวด์ และกำหนด ช่องทางสื่อสาร (Conduit) ที่ควบคุมการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างโซนอย่างเข้มงวด ช่วยจำกัดผลกระทบหากเกิดเหตุการณ์โจมตีในบางส่วนของระบบ

4.2 ระดับความมั่นคงปลอดภัย (Security Levels: SL1-SL4) IEC 62443 กำหนดระดับความมั่นคงปลอดภัยตามประเภทภัยคุกคาม เช่น SL1 ป้องกันบุคคลที่ไม่มีทักษะ, SL2 ป้องกันผู้โจมตีที่มีทักษะปานกลาง, SL3 ป้องกันผู้โจมตีที่มีทักษะสูงและมีทรัพยากร และ SL4 ป้องกันผู้โจมตีระดับประเทศหรือองค์กรขนาดใหญ่ โรงงานที่ต้องการใช้ IIoT เพื่อบริหารจัดการพลังงานมักต้องใช้ระดับ SL2-SL3 เนื่องจากข้อมูลต้องมีความน่าเชื่อถือและเชื่อมโยงกับระบบควบคุมจริง

4.3 การออกแบบความปลอดภัยตามหลัก Defense-in-Depth IEC 62443 เน้นการออกแบบระบบโดยวางการป้องกันหลายชั้น เช่น การยืนยันตัวตนอุปกรณ์ (Device Authentication) การเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) การควบคุมสิทธิ์การเข้าถึง (Access Control) การตรวจสอบความผิดปกติของทราฟฟิกข้อมูล (Network Anomaly Detection) แนวคิดนี้ช่วยลดความเสี่ยงจากการโจมตีแบบ Lateral Movement ที่มักเกิดในระบบที่เชื่อมต่อเครือข่ายหลายระดับ

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรม (Energy Management in Industrial Sector)

การจัดการพลังงานเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาขีดความสามารถการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากต้นทุนพลังงานคิดเป็นสัดส่วนสูงของต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่มีเครื่องจักรและระบบสนับสนุนจำนวนมาก เช่น ระบบลมอัด ให้น้ำ ความร้อน และ

ระบบปรับอากาศอุตสาหกรรม การบริหารพลังงานที่มีประสิทธิภาพจึงช่วยลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต และสนับสนุนเป้าหมายด้านความยั่งยืนขององค์กรควบคู่กันไป ในทศวรรษที่ผ่านมาการเปลี่ยนผ่านสู่เทคโนโลยีดิจิทัล โดยเฉพาะระบบ IIoT ทำให้การจัดการพลังงานพัฒนาไปสู่รูปแบบที่อาศัยข้อมูลเป็นศูนย์กลาง (Data-Driven Energy Management) ซึ่งช่วยให้โรงงานสามารถติดตาม วิเคราะห์ และควบคุมการใช้พลังงานได้อย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น (International Energy Agency. 2017) การทำความเข้าใจแนวคิดพื้นฐานและหลักการสำคัญของระบบบริหารพลังงานจึงเป็นพื้นฐานสำคัญในการวิเคราะห์ศักยภาพและข้อจำกัดของการนำ IIoT มาใช้ในภาคอุตสาหกรรมไทย

1. แนวคิดการจัดการพลังงาน (Energy Management Concepts)

แนวคิดการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมมุ่งเน้นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้กรอบของการควบคุม การตรวจวัด และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) นิยามการจัดการพลังงานตามแนวทางของ International Organization for Standardization คือ การประสานงานของกิจกรรมด้านเทคนิค พฤติกรรม และระบบการบริหาร เพื่อบรรลุผลด้านประสิทธิภาพ พลังงานอย่างต่อเนื่อง (ISO 50001:2018) แนวคิดนี้เน้นว่าการจัดการพลังงานไม่ใช่เพียงการลดการใช้พลังงาน แต่คือการบริหารพลังงานให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิตและเป้าหมายทางธุรกิจขององค์กรในทุกระดับ โดยหลักการสำคัญของการจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม มีดังนี้

1.1 การติดตามและตรวจวัดพลังงาน (Monitoring and Measurement) การติดตามข้อมูลพลังงานอย่างสม่ำเสมอเป็นรากฐานของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงาน เนื่องจากข้อมูลที่ถูกต้องและต่อเนื่องช่วยให้สามารถระบุโหลดสำคัญของโรงงาน จุดสูญเสีย และพฤติกรรมการใช้พลังงานที่ผิดปกติได้อย่างแม่นยำ ในอดีตการวัดพลังงานจำกัดเฉพาะมิเตอร์หลัก (Main Meter) ทำให้ขาดรายละเอียดที่เพียงพอต่อการบริหารจัดการในระดับเครื่องจักร แต่การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และ IIoT ช่วยให้โรงงานสามารถเก็บข้อมูลพลังงานในระดับย่อย (Sub-Metering) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 การวิเคราะห์พลังงาน (Energy Analysis) ช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและตัวแปรการผลิต เช่น ปริมาณการผลิต ชั่วโมงการทำงาน และสภาพการเดินเครื่อง โดยอาจใช้เทคนิคพื้นฐาน เช่น การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) ไปจนถึงเทคนิคขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เพื่อสร้างตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Performance Indicators: EnPIs). การวิเคราะห์ที่ดีช่วยให้โรงงานสามารถวางแผนและตั้งเป้าหมายด้านพลังงานได้อย่างเป็นระบบและมีความเป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้น

1.3 การควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพ (Control and Optimization) เมื่อข้อมูลพลังงานมีความละเอียดมากขึ้น การควบคุมโหลดและการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานสามารถทำได้ในเชิงรุก เช่น การปรับโหลดตามสภาวะจริง การควบคุมอัตโนมัติของปั๊มและมอเตอร์ หรือการใช้ระบบช่วยตัดสินใจ (Decision-Support Systems). แนวคิดนี้เป็นรากฐานของระบบบริหารพลังงานในโรงงาน

อัจฉริยะ ซึ่งอาศัยข้อมูลแบบเรียลไทม์และอัลกอริทึมขั้นสูงในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง

1.4 วงจรการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement Cycle) หลักการ PDCA (Plan-Do-Check-Act) เป็นหัวใจของการจัดการพลังงานตามมาตรฐาน ISO 50001 ซึ่งกำหนดให้องค์กรดำเนินกิจกรรมจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบ เริ่มตั้งแต่การวางแผน การดำเนินงาน การตรวจสอบผล และการปรับปรุงแก้ไข การดำเนินการในลักษณะนี้ทำให้การจัดการพลังงานไม่ใช่กิจกรรมเชิงโครงการที่มีระยะเวลาจำกัด แต่เป็นระบบที่ดำเนินต่อเนื่องและก่อให้เกิดผลลัพธ์ในระยะยาว

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เทคโนโลยีดิจิทัลได้เข้ามาเปลี่ยนรูปแบบของการจัดการพลังงานอย่างสิ้นเชิง โดยเฉพาะระบบ IIoT ซึ่งช่วยให้สามารถตรวจวัดการใช้พลังงานระดับเครื่องจักรในแบบเรียลไทม์ เชื่อมโยงข้อมูลพลังงานกับข้อมูลการผลิต วิเคราะห์พลังงานเชิงลึกด้วย Machine Learning คาดการณ์ความต้องการพลังงานในอนาคต และตรวจจับสัญญาณผิดปกติที่อาจนำไปสู่ความสูญเสีย ผลลัพธ์ คือ โรงงานสามารถตัดสินใจด้านพลังงานอย่างแม่นยำ ลดต้นทุน และเพิ่มเสถียรภาพของกระบวนการผลิต ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่าการใช้ IIoT ทำให้ระดับการควบคุมพลังงานในโรงงานเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ทั้งในด้านคุณภาพข้อมูล การตอบสนองต่อความผิดปกติ และประสิทธิภาพโดยรวม

2. มาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน ISO 50001 (Energy Management System : ISO 50001)

มาตรฐาน ISO 50001 เป็นกรอบการบริหารจัดการพลังงานที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้องค์กรปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานอย่างต่อเนื่อง ผ่านกระบวนการที่เป็นระบบและอาศัยหลักฐานเชิงข้อมูลเป็นฐานในการตัดสินใจ มาตรฐานฉบับล่าสุด (ISO 50001:2018) ได้เน้นให้การจัดการพลังงานเป็นส่วนหนึ่งของระบบบริหารคุณภาพโดยรวมขององค์กร และเชื่อมโยงโดยตรงกับการพัฒนาเชิงกลยุทธ์ของกิจการในระยะยาว ความสำคัญของ ISO 50001 จึงไม่ได้จำกัดเฉพาะการประหยัดพลังงาน แต่รวมถึงการยกระดับประสิทธิภาพการผลิต ลดความสูญเสีย และเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบอุตสาหกรรมซึ่งสอดคล้องอย่างยิ่งกับเป้าหมายของการนำ IIoT มาใช้ในโรงงานไทย

2.1 วงจร PDCA แก่นของระบบบริหารพลังงาน มาตรฐาน ISO 50001 พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของวงจร Plan-Do-Check-Act (PDCA) ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการสร้างระบบที่พัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีโครงสร้างดังนี้

2.1.1 การวางแผนด้านพลังงาน (Plan) ประกอบด้วยการรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน การระบุโหลดหลัก (Significant Energy Uses : SEUs) และการกำหนด เส้นฐานพลังงาน (Energy Baseline : EnB) เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงในการเปรียบเทียบการปรับปรุงในอนาคต รวมถึง

การกำหนด ตัวชี้วัดสมรรถนะพลังงาน (Energy Performance Indicators: EnPIs) ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการผลิตของโรงงาน

2.1.2 การดำเนินการตามแผนพลังงาน (Do) รวมถึงการนำมาตรการประหยัดพลังงานไปใช้ การติดตั้งระบบตรวจวัดพลังงาน การฝึกอบรมบุคลากร และการบูรณาการนโยบายพลังงานเข้ากับกระบวนการผลิต

2.1.3 การตรวจติดตามและประเมินผล (Check) โรงงานต้องวิเคราะห์ข้อมูลพลังงานอย่างต่อเนื่อง ตรวจสอบ EnPIs เปรียบเทียบกับ EnB และประเมินความสอดคล้องกับนโยบายพลังงาน โดยอาศัยข้อมูลการวัดที่มีความถูกต้องและเพียงพอ

2.1.4 การปรับปรุงและทบทวน (Act) ผลการตรวจประเมินจะนำไปสู่การปรับเปลี่ยนมาตรการ การวางแผนรอบใหม่ และการยกระดับประสิทธิภาพพลังงานในระยะยาว

วงจร PDCA ทำให้ระบบบริหารพลังงานเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ไม่ใช่กิจกรรมครั้งเดียว ซึ่งเหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อนสูงและมีพฤติกรรมการใช้พลังงานเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

2.2 เส้นฐานพลังงาน (Energy Baseline: EnB) เป็นองค์ประกอบสำคัญของ ISO 50001 เนื่องจากเป็นข้อกำหนด สถานะเดิม ของการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง โดย EnB จะถูกพัฒนาโดยใช้ข้อมูลการผลิต ปริมาณงาน ชั่วโมงการเดินเครื่อง และสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิหรือชั่วโมงการใช้งานเครื่องจักรหลัก EnB ทำหน้าที่เป็นเกณฑ์ในการวัดว่ามาตรการด้านพลังงานที่ดำเนินการไปมีผลจริงหรือไม่ การกำหนดเส้นฐานที่มีคุณภาพจึงต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากและมีความต่อเนื่อง ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้หลายโรงงานต้องการเทคโนโลยี IIoT มาช่วยตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลอัตโนมัติ

2.3 ตัวชี้วัดสมรรถนะพลังงาน (Energy Performance Indicators: EnPIs) เป็นตัวชี้วัดหลักที่ใช้ประเมินผลด้านพลังงาน เช่น พลังงานเฉลี่ยต่อหน่วยการผลิต (kWh/unit) อัตราการใช้พลังงานของมอเตอร์ต่อชั่วโมงทำงาน ประสิทธิภาพของระบบอากาศอัด (kW/m³/min) และอัตราส่วนพลังงานสูญเสียเปล่าในช่วงเวลาหนึ่ง (Idle Energy Rate) ในทางปฏิบัติ โรงงานจำนวนมากประสบปัญหาในการสร้าง EnPIs เนื่องจากไม่มีข้อมูลระดับเครื่องจักรหรือไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลพลังงานกับตัวแปรการผลิตได้อย่างถูกต้อง IIoT จึงเข้ามาช่วยเติมเต็มช่องว่างนี้โดยการเก็บข้อมูลในระดับที่ละเอียดขึ้น ทั้งในด้านโหลดไฟฟ้า ความเร็วรอบ สภาพการทำงาน และเวลาหยุดเครื่อง ซึ่งช่วยปรับปรุงความแม่นยำของ EnPIs อย่างมาก

ความสัมพันธ์ระหว่าง ISO 50001 และ IIoT เป็นความสัมพันธ์แบบเสริมกำลัง (Mutual Reinforcement) เนื่องจาก IIoT ช่วยทำให้กิจกรรมใน ISO 50001 มีประสิทธิภาพมากขึ้นในหลายมิติ ได้แก่

2.3.1 การตรวจวัดแบบเรียลไทม์ (Real-time Monitoring) IIoT ทำให้โรงงานสามารถตรวจวัดพลังงานของเครื่องจักรสำคัญแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยให้ระบุ SEUs ได้แม่นยำยิ่งขึ้น และวิเคราะห์พฤติกรรมพลังงานได้ในระดับลึกกว่าการอ่านมิเตอร์แบบเดิม

2.3.2 การปรับปรุงคุณภาพของ EnB และ EnPIs ข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ IIoT ทำให้สามารถสร้างเส้นฐานพลังงานที่สะท้อนสถานะการใช้งานจริง ลดความคลาดเคลื่อน และทำให้ EnPIs มีความสม่ำเสมอในระยะยาว

2.3.3 การวิเคราะห์เชิงทำนาย (Predictive Analytics) ด้วยข้อมูลพลังงานจำนวนมากจาก IIoT โรงงานสามารถวิเคราะห์แนวโน้มความผิดปกติ เช่น การกินกระแสเกิน การสั่นสะเทือนผิดปกติ หรือโหลดสูงกว่าปกติ ซึ่งช่วยลดความสูญเสียและเพิ่มความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร

2.3.4 การสนับสนุนวงจร PDCA ให้มีความต่อเนื่อง ข้อมูลจาก IIoT ช่วยให้การตรวจสอบ (Check) และการปรับปรุง (Act) ดำเนินไปได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ลดเวลาการตัดสินใจ และเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้ในการบริหารพลังงาน

ISO 50001 จึงเป็นกรอบการทำงานที่กำหนดโครงสร้าง ส่วน IIoT เป็นเครื่องมือที่ทำให้ระบบดังกล่าวเกิดขึ้นจริงในระดับปฏิบัติการ และเสริมให้โรงงานสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพด้านพลังงานได้อย่างยั่งยืนและสอดคล้องกับทิศทางอุตสาหกรรม 4.0

3. ประโยชน์ของระบบการจัดการพลังงาน

ระบบการจัดการพลังงาน (Energy Management System : EnMS) เป็นกรอบการบริหารที่ช่วยให้องค์กรสามารถวางแผน นโยบาย เป้าหมาย แผนงาน วิธีการติดตาม ตรวจวัด และปรับปรุงผลการดำเนินงานด้านพลังงานอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยแนวคิดของ EnMS ไม่ได้มุ่งเพียงการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในระยะสั้นเท่านั้น แต่ยังมุ่งสร้างระบบการทำงานที่ทำให้องค์กรสามารถควบคุมการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในระยะยาว (ISO, 2018) ดังนั้น EnMS จึงถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้องค์กรสามารถบริหารพลังงานได้อย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืน

(1) ประโยชน์สำคัญประการแรกของระบบการจัดการพลังงาน คือ การช่วยลดการใช้พลังงานและลดต้นทุนการดำเนินงานขององค์กร เนื่องจากระบบดังกล่าวทำให้องค์กรสามารถเห็นรูปแบบการใช้พลังงานที่แท้จริง ระบุจุดที่เกิดการสูญเสีย และกำหนดมาตรการปรับปรุงได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งยังช่วยให้ผลการประหยัดพลังงานเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องมากกว่าการดำเนินมาตรการแบบเฉพาะกิจ นอกจากนี้ EnMS ยังช่วยให้องค์กรสามารถประเมินผลการดำเนินงานด้านพลังงานผ่านตัวชี้วัดและค่าฐานพลังงาน ซึ่งช่วยให้การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงมีความชัดเจนและน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

(2) ประโยชน์ประการที่สอง คือ การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน เนื่องจาก EnMS สนับสนุนให้องค์กรมีการติดตาม ตรวจสอบ และวิเคราะห์สมรรถนะด้านพลังงานของเครื่องจักรหรือระบบสาธารณูปโภคต่างๆ อย่างต่อเนื่อง เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบลมอัด ระบบไอน้ำ และระบบทำความเย็น เมื่อองค์กรมีข้อมูลที่เพียงพอ ก็จะสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเสีย ปรับปรุงการทำงาน และวางแผนบำรุงรักษาได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้ทั้งประสิทธิภาพการผลิตและประสิทธิภาพการใช้พลังงานดีขึ้นพร้อมกัน

(3) ประโยชน์ประการที่สาม คือ การสนับสนุนการตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลและข้อเท็จจริง เนื่องจาก EnMS กำหนดให้องค์กรต้องมีการติดตาม ตรวจสอบ วิเคราะห์ และทบทวนข้อมูลด้านพลังงานอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้บริหารสามารถใช้ข้อมูลจริงในการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การวางแผนลงทุน หรือการปรับปรุงกระบวนการได้อย่างแม่นยำมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดการตัดสินใจที่อาศัยประสบการณ์หรือการคาดเดาเพียงอย่างเดียว (ISO, 2023) ในบริบทของอุตสาหกรรมสมัยใหม่ หาก EnMS เชื่อมโยงกับระบบข้อมูลหรือเทคโนโลยี IIoT ก็จะช่วยให้การติดตามและวิเคราะห์ข้อมูลพลังงานทำได้แบบใกล้เคียงเวลาจริง ซึ่งเพิ่มความรวดเร็วในการตรวจพบความผิดปกติและการตอบสนองต่อปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ระบบการจัดการพลังงานยังมีส่วนสำคัญในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสนับสนุนเป้าหมายด้านความยั่งยืนขององค์กร เพราะเมื่อองค์กรสามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ก็จะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและลดรอยเท้าคาร์บอนได้ด้วย พร้อมกันนี้ EnMS ยังช่วยเสริมสร้างวัฒนธรรมองค์กรด้านพลังงาน โดยทำให้บุคลากรในทุกระดับตระหนักถึงความสำคัญของการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และมีส่วนร่วมในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

4. การประยุกต์ใช้ระบบการจัดการพลังงานในอุตสาหกรรม

เทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มีบทบาทสำคัญต่อการจัดการพลังงานในโรงงานสำหรับอุตสาหกรรมยุคใหม่ โดยหลักการสำคัญ คือ การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบ เซ็นเซอร์ ไรต์ตามจุดต่างๆ ของกระบวนการผลิตและระบบสาธารณูปโภค เพื่อเก็บข้อมูลการใช้พลังงานจากหน้างานแบบเวลาจริง (real-time) และส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบวิเคราะห์ แสดงผล แจ้งเตือน หรือควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ โรงงานสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อมองเห็นรูปแบบการใช้พลังงานที่แท้จริง ระบุจุดที่มีการใช้พลังงานสูงผิดปกติ ค้นหาโอกาสในการลดการสูญเสีย และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้อย่างเป็นระบบ

การประยุกต์ใช้ IIoT ด้านพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมสามารถพบได้ในหลายรูปแบบ ดังนี้

(1) ระบบตรวจสอบพลังงานไฟฟ้าแบบอัจฉริยะ (Smart Meter และ Submetering) ซึ่งนิยมติดตั้งมิเตอร์อัจฉริยะและมิเตอร์ย่อยไว้ตามตู้เมนไฟฟ้า ตู้จ่ายโหลด สายการผลิต หรือเครื่องจักรหลัก เพื่อวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่สำคัญ เช่น ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh) กำลังไฟฟ้า (kW) ค่าตัว

ประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า ข้อมูลที่ได้ช่วยให้โรงงานสามารถวิเคราะห์ได้ว่าแผนกใดหรือเครื่องจักรใดเป็นผู้ใช้พลังงานหลัก รวมถึงสามารถจัดทำแผนที่ใช้พลังงาน (Energy Mapping) ได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินงานตามแนวทางของระบบการจัดการพลังงาน เช่น ISO 50001 ตัวอย่างเช่น โรงงานของ Saint-Gobain ที่เมือง Soddy-Daisy รัฐเทนเนสซี สหรัฐอเมริกา ซึ่งได้นำระบบ Wireless Submetering มาใช้เพื่อตรวจวัดการใช้พลังงานในระดับย่อย ทำให้สามารถมองเห็นรูปแบบการใช้ไฟฟ้าได้ละเอียดขึ้น และรายงานของ Better Buildings ระบุว่าโรงงานแห่งนี้ลดการใช้พลังงานได้ 14% และลดการใช้น้ำได้ 15% หลังการประยุกต์ใช้ระบบดังกล่าว จึงเป็นตัวอย่างที่สะท้อนให้เห็นบทบาทของ IIoT ในการทำ Energy Mapping และการติดตามการใช้พลังงานเชิงลึกในโรงงานอุตสาหกรรมได้อย่างชัดเจน

(2) ระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าและคุณภาพไฟฟ้า (Power Monitoring และ Power Quality Monitoring) สามารถนำมาใช้เพื่อติดตามคุณภาพของพลังงานไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้าตก แรงดันไฟฟ้าเกิน ความไม่สมดุลของระบบไฟฟ้า และเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งปัญหาด้านคุณภาพไฟฟ้านี้ สามารถส่งผลให้เครื่องจักรทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ใช้พลังงานเพิ่มขึ้น หรือเกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ภายในของเครื่องจักรได้ ระบบนี้จึงมีส่วนช่วยทั้งในด้านการประหยัดพลังงาน และการรักษาเสถียรภาพของกระบวนการผลิต โดยมักแสดงผลผ่านแดชบอร์ด แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น Ercros Chemical Plant เมือง Sabiñánigo ประเทศสเปน แสดงให้เห็นการใช้ระบบ Power Quality Analytics เพื่อติดตามคุณภาพไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง โดย Siemens ระบุว่ามีการติดตั้งอุปกรณ์วัดคุณภาพไฟฟ้าและส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอย่างปลอดภัยเข้าสู่ระบบวิเคราะห์ด้วย AI จนสามารถตรวจพบความผิดปกติของค่า Total Harmonic Distortion (THD) ได้ล่วงหน้าและแจ้งเตือนก่อนที่จะกระบวนการผลิตจะล้มเหลว จึงเป็นตัวอย่างของการใช้ IIoT เพื่อเฝ้าระวังทั้งความมั่นคงของไฟฟ้าและความต่อเนื่องของการผลิต

(3) ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการพลังงาน (Energy Management Information System: EMIS/EIS) IIoT สามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากมิเตอร์ เซนเซอร์ และระบบเดิมของโรงงานเข้าสู่แพลตฟอร์มกลาง เพื่อใช้ในการรวบรวม วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลด้านพลังงานแบบครบวงจร ระบบดังกล่าวช่วยให้ผู้บริหารและวิศวกรสามารถติดตามค่าพลังงานในรูปแบบแดชบอร์ด เปรียบเทียบแนวโน้มการใช้พลังงานกับค่ามาตรฐานหรือค่าเป้าหมาย วิเคราะห์ค่าฐานการใช้พลังงาน (Baseline) ตรวจจับความผิดปกติ และจัดทำรายงานผลการประหยัดพลังงานก่อนและหลังการปรับปรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น Foremost Farms Manufacturing Plant เมือง Plover รัฐวิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา โรงงานได้ลงทุนติดตั้ง Energy Metering และพัฒนา Energy Management Information System (EMIS) เพื่อใช้รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลพลังงานอย่างเป็นระบบ โดยองค์กรของ DOE ระบุว่าระบบ EMIS ที่ติดตั้งได้เริ่มแสดงผลเชิงประจักษ์ด้านการปรับปรุงการจัดการพลังงานแล้ว

(4) ระบบตรวจติดตามการใช้พลังงานในระบบลม (Compressed Air Monitoring) ระบบลมถือเป็นระบบสาธารณูปโภคที่ใช้พลังงานสูงในหลายอุตสาหกรรม และมักเกิดการสูญเสียพลังงานจากการรั่วไหลหรือการควบคุมที่ไม่เหมาะสม โรงงานจึงนำ IIoT มาใช้ตรวจติดตามค่าต่างๆ เช่น ความดันลม อัตราการไหล ชั่วโมงการทำงาน สถานะการไหลและปลดไหลของเครื่องอัดอากาศ ตลอดจนตรวจสอบการรั่วไหลของระบบ ข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์ ลดการใช้ไฟฟ้า และลดความเสี่ยงจากการหยุดชะงักของระบบได้ ตัวอย่างเช่น Nissan Decherd Infiniti Powertrain Plant รัฐเทนเนสซี สหรัฐอเมริกา ซึ่งนำแนวทางควบคุมและติดตามระบบลมมาใช้จนสามารถลดการใช้ไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศได้ 24% ขณะที่เอกสารรางวัล Better Plants ระบุเพิ่มเติมว่า Nissan ใช้ ultrasonic meters เพื่อลดอัตราการรั่วไหลของลมอัดได้ 30% และลด peak demand ของโรงงานในรัฐเทนเนสซีได้ 27% กรณีนี้จึงสะท้อนให้เห็นว่า IIoT ในระบบลมอัดไม่ได้ช่วยเฉพาะเรื่อง Utility Efficiency เท่านั้น แต่ยังเชื่อมโยงไปถึงต้นทุนค่าไฟ และการบริหารโหลดด้วย

(5) ระบบตรวจติดตามหม้อไอน้ำและระบบไอน้ำ (Boiler and Steam System Monitoring) ในโรงงานที่ใช้ไอน้ำเป็นแหล่งพลังงานหลัก IIoT ถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการผลิตไอน้ำและลดการสูญเสียพลังงานในระบบ เช่น การติดตามอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อการผลิตไอน้ำ ปริมาณโหลดไอน้ำ ระดับน้ำในหม้อไอน้ำ ค่าของแข็งละลายน้ำรวมในน้ำหม้อไอน้ำ การคืนคอนเดนเสท และสถานะของสตีมแทรป การติดตามแบบเวลาจริงทำให้สามารถระบุจุดที่มีการรั่วไหลหรืออุปกรณ์ทำงานผิดปกติได้รวดเร็ว ซึ่งช่วยลดต้นทุนเชื้อเพลิงและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบไอน้ำโดยรวม ตัวอย่างเช่น Petronas Refinery ซึ่งทาง TLV รายงานว่าการปรับปรุง Steam Trap Management ช่วยให้โรงงานแห่งนี้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ประมาณ RM 3.6 Million พร้อมทั้งลดการใช้พลังงานและลดคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของโรงงานลงได้

(6) ระบบวิเคราะห์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ (Chiller/Cooling/HVAC Analytics) โรงงานที่มีการใช้ระบบน้ำเย็น ห้องเย็น หรือระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ นิยมใช้ IIoT เพื่อติดตามอุณหภูมิ อัตราการไหล ความดัน ภาระโหลด และประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น เช่น ค่า COP หรือค่า kW ต่อตันความเย็น ข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเครื่องจักรใดทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ มีการตั้งค่าอุณหภูมิไม่เหมาะสม หรือมีภาระโหลดไม่สมดุล ซึ่งนำไปสู่การปรับปรุงการควบคุมระบบให้ประหยัดพลังงานมากขึ้น ตัวอย่างเช่น Nissan North America ที่โรงงานประกอบรถยนต์เมือง Canton รัฐมิสซิสซิปปี สหรัฐอเมริกา โดยเอกสารของ Better Buildings ระบุว่า Nissan พบว่าระบบ chilled water ของโรงงานคิดเป็นประมาณ 15% ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน จึงได้ดำเนินโครงการ Chilled Water System Upgrades and Dashboard เพื่อปรับปรุงระบบและติดตามผลผ่านแดชบอร์ด

(7) ระบบตรวจติดตามการใช้พลังงานและสภาพเครื่องจักรของมอเตอร์ ปัม และพัดลม (Motor, Pump and Fan Energy & Condition Monitoring) มอเตอร์ไฟฟ้า ปัม และพัดลมเป็นอุปกรณ์ที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานสูงในโรงงานอุตสาหกรรม IIoT จึงถูกนำมาใช้เพื่อตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า ความเร็วรอบ การสั่นสะเทือน อุณหภูมิ และภาระโหลดของอุปกรณ์ต่างๆ การวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวไม่เพียงช่วยให้ทราบถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานเท่านั้น แต่ยังช่วยในการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance) ทำให้สามารถลดทั้งต้นทุนพลังงานและต้นทุนจากการหยุดเครื่องจักรได้พร้อมกัน ตัวอย่างเช่น Absolut Distillery เมือง Åhus ประเทศสวีเดน ได้นำ ABB Ability Smart Sensors ไปติดตั้งกับมอเตอร์ในกระบวนการ Mash Preparation เพื่อเก็บข้อมูลการสั่นสะเทือน และสภาพการทำงานอย่างต่อเนื่อง ผลคือโรงงานสามารถตรวจพบความผิดปกติของแบริ่งใน Agitator Motor ได้ก่อนเสียจริง และยังพบปัญหา Pump Cavitation จากวาล์วที่เคลื่อนผิดตำแหน่งอีกด้วย

(8) ระบบบริหารโหลดและควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand/Demand Response/Load Management) IIoT ช่วยให้โรงงานสามารถติดตามความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละช่วงเวลา โดยเฉพาะในรอบการคำนวณค่าไฟฟ้าแบบ 15 นาที หากระบบตรวจพบว่าโหลดกำลังเข้าใกล้ค่าฟีดที่กำหนดไว้ ระบบสามารถแจ้งเตือนหรือสั่งลดโหลดที่ไม่สำคัญ เช่น การเลื่อนเวลาการเดินเครื่องบางส่วน หรือการจัดลำดับการใช้งานเครื่องจักรใหม่ เพื่อลดค่าไฟฟ้าด้าน Demand Charge และเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการโหลดในภาพรวม ตัวอย่างเช่น Petrochemical Plant ในเชียงใหม่ ได้มีการใช้ระบบ Load Shedding เพื่อสลับตัดโหลดที่ไม่สำคัญภายในระดับมิลลิวินาทีเมื่อเกิดปัญหาจากโครงข่ายไฟฟ้าภายนอก ซึ่งสะท้อนการประยุกต์ใช้ IIoT และระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุม Demand และรักษาความต่อเนื่องของการผลิต

(9) การบูรณาการข้อมูลพลังงานหลายประเภทในแดชบอร์ดเดียว (Utility Integration) การประยุกต์ใช้ IIoT ในภาคอุตสาหกรรมไม่ได้จำกัดเฉพาะพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงน้ำ ก๊าซ ลมอัด ไอน้ำ และน้ำเย็น โดยข้อมูลจากสาธารณูปโภคทุกประเภทสามารถถูกรวบรวมเข้าสู่ระบบกลางเดียวกันเพื่อวิเคราะห์สมดุลพลังงานของโรงงาน (Energy Balance) และประเมินการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตของแต่ละกระบวนการได้อย่างแม่นยำ ทำให้โรงงานสามารถมองเห็นภาพรวมของการใช้พลังงานทั้งหมด และระบุจุดที่มีการใช้ทรัพยากรเกินความจำเป็นได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างเช่น ABB Stonehouse Facility ซึ่ง ABB ระบุว่าโรงงานใช้แพลตฟอร์ม ABB Ability Building Analyzer เพื่อติดตามข้อมูลการใช้ ไฟฟ้า ก๊าซ และน้ำ จากหลายจุดทั่วทั้งโรงงานบนระบบเดียว ทำให้เกิดความโปร่งใสด้านพลังงานและช่วยลดต้นทุนการดำเนินงาน กรณีนี้สอดคล้องโดยตรงกับแนวคิดของการรวมข้อมูล Utility หลายชนิดไว้ในแดชบอร์ดกลางเพื่อวิเคราะห์ Energy Balance ของโรงงาน

(10) การตรวจติดตามพลังงานหมุนเวียนและโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Renewable Energy, Smart Grid and Microgrid Monitoring) ในกรณีที่โรงงานมีการใช้พลังงานหมุนเวียน เช่น ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ แบตเตอรี่สำรอง หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า IIoT จะถูกใช้เพื่อตรวจติดตามปริมาณพลังงานที่ผลิตได้ ปริมาณพลังงานที่ใช้จริง การเก็บพลังงาน และการจ่ายไฟกลับเข้าสู่ระบบ รวมถึงช่วยบริหารเสถียรภาพของพลังงานภายในโรงงาน การเชื่อมโยงข้อมูลในลักษณะนี้ช่วยให้โรงงานสามารถบริหารจัดการพลังงานได้อย่างยืดหยุ่นมากขึ้น และรองรับแนวโน้มการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบพลังงานอัจฉริยะในอนาคต ตัวอย่างเช่น Wendell Microgrid ของ Siemens Electrification and Automation Facility ในรัฐนอร์ทแคโรไลนา สหรัฐอเมริกา โดย Siemens ระบุว่าไมโครกริดดังกล่าวประกอบด้วย Microgrid Controller, Solar Inverters, Cloud Analytics และระบบป้องกันไฟฟ้า ถูกพัฒนาให้เป็นต้นแบบของ Industrial Power Resilience สำหรับภาคการผลิต อีกทั้งองค์กรยังระบุว่าเป็นแนวทางที่ทำให้การใช้พลังงานหมุนเวียนกับภาคการผลิตอุตสาหกรรมในระดับสูงเกิดขึ้นได้จริง

แนวคิดเกี่ยวกับปัจจัยด้านเทคโนโลยี องค์กร บุคคล และสิ่งแวดล้อม (TOIE Framework)

กรอบแนวคิดปัจจัยด้านเทคโนโลยี องค์กร บุคคล และสิ่งแวดล้อม หรือ TOIE Framework เป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ในการอธิบายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับและการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการ องค์กร โดยมีพัฒนาการมาจากกรอบแนวคิด Technology-Organization-Environment (TOE) ของ Tomatzky และ Fleischer ซึ่งอธิบายว่าการตัดสินใจนำเทคโนโลยีมาใช้ขององค์กรได้รับอิทธิพลจาก 3 บริบทหลัก ได้แก่ บริบทด้านเทคโนโลยี บริบทด้านองค์กร และบริบทด้านสิ่งแวดล้อม ต่อมางานวิจัยหลายชิ้นได้ขยายกรอบดังกล่าวด้วยการเพิ่ม “บริบทด้านบุคคล” เพื่อให้สามารถอธิบายปัจจัยด้านความรู้ ทักษะ ทศนคติ และการยอมรับของบุคลากรได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยในวรรณกรรมสากลมักพบการเรียกกรอบขยายนี้ว่า TOEI หรือ TOE-I ซึ่งมีสาระสำคัญสอดคล้องกับการใช้คำว่า TOIE ในงานวิจัยนี้ กล่าวคือ กรอบคลุม 4 มิติหลัก ได้แก่ เทคโนโลยี องค์กร บุคคล และสิ่งแวดล้อม

ในมิติ ด้านเทคโนโลยี กรอบแนวคิดนี้พิจารณาคุณลักษณะของเทคโนโลยีทั้งที่องค์กรใช้อยู่เดิมและเทคโนโลยีใหม่ที่องค์กรกำลังพิจารณานำมาใช้ โดยประเด็นที่มักถูกนำมาใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ความได้เปรียบเชิงสัมพัทธ์ ความเข้ากันได้กับระบบเดิม ความซับซ้อน ความพร้อมด้านเทคนิค ความสามารถของระบบ และระดับความสมบูรณ์ของเทคโนโลยี งานทบทวนด้าน IIoT ในภาคการผลิตยังชี้ว่าปัจจัยด้านเทคโนโลยีเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการบูรณาการเทคโนโลยีใหม่เข้ากับกระบวนการผลิต โดยเฉพาะในโรงงานที่มีเครื่องจักร ระบบควบคุม และโครงสร้างข้อมูลเดิมอยู่แล้ว ดังนั้น หากเทคโนโลยีมีความน่าเชื่อถือ ใช้งานร่วมกับระบบเดิมได้ และไม่ซับซ้อนเกินความสามารถขององค์กร ก็จะเพิ่มโอกาสในการยอมรับและใช้งานจริงมากขึ้น

ในมิติ ด้านองค์กร กรอบแนวคิด TOIE ให้ความสำคัญกับคุณลักษณะภายในขององค์กร เช่น ขนาดองค์กร ทรัพยากรที่มีอยู่ โครงสร้างการบริหาร ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง ต้นทุนในการลงทุน และแนวปฏิบัติด้านการประสานงานภายในองค์กร สำหรับบริบทของอุตสาหกรรม ปัจจัยด้านองค์กรมีผลอย่างมากต่อการตัดสินใจนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ เพราะแม้เทคโนโลยีจะมีศักยภาพสูงเพียงใด แต่หากองค์กรขาดงบประมาณ ขาดเป้าหมายที่ชัดเจน หรือไม่มีการสนับสนุนจากผู้บริหาร การนำเทคโนโลยีมาใช้ก็มักไม่เกิดผลอย่างยั่งยืน งานวิจัยด้าน IIoT ยังพบว่าปัจจัยเช่น Compatibility, Cost, Information Sharing และ Organizational Practices เป็นองค์ประกอบสำคัญของบริบทด้านองค์กรในการยอมรับ IIoT ของสถานประกอบการภาคการผลิต

ในมิติ ด้านบุคคล ซึ่งเป็นส่วนที่เพิ่มเติมจากกรอบ TOE เดิม งานวิจัยจำนวนมากเสนอว่าการอธิบายการยอมรับเทคโนโลยีในองค์กรให้ครบถ้วนจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยของบุคลากรร่วมด้วย เนื่องจากการนำเทคโนโลยีมาใช้จริงไม่ได้ขึ้นอยู่กับนโยบายหรือโครงสร้างองค์กรเท่านั้น แต่ยังขึ้นกับความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ ทักษะ การยอมรับการเปลี่ยนแปลง ความเชื่อมั่นในตนเอง และพฤติกรรมของผู้ใช้งานด้วย งานศึกษาที่ขยาย TOE เป็น TOEI ระบุว่า “บริบทด้านบุคคล” ถูกเพิ่มเข้ามาเพื่อให้กรอบแนวคิดสามารถอธิบายตัวผลักดันด้านมนุษย์ได้ดีขึ้น ขณะที่งานด้าน IIoT ในภาคการผลิตอธิบายว่าปัจจัยรายบุคคลที่สำคัญ ได้แก่ Knowledge, Skills, Ability, Adaptability, Acceptability, Behaviour, Self-Efficacy และ Trust ซึ่งล้วนส่งผลต่อความพร้อมในการเรียนรู้และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ในโรงงาน

ในมิติ ด้านสิ่งแวดล้อม กรอบแนวคิด TOIE มองถึงปัจจัยภายนอกองค์กรที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจนำเทคโนโลยีมาใช้ เช่น สภาพการแข่งขันทางธุรกิจ ความคาดหวังของลูกค้า แรงกดดันจากคู่ค้า นโยบายภาครัฐ กฎหมาย มาตรฐาน และการสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอก บริบทนี้มีความสำคัญมากในภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากโรงงานมักดำเนินงานภายใต้แรงกดดันด้านต้นทุน คุณภาพ มาตรฐานสากล และข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้ TOEI กับ IIoT ระบุว่าปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมมักครอบคลุม Business Environment, Government Policy, Legal and Ethical Issues, Regulatory Support, Sustainability และ Environmental Imposition ซึ่งล้วนมีผลต่อความเร่งด่วนและแรงจูงใจในการลงทุนด้านเทคโนโลยีขององค์กร

เมื่อพิจารณาในภาพรวม กรอบแนวคิด TOIE จึงเป็นกรอบที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาเรื่องการยอมรับเทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรม เพราะสามารถอธิบายได้ครอบคลุมทั้งปัจจัยภายในและภายนอกองค์กร รวมถึงปัจจัยระดับบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานจริง โดยเฉพาะในกรณีของเทคโนโลยีดิจิทัลหรือ IIoT ซึ่งต้องอาศัยทั้งความพร้อมของระบบ ความพร้อมขององค์กร ความพร้อมของบุคลากร และแรงผลักดันจากสภาพแวดล้อมภายนอก งานวิจัยด้าน IIoT สำหรับภาคการผลิตในประเทศกำลังพัฒนายังยืนยันว่าการจัดกลุ่มปัจจัยตามกรอบ TOIE ช่วยให้สามารถระบุ

และประเมินปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีได้อย่างเป็นระบบ และสามารถนำไปใช้เป็นฐานในการพัฒนาแบบจำลองการวิจัยหรือกำหนดตัวแปรในการศึกษาต่อไปได้อย่างเหมาะสม

สำหรับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยประยุกต์ใช้กรอบแนวคิด TOIE เพื่ออธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการพิจารณาใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัลหรือระบบ IIoT ในการจัดการพลังงานของภาคอุตสาหกรรม โดยมองว่าการตัดสินใจขององค์กรไม่ได้ขึ้นกับเพียงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับความพร้อมด้านทรัพยากรและการบริหาร ความรู้และทัศนคติของบุคลากร ตลอดจนแรงผลักดันจากกฎหมาย มาตรฐานการแข่งขัน และบริบทแวดล้อมทางธุรกิจ ดังนั้น กรอบแนวคิดดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมในการใช้เป็นฐานอธิบายและจัดหมวดหมู่ปัจจัยในการศึกษาครั้งนี้

บทบาทของ IIoT กับการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงาน

การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่ถูกต้อง ครบถ้วน และทันเวลา เพื่อนำไปสู่การควบคุมและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตามหลักการของระบบบริหารพลังงานสมัยใหม่ เทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) จึงถูกยอมรับว่าเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญที่ช่วยให้โรงงานสามารถเฝ้าติดตาม วิเคราะห์ และควบคุมการใช้พลังงานแบบเรียลไทม์ เพิ่มความโปร่งใสของข้อมูล และสนับสนุนการตัดสินใจเชิงวิศวกรรมอย่างแม่นยำ ผลที่ได้คือการยกระดับประสิทธิภาพพลังงานทั้งในระดับกระบวนการผลิตและระดับองค์กรอย่างเป็นระบบ

1. การบูรณาการ IIoT กับระบบ ISO 50001 (IIoT Integration with ISO 50001)

มาตรฐาน ISO 50001 เน้นการจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบตามวงจร PDCA เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน โดยอาศัย ข้อมูลพลังงานที่ถูกต้อง ทันเวลา และตรวจสอบได้ เป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดเส้นฐานพลังงาน (Energy Baseline: EnB) ตัวชี้วัดสมรรถนะพลังงาน (EnPIs) การเฝ้าติดตามผลการดำเนินงาน หรือการประเมินผลเพื่อปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม โรงงานจำนวนมากยังใช้การเก็บข้อมูลแบบแมนนวลซึ่งมีข้อจำกัดด้านความถูกต้อง ความต่อเนื่อง และต้นทุนแรงงาน ส่งผลให้ระบบบริหารพลังงานไม่สามารถสร้างคุณค่าที่แท้จริงได้

การบูรณาการเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) เข้ากับระบบ ISO 50001 จึงเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยยกระดับการจัดการพลังงาน โดยเปลี่ยนกระบวนการติดตาม-ควบคุม-ปรับปรุง ไปสู่รูปแบบ Real-time, Data-Driven, and Actionable Energy Management ซึ่งมีความแม่นยำและตอบสนองความผันผวนของกระบวนการผลิตได้อย่างทันท่วงที

1.1 IIoT ทำให้การเฝ้าติดตามพลังงานเป็นแบบ Real-time Monitoring เซนเซอร์ และมิเตอร์อัจฉริยะที่เชื่อมต่อผ่านเครือข่าย IIoT สามารถเก็บข้อมูลการใช้พลังงานในทุกอุปกรณ์ เช่น มอเตอร์ ปั๊ม เตาอบ คอมเพรสเซอร์ และระบบลมอัด ได้แบบวินาทีต่อวินาที ทำให้เกิดความ

สามารถดังนี้ (1) ระบุโหลดพลังงานที่ผันผวนหรือผิดปกติได้ทันที (2) ตรวจจับพฤติกรรมการใช้พลังงานผิดมาตรฐาน เช่น Peak Load หรือ Energy Drift และ (3) ติดตามพลังงานในแต่ละไลน์การผลิตหรือเครื่องจักรรายเครื่อง IIoT จึงช่วยลดข้อจำกัดของการอ่านมิเตอร์แบบช่วงเวลา (Interval Reading) ที่ไม่สะท้อนการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นตลอดเวลา งานของ International Energy Agency ระบุว่า การ Monitoring แบบ Real-time ช่วยลดความสูญเสียพลังงานได้ 5-15% ในอุตสาหกรรมที่มีการใช้เครื่องจักรหมุนต่อเนื่อง เช่น อาหาร อิเล็กทรอนิกส์ และยานยนต์

1.2 IIoT เสริมความแม่นยำของ EnB และ EnPIs ตามข้อกำหนด ISO 50001 การกำหนดเส้นฐานพลังงาน (EnB) และตัวชี้วัดสมรรถนะพลังงาน (EnPIs) จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ละเอียดและมีคุณภาพสูง หากข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย อาจทำให้การประเมินผลประสิทธิภาพพลังงานผิดพลาดอย่างมีนัยสำคัญ IIoT ช่วยเพิ่มความแม่นยำของ EnB และ EnPIs ผ่านกลไกต่อไปนี้ (1) เก็บข้อมูลต่อเนื่องโดยไม่มีช่องว่าง (2) บันทึกข้อมูลหลายมิติ เช่น พลังงาน อุณหภูมิ ความเร็วรอบ สภาพโหลด (3) เชื่อมโยงข้อมูลพลังงานกับตัวแปรกระบวนการผลิต เพื่อวิเคราะห์ EnPIs แบบ normalized (4)

ตัวอย่าง EnPIs ที่ IIoT ทำให้มีความเที่ยงตรงสูง ได้แก่ kWh/ton of Product, kWh/Machine-Hour และ Energy Intensity Per Shift การบูรณาการ IIoT ทำให้ ISO 50001 ไม่ใช่เพียงระบบเอกสาร แต่เป็น Dynamic Performance Management System ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลอย่างแท้จริง

1.3 IIoT สนับสนุนการตรวจวัดผลและรายงานสมรรถนะ (Measurement & Verification) ในขั้นตอน Check และ Act ของวงจร PDCA ระบบ IIoT ช่วยให้องค์กรสามารถตรวจวัดผลการประหยัดพลังงานได้อย่างโปร่งใสและตรวจสอบได้ เช่น ระบุผลประหยัดจากโครงการปรับปรุง (M&V) ได้แบบรายเครื่อง ติดตามผลลัพธ์ของมาตรการประหยัดพลังงานได้ทันที สร้างรายงานอัตโนมัติที่สอดคล้องกับมาตรฐาน IPMVP หรือข้อกำหนดของรัฐ ระบบรายงานแบบ Real-time Dashboard ช่วยให้ผู้บริหารสามารถติดตามตัวชี้วัดด้านพลังงานได้โดยไม่ต้องรอรายงานประจำเดือน ซึ่งสะท้อนแนวโน้มการทำงานของโรงงานอย่างลึกซึ้งและทันต่อสถานการณ์มากกว่า

1.4 การบูรณาการ IIoT ช่วยเสริมความสามารถของระบบควบคุมพลังงาน (Energy Control) การควบคุมพลังงานตาม ISO 50001 มักอาศัยกระบวนการและเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า แต่เมื่อใช้ IIoT ร่วมกับระบบควบคุมอัตโนมัติ ทำให้สามารถดำเนินการแบบ Closed-Loop Energy Control ได้ เช่น ปรับลดการทำงานของอุปกรณ์เมื่อโหลดต่ำ ปรับกำลังมอเตอร์ให้สอดคล้องกับสภาพการทำงานจริง แจ้งเตือนเมื่อเกิด Load Spike หรืออุปกรณ์ทำงานนอกช่วงประสิทธิภาพ ผลการศึกษาระบุว่าระบบควบคุมพลังงานแบบ IIoT สามารถลดการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมหนักได้ 10-25% โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่มีระบบลมอัด หม้อไอน้ำ และกระบวนการอบแห้งซึ่งมีต้นทุนพลังงานสูงมาก

1.5 IIoT ทำให้องค์กรปฏิบัติตามมาตรฐาน ISO 50001 ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ISO 50001:2018 กำหนดความต้องการที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลจำนวนมาก เช่น ข้อมูลพลังงานย้อนหลัง ข้อมูลสภาวะการทำงาน การติดตามการเปลี่ยนแปลง EnPIs และการทวนสอบผลลัพธ์ของโครงการ การมีระบบ IIoT ทำให้ตอบสนองข้อกำหนดเหล่านี้ได้ง่ายขึ้น ลดภาระงานเอกสาร และเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูลในระหว่างการตรวจรับรอง (Audit) นอกจากนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย IIoT ยังช่วยให้องค์กรสามารถ ปิดช่องโหว่ ที่ไม่สามารถระบุได้จากการตรวจแบบเดิม เช่น การสูญเสียพลังงานย่อยในอุปกรณ์รายตัว หรือการทำงานนอกช่วงประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นเฉพาะบางช่วงเวลา

2. การลดความสูญเสียพลังงานด้วยแนวคิดลีน (Lean Energy Management)

แนวคิดลีน (Lean Management) มีรากฐานจากการลดความสูญเสียเปล่า (Muda) เพื่อยกระดับประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต โดยเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและขจัดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้ลีนในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาได้ขยายขอบเขตจากทรัพยากรด้านแรงงาน วัตถุดิบ และเวลา ไปสู่การจัดการพลังงานภายใต้แนวคิด Lean Energy Management ซึ่งมองว่าพลังงานเป็นทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ที่ต้องบริหารอย่างเป็นระบบและลดความสูญเสียเปล่าเทียบเท่าทรัพยากรอื่นในสายการผลิต

ภายใต้บริบทดังกล่าว เทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มีบทบาทโดดเด่นในการตรวจจับ วิเคราะห์ และบ่งชี้รูปแบบความสูญเสียด้านพลังงานที่ซ่อนอยู่ในกระบวนการผลิต ทั้งในเครื่องจักรที่ทำงานต่อเนื่อง การเดินเครื่องเปล่าเกินจำเป็น หรือความแปรผันของโหลดไฟฟ้าที่ไม่สามารถตรวจพบด้วยระบบแบบเดิม ข้อมูลแบบเรียลไทม์จาก IIoT ทำให้การค้นหา Muda ด้านพลังงานมีความแม่นยำ โปร่งใส และเชื่อมโยงได้ถึงต้นเหตุของปัญหา ช่วยให้วิศวกรและผู้บริหารสามารถตัดสินใจบนฐานข้อมูลเชิงประจักษ์ (Evidence-Based Decision-making) และวางมาตรการลดพลังงานได้อย่างตรงจุดมากขึ้น

2.1 ความสูญเสียพลังงาน (Energy Muda) และบทบาทของ IIoT ในการตรวจจับการประยุกต์แนวคิดลีนกับพลังงาน ทำให้สามารถจัดประเภทความสูญเสียพลังงานได้หลายรูปแบบ เช่น

