# การศึกษาปัญหาและวิธีการปรับปรุงกระบวนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดิน

# Study of problems and methods for improving installation process of ground – mounted solar power generation systems

**ธนัชชา วาณิชปัญญา[1,*] กวิน ตันติเสวี[2]**

*[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จ.กรุงเทพมหานคร*
**Corresponding author; s6601082856511@email.kmutnb.ac.th*

## บทคัดย่อ

ในปัจจุบันอัตราค่าไฟฟ้า และ อัตราค่าไฟฟ้าผันแปร มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นทุนในการดำเนินธุรกิจต่างๆสูงขึ้น แนวทางที่ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ให้ความสนใจ คือ การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีรูปแบบการติดตั้งได้ 2 แบบ คือ ติดตั้งบนพื้นดิน และบนหลังคา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกิดขึ้นในงานติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ แบบติดตั้งบนพื้นดินในพื้นที่ห่างไกล โดยเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าที่แล้วเสร็จ ด้วยวิธีการรวบรวมเอกสารรายงานการทำงาน การสังเกตุ และการสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการ โดยจำแนกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ 1. การกำหนดความต้องการของโครงการ และศึกษาความเป็นไปได้ 2. การออกแบบและวางแผนโครงการ 3. ระยะก่อสร้างและติดตั้ง และ 4. การปิดโครงการ และนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุ รวมถึงการปรับปรุงกระบวนการทำงานติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าใหม่ จากการศึกษาพบว่ากระบวนการที่เกิดปัญหาในการติดตั้งมากที่สุด คือ ระยะการก่อสร้างและติดตั้ง ซึ่งเกิดจากส่วนของการยื่นขออนุญาตจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงขั้นตอนการเตรียมพื้นที่และอุปกรณ์สำหรับการติดตั้ง ทั้งนี้สร้างผลกระทบที่สำคัญทั้งในด้านเวลาและต้นทุนที่เพิ่มขึ้น โดยภายหลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และนำผลการวิเคราะห์ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ พบว่าสามารถลดระยะเวลาการดำเนินโครงการลงได้ถึงร้อยละ 11.24 โดยจากการวิเคราะห์นี้จะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงกระบวนการในอนาคตสำหรับโครงการที่มีลักษณะคล้ายกัน และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนและดำเนินการมากขึ้น

คำสำคัญ: ปัญหา, งานติดตั้ง, ความล่าช้าในการติดตั้ง, ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์, PDCA

## Abstract

Nowadays, electricity rates and variable electricity rates tend to increase continuously, causing higher costs for various businesses. The solution that most entrepreneurs are interested in is installing solar power generation systems, which can be installed in 2 types: ground-mounted and rooftop-mounted. This research aims to study problems and improvement methods in installation of ground – mounted solar power generation systems by gathering data on problems in the installation of completed power generation systems by gathering work reports, observing, and interviewing people who involved in this project. which is divided into 4 stages: 1. Determining project requirements and studying feasibility, 2. Designing and planning the project, 3. Construction or installation period, and 4. Closing the project. The results are analyzed to find the causes and improve the process of installing a new power generation system. The process with the most problems in installation is the construction and installation period, which is caused by the application for permission from relevant agencies, including the steps of preparing the area and equipment for installation. This creates significant impacts in terms of time and increased costs. After gathering data, analyzing the problems that occurred, and applying the results, it was found that the project implementation period reduced by 11.24 percent. This analysis will be useful for improving the process in the future for similar projects and help to increase the efficiency of planning and execution.

Keywords: Problem, Installation, Delayed installation, Solar power generation, PDCA

## 1. คำนำ

ในยุคที่พลังงานไฟฟ้ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตและการดำเนินธุรกิจ การเพิ่มขึ้นของอัตราค่าไฟฟ้าและความไม่แน่นอนของต้นทุนพลังงานกลายเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อภาคอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ส่งผลให้มีการใช้พลังงานทางเลือกมากขึ้น โดยเฉพาะ “พลังงานแสงอาทิตย์” ซึ่งถือเป็นหนึ่งในพลังงานสะอาดที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างยั่งยืนและมีต้นทุนในการดำเนินงานที่สามารถควบคุมได้ในระยะยาว ธุรกิจเกษตรกรรมและเลี้ยงสัตว์ก็เป็นภาคธุรกิจหนึ่งที่หันมาใช้ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้น โดยนิยมใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดิน (Ground-Mounted Solar System) แทนที่จะใช้ระบบผลิตไฟฟ้าแบบติดตั้งบนหลังคาเหมือนกับภาคอุตสาหกรรมอื่นเนื่องจากส่วนใหญ่มีลักษณะหน้างานที่เป็นพื้นที่โล่งแจ้งและมีพื้นที่หลังคาจำกัด เมื่อมีความต้องการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดิน (Ground-Mounted Solar System) มากขึ้นในธุรกิจเกษตรกรรมและเลี้ยงสัตว์ จึงมีผู้ประกอบการที่เห็นโอกาสทางธุรกิจจากการลงทุนพัฒนาโครงการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ให้กับภาคธุรกิจเหล่านี้ และทำสัญญาซื้อขายไฟฟ้า (Power Purchase Agreement) กับเจ้าของธุรกิจแต่ละราย อย่างไรก็ตามการพัฒนาโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินให้กับธุรกิจด้านเกษตรกรรมและเลี้ยงสัตว์เหล่านี้มีความยุ่งยากและ

อาจเกิดปัญหาความล่าช้าได้เนื่องจากพื้นที่ติดตั้งส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ต่างจังหวัด ห่างจากตัวเมือง และมีความลำบากในการขนส่งวัสดุอุปกรณ์ที่ส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์นำเข้าจากต่างประเทศ

ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคที่ส่งผลต่อความล่าช้าในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นดิน และนำแนวคิดการจัดการคุณภาพมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ และลดระยะเวลาการส่งมอบงานให้ได้ตามกรอบเวลาที่กำหนด

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

*2.1 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นดิน (Ground-Mounted Solar Power System)*

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นดิน นิยมเรียกกันว่า โซลาร์ฟาร์ม (Solar Farm) โดยการติดตั้งในลักษณะนี้เป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมที่มีการใช้ไฟฟ้าจำนวนมากแต่พื้นที่บนหลังคามีไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสมแก่การติดตั้ง ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นดินมีส่วนประกอบหลักเหมือนกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบอื่น ได้แก่ [1]

*2.1.1 แผงโซลาร์เซลล์ (PV Module or Photovoltaic Cell)* เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำมีความสามารถในการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (DC Current) ในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นดินนั้น แผงโซลาร์เซลล์นั้นจะถูกนำมาจับยึดอยู่บนโครงสร้างที่มั่นคงบนพื้นดิน โดยมีการปรับมุมให้เหมาะสมกับทิศทางของแสงแดดเพื่อให้ได้รับพลังงานสูงสุดตลอดทั้งวัน อย่างไรก็ตามการใช้ที่ดินสำหรับระบบนี้ต้องมีการจัดการในเรื่องการระบายน้ำและการดูแลพื้นที่ให้เป็นระเบียบเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เช่น การกัดเซาะของดิน หรือการสะสมของน้ำฝนที่ไม่ได้รับการระบายอย่างถูกต้อง เป็นต้น

