



ประกาศกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
เรื่อง การประเมินผลงานเพื่อเลื่อนข้าราชการพลเรือนสามัญขึ้นแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งประเภทวิชาการ
ตำแหน่งวิศวกร ระดับชำนาญการ ตำแหน่งเลขที่ ๒๘๕
สังกัดกลุ่มเทคโนโลยีด้านความร้อน กองพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์
ราย นายธนภุต จ้อยจินดา

ด้วย นายธนภุต จ้อยจินดา ตำแหน่งวิศวกร ระดับปฏิบัติการ ตำแหน่งเลขที่ ๒๘๕
สังกัดกลุ่มเทคโนโลยีด้านความร้อน กองพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ จะเข้ารับการประเมินผลงานเพื่อเลื่อน
ขึ้นแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งวิศวกร ระดับชำนาญการ ตำแหน่งเลขที่และสังกัดเดิม

อาศัยอำนาจตามหนังสือสำนักงาน ก.พ. ที่ นร ๑๐๐๖/ว ๕ ลงวันที่ ๒๒ มีนาคม ๒๕๖๗
เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการย้าย การโอน หรือการเลื่อนข้าราชการพลเรือนสามัญเพื่อแต่งตั้ง
ให้ดำรงตำแหน่งประเภทวิชาการ และประกาศ อ.ก.พ. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ลงวันที่
๓๐ เมษายน ๒๕๖๘ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการประเมินบุคคลและผลงานเพื่อเลื่อนข้าราชการพลเรือนสามัญ
ขึ้นแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งประเภทวิชาการ ระดับชำนาญการ ระดับชำนาญการพิเศษ และระดับเชี่ยวชาญ
จึงประกาศชื่อผลงาน และข้อเสนอแนวคิดในการพัฒนาหรือปรับปรุงงาน ที่จะส่งประเมินผลงานเพื่อเลื่อน
ข้าราชการพลเรือนสามัญขึ้นแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งวิศวกร ระดับชำนาญการ ตำแหน่งเลขที่ ๒๘๕
สังกัดกลุ่มเทคโนโลยีด้านความร้อน กองพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน ๑ เรื่อง และข้อเสนอแนวคิด
ในการพัฒนาหรือปรับปรุงงาน จำนวน ๑ เรื่อง ดังมีรายละเอียดและเค้าโครงเรื่อง ตามเอกสารแนบท้ายประกาศนี้
และให้ผู้เข้ารับการประเมินส่งผลงาน ภายใน ๙๐ วัน นับตั้งแต่วันถัดจากวันที่กรมได้มีประกาศ ทั้งนี้ หากผู้ใด
ประสงค์ทั้งทวงสามารถทักท้วงได้ภายใน ๓๐ วัน นับตั้งแต่วันประกาศ

อนึ่ง หากกรมตรวจสอบพบว่า ผู้เข้ารับการประเมินแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องคุณสมบัติของ
บุคคล เรื่องสัดส่วนการจัดทำผลงานหรือเรื่องอื่น ๆ เกี่ยวกับการจัดทำผลงานเป็นเท็จ หรือมีการลอกเลียน
ผลงานหรือนำผลงานของผู้อื่นมาใช้เป็นผลงานของตน หรือมีการจ้างวานผู้อื่นให้จัดทำผลงานให้ โดยผลงาน
ที่นำมาจัดทำนั้นไม่ใช่ผลงานที่แท้จริงของตน กรมจะดำเนินการตามหนังสือสำนักงาน ก.พ. ที่ นร ๐๗๐๗.๓/ว ๕
ลงวันที่ ๑๒ เมษายน ๒๕๕๒ เรื่อง มาตรการในการป้องกันและลงโทษผู้แจ้งข้อมูลเท็จเกี่ยวกับคุณสมบัติ
และผลงานของบุคคลในการขอรับการประเมินบุคคล ต่อไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๓ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๙

(นางสาวนันทิกา ทังสุพานิช)
อธิบดีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

แนบท้ายประกาศกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
เรื่อง การประเมินผลงานเพื่อเลื่อนข้าราชการพลเรือนสามัญขึ้นแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งประเภทวิชาการ
ตำแหน่งวิศวกร ระดับชำนาญการ ตำแหน่งเลขที่ ๒๘๕
สังกัดกลุ่มเทคโนโลยีด้านความร้อน กองพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์
ราย นายธนภุต จ้อยจินดา
ลงวันที่ ๒๗ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๙

ผลงานที่ส่งประเมิน

ที่	ชื่อผลงาน	สัดส่วนร้อยละ	ผู้ร่วมดำเนินการ
๑	เรื่อง การพัฒนาเครื่องมือคำนวณเพื่อประเมินความเหมาะสมและความคุ้มค่าในการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับธุรกิจโรงแรม	๑๐๐	-
๒	ข้อเสนอแนวคิดในการพัฒนาหรือปรับปรุงงาน เรื่อง ข้อเสนอแนวคิดในการพัฒนากระบวนการจัดการและพิจารณาโครงการสนับสนุนเงินลงทุนด้านพลังงานทดแทนด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัล	๑๐๐	- 

เอกสารประกอบการคัดเลือกบุคคลที่จะเข้ารับการประเมินผลงาน

เรื่อง การพัฒนาเครื่องมือคำนวณเพื่อประเมินความเหมาะสมและความคุ้มค่า
ในการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับธุรกิจโรงแรม

โดย

นายธนกฤต จ้อยจินดา

เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง วิศวกรชำนาญการ

สังกัด กลุ่มเทคโนโลยีด้านความร้อน กองพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

(เสนอผลงานเข้ารับการประเมิน ปี พ.ศ. ๒๕๖๙)

คำนำ

ในปัจจุบัน การใช้พลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงานเป็นประเด็นสำคัญที่ได้รับความสนใจอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในภาคธุรกิจโรงแรมซึ่งเป็นภาคธุรกิจที่มีการใช้พลังงานในปริมาณสูง การนำระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยลดต้นทุนด้านพลังงาน ลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

อย่างไรก็ตาม การตัดสินใจลงทุนติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ความเป็นไปได้อย่างรอบด้าน ทั้งในเชิงความเหมาะสมทางวิศวกรรมและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อให้การลงทุนมีความสอดคล้องกับลักษณะการใช้งานจริงของอาคารและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยเหตุนี้ กระจกจึงได้พัฒนาเครื่องมือคำนวณเพื่อใช้ในการประเมินความเหมาะสมและความคุ้มค่าในการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับธุรกิจโรงแรม เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจในระดับโครงการ

รายงานฉบับนี้นำเสนอขั้นตอนและผลการดำเนินงานในการพัฒนาเครื่องมือดังกล่าว โดยมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมความร้อนร่วมกับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เพื่อให้สามารถประเมินภาระการใช้งาน ความเหมาะสมของขนาดระบบ และความคุ้มค่าของการลงทุนได้อย่างเป็นระบบและเข้าใจง่าย ทั้งนี้ เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการประเมินความเป็นไปได้เบื้องต้นในระดับโครงการ และไม่ใช้ทดแทนการออกแบบเชิงรายละเอียดสำหรับการก่อสร้างจริง

ท้ายที่สุดนี้ กระจกขอขอบคุณผู้บังคับบัญชาและเพื่อนร่วมงานที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานมาโดยตลอด ซึ่งมีส่วนช่วยให้การจัดทำรายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ธนภุต จ้อยจินดา

ธันวาคม ๒๕๖๘

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
 บทที่ ๑ บทนำ	 ๑
๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญของผลงาน	๑
๑.๒ วัตถุประสงค์ของการดำเนินการ	๒
๑.๓ ระยะเวลาที่ดำเนินการ	๒
 บทที่ ๒ ความรู้ทางวิชาการหรือแนวความคิดที่ใช้ในการดำเนินการ	 ๕
๒.๑ ระเบียบวิธีการดำเนินงาน (Methodology)	๕
๒.๒ ความสำคัญของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในธุรกิจโรงแรม	๖
๒.๓ หลักการทำงานของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์	๗
๒.๔ หลักการคำนวณและเกณฑ์การออกแบบระบบทางวิศวกรรม	๑๓
๒.๕ สมมติฐานและขอบเขตของการคำนวณ	๑๔
๒.๖ การประเมินต้นทุนการติดตั้งและโครงสร้างราคาตลาด	๑๕
๒.๗ ประโยชน์และความคุ้มค่าของการใช้ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์	๑๖
๒.๘ การพัฒนาโครงสร้างและองค์ประกอบของเครื่องมือวิเคราะห์	๑๗
๒.๙ การประเมินผลและกระบวนการทวนสอบความถูกต้อง	๑๘
๒.๑๐ หลักการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	๒๐
๒.๑๑ เงื่อนไขและข้อจำกัดทางวิศวกรรมของแบบจำลอง	๒๑
๒.๑๒ เกณฑ์มาตรฐานและข้อกำหนดทางเทคนิคของวัสดุอุปกรณ์	๒๒
๒.๑๓ กรอบแนวคิดการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงบูรณาการ	๒๒
 บทที่ ๓ วิธีการดำเนินงาน	 ๒๔
๓.๑ เนื้อหาสาระและขั้นตอนการดำเนินการ	๒๔
๓.๒ ส่วนของงานที่ผู้เสนอเป็นผู้ปฏิบัติ	๒๖
๓.๓ ผลสำเร็จของงาน	๒๕
๓.๓.๑ ผลสำเร็จเชิงปริมาณ	๒๖
๓.๓.๒ ผลสำเร็จเชิงคุณภาพ	๒๗
๓.๔ การนำไปใช้ประโยชน์	๒๗
๓.๕ ความยุ่งยากในการดำเนินการ / ปัญหา / อุปสรรค	๒๘

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ ๔ ข้อเสนอแนะ		๒๙
บรรณานุกรม		๒๘
ภาคผนวก		
ภาคผนวก ก	ตัวอย่างแผ่นตารางข้อมูลนำเข้าในโปรแกรม Excel	๒๙
ภาคผนวก ข	รายละเอียดทางเทคนิคของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์	๓๑
ภาคผนวก ค	ตัวอย่างการคำนวณระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในโรงแรม	๓๔
ภาคผนวก ง	คู่มือการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ความคุ้มค่าระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับโรงแรม	๔๕

สารบัญ (ตาราง)

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ ๑-๑ แผนการดำเนินงานพัฒนาเครื่องมือคำนวณ	๓
ตารางที่ ก-๑ ข้อมูลลักษณะอาคารและพฤติกรรมการใช้	๓๐
ตารางที่ ก-๒ ข้อมูลต้นทุนพลังงานและเศรษฐศาสตร์	๓๐
ตารางที่ ก-๓ ข้อมูลต้นทุนระบบวิศวกรรม	๓๐
ตารางที่ ง-๑ คำอธิบายและเกณฑ์แนะนำสำหรับการกรอกข้อมูลลักษณะอาคาร	๔๗

สารบัญ (ภาพ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ ๒-๑ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ (Flat Plate Collector)	๕
รูปที่ ๒-๒ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศ (Evacuated Tube Collector)	๕
รูปที่ ๒-๓ ถังเก็บน้ำร้อนแบบแนวนอน	๖
รูปที่ ๒-๔ ป้อนหมุนเวียนในระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์	๖
รูปที่ ๒-๕ ท่อและอุปกรณ์ในระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์	๗
รูปที่ ง-๑ หน้าจอส่วนนำเข้าข้อมูล (Input Data Sheet)	๔๖
รูปที่ ง-๒ หน้าจอสรุปผลการวิเคราะห์โครงการ (Dashboard)	๔๘

บทที่ ๑

บทนำ

อาคารประเภทโรงแรมจัดอยู่ในกลุ่มอาคารควบคุมที่มีดัชนีการใช้พลังงานต่อพื้นที่ (Energy Use Intensity: EUI) ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในส่วนของระบบผลิตน้ำร้อน ซึ่งมีสัดส่วนภาระทางความร้อนประมาณร้อยละ ๑๕-๓๐ และส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนการดำเนินงานของอาคาร ปัญหาทางวิศวกรรมที่พบได้บ่อยคือระบบผลิตน้ำร้อนแบบดั้งเดิมมักมีประสิทธิภาพต่ำ อันเนื่องมาจากการสูญเสียความร้อนในระบบท่อส่งจ่าย และการเลือกขนาดอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานจริง ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานเกินความจำเป็นและเพิ่มค่าใช้จ่ายในระยะยาว หากมีการกำหนดขนาดระบบไม่สอดคล้องกับภาระการใช้งานจริง

ความท้าทายที่สำคัญในการออกแบบระบบผลิตน้ำร้อน คือ การคำนวณขนาดระบบที่อาศัยเพียงค่าประมาณการหรือประสบการณ์เดิม ซึ่งอาจนำไปสู่ความคลาดเคลื่อนของสมรรถนะในการใช้งานจริง แม้ว่าการนำระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้จะเป็นแนวทางที่ช่วยลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงหลัก และมีความเหมาะสมในเชิงสิ่งแวดล้อม แต่การกำหนดขนาดระบบให้เหมาะสมกับสภาพอากาศร้อนชื้นของประเทศไทยจำเป็นต้องพิจารณาสมดุลพลังงานของระบบอย่างรอบคอบ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการออกแบบระบบที่มีขนาดใหญ่หรือเล็กเกินความจำเป็น ซึ่งส่งผลต่อความสม่ำเสมอของอุณหภูมิน้ำร้อนและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุน

จากปัญหาดังกล่าว ผู้จัดทำจึงได้พัฒนาเครื่องมือคำนวณบนโปรแกรม Microsoft Excel โดยประยุกต์ใช้สมการพื้นฐานทางวิศวกรรมความร้อนและหลักการเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เพื่อใช้ประเมินภาระความร้อนการใช้พลังงาน และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องมือดังกล่าวถูกออกแบบให้ใช้งานง่าย เหมาะสำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเบื้องต้นของวิศวกรและผู้ประกอบการโรงแรม โดยไม่ได้มุ่งหมายให้ใช้แทนการออกแบบรายละเอียดในระดับวิชาชีพ แต่ใช้เพื่อสนับสนุนการพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการและการวางแผนในขั้นต้น

๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญของผลงาน

ธุรกิจโรงแรมจัดเป็นอาคารควบคุมที่มีดัชนีการใช้พลังงานต่อพื้นที่ (Energy Use Intensity: EUI) อยู่ในเกณฑ์สูงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาโครงสร้างการใช้พลังงานพบว่า ระบบผลิตน้ำร้อนเป็นระบบที่มีสัดส่วนความต้องการพลังงานความร้อนสูงเป็นลำดับต้น ๆ รองจากระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง โดยมีค่าความต้องการพลังงานจำเพาะเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ ๑๐-๒๐ MJ ต่อห้องต่อวัน ภาระทางความร้อนดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอด ๒๔ ชั่วโมง ส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการดำเนินงานและขีดความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการโรงแรม

ในทางปฏิบัติ การออกแบบและกำหนดขนาดระบบผลิตน้ำร้อนมักประสบข้อจำกัดและปัญหาเชิงวิศวกรรมที่สำคัญ ได้แก่

๑. ความคลาดเคลื่อนจากการประมาณการ การออกแบบระบบส่วนใหญ่อาศัยค่าประมาณการทั่วไป ซึ่งไม่สะท้อนลักษณะการใช้ความร้อนจริงของอาคาร และไม่ได้พิจารณาการสูญเสียความร้อนในระบบท่อส่งจ่ายอย่างเพียงพอ

๒. ประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่ำ การเลือกขนาดอุปกรณ์ที่ไม่สอดคล้องกับภาระการใช้งานจริง ส่งผลให้ระบบมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนต่ำกว่าที่ควรจะเป็น และเกิดการใช้พลังงานเกินความจำเป็น

๓. ความซับซ้อนในการประเมินระบบพลังงานทดแทน แม้ว่าระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จะเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพ แต่การประเมินสมดุลพลังงานร่วมกับสภาพภูมิอากาศที่มีความแปรปรวนของประเทศไทยยังมีความซับซ้อน ทำให้การประเมินสมรรถนะและจุดคุ้มทุนทำได้ยากในเชิงปฏิบัติ

เพื่อแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าว ผู้จัดทำจึงได้พัฒนาเครื่องมือคำนวณบนโปรแกรม Microsoft Excel โดยประยุกต์ใช้สมการพื้นฐานทางวิศวกรรมความร้อนและหลักการเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจในระดับโครงการ เครื่องมือนี้ถูกออกแบบให้สามารถวิเคราะห์สมดุลพลังงานของระบบได้อย่างเป็นระบบ ลดความซับซ้อนของการคำนวณ แต่ยังคงความถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อช่วยให้วิศวกรและผู้ประกอบการสามารถประเมินสมรรถนะและความคุ้มค่าของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างเหมาะสมกับการใช้งานจริง

๑.๒ วัตถุประสงค์ของการดำเนินการ

๑. เพื่อพัฒนาเครื่องมือช่วยคำนวณและออกแบบระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยจัดทำเครื่องมือบนโปรแกรม Microsoft Excel ที่รวมกระบวนการคำนวณสมดุลพลังงานและการกำหนดขนาดอุปกรณ์ ให้สอดคล้องกับลักษณะการใช้งานและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

๒. เพื่อวิเคราะห์สมรรถนะทางความร้อนและภาระพลังงานของระบบ โดยประเมินภาระความร้อน การสูญเสียพลังงานในระบบ และสัดส่วนการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนระบบเดิม โดยอ้างอิงหลักการทางวิศวกรรมความร้อนที่เหมาะสม

๓. เพื่อประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของโครงการ ผ่านตัวชี้วัดทางการเงินที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ ระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจลงทุนในระดับโครงการ

๔. เพื่อจัดทำแนวทางอ้างอิงเบื้องต้นสำหรับวิศวกรและผู้ประกอบการ โดยมีเครื่องมือที่ใช้งานได้สะดวก ลดความคลาดเคลื่อนจากการประมาณการแบบหยาบ และช่วยเพิ่มความเหมาะสมในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีประหยัดพลังงานในธุรกิจโรงแรม

๑.๓ ระยะเวลาที่ดำเนินการ

การศึกษานี้มุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องมือคำนวณเพื่อใช้ในการประเมินความเหมาะสมของโครงการในระดับเบื้องต้น โดยผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าประมาณเชิงวิศวกรรมในลักษณะค่าเฉลี่ยรายปี ทั้งนี้ เครื่องมือดังกล่าวไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้แทนการออกแบบรายละเอียดเชิงวิชาชีพ การคำนวณเพื่อการก่อสร้าง หรือการวิเคราะห์สมรรถนะของระบบในเชิงเวลาจริง

การพัฒนาเครื่องมือคำนวณบนโปรแกรม Microsoft Excel ดำเนินการเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น ๑๑ เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๗ ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๘ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนและแผนการดำเนินงานแสดงไว้ในตารางที่ ๑-๑

ตารางที่ ๑-๑ แผนการดำเนินงานพัฒนาเครื่องมือคำนวณ

ขั้นตอนและกิจกรรม	ก.ค. ๖๗	ส.ค. ๖๗	ก.ย. ๖๗	ต.ค. ๖๗	พ.ย. ๖๗	ธ.ค. ๖๗	ม.ค. ๖๘	ก.พ. ๖๘	มี.ค. ๖๘	เม.ย. ๖๘	พ.ค. ๖๘
๑. การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบ											
๑.๑ ศึกษามาตรฐานการทดสอบแผงรับความร้อน (ISO ๙๘๐๖ / มอก.)											
๑.๒ วิเคราะห์ภาระทางความร้อนตามเกณฑ์											
๒. การกำหนดขั้นตอนการคำนวณ											
๒.๑ สร้างสมการคำนวณของระบบ											
๒.๒ กำหนดพารามิเตอร์นำเข้าและฐานข้อมูลวัสดุวิศวกรรม											
๓. การพัฒนาเครื่องมือด้วยโปรแกรม Excel											
๓.๑ พัฒนาโครงสร้างการคำนวณบน Excel											
๓.๒ เชื่อมโยงสมการวิศวกรรมเข้ากับตัวแปรทางการเงิน											
๔. การทดสอบความถูกต้องและสรุปผล											
๔.๑ ทดสอบสมรรถนะโปรแกรม											
๔.๒ จัดทำคู่มือปฏิบัติงาน											

ระยะที่ ๑ การกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน

บทวนมาตรฐานทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ มาตรฐานการทดสอบสมรรถนะแผงรับรังสีอาทิตย์ตามมาตรฐาน ISO ๙๘๐๖ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) เพื่อนำค่าประสิทธิภาพที่ได้รับการยอมรับมาใช้ในการคำนวณ รวมถึงวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้น้ำร้อนของอาคาร เพื่อกำหนดค่าความต้องการใช้น้ำร้อนที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานจริง

ระยะที่ ๒ การกำหนดขั้นตอนการคำนวณ

ออกแบบขั้นตอนการคำนวณสมดุลพลังงาน โดยประยุกต์ใช้หลักอุณหพลศาสตร์ในการประเมินพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทจริง รวมถึงจัดทำสมการคำนวณการสูญเสียความร้อนในระบบท่อและถังเก็บน้ำร้อน โดยอาศัยข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุและฉนวนตามแนวปฏิบัติทางวิศวกรรม

ระยะที่ ๓ การพัฒนาเครื่องมือบนโปรแกรม Excel

พัฒนาโครงสร้างการคำนวณและสร้างสูตรคำนวณบนโปรแกรม Microsoft Excel โดยแปลงสมการทางวิศวกรรมให้อยู่ในรูปแบบการคำนวณอัตโนมัติ รองรับการประเมินขนาดพื้นที่รับแสง ปริมาณพลังงานที่ผลิตได้ และการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ภายใต้เงื่อนไขราคาพลังงานที่แตกต่างกัน

ระยะที่ ๔ การทวนสอบและสรุปผล

ดำเนินการทวนสอบความถูกต้องของเครื่องมือ โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์จากโปรแกรมกับการคำนวณตามหลักวิชาการ และพิจารณาความไวของตัวแปรสำคัญ จากนั้นจึงสรุปผลการดำเนินงานและจัดทำคู่มือการใช้งาน เพื่อให้เครื่องมือสามารถนำไปใช้งานได้จริงในระดับการประเมินโครงการ

บทถัดไปจะนำเสนอหลักการทางวิศวกรรม สมการ และแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาเครื่องมือคำนวณ เพื่อแสดงความเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิศวกรรมและการประยุกต์ใช้งานจริงในรูปแบบของเครื่องมือวิเคราะห์

บทที่ ๒

ความรู้ทางวิชาการหรือแนวความคิดที่ใช้ในการดำเนินการ

การพัฒนาเครื่องมือคำนวณบนโปรแกรม Microsoft Excel ในโครงการนี้ อาศัยองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมความร้อนและเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ในระดับโครงการ โดยมุ่งเน้นการคัดเลือกหลักการและสมการทางวิศวกรรมที่ได้รับการยอมรับ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานจริงในรูปแบบของเครื่องมือคำนวณได้อย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ การเลือกใช้สมการและแนวคิดทางวิศวกรรมในบทนี้ ไม่ได้มุ่งเน้นความซับซ้อนเชิงทฤษฎีในระดับการออกแบบรายละเอียด แต่เน้นความเหมาะสมต่อการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการและการสนับสนุนการตัดสินใจเชิงวิศวกรรม

กรอบแนวคิดของการศึกษาครอบคลุมการวิเคราะห์สมดุลพลังงานของระบบผลิตน้ำร้อน การประเมินสมรรถนะเชิงความร้อนของอุปกรณ์หลัก และการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยองค์ความรู้ดังกล่าวถูกนำมาจัดเรียงเป็นลำดับขั้นตอนการคำนวณ เพื่อให้สามารถแปลงไปสู่ตรรกะการคำนวณบนโปรแกรม Microsoft Excel ได้อย่างชัดเจน และสามารถตรวจสอบที่มาของผลลัพธ์ได้

หลักการและสมการที่นำเสนอในบทนี้ ถูกใช้เป็นพื้นฐานโดยตรงในการพัฒนาโครงสร้างการคำนวณของเครื่องมือ ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในระดับเบื้องต้น ทั้งนี้ การศึกษาไม่ได้มุ่งหมายให้ใช้แทนการออกแบบรายละเอียดเชิงลึกในระดับการก่อสร้าง หรือการรับรองแบบทางวิชาชีพ

๒.๑ ระเบียบวิธีการดำเนินงาน (Methodology)

การศึกษานี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือคำนวณบนโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อใช้ประเมินความเหมาะสมและความคุ้มค่าเบื้องต้นของการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในอาคารประเภทโรงแรม โดยมีเป้าหมายเพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจในระดับโครงการ เช่น การพิจารณาขนาดระบบความสามารถในการประหยัดพลังงาน และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้ เครื่องมือดังกล่าวจัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินเบื้องต้นเท่านั้น ไม่ได้ใช้แทนการออกแบบรายละเอียดหรือการคำนวณเพื่อการก่อสร้างจริง

วิธีการดำเนินงานเริ่มจากการพิจารณาลักษณะการใช้ความร้อนของอาคารโรงแรม ซึ่งสะท้อนจากจำนวนห้องพัก อัตราการเข้าพัก และพฤติกรรมการใช้ความร้อนของผู้เข้าพัก ข้อมูลส่วนนี้ถูกนำมาใช้ในการประเมินปริมาณการใช้ความร้อนและภาระความร้อนของอาคารในลักษณะค่าเฉลี่ยรายวัน จากนั้นจึงนำภาระความร้อนที่ได้ไปเปรียบเทียบกับศักยภาพการผลิตพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ เพื่อประเมินความเหมาะสมของการใช้ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนระบบเดิม

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณแบ่งออกเป็นสามส่วนหลัก ได้แก่ ข้อมูลลักษณะอาคารและการใช้ความร้อน ข้อมูลด้านระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์และข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ข้อมูลด้านระบบพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ในการประเมินพลังงานที่ระบบสามารถผลิตได้ภายใต้สภาพแวดล้อมโดยรวมของพื้นที่ติดตั้ง ส่วนข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์ถูกใช้ในการประเมินความคุ้มค่าในระดับโครงการ โดยอาศัยราคาพลังงาน เงินลงทุน อายุโครงการ และสมมติฐานทางการเงินที่เหมาะสม

เมื่อได้ผลการคำนวณด้านพลังงานแล้ว จึงนำผลลัพธ์ดังกล่าวมาใช้ในการกำหนดขนาดระบบผลิตน้ำร้อน พลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของอาคาร พร้อมทั้งประเมินปริมาณพลังงานที่สามารถทดแทนการใช้พลังงานจากระบบผลิตน้ำร้อนเดิมได้ ผลการประเมินด้านพลังงานถูกนำไปใช้ร่วมกับการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยพิจารณาตัวชี้วัดทางการเงินที่ใช้กันทั่วไป เช่น ระยะเวลาคืนทุน อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน และอัตราผลตอบแทนภายใน

เครื่องมือคำนวณถูกพัฒนาบนโปรแกรม Microsoft Excel โดยจัดรูปแบบการทำงานให้แยกส่วนการกรอกข้อมูล การคำนวณ และการแสดงผลอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบที่มาของผลลัพธ์ ปรับสมมติฐาน และเปรียบเทียบกรณีต่าง ๆ ได้สะดวก ผลลัพธ์ที่แสดงออกมาเป็นค่าทางวิศวกรรมและตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ที่เข้าใจง่าย เหมาะสำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในขั้นตอนเริ่มต้นของโครงการ เพื่อให้มั่นใจว่าระเบียบวิธีและเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน ได้มีการนำผลการคำนวณไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจากโครงการที่มีการติดตั้งและใช้งานจริงในประเทศไทย ผลการเปรียบเทียบพบว่าค่าที่ได้อยู่ในช่วงความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้สำหรับการประเมินในระดับโครงการ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแนวทางการดำเนินงานและเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

๒.๒ ความสำคัญของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในธุรกิจโรงแรม

ธุรกิจโรงแรมเป็นอาคารประเภทที่มีการใช้น้ำร้อนอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานในห้องพัก งานซักล้าง หรือกิจกรรมด้านบริการอื่น ๆ ส่งผลให้ระบบผลิตน้ำร้อนเป็นหนึ่งในระบบที่มีภาระความร้อนสูง และมีผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนด้านพลังงานของอาคาร ดังนั้น การเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำร้อนจึงมีความสำคัญทั้งในเชิงวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์

ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นเทคโนโลยีที่สามารถนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาผลิตพลังงานความร้อนได้โดยตรง ซึ่งเหมาะสมกับลักษณะการใช้น้ำร้อนของโรงแรมที่มีความต้องการค่อนข้างสม่ำเสมอในแต่ละวัน พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่ไม่มีต้นทุนเชื้อเพลิง และสามารถช่วยลดการใช้พลังงานจากระบบผลิตน้ำร้อนเดิม เช่น ระบบไฟฟ้าหรือระบบหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งมีต้นทุนผันแปรตามราคาพลังงานในตลาด ด้วยเหตุนี้ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในธุรกิจโรงแรมจึงมีความสำคัญในหลายด้าน ดังนี้

๑) การลดต้นทุนการดำเนินงาน (Operational Cost Reduction)

- ระบบผลิตน้ำร้อนแบบเดิมมักใช้พลังงานไฟฟ้าหรือก๊าซ LPG ซึ่งมีต้นทุนค่อนข้างสูง การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ช่วยลดภาระการใช้พลังงานจากระบบหลัก และลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในภาพรวมของอาคาร
- ในช่วงเวลากลางวันที่มีการใช้งานพลังงานสูง ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สามารถช่วยลดการใช้ไฟฟ้าเพื่อผลิตน้ำร้อน ส่งผลให้ภาระค่าไฟฟ้าในช่วงความต้องการสูงสุดลดลง

๒) ความเสถียรและความยืดหยุ่นของระบบ (System Reliability & Resilience)

- ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สามารถช่วยแบ่งเบาภาระการทำงานของระบบผลิตน้ำร้อนหลัก เช่น ระบบฮีตปั๊มหรือหม้อไอน้ำ โดยทำหน้าที่อุ่นน้ำล่วงหน้า ส่งผลให้อุปกรณ์หลักทำงานน้อยลงและมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น
- ในสภาพภูมิอากาศเขตร้อนของประเทศไทย พลังงานแสงอาทิตย์มีความเข้มรังสีค่อนข้างสูงและสม่ำเสมอในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสอดคล้องกับช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำร้อนในกิจกรรมซักล้างและงานบริการภายในโรงแรม

๓) การปฏิบัติตามเกณฑ์อาคารควบคุมและมาตรฐานสากล (Compliance & Standards)

- การนำระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร และสนับสนุนการผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้านการอนุรักษ์พลังงานของอาคาร

- ระบบดังกล่าวยังช่วยสนับสนุนการขอรับการรับรองด้านสิ่งแวดล้อมและอาคารสีเขียว ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อภาพลักษณ์และการเลือกใช้บริการของลูกค้าในภาคธุรกิจโรงแรม

๔) ความยั่งยืนและภาพลักษณ์องค์กร (ESG & Sustainability)

- การลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลและหันมาใช้พลังงานหมุนเวียน ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานของอาคาร

- โรงแรมที่มีการใช้พลังงานสะอาดอย่างเป็นรูปธรรมสามารถตอบสนองต่อแนวโน้มของผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม และช่วยเสริมภาพลักษณ์ด้านความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กร

อย่างไรก็ตาม ในเชิงวิศวกรรม ประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของการลงทุนในระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดขนาดระบบและสมรรถนะให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง หากระบบมีขนาดเล็กเกินไปจะไม่สามารถทดแทนพลังงานได้ตามเป้าหมาย ในขณะที่ระบบที่มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นจะทำให้ต้นทุนการลงทุนสูงและระยะเวลาคืนทุนยาวนานกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้น การมีเครื่องมือช่วยคำนวณที่สามารถประเมินภาระความร้อน สมรรถนะของระบบ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ จึงมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการตัดสินใจในระดับโครงการ

ส่วนนี้จึงนำเสนอความสำคัญของการใช้ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในบริบทของธุรกิจโรงแรมทั้งในเชิงวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาเครื่องมือคำนวณและการวิเคราะห์เชิงปริมาณในหัวข้อถัดไป

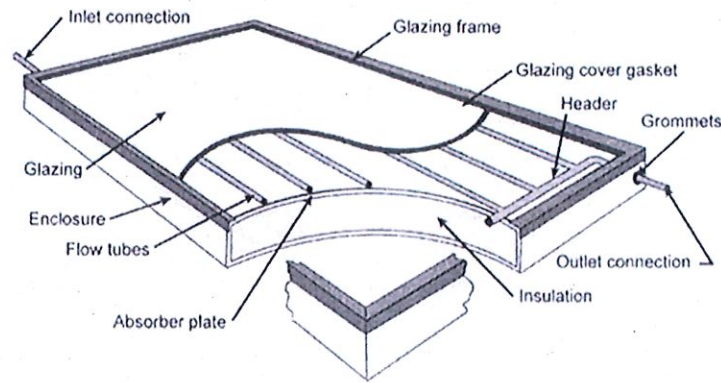
๒.๓ หลักการทำงานของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นระบบที่ใช้พลังงานจากรังสีอาทิตย์ในการผลิตพลังงานความร้อนเพื่อตอบสนองความต้องการใช้น้ำร้อนในอาคาร โดยเฉพาะอาคารประเภทโรงแรมซึ่งมีการใช้น้ำร้อนอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน ในเชิงวิศวกรรม ระบบดังกล่าวสามารถพิจารณาเป็นระบบถ่ายเทความร้อนที่ประกอบด้วยอุปกรณ์หลายส่วนซึ่งทำงานร่วมกัน เพื่อแปลงพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานความร้อนที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง

องค์ประกอบหลักของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญดังต่อไปนี้

