การพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ของโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ทัพพ์ธนโชติ แผวสุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

DEVELOPMENT OF SOLAR PANEL MAINTENANCE MANAGEMENT MODEL IN SOLAR POWER PLANT

THUPTHANACHOT PHAEWSUWAN

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements

Master of Engineering in Industrial Management

Academic Year 2019

Copyright of Bansomdejchaopraya Rajabhat University

ชื่อเรื่อง	การพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
ชื่อผู้วิจัย	ทัพพ์ธนโชติ แผวสุวรรณ
สาขาวิชา	การจัดการอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ดร.อัจฉรา ผ่องพิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล สาระวงศ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาอนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.คณกร สว่างเจริญ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ทีฆทรัพย์)

..... กรรมการ

(ดร.อัจฉรา ผ่องพิทยา)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล สาระวงศ์)

..... กรรมการและเลขานุการ

(ดร.คณกร สว่างเจริญ)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ชื่อเรื่อง **การพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ โรงงานผลิตไฟฟ้าแสงอาทิตย์**
ชื่อผู้วิจัย **ทัพพ์ธนโชติ แผวสุวรรณ**
สาขาวิชา **การจัดการอุตสาหกรรม**
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก **อาจารย์ ดร. อัจฉรา ผ่องพิทยา**
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ**
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล สาระวงศ์**
ปีการศึกษา **2562**

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพและปัญหาการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าร์เซลล์ ทำการเก็บข้อมูลของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยจัดทำเป็น รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยเครื่องมือทางสถิติ 2) ศึกษาการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์และต้นทุนที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุงศึกษาถึงเทคนิคการบำรุงรักษาการซ่อมแซมแก้ไขแผงโซล่าร์เซลล์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและในอนาคตพร้อมทั้งขั้นตอนสรุปจัดทำซ่อมบำรุงรักษา 3) พัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ ออกแบบรูปแบบการป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิตไฟฟ้าที่มีผลกับแผงโซล่าเซลล์ และสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันได้มากที่สุดและควบคุมต้นทุนที่เกิดขึ้นให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดได้ 4) ประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการบำรุงรักษาในแผงโซล่าร์เซลล์วิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญที่ทดสอบรูปแบบใหม่ของการป้องกันปัญหาและระบบอื่นๆ ที่ได้สร้างขึ้นโดยใช้หลักการทำงานจริงและเก็บข้อมูลก่อนทำและหลังทำเพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการออกแบบการป้องกัน

ผลการศึกษาพบว่า

1. แนวทางในการพัฒนารูปแบบการป้องกันและออกแบบรูปแบบใหม่ในการช่วยสนับสนุนระบบการซ่อมบำรุงรักษาระบบแผงโซล่าร์เซลล์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยได้ออกแบบคำนวณระยะป้องกัน โดยศึกษา ทิศทางลม ระยะห่างของแผงสแลนกั้นระดับความร้อนซึ่งเหล่านี้ล้วนมีผลกระทบต่อการผลิตสามารถสร้างได้จริงในพื้นที่ทำงานจริงของบริษัทกรณีศึกษาโดยใช้พื้นที่ในการอออกแบบใช้พื้นที่กว้าง 1000 เมตร ยาว 1500 เมตร 1000 m x 1500 m^2

2. การดำเนินการสร้างแผงสแลนเพื่อป้องกันฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่แผงโซล่าร์เซลล์ของโรงงานไฟฟ้า กรณีศึกษา ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองที่เกาะบนผิวของแผงโซล่าเซลล์ในพื้นที่กรณีศึกษานั้นลดลงอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงเดือน กันยายน – ธันวาคม 2561 มีค่าเฉลี่ยลดลงที่ 29.12 มก./ลบ.ม ลดลง 5.5 หน่วย ถึงแม้ว่าบางช่วงที่ทำการเก็บข้อมูลนั้น ค่าฝุ่นละอองจะมีค่าใกล้เคียงกับที่ยังไม่ได้ดำเนินการเปลี่ยนแปลงโครงการด้วยเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้และ สภาพอากาศค่อนข้างเหมือนเดิมที่ผ่านมาของทุกๆ ที่ทำให้ค่าฝุ่นละอองลดลงไม่มากจากเดิม และผลจากการลดลงนั้นทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงงาน กรณีศึกษา สามารถผลิตกระแสได้เพิ่มมากขึ้น ปัญหาการหยุดผลิตเพื่อนการซ่อมลดลง และยังสามารถลดต้นทุนการซ่อมบำรุงลงได้ และสามารถวางแผนซ่อมบำรุงรักษา และทำความสะอาดแผงโซล่าร์เซลล์ได้ในอนาคต

คำสำคัญ : การบำรุงรักษา โซล่าร์เซลล์ ชุดป้องกันฝุ่นละอองสำหรับแผงโซล่าร์เซลล์

Title **Development of Solar Panel Maintenance Management Model in Solar Power Plant**

Author **Thupthanachot Phaewsuwan**

Program **Industrial Management**

Major Advisor **Dr. Achara Pongpettaya**

Co-advisor **Assistant Professor Dr. Natdanai Singklewan**

Co-advisor **Assistant Professor Dr. Nukul Sarawong**

Academic Year **2019**

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) Study the condition and problems of electricity production with solar cell. Data collection of problems by preparing daily, weekly, monthly As well as analyza the cause of the problems with statiscal tools, 2) Study on solar cell maintenance and costs incurred before the improvement. Study the techniques of maintenance, repair and fix solar cell that occur today and in the future. As well as a summary step for repair, maintenance. 3) Develop organizing formats Maintenance of solar cell. Design patterns to prevent problems that occur with the electricity production process affecting the solar cell and can solve the most current problems and control the costs that occur to the extent that can be determined, 4) Assess the effectiveness of the model Maintenance management in solar cells analyze data and expert evaluations that test new form of problem prevention and other systems that have been created by using real working principles and collecting data before and after to compare the results of protection.

The findings were found as follows:

1. Approach to the development of new form of protection and design to help support the maintenance of PV Module systems to be more effective by designing preventive calculations from studying wind direction and distance of the land heat panel level which all these have an impact on production. It Can be created in the actual work area of the case study company by using space in the design, a space of 1,000 meters wide, 1,500 meters long (1000 m x 1500 m)

2. The construction of a slan sheet to prevent dust in the PV Module area in the case of the case study solar power plant, the amount of dust collected on the surface of the solar cell panel area

decreased significantly during September - December 2018, with an average of 29.12 mg / m^3 or 5.5 units Although some of the data collected themeasured dust values are close to those that have not yet been implemented. Also due to the uncontrollable environment and the weather is quite the same as in the past of everywhere, causing the dust to drop a lot from the original and the result of the reduction that makes the electricity production efficiency of the case study solar cell plants could produce more current. The problem of stopping production for repair is reduced and could also reduce maintenance costs and can plan, repair, maintain and clean the solar panels in the future.

Keywords: Maintenance, Solar cell, Dust protection kits for PV module

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยแผงโซล่าร์เซลล์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างสูงจากรองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ทีฆทรัพย์ ที่เป็นประธานสอบวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงรวมถึงอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล สาระวงค์ ที่สละเวลาให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีและอาจารย์กรรมการสอบโดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณและดร.อัครวัฒน์ ดวงนิล อาจารย์กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ให้คำแนะนำ คำปรึกษาทางด้านวิชาการความรู้ทั้งในทางทฤษฎีและในทางปฏิบัติรวมไปถึงคอยแก้ไขปัญหาระหว่างการศึกษาในงานวิจัยของข้าพเจ้าและดูแลนักศึกษาในความดูแลของอาจารย์เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล สาระวงศ์และดร.อัจฉรา ผ่องพิทยา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือแก้ไขในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณทางโรงงานไฟฟ้าโซล่าร์เซลล์ หนองหญ้าไซ ตำบลหนองหญ้าไซ อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งสนับสนุนให้นำแนวพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยแผงโซล่าร์เซลล์ไปทดลองงานวิจัยและอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆ รวมถึงชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหาในงานวิจัย ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งและถือเป็นพระคุณอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ทัพพ์ธนโชติ แผวสุวรรณ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

ขอบเขตของการวิจัย 2

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 3

นิยามศัพท์เฉพาะ 3

กรอบแนวความคิดในการวิจัย 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

แนวคิดเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ 5

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการการบำรุงรักษา 16

แนวความคิดเกี่ยวกับลมและการจัดการทิศทางลม 30

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 40

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 42

ศึกษาสภาพและปัญหาการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าร์เซลล์ 44

ศึกษาการบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์และต้นทุนที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง 45

การพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ 47

ประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ 49

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 54

ศึกษาสภาพและปัญหาการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าร์เซลล์..... 54

ศึกษาการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์และต้นทุนที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง..... 57

พัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์..... 66

สรุปผลดำเนินงาน..... 69

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ..... 82

วัตถุประสงค์การวิจัย..... 82

วิธีดำเนินการวิจัย..... 83

สรุปผลการวิจัย..... 85

อภิปรายผล..... 88

ข้อเสนอแนะ..... 89

บรรณานุกรม..... 91

ภาคผนวก..... 92

ภาคผนวก ก ข้อมูลโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์หนองหญ้าไซ โครงการก่อสร้าง... 93

ภาคผนวก ข รายละเอียดข้อมูลการทำความสะอาดแผ่นโซล่าร์เซลล์ มี 2 วิธี..... 95

ภาคผนวก ค รายละเอียดการบันทึกข้อมูลด้วยการใช้เครื่องมือวัดความหนาของฝุ่นละอองที่เกาะอยู่บนแผงโซล่าร์เซลล์..... 98

ภาคผนวก ง ใบตอบรับบทความและใบประกาศ..... 101

ประวัติผู้วิจัย..... 104

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความเป็นมาของการบำรุงรักษา.....	18
2	แสดงค่าเฉลี่ย ความหนาของฝุ่นละออง ที่แผงโซล่าร์เซลล์ ระหว่าง มกราคม – ธันวาคม 2560.....	50
3	การสูญเสียความพร้อมของแผ่นโซล่าเซลล์ในระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ ตั้งแต่เดือนกันยายน ถึง เดือนธันวาคม 2560.....	55
4	การศึกษาสภาพและปัญหาการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าเซลล์.....	56
5	ศึกษาการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์และต้นทุนที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง.....	57
6	การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดจากแผงโซล่าเซลล์ของโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยวิธี Why-Why Analysis.....	59
7	เป้าหมายของการการปรับปรุงแก้ไขปัญหาของแผงโซล่าเซลล์.....	65
8	มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป พ.ศ. 2560.....	69
9	แสดงค่าเฉลี่ย ความหนาของฝุ่นละออง ที่แผงโซล่าเซลล์ ระหว่าง กันยายน – ธันวาคม 2560.....	72

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
2	โครงสร้าง Solar Cell.....	7
3	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono Crystalline.....	8
4	การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว.....	8
5	ขั้นตอนของการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึก.....	9
6	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Poly Crystalline.....	10
7	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous Silicon.....	10
8	ขบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Amorphous Si Solar Cell (FilmSubstrate).....	11
9	โครงสร้างระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์.....	13
10	การบำรุงรักษา TPM.....	19
11	การจำแนกประเภทของการบำรุงรักษา.....	22
12	การวางแผน/ รูปแบบการวางแผนการบำรุงรักษา.....	24
13	รูปแบบการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต (P Q C D S M)	27
14	ทิศลมเรียกเป็นองศาจากทิศจริง.....	32
15	วินด์เวน.....	33
16	อะนิโมมิเตอร์ (Anemometer)	34
17	แอโรแวน (Aerovane)	35
18	หลักการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เซลล์แสงอาทิตย์.....	37
19	ชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์.....	37
20	การออกแบบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์.....	38
21	กระบวนการดำเนินการวิจัย.....	43
22	ตาข่าย (Mesh Sheet) เพื่อป้องกันฝุ่นละออง.....	49
23	แสดงโครงสร้างทีมงานเพื่อดำเนินงานแก้ไขปรับปรุงประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า.....	63
24	การตรวจสอบสภาพการณ์เบื้องต้นเพื่อหาความผิดปกติและการวิเคราะห์และกำหนดมาตรฐานการปรับปรุง.....	64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	ภาพแสดงโครงสร้างสแลนเพื่อป้องกันฝุ่นละอองในโรงงานไฟฟ้า.....	67
26	ภาพแสดงโครงสร้างแผงสแลนป้องกันฝุ่นละออง.....	68
27	ตารางการเก็บข้อมูล ความหนาของฝุ่นละออง ที่แผงโซล่าเซลล์.....	70
28	กราฟแสดงค่าความหนาของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นกับแผงโซล่าเซลล์ ปี 2560.....	71
29	แผนภูมิ แสดงค่าเฉลี่ยความหนาของฝุ่นละออง.....	72
30	ตารางแสดง การเปรียบเทียบค่า ความหนาของฝุ่นละออง ที่แผงโซล่าเซลล์ ก่อนทำและหลังทำ.....	73

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ หรือที่เรียกกันว่า โซล่าร์ฟาร์ม นับว่าเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนที่ใช้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการไม่มากนัก และต้องการการบำรุงรักษาน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทอื่นๆ เช่น ก๊าซธรรมชาติหรือถ่านหิน เป็นต้น ข้อมูลการผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าร์เซลล์เนื่องจากอายุการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์โดยทั่วไปยาวนานกว่า 20 ปี และเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ ไม่มีส่วนใดที่เคลื่อนไหว แต่ถึงอย่างนั้นการเดินเครื่องและการบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ก็จำเป็นต้องระบบการจัดการบำรุงรักษาโดยเฉพาะ เพื่อให้การผลิตไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากที่สุด (เรื่องเล่าในรั้วโซล่าร์ฟาร์ม, 2559) การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยมีค่อนข้างมาก ด้วยภูมิประเทศที่อยู่ในเส้นศูนย์สูตร ทำให้ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์โดยเฉลี่ยทั้งปีสูงกว่าเขตอื่นๆ ของโลก ซึ่งการศึกษาจากข้อมูลดาวเทียมประกอบการตรวจวัดภาคพื้นดินของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พบว่า พื้นที่ที่มีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย ซึ่งมีความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีประมาณ 18.2 เมกะจูลต่อตารางเมตร ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ อุบลราชธานี และอุดรธานี และบางส่วนอยู่ในพื้นที่ภาคกลางตอนล่าง เช่น สระบุรี ลพบุรีและพระนครศรีอยุธยา เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้ถึง 10,000 เมกะวัตต์ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2557) ปัจจุบันเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจึงทำให้มีการแข่งขัน ทางการตลาดเพิ่มมากขึ้น และเพื่อให้ธุรกิจของตนเองสามารถแข่งขันกับทางคู่แข่งในตลาดการค้าได้ จึงต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงองค์กรให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่องเพิ่มมากขึ้น เพื่อสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้