*2.1.2 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)* ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ซึ่งเป็นไฟฟ้าแบบกระแสตรง (DC) มาเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) จากนั้นจึงนำกระแสไฟฟ้าที่แปลงแล้วเสร็จมาใช้ภายในอุตสาหกรรมได้

*2.1.3 แบตเตอรี่ (Battery)* เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ระบบโซลาร์เซลล์ ผลิตได้และใช้ไม่หมดในช่วงเวลากลางวัน เพื่อนำไปใช้ในช่วงที่แสงไม่พอต่อการผลิตไฟฟ้าหรือช่วงเวลากลางคืน สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ติดตั้งบนดินที่ศึกษาในงานวิจัยนี้จะไม่มีการระบบแบตเตอรี่เพื่อสำรองไฟฟ้า

*2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนการด้วยวงจรเดมมิ่ง*

วงจรเดมมิ่ง (Deming Cycle) เป็นวงจรการบริหารที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย นับตั้งแต่การบริหารกิจการต่างๆ การดำเนินชีวิตของบุคคลให้ประสบความสำเร็จ การทำงานให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล และการบริหารงานในองค์กรของรัฐและเอกชนทั้งในและต่างประเทศ โครงสร้างการบริหารงานให้ประสบความสำเร็จ มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลตามวงจร PDCA ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดในแต่ละด้านดังนี้ [2]

*2.2.1 การวางแผน (Plan)* การวางแผนคือการกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ วิธีการ และขั้นตอนที่ชัดเจนเพื่อให้การดำเนินงานบรรลุผลตามเป้าหมาย

*2.2.2 การปฏิบัติ (Do)* การปฏิบัติจะต้องดำเนินการไปตามแผน วิธีการ และขั้นตอน ที่ได้กำหนดไว้ และจะต้องเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานไว้ด้วย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินงานในขั้นตอนต่อไป

*2.2.3 การตรวจสอบ (Check)* เป็นขั้นตอนการเพื่อประเมินผลว่ามีการปฏิบัติงานตามแผน หรือมีปัญหาเกิดขึ้นในระหว่างการปฏิบัติงานหรือไม่ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญ เนื่องจากในการดำเนินงานใดๆ มักจะเกิดปัญหาแทรกซ้อนที่ทำให้การดำเนินงานไม่เป็นไปตามแผนอยู่เสมอ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อประสิทธิภาพและคุณภาพของการทำงาน การติดตามการตรวจสอบ และการประเมินปัญหาจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องกระทำควบคู่ไปกับการดำเนินงาน เพื่อจะได้ทราบข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพของการดำเนินงานต่อไป

*2.2.4 การปรับปรุง (Action)* เป็นขั้นตอนการของการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นหลังจากได้ทำการตรวจสอบแล้ว การปรับปรุงอาจเป็นการแก้ไขแบบเร่งด่วนเฉพาะหน้า หรือการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำรอยเดิม การปรับปรุงอาจนำไปสู่การกำหนดมาตรฐานของวิธีการทำงานที่ต่างจากเดิมเมื่อมีการดำเนินงานตามวงจร PDCA ในรอบใหม่

*2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง*

การทบทวนงานวิจัยในอดีตเกี่ยวกับโครงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า มักประสบกับปัญหาความล่าช้าในกระบวนการดำเนินงาน โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ศึกษาถึงสาเหตุ ปัจจัย และแนวทางในการป้องกันปัญหาดังกล่าว ดังนี้

ภัสร์ธมลญา [3] ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในโครงการกรณีศึกษาบริษัทพลังงานแสงอาทิตย์แห่งหนึ่ง เพื่อหาแนวทางในการป้องกันสาเหตุที่ก่อให้เกิดความล่าช้าในงานโครงการ โดยมีการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยเป็น 2 ส่วนหลัก คือ 1) ตัวแปรต้น และ 2) ตัวแปรตาม จากการศึกษา พบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความล่าช้าของโครงการเกิดจาก 1) ผู้ควบคุมงานมีสายการบังคับบัญชาหลายขั้นตอน ทำให้เกิดการตัดสินใจล่าช้า ซึ่งจัดอยู่ในปัจจัยด้านการบริหาร 2) การติดตั้งไม่เป็นไปตามแบบที่ลูกค้ากำหนด ซึ่งจัดอยู่ในปัจจัยด้านคน และด้านการบริหาร ซึ่งแนวทางการป้องกันความล่าช้า สามารถทำได้โดยการ จัดทำแผนบริหารความเสี่ยง และลดระดับสายการบังคับบัญชาและขั้นตอนการอนุมัติเพื่อลดขั้นตอนการขออนุมัติ

ศุภกิจ และ กวิน [4] ศึกษาปัญหาในกระบวนการติดตั้งและการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคากรณีศึกษาห้างธุรกิจค้าปลีกสมัยใหม่ จำนวน 3 โครงการที่มีลักษณะเดียวกัน ซึ่งแต่ละโครงการมีสถานะการดำเนินงานที่แตกต่างกัน 3 สถานะ ได้แก่ งานที่ติดตั้งแล้วเสร็จ งานที่รออยู่ในระหว่างการติดตั้งแต่ประสบปัญหาความล่าช้าอย่างมีนัยสำคัญ และงานที่ถูกปรับแผนให้ชะลอโครงการเนื่องจากมีสิ่งที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติม ผลการศึกษาพบว่า สาเหตุความล่าช้าโดยรวมเกิดจาก 1) การออกแบบและวางแผนในการทำงาน 2) ความล่าช้าในการขนส่งและการติดตั้งล่าช้า 3) สภาพอากาศไม่อำนวยต่อการติดตั้งอุปกรณ์ 4) การสื่อสารระหว่างผู้รับเหมาหลัก และ ผู้รับเหมาช่วงผิดพลาด 5) ขาดการควบคุมและตรวจสอบงานอย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอนทำให้ต้องแก้ไขงาน

การทบทวนงานวิจัยในอดีตเกี่ยวกับการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์พบว่า มักประสบกับปัญหาความล่าช้าในกระบวนการดำเนินงาน โดยมีปัญหาร่วมกันคือเรื่องการประสานงานทั้งภายในหน่วยงานและระหว่างหน่วยงาน เช่น ผู้รับเหมา ซึ่งส่งผลให้เกิดการตัดสินใจที่ล่าช้า งานวิจัยนี้ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวในช่วงระหว่างการติดตั้งและดำเนินการศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลาการพัฒนาโครงการ ตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผนและริเริ่มโครงการจนถึงการส่งมอบ

โครงการ โดยในการดำเนินการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวทางของศุภกิจ และ กวิน มาเป็นแนวทางหลักในการวิเคราะห์สาเหตุของความล่าช้าในกระบวนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยจะพิจารณาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและวางแผนงาน การขนส่งและการติดตั้งอุปกรณ์ ตลอดจนการสื่อสารและประสานงานกับผู้รับเหมา และการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพงานในแต่ละขั้นตอนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถระบุสาเหตุที่แท้จริงของความล่าช้า และนำไปสู่การกำหนดแนวทางป้องกันและปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต.