2.1.1 พลังงานสูญเสียจากเวลารอคอย (Idle Energy Loss) เช่น เครื่องจักรเปิดทิ้งไว้ระหว่างเปลี่ยนงาน (changeover) หรือขณะรอวัสดุ IIoT สามารถตรวจจับ load pattern ที่ลดลงแต่ยังมีการใช้พลังงานแบบไม่จำเป็นผ่านเซนเซอร์ไฟฟ้าและระบบติดตามแบบเรียลไทม์ ทำให้วิศวกรเห็น ช่วงเวลาที่ควรปิดเครื่อง อย่างชัดเจน

2.1.2 การใช้พลังงานไม่สอดคล้องกับภาระงาน (Energy-Production Mismatch) โดยทั่วไปเครื่องจักรจำนวนมากใช้พลังงานมากเกินความจำเป็นเนื่องจากการจูนไม่เหมาะสมหรือมี

การเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ IIoT ทำให้สามารถเก็บข้อมูลการใช้พลังงานพร้อมข้อมูลสภาพเครื่องจักร (Machine Condition) เพื่อระบุว่าพลังงานสูญเสียเกิดจากส่วนใด

2.1.3 ความสูญเสียจากกระบวนการที่ไม่มีมูลค่าเพิ่ม (Non-Value-Added Activities) เช่น การลำเลียงที่ไกลเกินความจำเป็น เครื่องอัดลมทำงานหนักเนื่องจากท่อรั่ว หรือการรันเครื่องจักรในปริมาณผลิตต่ำ IIoT ทำให้สามารถตรวจจับ สัญญาณผิดปกติ ได้อัตโนมัติผ่านการแจ้งเตือน (Alerts)

การมองเห็นความสูญเสียเหล่านี้แบบเรียลไทม์ถือเป็นจุดแตกต่างสำคัญระหว่างลีนแบบดั้งเดิมกับ Lean Energy Management ที่ได้รับการเสริมประสิทธิภาพด้วย IIoT

2.2 IIoT กับการวิเคราะห์ปัญหาเชิงรากสาเหตุ (Root Cause Analysis) ของพลังงานสูญเสีย การแก้ Muda ที่แท้จริงต้องเข้าใจรากสาเหตุของปัญหา ไม่ใช่เพียงแก้อาการที่ปรากฏบนพื้นผิว IIoT ทำให้การวิเคราะห์สาเหตุเชิงลึกมีความเป็นระบบมากขึ้น เช่น วิเคราะห์การสั่นสะเทือน (vibration) ของมอเตอร์ร่วมกับข้อมูลไฟฟ้า เพื่อตรวจจับประสิทธิภาพที่ลดลง วิเคราะห์อุณหภูมิหรือแรงดันของระบบอากาศอัดเพื่อหาจุดรั่ว และใช้ข้อมูลเชิงเวลาของกระบวนการผลิตเพื่อหาช่วงเวลาที่พลังงานถูกใช้โดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่า การประยุกต์ใช้ Root Cause Analysis ร่วมกับ IIoT ทำให้การจัดการความสูญเสียด้านพลังงานเกิดขึ้นอย่างถาวร ไม่ใช่ชั่วคราว

2.3 IIoT สนับสนุนการทำ Kaizen และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในด้านพลังงาน การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) เป็นหัวใจของลีน และ IIoT ช่วยให้ Kaizen ในด้านพลังงานมีข้อมูลประกอบที่ชัดเจนขึ้น เช่น การเก็บข้อมูลพลังงานก่อน-หลังการทดลองปรับปรุง (Before-After Data) การตรวจสอบผลลัพธ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อยืนยันว่าวิธีการที่นำมาใช้มีผลจริง และการสร้าง Dashboard ให้ทีมวิศวกรและหัวหน้างานติดตามผลร่วมกัน อธิบายว่า การใช้ข้อมูลที่สม่ำเสมอช่วยเพิ่มโอกาสความสำเร็จของโครงการด้านพลังงานในโรงงานมากกว่าโครงการที่ไม่มีข้อมูลสนับสนุน

3. การจัดการพลังงานอัจฉริยะ

การจัดการพลังงานอัจฉริยะ (Smart Energy Management) เป็นพัฒนาการสำคัญของระบบบริหารพลังงานสมัยใหม่ที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล โดยเฉพาะเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) ซึ่งทำให้ระบบพลังงานของโรงงานสามารถรับรู้สถานการณ์การใช้พลังงานอย่างละเอียด คาดการณ์ความต้องการล่วงหน้า และตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลงของโหลดแบบอัตโนมัติในระดับที่ระบบบริหารพลังงานแบบเดิมไม่สามารถทำได้ (International Energy Agency. 2017) การประยุกต์ใช้ IIoT จึงช่วยยกระดับระบบพลังงานของโรงงานจากการ เผ่าดูย้อนหลัง (Reactive) ไปสู่ระบบที่ คาดการณ์และควบคุมเชิงรุก (Predictive and Proactive Control)

3.1 ระบบควบคุมโหลดแบบอัจฉริยะ (Smart Load Control System) คือหัวใจสำคัญของการจัดการพลังงานสมัยใหม่ โดยอาศัยข้อมูลแบบเรียลไทม์จากเซนเซอร์ IIoT ที่เชื่อมต่อเครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้า และระบบสาธารณูปโภคทั้งหมด เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมโหลดและจัดสรรพลังงานอย่างเหมาะสมที่สุด หลักการของระบบนี้คือการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานสูง เช่น ปั๊มลม หม้อไอน้ำ ระบบทำความเย็น หรือมอเตอร์กำลังสูง โดยลดช่วงพีคโหลด (Peak Shaving) และการกระจายโหลดให้สมดุล (Load Leveling) ซึ่งช่วยลดทั้งต้นทุนค่าไฟฟ้าและความเสี่ยงต่อการล้มเหลวของระบบไฟฟ้า

เมื่อระบบตรวจพบว่าโหลดสูงเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ ระบบสามารถสั่งชะลอหรือหยุดการทำงานของอุปกรณ์ที่ไม่เร่งด่วนโดยอัตโนมัติ หรือโยกย้ายการทำงานไปยังช่วงเวลาที่ค่าไฟต่ำกว่า ทำให้เกิดการบริหารโหลดที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการผลิตจริงของโรงงานได้อย่างยืดหยุ่น

3.2 ระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติและการวิเคราะห์ความผิดปกติ (Automated Alerts & Anomaly Detection) IIoT ทำให้ระบบพลังงานสามารถตรวจจับความผิดปกติได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น เช่น อัตราการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นผิดปกติ การสั่นสะเทือนของมอเตอร์ การรั่วไหลของลมอัด หรืออุณหภูมิสูงเกินปกติของระบบทำความเย็น โดยใช้เทคนิค Machine Learning และการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ (Predictive Analytics) เพื่อระบุสิ่งผิดปกติและแจ้งเตือนทันทีแก่ผู้ปฏิบัติงานผ่านแอปพลิเคชันหรือแดชบอร์ด

ความสามารถนี้ช่วยลดการหยุดชะงักของการผลิต ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงจากเหตุขัดข้องร้ายแรง และยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร นอกจากนี้ยังช่วยลดการสูญเสียพลังงานที่มักเกิดขึ้นแบบ ไม่เป็นที่รับรู้ โดยองค์กร เช่น เครื่องจักรที่เดินเครื่องเป่าผ่านเกินจำเป็นหรือใช้พลังงานเกินมาตรฐานโดยไม่มีสัญญาณเตือนในระบบเดิม

3.3 การจัดการตารางพลังงานอัจฉริยะ (Intelligent Energy Scheduling) คือ กระบวนการปรับแผนการใช้พลังงานให้เหมาะสมกับภาระการผลิต ความต้องการของตลาด และโครงสร้างค่าไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลเชิงลึกจาก IIoT เพื่อคาดการณ์ความต้องการพลังงานของเครื่องจักรแต่ละตัวในแต่ละช่วงเวลา จากนั้นระบบจะกำหนด ลำดับความสำคัญ (Priority) ของการเดินเครื่องเพื่อลดค่าเชื้อเพลิง ลดค่าไฟฟ้าในช่วงพีค และลดการใช้พลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่ม (Value-Added Energy Use) งานวิจัยล่าสุด อธิบายให้เห็นว่าการจัดการตารางพลังงานแบบดิจิทัลสามารถลดต้นทุนพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมได้เฉลี่ย 10-25% เมื่อเทียบกับการบริหารพลังงานแบบเดิม เนื่องจากมีความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลการผลิต เวลาเดินเครื่อง และพฤติกรรมพลังงานเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังช่วยให้โรงงานปรับตารางผลิตให้สอดคล้องกับโครงสร้างค่าไฟแบบ TOU (Time-of-Use Tariff) ของการไฟฟ้า ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในบริบทของประเทศไทย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐภัทร อภิรัชภิทย; และสมบูรณ์ ชาวชายโขง (2565) ศึกษากระบวนการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) องค์กร อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า 2) พัฒนาระบบจัดการพลังงานไฟฟ้า 3) ทดสอบประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจต่อระบบจัดการพลังงานไฟฟ้า ประชากรคือบุคลากรวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม จำนวน 40 คน การพัฒนาระบบพบว่า ระบบสามารถบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องต่าง ๆ แสดงรายงานการใช้พลังงาน ณ ปัจจุบันและย้อนหลังรวมถึงสรุปค่าไฟฟ้า โดยผู้ใช้งานระบบสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยตัวเองหรือสั่งเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องทำงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk จากการประเมินประสิทธิภาพ และความพึงพอใจต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าพบว่า ประสิทธิภาพของระบบจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test) สำหรับความพึงพอใจต่อระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)

วีรวัตร คำภู; และคณะ (2567) ศึกษาการพัฒนานวัตกรรมเครื่องอบด้วยการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องอบด้วยการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 2) เพื่อส่งเสริมการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารหมักและเพิ่มรายได้ให้กับชุมชน โดยผ่านกระบวนการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานและความเหมาะสมของนวัตกรรมจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของนวัตกรรมโดยใช้เวลาในการทดสอบทั้งสิ้นเป็นเวลา 3 วัน ระหว่างวันที่ 25-27 มกราคม 2566 ทดสอบเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์จากหมักในตู้อบกับ การตากในรูปแบบเดิม มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิโดยรวม 47 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์โดยรวม 20 เปอร์เซ็นต์ การตากผลิตภัณฑ์ในรูปแบบเดิม มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิโดยรวม 27 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์โดยรวม 52 เปอร์เซ็นต์ การประเมินประสิทธิภาพความเหมาะสมของนวัตกรรม พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.73$ S.D. = 0.23) การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานของนวัตกรรมกับชุมชน พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$ S.D. = 0.57) เครื่องสามารถลดระยะเวลาในการตากแดด เนื่องจากสามารถลดความชื้นได้มากกว่า มีอัตราอบแห้งสูงกว่า จึงส่งผลให้สามารถนำมาจำหน่ายได้เร็วกว่า ถือได้ว่าเป็นการลดระยะเวลาในการผลิต

คานฟา (Khanfor. 2024) ศึกษาเรื่อง Determinants to Adopt Industrial Internet of Things in Small and Medium Enterprises โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้ในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) รวมทั้งสำรวจอุปสรรคที่ขัดขวางการนำเทคโนโลยีดังกล่าวไปใช้จริง กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานในโรงงาน SMEs ซึ่งรวมถึงผู้บริหารระดับสูง เจ้าของกิจการ วิศวกร และผู้เชี่ยวชาญด้านระบบโรงงาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interviews) และวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์เชิงธีม (Thematic Analysis) ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับ IIoT สามารถจัดเป็นสองกลุ่มใหญ่ ได้แก่ ปัจจัยเชิงมนุษย์ (Horváthhuman-Related Factors) และปัจจัยเชิงเครื่องจักร/เทคนิค (Machine-Related Factors) โดยปัจจัยเชิงมนุษย์ที่สำคัญที่สุดคือบทบาทของผู้บริหารระดับสูงและเจ้าของกิจการในการตัดสินใจลงทุน และความจำเป็นในการมีบุคลากรที่มีทักษะเพียงพอสำหรับพัฒนาและดูแลระบบ IIoT ส่วนปัจจัยเชิงเครื่องจักรเกี่ยวข้องกับความท้าทายด้านความเข้ากันได้ของอุปกรณ์ (Device Compatibility) การบริหารจัดการอุปกรณ์ (Device Management) และปัญหาการจัดเก็บข้อมูล (Data Storage) ข้อเสนอแนะจากการศึกษาระบุว่า SMEs ควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะบุคลากร การวางแผนด้านโครงสร้างพื้นฐานข้อมูล และการคัดเลือกอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานเพื่อเพิ่มความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ IIoT อย่างเป็นรูปธรรม

ซาจิส ชาร์ฮา; และคณะ (Sajid Shah; et al. 2024) ศึกษาเรื่อง Factors Influencing the Adoption of Industrial Internet of Things for the Manufacturing and Production SMEs in Developing Countries โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับและการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้ในภาคการผลิตของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ในประเทศกำลังพัฒนา รวมถึงเสนอแบบจำลองการยอมรับ IIoT สำหรับผู้ประกอบการและผู้กำหนดนโยบาย กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้อาศัยข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ ซึ่งครอบคลุมงานวิจัย บทความเชิงเทคนิค และรายงานสำรวจที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ IIoT ในภาคการผลิตของ SMEs จำนวน 47 ปัจจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือการวิเคราะห์เอกสารเชิงคุณภาพ (Qualitative Document Analysis) และการจัดหมวดหมู่ปัจจัยตามกรอบแนวคิด TOE-I (Technology-Organization-Environment-Individual Framework) ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับ IIoT มีจำนวนมากและมีความซับซ้อน โดยสามารถจัดออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ (1) ปัจจัยด้านเทคโนโลยี เช่น ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน ความเข้ากันได้ของระบบ ความปลอดภัยไซเบอร์ (2) ปัจจัยด้านองค์กร เช่น การสนับสนุนของผู้บริหาร ทรัพยากรด้านบุคลากร และความสามารถในการจัดการการเปลี่ยนแปลง (3) ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น แรงกดดันคู่แข่ง นโยบายรัฐ และผู้ให้บริการเทคโนโลยี และ (4) ปัจจัยด้านบุคคล เช่น ทักษะดิจิทัล ความเชื่อมั่นต่อเทคโนโลยี และความเต็มใจในการใช้งาน ทั้งนี้ แบบจำลองการยอมรับ IIoT ที่เสนอช่วยให้ SMEs มีแนวทางในการเตรียม

ความพร้อม เพิ่มประสิทธิภาพ และลดอุปสรรคในการนำ IIoT มาใช้ ข้อเสนอแนะจากการศึกษาระบุว่าประเทศกำลังพัฒนาควรกำหนดนโยบายสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล การฝึกอบรมบุคลากร และการลดความเหลื่อมล้ำด้านเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคการผลิตผ่านการประยุกต์ใช้ IIoT อย่างยั่งยืน

เดชรัตน์ สัมฤทธิ์ (Detcharat Sumrit. 2024) ศึกษาเรื่องความพร้อมขององค์กรในการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) ไปใช้ในภาคการผลิต โดยใช้กรอบแนวคิดเชิงบูรณาการที่ผสมผสาน TOE Framework, HOT-Fit Model และ Triple Helix Model เพื่อระบุอุปสรรคและกำหนดกลยุทธ์เสริมความพร้อมขององค์กร มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินระดับความพร้อมขององค์กรในการนำ IIoT ไปใช้ วิเคราะห์อุปสรรคสำคัญที่ขัดขวางการใช้ IIoT และจัดลำดับความสำคัญของกลยุทธ์ที่เหมาะสมในการสนับสนุนการปรับตัวของภาคการผลิต กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญและผู้บริหารในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร (Agro-Food Processing Industry) ของประเทศไทย ซึ่งผ่านการคัดเลือกโดยใช้วิธี Delphi Technique หลายรอบจนได้ฉันทามติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นเทคนิคตัดสินใจหลายเกณฑ์แบบผสมผสาน (Hybrid MCDM) ได้แก่ Pythagorean Fuzzy Approach, SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) เพื่อจัดน้ำหนักอุปสรรค และ COBRA (Comprehensive Distance-based Ranking) เพื่อจัดลำดับกลยุทธ์ พร้อมการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เพื่อทดสอบความเสถียรของผลลัพธ์ ผลการศึกษา พบว่าอุปสรรคหลักต่อการนำ IIoT มาใช้ประกอบด้วย 7 ประเด็นสำคัญ โดย การขาดวัฒนธรรมดิจิทัล การขาดความรู้และทักษะด้านเทคโนโลยี และ ความกังวลต่อการแทนที่แรงงานโดยอัตโนมัติ เป็นอุปสรรคที่สำคัญที่สุด นอกจากนี้ การจัดลำดับกลยุทธ์พบว่า บทบาทของสถาบันการศึกษาในการพัฒนาทุนมนุษย์เป็นปัจจัยสำคัญที่สุด รองลงมาคือบทบาทของรัฐบาลในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ICT และการให้แรงจูงใจด้านการลงทุน

อาเมโทกลู (Ahmetoglu; et al. 2023) ศึกษาเรื่อง Internet of Things Adoption in the Manufacturing Sector: A Conceptual Model from a Multi-Theoretical Perspective โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยสาเหตุที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ในภาคอุตสาหกรรมการผลิต และพัฒนาแบบจำลองเชิงแนวคิดที่สามารถอธิบายความตั้งใจนำ IoT มาใช้ในองค์กร กลุ่มตัวอย่างเป็นข้อมูลทุติยภูมิจากงานวิจัยด้าน IoT จำนวนมากที่ผ่านการคัดเลือกด้วยวิธีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือการสังเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและการบูรณาการกรอบทฤษฎี ได้แก่ Value-Based Adoption Model (VBAM), Diffusion of Innovation Theory (DOI) และ Technology-Organization-Environment Framework (TOE) ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ IoT สามารถจัดเป็น 3 หมวดสำคัญ ได้แก่ การรับรู้คุณค่า (Perceived Value) การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Benefits) และการรับรู้อุปสรรค (Perceived Challenges) ซึ่งเชื่อมโยงกับตัวแปรย่อยทั้งหมด 11 ตัว และมีความสามารถในการอธิบายเจตจำนงการยอมรับเทคโนโลยีได้อย่างครอบคลุม ข้อเสนอแนะจากการศึกษาระบุว่า

ผู้บริหารควรเพิ่มคุณค่าที่จับต้องได้จากการใช้ IoT และลดอุปสรรคด้านเทคนิคและต้นทุน รวมถึงสนับสนุนให้นักวิจัยในอนาคตทำการทดสอบโมเดลกับข้อมูลภาคสนาม เพื่อยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองเชิงแนวคิดนี้

บรีเยช สิวัทธานู (Brijesh Sivathanu. 2019) ศึกษาเรื่องการนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) ไปใช้ในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศอินเดีย โดยใช้กรอบแนวคิด Technology-Organization-Environment (TOE) ในการอธิบายปัจจัยกำหนดการยอมรับเทคโนโลยี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยด้านเทคโนโลยี องค์กร และสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการตัดสินใจนำ IIoT มาใช้ใน Auto-Component Manufacturing SMEs รวมถึงเพื่อทดสอบแบบจำลองความสัมพันธ์ของตัวแปรผ่านวิธีการทางสถิติขั้นสูง กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้บริหาร เจ้าของกิจการ และเจ้าหน้าที่ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จำนวน 320 คน ซึ่งมาจากวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมทั่วประเทศอินเดีย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง (Structured Questionnaire) และใช้เทคนิควิเคราะห์สมการโครงสร้างเชิงเส้นด้วยวิธี PLS-SEM (Partial Least Squares Structural Equation Modeling) เพื่อประเมินความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปร ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการนำ IIoT ไปใช้ ได้แก่ ความเชี่ยวชาญด้าน IIoT (IIoT Expertise) โครงสร้างพื้นฐานรองรับ IIoT (IIoT Infrastructure) ประโยชน์เปรียบเทียบ (Relative Advantage) ความสอดคล้องกับกระบวนการผลิต (Compatibility) ต้นทุน (Cost) ความปลอดภัยของข้อมูล (Security) ความพร้อมขององค์กร (Organizational Readiness) การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง (Top Management Support) ความกดดันจากการแข่งขัน (Competitive Pressure) และการสนับสนุนจากผู้ให้บริการเทคโนโลยี (Vendor Support) ทั้งนี้ ขนาดองค์กรไม่พบว่ามีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการยอมรับ IIoT

สุรัตน์ สุขมัน; และคณะ (2568) งานวิจัยนี้ศึกษาว่า เกษตรกร ต.ละแม อ.เมือง จ.สุรินทร์ ยอมรับเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เพื่อการเกษตรมากน้อยแค่ไหน และปัจจัยใดส่งผลต่อการยอมรับ โดยผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรที่เข้ารับการอบรม การพัฒนาระบบสมาร์ทฟาร์มเพื่อยกระดับการทำเกษตรสู่ชุมชนเกษตรดิจิทัล จำนวน 30 คน แล้วเก็บข้อมูลด้วย แบบสอบถาม (ปลายปิด) 2 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลทั่วไป และ (2) การยอมรับเทคโนโลยี IoT จำนวน 10 ข้อ แบบมาตราส่วน 5 ระดับ (มากที่สุด=5 ถึง น้อยที่สุด=1) ตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือด้วย Cronbach's Alpha = 0.88 จากนั้นเก็บข้อมูลหลังอบรมโดยให้ตอบผ่าน Google Form บนสมาร์ตโฟน และมีนักศึกษา/เจ้าหน้าที่ช่วยอ่านคำถามให้ผู้ที่ไม่อ่านหน้าจอสอดคล้อง วิเคราะห์ข้อมูลด้วย สถิติเชิงพรรณนา (ความถี่/ร้อยละ สำหรับประชากรศาสตร์ และค่าเฉลี่ย/ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับระดับการยอมรับ) ผลพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็น เพศหญิง (66.67%) อายุ 55-64 ปี (60%) การศึกษาประถม (53.33%) รายได้ไม่เกิน 10,000 บาท/เดือน (53.33%) และทำเกษตรนาข้าวเป็นหลัก (63.33%) ด้านผลการยอมรับเทคโนโลยี เกษตรกร ยอมรับสูงมาก ในมิติที่ตอบโจทย์การทำงานจริง ได้แก่ ตรงต่อความต้องการ (เฉลี่ย 4.83), ประหยัดเวลา (4.77), ประหยัดแรงงาน

(4.77), ประหยัดทรัพยากรน้ำ (4.60) และยอมรับ มาก ในด้าน สะดวกต่อการใช้งาน (3.97) และใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (4.03) แต่ยอมรับ น้อย/น้อยที่สุด ในประเด็นที่เกี่ยวกับทักษะและต้นทุน เช่น ใช้ง่ายโดยไม่ต้องมีความรู้เทคโนโลยีมาก (2.13), ใช้งานได้โดยไม่ต้องมีผู้ช่วย (1.97), เรียนรู้จากคู่มือได้ (1.73), และราคาเหมาะสมสำหรับเกษตรกร (1.50) เมื่อรวมทุกด้านภาพรวมอยู่ในระดับ ดี/มาก (เฉลี่ย 3.43) โดยอภิปรายว่าการยอมรับต่ำในบางข้อสัมพันธ์กับบริบทเกษตรกรที่ส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ ใช่วิถีดั้งเดิม ต้องใช้เวลาเรียนรู้ และมองว่าการลงทุน IoT ยังมีต้นทุนสูง จึงเสนอว่า หน่วยงานรัฐ/เอกชนควรออกแบบโครงการส่งเสริมให้เหมาะสมกับเป้าหมายเน้นอุปกรณ์/ระบบที่ใช้งานง่าย ราคาจับต้องได้ พร้อมการสนับสนุนการเรียนรู้ และควรส่งเสริมคนรุ่นใหม่ให้สนใจอาชีพเกษตรเพื่อทดแทนแรงงานในอนาคต

สุรเชษฐ์ สังขพันธ์ (2562) บทความนี้นำเสนอ แนวคิดและกรอบการบูรณาการเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เข้ากับระบบบริหารทรัพยากรองค์กร (ERP) เพื่อใช้บริหารสถานศึกษา/สถาบันอุดมศึกษา โดย ทำการศึกษาแบบทบทวนเอกสาร (Document & Literature Review) จากงานวิจัย/บทความที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นภาพรวมของ (1) ความหมาย-พัฒนาการของ ERP (จาก MRP → MRP II → ERP) และรูปแบบการติดตั้งทั้ง on-Premise/Hosted รวมถึงแนวคิด Cloud ERP (2) องค์ประกอบและโมดูล ERP ที่เหมาะกับบริบทสถานศึกษา เช่น HR, การเงิน, จัดซื้อจัดจ้าง, คลัง/พัสดุ, ลงทะเบียนนักศึกษา, ห้องสมุด (3) ปัจจัยความสำเร็จและการยอมรับการใช้งาน โดยอ้างแนวคิด TAM (Technology Acceptance Model) และ Critical Success Factors ที่เน้นเรื่อง การฝึกอบรม/การให้ความรู้ที่มีประสิทธิภาพ, การสนับสนุนจากผู้บริหาร, การบริหารการเปลี่ยนแปลง, โครงสร้างพื้นฐาน และวัฒนธรรมองค์กร/นโยบายรัฐ (4) เทคโนโลยี/เครื่องมือที่ใช้เป็นตัวอย่างในการบูรณาการ IoT-ERP ได้แก่ เซ็นเซอร์/อุปกรณ์ตรวจจับ, กล้อง IP, RFID, Gateway, อินเทอร์เน็ต/เครือข่าย, Cloud Servers, Big Data และแนวทางเชื่อมต่อกับ ERP ผ่านอินเทอร์เน็ต (ยกตัวอย่าง RFID ร่วมกับแนวคิดการทำงานอัตโนมัติในกระบวนการและการแลกเปลี่ยนข้อมูลให้ไหลเข้า ERP อย่างราบรื่น) ผลลัพธ์ของบทความจึงไม่ใช่ ผลทดลองภาคสนาม แต่เป็น ข้อเสนอเชิงแนวคิด ว่าการนำ IoT มาเป็น แหล่งข้อมูล (Input) แบบเรียลไทม์/ปริมาณมาก แล้วส่งขึ้นคลาวด์เพื่อจัดเก็บ-ประมวลผล ก่อนป้อนเข้าโมดูล ERP จะช่วยให้การบริหารสถานศึกษาเชื่อมโยงข้อมูลข้ามหน่วยงาน ลดงานซ้ำซ้อน เพิ่มความเร็วและประสิทธิภาพการทำงาน โดยบทความยังชี้ ประโยชน์หลัก ของ ERP ในมูมสถานศึกษา เช่น ลดค่าใช้จ่าย/ลดความซ้ำซ้อน/ลดความไม่สอดคล้องของงาน/ทำให้การบริหารเป็นบูรณาการ/ยกระดับกระบวนการให้เป็นมาตรฐาน และเสนอว่าควรมีการศึกษาต่อเรื่องปัจจัยที่ทำให้เกิดการยอมรับและการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในบริบทสถานศึกษาต่อไป

สุภาวดี ขุนทองจันทร์ (2568) บทความนี้ศึกษาว่า ปัจจัยอะไรที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับและการนำ Internet of Things (IoT) ไปใช้ของเกษตรกรไทย โดยเก็บข้อมูลจากเกษตรกร 120 คน ที่สมัครใจเข้าร่วมเวิร์กช็อปการใช้ IoT ซึ่งจัดโดย สถาบันพัฒนาองค์กรชุมชน (CODI) ครอบคลุม

10 ตำบล ใน 3 จังหวัด (พระนครศรีอยุธยา, นครราชสีมา, ชุมพร) ช่วง พ.ค.-ก.ย. 2023 งานวิจัยใช้แนวทาง ผสมผสาน (Mixed Methods) คือเชิงปริมาณใช้ แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง (มีข้อมูลพื้นฐาน ความเสี่ยง/การทำเกษตร และการวัดปัจจัย/การยอมรับ IoT ด้วย Likert 5 ระดับ) และเชิงคุณภาพใช้ การสัมภาษณ์เดี่ยว/กลุ่มเชิงลึก กับผู้ให้ข้อมูลหลักบางส่วนเพื่ออธิบาย ทิศนคติ เหตุผลการยอมรับ-ปฏิเสธ และคุณลักษณะเทคโนโลยีที่ต้องการ จากนั้นวิเคราะห์ด้วย สถิติเชิงพรรณนา (ร้อยละ ค่าเฉลี่ย) และ การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) เพื่อตรวจว่า ตัวแปรใดทำนายการยอมรับ IoT ได้ ผลพบว่า เกษตรกรเผชิญแรงกดดันหลักจาก สภาพอากาศ สุดขั้ว ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น และคุณภาพผลผลิตลดลง จึงเริ่ม ปรับกรอบคิด เพื่อหาแนวทางอยู่รอด โดยรูปแบบที่เด่นคือการใช้ IoT ต้นทุนต่ำที่ปรับให้เหมาะกับบริบทพื้นที่ (เช่น ระบบให้น้ำอัตโนมัติ/ควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน การจัดการน้ำ-ปุ๋ย-ดิน บางกรณีประกอบเองจากอะไหล่ที่หาซื้อได้ง่าย ทำให้ต้นทุนต่ำกว่าของสำเร็จรูป) และเกิดกลุ่มเกษตรกร 2 แบบคือ ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้พัฒนากับผู้ใช้ระบบ ในเชิงสถิติ ปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อการยอมรับ IoT ($p < 0.05$) คือ (1) IoT ช่วยยกระดับมาตรฐานผลผลิตพืช (ส่งผลบวกต่อการยอมรับ) (2) ความเสี่ยงด้านต้นทุน/ค่าใช้จ่ายการผลิต (ยิ่งกังวลต้นทุนยิ่งทำให้ยอมรับลดลง) และ (3) นโยบายภาครัฐที่สนับสนุน (ส่งผลบวก) ขณะที่เพศ อายุ และการศึกษาไม่เด่นเท่าปัจจัยด้าน มาตรฐาน-ต้นทุน-นโยบาย (โมเดลมีนัยสำคัญโดยรวม และอธิบายความแปรปรวนการยอมรับได้บางส่วน) สรุปเชิงข้อเสนอแนะคือควรขยายการขับเคลื่อนผ่าน เกษตรกรต้นแบบ/เครือข่ายเรียนรู้ ควบคุมการออกแบบนโยบายที่ยืดหยุ่นตามพื้นที่ และสนับสนุนเทคโนโลยีที่ เข้าถึงได้ ราคาจับต้องได้ ใช้งานง่าย และสอดคล้องบริบทจริงของเกษตรกรรายย่อย เพื่อให้การใช้ IoT เกิดผลด้านลดต้นทุน ลดความเสี่ยง และเพิ่มคุณภาพผลผลิตอย่างยั่งยืน

ชัชชาติภักข เดชจิรมณี; และคณะ (2565) งานวิจัยนี้ทำขึ้นเพื่อ ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) สำหรับบ้านพักอาศัย/บ้านอัจฉริยะ ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล โดยพัฒนากรอบแนวคิดจากการผสมผสาน TAM (Technology Acceptance Model) และ VAM (Value-based Adoption Model) แล้วตั้งสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสำคัญ เช่น การรับรู้ความปลอดภัย/เทคนิค/ต้นทุน/การควบคุม/ความง่ายในการใช้งาน/ประโยชน์/ความเข้ากันได้/ความเพลิดเพลิน/การเชื่อมต่อ → การรับรู้คุณค่า → ความตั้งใจใช้ → พฤติกรรมการใช้จริง จากนั้นเก็บข้อมูลเชิงสำรวจด้วย แบบสอบถามออนไลน์ (Google Form) กับกลุ่มตัวอย่าง 636 คน ที่ ใช้งาน IoT ในบ้าน โดยสุ่มแบบ Stratified Random Sampling แบ่งชั้นตาม อายุ (<25, 25-39, ≥40) และ รายได้ (<30,000 และ ≥30,001 บาท) ช่วงเวลาประมาณ ก.ค. 2563 - มี.ค. 2564 เครื่องมือแบบสอบถามผ่านการตรวจสอบเอกสาร/ทฤษฎีและผู้เชี่ยวชาญ ปรับแก้ และทดสอบความเชื่อมั่นกับกลุ่มนำร่องก่อน (รายงาน Cronbach's alpha และตัวชี้วัดความเที่ยงตรงอยู่ในเกณฑ์ดี) แล้วนำข้อมูลจาก Google Form ออกเป็นไฟล์ Microsoft Excel และใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ด้วย สถิติเชิงพรรณนา (ความถี่/ร้อยละ/ค่าเฉลี่ย/SD), T-test/F-test

เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์โมเดลด้วย CFA และ SEM (Maximum Likelihood Estimation) ผลพบว่าโปรไฟล์ผู้ตอบส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุ 25-39 ปี โสด ปริญญาตรี ทำงานภาครัฐ/รัฐวิสาหกิจ รายได้ <30,000 บาท และมีพฤติกรรมใช้ IoT ในชีวิตประจำวัน (มักใช้มา 6 เดือน-1 ปี มีอุปกรณ์ประมาณ 1 ชิ้น ใช้ >5 ครั้ง/สัปดาห์ และงบประมาณ >4,000 บาท) ด้าน ผลเชิงโมเดล สรุปว่าเส้นทางที่สนับสนุนการยอมรับโดยรวมเน้นว่า การรับรู้คุณค่า → ความตั้งใจใช้ → พฤติกรรมใช้จริง และการรับรู้ด้าน ความง่ายในการใช้งาน/ประโยชน์/ความเข้ากันได้/ความเพลิดเพลิน/การเชื่อมต่อ มีบทบาทเชื่อมโยงกันในการผลักดันคุณค่าและประโยชน์ของ IoT (ขณะที่บางปัจจัยอย่าง ความปลอดภัย ต้นทุน หรือการควบคุม ไม่ได้สนับสนุนความสัมพันธ์ตามสมมติฐานบางข้อ) โดยตัวชี้วัดความสอดคล้องของโมเดลอยู่ในเกณฑ์ดี (เช่น RMSEA ประมาณ 0.036, CFI ประมาณ 0.975, TLI ประมาณ 0.973) และข้อสรุปเชิงประยุกต์คือ ผลวิจัยใช้เป็นแนวทางให้ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกสินค้า/บริการ IoT สำหรับบ้าน และให้ผู้ประกอบการออกแบบจุดแข็งทางการตลาด/ผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับปัจจัยที่กระตุ้นการยอมรับเพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน



TNI

บทที่ 3

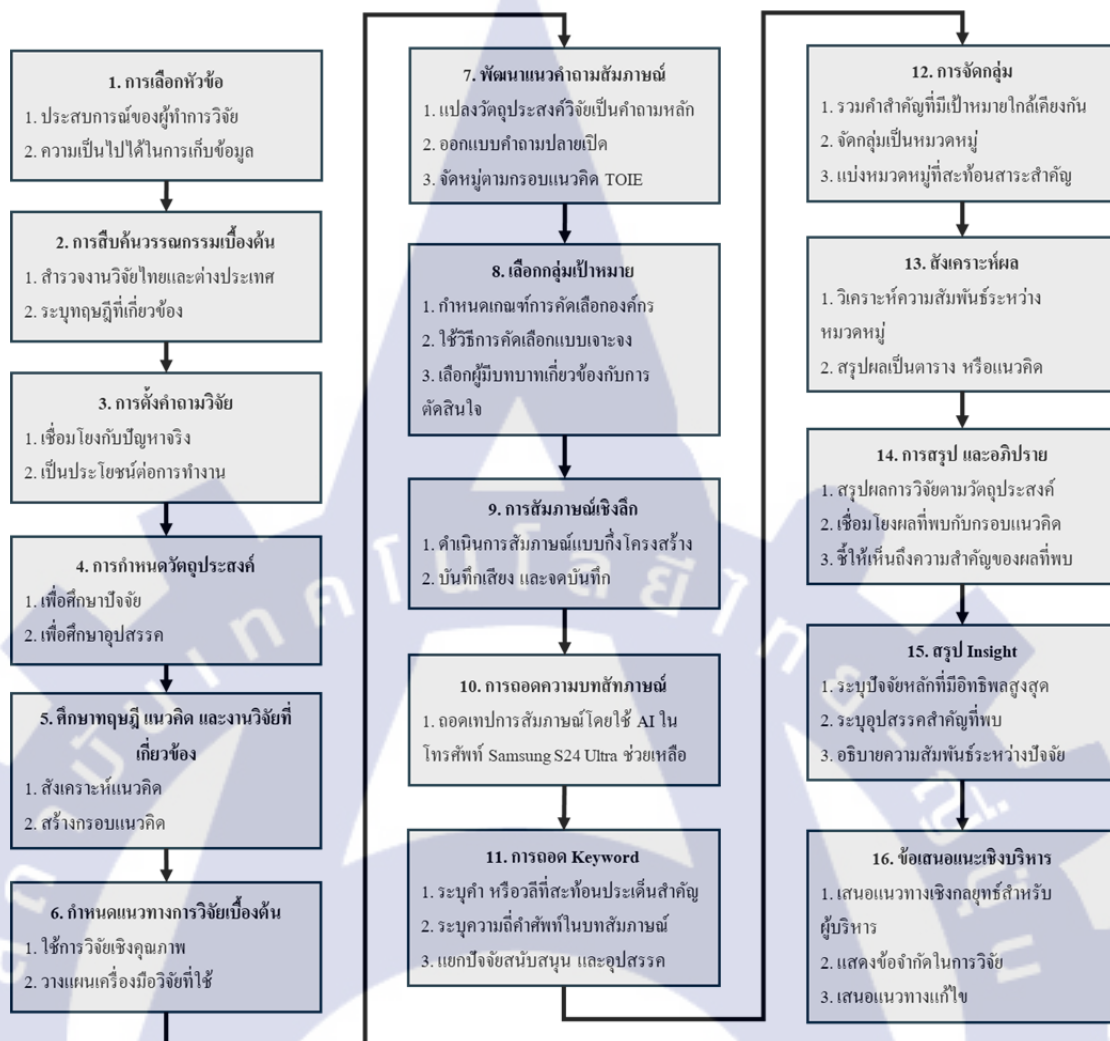
ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จ ตลอดจนอุปสรรคที่มีผลต่อการตัดสินใจติดตั้งและใช้งานเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) ในภาคอุตสาหกรรมไทย โดยผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางการวิจัยเชิงคุณภาพ เนื่องจากประเด็นที่ศึกษามีความเกี่ยวข้องกับการรับรู้ ความเข้าใจ การตัดสินใจ ประสบการณ์ บทบาทหน้าที่ และบริบทขององค์กรของผู้ให้ข้อมูล ซึ่งล้วนเป็นข้อมูลเชิงความหมายที่ควรได้รับการศึกษาและอธิบายจากมุมมองของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรง มากกว่าการวัดผลด้วยค่าตัวเลขเพียงอย่างเดียว แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการของการวิจัยเชิงคุณภาพที่มุ่งเน้นการเก็บข้อมูลแบบปลายเปิด การตีความเชิงบริบท และการคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลแบบเจาะจง เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกที่ถูกต้อง ครบคลุม และสะท้อนสภาพการณ์จริงขององค์กรได้อย่างรอบด้าน

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ผสมผสานการวิจัยเชิงเอกสารร่วมกับการวิจัยภาคสนามในองค์กร โดยใช้ข้อมูลจากเอกสารเพื่อสร้างกรอบความเข้าใจเบื้องต้น ระบุประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้อง และใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาแนวคำถามสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง จากนั้นจึงกำหนดเกณฑ์และขั้นตอนการคัดเลือกองค์กรกรณีศึกษาและผู้ให้ข้อมูลหลักด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ได้ข้อมูลจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับการตัดสินใจติดตั้งและใช้งานเทคโนโลยี IIoT ในองค์กร

ภายหลังจากนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลหลักจากองค์กรกรณีศึกษาจำนวน 12 องค์กร และนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้การจัดกลุ่มข้อมูล การจำแนกประเด็นสำคัญ และการวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการตีความ ก่อนสังเคราะห์ผลด้วยการเปรียบเทียบข้ามกรณีศึกษาและการตรวจสอบความสอดคล้องภายในชุดข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อค้นพบที่มีความน่าเชื่อถือและสามารถตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้อย่างชัดเจน

ในบทนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบการวิจัย การคัดเลือกกรณีศึกษาและผู้ให้ข้อมูลหลัก การพัฒนาเครื่องมือวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสังเคราะห์ผลการวิจัย ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้อ่านเห็นภาพรวมของกระบวนการดำเนินงานวิจัยอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยจึงนำเสนอแผนภาพการไหลของกระบวนการดำเนินงานวิจัยไว้ในตอนท้ายของบทนี้ เพื่อแสดงความเชื่อมโยงของแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย (Research Workflow Summary)

รูปแบบการวิจัย (Research Design)

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ร่วมกับการวิจัยเชิงเอกสาร และการวิจัยเชิงองค์กร โดยมีเหตุผลสำคัญคือ (1) การศึกษาปัจจัยและอุปสรรคของ IIoT ต้องอาศัยการทำความเข้าใจ บริบทองค์กร เหตุผลการตัดสินใจลงทุน ข้อจำกัดเชิงปฏิบัติ และ ประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (2) การใช้เอกสารช่วยให้เห็นภาพรวม แนวโน้ม และกรอบแนวคิดจากงานวิชาการต่างๆ ก่อนลงภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูล และ (3) องค์กรช่วยให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ภายใต้เงื่อนไขจริงขององค์กร โดยคำนึงถึงสถานะ และปัจจัยแวดล้อมขององค์กร และข้อจำกัดเฉพาะกรณีของแต่ละองค์กรให้ครอบคลุมยิ่งขึ้น ซึ่งทั้งหมด 3 ข้อนั้นไม่สามารถวัดผลเป็นตัวเลขเพียงอย่างเดียวได้ งานวิจัยนี้ต้องใช้วิธีการดำเนินการ 2 รูปแบบผสมผสานกัน คือ

1. การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research)

การวิจัยเชิงคุณภาพในงานวิจัยนี้ใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เพื่อเก็บข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลักในองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจและการดำเนินโครงการ IIoT โดยการเลือกผู้ให้ข้อมูลนั้นใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งเป็นแนวทางที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหมู่งานวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อคัดเลือกบุคคลากร ที่มีความรู้หรือประสบการณ์โดยตรงและสามารถให้ข้อมูลเชิงลึกที่ต้องการได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้เปรียบเทียบ ปัจจัย และอุปสรรค ได้ชัดเจน งานวิจัยนี้กำหนดสถานะการประยุกต์ใช้ IIoT ขององค์กรให้มีความแตกต่างกัน 2 กลุ่มบริษัทที่ครอบคลุมสถานะที่แตกต่างกัน ดังนี้ (1) กลุ่มที่ประสบความสำเร็จในการติดตั้งและใช้งาน (Successful Implementation) และ (2) กลุ่มที่พิจารณาแล้วแต่ตัดสินใจไม่ลงทุน หรือยุติโครงการ/ล้มเลิกโครงการ (Considered but Rejected/Failed Project)

การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

การการเก็บข้อมูลของงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เพียงแหล่งเดียว โดยดำเนินการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) ซึ่งเหมาะสำหรับการวิจัยเชิงคุณภาพที่ต้องการข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับอุปสรรคและปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการติดตั้งและการใช้งาน Industrial Internet of Things (IIoT) ภายในโรงงานอุตสาหกรรม รูปแบบดังกล่าวช่วยให้ผู้วิจัยกำหนดประเด็นคำถามหลักให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยและคงโครงสร้างเพียงพอสำหรับการเปรียบเทียบข้อมูลแบบข้ามกรณี ขณะเดียวกันยังเปิดโอกาสให้ผู้ให้ข้อมูลอธิบายรายละเอียดเชิงบริบท เหตุผลในการตัดสินใจ ประสบการณ์จริง และข้อจำกัดขององค์กรได้อย่างครบถ้วน โดยกระบวนการเก็บข้อมูลเริ่มจากการกำหนดกรอบแนวคำถาม จากนั้นติดต่อประสานงานเพื่อขออนุญาตสัมภาษณ์และนัดหมายวันเวลา ก่อนดำเนินการสัมภาษณ์ตามแนวคำถามที่เตรียมไว้ และใช้การซักถามเชิงลึก (probing) เพื่อให้เห็นเหตุผล กลไกการตัดสินใจ และสภาพข้อจำกัดจริงขององค์กรที่สัมพันธ์กับการติดตั้งและการใช้งาน IIoT อย่างชัดเจนและเป็นระบบ

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมายและการคัดเลือกองค์กรและผู้ให้ข้อมูลหลัก

โดยผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกองค์กรและผู้ให้ข้อมูลหลักด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเริ่มต้นจากการจัดทำ รายชื่อองค์กรเป้าหมาย ซึ่งได้มาจากเครือข่ายการทำงาน การติดต่อทางธุรกิจ การสำรวจข้อมูลเบื้องต้นขององค์กรในภาคอุตสาหกรรมไทย รวมถึงข้อมูลและการติดต่อที่ได้รับจากการเข้าร่วมงาน METALEX ปี 2024 ซึ่งเป็นช่องทางสำคัญในการพบปะผู้ประกอบการและผู้เกี่ยวข้องในภาคอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มเกี่ยวข้องที่มีแนวโน้มเกี่ยวข้องกับการพิจารณาใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ระบบอัตโนมัติ ระบบข้อมูลเพื่อการจัด

การพลังงานหรือการผลิต ผ่านการจากนั้นจึงทำการคัดกรองตามเงื่อนไข (Conditions) เพื่อให้ได้รายชื่อองค์กรที่เหมาะสมสำหรับการสัมภาษณ์ ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมรายชื่อองค์กรเบื้องต้นจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จนได้องค์กรเป้าหมายจำนวนรวม 72 องค์กร ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งองค์กรเหล่านี้ถือเป็นกลุ่มตัวเลือกเริ่มต้นสำหรับการพิจารณาคัดเลือกเข้าสู่การศึกษา โดยใช้หลักเกณฑ์ของการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ได้หน่วยวิเคราะห์ที่มีคุณลักษณะตรงตามกรอบการวิจัย

ตารางที่ 1 รายชื่อองค์กรสำหรับการคัดเลือกเข้าร่วมการสัมภาษณ์

No.	Company Name	Position	City	Country/Region
1	ATA Casting Technology co.ltd.	Manager	Samut Prakan	Thailand
2	CMWT (Central Motor Wheel Thailand)	Chief	Chachoengsao	Thailand
3	Enkeithai	Engineer	Samut Prakan	Thailand
4	บริษัท พงษ์-ศรา แมนูแฟคเจอร์ริง จำกัด	Engineer Manager	Nakhon Pathom	Thailand
5	NHK Spring	Manager	Chachoengsao	Thailand
6	G HWA Industries	Vice Factory Manager	Phetchaburi	Thailand
7	Minebea Access solution Thai Co.,Ltd.	Asst. Manager	Chonburi	Thailand
8	Belton Industrial (Thailand) Limited		Pathum Thani	Thailand
9	Daisin	Engineer	Pathum Thani	Thailand
10	Press Craft(Thailand) Co.,Ltd.	Supervisor	Nakhon Ratchasima	Thailand
11	DDK Thailand	Engineer	Pathum Thani	Thailand
12	Siam Aisin Co.,Ltd.	General Manager Production Engineer	Prachinburi	Thailand
13	Hitachi	Manager	Prachinburi	Thailand
14	Sumitomo Rubber Thailand Co.,Ltd.	Engineer	Rayong	Thailand
15	Epson Precision (Thailand) Ltd.	Engineer	Chachoengsao	Thailand
16	Autoliv (Thailand) Ltd.		Chonburi	Thailand
17	Premium Steel Processing	Asst. Engineering Manager	Chonburi	Thailand

ตารางที่ 1 รายชื่อองค์กรสำหรับการคัดเลือกเข้าร่วมการสัมมนา (ต่อ)

No.	Company Name	Position	City	Country/Region
18	AGC automotive (thailand) Co.,Ltd.	Assistant manager	Chonburi	Thailand
19	IHI Turro (Thailand) Co.,Ltd.	CQC Asst. Manager	Chonburi	Thailand
20	MAZDA Powertrain	Engineer	Chonburi	Thailand
21	KOMAT'SU	Engineer	Chonburi	Thailand
22	KATATA electric (Thailand) Co.,Ltd.	Engineer	Rayong	Thailand
23	Auto Alliance Thailand	Engineer	Rayong	Thailand
24	NRB Bearing	Engineer	Rayong	Thailand
25	Prospira Thailand	Engineer	Rayong	Thailand
26	Sam precision		Rayong	Thailand
27	TMT Steel Public Company Limited	Quality Assurance Engineer	Ayutthaya	Thailand
28	TMT Steel Public company limited	Engineer	Ayutthaya	Thailand
29	Orion Machinery Asia Co.,Ltd.	Sales Chief	Ayutthaya	Thailand
30	Matsui (Asia) Co.,Ltd.	Asst. Engineer Manager	Samut Prakan	Thailand
31	Pandora Production Co.,Ltd.	Manager	Lampoon	Thailand
32	Bangkok Fastening Co.,Ltd.	Manager	Samut Prakan	Thailand
33	Bangkok-AITOA	SC	Samut Sakhon	Thailand
34	Shonan Unitec Thailand Co.,Ltd.	Engineer	Chachoengsao	Thailand
35	Somboon Forging Technology	Production Engineer	Rayong	Thailand
36	UD TRUCKS	SR. ENG	Samut Prakan	Thailand
37	TS Molymer Co.,Ltd.	Chief Engineer (PE)	Samut Prakan	Thailand
38	Kokuyo-IK	Asst. General Manager	Samut Prakan	Thailand
39	Furukawa Automotive Systems	General Leader	Chonburi	Thailand

ตารางที่ 1 รายชื่อองค์กรสำหรับการคัดเลือกเข้าร่วมการสัมมนา (ต่อ)

No.	Company Name	Position	City	Country/Region
40	ROHM Integrated Systems (Thailand) Co.,Ltd.	Engineer	Pathum Thai	Thailand
41	SRUP Anan Plastic	Factory Manager	Samut Prakan	Thailand
42	Unitedfoods	Project Engineer	Bangkok	Thailand
43	บริษัท ปทุมธานี รีบเบอร์ จำกัด	General Manager	Pathum Thani	Thailand
44	MAHAJAK	VIP	Bangkok	Thailand
45	Swarovski	Tool Design Engineer	Bangkok	Thailand
46	MUSASHI (บริษัท มูซาชิออโตพาร์ท จำกัด (Musashi Auto Parts Co.,Ltd.))	ช่างเทคนิค	Pathum Thani	Thailand
47	AHP	Engineer	Ayutthaya	Thailand
48	Panasonic Ayutthaya	Facility	Ayutthaya	Thailand
49	Sumitomo Rubber Thailand Co.,Ltd.	Engineer	Rayong	Thailand
50	บริษัท วรุธร จำกัด	General Manager	Pathum Thani	Thailand
51	Usui International Corporation (Thailand) Ltd.	QA Supervisor	Chonburi	Thailand
52	NTN Manufacturing	Supervisor	Rayong	Thailand
53	Katata electric (Thailand) Co.,Ltd.	Engineer	Rayong	Thailand
54	Thai Yamaha	Engineer	Samut Pakran	Thailand
55	Off Road Accessories	Production Supervisor	Rayong	Thailand
56	Nacha Precision Limited Partnership	Owner	Ayutthaya	Thailand
57	CUEL Co.,Ltd.	Senior NDT Coordinator	Chonburi	Thailand
58	HI-TECH Apparel Co.,Ltd.	Head of Modernization	Bangkok	Thailand
59	บริษัท บูโอโน (ประเทศไทย) จำกัด		Nakhon Pathom	Thailand
60	SCG	Corporate Innovation	Bangkok	Thailand