สภาพทั่วไปพื้นที่ส่วนต่างๆ ของโรงไฟฟ้าที่มีส่วนสำคัญต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย ชุดแผงโซล่าร์เซลล์หรือเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง เซลล์แสงอาทิตย์ทำมาจากสารกึ่งตัวนำซึ่งดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยไฟฟ้าที่ได้จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เซลล์แสงอาทิตย์ เป็นอุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นใดนอกจาก

แสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้เปล่า ไม่มีของเสียที่จะทำให้เกิดมลพิษขณะใช้งาน เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ไม่มีการเคลื่อนไหวใดๆ ขณะทำงาน และตลอดช่วงอายุการใช้งาน ศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์อาจลดลงราวร้อยละ 20 ในช่วง 10-12 ปีแรก ประสิทธิภาพจะลดลงสูงสุดประมาณร้อยละ 10 และร้อยละ 20 เมื่อใช้งานไป 25 ปี หากเป็นแผงโซลาร์เซลล์ที่มีคุณภาพสูง การใช้งานอาจมากกว่า 30-40 ปี และยังคงสามารถทำงานได้หลังจากนั้นแม้ว่าประสิทธิภาพจะลดลงก็ตามจะมีผลกระทบอย่างมากต่อการผลิตของโรงงานไฟฟ้า แต่ปัจจุบันโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ส่วนใหญ่ยังขาดการบริหารจัดการเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ไม่มีการวางแผนงานในการบำรุงรักษาเครื่องจักร และในส่วนของการซ่อมเครื่องจักร โดยมีการแก้ไขปัญหางานเฉพาะหน้าเมื่อเครื่องจักรเกิด การชำรุดขัดข้องและขาดการควบคุมดูแลการวางแผนงานในการซ่อมบำรุงเท่าที่ควร ยังไม่มีการสำรองอะไหล่ในงานซ่อมบำรุงทำให้ขาดความพร้อมในการซ่อมบำรุง ส่งผลให้เวลาซ่อมเครื่องจักรจากการชำรุดกะทันหันใช้เวลานาน (สุรเชษฐ ย่านวารี, 2560)

จากการศึกษาสภาพและปัญหาดังกล่าวที่ให้ผู้วิจัยสนใจ การพัฒนารูปแบบการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ของพลังงานแสงอาทิตย์โดยการวิจัยที่ได้รับจะเป็นข้อมูลให้ผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ในทางบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพและปัญหาการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าร์เซลล์
2. เพื่อศึกษาการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์และต้นทุนที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง
3. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการบำรุงรักษาในแผงโซล่าร์เซลล์

ขอบเขตของการวิจัย

1. การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหากำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงงานไฟฟ้าโซล่าร์เซลล์ หนองหญ้าไซ ตำบล หนองหญ้าไซ อำเภอหนองหญ้าไซ สุพรรณบุรี

2. ศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ของโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

3. การศึกษาครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการศึกษา และเก็บข้อมูล ของโรงงานไฟฟ้า กรณีศึกษาเป็นระยะเวลา 1 ปี โดยเริ่มตั้งแต่ เดือน มกราคม 2560 – เดือน ธันวาคม 2560

4. ศึกษาถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับแผงโซล่าเซลล์ ถึงผลกระทบที่มีผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ของโรงงานกรณีศึกษา

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้รูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ของโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

2. ได้รูปแบบการบำรุงรักษา ที่ผู้บริหารสามารถใช้เป็นแนวทางการบำรุงรักษาเครื่องจักรบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือ เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

3. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกลุ่มเครื่องจักรอื่นๆ ของโรงงานกรณีศึกษาและประยุกต์กับอุตสาหกรรมที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

นิยามศัพท์เฉพาะ

แผงโซล่าร์เซลล์ (Solar Panels) หมายถึง แผงโซล่าร์เซลล์ซึ่งมีขนาด กำลังขับ กำลังการผลิต วัตต์หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะหรือเซลล์ Photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า Photovoltaic โดยแยกออกเป็น Photo หมายถึง แสง และ Volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง

โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ หมายถึง กรรมวิธีการจะได้มาซึ่งพลังงาน ซึ่งผ่านกระบวนการขนาดใหญ่จาก Solar Farm หรือฟาร์มผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นพลังงานสะอาด ปราศจากมลพิษ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module) เป็นอุปกรณ์สำคัญ ติดตั้งบนพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม มีทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็น ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แล้วส่งผ่านไปยังเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ที่สามารถนำไปใช้งานในบ้านพักอาศัย สถานประกอบการ หรือโรงงานทั่วไป

การพัฒนารูปแบบ หมายถึง ซึ่งมีผู้ให้ความหมายในลักษณะต่างๆ กัน เช่น ต้นแบบ ตุ๊กตาแบบจำลอง แบบแผน วงจรหรือตัวแบบ เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะแปลว่าอย่างไรก็มีนัยแห่งความหมายที่มาจากคำว่า Model ดังกล่าวนอกจากนี้ได้มีผู้ให้ความหมายของรูปแบบหลากหลายทัศนะ

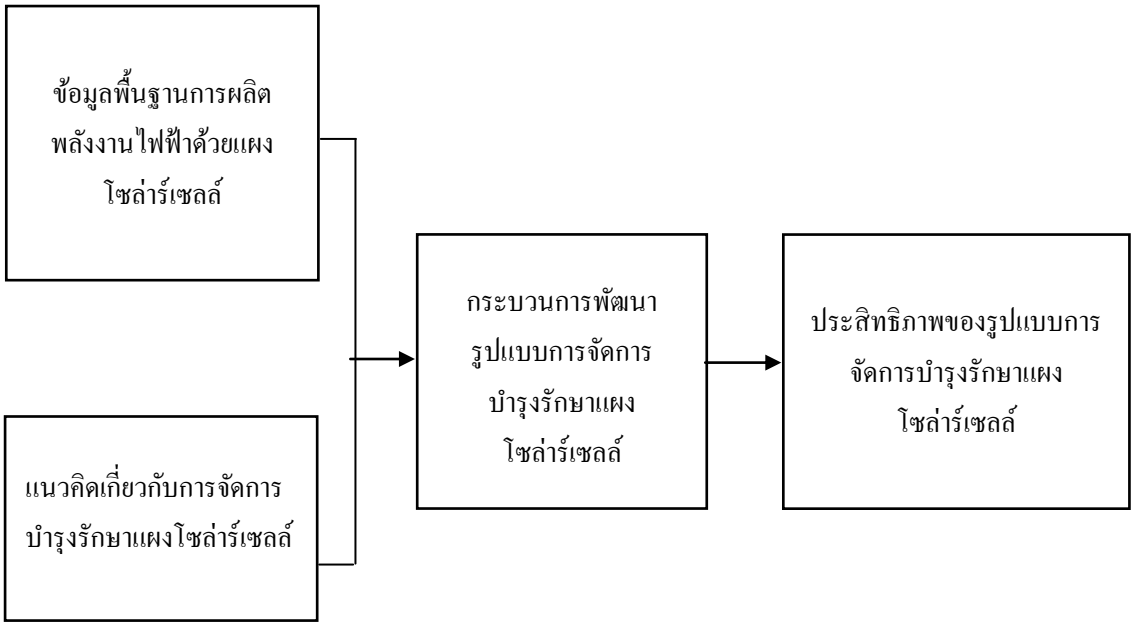
การจัดการบำรุงรักษา หมายถึง กิจกรรมหรืองานทั้งหมดที่กระทำต่อเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ให้ได้มาตรฐานที่กำหนด หรือเป็นการดูแลเครื่องจักรอุปกรณ์และโรงงานให้มี

ประสิทธิภาพในการทำงานเพื่อรักษาสภาพหรือป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหาย โดยให้อยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะใช้งานได้ตลอดเวลา รวมทั้งช่วยยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้นและเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการบำรุงรักษา หมายถึง ผลสำเร็จที่พิจารณาในแง่ของเศรษฐศาสตร์ที่มีตัวบ่งชี้ ถึง ความประหยัด คุ้มค่า (ประหยัดต้นทุน ประหยัดทรัพยากร ประหยัดเวลา) ความทันเวลา และ มีคุณภาพทั้งกระบวนการ ได้แก่ Input Process และ Output และการบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่พึงปรารถนาหรือเป็นไปตามที่คาดหวังไว้ พูดง่ายๆ ชัดๆ ก็คือ ประสิทธิผล พิจารณาจากการนำผลของงาน โครงการหรือกิจกรรม ที่ได้รับเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่กำหนดไว้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยนี้ ได้ศึกษาแนวทางการดำเนินการบำรุงรักษา การวางแผนการดำเนินงานและศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากโรงงานกรณีศึก รวมทั้งได้กำหนดกรอบแนวความคิดในการวิจัย ดังแสดงตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การนำเสนอการวิเคราะห์ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยแผงโซล่าร์เซลล์ ในบทนี้มีเนื้อหาสำคัญที่ใช้เป็น กรอบแนวคิดข้อมูลประกอบการวิจัย โดยผู้วิจัยได้กำหนดการนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการการบำรุงรักษา
3. แนวความคิดเกี่ยวกับลมและการจัดการทิศทางลม
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. โรงงานไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

แนวคิดเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์โซ่ล่าร์เซลล์ (Solar Cell) หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะหรือเซลล์ Photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า “Photovoltaic” โดยแยกออกเป็น “Photo” หมายถึง แสงและ “Volt” หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง “กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง” แนวความคิดนี้ได้ถูกค้นพบมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1839 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมา จนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1954 จึงมีการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อ ปี ค.ศ. 1959

เซลล์แสงอาทิตย์ เป็น สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon) แกลเลี่ยม (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

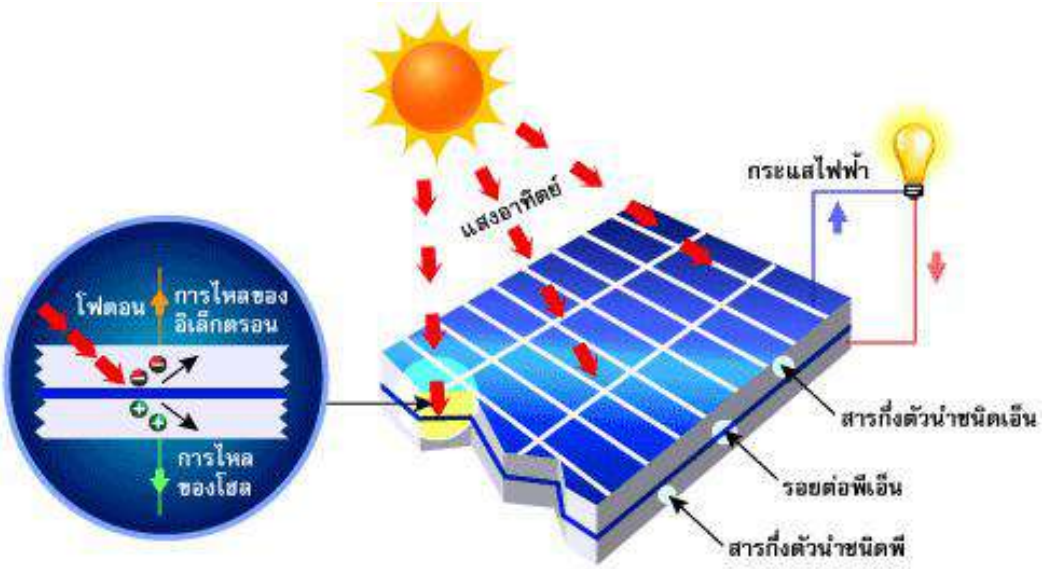
ปัจจุบันโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มีหลายขนาด ได้แก่ ขนาดใหญ่กำลังการผลิตติดตั้ง 10.5 เมกะวัตต์และขนาดเล็กผลิตอยู่ที่กำลังการผลิตติดตั้ง 1.1 เมกะวัตต์ นอกจากนั้นยังมีโรงไฟฟ้า

พลังงานแสงอาทิตย์ขนาดจิ๋ว ขนาดมินิ มีกำลังการผลิตอยู่ที่ 0.131 เมกะวัตต์ พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ ซึ่งปัจจุบัน รัฐบาลทุกประเทศ กำลังให้ความสนใจ ทางด้านเทคโนโลยี อุตสาหกรรมโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานทางเลือกทางหนึ่ง เป็นพลังงานสะอาดที่ไม่มีต้นทุนทางวัตถุดิบ เนื่องจากใช้แสงอาทิตย์ไม่มีค่าใช้จ่าย การไม่ใช้แหล่งน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติในขบวนการผลิต จะทำให้ไม่เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมหรือมีการปลดปล่อยก๊าซที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

ความสำคัญของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตและถือว่ามีความจำเป็นต่อกระบวนการผลิตต่างๆ ในอุตสาหกรรม ปัจจุบันไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่ง สำหรับการดำรงชีวิตประจำวัน เช่น การให้แสงสว่าง การสื่อสารคมนาคม การศึกษา อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ และยังมีสำคัญต่อการดำรงชีวิต รวมทั้งเป็นตัวแปรสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ ทั้งทางด้าน อุตสาหกรรม เกษตรกรรมและอื่นๆ เนื่องด้วยการขยายตัวประชากรและการขยายตัวของเศรษฐกิจ ประเทศไทยจึงมีอัตราการเพิ่มของปริมาณการใช้ไฟฟ้าปีละไม่ต่ำกว่า 1,000 เมกะวัตต์ จากกำลังผลิตในปี พ.ศ. 2537 ประมาณ 13,000 เมกะวัตต์ จากสถิติในปี 2554 ที่ผ่านมา ประเทศไทยผลิตพลังงานไฟฟ้ารวม 103,165 ล้านหน่วย จากแหล่งผลิตก๊าซธรรมชาติร้อยละ 68.2 น้ำมันเตาร้อยละ 2.9 น้ำมันดีเซลร้อยละ 0.2 ถ่านหินลิกไนต์ ร้อยละ 16.8 ถ่านหินนำเข้าร้อยละ 2.4 พลังน้ำร้อยละ 6.1 ซื้อจากลาว ร้อยละ 2.8 และพลังงานหมุนเวียนอื่นร้อยละ 0.5 การผลิตไฟฟ้าโดยใช้เชื้อเพลิงพลังงานทดแทนจึงจำเป็นและเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสมีหลายวิธี ได้แก่ พลังงานลม พลังงานน้ำ ก๊าซ ถ่านหินและพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาผลิตพลังงานไฟฟ้า ที่มีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยต่ำกว่าเมื่อเทียบกับพลังงานชนิดอื่นและควบคุมการทำงานง่าย เพราะอัตราเร็วของแสงอาทิตย์อยู่ที่ 186, 282.397 ไมล์ต่อวินาที หรือ 670,616,629.4 ไมล์ต่อชั่วโมง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน, 2560, ออนไลน์)

ส่วนประกอบของโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์เป็นโครงสร้างที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ สารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลก คือ ซิลิคอน จึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ โดยนำซิลิคอนมาถลุง และผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ จนกระทั่งทำให้เป็นผลึก จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น โดยเมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัส จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ) และเมื่อเติมสารเจือโบรอน จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก) ดังนั้นเมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกัน จะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้น โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน อาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความหนา 200-400 ไมครอน (0.2-0.4