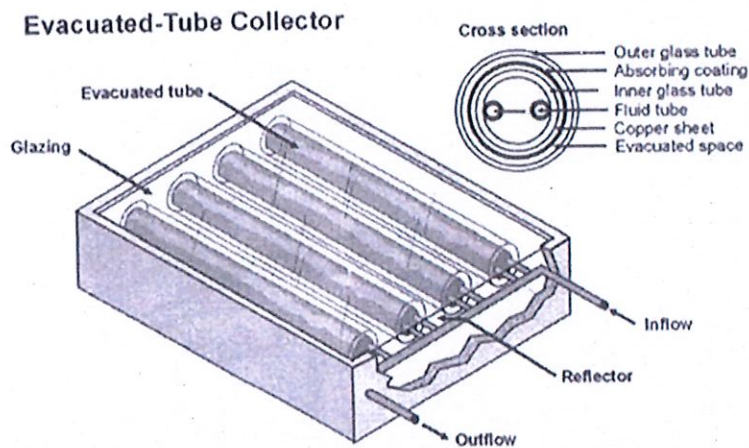
๑. แผงโซลาร์คอลเลคเตอร์ทำหน้าที่ดูดซับพลังงานจากรังสีอาทิตย์และเปลี่ยนพลังงานดังกล่าวให้เป็นพลังงานความร้อน ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานหลักของระบบ ในเชิงวิศวกรรม สมรรถนะของแผงรับรังสีมีผลโดยตรงต่อปริมาณพลังงานความร้อนที่ระบบสามารถผลิตได้ โดยทั่วไปแผงโซลาร์คอลเลคเตอร์สามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทหลัก ได้แก่ แผงแบบแผ่นเรียบ (Flat Plate Collectors) และแผงแบบท่อสุญญากาศ (Evacuated Tube Collectors)

การเลือกประเภทของแผงรับรังสีจะส่งผลกระทบต่อค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) ซึ่งเป็นพารามิเตอร์สำคัญที่ถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการคำนวณพลังงานที่ผลิตได้จากระบบในโปรแกรมคำนวณ



รูปที่ ๒-๑ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ(Flat plate collector)

(ที่มา รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาศักยภาพการใช้และประยุกต์ใช้น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ในภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการของประเทศไทย)



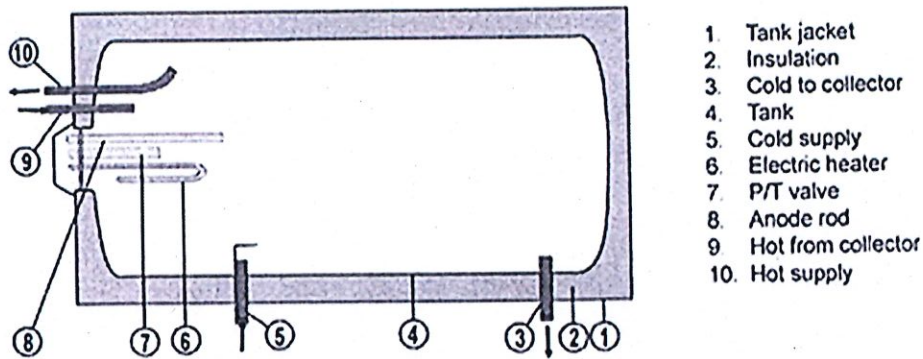
รูปที่ ๒-๒ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศ Evacuated -tube collector

(ที่มา รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาศักยภาพการใช้และประยุกต์ใช้น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ในภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการของประเทศไทย)

๒. ถังเก็บน้ำร้อนทำหน้าที่กักเก็บพลังงานความร้อนในรูปของน้ำร้อน เพื่อให้สามารถจ่ายน้ำร้อนตามความต้องการใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ในเชิงวิศวกรรม ขนาดความจุของถังเก็บน้ำร้อนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณการใช้น้ำร้อนและรูปแบบการใช้งานของอาคาร หากถังมีขนาดเล็กเกินไปจะส่งผลให้เกิดปัญหาน้ำร้อนไม่เพียงพอ ในขณะที่ถังที่มีขนาดใหญ่เกินไปจะเพิ่มต้นทุนการลงทุนและการสูญเสียความร้อน

ดังนั้น ความจุถังเก็บน้ำร้อนและคุณสมบัติของฉนวนกันความร้อนจึงถูกนำมาพิจารณาเป็นตัวแปรสำคัญในการคำนวณสมรรถนะโดยรวมของระบบ

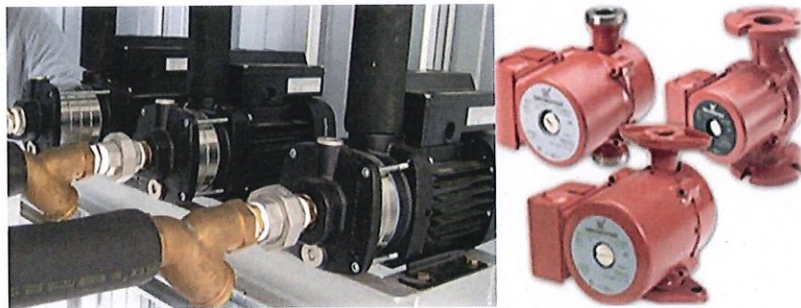
System Components



รูปที่ ๒-๓ ถังเก็บน้ำร้อนแบบแนวนอน (Horizontal solar storage tank)
(ที่มา รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาศักยภาพการใช้และประยุกต์ใช้น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์
ในภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการของประเทศไทย)

๓. ป้อนน้ำหมุนเวียนทำหน้าที่ส่งน้ำหรือของไหลในระบบไปยังแผงโซลาร์คอลเลคเตอร์เพื่อรับความร้อน และลำเลียงน้ำร้อนกลับเข้าสู่ถังเก็บน้ำร้อน อัตราการไหลของน้ำในระบบมีผลต่อประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนและความสม่ำเสมอของอุณหภูมิน้ำร้อน

ในเชิงวิศวกรรม การออกแบบระบบหมุนเวียนน้ำที่เหมาะสมช่วยลดการสูญเสียพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยรวม



รูปที่ ๒-๔ ป้อนข่าวสารทำงานในระบบ
(ที่มา รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาศักยภาพการใช้และประยุกต์ใช้น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ใน
ภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการของประเทศไทย)

๔. ระบบควบคุมทำหน้าที่ตรวจสอบอุณหภูมิและควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำและอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบ เพื่อให้การถ่ายเทความร้อนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบควบคุมที่เหมาะสมช่วยป้องกันการทำงานที่ไม่จำเป็น ลดการสูญเสียพลังงาน และยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ในระดับการคำนวณเชิงโครงการ ระบบควบคุมถูกพิจารณาในรูปของสมมติฐานด้านประสิทธิภาพและการทำงานที่สอดคล้องกับแนวปฏิบัติมาตรฐานของระบบเชิงพาณิชย์

๕. ระบบท่อและอุปกรณ์เชื่อมต่อทำหน้าที่ลำเลียงน้ำระหว่างแผงรับรังสี ถึงถังเก็บน้ำร้อน และจุดใช้งาน ในเชิงวิศวกรรม การสูญเสียความร้อนในระบบท่อเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะโดยรวมของระบบ ดังนั้นท่อน้ำจึงควรมีการหุ้มฉนวนกันความร้อนที่เหมาะสมเพื่อลดการสูญเสียพลังงานระหว่างการส่งผ่าน



รูปที่ ๒-๕ ท่อที่ใช้ในระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์
(ที่มา รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาศักยภาพการใช้และประยุกต์ใช้น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการของประเทศไทย)

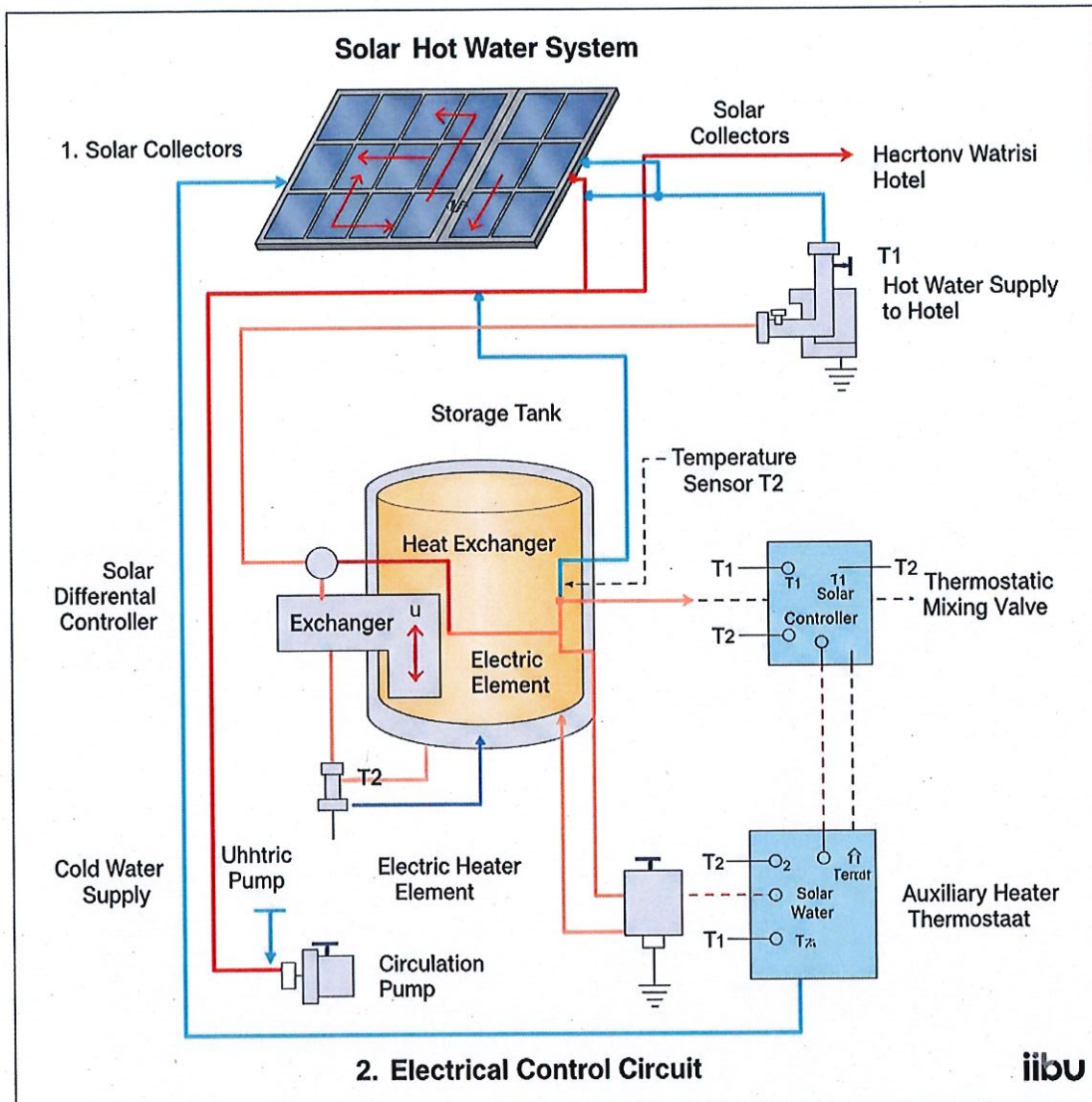
กระบวนการทำงานของระบบในภาพรวม

จากแผนผังระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ดังแสดงในรูปที่ ๒-๖ กระบวนการทำงานของระบบเริ่มต้นจากแผงโซลาร์คอลเลคเตอร์ (Solar Collectors) ซึ่งทำหน้าที่ดูดซับพลังงานจากรังสีอาทิตย์และถ่ายเทพลังงานความร้อนไปยังของไหลในวงจรปฐมภูมิ เมื่ออุณหภูมิของของไหลที่แผงรับรังสีสูงกว่าอุณหภูมิในถังเก็บน้ำร้อนตามค่าที่ตั้งไว้ ระบบควบคุมแบบเปรียบเทียบอุณหภูมิ (Solar Differential Controller) จะสั่งให้ปั๊มหมุนเวียน (Circulation Pump) ทำงาน เพื่อส่งของไหลที่ได้รับความร้อนเข้าสู่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) ภายในถังเก็บน้ำร้อน

ภายในถังเก็บน้ำร้อน พลังงานความร้อนจากของไหลในวงจรแผงรับรังสีจะถูกถ่ายเทสู่น้ำใช้งานผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ทำให้อุณหภูมิน้ำในถังเพิ่มขึ้นตามพลังงานที่ได้รับ โดยถังเก็บน้ำร้อนทำหน้าที่กักเก็บพลังงานความร้อนเพื่อรองรับการใช้งานในช่วงเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ หรือในช่วงที่มีความต้องการใช้น้ำร้อนสูงกว่ากำลังการผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์ในขณะนั้น

ระบบควบคุมจะทำหน้าที่ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำในตำแหน่งต่าง ๆ ผ่านเซนเซอร์อุณหภูมิ (T๑ และ T๒) เพื่อควบคุมการทำงานของปั๊มและอุปกรณ์ประกอบให้เหมาะสม เมื่ออุณหภูมิน้ำร้อนในถังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน ระบบผลิตน้ำร้อนเสริม (Auxiliary Heater) เช่น ฮีตเตอร์ไฟฟ้าหรือระบบทำความร้อนสำรองจะทำงานร่วมกับระบบหลักเพื่อรักษาอุณหภูมิน้ำให้อยู่ในช่วงที่กำหนด โดยมีวาล์วผสมน้ำแบบควบคุมอุณหภูมิ (Thermostatic Mixing Valve) ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อนก่อนจ่ายไปยังจุดใช้งาน เพื่อความปลอดภัยและความสม่ำเสมอของอุณหภูมิ

เมื่อต้องการใช้งาน น้ำร้อนที่ถูกกักเก็บไว้ในถังจะถูกส่งไปยังระบบจ่ายน้ำร้อนของอาคารผ่านระบบท่อและอุปกรณ์เชื่อมต่อ ซึ่งระบบท่อน้ำร้อนจะถูกออกแบบให้มีการหุ้มฉนวนเพื่อลดการสูญเสียความร้อนระหว่างการส่งผ่าน



รูปที่ ๒-๖ แผนผังการทำงานของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์และระบบควบคุมไฟฟ้า

จากแผนผังระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ดังแสดงในรูปที่ ๒-๖ ระบบสามารถอธิบายการทำงานในเชิงวิศวกรรมได้เป็นลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ ๑ การรับและแปลงพลังงานจากรังสีอาทิตย์ (Solar Energy Collection)

กระบวนการเริ่มต้นที่แผงโซลาร์คอลเลคเตอร์ (Solar Collectors) ซึ่งติดตั้งในตำแหน่งที่สามารถรับรังสีอาทิตย์ได้สูงสุด แผงรับรังสีทำหน้าที่ดูดซับพลังงานจากรังสีอาทิตย์และแปลงเป็นพลังงานความร้อน โดยพลังงานความร้อนดังกล่าวจะถูกถ่ายเทไปยังของไหลถ่ายเทความร้อนในวงจรปฐมภูมิ (Primary Loop) ที่ไหลผ่านภายในแผงรับรังสี

อุณหภูมิของของไหลที่ออกจากแผงรับรังสีจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มรังสีอาทิตย์ ประสิทธิภาพของกระบวนการนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของแผงรับรังสี พื้นที่รับรังสี และสภาพแวดล้อมโดยรอบ

ขั้นตอนที่ ๒ การตรวจวัดอุณหภูมิและการตัดสินใจของระบบควบคุม

ระบบจะทำการตรวจวัดอุณหภูมิในตำแหน่งสำคัญอย่างต่อเนื่องผ่านเซนเซอร์อุณหภูมิ ได้แก่

- เซนเซอร์ T๑ ซึ่งติดตั้งบริเวณทางออกของแผงรับรังสี
- เซนเซอร์ T๒ ซึ่งติดตั้งบริเวณถังเก็บน้ำร้อน

ข้อมูลอุณหภูมิจากเซนเซอร์ทั้งสองจะถูกส่งไปยังระบบควบคุมแบบเปรียบเทียบอุณหภูมิ เพื่อใช้ในการตัดสินใจเชิงตรรกะของระบบ โดยหากอุณหภูมิของของไหลจากแผงรับรังสี (T๑) สูงกว่าอุณหภูมิในถังเก็บน้ำร้อน (T๒) มากกว่าค่าที่กำหนด ระบบจะพิจารณาว่าการถ่ายเทความร้อนจะเกิดประสิทธิภาพ และสั่งให้ระบบเข้าสู่โหมดการทำงาน

ขั้นตอนที่ ๓ การหมุนเวียนของไหลและการถ่ายเทความร้อน

เมื่อระบบควบคุมส่งสัญญาณให้ทำงาน ปั๊มหมุนเวียน (Circulation Pump) จะเริ่มทำงานเพื่อส่งของไหลที่ได้รับความร้อนจากแผงรับรังสีเข้าสู่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในถังเก็บน้ำร้อน

ในขั้นตอนนี้ พลังงานความร้อนจากของไหลในวงจรปฐมภูมิจะถูกถ่ายเทไปสู่ น้ำใช้งานในถังเก็บน้ำร้อนผ่านผิวแลกเปลี่ยนความร้อน โดยไม่มีการผสมกันของของไหลทั้งสองระบบ กระบวนการนี้เป็นหัวใจสำคัญของระบบถ่ายเทความร้อนทั้งหมด

ขั้นตอนที่ ๔ การกักเก็บพลังงานความร้อน

ถังเก็บน้ำร้อน (Storage Tank) ทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนในรูปของน้ำร้อน เพื่อรองรับการใช้งานในช่วงเวลาที่ไม่ได้มีแสงอาทิตย์ หรือช่วงที่ความต้องการใช้น้ำร้อนสูงกว่ากำลังการผลิตของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในขณะนั้น

ในเชิงวิศวกรรม ขนาดความจุของถังเก็บน้ำร้อนและคุณสมบัติของฉนวนกันความร้อนมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการรักษาอุณหภูมิและสมรรถนะของระบบโดยรวม

ขั้นตอนที่ ๕ ระบบเสริมและการควบคุมอุณหภูมิใช้งาน

เมื่ออุณหภูมิในถังไม่สามารถรักษาระดับที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ระบบผลิตน้ำร้อนเสริม เช่น ฮีตเตอร์ไฟฟ้าหรือระบบทำความร้อนสำรอง จะถูกสั่งให้ทำงานโดยอัตโนมัติผ่านระบบควบคุม เพื่อเพิ่มอุณหภูมิในถังให้อยู่ในช่วงที่กำหนด

ก่อนจ่ายน้ำร้อนไปยังจุดใช้งาน น้ำร้อนจะถูกส่งผ่านวาล์วผสมน้ำแบบควบคุมอุณหภูมิ เพื่อผสมน้ำร้อนกับน้ำเย็นให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสม ป้องกันอันตรายจากน้ำร้อนเกินไป และเพิ่มความสะดวกของอุณหภูมิในการใช้งาน

ขั้นตอนที่ ๖ การจ่ายน้ำร้อนและการหมุนเวียนกลับของระบบ (Hot Water Supply and Return)

เมื่อต้องการใช้งาน น้ำร้อนที่ผ่านการควบคุมอุณหภูมิแล้วจะถูกส่งไปยังระบบจ่ายน้ำร้อนของอาคารผ่านระบบท่อและอุปกรณ์เชื่อมต่อ ซึ่งท่อส่งน้ำร้อนจะมีการหุ้มฉนวนเพื่อลดการสูญเสียความร้อนระหว่างการส่งผ่าน หลังจากการถ่ายเทความร้อนเสร็จสิ้น ของไหลในวงจรปฐมภูมิจะถูกส่งกลับไปยังแผงรับรังสีเพื่อเริ่มกระบวนการใหม่อีกครั้ง

จากกระบวนการดังกล่าว ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ตามรูปที่ ๒-๖ สามารถพิจารณาได้ว่าเป็นระบบถ่ายเทความร้อนแบบปิดที่ประกอบด้วย การรับพลังงาน การควบคุม การถ่ายเท และการกักเก็บ พลังงานความร้อนอย่างเป็นระบบ สมรรถนะของระบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของขนาดแผงรับรังสี ความจุถังเก็บน้ำร้อน ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน และตรรกะการควบคุม ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะถูกนำไปใช้เป็นฐานในการวิเคราะห์เชิงปริมาณในหัวข้อถัดไป

๒.๔ หลักการคำนวณและเกณฑ์การออกแบบระบบทางวิศวกรรม

การวิเคราะห์และออกแบบระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับโครงการ จำเป็นต้องอาศัยหลักการคำนวณเชิงวิศวกรรมความร้อนและสมดุลพลังงาน เพื่อประเมินภาระความร้อน ความสามารถในการผลิตพลังงาน และความเหมาะสมของขนาดระบบ หลักการคำนวณในหัวข้อนี้ถูกนำไปใช้เป็นฐานในการพัฒนาโครงสร้างการคำนวณของเครื่องมือบนโปรแกรม Microsoft Excel โดยสอดคล้องกับองค์ประกอบและกระบวนการทำงานของระบบดังแสดงในรูปที่ ๒-๖

๒.๔.๑ การคำนวณภาระความร้อนจากการใช้น้ำร้อน

ภาระความร้อนสำหรับการผลิตน้ำร้อนคำนวณจากปริมาณน้ำที่ใช้งานและผลต่างของอุณหภูมิน้ำก่อนและหลังการให้ความร้อน โดยใช้สมการพื้นฐานทางวิศวกรรมความร้อน ดังนี้

$$Q = mc\Delta T$$

โดยที่

- Q คือ พลังงานความร้อนที่ต้องการ
- m คือ มวลของน้ำที่ใช้งาน
- c คือ ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ
- ΔT คือ ผลต่างของอุณหภูมิน้ำร้อนและน้ำเข้า

มวลน้ำที่ใช้งานคำนวณจากข้อมูลจำนวนห้องพัก อัตราการเข้าพัก จำนวนผู้เข้าพัก และปริมาณการใช้น้ำต่อคน ซึ่งสะท้อนลักษณะการใช้งานจริงของโครงการในระดับค่าเฉลี่ย

๒.๔.๒ การประเมินพลังงานความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานความร้อนที่สามารถผลิตได้จากระบบพลังงานแสงอาทิตย์ประเมินจากค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ พื้นที่รับรังสี และประสิทธิภาพเชิงความร้อนของแผงรับรังสี โดยสามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$Q_{\text{solar}} = I_t \cdot A_c \cdot \eta_{\text{sys}}$$

โดยที่

- I_t คือ ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย
- A_c คือ พื้นที่รวมของแผงรับรังสี
- η_{sys} คือ ประสิทธิภาพรวมของระบบ

๒.๔.๓ การกำหนดขนาดพื้นที่แผงรับรังสี

เมื่อทราบภาระความร้อนที่ต้องการแล้ว สามารถประเมินขนาดพื้นที่แผงรับรังสีที่เหมาะสมได้จากสัดส่วนพลังงานที่ต้องการให้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์รับภาระแทนระบบเดิม (Solar Fraction) ดังนี้

$$A_c = \frac{Q_{\text{load}} \cdot SF}{I_t \cdot \eta_{\text{sys}}}$$

การกำหนดค่า Solar Fraction ช่วยให้การประเมินขนาดระบบอยู่ในช่วงที่เหมาะสม และหลีกเลี่ยงการออกแบบระบบที่มีขนาดใหญ่หรือเล็กเกินความจำเป็น

๒.๔.๔ การประเมินจำนวนแผงรับรังสี

จำนวนแผงรับรังสีสามารถประเมินได้จากพื้นที่รวมของแผงและพื้นที่ของแผงรับรังสีต่อแผง ดังนี้

$$N = \frac{A_c}{A_{\text{panel}}}$$

โดยที่

- N คือ จำนวนแผงรับรังสี
- A_{panel} คือ พื้นที่ของแผงรับรังสีต่อแผง

๒.๔.๕ การพิจารณาประสิทธิภาพและการทดแทนพลังงาน

เพื่อประเมินผลการทดแทนพลังงานจากระบบผลิตน้ำร้อนเดิม พลังงานความร้อนที่ผลิตได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับพลังงานที่ต้องใช้จากระบบเดิม โดยพิจารณาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนเดิม ซึ่งมีผลต่อปริมาณพลังงานที่ลดการใช้งานลง

ผลการคำนวณในขั้นตอนนี้ใช้เป็นข้อมูลประกอบการประเมินผลประหยัดพลังงานและการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการในภาพรวม หลักการคำนวณที่นำเสนอในหัวข้อนี้เป็นการประยุกต์ใช้สมการพื้นฐานทางวิศวกรรมเพื่อประเมินภาระความร้อน ขนาดพื้นที่แผงรับรังสี และสมรรถนะของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับโครงการ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจด้านการลงทุน โดยไม่มุ่งหมายให้ใช้แทนการออกแบบรายละเอียดเชิงลึก

๒.๕ สมมติฐานและขอบเขตของการคำนวณ

การคำนวณและการประเมินระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในงานศึกษานี้ ดำเนินการภายใต้สมมติฐานและขอบเขตที่กำหนดขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับการประเมินความเหมาะสมและความคุ้มค่าในระดับโครงการ ผลลัพธ์ที่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาเบื้องต้น ไม่ได้มุ่งเน้นการออกแบบรายละเอียดในระดับการก่อสร้างจริง

ในด้านการใช้น้ำร้อน ปริมาณการใช้น้ำพิจารณาในลักษณะค่าเฉลี่ยรายวัน โดยอ้างอิงจากจำนวนห้องพัก อัตราการเข้าพัก จำนวนผู้เข้าพัก และปริมาณการใช้น้ำต่อคน รูปแบบการใช้น้ำร้อนไม่ได้จำลองในเชิงเวลาเป็นรายชั่วโมง แต่ใช้ค่าเฉลี่ยต่อวันตลอดปี เพื่อให้เหมาะสมกับการคำนวณในระดับโครงการ อุณหภูมิน้ำประปาขาเข้าและอุณหภูมิน้ำร้อนที่ต้องการ กำหนดเป็นค่าคงที่ตามลักษณะการใช้งานทั่วไปของโรงแรม

ในด้านพลังงานแสงอาทิตย์ การคำนวณใช้ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยรายปีของพื้นที่ติดตั้ง โดยไม่พิจารณาความเปลี่ยนแปลงรายวันหรือรายฤดูกาลอย่างละเอียด สมรรถนะของแผงรับรังสีและระบบโดยรวมพิจารณาในรูปของค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย เพื่อสะท้อนการทำงานของระบบในภาพรวม ความสูญเสียความร้อนจากระบบท่อและถังเก็บน้ำร้อนถูกนำมาพิจารณารวมอยู่ในค่าประสิทธิภาพของระบบ แทนการคำนวณแยกเป็นรายตำแหน่ง

ขอบเขตของการคำนวณในงานศึกษานี้มุ่งเน้นการประเมินขนาดระบบและศักยภาพการประหยัดพลังงานในระดับโครงการเท่านั้น ไม่ครอบคลุมการออกแบบรายละเอียดเชิงวิศวกรรม เช่น การเลือกขนาดท่อ การ

คำนวณแรงดัน การออกแบบโครงสร้างรองรับแผง หรือการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงเวลาจริง รวมถึงไม่พิจารณาข้อจำกัดเฉพาะของพื้นที่ติดตั้ง เช่น เงาบัง ทิศทาง และมุมเอียงของแผงในระดับการก่อสร้างจริง

๒.๖ การประเมินต้นทุนการติดตั้งและโครงสร้างราคาตลาด

การประเมินความคุ้มค่าของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ จำเป็นต้องพิจารณาด้านต้นทุนการติดตั้งที่สอดคล้องกับราคาที่เกิดขึ้นจริงในท้องตลาด เพื่อให้ผลการคำนวณสะท้อนความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งาน หัวข้อนี้จึงนำเสนอแนวทางการประเมินต้นทุนการติดตั้งและช่วงราคาของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้เป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ความคุ้มค่า

การประเมินต้นทุนในส่วนนี้เป็นการประมาณค่าในภาพรวม โดยไม่ได้ลงรายละเอียดเชิงสเปกหรือการออกแบบเฉพาะหน้างาน ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ร่วมกับการคำนวณด้านพลังงานและเศรษฐศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

๒.๖.๑ โครงสร้างต้นทุนของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ต้นทุนการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วยต้นทุนของอุปกรณ์หลักและต้นทุนงานระบบประกอบ โดยสามารถสรุปองค์ประกอบของต้นทุนได้ดังนี้

- ค่าแผงรับรังสีอาทิตย์
- ค่าถังเก็บน้ำร้อนและฉนวน
- ค่าอุปกรณ์ระบบหมุนเวียนและระบบควบคุม
- ค่าโครงสร้างรองรับ งานเดินท่อ และค่าแรงติดตั้ง

ในการคำนวณ ต้นทุนดังกล่าวถูกพิจารณาในรูปของต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับแสง เพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนตามขนาดระบบและเปรียบเทียบกรณีศึกษาได้สะดวก โดยไม่ต้องพิจารณารายละเอียดเชิงก่อสร้างในแต่ละโครงการ

๒.๖.๒ ช่วงราคาตลาดของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

จากการรวบรวมข้อมูลราคาที่พบในตลาดภายในช่วงเวลาที่ทำการศึกษ พบว่าราคาติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มีความแตกต่างกันตามประเภทของแผงรับรังสีอาทิตย์ โดยสามารถสรุปช่วงราคาโดยประมาณได้ดังนี้

- แผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ (Flat Plate Collector)

เป็นเทคโนโลยีที่ใช้งานแพร่หลาย เหมาะสำหรับการผลิตน้ำร้อนอุณหภูมิปานกลาง ราคาติดตั้งโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ ๙,๐๐๐ - ๑๖,๐๐๐ บาทต่อตารางเมตร

- แผงรับรังสีอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ (Evacuated Tube Collector)

มีประสิทธิภาพการเก็บความร้อนดีในสภาวะรังสีต่ำ ราคาติดตั้งเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ ๘,๐๐๐ - ๑๔,๐๐๐ บาทต่อตารางเมตร

- แผงรับรังสีอาทิตย์แบบท่อความร้อน (Heat Pipe Collector)

เป็นระบบที่มีสมรรถนะสูงและช่วยลดปัญหาการสะสมตะกอน ราคาติดตั้งเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ ๑๐,๐๐๐ - ๑๘,๐๐๐ บาทต่อตารางเมตร

ช่วงราคาดังกล่าวใช้เป็นกรอบอ้างอิงสำหรับการคำนวณต้นทุนลงทุนเริ่มต้น และสามารถปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับข้อมูลราคาจริงของแต่ละกรณีศึกษาได้

๒.๖.๓ ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการติดตั้ง

นอกจากประเภทของแผงรับรังสีอาทิตย์แล้ว ต้นทุนการติดตั้งยังได้รับผลกระทบจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น

- วัสดุของถังเก็บน้ำร้อน ซึ่งวัสดุที่มีความทนทานสูงมักมีต้นทุนสูงกว่า
- ลักษณะพื้นที่ติดตั้ง เช่น การติดตั้งบนพื้นราบหรือบนหลังคา ซึ่งมีความแตกต่างด้านความยากง่ายของงานติดตั้ง
- ระยะทางเดินท่อและข้อจำกัดของหน่วยงาน ซึ่งส่งผลต่อปริมาณวัสดุและค่าแรง
- ปัจจัยเหล่านี้ถูกสะท้อนอยู่ในต้นทุนรวมต่อหน่วยพื้นที่รับแสง โดยไม่ได้แยกคำนวณในเชิงรายละเอียดรายตำแหน่ง

๒.๕.๔ ความเชื่อมโยงกับการวิเคราะห์ความคุ้มค่า

ต้นทุนการติดตั้งและช่วงราคาตลาดที่ประเมินในหัวข้อนี้ ถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับการคำนวณเงินลงทุนเริ่มต้น ซึ่งจะเชื่อมโยงกับการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในหัวข้อถัดไป การกำหนดกรอบต้นทุนที่เหมาะสมช่วยให้ผลการวิเคราะห์มีความสมเหตุสมผล และสามารถเปรียบเทียบทางเลือกของระบบและเชื้อเพลิงได้อย่างชัดเจน

๒.๗ ประโยชน์และความคุ้มค่าของการใช้ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

การพิจารณาความเหมาะสมของการลงทุนในระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับธุรกิจโรงแรม ไม่ได้ขึ้นอยู่กับต้นทุนการติดตั้งหรือผลประหยัดพลังงานเพียงอย่างเดียว แต่ยังเกี่ยวข้องกับผลต่อการใช้งานระบบ ความต่อเนื่องในการให้บริการ และผลกระทบต่อการดำเนินงานในระยะยาว ส่วนนี้จึงนำเสนอประโยชน์และความคุ้มค่าของระบบในมิติที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานจริง โดยอาศัยผลการคำนวณทางวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์จากหัวข้อก่อนหน้านี้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณา

(๑) ประโยชน์ด้านการลดต้นทุนพลังงานและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สามารถช่วยลดการใช้พลังงานจากระบบผลิตน้ำร้อนเดิม เช่น เครื่องทำน้ำร้อนไฟฟ้า หรือหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยพลังงานความร้อนที่ผลิตได้จากแสงอาทิตย์จะเข้าไปทดแทนการใช้พลังงานบางส่วนหรือทั้งหมด ขึ้นอยู่กับขนาดและสัดส่วนการออกแบบของระบบ การลดการใช้พลังงานดังกล่าวส่งผลโดยตรงต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของโรงแรม ซึ่งสามารถประเมินเชิงปริมาณได้จากค่าพลังงานที่ประหยัดได้ และมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่คำนวณไว้ในหัวข้อ ๒.๓ และ ๒.๔ ทำให้สามารถเปรียบเทียบความคุ้มค่าของการลงทุนได้อย่างชัดเจน

(๒) ประโยชน์ด้านการใช้งานระบบและความมั่นคงด้านพลังงาน การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ผลิตน้ำร้อนช่วยลดการพึ่งพาพลังงานจากแหล่งภายนอก ซึ่งมีความผันผวนด้านราคา ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สามารถทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานพื้นฐานสำหรับการใช้น้ำร้อนในโรงแรม โดยทำงานร่วมกับระบบผลิตน้ำร้อนเดิมในลักษณะระบบเสริม แนวทางดังกล่าวช่วยลดภาระการทำงานของอุปกรณ์หลัก ยืดอายุการใช้งานของระบบเดิม และช่วยให้การจัดการพลังงานของอาคารมีความต่อเนื่องมากขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานในระยะยาว แม้ประโยชน์ในส่วนนี้จะประเมินเป็นตัวเลขได้ยาก แต่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนในทางปฏิบัติ

(๓) ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้งานระบบ การลดการใช้พลังงานจากไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิล ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานของอาคารลดลง โดยปริมาณการลดการปล่อยก๊าซสามารถประเมินได้จากพลังงานที่ประหยัดได้และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซของแหล่งพลังงานเดิม การ