ตารางที่ 1 รายชื่อองค์กรสำหรับการคัดเลือกเข้าร่วมการสัมมนา (ต่อ)

No.	Company Name	Position	City	Country/Region
61	ISUZU Motors Company Limited	Senior Engineer	Chonburi	Thailand
62	Hino Motors Manufacturing (Thailand) Co.,Ltd.	Maintenance Engineer	Chonburi	Thailand
63	Thai Summit Gold Press	Manager	Rayong	Thailand
64	Mazda Powertrain Manufacturing (Thailand) Co.,Ltd.	Engineer	Chonburi	Thailand
65	Kokubo Rock Ice Thailand	Sales	Ayutthaya	Thailand
66	Summit	Production Engineer	Maha Sarakham	Thailand
67	Summit	Engineer	Kalasin	Thailand
68	Isuzu Engine Manufacturing Co.,Ltd.	Technician	Bangkok	Thailand
69	Kosei Aluminum Thailand	Engineer	Ayutthaya	Thailand
70	Kobayashi Corporation Thailand Co.,Ltd.	General Leader	Ayutthaya	Thailand
71	Summit Kurata Manufacturing	Maintenance Supervisor	Chonburi	Thailand
72	บริษัท เบญจมิตรบรรจุกภัณฑ์ จำกัด	Managing Director	Nakhon Pathom	Thailand

โดยกำหนดคุณสมบัติขององค์กรให้เป็นสถานประกอบการภาคอุตสาหกรรมไทยที่มีประสบการณ์เกี่ยวข้องกับ IIoT ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ได้แก่ อยู่ระหว่างการพิจารณา เริ่มต้นทดลองติดตั้งใช้งานจริง หรือเคยดำเนินการแล้วแต่ยุติโครงการ อีกทั้งต้องมีประเด็นเกี่ยวข้องกับการใช้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจด้านปฏิบัติการ หรือการจัดการพลังงานอย่างชัดเจน และสามารถเข้าถึงผู้ให้ข้อมูลหลักซึ่งมีบทบาทโดยตรงต่อการตัดสินใจหรือการบริหารโครงการได้

จากการพิจารณาข้อมูลเบื้องต้น พบว่ามีองค์กรจำนวน 18 องค์กรที่ไม่เข้าข่ายตามลักษณะที่กำหนดไว้ในเบื้องต้น กล่าวคือ องค์กรดังกล่าวมิได้อยู่ในระหว่างการพิจารณานาเทคโนโลยี IIoT มาใช้ ไม่มีการเริ่มต้นทดลองใช้งาน ไม่มีการติดตั้งใช้งานจริง หรือเคยดำเนินโครงการแล้วแต่ได้ยุติโครงการไปแล้ว ทั้งนี้ องค์กรดังกล่าวยังไม่ปรากฏแนวโน้มหรือความสนใจอย่างเป็นรูปธรรมต่อการนำเทคโนโลยี IIoT มาประยุกต์ใช้ในองค์กร ดังนั้น เมื่อคัดองค์กรดังกล่าวออกจากรายชื่อเบื้องต้น จึงคงเหลือองค์กรที่เข้าเกณฑ์จำนวน 54 องค์กร ดังรายชื่อต่อไปนี้

ตารางที่ 2 รายชื่อองค์กรที่เข้าเกณฑ์การคัดเลือกเบื้องต้น จำนวน 54 องค์กร

No.	Company Name	Position	City	Country/Region
1	ATA Casting Technology co.ltd.	Manager	Samut Prakan	Thailand
2	บริษัท พงษ์-ศรา แมนูแฟคเจอร์ริง จำกัด	Engineer Manager	Nakhon Pathom	Thailand
3	NHK Spring	Manager	Chachoengsao	Thailand
4	Minebea Accesssolution thai ltd.	Asst. Manager	Chonburi	Thailand
5	Belton Industrial (Thailand) Limited		Pathum Thani	Thailand
6	Daisin	Engineer	Pathum Thani	Thailand
7	Siam Aisin Co.,Ltd.	General Manager Production Engineer	Prachinburi	Thailand
8	Hitachi	Manager	Prachinburi	Thailand
9	Sumitomo Rubber Thailand Co.,Ltd.	Engineer	Rayong	Thailand
10	Epson Precision (Thailand) Ltd.	Engineer	Chachoengsao	Thailand
11	Autoliv (Thailand) Ltd..		Chonburi	Thailand
12	Premium Steel Processing	Asst. Engineering Manager	Chonburi	Thailand
13	AGC Automotive (Thailand) Co.,Ltd.	Assistant manager	Chonburi	Thailand
14	MAZDA Powertrain	Engineer	Chonburi	Thailand
15	KOMAT'SU	Engineer	Chonburi	Thailand
16	Katata Electric (Thailand) Co.,Ltd.	Engineer	Rayong	Thailand
17	Auto Alliance Thailand	Engineer	Rayong	Thailand
18	NRB Bearing	Engineer	Rayong	Thailand
19	Prospira Thailand	Engineer	Rayong	Thailand
20	TMT Steel Public Company Limited	Quality Assurance Engineer	Ayutthaya	Thailand
21	Matsui (Asia) Co.,Ltd.	Asst. Engineer Manager	Samut Prakan	Thailand
22	Pandora Production Co.,Ltd.	Manager	Lampoon	Thailand

ตารางที่ 2 รายชื่อองค์กรที่เข้าเกณฑ์การคัดเลือกเบื้องต้น จำนวน 54 องค์กร (ต่อ)

No.	Company Name	Position	City	Country/Region
23	Shonan Unitec Thailand Co.,Ltd.	Engineer	Chachoengsao	Thailand
24	Somboon Forging Technology	Production Engineer	Rayong	Thailand
25	UD Trucks	SR. ENG	Samut Prakan	Thailand
26	Kokuyo-IK	Asst. General Manager	Samut Prakan	Thailand
27	Furukawa Automotive Systems	General Leader	Chonburi	Thailand
28	ROHM Integrated Systems (Thailand) Co.,Ltd.	Engineer	Pathum Thai	Thailand
29	UNITEDFOODS	Project Engineer	Bangkok	Thailand
30	บริษัท ปทุมธานี รีบเบอร์ จำกัด	General Manager	Pathum Thani	Thailand
31	MAHAJAK	VIP	Bangkok	Thailand
32	Swarovski	Tool Design Engineer	Bangkok	Thailand
33	MUSASHI (บริษัท มุซาชิออโตพาร์ท จำกัด (Musashi Auto Parts Co.,Ltd.))	ช่างเทคนิค	Pathum Thani	Thailand
34	AHP	Engineer	Ayutthaya	Thailand
35	Panasonic Ayutthaya	Facility	Ayutthaya	Thailand
36	Sumitomo Rubber Thailand Co.,Ltd.	Engineer	Rayong	Thailand
37	บริษัท วฐธร จำกัด	General Manager	Pathum Thani	Thailand
38	Usui International Corporation (Thailand) Ltd.	QA Supervisor	Chonburi	Thailand
39	NTN Manufacturing	Supervisor	Rayong	Thailand
40	Katata Electric (Thailand) Co.,Ltd.	Engineer	Rayong	Thailand
41	Thai Yamaha	Engineer	Samut Pakran	Thailand
42	Off Road Accessories	Production Supervisor	Rayong	Thailand
43	Nacha Precision Limited Partnership	Owner	Ayutthaya	Thailand

ตารางที่ 2 รายชื่อองค์กรที่เข้าเกณฑ์การคัดเลือกเบื้องต้น จำนวน 54 องค์กร (ต่อ)

No.	Company Name	Position	City	Country/Region
44	บริษัท บูโอโน (ประเทศไทย) จำกัด		Nakhon Pathom	Thailand
45	SCG	Corporate Innovation	Bangkok	Thailand
46	ISUZU Motors Company Limited	Senior Engineer	Chonburi	Thailand
47	Hino Motors Manufacturing (Thailand) Co.,Ltd.	Maintenance Engineer	Chonburi	Thailand
48	Thai Summit Gold Press	Manager	Rayong	Thailand
49	Mazda Powertrain Manufacturing (Thailand) Co.,Ltd.	Engineer	Chonburi	Thailand
50	Isuzu Engine Manufacturing Co.,Ltd.	Technician	Bangkok	Thailand
51	Kosei Aluminum Thailand	Engineer	Ayutthaya	Thailand
52	Kobayashi Corporation Thailand Co.,Ltd.	General Leader	Ayutthaya	Thailand
53	Summit Kurata Manufacturing	Maintenance Supervisor	Chonburi	Thailand
54	บริษัท เบญจมิตรบรรจภัณฑ์ จำกัด	Managing Director	Nakhon Pathom	Thailand

เพื่อให้การวิเคราะห์ครอบคลุมทั้งปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจลงทุน และอุปสรรคที่ทำให้องค์กรไม่ประสบความสำเร็จหรือไม่เลือกลงทุน ผู้วิจัยจึงกำหนดให้กลุ่มองค์กรครอบคลุมอย่างน้อย 2 สถานะ ได้แก่ 1) กลุ่มองค์กรที่ประสบความสำเร็จในการติดตั้งและใช้งานเทคโนโลยี IIoT และ 2) กลุ่มองค์กรที่เคยพิจารณาแล้วแต่ตัดสินใจไม่ลงทุน หรือได้ยุติและล้มเลิกโครงการในภายหลัง ทั้งนี้ องค์กรที่ไม่สามารถยืนยันได้ว่าเคยมีการพิจารณาหรือดำเนินโครงการที่เกี่ยวข้องกับ IIoT จริง ไม่สามารถเข้าถึงผู้ให้ข้อมูลหลักที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจโดยตรง หรือไม่ยินยอมเข้าร่วมการสัมภาษณ์ จะถูกตัดออกจากการศึกษา

เมื่อผู้วิจัยดำเนินการติดต่อองค์กรตามรายชื่อที่ผ่านการคัดกรองเบื้องต้น พบว่ามีจำนวน 36 องค์กรที่ไม่สามารถเข้าถึงผู้ให้ข้อมูลหลักที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจโดยตรง หรือไม่ยินยอมเข้าร่วมการสัมภาษณ์ และมีอีก 6 องค์กรที่ไม่สามารถติดต่อได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคัดออกตามเกณฑ์ดังกล่าว จนเหลือองค์กรที่เข้าร่วมการสัมภาษณ์จำนวนทั้งสิ้น 12 องค์กร ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 รายชื่อองค์กรที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกและเข้าร่วมการสัมภาษณ์ จำนวน 12 องค์กร

No.	Company Name	Position	City	Country/Region
1	บริษัท พงษ์-ศรา แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด	Engineer Manager	Nakhon Pathom	Thailand
2	Premium Steel Processing	Asst. Engineering Manager	Chonburi	Thailand
3	Somboon Forging Technology	Production Engineer	Rayong	Thailand
4	Kokuyo-IK	Asst. General Manager	Samut Prakan	Thailand
5	Furukawa Automotive Systems	General Leader	Chonburi	Thailand
6	บริษัท ปทุมธานี รีบเบอร์ จำกัด	General Manager	Pathum Thani	Thailand
7	บริษัท วรุธร จำกัด	General Manager	Pathum Thani	Thailand
8	NTN Manufacturing	Supervisor	Rayong	Thailand
9	Nacha Precision Limited Partnership	Owner	Ayutthaya	Thailand
10	Thai Summit Gold Press	Manager	Rayong	Thailand
11	Summit Kurata Manufacturing	Maintenance Supervisor	Chonburi	Thailand
12	บริษัท เบญจมิตรบรรจภัณฑ์ จำกัด	Managing Director	Nakhon Pathom	Thailand

สำหรับผู้ให้ข้อมูลหลัก ผู้วิจัยกำหนดให้เป็นบุคคลที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการกำหนดนโยบาย การตัดสินใจลงทุน หรือการบริหารโครงการด้านเทคโนโลยีพลังงาน และสามารถอธิบายกระบวนการตัดสินใจ เหตุผลเชิงกลยุทธ์ ข้อจำกัดเชิงปฏิบัติ และผลลัพธ์ของโครงการได้อย่างครบถ้วน โดยในแต่ละองค์กรจะสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลักจำนวน 1 ท่าน ซึ่งเป็นผู้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์และการลงทุนด้านเทคโนโลยี โดยคุณสมบัติของผู้ให้ข้อมูลหลัก มีดังนี้ เป็นผู้บริหาร, ผู้จัดการโรงงาน, ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม ผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้ที่มีอำนาจตัดสินใจโดยตรงเกี่ยวกับการลงทุนด้านเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน เพื่อให้ได้ผู้ให้ข้อมูลที่มีความรู้ หรือประสบการณ์ตรงกับการตัดสินใจ และการดำเนินโครงการ IIoT จริงๆ และให้ข้อมูลสะท้อนมุมมองระดับการตัดสินใจ และสภาพการปฏิบัติจริงขององค์กรได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้แต่ละองค์กรถูกกำหนดโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของงานวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษา ซึ่งเน้นความลึกและความหลากหลายของบริบทของข้อมูล มากกว่าการเป็นตัวแทนเชิงสถิติ โดยหากประเด็นเริ่มซ้ำและไม่เกิดประเด็นใหม่อย่างมีนัยสำคัญ จะถือว่าเพียงพอต่อการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2. การออกแบบแนวคำถามและการตั้งคำถามสัมภาษณ์ (Interview Protocol Design)

การสร้างแนวคำถามสัมภาษณ์ของงานวิจัยนี้เริ่มจากการแปลงวัตถุประสงค์ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม หรืองานวิจัย และคำถามวิจัยให้เป็นประเด็นคำถามหลักที่สามารถกระตุ้นให้ผู้ให้ข้อมูลอธิบายประสบการณ์จริงได้ โดยผู้วิจัยออกแบบคำถามให้ครอบคลุมลำดับเหตุการณ์ของโครงการตั้งแต่ที่มาของแนวคิดและแรงจูงใจ การประเมินความพร้อมและความคุ้มค่า กระบวนการตัดสินใจ การบริหารการเปลี่ยนแปลงภายในองค์กร ปัญหาและอุปสรรค ตลอดจนผลลัพธ์และบทเรียนที่ได้รับ แนวคำถามถูกจัดให้มีทั้งคำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลเล่าเรื่องอย่างอิสระ และคำถามเจาะลึก (Probing Questions) เพื่อให้ได้รายละเอียดเชิงกลไก เหตุผล และเงื่อนไขที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ และผลลัพธ์ของการใช้งาน IIoT

เพื่อให้ข้อมูลมีความเทียบเคียงกันได้ในเชิงองค์กร ผู้วิจัยกำหนดชุดคำถามแกนที่ใช้เหมือนกันทุกองค์กร พร้อมปรับคำถามย่อยให้เหมาะกับบริบทของแต่ละองค์กร โดยแนวคำถามครอบคลุมประเด็นสำคัญ ได้แก่ บริบทองค์กร เป้าหมายและแรงจูงใจ การเข้าถึงเทคโนโลยี กระบวนการตัดสินใจลงทุนหรือไม่ลงทุน ปัจจัยสนับสนุน อุปสรรค การบริหารบุคลากรและการเปลี่ยนแปลงผลลัพธ์ ตัวชี้วัด และบทเรียนหรือข้อเสนอแนะ ตัวอย่างคำถามสัมภาษณ์ที่ใช้ ได้แก่ องค์กรเริ่มต้นสนใจ IIoT จากแหล่งใด ใครเป็นผู้ริเริ่มโครงการ ความสำคัญหรือความใส่ใจขององค์กร ปัจจัยใดเป็นเหตุผลหลักที่ทำให้ตัดสินใจลงทุนหรือไม่ลงทุน พบข้อจำกัดด้านใดบ้างที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ รูปแบบการเชื่อมต่อบริบทเดิม ความปลอดภัยไซเบอร์ หรือการปรับตัวของบุคลากรทำได้อย่างไร และเมื่อดำเนินการแล้วเกิดผลลัพธ์ด้านการปฏิบัติการหรือด้านพลังงานอย่างไร วัดผลด้วยตัวชี้วัดใด และมีบทเรียนสำคัญหรือข้อเสนอแนะสำหรับองค์กรอื่นอย่างไร

โดยได้ผลออกมาเป็นชุดคำถามจำนวน 24 ข้อ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 ชุดคำถามจำนวน 24 ข้อ

คำถามที่	คำถาม
1	บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบหลักของท่านในองค์กร มีอะไรบ้าง?
2	องค์กรของท่านให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใด และมีเป้าหมายในเรื่องนี้อย่างไรบ้าง?
3	ทางองค์กรของท่านมีนโยบายด้านพลังงานอย่างไรบ้าง และมีช่องทางการสื่อสารอย่างไร?
4	ที่ผ่านมาองค์กรเคยมีโครงการหรือมาตรการอะไรบ้างในการลดการใช้พลังงานก่อนที่จะรู้จักกับ IIoT?
5	องค์กรของท่านมีทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยีดิจิทัลหรือระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตอย่างไรบ้าง?
6	อะไรคือจุดเริ่มต้นที่ทำให้องค์กรของท่านเริ่มให้ความสนใจหรือพิจารณาการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ในการจัดการพลังงาน? (เช่น ปัญหาต้นทุนพลังงานสูง, นโยบายบริษัทแม่, การแนะนำจากภายนอก)

ตารางที่ 4 ชุดคำถามจำนวน 24 ข้อ (ต่อ)

คำถามที่	คำถาม
7	ท่านและทีมงานมีขั้นตอนในการศึกษา และหาข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยี IIoT นี้อย่างไรบ้าง? (เช่น ศึกษาผ่านอินเทอร์เน็ต, ติดต่อผู้ขาย)
8	เมื่อท่านได้รับข้อมูลครบถ้วนแล้ว ท่านพิจารณาอะไรเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้บริการและติดตั้งระบบ? (ท่านสามารถตอบได้หลายปัจจัย แต่กรุณาเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยจากมากไปน้อย)
9	อะไรคือปัจจัย ตัดสิน ที่ทำให้ผู้บริหารระดับสูงอนุมัติการลงทุนในโครงการนี้?
10	อะไรคือสาเหตุ ตัดสิน ที่ทำให้องค์กรของท่านเลือกที่จะไม่ลงทุน/ระงับโครงการ IIoT นี้ไป?
11	ก่อนตัดสินใจลงทุน ท่านคาดหวังว่าจะได้รับประโยชน์หรือความได้เปรียบอะไรจากการใช้ IIoT? (เช่น การลดต้นทุน, การเพิ่มประสิทธิภาพ, การปรับปรุงคุณภาพ)
12	ผลที่ได้จริงเป็นไปตามที่ท่านคาดหวังไว้หรือไม่?
13	ระบบ IIoT ที่ท่านพิจารณาเลือกใช้ มีความเข้ากันได้กับเครื่องจักรหรือระบบเดิมที่มีอยู่มากน้อยเพียงใด? มีปัญหาในการเชื่อมต่อกับระบบเก่าหรือไม่?
14	ท่านเคยได้รับหรือพิจารณาใช้มาตรการสนับสนุนจากภาครัฐ (เช่น การลดหย่อนภาษี, เงินทุนช่วยเหลือ) หรือไม่? มาตรการเหล่านี้มีผลต่อการตัดสินใจของท่านมากน้อยเพียงใด?
15	การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงมีบทบาทสำคัญต่อโครงการนี้อย่างไรบ้าง?
16	ทีมงานหรือบุคลากรในองค์กรมีความพร้อมหรือมีส่วนร่วมกับการโครงการนี้มากน้อยเพียงใด?
17	สำหรับท่านอะไรคือความท้าทายด้าน ต้นทุน ที่ใหญ่ที่สุด? (ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น เช่น Hardware, Software, ค่าติดตั้ง หรือค่าใช้จ่ายต่อเนื่อง เช่น ค่าบริการ, ค่าบำรุงรักษา) ?
18	ท่านเคยพบปัญหาเกี่ยวกับความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานภายในโรงงานหรือไม่? (เช่น สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร , ระบบเครือข่ายเดิมไม่รองรับ)
19	การจัดการกับข้อมูลจำนวนมากมหาศาลที่ได้จากระบบ เป็นความท้าทายสำหรับองค์กรหรือไม่? (เช่น ด้านการจัดเก็บ , การประมวลผล)
20	องค์กรของท่านมีบุคลากรที่มีทักษะความรู้เพียงพอในการจัดการระบบ IIoT หรือไม่? หรือต้องมีการฝึกอบรมเพิ่มเติมอย่างไร?
21	ท่านเคยพบกับการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงจากพนักงานหรือไม่? ถ้ามีท่านมีวิธีจัดการอย่างไร?
22	ท่านมีความกังวลเกี่ยวกับประเด็นด้านความปลอดภัยของข้อมูลหรือความเป็นส่วนตัวของข้อมูลมากน้อยเพียงใด?
23	หากท่านจะให้คำแนะนำกับบริษัทอื่นในอุตสาหกรรมเดียวกันที่กำลังพิจารณาจะติดตั้งระบบ IIoT ท่านจะมีคำแนะนำหรือข้อควรระวังอะไรเป็นพิเศษบ้าง?
24	มีประเด็นอื่น ๆ เพิ่มเติมที่ท่านต้องการจะแบ่งปัน ซึ่งยังไม่มีคำถามหรือไม่?

เพื่อให้การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นไปอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยได้ออกแบบข้อคำถามสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างโดยอ้างอิงตามกรอบแนวคิด TOIE ซึ่งประกอบด้วย 4 มิติ ได้แก่ ด้านเทคโนโลยี (Technology) ด้านองค์กร (Organization) ด้านปัจเจกบุคคล (Individual) และด้านสภาพแวดล้อมภายนอก (Environment) โดยแต่ละข้อคำถามได้รับการกำหนดให้สอดคล้องกับมิติที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถสะท้อนทั้งปัจจัยสนับสนุนและอุปสรรคที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจติดตั้งและใช้งานระบบ Industrial Internet of Things (IIoT) ในองค์กรได้อย่างครอบคลุม

การจัดกลุ่มข้อคำถามตามมิติของกรอบแนวคิด TOIE ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกอย่างมีทิศทางและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยมากยิ่งขึ้น กล่าวคือ คำถามในมิติด้านเทคโนโลยีมุ่งสำรวจคุณลักษณะของระบบ ความคุ้มค่า ความเข้ากันได้กับระบบเดิม และความท้าทายทางเทคนิค คำถามในมิติด้านองค์กรมุ่งศึกษานโยบาย เป้าหมาย การสนับสนุนจากผู้บริหาร กระบวนการตัดสินใจ และข้อจำกัดด้านทรัพยากรขององค์กร คำถามในมิติด้านปัจเจกบุคคลมุ่งพิจารณาบทบาท ความรู้ ความพร้อม และการยอมรับของบุคลากร ส่วนคำถามในมิติด้านสภาพแวดล้อมภายนอกมุ่งพิจารณาปัจจัยจากภายนอกองค์กร เช่น แรงกดดันทางการแข่งขัน การสนับสนุนจากภาครัฐ หรืออิทธิพลจากคู่ค้าและเครือข่ายธุรกิจ

ทั้งนี้ การจำแนกข้อคำถามตามมิติของกรอบแนวคิดดังกล่าวมิได้มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกประเด็นออกจากกันอย่างเด็ดขาด แต่เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดระเบียบข้อมูลและตีความผลการวิจัยอย่างเป็นระบบ เนื่องจากในทางปฏิบัติ ข้อคำถามบางข้ออาจมีความเชื่อมโยงกับมากกว่าหนึ่งมิติได้ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้กำหนดมิติหลักของแต่ละข้อคำถามไว้เพื่อใช้เป็นกรอบในการวิเคราะห์ข้อมูลให้มีความชัดเจนและสอดคล้องกับกรอบแนวคิดของการวิจัย

ตารางที่ 5 การจัดกลุ่มข้อคำถามสัมภาษณ์ตามมิติของกรอบแนวคิด TOIE

คำถามที่	คำถาม	มิติ
1	บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบหลักของท่านในองค์กร มีอะไรบ้าง?	I: Individual
2	องค์กรของท่านให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใด และมีเป้าหมายในเรื่องนี้อย่างไรบ้าง?	O: Organization
3	ทางองค์กรของท่านมีนโยบายด้านพลังงานอย่างไรบ้าง และมีช่องทางการสื่อสารอย่างไร?	O: Organization
4	ที่ผ่านมาองค์กรเคยมีโครงการหรือมาตรการอะไรบ้างในการลดการใช้พลังงานก่อนที่จะรู้จักกับ IIoT?	O: Organization
5	องค์กรของท่านมีทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยีดิจิทัลหรือระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตอย่างไรบ้าง?	O: Organization
6	อะไรคือจุดเริ่มต้นที่ทำให้องค์กรของท่านเริ่มให้ความสนใจหรือพิจารณาการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ในการจัดการพลังงาน? (เช่น ปัญหาต้นทุนพลังงานสูง, นโยบายบริษัทแม่, การแนะนำจากภายนอก)	E: Environment

ตารางที่ 5 การจัดกลุ่มข้อคำถามสัมภาษณ์ตามมิติของกรอบแนวคิด TOIE (ต่อ)

คำถามที่	คำถาม	มิติ
7	ท่านและทีมงานมีขั้นตอนในการศึกษา และหาข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยี IIoT นี้อย่างไรบ้าง? (เช่น ศึกษาผ่านอินเทอร์เน็ต, ติดต่อผู้ขาย)	O: Organization
8	เมื่อท่านได้รับข้อมูลครบถ้วนแล้ว ท่านพิจารณาอะไรเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้บริการ และติดตั้งระบบ? (ท่านสามารถตอบได้หลายปัจจัย แต่กรุณาเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยจากมากไปน้อย)	T: Technology
9	อะไรคือปัจจัย ตัดสิน ที่ทำให้ผู้บริหารระดับสูงอนุมัติการลงทุนในโครงการนี้?	O: Organization
10	อะไรคือสาเหตุ ตัดสิน ที่ทำให้องค์กรของท่านเลือกที่จะไม่ลงทุน/รับโครงการ IIoT นี้ไป?	O: Organization
11	ก่อนตัดสินใจลงทุน ท่านคาดหวังว่าจะได้รับประโยชน์หรือความได้เปรียบอะไรจากการใช้ IIoT? (เช่น การลดต้นทุน, การเพิ่มประสิทธิภาพ, การปรับปรุงคุณภาพ)	T: Technology
12	ผลที่ได้จริงเป็นไปตามที่ท่านคาดหวังไว้หรือไม่?	T: Technology
13	ระบบ IIoT ที่ท่านพิจารณาเลือกใช้ มีความเข้ากันได้กับเครื่องจักรหรือระบบเดิมที่มีอยู่มากน้อยเพียงใด? มีปัญหาในการเชื่อมต่อกับระบบเก่าหรือไม่?	T: Technology
14	ท่านเคยได้รับหรือพิจารณาใช้มาตรการสนับสนุนจากภาครัฐ (เช่น การลดหย่อนภาษี, เงินทุนช่วยเหลือ) หรือไม่? มาตรการเหล่านี้มีผลต่อการตัดสินใจของท่านมากน้อยเพียงใด?	E: Environment
15	การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงมีบทบาทสำคัญต่อโครงการนี้อย่างไรบ้าง?	O: Organization
16	ทีมงานหรือบุคลากรในองค์กรมีความพร้อมหรือมีส่วนร่วมกับการโครงการนี้มากน้อยเพียงใด?	I: Individual
17	สำหรับท่านอะไรคือความท้าทายด้าน ต้นทุน ที่ใหญ่ที่สุด? (ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น เช่น Hardware , Software , ค่าติดตั้ง หรือค่าใช้จ่ายต่อเนื่อง เช่น ค่าบริการ, ค่าบำรุงรักษา) ?	O: Organization
18	ท่านเคยพบปัญหาเกี่ยวกับความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานภายในโรงงานหรือไม่? (เช่น สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร , ระบบเครือข่ายเดิมไม่รองรับ)	T: Technology
19	การจัดการกับข้อมูลจำนวนมากมหาศาลที่ได้จากระบบ เป็นความท้าทายสำหรับองค์กรหรือไม่? (เช่น ด้านการจัดเก็บ , การประมวลผล)	T: Technology
20	องค์กรของท่านมีบุคลากรที่มีทักษะความรู้เพียงพอในการจัดการระบบ IIoT หรือไม่? หรือต้องมีการฝึกอบรมเพิ่มเติมอย่างไร?	I: Individual
21	ท่านเคยพบกับการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงจากพนักงานหรือไม่? ถ้ามี ท่านมีวิธีจัดการอย่างไร?	I: Individual

ตารางที่ 5 การจัดกลุ่มข้อคำถามสัมภาษณ์ตามมิติของกรอบแนวคิด TOIE (ต่อ)

คำถามที่	คำถาม	มิติ
22	ท่านมีความกังวลเกี่ยวกับประเด็นด้านความปลอดภัยของข้อมูลหรือความเป็นส่วนตัวของข้อมูลมากน้อยเพียงใด?	T: Technology
23	หากท่านจะให้คำแนะนำกับบริษัทอื่นในอุตสาหกรรมเดียวกันที่กำลังพิจารณาจะติดตั้งระบบ IIoT ท่านจะมีคำแนะนำหรือข้อควรระวังอะไรเป็นพิเศษบ้าง?	
24	มีประเด็นอื่น ๆ เพิ่มเติมที่ท่านต้องการจะแบ่งปัน ซึ่งยังไม่มี การสอบถามหรือไม่?	

3. ขั้นตอนการดำเนินการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview Procedure)

เมื่อได้รายชื่อองค์กรและผู้ให้ข้อมูลหลักตามเกณฑ์คัดเลือกแล้ว ผู้วิจัยใช้การติดต่อผ่านโทรศัพท์เป็นช่องทางหลักในการประสานงาน โดยเริ่มจากการโทรศัพท์ติดต่อผู้ประสานงานขององค์กรหรือผู้ให้ข้อมูลหลักเพื่อแนะนำตัว ชี้แจงวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ขอบเขตประเด็นสัมภาษณ์ ระยะเวลาโดยประมาณของการสัมภาษณ์เชิงลึก (30-60 นาที) รูปแบบการบันทึกข้อมูล และแนวทางการรักษาความลับ การติดต่อทางโทรศัพท์ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถสื่อสารและตอบข้อซักถามได้ทันที รวมถึงใช้เพื่อคัดกรองความเหมาะสมเบื้องต้นให้สอดคล้องกับเกณฑ์ของงานวิจัย เช่น บทบาทหน้าที่จริงของผู้ให้ข้อมูล ความเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจลงทุนหรือการดำเนินโครงการ

ภายหลังได้รับการตอบรับเบื้องต้น ผู้วิจัยจึงนัดหมายวัน เวลา และช่องทางการสัมภาษณ์ตามความสะดวกของผู้ให้ข้อมูล โดยอาจเป็นการสัมภาษณ์แบบพบหน้า ณ สถานที่ประกอบการ หรือการสัมภาษณ์ออนไลน์ผ่านระบบประชุมทางไกล ทั้งนี้ผู้วิจัยยืนยันนัดหมายผ่านโทรศัพท์อีกครั้งเพื่อความชัดเจน และส่งเอกสารที่จำเป็นให้ผู้ให้ข้อมูลเตรียมความพร้อมล่วงหน้า ได้แก่ หัวข้อคำถาม และประเด็นสัมภาษณ์ในภาพรวม เพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลสามารถจัดเตรียมข้อมูลหรือบททวนบริบทของโครงการได้อย่างเหมาะสม ก่อนวันสัมภาษณ์ผู้วิจัยจะโทรศัพท์ยืนยันนัดหมายอีกครั้ง เพื่อลดความคลาดเคลื่อนด้านวันเวลาและเพื่อให้มั่นใจว่าผู้ให้ข้อมูลมีความพร้อมในการเข้าร่วมตามกำหนด

ก่อนการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมด้านเครื่องมือและเอกสาร ได้แก่ แนวคำถามสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง แบบบันทึกภาคสนาม อุปกรณ์บันทึกเสียงหรือระบบบันทึกการประชุม และแผนบริหารเวลาในการสัมภาษณ์เพื่อให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญ โดยผู้วิจัยเตรียมคำถามนำสำหรับสร้างความคุ้นเคยและความไว้วางใจ เตรียมคำถามเจาะลึกสำหรับประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับอุปสรรคและปัจจัยความสำเร็จ เช่น ความพร้อมบุคลากร โครงสร้างพื้นฐานด้านข้อมูล การเชื่อมต่อกับระบบเดิม การบริหารการเปลี่ยนแปลง และตัวชี้วัดผลลัพธ์

ระหว่างการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยเริ่มด้วยการชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัย การขออนุญาตบันทึกเสียง การยืนยันสิทธิของผู้ให้ข้อมูลในการปฏิเสธการตอบคำถามบางข้อหรือยุติการสัมภาษณ์ได้ และการยืนยันการรักษาความลับ จากนั้นจึงดำเนินการสัมภาษณ์ตามแนวคำถาม โดยเปิดโอกาสให้ผู้ให้ข้อมูลเล่าประสบการณ์ตามลำดับเหตุการณ์ของโครงการ พร้อมใช้คำถามเจาะลึกเพื่อขยายรายละเอียดในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ อุปสรรค และผลลัพธ์ ผู้วิจัยจดบันทึกภาคสนามควบคู่กับการบันทึกเสียงเพื่อเก็บข้อมูลเชิงบริบทและประเด็นที่ผู้ให้ข้อมูลเน้นย้ำ

หลังการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยถอดความเป็นข้อความอย่างเป็นระบบ ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลจากไฟล์บันทึกและบันทึกภาคสนาม และจัดระเบียบข้อมูลแยกตามองค์กรเพื่อเตรียมการวิเคราะห์ โดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลภายในองค์กรเดียวกันและการเปรียบเทียบข้ามองค์กร เพื่อสนับสนุนการสรุปปัจจัยและอุปสรรคที่มีความหมายต่อความสำเร็จของการติดตั้งและใช้งาน IIoT ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

4. การรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ (Interview Data Collection)

การเก็บข้อมูลปฐมภูมิจะใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งเหมาะกับการเก็บข้อมูลเชิงลึกในขณะที่ยังคงโครงสร้างของคำถามหลักไว้ได้ เพื่อให้เปรียบเทียบแบบข้ามองค์กรได้ ในส่วนการเลือกกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก (Purposive Sampling) ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยคัดเลือกสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรมไทยจำนวน 12 องค์กร และในแต่ละองค์กรจะทำการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลัก จำนวน 1 ท่าน ซึ่งเป็นผู้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์และการลงทุนด้านเทคโนโลยี โดยคุณสมบัติของผู้ให้ข้อมูลหลัก มีดังนี้ เป็นผู้บริหาร, ผู้จัดการโรงงาน, ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม ผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้ที่มีอำนาจตัดสินใจโดยตรงเกี่ยวกับการลงทุนด้านเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน เพื่อให้ได้ผู้ให้ข้อมูลที่มีความรู้หรือประสบการณ์ตรงกับการตัดสินใจ และการดำเนินโครงการ IIoT จริงๆ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยใช้คำถามสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งอ้างอิงมาจากกรอบแนวคิดในบทที่ 2 โดยครอบคลุมประเด็นหลัก คือ ข้อมูลทั่วไปขององค์กร ปัจจัยสนับสนุนการตัดสินใจ อุปสรรคที่พบ กระบวนการตัดสินใจและผลลัพธ์ โดยได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ผ่านการนําร่างแนวคำถามสัมภาษณ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนของภาษา และความครอบคลุมของคำถาม เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้งานจริง

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

การวิจัยนี้มีการวิเคราะห์ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลส่วนหลักๆ คือ (1) การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ โดยผลจากการวิเคราะห์จะถูกนำมาสังเคราะห์เพื่อสรุปภาพรวมของปัจจัยและอุปสรรคในการตัดสินใจติดตั้งและนำ IIoT ไปใช้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก (Analysis of Interview Data)

ผู้วิจัยถอดความการสัมภาษณ์เป็นข้อความ และดำเนินการวิเคราะห์เชิงปริมาณตามขั้นตอนที่เป็นที่ยอมรับในวรรณกรรมวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งโดยหลักประกอบด้วย การทำความเข้าใจข้อมูล การค้นหาคำจำกัดเฉพาะ (Keyword) การสร้างรหัสเบื้องต้น (Coding) การค้นหากลุ่ม การทบทวนกลุ่ม การกำหนดกลุ่มที่บรรจุ การทบทวนกลุ่มอีกครั้ง และการเขียนรายงานผล การดำเนินการตามลำดับขั้นดังกล่าวสอดคล้องกับแนวทางการวิเคราะห์ที่เน้นความโปร่งใส ช่วยให้การตีความมีความเป็นระบบ และตรวจสอบได้

ความน่าเชื่อถือของงานวิจัย และจริยธรรมการวิจัย (Trustworthiness & Ethics)

งานวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับความน่าเชื่อถือของการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้แนวทางการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อค้นพบจากหลายมุมมองในชุดข้อมูลสัมภาษณ์ กล่าวคือ ผู้วิจัยพิจารณาความสอดคล้องของประเด็นที่ปรากฏระหว่างผู้ให้ข้อมูลต่างราย และเปรียบเทียบข้อค้นพบแบบข้ามองค์กร เพื่อค้นหารูปแบบร่วมและความแตกต่างที่สะท้อนผลของบริบทองค์กรที่ไม่เหมือนกัน

ในด้านจริยธรรม งานวิจัยนี้มีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์จึงต้องให้ความสำคัญกับการขอความยินยอมโดยผู้ให้ข้อมูล การคุ้มครองความเป็นส่วนตัวและการรักษาความลับของผู้ให้ข้อมูล รวมถึงการประเมินความเสี่ยง-ประโยชน์ของการเข้าร่วมวิจัย ซึ่งเป็นหลักการสำคัญที่ปรากฏในแนวทางจริยธรรมสากล จึงไม่สามารถระบุข้อมูลของผู้ให้สัมภาษณ์ได้จึงกำหนดเป็นสัญลักษณ์แทน เรียงลำดับเริ่มจาก A

บทที่ 4

ผลการวิจัย

บทนี้นำเสนอผลการวิจัยที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ให้ข้อมูลหลักจากองค์กรกรณีศึกษาจำนวน 12 องค์กร ซึ่งประกอบด้วยผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรมที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการพลังงาน และมีส่วนร่วมโดยตรงในการพิจารณา การตัดสินใจ ตลอดจนการติดตั้งและใช้งานระบบ Industrial Internet of Things (IIoT) เพื่อการจัดการพลังงานภายในองค์กร การนำเสนอผลการวิจัยในบทนี้มุ่งสะท้อนทั้งมุมมอง ประสบการณ์ เหตุผลในการตัดสินใจ และข้อจำกัดของแต่ละองค์กรเผชิญ เพื่อให้เห็นภาพรวมของปัจจัยที่ส่งผลต่อการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ในบริบทของภาคอุตสาหกรรมไทยอย่างรอบด้าน

การวิเคราะห์ข้อมูลในบทนี้ดำเนินการโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)ควบคู่กับการวิเคราะห์คำสำคัญ (Keyword Analysis) จากคำตอบในข้อคำถามที่ 1-24 โดยผู้วิจัยได้ถอดความข้อมูลจากการสัมภาษณ์อย่างเป็นระบบ ก่อนนำมาจำแนกประเด็นสำคัญ จัดกลุ่มเนื้อหาตามความหมาย และพิจารณาความถี่ของคำหรือแนวคิดที่ปรากฏร่วมกันในข้อมูล เพื่อสังเคราะห์ให้เห็นทั้งปัจจัยสนับสนุนและอุปสรรคที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจติดตั้งและใช้งานระบบ IIoT อย่างชัดเจน

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังใช้การเปรียบเทียบข้อมูลข้ามกรณีศึกษา เพื่อพิจารณาความเหมือนและความแตกต่างของแต่ละองค์กร ทั้งในด้านบริบทการดำเนินงาน ความพร้อมของทรัพยากร มุมมองของผู้บริหาร ความสามารถของบุคลากร และข้อจำกัดด้านเทคนิคหรือการลงทุน การวิเคราะห์ในลักษณะดังกล่าวช่วยให้สามารถอธิบายได้ว่า เหตุใดบางองค์กรจึงสามารถดำเนินการติดตั้งและใช้งานระบบ IIoT ได้สำเร็จ ขณะที่บางองค์กรอาจยังชะลอการลงทุน ตัดสินใจไม่ดำเนินการ หรือยุติโครงการในภายหลัง

การนำเสนอผลการวิจัยในบทนี้จะแบ่งออกเป็นประเด็นสำคัญตามกรอบการวิเคราะห์ที่ได้จากข้อมูลภาคสนาม โดยครอบคลุมทั้งลักษณะทั่วไปขององค์กรกรณีศึกษา ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่สนับสนุนการตัดสินใจลงทุนและใช้งานระบบ IIoT ตลอดจนอุปสรรคหรือข้อจำกัดที่มีผลต่อการตัดสินใจขององค์กร ทั้งนี้ เพื่อให้ข้อค้นพบที่ได้มีความชัดเจน เป็นระบบ และสามารถนำไปเชื่อมโยงสู่การอธิบายผลและข้อเสนอแนะในบทถัดไปได้เหมาะสม

ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์และองค์กร

ตารางที่ 6 ข้อมูลทั่วไปขององค์กร

ลำดับ	บริษัทที่เข้าไปติดต่อ	ทุนจดทะเบียน (บาท)	ประเภทธุรกิจ	ผลิตภัณฑ์	จำนวนพนักงาน (คน)
1	บริษัท ก	90,000,000 บาท	ประกอบกิจการโรงงานผลิต รับจ้างผลิต แกนคอมมาร์ทยนต์ รวมทั้งชิ้นส่วนอะไหล่ของยานพาหนะทุกชนิด	ผลิตชิ้นส่วนยานพาหนะ (ผลิตชิ้นส่วนระบบกันสะเทือน)	190 คน
2	บริษัท ข	5,550,000 บาท	รับจ้างทำชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยาง	การผลิตผลิตภัณฑ์ยาง รับจ้างทำชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยาง	55 คน
3	บริษัท ค	150,000,000 บาท	ประกอบกิจการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อไก่ สุกร โค กระบือ	การผลิตเนื้อสัตว์และเนื้อสัตว์ปีกด้วยการอบแห้ง การทำเค็มหรือ การรมควัน	901 คน
4	บริษัท ง	1,250,000 บาท	ประกอบกิจการผลิตยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก แชมพู ครีมนวดผม ครีบบาบน้ำ น้ำยาซักผ้า น้ำยาปรับผ้านุ่ม โลชั่น เซรั่ม ครีมทาผิว ครีมกันแดด น้ำหอม ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับสัตว์เลี้ยง รวมทั้งสินค้าอุปโภคอื่นทุกประเภท	การผลิตเครื่องหอม เครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์ในห้องน้ำ	54 คน
5	บริษัท จ	1,311,000,000 บาท	ผลิตเครื่องจักร เครื่องมือ เครื่องทุ่นแรง ยานพาหนะ รวมทั้งชิ้นส่วนอะไหล่ และอุปกรณ์	ประกอบธุรกิจผลิตภัณฑ์โลหะ รวมทั้งชิ้นส่วนโลหะสำหรับยานยนต์และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	> 1000 คน

ตารางที่ 6 ข้อมูลทั่วไปขององค์กร (ต่อ)

ลำดับ	บริษัทที่เข้าไปติดต่อ	ทุนจดทะเบียน (บาท)	ประเภทธุรกิจ	ผลิตภัณฑ์	จำนวนพนักงาน (คน)
6	บริษัท จ	250,000,000 บาท	ประกอบกิจการรับจ้างและผลิตอะไหล่รถยนต์และจักรยานยนต์ทุกชนิดอะไหล่พลาสติกเครื่องใช้ไฟฟ้า	ผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ยานยนต์และเครื่องยนต์	> 2100 คน
7	บริษัท ช	331,368,000 บาท	ประกอบกิจการศูนย์จัดหาจัดซื้อชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ระหว่างประเทศ	การผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์เสริม สำหรับยานยนต์	500 คน
8	บริษัท ช	1,600,000,000 บาท	การผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์เสริมอื่นๆ สำหรับยานยนต์	ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์	> 2,000 คน
9	บริษัท ฉ	100,000,000 บาท	ผลิต จำหน่าย นำเข้า ส่งออก ค้าส่ง ค้าปลีกสินค้า วัตถุดิบ อุปกรณ์ เครื่องใช้สำนักงาน และ ชิ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมเครื่องเขียน เป็นต้น	การผลิตอุปกรณ์เครื่องเขียนจากกระดาษ	100-500 คน
10	บริษัท ญ	300,000,000 บาท	สินค้าจำพวกเหล็กและโลหะทุกชนิดทุกประเภท	การผลิตหลอดท่อฮอลโลว์โพรไฟล์และอุปกรณ์ติดตั้งที่เกี่ยวข้องที่ทำจากเหล็กกล้า	500 คน
11	บริษัท ฎ	130,000,000 บาท	การผลิตเกมและของเล่นอื่นๆ ซึ่งมีได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น	ผลิตภัณฑ์บรรจุพลาสติก	450-500 คน
12	บริษัท ฏ	23,020,000 บาท	ซื้อขายแลกเปลี่ยนซ่อม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรและส่วนประกอบของเครื่องจักร	ประกอบกิจการซื้อขายแลกเปลี่ยน ซ่อมปรับปรุงเปลี่ยนแปลง	37 คน

จากการรวบรวมข้อมูล พบว่าองค์กรที่เข้าร่วมการวิจัยจำนวน 12 แห่ง เป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีความหลากหลายทั้งในด้านขนาดธุรกิจ ประเภทธุรกิจ และจำนวนพนักงาน โดยครอบคลุมอุตสาหกรรมหลัก ได้แก่ อุตสาหกรรมโลหะและชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมยางและพลาสติก อุตสาหกรรมฟอร์จิง และอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์

โดยทุนจดทะเบียนของแต่ละองค์กรที่เข้าร่วม มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ตั้งแต่ระดับ 1 ล้านบาท ไปจนถึงมากกว่า 1,000 ล้านบาท ขณะที่จำนวนพนักงานในองค์กรมีตั้งแต่ระดับ 37 คน ไปจนถึงมากกว่า 2,000 คน แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างครอบคลุมตั้งแต่ธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ไปจนถึงองค์กรขนาดใหญ่ในภาคอุตสาหกรรม

ความหลากหลายดังกล่าวช่วยให้ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์สะท้อนมุมมองที่แตกต่างกันทั้งในเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติการ รวมถึงข้อจำกัดและโอกาสที่แตกต่างกันตามบริบทของแต่ละองค์กร

ตารางที่ 7 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ลำดับ	บริษัทที่เข้าไปติดต่อ	ชื่อ	ตำแหน่ง	แผนก/ฝ่าย	ระยะเวลาทำงาน
1	บริษัท ก	A	Maintenance Supervisor	Maintenance/Utility	3 ปี
2	บริษัท ข	B	General Manager	Factory	7 ปี
3	บริษัท ค	C	Engineer Manager	Engineering	12 ปี
4	บริษัท ง	D	General Manager	Factory	14 ปี
5	บริษัท จ	E	Supervisor	Production	3 ปี
6	บริษัท ฉ	F	Asst. Maintenance Engineer Manager	Maintenance/Utility	6 ปี
7	บริษัท ช	G	Asst. Production Engineer Manager	Production	5 ปี
8	บริษัท ซ	H	Production Engineer	Production	4 ปี
9	บริษัท ฌ	I	Asst. General Manager	Factory	8 ปี
10	บริษัท ญ	J	Asst. Engineering Manager	Engineering	10 ปี
11	บริษัท ฎ	K	Managing Director	Factory	35 ปี
12	บริษัท ฏ	L	Owner	Factory	11 ปี

ในส่วนของผู้ให้สัมภาษณ์ พบว่าผู้ให้ข้อมูลหลักดำรงตำแหน่งในระดับบริหารและระดับหัวหน้างานที่มีบทบาทโดยตรงต่อการบริหารจัดการพลังงานและการตัดสินใจด้านเทคโนโลยี ได้แก่

- Maintenance Supervisor
- Engineer/Engineering Manager
- Production Engineer
- Assistant Manager
- General Manager
- Managing Director / Owner

อีกทั้งระยะเวลาการทำงานของผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละท่านในองค์กร มีตั้งแต่ 3 ปี ไปจนถึง 35 ปี สามารถสะท้อนให้เห็นถึงมุมมองของบุคลากรที่มีประสบการณ์ยาวนานในองค์กร และบุคลากรในระดับปฏิบัติการที่มีบทบาทใกล้ชิดกับกระบวนการผลิตโดยตรง

ลักษณะของตำแหน่งงานเบื้องต้น สามารถบ่งชี้ได้ว่าผู้ให้ข้อมูลนั้นมีส่วนในการตัดสินใจ หรือมีส่วนร่วมโดยตรงในการเสนอแนะ วิเคราะห์ และประเมินความเป็นไปได้ของการติดตั้งโครงการด้าน IIoT และการจัดการพลังงาน จึงทำให้ข้อมูลที่ได้รับมานั้น มีความลึกเชิงบริบท และสามารถสะท้อนปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในระดับองค์กรได้อย่างมีนัยสำคัญ และตรงประเด็น

โครงสร้างคำถามและลักษณะข้อมูลคำตอบ

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) ซึ่งประกอบด้วยคำถามจำนวนทั้งสิ้น 24 ข้อ ครอบคลุมประเด็นด้านนโยบายการจัดการพลังงาน มาตรการที่ใช้อยู่เดิม ทิศนคติต่อเทคโนโลยี IIoT ความพร้อมขององค์กร ปัจจัยการตัดสินใจลงทุน อุปสรรค ข้อจำกัด รวมถึงข้อเสนอแนะและมุมมองเพิ่มเติมจากผู้ให้สัมภาษณ์

ลักษณะของคำตอบที่ได้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) ที่สะท้อนมุมมอง ประสบการณ์ และแนวคิดของผู้ให้สัมภาษณ์ในแต่ละระดับตำแหน่ง ตั้งแต่ระดับปฏิบัติการ วิศวกรรม ไปจนถึงระดับผู้บริหาร ส่งผลให้ข้อมูลที่ได้รับนั้นมีทั้งมุมมองของผู้ปฏิบัติ และมุมมองเชิงนโยบายที่ใช้ในการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ โดยข้อมูลคำตอบทั้งหมดถูกนำมาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ด้วยการสกัดและจัดกลุ่มเป็น Keyword จากนั้นจึงทำการนับความถี่ของ Keyword (Keyword Frequency Analysis) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้ม ประเด็นสำคัญ และ Insight ที่สะท้อนภาพรวมของการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ในการจัดการพลังงานขององค์กรอุตสาหกรรม

กลุ่มตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ประกอบด้วยตำแหน่งงานหลัก ได้แก่ Maintenance Supervisor, Engineer, Engineering Manager, Production Engineer, Assistant Manager, General Manager และ Managing Director, ไปจนถึง Owner โดยกลุ่มองค์กรที่ให้สัมภาษณ์นั้นครอบคลุมกลุ่มอุตสาหกรรมด้านโลหะและยานยนต์ ยางและพลาสติก พอร์ซิจ และบรรจุภัณฑ์ โดยมีทั้งองค์กรขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และ SMEs ซึ่งช่วยให้ข้อมูลสะท้อนทั้งมุมมองเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติ ได้อย่างครบถ้วน โดยผลออกมาดังตารางนี้