## 3. ระเบียบวิธีวิจัย

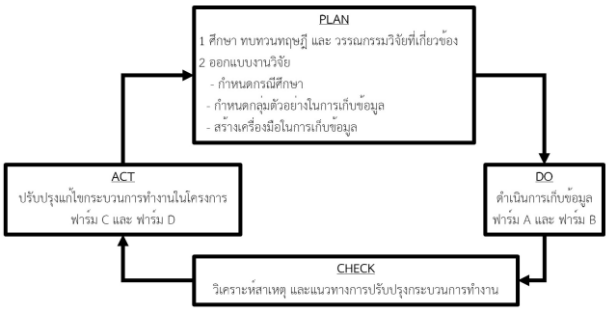
งานวิจัยนี้เป็นการจัดทำกรณีศึกษาเพื่อวิเคราะห์สาเหตุปัญหาความล่าช้าและอุปสรรคที่พบในระหว่างการดำเนินการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นดิน โดยรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ช่วงพัฒนาและริเริ่มโครงการ ออกแบบและวางแผน ดำเนินการติดตั้ง ไปจนถึงช่วงปิดโครงการ และออกแบบวิธีการปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อลดปัญหาความล่าช้า ผู้วิจัยได้จัดทำกรณีศึกษาจำนวน 4 โครงการ ซึ่งเป็นโครงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นดินเพื่อใช้ประโยชน์ภายในฟาร์มกุ้งที่อยู่ในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศ โดยระบบมีกำลังการผลิตไฟฟ้าไม่เกิน 300 กิโลวัตต์ ติดตั้งเป็นแบบ On-Grid คือมีการเชื่อมต่อระบบกับระบบจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) แต่ไม่มีการจำหน่ายไฟฟ้าคืน ดังในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ภาพรวมกรณีศึกษาทั้ง 4 โครงการ

| โครงการ | รายละเอียดโครงการ | รายละเอียดการติดตั้ง | ช่วงเวลาดำเนินการ |
|---|---|---|---|
| ฟาร์ม A | ฟาร์มกุ้ง จังหวัดสตูล | ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 600 W จำนวน 200 แผ่น โดยใช้พื้นที่ในการติดตั้งประมาณ 2,500 ตร.ม. | ม.ค. - ก.ย. 67 |
| ฟาร์ม B | ฟาร์มกุ้ง จังหวัดตรัง | ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 600 W จำนวน 200 แผ่น โดยใช้พื้นที่ในการติดตั้งประมาณ 2,500 ตร.ม. | ม.ค. - ก.ย. 67 |
| ฟาร์ม C | ฟาร์มกุ้ง จังหวัดตรัง | ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 600 W จำนวน 200 แผ่น โดยใช้พื้นที่ในการติดตั้งประมาณ 2,500 ตร.ม. | ก.ค. 67 - ม.ค. 68 |
| ฟาร์ม D | ฟาร์มกุ้ง จังหวัดสุราษฎร์ธานี | ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 600 W จำนวน 400 แผ่น โดยใช้พื้นที่ในการติดตั้งประมาณ 5,200 ตร.ม. | ต.ค. 67 - มี.ค. 68 |

จากตารางที่ 1 โครงการที่นำมาจัดทำเป็นกรณีศึกษาของงานวิจัยนี้ 4 โครงการ มีช่วงระยะเวลาดำเนินการที่ต่างกัน โดย 2 โครงการแรก (ฟาร์ม A และ B) มีช่วงระยะเวลาดำเนินการก่อน ผู้วิจัยได้เข้ารวบรวมเอกสารของโครงการ เช่น สัญญา แบบก่อสร้าง แผนการดำเนินงาน บันทึกผลการปฏิบัติงานรายวัน เอกสารการสั่งซื้อวัสดุ และสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการเพื่อให้ทราบถึงปัญหาและสาเหตุของความล่าช้าในแต่ละกิจกรรมก่อสร้าง โดยกลุ่มผู้ให้ข้อมูลประกอบด้วย วิศวกรผู้ออกแบบ (สังกัดเจ้าของโครงการและผู้รับเหมา) วิศวกรผู้ควบคุมงาน (สังกัดเจ้าของโครงการและผู้รับเหมา) เจ้าหน้าที่แผนกจัดซื้อ (สังกัดเจ้าของโครงการ) และวิศวกรโครงการ (สังกัดเจ้าของโครงการ) รวมทั้งหมด 7 คน ซึ่งทั้งหมดล้วนเป็นบุคลากรที่มีบทบาทสำคัญในการวางแผน ประสานงาน และควบคุมการดำเนินงานของแต่ละโครงการ

โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากฟาร์ม A และฟาร์ม B มีวัตถุประสงค์เพื่อ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคที่ก่อให้เกิดความล่าช้าในแต่ละกิจกรรมการดำเนินงาน ทั้งในแง่ของประเภทปัญหา หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผลกระทบด้านระยะเวลาและค่าใช้จ่าย รวมถึงการระบุสาเหตุของปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1) ปัญหาที่พบ 2) หน่วยงานที่ก่อให้เกิดปัญหา 3) ผลกระทบของปัญหาด้านเวลาและค่าใช้จ่าย และ 4) สาเหตุของปัญหาดังกล่าว หลังจากวิเคราะห์ผลแล้ว ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการปรับปรุงกระบวนการทำงาน และนำวิธีการปรับปรุงกระบวนการนี้ไปใช้งานจริงกับโครงการที่เหลืออีก 2 โครงการ (ฟาร์ม C และ D) ทั้งนี้ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากโครงการฟาร์ม C และฟาร์ม D มีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินประสิทธิภาพของแนวทางการปรับปรุงที่ได้ดำเนินการ โดยตรวจสอบและวิเคราะห์ผลการดำเนินงานหลังการปรับปรุงว่ามีการลดปัญหาความล่าช้าในกระบวนการติดตั้งได้หรือไม่ เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการบริหารงานตามวงจร PDCA (Plan – Do – Check – Act) ดังในรูปที่ 1




**รูปที่ 1** แผนภาพแสดงขั้นตอนการศึกษา

## 4. ผลการศึกษา

*4.1 ผลการเก็บข้อมูลของฟาร์ม A และฟาร์ม B*

ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานติดตั้งของฟาร์ม A และฟาร์ม B ตั้งแต่กระบวนการพัฒนาโครงการ ออกแบบและวางแผนดำเนินการติดตั้ง ไปจนถึงการปิดโครงการ โดยทั้งสองโครงการได้เริ่มดำเนินงานก่อสร้างในช่วงเวลาเดียวกัน ระยะเวลาในการดำเนินงานของฟาร์ม A และฟาร์ม B ใช้เวลาทั้งหมด 9 เดือน (มกราคม 2567 - กันยายน 2567) ซึ่งล่าช้าจากแผนการดำเนินงานไป 2 เดือน โดยผู้วิจัยได้รวบรวมปัญหาที่พบจากการดำเนินการติดตั้งของฟาร์ม A และ ฟาร์ม B ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดเปรียบเทียบแผนและผลการดำเนินงานติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับฟาร์ม A และฟาร์ม B จากตารางพบว่า ทั้งสองโครงการเกิดปัญหาความล่าช้าในทุก ๆ กิจกรรมคล้ายคลึงกัน โดยกิจกรรมที่พบปัญหาความล่าช้ามากที่สุดคือ การขออนุญาต และรองลงมาคือปัญหางานติดตั้ง มีรายละเอียดดังในตารางที่ 3