มม.) ผิวด้าน รับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะคล้ายก้างปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุด ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว



ภาพที่ 2 โครงสร้าง Solar Cell

(โครงสร้าง Solar Cell, ออนไลน์)

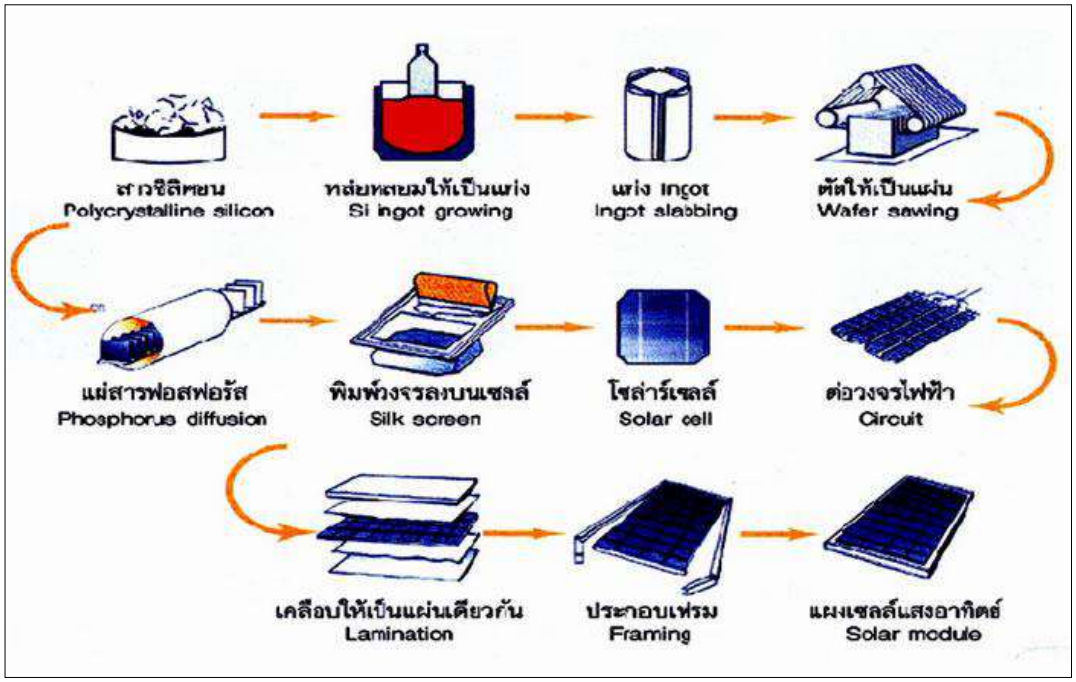
1. ประเภทของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดหลัก คือ

1.1 เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว (Mono Crystalline) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้สร้างโดยการนำเอาซิลิคอนซึ่งผ่านการทำให้เป็นก้อนที่มีความบริสุทธิ์สูงมากถึง 99.999% ไปหลอมละลายที่อุณหภูมิสูงถึง 1,500 องศาเซลเซียส เพื่อทำการสร้างแท่งผลึกเดี่ยวขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 6-8 นิ้ว) จากผลึกตั้งต้น (Seed Crystal) ด้วยเทคโนโลยีการดึงผลึก คุณภาพของผลึกเดี่ยวจะสำคัญมากต่อคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ ต่อไปก็จะนำแท่งผลึกเดี่ยวนี้ไปตัดเป็นแผ่นๆ เรียกว่า เวเฟอร์ หนาประมาณ 300 ไมโครเมตร และขัดความเรียบของผิว จากนั้นก็จะนำไปเจือสารที่จำเป็นในการทำให้เกิดเป็น p-n Junction ขึ้นบนแผ่นเวเฟอร์ด้วยวิธีการ Diffusion ที่อุณหภูมิระดับ 1,000 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นก็จะเป็นขั้นตอนการทำขั้วไฟฟ้าเพื่อนำกระแสไฟฟ้าออกใช้และขั้นตอนสุดท้ายก็จะเป็นการเคลือบฟิล์มผิวหน้าเพื่อป้องกันการสะท้อนแสงให้น้อยที่สุด

1.2 เซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึก (Poly Crystalline) ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาต้นทุนสูงของเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว ซิลิคอนแบบหลายผลึกก็คือ ก้อนซิลิคอนที่เกิดจาก

การรวมตัวกันของชิ้นเล็กๆ (ขนาดระดับไมโครเมตร-มิลลิเมตร) ของผลึกเดี่ยวของซิลิคอน แสดงดังภาพที่ 3

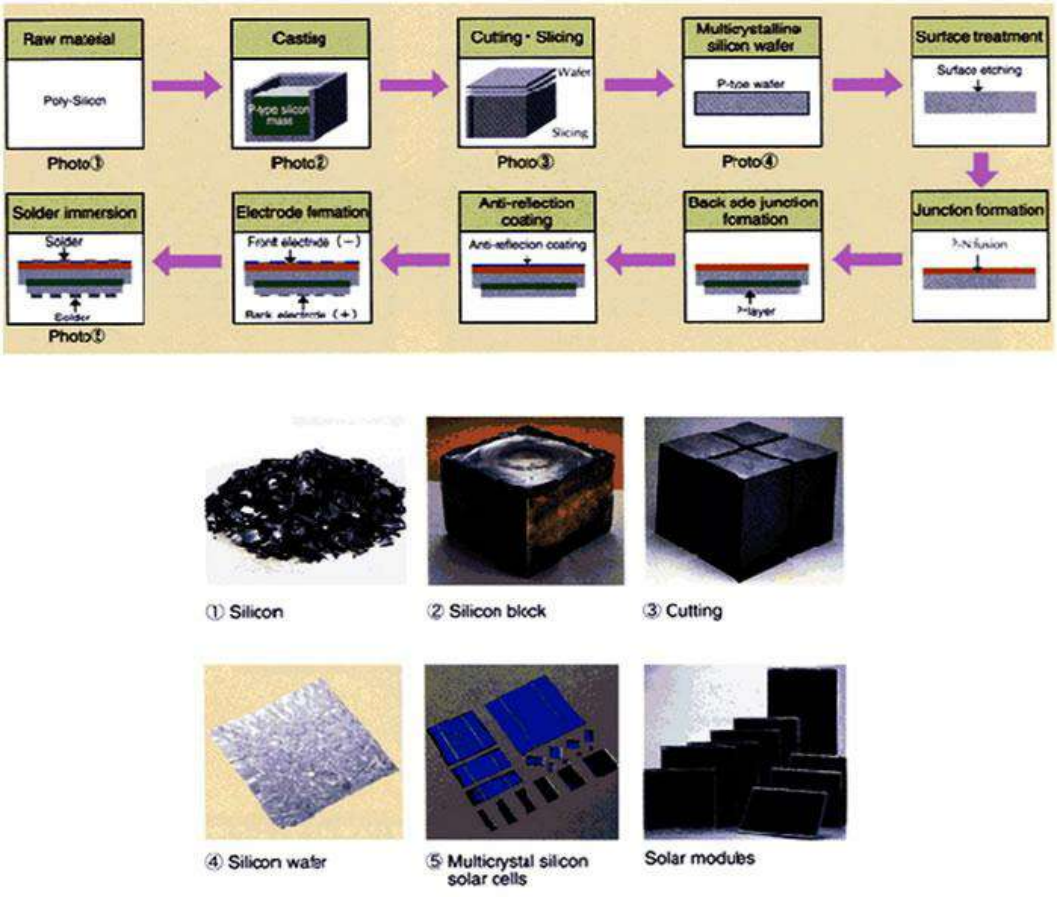
ภาพที่ 3 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono crystalline



ภาพที่ 4 การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว

(สาระน่ารู้พลังงาน, 2560, ออนไลน์)

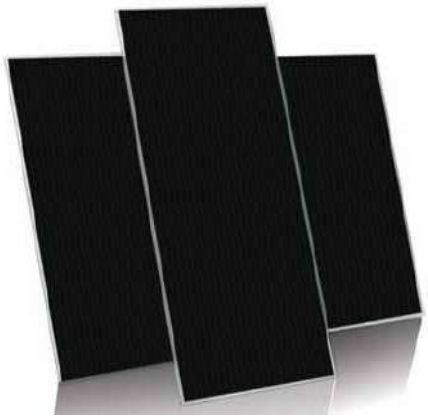
จากภาพที่ 4 เป็นการแสดงขั้นตอนการผลิตของโพลีซิลิคอน ด้านบนของรูปแสดงการผลิตแบบ Cast โดยจะเทซิลิคอนที่หลอมละลายเข้าไปใน Crucible แล้วปล่อยให้เย็นลงอย่างช้าๆ ซึ่งก็จะได้ก้อน Ingot ของซิลิคอนหลายผลึกที่มีรูปร่างตาม Crucible ที่ใช้ หลังจากนี้การนำไปทำเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะคล้ายกับกรณีของแบบผลึกเดี่ยว คือนำไปตัดเป็นเวเฟอร์หนาขนาด 300-400 ไมโครเมตร แล้วก็ทำ p-n Junction ต่อไป ดังภาพที่ 5 การสร้างแผ่นซิลิคอนหลายผลึกที่จะใช้ในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์โดยตรงจากสารหลอมเหลวของซิลิคอน เรียกวิธีนี้ว่า Ribbon โดยวิธีนี้จะช่วยลดขั้นตอนที่จะต้องหั่นเป็นแผ่นเวเฟอร์ในกรณีที่ใช้ Ingot



ภาพที่ 5 ขั้นตอนของการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึก

(กระทรวงพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน (ม.ป.ป))

ภาพที่ 6 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Poly crystalline

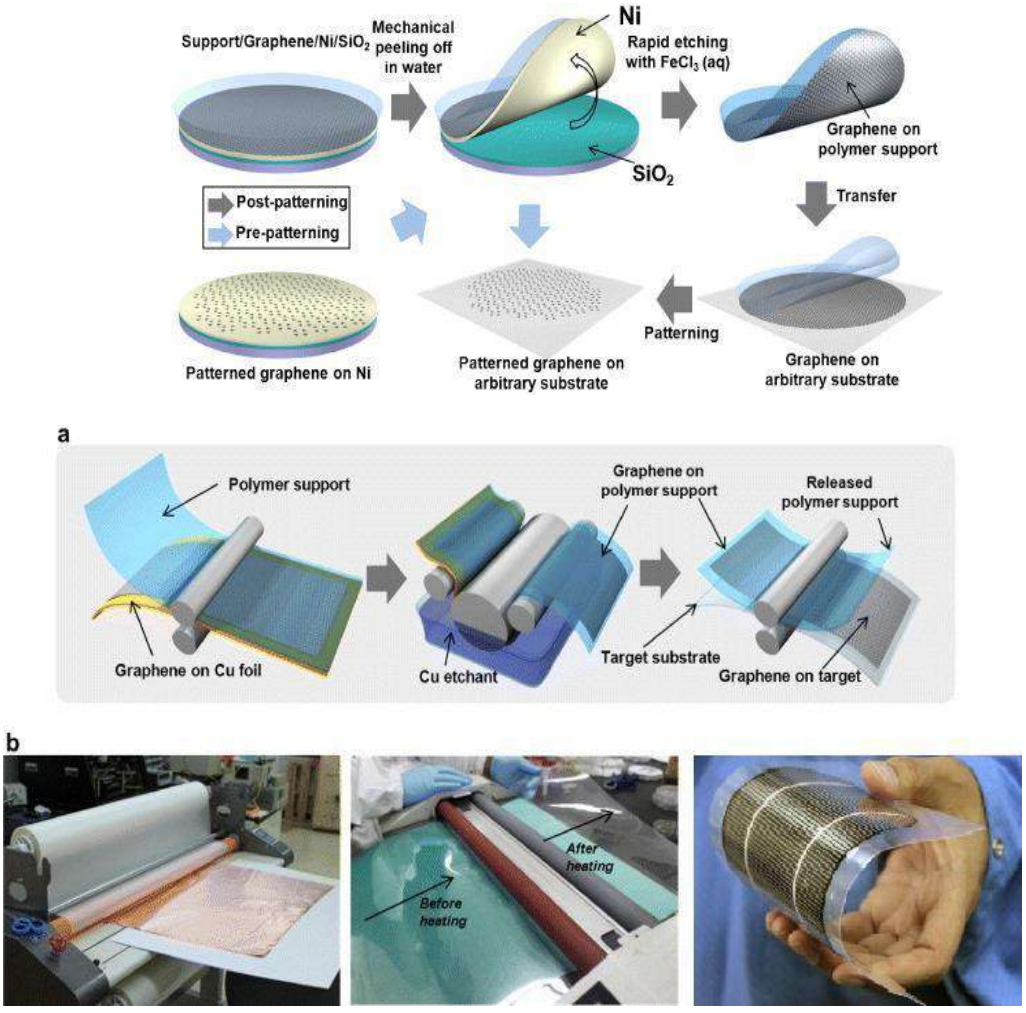


ภาพที่ 7 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon

(แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด, ออนไลน์)

1.3 เซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสเซลล์ (Amorphous Silicon) แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสมีวิธีการผลิตที่ต่างจากแบบผลึกโดยสิ้นเชิง โดยจะเป็นลักษณะของแผ่นฟิล์มบางไม่ใช่เวเฟอร์ ดังภาพที่ 6 แสดงให้เห็นขั้นตอนการผลิต สร้างแผ่นฟิล์มบางของซิลิคอนบนแผ่นฐานรองโดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า CVD (Chemical Vapor Deposition) ซึ่งจะมีระบบนำก๊าซที่มีซิลิคอนติดอยู่ เช่น ก๊าซไซเลน (SiH4) ผ่านเข้าไปในท่อสุญญากาศ และตรงบริเวณที่วางแผ่นฐานรองก็จะมีการกระตุ้นโดยพลาสมาเพื่อส่งพลังงานให้ซิลิคอนแยกตัวออกจากก๊าซเข้าไปจับตัวกันบนแผ่นฐานรอง ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นแก้ว สแตนเลสหรือพลาสติก ที่ได้ทำการเคลือบชั้นตัวนำโปร่งแสงไว้ก่อน

โดยมีอุณหภูมิบนแผ่นฐานรองประมาณ 200-300 องศาเซลเซียส ซิลิคอนจะทับถมสะสมบนแผ่น เกิดเป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอน ในขั้นตอนนี้หากเราใส่ก๊าซที่มีโบรอน เช่น B2H6 เข้าไปด้วย เราก็จะได้แผ่นฟิล์มที่เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิด p และถ้าหากใส่ก๊าซที่มีฟอสเฟต เช่น PH3 เราก็จะได้แผ่นฟิล์มที่เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิด n ซึ่งจะเห็นได้ว่า ด้วยวิธีนี้เราสามารถควบคุมการไหลของก๊าซเพื่อสร้างให้เกิดชั้นของ Pin อะมอร์ฟัสซิลิคอนขึ้นได้อย่างค่อนข้างง่ายดาย หลังจากได้ Pin แล้ว เราก็จะสร้างส่วนของขั้วไฟฟ้าให้เสร็จเป็นเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ 8 ขบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Amorphous Si Solar Cell (FilmSubstrate)
(กระทรวงพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน (ม.ป.ป.))

2. อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ อีก โดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์สำคัญๆ มีดังนี้

2.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและมีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) มีการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ เซลล์มาต่อกันเป็นแถวหรือเป็นชุด (Solar Array) เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าใช้งานตามที่ต้องการ โดยการต่อกันแบบอนุกรม จะเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และการต่อกันแบบขนาน จะเพิ่มพลังงานไฟฟ้า หากสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ก็จะมีผลให้ปริมาณของค่าเฉลี่ยพลังงานสูงสุดในหนึ่งวันไม่เท่ากันด้วย รวมถึงอุณหภูมิก็มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า หากอุณหภูมิสูงขึ้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจะลดลง

2.2 เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller) ทำหน้าที่ประจุกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่ และควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ รวมถึงการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ด้วย ดังนั้น การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุ คือ เมื่อประจุกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่จนเต็มแล้ว จะหยุดหรือลดการประจุกระแสไฟฟ้า (และมักจะมีคุณสมบัติในการตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า กรณีแรงดันของแบตเตอรี่ลดลงด้วย) ระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าในกรณีที่มีการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่เท่านั้น

2.3 แบตเตอรี่ (Battery) ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้เวลาที่ต้องการ เช่น เวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เวลากลางคืนหรือนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆ แบตเตอรี่มีหลายชนิดและหลายขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม

2.4 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) ที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับทุกชนิด และ Modified Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ไม่มีส่วนประกอบของมอเตอร์และหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เป็น Electronic Ballast

2.5 ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อฟ้าผ่าหรือเกิดการเหนี่ยวนำทำให้ความต่างศักย์สูงในระบบทั่วไปมักไม่ใช้อุปกรณ์นี้ จะใช้สำหรับระบบขนาดใหญ่และมีความสำคัญเท่านั้น รวมถึงต้องมีระบบสายดินที่มีประสิทธิภาพด้วย

ภาพที่ 9 โครงสร้างระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

3. โรงงานไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) เป็นพลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียของดวงอาทิตย์ แล้วส่งกระจายพลังงานมายังโลกในรูปคลื่นรังสี (Solar Radiation) ซึ่งมีค่าพลังงานประมาณ 1,368 วัตต์ต่อตารางเมตร เมื่อเข้ามาสู่ชั้นบรรยากาศของโลกจะลดลงเหลือประมาณ 70 % หรือเหลือค่าพลังงานประมาณ 958-1,000 วัตต์ต่อตารางเมตรเท่านั้น พลังงานที่โลกได้รับจะอยู่ในรูปของความร้อนและแสง พลังงานที่ ได้เป็นพลังงานปฐมภูมิ ที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานชนิดอื่นๆ ต่อไป อีกหลายชนิด ได้แก่ การเกิดพลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานจากมหาสมุทร รวมถึงการเกิดพลังงานจากฟอสซิล (Fossil) เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซชีวภาพชีวมวลต่างๆ ซึ่งพลังงานเหล่านี้ก็เกิดมาจากสัตว์และพืช ซึ่งเมื่อพืช สัตว์ ได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แล้ว ก็ทำการสร้างเซลล์ สร้างเนื้อเยื่อโดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์ (Photo Synthesis) แล้วทับถมเป็นระยะเวลานานหลายล้านปี การนำพลังงานจากฟอสซิลมาใช้งานในระยะเวลานาน ก็จะก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมของโลกมากมาย เนื่องจากมีการปลดปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศของโลก พลังงานจากดวงอาทิตย์ที่มนุษย์ใช้งานนั้นเป็นไปแบบที่ไม่ค่อยรู้สึกตัวว่ามีการใช้พลังงานอยู่ตลอดเวลา เช่น แสงสว่าง พลังงานความร้อน ซึ่งหากปราศจากพลังงานจากดวงอาทิตย์แล้ว มนุษย์ สัตว์และพืช ก็จะดำรงชีพอยู่ไม่ได้ ดังนั้นการนำพลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์มาใช้งานโดยตรง ได้แก่ พลังงานลม พลังงานน้ำและแสงอาทิตย์ จึงเป็นวิธีการที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด สามารถ ใช้งานได้ทุกๆ ที่ สะดวก รวดเร็ว ไม่มีมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม มนุษย์มี

การนำมาใช้ตั้งแต่โบราณกาลนานมาแล้ว เมื่อโลกมีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น ก็มีการค้นพบพลังงานใหม่ๆ อีกมากมายหลายชนิด พลังงานไฟฟ้าก็เป็นพลังงานชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์มากมาย สามารถทำการควบคุม การส่งกระจายไปในระยะไกลๆ ได้ สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบของพลังงาน จากรูปแบบหนึ่งเป็นอีกรูปแบบหนึ่งได้ง่าย เช่น การเปลี่ยนจากพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าหรือจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนและการเปลี่ยนจากพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าหรือจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เป็นต้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์โดยตรงในปัจจุบันมีการใช้งาน 2 รูปแบบ ใหญ่ๆ ได้แก่ การผลิตด้วยพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์และการผลิตจากแสงอาทิตย์โดยตรง ส่วนการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าโดยตรงในปัจจุบัน ก็มีการนำมาใช้งานในสองรูปแบบ ได้แก่ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อน (Solar Thermal) และการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสง (Solar Radiation) (ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์, 2559, ออนไลน์)

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ

1. ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระ (Stand Alone Solar Systems) ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระ เหมาะสำหรับพื้นที่ที่อยู่ห่างไกล ซึ่งอยู่นอกระบบสายส่งของการไฟฟ้า โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตไฟฟ้ากระแสตรงผ่านการควบคุมแรงดันให้เหมาะสม โดยเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าและเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อนำกลับมาใช้ในยามค่ำคืน ในกรณีที่ต้องการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ จะใช้เครื่องแปลงไฟฟ้ากระแสสลับหรืออินเวอร์เตอร์ สร้างกระแสสลับจ่ายให้อุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับอีกครั้งหนึ่ง

ตัวอย่างของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระ ได้แก่ ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบ้านพักอาศัย ระบบปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างพลังงานแสงอาทิตย์และระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการสื่อสาร เป็นต้น

2. ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดต่อเชื่อมระบบสายส่ง (Grid-Connected Solar Systems) ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดต่อเชื่อมระบบสายส่งของการไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกนำมาแปลงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับด้วยอินเวอร์เตอร์ เพื่อจ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าและหากระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ต้องการ พลังงานไฟฟ้าที่เหลือก็จะถูกขายคืนให้กับการไฟฟ้า

ตัวอย่างระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดต่อเชื่อมระบบสายส่ง ได้แก่ ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบ้านพักอาศัยที่มีระบบสายส่งของการไฟฟ้าผ่านและโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น (คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทนชุดที่ 2,กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2559)

ประเภทของโรงผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

โรงผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) เมื่อได้รับแสงจากดวงอาทิตย์หรือแสงจากหลอดไฟ เซลล์แสงอาทิตย์จะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current: DC) ตัวอย่างเช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกา สัญญาจราจร โคมไฟถนน เรือ มอเตอร์ เครื่องบิน ระบบสูบน้ำเพื่อการชลประทานและดาวเทียม เป็นต้น โรงผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ตามชนิดของสารหลักที่ใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์ คือ

1. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน แบ่งออกเป็น
   1.1 กลุ่มที่เป็นรูปผลึก (Crystal,Crystalline) แบ่งออกเป็น
      1.1.1 ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน (SingleCreystalline Silicon)
      1.1.2 ชนิดผลึกรวมซิลิคอน (PolyCreystalline Silicon)
   1.2 กลุ่มที่ไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous) ได้แก่
      ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน (AmorphousSilicon, Thin Film)
2. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน เช่น
   2.1 Cadmium Telluride (CdTe)
      - Copper – Indium Selenide (CIGS)
      - Light absorbingdyes (DSSC)
      - Organic / polymer solar cells

4. หลักการทำงาน ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

“เซลล์แสงอาทิตย์” เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนพื้นโลก นำมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์และในทันทีที่มีแสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบ ที่เรียกว่า Photon จะถ่ายเทพลังงานให้กับ Electron ในสารกึ่งตัวนำ จนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของ Atom และสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่อ Electron มีการเคลื่อนที่ครบวงจร ก็จะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น

องค์ประกอบหลักของ “เซลล์แสงอาทิตย์” คือ สารกึ่ง ตัวนำ (Semi-Conductors) 2 ชนิด มาต่อกัน ซึ่งเรียกว่า P-N Junction เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ ก็จะถ่ายพลังงานให้อะตอมของสารกึ่งตัวนำ ทำให้เกิดอีเลคตรอนส์และโฮลส์อิสระ ไปรออยู่ที่ขั้วต่อ ดังนั้นเมื่อมีการเชื่อมกับวงจร

ภายนอก เช่น เอาหลอดไฟฟ้ามาต่อคร่อมขั้วต่อ ก็จะเกิดการไหลของอีเลคตรอนส์/โฮลส์ ที่ให้พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงกับวงจรภายนอกได้ และจะให้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ตราบเท่าที่ยังมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที หรือนำไปกักเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อใช้งานภายหลังได้ (เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน รศ.ดร.วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร, 2550)

โรงผลิตไฟฟ้าจากความร้อนแสงอาทิตย์ สามารถแบ่งประเภทได้เป็น 3 ประเภทหลักๆ ตามกระบวนการผลิตความร้อน (รวบรวมความร้อน) ให้กับตัวกลาง ก่อนนำไปหมุนกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้า ดังนี้

1. Parabolic Trough & Parabolic Dish: ระบบรางพาราโบลิคและระบบจานพาราโบลิค
2. Solar Tower: ระบบหอคอย
3. Combined Cycle: ระบบความร้อนร่วม

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการการบำรุงรักษา

ความหมายของการบำรุงรักษา

สุรพล ราษฎร์นุ้ย (2545) ได้ให้ความหมายของการบำรุงรักษาว่า หมายถึง งานซ่อมและงานปรับปรุงสภาพของเครื่องจักร ให้มีประสิทธิภาพและกลับคืนสู่สภาพที่พร้อมใช้ดังเดิม

เสริชย์ โชติพานิช (2553) ได้ให้ความหมายการบำรุงรักษาอาคาร เป็นการดำเนินการเพื่อรักษาให้อาคารและระบบประกอบอาคารอยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน และเพื่อให้อาคารและระบบประกอบอาคารมีอายุการใช้งานตามที่ควรจะเป็น 4 คน

สรุป ความหมายของการบำรุงรักษาหมายถึง กิจกรรมต่างๆ ที่ทำเพื่อป้องกันและรักษาสภาพของเครื่องจักรให้มีสภาพ ให้มีประสิทธิภาพและกลับคืนสู่สภาพที่พร้อมใช้ดังเดิมและพร้อมใช้อยู่ตลอดเวลา สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน และเพื่อให้อาคารและระบบประกอบอาคารมีอายุการใช้งานตามที่ควรจะเป็น

ประวัติความเป็นมาและการพัฒนาของกิจกรรม การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน (TPM /PM) ในประเทศญี่ปุ่น เป็นระบบที่ได้มีการนำเข้ามาจากประเทศสหรัฐอเมริกาพร้อมๆ กับการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมกระบวนการ PM มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพิ่มขึ้นของคุณภาพของผลิตภัณฑ์และผลผลิตอุตสาหกรรมกระบวนเป็นการอุตสาหกรรมที่มีมากมายหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมัน อุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมเคมีทั่วไป อุตสาหกรรมการผลิตกระแสไฟฟ้า อุตสาหกรรมการผลิตแก๊ส อุตสาหกรรมเส้นใย และอื่นๆ นอกจากนี้รูปแบบของการผลิตก็มีหลากหลาย เนื่องมาจากการผลิตในอุตสาหกรรมกระบวนการ

ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับเครื่องจักรและสภาพของเครื่องจักรมักจะมีผลกระทบต่อผลผลิต คุณภาพ อุบัติภัย และสิ่งแวดล้อมค่อนข้างรุนแรง PM ที่นำเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมกระบวนการนั้นมีส่วนช่วยทำให้เกิดโครงสร้างการบริหารของการบำรุงรักษา ระบบการดูแลเครื่องจักร เพิ่มเทคโนโลยีทางด้านเครื่องจักร และเพิ่มประสิทธิภาพของการบำรุงรักษา อนึ่งเนื่องจากมีความต้องการที่จะลดการใช้แรงงานอุตสาหกรรมการประกอบและแปรรูป จึงได้มีการลงทุนทางด้านเครื่องจักรเป็นอย่างมากซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือ ทำให้เครื่องจักรมีการพัฒนาเป็นระบบอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ส่วนการใช้หุ่นยนต์ในอุตสาหกรรม ก็ทำให้ประเทศญี่ปุ่นมีมาตรฐานอยู่ในระดับสูงสุดของโลก แนวโน้มดังกล่าวนี้ทำให้มีความสนใจที่จะพัฒนา PM ในอุตสาหกรรมการประกอบ และก่อให้เกิด PM ที่มีลักษณะเฉพาะในสไตล์ญี่ปุ่น ซึ่งถูกเรียกว่า TPM (Total Productive Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาแบบทวีผล ที่ทุกคนมีส่วนร่วม

การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) ได้รับการพัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่นเป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1971 โดยวิศวกรชาวญี่ปุ่น ชื่อ เซอิจิ นากาจิมา ซึ่งเป็นผู้พัฒนาเทคนิค TPM ขึ้นมาในบริษัท Nippon Denso โดยใช้พื้นฐานจากเทคนิคการบำรุงรักษาทวีผลหรือ Productive maintenance (preventive Maintenance + Corrective Maintenance + Maintenance preventive) ผสมผสานกับเทคนิคสำคัญอื่นๆ ซึ่งเรียนมาจากประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี ค.ศ.1950 เช่น Breakdown Maintenance, Reliability and Maintenance Engineering, Life Cycle Cost, Zero-Defect, Operator-Assisted Maintenance และ Task Forces (Task Teams) ซึ่งมีการใช้เทคนิคเหล่านี้อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ในเวลานั้น จากปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร TPM มุ่งเน้นการกำจัดความสูญเสียผ่านกิจกรรม 8 เสาหลัก ที่เกี่ยวข้องกับทุกส่วนงานขององค์กรซึ่งแนวทางในการในการดำเนินกิจกรรม 8 เสาหลักของ TPM จะดำเนินการผลักดันโดยให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วม (Participation Approach) ผ่านกิจกรรมกลุ่มย่อยแบบซ้อน (Overlapping Small Group Activity) ขับเคลื่อนกิจกรรมกลุ่มตามสายบังคับบัญชา ผลที่ได้รับจากการปรับปรุงองค์กรตามแนวทางของ TPM คือ บุคลากรขององค์กรมีความรู้ ทักษะในการปฏิบัติงานที่สูงขึ้น และมีส่วนร่วมในการปรับปรุงองค์กรอย่างเป็นระบบประสิทธิผลโดยรวมของการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งทำให้สามารถผลิตสินค้าได้ตรงตามความต้องการของลูกค้าด้วยต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด อันจะเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันขององค์กรได้อย่างยั่งยืน (ธานี อ่วมอ้อ, 2546)