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
1	บทบาทและหน้าที่ ความรับผิดชอบหลัก ของท่านในองค์กร มี อะไรบ้าง?	A	Maintenance Supervisor	วางแผนและควบคุมงานซ่อมบำรุง เครื่องจักร/ควบคุมการใช้พลังงาน/แก้ไข ปัญหาเครื่องจักรหน้างาน/ ตรวจสอบ สภาพเครื่องจักรตามรอบแผน
		B	General Manager	บริหารจัดการภาพรวมการดำเนินงาน/ ควบคุมต้นทุนและผลประโยชน์การ/ กำหนดเป้าหมายระยะสั้นและระยะยาว/ ติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน
		C	Engineer Manager	จัดการงานวิศวกรรม/ปรับปรุง กระบวนการผลิต/ปรับปรุงประสิทธิภาพ/ สนับสนุนการผลิตและเทคโนโลยีใหม่/ ประสานงานกับฝ่ายผลิตและซ่อมบำรุง
		D	General Manager	บริหารทรัพยากรงบประมาณ/บริหาร ความเสี่ยง/ผลักดันการปรับปรุงอย่าง ต่อเนื่อง/ติดตามผลการดำเนินงาน/ สนับสนุนการพัฒนาบุคลากร
		E	Supervisor	ควบคุม และปรับปรุงการทำงานหน้างาน/ แก้ไขปัญหาการปฏิบัติงาน/ดูแลคุณภาพ/ รายงานผลการดำเนินงาน/ประสานงาน กับแผนกอื่น
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง/วางแผนงานซ่อม บำรุง/พัฒนาระบบ/พัฒนาทีมงาน/ ปรับปรุงประสิทธิภาพ/ควบคุม และ ติดตามผลงานซ่อมบำรุง/ทำรายงาน
		G	Asst. Production Engineer Manager	บริหารงานผลิต / วางแผนการผลิต / วิเคราะห์ปัญหาและข้อมูล / ปรับปรุงประ สิทธิภาพ / ติดตามผลการผลิต / ควบคุม ต้นทุนการผลิต / พัฒนาระบบการผลิต อย่างต่อเนื่อง
		H	Production Engineer	ปรับปรุงกระบวนการผลิต/ลดของเสียและ เพิ่มผลผลิต/ควบคุมมาตรฐานการผลิต/ นำเทคโนโลยีมาช่วยการผลิต/สนับสนุน การทดลองและพัฒนา/ปรับปรุงเครื่องจักร

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
1 (ต่อ)	บทบาทและหน้าที่ ความรับผิดชอบหลัก ของท่านในองค์กร มี อะไรบ้าง? (ต่อ)	I	Asst. General Manager	ติดตามผลการดำเนินงาน/ขับเคลื่อน นโยบายองค์กร/บริหารงานโครงการ พิเศษ/ส่งเสริมพัฒนาองค์กร/ควบคุม การดำเนินงานตามแผน/ดูแลเรื่องทั่วไป ทั้งหมด
		J	Asst. Engineering Manager	วางแผนและควบคุมโครงการ/ปรับปรุง กระบวนการผลิต/พัฒนาที่มีวิศวกร/จัดทำ รายงานด้านเทคนิค/พัฒนามาตรฐานงาน วิศวกรรม/ติดตามโครงการ
		K	Managing Director	บริหารภาพรวมธุรกิจ/พัฒนาองค์กร/ ติดตามผลการดำเนินงาน/ออกนโยบาย/ สนับสนุนการพัฒนาบุคลากร/ขับเคลื่อน องค์กร/บริหารทรัพยากรองค์กร
		L	Owner	กำหนดทิศทางและนโยบาย/บริหารการ ลงทุนและผลกำไร/ตัดสินใจเชิงกลยุทธ์/ พัฒนาและขยายธุรกิจ/บริหารความเสี่ยง/ วางแผนการเติบโต/กำหนดเป้าหมาย
2	องค์กรของท่านให้ ความสำคัญกับการ จัดการพลังงานมาก น้อยเพียงใด และมี เป้าหมายในเรื่องนี้ อย่างไรบ้าง?	A	Maintenance Supervisor	ให้ความสำคัญมากเป็นนโยบายจาก ผู้บริหาร ไฟฟ้าที่ การลดการใช้ไฟฟ้า/ เป้าหมาย ลดการใช้ไฟฟ้า
		B	General Manager	ให้ความสำคัญ ระดับนโยบาย เพราะ ผูก กับต้นทุนการผลิต/เป้าหมาย ลดการใช้ ไฟฟ้า เพื่อลดต้นทุนการผลิต
		C	Engineer Manager	ให้ความสำคัญระดับสูง มีการลงทุนเพื่อ หาพลังงานทดแทน/เป้าหมาย ลดการใช้ ไฟฟ้า หาพลังงานทดแทน
		D	General Manager	ให้ความสำคัญมากเพราะเป็นความจำเป็น ทางธุรกิจ มีการตรวจวัด และประเมิน/ เป้าหมาย ลดการใช้ไฟฟ้า เพิ่ม ประสิทธิภาพการผลิต
		E	Supervisor	ยังไม่เห็นภาพรวมเชิงนโยบาย แต่ได้รับ การบอกต่อมาเรื่องการประหยัดพลังงาน เป้าหมาย ลดการใช้ไฟฟ้า ควบคุมการ เปิดปิดไฟ

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถามที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ	
2 (ต่อ)	องค์กรของท่านให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใด และมีเป้าหมายในเรื่องนี้อย่างไรบ้าง? (ต่อ)	F	Asst. Maintenance Engineer Manager	สนใจเชิงเทคนิค เป็นนโยบายมาจากผู้บริหาร	
				มองการจัดการพลังงานเป็นส่วนหนึ่งของนโยบายองค์กร เป้าหมาย ลดการใช้ไฟฟ้า	
		G	Asst. Production Engineer Manager	ให้ความสำคัญรองจาก Productivity	
				ควบคุมประสิทธิภาพการทำงานคู่กับ OEE	
		H	Production Engineer	เป้าหมาย ลดการใช้ไฟฟ้า	
				เน้นเฉพาะกระบวนการผลิต ยังไม่มีนโยบายมา	
		I	Asst. General Manager	พลังงานเป็นผลลัพธ์ ไม่ใช่เป้าหมาย	
				ยังไม่ใช่นโยบายหลัก เพราะกำลังจัดการปัญหาเรื่องคนอยู่	
		J	Asst. Engineering Manager	แต่เห็นความสำคัญของพลังงานนะ	
				มีนโยบายลงมาจากผู้บริหารใหญ่ และกระจายไปแต่ละแผนก	
K	Managing Director	เป้าหมาย ลดการใช้ไฟฟ้าให้ได้ปีละ 5%			
		มีนโยบายลงมาจากผู้บริหาร			
3	ทางองค์กรของท่านมีนโยบายด้านพลังงานอย่างไรบ้าง และมีช่องทางการสื่อสารอย่างไร?	A	Maintenance Supervisor	กำหนดเป้าหมายเป็นต่อหน่วยการผลิต	
				ยังไม่สนใจ	
		B	General Manager	เพราะเครื่องจักรยังไม่มาก แต่มีการลดพลังงานด้วยการปิดไฟตอนกลางวัน	
				ลดการใช้ไฟฟ้า	
		C	Engineer Manager	แจ้งผ่านการประชุมแผนก	
				ลดค่าไฟ/ลดต้นทุนต่อหน่วย	
					ประชุมผู้จัดการ และแจ้งผ่านที่ประชุม, สื่อสารเป็นเป้าหมายรายเดือน, ucxtxt=kly,ryoTN
					นโยบายเชิงโครงการ โดยเน้นการจัดการพลังงานทดแทน และควบคุมการใช้ไฟฟ้า
					เอกสารอนุมัติลงทุน รายงานผลการประหยัดให้ผู้บริหารรับทราบ

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
3 (ต่อ)	ทางองค์กรของท่านมีนโยบายด้านพลังงานอย่างไรบ้าง และมีช่องทางการสื่อสารอย่างไร? (ต่อ)	D	General Manager	นโยบายธุรกิจ มีการตรวจเช็คค่าไฟฟ้าในแต่ละวัน Monitoring ตลอด
				หากมีวันใดสูงจะสอบถามจากแผนกนั้นๆ รายงานวัดผลรายวัน และเดือน
		E	Supervisor	มีแนวปฏิบัติในแผนกอยู่แล้ว เป็นการรณรงค์มากกว่า
				สื่อสารปากเปล่า ป้ายเตือนการปิดไฟ
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	มีนโยบายระดับบน และแผนกซ่อมบำรุงเป็นตัวหลัก
				ถ่ายทอดผ่านหัวหน้าแผนก สั่งผ่านการประชุม
		G	Asst. Production Engineer Manager	นโยบายผูกกับ KPI การผลิต และ KPI แผนก
				สื่อสารผ่าน OEE Board, Daily Meeting
		H	Production Engineer	มีแนวปฏิบัติในแผนกอยู่แล้ว เรื่องการปิดไฟตอนพัก เป็นการรณรงค์มากกว่า
				แจ้งให้ประหยัดไฟ ปิดเครื่องจักร ผ่านทางแผนกผลิต
		I	Asst. General Manager	ไฟก๊สที่ต้นทุนก่อน การจัดการคน
				สื่อสารในระดับผู้จัดการก่อน แล้วถ่ายทอดแต่ละแผนก ผ่านการประชุม
		J	Asst. Engineering Manager	มี Target การลดพลังงานชัดเจน 5%/ปี มีนโยบาย/เป้าหมายจริง
				มีประชุมผู้จัดการ สื่อสารผ่านการมอนิเตอร์การใช้ไฟฟ้า KPI Board, Monthly Report
		K	Managing Director	จัดตั้งคณะกรรมการพลังงานคอยควบคุม
				จัดทำ KPI ค่าไฟฟ้าต่อชิ้นงานทุกเดือน
		L	Owner	ไม่มีนโยบายเชิงระบบ เป็น พฤติกรรมประหยัดแบบพื้นฐานขับเคลื่อนด้วยเจ้าของ
				กำชับพนักงานหน้างานทั้งหมด

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
4	ที่ผ่านมาองค์กรเคย มีโครงการหรือ มาตรการอะไรบ้างใน การลดการใช้พลังงาน ก่อนที่จะรู้จักกับ IIoT?	A	Maintenance Supervisor	มาตรการพื้นฐานด้านการซ่อมบำรุง PM เครื่องจักร
				การรณรงค์ปิดไฟ/ปิดเครื่องเมื่อไม่ใช้งาน
		B	General Manager	มีการกำหนดมาตรการควบคุมค่าไฟฟ้า การควบคุมการใช้งานเครื่องจักรในเวลา ผลิต
				การตั้งเป้าหมายลดต้นทุนพลังงาน เป็น การบริหารเชิงนโยบายมากกว่าการใช้ ระบบ
		C	Engineer Manager	ใช้พลังงานทดแทนบางส่วนอาศัยการ วิเคราะห์เชิงวิศวกรรม ติดตั้ง Solar Cell
				มีการเชื่อมโยงข้อมูลแบบ Real-time สามารถดูได้ทุกที่
		D	General Manager	มีการตรวจวัดและติดตามการใช้พลังงาน ในภาพรวมของโรงงานผ่านเทคโนโลยี
				วิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงาน ตรวจสอบค่าไฟฟ้ารายเดือน
		E	Supervisor	การกำชับพนักงานปิดไฟและอุปกรณ์เมื่อ ไม่ใช้งาน
				การควบคุมพฤติกรรมการใช้พลังงานใน หน่วยงาน
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	การลดการสูญเสียพลังงานจากเครื่องจักร การปรับตั้งค่าการทำงานของอุปกรณ์
				หาพลังงานทดแทน ติดตั้ง Solar Cell
		G	Asst. Production Engineer Manager	มีการดำเนินกิจกรรม Kaizenต่างๆ การ ปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่ม OEE
				มีการควบคุมการใช้ไฟฟ้า วางแผนการ ผลิตให้สะท้อนการควบคุม
		H	Production Engineer	การปิดไฟตอนพัก
				ไม่มีการมอนิเตอร์การใช้ไฟ

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
4 (ต่อ)	ที่ผ่านมามีโครงการหรือมาตรการอะไรบ้างในการลดการใช้พลังงานก่อนที่จะรู้จักกับ IoT? (ต่อ)	I	Asst. General Manager	การปิดไฟ ปิดเครื่องจักรตอนพัก ยังไม่มีโครงการหรือระบบจัดการพลังงานที่ชัดเจน
				เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและการควบคุมงบประมาณ
		J	Asst. Engineering Manager	การปรับปรุงวิธีการใช้งานเครื่องจักรและการรายงานผลเป็นรายเดือน
				อาศัยการจดหน่วยไฟฟ้าที่ตู้ MDB
		K	Managing Director	ติดตั้ง Solar Cell มอนิเตอร์ค่าไฟฟ้าจากเว็บการไฟฟ้า ติดตั้งมิเตอร์แยก
				ใช้มาตรการประหยัดพลังงานในรูปแบบพื้นฐาน
5	องค์กรของท่านมีทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยีดิจิทัลหรือระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตอย่างไรบ้าง?	A	Maintenance Supervisor	การปิดไฟและอุปกรณ์ ลดการใช้งานเครื่องจักรที่ไม่จำเป็น
				มีทัศนคติเชิงบวกต่อเทคโนโลยีดิจิทัลในการซ่อมบำรุง
		B	General Manager	การลงทุนต้องคุ้มค่าและไม่ซับซ้อนต่อการใช้งาน
				เทคโนโลยีดิจิทัลและระบบอัตโนมัติช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิต
		C	Engineer Manager	การตัดสินใจนำมาใช้จะพิจารณาจากความคุ้มค่าและผลกระทบต่อการใช้งานธุรกิจ
				เป็นเครื่องมือสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต
		D	General Manager	การจัดการพลังงาน และการตัดสินใจเชิงวิศวกรรมจากข้อมูลจริง
				เห็นความสำคัญของเทคโนโลยีดิจิทัลในฐานะเครื่องมือสนับสนุนการบริหารจัดการ
				เห็นว่าควรมีอย่างยิ่ง ช่วยให้ทำงานง่ายขึ้น

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
5 (ต่อ)	องค์กรของท่านมี ทัศนคติต่อการนำ เทคโนโลยีดิจิทัลหรือ ระบบอัตโนมัติเข้ามา ใช้ในกระบวนการ ผลิตอย่างไรบ้าง? (ต่อ)	E	Supervisor	เทคโนโลยีจะช่วยให้งานง่ายขึ้น แต่ยังมี ความกังวลเรื่องความเข้าใจของพนักงาน ความยุ่งยากในการใช้งาน และจะต้องมี คนมาคอยดูแล
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ช่วยยกระดับงานซ่อมบำรุงและการจัดการ เครื่องจักรได้
				แต่การนำมาใช้ต้องสอดคล้องกับ โครงสร้าง เครื่องจักร และความพร้อมของ บุคลากร
		G	Asst. Production Engineer Manager	มีทัศนคติเชิงบวกต่อระบบดิจิทัลที่ช่วย เพิ่ม Productivity และ OEE
				ระบบต้องสนับสนุนการตัดสินใจ และการ ปรับปรุงกระบวนการผลิตได้
		H	Production Engineer	เทคโนโลยีดิจิทัลมีประโยชน์ต่อการ ควบคุมกระบวนการผลิต
				มองว่าเป็นเครื่องมือเสริมมากกว่าความ จำเป็นหลัก
		I	Asst. General Manager	การนำมาใช้ต้องพิจารณาความพร้อมด้าน งบประมาณ บุคลากร และการ เปลี่ยนแปลง
				และการใช้งานต้องไม่กระทบต่อการ ทำงานประจำวัน
		J	Asst. Engineering Manager	เห็นด้วยกับการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ เพื่อสนับสนุน จัดการและการควบคุม
				จำเป็นต้องมีการสื่อสารและการถ่ายทอด ความรู้ที่ชัดเจน ไม่กระทบต่อการทำงาน
		K	Managing Director	มีการตรวจสอบข้อมูลจากเครื่องจักร มี การติดตั้ง robot 2-3 ตัว
				โดยเทคโนโลยีต้องสามารถวัดผลลัพธ์และ ความคุ้มค่าได้อย่างชัดเจน
		L	Owner	ให้ความสำคัญกับความง่ายในการใช้งาน และผลลัพธ์ที่เห็นได้ชัด

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
6	อะไรคือจุดเริ่มต้นที่ทำให้องค์กรของท่านเริ่มให้ความสนใจหรือพิจารณาการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ในการจัดการพลังงาน? (เช่น ปัญหาต้นทุนพลังงานสูง, นโยบายบริษัทแม่, การแนะนำจากภายนอก)	A	Maintenance Supervisor	ไม่สามารถบอกได้ชัดเจนว่าเครื่องใดใช้พลังงานสูงผิดปกติ ทำให้เริ่มสนใจระบบ
				ที่สามารถติดตามข้อมูลพลังงานของเครื่องจักรได้แบบต่อเนื่อง
		B	General Manager	ค่าไฟฟ้าและต้นทุนพลังงานที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การควบคุมต้นทุนไม่เพียงพอ
				จึงเริ่มมองหาเทคโนโลยีที่ช่วยให้เห็นข้อมูลเชิงลึกมากขึ้น
		C	Engineer Manager	ต้องการข้อมูลพลังงานที่เชื่อมโยงกับกระบวนการผลิตและสภาพการทำงาน
				ของเครื่องจักร
		D	General Manager	การติดตามการใช้พลังงานด้วยวิธีเดิมเริ่มไม่สอดคล้องกับความซับซ้อนของระบบ
				มีการใช้พลังงานมากขึ้น และมีนโยบายออกมาโดยอาศัยความช่วยเหลือจากภายนอก
		E	Supervisor	รณรงค์เพียงอย่างเดียวไม่พอ ทำให้เริ่มสนใจระบบที่สามารถแสดงผลการใช้พลังงาน
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ปัญหาการสูญเสียพลังงานที่ไม่สามารถตรวจพบได้ทันทีจากการตรวจเช็ค
				ทำให้เริ่มมองหาเทคโนโลยีที่ช่วยแจ้งเตือนและติดตามข้อมูลแบบ Real-time
		G	Asst. Production Engineer Manager	ความต้องการลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตและเชื่อมโยงข้อมูลพลังงานเข้า
				กับ OEE เป็นปัจจัยที่ทำให้องค์กรเริ่มสนใจ IoT
		H	Production Engineer	ไม่สามารถระบุจุดที่เกิดความสูญเสียได้ชัดเจน จึงเริ่มมองหาเทคโนโลยีมาช่วย
		I	Asst. General Manager	ต้องการข้อมูลที่เชื่อถือได้มากขึ้น แต่ไม่มีคนช่วยเก็บ
				จึงเริ่มพิจารณา IoT เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
6 (ต่อ)	อะไรคือจุดเริ่มต้นที่ทำให้องค์กรของท่านเริ่มให้ความสนใจหรือพิจารณาการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ในการจัดการพลังงาน? (เช่น ปัญหาต้นทุนพลังงานสูง, นโยบายบริษัทแม่, การแนะนำจากภายนอก) (ต่อ)	J	Asst. Engineering Manager	เป้าหมายการลดพลังงานขององค์กรไม่สามารถติดตามผลได้ชัดเจน
				เริ่มมองหาเทคโนโลยีที่ช่วยเก็บและรายงานข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ
		K	Managing Director	ความจำเป็นในการกำหนด KPI ด้านพลังงานและติดตามผลการดำเนินงาน
				เป็นแรงผลักดันหลักที่ทำให้องค์กรสนใจการนำ IoT มาใช้
7	ท่านและทีมงานมีขั้นตอนในการศึกษาและหาข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยี IIoT นี้อย่างไรบ้าง? (เช่น ศึกษาผ่านอินเทอร์เน็ต, ติดต่อผู้ขาย)	L	Owner	ค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและความต้องการเห็นข้อมูลการใช้พลังงาน
		A	Maintenance Supervisor	ผ่านอินเทอร์เน็ต และผ่านผู้ขาย
		B	General Manager	ผ่านอินเทอร์เน็ต
		C	Engineer Manager	ผ่านผู้ขายเข้ามาติดต่อ
		D	General Manager	ผู้บริหารนำเข้ามาเอง
		E	Supervisor	ผ่านอินเทอร์เน็ต
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ผ่านผู้ขายเข้ามาติดต่อ
		G	Asst. Production Engineer Manager	ผ่านอินเทอร์เน็ต และผ่านผู้ขาย
		H	Production Engineer	ผ่านผู้ขายเข้ามาติดต่อ
		I	Asst. General Manager	ผ่านผู้ขายเข้ามาติดต่อ

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
7 (ต่อ)	ท่านและทีมงานมี ขั้นตอนในการศึกษา และหาข้อมูลเกี่ยวกับ เทคโนโลยี IIoT นี้ อย่างไรบ้าง? (เช่น ศึกษาผ่าน อินเทอร์เน็ต, ติดต่อ ผู้ขาย) (ต่อ)	J	Asst. Engineering Manager	ผ่านอินเทอร์เน็ต และผ่านผู้ขายเข้ามา ติดต่อ
		K	Managing Director	ผ่านผู้ขายเข้ามาติดต่อ
		L	Owner	ผ่านผู้ขายเข้ามาติดต่อ
8	เมื่อท่านได้รับข้อมูล ครบถ้วนแล้ว ท่าน พิจารณาอะไรเป็น ปัจจัยสำคัญในการ เลือกใช้บริการ และ ติดตั้งระบบ? (ท่าน สามารถตอบได้หลาย ปัจจัย แต่กรุณา เรียงลำดับความ สำคัญของปัจจัยจาก มากไปน้อย)	A	Maintenance Supervisor	ต้นทุน ความง่ายในการติดตั้งและใช้งาน ความแม่นยำของข้อมูล และความสามารถ ในการนำไปใช้แก้ปัญหาเครื่องจักรได้จริง
		B	General Manager	ความคุ้มค่าการลงทุน ผลกระทบต่อการ ลดต้นทุนพลังงาน และความน่าเชื่อถือ ของผู้ให้บริการ
		C	Engineer Manager	ต้นทุน ความถูกต้องของข้อมูล ความสามารถในการเชื่อมโยงกับ กระบวนการผลิต
		D	General Manager	ความเสถียรของระบบ ความคุ้มค่าใน ระยะยาว และความพร้อมในการสนับสนุน หลังการติดตั้ง
		E	Supervisor	ความง่ายต่อการใช้งานของพนักงานหน้า งาน และการแสดงผลข้อมูลที่เข้าใจได้ ชัดเจน
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ต้นทุน ความสามารถในการแจ้งเตือน ความผิดปกติแบบ Real-time และการ ช่วยลดภาระงาน
		G	Asst. Production Engineer Manager	ความสามารถของระบบในการเชื่อมโยง ข้อมูลพลังงานกับ OEE และการปรับปรุง ประสิทธิภาพการผลิต
		H	Production Engineer	ความสอดคล้องของระบบกับกระบวนการ ผลิต และการไม่รบกวนการทำงาน ประจำวันของพนักงาน

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
8 (ต่อ)	เมื่อท่านได้รับข้อมูลครบถ้วนแล้ว ท่านพิจารณาอะไรเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้บริการ และติดตั้งระบบ? (ท่านสามารถตอบได้หลายปัจจัย แต่กรุณาเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยจากมากไปน้อย) (ต่อ)	I	Asst. General Manager	ความชัดเจนของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ ความคุ้มค่า และความพร้อมขององค์กรในการรองรับการเปลี่ยนแปลง
		J	Asst. Engineering Manager	ต้นทุน ความสามารถในการเก็บ วิเคราะห์ และรายงานข้อมูลอย่างเป็นระบบ รวมถึงการสนับสนุนด้านเทคนิคจากผู้ให้บริการ
		K	Managing Director	ความสามารถในการนำข้อมูลไปใช้ กำหนด KPI วัดผลได้จริง และผลตอบแทนต่อการแข่งขันขององค์กรในระยะยาว
		L	Owner	ราคาที่เหมาะสม ความง่ายในการใช้งาน และผลลัพธ์ที่สามารถเห็นได้ชัดเจนในระยะสั้น
9	อะไรคือปัจจัย ตัดสินใจที่ทำให้ผู้บริหารระดับสูงอนุมัติการลงทุนในโครงการนี้?	A	Maintenance Supervisor	ข้อจำกัดด้านงบประมาณและความกังวลว่าระบบจะซับซ้อนเกินไป สำหรับการใช้งานในหน่วยงาน
		B	General Manager	-
		C	Engineer Manager	พิสูจน์ได้ชัดเจนว่าช่วยประหยัดพลังงานได้จริง
				ไม่ต้องเพิ่มพนักงานมารับผิดชอบ คุ้มค่าในการลงทุน เวลาคืนทุนชัดเจน
		D	General Manager	การสนับสนุนจากภาครัฐ เขียนขอเงินมาช่วยในโครงการ
		E	Supervisor	-
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ข้อจำกัดด้านบุคลากรและเวลาที่ต้องใช้ในการดูแลระบบเพิ่มเติมจากงานประจำ
				การซัพพอร์ต
		G	Asst. Production Engineer Manager	-

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
9 (ต่อ)	อะไรคือปัจจัย ตัดสิน ที่ทำให้ผู้บริหาร ระดับสูงอนุมัติการ ลงทุนในโครงการนี้? (ต่อ)	H	Production Engineer	-
		I	Asst. General Manager	-
		J	Asst. Engineering Manager	ความไม่ชัดเจนด้านขอบเขตงาน ความ รับผิดชอบ และการสนับสนุน
				หลังการติดตั้งจากผู้ให้บริการ
		K	Managing Director	มีการพิสูจน์ได้ชัดเจนว่าช่วยประหยัด พลังงานได้จริง โดยไม่กระทบการบริหาร
				ไม่ต้องเพิ่มพนักงานมารับผิดชอบ คุ่มค่า ในการลงทุน เวลาคืนทุนชัดเจน
		L	Owner	-
10	อะไรคือสาเหตุ ตัดสิน ที่ทำให้องค์กรของ ท่านเลือกที่จะไม่ ลงทุน/รับโครงการ IIoT นี้ไป?	A	Maintenance Supervisor	--
		B	General Manager	ยังไม่เห็นผลตอบแทนการลงทุน ที่ชัดเจน เมื่อเทียบกับต้นทุน
		C	Engineer Manager	-
		D	General Manager	-
		E	Supervisor	พนักงานหน้างานยังขาดความรู้และความ พร้อมในการใช้งานเทคโนโลยีใหม่
				ไม่มีบุคลากรดูแล
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	-
		G	Asst. Production Engineer Manager	กังวลว่าการติดตั้งระบบอาจกระทบต่อ ความต่อเนื่องของกระบวนการผลิต

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
10 (ต่อ)	อะไรคือสาเหตุ ตัดสิน ที่ทำให้องค์กรของ ท่านเลือกที่จะไม่ ลงทุน/ระงับโครงการ IIoT นี้ไป? (ต่อ)	H	Production Engineer	ยังไม่เป็นประเด็นเร่งด่วนเมื่อเทียบกับ ปัญหาด้านคุณภาพและการผลิตในด้าน อื่น
				สามารถทำ Kaizen ในส่วนอื่นที่เกิด ประโยชน์มากกว่า
		I	Asst. General Manager	องค์กรยังไม่มีความพร้อมด้านการ เปลี่ยนแปลง เนื่องจากยังไม่มีพนักงาน ประจำ
		J	Asst. Engineering Manager	-
		K	Managing Director	-
		L	Owner	มองว่ายังไม่จำเป็น ไม่คุ้มกับการติดตั้ง
11	ก่อนตัดสินใจลงทุน ท่านคาดหวังว่าจะ ได้รับประโยชน์หรือ ความได้เปรียบอะไร จากการใช้ IIoT? (เช่น การลดต้นทุน, การเพิ่มประสิทธิภาพ การปรับปรุงคุณภาพ)	A	Maintenance Supervisor	สามารถตรวจสอบการใช้พลังงานของ เครื่องจักรได้ชัดเจน ช่วยลดการทำงาน ผิดพลาด
				ลดต้นทุนได้
		B	General Manager	ลดต้นทุนพลังงานในภาพรวม และมีข้อมูล สนับสนุนการตัดสินใจด้านการบริหาร
				อย่างเป็นระบบ
		C	Engineer Manager	ได้ข้อมูลพลังงานที่ถูกต้องและเชื่อมโยง กับกระบวนการผลิต
				ลดต้นทุนด้านการใช้พลังงาน
		D	General Manager	เพิ่มความสามารถในการควบคุมและ ติดตามการใช้พลังงาน พร้อมทั้งยกระดับ
				ประสิทธิภาพการดำเนินงานขององค์กร
		E	Supervisor	ช่วยให้การควบคุมการใช้พลังงานในหน้า งานทำได้ง่ายขึ้น
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ช่วยลดภาระงานซ่อมบำรุงและลดการ สูญเสีย
				แจ้งเตือนความผิดปกติด้านพลังงานแบบ Real-time ได้

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
11 (ต่อ)	ก่อนตัดสินใจลงทุน ท่านคาดหวังว่าจะ ได้รับประโยชน์หรือ ความได้เปรียบอะไร จากการใช้ IIoT? (เช่น การลดต้นทุน, การเพิ่มประสิทธิภาพ การปรับปรุงคุณภาพ) (ต่อ)	G	Asst. Production Engineer Manager	เชื่อมโยงข้อมูลพลังงานกับ OEE
				ใช้ข้อมูลเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ กระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง
		H	Production Engineer	ช่วยลดการสูญเสียพลังงานที่ไม่จำเป็น ลด ต้นทุนการผลิตได้
		I	Asst. General Manager	ได้ข้อมูลที่ชัดเจนสำหรับการวางแผนและ บริหารต้นทุนพลังงานในระยะยาว
		J	Asst. Engineering Manager	เพิ่มความสามารถในการติดตาม วิเคราะห์ และรายงานข้อมูลพลังงาน
				เพื่อใช้ในการตัดสินใจและปรับปรุงระบบ การทำงาน
		K	Managing Director	การลดต้นทุน, การเพิ่มประสิทธิภาพ, การปรับปรุงคุณภาพ และระดับการ บริหาร
12	ผลที่ได้จริงเป็นไป ตามที่ท่านคาดหวังไว้ หรือไม่?	L	Owner	การลดต้นทุนพลังงานไฟฟ้า
		A	Maintenance Supervisor	ได้ผลบางส่วน สามารถเห็นพฤติกรรมการใช้ พลังงานของเครื่องจักรชัดเจน
		B	General Manager	-
		C	Engineer Manager	ผลลัพธ์ดีกว่าที่คาดหวัง โดยเฉพาะด้าน ข้อมูลเชิงลึกและการนำไปใช้
				ปรับปรุงกระบวนการผลิต
		D	General Manager	ลดต้นทุนด้านพลังงานได้มากกว่าที่ คาดหวังไว้
		E	Supervisor	-
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	เห็นผลชัดเจนในด้านการตรวจพบความ ผิดปกติและการลดการสูญเสียพลังงาน
				-
		G	Asst. Production Engineer Manager	-

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
12 (ต่อ)	ผลที่ได้จริงเป็นไปตามที่ท่านคาดหวังไว้หรือไม่? (ต่อ)	H	Production Engineer	-
		I	Asst. General Manager	-
		J	Asst. Engineering Manager	ข้อมูลที่ได้ช่วยให้การวิเคราะห์และรายงานมีความเป็นระบบมากขึ้น
				ลดต้นทุนด้านพลังงานได้มากกว่าที่คาดหวังไว้
		K	Managing Director	ลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพได้จริง
		L	Owner	-
13	ระบบ IIoT ที่ท่านพิจารณาเลือกใช้ มีความเข้ากันได้กับเครื่องจักรหรือระบบเดิมที่มีอยู่มากน้อยเพียงใด? มีปัญหาในการเชื่อมต่อกับระบบเก่าหรือไม่?	A	Maintenance Supervisor	ไม่มี
		B	General Manager	-
		C	Engineer Manager	ไม่มี
		D	General Manager	ไม่มี
		E	Supervisor	-
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ไม่มี
		G	Asst. Production Engineer Manager	-
		H	Production Engineer	-
		I	Asst. General Manager	-

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
13 (ต่อ)	ระบบ IIoT ที่ท่าน พิจารณาเลือกใช้ มี ความเข้ากันได้กับ เครื่องจักรหรือระบบ เดิมที่มีอยู่มากน้อย เพียงใด? มีปัญหาใน การเชื่อมต่อกับระบบ เก่าหรือไม่? (ต่อ)	J	Asst. Engineering Manager	ไม่มี
		K	Managing Director	ไม่มี
		L	Owner	-
14	ท่านเคยได้รับหรือ พิจารณาใช้มาตรการ สนับสนุนจากภาครัฐ (เช่น การลดหย่อน ภาษี, เงินทุนช่วย เหลือ) หรือไม่? มาตรการเหล่านี้มีผล ต่อการตัดสินใจของ ท่านมากน้อย เพียงใด?	A	Maintenance Supervisor	ไม่มี
		B	General Manager	มีในแนวทางการลดภาษี
		C	Engineer Manager	ไม่มี
		D	General Manager	มีการใช้ขอการสนับสนุนจากองค์กร ภาครัฐ ชื่อคณะกรรมการส่งเสริมการ ลงทุน (BOI)
				ช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือจากการทำ project ส่งให้ทาง BOI
		E	Supervisor	ไม่มี
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ไม่มี
		G	Asst. Production Engineer Manager	ไม่มี
		H	Production Engineer	ไม่มี
		I	Asst. General Manager	ไม่มี

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
14 (ต่อ)	ท่านเคยได้รับหรือพิจารณาใช้มาตรการสนับสนุนจากภาครัฐ (เช่น การลดหย่อนภาษี, เงินทุนช่วยเหลือ) หรือไม่? มาตรการเหล่านี้มีผลต่อการตัดสินใจของท่านมากน้อยเพียงใด? (ต่อ)	J	Asst. Engineering Manager	มีในแนวทางการลดภาษี
		K	Managing Director	มีในแนวทางการลดภาษี และการลงทุนเครื่องจักรใหม่
		L	Owner	ไม่มี
15	การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงมีบทบาทสำคัญต่อโครงการน้อยอย่างไรบ้าง?	A	Maintenance Supervisor	มีผลเป็นอย่างสูง
		B	General Manager	-
		C	Engineer Manager	มีผลเป็นอย่างสูง
		D	General Manager	มีผลเป็นอย่างสูง
		E	Supervisor	-
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	มีผลเป็นอย่างสูง
		G	Asst. Production Engineer Manager	-
		H	Production Engineer	-
		I	Asst. General Manager	-

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
15 (ต่อ)	การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงมีบทบาทสำคัญต่อโครงการนี้อย่างไรบ้าง? (ต่อ)	J	Asst. Engineering Manager	มีผลเป็นอย่างสูง ในด้านการตัดสินใจ
		K	Managing Director	มีผลเป็นอย่างสูง ช่วยวางแผนเป้าหมายในการติดต่อกับภาครัฐ
		L	Owner	-
16	ทีมงานหรือบุคลากรในองค์กรมีความพร้อมหรือมีส่วนร่วมกับการนี้มากน้อยเพียงใด?	A	Maintenance Supervisor	ต้องรับการอบรมการใช้งาน และการซ่อมแซม
		B	General Manager	-
		C	Engineer Manager	ให้ทางทีมที่มาติดตั้งช่วยซัพพอร์ต
		D	General Manager	ให้ทางซัพพลายเออร์ช่วยซัพพอร์ต ทำข้อมูล และการแก้ไขปัญหา
		E	Supervisor	-
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	มีความพร้อมในระดับปานกลาง สามารถร่วมโครงการได้แต่ยังต้องอาศัย
				การสนับสนุนด้านเทคนิคจากภายนอก
		G	Asst. Production Engineer Manager	-
		H	Production Engineer	-
		I	Asst. General Manager	
		J	Asst. Engineering Manager	ทีมงานมีความพร้อมในระดับหนึ่ง แต่ยังต้องพึ่งพาซัพพลายเออร์ในการแก้ปัญหา
				การตั้งค่า
		K	Managing Director	ให้ทางซัพพลายเออร์ช่วยทำข้อมูล
		L	Owner	-

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
17	สำหรับท่านอะไรคือความท้าทายด้านต้นทุน ที่ใหญ่ที่สุด? (ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น เช่น Hardware, Software, ค่าติดตั้ง หรือค่าใช้จ่ายต่อเนื่อง เช่น ค่าบริการ, ค่าบำรุงรักษา) ?	A	Maintenance Supervisor	ค่าฮาร์ดแวร์
		B	General Manager	-
		C	Engineer Manager	ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น ทั้ง Hardware , Software
		D	General Manager	ด้าน Software
		E	Supervisor	-
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ค่า Hardware เนื่องจากต้องเปลี่ยนหลายตัว
		G	Asst. Production Engineer Manager	-
		H	Production Engineer	-
		I	Asst. General Manager	-
		J	Asst. Engineering Manager	ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น ทั้ง Hardware , Software
		K	Managing Director	ค่า Hardware เนื่องจากต้องเปลี่ยนหลายตัว
		L	Owner	-

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
18	ท่านเคยพบปัญหาเกี่ยวกับความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานภายในโรงงานหรือไม่? (เช่น สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร, ระบบเครือข่ายเดิมไม่รองรับ)	A	Maintenance Supervisor	ไม่มี
		B	General Manager	ไม่มี
		C	Engineer Manager	ไม่มี
		D	General Manager	ไม่มี
		E	Supervisor	ไม่มี
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ไม่มี
		G	Asst. Production Engineer Manager	ไม่มี
		H	Production Engineer	ไม่มี
		I	Asst. General Manager	ไม่มี
		J	Asst. Engineering Manager	ไม่มี
		K	Managing Director	ไม่มี
		L	Owner	ไม่มี

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
19	การจัดการกับข้อมูล จำนวนมหาศาลที่ได้ จากระบบ เป็นความ ท้าทายสำหรับองค์กร หรือไม่? (เช่น ด้าน การจัดเก็บ, การ ประมวลผล)	A	Maintenance Supervisor	ไม่มี
		B	General Manager	ไม่มี
		C	Engineer Manager	ไม่มี
		D	General Manager	ไม่มี
		E	Supervisor	ไม่มี
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ไม่มี
		G	Asst. Production Engineer Manager	ไม่มี
		H	Production Engineer	ไม่มี
		I	Asst. General Manager	ไม่มี
		J	Asst. Engineering Manager	ไม่มี
		K	Managing Director	ไม่มี
		L	Owner	ไม่มี

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
20	องค์กรของท่านมีบุคลากรที่มีทักษะความรู้เพียงพอในการจัดการระบบ IIoT หรือไม่? หรือต้องมีการฝึกอบรมเพิ่มเติมอย่างไร?	A	Maintenance Supervisor	มีเพียงพอกำลังอบรม
		B	General Manager	-
		C	Engineer Manager	มีเพียงพอกำลังอบรม
		D	General Manager	มีเพียงพอกำลังอบรม
		E	Supervisor	-
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	มีเพียงพอกำลังอบรม ทำควบคู่กับการทำ ISO
		G	Asst. Production Engineer Manager	-
		H	Production Engineer	-
		I	Asst. General Manager	-
		J	Asst. Engineering Manager	มีเพียงพอกำลังอบรม
		K	Managing Director	ไม่เพียงพอ ต้องรับคนมาเพิ่ม
		L	Owner	-

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
21	ท่านเคยพบกับการ ต่อต้านการ เปลี่ยนแปลงจาก พนักงานหรือไม่? ถ้ามีท่านมีวิธีการ อย่างไร?	A	Maintenance Supervisor	เคย พนักงานมองว่ามาเพิ่มงานให้ตนเอง
		B	General Manager	-
		C	Engineer Manager	เคย พนักงานมองว่ามาเพิ่มงานให้ตนเอง
		D	General Manager	ไม่เคย
		E	Supervisor	-
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	เคย พนักงานมองว่ามาเพิ่มงานให้ตนเอง
		G	Asst. Production Engineer Manager	-
		H	Production Engineer	-
		I	Asst. General Manager	-
		J	Asst. Engineering Manager	ไม่เคย
		K	Managing Director	เคย ต้องหาผู้บริหารที่เข้าใจระบบใหม่
		L	Owner	-

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
22	ท่านมีความกังวลเกี่ยวกับประเด็นด้านความปลอดภัยของข้อมูลหรือความเป็นส่วนตัวของข้อมูลมากน้อยเพียงใด?	A	Maintenance Supervisor	ไม่มี
		B	General Manager	ไม่มี
		C	Engineer Manager	ไม่มี
		D	General Manager	ไม่มี
		E	Supervisor	ไม่มี
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ไม่มี
		G	Asst. Production Engineer Manager	ไม่มี
		H	Production Engineer	ไม่มี
		I	Asst. General Manager	ไม่มี
		J	Asst. Engineering Manager	ไม่มี
		K	Managing Director	ไม่มี
		L	Owner	ไม่มี

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
23	หากท่านจะให้ คำแนะนำกับบริษัท อื่นในอุตสาหกรรม เดียวกันที่กำลัง พิจารณาจะติดตั้ง ระบบ IIoT ท่านจะมี คำแนะนำหรือข้อควร ระวังอะไรเป็นพิเศษ บ้าง?	A	Maintenance Supervisor	ควรเริ่มจากระบบที่ใช้งานง่าย วัตถุประสงค์ จริง และมีแผนอบรมการใช้งานให้กับ พนักงานอย่างชัดเจน
		B	General Manager	ควรกำหนดเป้าหมายและตัวชี้วัดที่ชัดเจน ก่อนลงทุน
		C	Engineer Manager	ควรตรวจสอบความพร้อมของระบบเดิม และโครงสร้างข้อมูล
				เลือกผู้ให้บริการที่มีความน่าเชื่อถือ
		D	General Manager	ควรเลือกผู้ให้บริการที่มีความน่าเชื่อถือ และสามารถสนับสนุนได้ระยะยาว
				ไม่เน้นเฉพาะราคาติดตั้ง
		E	Supervisor	ควรคำนึงถึงความเข้าใจของพนักงานหน้า งาน และหลีกเลี่ยงระบบที่ซับซ้อน
				เกินความจำเป็น
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	ควรเริ่มจากโครงการนำร่อง เพื่อทดสอบ ประสิทธิภาพ ก่อนขยายผล
				จากนั้นจับคู่กับมาตรฐาน ISO จะช่วยทำ ให้มาตรฐานดีขึ้น และทำงานขึ้น
		G	Asst. Production Engineer Manager	ควรเลือกระบบที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูล พลังงานกับกระบวนการผลิตและ OEE ได้
		H	Production Engineer	ควรให้ความสำคัญกับความเสถียรของ ระบบและการไม่กระทบต่อการทำงาน
		I	Asst. General Manager	ควรมีแผนการบริหารการเปลี่ยนแปลงและ การสื่อสารภายในองค์กรให้ชัดเจน
		J	Asst. Engineering Manager	ควรพิจารณาความยืดหยุ่นของระบบใน การขยายและปรับปรุงในอนาคต
				เลือกระบบให้ครบถ้วน
		K	Managing Director	ไม่มี
		L	Owner	ระบบมันดีนะ แต่เราควรประเมินทั้งเรื่อง กำลังการผลิต และเครื่องจักรของเราด้วย
				ก่อนการติดตั้ง

ตารางที่ 8 คำถามและคำตอบของแต่ละบริษัท (ต่อ)

คำถาม ที่	คำถาม	ชื่อ	ตำแหน่ง	Keyword คำตอบ
24	มีประเด็นอื่นๆ เพิ่มเติมที่ท่าน ต้องการจะแบ่งปัน ซึ่งยังไม่มี การสอบถามหรือไม่?	A	Maintenance Supervisor	การถ่ายทอดความรู้และการสนับสนุนหลัง การติดตั้งเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จ
		B	General Manager	การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงมีผลต่อ การขับเคลื่อนโครงการอย่างมาก
		C	Engineer Manager	คุณภาพและความถูกต้องของข้อมูลมี ความสำคัญต่อการตัดสินใจ
				ทดลองดูความสำเร็จจากบริษัทอื่นๆ ที่ทาง Vendor มานำเสนอก่อน
		D	General Manager	ลงทุนได้เลย มันดีกว่าที่คิด
		E	Supervisor	ควรสื่อสารให้พนักงานเข้าใจประโยชน์ ของระบบ เพื่อลดการต่อต้าน
		F	Asst. Maintenance Engineer Manager	การมีทีมงานภายในที่เข้าใจระบบจะช่วย ลดการพึ่งพาภายนอกในระยะยาว
		G	Asst. Production Engineer Manager	ข้อมูลจาก IIoT ควรถูกนำมาใช้จริงใน กิจกรรมปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง
				ไม่ใช่เพียงการรายงาน
		H	Production Engineer	ระบบที่ดีควรช่วยให้การทำงานง่ายขึ้น ไม่เพิ่มขั้นตอนหรือภาระงาน
		I	Asst. General Manager	ความพร้อมขององค์กรด้านบุคลากรมีผล ต่อความสำเร็จของโครงการ
		J	Asst. Engineering Manager	การกำหนดผู้รับผิดชอบข้อมูลอย่างชัดเจน ช่วยให้การใช้งานระบบมีประสิทธิภาพ
		K	Managing Director	การใช้ IIoT ควรเชื่อมโยงกับการพัฒนา องค์กรในระยะยาว
		L	Owner	การเริ่มจากระบบขนาดเล็กและค่อยๆ ขยาย จะช่วยลดความเสี่ยงและควบคุม ต้นทุน

การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตัวอย่างบทสัมภาษณ์

โดยจะวิเคราะห์จากเนื้อหาที่ผู้ให้สัมภาษณ์ได้ให้ข้อมูลไว้ ผ่านการถอดความบทสัมภาษณ์ (Transcription) และทำการดึงคำสำคัญ (Keywords) ที่เป็นคำจำเพาะออกมา เพื่อใช้ในการจัดกลุ่ม และวิเคราะห์เชิงธีม (Thematic Analysis) โดยคำสำคัญดังกล่าวสะท้อนถึงปัจจัยสนับสนุนและอุปสรรคที่มีผลต่อการตัดสินใจขององค์กรในการติดตั้งระบบ IIoT

1. ปัจจัยสนับสนุน

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบเดิม และ ข้อมูลแบบเรียลไทม์ เป็นปัจจัยสำคัญที่สนับสนุนการตัดสินใจติดตั้ง IIoT โดยเฉพาะในองค์กรที่มีโครงสร้างพื้นฐานรองรับอยู่แล้ว นอกจากนี้ ระบบที่สามารถช่วย ควบคุมได้ดีขึ้น และตรวจสอบย้อนหลังได้ ยังส่งผลต่อความเชื่อมั่นในการนำไปใช้งาน

ตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ เช่น

นาย C: “ระบบสามารถเชื่อมต่อกับระบบเดิมได้ และมีข้อมูล Real-time ทำให้ควบคุมได้ดีขึ้น และตรวจสอบย้อนหลังได้”

นาย F: “เราเลือกใช้ระบบที่เชื่อมต่อกับ PLC เดิมได้โดยตรง ทำให้ระบบเสถียร และดูได้ง่าย”

นาย D: “IIoT สามารถเชื่อมต่อกับ SAP ได้ ทำให้ข้อมูลอยู่ในระบบเดียวกันแบบ Real-time” เป็นต้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า “การสนับสนุนจากผู้บริหาร” และ “ความสอดคล้องกับนโยบายองค์กร” เป็นปัจจัยสำคัญที่ผลักดันให้เกิดการตัดสินใจลงทุน

องค์กรที่มีทิศทางชัดเจนด้านการลดต้นทุน และการพัฒนาองค์กรด้วยระบบดิจิทัล จะมีแนวโน้มติดตั้ง IIoT มากกว่า

ตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ เช่น

นาย A: “ถ้าผู้บริหารสนับสนุน โครงการจะเดินได้เร็วมาก”

นาย D: “ผู้บริหารต้องผลักดัน เพราะระบบพวกนี้ต้องใช้การตัดสินใจระดับองค์กร”

ผู้วิจัย: “การสนับสนุนจากผู้บริหารมีผลไหมครับ?”