*4.1.1 ความล่าช้าในขั้นตอนการขออนุญาตและการแก้ไขแบบ*

การดำเนินโครงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นที่ดิน จำเป็นต้องได้รับการอนุญาตจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตามลักษณะของโครงการและพื้นที่ตั้งตามระเบียบที่หน่วยงานภาครัฐกำหนด ในกรณีของการติดตั้งที่ฟาร์ม A และฟาร์ม B เจ้าของพื้นที่มีหน้าที่จัดเตรียม

เอกสารสำคัญเพื่อยื่นประกอบการพิจารณา โดยเอกสารหลักที่ต้องจัดเตรียม ได้แก่ สำเนาโฉนดที่ดินที่ใช้ในการติดตั้งโครงการ ซึ่งต้องเป็นสำเนาขนาดจริงโดยห้ามย่อขนาด โดยในขั้นตอนนี้ วิศวกรผู้ออกแบบจะต้องนำโฉนดที่ดินของพื้นที่โครงการมาประกอบการพิจารณาและจัดทำแบบแปลนให้มีความถูกต้องทั้งในด้านตำแหน่งและการจัดวางอุปกรณ์ เพื่อใช้ประกอบการยื่นคำขออนุญาตต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การยื่นขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารต่อสำนักงานเทศบาลเมืองกันตัง การยื่นขออนุญาตให้ดำเนินการผลิตพลังงานควบคุม (พ.ค.2) ต่อสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน และการยื่นขอเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ในการติดตั้งระบบของฟาร์ม A เกิดความล่าช้าเนื่องจากการยื่นเอกสารเพื่อขออนุญาตถึง 22 วัน เนื่องจากต้องแก้ไขแบบก่อสร้างทางเดินสายไฟให้เป็นโครงสร้างยกสูงถึง 5.5 เมตร หลังจากพบว่าพื้นที่ทางเดินสายไฟเดิมเป็นพื้นที่สาธารณะดังในรูปที่ 2 ซึ่งปัญหานี้เกิดจากการที่วิศวกรผู้ออกแบบไม่ได้ตรวจสอบข้อกำหนดของพื้นที่ให้ครบถ้วน และไม่ศึกษารายละเอียดเงื่อนไขก่อนยื่นขออนุญาต ส่งผลให้ต้องกลับมาแก้ไขแบบภายหลัง โดยการแก้ไขแบบก่อสร้างนี้ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายติดตั้งโครงสร้างรับทางเดินสายไฟประมาณ 75,000 บาท หรือคิดเป็นประมาณร้อยละ 2 ของมูลค่าโครงการ

**ตารางที่ 2** เปรียบเทียบแผนและผลการดำเนินงานติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ฟาร์ม A และฟาร์ม B

| กิจกรรม | ผู้รับผิดชอบ | ฟาร์ม A | | | ฟาร์ม B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | แผน | ผล | ล่าช้า (วัน) | แผน | ผล | ล่าช้า (วัน) |
| **1. ออกแบบและวางแผนโครงการ** | | | | | | | |
| ยื่นขออนุญาต | เจ้าของโครงการ/ผู้รับเหมา | 8/5/2567 – 18/6/2567 | 10/5/2567 – 23/7/2567 | 22* | 8/5/2567 – 18/6/2567 | 10/5/2567 – 23/7/2567 | 23* |
| **2. จัดเตรียมอุปกรณ์** | | | | | | | |
| แผงโซลาร์เซลล์ | เจ้าของโครงการ | 3/3/2567 – 3/4/2567 | 19/4/2567 – 2/6/2567 | 12 | 3/3/2567 – 3/4/2567 | 19/4/2567 – 2/6/2567 | 12 |
| โครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์ | เจ้าของโครงการ | 3/3/2567 – 23/3/2567 | 19/4/2567 – 31/5/2567 | 11 | 3/3/2567 – 23/3/2567 | 19/4/2567 – 31/5/2567 | 11 |
| **3. การติดตั้งอุปกรณ์** | | | | | | | |
| วางผัง (กำหนดจุดติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์) | ผู้รับเหมา | 20/4/2567 – 21/4/2567 | 23/7/2567 – 25/7/2567 | 2* | 20/4/2567 – 21/4/2567 | 23/7/2567 – 25/7/2567 | 2* |
| ติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์ | ผู้รับเหมา | 24/6/2567 – 6/7/2567 | 14/7/2567 – 27/8/2567 | 11* | 6/6/2567 – 24/6/2567 | 20/6/2567 – 25/7/2567 | 14* |
| ติดตั้งทางเดินสายไฟ | ผู้รับเหมา | 5/5/2567 – 17/5/2567 | 5/7/2567 – 15/8/2567 | 16* | 26/5/2567 - 5/6/2567 | 15/7/2567 – 8/8/2567 | 14 |

***หมายเหตุ*** ** เป็นความล่าช้าของกิจกรรมที่กระทบต่อระยะเวลารวมของโครงการ*

**ตารางที่ 3** สรุปปัญหา สาเหตุ และผลกระทบจากปัญหาในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ฟาร์ม A และฟาร์ม B

| ลำดับ | ปัญหา | สาเหตุ | ฟาร์ม A | | ฟาร์ม B | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ผลกระทบทางด้านต้นทุน | ผลกระทบทางด้านเวลา | ผลกระทบทางด้านต้นทุน | ผลกระทบทางด้านเวลา |
| 1 | ความล่าช้าในขั้นตอนการขออนุญาตและการแก้ไขแบบขออนุญาต | ทีมวิศวกรผู้ออกแบบระบบไม่ตรวจสอบข้อกำหนดและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องให้ดีก่อนยื่นคำขออนุญาต | มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากต้นทุนของโครงการ เนื่องจากต้องทำการติดตั้งทางเดินสายไฟเพิ่ม มูลค่าประมาณ 75,000 บาท | ล่าช้ากว่าแผนงานเป็นเวลา 22 วัน | - | ล่าช้ากว่าแผนงานเป็นเวลา 23 วัน |
| 2 | การปักหมุดผิดพลาด | วิศวกรสนามผู้ควบคุมงานมีการคอนเฟิร์มระยะติดตั้งหมุดผิด เนื่องจากขาดความรอบคอบในการควบคุมงาน | มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากต้นทุนของโครงการ มูลค่าประมาณ 12,000 บาท | เนื่องจากต้องใช้เวลาทำการรื้อถอนอุปกรณ์ที่ติดตั้งผิดพลาด รวมถึงจัดเตรียมวัสดุและดำเนินการติดตั้งใหม่ทำให้ระยะเวลาการติดตั้งอุปกรณ์คลาดเคลื่อนจากแผนงานเดิมไปถึง 37 วัน | มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากต้นทุนของโครงการ มูลค่าประมาณ 15,000 บาท | เนื่องจากต้องดำเนินการรื้อถอนหมุดและดำเนินการติดตั้งใหม่ทำให้ระยะเวลาการติดตั้งคลาดเคลื่อนจากแผนงานเดิมไปถึงไป 17 วัน ซึ่งส่งผลให้กิจกรรมถัดไปไม่สามารถเริ่มต้นได้ตามกำหนด (การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์) |
| 3 | ความล่าช้าในการสั่งอุปกรณ์จากต่างประเทศ | ความไม่แน่นอนของกระบวนการขนส่งวัสดุและการรอเคลียร์ของออกจากท่าเรือใช้เวลานานกว่าที่ประเมินไว้ | - | แผงโซลาร์เซลล์มีการขนส่งถึงหน้างานช้ากว่ากำหนด4วัน และโครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์มีการผลิตที่นานกว่ากำหนด เป็นระยะเวลา 11 วัน | - | แผงโซลาร์เซลล์มีการขนส่งถึงหน้างานช้ากว่ากำหนด 4 วัน และโครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์มีการผลิตที่นานกว่ากำหนดเป็นระยะเวลา 11 วัน |