ประเมินในส่วนนี้ใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมในระดับการใช้งานระบบ ไม่ได้มุ่งเน้นการวิเคราะห์เชิงนโยบายหรือการขอรับรองมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมโดยตรง

(๔) บทบาทของตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ในการตัดสินใจลงทุน เพื่อให้การประเมินความคุ้มค่ามีความชัดเจน การศึกษานี้ใช้ตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ ระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน และอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน ซึ่งรายละเอียดการคำนวณแสดงไว้ในหัวข้อ ๒.๑๐ ตัวชี้วัดเหล่านี้ช่วยให้สามารถเปรียบเทียบความเหมาะสมของการลงทุนในแต่ละกรณีได้ในเชิงตัวเลข โดยไม่จำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์ทางการเงินที่ซับซ้อนเกินความจำเป็น

(๕) ขอบเขตของการประเมินประโยชน์และความคุ้มค่า การนำเสนอในหัวข้อนี้เป็นการประเมินประโยชน์และความคุ้มค่าในระดับการพิจารณาเบื้องต้น โดยอาศัยผลการคำนวณจากเครื่องมือเป็นข้อมูลสนับสนุนผลลัพธ์ที่ได้เหมาะสำหรับใช้ประกอบการตัดสินใจในขั้นต้น และควรนำไปใช้ร่วมกับข้อมูลพื้นฐานจริงและการออกแบบรายละเอียดเพิ่มเติมก่อนการลงทุนจริง

๒.๘ การพัฒนาโครงสร้างและองค์ประกอบของเครื่องมือวิเคราะห์

เพื่อให้การคำนวณและการประเมินความคุ้มค่าของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้งานได้ง่าย เครื่องมือคำนวณถูกออกแบบบนโปรแกรม Microsoft Excel โดยจัดโครงสร้างการทำงานให้เป็นลำดับขั้นตอน ตั้งแต่การป้อนข้อมูล การคำนวณ ไปจนถึงการแสดงผลลัพธ์ แนวทางดังกล่าวช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามขั้นตอนการคำนวณและตรวจสอบผลลัพธ์ได้โดยไม่ซับซ้อน

โครงสร้างของเครื่องมือแบ่งออกเป็น ๓ ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนการนำเข้าข้อมูล ส่วนประมวลผลการคำนวณ และส่วนแสดงผลลัพธ์ โดยแต่ละส่วนมีหน้าที่ชัดเจนและแยกจากกัน เพื่อให้การใช้งานและการปรับแก้เป็นไปได้ง่าย

(๑) ส่วนการนำเข้าข้อมูล (Input) ส่วนการนำเข้าข้อมูลถูกจัดเตรียมไว้สำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นต่อการคำนวณ ผู้ใช้งานสามารถระบุข้อมูลพื้นฐานของอาคารและการใช้น้ำร้อน เช่น จำนวนห้องพัก อัตราการเข้าพัก ปริมาณการใช้น้ำร้อน รวมถึงข้อมูลด้านพลังงานแสงอาทิตย์และราคาพลังงานหรือเชื้อเพลิง ข้อมูลในส่วนนี้ถูกออกแบบให้กรอกได้ง่าย และจำกัดเฉพาะตัวแปรที่มีผลต่อผลลัพธ์โดยตรง เพื่อลดความผิดพลาดจากการป้อนข้อมูล

(๒) ส่วนประมวลผลการคำนวณ ส่วนประมวลผลทำหน้าที่นำข้อมูลที่ผู้ใช้งานกำหนด มาคำนวณตามหลักการทางวิศวกรรมที่อธิบายไว้ในหัวข้อ ๒.๔ โดยครอบคลุมการคำนวณภาระความร้อน การประเมินพลังงานจากแสงอาทิตย์ การกำหนดขนาดพื้นที่แผงรับรังสี และการคำนวณพลังงานที่สามารถประหยัดได้เมื่อเปรียบเทียบกับระบบผลิตน้ำร้อนเดิม สูตรคำนวณถูกจัดเรียงเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน เพื่อให้สามารถตรวจสอบและปรับแก้ได้ง่ายเมื่อมีการเปลี่ยนสมมติฐานหรือข้อมูลนำเข้า

(๓) ส่วนแสดงผลลัพธ์ (Output) ส่วนแสดงผลลัพธ์ถูกออกแบบให้แสดงค่าที่สำคัญต่อการพิจารณาโครงการ เช่น ภาระความร้อนที่คำนวณได้ ขนาดระบบที่เหมาะสม ปริมาณพลังงานที่ผลิตและประหยัดได้ รวมถึงตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเบื้องต้น ผลลัพธ์ถูกนำเสนอในรูปแบบของตัวเลขที่เข้าใจง่าย เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ โดยไม่เน้นการนำเสนอในลักษณะระบบสารสนเทศหรือการแสดงผลที่ซับซ้อนเกินความจำเป็น

การจัดโครงสร้างเครื่องมือในลักษณะนี้ ช่วยให้การคำนวณเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ตรวจสอบได้ และเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการใช้เครื่องมือในการประเมินความเหมาะสมและความคุ้มค่าของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับเบื้องต้น

๒.๙ การประเมินผลและกระบวนการทวนสอบความถูกต้อง

เพื่อให้ผลการคำนวณของเครื่องมือมีความน่าเชื่อถือ ผู้จัดทำได้ดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของการคำนวณในภาพรวม โดยเริ่มจากการตรวจสอบข้อมูลนำเข้าที่ใช้ในการคำนวณ เช่น ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ ค่าความจุความร้อนของน้ำ และค่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้แน่ใจว่าค่าที่ใช้มีช่วงเหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้งานทั่วไปของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ในขั้นตอนถัดมา ได้ทำการตรวจสอบสูตรคำนวณโดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือกับผลการคำนวณจากสมการพื้นฐานในกรณีศึกษาตัวอย่าง เพื่อยืนยันว่าการคำนวณให้ผลลัพธ์ถูกต้องในเชิงหน่วยและลำดับขั้นตอน นอกจากนี้ ยังพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลัก เช่น ปริมาณการใช้น้ำร้อน พื้นที่รับแสง และพลังงานที่ผลิตได้ เพื่อดูแนวโน้มของผลลัพธ์ว่าเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่เหมาะสมเมื่อค่าข้อมูลนำเข้าเปลี่ยนแปลง

การทวนสอบในงานศึกษานี้จำกัดอยู่ในขอบเขตของการตรวจสอบการคำนวณเชิงตัวเลขเท่านั้น ไม่ได้ครอบคลุมการทดสอบจากการติดตั้งระบบจริงหรือการใช้งานภาคสนาม เนื่องจากเครื่องมือนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นตัวช่วยในการประเมินและประกอบการตัดสินใจเบื้องต้น ผลลัพธ์ที่ได้จึงควรนำไปใช้ร่วมกับข้อมูลหน้างานและการออกแบบรายละเอียดเพิ่มเติมก่อนการนำไปใช้งานจริง

๒.๙.๑ การเปรียบเทียบผลคำนวณกับกรณีศึกษาจริง

เพื่อประเมินความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือคำนวณและประเมินความคุ้มค่าระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้น ผู้จัดทำได้ดำเนินการทวนสอบผลการคำนวณโดยการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากโครงการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีการใช้งานจริงในประเทศไทย จำนวน ๓ โครงการ ซึ่งเป็นอาคารประเภทโรงแรมที่มีลักษณะการใช้น้ำร้อนใกล้เคียงกับขอบเขตของการศึกษา

การทวนสอบในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินว่า เครื่องมือสามารถให้ผลลัพธ์ที่อยู่ในช่วงที่สอดคล้องกับการใช้งานจริงได้ในระดับใด และสามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยประเมินความคุ้มค่าในระดับโครงการได้อย่างเหมาะสมหรือไม่ ทั้งนี้ การเปรียบเทียบไม่ได้มีเป้าหมายเพื่อให้ได้ค่าที่ตรงกับการใช้งานจริงทุกประการ เนื่องจากเครื่องมือถูกออกแบบภายใต้สมมติฐานแบบค่าเฉลี่ยรายปี และไม่ได้จำลองพฤติกรรมการทำงานเชิงเวลาจริงของระบบ

ขอบเขตของการเปรียบเทียบ

การเปรียบเทียบผลการคำนวณกับข้อมูลจริงในงานศึกษานี้ ครอบคลุมตัวแปรหลักที่มีผลต่อการออกแบบและการประเมินความคุ้มค่า ได้แก่

- ๑) ขนาดพื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์
- ๒) ปริมาณพลังงานความร้อนที่ระบบสามารถผลิตได้ต่อปี
- ๓) ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ

ข้อมูลโครงการจริงที่นำมาใช้เป็นกรณีศึกษา ได้มาจากรายงานหน่วยงานด้านพลังงานของประเทศไทย และวารสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีการรายงานข้อมูลด้านสมรรถนะและผลการดำเนินงานของระบบอย่างเป็นระบบ

ตารางที่ ๒-๔ การเปรียบเทียบผลคำนวณจากเครื่องมือกับข้อมูลจากโครงการจริง

โครงการ	ขนาดโรงแรม (ห้อง)	พื้นที่แผงรับรังสี (m ²)	พลังงานผลิตได้ (kWh/ปี)	ระยะเวลา คืนทุน (ปี)	แหล่งข้อมูล
		คำนวณ / จริง / % ต่าง	คำนวณ / จริง / % ต่าง	คำนวณ / จริง	
โรงแรม A (ภูเก็ต)	๘๐	๒๒๐ / ๒๓๕ / +๖.๘%	๒๔๐,๐๐๐ / ๒๒๕,๐๐๐ / -๖.๓%	๒.๑ / ๒.๓	รายงานสถาบัน พลังงาน (๒๐๒๐)
โรงแรม B (เชียงใหม่)	๑๒๐	๓๓๐ / ๓๒๐ / -๓.๐%	๓๕๐,๐๐๐ / ๓๖๕,๐๐๐ / +๔.๓%	๑.๙ / ๑.๘	วารสาร Energy (๒๐๒๑)
โรงแรม C (กรุงเทพฯ)	๑๐๐	๒๗๔ / ๒๘๐ / +๒.๒%	๒๙๗,๐๐๐ / ๒๘๕,๐๐๐ / -๔.๐%	๒.๐ / ๒.๒	รายงาน พท. (๒๐๒๒)
ค่าเฉลี่ย	-	±๕.๒%	±๘.๗%	±๐.๓ ปี	-

การวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบเชิงวิศวกรรม

จากผลการเปรียบเทียบในตารางที่ ๒-๔ พบว่า ขนาดพื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์ที่คำนวณได้จากเครื่องมือมีความแตกต่างจากข้อมูลโครงการจริงเฉลี่ยประมาณ $\pm 5.2\%$ ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้สำหรับการประเมินในระดับโครงการ ความแตกต่างดังกล่าวสะท้อนผลของการใช้ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยรายปี และการสมมติให้พื้นที่ติดตั้งเป็นพื้นที่เปิดไม่มีเงาบัง ซึ่งอาจแตกต่างจากสภาพหน้างานจริงของแต่ละโครงการ

ในด้านปริมาณพลังงานความร้อนที่ผลิตได้ต่อปี ผลการคำนวณมีความแตกต่างเฉลี่ยประมาณ $\pm 8.7\%$ โดยแนวโน้มของความแตกต่างสามารถอธิบายได้จากปัจจัยหลัก ได้แก่

- ความแปรผันของสภาพอากาศจริงเมื่อเทียบกับค่าความเข้มรังสีเฉลี่ยที่ใช้ในการคำนวณ
- สภาพการบำรุงรักษาและความสะอาดของแผงรับรังสีอาทิตย์ในแต่ละโครงการ
- ประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ในสภาพการใช้งานจริง ซึ่งอาจลดลงเมื่อเทียบกับค่าที่ใช้ในการออกแบบหรือคำนวณ

ปัจจัยเหล่านี้อยู่นอกขอบเขตของการคำนวณแบบค่าเฉลี่ยที่เครื่องมือใช้ แต่ถือเป็นลักษณะปกติของการประเมินระบบพลังงานในระดับเบื้องต้น

สำหรับระยะเวลาคืนทุน ผลการคำนวณจากเครื่องมือมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริง โดยมีความแตกต่างเฉลี่ยประมาณ ๐.๓ ปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แม้จะมีความคลาดเคลื่อนด้านพลังงานที่ผลิตได้บ้าง แต่เมื่อเชื่อมโยงผลการคำนวณด้านพลังงานเข้ากับต้นทุนการลงทุนและราคาพลังงาน ผลลัพธ์ด้านเศรษฐศาสตร์ยังคงอยู่ในช่วงที่สามารถใช้ประกอบการตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม จากการเปรียบเทียบผลคำนวณกับข้อมูลโครงการจริงและเอกสารอ้างอิงมาตรฐาน สามารถสรุปได้ว่า เครื่องมือคำนวณที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นเครื่องมือช่วยประเมินความคุ้มค่าของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับโครงการ ผลลัพธ์ที่ได้สามารถใช้ประกอบการตัดสินใจเบื้องต้นได้อย่างมีเหตุผล ทั้งในด้านการกำหนดขนาดระบบและการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

อย่างไรก็ตาม การนำผลลัพธ์ไปใช้ในการตัดสินใจลงทุนจริงควรดำเนินการร่วมกับการสำรวจหน้างาน การพิจารณาข้อจำกัดเฉพาะของพื้นที่ติดตั้ง และการออกแบบรายละเอียดโดยวิศวกรผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ระบบที่ติดตั้งมีสมรรถนะและความคุ้มค่าสอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริงมากที่สุด

๒.๑๐ หลักการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การพิจารณาความคุ้มค่าของการลงทุนในระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ จำเป็นต้องประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากข้อมูลด้านพลังงานและต้นทุนที่คำนวณได้ เครื่องมือนี้ใช้ตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมที่ใช้กันทั่วไป ๔ รายการ เพื่อช่วยเปรียบเทียบความเหมาะสมของการลงทุน โดยสมการและความหมายของตัวแปรมีรายละเอียดดังนี้

๒.๑๐.๑ ระยะเวลาคืนทุน (Simple Payback Period: SPP)

ระยะเวลาคืนทุนใช้เพื่อดูระยะเวลาที่เงินลงทุนเริ่มต้นสามารถชดเชยได้จากผลประหยัดค่าพลังงาน โดยไม่พิจารณาค่าของเงินตามเวลา ตัวชี้วัดนี้ช่วยให้เห็นภาพความเร็วในการคืนทุนของโครงการคำนวณได้จากสมการ

$$SPP = \frac{I_o}{(E_{saved} \times C_{unit}) - C_{O\&M}}$$

โดยที่

- SPP = ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
- I_o = เงินลงทุนเริ่มต้น (บาท)
- E_{saved} = พลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี (kWh หรือ ลิตร/ปี)
- C_{unit} = ราคาพลังงานต่อหน่วย (บาท/หน่วย)
- $C_{O\&M}$ = ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษารายปี (บาท/ปี)

๒.๑๐.๒ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิใช้ประเมินผลตอบแทนโดยคำนึงถึงมูลค่าเงินตามเวลา เพื่อดูว่าโครงการให้ผลตอบแทนสุทธิเป็นบวกหรือไม่ตลอดอายุการใช้งาน หากค่า NPV มีค่าเป็นบวก แสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนคุ้มกับเงินลงทุน สมการที่ใช้คำนวณคือ

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_o$$

โดยที่

- NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)
- CF_t = กระแสเงินสดสุทธิในปีที่ t (บาท)
- r = อัตราคิดลด (% ต่อปี)
- n = อายุการใช้งานของโครงการ (ปี)

๒.๑๐.๓ อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนภายในคืออัตราคิดลดที่ทำให้ค่า NPV ของโครงการเท่ากับศูนย์ ใช้เพื่อเปรียบเทียบกับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้หรือต้นทุนเงินทุน หากค่า IRR สูงกว่าค่าที่ใช้เป็นเกณฑ์ เปรียบเทียบ แสดงว่าโครงการมีความน่าสนใจในการลงทุน คำนวณจากสมการ

$$o = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - I_o$$

โดยที่

- IRR = อัตราผลตอบแทนภายใน (%)

๒.๑๐.๔ อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment: ROI)

อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนใช้แสดงสัดส่วนผลกำไรเฉลี่ยเมื่อเทียบกับเงินลงทุนเริ่มต้น เหมาะสำหรับการใช้เปรียบเทียบความคุ้มค่าของทางเลือกต่าง ๆ คำนวณได้จากสมการ

$$ROI = \left(\frac{Net\ Profit}{I_o} \right) \times 100$$

โดยที่

- ROI = อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (%)
- $Net\ Profit_{avg}$ = กำไรสุทธิเฉลี่ยต่อปี (บาท/ปี)

๒.๑๑ เงื่อนไขและข้อจำกัดทางวิศวกรรมของแบบจำลอง

การคำนวณและการประเมินความคุ้มค่าของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในงานศึกษานี้ ดำเนินการภายใต้สมมติฐานและเงื่อนไขทางวิศวกรรมที่กำหนดขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในระดับการประเมินเบื้องต้น สมมติฐานดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความซับซ้อนของการคำนวณ และทำให้ผลลัพธ์สามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาได้สะดวก ทั้งนี้ ไม่ได้มีเป้าหมายเพื่อใช้แทนการออกแบบรายละเอียดหรือการคำนวณในระดับการก่อสร้างจริง

การประเมินพลังงานจากแสงอาทิตย์อ้างอิงค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยรายวันตลอดปีบนระนาบเอียง โดยไม่พิจารณาความเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงหรือข้อมูลสภาพอากาศแบบเวลาจริง พื้นที่ติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์สมมติให้เป็นพื้นที่เปิด ไม่มีเงาบังจากอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างอื่น เพื่อหลีกเลี่ยงปัจจัยเฉพาะของหน้างานซึ่งอยู่นอกขอบเขตของการประเมินในงานศึกษานี้

ความต้องการใช้น้ำร้อนพิจารณาจากข้อมูลการใช้งานในลักษณะค่าเฉลี่ยรายวัน โดยอ้างอิงจำนวนห้องพัก อัตราการเข้าพัก จำนวนผู้เข้าพัก และปริมาณการใช้น้ำต่อคนต่อวัน รูปแบบการใช้น้ำร้อนไม่ได้จำลองในเชิงเวลาแบบละเอียด แต่อาศัยค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นฐานในการคำนวณภาระความร้อน อุณหภูมิน้ำประปาขาเข้าและอุณหภูมิน้ำร้อนที่ต้องการกำหนดเป็นค่าคงที่ตามการใช้งานทั่วไปของโรงแรม

การประเมินสมรรถนะของระบบพิจารณาในภาพรวม โดยใช้แนวคิดประสิทธิภาพรวมของระบบ ซึ่งสะท้อนผลของการสูญเสียความร้อนจากแผงรับรังสี ระบบท่อ และถังเก็บน้ำร้อน โดยไม่แยกคำนวณการสูญเสียในแต่ละตำแหน่ง สมมติให้ระบบมีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนในระดับที่พบได้ทั่วไปในระบบเชิงพาณิชย์

ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณเป็นค่าประมาณเชิงวิศวกรรมในระดับค่าเฉลี่ยรายปี เหมาะสำหรับการใช้เปรียบเทียบทางเลือกของระบบ การประเมินขนาดการลงทุน และการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเบื้องต้น ผลลัพธ์

อาจแตกต่างจากการใช้งานจริงเนื่องจากสภาพอากาศ พฤติกรรมการใช้น้ำ และการดูแลรักษาระบบ ดังนั้น เครื่องมือนี้จึงไม่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้แทนการออกแบบรายละเอียดหรือการรับรองแบบทางวิชาชีพ

๒.๑๒ เกณฑ์มาตรฐานและข้อกำหนดทางเทคนิคของวัสดุอุปกรณ์

ในการพัฒนาเครื่องมือคำนวณเพื่อประเมินความเหมาะสมและความคุ้มค่าของระบบผลิตน้ำร้อน พลังงานแสงอาทิตย์ ได้มีการกำหนดเกณฑ์อ้างอิงด้านมาตรฐานและคุณลักษณะทางเทคนิคของวัสดุอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการคำนวณ เพื่อให้ผลลัพธ์สะท้อนระบบที่มีคุณภาพตามแนวปฏิบัติทั่วไปของงานวิศวกรรม เกณฑ์ดังกล่าวถูกใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการคำนวณในระดับโครงการเท่านั้น มิได้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดสเปกการจัดซื้อหรือใช้แทนการออกแบบรายละเอียดเชิงวิชาชีพ

แผนรับรังสีอาทิตย์ที่นำมาใช้อ้างอิง กำหนดให้เป็นแผนที่ผ่านการทดสอบสมรรถนะตามมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไป เช่น ISO ๙๘๐๖ หรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่ใช้ในการคำนวณเป็นค่าช่วงที่พบได้ในระบบเชิงพาณิชย์ โดยพิจารณาแยกตามประเภทของแผงรับรังสี เช่น แผงแบบแผ่นเรียบหรือแผงแบบท่อสุญญากาศ ทั้งนี้ การอ้างอิงดังกล่าวไม่ได้ผูกมัดบัพัณฑ์หรือรุ่นของผลิตภัณฑ์ใดเป็นการเฉพาะ

ถังเก็บน้ำร้อนที่ใช้เป็นฐานในการคำนวณ สมมติให้เป็นถังชนิดทนแรงดัน ผลิตจากวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานด้านอุปโภคบริโภค และมีการหุ้มฉนวนกันความร้อนตามแนวปฏิบัติมาตรฐาน เพื่อให้การกักเก็บพลังงานความร้อนเป็นไปอย่างเหมาะสม การกำหนดลักษณะดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ต้นทุนและสมรรถนะของระบบที่คำนวณได้อยู่ในระดับที่ใช้งานได้จริง โดยไม่ลงรายละเอียดด้านโครงสร้างหรือการคำนวณทางกลของถังเก็บน้ำร้อน

ระบบท่อและอุปกรณ์ประกอบที่ใช้อ้างอิง สมมติให้เป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับการส่งจ่ายน้ำร้อน มีการหุ้มฉนวนเพื่อลดการสูญเสียความร้อนระหว่างการส่งผ่าน การประเมินต้นทุนและสมรรถนะของระบบท่อพิจารณาในภาพรวมของงานระบบวิศวกรรม โดยไม่ได้คำนวณการสูญเสียความร้อนเชิงตำแหน่งหรือออกแบบขนาดท่อและอุปกรณ์ในเชิงรายละเอียด

ระบบควบคุมและงานติดตั้งที่นำมาใช้อ้างอิง เป็นระบบควบคุมพื้นฐานตามการใช้งานทั่วไปของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ เช่น การควบคุมการทำงานของปั๊มหมุนเวียนตามความแตกต่างของอุณหภูมิ ต้นทุนการติดตั้งที่ใช้ในการคำนวณครอบคลุมงานโครงสร้างรองรับ งานติดตั้งระบบ และการทดสอบระบบในภาพรวม โดยใช้เป็นค่ากลางสำหรับการประเมินงบประมาณเบื้องต้น ทั้งนี้ ไม่ได้พิจารณาข้อจำกัดเฉพาะของหน้างานหรืออาคารแต่ละแห่ง

เกณฑ์อ้างอิงด้านมาตรฐานและคุณลักษณะของวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ในหัวข้อนี้ ใช้เพื่อสนับสนุนการคำนวณและการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในเชิงเปรียบเทียบเท่านั้น ผลลัพธ์ที่ได้ไม่สามารถใช้แทนการออกแบบรายละเอียด การจัดซื้อ หรือการรับรองแบบก่อสร้างจริงได้ แต่ช่วยให้การประเมินอยู่บนพื้นฐานของระบบที่สามารถใช้งานได้จริงในทางปฏิบัติ

๒.๑๓ กรอบแนวคิดการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงบูรณาการ

ในการประเมินความคุ้มค่าของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ นอกเหนือจากผลด้านพลังงานและเศรษฐศาสตร์แล้ว การศึกษานี้ได้พิจารณาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในแง่ของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้งานระบบ โดยอาศัยแนวคิดที่ว่าพลังงานความร้อนที่ผลิตได้จากแสงอาทิตย์ จะเข้าไปทดแทน

การใช้พลังงานจากระบบผลิตน้ำร้อนเดิม เช่น ระบบไฟฟ้าหรือระบบที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานจากแหล่งดังกล่าวลดลงตามสัดส่วนของพลังงานที่ถูกทดแทน

ขั้นตอนการประเมินเริ่มจากการคำนวณพลังงานความร้อนที่ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตและนำไปใช้งานได้จริงในรอบปี จากนั้นนำค่าพลังงานดังกล่าวไปคำนวณย้อนกลับเป็นปริมาณพลังงานจากระบบเดิมที่ถูกลดการใช้งานลง โดยพิจารณาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนเดิม เพื่อให้ได้ค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงที่ถูกทดแทนในหน่วยที่เหมาะสม เช่น กิโลวัตต์ชั่วโมง หรือ ลิตรต่อปี

เมื่อได้ปริมาณพลังงานหรือเชื้อเพลิงที่ลดการใช้งานลงแล้ว จะนำค่าดังกล่าวไปคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแหล่งพลังงานนั้น ๆ เพื่อคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถลดได้ต่อปี โดยใช้สมการพื้นฐานดังนี้

$$CO_{2, reduced} = \text{Fuel Saved} \times \text{Emission Factor}$$

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการคำนวณ เป็นค่าประมาณที่ใช้กันทั่วไปในการประเมินโครงการด้านพลังงาน เช่น กรณีทดแทนระบบไฟฟ้า ใช้ค่าเฉลี่ยประมาณ ๐.๕ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง ส่วนกรณีทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ก๊าซ LPG น้ำมันดีเซล หรือน้ำมันเตา ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ตามหน่วยการใช้งานจริงของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท ค่าเหล่านี้ถูกใช้เป็นค่าคงที่ในการคำนวณ เพื่อให้ผลลัพธ์อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการประเมินเชิงเปรียบเทียบ

ผลลัพธ์จากการประเมินจะแสดงในรูปของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดได้ต่อปี เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อมและภาพรวมของความคุ้มค่าระบบ ทั้งนี้ การประเมินในส่วนนี้จำกัดอยู่เฉพาะผลกระทบจากการใช้งานระบบผลิตน้ำร้อน (Operational Emissions) เท่านั้น ไม่ได้รวมการปล่อยก๊าซจากการผลิตอุปกรณ์ การขนส่ง หรือการรีไซเคิลเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งาน เนื่องจากอยู่นอกขอบเขตของการศึกษา

บทที่ ๓ ผลการดำเนินงาน

บทนี้อธิบายแนวคิด วิธีการทำงาน และขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือคำนวณและประเมินความคุ้มค่าของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยประเมินความเหมาะสมของระบบในระดับโครงการ โดยมุ่งเน้นให้ผู้ใช้งานสามารถป้อนข้อมูลพื้นฐานของอาคารและการใช้น้ำร้อน แล้วได้รับผลลัพธ์ที่ช่วยประกอบการตัดสินใจด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ได้อย่างเข้าใจง่าย

เนื้อหาในบทนี้ครอบคลุมตั้งแต่การกำหนดข้อมูลนำเข้า หลักการคำนวณทางวิศวกรรม การประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์ ไปจนถึงการจัดโครงสร้างการทำงานของเครื่องมือบนโปรแกรม Microsoft Excel โดยไม่มุ่งเน้นการออกแบบเชิงลึก แต่เน้นการใช้งานจริงในลักษณะเครื่องมือช่วยประเมินเบื้องต้น

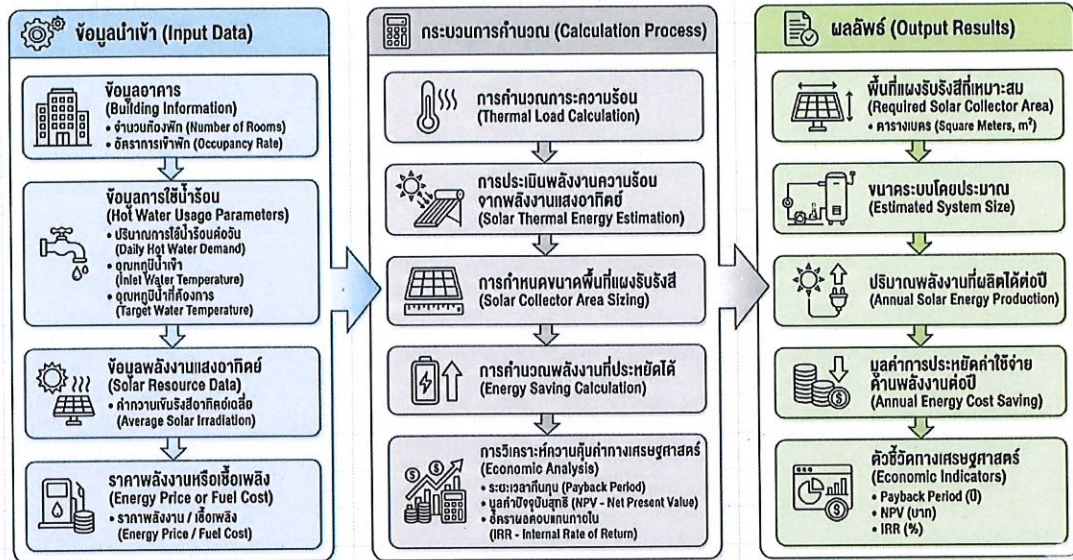
๓.๑ เนื้อหาสาระและขั้นตอนการดำเนินการ

การพัฒนาเครื่องมือคำนวณและประเมินความคุ้มค่าของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในโครงการนี้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อจัดทำเครื่องมือช่วยประเมินความเหมาะสมของระบบในระดับโครงการ โดยมุ่งให้ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลพื้นฐานของอาคารและการใช้น้ำร้อนมาประเมินผลลัพธ์ที่สำคัญได้อย่างเป็นระบบ ทั้งในด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์ โดยไม่จำเป็นต้องดำเนินการคำนวณทางวิศวกรรมและการเงินด้วยตนเองในทุกรายละเอียด

เครื่องมือถูกออกแบบให้เหมาะสำหรับการใช้งานในช่วงเริ่มต้นของการพิจารณาโครงการ เช่น ระยะศึกษาความเป็นไปได้ หรือระยะเปรียบเทียบทางเลือกของระบบ โดยไม่มุ่งเน้นการออกแบบเชิงลึกในระดับการก่อสร้างจริง ผลลัพธ์ที่ได้จึงใช้เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจเบื้องต้นว่าโครงการมีแนวโน้มความเหมาะสมและความคุ้มค่าหรือไม่ ก่อนจะดำเนินการศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมในขั้นต่อไป

เครื่องมือคำนวณถูกพัฒนาบนโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เหมาะสมกับการใช้งานในระดับโครงการ เนื่องจากสามารถจัดโครงสร้างการคำนวณได้อย่างชัดเจน ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นลำดับการคำนวณ ปรับเปลี่ยนค่าข้อมูลนำเข้า และตรวจสอบผลลัพธ์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามเงื่อนไขต่าง ๆ ได้โดยตรง แนวทางดังกล่าวช่วยเพิ่มความเข้าใจในกระบวนการคำนวณ และลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากการใช้สูตรคำนวณที่ไม่สามารถตรวจสอบได้

ในภาพรวม การทำงานของเครื่องมือสามารถอธิบายได้เป็นลำดับขั้นตอน ตั้งแต่การป้อนข้อมูลพื้นฐาน การประมวลผลตามหลักการทางวิศวกรรม ไปจนถึงการแสดงผลลัพธ์ที่ใช้ประกอบการตัดสินใจ โดยโครงสร้างการทำงานดังกล่าวสามารถสรุปได้ในลักษณะ ข้อมูลนำเข้า (Input) → การประมวลผล (Process) → ผลลัพธ์ (Output) ดังแสดงในรูปที่ ๓-๑ ซึ่งจัดทำในรูปแบบแผนผังเชิง infographic เพื่อช่วยให้เห็นภาพรวมของการทำงานของเครื่องมือได้อย่างชัดเจน



รูปที่ ๓-๑ แผนผังลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือคำนวณและประเมินความคุ้มค่าระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ในส่วนของคุณมื่อนำเข้า ผู้ใช้งานจะกำหนดข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับลักษณะอาคารและการใช้น้ำร้อน เช่น จำนวนห้องพัก อัตราการเข้าพัก ปริมาณการใช้น้ำร้อนต่อวัน อุณหภูมิน้ำประปาเข้า และอุณหภูมิน้ำร้อนที่ต้องการ รวมถึงข้อมูลด้านพลังงานแสงอาทิตย์และต้นทุนพลังงานหรือเชื้อเพลิงที่ใช้ในระบบผลิตน้ำร้อนเดิม ข้อมูลเหล่านี้ถูกกำหนดให้อยู่ในรูปของค่าเฉลี่ยที่สะท้อนลักษณะการใช้งานโดยรวมของโครงการ เพื่อให้เหมาะสมกับการประเมินในระดับโครงการและลดความซับซ้อนของการคำนวณ

เมื่อผู้ใช้งานป้อนข้อมูลนำเข้าแล้ว เครื่องมือจะดำเนินการประมวลผลตามลำดับขั้นตอนทางวิศวกรรม โดยเริ่มจากการคำนวณภาระความร้อนที่เกิดจากการใช้น้ำร้อนของอาคาร จากนั้นประเมินพลังงานความร้อนที่สามารถผลิตได้จากระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ตามสมรรถนะของระบบ และคำนวณขนาดพื้นที่แผงรับรังสีหรือขนาดระบบที่เหมาะสมกับการใช้งาน ขั้นตอนการคำนวณเหล่านี้อาศัยสมการพื้นฐานทางวิศวกรรมความร้อนและสมมติฐานที่กำหนดไว้ในบทที่ ๒ เพื่อให้ผลลัพธ์มีความสมเหตุสมผลในเชิงวิศวกรรม ผลการคำนวณด้านพลังงานจะถูกนำไปเชื่อมโยงกับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ โดยแปลงปริมาณพลังงานที่ผลิตและทดแทนได้เป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจผ่านราคาพลังงานหรือเชื้อเพลิงที่กำหนดไว้ เครื่องมือจะคำนวณตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์พื้นฐาน เช่น เงินลงทุนเริ่มต้น ผลประหยัดพลังงานต่อปี ระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน เพื่อแสดงแนวโน้มความคุ้มค่าของการลงทุนในระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ในส่วนของคุณผลลัพธ์ เครื่องมือจะแสดงค่าที่สำคัญต่อการพิจารณาโครงการในระดับเบื้องต้น ได้แก่ ภาระความร้อนของอาคาร ขนาดและพื้นที่ติดตั้งของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ปริมาณพลังงานที่สามารถผลิตและทดแทนระบบเดิมได้ ตลอดจนตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเปรียบเทียบความเหมาะสมของโครงการหรือทางเลือกของระบบได้อย่างเป็นระบบ ผลลัพธ์เหล่านี้ถูกออกแบบให้แสดงในรูปแบบที่เข้าใจง่าย และสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในขั้นต้นได้ทันที