ตารางที่ 1 ความเป็นมาของการบำรุงรักษา

ยุคที่	ยุคต่างๆของการบำรุงรักษา

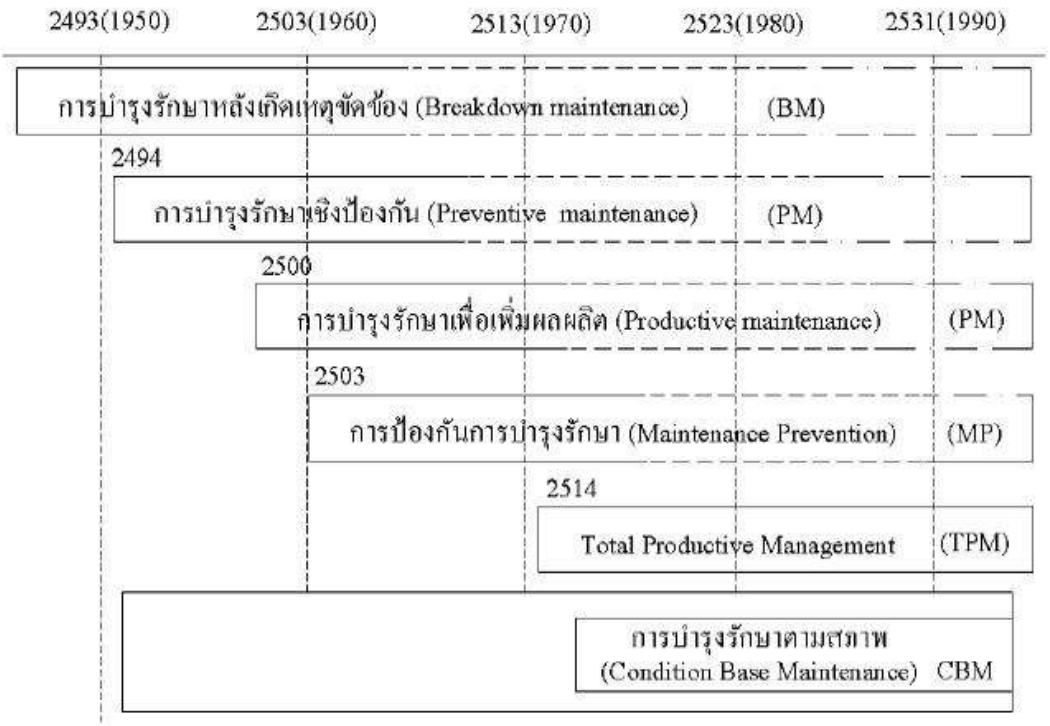
1	ก่อนปี พ.ศ. 2493	ยุคแรกก่อนปี พ.ศ. 2493 เป็นยุคที่นิยมทำการซ่อมแซมหลังจากเครื่องมือเครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องแล้ว (Break Down Maintenance) ไม่มีการป้องกันการชำรุดเสียหายของเครื่องไว้ก่อนเลย เมื่อเกิดขัดข้องไม่สามารถใช้งานได้แล้วจึงทำการซ่อมแซม
2	ก่อนปี พ.ศ. 2493	ยุคที่สอง ระหว่างปีพ.ศ. 2493 ถึงปี พ.ศ. 2503 เป็นยุคที่เริ่มนำแนวคิดเกี่ยวกับระบบการบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) มาใช้ เพื่อป้องกันมิให้เครื่องมือเครื่องจักรเกิดการชำรุด มีเหตุขัดข้อง และเพื่อยกสมรรถนะของเครื่องมือให้ดีขึ้น ผู้ทำงานมีความมั่นใจในเครื่องมือมากขึ้น
3	ปี พ.ศ. 2503 – 2513	ยุคที่สาม ระหว่างปี พ.ศ. 2503 ถึงปี พ.ศ. 2513 เป็นยุคที่นำเอาแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance) ซึ่งแนวคิดนี้จะให้ความสำคัญของการออกแบบเครื่องมือ เครื่องจักรให้มีความน่าเชื่อ (Reliability) มากยิ่งขึ้น โดยคำนึงถึงความยากง่ายของการบำรุงรักษาและเอาหลักการด้านเศรษฐศาสตร์มาใช้ร่วมด้วย
4	หลังปี พ.ศ. 2513	ยุคที่สี่ หลังปี พ.ศ. 2513 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบันนี้ ได้รวมเอาแนวคิดทุกยุคทุกสมัยเข้ามาประกอบกัน โดยพยายามให้ทุกฝ่ายได้มีส่วนร่วมในงานการบำรุงรักษา (Total Productive Maintenance) เป็นลักษณะของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะไม่เน้นเฉพาะฝ่ายบำรุงรักษาเท่านั้น แต่จะเน้นให้ทุกคนมีส่วนร่วม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้มากขึ้น

ที่มา : พูลพร แสงบางปลา, 2546

วิวัฒนาการของการเข้าสู่ TPM

TPM ได้พัฒนามาจากการดูแลรักษาเครื่องจักร เริ่มต้นจาก Breakdown Maintenance ซึ่งเกิดขึ้นในอเมริกาในขณะที่เศรษฐกิจยังไม่ฝืดเคืองเท่าไหร่ การเอาใจใส่ในการสูญเสียจึงไม่มากนัก

ปล่อยให้เครื่องจักรเสียแล้วจึงซ่อม ต่อมาเมื่อเศรษฐกิจฝืดเคืองสถานประกอบการต้องดิ้นรนเพื่อการอยู่รอด จึงมีการพัฒนาการดูแลรักษาเครื่องจักรเรื่อยมาจนกระทั่งถึง TPM



ภาพที่ 10 การบำรุงรักษา TPM

(พูลพร แสงบางปลา)

ก่อนปี คศ. 1950 ยุคการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance) ในครั้งนั้นเป็นปัญหาอย่างมากเพราะเมื่อเครื่องจักรเสียค่อยทำการซ่อม ทำให้ระบบการผลิตต้องหยุดชะงัก ทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อมาในปี ค.ศ.1950-1960 จึงเริ่มคิดการซ่อมบำรุงรักษาป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นยุคที่เริ่มนำระบบ PM มาใช้ เรียกว่าเป็นระบบแรกเริ่มที่การซ่อมบำรุงใช้แบบ PM เป็นศูนย์กลางและสร้างความเชื่อมั่นในสมรรถภาพของเครื่องจักรปี คศ. 1960-1970 ยุคการรักษาทวีผลหรือการบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มผลผลิต (Productive Maintenance) เป็นยุคที่ให้ความสำคัญของการออกแบบโรงงาน การนำเครื่องมือเครื่องจักรและเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาใช้โดยคำนึงถึงความเชื่อถือ (Reliability) และด้านเศรษฐศาสตร์และต่อเนื่องกับการป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention) มีการพัฒนาวัสดุในการทำชิ้นส่วนให้มีความคงทนต่อการใช้งาน การออกแบบเครื่องจักรให้มีการบำรุงรักษาระบบในตัวเองปี ค.ศ. 1970 – ปัจจุบัน ยุคการเข้า

ร่วมในระบบ TPM เป็นยุคที่ทำระบบ PM ให้เป็นแบบ Total System เพื่อเพิ่มประสิทธิ์ภาพโดยคำนึงถึงบุคคลเป็นส่วนใหญ่และให้ทุกคนได้ร่วมมือทำกันอย่างทั่วถึงและจริงจัง

ความสำคัญของระบบการจัดการบำรุงรักษา

ในการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร เป็นปัจจัยสำคัญ 1 ใน 4 อย่าง (4M ซึ่งประกอบด้วย คน เครื่องจักร วัตถุดิบและวิธีการ) ของการทำงานเพื่อให้ได้ผลผลิตออกมาดี ตามความต้องการ สมรรถนะความพร้อมในการใช้งานของอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร จึงมีความจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาอยู่ตลอดเวลา เพราะถ้าเครื่องมือบกพร่องหรือใช้ไม่ได้ นั่นก็คือองค์ประกอบในการทำงานไม่สมบูรณ์หรือไม่ครบ ผลผลิตก็จะไม่สามารถผลิตออกมาได้หรือได้ก็ไม่ดี การบำรุงรักษาที่ดี เมื่อมีการใช้งานอุปกรณ์แล้วก็จะต้องทำความสะอาด ตรวจสอบสภาพหลังการใช้งาน คืนสภาพให้มีความพร้อมในการใช้งานตลอดเวลาและจัดเก็บให้เป็นระเบียบด้วย แต่ในทางปฏิบัติจริง ผู้คนส่วนใหญ่มักไม่ปฏิบัติตามนี้ ทั้งงานส่วนตัว เช่น บ้านพักอาศัย รถยนต์หรืออุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ส่วนตัวและงานส่วนรวมเช่น สถานที่ราชการ อาคาร บริษัท โรงงาน เครื่องจักรจึงทำให้เกิดสภาพไม่พร้อมใช้งานเกิดขึ้นกันบ่อยๆ การแก้ไขปัญหาสภาพไม่พร้อมใช้งานของอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร ซึ่งเป็นเครื่องใช้ส่วนตัวเมื่อเกิดเหตุขัดข้องหรือผิดปกติจากสภาพการใช้งานเดิมที่เคยใช้อยู่ซึ่งมีหลายลักษณะเช่น ใช้งานไม่ได้เลยซึ่งเราเรียกว่าเสีย ใช้ได้บ้างไม่ได้บ้าง ใช้ได้เพียงบางหน้าที่เท่านั้น ทำงานไม่เต็มความสามรถที่กำหนดไว้ ใช้งานได้แต่คุณภาพของงาน ไม่สม่ำเสมอ ดีบ้าง เสียบ้าง ใช้ได้แต่ช้ากว่าเดิมมาก ฯลฯ เราก็จะทำการแก้ไขให้กลับสู่สภาพเดิม ซึ่งเราเรียกกันว่า ซ่อมนั่นเอง (การบำรุงรักษาทำไมจึงสำคัญนัก, 2560)

การซ่อมอุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องใช้หรือเครื่องจักร ซึ่งเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง หรือผิดปกติเกิดขึ้นแล้วส่วนใหญ่ จะใช้วิธีการซ่อม แบบเสียแล้วจึงซ่อม (Break Down) ถ้าหากเครื่องมือเครื่องใช้ เกิดเหตุขัดข้องใช้งานไม่ได้หรือสภาพไม่พร้อมใช้งาน นั่นก็คือปฏิบัติงานไม่ได้นั่นเอง จะสร้างความเสียหายเป็นอย่างมากต่อองค์กรหรือโรงงาน ดังนั้น จึงมีแนวคิดซ่อมก่อนเสียเกิดขึ้นในสถานที่ทำงาน อาคาร โรงงาน ซึ่งต่อมาเราเรียกกันว่า การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) นั่นเอง

เมื่อนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) มาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมกระบวนการซึ่งจะใช้งานเครื่องจักร โดยหลัก PM จึงสำคัญยิ่งต่อการเพิ่มของคุณภาพและผลผลิตของผลิตภัณฑ์ ต่อมาเมื่อมีความต้องการลดแรงงานในอุตสาหกรรมประกอบและแปรรูปจึงได้มีการใช้เครื่องจักรทดแทนคนงานมากขึ้นนั่นคือทำให้มีการพัฒนาเครื่องจักรเป็นระบบอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้น จนทำให้มีความสนใจพัฒนา PM เพิ่มขึ้นโดยให้มีลักษณะ

การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) หรือเรียกกันง่ายๆ ว่า TPM นั่นเอง

องค์ประกอบของระบบการจัดการบำรุงรักษา

รูปแบบการบำรุงรักษา

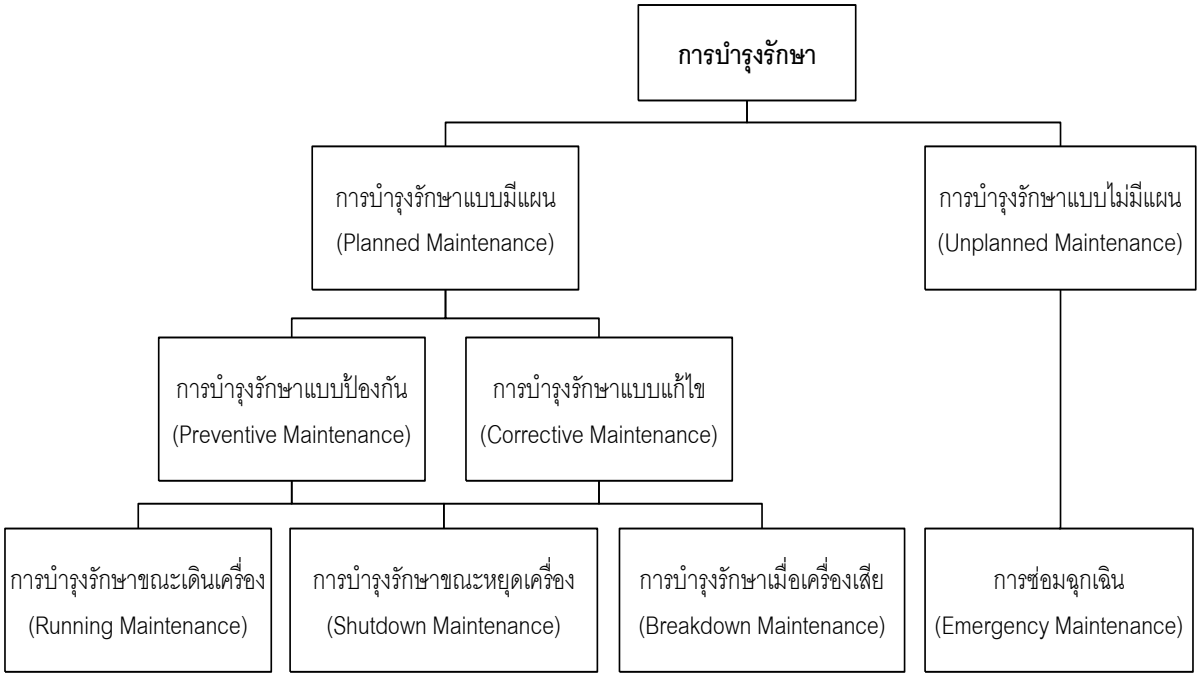
1. รูปแบบของการบำรุงรักษาที่ใช้ในกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงวางแผนนั้นโดยพื้นฐานมีด้วยกันหลายรูปแบบดังนี้คือ การวางแผนตามระยะเวลา การบำรุงรักษาเชิงทำนาย (Predictive Maintenance) การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ (Breakdown Maintenance) และการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม

2. การบำรุงรักษาตามระยะเวลา เนื่องจากการบำรุงรักษาตามระยะเวลาเป็นการบำรุงรักษาที่ต้องมีการวางแผนตามรอบระยะเวลาที่กำหนดก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดการชำรุดหรือหยุดการดำเนินงาน จึงเป็นสาเหตุของการเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงค่อนข้างสูง การบำรุงรักษาตามระยะเวลานี้มีด้วยกัน 2 แบบคือ การบำรุงรักษาโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์ ซึ่งเรียกว่า TBM (Time Based Maintenance) และการบำรุงรักษาแบบ Overhaul ซึ่งเรียกว่า IR (Inspection & Repair) TBM เป็นรูปแบบการบำรุงรักษาโดยมีการกำหนดรอบระยะเวลาที่จะบำรุงรักษาตามรอบระยะเวลาที่เครื่องจักรอาจจะเกิดการเสียหายได้ ส่วน IR เป็นรูปแบบการบำรุงรักษาโดยมีการถอดชิ้นส่วนของเครื่องจักรตามระยะเวลาที่กำหนดและทำการตรวจเช็คและมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนบางตัวเมื่อพบว่าชิ้นส่วนนั้นเกิดความเสียหาย

3. การบำรุงรักษาเชิงทำนายการบำรุงรักษาเชิงทำนายนี้ อาจพิจารณาได้ว่าเป็นการบำรุงรักษาที่อาศัยสภาวะของเครื่องจักรเป็นเกณฑ์จึงถูกเรียกว่า CBM (Condition Based Maintenance) เนื่องจากการบำรุงรักษาแบบนี้เป็นการใช้ระบบการสังเกตและการวิเคราะห์ค่าแนวโน้มซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้บอกสภาพการเสื่อมสมรรถนะของเครื่องจักรหรือใช้วิธีการตรวจจับสภาวะโดยใช้วิธีการต่อสายโดยตรงจากเครื่องจักรเข้ากับเครื่องตรวจวัดดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี TBM แล้ว มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้อง มีบุคคลากรที่มีความรู้ความชำนาญในการบำรุงรักษาและสามารถเรียนรู้เทคนิควิธีการบำรุงรักษาที่สูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุเป็นการบำรุงรักษาโดยการซ่อมหรือเปลี่ยนอะไหล่/ชิ้นส่วนหลังจากที่การทำงานของเครื่องจักรหรือมีประสิทธิภาพลดต่ำลงหรือหยุดทำงาน (เครื่องจักรหยุดทำงานเนื่องจากเกิดการเสียหาย) การบำรุงรักษาเครื่องจักรบางชนิดจะวางแผนที่จะเลือกใช้การบำรุงรักษาวิธีนี้ เนื่องจากมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์มากกว่าวิธีอื่นๆ (ในอดีตที่ผ่านมาการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุจะเป็นการบำรุงรักษาที่ไม่ใช่เป็นสิ่งที่ได้วางแผนไว้และไม่ได้มีการคำนึงถึงความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์แต่อย่างใด)

5. การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขเป็นการบำรุงรักษาที่มีลักษณะที่ไม่จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษา กล่าวคือเมื่อใดก็ตามที่เครื่องจักรเกิดการชำรุด/เสียหายเนื่องจากการใช้งานนั้น ก็จะทำการซ่อมแซมและแก้ไขเพื่อให้เครื่องจักรสามารถใช้งานได้ตามปกติ ซึ่งเป็นจุดอ่อนของเครื่องจักรที่มีอยู่อย่างมีแบบแผนและจริงจัง เพื่อจุดมุ่งหมายที่จะเพิ่มระดับความไว้วางใจ ความง่ายต่อการบำรุงรักษาและความปลอดภัยของตัวเครื่องจักร (โดยแท้จริงแล้ว คำว่า Corrective จะมีความหมายว่า “การแก้ไข” ซึ่งอาจจะหมายถึงการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ คือการแก้ไขเครื่องจักรที่เกิดความเสียหายแล้วหรือหมายถึงการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขคือการแก้ไขเครื่องจักรที่ยังไม่ได้เกิดความเสียหาย) (ธานี อ่วมอ้อ, 2547)



ภาพที่ 11 การจำแนกประเภทของการบำรุงรักษา

(ดัดแปลง จาก ธานี อ่วมอ้อ, 2547)

จุดมุ่งหมายของการบำรุงรักษา

1. เพื่อให้เครื่องมือใช้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิผล (Effectiveness) คือ สามารถใช้เครื่องมือเครื่องใช้ได้เต็มความสามารถและตรงกับวัตถุประสงค์ที่จัดหามามากที่สุด

2. เพื่อให้เครื่องมือเครื่องใช้มีสมรรถนะการทำงานสูง (Performance) และช่วยให้เครื่องมือเครื่องใช้มีอายุการใช้งานยาวนาน เพราะเมื่อเครื่องมือได้ใช้งานไประยะเวลาหนึ่งจะเกิดการสึกหรอ ถ้าหากไม่มีการปรับแต่งหรือซ่อมแซมแล้ว เครื่องมืออาจเกิดการขัดข้อง ชำรุดเสียหาย หรือ ทำงานผิดพลาด

3. เพื่อให้เครื่องมือเครื่องใช้มีความเที่ยงตรงน่าเชื่อถือ (Reliability) คือ การทำให้เครื่องมือเครื่องใช้มีมาตรฐานไม่มีความคลาดเคลื่อนใดๆ เกิดขึ้น

4. เพื่อความปลอดภัย (Safety) ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญ เครื่องมือเครื่องใช้จะต้องมีความปลอดภัยเพียงพอต่อผู้ใช้งาน ถ้าเครื่องมือเครื่องใช้ทำงานผิดพลาด ชำรุดเสียหาย ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ และเกิดการบาดเจ็บต่อผู้ใช้งานได้ การบำรุงรักษาที่ดีจะช่วยควบคุมการผิดพลาด

5. เพื่อลดมลภาวะของสิ่งแวดล้อม เพราะเครื่องมือเครื่องใช้ที่ชำรุดเสียหาย เก่าแก่ ขาดการบำรุงรักษา จะทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น มีฝุ่นละอองหรือไอของสารเคมีออกมา ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง

6. เพื่อประหยัดพลังงาน เพราะเครื่องมือเครื่องใช้ส่วนมากจะทำงานได้ต้องอาศัยพลังงาน เช่น ไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง ถ้าหากเครื่องมือเครื่องใช้ได้รับการดูแลให้อยู่ในสภาพดี

การวางแผนการบำรุงรักษา

1. ความหมายของการวางแผนการบำรุงรักษา

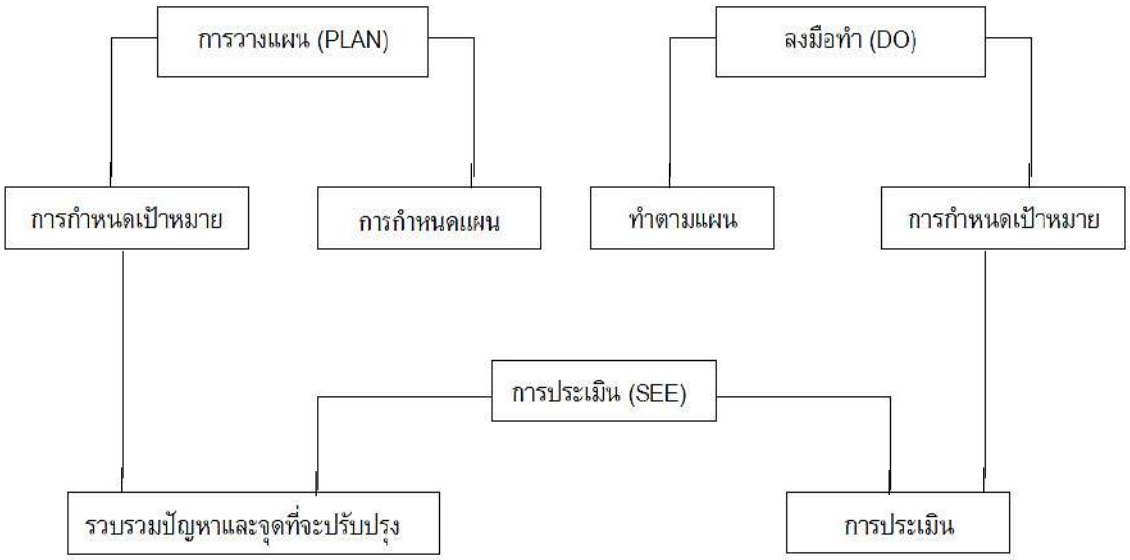
ในการดำเนินงานธุรกิจใดๆ งานจะดำเนินไปด้วยความสะดวก ราบรื่น จำเป็นต้องมีแผนงาน ซึ่งแผนดังกล่าวต้องเป็นแผนที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ในงานบำรุงรักษาการวางแผนงานการบำรุงรักษาก็อาศัยหลักการในการวางแผนงานเช่นเดียวกับกิจกรรมอื่นๆ โดยตอนต้นจะเป็นการกล่าวถึงหลักการในการวางแผนและจะเน้นถึงการนำหลักการวางแผนมาใช้ในการวางแผนการบำรุงรักษาในขั้นต่อไป (โกศล ดีศีลธรรม, 2547)

วิโรจน์ สารรัตนะ (2545, น.11) ได้นิยามเกี่ยวกับการวางแผนงาน ว่า การวางแผนนั้น เป็นความพยายามที่จะให้ได้มาซึ่งแผน (PLAN) และการดำเนินการ เพื่อใช้เป็นแนวทางที่จะดำเนินการหรือดำเนินธุรกิจใดๆ ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ดังนั้นในการวางแผนจะได้สิ่งที่สำคัญสองประการคือ แผนและการดำเนินการแผน คือ กระบวนการหรือขั้นตอนที่จะใช้การบริหารหรือดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงตามจุดประสงค์และเป้าหมาย นโยบายที่ได้จัดตั้งไว้ โดยใช้ความรู้ทางวิชาการและ วิจารณญาณในการวิเคราะห์ วินิจฉัย

ถึงเหตุการณ์ในอนาคต และจึงกำหนดวิธีที่ถูกต้อง และมีเหตุผล เพื่อให้การดำเนินตามแผนเป็นไปโดยเรียบร้อยสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพสูงสุด แผนจึงจำเป็นที่จะต้องคิดหรือทำเกิดขึ้นก่อนจะดำเนินการหรือธุรกิจใดๆในการปฏิบัติหรือดำเนินการใดๆ เมื่อได้กำหนดแผนพร้อมทั้งกำหนดแผนการดำเนินงานแล้ว จะมีขั้นตอนต่อไปคือ การทำตามแผน ดังนั้นขั้นตอนในการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพจะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นตอนการวางแผน (PLAN)
2. การลงมือหรือปฏิบัติตามแผน (DO)
3. ขั้นตอนการดำเนินผลการดำเนินการ (SEE) โดยการรวบรวมปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการดำเนินการ เพื่อเป็นแนวทางของการปรับปรุงแก้ไขไปใหม่ ขั้นตอนทั้ง 3 นี้เรียกว่า PLAN–DO–SEE อันเป็นหลักครบวงจรในการดำเนินกิจกรรมของธุรกิจดังภาพที่ 13



ภาพที่ 12 การวางแผน/ รูปแบบการวางแผนการบำรุงรักษา

2. ความสำคัญของการวางแผนการบำรุงรักษา

การวางแผนบำรุงรักษานั้น นอกจากจะไม่ให้เครื่องจักรเสียแล้ว ยังต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่าย ของการบำรุงรักษาด้วย การบำรุงรักษานั้นมีหลายแบบ ซึ่งเราต้องเลือกให้เหมาะสม กับชิ้นส่วนด้วย ประเภทของการบำรุงรักษาคือการบำรุงรักษาแบบต่างๆ นั้นก็จะมีค่าใช้จ่ายที่ไม่เท่ากัน จึงต้องเลือกให้เหมาะสม กับชิ้นส่วนของเครื่องจักรนั้นๆ ที่ใช้คำว่า “ ชิ้นส่วนเครื่องจักร ” เนื่องจากเวลาที่เราทำการบำรุงรักษานั้นเราจะบำรุงรักษาที่ชิ้นส่วน ไม่ได้ทำการบำรุงรักษาที่เครื่องจักรทั้ง

เครื่อง ดังนั้นเราจึงต้องทำการแยกชิ้นส่วน ของเครื่องจักรออกมา เป็นชิ้นส่วนย่อยก่อนกำหนดแผนการบำรุงรักษา

ในปัจจุบันนี้ มีอุปกรณ์ที่ช่วยในการวางแผนบำรุงรักษา ให้สะดวกมากขึ้นคือ โปรแกรมการบำรุงรักษาหรือที่เรียกว่า Computerize Maintenance Management System (CMMS) ซึ่งการใช้ CMMS ก็ทำให้การทำการวางแผนและรวบรวมข้อมูลการบำรุงรักษาเช่น ประวัติการซ่อม ค่าใช้จ่ายในการซ่อม การวางแผนการใช้อะไหล่ นั้นง่ายขึ้น สะดวกขึ้น แต่ไม่ได้เป็นสูตรสำเร็จว่า หากนำ CMMS มาใช้แล้วจะทำให้การบำรุงรักษาง่ายขึ้น

3. องค์ประกอบของการวางแผนการบำรุงรักษา

การวางแผนการบำรุงรักษา เป็นการกำหนดวงรอบของกิจกรรมงานซ่อมบำรุงขนาดต่างๆ อย่างครบถ้วนตลอดช่วงเวลาหนึ่งของเครื่องจักรกลแต่ละเครื่อง ถือเป็นส่วนหนึ่ง ของงานซ่อมบำรุงแบบป้องกัน การจัดวงรอบ ซ่อมบำรุง ช่วยในการบริหารกำลังคน กำลังเงินและวัสดุอุปกรณ์ การใช้งานต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพ มากที่สุด องค์ประกอบของวงรอบซ่อมบำรุง ได้แก่ กิจกรรมซ่อมบำรุง และช่วงเวลาห่างกันของแต่ละกิจกรรมแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

3.1 การซ่อมแซมย่อย

3.2 การซ่อมแซมขนาดกลาง

3.3 การซ่อมแซมขนาดใหญ่

การทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์ทำงานในสภาพปกตินั้น จำเป็นต้องมีกิจกรรมบำรุงรักษา เช่น การซ่อมเครื่องจักรอุปกรณ์ การเปลี่ยนชิ้นส่วนและแผนการซื้ออุปกรณ์ซึ่งมีพื้นฐานจากการตรวจสอบและการตรวจซ่อมเครื่องจักรอุปกรณ์และมาตรฐานการบำรุงรักษาแต่ละแบบแผน ทั้งหมดที่เป็นหลักของกิจกรรมการบำรุงรักษานี้เรียกว่า “แผนการบำรุงรักษา” หลักของแผนการบำรุงรักษา

1. ชิ้นส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมด ต้องได้รับการดูแล

2. แม้ว่าจะไม่ใช้แผนที่ดีที่สุดตั้งแต่แรก ก็ควรวางแผนให้สอดคล้องกับเทคนิค ความสามารถ (ประสบการณ์และไหวพริบ) ของพนักงานบำรุงรักษา