ในการติดตั้งระบบของฟาร์ม B พบปัญหาความล่าช้าในกระบวนการยื่นขออนุญาตเช่นเดียวกับฟาร์ม A ส่งผลให้ระยะเวลาในการได้รับเอกสารอนุญาตยืดออกไปและกระทบต่อแผนงานโดยรวมของโครงการ โดยเฉพาะกิจกรรมสำคัญที่ต้องดำเนินการภายหลังจากได้รับใบอนุญาต เช่น การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์จำเป็นต้องเลื่อนออกไปตามระยะเวลาที่ล่าช้า ความล่าช้านี้เกิดจากการจัดทำแผนผังเส้นเดี่ยวระบบไฟฟ้า (Single Line Diagram) ที่ไม่ถูกต้องหรือขาดรายละเอียดสำคัญ เนื่องจากระบบต้องมีการเชื่อมต่อกับโครงข่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จึงจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องกับมาตรฐานที่กำหนด หากพบข้อผิดพลาดหรือข้อมูลไม่ครบถ้วน จะต้องมีการแก้ไขและปรับปรุงก่อนจึงจะสามารถดำเนินการต่อได้ ซึ่งกระบวนการนี้ทำให้การพิจารณาเอกสารล่าช้ากว่ากำหนด

**รูปที่ 2** เส้นทางการเดินสายไฟ DC ฟาร์ม A

*4.1.2 ปัญหาการรื้อถอนและติดตั้งอุปกรณ์ใหม่*

ในขั้นตอนการติดตั้งระบบของฟาร์ม A พบปัญหาความล่าช้าในการติดตั้งอุปกรณ์นานถึง 38 วัน และมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากการรื้อถอนและติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ เนื่องจากการปักหมุดวางผังมีความคลาดเคลื่อนทำให้ระยะห่างจากรางสายไฟไม่เป็นไปตามแบบ โดยปัญหานี้ถูกพบระหว่างการติดตั้งอุปกรณ์ ซึ่งถ้าหากดำเนินการต่อไปจะต้องมีการจัดทำทางเดินสายไฟและโครงสร้างเหล็กรับเพิ่มเติม ดังนั้นผู้พัฒนาโครงการได้เลือกแก้ปัญหาโดยรื้อถอนหมุดและติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ ซึ่งเป็นทางเลือกที่ประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าการทำทางเดินสายไฟเพิ่มเติมแต่เสียเวลาในการดำเนินงานแทน

ในการติดตั้งที่ฟาร์ม B พบปัญหาการรื้อถอนและติดตั้งอุปกรณ์ใหม่เช่นเดียวกับฟาร์ม A โดยไม่สามารถติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์ได้ตามแบบที่กำหนดเนื่องจากเนื่องจากติดบ่อคอนกรีตคั่นกลางดังในรูปที่ 3 จึงต้องรื้อถอนหมุดและดำเนินการติดตั้งใหม่ เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนของแรงงานและการใช้เครื่องจักรเป็นจำนวนเงินประมาณ 15,000 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 0.5 ของมูลค่าโครงการ สาเหตุของปัญหาดังกล่าวเกิดจากความบกพร่องในการควบคุมงานของวิศวกรผู้ควบคุมงาน โดยเฉพาะในขั้นตอนการกำหนดจุดติดตั้งโครงสร้างบริเวณช่วงกลางระหว่างบ่อคอนกรีต ซึ่งเกิดความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งที่ถูกต้อง ทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการแก้ไขงานดังกล่าว

**รูปที่ 3** บริเวณที่มีการติดตั้งโครงสร้างผิดทำให้ต้องรื้อจุดติดตั้งที่ฟาร์ม A

*4.1.3 ปัญหาความล่าช้าในการติดตั้ง*

ในงานติดตั้งระบบไฟฟ้าของฟาร์ม A และฟาร์ม B พบว่าเกิดปัญหาความล่าช้าในช่วงท้ายของการดำเนินงานซึ่งผู้รับเหมาไฟฟ้าจะต้องยื่นขออนุญาตและดำเนินการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้ากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สาเหตุหลักของความล่าช้านี้สันนิษฐานว่าเกิดจากผู้รับเหมางานระบบไฟฟ้าขาดแรงจูงใจในการติดตามและดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการยื่นขออนุญาตเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า เนื่องจากเงื่อนไขการจ่ายเงินค่าจ้างตามสัญญาได้กำหนดไว้เพียง 3 งวด โดยงวดที่หนึ่งและงวดที่สองมีสัดส่วนการจ่ายเงินในระดับสูง ในขณะที่งวดที่สามซึ่งเป็นงวดสุดท้าย มีมูลค่าเพียงร้อยละ 10 ของมูลค่างานทั้งหมด

ตามที่สัญญาได้กำหนดมูลค่าเงินที่เบิกงวดสุดท้ายในสัดส่วนที่ต่ำเมื่อเทียบกับความสำคัญของงานที่ต้องดำเนินการในช่วงท้ายของโครงการเพื่อให้สามารถเปิดใช้งานระบบได้ ผู้รับเหมาจึงขาดแรงจูงใจในการเร่งดำเนินงานให้แล้วเสร็จในกำหนดเวลา ไม่สามารถยื่นขออนุญาตเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าได้ทันตามแผน และไม่สามารถเริ่มผลิตและจำหน่ายกระแสไฟฟ้าได้ตามกำหนด

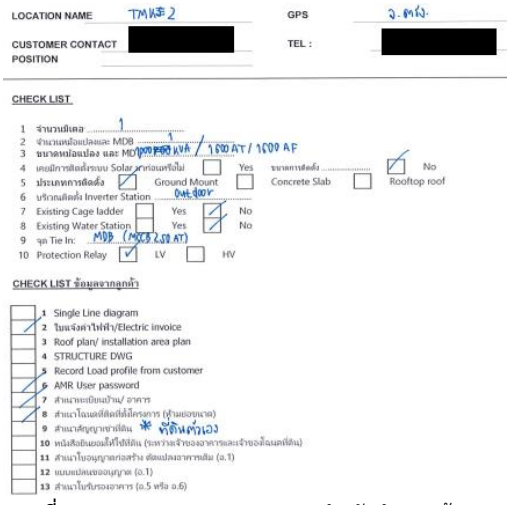
*4.2 แนวทางการปรับปรุง*

จากผลการเก็บข้อมูลการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ฟาร์ม A และฟาร์ม B ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินโครงการซึ่งกระทบต่อต้นทุนและเวลาของโครงการ มาวิเคราะห์สาเหตุ และหาแนวทางแก้ไขเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำ ดังนี้