หลังจากพัฒนาเครื่องมือแล้ว ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์โดยเปรียบเทียบกับผลการคำนวณจากสมการพื้นฐานในกรณีตัวอย่าง และทดลองใช้งานภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกัน เพื่อประเมินความสอดคล้องของ

แนวโน้มผลลัพธ์กับหลักการทางวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ ก่อนนำเครื่องมือไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยประเมินความคุ้มค่าในระดับโครงการตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

๓.๒ ส่วนของงานที่ผู้เสนอเป็นผู้ปฏิบัติ

ผู้เสนอเป็นผู้รับผิดชอบหลักในการดำเนินงานของโครงการตั้งแต่ขั้นเริ่มต้นจนถึงขั้นสรุปผล โดยดำเนินการด้วยตนเองในทุกขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมือคำนวณและประเมินความคุ้มค่าของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้เครื่องมือสามารถใช้งานได้จริงในระดับการประเมินโครงการเบื้องต้น

ในช่วงเริ่มต้น ผู้เสนอได้กำหนดแนวคิดและขอบเขตของการศึกษา โดยพิจารณาลักษณะการใช้ความร้อนของอาคารประเภทโรงแรมเป็นหลัก จากนั้นได้ศึกษาหลักการพื้นฐานด้านวิศวกรรมความร้อน สมดุลพลังงาน และเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เพื่อนำมาคัดเลือกสมการและแนวคิดที่จำเป็นต่อการคำนวณ โดยมุ่งเน้นเฉพาะส่วนที่เหมาะสมกับการประเมินในระดับโครงการ ไม่เน้นการออกแบบเชิงรายละเอียด

ผู้เสนอเป็นผู้จัดทำสมมติฐาน กำหนดขอบเขตการคำนวณ และเลือกตัวแปรข้อมูลนำเข้าที่สอดคล้องกับการใช้งานจริงของโรงแรม เช่น ข้อมูลการใช้ความร้อน พลังงานแสงอาทิตย์ และราคาพลังงาน เพื่อนำไปใช้เป็นฐานในการพัฒนาเครื่องมือคำนวณ

ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ ผู้เสนอได้ออกแบบและจัดทำโครงสร้างการคำนวณบนโปรแกรม Microsoft Excel โดยแบ่งการทำงานออกเป็น ส่วนข้อมูลนำเข้า ส่วนการคำนวณ และส่วนแสดงผลอย่างชัดเจน พร้อมจัดเรียงสมการทางวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์เป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้สามารถตรวจสอบที่มาของผลลัพธ์และปรับแก้สมมติฐานได้สะดวก

หลังจากพัฒนาเครื่องมือแล้ว ผู้เสนอได้ดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ โดยเปรียบเทียบกับการคำนวณจากสมการมาตรฐาน และทดสอบใช้งานกับกรณีศึกษาตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมผลของผลลัพธ์ ก่อนนำมาปรับปรุงรายละเอียดให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงในฐานะเครื่องมือช่วยประเมินความคุ้มค่าในระดับเบื้องต้น

๓.๓ ผลสำเร็จของงาน

ผลสำเร็จของโครงการพัฒนาเครื่องมือคำนวณและประเมินความคุ้มค่าระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถพิจารณาได้จากความครบถ้วนของโครงสร้างเครื่องมือ ความถูกต้องของขั้นตอนการคำนวณ และความสามารถในการให้ผลลัพธ์ที่นำไปใช้ประกอบการพิจารณาโครงการในระดับเบื้องต้นได้จริงทั้งในด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ โดยไม่ต้องอาศัยการคำนวณเชิงลึกในระดับการออกแบบ

๓.๓.๑ ผลสำเร็จเชิงปริมาณ

โครงการนี้สามารถพัฒนาเครื่องมือคำนวณบนโปรแกรม Microsoft Excel ที่มีโครงสร้างการคำนวณครบถ้วนตามกรอบการศึกษาที่กำหนดไว้ โดยเครื่องมือสามารถประมวลผลข้อมูลนำเข้าและแสดงผลเชิงตัวเลขที่สำคัญต่อการประเมินระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างเป็นระบบ

ผลลัพธ์หลักที่เครื่องมือสามารถคำนวณและแสดงได้ ได้แก่

- ภาระความร้อนจากการใช้ความร้อนของอาคารในระดับค่าเฉลี่ย
- ปริมาณพลังงานความร้อนที่สามารถผลิตได้จากระบบพลังงานแสงอาทิตย์
- ขนาดระบบที่เหมาะสม เช่น พื้นที่แผงรับรังสีและกำลังการผลิตโดยประมาณ

- ปริมาณพลังงานที่สามารถนำไปทดแทนระบบผลิตน้ำร้อนเดิมในภาพรวม
- ตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพื้นฐาน ได้แก่ ระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน

นอกจากนี้ เครื่องมือสามารถรองรับการปรับเปลี่ยนค่าข้อมูลนำเข้าที่มีผลต่อผลลัพธ์โดยตรง เช่น จำนวนห้องพัก อัตราการเข้าพัก ราคาพลังงาน และต้นทุนการลงทุนเริ่มต้น เพื่อใช้ประเมินผลลัพธ์ภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกันได้โดยไม่ต้องปรับโครงสร้างการคำนวณใหม่ ช่วยให้สามารถใช้เครื่องมือเปรียบเทียบแนวโน้มความคุ้มค่าของโครงการในหลายกรณีได้อย่างสะดวก

๓.๓.๒ ผลสำเร็จเชิงคุณภาพ

เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีโครงสร้างการทำงานที่เป็นระบบและเข้าใจง่าย โดยแยกส่วนข้อมูลนำเข้า ขั้นตอนการคำนวณ และการแสดงผลออกจากกันอย่างชัดเจน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นลำดับขั้นตอนการประเมินได้ตั้งแต่ต้นจนจบ และสามารถตรวจสอบที่มาของผลลัพธ์แต่ละส่วนได้โดยตรง แม้ผู้ใช้งานจะไม่มี ความเชี่ยวชาญเชิงลึกด้านการคำนวณทางวิศวกรรมก็ตาม

การใช้เครื่องมือช่วยลดความยุ่งยากของกระบวนการประเมินความคุ้มค่า ซึ่งเดิมต้องอาศัยการคำนวณหลายขั้นตอน การอ้างอิงสมการหลายชุด และการจัดการข้อมูลด้วยตนเอง ให้สามารถดำเนินการได้ในรูปแบบที่เป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนชัดเจน และลดความเสี่ยงจากความผิดพลาดในการคำนวณ เหมาะสมสำหรับใช้เป็นเครื่องมือช่วยประกอบการตัดสินใจในขั้นต้น ก่อนการดำเนินการศึกษาเชิงลึกหรือการออกแบบรายละเอียดในขั้นต่อไป

นอกจากนี้ การพัฒนาเครื่องมือนี้สะท้อนให้เห็นถึงการนำหลักการทางวิศวกรรมความร้อนและเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมมาประยุกต์ใช้งานในเชิงปฏิบัติ โดยสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ทางวิชาการให้อยู่ในรูปแบบของเครื่องมือคำนวณที่ใช้งานได้จริง และสามารถนำไปปรับปรุงหรือต่อยอดเพื่อเพิ่มขอบเขตการวิเคราะห์ในอนาคตได้อย่างเหมาะสม

๓.๔ การนำไปใช้ประโยชน์

เครื่องมือคำนวณและประเมินความคุ้มค่าระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นในโครงการนี้สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยวิเคราะห์และประกอบการตัดสินใจในขั้นต้น สำหรับโครงการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนในอาคารประเภทโรงแรม และอาคารอื่นที่มีลักษณะการใช้ความร้อนใกล้เคียงกัน เช่น อาคารบริการหรืออาคารพักอาศัยขนาดใหญ่ โดยเหมาะสำหรับการใช้งานในช่วงก่อนการออกแบบรายละเอียดหรือการตัดสินใจลงทุนจริง

ในด้านเทคนิค ผู้ใช้งานสามารถใช้เครื่องมือเพื่อประเมินภาระความร้อนจากการใช้น้ำร้อนของอาคาร โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานที่สามารถจัดหาได้ง่ายในระยะเริ่มต้นของโครงการ เช่น จำนวนห้องพัก อัตราการเข้าพัก และปริมาณการใช้น้ำร้อนต่อวัน ผลลัพธ์ที่ได้ช่วยให้สามารถประมาณขนาดระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม พื้นที่แผงรับรังสีที่ต้องใช้ และปริมาณพลังงานความร้อนที่ระบบสามารถผลิตและนำไปทดแทนระบบผลิตน้ำร้อนเดิมได้ในภาพรวม

ในด้านเศรษฐศาสตร์ เครื่องมือสามารถนำไปใช้ประเมินแนวโน้มความคุ้มค่าทางการเงินของการลงทุน โดยเชื่อมโยงผลการคำนวณด้านพลังงานเข้ากับต้นทุนการติดตั้งและราคาพลังงานหรือเชื้อเพลิงที่ใช้งานอยู่ เพื่อแสดงผลลัพธ์ในรูปของตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพื้นฐาน เช่น ระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน ผลลัพธ์ดังกล่าวช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเปรียบเทียบทางเลือกของระบบ

ผลิตน้ำร้อน หรือเปรียบเทียบประเภทเชื้อเพลิงที่ใช้ทดแทนได้อย่างเป็นระบบ ก่อนการตัดสินใจศึกษาเชิงลึกในขั้นต่อไป

นอกจากนี้ เครื่องมือนี้นี้ยังสามารถใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนรู้และการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านวิศวกรรม ความร้อนและเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยช่วยให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลการใช้น้ำร้อน สมรรถนะของระบบ และผลกระทบด้านต้นทุนพลังงานในรูปแบบที่เข้าใจง่าย อย่างไรก็ตาม การนำผลลัพธ์จากเครื่องมือไปใช้งานควรอยู่ภายใต้ขอบเขตของการประเมินความคุ้มค่าเบื้องต้น และควรใช้ควบคู่กับการสำรวจหน้างานจริงและการออกแบบเชิงรายละเอียด ก่อนการตัดสินใจลงทุนหรือดำเนินการติดตั้งระบบจริง

๓.๕ ความยุ่งยากในการดำเนินการ/ปัญหา/อุปสรรค

ในการดำเนินโครงการพัฒนาเครื่องมือคำนวณและประเมินความคุ้มค่าระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าข้อจำกัดสำคัญประการแรกอยู่ที่ลักษณะของข้อมูลนำเข้า ซึ่งในหลายกรณียังไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนในช่วงเริ่มต้นของโครงการ เช่น ข้อมูลการใช้น้ำร้อนจริงของอาคารที่มีความแปรผันตามพฤติกรรมผู้ใช้งาน ราคาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา และต้นทุนการติดตั้งที่แตกต่างกันไปตามสภาพหน้างานและรูปแบบการติดตั้ง ส่งผลให้การคำนวณจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลค่าเฉลี่ยและสมมติฐาน เพื่อให้สามารถประเมินแนวโน้มและความเป็นไปได้ของโครงการในภาพรวมได้

ข้อจำกัดประการที่สองคือ ความจำเป็นในการลดความซับซ้อนของการคำนวณทางวิศวกรรม เพื่อให้เครื่องมือสามารถใช้งานได้ง่ายและเหมาะสมกับการประเมินในระดับโครงการ โดยเลือกใช้ข้อมูลเฉลี่ยรายปี และแนวคิดประสิทธิภาพรวมของระบบ แทนการวิเคราะห์เชิงเวลาในระดับรายชั่วโมงหรือการจำลองพฤติกรรมการทำงานของระบบอย่างละเอียด แนวทางดังกล่าวช่วยให้เครื่องมือสามารถใช้งานได้สะดวกและตรวจสอบได้ง่าย แต่อาจไม่สามารถสะท้อนลักษณะการทำงานของระบบจริงในบางช่วงเวลาได้อย่างครบถ้วน เช่น ช่วงที่มีการใช้น้ำร้อนสูงกว่าค่าเฉลี่ย หรือช่วงที่สภาพอากาศแตกต่างจากค่าที่ใช้ในการประเมิน

นอกจากนี้ การพัฒนาเครื่องมือบนโปรแกรม Microsoft Excel แม้จะมีข้อดีด้านความยืดหยุ่น ความโปร่งใสของสูตรคำนวณ และความสะดวกในการปรับแก้ข้อมูล แต่ยังมีข้อจำกัดในการรองรับการวิเคราะห์ที่มีความซับซ้อนสูง หรือการจำลองสถานการณ์หลายเงื่อนไขพร้อมกันในระยะยาว ข้อจำกัดดังกล่าวทำให้เครื่องมือถูกออกแบบให้เหมาะสำหรับการประเมินความคุ้มค่าในระดับเบื้องต้น มากกว่าการใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์เชิงลึกหรือใช้แทนการออกแบบรายละเอียดทางวิศวกรรม

จากข้อจำกัดที่กล่าวมาข้างต้น เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจึงควรถูกนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยประกอบการตัดสินใจในขั้นต้น โดยควรใช้ควบคู่กับการสำรวจข้อมูลหน้างานจริง การวิเคราะห์รายละเอียดเพิ่มเติม และการออกแบบเชิงวิศวกรรมในขั้นต่อไป เพื่อให้การตัดสินใจลงทุนในระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มีความเหมาะสม สอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริง และช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในทางปฏิบัติ

บทที่ ๔

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาเครื่องมือคำนวณและประเมินความคุ้มค่าของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในงานศึกษานี้ พบว่าเครื่องมือที่พัฒนาบนโปรแกรม Microsoft Excel มีความเหมาะสมสำหรับการใช้ประเมินความเหมาะสมและความคุ้มค่าในระดับโครงการ โดยสามารถช่วยให้ผู้ใช้งานมองเห็นแนวโน้มด้านพลังงานและเศรษฐศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตาม จากผลการดำเนินงานและข้อจำกัดที่พบ ยังมีประเด็นที่สามารถนำไปพัฒนาและต่อยอดเพิ่มเติมได้ ดังนี้

ประเด็นแรก คือ การพัฒนาด้านความละเอียดของการคำนวณ ในอนาคตอาจพิจารณาขยายขอบเขตการคำนวณให้รองรับการประเมินในลักษณะรายเดือนหรือรายชั่วโมง เพื่อสะท้อนความผันผวนของการใช้น้ำร้อนและสภาพอากาศได้ใกล้เคียงการใช้งานจริงมากขึ้น โดยเฉพาะในกรณีอาคารที่มีรูปแบบการใช้น้ำร้อนไม่สม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม การเพิ่มระดับความละเอียดดังกล่าวควรพิจารณาควบคู่กับความง่ายในการใช้งานเพื่อไม่ให้กระทบต่อวัตถุประสงค์หลักของเครื่องมือในฐานะเครื่องมือช่วยประเมินเบื้องต้น

ประเด็นที่สอง คือ การขยายขอบเขตการประยุกต์ใช้งาน เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปปรับใช้กับอาคารประเภทอื่นที่มีลักษณะการใช้น้ำร้อนใกล้เคียงกับโรงแรม เช่น โรงพยาบาล หอพัก อาคารที่พักอาศัยรวมหรือสถานบริการต่าง ๆ โดยอาจปรับตัวแปรข้อมูลนำเข้าให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของอาคารแต่ละประเภท นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปใช้เปรียบเทียบเทคโนโลยีระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานทดแทนประเภทอื่น เช่น ระบบฮีตปั๊ม หรือระบบผสมผสาน เพื่อช่วยให้การตัดสินใจเลือกเทคโนโลยีมีความรอบด้านมากขึ้น

ประเด็นสุดท้าย คือ แนวทางการนำไปใช้งานจริง เครื่องมือนี้ควรถูกนำไปใช้ภายใต้ความเข้าใจในสมมติฐานและขอบเขตของการคำนวณที่กำหนดไว้ในงานศึกษานี้ โดยผลลัพธ์ที่ได้เหมาะสำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในขั้นต้นเท่านั้น ผู้ใช้งานควรนำผลการประเมินไปใช้ร่วมกับการสำรวจหน้างานจริง การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกเพิ่มเติม และการออกแบบรายละเอียดโดยวิศวกรผู้เชี่ยวชาญก่อนการตัดสินใจลงทุนหรือดำเนินการติดตั้งระบบจริง แนวทางดังกล่าวจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนระหว่างผลการคำนวณกับการใช้งานจริง และเพิ่มความเหมาะสมในการนำระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ไปประยุกต์ใช้ในแต่ละโครงการ

เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถตอบโจทย์วัตถุประสงค์ของการศึกษาได้อย่างเหมาะสม ช่วยลดความซับซ้อนของการประเมินความคุ้มค่า และสนับสนุนการตัดสินใจในระดับโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การพัฒนาและต่อยอดในอนาคตจะช่วยเพิ่มศักยภาพของเครื่องมือให้ครอบคลุมการใช้งานในวงกว้างมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (๒๕๖๔). คู่มือการออกแบบและติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (ม.ป.ป.). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาศักยภาพการใช้และประยุกต์ใช้น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน.

กระทรวงพลังงาน. (๒๕๖๕). แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (๒๕๖๖). อัตราค่าไฟฟ้าและโครงสร้างต้นทุนพลังงานไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน. (๒๕๖๖). สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (๒๕๖๖). ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor). กรุงเทพมหานคร: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).

Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (๒๐๑๓). Solar Engineering of Thermal Processes (๔th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.

Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (๒๐๑๑). Fundamentals of Heat and Mass Transfer (๗th ed.). New York: John Wiley & Sons.

ภาคผนวก ก.
ตัวอย่างแผ่นตารางข้อมูลนำเข้าในโปรแกรม Excel

ตารางที่ ก-๑ ข้อมูลลักษณะอาคารและพฤติกรรมการใช้

รายการข้อมูล (Parameters)	ค่าที่กำหนด (Value)	หน่วย (Unit)
จำนวนห้องพัก	๑๐๐	ห้อง
จำนวนคนที่เข้าพักเฉลี่ย	๒	คน/ห้อง
อัตราการเข้าพัก	๑๐๐	%
ช่วงเวลาใช้น้ำสูงสุด	๒	ครั้งต่อวัน
ระยะเวลาอาบน้ำ (Shower Time)	๖	นาที
อุณหภูมิน้ำเย็นขาเข้า (T_{cold})	๒๕	°C
อุณหภูมิน้ำร้อนขาออก (T_{hot})	๖๐	°C
อุณหภูมิน้ำผสมใช้งาน (T_{mix})	๔๐	°C

ตารางที่ ก-๒ ข้อมูลต้นทุนพลังงานและเศรษฐศาสตร์
(อ้างอิงราคาตลาดและเกณฑ์การวิเคราะห์ ณ ปีปัจจุบัน)

ประเภทเชื้อเพลิง	ราคาต่อหน่วย (Price/Unit)	เงินอุดหนุน (Subsidy)	ระยะเวลาโครงการ (Project Life)	อัตราคิดลด (Discount Rate)
ไฟฟ้า	๔.๖๘ บาท/kWh	๓๐.๐๐%	๑๕ ปี	๖.๐๐%
ก๊าซ LPG	๒๐.๒๙ บาท/กก.	๓๐.๐๐%	๑๕ ปี	๖.๐๐%
น้ำมันดีเซล	๓๒.๐๐ บาท/ลิตร	๓๐.๐๐%	๑๕ ปี	๖.๐๐%
น้ำมันเตา	๒๒.๐๐ บาท/ลิตร	๓๐.๐๐%	๑๕ ปี	๖.๐๐%

ตารางที่ ก-๓ ข้อมูลต้นทุนระบบวิศวกรรม

รายการ (Item)	ราคาต่อหน่วย (Unit Cost)	หมายเหตุ (Remark)
ราคาระบบผลิตน้ำร้อนพลังงาน แสงอาทิตย์	๑๔,๘๐๐ บาท/ตร.ม.	ราคารวมแผงรับรังสี ถึงเก็บ อุปกรณ์อื่นๆ และค่าติดตั้ง*

หมายเหตุ: ราคาอ้างอิงจากค่าเฉลี่ยใบเสนอราคาของ ๓ บริษัทผู้ผลิตชั้นนำ และคำนวณภายใต้เงื่อนไขอายุการใช้งานของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ ๑๕ ปี โดยคิดค่าเดินระบบและค่าบำรุงรักษาระบบที่ ๕% ของราคาติดตั้งต่อปี

ภาคผนวก ข.
รายละเอียดทางเทคนิคของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ข-๑ คุณลักษณะของแผงรับรังสีอาทิตย์ (Solar Collector Specifications)

- ชนิด แบบแผ่นเรียบ (Flat Plate Collector) เหมาะสำหรับการผลิตน้ำร้อนอุณหภูมิ ๖๐ องศาเซลเซียส
- มาตรฐานการทดสอบ ผ่านการทดสอบสมรรถนะความร้อนตามมาตรฐานสากล ISO ๙๘๐๖ หรือ มอก. ที่เกี่ยวข้อง
- ส่วนดูดซับความร้อน (Absorber) แผ่นครีบทาจากทองแดงหรืออลูมิเนียม เคลือบสารดูดกลืนรังสี (Selective Coating) เพื่อประสิทธิภาพการดูดซับสูงและการแผ่รังสีต่ำ
- กระจกปิดหน้า กระจกนิรภัยชนิด Low-Iron หนาไม่น้อยกว่า ๓.๐ มม. ยอมให้แสงผ่านได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๙๐
- ฉนวนกันความร้อน ฉนวนใยแก้วหรือโพลียูรีเทนโฟม ความหนาเหมาะสมเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนด้านหลังและด้านข้าง
- อายุการใช้งานประเมิน ไม่น้อยกว่า ๑๕ ปี

● ข-๒ คุณลักษณะของถังเก็บน้ำร้อน

- ชนิด ถังแรงดัน หรือถังน้ำร้อนแบบใช้ร่วมกับ Heat Exchanger
- วัสดุตัวถังภายใน สแตนเลสสตีลเกรด Food Grade (SUS3๐๔ หรือ SUS3๑๖L) เพื่อความสะอาดปลอดภัยและทนต่อการกัดกร่อน
- ฉนวนกันความร้อน หุ้มฉนวนโพลียูรีเทนโฟมความหนาไม่น้อยกว่า ๕๐ มม. หรือเทียบเท่า เพื่อรักษาอุณหภูมิน้ำร้อนค้างคืน
- วัสดุหุ้มภายนอก วัสดุที่ทนต่อสภาพอากาศและการเกิดสนิม เช่น Galvanized Steel หรือ Stainless Steel
- อุปกรณ์ความปลอดภัย ติดตั้งวาล์วระบายแรงดันและอุณหภูมิตามมาตรฐานความปลอดภัย

ข-๓ ระบบท่อและอุปกรณ์ประกอบ (Piping & Accessories)

- ท่อน้ำร้อน ท่อทองแดงหรือท่อ PPR (Polypropylene Random Copolymer) ที่ทนอุณหภูมิใช้งานต่อเนื่องได้ไม่ต่ำกว่า ๗๐ องศาเซลเซียส
- ฉนวนหุ้มท่อ ยางสังเคราะห์หรือวัสดุเทียบเท่า ชนิดเซลล์ปิด ความหนาตามมาตรฐานวิศวกรรม เพื่อลดการสูญเสียความร้อนในเส้นท่อ
- เครื่องสูบน้ำหมุนเวียน ชนิดทนน้ำร้อน ออกแบบสำหรับระบบ Solar Thermal โดยเฉพาะทำงานเงียบและประหยัดพลังงาน
- ระบบควบคุม ชุดควบคุมผลต่างอุณหภูมิสั่งงานปั๊มหมุนเวียนอัตโนมัติเมื่ออุณหภูมิแผงสูงกว่าถังเก็บตามค่าที่กำหนด

ข-๔ มาตรฐานการติดตั้งและการรับประกัน

- โครงสร้างรองรับ ทำจากเหล็กชุบสังกะสีหรือวัสดุปลอดสนิม ออกแบบให้รับน้ำหนักแผงและแรงลมตามหลักวิศวกรรมโยธา
- ทิศทางการติดตั้ง หันแผงรับแสงไปทางทิศใต้โดยมีมุมเอียงประมาณ ๑๕ - ๒๐ องศา เพื่อรับแสงได้ดีที่สุดในประเทศไทย

- การบำรุงรักษา ระบบถูกออกแบบให้ดูแลรักษาง่าย โดยรวมค่าใช้จ่ายในการล้างแ่งและตรวจสอบระบบปีละ ๕% ของเงินลงทุน

ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างการคำนวณระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในโรงแรม

ตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวกนี้ เป็นการแสดงที่มาของตัวเลขที่ปรากฏในส่วนแสดงผล (Dashboard) ของโปรแกรม โดยอ้างอิงกรณีศึกษาโรงแรมขนาด ๑๐๐ ห้อง เพื่อแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์สมดุลพลังงานและการกำหนดขนาดระบบอย่างละเอียด

ค.๑ ข้อมูลตั้งต้นสำหรับการคำนวณ

อ้างอิงข้อมูลจากหน้าจอส่วนนำเข้าข้อมูล (Input Data)

- จำนวนห้องพัก ๑๐๐ ห้อง
- จำนวนผู้เข้าพัก ๒๐๐ คน (คิดจาก ๑๐๐ ห้อง X ๒ คน/ห้อง ที่อัตราการเข้าพัก ๑๐๐%)
- อุณหภูมิน้ำเย็น (น้ำประปา) (T_{cold}) ๒๕ °C
- อุณหภูมิน้ำร้อนที่ผลิต (T_{hot}) ๖๐ °C
- อุณหภูมิน้ำอุ่นที่ใช้งานจริง (T_{mix}) ๔๐ °C
- ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย (G_T) ๔.๘ kWh/m²/day (ค่าเฉลี่ยมาตรฐานประเทศไทย)
- ประสิทธิภาพรวมของระบบ (η_{sys}) ๕๙.๓๑% (๐.๕๙๓๑)

ค.๒ ขั้นตอนการคำนวณภาระความร้อน

๑) การคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำร้อนต่อวัน (V_{demand})

จากข้อมูล Dashboard แสดงปริมาณการผลิตน้ำร้อนรวม ๗,๓๐๐,๐๐๐ ลิตร/ปี สามารถคำนวณย้อนกลับเป็นความต้องการรายวันได้ดังนี้

$$V_{daily} = \frac{\text{ปริมาณน้ำร้อนรวมต่อปี}}{๓๖๕ \text{ วัน}}$$

$$V_{daily} = \frac{๗,๓๐๐,๐๐๐}{๓๖๕} = ๒๐,๐๐๐ \text{ ลิตร/วัน}$$

คำอธิบายเพิ่มเติม ปริมาณ ๒๐,๐๐๐ ลิตรต่อวันนี้ สอดคล้องกับเกณฑ์การออกแบบสำหรับโรงแรมระดับมาตรฐาน ที่มีผู้เข้าพัก ๒๐๐ คน คิดเป็นอัตราการใช้น้ำร้อนประมาณ ๑๐๐ ลิตรต่อคนต่อวัน (ที่อุณหภูมิใช้งานผสม)

๒) การคำนวณพลังงานความร้อนที่ต้องการ (Q_{load})

คำนวณพลังงานที่ต้องใช้ในการทำให้น้ำ ๒๐,๐๐๐ ลิตร มีอุณหภูมิสูงขึ้นจาก ๒๕ °C เป็น ๖๐ °C โดยใช้สมการอุณหพลศาสตร์

$$Q_{load} = m \times C_p \times \Delta T$$

โดยที่

- m (มวลน้ำ) = ๒๐,๐๐๐ kg/วัน (เทียบเท่า ๒๐,๐๐๐ ลิตร)
- C_p (ความจุความร้อนจำเพาะ) $\approx$ ๑.๑๖๓ Wh/kg. °C (หรือ ๑ kcal/kg. °C)
- ΔT (ผลต่างอุณหภูมิ) = ๖๐ - ๒๕ = ๓๕ °C

แทนค่าสมการ

$$Q_{load/day} = ๒๐,๐๐๐ \times ๑.๑๖๓ \times ๓๕ = ๘๑๔,๑๐๐ \text{ Wh/วัน}$$

- หรือเท่ากับ ๘๑๔.๑ kWh/วัน

ค.๓ การคำนวณขนาดระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

๑) การคำนวณพลังงานที่ผลิตได้ต่อตารางเมตร (q_{useful})

พิจารณาจากค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยและประสิทธิภาพของระบบ

$$q_{useful} = G_t \times \eta_{sys}$$

$$q_{useful} = ๔.๘ \times ๐.๕๙๓๑ = ๒.๘๔๗ \text{ kWh/m}^2/\text{วัน}$$

๒) การคำนวณพื้นที่รับแสงที่เหมาะสม (A_{col})

เพื่อให้ระบบสามารถผลิตพลังงานทดแทนได้ตามเป้าหมาย โดยคำนึงถึงความเสี่ยงในระบบ จึงกำหนดขนาดพื้นที่ติดตั้งจริงโดยใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างภาระความร้อนและประสิทธิภาพระบบ ดังนี้

$$A_{col} = \frac{Q_{load} \times SF}{G_t \times \eta_{sys}}$$

โดยกำหนดตัวแปรดังนี้

- Q_{load} (ภาระความร้อนรายวัน) = ๘๑๔.๑ kWh/วัน (จากข้อ ค.๒)
- G_t (ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย) = ๔.๘ kWh/m²/วัน
- η_{sys} (ประสิทธิภาพรวมของระบบ) = ๕๙.๓๑% หรือ ๐.๕๙๓๑
- SF (สัดส่วนการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์เป้าหมาย) = ๙๕.๘% (หรือ ๐.๙๕๘)*

หมายเหตุ กำหนดค่า SF ที่ ๙๕.๘% เพื่อให้ครอบคลุมความต้องการใช้น้ำร้อนส่วนใหญ่ตลอดทั้งปี

แทนค่าลงในสมการ

$$A_{col} = \frac{๘๑๔.๑ \times ๐.๙๕๘}{๔.๘ \times ๐.๕๙๓๑}$$

$$A_{col} = \frac{๗๗๙.๙๑}{๒.๘๔๗}$$

$$A_{col} = ๒๗๓.๙๔ \approx ๒๗๔ \text{ ตารางเมตร}$$

(ตรงกับค่าที่แสดงใน Dashboard)

๓) การตรวจสอบพลังงานที่ระบบผลิตได้จริงรายปี (Q_{solar_yield})

เมื่อติดตั้งแผงขนาด ๒๗๔ ตารางเมตร จะสามารถผลิตพลังงานความร้อนได้ดังนี้

$$Q_{solar_year} = A_{col} \times q_{useful} \times ๓๖๕$$

$$Q_{solar_year} = ๒๗๔ \times ๒.๘๔๗ \times ๓๖๕ = ๒๘๔,๗๓๙ \text{ kWh/ปี}$$

(หมายเหตุ ตัวเลขนี้คือพลังงานความร้อนสุทธิจากแสงอาทิตย์ที่ยังไม่รวมผลประหยัดจากการทดแทนประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำร้อนเดิม)

ค.๔ การคำนวณผลประหยัดพลังงานเพื่อทดแทนระบบเดิม

ในส่วนนี้เป็นการแสดงที่มาของการคำนวณผลประหยัดที่ปรากฏใน Dashboard โดยมีหลักการคือ การนำ "พลังงานความร้อนรวมที่ผลิตได้จากแสงอาทิตย์" มาคำนวณย้อนกลับเพื่อหาปริมาณเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ลดลงได้จริง โดยคำนึงถึงค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (Heating Value) และประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดความร้อนเดิม (System Efficiency) ที่แตกต่างกัน

๑. ข้อมูลตั้งต้นสำหรับการคำนวณ (Base Parameters)

อ้างอิงจากส่วน "มาตรวัดประสิทธิภาพ" ใน Dashboard

- พลังงานความร้อนที่ผลิตได้รวม ($Q_{thermal}$): ๒๕๕,๕๐๐,๐๐๐ kcal/ปี

(คำนวณจาก ๗,๓๐๐,๐๐๐ ลิตร/ปี $\times$ ๓๕ $^{\circ}$ C $\times$ ๑ kcal/L. $^{\circ}$ C)

๒. การคำนวณกรณีทดแทนระบบไฟฟ้า

เป้าหมายผลลัพธ์ ๓๔๐,๓๑๓ kWh/ปี

- ขั้นตอนที่ ๑ แปลงหน่วยพลังงานความร้อนเป็นหน่วยไฟฟ้า

ใช้ค่าคงที่การแปลงหน่วยทางพลังงานมาตรฐาน (๑ kWh $\approx$ ๘๖๐ kcal)

$$Q_{elec_equivalent} = \frac{๒๕๕,๕๐๐,๐๐๐}{๘๖๐} \approx ๒๙๗,๐๙๓ \text{ kWh}$$

- ขั้นตอนที่ ๒ คำนวณผลประหยัดเมื่อรวมความสูญเสียของระบบเดิม

เครื่องทำน้ำร้อนไฟฟ้าแบบเดิม (Heater) มีความสูญเสียในระบบท่อและถังพักน้ำ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพรวมอยู่ที่ประมาณ ๘๗.๓% ($\eta \approx ๐.๘๗๓$) ดังนั้นไฟฟ้าที่ประหยัดได้จริงคือ

$$E_{saved} = \frac{Q_{elec_equivalent}}{\eta_{old}}$$

$$E_{saved} = \frac{๒๙๗,๐๙๓}{๐.๘๗๓} = ๓๔๐,๓๑๒.๗ \text{ kWh/ปี}$$

(ปัดเศษทศนิยมเป็น ๓๔๐,๓๑๓ kWh/ปี ตามที่แสดงใน Dashboard)