นาย C: “มีผลมากครับ ช่วยผลักดันให้อย่างดี และติดต่อทาง Vendor พาเข้ามาแนะนำเลยครับ”

นาย C: “ต้นทุนเริ่มต้นค่อนข้างสูง แต่เรามองว่าคุ้มค่าในระยะยาว งบประมาณที่ตั้งไว้ตอนแรกไม่พอครับ แต่พอทำเรื่องเสนอผู้บริหารไป ก็มีการเพิ่มงบให้ครับ” เป็นต้น

2. อุปสรรค

พบว่า บุคลากรไม่พร้อม และขาดความรู้เฉพาะทาง เป็นอุปสรรคหลัก โดยเฉพาะในองค์กรที่มีการเปลี่ยนแปลงพนักงานบ่อย

รวมถึง ภาระงานเพิ่ม ในช่วงเริ่มต้น และ ไม่มีคนดูแลต่อ เป็นปัจจัยที่ทำให้หลายองค์กรชะลอการลงทุน

ตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ เช่น

นาย I: “ปัญหาหลักคือคนครับ คนเปลี่ยนบ่อย ระบบไม่มีคนดูแลต่อ”

นางสาว E: “บุคลากรยังไม่พร้อม และต้องมีภาระงานเพิ่มในช่วงแรก”

นาย C: “ช่วงแรกมีภาระงานเพิ่ม แต่เมื่อระบบเข้าที่ งานเอกสารลดลง” เป็นต้น
“ต้นทุนสูง” และ “งบประมาณไม่พอ” เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการไม่ลงทุน โดยเฉพาะในองค์กรขนาดกลางและเล็ก

นอกจากนี้ “ยังไม่คุ้มทุน” และ “ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ” เป็นเหตุผลหลักที่ทำให้โครงการถูกชะลอ

ตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ เช่น

นาย B: “ต้นทุนสูง และงบประมาณไม่พอ อีกทั้งยังไม่เห็นผลชัดเจน ทำให้ยังไม่คุ้มทุน”

นางสาว E: “ผู้บริหารยังไม่มั่นใจในผลตอบแทน จึงยังไม่อนุมัติ”

นาย H: “ต้นทุนค่อนข้างสูง และยังไม่เห็นภาพผลตอบแทนชัดเจน” เป็นต้น
บางองค์กรยังมองว่า IIoT ยังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่ ควรรอความพร้อมด้านบุคลากรและงบประมาณ โดยเฉพาะองค์กรที่ยังเน้นเสถียรภาพการผลิตเป็นหลัก

ตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ เช่น

นาย I: “ยังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่ เพราะคนยังไม่พร้อม”

นางสาว E: “อาจพิจารณาในช่วงเวลาที่เหมาะสมมากกว่า” เป็นต้น

3. ปัจจัยด้านผลลัพธ์และประโยชน์

เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดความผิดพลาดจากคน ลดต้นทุนและพลังงาน ซึ่งช่วยให้เห็นผลชัดเจน และสนับสนุนการตัดสินใจเชิงข้อมูล

ตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ เช่น

นาย F: “ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลด Downtime ได้จริง”

นาย C: “เห็นแนวโน้มการใช้พลังงานชัดเจน และลดความผิดพลาดจากคนได้”

นาย D: “ข้อมูล real-time ทำให้วิเคราะห์ต้นทุนได้แม่นยำขึ้น” เป็นต้น

การวิเคราะห์คำตอบด้วย Keyword และการสังเคราะห์ Insight

การวิเคราะห์ในส่วนนี้ ผู้วิจัยได้นำคำตอบจากผู้ให้สัมภาษณ์ในข้อคำถามที่ 1-24 มาดำเนินการวิเคราะห์ เพื่อสกัดสาระสำคัญและจัดเป็นคำสำคัญ (Keyword) จากเนื้อหาคำตอบ และจัดกลุ่มตามลักษณะของผลกระทบที่มีต่อการตัดสินใจนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ในการจัดการพลังงาน โดยแบ่งออกเป็นมุมมองเชิงบวก (ปัจจัยสนับสนุน) และมุมมองเชิงลบ (อุปสรรค/ข้อจำกัด) จากนั้นจึงนับความถี่ของการปรากฏคำสำคัญเพื่อสะท้อนแนวโน้มและน้ำหนักของประเด็นที่ถูกกล่าวถึง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มและสังเคราะห์ Insight เชิงเปรียบเทียบ

ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวถูกสรุปและนำเสนอในรูปแบบตาราง เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างของมุมมอง ทศนคติ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของแต่ละองค์กรอย่างเป็นระบบ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์คำตอบด้วย Keyword

ลำดับ	บริษัทที่เข้าไปติดต่อ	ชื่อ	เชิง	Keyword				
1	บริษัท ก	A	สนับสนุน	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	ลดของเสีย	ลดความผิดพลาดจากคน	มาตรฐานดีขึ้น	ตรวจสอบย้อนหลังได้
				สนับสนุนการทำ ISO	รองรับการขยายในอนาคต	ผู้บริหารสนับสนุน	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	ลดภาระงานเอกสาร
				ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน
				เห็นผลชัดเจน	ลดต้นทุนได้	ควบคุมได้ดีขึ้น	ข้อมูลเรียลไทม์	ลดค่าไฟ / พลังงาน
				มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	Vendor ให้การสนับสนุนดี			
		อุปสรรค		งบประมาณไม่พอ	ต้นทุนสูง	ยังไม่คุ้มทุน	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	ยังไม่เห็นผลชัดเจน
				บุคลากรไม่พร้อม	ขาดความรู้เฉพาะทาง	เครื่องจักรเก่า	การบำรุงรักษายุ่งยาก	ไม่มีคนดูแลต่อ
				ความปลอดภัยของข้อมูล	ยังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่	การต่อต้านจากพนักงาน	ภาระงานเพิ่ม	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร
				ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	อินเทอร์เน็ต/สัญญาณไม่เสถียร			

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์คำตอบด้วย Keyword (ต่อ)

ลำดับ	บริษัทที่เข้าไปติดต่อ	ชื่อ	เชิง	Keyword				
2	บริษัท ข	B	สนับสนุน	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	ลดของเสีย	ลดความผิดพลาดจากคน	มาตรฐานดีขึ้น	ตรวจสอบย้อนหลังได้
				สนับสนุนการทำ ISO	รองรับการขยายในอนาคต	ผู้บริหารสนับสนุน	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	ลดภาระงานเอกสาร
				ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน
				เห็นผลชัดเจน	ลดต้นทุนได้	ควบคุมได้ดีขึ้น	ข้อมูลเรียลไทม์	ลดค่าไฟ/พลังงาน
				มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	Vendor ให้การสนับสนุนดี			
			อุปสรรค	งบประมาณไม่พอ	ต้นทุนสูง	ยังไม่คุ้มทุน	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	ยังไม่เห็นผลชัดเจน
				บุคลากรไม่พร้อม	ขาดความรู้เฉพาะทาง	เครื่องจักรเก่า	การบำรุงรักษายุ่งยาก	ไม่มีคนดูแลต่อ
				ความปลอดภัยของข้อมูล	ยังไม่จำเป็นในตอนี้	การต่อต้านจากพนักงาน	ภาระงานเพิ่ม	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร
				ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	อินเทอร์เน็ต/สัญญาณไม่เสถียร			
3	บริษัท ค	C	สนับสนุน	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	ลดของเสีย	ลดความผิดพลาดจากคน	มาตรฐานดีขึ้น	ตรวจสอบย้อนหลังได้
				สนับสนุนการทำ ISO	รองรับการขยายในอนาคต	ผู้บริหารสนับสนุน	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	ลดภาระงานเอกสาร
				ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน
				เห็นผลชัดเจน	ลดต้นทุนได้	ควบคุมได้ดีขึ้น	ข้อมูลเรียลไทม์	ลดค่าไฟ / พลังงาน
				มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	Vendor ให้การสนับสนุนดี			

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์คำตอบด้วย Keyword (ต่อ)

ลำดับ	บริษัทที่เข้าไปติดต่อ	ชื่อ	เชิง	Keyword				
3 (ต่อ)	บริษัท ค (ต่อ)	C	อุปสรรค	งบประมาณไม่พอ	ต้นทุนสูง	ยังไม่คุ้มทุน	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	ยังไม่เห็นผลชัดเจน
				บุคลากรไม่พร้อม	ขาดความรู้เฉพาะทาง	เครื่องจักรเก่า	การบำรุงรักษายุ่งยาก	ไม่มีคนดูแลต่อ
				ความปลอดภัยของข้อมูล	ยังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่	การต่อต้านจากพนักงาน	ภาระงานเพิ่ม	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร
				ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	อินเทอร์เน็ต/สัญญาณไม่เสถียร			
4	บริษัท ง	D	สนับสนุน	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	ลดของเสีย	ลดความผิดพลาดจากคน	มาตรฐานดีขึ้น	ตรวจสอบย้อนหลังได้
				สนับสนุนการทำ ISO	รองรับการขยายในอนาคต	ผู้บริหารสนับสนุน	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	ลดภาระงานเอกสาร
				ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน
				เห็นผลชัดเจน	ลดต้นทุนได้	ควบคุมได้ดีขึ้น	ข้อมูลเรียลไทม์	ลดค่าไฟ/พลังงาน
				มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	Vendor ให้การสนับสนุนดี			
			อุปสรรค	งบประมาณไม่พอ	ต้นทุนสูง	ยังไม่คุ้มทุน	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	ยังไม่เห็นผลชัดเจน
				บุคลากรไม่พร้อม	ขาดความรู้เฉพาะทาง	เครื่องจักรเก่า	การบำรุงรักษายุ่งยาก	ไม่มีคนดูแลต่อ
				ความปลอดภัยของข้อมูล	ยังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่	การต่อต้านจากพนักงาน	ภาระงานเพิ่ม	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร
				ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	อินเทอร์เน็ต/สัญญาณไม่เสถียร			

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์คำตอบด้วย Keyword (ต่อ)

ลำดับ	บริษัทที่เข้าไปติดต่อ	ชื่อ	เชิง	Keyword				
5	บริษัท จ	E	สนับสนุน	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	ลดของเสีย	ลดความผิดพลาดจากคน	มาตรฐานดีขึ้น	ตรวจสอบย้อนหลังได้
				สนับสนุนการทำ ISO	รองรับการขยายในอนาคต	ผู้บริหารสนับสนุน	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	ลดภาระงานเอกสาร
				ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน
				เห็นผลชัดเจน	ลดต้นทุนได้	ควบคุมได้ดีขึ้น	ข้อมูลเรียลไทม์	ลดค่าไฟ/พลังงาน
				มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	Vendor ให้การสนับสนุนดี			
			อุปสรรค	งบประมาณไม่พอ	ต้นทุนสูง	ยังไม่คุ้มทุน	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	ยังไม่เห็นผลชัดเจน
				บุคลากรไม่พร้อม	ขาดความรู้เฉพาะทาง	เครื่องจักรเก่า	การบำรุงรักษายุ่งยาก	ไม่มีคนดูแลต่อ
				ความปลอดภัยของข้อมูล	ยังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่	การต่อต้านจากพนักงาน	ภาระงานเพิ่ม	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร
				ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	อินเทอร์เน็ต/สัญญาณไม่เสถียร			
6	บริษัท ฉ	F	สนับสนุน	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	ลดของเสีย	ลดความผิดพลาดจากคน	มาตรฐานดีขึ้น	ตรวจสอบย้อนหลังได้
				สนับสนุนการทำ ISO	รองรับการขยายในอนาคต	ผู้บริหารสนับสนุน	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	ลดภาระงานเอกสาร
				ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน
				เห็นผลชัดเจน	ลดต้นทุนได้	ควบคุมได้ดีขึ้น	ข้อมูลเรียลไทม์	ลดค่าไฟ/พลังงาน
				มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	Vendor ให้การสนับสนุนดี			
			อุปสรรค	งบประมาณไม่พอ	ต้นทุนสูง	ยังไม่คุ้มทุน	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	ยังไม่เห็นผลชัดเจน
				บุคลากรไม่พร้อม	ขาดความรู้เฉพาะทาง	เครื่องจักรเก่า	การบำรุงรักษายุ่งยาก	ไม่มีคนดูแลต่อ
				ความปลอดภัยของข้อมูล	ยังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่	การต่อต้านจากพนักงาน	ภาระงานเพิ่ม	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร
				ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	อินเทอร์เน็ต/สัญญาณไม่เสถียร			

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์คำตอบด้วย Keyword (ต่อ)

ลำดับ	บริษัทที่เข้าไปติดต่อ	ชื่อ	เชิง	Keyword				
7	บริษัท ช	G	สนับสนุน	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	ลดของเสีย	ลดความผิดพลาดจากคน	มาตรฐานดีขึ้น	ตรวจสอบย้อนหลังได้
				สนับสนุนการทำ ISO	รองรับการขยายในอนาคต	ผู้บริหารสนับสนุน	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	ลดภาระงานเอกสาร
				ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน
				เห็นผลชัดเจน	ลดต้นทุนได้	ควบคุมได้ดีขึ้น	ข้อมูลเรียลไทม์	ลดค่าไฟ / พลังงาน
				มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	Vendor ให้การสนับสนุนดี			
			อุปสรรค	งบประมาณไม่พอ	ต้นทุนสูง	ยังไม่คุ้มทุน	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	ยังไม่เห็นผลชัดเจน
				บุคลากรไม่พร้อม	ขาดความรู้เฉพาะทาง	เครื่องจักรเก่า	การบำรุงรักษายุ่งยาก	ไม่มีคนดูแลต่อ
				ความปลอดภัยของข้อมูล	ยังไม่จำเป็นในตอนี้	การต่อต้านจากพนักงาน	ภาระงานเพิ่ม	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร
				ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	อินเทอร์เน็ต / สัญญาณไม่เสถียร			
8	บริษัท ช	H	สนับสนุน	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	ลดของเสีย	ลดความผิดพลาดจากคน	มาตรฐานดีขึ้น	ตรวจสอบย้อนหลังได้
				สนับสนุนการทำ ISO	รองรับการขยายในอนาคต	ผู้บริหารสนับสนุน	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	ลดภาระงานเอกสาร
				ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน
				เห็นผลชัดเจน	ลดต้นทุนได้	ควบคุมได้ดีขึ้น	ข้อมูลเรียลไทม์	ลดค่าไฟ/ พลังงาน
				มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	Vendor ให้การสนับสนุนดี			
			อุปสรรค	งบประมาณไม่พอ	ต้นทุนสูง	ยังไม่คุ้มทุน	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	ยังไม่เห็นผลชัดเจน
				บุคลากรไม่พร้อม	ขาดความรู้เฉพาะทาง	เครื่องจักรเก่า	การบำรุงรักษายุ่งยาก	ไม่มีคนดูแลต่อ
				ความปลอดภัยของข้อมูล	ยังไม่จำเป็นในตอนี้	การต่อต้านจากพนักงาน	ภาระงานเพิ่ม	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร
				ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	อินเทอร์เน็ต/ สัญญาณไม่เสถียร			

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์คำตอบด้วย Keyword (ต่อ)

ลำดับ	บริษัทที่เข้าไปติดต่อ	ชื่อ	เชิง	Keyword				
9	บริษัท ฅ	I	สนับสนุน	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	ลดของเสีย	ลดความผิดพลาดจากคน	มาตรฐานดีขึ้น	ตรวจสอบย้อนหลังได้
				สนับสนุนการทำ ISO	รองรับการขยายในอนาคต	ผู้บริหารสนับสนุน	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	ลดภาระงานเอกสาร
				ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน
				เห็นผลชัดเจน	ลดต้นทุนได้	ควบคุมได้ดีขึ้น	ข้อมูลเรียลไทม์	ลดค่าไฟ / พลังงาน
				มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	Vendor ให้การสนับสนุนดี			
			อุปสรรค	งบประมาณไม่พอ	ต้นทุนสูง	ยังไม่คุ้มทุน	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	ยังไม่เห็นผลชัดเจน
				บุคลากรไม่พร้อม	ขาดความรู้เฉพาะทาง	เครื่องจักรเก่า	การบำรุงรักษายุ่งยาก	ไม่มีคนดูแลต่อ
				ความปลอดภัยของข้อมูล	ยังไม่จำเป็นในตอนนี	การต่อต้านจากพนักงาน	ภาระงานเพิ่ม	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร
				ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	อินเทอร์เน็ต / สัญญาณไม่เสถียร			
10	บริษัท ญ	J	สนับสนุน	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	ลดของเสีย	ลดความผิดพลาดจากคน	มาตรฐานดีขึ้น	ตรวจสอบย้อนหลังได้
				สนับสนุนการทำ ISO	รองรับการขยายในอนาคต	ผู้บริหารสนับสนุน	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	ลดภาระงานเอกสาร
				ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน
				เห็นผลชัดเจน	ลดต้นทุนได้	ควบคุมได้ดีขึ้น	ข้อมูลเรียลไทม์	ลดค่าไฟ / พลังงาน
				มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	Vendor ให้การสนับสนุนดี			
			อุปสรรค	งบประมาณไม่พอ	ต้นทุนสูง	ยังไม่คุ้มทุน	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	ยังไม่เห็นผลชัดเจน
				บุคลากรไม่พร้อม	ขาดความรู้เฉพาะทาง	เครื่องจักรเก่า	การบำรุงรักษายุ่งยาก	ไม่มีคนดูแลต่อ
				ความปลอดภัยของข้อมูล	ยังไม่จำเป็นในตอนนี	การต่อต้านจากพนักงาน	ภาระงานเพิ่ม	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร
				ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	อินเทอร์เน็ต/สัญญาณไม่เสถียร			

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์คำตอบด้วย Keyword (ต่อ)

ลำดับ	บริษัทที่เข้าไปติดต่อ	ชื่อ	เชิง	Keyword				
11	บริษัท ฎ	K	สนับสนุน	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	ลดของเสีย	ลดความผิดพลาดจากคน	มาตรฐานดีขึ้น	ตรวจสอบย้อนหลังได้
				สนับสนุนการทำ ISO	รองรับการขยายในอนาคต	ผู้บริหารสนับสนุน	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	ลดภาระงานเอกสาร
				ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน
				เห็นผลชัดเจน	ลดต้นทุนได้	ควบคุมได้ดีขึ้น	ข้อมูลเรียลไทม์	ลดค่าไฟ / พลังงาน
				มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	Vendor ให้การสนับสนุนดี			
			อุปสรรค	งบประมาณไม่พอ	ต้นทุนสูง	ยังไม่คุ้มทุน	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	ยังไม่เห็นผลชัดเจน
				บุคลากรไม่พร้อม	ขาดความรู้เฉพาะทาง	เครื่องจักรเก่า	การบำรุงรักษายุ่งยาก	ไม่มีคนดูแลต่อ
				ความปลอดภัยของข้อมูล	ยังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่	การต่อต้านจากพนักงาน	ภาระงานเพิ่ม	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร
				ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	อินเทอร์เน็ต/สัญญาณไม่เสถียร			
12	บริษัท ฎ	L	สนับสนุน	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	ลดของเสีย	ลดความผิดพลาดจากคน	มาตรฐานดีขึ้น	ตรวจสอบย้อนหลังได้
				สนับสนุนการทำ ISO	รองรับการขยายในอนาคต	ผู้บริหารสนับสนุน	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	ลดภาระงานเอกสาร
				ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน
				เห็นผลชัดเจน	ลดต้นทุนได้	ควบคุมได้ดีขึ้น	ข้อมูลเรียลไทม์	ลดค่าไฟ / พลังงาน
				มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	Vendor ให้การสนับสนุนดี			
			อุปสรรค	งบประมาณไม่พอ	ต้นทุนสูง	ยังไม่คุ้มทุน	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	ยังไม่เห็นผลชัดเจน
				บุคลากรไม่พร้อม	ขาดความรู้เฉพาะทาง	เครื่องจักรเก่า	การบำรุงรักษายุ่งยาก	ไม่มีคนดูแลต่อ
				ความปลอดภัยของข้อมูล	ยังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่	การต่อต้านจากพนักงาน	ภาระงานเพิ่ม	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร
				ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	อินเทอร์เน็ต/สัญญาณไม่เสถียร			

จากนั้นนำ Keywords มาสรุปจำนวนครั้งที่พบในการสัมภาษณ์ ได้ผล ดังนี้

ตารางที่ 10 ตารางบันทึกความถี่

ลำดับ	Keyword	จำนวน	ลำดับ	Keyword	จำนวน
1	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	6	23	งบประมาณไม่พอ	3
2	ลดของเสีย	2	24	ต้นทุนสูง	8
3	ลดความผิดพลาดจากคน	2	25	ยังไม่คุ้มทุน	1
4	มาตรฐานดีขึ้น	1	26	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	3
5	ตรวจสอบย้อนหลังได้	7	27	ยังไม่เห็นผลชัดเจน	1
6	สนับสนุนการทำ ISO	1	28	บุคลากรไม่พร้อม	7
7	รองรับการขยายในอนาคต	1	29	ขาดความรู้เฉพาะทาง	9
8	ผู้บริหารสนับสนุน	8	30	เครื่องจักรเก่า	0
9	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	11	31	การบำรุงรักษายุ่งยาก	5
10	ลดภาระงานเอกสาร	1	32	ไม่มีคนดูแลต่อ	5
11	ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	2	33	ความปลอดภัยของข้อมูล	0
12	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	2	34	ยังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่	5
13	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	6	35	การต่อต้านจากพนักงาน	1
14	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	1	36	ภาระงานเพิ่ม	6
15	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน	5	37	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร	2
16	เห็นผลชัดเจน	6	38	ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	1
17	ลดต้นทุนได้	10	39	อินเทอร์เน็ต / สัญญาณไม่เสถียร	0
18	ควบคุมได้ดีขึ้น	6			
19	ข้อมูลเรียลไทม์	10			
20	ลดค่าไฟ / พลังงาน	10			
21	มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	1			
22	Vendor ให้การสนับสนุนดี	2			

เมื่อพิจารณาภาพรวมจากการจัดอันดับความถี่ของคำสำคัญ โดยแยกฝั่งสนับสนุนและฝั่งอุปสรรค สามารถสังเคราะห์ผลเบื้องต้นเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย ได้ดังนี้

ตารางที่ 11 ตารางจัดเรียงอันดับ

สนับสนุน			อุปสรรค		
ลำดับ	Keyword	จำนวน	ลำดับ	Keyword	จำนวน
1	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	12	1	ขาดความรู้เฉพาะทาง	9
2	ลดต้นทุนได้	10	2	ต้นทุนสูง	8
3	ข้อมูลเรียลไทม์	10	3	บุคลากรไม่พร้อม	7
4	ลดค่าไฟ/พลังงาน	10	4	ภาระงานเพิ่ม	5
5	ผู้บริหารสนับสนุน	9	5	การบำรุงรักษายุ่งยาก	5
6	ตรวจสอบย้อนหลังได้	8	6	ยังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่	5

ตารางที่ 11 ตารางจัดเรียงอันดับ (ต่อ)

สับสhun			อุปสรรค		
ลำดับ	Keyword	จำนวน	ลำดับ	Keyword	จำนวน
7	สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	7	7	ไม่มีคนดูแลต่อ	4
8	ควบคุมได้ดีขึ้น	7	8	งบประมาณไม่พอ	3
9	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	6	9	ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	2
10	เห็นผลชัดเจน	6	10	ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร	2
11	ช่วยด้านการจัดการพลังงาน	5	11	ยังไม่คุ้มทุน	1
12	Vendor ให้การสนับสนุนดี	3	12	ยังไม่เห็นผลชัดเจน	1
13	ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	2	13	การต่อต้านจากพนักงาน	1
14	มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	2	14	ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	1
15	ลดของเสีย	2	15	อินเทอร์เน็ต/สัญญาณไม่เสถียร	0
16	ลดความผิดพลาดจากคน	2	16	เครื่องจักรเก่า	0
17	ลดภาระงานเอกสาร	1	17	ความปลอดภัยของข้อมูล	0
18	รองรับการขยายในอนาคต	1			
19	สนับสนุนการทำ ISO	1			
20	เพิ่มความน่าเชื่อถือ	1			
21	มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	1			
22	มาตรฐานดีขึ้น	1			

จากการจัดอันดับ ทำให้สามารถประมวลผลเบื้องต้นได้ ดังนี้ (1) โดยรวมแล้ว ปัจจัยเชิงสนับสนุน มีความถี่รวมสูงกว่าและกระจายตัวหลายประเด็น แสดงให้เห็นว่าผู้ให้ข้อมูลมองเห็นประโยชน์ของการนำ IIoT มาใช้ค่อนข้างชัดเจน ขณะที่อุปสรรคแม้มีอยู่ แต่ส่วนใหญ่เป็นข้อจำกัดด้านทรัพยากร บุคลากร และต้นทุน มากกว่าการปฏิเสธเชิงแนวคิด (2) ผลการวิเคราะห์คำสำคัญ (Keyword Frequency Analysis) แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยสนับสนุนการติดตั้ง IIoT ในภาคอุตสาหกรรมมีความโดดเด่นในด้านการลดต้นทุน การเพิ่มประสิทธิภาพ และความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบเดิม ขณะที่อุปสรรคสำคัญเกี่ยวข้องกับความพร้อมด้านบุคลากร ความรู้เฉพาะทาง และข้อจำกัดด้านงบประมาณ ดังนั้น ปัจจัยความสำเร็จจึงมีแนวโน้มขึ้นอยู่กับการพร้อมด้านทรัพยากรมนุษย์ และการสนับสนุนเชิงนโยบาย มากกว่าปัญหาด้านเทคนิค

การจัดกลุ่มคำสำคัญและการสังเคราะห์เชิงธีม (Thematic Grouping and Synthesis)

จากผลการวิเคราะห์ความถี่ของคำสำคัญ (Keyword Frequency Analysis) ผู้วิจัยพบว่า คำตอบของผู้ให้ข้อมูลมีความหลากหลายและกระจายตัวในหลายมิติ เพื่อให้การนำเสนอผลมีความเป็นระบบและสะท้อนโครงสร้างเชิงแนวคิดอย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงดำเนินการจัดกลุ่มคำสำคัญที่มีความหมายใกล้เคียงกันให้อยู่ภายใต้หมวดหมู่เดียวกัน (Thematic Grouping) โดยอาศัยหลักการจัดหมวดหมู่เชิงเนื้อหา (Content-Based Categorization) ทั้งนี้ การจัดกลุ่มดังกล่าวมีวัตถุประสงค์

เพื่อสังเคราะห์ประเด็นในระดับธีม (Theme) ซึ่งช่วยให้สามารถอธิบายปัจจัยสนับสนุนและอุปสรรคในการนำ IIoT มาใช้ได้อย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น

การจัด Grouping ปัจจัยสนับสนุน

กลุ่มที่ 1 : ด้านเทคนิคและระบบ (Technical & System Benefit)

- เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้
- ข้อมูลเรียลไทม์
- ตรวจสอบย้อนหลังได้
- ความคุมได้ดีขึ้น
- ลดความผิดพลาดจากคน
- มาตรฐานดีขึ้น

Insight : องค์กรให้ความสำคัญกับ ความสามารถของระบบในการเพิ่มการมองเห็นและควบคุมกระบวนการ

กลุ่มที่ 2 : ด้านประสิทธิภาพและต้นทุน (Efficiency & Cost Advantage)

- ลดต้นทุนได้
- ลดค่าไฟ/พลังงาน
- เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
- ลดของเสีย
- ลดภาระงานเอกสาร

Insight : แรงจูงใจหลักคือ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและ Productivity

กลุ่มที่ 3 : ด้านการบริหารและกลยุทธ์ (Management & Strategic Support)

- ผู้บริหารสนับสนุน
- สอดคล้องกับนโยบายบริษัท
- เห็นผลชัดเจน
- รองรับการขายในอนาคต
- สนับสนุนการทำ ISO
- เพิ่มความน่าเชื่อถือ
- มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น
- Vendor ให้การสนับสนุนดี

Insight : ความสำเร็จไม่ได้มาจากเทคโนโลยีอย่างเดียว แต่ขึ้นกับ Alignment เชิง

นโยบาย

การจัด Grouping อุปสรรค

กลุ่มที่ 1 : ด้านบุคลากรและความรู้ (Human & Capability Constraint)

- ขาดความรู้เฉพาะทาง
- บุคลากรไม่พร้อม
- ไม่มีคนดูแลต่อ
- การต่อต้านจากพนักงาน
- ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ
- ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร

Insight : อุปสรรคหลักอยู่ที่ Human Readiness

กลุ่มที่ 2 : ด้านการเงินและงบประมาณ (Financial Constraint)

- ต้นทุนสูง
- งบประมาณไม่พอ

Insight : ข้อจำกัดทางการเงินยังเป็นปัจจัยตัดสินใจสำคัญ

กลุ่มที่ 3 : ด้านภาระงานและความซับซ้อน (Operational Burden)

- ภาระงานเพิ่ม
- การบำรุงรักษายุ่งยาก
- ยังไม่จำเป็นในตอนนี
- ยังไม่คุ้มทุน
- ยังไม่เห็นผลชัดเจน

Insight : องค์กรบางแห่งมอง IIoT เป็น ภาระเพิ่ม มากกว่าการลงทุนเชิงกลยุทธ์

กลุ่มที่ 4 : ด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure)

- ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน
- อินเทอร์เน็ต/สัญญาณไม่เสถียร
- เครื่องจักรเก่า
- ความปลอดภัยของข้อมูล

Insight : แม้มีความถี่ต่ำ แต่สะท้อนความกังวลด้านความพร้อมทางเทคนิค

ตารางที่ 12 ตารางจัดเรียงอันดับการจัดกลุ่มเชิงirim

สับสนุน				อุปสรรค			
Main	ลำดับ	Keyword	จำนวน	Main	ลำดับ	Keyword	จำนวน
ด้านเทคนิคและระบบ	1	เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้	12	ด้านบุคลากรและความรู้	1	ขาดความรู้เฉพาะทาง	9
		ข้อมูลเรียลไทม์	10			บุคลากรไม่พร้อม	7
		ตรวจสอบย้อนหลังได้	8			ไม่มีคนดูแลต่อ	4
		ควบคุมได้ดีขึ้น	7			ขาดการสนับสนุนจากผู้บริหาร	2
		ลดความผิดพลาดจากคน	2			ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ	2
		มาตรฐานดีขึ้น	1			การต่อต้านจากพนักงาน	1
		รวม	40			รวม	25
ด้านการบริหารและกลยุทธ์	2	ผู้บริหารสนับสนุน	9	ด้านภาระงานและความซับซ้อน	2	ภาระงานเพิ่ม	5
		สอดคล้องกับนโยบายบริษัท	7			การบำรุงรักษายุ่งยาก	5
		เห็นผลชัดเจน	6			ยังไม่จำเป็นในตอนนี	5
		ช่วยด้านการจัดการพลังงาน	5			ยังไม่คุ้มทุน	1
		Vendor ให้การสนับสนุนดี	3			ยังไม่เห็นผลชัดเจน	1
		ช่วยวางแผนได้แม่นยำขึ้น	2			รวม	17
		มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น	2	ด้านการเงินและงบประมาณ	3	ต้นทุนสูง	8
		รองรับการขยายในอนาคต	1			งบประมาณไม่พอ	3
		สนับสนุนการทำ ISO	1			รวม	11
		เพิ่มความน่าเชื่อถือ	1	ด้านโครงสร้างพื้นฐาน	4	ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน	1
		มีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น	1			อินเทอร์เน็ต/สัญญาณไม่เสถียร	0
		รวม	38			เครื่องจักรเก่า	0
						ความปลอดภัยของข้อมูล	0
ด้านประสิทธิภาพและต้นทุน	3	ลดต้นทุนได้	10			รวม	1
		ลดค่าไฟ/พลังงาน	10				
		เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	6				
		ลดของเสีย	2				
		ลดภาระงานเอกสาร	1				
		รวม	29				

จากการนำคำสำคัญที่ได้จากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ความถี่ และจัดกลุ่มเชิงธีมตามความสัมพันธ์ของเนื้อหา สามารถสะท้อนโครงสร้างของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการติดตั้งและใช้งานระบบ IIoT ได้อย่างเป็นระบบ โดยพบว่าปัจจัยสนับสนุนและอุปสรรคมีลักษณะกระจุกตัวอยู่ในมิติด้านองค์กรและทรัพยากรมนุษย์มากกว่ามิติด้านเทคโนโลยีพื้นฐาน

ในส่วนของปัจจัยสนับสนุน พบว่า ด้านเทคนิคและระบบ มีความถี่รวมสูงสุด (40 ครั้ง) แสดงให้เห็นว่าองค์กรรับรู้ถึงศักยภาพของ IIoT ในการเพิ่มความสามารถในการควบคุมและตรวจสอบกระบวนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบเดิม การเข้าถึงข้อมูลแบบเรียลไทม์ และการตรวจสอบย้อนหลัง ซึ่งสะท้อนถึงความต้องการเพิ่มความโปร่งใสของข้อมูล (data visibility) และความแม่นยำในการตัดสินใจเชิงปฏิบัติการ นอกจากนี้ ความสามารถในการลดความผิดพลาดจากมนุษย์และยกระดับมาตรฐานกระบวนการผลิต ยังสะท้อนถึงการมอง IIoT ในฐานะเครื่องมือยกระดับคุณภาพและมาตรฐานองค์กร

รองลงมาคือ ด้านการบริหารและกลยุทธ์ (38 ครั้ง) ซึ่งแสดงบทบาทสำคัญของผู้บริหารและนโยบายองค์กรในการผลักดันการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี การที่ผู้บริหารสนับสนุน และโครงการมีความสอดคล้องกับทิศทางองค์กร สะท้อนว่าการติดตั้ง IIoT ไม่ได้เป็นเพียงโครงการเชิงเทคนิค แต่เป็นการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ที่ต้องได้รับการสนับสนุนจากระดับนโยบาย การที่มีตัวอย่างความสำเร็จและการสนับสนุนจาก Vendor ยังช่วยลดความไม่แน่นอนในการลงทุน และเพิ่มความมั่นใจให้กับองค์กร

ในมิติ ด้านประสิทธิภาพและต้นทุน (29 ครั้ง) พบว่าแรงจูงใจด้านการลดต้นทุน การลดค่าไฟฟ้า/พลังงาน และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นปัจจัยสำคัญต่อการตัดสินใจลงทุน แสดงให้เห็นว่าองค์กรยังคงพิจารณาการลงทุนด้าน IIoT บนพื้นฐานของความคุ้มค่าและผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจ (Economic Justification) เป็นหลัก

ในทางกลับกัน อุปสรรคสะท้อนโครงสร้างอุปสรรคที่แตกต่างออกไป โดยด้านบุคลากรและความรู้ มีความถี่สูงสุด (25 ครั้ง) สะท้อนว่าปัญหาหลักของการนำ IIoT มาใช้ไม่ได้อยู่ที่ข้อจำกัดของเทคโนโลยี แต่เป็นข้อจำกัดด้านศักยภาพบุคลากร (Human Capability Gap) โดยเฉพาะการขาดความรู้เฉพาะทาง ความไม่พร้อมของบุคลากร และการไม่มีผู้รับผิดชอบดูแลระบบอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ความไม่มั่นใจของผู้บริหารและการต่อต้านจากพนักงานยังสะท้อนถึงมิติของการเปลี่ยนแปลงองค์กร (Organizational Change Resistance)

รองลงมาคือ ด้านภาระงานและความซับซ้อน (17 ครั้ง) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าบางองค์กรยังมอง IIoT เป็นภาระเพิ่มเติม ทั้งในแง่ของงานที่เพิ่มขึ้น การบำรุงรักษาที่ซับซ้อน และความไม่ชัดเจนของผลลัพธ์ในระยะสั้น ซึ่งสะท้อนมุมมองเรื่องต้นทุนแฝง (Hidden Cost) และระยะเวลาดำเนินการที่ยังไม่แน่นอน

สำหรับด้านการเงินและงบประมาณ (11 ครั้ง) แม้จะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจ แต่มีความถี่ต่ำกว่าประเด็นด้านบุคลากร แสดงให้เห็นว่าประเด็นเรื่องเงินทุนไม่ใช่อุปสรรคหลักที่สุด หากองค์กรมีความพร้อมด้านความรู้และความเข้าใจที่เพียงพอ

ขณะที่ด้านโครงสร้างพื้นฐาน มีความถี่ต่ำมาก (1 ครั้ง) และบางประเด็นมีค่าเป็นศูนย์ เช่น ปัญหาอินเทอร์เน็ต เครื่องจักรเก่า หรือความปลอดภัยของข้อมูล สะท้อนว่าปัจจัยด้านเทคนิคพื้นฐานไม่ได้เป็นข้อจำกัดสำคัญในกลุ่มตัวอย่างนี้

โดยสรุป โครงสร้างของปัจจัยสนับสนุนและอุปสรรคสะท้อนภาพที่ชัดเจนว่า ความสำเร็จของการนำ IIoT มาใช้ในภาคอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับ ความพร้อมเชิงองค์กร มากกว่า ความพร้อมเชิงเทคโนโลยี กล่าวคือ เทคโนโลยีถูกมองว่าให้ประโยชน์อย่างชัดเจน แต่ข้อจำกัดสำคัญอยู่ที่การพัฒนาศักยภาพบุคลากร การจัดการการเปลี่ยนแปลง และการสร้างความเข้าใจร่วมกันภายในองค์กร

ผลการวิเคราะห์นี้ชี้ให้เห็นว่า หากองค์กรต้องการเพิ่มอัตราความสำเร็จในการติดตั้ง IIoT ควรมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะและองค์ความรู้ของบุคลากร ควบคู่ไปกับการสร้างการสนับสนุนเชิงนโยบายและการสื่อสารภายในองค์กร มากกว่าการมุ่งแก้ไขปัญหาทางเทคนิคเพียงอย่างเดียว

สถานะและแนวทางการจัดการพลังงานขององค์กร

1. นโยบายและเป้าหมายด้านพลังงาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า องค์กรส่วนใหญ่มีการกำหนดนโยบายด้านการจัดการพลังงานอย่างชัดเจน โดยมุ่งเน้นการลดการใช้พลังงานและต้นทุนค่าไฟฟ้า เช่น การกำหนดเป้าหมายลดการใช้พลังงานร้อยละ 5 ต่อปี การกำหนด KPI ด้านพลังงาน และการสื่อสารนโยบายผ่านการประชุมหรือป้ายแสดงผล (KPI Board) อย่างไรก็ตาม บางองค์กรยังคงอยู่ในระดับการควบคุมเชิงพฤติกรรม มากกว่าการใช้ระบบดิจิทัลอย่างเป็นระบบ

2. มาตรการจัดการพลังงานก่อนรู้จัก IIoT

ก่อนการรู้จักและพิจารณาใช้ระบบ IIoT องค์กรส่วนใหญ่มักใช้มาตรการพื้นฐาน ได้แก่ การทำ Preventive Maintenance (PM) เครื่องจักร การรณรงค์ปิดไฟและเครื่องจักรเมื่อไม่ใช้งาน การควบคุมพฤติกรรมพนักงาน รวมถึงการติดตั้ง Solar Cell ในบางพื้นที่ ซึ่งสะท้อนว่าองค์กรเริ่มจากมาตรการที่ใช้เทคโนโลยีต่ำก่อนพัฒนาไปสู่ระบบที่ตอบสนองความต้องการได้มากขึ้น

ทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้

1. โอกาสและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิเคราะห์ Keyword พบว่า ประโยชน์ของ IIoT ที่ถูกกล่าวถึงมากที่สุด ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การลดของเสีย การลดความผิดพลาดจากคน การตรวจสอบข้อมูล

แบบเรียลไทม์ การมองเห็นปัญหาได้รวดเร็ว และการสนับสนุนการทำงานตามระบบมาตรฐาน เช่น ISO ซึ่งช่วยให้การตัดสินใจของผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานมีความแม่นยำมากขึ้น

2. อุปสรรคและความกังวลในการนำ IIoT มาใช้

อุปสรรคที่พบได้บ่อย ได้แก่ ต้นทุนการลงทุนเริ่มต้นสูง ความไม่ชัดเจนของมูลค่าในการลงทุน (ROI) ความไม่พร้อมของบุคลากร ขาดความรู้เฉพาะทางด้านดิจิทัล และความกังวลด้านการงานที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้องค์กรจำนวนหนึ่งตัดสินใจที่จะไม่ติดตั้ง หรือยังชะลอการตัดสินใจอยู่

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุน

1. บทบาทของผู้บริหารระดับสูง

ผลการวิจัยพบว่า การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการผลักดันโครงการ IIoT ให้เกิดขึ้นจริง โดยองค์กรที่ผู้บริหารมีความเข้าใจและให้การสนับสนุนอย่างชัดเจน จะมีแนวโน้มในการตัดสินใจลงทุนสูงกว่าองค์กรที่ขาดการผลักดันเชิงนโยบาย

2. มาตรการสนับสนุนจากภาครัฐ

บางองค์กรที่กล่าวถึงการสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น มาตรการส่งเสริมการลงทุนจาก BOI ซึ่งช่วยเพิ่มความมั่นใจในการลงทุน อย่างไรก็ตาม ส่วนใหญ่เห็นว่ามาตรการดังกล่าวเป็นปัจจัยเสริม มากกว่าปัจจัยหลักในการตัดสินใจ

ความพร้อมของบุคลากรและองค์กร

องค์กรส่วนใหญ่เห็นตรงกันว่าความสำเร็จของการนำ IIoT มาใช้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของบุคลากร ทั้งในด้านทักษะ ความเข้าใจระบบ และการถ่ายทอดความรู้ภายในองค์กร รวมถึงการสร้างทีมงานที่สามารถดูแลระบบได้เองในระยะยาว โดยไม่พึ่งพาผู้ให้บริการภายนอกมากเกินไป

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

บทนี้นำเสนอการสรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ โดยเชื่อมโยงข้อค้นพบกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย กรอบแนวคิด และแนวคิดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่ออธิบายให้ชัดเจนว่างานวิจัยนี้สามารถตอบวัตถุประสงค์หลักทั้ง 2 ประการ ได้แก่ การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจติดตั้งและนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้ในการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมไทย และการศึกษาปัญหาและอุปสรรคในกระบวนการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้อในองค์กรอุตสาหกรรมได้อย่างไร

การวิจัยครั้งนี้อาศัยข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ให้ข้อมูลหลักจากองค์กรอุตสาหกรรมจำนวน 12 องค์กร และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ร่วมกับการวิเคราะห์ความถี่ของคำสำคัญ และการจัดกลุ่มเชิงธีม เพื่อสังเคราะห์ประเด็นสำคัญอย่างเป็นระบบ ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจติดตั้งและนำระบบ IIoT มาใช้ในการจัดการพลังงานไม่ได้จำกัดอยู่เพียงด้านเทคโนโลยีเท่านั้น หากแต่ยังเกี่ยวข้องกับความพร้อมขององค์กร การสนับสนุนจากผู้บริหาร ความพร้อมของบุคลากร และเงื่อนไขแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ขณะเดียวกัน ยังพบปัญหาและอุปสรรคหลายประการในกระบวนการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ ไม่ว่าจะเป็นข้อจำกัดด้านงบประมาณ ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน ทักษะของบุคลากร การยอมรับการเปลี่ยนแปลงภายในองค์กร และความกังวลด้านการเชื่อมต่อข้อมูลและความปลอดภัยของระบบ

สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นสถานะและแนวทางการจัดการพลังงานขององค์กรพบว่าองค์กรส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานในฐานะต้นทุนหลักและเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจ โดยหลายองค์กรมีการกำหนดนโยบายและเป้าหมายด้านพลังงานอย่างชัดเจน เช่น การตั้งเป้าหมายลดการใช้พลังงานเป็นร้อยละต่อปี การกำหนด KPI ด้านพลังงาน และการสื่อสารนโยบายผ่านการประชุมหรือสื่อภายใน อย่างไรก็ตาม ยังพบว่าองค์กรบางส่วนยังคงอยู่ในระดับการควบคุมเชิงพฤติกรรมและการณรงค์เป็นหลัก กล่าวคือเน้นการกำชับให้พนักงานปิดไฟหรือปิดเครื่องจักรเมื่อไม่ใช้งาน และเน้นการทำ Preventive Maintenance (PM) เพื่อคงสภาพเครื่องจักรให้อยู่ในระดับการทำงานที่เหมาะสมมากกว่าการบริหารเชิงข้อมูลอย่างเป็นระบบ

เมื่อพิจารณาวัตถุประสงค์ด้านการระบุ ปัจจัยสนับสนุน ที่เอื้อต่อการนำ IIoT มาใช้ในการจัดการพลังงาน ผลการจัดกลุ่มเชิงธีมชี้ให้เห็นว่าปัจจัยที่มีน้ำหนักมากที่สุดคือ ด้านเทคนิคและระบบ ซึ่งสะท้อนว่าองค์กรรับรู้คุณค่าของ IIoT ในฐานะระบบที่ช่วยเพิ่มการมองเห็นข้อมูล (Data

Visibility) และการควบคุมกระบวนการ (Process Control) โดยประเด็นสำคัญประกอบด้วยความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบเดิม การเข้าถึงข้อมูลแบบเรียลไทม์ การตรวจสอบย้อนหลังได้ และการควบคุมได้ดีขึ้น องค์กรจำนวนมากมองว่าการมีข้อมูลที่ต่อเนื่องและเชื่อถือได้ทำให้การตัดสินใจเชิงปฏิบัติการแม่นยำขึ้น ลดความคลุมเครือจากการประเมินด้วยประสบการณ์เพียงอย่างเดียว และช่วยลดข้อผิดพลาดจากมนุษย์ในกิจกรรมที่ต้องอาศัยการติดตามค่าและการรายงานผลอย่างสม่ำเสมอ

ปัจจัยสนับสนุนที่มีความสำคัญรองลงมาคือ ด้านการบริหารและกลยุทธ์ โดยองค์กรจำนวนมากระบุว่าการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงและความสอดคล้องกับนโยบายบริษัทเป็นเงื่อนไขที่ทำให้โครงการ IIoT เกิดขึ้นได้จริง ทั้งในด้านการจัดสรรงบประมาณ การประสานงานข้ามแผนก และการสร้างแรงขับเคลื่อนภายในองค์กร นอกจากนี้การมีตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น และการสนับสนุนจากผู้ให้บริการ (Vendor Support) ยังช่วยลดความไม่แน่นอนของการลงทุน เพิ่มความมั่นใจ และทำให้ผู้บริหารสามารถอธิบายเหตุผลของการลงทุนต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายในองค์กรได้ง่ายขึ้น

ในมิติ ด้านประสิทธิภาพและต้นทุน ผลการวิจัยพบว่าองค์กรให้ความสำคัญกับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและผลิตภาพอย่างเด่นชัด โดยเฉพาะประเด็นการลดต้นทุน ลดค่าไฟฟ้า/พลังงาน และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต แสดงให้เห็นว่าองค์กรจำนวนมากพิจารณา IIoT ผ่านกรอบความคุ้มค่า และ ผลตอบแทน เป็นหลัก กล่าวคือ เทคโนโลยีจะได้รับการยอมรับและขยายผลเมื่อสามารถแสดงให้เห็นผลลัพธ์ที่ตรวจสอบได้ในรูปตัวเลข เช่น การลด kWh ต่อหน่วยผลิต การลด Downtime ที่ส่งผลต่อการสูญเสียพลังงาน หรือการลดของเสียที่สัมพันธ์กับการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิต

ในส่วนวัตถุประสงค์ด้านการระบุ อุปสรรค ที่ทำให้องค์กรชะลอหรือไม่สามารถนำ IIoT ไปใช้ได้อย่างยั่งยืน ผลการวิจัยชี้ชัดว่าอุปสรรคหลักอยู่ที่ ด้านบุคลากรและความรู้ มากกว่าข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีพื้นฐาน โดยประเด็นสำคัญคือการขาดความรู้เฉพาะทาง บุคลากรไม่พร้อม การไม่มีผู้รับผิดชอบดูแลระบบอย่างต่อเนื่อง การต่อต้านจากพนักงาน และความไม่มั่นใจหรือการสนับสนุนไม่เพียงพอจากผู้บริหารบางส่วน ข้อค้นพบนี้สะท้อนช่องว่างด้านศักยภาพบุคลากร (Human Capability Gap) และสะท้อนมิติการบริหารการเปลี่ยนแปลง (Change Management) ซึ่งหากองค์กรไม่สามารถออกแบบการสื่อสาร การฝึกอบรม และการจัดการบทบาทหน้าที่ที่เหมาะสม เทคโนโลยีมีแนวโน้มถูกมองเป็นภาระมากกว่าการลงทุนที่สร้างคุณค่า

รองลงมาคืออุปสรรคด้าน ภาระงานและความซับซ้อน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าองค์กรบางส่วนมอง IIoT เป็นงานเพิ่ม เช่น ภาระงานรายงานที่มากขึ้น การบำรุงรักษาระบบยุ่งยาก และความไม่ชัดเจนของผลลัพธ์ในระยะสั้น จึงเกิดการรับรู้ว่า ยังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่ หรือ ยังไม่คุ้มทุน แม้จะยอมรับว่ามีประโยชน์เชิงแนวคิดก็ตาม นอกจากนี้อุปสรรคด้าน การเงินและงบประมาณ ยังคงเป็นปัจจัยสำคัญในฐานะเงื่อนไขการตัดสินใจ แต่มีลักษณะเป็นตัวแปรที่หน่วงหรือเร่งการลงทุนมากกว่าการ

เป็นอุปสรรคหลักที่สุด หากองค์กรมีความพร้อมด้านความรู้และเห็นผลลัพธ์ชัดเจน องค์กรมักจะหาแนวทางสนับสนุนหรือจัดสรรงบประมาณเพิ่มเติมได้

สุดท้าย อุปสรรคด้าน โครงสร้างพื้นฐาน เช่น ปัญหาอินเทอร์เน็ต/สัญญาณไม่เสถียร เครื่องจักรเก่า หรือความปลอดภัยของข้อมูล ถูกกล่าวถึงในระดับต่ำในกลุ่มตัวอย่างนี้ ซึ่งอาจจะท่อนว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพร้อมทางเทคนิคพื้นฐานอยู่แล้ว หรือให้ความสำคัญกับปัจจัยเชิงองค์กร และทรัพยากรมนุษย์มากกว่าเมื่อประเมินโอกาสสำเร็จของการนำ IIoT มาใช้

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้โดยเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยทั้ง 2 ประการ ได้แก่ (1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจติดตั้งและนำเทคโนโลยี Industrial Internet of Things (IIoT) มาใช้ในการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมไทย และ (2) เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในกระบวนการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมไทย โดยข้อค้นพบสะท้อนให้เห็นว่า การตัดสินใจและความสำเร็จของการนำ IIoT มาใช้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับมิติด้านเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่เกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านองค์กร บุคลากร และบริบทการดำเนินงานร่วมด้วยอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาข้อค้นพบโดยจำแนกตามสถานะการนำระบบ IIoT มาใช้ พบว่ากรณีศึกษาทั้ง 12 องค์กรสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มอย่างชัดเจน ได้แก่ กลุ่มองค์กรที่มีการติดตั้งและใช้งานระบบ IIoT แล้ว จำนวน 6 องค์กร ประกอบด้วย บริษัท ก บริษัท ค บริษัท ง บริษัท จ บริษัท ฉ และบริษัท ฏ และกลุ่มองค์กรที่ยังไม่ติดตั้ง หรือพิจารณาแล้วแต่ยังไม่ตัดสินใจลงทุน หรือยุติการดำเนินโครงการ จำนวน 6 องค์กร ประกอบด้วย บริษัท ข บริษัท จ บริษัท ช บริษัท ซ บริษัท ฌ และบริษัท ฏ การจำแนกกรณีศึกษาในลักษณะนี้ช่วยให้การอภิปรายผลสามารถสะท้อนทั้งมุมมองขององค์กรที่สามารถนำเทคโนโลยีไปใช้ได้จริง และมุมมองขององค์กรที่ยังเผชิญข้อจำกัดในการตัดสินใจหรือการดำเนินโครงการได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ทั้งนี้ กลุ่มองค์กรที่ติดตั้งแล้วสะท้อนให้เห็นถึงปัจจัยสนับสนุนที่เอื้อต่อความสำเร็จของโครงการ ขณะที่กลุ่มองค์กรที่ไม่ติดตั้งสะท้อนข้อจำกัดและอุปสรรคที่มีผลต่อการตัดสินใจไม่ลงทุนหรือยุติโครงการ ซึ่งช่วยให้การอภิปรายผลในบทนี้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยทั้ง 2 ข้ออย่างชัดเจน

ในส่วนของวัตถุประสงค์ข้อ 1 ซึ่งมุ่งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจติดตั้งและนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ในการจัดการพลังงาน ผลการวิจัยสะท้อนภาพสำคัญว่า องค์กรอุตสาหกรรมรับรู้คุณค่าของ IIoT ในเชิงเทคนิคอย่างเด่นชัด โดยเฉพาะความสามารถในการทำให้ข้อมูลเห็นได้จริง เห็นได้เร็ว และย้อนดูได้ ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการพลังงานสมัยใหม่ที่ต้องอาศัยการวัด การติดตาม และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง กล่าวได้ว่า IIoT ถูกมองเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่ช่วยเปลี่ยนการจัดการพลังงานจากการควบคุมเชิงประสบการณ์หรือเชิงพฤติกรรม ไปสู่การบริหารจัดการแบบอิงข้อมูล (Data-Driven Management) เมื่อองค์กรสามารถเข้าถึงข้อมูลที่มีความต่อเนื่องและตรวจสอบ

ย้อนกลับได้ ก็จะสามารถระบุจุดสูญเสีย ความผิดปกติ และโอกาสในการปรับปรุงได้อย่างแม่นยำมากขึ้น ส่งผลให้การตัดสินใจเกี่ยวกับมาตรการประหยัดพลังงานมีลักษณะเป็นการตัดสินใจบนพื้นฐานของหลักฐานมากกว่าการคาดการณ

ข้อค้นพบดังกล่าวปรากฏชัดมากในกลุ่มองค์กรที่ติดตั้งและใช้งานระบบแล้ว ได้แก่ บริษัท ก บริษัท ค บริษัท ง บริษัท จ บริษัท ฉ และบริษัท ฏ ซึ่งสะท้อนว่า การมองเห็นข้อมูลพลังงานแบบต่อเนื่องและการสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ เป็นปัจจัยสำคัญที่สนับสนุนให้เกิดการตัดสินใจลงทุนและการใช้งานจริงในองค์กร ขณะเดียวกัน ในกลุ่มองค์กรที่ยังไม่ติดตั้ง ได้แก่ บริษัท ข บริษัท จ บริษัท ช บริษัท ซ บริษัท ฅ และบริษัท ฏ แม้จะรับรู้ถึงศักยภาพของเทคโนโลยีในเชิงแนวคิด แต่ยังมีข้อกังวลเกี่ยวกับความคุ้มค่า ความพร้อมของระบบ และผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับจริง จึงทำให้การตัดสินใจลงทุนยังไม่เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม

นอกจากนี้ ข้อค้นพบที่มีการกล่าวถึงอย่างมากในมิติของการเชื่อมต่อกับระบบเดิม ยังสอดคล้องโดยตรงกับวัตถุประสงค์ข้อ 1 ในฐานะปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจนำ IIoT มาใช้ ทั้งนี้ เพราะโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีเครื่องจักรและระบบเดิมที่หลากหลายและใช้งานมาเป็นเวลานาน การนำเทคโนโลยีใหม่เข้าไปใช้จึงไม่อาจดำเนินการในลักษณะเปลี่ยนทั้งหมดได้ในคราวเดียว แต่ต้องอาศัยการบูรณาการกับระบบเดิมอย่างค่อยเป็นค่อยไป หากระบบ IIoT ที่เลือกใช้ไม่สามารถเชื่อมต่อหรือดึงข้อมูลจากอุปกรณ์และระบบที่มีอยู่เดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ องค์กรจะเผชิญกับปัญหาข้อมูลจะจัดกระจาย การทำงานซ้ำซ้อน และความคุ้มค่าของโครงการที่ลดลง ดังนั้น ความสามารถด้าน integration จึงเป็นปัจจัยเชิงเทคนิคที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อการยอมรับการตัดสินใจลงทุน และการใช้งานอย่างต่อเนื่องในบริบทโรงงานจริง

ในด้านการบริหารและกลยุทธ์องค์กร ผลการวิจัยยังตอบวัตถุประสงค์ข้อ 1 อย่างชัดเจนว่า การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการตัดสินใจติดตั้งและนำ IIoT มาใช้ เนื่องจากโครงการลักษณะนี้มักเป็นโครงการข้ามสายงานที่เกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงาน เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายซ่อมบำรุง ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายคุณภาพ รวมถึงบางกรณีอาจเกี่ยวข้องกับฝ่าย IT และฝ่ายการเงินด้วย หากปราศจากการสนับสนุนจากผู้บริหาร โครงการมักเผชิญข้อจำกัดทั้งในด้านการจัดลำดับความสำคัญ การจัดสรรงบประมาณและทรัพยากร ตลอดจนการผลักดันให้แต่ละฝ่ายเกิดความร่วมมืออย่างแท้จริง ผู้บริหารยังมีบทบาทสำคัญในการกำหนดทิศทาง สื่อสารเหตุผลของการเปลี่ยนแปลง และสร้างความเข้าใจร่วมกันว่าการลงทุนดังกล่าวมีเป้าหมายอะไร วัตถุประสงค์อะไร และจะสร้างประโยชน์ให้แก่องค์กรในรูปแบบใด ซึ่งช่วยลดความคลุมเครือและเพิ่มความชอบธรรมให้กับโครงการได้อย่างมาก

อีกประเด็นหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ข้อ 1 คือการที่องค์กรให้ความสำคัญกับผลลัพธ์ที่เห็นได้ชัดเจนและการมีตัวอย่างความสำเร็จจากองค์กรอื่น ซึ่งสะท้อนกลไกของการลดความไม่แน่นอนในการตัดสินใจลงทุน ในบริบทของโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องรักษาความต่อเนื่องของกระบวนการผลิต ความเสี่ยงที่โครงการใหม่อาจส่งผลกระทบต่อการเดินเครื่องถือเป็นสิ่งที่ผู้บริหารให้ความสำคัญ

สำคัญอย่างมาก การมีกรณีตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จจึงช่วยให้องค์กรสามารถประเมินความเสี่ยง ความเป็นไปได้ และความคุ้มค่าของการลงทุนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ทั้งยังช่วยให้การตัดสินใจลงทุนมิได้เกิดจากกระแสหรือความคาดหวังเชิงนามธรรม แต่ตั้งอยู่บนบทเรียนและหลักฐานที่จับต้องได้

ในทำนองเดียวกัน ผลการวิจัยในมิติของประสิทธิภาพและต้นทุนยังชี้ให้เห็นปัจจัยสำคัญตามวัตถุประสงค์ข้อ 1 ว่า องค์กรจำนวนมากพิจารณา IIoT ผ่านกรอบของความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Justification) โดยคาดหวังผลลัพธ์ที่สามารถเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดทางงบประมาณได้อย่างชัดเจน เช่น การลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน การลดความสูญเสีย และการเพิ่มผลิตภาพ ข้อค้นพบนี้สะท้อนว่า หากองค์กรต้องการผลักดันโครงการให้เกิดขึ้นจริง จำเป็นต้องมีการออกแบบระบบการวัดผลตั้งแต่เริ่มต้น เช่น การกำหนด Baseline ด้านพลังงานและการผลิต เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลก่อนและหลังดำเนินโครงการได้อย่างเป็นธรรม รวมถึงควรพิจารณาผลลัพธ์ทางอ้อม เช่น การลดภาระงานเอกสาร การลดเวลารวบรวมข้อมูล และการลดความผิดพลาดจากการบันทึกข้อมูลด้วยมือ ซึ่งแม้ไม่สะท้อนออกมาเป็นตัวเลขค่าไฟโดยตรง แต่มีผลต่อประสิทธิภาพขององค์กรในระยะยาวอย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับวัตถุประสงค์ข้อ 2 ซึ่งมุ่งศึกษาปัญหาและอุปสรรคในกระบวนการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ ผลการวิจัยพบอย่างเด่นชัดว่า อุปสรรคสำคัญที่สุดไม่ได้อยู่ที่ตัวเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพียงอย่างเดียว หากแต่อยู่ที่คน กล่าวคือ ช่องว่างด้านความรู้ ความเข้าใจ และความพร้อมของบุคลากรเป็นข้อจำกัดสำคัญของการนำระบบ IIoT มาใช้ในทางปฏิบัติ ทั้งนี้เพราะ IIoT มิใช่เพียงการติดตั้งเซนเซอร์หรือระบบแสดงผลข้อมูล แต่เป็นการสร้างรูปแบบการทำงานใหม่ที่ต้องอาศัยความสามารถในการตีความข้อมูล การติดตามผล และการนำข้อมูลไปสู่การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง หากบุคลากรไม่เข้าใจว่า ข้อมูลที่ได้จากระบบมีความหมายอย่างไร ใช้ประโยชน์เพื่อการตัดสินใจอย่างไร หรือไม่สามารยเชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับการปรับปรุงกระบวนการได้ ระบบดังกล่าวก็อาจหยุดอยู่เพียงระดับของการมีแดชบอร์ด โดยไม่ก่อให้เกิดการปรับปรุงจริงในหน้างาน

ประเด็นนี้ปรากฏชัดมากในกลุ่มองค์กรที่ยังไม่ติดตั้งหรือยุติโครงการ ได้แก่ บริษัท ข บริษัท จ บริษัท ช บริษัท ซ บริษัท ณ และบริษัท ฎ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า แม้องค์กรจะมีความสนใจในเทคโนโลยี IIoT หรือมองเห็นประโยชน์ในระดับแนวคิด แต่อุปสรรคด้านบุคลากร ความไม่พร้อมของทีมงาน และความไม่มั่นใจในการดูแลระบบอย่างต่อเนื่อง ล้วนเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้การตัดสินใจลงทุนยังไม่เกิดขึ้นหรือไม่สามารถขับเคลื่อนโครงการต่อไปได้ ขณะที่กลุ่มองค์กรที่ติดตั้งแล้ว แม้จะยังพบความท้าทายในด้านบุคลากรเช่นกัน แต่สามารถบริหารจัดการอุปสรรคดังกล่าวได้ดีกว่า ผ่านการสนับสนุนจากผู้บริหาร การฝึกอบรม และการสร้างการมีส่วนร่วมของทีมงาน

ในส่วนของอุปสรรคด้านการยอมรับการเปลี่ยนแปลง ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อ 2 ยังชี้ให้เห็นว่า การต่อต้านจากพนักงาน และความไม่มั่นใจของผู้บริหาร เป็นข้อจำกัดสำคัญต่อการผลักดันโครงการ IIoT ให้เกิดผลสำเร็จ ทั้งนี้ หากองค์กรสื่อสารโครงการในลักษณะที่ทำให้บุคลากรรู้สึกวาระระบบใหม่ถูกนำมาใช้เพื่อควบคุม ตรวจสอบ หรือจับผิด มากกว่าการช่วยลดภาระงาน เพิ่ม

ความสะดวก และช่วยแก้ปัญหาได้เร็วขึ้น ก็จะทำให้แรงต้านต่อการเปลี่ยนแปลงเพิ่มสูงขึ้นโดยอัตโนมัติ ข้อค้นพบนี้จึงสะท้อนว่า การนำ IIoT มาใช้ให้ประสบความสำเร็จจำเป็นต้องมีการออกแบบ การสื่อสาร การสร้างการมีส่วนร่วม และการฝึกอบรมควบคู่ไปกับการติดตั้งระบบ มิใช่มองว่าเป็น กิจกรรมรองที่คอยดำเนินการภายหลัง

นอกจากนั้น ผลการวิจัยยังตอบวัตถุประสงค์ข้อ 2 ในมิติของภาระงานและความซับซ้อนของระบบ โดยพบว่า แม้เทคโนโลยี IIoT จะมีศักยภาพสูงในการสนับสนุนการจัดการพลังงาน แต่หากการออกแบบระบบไม่สอดคล้องกับสภาพการทำงานจริงของโรงงาน เช่น ต้องเพิ่มภาระในการกรอกข้อมูล ต้องดูแลอุปกรณ์มากเกินไป หรือมีการแจ้งเตือนที่ถี่และรบกวนการปฏิบัติงาน ระบบจะถูกมองว่าเป็นภาระมากกว่าตัวช่วยทันที ประเด็นนี้สะท้อนว่า การออกแบบระบบ IIoT เพื่อการจัดการพลังงานควรยึดหลักลดงาน เพิ่มความชัดเจน และสนับสนุนการตัดสินใจ มากกว่าการเก็บข้อมูลให้ได้มากที่สุด เพราะข้อมูลจำนวนมากที่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปสู่การตัดสินใจหรือการปรับปรุงได้จริง ย่อมกลายเป็นต้นทุนแฝงและบั่นทอนแรงจูงใจของผู้ใช้งานในระยะยาว

โดยสรุป เมื่ออภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ทั้ง 2 ข้อ จะเห็นได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจติดตั้งและนำ IIoT มาใช้ในการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมไทย ประกอบด้วยทั้งปัจจัยด้านคุณค่าของเทคโนโลยี ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบเดิม ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ การสนับสนุนจากผู้บริหาร และความเชื่อมั่นที่เกิดจากผลลัพธ์ที่พิสูจน์ได้จริง ขณะเดียวกัน ปัญหาและอุปสรรคสำคัญในกระบวนการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านความรู้และความพร้อมของบุคลากร การต่อต้านการเปลี่ยนแปลง ความซับซ้อนของระบบ และภาระงานที่อาจเพิ่มขึ้นจากการใช้งานจริง ข้อค้นพบทั้งหมดนี้จึงสะท้อนว่า ความสำเร็จของการนำ IIoT มาใช้เพื่อการจัดการพลังงานมิได้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีเพียงลำพัง แต่ต้องอาศัยความพร้อมเชิงองค์กร ความพร้อมของบุคลากร และการออกแบบการเปลี่ยนผ่านที่เหมาะสมควบคู่กันไป

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติสำหรับองค์กรอุตสาหกรรม

จากข้อค้นพบของงานวิจัย ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติที่สำคัญที่สุดคือ องค์กรควรมองการนำ IIoT เพื่อการจัดการพลังงานเป็น โครงการองค์กร ไม่ใช่ โครงการเทคนิค กล่าวคือควรเริ่มจากการกำหนดเป้าหมายด้านพลังงานที่เชื่อมโยงกับผลลัพธ์ทางธุรกิจ เช่น ค่าไฟต่อหน่วยผลิต การลด kWh ต่อหน่วยผลิต การลด peak demand หรือการลดการสูญเสียพลังงานจากการเดินเครื่องที่ไม่จำเป็น จากนั้นจึงกำหนดตัวชี้วัด วิธีการวัดผล และรอบการทบทวนผลอย่างชัดเจน เมื่อเป้าหมายและตัวชี้วัดชัด โครงการจะถูกขับเคลื่อนได้ง่ายขึ้นเพราะทุกฝ่ายเห็นเป้าหมายร่วมกัน และการประเมินความคุ้มค่าจะเป็นระบบมากขึ้น

องค์กรควรออกแบบการนำร่อง (pilot) ที่มุ่งสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์และลดความเสี่ยง โดยเลือกจุดเริ่มต้นที่มีความสำคัญด้านพลังงานสูงหรือมีปัญหาที่เห็นผลได้ชัด เช่น กระบวนการที่ใช้พลังงานมากที่สุด เครื่องจักรที่มี Downtime บ่อย หรือจุดที่มีของเสียสูงซึ่งสัมพันธ์กับการใช้

พลังงานต่อหน่วยผลิต การนำร่องควรกำหนด Baseline ก่อนเริ่ม เช่น ค่าใช้พลังงานเฉลี่ยต่อชั่วโมง หรือ Per Batch และกำหนดเกณฑ์สำเร็จที่วัดผลได้ เพื่อให้ผู้บริหารเห็นผลชัดเจนและสามารถตัดสินใจขยายผลได้อย่างมีเหตุผล การสร้าง Quick Win ในระยะต้น เช่น การตรวจพบความผิดปกติของโหลดพลังงานที่นำไปสู่การแก้ไขจริง จะช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นและลดแรงต้านจากหน่วยงาน

ด้านบุคลากร องค์กรควรพัฒนาความสามารถภายใน (Internal Capability) อย่างเป็นระบบ โดยกำหนดบทบาทและความรับผิดชอบที่ชัดเจน ตั้งแต่เจ้าของโครงการ เจ้าของข้อมูลผู้ดูแลอุปกรณ์และเครือข่าย และผู้ใช้ข้อมูลในระดับหัวหน้างานผู้บริหาร พร้อมทั้งกำหนดเส้นทางการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบทบาท กล่าวคือผู้บริหารควรเรียนรู้การตีความตัวชี้วัดเพื่อใช้ตัดสินใจและกำกับเป้าหมาย หัวหน้างานควรเรียนรู้การใช้แดชบอร์ดและการตอบสนองต่อสัญญาณผิดปกติ ส่วนทีมซ่อมบำรุง/วิศวกรรมควรเรียนรู้การดูแลอุปกรณ์ การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และการบำรุงรักษาระบบอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ควรวางแผนถ่ายทอดความรู้ภายในเพื่อป้องกันปัญหาไม่มีคนดูแลต่อ เมื่อเกิดการเปลี่ยนคนหรือเปลี่ยนโครงสร้างงาน

องค์กรควรบริหารการเปลี่ยนแปลงควบคู่กับการติดตั้งเทคโนโลยี โดยต้องสื่อสารเหตุผลและคุณค่าของโครงการในกรอบที่ผู้ปฏิบัติรับรู้ได้ เช่น ระบบช่วยลดการจดบันทึกมือ ลดเวลาทำรายงาน ลดความผิดพลาด และช่วยให้แก้ปัญหาได้เร็วขึ้น มากกว่าสื่อสารว่าเป็นการเพิ่มการตรวจสอบหรือเพิ่มการควบคุม เมื่อผู้ใช้งานเห็นว่าระบบทำให้ชีวิตการทำงานดีขึ้น ความร่วมมือจะสูงขึ้นโดยธรรมชาติ การมีส่วนร่วมของผู้ใช้งานตั้งแต่การออกแบบหน้าจอรายงาน รูปแบบการแจ้งเตือน และขั้นตอนการตอบสนองเมื่อเกิดเหตุการณ์ จะช่วยให้ระบบสอดคล้องกับหน่วยงานจริงและลดภาระงานที่ไม่จำเป็น

ในด้านการเลือกผู้ให้บริการ องค์กรควรพิจารณาปัจจัยที่มากกว่าราคา เช่น ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบเดิม ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความเสถียรของระบบ การดูแลหลังติดตั้งและความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ให้ทีมงานภายใน องค์กรควรจัดทำข้อตกลงการบริการที่ชัดเจน กำหนดรูปแบบการอบรม และกำหนดแผนการส่งมอบเอกสาร/คู่มือ เพื่อให้ระบบสามารถดำเนินงานต่อเนื่องได้ และลดความเสี่ยงจากการพึ่งพาทันทีมากเกินไปในระยะยาว

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและบทบาทหน่วยงานสนับสนุน

ผลการวิจัยสะท้อนว่ามาตรการสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น สิทธิประโยชน์การลงทุนหรือมาตรการส่งเสริมบางรูปแบบ ถูกมองเป็นปัจจัยเสริมมากกว่าปัจจัยหลักในการตัดสินใจลงทุน อย่างไรก็ตาม ภาครัฐและหน่วยงานสนับสนุนสามารถมีบทบาทสำคัญในการลดความไม่แน่นอนและลดความเสี่ยงของการลงทุน โดยเฉพาะกับองค์กรที่ยังไม่มั่นใจในผลตอบแทนระยะสั้น ดังนั้นแนวทางเชิงนโยบายที่มีประสิทธิภาพควรมุ่งสนับสนุนให้เกิด โครงการนำร่องที่วัดผลได้จริง มากกว่าการสนับสนุนแบบกว้างที่ไม่ชี้ผลลัพธ์ เช่น การสนับสนุนในรูปแบบ matching grant สำหรับการติดตั้ง

ระบบวัดพลังงานและแพลตฟอร์มข้อมูลในจุดสำคัญ พร้อมกำหนดเงื่อนไข Baseline และตัวชี้วัดผลลัพธ์ที่ตรวจสอบได้

เนื่องจากอุปสรรคหลักอยู่ที่ความพร้อมของบุคลากร ภาครัฐและหน่วยงานการศึกษา/ฝึกอบรมควรมุ่งพัฒนาทักษะด้านดิจิทัลอุตสาหกรรมและการจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบ โดยจัดหลักสูตรระยะสั้นเชิงปฏิบัติที่เน้นการทำงานกับข้อมูลจริงของโรงงาน เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลพลังงาน การออกแบบตัวชี้วัด การอ่านความผิดปกติ และการดูแลระบบ IIoT รวมถึงการสร้างเครือข่ายผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้คำปรึกษาแก่โรงงาน โดยเฉพาะ SMEs ที่มีข้อจำกัดด้านบุคลากรและงบประมาณ การมี ศูนย์ทดสอบ/ศูนย์เรียนรู้ (Testbed) ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมจะช่วยให้โรงงานทดลองใช้เทคโนโลยีและเรียนรู้จากการลงมือทำได้โดยลดความเสี่ยงต่อการผลิตจริง

ในระยะยาว หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมมาตรฐานแนวทางการเชื่อมต่อข้อมูลพลังงาน และแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยข้อมูลในบริบทอุตสาหกรรม เพื่อรองรับการขยายระบบและการบูรณาการข้อมูลกับระบบอื่นๆ ในอนาคต เพราะเมื่อองค์กรเริ่มเชื่อมโยงข้อมูลพลังงานกับข้อมูลการผลิตและระบบองค์กร ความเสี่ยงด้านข้อมูลจะสูงขึ้น การมีแนวทางมาตรฐานและคู่มือปฏิบัติจะช่วยให้โรงงานดำเนินการได้อย่างมั่นคงและลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระยะขยายผล

แนวทางแก้ไขอุปสรรคและข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติสำหรับการตัดสินใจลงทุน IIoT เพื่อการจัดการพลังงาน

จากการวิเคราะห์เนื้อหาการสัมภาษณ์และการดึงคำจำเพาะ (Keywords) ในบทที่ 4 พบประเด็นสนับสนุนและอุปสรรคที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุน/ไม่ลงทุนระบบ IIoT เพื่อการจัดการพลังงาน โดยสามารถตีความเป็น แนวทางแก้ปัญหาได้ดังนี้

1. แนวทางเมื่อพบ ต้นทุนสูง/งบประมาณไม่พอ/ยังไม่คุ้มทุน

จากบทสนทนา

“ผู้วิจัย: แล้วปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจเลือกมีอะไรบ้างครับ? ยกตัวอย่าง เช่น ต้นทุน หรือ การสนับสนุนจากผู้บริหาร เป็นต้นครับ

นาย A: อันดับ 1 น่าจะต้นทุนเริ่มต้นครับ ถ้ามันแพงไป เราก็ไม่อยากจะทำ

ผู้วิจัย: อันนี้จากที่ผมเคยอยู่กับบริษัทที่ทำมาก่อนครับ ถ้าต้นทุน พวก IIoT ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ Software ครับ กับค่าที่ติดตั้งหลายค่าตัวเลข ราคาที่ยังพุ่ง

นาย A: ต่อมาก็คงเป็น ความเข้ากันได้กับระบบเดิม เพราะ ถ้าเข้ากับพวก PLC หรือระบบที่เรามีอยู่แล้วไม่ได้ มันก็ต้องเปลี่ยนใหม่หมด ถ้าจะทำ เป็นค่าใช้จ่ายก้อนใหญ่เลยครับ

นาย A: แล้วก็พวก ROI การคืนทุนครับ ตัวนี้ผู้บริหารเค้าอยากรู้ว่ากี่ปีจะคืนทุนให้เค้าได้ แต่มีเคสตัวอย่างที่ vendor มาเสนอ มีเจ้านึงถ้าผมจำไม่ผิดนะ 5-10 ปีนี้แหละ คืนทุน

ผู้วิจัย: แล้วสุดท้ายอะไรทำให้ผู้บริหารอนุมัติครับ?

นาย A: ตัวเลขครับ ถ้าเห็นชัดว่าลดต้นทุนได้จริง มี Timeline คืบหน้าชัดเจน ท่านสนับสนุนเต็มที่

ผู้วิจัย: แล้วสุดท้าย อะไรคือเหตุผล ตัดสิน ที่ไม่ลงทุนครับ?

นาย B: พูดตรงๆ คือ ต้นทุนเริ่มต้นค่อนข้างสูง จากราคาที่ได้รับมาทำให้รู้ว่า งบประมาณที่ทางเราเตรียมไว้ไม่พอครับ ประเมินราคาส่วนใหญ่อยู่ที่ราคา เกือบๆ หรือ เกิน 1 ล้านทั้งนั้น อีกเรื่องคือระบบเดิมบางส่วนไม่รองรับ ถ้าจะติดตั้งจริงๆ ต้องลงทุนโครงสร้างพื้นฐานเพิ่มอีก และบุคลากรของเรายังไม่พร้อมเต็มที่ ผมมองว่าถ้าลงทุนไปแล้วใช้ไม่ได้เต็มประสิทธิภาพ จะยังไม่คุ้มค่า แล้วผลที่ทาง vendor นำมาเสนอ ยังไม่เห็นผลชัดเจน ทำให้ผู้บริหารไม่มั่นใจ ผู้บริหารเลยไม่สนับสนุนครับ มองงว่า อาจจะยังไม่จำเป็นในตอนนี้นะ

ทำให้เราเห็นว่าต้นทุน ไม่ได้เป็นแค่ราคาซื้อ แต่เป็นต้นทุนรวม (ติดตั้ง-ซอฟต์แวร์-License-โครงสร้างพื้นฐาน) และความกังวลหลักของผู้บริหารคือ ต้องเห็นตัวเลขความคุ้มค่า ที่ตรวจสอบได้จริง หากไม่ชัดจะถูกชะลอโครงการทันที ทางผู้ให้สัมภาษณ์ได้ชี้ให้เห็นแนวทางแก้ไขของปัญหา ต้นทุนสูง/งบประมาณไม่พอ/ยังไม่คุ้มทุน ควรแก้ด้วย (1) จัดทำกรอบประเมินความคุ้มค่าให้ชัดตั้งแต่ต้น (Baseline พลังงาน/ต้นทุนก่อนทำ, KPI, ROI/Payback พร้อมสมมติฐาน) เพื่อให้เห็นตัวเลข และลดความเสี่ยง (2) ลงทุนแบบค่อยเป็นค่อยไป โดยเริ่มจากจุดที่คาดว่าจะเห็นผลก่อน (Quick Win) เพื่อลดแรงกดดันด้านงบ (3) ค่อยๆ ขอบเขตข้อมูล ให้เท่าที่จำเป็นต่อเป้าหมายจริง เพื่อป้องกันต้นทุนบานปลายจากการทำระบบใหญ่เกินจำเป็น

เมื่อองค์กรเผชิญประเด็น ต้นทุนสูง/งบประมาณไม่พอ/ยังไม่คุ้มทุน แนวทางที่เหมาะสมคือเริ่มจากการทำกรอบการประเมินความคุ้มค่า ให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้บริหารมองเห็นภาพว่าระบบสามารถ ลดต้นทุนได้ และ ลดค่าไฟ/พลังงาน ได้ในระดับที่จับต้องและตรวจสอบได้ ซึ่งจะช่วยตอบข้อกังวลที่มักเกิดร่วมกัน เช่น ผู้บริหารยังไม่มั่นใจหรือยังไม่เห็นผลชัดเจน จากนั้นควรวางแผนการลงทุนแบบค่อยเป็นค่อยไป โดยเริ่มจากจุดที่คาดว่าจะเห็นผลก่อน เพื่อลดแรงกดดันด้านต้นทุนและลดความเสี่ยงของการลงทุนในกรณีที่ยังมองว่ายังไม่คุ้มทุน ในระยะเริ่มต้น อีกทั้งควรกำหนดขอบเขตข้อมูลให้เท่าที่จำเป็นและสัมพันธ์กับเป้าหมายการใช้งานจริง เช่น ข้อมูลเรียลไทม์ เพื่อควบคุมต้นทุนไม่ให้นานปลายจนเกิดเงื่อนไข งบประมาณไม่พอ

2. แนวทางเมื่อพบ บุคลากรไม่พร้อม/ขาดความรู้เฉพาะทาง/ไม่มีคนดูแลต่อ/ภาระงาน

เพิ่ม

จากบทสนทนา

“ผู้วิจัย: ทีมงานมีการต่อต้านไหมครับ?”

นาย A: มีบ้างครับ โดยเฉพาะคนที่ทำงานมานาน บางคนกลัวว่าจะเพิ่มภาระงาน บางคนกลัวโดนจับผิด ผมก็ต้องอธิบายเยอะหน่อย

ผู้วิจัย: ทีมงานมีความพร้อมไหมครับ?

นาย B: ต้องมีการฝึกอบรมเพิ่มเติมแน่นอน และบางส่วนกังวลเรื่องภาระงานเพิ่มเลยมีการต่อต้านอยู่บ้างไม่อยากจะทำงานเพิ่มครับ ถ้าติดตั้งไปแล้วไม่มีคนใช้ข้อมูลอย่างจริงจังระบบจะไม่สร้างคุณค่า

ผู้วิจัย: เรื่องความพร้อมของทีมงานเป็นอย่างไรบ้างครับ

นาย C: บุคลากรตอนแรกไม่พร้อมครับ ขาดความรู้เฉพาะทางเรื่องระบบไป ต้องเข้าการฝึกอบรมเรื่องการดูแลระบบ และอุปกรณ์เพิ่มเติม ช่วงแรกมีภาระงานเพิ่มบ้าง แต่เมื่อระบบเข้าที่ งานเอกสารลดลง ส่วนเรื่องงานดูแลระบบให้ทาง vendor ช่วยแจ้งเตือนเอา

ผู้วิจัย: การจัดการข้อมูลจำนวนมากเป็นความท้าทายไหมครับ?

นาย C: มีบ้างครับ ต้องจัดระบบการเก็บข้อมูลให้เหมาะสม และกำหนดผู้รับผิดชอบชัดเจน

ผู้วิจัย: บุคลากรพร้อมหรือไม่ครับ?

นาย D: ช่วงแรกยังไม่พร้อม ขาดความรู้เฉพาะทาง ต้องฝึกอบรมเพิ่มเติม ตอนแรกก็กลัวจะไม่มีคนดูแลต่อ เลยต้องจัดทีมดูแลระบบ แต่เมื่อระบบเข้าที่ งานเอกสารลดลงมาก ต้องให้พนักงานเห็นถึงข้อดีของระบบครับ จะได้ว่าระบบมันเข้ามาช่วยจริงๆ ภายหลังก็ปรับตัวกันได้งานค่าน้อยลง เค้าก็ชอบ

ผู้วิจัย: ปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจคืออะไรครับ?

นางสาว E: บุคลากรค่ะ ทางบุคลากรของเรายังไม่ค่อยพร้อม ขาดความรู้เฉพาะทาง อีกทั้งยังไม่มีเวลาไปอบรม เพราะ เติบโตผลิตตลอดค่ะ

ผู้วิจัย: อะไรคือเหตุผล “ตัดสินใจ” ที่ไม่ติดตั้งครับ?

นางสาว E: ต้นทุนค่อนข้างสูงค่ะ งบประมาณส่วนนี้ไปจ่ายเรื่องอื่นแล้ว และผู้บริหารยังไม่มั่นใจในผลตอบแทน อีกทั้งบุคลากรยังไม่พร้อม และต้องมีภาระงานเพิ่มอีกเยอะในช่วงแรก พนักงานเลยต่อต้าน ไม่มีคนคอยดูแลระบบต่อ จะให้รับคนใหม่มาดูแลโดยเฉพาะ ก็ไม่ได้รับการอนุมัติค่ะ เพราะ ถูกมองว่ายังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่

จากบทสนทนาทำให้เราเห็นว่า ปัญหาคนไม่พร้อม ทำให้เกิด 2 เรื่องพร้อมกัน คือ (1) ความเสี่ยงที่ระบบจะถูกใช้ไม่เต็มที่จนไม่คุ้มทุน และ (2) แรงต้านจากพนักงานเพราะรับรู้ว่าการเพิ่มหรือการถูกจับผิดรวมถึงช่องว่างการดูแลต่อเนื่องเมื่อไม่มีผู้รับผิดชอบระบบที่ชัดเจน ทางผู้ให้สัมภาษณ์ได้ชี้ให้เห็นแนวทางแก้ไขของปัญหาไว้ดังนี้ (1) กำหนดบทบาทตั้งแต่ต้นว่าใครเป็นผู้รับผิดชอบ และใครเป็นผู้ใช้ข้อมูลให้ชัดเจน เพื่อป้องกันภาวะไม่มีคนดูแลต่อ (2) วางแผนพัฒนาทักษะให้ตรงงานจริง โดยทำให้พนักงานดูแลเบื้องต้นได้ ลดการพึ่งพาภายนอก โดยอาศัยการอบรม (3) ออกแบบ Workflow ให้ระบบลดงานเดิม เช่น ลดงานเอกสาร หรืองานซ้ำซ้อน เพื่อให้คนเห็นประโยชน์และยอมรับได้ (4) ทำ Change Management ลดความกังวลเรื่องถูกจับผิด และสื่อสารโดยตรงให้พนักงานรับรู้ ว่าเทคโนโลยีจะเข้ามาช่วยงาน มากกว่า เพิ่มงาน

ในกรณีที่ต้องกรพบ บุคลากรไม่พร้อม/ขาดความรู้เฉพาะทาง/ไม่มีคนดูแลต่อ/ภาระงานเพิ่มแนวทางสำคัญ คือการกำหนดบทบาทผู้รับผิดชอบ ให้ชัดเจนตั้งแต่ต้นว่าใครเป็นเจ้าของระบบ และใครเป็นผู้ใช้ข้อมูล เพื่อลดความเสี่ยงเรื่องการขาดความต่อเนื่องและป้องกันสถานการณ์ที่ไม่มีคนดูแลต่อ ควบคู่กับการพัฒนาความรู้แบบตรงจุดตามงานจริง ซึ่งเป็นการตีความจากขาดความรู้เฉพาะทาง เพื่อให้คนหน่วยงานสามารถใช้งานและดูแลเบื้องต้นได้ และลดการพึ่งพาภายนอกมากเกินไป นอกจากนี้ควรออกแบบขั้นตอนการทำงานให้หลีกเลี่ยงการเพิ่มภาระที่ไม่จำเป็น โดยทำให้ระบบช่วยลดงานซ้ำซ้อนหรือภาระเดิมที่หน่วยงานแบกรับอยู่ เพื่อไม่ให้เกิดการรับรู้ว่าเทคโนโลยีทำให้ภาระงานเพิ่ม จนส่งผลให้คนไม่อยากใช้งาน

3. แนวทางเมื่อพบ เครื่องจักรเก่า/เชื่อมต่อกับระบบเดิมไม่ได้

จากบทสนทนา

“ผู้วิจัย: แล้วปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจเลือกมีอะไรบ้างครับ? ยกตัวอย่าง เช่น ต้นทุน หรือ การสนับสนุนจากผู้บริหาร เป็นต้นครับ

นาย A: อันดับ 1 น่าจะต้นทุนเริ่มต้นครับ ถ้ามันแพงไป เราก็ไม่อยากทำ

ผู้วิจัย: อันนี้จากที่ผมเคยอยู่กับบริษัทที่ทำมาก่อนครับ ถ้าต้นทุน พวก IIoT ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ Software ครับ กับค่าที่ติดตั้ง ถ้าตั้งหลายค่าตัวเลข ราคาที่ยังพุ่ง

นาย A: ต่อมาก็คงเป็น ความเข้ากันได้กับระบบเดิม เพราะ ถ้าเข้ากับพวก PLC หรือระบบที่เราเคยมีอยู่แล้วไม่ได้ มันก็ต้องเปลี่ยนใหม่หมด ถ้าจะทำ เป็นค่าใช้จ่ายก้อนใหญ่เลยครับ

นาย A: แล้วก็พวก ROI การคืนทุนครับ ตัวนี้ผู้บริหารเค้าอยากรู้ว่ากี่ปีจะคืนทุนให้เค้าได้ แต่มีเคสตัวอย่างที่ vendor มาเสนอ มีเจ้าหนึ่งถ้าผมจำไม่ผิดนะ 5-10 ปีนี้แหละ คืนทุน

ผู้วิจัย: ระบบมีความเข้ากันได้กับระบบเดิมไหมครับ?

นาย D: มีการปรับบางส่วน แต่เราออกแบบระบบให้รองรับตั้งแต่ต้น ผมเน้นเรื่อง Architecture ของระบบมาก ถ้าวางโครงสร้างดี ปัญหาจะน้อยตามไปด้วย

ผู้วิจัย: ขั้นตอนการศึกษาระบบเป็นอย่างไรบ้างครับ?

นาย F: เราทดลองติดตั้งในบางเครื่องก่อน เพื่อดูความเสถียร และความเข้ากันได้กับระบบ PLC ปัญหาที่พบคือ PLC หลักของเราส่วนใหญ่เป็น Mitsubishi ระบบของ Vendor ไม่สามารถเชื่อมต่อได้ เนื่องจาก PLC ของ mitsu มันล๊อคไว้ครับ

ผู้วิจัย: ระบบมีความเข้ากันได้กับระบบเดิมไหมครับ?

นาย I: ในเชิงเทคนิคสามารถทำได้ครับ เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้ ไม่ได้เป็นข้อจำกัดหลัก เรามีไลน์ที่ใช้ Automation อยู่เยอะ และมีพวกตู้ MDB กับมิเตอร์แยกอยู่

จากบทสนทนานี้ ทำให้เราเห็นว่า การเชื่อมต่อกับระบบเดิม PLC ของเครื่องจักร หรือการที่เครื่องจักรเก่า เป็นตัวกีดกันต้นทุนและความเสี่ยง ถ้าเชื่อมต่อไม่ได้จะนำไปสู่การเพิ่ม

อุปกรณ์ เปลี่ยนระบบ จนกระทบทั้งการผลิตและความคุ้มค่า ทางผู้ให้สัมภาษณ์ได้ชี้ให้เห็นแนวทางแก้ไขของปัญหาไว้ดังนี้ (1) สำรวจและจัดกลุ่มความพร้อมของระบบเดิมอย่างเป็นระบบ (2) ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ (Architecture) ตั้งแต่ต้น เพื่อลดการแก้ปัญหาปลายทาง (3) ใช้การทดลองติดตั้งแบบนำร่อง (Pilot Integration) เพื่อพิสูจน์ความเข้ากันได้จริงกับ PLC ของเครื่องจักรเป้าหมาย (4) ใช้ความพร้อมเดิมเป็นแต้มต่อ ในองค์กรที่มี โครงสร้างพื้นฐานพร้อม (5) ควรเลือกโซลูชันที่เน้นความเข้ากันได้ กับระบบเดิมมากที่สุด เพื่อลดการแปลงระบบและลด Downtime

4. แนวทางเมื่อพบ ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ/ยังไม่เห็นผลชัดเจน/ยังไม่จำเป็นในตอนนี

จากบทสนทนา

“ผู้วิจัย: แล้วสุดท้าย อะไรคือเหตุผล “ตัดสินใจ” ที่ไม่ลงทุนครับ?

นาย B: พูดตรงๆ คือ ต้นทุนเริ่มต้นค่อนข้างสูง จากราคาที่ได้รับมาทำให้รู้ว่า งบประมาณที่ทางเราเตรียมไว้ไม่พอครับ ประเมินราคาส่วนใหญ่อยู่ที่ราคา เกือบๆ หรือ เกิน 1 ล้านทั้งนั้น อีกเรื่องคือระบบเดิมบางส่วนไม่รองรับ ถ้าจะติดตั้งจริงๆ ต้องลงทุนโครงสร้างพื้นฐานเพิ่มอีก และบุคลากรของเรายังไม่พร้อมเต็มที่ ผมมองว่าถ้าลงทุนไปแล้วใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จะยังไม่คุ้มค่า แล้วผลที่ทาง Vendor นำมาเสนอ ยังไม่เห็นผลชัดเจน ทำให้ผู้บริหารไม่มั่นใจ ผู้บริหารเลยไม่สนับสนุนครับ มองว่า อาจจะยังไม่จำเป็นในตอนนี

ผู้วิจัย: การสนับสนุนจากผู้บริหารมีบทบาทอย่างไรครับ?

นาย B: ในกรณีนี้ อย่างที่บอกไปครับ ถ้ามองไม่เห็นแนวทางดำเนินการเลยครับ เลยไม่สนับสนุน ถ้าเหตุผลยังไม่หนักแน่นพอ ผมก็ไม่สามารถผลักดันต่อไปได้เช่นกัน

ผู้วิจัย: อะไรคือปัจจัย “ตัดสินใจ” ที่ทำให้ลงทุนครับ?

นาย D: เมื่อเราได้รับการสนับสนุนบางส่วนจากภาครัฐ และเห็นภาพชัดว่า IIoT จะเชื่อมเข้ากับ SAP ได้รวมถึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนระยะยาว ผู้บริหารจึงอนุมัติ

ผู้วิจัย: อะไรคือเหตุผล “ตัดสินใจ” ที่ไม่ติดตั้งครับ?

นางสาว E: ต้นทุนค่อนข้างสูงค่ะ งบประมาณส่วนนี้ปันไปจ่ายเรื่องอื่นแล้ว และผู้บริหารยังไม่มั่นใจในผลตอบแทน อีกทั้งบุคลากรยังไม่พร้อม และต้องมีภาระงานเพิ่มอีกเยอะในช่วงแรก พนักงานเลยต่อต้าน ไม่มีคนคอยดูแลระบบต่อ จะให้รับคนใหม่มาดูแลโดยเฉพาะ ก็ไม่ได้รับการอนุมัติค่ะ เพราะ ถูกมองว่ายังไม่จำเป็นในตอนนี

ผู้วิจัย: การสนับสนุนจากผู้บริหารมีบทบาทอย่างไรครับ?

นาย H: ผู้บริหารต้องการเห็นตัวเลขชัดเจน เมื่อ ROI ยังไม่แน่ชัด ผู้บริหารยังไม่มั่นใจกับการลงทุน จึงยังไม่อนุมัติ

จากบทสนทนาทำให้เราเห็นว่า ความไม่มั่นใจของผู้บริหารเกิดเมื่อยังไม่เห็นผลที่จับต้องได้ และเหตุผลเชิงธุรกิจยังไม่หนักแน่น ดังนั้นการสื่อสารต้องแปลงประโยชน์ของเทคโนโลยีให้เป็นหลักฐาน ที่ผู้บริหารตรวจสอบได้ และเชื่อมกับประเด็นที่ผู้บริหารใช้ตัดสินใจจริง ทางผู้ให้สัมภาษณ์

ได้ชี้ให้เห็นแนวทางแก้ไขของปัญหาไว้ดังนี้ (1) สื่อสารเป้าหมายให้ตรงกรอบตัดสินใจของผู้บริหาร โดยผูกกับผลลัพธ์เชิงธุรกิจ เช่น ลดต้นทุน ลดค่าไฟ ได้รับข้อมูลแบบ Real-time (2) ทำให้ผลลัพธ์เห็นและตรวจสอบได้ ด้วย Baseline ก่อน-หลัง และตัวชี้วัดที่อ่านง่าย (3) ยืนยันความเป็นไปได้เชิงระบบ เช่น ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบเดิม (ERP/SAP/PLC) และลดความเสี่ยงด้วยเงื่อนไขสนับสนุน (เช่น การสนับสนุนจากภาครัฐหรือแพ็คเกจบริการ) เพื่อเพิ่มความมั่นใจและทำให้การอนุมัติเป็นไปได้จริง

สำหรับสถานการณ์ที่องค์กรสะท้อนว่า ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ/ยังไม่เห็นผลชัดเจน/ยังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่ แนวทางสำคัญคือการสื่อสารเป้าหมายให้ตรงกับกรอบการตัดสินใจของผู้บริหาร โดยเชื่อมโยงผลที่คาดหวังเข้ากับประเด็นที่ผู้ให้สัมภาษณ์สะท้อนอย่างชัดเจน เช่น ลดต้นทุนได้ ควบคุมการผลิตได้ดีขึ้น ลดค่าไฟ/พลังงาน และข้อมูลเรียลไทม์ เพื่อทำให้ความจำเป็น ของโครงการชัดเจนในมุมมองธุรกิจ อีกทั้งควรทำให้ผลลัพธ์สามารถมองเห็นและตรวจสอบได้ง่าย เช่น การแสดงแนวโน้มพลังงานหรือต้นทุนก่อน-หลัง เพื่อช่วยลดข้อกังวลว่า ยังไม่เห็นผลชัดเจน และเพิ่มความมั่นใจของผู้บริหารในการตัดสินใจ

ข้อจำกัดของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่มุ่งทำความเข้าใจบริบท เหตุผล และกระบวนการตัดสินใจขององค์กรอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการนำ IIoT มาใช้เพื่อการจัดการพลังงาน ดังนั้นผลการวิจัยจึงเหมาะกับการอธิบาย โครงสร้างของปัจจัย และ กลไกการตัดสินใจ มากกว่าการสรุปเชิงสถิติที่สามารถอ้างอิงไปยังประชากรอุตสาหกรรมทั้งหมดได้โดยตรง การนำผลไปประยุกต์ใช้จึงควรพิจารณาความเหมาะสมตามบริบทขององค์กร เช่น ขนาดธุรกิจ โครงสร้างต้นทุนพลังงาน และความพร้อมของบุคลากร

งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดด้านขนาดกลุ่มผู้ให้ข้อมูล เนื่องจากจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์ยังมีไม่มากนักเมื่อเทียบกับความหลากหลายของภาคอุตสาหกรรมไทย ซึ่งอาจทำให้ภาพรวมของปัจจัยที่ค้นพบสะท้อนมุมมองของกลุ่มตัวอย่างบางประเภทมากกว่าภาพแทนของภาคอุตสาหกรรมทั้งหมด แม้ว่าการวิจัยเชิงคุณภาพจะเน้นความลึกของข้อมูลมากกว่าความกว้าง แต่หากมีจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์มากขึ้นและครอบคลุมอุตสาหกรรมที่หลากหลายขึ้น ผลการสังเคราะห์เชิงธีมจะมีความแม่นยำและความเชื่อมั่น (confidence) สูงขึ้น รวมถึงช่วยเพิ่มความสามารถในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอุตสาหกรรม ขนาดองค์กร และระดับความพร้อมด้านดิจิทัลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

แม้กลุ่มตัวอย่างนั้น มีความหลากหลายทั้งประเภทอุตสาหกรรมและระดับความพร้อม ซึ่งช่วยให้เห็นภาพรวมและมุมมองที่กว้างขึ้น แต่ความหลากหลายนี้อาจทำให้บางประเด็นเฉพาะอุตสาหกรรมไม่ได้รับการเจาะลึกเต็มที่ เช่น รูปแบบการใช้พลังงานในกระบวนการเฉพาะ การกำกับดูแลข้อมูลในอุตสาหกรรมที่มีข้อกำหนดพิเศษ หรือรูปแบบการคำนวณความคุ้มค่าในอุตสาหกรรมที่มีโครงสร้างค่าไฟและภาระโหลดที่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ วิธีการวิเคราะห์คำสำคัญและการจัดกลุ่มเชิงธีมช่วยให้ข้อค้นพบมีความเป็นระบบและเห็นภาพของประเด็นได้ชัด แต่ยังคงมีความเป็นอัตวิสัยในกระบวนการตีความ และการจัดหมวดหมู่ตามธรรมชาติของงานวิจัยเชิงคุณภาพ แม้ผู้วิจัยจะพยายามลดอคติด้วยการสังเคราะห์จากข้อมูลหลายส่วนและจัดโครงสร้างการตีความอย่างเป็นระบบ แต่ผู้อ่านยังควรพิจารณาข้อจำกัดนี้เมื่อทำความเข้าใจข้อสรุป

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

งานวิจัยในอนาคตควรต่อยอดจากข้อค้นพบนี้ด้วยการพัฒนาแบบจำลองเชิงปริมาณเพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ค้นพบ เช่น ความพร้อมบุคลากร การสนับสนุนจากผู้บริหาร การรับรู้ความคุ้มค่า และความง่ายในการใช้งาน กับระดับการตัดสินใจลงทุนหรือระดับความสำเร็จของการใช้งานจริง การสร้างแบบสอบถามจากธีมที่ได้และเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้นจะช่วยให้สามารถอ้างอิงแนวโน้มเชิงสถิติ เปรียบเทียบระหว่างอุตสาหกรรม และระบุปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดในเชิงปริมาณได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ควรมีการศึกษาติดตามผลระยะยาว (Longitudinal Study) หรือวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เพื่อทำความเข้าใจพลวัตหลังการติดตั้ง เช่น การเรียนรู้ของบุคลากร การปรับกระบวนการ การปรับตัวของวัฒนธรรมการใช้ข้อมูล และผลลัพธ์ด้านพลังงานที่เกิดขึ้นจริงในระยะยาว เพราะโครงการ IIoT มักต้องอาศัยช่วงเวลาในการเรียนรู้และการปรับกระบวนการก่อนผลลัพธ์จะนิ่ง และสะท้อนความคุ้มค่าได้

อีกแนวทางหนึ่งคือการทำองค์กรเชิงลึกแบบเปรียบเทียบระหว่างองค์กรที่ประสบความสำเร็จและองค์กรที่ไม่ประสบความสำเร็จ เพื่อระบุ กลไกความสำเร็จ และจุดล้มเหลว อย่างเป็นรูปธรรม เช่น รูปแบบการนำร่องที่เหมาะสม รูปแบบการสื่อสารภายใน การจัดการแรงงาน การออกแบบแดชบอร์ดให้สอดคล้องกับผู้ใช้ และการกำกับดูแลข้อมูลภายในองค์กร ซึ่งจะช่วยพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่นำไปใช้ได้จริงในโรงงาน

ท้ายที่สุด งานวิจัยในอนาคตควรศึกษาประเด็นการกำกับดูแลข้อมูล (Data Governance) และความปลอดภัยไซเบอร์ในบริบทอุตสาหกรรมไทยอย่างจริงจังมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อองค์กรเริ่มเชื่อมโยงข้อมูลพลังงานกับข้อมูลการผลิต ระบบ ERP หรือระบบการวางแผนการผลิต เพราะจะทำให้ความเสี่ยงด้านข้อมูลเพิ่มขึ้นทั้งด้านความถูกต้อง ความเป็นเจ้าของ และสิทธิการเข้าถึง การมีแนวทางที่เหมาะสมจะช่วยให้การขยายระบบเกิดขึ้นได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน

สรุปผลและข้อค้นพบเชิงบูรณาการ

โดยสรุป งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าองค์กรอุตสาหกรรมไทยมีการรับรู้และให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานอย่างต่อเนื่อง และมองว่า IIoT เป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูงในการยกระดับการจัดการพลังงานผ่านการเพิ่มการมองเห็นข้อมูล การติดตามแบบเรียลไทม์ การตรวจสอบย้อนหลัง

และการสนับสนุนการตัดสินใจเชิงปฏิบัติการ องค์กรจำนวนมากเชื่อว่า IIoT สามารถช่วยลดความผิดพลาดจากมนุษย์ เพิ่มความเป็นมาตรฐานของกระบวนการ และสร้างหลักฐานที่น่าเชื่อถือสำหรับการบริหารงานและการตรวจประเมินตามระบบมาตรฐาน

ในขณะเดียวกัน ข้อค้นพบที่สำคัญที่สุดคืออุปสรรคหลักของการนำ IIoT มาใช้ไม่ได้อยู่ที่เทคโนโลยีพื้นฐาน แต่เป็นความพร้อมของบุคลากรและการบริหารการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ แม้เทคโนโลยีจะถูกมองว่าให้ประโยชน์ชัดเจน แต่หากองค์กรไม่สามารถพัฒนาทักษะของบุคลากร ไม่สามารถกำหนดเจ้าของระบบและเจ้าของข้อมูล ไม่สามารถออกแบบกระบวนการให้ระบบช่วยลดภาระงานจริง และไม่สามารถสร้างความเข้าใจร่วมกันในองค์กร โครงการมีแนวโน้มไม่ยั่งยืนและถูกมองเป็นภาระมากกว่าการลงทุนเชิงกลยุทธ์

ดังนั้นข้อค้นพบเชิงบูรณาการของงานวิจัยนี้จึงสรุปได้ว่า ความสำเร็จของการนำ IIoT มาใช้เพื่อการจัดการพลังงานขึ้นอยู่กับทำให้ IIoT เป็นส่วนหนึ่งของ ระบบการทำงาน และวงจรการปรับปรุง ขององค์กร กล่าวคือองค์กรต้องสามารถสร้างวงจรข้อมูลสู่การปรับปรุง (Data-to-Improvement Loop) ที่ประกอบด้วย การเก็บข้อมูลที่มีคุณภาพ การตีความข้อมูล การตัดสินใจที่รวดเร็ว และการดำเนินการปรับปรุงที่วัดผลได้ เมื่อวงจรนี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง IIoT จะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานของการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันขององค์กรได้อย่างแท้จริง

ข้อเสนอกรอบแนวทางการดำเนินงานเชิงกระบวนการสำหรับการนำ IIoT ไปใช้เพื่อการจัดการพลังงาน

จากการสังเคราะห์ผลการวิจัย สามารถเสนอกรอบแนวทางเชิงกระบวนการสำหรับองค์กรที่ต้องการนำ IIoT ไปใช้ให้เกิดผลในเชิงการจัดการพลังงาน โดยเน้นการดำเนินงานเป็นสามระยะ ได้แก่ ระยะเตรียมความพร้อม ระยะนำร่อง และระยะขยายผล ซึ่งกรอบแนวทางนี้ไม่ได้มุ่งเพียงการติดตั้งอุปกรณ์หรือซอฟต์แวร์ แต่เน้นการทำให้ข้อมูลพลังงานเชื่อมโยงกับการตัดสินใจและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

ในระยะเตรียมความพร้อม องค์กรควรเริ่มจากการระบุปัญหาและโอกาสด้านพลังงานที่สำคัญ โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันร่วมกับการประเมินเชิงหน้างาน เพื่อกำหนดว่าแหล่งใช้พลังงานหลักอยู่ที่ใด จุดสูญเสียที่สงสัยมีลักษณะอย่างไร และการตัดสินใจในปัจจุบันขาดข้อมูลส่วนใด จากนั้นจึงกำหนดเป้าหมายและตัวชี้วัดที่ชัดเจน รวมถึงกำหนดเจ้าของเป้าหมายและเจ้าของข้อมูล เพราะหากไม่กำหนดความรับผิดชอบอย่างชัด โครงการมีแนวโน้มถูกผลักให้เป็นภาระของบางแผนกและขาดความต่อเนื่อง นอกจากนี้องค์กรควรเตรียมแผนการสื่อสารภายในและแผนการพัฒนาทักษะบุคลากรตั้งแต่เริ่มต้น เพื่อรองรับการเปลี่ยนผ่านด้านวิธีทำงานและลดแรงต้านที่อาจเกิดขึ้น

ในระยะนำร่อง องค์กรควรเลือกพื้นที่ที่มีความสำคัญด้านพลังงานและสามารถวัดผลได้ชัดเจน พร้อมกำหนด baseline ก่อนเริ่ม เพื่อให้การประเมินผลหลังติดตั้งมีความน่าเชื่อถือ การออกแบบการเก็บข้อมูลควรเน้นคุณภาพและความสัมพันธ์กับการตัดสินใจ เช่น เก็บข้อมูลพลังงานร่วมกับตัวแปรกระบวนการหรือข้อมูลการผลิตในเวลาเดียวกัน เพื่อให้สามารถอธิบายสาเหตุและเชื่อมข้อมูลกับมาตรการปรับปรุงได้ การนำร่องที่ดีควรสร้างผลลัพธ์ที่จับต้องได้ เช่น ลดพลังงานจากการเดินเครื่องที่ไม่จำเป็น ตรวจพบความผิดปกติและแก้ไขก่อนเกิด Downtime หรือทำให้การรายงานผลพลังงานทำได้อัตโนมัติและลดเวลาทำรายงานมือ ซึ่งผลลัพธ์เหล่านี้จะเพิ่มความเชื่อมั่นและทำให้การขยายผลมีความชอบธรรมในเชิงการบริหาร

ในระยะขยายผลและสร้างความยั่งยืน องค์กรควรบูรณาการข้อมูลพลังงานเข้ากับระบบบริหารงานประจำ เช่น การประชุมทบทวนประสิทธิภาพรายวัน/รายสัปดาห์ การวางแผนการผลิตและการกำกับ KPI เพื่อให้การใช้ข้อมูลกลายเป็นกิจวัตรและถูกใช้ในการตัดสินใจจริง ไม่ใช่เพียงรายงาน นอกจากนี้ควรกำหนดแนวทางการกำกับดูแลข้อมูล เช่น วิธีตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล วิธีจัดการข้อมูลขาดหาย และสิทธิการเข้าถึงข้อมูลตามบทบาท เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและลดความเสี่ยงจากการใช้ข้อมูลผิดบริบท ขณะเดียวกันควรสร้างความสามารถภายในอย่างต่อเนื่องผ่านการฝึกอบรม การจัดทำคู่มือ และการสร้างผู้เชี่ยวชาญภายในเพื่อดูแลระบบในระยะยาว ลดการพึ่งพาผู้ให้บริการ และทำให้ระบบสามารถต่อยอดไปสู่การวิเคราะห์ขั้นสูงได้ในอนาคต



TNI

บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2566). รายงานการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย ปี 2566. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2569, จาก <https://pei.dede.go.th/dataset/2566-thailand-energy-efficiency-situation-2023/resource/9c3725c3-cda5-496d-a6d6-9a4dce35a059>.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. (2566). แผนปฏิบัติการระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2566 -2570) ฉบับทบทวนประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ของกระทรวงอุตสาหกรรม. สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2569, จาก https://psd.industry.go.th/web-upload/83xeb2d8c561297c0393d3253145eb234fd/m_document/18769/92180/file_download/ea557693e0548f89e5187f5bdf716be0.pdf.
- ซัชชติภักษ์ เดชจิรมณี; และคณะ. (2565). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) สำหรับบ้านพักอาศัย. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม. 12(3) : 271-286.
- ณัฐภัทร อภิรัชภิฏญู; และสมบูรณ์ ชาวชายโงง. (2565). ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) กรณีศึกษาอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. 10(3) : 43-62.
- วีรวัตถ์ คำภู; และคณะ. (2567). การพัฒนานวัตกรรมเครื่องอบด้วยการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT). **Journal of Science and Technology Mahasarakham University**. 43(1) : 9-16.
- สุรัตน์ สุขมัน; และคณะ. (2568). การยอมรับเทคโนโลยี IoT เพื่อการเกษตร ของเกษตรกร ต.ละเบิก อ.เมือง จ.สุรินทร์. วารสารวิชาการกัญชา กัญชง และสมุนไพร. 4(3) : 1-10.
- สุภาวดี ขุนทองจันทร์. (2568). Factors Influencing the Acceptance and Use of Internet of Things (IoT) by Thai Farmers. **Thammasat Review**. 28(2) : 255-278.
- สุรเชษฐ์ สังขพันธ์. (2562). การบูรณาการอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งกับระบบบริหารทรัพยากรองค์กรเพื่อการบริหารสถานศึกษา. **Princess of Naradhiwas University Journal**. 11(2) : 181-196.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2566). แผนปฏิบัติการรายปี พ.ศ. 2566 ของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2569, จาก https://www.eppo.go.th/images/policy/PDF/operationplan2566_edit.pdf.

สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. (2566). แผนการส่งเสริมวิสาหกิจ
ขนาดกลางและขนาดย่อม ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2566-2570). สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม
2569, จาก <https://www.sme.go.th/uploads/file/download-20230412083828.pdf>.

Ahmetoglu; et al. (2023). Internet of Things Adoption in the Manufacturing Sector : .
A Conceptual Model from a Multi-Theoretical Perspective. **Applied Sciences**.
13(6) : 38-56.

Althoey; et al. (2024). Sulfate Activation of Wheat Straw Ash to Enhance the
Properties of High-Performance Concrete with Recycled Aggregates and
Waste Tire Steel Fibers. **Journal of Advanced Review on Scientific
Research**. 9(1) : 27-40.

Brijesh Sivathanu. (2019). Adoption of Industrial IoT (IIoT) in Auto-Component
Manufacturing SMEs in India. **Information Resources Management Journal
(IRMJ)**. 32(2) : 52-75.

Coelho; et al. (2020). Sustainability of Reusable Packaging-Current Situation and
Trends. **Resources, Conservation & Recycling**. 23(2) : 89-96.

Detcharat Sumrit. (2024). Enhancing Readiness Degree for Industrial Internet of
Things Adoption in Manufacturing Enterprises : An Integrated Pythagorean
Fuzzy Approach. **Heliyon**. 10(20) : e39007.

European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). (2022). ENISA Threat Landscape
for the Internet of Things. **Dogus University**. 15(2) : 165-180.

Fahrni; et al. (2020). Coronavirus : Industrial IoT in Challenging Times. **McKinsey &
Company**. 11(3) : 312-335.

Horváth; and Szabó. (2019). Driving Forces and Barriers of Industry 4.0 : Do
Multinational and Small and Medium-Sized Companies Have Equal
Opportunities. **Technological Forecasting and Social Change**. 146(5) :
119-132.

Kambleet; et al. (2018). Analysis of the Driving and Dependence Power of Barriers to
Adopt Industry 4.0 in Indian Manufacturing Industry. **Computers in Industry**.
101(2) : 107-119.

Khanfor. (2024). Determinants to Adopt Industrial Internet of Things in Small and
Medium-Sized Enterprises. **Future Internet**. 16(9) : 340.

- Khunthongjan. (2025). Factors Influencing the Acceptance and Use of Internet of Things (IOT) by Thai farmers. **Thammasat Review**. 28(2) : 255-278.
- Kim; et al. (2023). Analysis of Recent IIoT Security Technology Trends in a Smart Factory Environment. **In 2023 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC)**. 5(1) : 840-845.
- Krebs. (2008). **Cyber Incident Blamed for Nuclear Power Plant Shutdown**. Hoboken, N.J. : Wiley.
- Lee; et al. (2015). A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems. **Manufacturing Letters**. 3(8) : 18-23.
- Parkar. (2023). **Recapping Cisco Industrial IoT's Journey : A Year of Security, Simplification and Innovation**. Hoboken, N.J. : Wiley.
- Rojas-Berrio; et al. (2022). Factors Influencing 4.0 Technology Adoption in Manufacturing SMEs in an Emerging Country. **Journal of Small Business Strategy**. 32(3) : 67-83.
- Ross; et al. (2021). The Underlying Factors of the Perceived Usefulness of Using Smart Wearable Devices for Disaster Applications. **Telematics and Informatics**. 34(2) : 528-539.
- Sangkhapan; and Nilsook. (2019). Integrating the Internet of Things with Enterprise Resource Planning System for Management Educational Institutes. **Princess of Naradhiwas University Journal**. 11(2) : 181-196.
- Sicari; et al. (2015). Security, Privacy and Trust in Internet of Things : The Road Ahead. **Computer Networks**. 76(3) : 146-164.
- Sajid Shah; et al. (2024). Factors Influencing the Adoption of Industrial Internet of Things for the Manufacturing and Production Small and Medium Enterprises in Developing Countries. **IET Collaborative Intelligent Manufacturing**. 6(1) : e12093.
- Tortorella; et al. (2023). Myths and Facts of Industry 4.0. **International Journal of Production Economics**. 255(10) : 108,660.
- United States Environmental Protection Agency. (2017). **The Lean and Energy Toolkit : Achieving Process Excellence Through Energy Efficiency**. Hillsdale, N.J. : Lawrence Erlbaum.

ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก.
คำถามสัมภาษณ์

TNI

คำถามสัมภาษณ์ ในหัวข้อวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์อุปสรรคและปัจจัยที่มีผลต่อการ
ตัดสินใจติดตั้งและใช้งาน IIoT เพื่อพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัด
การพลังงานในภาคอุตสาหกรรม

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์
ตำแหน่ง หน่วยงานที่สังกัด
ประสบการณ์ในการทำงาน สถานที่ทำงาน/บริษัท
ที่ตั้ง
.....
สัมภาษณ์เมื่อวันที่ เดือน พ.ศ. เวลาที่สัมภาษณ์
สถานที่สัมภาษณ์
ผู้สัมภาษณ์

บทเกริ่นนำ

การสัมภาษณ์ในวันนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจมุมมองและประสบการณ์
ตรงจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในอุตสาหกรรม ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิเคราะห์
และนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นรูปธรรมในการศึกษา “วิเคราะห์อุปสรรคและปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจ
ติดตั้งและใช้งาน IIoT เพื่อการจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรม” โดยข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการ
สัมภาษณ์ในวันนี้จะถูกเก็บรักษาเป็นความลับ และจะถูกนำไปใช้เพื่อการวิเคราะห์ในภาพรวมสำหรับ
งานวิจัยทางการศึกษาเท่านั้น จะไม่มีการเปิดเผยชื่อของท่านหรือชื่อบริษัทของท่านในรายงานการ
วิจัยฉบับสมบูรณ์อย่างเด็ดขาด

TNI

THAI - NICHU INSTITUTE OF TECHNOLOGY

ใบบันทึกข้อมูลสำหรับการสัมภาษณ์

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และบริบทในองค์กร

1. บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบหลักของท่านในองค์กร มีอะไรบ้าง?

.....

.....

.....

.....

2. องค์กรของท่านให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใด และมีเป้าหมายในเรื่องนี้อย่างไรบ้าง?

.....

.....

.....

.....

3. ทางองค์กรของท่านมีนโยบายด้านพลังงานอย่างไรบ้าง และมีช่องทางการสื่อสารอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

● 4. ที่ผ่านมาองค์กรเคยมีโครงการหรือมาตรการอะไรบ้างในการลดการใช้พลังงานก่อนที่จะรู้จักกับ IIoT?

.....

.....

.....

.....

5. องค์กรของท่านมีทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยีดิจิทัลหรือระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตอย่างไรบ้าง?

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 2 กระบวนการพิจารณาและตัดสินใจเกี่ยวกับ IIoT

6. อะไรคือจุดเริ่มต้นที่ทำให้องค์กรของท่านเริ่มให้ความสนใจหรือพิจารณาการนำเทคโนโลยี IIoT มาใช้ในการจัดการพลังงาน? (เช่น ปัญหาต้นทุนพลังงานสูง, นโยบายบริษัทแม่, การแนะนำจากภายนอก)

.....

.....

.....

7. ท่านและทีมงานมีขั้นตอนในการศึกษา และหาข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยี IIoT นี้อย่างไรบ้าง? (เช่น ศึกษาผ่านอินเทอร์เน็ต, ติดต่อผู้ขาย)

.....

.....

.....

8. เมื่อท่านได้รับข้อมูลครบถ้วนแล้ว ท่านพิจารณาอะไรเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้บริการ และติดตั้งระบบ? (ท่านสามารถตอบได้หลายปัจจัย แต่กรุณาเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยจากมากไปน้อย)

ลำดับที่ 1	อัตราส่วนในการตัดสินใจ	%
ลำดับที่ 2	อัตราส่วนในการตัดสินใจ	%
ลำดับที่ 3	อัตราส่วนในการตัดสินใจ	%
ลำดับที่ 4	อัตราส่วนในการตัดสินใจ	%
ลำดับที่ 5	อัตราส่วนในการตัดสินใจ	%

9. (กรณีตัดสินใจลงทุน) อะไรคือปัจจัย "ตัดสินใจ" ที่ทำให้ผู้บริหารระดับสูงอนุมัติการลงทุนในโครงการนี้?

.....

.....

.....

10. (กรณีตัดสินใจไม่ลงทุน/ยกเลิกโครงการ) อะไรคือสาเหตุ "ตัดสินใจ" ที่ทำให้องค์กรของท่านเลือกที่จะไม่ลงทุน/ระงับโครงการ IIoT นี้ไป?

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 ปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จในการติดตั้ง

11. ก่อนตัดสินใจลงทุน ท่านคาดหวังว่าจะได้รับประโยชน์หรือความได้เปรียบอะไรจากการใช้ IIoT? (เช่น การลดต้นทุน, การเพิ่มประสิทธิภาพ, การปรับปรุงคุณภาพ)

.....

.....

.....

.....

12. ผลที่ได้จริงเป็นไปตามที่ท่านคาดหวังไว้หรือไม่?

.....

.....

.....

13. ระบบ IIoT ที่ท่านพิจารณาเลือกใช้ มีความเข้ากันได้กับเครื่องจักรหรือระบบเดิมที่มีอยู่มากน้อยเพียงใด? มีปัญหาในการเชื่อมต่อกับระบบเก่าหรือไม่?

.....

.....

.....

14. ท่านเคยได้รับหรือพิจารณาใช้มาตรการสนับสนุนจากภาครัฐ (เช่น การลดหย่อนภาษี, เงินทุนช่วยเหลือ) หรือไม่? มาตรการเหล่านี้มีผลต่อการตัดสินใจของท่านมากน้อยเพียงใด?

.....

.....

.....

15. การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงมีบทบาทสำคัญต่อโครงการนี้อย่างไรบ้าง?

.....

.....

.....

16. ทีมงานหรือบุคลากรในองค์กรมีความพร้อมหรือมีส่วนร่วมกับการโครงการนี้อย่างน้อยเพียงใด?

.....

.....

.....

ส่วนที่ 4 อุปสรรคและความท้าทาย

17. สำหรับท่านอะไรคือความท้าทายด้าน “ต้นทุน” ที่ใหญ่ที่สุด? (ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น เช่น Hardware, Software, ค่าติดตั้ง หรือค่าใช้จ่ายต่อเนื่อง เช่น ค่าบริการ, ค่าบำรุงรักษา) ?

.....

.....

.....

18. ท่านเคยพบปัญหาเกี่ยวกับความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานภายในโรงงานหรือไม่? (เช่น สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร, ระบบเครือข่ายเดิมไม่รองรับ)

.....

.....

.....

19. การจัดการกับข้อมูลจำนวนมากที่ได้จากระบบ เป็นความท้าทายสำหรับองค์กรหรือไม่? (เช่น ด้านการจัดเก็บ, การประมวลผล)

.....

.....

.....

20. องค์กรของท่านมีบุคลากรที่มีทักษะความรู้เพียงพอในการจัดการระบบ IIoT หรือไม่? หรือต้องมีการฝึกอบรมเพิ่มเติมอย่างไร?

.....

.....

.....

21. ท่านเคยพบกับการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงจากพนักงานหรือไม่? ถ้ามีท่านมีวิธีการจัดการอย่างไร?

.....

.....

.....

22. ท่านมีความกังวลเกี่ยวกับประเด็นด้านความปลอดภัยของข้อมูลหรือความเป็นส่วนตัวของข้อมูลมากน้อยเพียงใด?

.....

.....

.....

ส่วนที่ 5 ส่วนอื่นๆ

23. หากท่านจะให้คำแนะนำกับบริษัทอื่นในอุตสาหกรรมเดียวกันที่กำลังพิจารณาจะติดตั้งระบบ IIoT ท่านจะมีคำแนะนำหรือข้อควรระวังอะไรเป็นพิเศษบ้าง?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

24. มีประเด็นอื่นๆ เพิ่มเติมที่ท่านต้องการจะแบ่งปัน ซึ่งยังไม่มีคำถามหรือไม่?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งที่ให้ความร่วมมือในการสัมภาษณ์ในครั้งนี้

TNI

TAI - NICHII INSTITUTE OF TECHNOLOGY

ภาคผนวก ข.
บันทึกการสัมภาษณ์

TNI

สถานที่ : ห้องประชุมบริษัท ชัมมิท กรุาตะ แมนูแฟคเจอร์ส จำกัด

ผู้สัมภาษณ์ : ผู้วิจัย

ผู้ให้สัมภาษณ์ : นาย A ตำแหน่ง Maintenance Supervisor

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไป และบริบทในองค์กร

ผู้วิจัย: สวัสดีครับพี่ A ขอบคุนมากนะครับ ที่สละเวลามาให้สัมภาษณ์ในวันนี้ อย่างที่ผมได้เกริ่นเอาไว้ครับ วันนี้จะมาสัมภาษณ์เกี่ยวกับเรื่อง ปัจจัยและอุปสรรคที่ส่งผลต่อการตัดสินใจติดตั้ง IIoT ครับ

ผู้วิจัย: ผมพิระวุฒิ อินทร์พรหม เป็นนักศึกษาจากทางเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นครับ นี่บัตรนักศึกษาของผม

นาย A: ยินดีเลยครับ

ผู้วิจัย: งั้นมาเริ่มกันเลยนะครับ ก่อนอื่นผมขออนุญาตให้พี่ช่วยเล่าบทบาทหน้าที่หลักในฐานะ Maintenance Supervisor ของที่นี่หน่อยครับ

นาย A: หลักๆ ผมดูแลเครื่องจักรทั้งหมดในไลน์ผลิตครับ ทั้ง Preventive Maintenance, Breakdown และดูแลระบบสาธารณูปโภคด้วย ไฟฟ้า ลม น้ำ แล้วก็มีพวกงานโครงสร้างครับ อันนี้มีเพื่อนทำอยู่ แล้วก็ต้องดูเรื่อง “ประสิทธิภาพการผลิต” กับ “การลด Downtime” ด้วยครับ

ผู้วิจัย: แล้วทางองค์กรให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใดครับ? นโยบายเป็นยังงัยบ้าง

นาย A: ที่นี้เราเป็นนโยบายจากทางผู้บริหารลงมาเลยครับว่าจะลดค่าไฟ ลดการใช้พลังงาน โดยเมื่อก่อนก็อาศัยเดินปิดไฟเอา อะไรที่มันประหยัดได้เราทำหมด แต่ตอนนี้อะไรเห็นผลที่มัน ชัดเจน ขึ้นครับ

ผู้วิจัย: ก่อนรู้จัก IIoT เคยมีมาตรการอะไรไหมครับ? นอกจากปิดไฟตอนพัก

นาย A: ก็มีพวก ปรับปรุงเครื่องจักรเก่าๆ ให้ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพครับ

ส่วนที่ 2: กระบวนการพิจารณา IIoT

ผู้วิจัย: แล้วอะไรคือจุดเริ่มต้นที่ทำให้เริ่มสนใจเอา IIoT มาใช้จัดการพลังงานครับ?

นาย A: ก็หลักๆ เลยคือ “ต้นทุนพลังงานที่สูง” ครับ แล้วก็มีผู้บริหารสนับสนุนมาโดยตรง อยากให้ มองเห็นปัญหาเร็วขึ้น สอบย้อนได้ไว แล้วพอมี Vendor ให้การสนับสนุนดี เข้ามาอธิบายจนเราเห็นว่ามันช่วย เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ได้จริงๆ

ผู้วิจัย: แล้วขั้นตอนการหาข้อมูลยากไหมครับ?

นาย A: ก็ศึกษาหลายทางครับ ทั้งดูงานจาก Internet แล้วก็มี Vendor เข้ามานำเสนอครับ เค้าเอา ตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่น มาให้ดูว่ามันตอบโจทย์ได้จริงๆ นะ

ผู้วิจัย: แล้วปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจเลือกมีอะไรบ้างครับ? ยกตัวอย่าง เช่น ต้นทุน หรือ การสนับสนุนจากผู้บริหาร เป็นต้นครับ

นาย A: อันดับ 1 น่าจะต้นทุนเริ่มต้นครับ ถ้ามันแพงไป เราก็ไม่อยากจะทำ

ผู้วิจัย: อันนี้จากที่ผมเคยอยู่กับบริษัทที่ทำมาก่อนครับ ถ้าต้นทุน พวก IIoT ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ Software ครับ กับค่าที่ตั้ง ถ้าตั้งหลายค่าตัวเลข ราคา ก็ยิ่งพุ่ง

นาย A: ต่อมาก็คงเป็น ความเข้ากันได้กับระบบเดิม เพราะ ถ้าเข้ากับพวก PLC หรือ ระบบที่เราใช้อยู่แล้วไม่ได้ มันก็ต้องเปลี่ยนใหม่หมด ถ้าจะทำ เป็นค่าใช้จ่ายก้อนใหญ่เลยครับ

นาย A: แล้วก็พวก ROI การคืนทุนครับ ตัวนี้ผู้บริหารเค้าอยากรู้ว่ากี่ปีจะคืนทุนให้เค้าได้ แต่มีเคสตัวอย่างที่ vendor มาเสนอ มีเจ้าหนึ่งถ้าผมจำไม่ผิดนะ 5-10 ปีนี้แหละ คืนทุน

ผู้วิจัย: แล้วสุดท้ายอะไรทำให้ผู้บริหารอนุมัติครับ?

นาย A: ตัวเลขครับ ถ้าเห็นชัดว่าลดต้นทุนได้จริง มี Timeline คืนทุนชัดเจน ท่านสนับสนุนเต็มที่

ส่วนที่ 3: ปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จ

ผู้วิจัย: ก่อนลงทุน คาดหวังอะไรจาก IIoT?

นาย A: ลดต้นทุนพลังงาน เพิ่มความแม่นยำของข้อมูล

ผู้วิจัย: ผลที่ได้จริงเป็นอย่างไร?

นาย A: เป็นไปตามคาดเลย ดีกว่าด้วย แต่ก็มีปัญหาบ้าง เช่น ช่วงแรก “พวกมิเตอร์กับเครื่องเก่า” บางตัวต่อยาก ต้องเปลี่ยน

ผู้วิจัย: มองว่าการสนับสนุนจากผู้บริหารมีผลมากไหม?

นาย A: มากครับ ถ้าไม่มีผู้บริหารสนับสนุน โครงการจะช้ามาก

ผู้วิจัย: ทีมงานมีการต่อต้านไหมครับ?

นาย A: มีบ้างครับ โดยเฉพาะคนที่ทำงานมานาน บางคนกลัวว่าจะเพิ่มภาระงาน บางคนกลัวโดนจับผิด ผมก็ต้องอธิบายเยอะหน่อย

ส่วนที่ 4: อุปสรรคและความท้าทาย

ผู้วิจัย: เรื่องต้นทุนถือเป็นอุปสรรคใหญ่ไหมครับ?

นาย A: ใหญ่ครับ โดยเฉพาะต้นทุนเริ่มต้น Hardware, Software, ค่าติดตั้ง บางทีมีค่า License รายปีอีก ถ้างบประมาณจำกัด ก็ต้องชะลอโครงการ

ผู้วิจัย: โครงสร้างพื้นฐานมีปัญหาไหมครับ?

นาย A: ก็ไม่มีปัญหามากครับ

ผู้วิจัย: มีความกังวลเรื่องข้อมูลไหมครับ? พวก big data หรืออะไรพวกนี้ครับ

นาย A: กังวลครับ ทั้งเรื่องข้อมูลเยอะเกินไป บุคลากรไม่พร้อมแล้วก็ขาดความรู้เฉพาะทาง เรื่อง Cyber Security อีก แต่ก็ให้ทาง Vendor จัดการให้ ก็จ่ายค่าไปแล้วนี่ละ

ส่วนที่ 5: คำแนะนำ

ผู้วิจัย: ถ้าให้คำแนะนำบริษัทอื่น จะบอกอะไรครับ?

นาย A: อย่าดูแค่ราคาถูก ให้ดูความคุ้มค่าระยะยาว เตรียมทีมงานให้พร้อม อย่าคิดว่า IT จะทำได้คนเดียว

ผู้บริหารต้องสนับสนุนตั้งแต่ต้นจะเป็นการเริ่มที่ดี

ผู้วิจัย: มีอะไรเพิ่มเติมไหมครับ?

นาย A: ผมว่าการทำ IIoT ไม่ใช่แค่เรื่องเทคโนโลยีครับ มันคือ “เรื่องวัฒนธรรมต้นตัวขององค์กร” ถ้าคนไม่เปิดใจ ต่อให้ระบบดีแค่ไหน ก็ไม่เวิร์ก

สถานที่ : บริษัท ปทุมธานี รับเบอร์ จำกัด

ผู้ให้สัมภาษณ์ : นาย B ตำแหน่ง: General Manager

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และบริบทองค์กร

ผู้วิจัย: สวัสดีครับ ขอบคุณมากนะครับ ที่สละเวลามาให้สัมภาษณ์ในวันนี้ อย่างที่ผมได้เกริ่นเอาไว้ครับ วันนี้จะมาสัมภาษณ์เกี่ยวกับเรื่อง ปัจจัยและอุปสรรคที่ส่งผลต่อการตัดสินใจติดตั้ง IIoT ครับ

ผู้วิจัย: ผมพิระวุฒิ อินทร์พรหม เป็นนักศึกษาจากทางเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นครับ นี่บัตรนักศึกษาของผมครับ

ผู้วิจัย: ก่อนอื่นเลยครับ อยากให้เล่าบทบาทหน้าที่หลักของท่านในองค์กรหน่อยครับ

นาย B: ผมดูภาพรวมทั้งหมด ทั้งการผลิต และกลยุทธ์องค์กร เรื่องพลังงานเองก็ถือเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนหลัก เพราะมันกระทบกำไรโดยตรง ดังนั้นถ้ามีอะไรที่เกี่ยวกับต้นทุน ผมต้องเข้ามาดูเอง

ผู้วิจัย: องค์กรของท่านให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใดครับ?

นาย B: ช่วงหลังให้ความสำคัญมากขึ้นครับ โดยเฉพาะตอนที่ราคาพลังงานปรับตัวสูง มองว่าการควบคุมพลังงานไม่ใช่แค่ประหยัดค่าไฟ แต่เป็นเรื่องความสามารถในการแข่งขัน ถ้าโรงงานคู่แข่งควบคุมต้นทุนได้ดีกว่า เขาจะได้เปรียบทันที

ผู้วิจัย: มีนโยบายหรือช่องทางสื่อสารเรื่องพลังงานไหมครับ?

นาย B: มีครับ เรามีนโยบายควบคุมต้นทุนพลังงาน และมีการสื่อสารผ่านการประชุม ผู้จัดการแผนก มีการแปะบอร์ดเพื่อกระจายข้อมูลด้วยครับ

ผู้วิจัย: ก่อนรู้จัก IIoT มีโครงการลดพลังงานไหมครับ?

นาย B: มีครับ เช่น ปิดไฟเวลาพัก กับดูช่วงพีคกับ ออฟพีค ว่าควรผลิตอะไรช่วงเวลาไหน

ส่วนที่ 2 กระบวนการพิจารณา IIoT องค์กรมีทัศนคติต่อเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างไรครับ?

นาย B: เราเปิดรับครับ เทคโนโลยีใหม่ๆ แต่ต้องมีเหตุผลทางธุรกิจชัดเจน และสอดคล้องกับนโยบายบริษัท

ส่วนที่ 2 กระบวนการพิจารณา IIoT

ผู้วิจัย: อะไรเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้สนใจ IIoT ครับ?

นาย B: ต้นทุนพลังงานที่สูงขึ้นครับ เลยหาแนวทางที่จะช่วย ลดต้นทุนลงได้ ควบคู่ไปกับการควบคุมการผลิต และต้นทุนได้ดีขึ้นครับ

ผู้วิจัย: ศึกษาอย่างไรบ้างหรือครับ?

นาย B: ให้หลาย Vendor เข้ามานำเสนอ แล้วเราเปรียบเทียบข้อเสนอ แต่ต้องยอมรับว่าข้อมูลค่อนข้างเยอะ และแต่ละรายก็พูดว่าระบบตัวเองดีที่สุด ทั้งสามารถให้ข้อมูลแบบเรียลไทม์ ช่วยให้เห็นปัญหาเร็วขึ้น และตรวจสอบย้อนหลังได้ ครับที่มีเหมือนกัน

ผู้วิจัย: ตอนพิจารณาปัจจัยเลือกใช้ ท่านเรียงลำดับอย่างไรครับ?

นาย B: อันดับหนึ่งคือ ต้นทุน เลยครับ เกี่ยวกับด้านพลังงานก็เป็นอีกส่วนหนึ่งที่สอดคล้องกับนโยบายของบริษัทเลย

ผู้วิจัย: แล้วสุดท้าย อะไรคือเหตุผล “ตัดสินใจ” ที่ไม่ลงทุนครับ?

นาย B: พูดตรงๆ คือ ต้นทุนเริ่มต้นค่อนข้างสูง จากราคาที่ได้รับมาทำให้รู้ว่า งบประมาณที่ทางเราเตรียมไว้ไม่พอครับ ประเมินราคาส่วนใหญ่อู่ที่ราคา เกือบๆ หรือ เกิน 1 ล้านทั้งนั้น อีกเรื่องคือระบบเดิมบางส่วนไม่รองรับ ถ้าจะติดตั้งจริงๆ ต้องลงทุนโครงสร้างพื้นฐานเพิ่มอีก และบุคลากรของเรายังไม่พร้อมเต็มที่ ผมมองว่าถ้าลงทุนไปแล้วใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จะยังไม่คุ้มค่า แล้วผลที่ทาง vendor นำมาเสนอ ยังไม่เห็นผลชัดเจน ทำให้ผู้บริหารไม่มั่นใจ ผู้บริหารเลยไม่สนับสนุนครับ มองงว่า อาจจะยังไม่จำเป็นในตอนนี

ส่วนที่ 3 ปัจจัยสนับสนุน

ผู้วิจัย: ก่อนตัดสินใจไม่ลงทุน ท่านคาดหวังอะไรจาก IIoT ครับ?

นาย B: คาดหวังว่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และช่วยให้ควบคุมต้นทุนได้ดีขึ้นครับ ก็ลดค่าไฟ ลดการใช้พลังงานนั้นแหละครับ การเชื่อมต่อกับระบบเดิมก็ต้องไม่มีปัญหาด้วยครับ

ผู้วิจัย: การสนับสนุนจากผู้บริหารมีบทบาทอย่างไรครับ?

นาย B: ในกรณีนี้ อย่างที่บอกไปครับ เค้ามองไม่เห็นแนวทางดำเนินการเลยครับ เลยไม่สนับสนุน ถ้าเหตุผลยังไม่หนักแน่นพอ ผมก็ไม่สามารถผลักดันต่อไปได้เช่นกัน

ผู้วิจัย: ทีมงานมีความพร้อมไหมครับ?

นาย B: ต้องมีการฝึกอบรมเพิ่มเติมแน่นอน และบางส่วนกังวลเรื่องภาระงานเพิ่ม เลยมีการต่อต้านอยู่บ้างไม่อยากทำงานเพิ่มครับ ถ้าติดตั้งไปแล้วไม่มีคนใช้ข้อมูลอย่างจริงจัง ระบบจะไม่สร้างคุณค่า

ส่วนที่ 4 อุปสรรคและความท้าทาย

ผู้วิจัย: ความท้าทายด้านต้นทุนคืออะไรครับ?

นาย B: ต้นทุนสูง ทั้ง hardware และ software บางระบบมีค่า license รายปี ถ้ารวมต้นทุนโครงสร้างพื้นฐานเพิ่มเข้าไปด้วย ตัวเลขจะค่อนข้างสูงมาก

ผู้วิจัย: โครงสร้างพื้นฐานมีปัญหาไหมครับ?

นาย B: เครือข่ายบางส่วนไม่รองรับ ต้องปรับปรุงเพิ่ม ซึ่งหมายถึงต้นทุนที่ต้องเพิ่มขึ้นอีก

ผู้วิจัย: การจัดการข้อมูลจำนวนมากเป็นอุปสรรคไหมครับ?

นาย B: ใช่ครับ ข้อมูลเยอะมาก แต่ถ้าไม่มีคนวิเคราะห์ ก็ไม่มีประโยชน์ เรายังไม่พร้อมด้านนี้

ผู้วิจัย: มีความกังวลเรื่องความปลอดภัยข้อมูลไหมครับ?

นาย B: ไม่ครับ รู้ไปก็ไม่ได้อะไร มันแค่ค่าไฟ

ส่วนที่ 5 คำแนะนำ

ผู้วิจัย: หากให้คำแนะนำบริษัทอื่น จะบอกอะไรครับ?

นาย B: เตรียมบุคลากรให้พร้อมก่อนลงทุน อย่ามองแค่เทคโนโลยี ให้ดูระบบขององค์กรด้วย ว่าเหมาะสมมั้ย

สถานที่ : บริษัท พงษ์-ศรา แมนูแฟคเจอร์ริง จำกัด

ผู้ให้สัมภาษณ์ : นาย C ตำแหน่ง Engineer Manager

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และบริบทองค์กร

ผู้วิจัย: สวัสดีครับคุณ C ขอบคุณมากนะครับ ที่สละเวลามาให้สัมภาษณ์ในวันนี้ อย่างที่ผมได้เกริ่นเอาไว้ครับ วันนี้จะมาสัมภาษณ์เกี่ยวกับเรื่อง ปัจจัยและอุปสรรคที่ส่งผลต่อการตัดสินใจติดตั้ง IIoT ครับ

ผู้วิจัย: ผมพิระวุฒิ อินทร์พรหม เป็นนักศึกษาจากทางเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นครับ นีบัตร นักศึกษาของผม

ผู้วิจัย: รบกวนเล่าบทบาทหน้าที่หลักของท่านในองค์กรหน่อยครับ

นาย C: ผมดูแลด้านวิศวกรรมทั้งหมดครับ ทั้งเครื่องจักร ระบบไฟฟ้า ระบบลม และโครงการปรับปรุงไลน์ผลิต รวมถึงการวางแผนปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรด้วย

ผู้วิจัย: องค์กรของท่านให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใดครับ?

นาย C: ค่อนข้างให้ความสำคัญครับ เพราะพลังงานเป็นต้นทุนหลัก โดยเฉพาะในกระบวนการผลิตที่ใช้ไฟฟ้าสูง เป้าหมายหลักคือควบคุมค่าไฟ/พลังงาน และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ผู้บริหารต้องการลดต้นทุน และลดความผิดพลาดจากคนให้มากที่สุด

ผู้วิจัย: มีนโยบายหรือช่องทางสื่อสารอย่างไรบ้างครับ?

นาย C: มีการกำหนดเป็นแนวนโยบายบริษัท และสื่อสารผ่านประชุมผู้จัดการ

ผู้วิจัย: ก่อนจะรู้จัก IIoT เคยมีมาตรการลดพลังงานไหมครับ?

นาย C: มีครับ มีการติดตั้งโซล่าเซลล์ และตรวจสอบย้อนหลังจากข้อมูลรายเดือนครับ

ผู้วิจัย: องค์กรมีทัศนคติต่อเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างไรครับ?

นาย C: เปิดรับครับ ถ้าระบบช่วยควบคุมค่าไฟได้ดีขึ้น และเห็นผลชัดเจน แต่ต้องมั่นใจว่าเชื่อมต่อกับระบบเดิมได้

ส่วนที่ 2 กระบวนการพิจารณาและตัดสินใจเกี่ยวกับ IIoT

ผู้วิจัย: จุดเริ่มต้นที่ทำให้สนใจ IIoT คืออะไรครับ?

นาย C: ต้องการข้อมูลเชิงลึก และควบคุมให้แม่นยำขึ้น รวมถึงลดความผิดพลาดจากการเก็บข้อมูลด้วยมือ ซึ่งจะช่วยให้มีความน่าเชื่อถือให้กับข้อมูลที่เก็บมาด้วยครับ

ผู้วิจัย: ขั้นตอนศึกษาระบบเป็นอย่างไรครับ?

นาย C: ให้ Vendor เข้ามานำเสนอครับ แล้วเราก็อ้างอิงตัวอย่างความสำเร็จจากที่อื่นว่าเป็นอย่างไรบ้าง ที่วิศวกรรมประเมินความเข้ากันได้กับเครื่องจักรเดิม ดูความเสถียรของอินเทอร์เน็ต และสัญญาณภายในโรงงาน

ผู้วิจัย: ปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้บริการคืออะไรครับ?

นาย C:

1. ความเข้ากันได้กับระบบเดิม
2. ความคุ้มค่าการลงทุน
3. ความเสถียรของโครงสร้างพื้นฐาน
4. การสนับสนุนจาก Vendor
5. ความพร้อมของบุคลากร

ผู้วิจัย: อะไรคือปัจจัย “ตัดสินใจ” ที่ทำให้ผู้บริหารอนุมัติครับ?

นาย C: แสดงให้เห็นชัดว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ความคุ้มค่าต้นทุนได้ดีขึ้น มีข้อมูล Real-time ตรวจสอบย้อนหลังได้ และคำนวณ ROI ออกมาในระดับที่รับได้ ผู้บริหารจึงอนุมัติ

ส่วนที่ 3 ปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จในการติดตั้ง

ผู้วิจัย: ก่อนลงทุน ท่านคาดหวังอะไรจาก IIoT ครับ?

นาย C: คาดหวังข้อมูลแม่นยำ และสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ตลอดเวลา

ผู้วิจัย: ผลที่ได้จริงเป็นอย่างไรครับ?

นาย C: ถือว่าเป็นไปตามคาดหวัง เห็นผลชัดเจน เห็นแนวโน้มการใช้พลังงานชัดเจน มีการเทียบข้อมูลที่จดมากับจากระบบเป็นระยะเวลา 3 เดือนครับ พบว่าลดความผิดพลาดจากคนได้จริง

ผู้วิจัย: ระบบเข้ากับเครื่องจักรเดิมได้ดีไหมครับ?

นาย C: ส่วนใหญ่เชื่อมต่อได้ บางจุดต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่ม แต่เราเตรียมโครงสร้างพื้นฐานไว้ก่อน จึงไม่มีปัญหาใหญ่

ผู้วิจัย: การสนับสนุนจากผู้บริหารมีผลไหมครับ?

นาย C: มีผลมากครับ ช่วยผลักดันให้ได้ดี และติดต่อทาง Vendor พาเข้ามาแนะนำเลยครับ

ผู้วิจัย: เรื่องความพร้อมของทีมงานเป็นยังไงบ้างครับ

นาย C: บุคลากรตอนแรกไม่พร้อมครับ ขาดความรู้เฉพาะทางเรื่องระบบไป ต้องเข้าการฝึกอบรมเรื่องการดูแลระบบ และอุปกรณ์เพิ่มเติม ช่วงแรกมีภาระงานเพิ่มบ้าง แต่เมื่อระบบเข้าที่งานเอกสารลดลง ส่วนเรื่องงานดูแลระบบให้ทาง vendor ช่วยแจ้งเตือนเอา

ส่วนที่ 4 อุปสรรคและความท้าทาย

ผู้วิจัย: ความท้าทายด้านต้นทุนคืออะไรครับ?

นาย C: ต้นทุนเริ่มต้นค่อนข้างสูง แต่เรามองว่าคุ้มค่าในระยะยาว งบประมาณที่ตั้งไว้ตอนแรกไม่พอครับ แต่พอทำเรื่องเสนอผู้บริหารไป ก็มีการเพิ่มงบให้ครับ

ผู้วิจัย: โครงสร้างพื้นฐานมีปัญหาไหมครับ?

นาย C: ก่อนติดตั้ง เราปรับปรุง Network และอินเทอร์เน็ตให้เสถียรก่อน จึงไม่เกิดปัญหาใหญ่หลังติดตั้ง ส่วนการบำรุงรักษาเราให้ทาง Vensor ช่วยครับ ก็มีการจัดทีมเข้ามาดูแลรายเดือน

ผู้วิจัย: การจัดการข้อมูลจำนวนมากเป็นความท้าทายไหมครับ?

นาย C: มีบ้างครับ ต้องจัดระบบการเก็บข้อมูลให้เหมาะสม และกำหนดผู้รับผิดชอบชัดเจน

ผู้วิจัย: มีความกังวลเรื่องความปลอดภัยข้อมูลไหมครับ?

นาย C: ไม่มีครับ

ส่วนที่ 5 คำแนะนำ

ผู้วิจัย: หากให้คำแนะนำบริษัทอื่น จะเน้นเรื่องอะไรครับ?

นาย C: ผมอยากเน้น 3 เรื่องครับ 1. ตรวจสอบโครงสร้างพื้นฐานก่อนติดตั้ง 2. ประเมินความเข้ากันได้ของเครื่องจักร 3. เตรียมบุคลากรให้เข้าใจระบบ

สถานที่ : บริษัท วฐธร จำกัด

ผู้ให้สัมภาษณ์ : นาย D ตำแหน่ง: General Manager

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และบริบทองค์กร

ผู้วิจัย: บทบาทหน้าที่หลักของท่านในองค์กรคืออะไรครับ?

นาย D: ผมดูแลภาพรวมทั้งหมดครับ ทั้งการผลิต การเงิน ระบบบริหารจัดการ โดยเฉพาะเรื่องระบบ ผมให้ความสำคัญมาก เพราะมองว่าองค์กรที่ไม่มีระบบที่ดี จะควบคุมต้นทุนและคุณภาพได้ยาก

ผู้วิจัย: องค์กรของท่านให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใด และมีเป้าหมายในเรื่องนี้อย่างไรบ้าง?

นาย D: ให้ความสำคัญค่อนข้างมากครับ เพราะพลังงานเป็นต้นทุนหลัก โดยเราอยากเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เรามีเป้าหมายว่าจะทำให้ข้อมูลทุกอย่างอยู่ในระบบเดียวกันหมด

ผู้วิจัย: ทางองค์กรของท่านมีนโยบายด้านพลังงานอย่างไรบ้าง และมีช่องทางการสื่อสารอย่างไร?

นาย D: การควบคุมการใช้พลังงานครับ ให้ลดลง เป้าหมายคือ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต หาตัวช่วยด้านการจัดการพลังงาน ลดการใช้พลังงานลง

ผู้วิจัย: ก่อนรู้จัก IIoT มีมาตรการอะไรบ้างครับ?

นาย D: มีการควบคุมต้นทุนพื้นฐาน และมีการใช้โปรแกรมบางส่วน แต่ยังไม่ได้เชื่อมโยงข้อมูลแบบ Real-time ข้อมูลแยกกันหลายระบบ ทำให้วิเคราะห์ภาพรวมยาก

ผู้วิจัย: องค์กรมีทัศนคติต่อเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างไรครับ?

นาย D: เราเชื่อในระบบครับ ผมมองว่าองค์กรยุคใหม่ต้องใช้ ERP หรือ SAP ควบคู่กับระบบงาน เช่น IIoT ถ้าระบบไม่เชื่อมกัน ข้อมูลจะกระจัดกระจาย หากระบบเชื่อมต่อกัน ตัวข้อมูลที่ได้รับมาจากระบบ มันจะเพิ่มความน่าเชื่อถือขึ้นครับ ช่วยให้ตัดสินใจแม่นยำขึ้น

ส่วนที่ 2 กระบวนการพิจารณาและตัดสินใจเกี่ยวกับ IIoT

ผู้วิจัย: จุดเริ่มต้นที่ทำให้สนใจ IIoT คืออะไรครับ?

นาย D: ต้องการเชื่อมข้อมูลงานเข้ากับระบบบริหาร เราเริ่มจากการวางแผนปรับปรุงระบบ ERP ก่อนแล้วจึงมองว่า IIoT จะช่วยเติมข้อมูลงานแบบ Real-time เข้าไปใน SAP ได้

ผู้วิจัย: ขั้นตอนการศึกษาระบบเป็นอย่างไรครับ?

นาย D: เราให้ Vendor หลายๆ เจ้าเข้ามานำเสนอ แต่ละเจ้าก็ให้การสนับสนุนดีครับ มีทั้งเสนอการอบรมฟรี การเซอร์วิสฟรีบ้าง และจะช่วยประเมินความสามารถในการเชื่อมต่อกับ SAP ให้ดูว่าการเชื่อมต่อกับระบบเดิมไม่มีปัญหา อีกเรื่องคือเราจัดทำโครงการเสนอขอทุนจากภาครัฐ เพื่อสนับสนุนการลงทุนด้าน Digital Transformation เรารู้จักคนในอยู่ การขอทุนเลยค่อนข้างง่ายครับ เพราะรู้ว่าต้องเขียนโครงการอย่างไร ให้สอดคล้องกับนโยบายบริษัท

ผู้วิจัย: ปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้บริการเรียงลำดับอย่างไรครับ?

นาย D: ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบเดิม (ERP/SAP) ความคุ้มค่าการลงทุน ส่วนตัวไม่ค่อยมองเรื่องต้นทุนเท่าไรครับ เพราะ เติบโตไม่ก็ batch ก็ได้ต้นทุน คั้นแล้ว

ผู้วิจัย: อะไรคือปัจจัย “ตัดสินใจ” ที่ทำให้ลงทุนครับ?

นาย D: เมื่อเราได้รับการสนับสนุนบางส่วนจากภาครัฐ และเห็นภาพชัดว่า IIoT จะเชื่อมเข้ากับ SAP ได้รวมถึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนระยะยาว ผู้บริหารจึงอนุมัติ

ส่วนที่ 3 ปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จ

ผู้วิจัย: ก่อนลงทุน คาดหวังอะไรจาก IIoT ครับ?

นาย D: คาดหวังให้ข้อมูลงานเชื่อมกับระบบบริหารแบบ Real-time ลดความผิดพลาดจากการกรอกข้อมูล และตรวจสอบย้อนหลังได้ครับ

ผู้วิจัย: ผลที่ได้จริงเป็นอย่างไรครับ?

นาย D: ถือว่าเป็นไปตามคาด ข้อมูลจากงานเชื่อมต่อกับระบบ SAP ได้โดยตรง ช่วยวิเคราะห์ต้นทุนได้แม่นยำขึ้น ลดภาระงานจากการทำเอกสารลง เดียวนี้ทำอะไรก็ออนไลน์หมดแล้วครับ

ผู้วิจัย: ระบบมีความเข้ากันได้กับระบบเดิมไหมครับ?

นาย D: มีการปรับบางส่วน แต่เราออกแบบระบบให้รองรับตั้งแต่ต้น ผมเน้นเรื่อง Architecture ของระบบมาก ถ้าวางโครงสร้างดี ปัญหาจะน้อยตามไปด้วย

ผู้วิจัย: การสนับสนุนจากผู้บริหารมีบทบาทอย่างไรครับ?

นาย D: สำคัญมากครับ ถ้าไม่มีผู้บริหารผลักดัน โครงการระบบจะไม่เกิดการขอทุน ภาครัฐก็ต้องเขียนโครงการให้ชัด แสดง ROI และประโยชน์เชิงอุตสาหกรรม และคนที่รู้จักคนในก็ ทางผู้บริหารเนี่ยแหละครับ

ส่วนที่ 4 อุปสรรคและความท้าทาย

ผู้วิจัย: ความท้าทายด้านต้นทุนคืออะไรครับ?

นาย D: ต้นทุนเริ่มต้นสูง แต่การได้ทุนสนับสนุนช่วยลดภาระลง

ผู้วิจัย: โครงสร้างพื้นฐานมีปัญหาไหมครับ?

นาย D: ต้องปรับปรุงบางส่วน

ผู้วิจัย: บุคลากรพร้อมหรือไม่ครับ?

นาย D: ช่วงแรกยังไม่พร้อม ขาดความรู้เฉพาะทาง ต้องฝึกอบรมเพิ่มเติม ตอนแรกก็กลัวจะไม่มีคนดูแลต่อ เลยต้องจัดทีมดูแลระบบ แต่เมื่อระบบเข้าที่ งานเอกสารลดลงมาก ต้องให้พนักงานเห็นถึงข้อดีของระบบครับ จะได้ว่าระบบมันเข้ามาช่วยจริงๆ ภายหลังก็ปรับตัวกันได้ งานค่อนข้างลง เค้ก็ชอบ

ผู้วิจัย: มีความกังวลเรื่องความปลอดภัยข้อมูลไหมครับ?

นาย D: ไม่มีครับ

ส่วนที่ 5 คำแนะนำ

ผู้วิจัย: หากให้คำแนะนำบริษัทอื่น จะเน้นเรื่องอะไรครับ?

นาย D:

1. ให้คิดเรื่อง “System Integration” ตั้งแต่ต้น
2. วาง Architecture ให้ชัดก่อนลงทุน
3. พิจารณาขอทุนสนับสนุนจากภาครัฐ
4. อย่ามอง IIoT แยกจาก ERP

ระบบต้องเชื่อมกันจึงจะสร้างคุณค่า อย่ามองว่าระบบเป็นงานยาก ให้มองว่าเป็นงานช่วย

สถานที่ : บริษัท NTN Manufacturing (Thailand) Ltd.

ผู้ให้สัมภาษณ์ : นางสาว E ตำแหน่ง: Supervisor

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และบริบทองค์กร

ผู้วิจัย: บทบาทหน้าที่หลักของท่านคืออะไรครับ?

นางสาว E: ดูแลควบคุมการผลิตในไลน์ค่ะ ทั้งคุณภาพ ปริมาณการผลิต และประสานงานกับฝ่ายซ่อมบำรุง

ผู้วิจัย: องค์กรให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใด?

นางสาว E: สำคัญค่ะ เพราะ มีนโยบายลงมาจากผู้บริหารโดยตรง ผ่านผู้จัดการมา

ผู้วิจัย: ก่อนรู้จัก IIoT มีมาตรการลดพลังงานหรือไม่?

นางสาว E: มีค่ะ พวกการปิดไฟเมื่อไม่ได้ใช้ หรือการปิดเครื่องจักรเมื่อหยุดพัก ให้สอดคล้องกับนโยบายที่ได้รับมา

ผู้วิจัย: องค์กรมีทัศนคติต่อเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างไร?

นางสาว E: เปิดรับค่ะ แต่ต้องดูความเหมาะสมกับงบประมาณและความพร้อมของบุคลากร

ส่วนที่ 2 กระบวนการพิจารณาและตัดสินใจเกี่ยวกับ IIoT

ผู้วิจัย: อะไรเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้สนใจ IIoT?

นางสาว E: มี Vendor เข้ามานำเสนอค่ะ ชื่อสุมิพล แล้วฝ่ายบริหารก็ให้ศึกษาความเป็นไปได้

ผู้วิจัย: ขั้นตอนการศึกษาระบบเป็นอย่างไรบ้างเหรอครับ?

นางสาว E: ทีมวิศวกรรมประเมินความเหมาะสม ดูต้นทุน และความคุ้มค่าการลงทุน มีการติดตั้ง Pivot Line ค่ะ แต่ภายหลังพบว่า แต่การเชื่อมต่อกับระบบเดิมไม่มีปัญหาค่ะ แต่ระบบของทางนั้นไม่ค่อยลงตัวกับรูปแบบการผลิตของทาง NTN เท่าไหร่

ผู้วิจัย: ปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจคืออะไรครับ?