3. ติดตามผลการปฏิบัติงาน (สภาพขณะนั้น) ที่มาจากแผนและตรวจสอบและแก้ไขแผนจากผลที่ได้นั้น

4. วงจรสั้นเกินไป ความผิดปกติแทบไม่มี

5. วงจรยาวเกินไป มีปัญหามาก ปรับปรุงแก้ไขวงจรให้สั้นลง

6. การทำวงจรให้สั้นลงเป็นวิธีสุดท้ายที่หาทางอื่นไม่ได้แล้ว

วิธีการวางแผนการบำรุงรักษา

แผนการบำรุงรักษานั้นจะต้องเป็น “แนวทางของกิจกรรมการบำรุงรักษา” ที่สนองวัตถุประสงค์ของรัฐวิสาหกิจอยู่เสมอ ยกตัวอย่างเช่นจำเป็นต้องมีความยืดหยุ่น สามารถสนองรับได้ทันทีกับความเปลี่ยนแปลงของปริมาณการผลิตระดับคุณภาพและการลดลงของค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษา

ข้อควรคำนึงในการวางแผนการบำรุงรักษาแบ่งแยกเครื่องจักรอุปกรณ์ตามลำดับความสำคัญ โดยดูว่าเครื่องจักรแต่ละชนิดจะมีผลกระทบต่อผลผลิต มากน้อยเพียงใดจากตำแหน่งลำดับความสำคัญที่แยกได้ จะสามารถวางแผนเพิ่มประสิทธิภาพของการบำรุงรักษาได้โดยการแบ่งเป็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือบำรุง

1. รักษาหลังเกิดเหตุขัดข้องหรือว่าเปลี่ยนวงจรของการตรวจสอบและการตรวจซ่อมหรือเปลี่ยนวิธีการ

2. การกำหนดและการเปลี่ยนแปลง วงจร การบำรุงรักษาโดยทั่วไปของวงจรบำรุงรักษาจะยึดถือเวลาเดินเครื่องของโรงงาน ปริมาณการผลิตหรือปริมาณผลผลิตที่ออกมาเป็นแนวทางในการกำหนดการเปลี่ยนแปลงของวงจรการบำรุงรักษาจะเป็นอย่างไร ภายใต้ระบบการทำงานและเงื่อนไขสภาพแวดล้อมของโรงงาน

ชนิดของแผนการบำรุงรักษา

1. การแบ่งตามระยะเวลา

1.1 แผนการบำรุงรักษาระยะยาวและรายปี การวางแผนการบำรุงรักษาระยะยาวของเครื่องจักรอุปกรณ์ โดยมีการประสานงานการผลิตแผนเครื่องจักรอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายบำรุงรักษา

1.2 แผนการบำรุงรักษารายคาบ 3 เดือน 4 เดือน ครึ่งปี วางแผนปฏิบัติการบำรุงรักษาตามแนวการบำรุงรักษารายปีกำหนดวัน, เดือน ของการซื้ออุปกรณ์และการซ่อม

1.3 แผนการบำรุงรักษารายเดือน เป็นการดูผลสะท้อนที่ได้จากการตรวจสอบซ่อมของแผนปฏิบัติตามการบำรุงรักษา สภาพของจำนวนช่างซ่อม การจัดหาอะไหล่เป็นต้น

1.4 แผนงานรายสัปดาห์ ควบคุมดูแลความก้าวหน้าของแผนปฏิบัติการ

1.5 แผนงานพิเศษเป็นแผนงานขนาดใหญ่ ซึ่งจำเป็นจะต้องวางแผนประจำวันพิเศษเช่นเดียวกับการซ่อมประจำการซ่อมใหญ่

2. การแบ่งตามลักษณะเฉพาะ

2.1 ตารางแผนการบำรุงรักษาเฉพาะระบบโรงงาน

2.2 ตารางแผนการบำรุงรักษาเฉพาะชนิดของเครื่องจักรอุปกรณ์

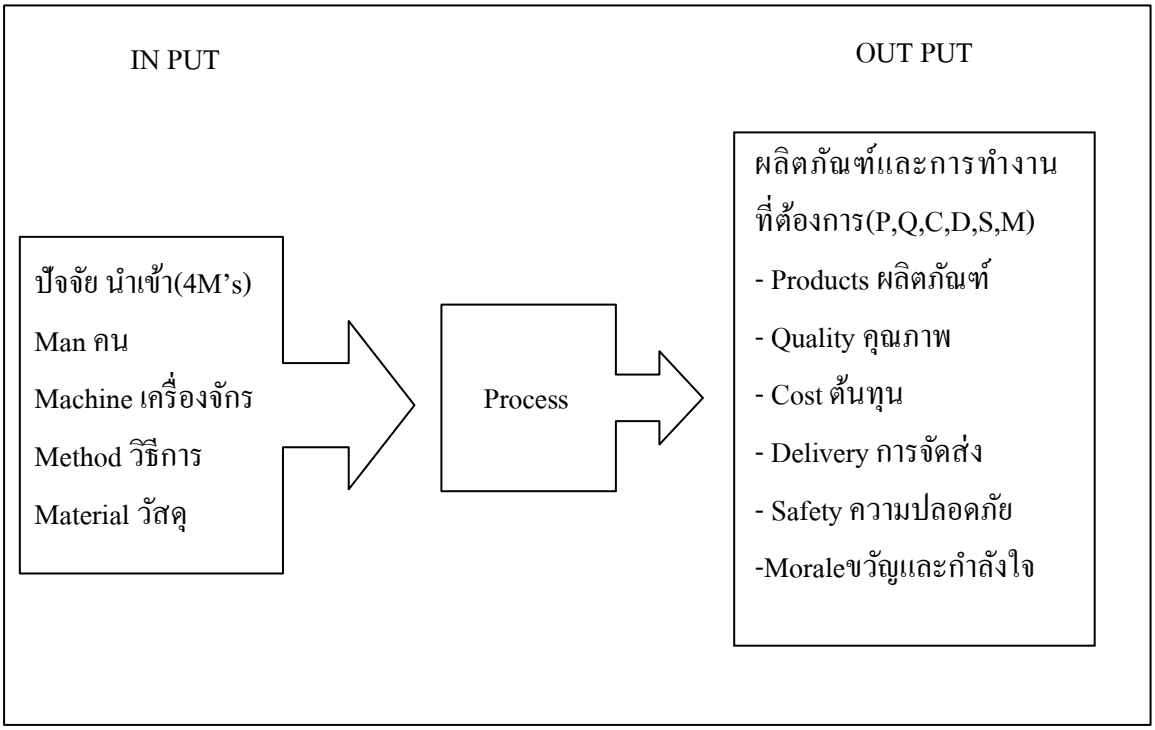
2.3 ตารางแผนการบำรุงรักษาเฉพาะวัสดุ

การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต

ความหมายการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต

การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต ก็คือ การลดต้นทุนการผลิต ดังนั้นต้องมีการเพิ่มผลผลิตที่ทำได้ต่อชั่วโมง การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรและการลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการผลิต แนวทางในการก่อให้เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตนั้น โดยทั่วไปจะมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้ (โกศล ดีศีลธรรม, 2545)

1. การลดความสูญเสีย
2. การเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร
3. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
4. การผลักดันให้เดินเครื่องโดยปราศจากคนในช่วงพักกลางวัน
5. การผลักดันการลดต้นทุน
6. การผลักดันให้คนน้อยที่สุดในช่วงกลางคืนพัฒนาปัจจัยนำเข้า คือ 4M's ทั้งหมดไปพร้อมๆ กัน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์และการทำงานที่ต้องการมีคุณภาพนั้นก็คือ P Q C D S M



ภาพที่ 13 รูปแบบการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต (P Q C D S M)

(สุลภัส เครือกาญจนา, 2560)

โดยในการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตนั้น เครื่องจักรอุปกรณ์ก็ต้องมีการควบคุม โดยมีกิจกรรรมการบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบมีการจัดเก็บข้อมูลและนำมาวิเคราะห์เพื่อการพัฒนาเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้น ในเรื่องของเครื่องจักรนั้นโดยทั่วไปการขัดข้องของเครื่องจักรอาจเป็นการขัดข้องปัจจุบันทันด่วนหรือการขัดข้องเนื่องจากการเสื่อมสภาพก็ได้ บางครั้งก็เห็นได้ชัดเจนแต่บางทีเหตุของการขัดข้องก็ซ่อนเร้น ซึ่งหากได้มีการวางระบบการบำรุงรักษาที่ถูกต้องก็สามารถจะขจัดการขัดข้องไปได้ ซึ่งทั้งนี้ต้องรวมถึงคนที่ใช้เครื่องจักรด้วย ควรใช้เครื่องจักรอย่างถูกต้องและมีความสานึกในเรื่องของการบำรุงรักษาเครื่องจักรตลอดเวลา สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลงโดยเฉพาะประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรนั้น คือ การเกิดเหตุขัดข้องซึ่งขั้นตอนการเกิดเหตุขัดข้อง แนวทางการขจัดเหตุขัดข้อง การขัดข้องแบบปัจจุบันทันด่วน ขัดข้องแบบเสื่อมสภาพ สาเหตุการขัดข้องจากการทำงานของคน ความคิดของคน การขจัดเหตุขัดข้อง การบำรุงรักษา การใช้อย่างถูกต้อง

ความสำคัญของการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต

ความสำคัญในการเพิ่มผลผลิตเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างมากที่ผู้ประกอบการจะต้องคำนึงถึงเพราะจะส่งผลถึงภาพลักษณ์ขององค์กรและเป็นการทำกำไรที่ยั่งยืน ซึ่งในปัจจุบันโดยส่วนใหญ่นั้นผู้ประกอบการมักจะคำนึงถึงแต่ผลกำไรเพียงอย่างเดียว มุ่งแต่จะลดต้นทุนทำให้มีการละเลยหรือไม่ปฏิบัติตามกฎหมายหรือไม่ปฏิบัติตามจรรยาบรรณต่างๆ ทำให้เกิดผลเสียต่อผู้ปฏิบัติงานในองค์กร ผู้บริโภค หรือต่อสาธารณชน ดังนั้นจึงควรปฏิบัติตามองค์ประกอบดังนี้

1. กำหนดความสำคัญ คัดเลือกสิ่งที่เป็นเป้าหมายในการวิเคราะห์ อาจทำเป็นแผนภูมิพาเรโต หรือแกนท์ชาร์ต ตามความถี่ที่เกิด ความเป็นไปได้ในการปรับปรุงผล

2. จัดทำแผนภูมิคาดคะเนสาเหตุตามความสำคัญของการขัดข้องเสียหายและจัดทำแผนภูมิก้างปลา และแผนภูมิต้นไม้ สำหรับวิเคราะห์จุดบกพร่อง

3. การตรวจสอบข้อมูล รวบรวมและศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบและกลไกของการขัดข้อง โดยสามารถบันทึกได้ง่าย และมีความถูกต้อง

4. การวิเคราะห์สาเหตุ การทำความเข้าใจให้กระจ่างเกี่ยวกับรูปแบบและกลไกของการขัดข้อง

5. ดำเนินการตามมาตรการการแก้ไข ขจัดหรือหยุดกลไกของการขัดข้องนั้นๆ

6. ติดตามผลการแก้ไขปรับปรุง และหาข้อแตกต่างระหว่าง ผลที่คาดคะเนและผลที่เกิดขึ้นจริง

7. ส่งเสริมและจัดทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยการใช้ข้อมูลให้เป็นประโยชน์

องค์ประกอบของการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต

การก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ต้องลดต้นทุนคุณภาพอย่างที่สุด สมิธ (Smith, 2005) อธิบายไว้ว่า ยิ่งลงทุนในการพัฒนาคุณภาพ จะลดความเสียหายอันเกิดจากต้นทุนคุณภาพ ต้นทุนมีความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารคุณภาพกับข้อบกพร่องของการบริการบริษัทที่คุณภาพเฉลี่ยต่ำมักพบต้นทุนเกี่ยวกับข้อบกพร่องในการบริการสูง ตัวอย่างต้นทุนเหล่านี้รวมถึงค่าใช้จ่ายในการออกแบบใหม่ การถูกร้องเรียน ค่าธรรมเนียมทางกฎหมาย ลูกค้าตีจาก และอื่นๆ เมื่อบริษัทลงทุนเพิ่มขึ้นในการทำงานคุณภาพ ต้นทุนข้อบกพร่องในการบริการจะลดลงอย่างรวดเร็ว โดยมีแนวทางดังนี้

1. การลดเหตุขัดข้องเครื่องจักร โดยการจัดสภาพเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเดินเครื่อง ซึ่งการทำความสะอาด การหล่อลื่น และการขันแน่น เป็นวิธีการที่ทำให้เครื่องจักรและอุปกรณ์อยู่ในสภาพพื้นฐานที่เหมาะสม เหตุขัดข้องจะเสียหายบ่อยๆ จากเหตุการณ์เสื่อมสภาพและต้นเหตุของการเกิดการเสื่อมสภาพที่เกิดขึ้นเนื่องจากการขาดการดูแลรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์

2. รักษาเงื่อนไขในการเดินเครื่องจักร ซึ่งเครื่องจักรและอุปกรณ์ในแต่ละเครื่องจะได้รับการออกแบบเงื่อนไขในการใช้งานมาแล้ว แต่ในการปฏิบัติงานอาจมีการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ จึงเกิดการขัดข้องขึ้น โดยทั่วไปจะต้องรักษาเงื่อนไขการเดินเครื่องจักร โดยทั่วไปจะดูแลเกี่ยวกับ กระแสไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้า การเคลื่อนที่การหมุน การติดตั้งและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเงื่อนไขต่างๆ นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องจักรและอุปกรณ์

3. การฟื้นฟูการเสื่อมสภาพ บางครั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์อาจจะเกิดการเสื่อมสภาพก่อนเวลาอันสมควร จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะป้องกันการเสื่อมสภาพและฟื้นฟูเหตุขัดข้องให้กลับสู่สภาพเดิมก่อนที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ จะเกิดความเสียหายขึ้น วิธีการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสามารถฟื้นฟูให้เครื่องจักรและอุปกรณ์กับสู่สภาพเดิมได้ตามเงื่อนไขที่ได้รับการออกแบบไว้

4. การปรับปรุงจุดด้อยในการออกแบบเครื่องจักรและอุปกรณ์อาจจะมีข้อบกพร่องในด้านการออกแบบการผลิต หรือการติดตั้งที่ไม่เหมาะสมในด้านการใช้เทคโนโลยีหรือทักษะการปฏิบัติงาน ดังนั้นควรมีการปรับปรุงจุดด้อยของเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยการวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

5. การปรับปรุงทักษะและการยกระดับเทคนิค เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นโดยพนักงานและผลลัพธ์ในการทำงานไม่เป็นไปตามความต้องการ แสดงว่าพนักงานผู้นั้นไม่มีทักษะเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อการเดินเครื่องจักร หรือการซ่อมแซม ดังนั้นควร