๓. การคำนวณกรณีทดแทนก๊าซหุงต้ม

เป้าหมายผลลัพธ์ ๔๖,๙๘๖ ลิตร/ปี

- ขั้นตอนที่ ๑ กำหนดค่าความร้อนและประสิทธิภาพ

- ค่าความร้อนต่ำของก๊าซ LPG (LHV) ประมาณ ๖,๔๐๐ kcal/ลิตร

- ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำก๊าซ (Gas Boiler Efficiency) ประมาณ ๘๕% ($\eta = ๐.๘๕$)

- ขั้นตอนที่ ๒ คำนวณปริมาณก๊าซที่ประหยัดได้

$$LPG_{saved} = \frac{Q_{thermal}}{LHV_{LPG} \times \eta_{boiler}}$$

$$LPG_{saved} = \frac{255,500,000}{6,400 \times 0.85}$$

$$LPG_{saved} = \frac{255,500,000}{5,440} = 46,966.9 \text{ ลิตร/ปี}$$

(ค่าที่คำนวณได้ 46,966 ลิตร ใกล้เคียงกับค่าใน Dashboard 46,986 ลิตร โดยส่วนต่าง 0.04% เกิดจากค่าความร้อนจำเพาะที่ใช้ในฐานข้อมูลโปรแกรม)

๔. การคำนวณกรณีทดแทนน้ำมันดีเซล

เป้าหมายผลลัพธ์ ๓๕,๔๖๘ ลิตร/ปี

- ขั้นตอนที่ ๑ กำหนดค่าความร้อนและประสิทธิภาพ

- ค่าความร้อนต่ำของน้ำมันดีเซล (LHV) ประมาณ ๙,๐๐๐ kcal/ลิตร

- ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำดีเซล (Diesel Boiler Efficiency) ประมาณ ๘๐% ($\eta = 0.80$)

- ขั้นตอนที่ ๒ คำนวณปริมาณน้ำมันดีเซลที่ประหยัดได้

$$Diesel_{saved} = \frac{Q_{thermal}}{LHV_{Diesel} \times \eta_{boiler}}$$

$$Diesel_{saved} = \frac{255,500,000}{9,000 \times 0.80}$$

$$Diesel_{saved} = \frac{255,500,000}{7,200} = 35,486.1 \text{ ลิตร/ปี}$$

(ค่าที่คำนวณได้ 35,486 ลิตร ใกล้เคียงกับค่าใน Dashboard 35,468 ลิตร โดยส่วนต่าง 0.05% เกิดจากความละเอียดของค่าความร้อนเชื้อเพลิงในฐานข้อมูล)

หมายเหตุ: การแสดงผลลัพธ์ในส่วนนี้ใช้หน่วยเป็น "ลิตร" เพื่อให้สอดคล้องกับการบริหารจัดการเชื้อเพลิงหน้างานจริง แม้ว่าในขั้นตอนการจัดซื้อบางกรณีอาจใช้หน่วยเป็นกิโลกรัม (สำหรับ LPG) แต่โปรแกรมได้ทำการแปลงหน่วยมาตรฐานเพื่อการเปรียบเทียบที่ชัดเจนใน Dashboard

ค.๕ การวิเคราะห์มูลค่าการลงทุน

อ้างอิงจากขนาดพื้นที่รับแสงที่คำนวณได้ ๒๗๔ ตารางเมตร และราคามาตรฐานต่อหน่วยจากฐานข้อมูล

๑) การคำนวณเงินลงทุนรวม (Total Investment)

คำนวณจากราคาประเมินมาตรฐานต่อตารางเมตร (รวมอุปกรณ์และค่าติดตั้ง)

$$C_{total} = A_{col} \times UnitPrice_{avg}$$

$$C_{total} = 274 \text{ ตร.ม.} \times 14,800 \text{ บาท/ตร.ม.} \approx 4,055,200 \text{ บาท}$$

(หมายเหตุ ใน Dashboard แสดงยอด 4,062,094 บาท ซึ่งส่วนต่างเล็กน้อยเกิดจากการรวมค่าดำเนินการทางทะเบียนหรือการปิดเขตเทคนิคในโปรแกรม)

๒) การคำนวณเงินลงทุนสุทธิหลังหักเงินอุดหนุน (Net Investment)

เนื่องจากโครงการได้รับเงินอุดหนุน (Subsidy) ในอัตรา ๓๐%

$$C_{net} = C_{total} \times (1 - \%Subsidy)$$

$$C_{net} = ๔,๐๖๒,๐๙๔ \times (1 - ๐.๓๐) = ๒,๘๔๓,๔๖๕.๘ \text{ บาท}$$

(ตัวเลขนี้คือเงินต้นทุนจริงที่นำไปใช้คำนวณระยะเวลาคืนทุน)

ค.๖ การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Feasibility)

การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) จะพิจารณาจาก "ผลประโยชน์สุทธิ" (Net Saving) ที่หักค่าบำรุงรักษาแล้ว

๑) การประมาณการค่าบำรุงรักษารายปี (Maintenance Cost)

อ้างอิงจาก Dashboard คิดค่าบำรุงรักษาที่ประมาณ ๕% ของเงินลงทุนรวม

$$Cost_{O\&M} = ๔,๐๖๒,๐๙๔ \times ๕\% = ๒๐๓,๑๐๕ \text{ บาท/ปี}$$

๒) พิสัยงานที่มาของระยะเวลาคืนทุน กรณีทดแทนไฟฟ้า (Electricity Case)

- ปริมาณไฟฟ้าที่ประหยัดได้ ๓๔๐,๓๑๓ kWh/ปี
- ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ๔.๖๘ บาท/kWh
- มูลค่าผลประโยชน์ (Gross Saving)

$$Saving_{elec} = ๓๔๐,๓๑๓ \times ๔.๖๘ = ๑,๕๙๒,๖๖๔.๘ \text{ บาท/ปี}$$

- กระแสเงินสดสุทธิ (Net Cash Flow)

$$NetFlow = Saving_{elec} - Cost_{O\&M}$$

$$NetFlow = ๑,๕๙๒,๖๖๔.๘ - ๒๐๓,๑๐๕ = ๑,๓๘๙,๕๕๙.๘ \text{ บาท/ปี}$$

- ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

$$SPP = \frac{NetInvestment}{NetCashFlow}$$

$$SPP = \frac{๒,๘๔๓,๔๖๕.๘}{๑,๓๘๙,๕๕๙.๘} = ๒.๐๔ \text{ ปี}$$

(ตรงกับค่าใน Dashboard ที่แสดง ๒.๐ ปี)

๓) พิสัยงานที่มาของระยะเวลาคืนทุน กรณีทดแทนน้ำมันดีเซล

- ปริมาณดีเซลที่ประหยัดได้ ๓๕,๔๖๘ ลิตร/ปี
- ราคาน้ำมันดีเซล ๓๒.๐๐ บาท/ลิตร
- มูลค่าผลประโยชน์ (Gross Saving)

$$Saving_{diesel} = ๓๕,๔๖๘ \times ๓๒.๐๐ = ๑,๑๓๔,๙๗๖ \text{ บาท/ปี}$$

- กระแสเงินสดสุทธิ (Net Cash Flow)

$$๑,๑๓๔,๙๗๖ - ๒๐๓,๑๐๕ = ๙๓๑,๘๗๑ \text{ บาท/ปี}$$

- ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

$$SPP = \frac{๒,๘๔๓,๔๖๕.๘}{๙๓๑,๘๗๑} = ๓.๐๕ \text{ ปี}$$

(Dashboard ที่แสดง ๓.๑ ปี)

ค.๗ การคำนวณผลกระทบสิ่งแวดล้อม

คำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดได้ (CO₂ Reduction) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor - EF) ตามฐานข้อมูลของโปรแกรม

๑) กรณีทดแทนระบบไฟฟ้า

- EF ไฟฟ้า ๐.๕ kgCO₂/kWh
- CO₂ ที่ลดได้

$$CO_{2, reduced} = ๓๔๐,๓๑๓ \text{ kWh} \times ๐.๕ = ๑๗๐,๑๕๖.๕ \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$$

(ตรงกับค่าใน Dashboard ที่แสดง ๑๗๐,๑๕๖.๓๗)

๒) กรณีทดแทนน้ำมันดีเซล

- EF ดีเซล ๒.๖๘ kgCO₂/ลิตร
- CO₂ ที่ลดได้

$$CO_{2, reduced} = ๓๕,๔๖๘ \text{ ลิตร} \times ๒.๖๘ = ๙๕,๐๕๕.๒ \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$$

(ค่าใน Dashboard ที่แสดง ๙๕,๐๕๕.๒๕ kgCO₂/kWh)

๓) กรณีทดแทนก๊าซ LPG

- EF LPG ๑.๕๑ kgCO₂/ลิตร
- CO₂ ที่ลดได้

$$CO_{2, reduced} = ๔๖,๙๘๖ \text{ ลิตร} \times ๑.๕๑ = ๗๐,๙๔๘.๘ \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$$

(ค่าใน Dashboard ที่แสดง ๗๐,๙๔๘.๗๓ kgCO₂/kWh)

ค.๘ การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI Calculation)

ในส่วนนี้เป็นการแสดงขั้นตอนการคำนวณค่า ROI (Return on Investment) ที่ปรากฏในกราฟแท่งเปรียบเทียบเชิงวิเคราะห์เพื่อแสดงประสิทธิภาพการทำการกำไรของโครงการเมื่อเทียบกับเงินลงทุน

สูตรการคำนวณพื้นฐาน

$$ROI = \left(\frac{\text{กำไรสุทธิรายปี (Net Profit)}}{\text{เงินลงทุนรวม (Total Investment)}} \right) \times ๑๐๐$$

โดยที่

กำไรสุทธิรายปี = มูลค่าผลประหยัดพลังงาน - ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

ข้อมูลตั้งต้น (Base Parameters) จาก Dashboard

- เงินลงทุนรวม (I_{total}) ๔,๐๖๒,๐๙๔ บาท
- ค่าบำรุงรักษารายปี ($C_{O\&M}$) ๒๐๓,๑๐๕ บาท/ปี

๑. กรณีทดแทนระบบไฟฟ้า

- เป้าหมาย ROI: ๓๔.๒๑%
- ขั้นที่ ๑ คำนวณมูลค่าผลประหยัด

นำปริมาณไฟฟ้าที่ประหยัดได้ คูณกับราคาต่อหน่วย

$$Saving_{elec} = ๓๔๐,๓๑๓ \text{ kWh} \times ๔.๖๘ \text{ บาท} = ๑,๕๙๒,๖๖๔.๘๔ \text{ บาท}$$

- ขั้นที่ ๒ คำนวณกำไรสุทธิ

หักค่าบำรุงรักษาออกจากผลประหยัด

$$NetProfit_{elec} = ๑,๕๙๒,๖๖๔.๘๔ - ๒๐๓,๑๐๕ = ๑,๓๘๙,๕๕๙.๘๔ \text{ บาท}$$

- ขั้นที่ ๓ คำนวณ ROI

$$ROI = \left(\frac{๑,๓๘๙,๕๕๙.๘๔}{๔,๐๖๒,๐๙๔} \right) \times ๑๐๐ = ๓๔.๒๑\%$$

๒. กรณีทดแทนน้ำมันดีเซล

- เป้าหมาย ROI ๒๒.๙๔%
- ขั้นที่ ๑ คำนวณมูลค่าผลประหยัด

$$Saving_{diesel} = ๓๕,๔๖๘ \text{ ลิตร} \times ๓๒.๐๐ \text{ บาท} = ๑,๑๓๔,๙๗๖.๐๐ \text{ บาท}$$

- ขั้นที่ ๒ คำนวณกำไรสุทธิ

$$NetProfit_{diesel} = ๑,๑๓๔,๙๗๖.๐๐ - ๒๐๓,๑๐๕ = ๙๓๑,๘๗๑.๐๐ \text{ บาท}$$

- ขั้นที่ ๓ คำนวณ ROI

$$ROI = \left(\frac{๙๓๑,๘๗๑.๐๐}{๔,๐๖๒,๐๙๔} \right) \times ๑๐๐ = ๒๒.๙๔\%$$

๓. กรณีทดแทนก๊าซหุงต้ม

- เป้าหมาย ROI ๑๘.๔๗%
- ขั้นที่ ๑ คำนวณมูลค่าผลประหยัด

(อ้างอิงราคา LPG เฉลี่ย ๒๐.๒๙ บาท ตามฐานข้อมูล)

$$Saving_{LPG} = ๔๖,๙๘๖ \text{ หน่วย} \times ๒๐.๒๙ \text{ บาท} = ๙๕๓,๓๔๕.๙๔ \text{ บาท}$$

- ขั้นที่ ๒ คำนวณกำไรสุทธิ

$$NetProfit_{LPG} = ๙๕๓,๓๔๕.๙๔ - ๒๐๓,๑๐๕ = ๗๕๐,๒๔๐.๙๔ \text{ บาท}$$

- ขั้นที่ ๓ คำนวณ ROI

$$ROI = \left(\frac{๗๕๐,๒๔๐.๙๔}{๔,๐๖๒,๐๙๔} \right) \times ๑๐๐ = ๑๘.๔๗\%$$

๔. กรณีทดแทนน้ำมันเตา (Fuel Oil Replacement)

- เป้าหมาย ROI ๑๓.๓๙%
- ขั้นที่ ๑ คำนวณมูลค่าผลประโยชน์:

(คำนวณย้อนกลับจากปริมาณเทียบเท่าดีเซลโดยประมาณ)

$$Saving_{fuel_oil} \approx ๗๔๗,๐๓๒.๐๐ \text{ บาท}$$

- ขั้นที่ ๒ คำนวณกำไรสุทธิ

$$NetProfit_{fuel_oil} = ๗๔๗,๐๓๒.๐๐ - ๒๐๓,๑๐๕ = ๕๔๓,๙๒๗.๐๐ \text{ บาท}$$

- ขั้นที่ ๓ คำนวณ ROI

$$ROI = \left(\frac{๕๔๓,๙๒๗.๐๐}{๔,๐๖๒,๐๙๔} \right) \times ๑๐๐ = ๑๓.๓๙\%$$

ค.๙ การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR Analysis)

ในส่วนนี้เป็นการแสดงขั้นตอนการคำนวณค่า IRR (Internal Rate of Return) ที่ปรากฏใน Dashboard ซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดความสามารถในการทำกำไรของโครงการเมื่อเทียบกับต้นทุนเงินทุน โดยพิจารณาจากกระแสเงินสดตลอดอายุโครงการ ๑๕ ปี

หลักการคำนวณ

IRR คืออัตราผลตอบแทน (r) ที่ทำให้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของโครงการเท่ากับศูนย์ หรือกล่าวคือ เป็นจุดที่ "มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวม" เท่ากับ "เงินลงทุนสุทธิ" พอดี
สมการตั้งต้น

$$\text{เงินลงทุนสุทธิ} = \text{กระแสเงินสดสุทธิรายปี} \times \left[\frac{๑ - (๑ + r)^{-n}}{r} \right]$$

โดยที่:

- n (ระยะเวลาโครงการ) = ๑๕ ปี
- r = ค่า IRR ที่ต้องการหา

๑. การเตรียมข้อมูลตั้งต้น (Data Preparation)

ก่อนเข้าสู่สูตรคำนวณ ต้องเตรียมตัวเลข ๒ ส่วนหลัก คือ

๑) เงินลงทุนสุทธิ (Net Investment)

เนื่องจากโครงการได้รับเงินอุดหนุน ๓๐% เราจึงคิดเฉพาะส่วนที่ผู้ลงทุนต้องจ่ายจริง

- เงินลงทุนรวม (I_{total}) ๔,๐๖๒,๐๙๔ บาท

หักเงินอุดหนุน ๓๐% $๔,๐๖๒,๐๙๔ \times ๓๐\% = ๑,๒๑๘,๖๒๘.๒$ บาท

- เงินลงทุนสุทธิ (I_{net})

$$๔,๐๖๒,๐๙๔ - ๑,๒๑๘,๖๒๘.๒ = ๒,๘๔๓,๔๖๕.๘ \text{ บาท}$$

๒) กระแสเงินสดสุทธิรายปี (Annual Net Cash Flow)

คำนวณจาก (ผลประโยชน์พลังงาน - ค่าบำรุงรักษา ๒๐๓,๑๐๕ บาท)

๒. กรณีทดแทนระบบไฟฟ้า (Electricity Replacement)

- เป้าหมาย IRR ๔๘.๗๔%
- กระแสเงินสดสุทธิ (CF) ๑,๓๘๙,๕๕๙.๘ บาท/ปี (จากข้อ ค.๗)
- การพิสูจน์ค่า IRR

แทนค่า $r = ๔๘.๗๔\%$ (หรือ ๐.๔๘๗๔) ลงในสูตรเพื่อตรวจสอบมูลค่าปัจจุบัน

$$PV = ๑,๓๘๙,๕๕๙.๘ \times \left[\frac{1 - (๐.๔๘๗๔)^{-๑๕}}{๐.๔๘๗๔} \right]$$

$$PV = ๑,๓๘๙,๕๕๙.๘ \times [๒.๐๔๖๓] \approx ๒,๘๔๓,๔๖๕.๘ \text{ บาท}$$

๓. กรณีทดแทนน้ำมันดีเซล (Diesel Replacement)

- เป้าหมาย IRR ๓๒.๒๘%
- กระแสเงินสดสุทธิ (CF) ๙๓๑,๘๗๑ บาท/ปี (จากข้อ ค.๗)
- การพิสูจน์ค่า IRR

แทนค่า $r = ๓๒.๒๘\%$ (หรือ ๐.๓๒๒๘)

$$PV = ๙๓๑,๘๗๑ \times \left[\frac{1 - (๐.๓๒๒๘)^{-๑๕}}{๐.๓๒๒๘} \right]$$

$$PV = ๙๓๑,๘๗๑ \times [๓.๐๕๑๓] \approx ๒,๘๔๓,๔๖๕.๘ \text{ บาท}$$

๔. กรณีทดแทนก๊าซ LPG (LPG Replacement)

- เป้าหมาย IRR ๒๕.๕๑%
- กระแสเงินสดสุทธิ (CF) ๗๕๐,๒๔๐.๙ บาท/ปี (จากข้อ ค.๗)
- การพิสูจน์ค่า IRR

แทนค่า $r = ๒๕.๕๑\%$ (หรือ ๐.๒๕๕๑)

$$PV = ๗๕๐,๒๔๐.๙ \times \left[\frac{1 - (๐.๒๕๕๑)^{-๑๕}}{๐.๒๕๕๑} \right]$$

$$PV = ๗๕๐,๒๔๐.๙ \times [๓.๗๙๐๐] \approx ๒,๘๔๓,๔๖๕ \text{ บาท}$$

๕. กรณีทดแทนน้ำมันเตา (Fuel Oil Replacement)

- เป้าหมาย IRR ๑๗.๔๑%
- กระแสเงินสดสุทธิ (CF) ๕๔๓,๙๒๗ บาท/ปี (จากข้อ ค.๗)
- การพิสูจน์ค่า IRR

แทนค่า $r = ๑๗.๔๑\%$ (หรือ ๐.๑๗๔๑):

$$PV = ๕๔๓,๙๒๗ \times \left[\frac{1 - (๐.๑๗๔๑)^{-๑๕}}{๐.๑๗๔๑} \right]$$

$$PV = ๕๔๓,๙๒๗ \times [๕.๒๒๗๖] \approx ๒,๘๔๓,๔๖๕ \text{ บาท}$$

ภาคผนวก ง.

คู่มือการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ความคุ้มค่าระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับโรงแรม

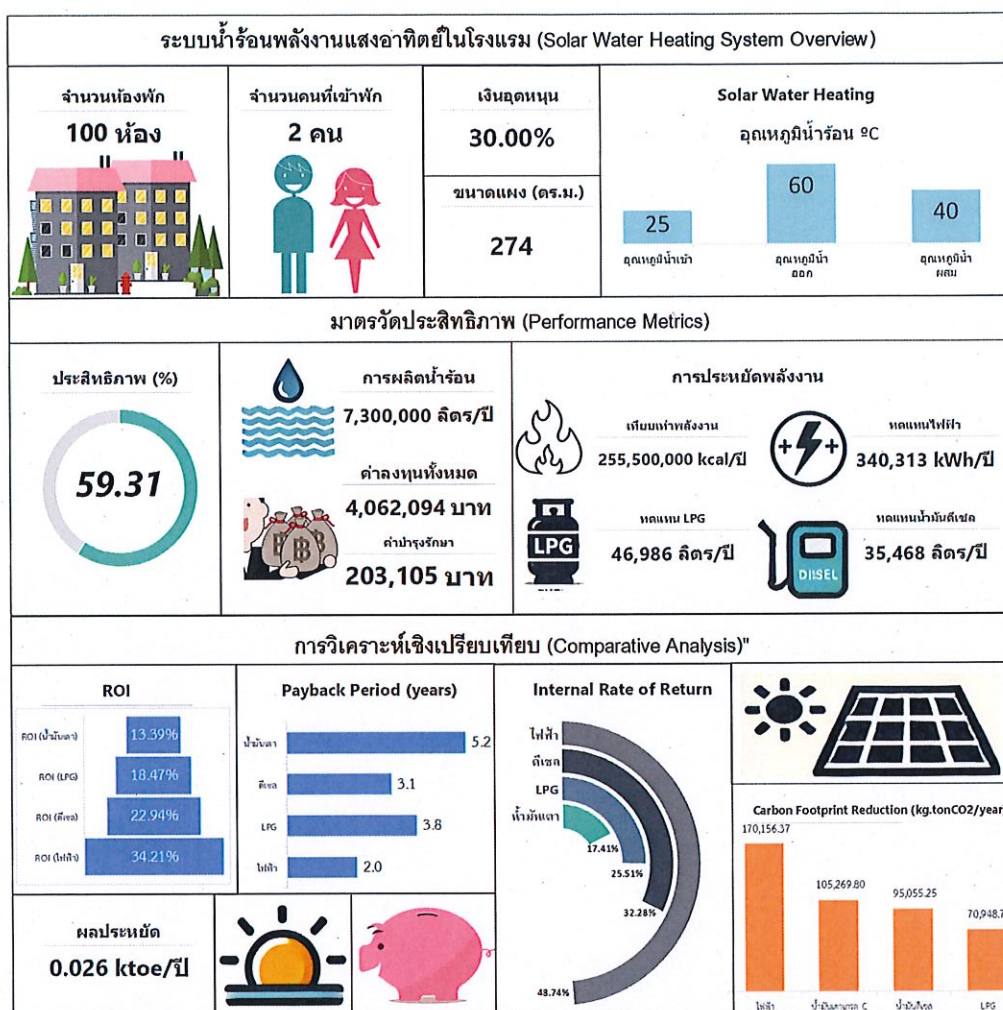
ตารางที่ ง-๑ คำอธิบายและเกณฑ์แนะนำสำหรับการกรอกข้อมูลลักษณะอาคาร

หัวข้อข้อมูล	คำอธิบายและวิธีการกรอก	หน่วย	คำแนะนำ/ข้อควรระวัง
จำนวนห้องพัก	ระบุจำนวนห้องพักทั้งหมดของ โรงแรมที่ต้องการจ่ายน้ำร้อน	ห้อง	กรอกตามจำนวนจริงของ โครงการ
จำนวนคนที่เข้า พัก	ระบุจำนวนผู้เข้าพักเฉลี่ยต่อห้อง สำหรับการออกแบบ	คน/ห้อง	มาตรฐานโรงแรมทั่วไปใช้ ๒ คน
คิตที่ %	อัตราการเข้าพักเฉลี่ยตลอดทั้งปี (ใช้เพื่อประเมินการใช้งานจริง)	%	ควรใช้ค่าเฉลี่ยย้อนหลัง ๑ ปี (เช่น ๘๐-๑๐๐%)
ช่วงเวลา Peak	จำนวนรอบที่มีการใช้น้ำสูงสุดต่อวัน (เพื่อคำนวณขนาดถังเก็บน้ำ)	ครั้ง/วัน	ปกติคือ ๒ ครั้ง (ช่วงเช้าและ ช่วงเย็น)
อาบครึ่งละ	ระยะเวลาการอาบน้ำเฉลี่ยต่อคนต่อ ครั้ง	นาที	ค่ามาตรฐานการออกแบบคือ ๖-๑๐ นาที
อุณหภูมิน้ำเข้า	อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำประปาหรือน้ำ บาดาลก่อนเข้าสู่ระบบ	°C	ประเทศไทยเฉลี่ย ๒๕°C
อุณหภูมิน้ำออก	อุณหภูมิเป้าหมายของน้ำร้อนที่ออก จากถังเก็บ	°C	มาตรฐานโรงแรมคือ ๖๐°C
อุณหภูมิน้ำผสม	อุณหภูมิน้ำอุ่นที่ปลายก๊อกที่ผู้เข้า พักใช้งานจริง	°C	ค่าความสบายผิวอยู่ที่ ๓๘- ๔๒°C (แนะนำ ๔๐°C)

นอกจากข้อมูลลักษณะอาคารแล้ว ผู้ใช้งานต้องกำหนด สมมติฐานทางการเงินและต้นทุน ในส่วนถัดมาของหน้าจอ เพื่อให้การวิเคราะห์ความคุ้มค่าสะท้อนความเป็นจริง ได้แก่

- ๑) สมมติฐานราคาพลังงาน ระบุราคาปัจจุบันของไฟฟ้า (บาท/หน่วย) LPG (บาท/กก.) ดีเซล และน้ำมันเตา (บาท/ลิตร)
- ๒) สมมติฐานเศรษฐศาสตร์ ระบุเงินอุดหนุนการลงทุน (%), ระยะเวลาดำเนินโครงการ (ปี) และอัตราคิดลด (Discount Rate)
- ๓) ต้นทุนระบบวิศวกรรม ระบุราคาประเมินระบบต่อน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ต่อตารางเมตร (บาท/ตร.ม.)

ง.๓ ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ (Analytical Dashboard) เมื่อกำหนดข้อมูลนำเข้าครบถ้วน โปรแกรมจะประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบ Dashboard อัจฉริยะ ดังปรากฏในรูปที่ ง-๒



รูปที่ ง-๒ หน้าจอสรุปผลการวิเคราะห์โครงการ (Dashboard)

จากรูปที่ ง-๒ หน้าจอแสดงผลแบ่งออกเป็น ๓ ส่วนสำคัญ ดังนี้

๑. ส่วนสรุปภาพรวมระบบ ส่วนบนสุดแสดงผลลัพธ์การออกแบบเบื้องต้น เพื่อให้ผู้ใช้งานตรวจสอบความเหมาะสมของขนาดระบบ

- ขนาดระบบที่เหมาะสม โปรแกรมคำนวณพื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์ที่เหมาะสมได้ที่ ๒๗๔ ตารางเมตร สำหรับโรงแรมขนาด ๑๐๐ ห้อง
- แผนภาพอุณหภูมิ แสดงสถานะอุณหภูมิของระบบ ตั้งแต่น้ำเข้า (๒๕°C) ผ่านกระบวนการทำน้ำร้อน (๖๐°C) จนถึงน้ำผสมสำหรับใช้งานจริง (๔๐°C)

๒. มาตรวัดประสิทธิภาพส่วนกลางแสดงดัชนีชี้วัดสมรรถนะของระบบ ทั้งในเชิงเทคนิคและการเงิน

- ประสิทธิภาพรวม (System Efficiency) แสดงค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยรายปีของระบบที่ ๕๙.๓๑% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์
- การผลิตและการประหยัด ระบบสามารถผลิตน้ำร้อนได้ ๗,๓๐๐,๐๐๐ ลิตร/ปี ซึ่งเทียบเท่าการลดใช้ไฟฟ้าได้ถึง ๓๔๐,๓๑๓ kWh/ปี

- งบประมาณลงทุน แสดงเงินลงทุนรวมทั้งสิ้นประมาณ ๔.๐๖ ล้านบาท และค่าบำรุงรักษาเฉลี่ยปีละ ๒๐๓,๑๐๕ บาท

๓. การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบส่วนล่างสุดแสดงกราฟเปรียบเทียบความคุ้มค่าระหว่างการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนเชื้อเพลิงเดิม ๔ ชนิด (ไฟฟ้า LPG ดีเซล น้ำมันเตา)

- กราฟ ROI (Return on Investment) แสดงอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน โดยกรณีทดแทนระบบไฟฟ้าให้ความคุ้มค่าสูงสุดที่ ๓๔.๒๑%
- กราฟ Payback Period แสดงระยะเวลาคืนทุน โดยกรณีทดแทนระบบไฟฟ้าคืนทุนเร็วที่สุดภายใน ๒.๐ ปี ในขณะที่การทดแทนน้ำมันเตาใช้เวลาคืนทุนนานที่สุดที่ ๕.๒ ปี
- กราฟ IRR (Internal Rate of Return) แสดงอัตราผลตอบแทนภายใน โดยทุกกรณีมีค่าสูงกว่าต้นทุนทางการเงิน (Discount Rate ๖%) แสดงว่าโครงการมีความน่าสนใจทางเศรษฐศาสตร์
- กราฟลดก๊าซเรือนกระจก (Carbon Reduction) แสดงปริมาณการลดการปล่อยก๊าซ CO₂ โดยการทดแทนระบบไฟฟ้าช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้สูงสุดถึง ๑๗๐,๑๕๖ กิโลกรัมคาร์บอน/ปี

ง.๔ ข้อจำกัดและข้อควรระวัง ผลลัพธ์ที่แสดงในรูปที่ ง-๑ และ ง-๒ เป็นค่าประมาณการภายใต้สมมติฐานที่กำหนดไว้เฉพาะกรณีศึกษาเท่านั้น การนำไปใช้งานจริงควรมีการปรับปรุงข้อมูลราคาพลังงานและต้นทุนติดตั้งให้เป็นปัจจุบัน เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำสูงสุด

ข้อเสนอแนวคิดในการพัฒนากระบวนการบริหารจัดการและพิจารณาโครงการสนับสนุนเงิน
ลงทุนด้านพลังงานทดแทนด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัล

โดย

นายธนกฤต จ้อยจินดา

เอกสารประกอบการขอประเมินบุคคลเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

วิศวกรชำนาญการ

สังกัด กลุ่มเทคโนโลยีด้านความร้อน กองพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

(เสนอผลงานเข้ารับการประเมิน ปี พ.ศ. ๒๕๖๙)

คำนำ

การพัฒนากระบวนการทำงานของหน่วยงานภาครัฐให้มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับภารกิจ และรองรับปริมาณงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นประเด็นสำคัญที่ต้องอาศัยทั้งการปรับปรุงเชิงกระบวนการและการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานด้านการพิจารณาโครงการพลังงานทดแทน ซึ่งมีความซับซ้อนด้านข้อมูลและต้องอาศัยการพิจารณาเชิงวิศวกรรมในหลายมิติ

รายงานแนวความคิดในการปรับปรุงหรือพัฒนางานฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเสนอแนวคิดในการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลในฐานะ เครื่องมือสนับสนุนการบริหารจัดการและการพิจารณาโครงการสนับสนุนเงินลงทุนด้านพลังงานทดแทน โดยมุ่งเน้นการช่วยจัดระเบียบข้อมูล การตรวจสอบความครบถ้วน และการคัดกรองความสมเหตุสมผลของข้อมูลทางวิศวกรรมในระดับเบื้องต้น ทั้งนี้ แนวคิดที่นำเสนอเป็นกรอบเชิงแนวคิด มิได้มุ่งหมายเป็นการพัฒนาระบบใช้งานจริง หรือการตัดสินใจแทนบุคลากรของหน่วยงาน

เนื้อหาในรายงานประกอบด้วยการอธิบายแนวคิดและบทบาทของแพลตฟอร์ม การวิเคราะห์กระบวนการทำงานในปัจจุบันและแนวทางการปรับปรุงเชิงกระบวนการ ตลอดจนผลที่คาดว่าจะได้รับและตัวชี้วัดความสำเร็จในระดับแนวคิด เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาและเป็นแนวทางในการพัฒนางานในอนาคต

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานในการพิจารณาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีความเป็นระบบและสอดคล้องกับภารกิจของหน่วยงานมากยิ่งขึ้น และสามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการพัฒนางานในลักษณะเดียวกันต่อไป

ธนกฤต จ้อยจินดา

ธันวาคม ๒๕๖๘

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญ (ตาราง)	ง
สารบัญ (รูปภาพ)	จ
บทที่ ๑ บทนำ	๑
บทที่ ๒ แนวความคิด/ บทวิเคราะห์ / ข้อเสนอ	๔
บทที่ ๓ ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการนำแนวคิดแพลตฟอร์มไปประยุกต์ใช้	๒๐
บทที่ ๔ ตัวชี้วัดความสำเร็จ	๒๒
บทที่ ๕ สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	๒๖
 บรรณานุกรม	 ๒๗

สารบัญ (ตาราง)

เรื่อง

หน้า

ตารางที่ ๒-๑ เปรียบเทียบ Before – After

๘

สารบัญ (รูปภาพ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ ๒-๑ กระบวนการทำงานเดิม (As-Is)	๗
รูปที่ ๒-๒ กระบวนการทำงานใหม่ (To-Be Process)	๘
รูปที่ ๒-๓ บทบาทของแพลตฟอร์มดิจิทัลในกระบวนการพิจารณาโครงการ	๑๑
รูปที่ ๒-๔ ขอบเขตบทบาทของแพลตฟอร์มและวิศวกรในการพิจารณาโครงการ	๑๑
รูปที่ ๒-๕ กระบวนการทำงานของแพลตฟอร์มดิจิทัลในภาพรวม (E-PLATFORM)	๑๕
รูปที่ ๒-๖ โครงสร้างภาพรวมของแพลตฟอร์มดิจิทัลในระดับแนวคิด	๑๘

บทที่ ๑

บทนำ

ภายใต้ภารกิจของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ในการสนับสนุนโครงการด้านพลังงานทดแทน การบริหารจัดการโครงการสนับสนุนเงินลงทุนจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลประกอบการพิจารณาจำนวนมาก โดยเฉพาะโครงการที่เกี่ยวข้องกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีรายละเอียดด้านเทคนิคและการพิจารณาความเหมาะสมเชิงวิศวกรรมในหลายมิติ เช่น ลักษณะการใช้งาน ภาระพลังงาน และข้อจำกัดด้านพื้นที่ติดตั้ง