นางสาว E: บุคลากรค่ะ ทางบุคลากรของเรายังไม่ค่อยพร้อม ขาดความรู้เฉพาะทาง อีกทั้งยังไม่มีเวลาไปอบรม เพราะ เดินผลิตตลอดค่ะ

ผู้วิจัย: อะไรคือเหตุผล “ตัดสินใจ” ที่ไม่ติดตั้งครับ?

นางสาว E: ต้นทุนค่อนข้างสูงค่ะ งบประมาณส่วนนี้มันไปจ่ายเรื่องอื่นแล้ว และผู้บริหารยังไม่มั่นใจในผลตอบแทน อีกทั้งบุคลากรยังไม่พร้อม และต้องมีภาระงานเพิ่มอีกเยอะในช่วงแรก พนักงานเลยต่อต้าน ไม่มีคนคอยดูแลระบบต่อ จะให้รับคนใหม่มาดูแลโดยเฉพาะ ก็ไม่ได้รับการอนุมัติค่ะ เพราะ ถูกมองว่ายังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่

ส่วนที่ 3 ปัจจัยสนับสนุน

ผู้วิจัย: ก่อนตัดสินใจไม่ลงทุน คาดหวังอะไรจาก IIoT ครับ?

นางสาว E: คาดว่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และมีข้อมูลให้ดูแบบ real-time

ผู้วิจัย: ผู้บริหารมีบทบาทอย่างไรคะ?

นางสาว E: ผู้บริหารพิจารณาเรื่องงบประมาณเป็นหลักคะ เมื่อเห็นว่าต้นทุนสูง จึงยังไม่อนุมัติ ไม่คุ้มค่าลงทุน

ส่วนที่ 4 อุปสรรคและความท้าทาย

ผู้วิจัย: มองความท้าทายด้านต้นทุนคืออะไร? ตัวไหนเป็นหลักครับ?

นางสาว E: ต้นทุนเริ่มต้นที่สูงคะ ค่า Hardware รวมถึงค่า software และค่าติดตั้ง

ผู้วิจัย: โครงสร้างพื้นฐานมีปัญหาไหม? พวก internet หรือเครือข่ายในโรงงาน

นางสาว E: ไม่มีปัญหาคะ ที่ NTN เรามีเน็ตทั่วถึงอยู่แล้ว

ผู้วิจัย: แล้วมีความกังวลเรื่องความปลอดภัยข้อมูลไหมครับ?

นางสาว E: ไม่มีคะ ได้ไปก็เอาไปทำอะไรไม่ได้

ส่วนที่ 5 คำแนะนำ

ผู้วิจัย: หากให้คำแนะนำบริษัทอื่น จะบอกอะไร?

นางสาว E: ควรประเมินต้นทุนและความคุ้มค่าให้ชัดเจนก่อน และเตรียมบุคลากรให้พร้อม ถ้าองค์กรยังไม่พร้อมด้านงบประมาณหรือโครงสร้างพื้นฐาน อาจพิจารณาในช่วงเวลาที่เหมาะสมกว่า

สถานที่ : บริษัท ไทยซัมมิท โกลด์ เพรส จำกัด

ผู้ให้สัมภาษณ์ : นาย F ตำแหน่ง: Asst. Maintenance Engineer Manager

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และบริบทองค์กร

ผู้วิจัย: บทบาทหน้าที่หลักของท่านคืออะไรครับ?

นาย F: ผมดูแลทีม Maintenance ทั้ง Preventive และ Corrective Maintenance ครับ รวมถึงการปรับปรุงเครื่องจักร และโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลด Downtime ควบคุมต้นทุนพลังงาน พลังงานถือเป็นต้นทุนหลักของไลน์ปัมเลย เพราะใช้ไฟสูงมาก ถ้าเครื่องหนึ่งมีปัญหา จะกระทบต้นทุนทันที

ผู้วิจัย: องค์กรให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใดครับ?

นาย F: ค่อนข้างมากครับ เพราะผู้บริหารมองเรื่องต้นทุนชัดเจน ที่ผ่านมาระดับพลังงานแบบภาพรวม แต่ไม่ได้เห็นระดับเครื่องจักร ทำให้บางครั้งวิเคราะห์ยากกว่าเครื่องไหนกินไฟผิดปกติ ทำให้วางแผนการผลิตยาก

ผู้วิจัย: ทางองค์กรของท่านมีนโยบายด้านพลังงานอย่างไรบ้าง และมีช่องทางการสื่อสารอย่างไร?

นาย F: มีเป็นหนังสือออกมาชัดเจนเลยครับ เพื่อสอดคล้องกับนโยบายบริษัท เลยมีการกำหนดให้เป็น KPI ตัวหนึ่งของแผนกเลย พอเป็น KPI จึ่เลยเหมือนเป็นการเอา ISO มาช่วยสนับสนุนไปในตัวเลยครับ

ผู้วิจัย: ก่อนรู้จัก IIoT มีมาตรการอะไรบ้างครับ?

นาย F: ก็มีพวกทำ PM สม่าเสมอ การปิดไฟเมื่อไม่ใช้ การปิดเครื่องจักรเมื่อไม่ใช้งาน การทยอยเปิดเครื่องจักร

ส่วนที่ 2 กระบวนการพิจารณาและตัดสินใจเกี่ยวกับ IIoT

ผู้วิจัย: อะไรเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้สนใจ IIoT ครับ?

นาย F: ต้องการเห็นข้อมูลเครื่องจักรแบบ real-time เพื่อลด downtime และวิเคราะห์ปัญหาได้เร็วขึ้น Vendor หลายรายเข้ามาเสนอ รวมถึง Sumipol ด้วย

ผู้วิจัย: ขั้นตอนการศึกษาระบบเป็นอย่างไรบ้างครับ?

นาย F: เราทดลองติดตั้งในบางเครื่องก่อน เพื่อดูความเสถียร และความเข้ากันได้กับระบบ PLC ปัญหาที่พบคือ PLC หลักของเราส่วนใหญ่เป็น Mitsubishi ระบบของ Vendor ไม่สามารถเชื่อมต่อได้ เนื่องจาก PLC ของ Mitsu มันล๊อคไว้ครับ

ผู้วิจัย: แล้วเหตุผลที่ไม่เลือกบางระบบคืออะไรครับ?

นาย F: ระบบของ Sumipol เราศึกษาครับ แต่ติดเรื่องปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐานที่เราเคยคุยกัน เรื่องข้อจำกัดของ PLC นั้นแหละ ที่ต้องเป็นระบบเฉพาะของ Mitsubishi เท่านั้น ถ้าจะใช้งานระบบของที่อื่น ต้องเพิ่มอุปกรณ์ Interface เพิ่ม ทำให้ต้นทุนสูง และซับซ้อน

ผู้วิจัย: สุดท้ายเลือกอย่างไรครับ?

นาย F: เราตัดสินใจใช้ IIoT ของ Mitsubishi ครับ เพราะเชื่อมต่อกับ PLC ได้โดยตรง ไม่ต้องแปลง Protocol เพิ่ม ในมุม Maintenance มันเสถียรมากกว่า และดูแลง่ายกว่า

ผู้วิจัย: ปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจเรียงลำดับอย่างไรครับ?

นาย F:

1. ความเข้ากันได้กับ PLC เดิม
2. ความเสถียรของระบบ
3. ความคุ้มค่าการลงทุน
4. ความง่ายในการบำรุงรักษา

ผู้วิจัย: อะไรคือปัจจัย “ตัดสินใจ” ที่ทำให้ผู้บริหารอนุมัติครับ?

นาย F: หลังจากทดลองแล้วเห็นผลชัด สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลด Downtime เราคำนวณ ROI ได้ในระดับที่เหมาะสม การเชื่อมต่อกับเครื่องจักร และระบบเดิมได้ไม่มีปัญหา ผู้บริหารจึงอนุมัติ และให้การสนับสนุนครับ

ส่วนที่ 3 ปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จ

ผู้วิจัย: ก่อนลงทุน คาดหวังอะไรจาก IIoT ครับ?

นาย F:

1. เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
2. ลด Downtime
3. ลดของเสียที่เกิดขึ้น
4. มีข้อมูล Real-time
5. ตรวจสอบย้อนหลังได้

ผู้วิจัย: ผลที่ได้จริงเป็นอย่างไรครับ?

นาย F: เป็นไปตามคาดครับ เห็นผลได้ชัดเจน เห็น pattern การหยุดเครื่องชัดเจน แก้ไขได้เร็วขึ้น ตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้ เอาข้อมูลมาช่วยให้ตัดสินใจง่ายขึ้นมาก มาตรฐานของการผลิตก็ดีขึ้นตามไปด้วยครับ

ผู้วิจัย: ระบบมีความเข้ากันได้กับเครื่องจักรเดิมดีไหมครับ?

นาย F: ในกรณี Mitsubishi ถือว่าดีมากครับ เพราะเป็น Ecosystem เดียวกัน นี่คือเหตุผลหลักๆ ที่เราเลือกเลย

ผู้วิจัย: ท่านเคยได้รับหรือพิจารณาใช้มาตรการสนับสนุนจากภาครัฐ (เช่น การลดหย่อนภาษี, เงินทุนช่วยเหลือ) หรือไม่? มาตรการเหล่านี้มีผลต่อการตัดสินใจของท่านมากน้อยเพียงใด?

นาย F: ไม่เคยพิจารณาเลยครับ แต่ก็น่าสนใจ

ผู้วิจัย: การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงมีบทบาทสำคัญต่อโครงการนี้อย่างไรบ้าง?

นาย F: มีผลอย่างมากครับ

ผู้วิจัย: แล้วด้านบุคลากรมีความพร้อมไหมครับ? หรือต้องทำอะไรเพิ่มบ้าง

นาย F: ต้องมีการฝึกอบรมเพิ่มเติมครับ เรียนรู้เรื่องระบบเนี่ยๆ ส่วนเรื่องการดูแลรักษาเวลามีปัญหาที่มีจากข้างนอกเข้ามาช่วยดูให้

ส่วนที่ 4 อุปสรรคและความท้าทาย

ผู้วิจัย: ความท้าทายด้านต้นทุนคืออะไรครับ?

นาย F: ต้นทุนสูงพอสมควร เพราะ ติดต่อดirectกับทาง Mitsu เลย แต่ถูกกว่า Vendor นอกที่ต้องแปลงระบบ แต่เรามองว่าคุ้มในระยะยาว ความท้าทายหลักๆ เลยจะเป็น ด้าน Software ครับ

ผู้วิจัย: ท่านเคยพบปัญหาเกี่ยวกับความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานภายในโรงงานหรือไม่? (เช่น สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร, ระบบเครือข่ายเดิมไม่รองรับ)

นาย F: บางจุดต้องปรับ Network เพิ่มอยู่ครับ แต่ก็ไม่ใช่อุปสรรคใหญ่อะไร

ผู้วิจัย: การจัดการกับข้อมูลจำนวนมากที่ได้จากระบบ เป็นความท้าทายสำหรับองค์กรหรือไม่?

นาย F: ไม่เลยครับ เพราะ เรื่อง Server ก็มีทาง Vendor ช่วยอยู่แล้ว พวกระบบหรือความปลอดภัยเลยไม่กลัวด้วยครับ

ผู้วิจัย: องค์กรของท่านมีบุคลากรที่มีทักษะความรู้เพียงพอในการจัดการระบบ IIoT หรือไม่? หรือต้องมีการฝึกอบรมเพิ่มเติมอย่างไร?

นาย F: มีครับ แต่ไม่เยอะมาก เพราะ เป็นการใช้พวก Software อย่างเดียว งานไม่ได้เพิ่มขึ้นเยอะมาก เลยไม่พบการต่อต้านครับ

ส่วนที่ 5 คำแนะนำ

ผู้วิจัย: หากให้คำแนะนำบริษัทอื่น จะบอกอะไรครับ?

นาย F:

1. ดู PLC และระบบเดิมก่อน
 2. ทดลองติดตั้งก่อนตัดสินใจเต็มรูปแบบ
 3. อย่าเลือกเพราะราคาถูก ให้ดูความเข้ากันได้
- ถ้า Ecosystem ไม่ตรงกัน ปัญหาจะตามมาแน่นอน

สถานที่ : บริษัท ฟู้ดกาว่า ออร์โตโมทีฟ ซีส์เต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด

ผู้ให้สัมภาษณ์ : นาย G ตำแหน่ง: Asst. Production Engineer Manager

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และบริบทในองค์กร

ผู้วิจัย: บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบหลักของท่านคืออะไรครับ?

นาย G: ผมดูแลด้านวิศวกรรมการผลิตครับ ทั้งการปรับปรุงกระบวนการผลิต การเพิ่มประสิทธิภาพไลน์ และการลดของเสีย

ผู้วิจัย: องค์กรของท่านให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใดครับ?

นาย G: ค่อนข้างให้ความสำคัญครับ เพราะเป็นต้นทุนหลัก แต่จะเน้นในภาพรวมระดับโรงงานมากกว่าระดับเครื่องจักร

ผู้วิจัย: องค์กรมีนโยบายด้านพลังงานอย่างไร และสื่อสารอย่างไรครับ?

นาย G: มีการกำหนดเป้าหมายลดต้นทุนประจำปี แต่เป็นรูปแบบในภาพรวมครับ ไม่ได้เฉพาะเรื่อง แต่พลังงานก็เป็นหนึ่งในนั้น

ผู้วิจัย: ที่ผ่านมามีโครงการลดการใช้พลังงานไหมครับ?

นาย G: มีครับ เช่น ปรับปรุงเครื่องจักร และควบคุมเวลาเปิด-ปิด แต่ยังเป็นการควบคุมเชิงปฏิบัติครับ

ผู้วิจัย: องค์กรมีทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างไรครับ?

นาย G: เปิดรับครับ แต่ต้องดูความเหมาะสมกับงบประมาณและผลตอบแทน ถ้าผลลัพธ์ไม่ชัดเจน จะไม่ลงทุนง่าย ๆ

ส่วนที่ 2 กระบวนการพิจารณาและตัดสินใจเกี่ยวกับ IIoT

ผู้วิจัย: จุดเริ่มต้นที่ทำให้สนใจ IIoT คืออะไรครับ?

นาย G: Vendor เข้ามานำเสนอครับ โดยเน้นเรื่องข้อมูล Real-time และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตฝ่ายบริหารจึงให้ศึกษาความเป็นไปได้

ผู้วิจัย: ขั้นตอนการศึกษาเป็นอย่างไรครับ?

นาย G: ทีมวิศวกรรมประเมินความเหมาะสม หาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต และจาก Vendor

ผู้วิจัย: ปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้เรียงลำดับอย่างไรครับ?

นาย G:

1. ความคุ้มค่าการลงทุน พวกรลดค่าไฟ ลดการใช้พลังงาน
2. ต้นทุนเริ่มต้น
3. ความเข้ากันได้กับระบบเดิม
4. ความพร้อมของบุคลากร
5. การสนับสนุนจาก Vendor

ผู้วิจัย: อะไรคือเหตุผล “ตัดสินใจ” ที่ทำให้ไม่ลงทุนครับ?

นาย G: หลักๆ คือ

- ต้นทุนสูง
- ความคุ้มค่ายังไม่ชัดเจน
- งบประมาณมีข้อจำกัด
- ภาระงานเพิ่ม
- ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ

ในช่วงนั้นเรามองว่าผลตอบแทนยังไม่ชัดพอ

ส่วนที่ 3 ปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จ

ผู้วิจัย: ก่อนตัดสินใจไม่ลงทุน ท่านคาดหวังอะไรจาก IIoT ครับ?

นาย G: คาดหวังว่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ มีข้อมูล Real-time และช่วยด้านการจัดการพลังงานครับ

ผู้วิจัย: ระบบมีความเข้ากันได้กับระบบเดิมไหมครับ?

นาย G: ไม่มีครับ

ผู้วิจัย: เคยพิจารณามาตรการสนับสนุนจากภาครัฐไหมครับ?

นาย G: ยังไม่ได้ดำเนินการในช่วงนั้น เพราะโครงการยังไม่ผ่านการอนุมัติจากภายใน

ก่อน

ผู้วิจัย: การสนับสนุนจากผู้บริหารมีบทบาทอย่างไรครับ?

นาย G: ผู้บริหารให้ศึกษา แต่เมื่อเห็นตัวเลขต้นทุน จึงยังไม่อนุมัติ

ผู้วิจัย: ทีมงานมีความพร้อมไหมครับ?

นาย G: ยังไม่พร้อมเต็มที่ครับ ขาดความรู้เฉพาะทางที่จำเป็น ต้องมีการฝึกอบรมเพิ่มเติม และบางส่วนกังวลเรื่องภาระงานเพิ่ม แล้วผมก็กลัวว่าจะไม่มีคนดูแลระบบต่อด้วยครับ

ส่วนที่ 4 อุปสรรคและความท้าทาย

ผู้วิจัย: พี่มองว่าความท้าทายด้านต้นทุนคืออะไรครับ?

นาย G: ต้นทุน Software และค่ารายเดือนครับ

ผู้วิจัย: มีปัญหาโครงสร้างพื้นฐานไหมครับ?

นาย G: ระบบเครือข่ายบางส่วนต้องปรับปรุง และอินเทอร์เน็ตยังไม่เสถียรในบางจุด

ผู้วิจัย: การจัดการข้อมูลจำนวนมากเป็นปัญหาไหมครับ?

นาย G: ไม่เป็นครับ แต่ทางเรายังไม่มีทีมวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะ จึงกังวลว่าติดตั้งไปแล้วจะใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

ผู้วิจัย: มีการต่อต้านจากพนักงานไหมครับ?

นาย G: มีบ้างครับ กังวลเรื่องภาระงานเพิ่ม และความยุ่งยากในการใช้งาน

ผู้วิจัย: มีความกังวลเรื่องความปลอดภัยข้อมูลไหมครับ?

นาย G: ไม่มีครับ

ส่วนที่ 5 ส่วนอื่น ๆ

ผู้วิจัย: หากให้คำแนะนำบริษัทอื่น จะบอกอะไรครับ?

นาย G: ถ้าองค์กรยังไม่พร้อม ควรรอจังหวะที่เหมาะสมครับ ต้องประเมินให้ดีกว่าก่อน

ผู้วิจัย: มีประเด็นอื่นเพิ่มเติมไหมครับ?

นาย G: IIoT เป็นเทคโนโลยีที่ดีครับ แต่ต้องเหมาะสมกับช่วงเวลาขององค์กร ถ้าลงทุนเร็วเกินไป อาจเป็นภาระมากกว่าประโยชน์

สถานที่ : บริษัท สมบูรณ์ พอร์ซิ่ง เทคโนโลยี จำกัด

ผู้ให้สัมภาษณ์ : นาย H ตำแหน่ง: Production Engineer

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และบริบทในองค์กร

ผู้วิจัย: บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบหลักของท่านคืออะไรครับ?

นาย H: ผมดูแลกระบวนการผลิตในไลน์พอร์ซิ่งครับ เน้นเรื่องคุณภาพ การควบคุมพารามิเตอร์การผลิต และประสิทธิภาพของเครื่องจักร

ผู้วิจัย: องค์กรของท่านให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใดครับ?

นาย H: ให้ความสำคัญครับ เพราะเป็นต้นทุนที่สูง แต่จะอยู่ในระดับนโยบายของผู้บริหารมากกว่า ในระดับไลน์ผลิต เราจะควบคุมตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

ผู้วิจัย: องค์กรมีนโยบายด้านพลังงานอย่างไร และมีช่องทางการสื่อสารอย่างไรครับ?

นาย H: มีการกำหนดเป้าหมายลดต้นทุน และควบคุมการใช้พลังงาน สื่อสารผ่านหัวหน้างาน และประชุมประจำเดือน

ผู้วิจัย: ที่ผ่านมามีโครงการลดการใช้พลังงานไหมครับ?

นาย H: มีครับ เช่น ปรับปรุงเตาพอร์ซิ่ง และควบคุมเวลาการทำงานของเครื่องจักร แต่ยังเป็น การควบคุมเชิงปฏิบัติ ไม่ใช่ระบบอัตโนมัติ

ผู้วิจัย: องค์กรมีทัศนคติต่อเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างไรครับ?

นาย H: ไม่ได้ปิดกั้นครับ แต่จะพิจารณาอย่างระมัดระวัง เพราะเครื่องจักรพอร์ซิ่งค่อนข้างเฉพาะทาง

ส่วนที่ 2 กระบวนการพิจารณาและตัดสินใจเกี่ยวกับ IIoT

ผู้วิจัย: จุดเริ่มต้นที่ทำให้สนใจ IIoT คืออะไรครับ?

นาย H: มีการนำเสนอจาก Vendor ครับ โดยเสนอว่าช่วยเก็บข้อมูล real-time และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

ผู้วิจัย: ขั้นตอนการศึกษาระบบเป็นอย่างไรครับ?

นาย H: ฝ่ายวิศวกรรมประเมินเบื้องต้น ดูความเป็นไปได้ด้านเทคนิค และต้นทุน

ผู้วิจัย: ปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้บริการคืออะไรครับ?

นาย H: ความพร้อมของบุคลากร ความคุ้มค่าการลงทุน ความเหมาะสมกับเครื่องจักร
เดิม

ผู้วิจัย: อะไรคือสาเหตุ “ตัดสินใจ” ที่ทำให้ไม่ลงทุนครับ?

นาย H: ต้นทุนค่อนข้างสูงครับ และยังไม่เห็นภาพผลตอบแทนชัดเจน อีกทั้งเครื่องจักร
บางตัวเป็นระบบเฉพาะ ต้องปรับปรุงเพิ่มพอสมควร

ส่วนที่ 3 ปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จ (ในมุมมองที่คาดหวัง)

ผู้วิจัย: ก่อนตัดสินใจไม่ลงทุน ท่านคาดหวังอะไรจาก IIoT ครับ?

นาย H: คาดว่าจะช่วยให้เห็นข้อมูลชัดเจน เพื่อจะได้ลดต้นทุน และอาจช่วยควบคุม
กระบวนการได้ดีขึ้น แต่ยังไม่มั่นใจว่าระบบจะเหมาะกับเครื่องจักรฟอจิจทั้งหมด

ผู้วิจัย: ระบบมีความเข้ากันได้กับเครื่องจักรเดิมไหมครับ?

นาย H: บางเครื่องอาจต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่ม ซึ่งหมายถึงต้นทุนเพิ่ม และความซับซ้อน
ที่เพิ่มขึ้นตาม

ผู้วิจัย: เคยพิจารณามาตรการสนับสนุนจากภาครัฐไหมครับ?

นาย H: ยังไม่ได้ดำเนินการครับ เพราะเราไม่รู้ว่ามีการสนับสนุนยังใ้บ้าง

ผู้วิจัย: การสนับสนุนจากผู้บริหารมีบทบาทอย่างไรครับ?

นาย H: ผู้บริหารต้องการเห็นตัวเลขชัดเจน เมื่อ ROI ยังไม่แน่ชัด ผู้บริหารยังไม่มั่นใจ
กับการลงทุน จึงยังไม่อนุมัติ

ผู้วิจัย: ทีมงานมีความพร้อมไหมครับ?

นาย H: บุคลากรไม่พร้อม ต้องมีการฝึกอบรมเพิ่มเติมครับ คิดว่าในช่วงแรกอาจกระทบ
งานประจำ เพิ่มภาระงานให้กับพนักงาน เพราะการบำรุงรักษาที่ยุ่งยาก

ส่วนที่ 4 อุปสรรคและความท้าทาย

ผู้วิจัย: ความท้าทายด้านต้นทุนคืออะไรครับ?

นาย H: ต้นทุนเริ่มต้นสูง และต้องลงทุนเพิ่มด้าน software และอุปกรณ์เสริม

ผู้วิจัย: มีปัญหาโครงสร้างพื้นฐานไหมครับ?

นาย H: ไม่มีครับ

ผู้วิจัย: การจัดการข้อมูลจำนวนมากเป็นความท้าทายไหมครับ?

นาย H: ไม่เป็นครับ

ผู้วิจัย: ท่านมีความกังวลเรื่องความปลอดภัยข้อมูลไหมครับ?

นาย H: ไม่มีครับ

ส่วนที่ 5 ส่วนอื่น ๆ

ผู้วิจัย: หากให้คำแนะนำบริษัทอื่น จะบอกอะไรครับ?

นาย H: ควรศึกษาความเหมาะสมกับเครื่องจักรของตนเองก่อน โดยเฉพาะเครื่องจักรเฉพาะทาง และประเมินความคุ้มค่าการลงทุนอย่างรอบคอบ หากองค์กรยังไม่พร้อม อาจพิจารณาในระยะต่อไป

ผู้วิจัย: มีประเด็นอื่นเพิ่มเติมไหมครับ?

นาย H: IIoT เป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์ครับ แต่สำหรับโรงงานที่เครื่องจักรเฉพาะทางมาก ต้องวางแผนให้ละเอียดกว่าปกติ ให้เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้ด้วย

สถานที่ : บริษัท โคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด

ผู้ให้สัมภาษณ์ : นาย I ตำแหน่ง: Asst. General Manager

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และบริบทในองค์กร

ผู้วิจัย: บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบหลักของท่านคืออะไรครับ?

นาย I: ผมดูแลทั้งฝั่งการผลิตและการบริหารจัดการครับ โดยเฉพาะเรื่องประสิทธิภาพการผลิต ต้นทุน และการพัฒนาระบบภายใน การลด Cost เป็นหน้าที่หลัก

ผู้วิจัย: องค์กรให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใดครับ?

นาย I: ให้ความสำคัญครับ แต่จะอยู่ในระดับควบคุมต้นทุนภาพรวม ยังไม่ได้ลงลึกถึงระดับ Machine Level เพราะปัจจุบันเรายังโฟกัสเรื่องเสถียรภาพของการผลิตก่อน

ผู้วิจัย: องค์กรมีนโยบายด้านพลังงานอย่างไร และสื่อสารอย่างไรครับ?

นาย I: มีการกำหนด KPI ด้านต้นทุน และ Efficiency สื่อสารผ่านหัวหน้างานและ Supervisor เป็นการพูดคุยในที่ประชุมของผู้บริหาร

ผู้วิจัย: ที่ผ่านมามีโครงการลดการใช้พลังงานไหมครับ?

นาย I: มีครับ ก็พวก การปรับวิธีการทำงาน และควบคุมการใช้เครื่องจักร แต่ยังเป็นลักษณะ Manual Control มากกว่า กับวิธีการปิดไฟ ปิดเครื่อง เมื่อไม่ใช้งานครับ

ผู้วิจัย: องค์กรมีทัศนคติต่อเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างไรครับ?

นาย I: เราไม่ได้ปิดกั้นครับ แต่จะดู ความเหมาะสมกับสภาพองค์กรจริง มากกว่า เพราะคนเปลี่ยนบ่อย สอนการทำงาน ใช้งานไปไม่คุ้ม

ส่วนที่ 2 กระบวนการพิจารณาและตัดสินใจเกี่ยวกับ IIoT

ผู้วิจัย: อะไรเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้สนใจ IIoT ครับ?

นาย I: เห็นจากงาน Metalex แล้วก็มี Vendor เข้ามานำเสนอ ก็ทางน้องเนี่ยแหละ ก็ถือว่าน่าสนใจครับ เลยให้ทีมไปศึกษาต่อ

ผู้วิจัย: ขั้นตอนการศึกษาระบบเป็นอย่างไรครับ?

นาย I: เราก็ค้นหาผ่านอินเทอร์เน็ต แล้วก็ข้อมูลที่ทาง Vendor ให้มาครับ พวกต้นทุน ความคุ้มค่า ว่าลดต้นทุนได้เท่าใด ลดการใช้พลังงานได้ขนาดไหน

ผู้วิจัย: ปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้เรียงลำดับอย่างไรครับ?

นาย I: ความต่อเนื่องของทีมงาน ความพร้อมของบุคลากร

ผู้วิจัย: อะไรคือเหตุผล “ตัดสินใจ” ที่ทำให้ไม่ลงทุนครับ?

นาย I: หลัก ๆ คือ “ความไม่เสถียรของบุคลากร” ครับ ในไลน์ผลิตของเรา มีการเปลี่ยนคนค่อนข้างบ่อย

บางตำแหน่งอยู่ไม่นาน ถ้าเราลงระบบ IIoT จะต้องมีคนที่จะเข้าไประบบ และใช้ต่อเนื่อง แต่ในสถานการณ์ปัจจุบัน มีความเสี่ยงสูงที่เทรนไปแล้ว คนออก และบุคลากรส่วนใหญ่มีวุฒิการศึกษาที่ไม่สูงมากนัก บุคลากรไม่พร้อม ขาดความรู้เฉพาะทาง และการอบรมจะไปเพิ่มภาระงานให้เค้า พาลจะไม่อยู่ต่อไปอีก

ส่วนที่ 3 ปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จ

ผู้วิจัย: ก่อนตัดสินใจไม่ลงทุน ท่านคาดหวังอะไรจาก IIoT ครับ?

นาย I: คาดว่าจะช่วยให้เห็นข้อมูลชัดเจน ได้ข้อมูลเรียลไทม์ ช่วยให้วางแผนได้แม่นยำขึ้น และช่วยควบคุมกระบวนการได้ดีขึ้น แต่สิ่งสำคัญคือ ต้องมีคนใช้ข้อมูลนั้นต่อเนื่อง ลดต้นทุนได้

ผู้วิจัย: ระบบมีความเข้ากันได้กับระบบเดิมไหมครับ?

นาย I: ในเชิงเทคนิคสามารถทำได้ครับ เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้ ไม่ได้เป็นข้อจำกัดหลัก เรามีไลน์ที่ใช้ Automation อยู่เยอะ และมีพวกตู้ MDB กับมิเตอร์แยกอยู่

ผู้วิจัย: เคยพิจารณามาตรการสนับสนุนจากภาครัฐไหมครับ?

นาย I: ไม่เคยครับ

ผู้วิจัย: การสนับสนุนจากผู้บริหารมีบทบาทอย่างไรครับ?

นาย I: ผู้บริหารเปิดให้ศึกษา แต่จะดูความเสี่ยงระยะยาว สุดท้ายท่านก็มองว่ายังไม่จำเป็นในตอนนี่

ผู้วิจัย: ทีมงานมีความพร้อมไหมครับ?

นาย I: ถ้าเป็นทีมหลักพร้อมครับ แต่ในระดับ operator ยังมีการเปลี่ยนคนบ่อย ตรงนี้เป็นจุดที่เรากังวลมากที่สุด

ส่วนที่ 4 อุปสรรคและความท้าทาย

ผู้วิจัย: ความท้าทายด้านต้นทุนคืออะไรครับ?

นาย I: ต้นทุนสูงครับ ผนวกกับงบประมาณที่จัดสรรไว้ไม่พอด้วยครับ ทั้งส่วน Hardware, Software, ค่า Maintenance แต่จริง ๆ ถ้าระบบถูกใช้งานเต็มที่ ก็อาจคุ้มค่า ปัญหาคือ ไม่มั่นใจว่าจะใช้ได้ต่อเนื่อง

ผู้วิจัย: มีปัญหาโครงสร้างพื้นฐานไหมครับ?

นาย I: ไม่มีครับ ไม่ใช่ประเด็นหลักด้วย

ผู้วิจัย: การจัดการข้อมูลจำนวนมากเป็นความท้าทายไหมครับ?

นาย I: เป็นครับ เพราะ ต้องมีคนคอยดูแลข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล ถ้าคนไม่อยู่ต่อ ข้อมูลก็จะไม่ถูกใช้

ผู้วิจัย: มีการต่อต้านจากพนักงานไหมครับ?

นาย I: ไม่ได้ต่อต้านครับ แต่เป็นลักษณะที่งานไม่ต่อเนื่องมากกว่า คือยังไม่ทันปรับตัว คนก็เปลี่ยนแล้ว เราเลยหยุดไว้ก่อน

ผู้วิจัย: มีความกังวลเรื่องความปลอดภัยข้อมูลไหมครับ?

นาย I: ไม่มีครับ และยังไม่ใช่ว่ากังวลหลักเท่ากับเรื่องคน

ส่วนที่ 5 ส่วนอื่น ๆ

ผู้วิจัย: หากให้คำแนะนำบริษัทอื่น จะบอกอะไรครับ?

นาย I: อยากให้ดู “ความเสถียรของทีมงาน” ก่อน เพราะที่นี้เราพบปัญหาน้อยอยู่ถ้าองค์กรมีการเปลี่ยนคนบ่อย การลงทุนระบบที่ต้องพึ่งพาคน อาจมีความเสี่ยง ควรเริ่มจากทำให้ทีมงานนิ่งก่อน แล้วค่อยลงทุนระบบ

ผู้วิจัย: มีประเด็นอื่นๆเพิ่มเติมไหมครับ?

นาย I: ทางฝั่งเราเทคโนโลยีไม่ใช่ปัญหาครับ แต่เป็นเรื่อง ความต่อเนื่องของคน ที่เป็นสิ่งที่กำหนดความสำเร็จจริงๆ

สถานที่ : บริษัท พรีเมียม สตีล โปรเซสส์ จำกัด

ผู้ให้สัมภาษณ์ : นาย J ตำแหน่ง: Asst. Engineering Manager

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และบริบทในองค์กร

ผู้วิจัย: บทบาทหน้าที่ของท่านคืออะไรครับ?

นาย J: ของเรา จะดูทั้งเครื่องจักร ระบบการผลิต แล้วก็พวก Improvement ครับ ถ้ามีปัญหาในไลน์ เราก็ต้องเข้าไปแก้ที่หน้างานเลย อีกอย่างที่เราโฟกัสคือ “ข้อมูล” เพราะถ้าไม่มี Data จริง ๆ มันแก้ปัญหามันจบ

ผู้วิจัย: องค์การให้ความสำคัญกับพลังงานมากไหมครับ?

นาย J: มากครับ เพราะโรงงานหลักใช้ไฟเยอะ นายลองคิดดูดี เครื่องตัด เครื่อง Milling วิ่งทั้งวัน ถ้าเราไม่รู้ว่าเครื่องไหนกินไฟผิดปกติ มันเหมือนเสียเงินไปฟรีๆ เลย

ผู้วิจัย: ฟรีมีนโยบายด้านพลังงานอย่างไรบ้างครับ? ทำอะไรบ้าง?

นาย J: ก็มีนโยบายมาจากผู้บริหารนะ ทำจริงจังเลยละ ให้แต่ละแผนกไปหาวิธีการกัน มา แต่แผนกเราอะนะ ต้องเป็นหัวหลักอยู่แล้ว เรื่องการจัดการพลังงาน ประหยัดไฟอะไรพวกนี้ ก็ มีนโยบายการปิดเมื่อไม่ใช้ การดูแลเครื่องจักรให้ทำงานเต็มประสิทธิภาพ

ผู้วิจัย: ทิศนาคต้องก้าวต่อ Digital เป็นยังไงครับ?

นาย J: ถ้ามันเข้ามาช่วย แล้วไม่ต้องยุ่งกับมันเยอะ เราก็โอเคอะนะ

ส่วนที่ 2 กระบวนการพิจารณาและตัดสินใจ

ผู้วิจัย: อะไรทำให้เริ่มสนใจ IIoT ครับ?

นาย J: จริงๆ มี Vendor เข้ามาเสนอแหละ แต่สิ่งที่ทำให้เราสนใจคือ “เราลองว่าข้อมูล มันหายไปเยอะอะ” เราอยากรู้ว่า เครื่องหยุดเพราะอะไร หยุดนานเท่าไร แผนกไหน กระทบเท่าไร ใช้พลังงานเท่าไรจริง ทาง vendor บอกว่า ระบบนี้จะเข้ามาช่วยให้วางแผนได้แม่นยำขึ้น ช่วยด้านการจัดการพลังงาน

ผู้วิจัย: ขั้นตอนการศึกษาระบบทำยังไงครับ?

นาย J: เราไม่เชื่อทันทีนะ ก็เลยคุยให้ลองติดตั้ง pilot โฉนดก่อน แล้วก็ดูกันเลยว่า data มาจริงไหม ตรงไหม ทีมเราใช้ได้ไหม

ผู้วิจัย: ปัจจัยสำคัญในการเลือกคืออะไรครับ?

นาย J: เอาจริงๆ ของเราเรียงแบบนี้เลยนะ

1. ใช้จริงได้ไหม
2. ข้อมูลแม่นยำไหม
3. Vendor ซัพพอร์ตจริงหรือเปล่า
4. คุ่มใหม่ในระยะยาว

ผู้วิจัย: อะไรคือจุดที่ทำให้ “ตัดสินใจติดตั้ง” ครับ?

นาย J: ตอน pilot แล้วมันใช้ได้ เห็นผลชัดเจน และตอบโจทย์ก็เลยติดตั้งเลย รู้ปัญหาเร็ว ข้อมูลชัด เราเอาไปคุยกับผู้บริหาร ก็เห็นกันง่ายๆ ไม่ต้องอธิบายเยอะ ผู้บริหารเลยสนับสนุน

ส่วนที่ 3 ปัจจัยความสำเร็จ

ผู้วิจัย: ก่อนติดตั้ง คาดหวังอะไรครับ?

นาย J:

- เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

- ลด Downtime
- มีข้อมูล Real-time
- ลดต้นทุนได้

ผู้วิจัย: ผลที่ได้จริงเป็นยังไงครับ?

นาย J: พุดตรงๆ เลยนะ “มันทำให้เราทำงานง่ายขึ้นเยอะ” เมื่อก่อนต้องไล่หาสาเหตุตอนนี้ตรวจสอบย้อนหลังเปิด dashboard ก็เห็นแล้ว สบายขึ้นเยอะ พวกค่าไฟก็จัดการง่ายขึ้น ลดลงได้เลย เช็กได้มีเครื่องไหนเปิดทิ้งไว้มั้ย ควบคุมการผลิตได้ดีขึ้น

ผู้วิจัย: ระบบเข้ากับเครื่องจักรได้ดีไหมครับ?

นาย J: มีบางเครื่องต้องปรับครับ แต่ส่วนใหญ่เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้ไม่มีปัญหา

ผู้วิจัย: แล้วเรื่องการสนับสนุนจากภาครัฐล่ะครับ ถ้ามีพวกเงินทุนสนับสนุน หรือ ลดหย่อนภาษีได้จ้ะ น่าสนใจครับ

นาย J: ดีเลยสิ ถ้ามี แต่จะยุ่งยากรีเปล่า ผมไม่อยากมานั่งร่างเขียนอะไรเยอะนะ

ผู้วิจัย: ทีมงานพร้อมไหมครับ?

นาย J: ตอนแรกไม่พร้อมหรอก ขาดความรู้เรื่องระบบไป แต่เราบังคับให้ใช้ เพราะ มองว่ามันจำเป็น แม้การบำรุงรักษายุ่งยาก

ผู้วิจัย: ผู้บริหารมีบทบาทไหมครับ?

นาย J: มีครับ ถ้านายข้างบนไม่เอา จบเลย

ส่วนที่ 4 อุปสรรคและความท้าทาย

ผู้วิจัย: ต้นทุนเป็นปัญหาไหมครับ?

นาย J: แพงครับ ไม่เถียง แต่เรามองว่า “แพงแล้วคุ้ม ดีกว่าถูกแล้วใช้ไม่ได้”

ผู้วิจัย: มีปัญหาโครงสร้างพื้นฐานไหมครับ?

นาย J: มีครับ ส่วนใหญ่จะเป็นทาง safety ต้องให้เข้ามาติดตั้งตู้ เพื่อความปลอดภัย

ผู้วิจัย: การจัดการข้อมูลยากไหมครับ?

นาย J: ไม่ยากครับ ให้เค้าทำออกมาใช้งานง่ายที่สุดครับ

ผู้วิจัย: พนักงานต่อต้านไหมครับ?

นาย J: มีบ้างครับ เพราะมันเหมือนโดน Monitor

ผู้วิจัย: กังวลเรื่องความปลอดภัยข้อมูลไหมครับ?

นาย J: ไม่ครับ เรากำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลไว้แล้วครับ

ส่วนที่ 5 ส่วนอื่นๆ

ผู้วิจัย: อยากแนะนำอะไรกับบริษัทอื่นครับ?

นาย J: เราพุดตรงๆ เลยนะ ต้องลองก่อน เอาพนักงานเป็นตัวตัดสินใจ

ผู้วิจัย: มีอะไรเพิ่มเติมไหมครับ?

นาย J: ระบบมันไม่ใช่คำตอบทั้งหมด แต่ถ้านายมี data นายจะตัดสินใจได้เร็วและแม่นยำขึ้น อันนี้สิของจริง

สถานที่ : บริษัท เบญจมิตรบรรจุกภัณฑ์ จำกัด

ผู้ให้สัมภาษณ์ : นาย K ตำแหน่ง: Managing Director

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และบริบทในองค์กร

ผู้วิจัย: บทบาทหน้าที่หลักของท่านคืออะไรครับ?

นาย K: ผมดูทั้งองค์กรครับ ตั้งแต่การผลิต ต้นทุน ไปจนถึงทิศทางธุรกิจ สิ่งที่ผมโฟกัสคือ “การแข่งขัน” และ “กำไร” ของบริษัท ถ้าระบบไหนช่วยให้เราทำงานเร็วขึ้น แม่นยำขึ้น ผมสนใจหมด

ผู้วิจัย: องค์กรให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากน้อยเพียงใดครับ?

นาย K: ให้ความสำคัญมากครับ เพราะเป็นต้นทุนหลัก หากควบคุมได้ ดีขึ้นทันที

ผู้วิจัย: องค์กรมีนโยบายด้านพลังงานอย่างไรครับ?

นาย K: เราตั้ง KPI เรื่องต้นทุนชัดเจน และพยายามใช้ข้อมูลมาช่วยตัดสินใจมากขึ้น

ผู้วิจัย: ที่ผ่านมามีโครงการลดพลังงานไหมครับ?

นาย K: มีครับ แต่เป็น manual ข้อมูลไม่ real-time วิเคราะห์ย้อนหลังช้ามาก เลยอยากได้ระบบที่ตรวจสอบย้อนหลังได้รวดเร็ว

ผู้วิจัย: องค์กรมีทัศนคติต่อเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างไรครับ?

นาย K: ผมมองว่า “ถ้าไม่เปลี่ยน ก็จะถูกทิ้ง” ใช้เพื่อแข่งขันกับคู่แข่งครับ

ส่วนที่ 2 กระบวนการพิจารณาและตัดสินใจเกี่ยวกับ IIoT

ผู้วิจัย: จุดเริ่มต้นที่สนใจ IIoT คืออะไรครับ?

นาย K: Vendor เข้ามานำเสนอ แต่สิ่งที่ทำให้ผมสนใจจริงๆ คือ สิ่งที่จะได้รับมากกว่าครับ ประโยชน์มีอะไรบ้าง ช่วยด้านการจัดการพลังงาน ลดต้นทุน ช่วยให้ลดของเสีย

ผู้วิจัย: ขั้นตอนการศึกษาระบบเป็นอย่างไรครับ?

นาย K: ผมให้ทีมไปวิเคราะห์ครับ หาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต กับ Vendor วิเคราะห์พวกความเสี่ยง การคืนทุน

ผู้วิจัย:

ปัจจัยสำคัญในการเลือกคืออะไรครับ?

นาย K:

1. ROI ชัดเจน
2. ลดต้นทุนได้จริง
3. เห็นผลชัดเจน
4. ใช้งานได้จริง
5. Vendor Support

ผู้วิจัย: อะไรคือจุดที่ทำให้ตัดสินใจลงทุนครับ?

นาย K: ผมดู 2 อย่าง 1. ลดต้นทุนได้จริง 2. เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

ส่วนที่ 3 ปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จ

ผู้วิจัย: ก่อนลงทุน คาดหวังอะไรครับ?

นาย K: ก็เรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน ลดการใช้พลังงาน ข้อมูลที่ได้รับเป็นแบบเรียลไทม์จริงๆ

ผู้วิจัย: ผลที่ได้จริงเป็นอย่างไรครับ?

นาย K: ใกล้เคียงที่คาดหวัง เห็นผลชัดเจน เห็นต้นทุนชัดเจน การเห็นข้อมูลแบบ Real-Time การลดต้นทุนแบบ Measurable ช่วยให้ตัดสินใจเร็วขึ้น ทางเราสามารถควบคุมการผลิตได้ดีขึ้น

ผู้วิจัย: ระบบเข้ากับระบบเดิมได้ไหมครับ?

นาย K: มีปรับบ้าง ต้องลงทุนเพิ่มบางส่วนให้เชื่อมต่อกับระบบเดิมได้แต่รับได้ ทางเราก็นับสนุนครับ

ผู้วิจัย: ผู้บริหารมีบทบาทอย่างไรครับ?

นาย K: สำคัญที่สุดครับ เราช่วยผลักดัน ถ้าผู้บริหารไม่ Push ระบบจะเกิดได้ยังไงครับ

ผู้วิจัย: ทีมงานพร้อมไหมครับ?

นาย K: ช่วงแรกบุคลากรไม่พร้อม คนขาดความรู้เฉพาะทาง ต้องมี Training เพิ่ม มีการต่อต้านบ้าง แต่พอเห็นผล ทุกคนเริ่มยอมรับ

ส่วนที่ 4 อุปสรรคและความท้าทาย

ผู้วิจัย: ต้นทุนเป็นปัญหาไหมครับ?

นาย K: ต้นทุนสูง แต่คืนทุนได้เร็ว = ลงทุนได้ครับ

ผู้วิจัย: โครงสร้างพื้นฐานมีปัญหาไหมครับ?

นาย K: ต้องปรับ Network ต้องลงทุนเพิ่ม การบำรุงรักษาก็ยุ่งยากครับ ไม่มีคนดูแล ต้องให้ Vendor เข้ามาช่วย

ผู้วิจัย: การจัดการข้อมูลเป็นอย่างไรครับ?

นาย K: ข้อมูลเยอะ จัดการยากช่วงแรก แต่พอจัดระบบได้ กลายเป็น Asset ที่มีมูลค่าครับ

ผู้วิจัย: มีการต่อต้านไหมครับ?

นาย K: มีครับคนกลัวถูก Monitor แต่สุดท้าย ถ้าอธิบายดี เขาจะเข้าใจครับ

ส่วนที่ 5 ส่วนอื่นๆ

ผู้วิจัย: อยากแนะนำอะไรกับบริษัทอื่นครับ?

นาย K: ผมสรุปสั้นๆ เลย ให้ทดลองก่อน ใช้ Data ตัดสินใจ อย่าลงทุนเพราะ Trend

ผู้วิจัย: มีอะไรเพิ่มเติมไหมครับ?

นาย K: สุดท้ายแล้ว IIoT ไม่ใช่ค่าใช้จ่าย แต่เป็นการลงทุน ถ้าใช้ถูกทาง แต่ ถ้าบริหารไม่ดี มันจะกลายเป็น cost แทนที่

สถานที่ : Nacha Precision Limited Partnership

ผู้ให้สัมภาษณ์ : นาย L ตำแหน่ง: Owner

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และบริบทในองค์กร

ผู้วิจัย: พี่ดูแลอะไรในบริษัทบ้างครับ?

นาย L: ผมดูทั้งหมดครับ ทั้งผลิต ลูกค้า แล้วก็ต้นทุน โรงงานผมไม่ได้ใหญ่ ทุกอย่างต้องคิดเองหมด แต่ก็ดูแลเรื่องต้นทุนเป็นหลัก ต้องรู้ว่า ควบคุมได้ดีแค่ไหน

ผู้วิจัย: องค์กรให้ความสำคัญกับการจัดการพลังงานมากไหมครับ?

นาย L: สำคัญครับ ถ้าลดต้นทุนพลังงานได้ = กำไรเพิ่มทันที แต่ผมยังใช้วิธีควบคุมพลังงานมากกว่า

ผู้วิจัย: มีนโยบายด้านพลังงานไหมครับ?

นาย L: มีครับ แต่เป็นแบบง่ายๆ คุมการใช้เครื่อง ปรับวิธีทำงาน เน้นให้ควบคุมการใช้พลังงานให้เหมาะสม

ผู้วิจัย: เคยมีโครงการลดพลังงานไหมครับ?

นาย L: มีครับ ก็จะเน้นให้การควบคุมได้ดีขึ้น เพื่อให้ต้นทุนลดลง

ผู้วิจัย: มุมมองต่อเทคโนโลยีเป็นอย่างไรครับ?

นาย L: ผมมองว่าถ้ามันช่วย ลดต้นทุนได้ ก็โอเคนะ

ส่วนที่ 2 กระบวนการพิจารณา IIoT

ผู้วิจัย: อะไรทำให้เริ่มสนใจ IIoT ครับ?

นาย L: มีการนำเสนอเข้ามา เขาบอกว่าสามารถ ลดค่าไฟ/พลังงาน และเชื่อมต่อกับระบบเดิมได้ง่าย

ผู้วิจัย: แล้วพิจารณาอย่างไรครับ?

นาย L: ผมดูเรื่องต้นทุนก่อนเลย ต้นทุนสูง ก็อาจจะยังไม่ทำ มองว่ามันยังไม่จำเป็น

ผู้วิจัย: ปัจจัยที่ใช้ตัดสินใจมีอะไรบ้างครับ?

นาย L:

- ความคุ้มค่า
- ต้นทุน
- การใช้งานจริง
- คนที่ดูแลระบบ

ผู้วิจัย: อะไรคือเหตุผลหลักที่ “ไม่ติดตั้ง” ครับ?

นาย L: หลักๆ คือ ต้นทุนการติดตั้งมันสูง ยังไม่คุ้มทุน เลยมองว่ามันยังไม่จำเป็นครับ เราไม่ได้ผลิตเยอะขนาดนั้น เราเลยไม่ได้สนับสนุนต่อ

ส่วนที่ 3 มุมมองต่อระบบ

ผู้วิจัย: ก่อนตัดสินใจ พี่คาดหวังอะไรจาก IIoT ครับ?

นาย L: ก็หวังว่า จะช่วยลดต้นทุนได้ ควบคุมการผลิต ค่าไฟได้ดีขึ้น ช่วยลดค่าไฟ

ผู้วิจัย: ระบบสามารถเข้ากับของเดิมได้ไหมครับ?

นาย L: เคยมาดูแล้วครับ สามารถเชื่อมต่อกับระบบเดิมได้ ไม่มีปัญหา

ผู้วิจัย: การสนับสนุนจากผู้บริหารมีผลไหมครับ?

นาย L: มีครับ

ผู้วิจัย: ทีมงานพร้อมไหมครับ?

นาย L: ตอนนี้อย่างไม่มีคนดูแลระบบเลย ทีมงานก็ยังขาดความรู้อยู่

ส่วนที่ 4 อุปสรรคและความท้าทาย

ผู้วิจัย: ปัญหาเรื่องต้นทุนเป็นอย่างไรครับ?

นาย L: ต้นทุนติดตั้งสูง ยังไม่คุ้มทุน

ผู้วิจัย: เรื่องการใช้งานระบบมีผลไหมครับ?

นาย L: มีครับ

ส่วนที่ 5 คำแนะนำ

ผู้วิจัย: ถ้าให้แนะนำบริษัทอื่น พี่จะบอกอะไรครับ?

นาย L: ผมว่าต้องดูให้ดีๆ ระบบช่วยลดต้นทุนได้จริงไหม เหมาะกับขนาดบริษัทรีเปล่า

ผู้วิจัย: มีอะไรเพิ่มเติมไหมครับ?

นาย L: ผมมองว่า ระบบมันมีประโยชน์ แต่ถ้ายังไม่จำเป็นในตอนนี้อยู่ หรือยังไม่คุ้มทุนก็ยังไม่ควรลงทุนครับ