*4.2.1 จัดทำรายการตรวจสอบ (checklist) สำหรับการสำรวจพื้นที่*

เนื่องจากปัญหาความล่าช้าในขั้นตอนการขออนุญาตและได้รับใบอนุญาตจากหน่วยงานราชการมีสาเหตุหลักมาจากการที่ผู้พัฒนาโครงการเตรียมเอกสารไม่ครบถ้วน โดยวิศวกรผู้ออกแบบระบบไม่ตรวจสอบข้อกำหนดและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องให้ดีก่อนยื่นคำขออนุญาต ทั้งนี้การจัดเตรียมเอกสารต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะหน้างานที่มีความแตกต่างกันในแต่ละโครงการ ผู้วิจัยจึงได้จัดทำเอกสารรายการตรวจสอบ (Checklist) เพื่อใช้ตั้งแต่ขั้นตอนสำรวจพื้นที่ติดตั้งเพื่อลดความผิดพลาดในการออกแบบและยื่นขออนุญาต วัตถุประสงค์ของรายการตรวจสอบคือเพื่อตรวจสอบรายการข้อมูลที่ต้องเก็บรวบรวม รวมถึงเอกสารที่เจ้าของพื้นที่ต้องจัดเตรียม เพื่อให้ทีมวิศวกรผู้ออกแบบสามารถนำไปใช้ในการจัดทำแบบและดำเนินการขออนุญาต เช่น เอกสารโฉนดที่ตั้งโครงการ, เอกสารแบบแปลนขออนุญาต อ.1 รวมถึงเอกสารอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการยื่นขออนุญาตว่ามีความครบถ้วนหรือไม่

การจัดทำรายการตรวจสอบที่พัฒนาขึ้นแบ่งเอกสารออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ 1) ชุดสำหรับสำรวจหน้างาน และ 2) ชุดสำหรับรวบรวมข้อมูล (Survey Report) เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน โดยชุดสำหรับสำรวจหน้างานจะเป็นเพียงการตรวจสอบว่าได้เก็บข้อมูลครบถ้วนหรือไม่เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน (ดังตัวอย่างในรูปที่ 4) และชุดสำหรับรวบรวมข้อมูลจะเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ มารวบรวมเป็นฐานข้อมูล เพื่อความเป็นระเบียบต่อการนำข้อมูลไปใช้


LOCATION NAME TMW# 2 GPS จ.ตรัง.
CUSTOMER CONTACT [redacted] TEL : [redacted]
POSITION

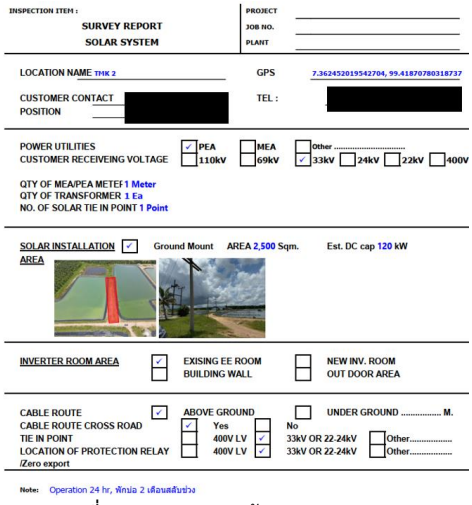
CHECK LIST

1 จำนวนชิ้นเลย 1
2 จำนวนหม้อแปลงและ MDB 1
3 ขนาดหม้อแปลง และ MDB 1600 kVA / 1600 AT / 1600 AF
4 เคยมีการติดตั้งระบบ Solar ก่อนหรือไม่ ☐ Yes ☐ No
5 ประเภทการติดตั้ง ☑ Ground Mount ☐ Concrete Slab ☐ Rooftop roof
6 บริเวณติดตั้ง Inverter Station ON GROUND
7 Existing Cage ladder ☐ Yes ☑ No
8 Existing Water Station ☐ Yes ☑ No
9 จุด Tie In: MDB (MCCB 2,500 AT)
10 Protection Relay ☑ LV ☐ HV

CHECK LIST ข้อมูลจากลูกค้า

1 Single Line diagram
2 ใบแจ้งค่าไฟฟ้า/Electric invoice
3 Roof plan/ installation area plan
4 STRUCTURE DWG
5 Record Load profile from customer
6 AMR User password
7 สำเนาทะเบียนบ้าน/ อาคาร
8 สำเนาโฉนดที่ดินที่ตั้งโครงการ (ถ้าแบ่งขนาด)
9 สำเนาสัญญาเช่าที่ดิน * ที่ดินตัวเอง
10 หนังสือยินยอมให้ใช้ที่ดิน (ระหว่างเจ้าของอาคารและเจ้าของโฉนดที่ดิน)
11 สำเนาใบอนุญาตก่อสร้าง ต่อแปลงอาคารเดิม (อ.1)
12 แบบแปลนขออนุญาต (อ.1)
13 สำเนาใบรับรองอาคาร (อ.5 หรือ อ.6)

**รูปที่ 4** รายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับสำรวจหน้างาน


INSPECTION ITEM :
SURVEY REPORT
SOLAR SYSTEM
PROJECT
JOB NO.
PLANT
LOCATION NAME THK 2
GPS 7.36245201954270 4, 99.41870780318737
CUSTOMER CONTACT
POSITION
TEL :
POWER UTILITIES
CUSTOMER RECEIVEING VOLTAGE
PEA 110kV
MEA 69kV
Other 33kV 24kV 22kV 400V
QTY OF MEA/PEA METER 1 Meter
QTY OF TRANSFORMER 1 Ea
NO. OF SOLAR TIE IN POINT 1 Point
SOLAR INSTALLATION
Ground Mount
AREA 2,500 Sqm.
Est. DC cap 120 kW
AREA
INVERTER ROOM AREA
EXISING EE ROOM BUILDING WALL
NEW INV. ROOM OUT DOOR AREA
CABLE ROUTE
ABOVE GROUND
UNDER GROUND ..... M.
CABLE ROUTE CROSS ROAD
Yes
No
TIE IN POINT
400V LV
33kV OR 22-24kV
Other.....
LOCATION OF PROTECTION RELAY /Zero export
400V LV
33kV OR 22-24kV
Other.....
Note: Operation 24 hr, พักน่อ 2 เดือนสลับช่วง

**รูปที่ 5** รายการรวบรวมข้อมูล (Site Survey)

*4.2.2 กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกผู้รับเหมาที่มีประสบการณ์*

งานติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นดินสำหรับธุรกิจเกษตรกรรมและเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่มีมูลค่างานไม่สูงมาก และเป็นงานติดตั้งในพื้นที่ต่างจังหวัดที่ห่างไกล ดังนั้นจึงต้องว่าจ้างผู้รับเหมาท้องถิ่นขนาดเล็กที่รับเฉพาะค่าแรง (อุปกรณ์จัดหาโดยเจ้าของโครงการ) เข้าไปดำเนินการ ดังนั้นการควบคุมงานจะต้องมีความใกล้ชิดและรอบคอบ ถ้าหากวิศวกรผู้ควบคุมงานขาดความรอบคอบและความชำนาญในการควบคุมงาน และว่าจ้างผู้รับเหมาและแรงงานที่ไม่มีความชำนาญ ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนของค่าแรงงานและค่าใช้จ่ายเครื่องจักรสำหรับการติดตั้งใหม่ ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงแนวทางในการกำหนดเกณฑ์คัดเลือกผู้รับเหมาให้มีความรอบคอบมากขึ้น โดยพิจารณาคุณสมบัติที่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด รวมถึงประเมินผลงานที่ผ่านมา เพื่อให้มั่นใจว่าผู้รับเหมามีประสบการณ์และศักยภาพเพียงพอในการบริหารและควบคุมงาน อีกทั้งต้องมีความรับผิดชอบต่อปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากหน่วยงานของตนเอง เช่น ต้องมีประสบการณ์ติดตั้งพร้อมยื่นขออนุญาตติดตั้งระบบโซลาร์ผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเสร็จอย่างน้อย 3 โครงการภายในระยะเวลา 2 ปีที่ผ่านมา มีวิศวกรควบคุมงานประจำ และมีทีมช่างเทคนิคที่ผ่านการอบรมมาแล้ว นอกจากนี้ยังต้องแนบเอกสารผลงานที่ผ่านมาเพื่อให้สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ พร้อมทั้งพิจารณาทุนจดทะเบียนและงบการเงินเบื้องต้น เพื่อให้มั่นใจว่าผู้รับเหมามีความมั่นคงทางการเงิน และสามารถดำเนินงานได้จนจบโครงการโดยไม่เกิดปัญหาขาดสภาพคล่องทางการเงินเพื่อป้องกันความเสี่ยงในการดำเนินงานต่อไม่ได้ ซึ่งอาจกระทบต่อภาพรวมของโครงการในระยะยาว

นอกจากกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกผู้รับเหมาแล้ว ผู้วิจัยได้นำเสนอการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการจ่ายเงินใหม่ให้สอดคล้องกับลักษณะการทำงานของผู้รับเหมามากขึ้น คือ งวดที่ 1 จ่ายร้อยละ 10 เมื่อผู้รับจ้างส่งมอบเอกสารประกอบการเริ่มงาน เช่น แผนการดำเนินงาน แบบแสดงรายละเอียด และโครงสร้างทีมงาน งวดที่ 2 และ 3 รวมร้อยละ 50 จะจ่ายเมื่อดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์แล้วเสร็จตามลำดับ พร้อมผ่านการทดสอบระบบเบื้องต้น งวดที่ 4 และ 5 รวมร้อยละ 30 จะจ่ายเมื่อผ่านการทดสอบระบบสมบูรณ์และส่งมอบงานติดตั้ง พร้อมเอกสารประกอบครบถ้วน ส่วนงวดสุดท้ายร้อยละ 10 จะจ่ายเมื่อดำเนินการขออนุญาตเชื่อมต่อระบบไฟฟ้ากับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นให้ผู้รับเหมาดำเนินงานอย่างต่อเนื่องและมีความรับผิดชอบงานในดำเนินการแล้วเสร็จในเวลาที่กำหนด

*4.2.3 จัดเตรียมอุปกรณ์และวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้า*

ปัญหาจากการขนส่งอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ผลิตจากต่างประเทศ จากการจัดเตรียมอุปกรณ์ของเจ้าของโครงการ ที่เลือกใช้อุปกรณ์ และวัสดุในการติดตั้งที่ผลิตจากต่างประเทศ ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาทางด้านการขนส่ง สามารถทำได้โดยการวางแผนการขนส่งล่วงหน้าเพื่อลดความล่าช้า และศึกษาภูมิระเบียบในการนำเข้าอุปกรณ์รวมถึงเตรียมเอกสารให้ครบถ้วนเพื่อป้องกันปัญหาการนำเข้าตามแนวทางในตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ระยะเวลาในการเตรียมการ/สั่งซื้อล่วงหน้าสำหรับอุปกรณ์หลักจากต่างประเทศในโครงการระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

| ลำดับ | อุปกรณ์ | ระยะเวลาโดยประมาณ (วัน) |
|---|---|---|
| 1 | แผงโซลาร์เซลล์ | 30 – 45 วัน |
| 2 | โครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์ | 20 – 30 วัน |
| 3 | อินเวอร์เตอร์ | 20 วัน |

*4.3 ผลการปรับปรุงกระบวนการทำงาน*

เมื่อนำแนวทางการปรับปรุงตามหัวข้อที่ 4.2 ไปใช้งานจริงในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ฟาร์ม C และฟาร์ม D ซึ่งมีภาพการติดตั้งแสดงดังในรูปที่ 5 และรูปที่ 6 ตามลำดับ ได้ผลการปฏิบัติงานเปรียบเทียบกับแผนการดำเนินงานดังในตารางที่ 5 พบว่า ระยะเวลาการดำเนินงานของโครงการฟาร์ม C และฟาร์ม D เมื่อเปรียบเทียบกับฟาร์ม B ซึ่งมีปริมาณงานที่ใกล้เคียงกัน โดยฟาร์ม C ใช้ระยะเวลาน้อยลงกว่าฟาร์ม B ประมาณร้อยละ 20 และฟาร์ม D ใช้เวลาน้อยลงประมาณร้อยละ 11 โดยระยะเวลาการดำเนินงานโดยรวมสอดคล้องกับแผนงานที่วางไว้ แม้ว่าในรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมยังคงมีบางช่วงที่ล่าช้า เช่น การจัดซื้ออุปกรณ์จากต่างประเทศ แต่ปัญหาดังกล่าวไม่ส่งผลกระทบต่อขั้นตอนหลักของการติดตั้ง จึงถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

จากการนำเอกสารรายการตรวจสอบมาใช้ตั้งแต่ขั้นตอนการสำรวจพื้นที่ติดตั้ง ไปจนถึงการรวบรวมข้อมูลเชิงเทคนิค เพื่อใช้เป็นแนวทางตรวจสอบความครบถ้วนของเอกสารที่เจ้าของพื้นที่ต้องจัดเตรียม เพื่อให้ทีมวิศวกรผู้ออกแบบสามารถนำไปใช้ในการจัดทำแบบ ช่วยลดความผิดพลาดจากการดำเนินการที่ไม่เป็นระบบ ทำให้สามารถดำเนินการเตรียมเอกสารสำหรับขออนุญาตเป็นไปตามกรอบเวลา

อีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ช่วยในการลดระยะเวลางานติดตั้งระบบที่ฟาร์ม C และ D คือ การปรับปรุงกระบวนการคัดเลือกผู้รับเหมา โดยได้มีการพิจารณาถึงประสบการณ์ และผลงานในอดีต รวมถึงมีการสัมภาษณ์เพื่อประเมินความสามารถของวิศวกรสนาม นอกจากนี้ ยังมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างงวดการจ่ายเงินให้เหมาะสม เพื่อเพิ่มแรงจูงใจให้ผู้รับเหมามีความกระตือรือร้นในการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องและมีความรับผิดชอบ