ในปัจจุบัน กระบวนการรับสมัครและพิจารณาโครงการยังคงอาศัยการตรวจสอบในรูปแบบเดิมเป็นหลัก ซึ่งข้อจำกัดที่สำคัญไม่ใช่เพียงปริมาณเอกสารที่จำนวนมากเท่านั้น แต่คือ ความซับซ้อนในการทวนสอบตรรกะทางวิศวกรรม เนื่องจากโครงการพลังงานแสงอาทิตย์มีความสัมพันธ์แปรผันระหว่างพารามิเตอร์ทางเทคนิคสูง การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของรายการคำนวณจึงต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเป็นรายโครงการ ทำให้การประเมินในขั้นต้นใช้ระยะเวลานานและมีความเสี่ยงต่อความคลาดเคลื่อนเชิงตัวเลขหากไม่มีระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่แม่นยำ

จากลักษณะดังกล่าว การพิจารณาโครงการจึงไม่ได้มีความท้าทายเฉพาะในด้านปริมาณเอกสารหรือระยะเวลาในการดำเนินงานเท่านั้น แต่ยังรวมถึงความยากในการตรวจสอบและเปรียบเทียบข้อมูลทางเทคนิคที่จัดเตรียมมาในรูปแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความสม่ำเสมอในการพิจารณาโครงการในภาพรวม

เอกสารฉบับนี้จึงนำเสนอแนวคิดในการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงานของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ โดยมุ่งเน้นการช่วยจัดระเบียบข้อมูล ตรวจสอบความครบถ้วนและสนับสนุนการประมวลผลในระดับเบื้องต้น เพื่อประกอบการพิจารณาโครงการ ทั้งนี้ แนวคิดที่นำเสนอเป็นเพียงกรอบแนวทางเชิงการออกแบบ มิได้เป็นการพัฒนาระบบใช้งานจริง หรือการตัดสินใจแทนผู้พิจารณา

แนวคิดดังกล่าวมีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนให้กระบวนการบริหารจัดการโครงการมีความเป็นระบบมากขึ้น ลดภาระงานในขั้นตอนพื้นฐาน และช่วยให้การพิจารณาโครงการเป็นไปบนฐานข้อมูลที่จัดเตรียมในรูปแบบเดียวกันมากขึ้น

๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญของผลงาน

กลุ่มเทคโนโลยีด้านความร้อน กองพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ มีภารกิจในการสนับสนุนโครงการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นโครงการที่ต้องอาศัยข้อมูลด้านเทคนิคและข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ประกอบการพิจารณา โดยโครงการแต่ละโครงการมีลักษณะการใช้งานและเงื่อนไขทางกายภาพที่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ตาม กระบวนการบริหารจัดการโครงการในปัจจุบันยังคงอาศัยการยื่นและตรวจสอบเอกสารในรูปแบบกระดาษเป็นหลัก ส่งผลให้ขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลและการพิจารณาโครงการต้องดำเนินการเป็นรายโครงการ และใช้ระยะเวลาในการตรวจสอบรายละเอียดทางเทคนิคและข้อมูลการคำนวณจำนวนมาก

ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน คือ การตรวจสอบความสมเหตุสมผลเชิงวิศวกรรมของข้อมูลที่ผู้ยื่นโครงการเสนอ ซึ่งข้อมูลด้านการออกแบบ การคำนวณและตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์มักถูกจัดเตรียมมาในรูปแบบที่แตกต่างกัน ทำให้การตรวจสอบต้องอาศัยการพิจารณาด้วยมือและอาจมีความเสี่ยงต่อความคลาดเคลื่อนจากความไม่เป็นมาตรฐานของรูปแบบข้อมูล ตัวอย่างปัญหาเชิงวิศวกรรม

ที่พบได้บ่อย คือการยื่นโครงการที่มีลักษณะ การออกแบบผิดขนาด (Over-sizing) เช่น การเสนอพื้นที่ แผงรับรังสีดวงอาทิตย์ที่ใหญ่เกินความต้องการใช้พลังงานจริงเพื่อให้ได้งบประมาณสนับสนุนที่สูงขึ้น ซึ่งนอกจากจะส่งผลต่อระยะเวลาคืนทุนที่นานเกินความเป็นจริงแล้ว ยังถือเป็นภาระงบประมาณของภาครัฐ โดยไม่จำเป็น แนวคิดการพัฒนาแพลตฟอร์มนี้จึงเข้ามาช่วยในการตรวจสอบความสอดคล้องอัตโนมัติ โดยการใช้ตรรกะทางวิศวกรรมทวนสอบสัดส่วนการออกแบบกับภาระพลังงานของผู้สมัครทันทีในขั้นตอน นำเข้าข้อมูล เพื่อคัดกรองโครงการที่ไม่เหมาะสมออกก่อนเข้าสู่การพิจารณาเชิงลึก

จากข้อจำกัดดังกล่าว งานชิ้นนี้จึงนำเสนอแนวคิดในการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อสนับสนุน การบริหารจัดการโครงการในรูปแบบออนไลน์ โดยมุ่งเน้นการจัดเตรียมข้อมูลในรูปแบบที่เป็นระบบ และ การสนับสนุนการประเมินในระดับเบื้องต้น เพื่อช่วยลดภาระงานในขั้นตอนพื้นฐานของเจ้าหน้าที่และ คณะกรรมการ ทั้งนี้ แนวคิดดังกล่าวเป็นการนำเสนอกรอบการออกแบบเชิงแนวคิด มิได้เป็นการพัฒนาระบบใช้งานจริง

นอกจากนี้ แนวคิดการพัฒนาแพลตฟอร์มยังคำนึงถึงการจัดเก็บข้อมูลโครงการในรูปแบบที่เป็นระบบ เพื่อให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบการติดตามผลและการวิเคราะห์ในระดับองค์กรในอนาคต ทั้งนี้ การนำแนวคิดดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความพร้อมของหน่วยงาน

๑.๒ วัตถุประสงค์ของการนำเสนอแนวคิด

๑. เพื่อเสนอแนวคิดในการพัฒนากระบวนการบริหารจัดการโครงการและเอกสารในรูปแบบดิจิทัล โดยมุ่งเน้นการจัดเตรียมข้อมูลที่จำเป็นต่อการพิจารณาโครงการให้มีความครบถ้วนและเป็นระบบตั้งแต่ ขั้นตอนการยื่นคำขอ เพื่อสนับสนุนการตรวจสอบข้อมูลทางเทคนิคและการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ประกอบการวิเคราะห์ในอนาคต

๒. เพื่อเสนอแนวทางการใช้ระบบดิจิทัลเป็นเครื่องมือสนับสนุนการปฏิบัติงานในการตรวจสอบและ ประมวลผลข้อมูลในระดับเบื้องต้น โดยเฉพาะการช่วยลดภาระงานในขั้นตอนที่ต้องดำเนินการซ้ำและ สนับสนุนการพิจารณาโครงการให้มีความเป็นระบบและสม่ำเสมอในเชิงแนวคิด

๓. เพื่อเสนอแนวคิดการออกแบบโครงสร้างระบบในระดับแนวคิด ที่สามารถนำไปปรับใช้กับโครงการ สนับสนุนประเภทอื่นในอนาคต โดยอาศัยโครงสร้างพื้นฐานร่วมกัน เพื่อช่วยลดความซ้ำซ้อนใน การพัฒนาระบบ ทั้งนี้ การนำแนวคิดดังกล่าวไปใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความพร้อมของหน่วยงาน

๑.๓ ขอบเขตของการนำเสนอแนวคิด

การนำเสนอแนวคิดในเอกสารฉบับนี้มุ่งเน้นการเสนอกรอบแนวคิดในการพัฒนากระบวนการบริหารจัดการโครงการสนับสนุนเงินลงทุนด้านพลังงานทดแทนในรูปแบบดิจิทัล โดยเน้นบทบาทของระบบ ในฐานะเครื่องมือสนับสนุนการทำงานของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการในการพิจารณาโครงการ

ขอบเขตของการนำเสนอแนวคิดครอบคลุมกระบวนการคัดกรองข้อมูลโครงการแบบดิจิทัล โดยมุ่งเน้นไปที่ การทวนสอบพารามิเตอร์ทางเทคนิควิกฤตสำหรับระบบผลิตน้ำร้อนและระบบอบแห้งพลังงาน แสงอาทิตย์ เช่น การตรวจสอบประสิทธิภาพของแผงรับรังสี (Collector Efficiency) อัตราการถ่ายเท ความร้อน และความสมดุลของปริมาณความชื้นที่ต้องระเหย เพื่อช่วยลดภาระงานในขั้นตอน การคัดกรองเบื้องต้น โดยยังคงให้การตัดสินใจขั้นสุดท้ายอยู่ภายใต้ดุลยพินิจเชิงวิชาชีพของวิศวกรและ คณะกรรมการ

การนำเสนอแนวคิดนี้อ้างอิงลักษณะงานและประสบการณ์การปฏิบัติงานจริงที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้แนวคิดที่นำเสนอสามารถ

นำไปพิจารณาประยุกต์ใช้กับกระบวนการทำงานของหน่วยงานได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ การนำแนวคิดไปใช้
ในทางปฏิบัติขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความพร้อมของหน่วยงานในแต่ละช่วงเวลา

บทที่ ๒

แนวความคิด/ บทวิเคราะห์ / ข้อเสนอ

บทนี้นำเสนอกรอบแนวคิดและบทบาทของแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการบริหารจัดการโครงการสนับสนุนเงินลงทุน ในฐานะเครื่องมือสนับสนุนการทำงานของหน่วยงาน โดยมุ่งอธิบายแนวทางการปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานให้มีโครงสร้างและลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน เพื่อช่วยสนับสนุนการพิจารณาโครงการในเชิงวิศวกรรมในระดับเบื้องต้น

แพลตฟอร์มที่นำเสนอไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพียงเพื่อใช้รับสมัครหรือจัดเก็บเอกสารเท่านั้น แต่ถูกออกแบบภายใต้แนวคิดการช่วยตรวจสอบและคัดกรองข้อมูลทางเทคนิคและข้อมูลประกอบการพิจารณา เพื่อให้สามารถระบุโครงการที่มีข้อมูลครบถ้วนและมีความสมเหตุสมผลเชิงวิศวกรรมก่อนเข้าสู่การพิจารณาในรายละเอียด

เนื้อหาในบทนี้ครอบคลุมตั้งแต่แนวคิดในการพัฒนาแพลตฟอร์ม บทบาทของแพลตฟอร์มต่อกระบวนการทำงานเดิม ตลอดจนข้อเสนอแนวทางการใช้แพลตฟอร์มเป็นเครื่องมือช่วยปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ โดยยังคงให้การตัดสินใจขั้นสุดท้ายอยู่ภายใต้การพิจารณาของบุคลากรมิใช่การตัดสินใจโดยระบบอัตโนมัติ

แนวคิดในการพัฒนาแพลตฟอร์มมีจุดเริ่มต้นจากข้อจำกัดของกระบวนการพิจารณาโครงการสนับสนุนเงินลงทุน ซึ่งโดยทั่วไปใช้หลักการพิจารณาตามลำดับการยื่นคำขอ ผู้สมัครจำเป็นต้องจัดเตรียมเอกสารจำนวนมากเพื่อรอการตรวจสอบจากหน่วยงาน ในทางปฏิบัติพบว่าโครงการจำนวนหนึ่งมีข้อมูลทางเทคนิคที่ยังไม่ครบถ้วนหรือขาดความสอดคล้องในบางประเด็น ทำให้เจ้าหน้าที่ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบและคำนวณข้อมูลด้วยวิธีการเดิมเป็นรายโครงการ

จากข้อจำกัดดังกล่าว จึงนำไปสู่แนวคิดในการใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลเป็นเครื่องมือช่วยปรับปรุงกระบวนการรับสมัครและคัดกรองโครงการ โดยรวมขั้นตอนการยื่นเอกสาร การจัดเตรียมข้อมูล และการประมวลผลข้อมูลทางวิศวกรรมในระดับเบื้องต้นไว้ในระบบเดียว เพื่อช่วยตรวจสอบความครบถ้วนและความสมเหตุสมผลของข้อมูลตั้งแต่ต้นทาง ก่อนเข้าสู่กระบวนการพิจารณาเชิงรายละเอียดของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ

ระเบียบวิธีการศึกษา (Methodology)

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวคิดและกรอบการออกแบบแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับสนับสนุนการบริหารจัดการโครงการสนับสนุนเงินลงทุนด้านพลังงานทดแทนของหน่วยงานภาครัฐ การศึกษาไม่ได้มุ่งเน้นการทดลองเชิงวิศวกรรมหรือการออกแบบระบบในเชิงรายละเอียด แต่เน้นการวิเคราะห์กระบวนการทำงานเดิม และการออกแบบกรอบแนวคิดของกระบวนการทำงานในรูปแบบดิจิทัล เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการพิจารณาโครงการในระดับเบื้องต้น

ระเบียบวิธีการศึกษาสามารถแบ่งออกเป็น ๔ ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นตอนที่ ๑ การศึกษากระบวนการทำงานในรูปแบบเดิม ดำเนินการศึกษาขั้นตอนการรับสมัคร การตรวจสอบ และการพิจารณาโครงการสนับสนุนเงินลงทุนในรูปแบบเดิม โดยพิจารณาลำดับการทำงาน บทบาทของผู้เกี่ยวข้อง และข้อจำกัดที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานที่อาศัยเอกสารเป็นหลัก เช่น ความล่าช้า

ภาระงานซ้ำซ้อน และความยากในการตรวจสอบข้อมูลทางเทคนิคในระดับเบื้องต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการออกแบบแนวคิดกระบวนการทำงานรูปแบบใหม่

ขั้นตอนที่ ๒ การออกแบบแนวคิดกระบวนการทำงานของแพลตฟอร์มดิจิทัล นำผลจากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานเดิมมาใช้ในการออกแบบแนวคิดกระบวนการทำงานในรูปแบบดิจิทัล โดยกำหนดลำดับขั้นตอนการยื่นคำขอ การจัดเตรียมข้อมูล และการตรวจสอบข้อมูลให้มีโครงสร้างที่ชัดเจน ทั้งนี้ กำหนดให้แพลตฟอร์มทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ โดยไม่ทดแทนบทบาทการตัดสินใจของมนุษย์

ขั้นตอนที่ ๓ การกำหนดข้อมูลและขอบเขตการประมวลผลในระดับเบื้องต้น กำหนดประเภทข้อมูลที่จำเป็นต่อการพิจารณาโครงการ ได้แก่ ข้อมูลผู้สมัคร ข้อมูลทางเทคนิคของระบบ และข้อมูลด้านการลงทุน พร้อมทั้งกำหนดขอบเขตการประมวลผลข้อมูลในระดับเบื้องต้น เพื่อสนับสนุนการตรวจสอบความครบถ้วนและความสมเหตุสมผลของข้อมูล โดยอ้างอิงหลักเกณฑ์ที่หน่วยงานใช้ในการพิจารณาโครงการ

ขั้นตอนที่ ๔ การประเมินความเหมาะสมของแนวคิดแพลตฟอร์ม ประเมินแนวคิดของแพลตฟอร์มในเชิงกระบวนการทำงานและการรองรับข้อมูล โดยพิจารณาความสอดคล้องกับบริบทการดำเนินงานของหน่วยงาน และความเป็นไปได้ในการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ในอนาคต ทั้งนี้ การประเมินดังกล่าวเป็นการพิจารณาในเชิงแนวคิด มิใช่การประเมินผลจากการใช้งานจริง

๒.๑ แนวความคิด

แพลตฟอร์มดิจิทัลที่นำเสนอในเอกสารฉบับนี้ มีแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานจากรูปแบบที่อาศัยเอกสารและการตรวจสอบด้วยมือ ไปสู่การจัดการข้อมูลและลำดับขั้นตอนการทำงานในรูปแบบดิจิทัล โดยกำหนดให้แพลตฟอร์มทำหน้าที่เป็น เครื่องมือสนับสนุนการปฏิบัติงานเชิงวิศวกรรมของเจ้าหน้าที่ มากกว่าการเป็นเพียงระบบรับข้อมูลหรือจัดเก็บเอกสาร

แนวคิดของแพลตฟอร์มมุ่งเน้นการช่วยจัดระเบียบข้อมูล ตรวจสอบความครบถ้วน และสนับสนุนการประเมินความสมเหตุสมผลของข้อมูลในระดับเบื้องต้น เพื่อให้การพิจารณาโครงการเป็นไปอย่างมีโครงสร้างและสม่ำเสมอ โดยยังคงให้การตัดสินใจขั้นสุดท้ายอยู่ภายใต้การพิจารณาของบุคลากร มิใช่การตัดสินใจโดยระบบอัตโนมัติ

บทบาทของแพลตฟอร์มสามารถอธิบายได้เป็น ๓ ประการ ดังนี้

(๑) แพลตฟอร์มในฐานะเครื่องมือจัดการข้อมูลและกระบวนการทำงาน แพลตฟอร์มทำหน้าที่รวบรวมและจัดการข้อมูลของโครงการสนับสนุนเงินลงทุนตั้งแต่ขั้นตอนการยื่นคำขอ การตรวจสอบข้อมูล และการพิจารณาโครงการ โดยจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลที่มีโครงสร้างเดียวกัน เพื่อช่วยลดความซ้ำซ้อนของการดำเนินงาน และเอื้อต่อการเรียกดูและติดตามข้อมูลย้อนหลังในระดับกระบวนการ

(๒) แพลตฟอร์มในฐานะเครื่องมือช่วยตรวจสอบข้อมูลเชิงวิศวกรรมในระดับเบื้องต้น แพลตฟอร์มถูกออกแบบในเชิงแนวคิดให้สามารถสนับสนุนการตรวจสอบความสอดคล้องและความสมเหตุสมผลของข้อมูลทางวิศวกรรมในระดับเบื้องต้น เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการพลังงานกับขนาดระบบที่เสนอ หรือความเหมาะสมของตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ โดยทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยคัดกรองข้อมูลก่อนเข้าสู่การตรวจสอบเชิงรายละเอียดของเจ้าหน้าที่ ทั้งนี้ แพลตฟอร์มทำหน้าที่สนับสนุนการพิจารณา มิใช่การตัดสินใจแทนผู้มีอำนาจ

(๓) แพลตฟอร์มในฐานะแนวคิดการออกแบบที่สามารถปรับใช้งานได้ในอนาคต แพลตฟอร์มถูกเสนอแนวคิดให้ใช้โครงสร้างการทำงานร่วมกันเป็นแกนหลัก และสามารถแยกส่วนการประมวลผลตามประเภทของโครงการ เช่น ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ และระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

เพื่อรองรับลักษณะข้อมูลและเกณฑ์การพิจารณาที่แตกต่างกัน แนวคิดดังกล่าวช่วยให้สามารถปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมส่วนการประมวลผลได้ โดยไม่จำเป็นต้องปรับโครงสร้างหลักของระบบ

๒.๒ บทวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์

บทวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์ในหัวข้อนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นและความเหมาะสมของการนำแนวคิดแพลตฟอร์มดิจิทัลมาใช้ในการบริหารจัดการโครงการสนับสนุนเงินลงทุนของภาครัฐ โดยเฉพาะโครงการที่ใช้หลักการพิจารณาแบบ First Come First Serve ซึ่งมีข้อจำกัดด้านระยะเวลาและทรัพยากรในการตรวจสอบโครงการจำนวนมากในช่วงเปิดรับสมัคร

การวิเคราะห์ในส่วนนี้มุ่งเปรียบเทียบกระบวนการทำงานในรูปแบบเดิมกับแนวคิดกระบวนการทำงานภายหลังการนำแพลตฟอร์มดิจิทัลมาใช้ โดยเน้นการพิจารณาจุดแข็ง จุดอ่อน และข้อจำกัดของกระบวนการเดิม โดยเฉพาะในขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลทางเทคนิคและการประเมินความสมเหตุสมผลเชิงวิศวกรรม เพื่อใช้เป็นฐานในการกำหนดทิศทางการพัฒนาแนวคิดแพลตฟอร์มให้สอดคล้องกับบริบทการทำงานจริงของหน่วยงาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมในอนาคต

๒.๒.๑ การวิเคราะห์กระบวนการทำงาน (As-Is / To-Be)

เพื่อให้เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการทำงานอย่างชัดเจน จึงได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกระบวนการดำเนินงานในรูปแบบเดิม (As-Is) กับแนวคิดกระบวนการทำงานภายหลังการนำแพลตฟอร์มดิจิทัลมาใช้ (To-Be) โดยเริ่มจากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานในรูปแบบเดิม ดังนี้

กระบวนการทำงานเดิม (As-Is)

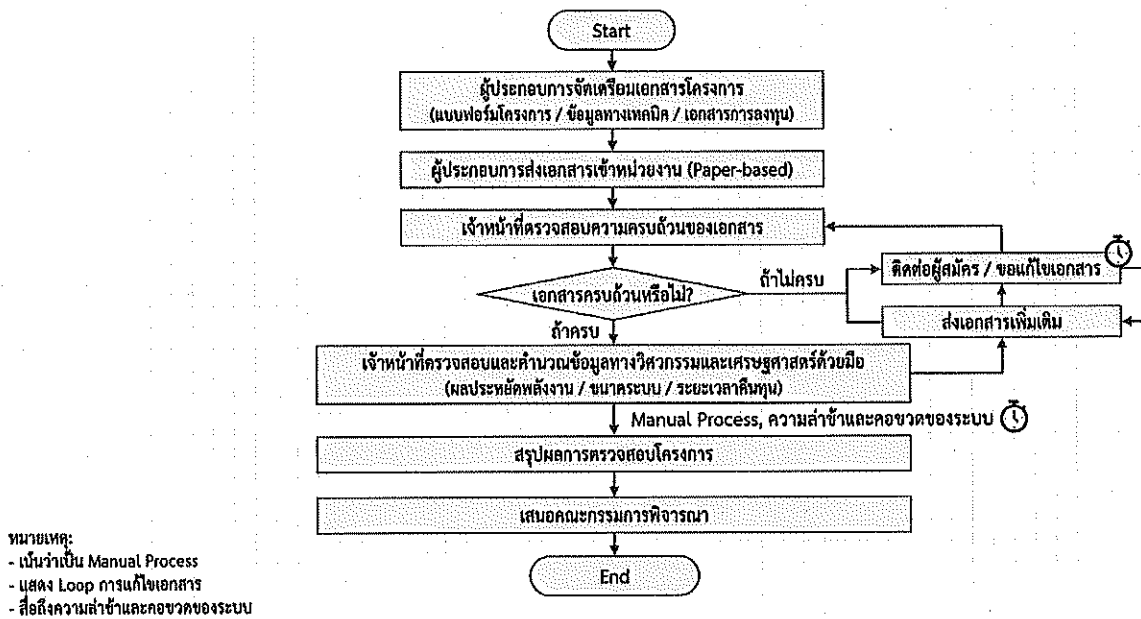
กระบวนการทำงานเดิมของโครงการสนับสนุนเงินลงทุนอาศัยการดำเนินงานในรูปแบบเอกสารกระดาษ (Paper-based Process) โดยมีลักษณะเป็นกระบวนการทำงานแบบลำดับขั้น ซึ่งต้องพึ่งพาการตรวจสอบและการประมวลผลข้อมูลด้วยมือของเจ้าหน้าที่เป็นหลัก

ผู้ประกอบการที่ประสงค์ขอรับการสนับสนุนต้องจัดเตรียมเอกสารโครงการจำนวนมาก เช่น แบบฟอร์มข้อมูลโครงการ รายละเอียดทางเทคนิค เอกสารการลงทุน และเอกสารประกอบอื่น ๆ จากนั้นนำส่งเอกสารเข้าสู่หน่วยงานเพื่อรอการตรวจสอบในขั้นต้น

เมื่อเอกสารถูกส่งเข้ามา เจ้าหน้าที่จะดำเนินการตรวจสอบความครบถ้วนของเอกสาร หากพบว่าเอกสารไม่ครบถ้วน หรือข้อมูลทางเทคนิคยังไม่ชัดเจน จะต้องติดต่อผู้สมัครเพื่อขอแก้ไขหรือจัดส่งเอกสารเพิ่มเติม ส่งผลให้กระบวนการพิจารณาเกิดการหยุดชะงักและใช้ระยะเวลาเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในช่วงที่มีโครงการยื่นเข้ามาพร้อมกันเป็นจำนวนมาก

ในกรณีที่เอกสารครบถ้วน เจ้าหน้าที่จึงจะเข้าสู่ขั้นตอนการตรวจสอบและประเมินข้อมูลทางวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ เช่น ความสอดคล้องของภาระพลังงานกับขนาดระบบที่เสนอ ความเหมาะสมของสมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณ และตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น ซึ่งกระบวนการดังกล่าวต้องอาศัยการพิจารณาเป็นรายโครงการ และใช้เวลาในการตรวจสอบข้อมูลด้วยวิธีการเดิม

ลักษณะกระบวนการทำงานดังกล่าวส่งผลให้เกิดภาระงานซ้ำซ้อน ใช้ระยะเวลานาน และมีข้อจำกัดในการจัดลำดับความสำคัญของโครงการ โดยเฉพาะโครงการที่ใช้หลักการพิจารณาแบบ First Come First Serve ซึ่งโครงการที่ยื่นมาก่อนแต่ข้อมูลยังไม่พร้อม อาจกลายเป็นคอขวดของกระบวนการ และส่งผลต่อความรวดเร็วและความสม่ำเสมอในการพิจารณาโครงการโดยรวม



รูปที่ ๒-๑ กระบวนการทำงานเดิม (As-Is) แสดงขั้นตอนการยื่นเอกสาร การตรวจสอบ และการประเมินโครงการในรูปแบบเอกสารกระดาษ (Paper-based Process) ซึ่งอาศัยการตรวจสอบและการพิจารณาข้อมูลด้วยมือเป็นหลัก กระบวนการดังกล่าวมีลักษณะเป็นลำดับขั้นและมีการวนซ้ำของการแก้ไขเอกสาร ส่งผลให้เกิดความล่าช้าและคอขวดในการพิจารณาโครงการ

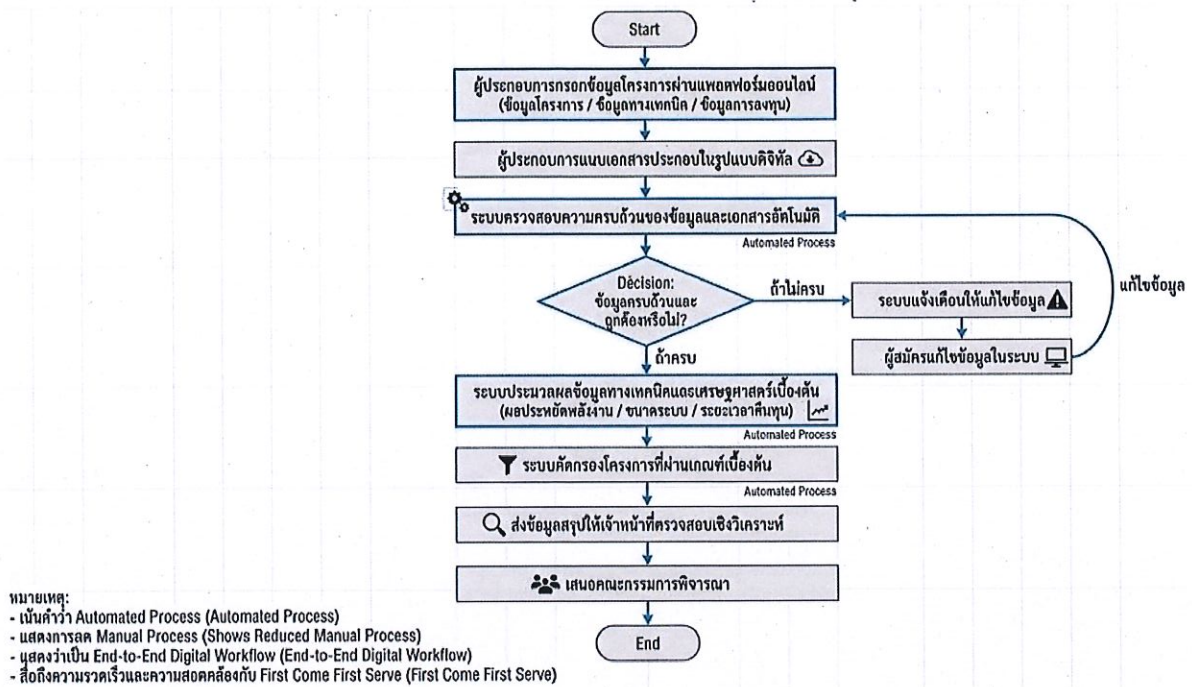
กระบวนการทำงานใหม่ (To-Be)

ภายหลังการนำแนวคิดแพลตฟอร์มดิจิทัลมาใช้ กระบวนการรับสมัคร การจัดเตรียมข้อมูล และการตรวจสอบข้อมูลในขั้นต้นจะถูกออกแบบให้อยู่ภายใต้ระบบเดียวกัน โดยผู้ยื่นโครงการสามารถกรอกข้อมูลและแนบเอกสารประกอบผ่านระบบออนไลน์ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะถูกจัดเก็บในรูปแบบดิจิทัลที่มีโครงสร้างมาตรฐานเดียวกัน เพื่อสนับสนุนการตรวจสอบและการพิจารณาโครงการในลำดับถัดไป

ในขั้นตอนการยื่นคำขอ แพลตฟอร์มทำหน้าที่ช่วยตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลและเอกสารที่จำเป็น รวมถึงสนับสนุนการประมวลผลข้อมูลทางเทคนิคและข้อมูลด้านการลงทุนในระดับการคัดกรองเบื้องต้น โดยอ้างอิงเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาโครงการของหน่วยงาน เพื่อช่วยประเมินความพร้อมและความสมเหตุสมผลของข้อมูลก่อนส่งต่อให้เจ้าหน้าที่ดำเนินการตรวจสอบในรายละเอียด

แนวคิดกระบวนการทำงานดังกล่าวช่วยลดภาระงานด้านธุรการและการคำนวณด้วยมือในขั้นต้นพื้นฐาน ลดการวนซ้ำของการแก้ไขเอกสาร และช่วยลดความเสี่ยงจากความคลาดเคลื่อนของข้อมูลในขั้นต้น ส่งผลให้เจ้าหน้าที่สามารถมุ่งเน้นการตรวจสอบเชิงวิเคราะห์และการพิจารณาประเด็นทางวิศวกรรมที่มีสาระสำคัญของโครงการได้มากขึ้น

นอกจากนี้ การจัดเตรียมข้อมูลในรูปแบบที่เป็นระบบตั้งแต่ต้นทางยังช่วยสนับสนุนการจัดลำดับการพิจารณาโครงการให้มีความชัดเจนและสอดคล้องกับหลักการพิจารณาแบบ First Come First Serve โดยลดผลกระทบจากโครงการที่ข้อมูลยังไม่พร้อมซึ่งอาจกลายเป็นคอขวดของกระบวนการในรูปแบบเดิม



รูปที่ ๒-๒ กระบวนการทำงานใหม่ (To-Be Process) แสดงแนวคิดการบูรณาการขั้นตอนการยื่นคำขอการจัดเตรียมข้อมูล และการตรวจสอบข้อมูลในระดับเบื้องต้นไว้ในระบบเดียว เพื่อสนับสนุนการพิจารณาโครงการให้มีความเป็นระบบ ลดการดำเนินงานด้วยมือ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการโครงการตามหลัก First Come First Serve

ตารางที่ ๒-๑ เปรียบเทียบ Before - After

ประเด็น	รูปแบบเดิม (As-Is)	รูปแบบใหม่ (To-Be)
การรับสมัคร	เอกสารกระดาษ	การจัดเตรียมข้อมูลผ่านระบบออนไลน์
การตรวจสอบข้อมูล	ตรวจสอบด้วยมือเป็นรายโครงการ	ตรวจสอบความครบถ้วนและคัดกรองข้อมูลในระดับเบื้องต้น
การคำนวณ	คำนวณและตรวจสอบทีละโครงการ	สนับสนุนการประมวลผลเบื้องต้นตามเกณฑ์เดียวกัน
ระยะเวลา	ใช้ระยะเวลานานและมีการหยุดชะงัก	ลดระยะเวลาในขั้นตอนพื้นฐาน
ความผิดพลาด	เสี่ยงต่อความคลาดเคลื่อนจากการดำเนินงานด้วยมือ	ลดความคลาดเคลื่อนในขั้นตอนของกระบวนการ

๒.๒.๒ การวิเคราะห์ SWOT

เพื่อประเมินความเหมาะสมของแนวคิดการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลในบริบทการดำเนินงานจริงของหน่วยงาน จึงได้ทำการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค โดยมุ่งพิจารณาผลกระทบต่อการบูรณาการพิจารณาโครงการในเชิงวิศวกรรมและการบริหารจัดการ ดังนี้

Strengths (จุดแข็ง)

- แพลตฟอร์มมีศักยภาพในการช่วยลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ในขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูล และการประมวลผลเบื้องต้น ทำให้เจ้าหน้าที่สามารถมุ่งเน้นการพิจารณาเชิงวิเคราะห์และ การใช้ดุลยพินิจทางวิศวกรรมได้มากขึ้น
- การใช้เกณฑ์และกรอบการตรวจสอบเดียวกันช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอในการพิจารณาโครงการ ลดความแตกต่างที่อาจเกิดจากรูปแบบการจัดเตรียมข้อมูลที่หลากหลาย
- การจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลที่เป็นระบบช่วยเพิ่มความโปร่งใส และเอื้อต่อการตรวจสอบย้อนหลังในเชิงกระบวนการและเชิงเทคนิค

Weaknesses (จุดอ่อน)

- ในช่วงเริ่มต้นของการนำแนวคิดไปใช้ อาจต้องใช้ระยะเวลาในการปรับตัวของเจ้าหน้าที่และ ผู้ยื่นโครงการต่อรูปแบบการจัดเตรียมข้อมูลและกระบวนการทำงานใหม่
- แนวคิดแพลตฟอร์มจำเป็นต้องมีการวางแผนการดูแลและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ การพิจารณาโครงการและบริบทการทำงาน ที่อาจเปลี่ยนแปลงในอนาคต

Opportunities (โอกาส)

- ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบมาตรฐานสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์เชิงนโยบาย การติดตามผล และการวางแผนในระดับองค์กรได้ในระยะยาว
- แนวคิดแพลตฟอร์มสามารถนำไปปรับใช้กับโครงการสนับสนุนประเภทอื่นที่มีลักษณะการ พิจารณาลักษณะคล้ายกัน โดยไม่จำเป็นต้องปรับโครงสร้างหลักของกระบวนการทำงาน

Threats (อุปสรรค)

- ความเสี่ยงด้านความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูล ซึ่งต้องได้รับการพิจารณาในการออกแบบ แนวคิดและแนวทางการนำไปใช้
- ความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานและเครือข่ายของผู้ใช้งานในบางพื้นที่ อาจเป็นข้อจำกัด ต่อการนำแนวคิดไปใช้ในทางปฏิบัติ

๒.๒.๓ การวิเคราะห์ TOWS Matrix

จากผลการวิเคราะห์ SWOT สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการกำหนดแนวทางเชิงกลยุทธ์ ของการพัฒนาแนวคิดแพลตฟอร์ม โดยใช้กรอบแนวคิด TOWS Matrix เพื่อให้การกำหนดทิศทางการพัฒนา มีความสอดคล้องกับบริบทการทำงานจริงของหน่วยงาน และคำนึงถึงข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้น ดังนี้

กลยุทธ์ SO (ใช้จุดแข็งเพื่อสร้างโอกาส)

- ใช้จุดแข็งด้านการจัดการข้อมูลและความสม่ำเสมอของกระบวนการเป็นฐานในการพัฒนาระบบข้อมูลกลาง เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์เชิงนโยบายและการตัดสินใจในระดับองค์กร ในอนาคต

กลยุทธ์ WO (ใช้โอกาสเพื่อลดจุดอ่อน)

- ใช้โอกาสจากการพัฒนาแนวคิดแพลตฟอร์มเพื่อกำหนดแนวทางการจัดทำคู่มือและ การอบรมผู้ใช้งาน ควบคู่กับการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ เพื่อลดผลกระทบจากการปรับตัว ในช่วงเริ่มต้น

กลยุทธ์ ST (ใช้จุดแข็งเพื่อลดอุปสรรค)

- อาศัยโครงสร้างข้อมูลที่เป็นระบบและการบันทึกขั้นตอนการทำงาน เพื่อกำหนดแนวทางการตรวจสอบและการติดตามการใช้งาน ช่วยลดความเสี่ยงด้านความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูล

กลยุทธ์ WT (ลดจุดอ่อนและหลีกเลี่ยงอุปสรรค)

- กำหนดแนวทางการทบทวนและปรับปรุงแนวคิดแพลตฟอร์มเป็นระยะ โดยเริ่มจากการนำไปใช้ในขอบเขตจำกัด ก่อนพิจารณาขยายการใช้งานในวงกว้าง

จากการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคของแนวคิดการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัล พบว่าแนวทางการพัฒนาที่เหมาะสมควรมุ่งเน้นการใช้จุดแข็งด้านองค์ความรู้และเกณฑ์การพิจารณาทางวิศวกรรมของหน่วยงาน มาผนวกกับกระบวนการทำงานในรูปแบบดิจิทัล เพื่อเพิ่มความเป็นระบบและลดภาระงานในขั้นตอนพื้นฐานของการพิจารณาโครงการ

การกำหนดกลยุทธ์ในกรอบ TOWS Matrix จึงมีเป้าหมายเพื่อให้แพลตฟอร์มทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตรวจสอบและคัดกรองโครงการในระดับเบื้องต้น โดยไม่เปลี่ยนแปลงหลักเกณฑ์หรือดุลยพินิจทางวิศวกรรมที่หน่วยงานใช้อยู่เดิม ทั้งนี้ การเลือกใช้กลยุทธ์แต่ละด้านมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทการทำงานจริง ลดข้อจำกัดของกระบวนการเดิม และรองรับการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมในอนาคต

๒.๓ บทบาทของแพลตฟอร์มต่อการพิจารณาเชิงวิศวกรรม

แพลตฟอร์มดิจิทัลที่นำเสนอในเอกสารฉบับนี้ถูกออกแบบในเชิงแนวคิดให้ทำหน้าที่เป็น เครื่องมือสนับสนุนการพิจารณาโครงการในเชิงวิศวกรรม โดยมุ่งเน้นการช่วยจัดเตรียมข้อมูล ตรวจสอบความครบถ้วน และคัดกรองข้อมูลในระดับเบื้องต้น ก่อนเข้าสู่การพิจารณาเชิงรายละเอียดของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ ทั้งนี้ แพลตฟอร์มมิได้มีบทบาทในการตัดสินใจแทนบุคลากร แต่ทำหน้าที่สนับสนุนให้กระบวนการพิจารณาโครงการมีความเป็นระบบและสม่ำเสมอมากขึ้น

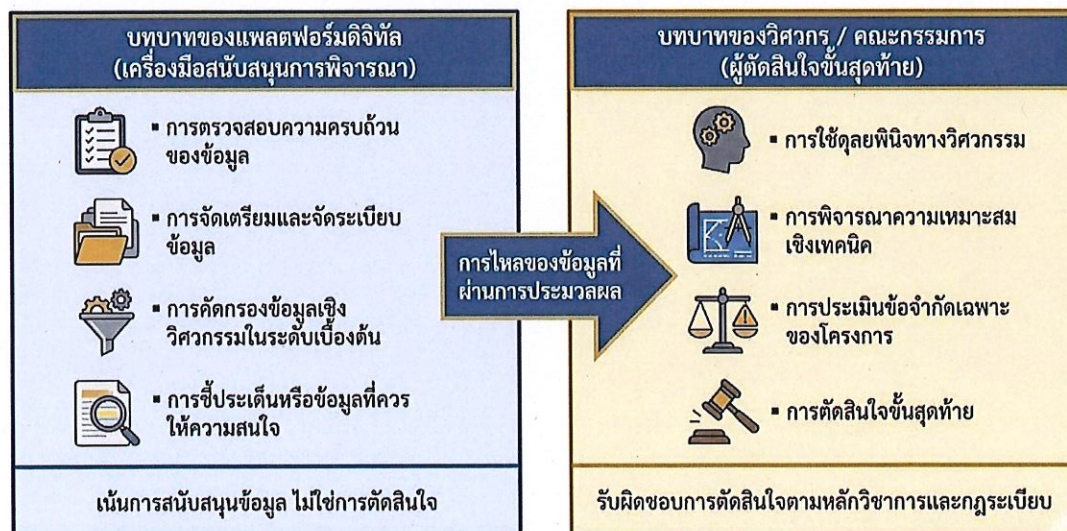
บทบาทของแพลตฟอร์มสามารถอธิบายได้ว่าอยู่ในช่วงต้นของกระบวนการพิจารณาโครงการ โดยทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ยื่นโครงการและผู้พิจารณา เพื่อช่วยจัดระเบียบข้อมูลและสนับสนุนการตรวจสอบข้อมูลในขั้นต้น ก่อนที่เจ้าหน้าที่จะใช้ดุลยพินิจทางวิศวกรรมในการพิจารณาประเด็นเชิงเทคนิคที่มีความซับซ้อนมากขึ้น



รูปที่ ๒-๓ บทบาทของแพลตฟอร์มดิจิทัลในกระบวนการพิจารณาโครงการ แสดงตำแหน่งของแพลตฟอร์มในฐานะเครื่องมือสนับสนุนการคัดกรองและจัดเตรียมข้อมูลในระดับเบื้องต้น ก่อนเข้าสู่การพิจารณาเชิงวิศวกรรมของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ

จากแนวคิดดังกล่าว แพลตฟอร์มช่วยลดภาระงานในขั้นตอนพื้นฐานที่ต้องดำเนินการซ้ำ เช่น การตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล และการพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลทางเทคนิคในระดับต้นทาง ส่งผลให้เจ้าหน้าที่สามารถมุ่งเน้นการตรวจสอบเชิงวิเคราะห์และการใช้ดุลยพินิจทางวิศวกรรมในสาระสำคัญของโครงการได้มากขึ้น โดยเฉพาะในกรณีที่มีโครงการยื่นเข้ามาเป็นจำนวนมากภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลา

ขณะเดียวกัน ขอบเขตบทบาทของแพลตฟอร์มถูกกำหนดไว้อย่างชัดเจนให้แตกต่างจากบทบาทของวิศวกร โดยแพลตฟอร์มทำหน้าที่ช่วยชี้ประเด็นและคัดกรองข้อมูลที่อาจมีความไม่สอดคล้องหรือควรได้รับการพิจารณาเพิ่มเติม ในขณะที่การประเมินความเหมาะสมเชิงวิศวกรรม การพิจารณาข้อจำกัดเฉพาะของโครงการ และการตัดสินใจขั้นสุดท้าย ยังคงอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการตามระเบียบของหน่วยงาน



รูปที่ ๒-๔ ขอบเขตบทบาทของแพลตฟอร์มและวิศวกรในการพิจารณาโครงการ แสดงให้เห็นการแบ่งหน้าที่ระหว่างการคัดกรองและจัดเตรียมข้อมูลในระดับเบื้องต้นโดยแพลตฟอร์ม และการใช้ดุลยพินิจทางวิศวกรรมในการพิจารณาและตัดสินใจโดยบุคลากร

การกำหนดบทบาทของแพลตฟอร์มในลักษณะดังกล่าวช่วยลดความเสี่ยงจากการพึ่งพาระบบอัตโนมัติมากเกินไป และยังคงรักษาหลักการใช้ดุลยพินิจทางวิศวกรรมเป็นแกนสำคัญของกระบวนการพิจารณาโครงการ ขณะเดียวกันก็ช่วยยกระดับประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานโดยรวมให้เหมาะสมกับบริบทของโครงการสนับสนุนเงินลงทุนที่มีจำนวนมากและต้องการความรวดเร็วในการพิจารณา

กล่าวโดยสรุป แพลตฟอร์มดิจิทัลในกรอบแนวคิดนี้ทำหน้าที่เป็น เครื่องมือสนับสนุนการพิจารณาเชิงวิศวกรรม (Engineering Decision Support) ในระดับเบื้องต้น โดยช่วยจัดการข้อมูลและคัดกรองโครงการในช่วงต้นของกระบวนการ เพื่อให้การพิจารณาเชิงรายละเอียดของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกันมากขึ้น

๒.๕ แนวคิดการคัดกรองความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรม

แนวคิดการคัดกรองความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรมในเอกสารฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอกรอบแนวคิดในการสนับสนุนการพิจารณาโครงการในขั้นต้น โดยมุ่งเน้นการตรวจสอบความสอดคล้องและความสมเหตุสมผลของข้อมูลทางวิศวกรรมก่อนเข้าสู่การพิจารณาเชิงรายละเอียด ทั้งนี้ การคัดกรองดังกล่าวเป็นการประเมินในระดับเบื้องต้น มิได้มุ่งหมายให้ใช้แทนการออกแบบรายละเอียดหรือการตัดสินใจเชิงวิชาชีพของวิศวกร

แนวคิดการคัดกรองความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรมตั้งอยู่บนหลักการว่า โครงการที่มีข้อมูลครบถ้วนตามแบบฟอร์ม อาจยังไม่จำเป็นต้องเป็นโครงการที่มีความเหมาะสมในเชิงการใช้งานจริงเสมอไป ดังนั้น การตรวจสอบในขั้นต้นจึงควรพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลในมิติต่าง ๆ เพื่อช่วยระบุโครงการที่มีแนวโน้มเกิดข้อจำกัดทางวิศวกรรมตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของกระบวนการพิจารณา

ในกรอบแนวคิดนี้ การคัดกรองความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรมมุ่งเน้นการตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลหลักที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เช่น ความต้องการพลังงาน ลักษณะการใช้งาน ขนาดระบบที่เสนอ และข้อจำกัดทางกายภาพ โดยพิจารณาว่าข้อมูลดังกล่าวมีความสอดคล้องกันในเชิงตรรกะและอยู่ในช่วงที่พบได้ตามแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมหรือไม่ การตรวจสอบดังกล่าวช่วยให้สามารถชี้ประเด็นที่ควรให้ความสนใจเพิ่มเติมก่อนการพิจารณาเชิงลึกของเจ้าหน้าที่

กระบวนการคัดกรองในระดับแนวคิดนี้ไม่มุ่งเน้นการให้คำตอบว่าโครงการ “ผ่านหรือไม่ผ่าน” ในเชิงการตัดสินใจขั้นสุดท้าย แต่ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยระบุโครงการที่มีแนวโน้มต้องได้รับการตรวจสอบเพิ่มเติมในประเด็นเฉพาะ เช่น ความสอดคล้องของภาระพลังงานกับขนาดระบบที่เสนอ ความเหมาะสมของสมมติฐานที่ใช้ในการจัดเตรียมข้อมูล หรือข้อจำกัดด้านพื้นที่ติดตั้งที่อาจส่งผลต่อการใช้งานจริง

แนวคิดการคัดกรองความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรมยังช่วยสนับสนุนการจัดลำดับการพิจารณาโครงการในบริบทของโครงการสนับสนุนเงินลงทุนที่ใช้หลักการพิจารณาแบบ First Come First Serve โดยช่วยลดผลกระทบจากโครงการที่ข้อมูลยังไม่พร้อมหรือมีความไม่สอดคล้องในเบื้องต้น ซึ่งอาจกลายเป็นคอขวดของกระบวนการพิจารณาในรูปแบบเดิม

๒.๕.๑ ตัวอย่างตรรกะการคัดกรองเชิงวิศวกรรมในระดับเบื้องต้น

เพื่อให้แนวคิดการคัดกรองความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรมมีความชัดเจนยิ่งขึ้น ในหัวข้อนี้จึงนำเสนอตัวอย่างตรรกะการตรวจสอบในระดับเบื้องต้น ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นกรอบในการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อสนับสนุนการพิจารณาโครงการ ทั้งนี้ การคัดกรองดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยตรวจสอบความสอดคล้องและความสมเหตุสมผลของข้อมูลทางวิศวกรรมในขั้นต้น มิได้เป็นการออกแบบระบบเชิงรายละเอียด หรือการตัดสินใจแทนดุลยพินิจของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ

หลักการสำคัญของการคัดกรองในระดับเบื้องต้น คือ การพิจารณาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์หลักทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงการ โดยมุ่งตรวจสอบว่าข้อมูลที่ผู้ยื่นโครงการเสนอมีความสอดคล้องกันในเชิงตรรกะ และอยู่ภายใต้ช่วงค่าที่พบได้ตามแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมหรือไม่ เพื่อช่วยระบุโครงการที่อาจมีประเด็นควรพิจารณาเพิ่มเติมตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของกระบวนการ

(๑) การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างภาระการใช้งานและขนาดระบบที่เสนอ

การคัดกรองในขั้นต้นสามารถพิจารณาความสอดคล้องระหว่างลักษณะการใช้งานของผู้สมัครกับขนาดระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่เสนอ เช่น ความต้องการใช้น้ำร้อนหรือภาระความร้อนของกระบวนการผลิต เทียบกับขนาดอุปกรณ์และพื้นที่ติดตั้งที่ระบุไว้ในเอกสารโครงการ หากขนาดระบบที่เสนอมีความแตกต่างจากแนวโน้มที่พบได้ทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญ แพลตฟอร์มสามารถทำหน้าที่ชี้ประเด็นดังกล่าวเพื่อให้เจ้าหน้าที่พิจารณาเพิ่มเติมในขั้นถัดไป

(๒) การตรวจสอบความเหมาะสมของการออกแบบขนาดระบบในภาพรวม

ในทางปฏิบัติ พบว่าโครงการบางส่วนอาจมีการออกแบบขนาดระบบที่ไม่สอดคล้องกับลักษณะการใช้งานจริง เช่น การออกแบบขนาดระบบใหญ่เกินความจำเป็น หรือในบางกรณีมีขนาดเล็กเกินไปจนไม่สามารถรองรับการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การคัดกรองในระดับเบื้องต้นจึงสามารถใช้การพิจารณาอัตราส่วนและความสัมพันธ์ของข้อมูลหลัก เพื่อช่วยระบุกรณีที่มีแนวโน้มเกิดปัญหาดังกล่าว โดยไม่สรุปผลการพิจารณาในเชิงผ่านหรือไม่ผ่าน

(๓) การตรวจสอบความสอดคล้องของพารามิเตอร์ทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง

สำหรับโครงการระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ การคัดกรองสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลสำคัญ เช่น ประเภทวัตถุดิบ กระบวนการอบแห้ง ระยะเวลาในการอบ และลักษณะการใช้งานของระบบ หากข้อมูลดังกล่าวมีความไม่สอดคล้องกันในเชิงตรรกะ หรือมีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบในทางปฏิบัติ แพลตฟอร์มสามารถช่วยระบุประเด็นเพื่อให้เจ้าหน้าที่ใช้ประกอบการพิจารณาเชิงลึกต่อไป

(๔) บทบาทของตรรกะการคัดกรองต่อการพิจารณาเชิงวิศวกรรม

ตรรกะการคัดกรองเชิงวิศวกรรมในระดับเบื้องต้นที่น่าเสนอในหัวข้อนี้ มีบทบาทเป็นเครื่องมือช่วยจัดระเบียบข้อมูลและชี้ประเด็นที่ควรให้ความสนใจ โดยยังคงให้การตัดสินใจขั้นสุดท้ายอยู่ภายใต้ดุลยพินิจเชิงวิชาชีพของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ การนำตรรกะดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ช่วยลดภาระงานในขั้นตอนพื้นฐาน เพิ่มความสม่ำเสมอในการตรวจสอบข้อมูล และสนับสนุนให้กระบวนการพิจารณาโครงการมีความเป็นระบบและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

๒.๕ ข้อเสนอแนะทางการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัล

จากการวิเคราะห์แนวคิด บทบาทของแพลตฟอร์ม และบริบทการดำเนินงานของหน่วยงานในหัวข้อก่อนหน้า สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะทางการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลในเชิงแนวคิด เพื่อสนับสนุนการพิจารณาโครงการสนับสนุนเงินลงทุนด้านพลังงานทดแทน โดยเฉพาะโครงการที่ใช้หลักการพิจารณาแบบ First Come First Serve ทั้งนี้ แนวทางที่น่าเสนอมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำงาน และลดข้อจำกัดของการดำเนินงานในรูปแบบเดิม มิได้มุ่งหมายให้แพลตฟอร์มทำหน้าที่ตัดสินใจแทนบุคลากรของหน่วยงาน

๒.๕.๑ การใช้แพลตฟอร์มเป็นเครื่องมือช่วยตรวจสอบข้อมูลทางเทคนิคในระดับเบื้องต้น

แพลตฟอร์มควรถูกออกแบบในเชิงแนวคิดให้สามารถช่วยตรวจสอบข้อมูลทางเทคนิคในระดับเบื้องต้น โดยอาศัยกรอบเกณฑ์และช่วงค่าที่หน่วยงานใช้ประกอบการพิจารณาโครงการ เพื่อทำหน้าที่เป็นด้านคัดกรองความสมเหตุสมผลของข้อมูลก่อนเข้าสู่การพิจารณาเชิงลึกของเจ้าหน้าที่

การตรวจสอบดังกล่าวมุ่งเน้นการพิจารณาความสอดคล้องของพารามิเตอร์หลักทางวิศวกรรม เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างภาระความร้อน ลักษณะการใช้งาน และขนาดระบบที่เสนอ เพื่อช่วยระบุกรณีที่มีข้อมูลอาจมีความไม่สอดคล้อง หรือมีแนวโน้มออกแบบขนาดระบบไม่เหมาะสมในเชิงแนวคิด ทั้งนี้ การประมวลผลดังกล่าวเป็นการสนับสนุนการพิจารณา มิใช่การออกแบบหรือการตัดสินใจแทนผู้มีอำนาจ

๒.๕.๒ แนวคิดการออกแบบโครงสร้างแพลตฟอร์มให้รองรับเทคโนโลยีที่หลากหลาย

เพื่อให้แพลตฟอร์มสามารถรองรับโครงการพลังงานความร้อนที่มีลักษณะทางเทคนิคแตกต่างกัน แนวคิดการพัฒนาควรยึดโครงสร้างส่วนกลางร่วมกันเป็นแกนหลัก และแยกกรอบการพิจารณาทางวิศวกรรมตามลักษณะของเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน

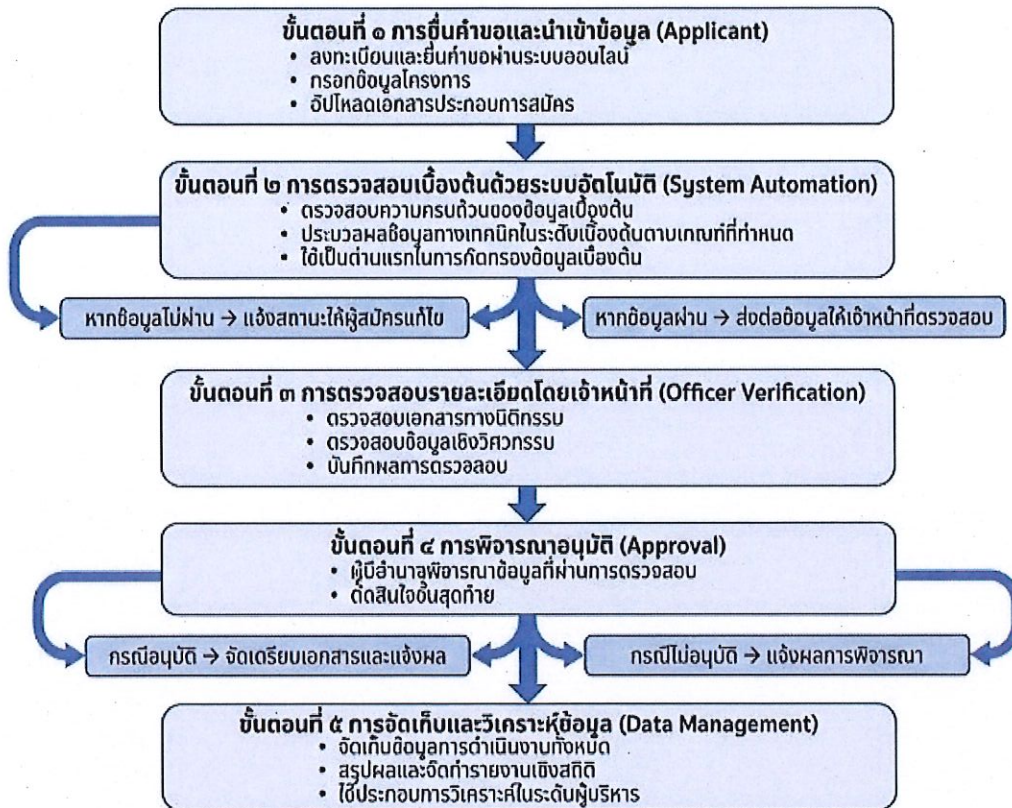
แนวทางดังกล่าวช่วยให้สามารถปรับใช้กรอบการคัดกรองความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรมกับโครงการประเภทต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม เช่น โครงการที่เกี่ยวข้องกับระบบของไหลหรือระบบอากาศ โดยไม่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างการจัดการข้อมูลทั้งหมด ทั้งนี้ เป็นการนำเสนอในระดับแนวคิด เพื่อแสดงทิศทางการพัฒนางาน มิใช่การออกแบบระบบเชิงเทคนิคในรายละเอียด

๒.๕.๓ การกำหนดกรอบการดูแลข้อมูลและการเตรียมความพร้อมในการนำไปใช้

เนื่องจากแพลตฟอร์มเกี่ยวข้องกับข้อมูลด้านเทคนิค ข้อมูลการลงทุน และข้อมูลของผู้ประกอบการ แนวคิดการพัฒนาจึงควรคำนึงถึงการกำหนดกรอบการดูแลและการเข้าถึงข้อมูลที่เหมาะสม เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างรัดกุมและสอดคล้องกับแนวทางการบริหารจัดการข้อมูลของหน่วยงาน นอกจากนี้ ก่อนการนำแนวคิดแพลตฟอร์มไปสู่การใช้งานจริง ควรมีการเตรียมความพร้อมในด้านการทดสอบแนวคิด การจัดทำแนวทางการใช้งาน และการสร้างความเข้าใจแก่ผู้เกี่ยวข้อง เพื่อให้การประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มเป็นไปอย่างเหมาะสมกับบริบทการดำเนินงานของหน่วยงานในแต่ละช่วงเวลา

๒.๖ กระบวนการทำงานของแพลตฟอร์มดิจิทัล

หัวข้อนี้นำเสนอแนวคิดกระบวนการทำงานของแพลตฟอร์มดิจิทัลในภาพรวม เพื่อแสดงให้เห็นลำดับการดำเนินงานตั้งแต่การยื่นคำขอ การตรวจสอบและคัดกรองข้อมูลในระดับเบื้องต้น ไปจนถึงการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อสนับสนุนการพิจารณาของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ ทั้งนี้ การนำเสนอเป็นการอธิบายในระดับแนวคิด เพื่อให้เห็นบทบาทของแพลตฟอร์มในฐานะเครื่องมือสนับสนุนการทำงานของหน่วยงานอย่างเป็นระบบ ภาพรวมของกระบวนการทำงานสามารถอธิบายได้ตามแผนภาพ E-PLATFORM ดังแสดงในรูปที่ ๒-๓



รูปที่ ๒-๕ กระบวนการทำงานของแพลตฟอร์มดิจิทัลในภาพรวม (E-PLATFORM)

๒.๖.๑ ลำดับขั้นตอนการทำงานของแพลตฟอร์ม

ในกรอบแนวคิดนี้ กระบวนการทำงานของแพลตฟอร์มสามารถแบ่งออกเป็นลำดับขั้นตอนหลัก ๕ ขั้นตอน ดังนี้

(๑) การยื่นคำขอและนำเข้าข้อมูล ผู้สมัครกรอกข้อมูลโครงการและจัดเตรียมเอกสารผ่านแพลตฟอร์ม โดยระบบกำหนดรูปแบบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกันตั้งแต่ต้นทาง เพื่อลดความไม่ครบถ้วนและความไม่สอดคล้องของข้อมูล

(๒) การตรวจสอบและคัดกรองข้อมูลในระดับเบื้องต้น แพลตฟอร์มทำหน้าที่ช่วยตรวจสอบความครบถ้วนและความสมเหตุสมผลของข้อมูลในระดับแนวคิด พร้อมจัดเตรียมผลการประมวลผลเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในขั้นถัดไป

(๓) การตรวจสอบเชิงรายละเอียดโดยเจ้าหน้าที่ โครงการที่ผ่านการคัดกรองเบื้องต้นจะถูกส่งต่อให้เจ้าหน้าที่ดำเนินการตรวจสอบในเชิงลึก โดยอาศัยข้อมูลสรุปจากแพลตฟอร์มเป็นเครื่องมือช่วยในการพิจารณาประเด็นสำคัญทางวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสม

(๔) การพิจารณาและตัดสินใจ ผู้มีอำนาจสามารถใช้ข้อมูลสรุปจากแพลตฟอร์มประกอบการพิจารณา ทั้งนี้ แพลตฟอร์มทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจเท่านั้น โดยการตัดสินใจขั้นสุดท้ายยังคงอยู่ภายใต้ดุลยพินิจตามระเบียบของหน่วยงาน

(๕) การจัดเก็บข้อมูลเพื่อการติดตามและการวิเคราะห์ในอนาคต ข้อมูลโครงการที่ผ่านการพิจารณาจะถูกจัดเก็บอย่างเป็นระบบ เพื่อรองรับการติดตามผล การสรุปผลการดำเนินงาน และการวิเคราะห์ในระดับหน่วยงานในอนาคต

๒.๗ ข้อมูลและการประมวลผลของแพลตฟอร์ม

หัวข้อนี้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับประเภทข้อมูลและขอบเขตการประมวลผลข้อมูลทีแพลตฟอร์มใช้เพื่อสนับสนุนการคัดกรองและการพิจารณาโครงการในขั้นต้น โดยมุ่งเน้นการจัดเตรียมข้อมูลที่จำเป็นและการตรวจสอบความสมเหตุสมผลในเชิงวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ในระดับแนวคิด ทั้งนี้ การประมวลผลที่นำเสนอมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการพิจารณาของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ มิได้มุ่งหมายให้ใช้แทนการออกแบบรายละเอียดหรือการตัดสินใจเชิงวิชาชีพ

๒.๗.๑ ประเภทข้อมูลที่ใช้ในการคัดกรองเบื้องต้น

ในกรอบแนวคิดนี้ แพลตฟอร์มใช้ข้อมูลที่หน่วยงานใช้ประกอบการพิจารณาโครงการอยู่แล้ว โดยจัดกลุ่มข้อมูลหลักเพื่อให้การตรวจสอบและการพิจารณาเป็นไปอย่างเป็นระบบ ข้อมูลดังกล่าวสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มสำคัญ ได้แก่

(๑) ข้อมูลพื้นฐานของผู้สมัครและโครงการ เช่น ข้อมูลสถานประกอบการ ประเภทโครงการ และข้อมูลพื้นที่ที่ตั้ง ซึ่งใช้ประกอบการพิจารณาบริบทของโครงการ

(๒) ข้อมูลทางเทคนิคของระบบ เช่น ลักษณะการใช้งาน ขนาดระบบ และพารามิเตอร์หลักที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน เพื่อใช้ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลในเชิงแนวคิด

(๓) ข้อมูลด้านการลงทุนและพลังงานเดิม เช่น งบประมาณการลงทุนและลักษณะของพลังงานที่ใช้เดิม เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาความเหมาะสมในภาพรวม

การจัดกลุ่มข้อมูลในลักษณะดังกล่าวช่วยให้ข้อมูลที่เข้าสู่กระบวนการพิจารณามีความครบถ้วนและอยู่ในรูปแบบที่เอื้อต่อการตรวจสอบความสมเหตุสมผลในขั้นต้น

๒.๗.๒ ขอบเขตการประมวลผลข้อมูลทางวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์

การประมวลผลข้อมูลในแพลตฟอร์มถูกกำหนดให้อยู่ในระดับการคัดกรองความสมเหตุสมผลของข้อมูลในเชิงแนวคิด โดยมุ่งพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลหลักที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เช่น ความต้องการพลังงาน ลักษณะการใช้งาน และขนาดระบบที่เสนอ รวมถึงกรอบความคุ้มค่าในภาพรวม

ในกรอบแนวคิดนี้ การประมวลผลทำหน้าที่ช่วยชี้ประเด็นที่ควรได้รับการพิจารณาเพิ่มเติม เช่น กรณีที่ข้อมูลมีความไม่สอดคล้องหรือมีแนวโน้มไม่เหมาะสมในเชิงการใช้งานจริง ทั้งนี้ การประมวลผลดังกล่าวมิได้เป็นการออกแบบรายละเอียด การคำนวณเชิงลึก หรือการประเมินผลเชิงการเงินอย่างเป็นทางการ

๒.๗.๓ ขอบเขตและข้อจำกัดของการใช้งานแพลตฟอร์ม

แนวคิดการจัดการข้อมูลและการประมวลผลที่นำเสนอในหัวข้อนี้มีขอบเขตจำกัดอยู่ในระดับการคัดกรองและการสนับสนุนการพิจารณาในขั้นต้นเท่านั้น โดยเกณฑ์และกรอบการพิจารณาที่ใช้สามารถกำหนดและปรับเปลี่ยนได้ตามแนวทางและนโยบายของหน่วยงานในแต่ละช่วงเวลา

ทั้งนี้ การตัดสินใจขั้นสุดท้ายเกี่ยวกับความเหมาะสมของโครงการยังคงอยู่ภายใต้ดุลยพินิจของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการตามระเบียบและหลักวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง

๒.๘ สรุปบทบาทและคุณค่าของแพลตฟอร์มดิจิทัล

จากแนวคิดการพัฒนาแพลตฟอร์ม การวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์ และการอธิบายกระบวนการทำงานในหัวข้อก่อนหน้า สามารถสรุปบทบาทและคุณค่าของแพลตฟอร์มดิจิทัลในฐานะเครื่องมือสนับสนุนการบริหารจัดการโครงการสนับสนุนเงินลงทุนได้ตามกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนี้

๒.๘.๑ ประโยชน์ต่อผู้ประกอบการที่สมัครเข้าร่วมโครงการ

แพลตฟอร์มช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ประกอบการสามารถยื่นคำขอรับการสนับสนุนผ่านระบบออนไลน์ได้โดยไม่จำกัดสถานที่และเวลา ลดขั้นตอนการจัดเตรียมเอกสารในรูปแบบเดิม โดยเฉพาะผู้ประกอบการในพื้นที่ห่างไกล

นอกจากนี้ ระบบยังช่วยแจ้งผลการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลและเอกสารในขั้นต้น พร้อมระบุประเด็นที่ควรแก้ไขอย่างชัดเจน ทำให้ผู้ประกอบการสามารถปรับปรุงข้อมูลได้ตรงจุด และสามารถติดตามสถานะการพิจารณาโครงการได้ด้วยตนเอง ลดการติดต่อสอบถามซ้ำซ้อนกับหน่วยงาน

๒.๘.๒ ประโยชน์ต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน

แพลตฟอร์มช่วยลดภาระงานด้านการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นและการคำนวณด้วยมือ โดยมีการจัดเตรียมผลการประมวลผลข้อมูลทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ในระดับเบื้องต้นในรูปแบบเดียวกัน ซึ่งช่วยลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน

ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นคือ เจ้าหน้าที่สามารถมุ่งเน้นการตรวจสอบเชิงวิเคราะห์และการพิจารณาประเด็นสำคัญของโครงการได้มากขึ้น ส่งผลให้กระบวนการพิจารณาโครงการมีความเป็นระบบและสม่ำเสมอ

๒.๘.๓ ประโยชน์ต่อคณะกรรมการผู้พิจารณาโครงการ

คณะกรรมการได้รับข้อมูลโครงการที่ผ่านการตรวจสอบและจัดเตรียมในรูปแบบรายงานสรุปที่มีโครงสร้างเดียวกัน ช่วยให้สามารถพิจารณาและเปรียบเทียบโครงการต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่ชัดเจนและอยู่บนฐานข้อมูลเดียวกันช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการตีความและสนับสนุนการจัดสรรงบประมาณสนับสนุนอย่างเหมาะสม