**รูปที่ 6** บริเวณที่มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ฟาร์ม C

**รูปที่ 7** บริเวณที่มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ฟาร์ม D

**ตารางที่ 5** เปรียบเทียบแผนและผลการดำเนินงานติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ฟาร์ม A และฟาร์ม B

| กิจกรรม | ผู้รับผิดชอบ | ฟาร์ม C | | | ฟาร์ม D | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | แผน | ผล | ล่าช้า (วัน) | แผน | แผน | ผล |
| **1. ออกแบบและวางแผนโครงการ** | | | | | | | |
| ยื่นขออนุญาต | เจ้าของโครงการ/ผู้รับเหมา | 1/10/2567 - 7/11/2567 | 1/10/2567 - 20/11/2567 | 13* | 15/12/2567 – 14/02/2568 | 17/12/2567 – 16/02/2567 | 2* |
| **2. จัดเตรียมอุปกรณ์** | | | | | | | |
| แผงโซลาร์เซลล์ | เจ้าของโครงการ | 1/9/2567 – 14/10/2567 | 21/8/2567 – 30/9/2567 | 0 | 3/12/2567 – 5/01/2568 | 15/12/2567 – 20/01/2568 | 10 |
| โครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์ | เจ้าของโครงการ | 1/9/2567 – 20/9/2567 | 25/8/2567 – 10/9/2567 | 0 | 3/12/2567 – 30/12/2567 | 03/01/2567 – 05/02/2568 | 20 |
| **3. การติดตั้งอุปกรณ์** | | | | | | | |
| มาร์กจุดติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์ | ผู้รับเหมา | 3/11/2567 – 5/11/2567 | 5/11/2567 – 7/11/2567 | 2* | 10/01/2568 – 12/01/2568 | 11/01/2568 – 13/01/2568 | 1* |
| ติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์ | ผู้รับเหมา | 7/11/2567 – 14/11/2567 | 21/11/2567 – 3/12/2567 | 14 | 7/02/2568 – 14/02/2568 | 8/02/2568 – 17/02/2568 | 3 |
| ติดตั้งทางเดินสายไฟ | ผู้รับเหมา | 3/12/2567 – 20/12/2567 | 21/11/2567 – 11/12/2567 | - | 14/02/2568 – 24/02/2568 | 3/02/2568 – 12/02/2568 | - |

***หมายเหตุ*** ** เป็นความล่าช้าของกิจกรรมที่กระทบต่อระยะเวลารวมของโครงการ*

## 5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคที่ส่งผลต่อความล่าช้าในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นดิน และหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการจัดทำคุณภาพตามวงจร Deming มาประยุกต์ใช้ ในงานวิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเอกสารต่าง ๆ ของโครงการและสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และพบปัญหาหลักที่ส่งผลต่อความล่าช้าของโครงการมีสาเหตุหลักเกิดจาก 1) ความไม่รอบคอบในการตรวจสอบข้อกำหนดและเอกสารที่เกี่ยวข้องในการยื่นขออนุญาต 2) การขาดความชำนาญในการควบคุมงานและการว่าจ้างผู้รับเหมาที่ขาดประสบการณ์ รวมถึง 3) ปัญหาด้านการขนส่งอุปกรณ์ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งปัญหาที่กล่าวมานี้ทั้งหมดล้วนส่งผลต่อระยะเวลาและต้นทุนของโครงการ

แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อลดปัญหาข้างต้นสามารถทำได้โดยจัดทำรายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับใช้ตรวจสอบข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ขั้นตอนสำรวจพื้นที่ การกำหนดหลักเกณฑ์การคัดเลือกผู้รับเหมาที่มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ที่เหมาะสม รวมถึงการวางแผนล่วงหน้าเกี่ยวกับการขนส่งอุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อป้องกันความล่าช้าที่อาจเกิดขึ้น สำหรับข้อเสนอแนะในการจัดการคุณภาพการดำเนินงานระยะยาว ได้แก่ การศึกษากฎหมายและข้อกำหนดด้านการขออนุญาตอย่างต่อเนื่อง โดยจัดตั้งหน่วยงานเฉพาะเพื่อทำหน้าที่ติดตามและสื่อสารข้อมูลกฎหมายที่เป็นปัจจุบัน รวมถึงการจัดทำแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ การควบคุมคุณภาพและตรวจสอบงานอย่างสม่ำเสมอในทุกขั้นตอนของกระบวนการติดตั้ง อีกทั้งการพัฒนาระบบการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยกำหนดผู้รับผิดชอบอย่างชัดเจน มีการประชุมติดตามความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง และใช้ช่องทางการสื่อสารที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ เพื่อสนับสนุนการทำงานทางไกล เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผลการวิจัยจะนำเสนอแนวทางในการลดปัญหาและอุปสรรคที่ส่งผลต่อความล่าช้าได้อย่างเป็นระบบ แต่การนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในโครงการอื่น ๆ ควรพิจารณาถึงความแตกต่างของบริบทแต่ละโครงการอย่างรอบคอบ ทั้งในด้านลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ก่อสร้าง กฎหมายและระเบียบข้อบังคับ รวมถึงความพร้อมของบุคลากรและผู้รับเหมาที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ แนวทางปฏิบัติบางประการ เช่น การจัดทำ Checklist หรือการวางแผนการขนส่งอุปกรณ์จากต่างประเทศ อาจต้องมีการปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมรายละเอียดให้สอดคล้องกับข้อจำกัดทางเทคนิค งบประมาณ และระยะเวลาที่กำหนดในแต่ละโครงการ เพื่อให้สามารถบรรลุผลได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความคุ้มค่าสูงสุด

## เอกสารอ้างอิง

[1] เอสซีจีสมาร์ทลิฟวิ่ง (2567). [ออนไลน์] โซลาร์ (Solar) มีกี่ระบบ ต่างกันยังไง ติดหลังคาโซลาร์ต้องใช้แบบไหน? [สืบค้นวันที่ 8 ตุลาคม 2567] จาก https://www.scgsmartliving.com/ideas/โซลาร์-มีกี่ระบบ-ต่างกันยังไง

[2] ณัฏฐ์ณพัชร์ อ่อนตาม, 2562. เทคนิคบริหารงานแบบ PDCA (Deming Cycle), วารสารสมาคมพัฒนาวิชาชีพการบริหารการศึกษาแห่งประเทศไทย

[3] ภัสร์ธมลญา กุลละวณิชย์, 2561. ปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในงานโครงการ กรณีศึกษาบริษัทพลังงานแสงอาทิตย์แห่งหนึ่ง, การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิยาลัยธรรมศาสตร์.

[4] ศุภกิจ ยุติมิตร และ กวิน ตันติเสวี, 2567. การศึกษาปัญหาในกระบวนการติดตั้งและการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา:กรณีศึกษาห้างธุรกิจค้าปลีกสมัยใหม่. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 29*, เชียงใหม่, 29-31 พฤษภาคม 2567