๒.๘.๔ ประโยชน์ต่อองค์กรและการวางแผนในระยะยาว

แพลตฟอร์มทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการจัดเก็บข้อมูลโครงการสนับสนุนเงินลงทุนในรูปแบบที่เป็นระบบ ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มการดำเนินโครงการ การประเมินผลการดำเนินงาน และการวางแผนในระดับองค์กรในระยะยาว การมีฐานข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบมาตรฐานเดียวกันช่วยลดการทำงานซ้ำซ้อน เพิ่มความต่อเนื่องของข้อมูล และเอื้อต่อการบริหารจัดการงบประมาณและการติดตามผลในอนาคต

แพลตฟอร์มดิจิทัลที่นำเสนอมีบทบาทเป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงานของหน่วยงาน ตั้งแต่การรับสมัคร การตรวจสอบข้อมูล ไปจนถึงการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาโครงการ ทั้งนี้ แพลตฟอร์มไม่ได้มุ่งหมายให้ทำหน้าที่ตัดสินใจแทนบุคลากรของหน่วยงาน แต่เป็นการช่วยจัดระเบียบข้อมูล ลดภาระงานซ้ำซ้อน และเพิ่มความเป็นระบบให้กับกระบวนการทำงานโดยรวม

เพื่อให้เห็นภาพการทำงานของแพลตฟอร์มในเชิงโครงสร้างและตรรกะการประมวลผลข้อมูลอย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ในหัวข้อถัดไปจึงนำเสนอแนวคิดการออกแบบโครงสร้างระบบและลำดับการประมวลผลของแพลตฟอร์มในระดับแนวคิด

๒.๙ แนวคิดการออกแบบโครงสร้างระบบและลำดับการประมวลผลของแพลตฟอร์ม

หัวข้อนี้นำเสนอแนวคิดการออกแบบโครงสร้างการทำงานของแพลตฟอร์มดิจิทัลในระดับแนวคิด เพื่อแสดงกรอบความคิดเกี่ยวกับการไหลของข้อมูลและบทบาทของแพลตฟอร์มในการสนับสนุนกระบวนการพิจารณาโครงการสนับสนุนเงินลงทุนของหน่วยงาน ทั้งนี้ การนำเสนอในหัวข้อนี้มีได้มุ่งหมายถึงการออกแบบระบบเชิงเทคนิคหรือการพัฒนาโปรแกรมจริง แต่เป็นการอธิบายโครงสร้างและลำดับการทำงานในเชิงตรรกะเพื่อให้เห็นความเป็นไปได้ในการนำแนวคิดไปต่อยอดในอนาคต

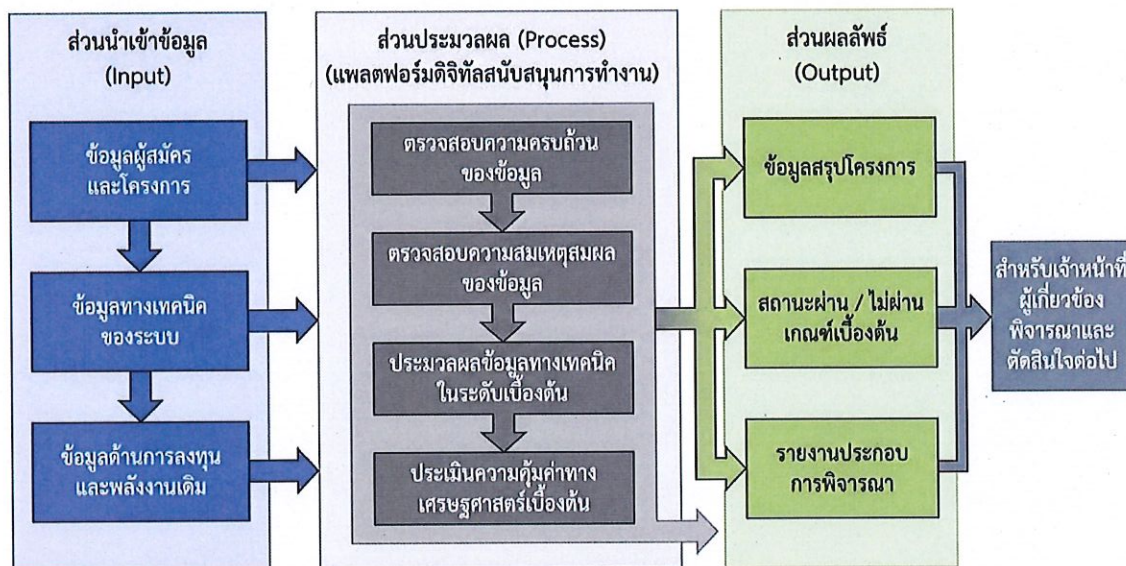
๒.๙.๑ โครงสร้างภาพรวมของแพลตฟอร์มในระดับแนวคิด

๒.๙.๑ โครงสร้างแพลตฟอร์มในระดับแนวคิด

ในเชิงแนวคิด โครงสร้างการทำงานของแพลตฟอร์มสามารถอธิบายได้ในรูปแบบ Input – Process – Output ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สอดคล้องกับกระบวนการพิจารณาโครงการของหน่วยงาน ส่วนการนำเข้าข้อมูล (Input) เป็นขั้นตอนที่ผู้สมัครกรอกข้อมูลโครงการและแนบเอกสารประกอบผ่านระบบ โดยกำหนดรูปแบบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกันตั้งแต่ต้นทาง เพื่อให้ข้อมูลมีความครบถ้วนและพร้อมต่อการตรวจสอบ

ส่วนการประมวลผล (Process) เป็นขั้นตอนที่แพลตฟอร์มทำหน้าที่ตรวจสอบความครบถ้วนและความสมเหตุสมผลของข้อมูล พร้อมทั้งประมวลผลข้อมูลทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ในระดับเบื้องต้นตามเกณฑ์ที่หน่วยงานกำหนด เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในขั้นต้น

ส่วนแสดงผล (Output) เป็นขั้นตอนที่ระบบจัดเตรียมข้อมูลสรุป สถานะของโครงการ และผลการประเมินเบื้องต้นในรูปแบบที่มีโครงสร้างเดียวกัน เพื่อสนับสนุนการตรวจสอบของเจ้าหน้าที่และการพิจารณาของคณะกรรมการ



รูปที่ ๒-๖ โครงสร้างภาพรวมของแพลตฟอร์มดิจิทัลในระดับแนวคิด แสดงโครงสร้างการทำงานของแพลตฟอร์มในรูปแบบ Input – Process – Output และบทบาทของระบบในแต่ละส่วน

๒.๙.๒ ลำดับการไหลของข้อมูลเพื่อสนับสนุนการพิจารณาโครงการ

ลำดับการทำงานของแพลตฟอร์มในระดับแนวคิดถูกออกแบบให้ข้อมูลได้รับการตรวจสอบและคัดกรองตั้งแต่ต้นทาง เพื่อลดภาระงานในขั้นตอนถัดไปของกระบวนการพิจารณา โดยสามารถสรุปลำดับการไหลของข้อมูลได้ดังนี้

การยื่นคำขอและกรอกข้อมูลโครงการ → การตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล → การประมวลผลข้อมูลทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ในระดับเบื้องต้น → การจัดเตรียมข้อมูลสรุป → การตรวจสอบและพิจารณาโดยเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ

ลำดับการทำงานดังกล่าวช่วยให้โครงการที่ข้อมูลยังไม่พร้อมถูกคัดกรองออกตั้งแต่ต้น ลดการวนซ้ำของการแก้ไขเอกสาร และทำให้กระบวนการพิจารณาโครงการเป็นไปอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบมากขึ้น

๒.๙.๓ ขอบเขตและข้อจำกัดของแนวคิดการออกแบบ

แนวคิดการออกแบบโครงสร้างระบบและลำดับการประมวลผลที่นำเสนอในหัวข้อนี้ เป็นการนำเสนอในระดับแนวคิดเพื่อแสดงทิศทางและกรอบการพัฒนางานเท่านั้น ยังไม่ครอบคลุมรายละเอียดเชิงเทคนิค เช่น โครงสร้างฐานข้อมูล การเลือกเทคโนโลยี หรือการพัฒนาโปรแกรมจริง

การประมวลผลและการประเมินของแพลตฟอร์มมีวัตถุประสงค์เพื่อการคัดกรองและสนับสนุนการพิจารณาโครงการในระดับเบื้องต้น โดยเกณฑ์และค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ อยู่ภายใต้การกำหนดของหน่วยงาน และสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามนโยบายและบริบทการดำเนินงานในแต่ละช่วงเวลา ทั้งนี้ การตัดสินใจขั้นสุดท้ายยังคงอยู่ภายใต้ดุลยพินิจของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการตามระเบียบที่เกี่ยวข้อง

บทที่ ๓

ผลที่คาดว่าจะได้รับการนำแนวคิดแพลตฟอร์มไปประยุกต์ใช้

บทนี้นำเสนอผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการนำแนวคิดการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลไปใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการบริหารจัดการโครงการสนับสนุนเงินลงทุนด้านพลังงานทดแทน โดยเฉพาะโครงการระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์และระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นโครงการที่ต้องอาศัยข้อมูลและการพิจารณาทางวิศวกรรมประกอบการตัดสินใจ

การพิจารณาผลที่คาดว่าจะได้รับในบทนี้ เป็นการพิจารณาในเชิงแนวคิดและเชิงกระบวนการทำงาน มิได้เป็นการประเมินผลจากการใช้งานแพลตฟอร์มจริง เนื่องจากแพลตฟอร์มที่นำเสนออยู่ยังอยู่ในระดับแนวคิดการออกแบบ เพื่อแสดงแนวทางและความเป็นไปได้ในการนำเครื่องมือดิจิทัลมาช่วยสนับสนุนการทำงานของหน่วยงาน

ผลที่คาดว่าจะได้รับถูกนำเสนอในลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นกับกระบวนการพิจารณาโครงการ คุณภาพของข้อมูลที่ใช้ประกอบการพิจารณา และภาระงานของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ โดยมุ่งแสดงให้เห็นว่าแนวคิดแพลตฟอร์มสามารถช่วยให้การดำเนินงานมีความเป็นระบบมากขึ้น ลดภาระในขั้นตอนพื้นฐาน และช่วยเตรียมข้อมูลให้พร้อมก่อนเข้าสู่การพิจารณาในรายละเอียด ทั้งนี้ การตัดสินใจขั้นสุดท้ายยังคงอยู่ภายใต้ดุลยพินิจของบุคลากรตามระเบียบของหน่วยงานเช่นเดิม

๓.๑ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อคุณภาพโครงการด้านวิศวกรรม

การนำแนวคิดแพลตฟอร์มดิจิทัลมาใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการบริหารจัดการโครงการ คาดว่าจะช่วยปรับปรุงคุณภาพของโครงการด้านพลังงานแสงอาทิตย์ในขั้นตอนก่อนเข้าสู่การพิจารณาเชิงรายละเอียด โดยเฉพาะในส่วนของความครบถ้วนและความสมเหตุสมผลของข้อมูลทางวิศวกรรมที่ใช้ประกอบการพิจารณา

แพลตฟอร์มในเชิงแนวคิดถูกออกแบบให้ช่วยตรวจสอบข้อมูลทางเทคนิคในระดับเบื้องต้นตามกรอบเกณฑ์ที่หน่วยงานใช้เป็นแนวทางอยู่แล้ว เช่น ความสอดคล้องระหว่างภาระความร้อนกับขนาดระบบที่เสนอ หรือความเหมาะสมของพารามิเตอร์การออกแบบในภาพรวม ส่งผลให้โครงการที่เข้าสู่กระบวนการพิจารณา มีข้อมูลพื้นฐานที่อยู่ในรูปแบบเดียวกัน และลดความแตกต่างของรูปแบบการจัดเตรียมข้อมูลระหว่างผู้สมัครแต่ละราย

ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นคือ การลดจำนวนโครงการที่มีการออกแบบระบบไม่เหมาะสมในเชิงแนวคิด เช่น ระบบที่มีขนาดใหญ่หรือเล็กเกินความจำเป็น รวมถึงการลดกรณีข้อมูลที่เทคนิคไม่สอดคล้องกับลักษณะการใช้งานจริง ทั้งนี้ การตรวจสอบดังกล่าวเป็นเพียงการคัดกรองในขั้นต้น มิได้เป็นการออกแบบรายละเอียดหรือทดแทนการพิจารณาเชิงวิชาชีพของวิศวกร

แนวคิดแพลตฟอร์มมีส่วนช่วยยกระดับคุณภาพของข้อมูลทางวิศวกรรมที่ใช้ประกอบการพิจารณาโครงการในขั้นต้น ซึ่งเอื้อต่อการใช้เวลาและทรัพยากรของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

๓.๒ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อกระบวนการพิจารณาโครงการ

การนำแนวคิดแพลตฟอร์มดิจิทัลมาใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงาน คาดว่าจะช่วยให้กระบวนการพิจารณาโครงการมีความเป็นระบบและต่อเนื่องมากขึ้น โดยเฉพาะในขั้นตอนการรับข้อมูลและการคัดกรองเบื้องต้นก่อนเข้าสู่การตรวจสอบในรายละเอียดของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ

แพลตฟอร์มในเชิงแนวคิดช่วยจัดเตรียมข้อมูลโครงการให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน และตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลตั้งแต่ต้นทาง ส่งผลให้โครงการที่เข้าสู่กระบวนการพิจารณามีความพร้อมในระดับหนึ่ง ลดการหยุดชะงักของกระบวนการที่เกิดจากการขอแก้ไขข้อมูลหรือเอกสารซ้ำหลายครั้ง

ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นคือ การลดภาระงานในขั้นตอนพื้นฐานของเจ้าหน้าที่ ทำให้สามารถจัดสรรเวลาไปตรวจสอบประเด็นสำคัญของโครงการได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น ขณะเดียวกัน คณะกรรมการสามารถพิจารณาโครงการบนฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างชัดเจน ซึ่งช่วยให้การพิจารณาเป็นไปอย่างรวดเร็วและสอดคล้องกับหลักการพิจารณาแบบ First Come First Serve มากยิ่งขึ้น

๓.๓ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อการทำงานของหน่วยงาน

การนำแนวคิดแพลตฟอร์มดิจิทัลมาใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการบริหารจัดการโครงการ คาดว่าจะช่วยปรับปรุงรูปแบบการทำงานของหน่วยงานให้มีความเป็นระบบมากขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของการจัดการข้อมูลและการประสานงานระหว่างผู้เกี่ยวข้องในกระบวนการพิจารณาโครงการ

แพลตฟอร์มในเชิงแนวคิดช่วยรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลโครงการให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน ส่งผลให้เจ้าหน้าที่สามารถเข้าถึงข้อมูลย้อนหลังได้สะดวก และลดการทำงานซ้ำซ้อนจากการจัดเก็บข้อมูลในหลายรูปแบบ นอกจากนี้ การมีข้อมูลโครงการที่จัดเตรียมไว้เป็นระบบยังช่วยสนับสนุนการจัดทำรายงานสรุปและการติดตามผลการดำเนินงานในระดับหน่วยงานได้ง่ายขึ้น

ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นคือ หน่วยงานสามารถใช้ทรัพยากรบุคลากรได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น ลดภาระงานด้านธุรการในขั้นตอนพื้นฐาน และเพิ่มความต่อเนื่องของการดำเนินงานในแต่ละรอบการเปิดรับสมัคร ทั้งนี้ แนวคิดแพลตฟอร์มทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงาน มิได้เปลี่ยนแปลงบทบาทหรืออำนาจหน้าที่ตามระเบียบของหน่วยงานแต่อย่างใด

บทที่ ๕

ตัวชี้วัดความสำเร็จ

บทนี้นำเสนอแนวคิดในการกำหนดตัวชี้วัดเพื่อใช้ประกอบการติดตามและประเมินผลการนำแนวคิดแพลตฟอร์มดิจิทัลไปสนับสนุนกระบวนการพิจารณาโครงการด้านพลังงานทดแทน โดยมุ่งเน้นตัวชี้วัดที่สะท้อนประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานและการเตรียมข้อมูลทางวิศวกรรมในขั้นต้น

ตัวชี้วัดที่นำเสนอเป็นตัวชี้วัดในระดับแนวคิด เพื่อใช้เป็นกรอบอ้างอิงในกรณีที่มีการนำแนวคิดไปพัฒนาเป็นระบบใช้งานจริง โดยเน้นการประเมินผลในส่วนของการคัดกรองข้อมูล การลดภาระงานด้านการตรวจสอบเบื้องต้น และความพร้อมของข้อมูลทางวิศวกรรมก่อนเข้าสู่การพิจารณาเชิงรายละเอียด ทั้งนี้ แพลตฟอร์มทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงาน มิได้ทดแทนการใช้ดุลยพินิจของวิศวกรและคณะกรรมการ

การนำตัวชี้วัดไปใช้จำเป็นต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับบริบทการดำเนินงานและเกณฑ์ที่หน่วยงานกำหนด โดยอาจมีการทบทวนหรือปรับปรุงตัวชี้วัดตามความเหมาะสมเมื่อมีการนำแนวคิดไปใช้งานในทางปฏิบัติ

๕.๑ ตัวชี้วัดเชิงปริมาณด้านประสิทธิภาพกระบวนการทำงาน

ตัวชี้วัดในหัวข้อนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานภายหลังการนำแนวคิดแพลตฟอร์มดิจิทัลไปประยุกต์ใช้ โดยมุ่งเน้นการวัดผลในขั้นตอนการรับข้อมูล การตรวจสอบ และการคัดกรองข้อมูลทางวิศวกรรมในระดับเบื้องต้น ทั้งนี้ ตัวชี้วัดที่นำเสนอเป็นตัวชี้วัดเชิงแนวคิด เพื่อใช้เป็นกรอบอ้างอิงในการติดตามผล มิใช่การรายงานผลจากการใช้งานจริง

ตัวอย่างตัวชี้วัดเชิงปริมาณที่สามารถนำมาใช้ประกอบการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการทำงาน ได้แก่

- ระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลโครงการในขั้นต้นต่อหนึ่งโครงการ
- จำนวนรอบการขอแก้ไขข้อมูลหรือเอกสารของผู้สมัครก่อนเข้าสู่การพิจารณาในรายละเอียด
- สัดส่วนของโครงการที่ผ่านการคัดกรองข้อมูลทางวิศวกรรมในระดับเบื้องต้นเมื่อเทียบกับจำนวนโครงการที่ยื่นคำขอทั้งหมด
- ระยะเวลารวมของกระบวนการตั้งแต่การยื่นคำขอจนถึงการส่งต่อให้เจ้าหน้าที่ตรวจสอบเชิงลึก

ตัวชี้วัดดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของแพลตฟอร์มในการช่วยลดภาระงานในขั้นตอนพื้นฐานลดการวนซ้ำของการแก้ไขข้อมูล และเพิ่มความต่อเนื่องของกระบวนการพิจารณาโครงการ โดยเฉพาะในโครงการที่ใช้หลักการพิจารณาแบบ First Come First Serve

ทั้งนี้ การกำหนดค่าเป้าหมายหรือเกณฑ์ของตัวชี้วัดแต่ละรายการ ควรพิจารณาให้สอดคล้องกับบริบทการดำเนินงานและแนวทางที่หน่วยงานกำหนดในแต่ละช่วงเวลา และควรใช้ตัวชี้วัดดังกล่าวเป็นข้อมูลประกอบการปรับปรุงกระบวนการทำงาน มากกว่าการใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินผลการดำเนินงานของบุคลากร

๔.๒ ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพด้านข้อมูลและการพิจารณาเชิงวิศวกรรม

ตัวชี้วัดในหัวข้อนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้พิจารณาคุณภาพและความเหมาะสมของข้อมูลทางวิศวกรรมที่แพลตฟอร์มจัดเตรียมเพื่อสนับสนุนการพิจารณาโครงการในขั้นต้น โดยมุ่งเน้นการประเมินความพร้อมของข้อมูลก่อนเข้าสู่การตรวจสอบในรายละเอียดของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ

การประเมินเชิงคุณภาพในที่นี้เป็นการพิจารณาว่าข้อมูลที่ผ่านการคัดกรองและประมวลผลในระดับเบื้องต้น มีความชัดเจนและอยู่ในกรอบที่เอื้อต่อการใช้ดุลยพินิจทางวิศวกรรมหรือไม่ มิใช่การประเมินความถูกต้องของการออกแบบเชิงวิชาชีพหรือผลการดำเนินงานของโครงการ

ตัวอย่างประเด็นที่สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ ได้แก่

- ความครบถ้วนของข้อมูลทางเทคนิคที่จำเป็นต่อการพิจารณาในขั้นต้น
- ความสอดคล้องของขนาดระบบกับลักษณะการใช้งานและการระดมความร้อนตามข้อมูลที่ผู้สมัครระบุ
- ความชัดเจนของข้อมูลสรุปและผลการประมวลผลที่แพลตฟอร์มจัดเตรียมให้เจ้าหน้าที่
- ความสม่ำเสมอของรูปแบบข้อมูลและเกณฑ์ที่ใช้ประกอบการพิจารณาระหว่างโครงการแต่ละราย

ตัวชี้วัดดังกล่าวสะท้อนบทบาทของแพลตฟอร์มในการช่วยยกระดับคุณภาพของข้อมูลทางวิศวกรรมในขั้นต้น ลดความคลาดเคลื่อนจากรูปแบบการจัดเตรียมข้อมูลที่แตกต่างกัน และสนับสนุนให้การพิจารณาโครงการเป็นไปในทิศทางเดียวกันมากขึ้น

ทั้งนี้ การใช้ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพยังคงต้องอาศัยดุลยพินิจและประสบการณ์ของวิศวกรและคณะกรรมการเป็นสำคัญ โดยแพลตฟอร์มทำหน้าที่เป็นเพียงเครื่องมือช่วยจัดเตรียมข้อมูล มิได้ทดแทนการพิจารณาเชิงวิชาชีพแต่อย่างใด

๔.๓ วิธีการวัดและประเมินผล

การประเมินผลการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลในงานศึกษานี้ เสนอกรอบแนวทางการประเมินแบบผสมผสาน โดยอาศัยทั้งข้อมูลเชิงกระบวนการจากระบบสารสนเทศ และข้อมูลเชิงคุณภาพจากผู้ใช้งาน เพื่อใช้ประกอบการประเมินผลภายหลังการนำแพลตฟอร์มไปใช้งานจริง ทั้งนี้ การประเมินที่น่าเสนอเป็นเพียงกรอบแนวคิด มิได้เป็นการรายงานผลจากการใช้งานจริง

๔.๓.๑ การติดตามผลจากข้อมูลในระบบสารสนเทศ

การประเมินผลสามารถอาศัยข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ในระบบสารสนเทศของแพลตฟอร์ม ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการใช้งานตามปกติของระบบ โดยข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ประกอบการประเมิน ได้แก่ แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน

- จำนวนผู้สมัครและจำนวนโครงการที่ยื่นคำขอ
- ระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการพิจารณา
- สถานะของโครงการในแต่ละช่วง
- จำนวนครั้งที่มีการแก้ไขข้อมูลหรือเอกสาร

ข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้สะท้อนภาพรวมของกระบวนการทำงานและความต่อเนื่องของการดำเนินงานผ่านแพลตฟอร์มได้ในระดับเชิงกระบวนการ

๔.๓.๒ การรวบรวมความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

การประเมินผลเชิงคุณภาพเสนอให้ดำเนินการผ่านการรวบรวมความคิดเห็นจากผู้ใช้งานในแต่ละกลุ่ม โดยใช้แบบสอบถามหรือช่องทางแสดงความคิดเห็นในรูปแบบที่กระชับ เพื่อสะท้อน

ความเหมาะสมของแพลตฟอร์มต่อการสนับสนุนการทำงานของผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ประกอบการ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน และคณะกรรมการผู้พิจารณา

ประเด็นที่ใช้ประกอบการประเมิน อาทิ ความสะดวกในการใช้งาน ความชัดเจนของข้อมูล และความเหมาะสมของผลการประมวลผลที่ระบบแสดง

๔.๓.๓ การเปรียบเทียบแนวโน้มก่อนและหลังการนำระบบไปใช้

ภายหลังการนำแพลตฟอร์มไปใช้งานจริง หน่วยงานสามารถใช้ข้อมูลการดำเนินงานในอดีตเป็นข้อมูลอ้างอิง เพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการทำงานในภาพรวม เช่น แนวโน้มระยะเวลาในการพิจารณาโครงการ หรือความสามารถในการรองรับจำนวนโครงการ ทั้งนี้ การเปรียบเทียบดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อประกอบการประเมินเชิงกระบวนการ มิใช่การยืนยันผลลัพธ์เชิงตัวเลขเชิงสถิติ

๔.๔ การติดตามและรายงานผล

การวัดและประเมินผลตามตัวชี้วัดที่นำเสนอในบทนี้ เป็นการเสนอแนวทางการประเมินในเชิงแนวคิด เพื่อใช้เป็นกรอบสำหรับการติดตามและปรับปรุงกระบวนการทำงานในกรณีที่มีการนำแนวคิดแพลตฟอร์มดิจิทัลไปพัฒนาและใช้งานจริงในอนาคต โดยมีได้เป็นการประเมินผลจากการดำเนินงานที่เกิดขึ้นแล้ว

วิธีการวัดและประเมินผลสามารถดำเนินการโดยอาศัยข้อมูลที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานตามปกติของหน่วยงาน เช่น ระยะเวลาการดำเนินการในแต่ละขั้นตอน จำนวนครั้งของการแก้ไขข้อมูล และสถานะการผ่านการคัดกรองเบื้องต้นของโครงการ โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้เปรียบเทียบก่อนและหลังการนำแนวคิดแพลตฟอร์มไปประยุกต์ใช้ เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพกระบวนการทำงานในภาพรวม สำหรับตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ การประเมินผลสามารถดำเนินการในลักษณะของการพิจารณาเชิงวิศวกรรมจากเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการ เช่น การประเมินความครบถ้วนและความชัดเจนของข้อมูลที่แพลตฟอร์มจัดเตรียม การพิจารณาความเหมาะสมของข้อมูลสรุปต่อการใช้ประกอบการตัดสินใจ และการเปรียบเทียบความสม่ำเสมอของข้อมูลระหว่างโครงการแต่ละราย

ทั้งนี้ วิธีการวัดและประเมินผลควรถูกกำหนดให้สอดคล้องกับบริบทการดำเนินงานและแนวทางของหน่วยงาน โดยเน้นการใช้ผลการประเมินเพื่อการปรับปรุงกระบวนการทำงานและการพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการพิจารณาโครงการ มากกว่าการใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินผลการปฏิบัติงานของบุคลากร

๔.๕ ข้อจำกัดและแนวทางการพัฒนาในอนาคต

การติดตามและรายงานผลตามตัวชี้วัดที่นำเสนอในบทนี้ เป็นการเสนอแนวคิดในการนำข้อมูลจากกระบวนการทำงานมาใช้ประกอบการทบทวนและปรับปรุงกระบวนการพิจารณาโครงการในภาพรวม มิได้เป็นการรายงานผลจากการดำเนินงานที่เกิดขึ้นจริง

ในเชิงแนวคิด การติดตามผลสามารถดำเนินการโดยใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการรับสมัคร การตรวจสอบ และการพิจารณาโครงการ เช่น ข้อมูลระยะเวลาการดำเนินการในแต่ละขั้นตอน สถานะการคัดกรองเบื้องต้น และข้อมูลสรุปจากการประมวลผลในระดับต้น เพื่อจัดทำรายงานสรุปในภาพรวมของรอบการดำเนินงาน การรายงานผลมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการทบทวนแนวทางการดำเนินงาน และการกำหนดเกณฑ์ในรอบถัดไป ตลอดจนใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการปรับปรุงกระบวนการทำงานของหน่วยงาน โดยมีได้มุ่งหมายให้ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากรหรือการตัดสินผลสำเร็จของโครงการรายบุคคล

ทั้งนี้ แนวทางการติดตามและรายงานผลควรถูกกำหนดให้สอดคล้องกับบริบทการดำเนินงานและความพร้อมของหน่วยงาน โดยสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบและรายละเอียดของรายงานให้เหมาะสมเมื่อมีการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติ

บทที่ ๕

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการนำเสนอแนวคิดในการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการบริหารจัดการโครงการสนับสนุนเงินลงทุนด้านพลังงานแสงอาทิตย์ของหน่วยงานภาครัฐ โดยมุ่งเน้นการปรับปรุงกระบวนการทำงานในขั้นตอนก่อนการพิจารณาเชิงรายละเอียดให้มีความเป็นระบบมากขึ้น และสามารถจัดเตรียมข้อมูลทางวิศวกรรมในระดับเบื้องต้นได้อย่างมีมาตรฐานเดียวกัน

แนวคิดที่นำเสนอมีจุดเริ่มต้นจากข้อจำกัดของกระบวนการทำงานเดิมที่ต้องอาศัยการตรวจสอบเอกสารและการคำนวณด้วยมือเป็นหลัก ซึ่งก่อให้เกิดภาระงานซ้ำซ้อนและความล่าช้า โดยเฉพาะในโครงการที่ใช้หลักการพิจารณาแบบ First Come First Serve การพัฒนาแนวคิดแพลตฟอร์มจึงมุ่งเน้นบทบาทของระบบในฐานะเครื่องมือช่วยปฏิบัติงานที่ช่วยคัดกรองและจัดเตรียมข้อมูลก่อนเข้าสู่การพิจารณาเชิงวิศวกรรมโดยบุคลากรของหน่วยงาน

๕.๑ สรุปสาระสำคัญของการพัฒนาแนวคิด

การพัฒนาแนวคิดแพลตฟอร์มดิจิทัลในงานศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนกระบวนการพิจารณาโครงการด้านพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีความเป็นระบบมากขึ้น โดยเน้นการจัดการข้อมูล การตรวจสอบความครบถ้วน และการประมวลผลข้อมูลทางวิศวกรรมในระดับเบื้องต้นก่อนเข้าสู่การพิจารณาเชิงลึก แพลตฟอร์มในเชิงแนวคิดถูกออกแบบให้สามารถช่วยตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูลทางเทคนิค เช่น ความสอดคล้องระหว่างภาระความร้อนกับขนาดระบบที่เสนอ และการประเมินความคุ้มค่าในระดับแนวคิด เพื่อให้โครงการที่เข้าสู่กระบวนการพิจารณามีข้อมูลพื้นฐานที่อยู่ในกรอบเดียวกัน ลดความแตกต่างของรูปแบบการจัดเตรียมข้อมูลจากผู้สมัครแต่ละราย

ทั้งนี้ แนวคิดดังกล่าวไม่ได้มุ่งหมายให้แพลตฟอร์มทำหน้าที่ตัดสินใจแทนเจ้าหน้าที่หรือคณะกรรมการ แต่เป็นการช่วยยกระดับคุณภาพของข้อมูลและลดภาระงานในขั้นตอนพื้นฐาน เพื่อให้การพิจารณาเชิงวิศวกรรมสามารถมุ่งเน้นในประเด็นสาระสำคัญของโครงการได้อย่างเหมาะสม

๕.๒ ข้อจำกัดของแนวคิดและขอบเขตการนำไปใช้

แนวคิดแพลตฟอร์มดิจิทัลที่นำเสนอในงานศึกษานี้ เป็นการนำเสนอในระดับแนวคิดเพื่อแสดงกรอบความคิดและทิศทางการพัฒนางานเท่านั้น ยังไม่ได้ครอบคลุมถึงการออกแบบระบบเชิงเทคนิค การพัฒนาโปรแกรมจริง หรือการทดสอบการใช้งานในสถานการณ์จริง การประมวลผลข้อมูลทางวิศวกรรมของแพลตฟอร์มถูกจำกัดอยู่ในระดับการตรวจสอบความสมเหตุสมผลและการคัดกรองเบื้องต้น มิได้เป็นการออกแบบรายละเอียดเชิงวิศวกรรม หรือการคำนวณเพื่อใช้ในการก่อสร้างหรือควบคุมงานจริง นอกจากนี้ การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ยังเป็นเพียงการประเมินในระดับแนวคิด เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาเท่านั้น

ดังนั้น การนำแนวคิดแพลตฟอร์มไปประยุกต์ใช้จริง จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม การกำหนดเกณฑ์ โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบ และการปรับให้เหมาะสมกับบริบทการดำเนินงานและระเบียบที่เกี่ยวข้องในแต่ละช่วงเวลา

๕.๓ ข้อเสนอแนะในการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้

จากผลการศึกษา แนวคิดแพลตฟอร์มดิจิทัลสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงานของหน่วยงานในขั้นตอนการรับสมัครและคัดกรองโครงการได้ โดยเฉพาะในโครงการที่มีผู้สมัครจำนวนมาก และมีข้อจำกัดด้านเวลาในการพิจารณา การนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้จริงควรเริ่มจากการทดสอบในขอบเขตจำกัด เพื่อประเมินความเหมาะสมของกระบวนการทำงานและความสอดคล้องกับวิถีการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ รวมถึงการกำหนดเกณฑ์การประเมินผลและตัวชี้วัดที่ชัดเจนโดยหน่วยงานผู้รับผิดชอบ

แนวทางดังกล่าวจะช่วยลดความเสี่ยงในการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงาน และเอื้อต่อการนำแนวคิดแพลตฟอร์มไปใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการพิจารณาโครงการในระยะต่อไปอย่างเหมาะสม

๕.๔ แนวทางการพัฒนาและต่อยอดในอนาคต

หากมีการนำแนวคิดแพลตฟอร์มไปพัฒนาในอนาคต อาจพิจารณาต่อยอดในด้านการปรับปรุงแบบจำลองการประมวลผลข้อมูล การจัดทำฐานข้อมูลอ้างอิงทางวิศวกรรมที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน และการเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ในระดับองค์กร

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเพิ่มเติมควรพิจารณาควบคู่กับความพร้อมด้านทรัพยากร บุคลากร และนโยบายของหน่วยงานในแต่ละช่วงเวลา เพื่อให้การพัฒนาแพลตฟอร์มสอดคล้องกับบริบทการทำงานจริง และไม่ก่อให้เกิดภาระเกินความจำเป็นต่อการดำเนินงานของหน่วยงาน

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (๒๕๖๔). คู่มือการออกแบบและติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน.

กระทรวงพลังงาน. (๒๕๖๕). แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (๒๕๖๖). ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor). กรุงเทพมหานคร: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).

Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (๒๐๑๓). Solar Engineering of Thermal Processes (๔th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.

Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (๒๐๑๑). Fundamentals of Heat and Mass Transfer (๗th ed.). New York: John Wiley & Sons.