ยกระดับของพนักงาน โดยการเพิ่มทักษะ สมรรถนะของฝ่ายต่างๆ เช่น ฝ่ายบริหารงานบำรุงรักษา และการวางแผน เป็นต้น จากวิธีการของการลดเหตุขัดข้องเสียหายนั้นจะเห็นว่าเหตุขัดข้องต่างๆ สามารถหลีกเลี่ยงได้ถ้าพนักงานเดินเครื่องจักร และพนักงานบำรุงรักษาขาดความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน

แนวความคิดเกี่ยวกับลมและการจัดการทิศทางลม

ลมผิวพื้นที่พัดปกคลุมประเทศไทยผันแปรไปตามฤดูกาล ในฤดูหนาวหรือฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมที่พัดปกคลุมประเทศไทยตอนบน ส่วนใหญ่เป็นลมฝ่ายเหนือและลมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคใต้ลมที่พัดปกคลุมส่วนใหญ่เป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือและลมตะวันออก ในช่วงฤดูฝนหรือฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ลมที่พัดปกคลุมประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นลมตะวันตก ลมตะวันตกเฉียงใต้และลมใต้ สำหรับช่วงฤดูร้อนเป็นช่วงที่ลมแปรปรวน แต่พื้นที่ส่วนใหญ่ โดยเฉพาะประเทศไทยตอนบนมักมีลมฝ่ายใต้พัดปกคลุม (https://th.wikipedia.org; สื่อออนไลน์) ลม คือ กระแสอากาศที่เคลื่อนที่ในแนวนอน ส่วนกระแสอากาศคือ อากาศที่เคลื่อนที่ในแนวตั้ง การเรียกชื่อลมนั้นเรียกตามทิศทางที่ลมนั้นๆ พัดมา เช่น ลมที่พัดมาจากทิศเหนือเรียกว่า ลมเหนือและลมที่พัดมาจากทิศใต้เรียกว่า ลมใต้ เป็นต้น ในละติจูดต่ำไม่สามารถจะคำนวณหาความเร็วลม แต่ในละติจูดสูงสามารถคำนวณหาความเร็วลมได้

ลมแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

1. ลมประจำภูมิภาคต่างๆ ของโลก ได้แก่ ลมในซีกโลกใต้จะมีลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เรียกว่า ลมค้า

2. ลมประจำฤดู ได้แก่ ลมที่พัดเป็นประจำตามฤดูกาล ในประเทศไทยมีฤดูมรสุมอยู่ 2 ฤดู คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวักออกเฉียงเหนือ

3. ลมประจำถิ่น คือ ลมที่เกิดขึ้นเฉพาะแห่ง เช่น ลมว่าว พัดจากอ่าวไทยไปสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนมีนาคม-เมษายน

4. ลมประจำเวลา คือ ลมที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างกัน เช่น ลมบกเกิดในเวลากลางคืน เนื่องจากพื้นดินคายความร้อนเร็วกว่าพื้นน้ำอากาศเหนือพื้นดินเย็นกว่าอากาศเหนือพื้นน้ำอากาศจึงเคลื่อนที่จากฝั่ง ออกสู่ทะเลเรียกว่าลมบก ส่วนลมทะเลเกิดในเวลากลางวัน เนื่องจากพื้นดินรับความร้อนเร็วกว่าพื้นน้ำอากาศเหนือพื้นน้ำเย็นกว่าอากาศ เหนือพื้นดิน อากาศจึงเคลื่อนที่จากทะเลเข้าสู่ฝั่งเรียกว่า ลมทะเล

5. ลมพายุหมุนหรือลมแปรปรวน คือ ลมที่เกิดจากความกดอากาศลดต่ำลงหรือสูงขึ้นในทันทีทันใดโดยกระแสลมจะพัดเวียนเข้าหาศูนย์กลางความกดอากาศต่ำ ถ้าพายุหมุนนี้เกิดในเขต

ร้อน เรียกว่า พายุเขตร้อน ถ้าเกิดนอกเขตร้อน เรียกว่า พายุนอกเขตร้อน ตามข้อตกลงระหว่างประเทศแบ่งชนิดของพายุหมุนเขตร้อน ตามความรุนแรงพายุ

ข้อสังเกต

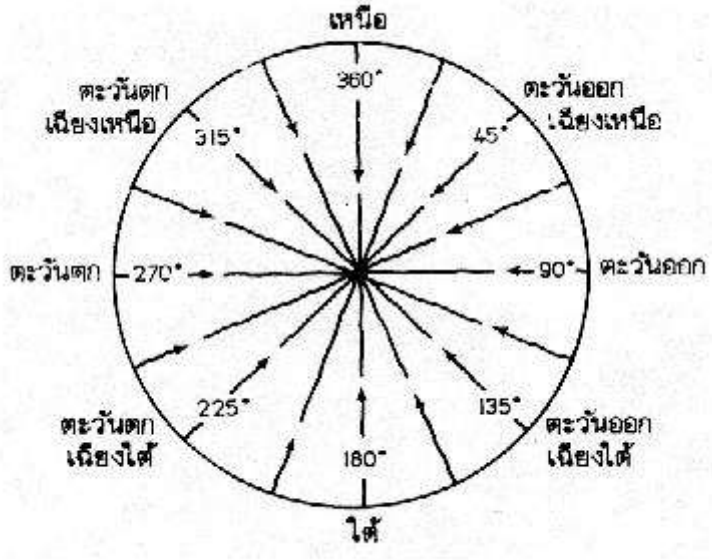
ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้หรือลมมรสุมฤดูร้อนพัดจากมหาสมุทรอินเดียผ่านอ่าวไทย และปะทะขอบฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย มรสุมนี้เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมและสิ้นสุดลงในเดือนตุลาคม ขณะพัดผ่านประเทศไทยได้หอบไอน้ำจากมหาสมุทรมาด้วยเป็นจำนวนมากจึงทำให้มีฝนตกชุก

ลมมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือหรือลมมรสุมฤดูหนาว พัดจากประเทศจีนและไซบีเรีย ลงมาจนถึงบริเวณอ่าวไทยตอนใต้ ทำให้อากาศมีความหนาวเย็นตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงเดือนกุมภาพันธ์

การวัดลม

การวัดลมมีวิธีการวัด 2 วิธี คือ วัดทิศลมและวัดความเร็วลม

1. ทิศลม อาจเรียกชื่อตามทิศต่างๆ ของเข็มทิศ หรือเรียกเป็นองศาจากทิศจริง ปัจจุบันการวัด ทิศลมนิยมวัดทิศลมตามเข็มทิศ และวัดเป็นองศา ถ้าวัดทิศลมด้วยเข็มทิศ เข็มทิศจะถูกแบ่งออกเป็น ทิศใหญ่ๆ 4 ทิศ คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ซึ่งทิศทั้ง 4 ทิศ เมื่อแบ่งย่อยอีกจะเป็น 8 ทิศ โดยจะเพิ่มทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงใต้ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งจาก 8 ทิศ ให้ย่อยเป็น 16 ทิศ หรือ 32 ทิศ ได้อีก แต่การรายงานทิศนั้น มักนิยมรายงานจำนวนทิศเพียง 8 หรือ 16 ทิศ เท่านั้น ส่วนการวัดทิศลมที่เป็นองศาบอกมุมของลมจากทิศจริง ในลักษณะที่เวียนไปตามเข็มนาฬิกา ใช้สเกลจาก 0 องศา ไปจนถึง 360 องศา เช่น ลมทิศ 0 องศา หรือ 360 องศา เป็นทิศตะวันออก, ลมทิศ 45 องศา เป็นทิศตะวันออกเฉียงเหนือ, ลมทิศ 90 องศา เป็นทิศตะวันออก, ลมทิศ 135 องศา เป็นทิศตะวันออกเฉียงใต้, ลมทิศ 180 องศา เป็นทิศใต้, ลมทิศ 225 องศา เป็นทิศตะวันออกเฉียงใต้, ลมทิศ 270 องศา เป็นทิศตะวันตก และลมทิศ 315 องศา เป็นทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ทิศลมเรียกเป็นองศาจากทิศจริง

(ศูนย์อุตุนิยมวิทยาทะเล; สื่อออนไลน์)

2. ความเร็วลม คือ การเคลื่อนที่ของอากาศที่ทำให้เกิดแรงหรือความกดที่ผ่านจุดที่กำหนดให้บนพื้นผิวโลกและแรงหรือความกดเป็นสัดส่วนกับกำลัง 2 ของความเร็วลม อธิบายดังในรูปของสมการ

$P = kv2$

P = ความกดที่เกิดจากการกระทำของลม

V = ความเร็วลม

K = ค่าคงที่ของหน่วยที่ใช้

ถ้าความกดอากาศมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางฟุต ความเร็วลมเป็นนอต (1 นอต หมายถึง 1 ไมล์ทะเล (6,080.20 ฟุต) ต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นหน่วยมาตรฐานความเร็วลมที่ใช้ในสหรัฐอเมริกา) สมการจะเป็น $P = 0.0053\ V2$ โดยประมาณสำหรับผิวพื้นที่ราบเรียบ แต่ถ้าความเร็วลมมีหน่วยเป็นไมล์ต่อชั่วโมง ค่า P ที่ได้จะเปลี่ยนไปเป็น $P = 0.004\ V2$ ด้วยเหตุนี้แรงที่เกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของลม ทำให้สามารถหาความเร็วลมได้ โดยที่ไม่ต้องอาศัยเครื่องมือใดๆ แต่จะสังเกตได้จากปรากฏการณ์ของวัตถุที่อยู่รอบๆ ดังนั้น เพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดมาตราความเร็วลมขึ้น เรียกว่า มาตราโบฟอร์ด (Beaufort Scale) พลเรือเอก เซอร์ฟรานวิส โบฟอร์ต (Admiral Sir Francis Beaufort) ชาวอังกฤษ เป็นผู้คิดขึ้นใช้ในปี พ.ศ. 2548 สำหรับตรวจลมในทะเล ต่อมาได้ถูกดัดแปลงนำมาใช้ทั้งบนบกและในทะเล มาตราโบฟอร์ด จะใช้เปรียบเทียบกับสิ่งที่กีด

ขวางไม่ว่าบนบกและในทะเล โดยสิ่งที่กีดขวางต่างๆ ได้แก่ ใบไม้ กิ่งไม้ สายโทรเลข สายโทรศัพท์ ธง สิ่งปรักหักพังต่างๆ และคลื่นในทะเล เกณฑ์ที่ใช้กำหนดความเร็วลม ได้มาจากการสังเกตกำลังลมเหนือพื้นดินและในทะเล มาตราโบฟอร์ด เริ่มต้นจากมาตราที่ 0 ไปจนถึงมาตราที่ 17 ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นคือ ที่มาตรา 0 จะเป็นเขตลมสงบ ไปจนถึงมาตราที่ 17 ลมมีกำลังแรงจัดกลายเป็นพายุเฮอร์ริเคน ปัจจุบันมาตราโบฟอร์ดถูกนำมาใช้น้อยลง โดยเฉพาะสถานีบนบก ตารางที่ 1 เป็นตารางเทียบความเร็วลม และชนิดลมของมาตราโบฟอร์ด ส่วนตารางที่ 2 เป็นตารางเทียบความเร็วลมของมาตราโบฟอร์ดกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเหนือพื้นดินและตารางที 3 เป็นตารางเทียบความเร็วลมของมาตราโบอฟร์ดกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเหนือพื้นน้ำ

เครื่องวัดลม

1. เครื่องวัดทิศลม เรียกว่า วินด์เวน (Wind Vane) ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นลูกศรยาว ซึ่งมีความยาวเป็นแผ่น ทางตั้งเห็นตัวบังคับให้ปลายศรลมชี้ในทิศทางที่ลมพัดเข้ามา โดยมีแกนของศรลมหมุนไปโดยรอบ และต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า อ่านทิศทางลมตามที่ปลายศรลมชี้ไปที่หน้าปัดของเครื่อง ภาพ 15

ภาพที่ 15 วินด์เวน

2. เครื่องวัดความเร็วลม เรียกว่า อะนิโมมิเตอร์ (Anemometer) ซึ่งอะนิโมมิเตอร์แบบเก่าแก่ที่สุดคือแบบแผ่นกระดก (Pressure Plate Anemometer) ประดิษฐ์โดยโรเบิร์ต ฮุค (Robert Hook) เมื่อปี พ.ศ. 2210 ประกอบด้วยแผ่นโลหะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแขวนติดอยู่กับแกนและแกนนี้ติดอยู่กับเสาในแนวตั้ง แผ่นโลหะนี้หมุนรอบแกนได้อย่างอิสระ และตั้งฉากกับทิศทางลมเสมอ เมื่อมีลมพัดปะทะกับแผ่นโลหะ ปลายด้านหนึ่งของแผ่นโลหะจะกระดกขึ้น มุมที่แผ่นโลหะทำกับแนวตั้งนั้น จะขึ้นอยู่กับความแรงของลม ถ้าลมนั้นแรงมากมุมที่ทำจะใหญ่ขึ้น ความเร็วลมอ่านได้จากสเกลที่ทำไว้บนโลหะโค้งที่ติดอยู่กับแขนของแผ่นโลหะ ปัจจุบันแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ แบบลูกถ้วย (Cup Anemometer) ประกอบด้วยลูกถ้วยรูปครึ่งทรงกลม 3 หรือ 4 ใบ ติดอยู่กับเพลาในแนวตั้ง ความกดที่แตกต่างกันจากด้านหนึ่งของลูกถ้วยใบหนึ่ง ไปยังลูกถ้วยอีกใบหนึ่ง เป็นเหตุให้ลูกถ้วนหมุนรอบๆ เพลา (รูปที่ 3) อัตราที่ลูกถ้วยหมุนจะเป็นสัดส่วนตรงต่อความเร็วลม การหมุนของลูกถ้วยปกติจะถูกเปลี่ยนกลับเป็นความเร็วลมผ่านระบบเกียร์ และสามารถอ่านความเร็วลมได้จากหน้าปัด หรือส่งไปยังเครื่องบันทึกเวลา ภาพที่ 16

ภาพที่ 16 อะนิโมมิเตอร์ (Anemometer)

3. แอโรแวน คือ เครื่องมือที่วัดทั้งทิศทางและอัตราเร็วลมซึ่งมีรูปร่างคล้ายเครื่องบินไม่มีปีกปลายด้านใบพัดจะชี้ไปทางที่ ลมพัดแสดง ทิศทางของลมและการหมุนของใบพัดแสดงอัตราเร็วลม โดยจะแสดงที่หน้าปัดของเครื่องวัด เครื่องวัดความเร็วลมหรืออะนิโมมิเตอร์ ภาพที่ 17

ภาพที่ 17 แอโรแวน (Aerovane)

การคาดคะเนลมที่ความสูงระดับ 2 เมตร ทำได้โดยสังเกตวัตถุหรือสิ่งของที่รับลม ดังนี้

ความเร็ว 0-0.2 เมตรต่อวินาที สังเกตได้จาก ลมสงบ ควันลอยขึ้นตรงๆ

ความเร็ว 0.3-1.5 เมตรต่อวินาที สังเกตได้จากควันลอยตามลมแต่ศรลมไม่หันไปตามทิศลม

ความเร็ว 1.6-3.3 เมตรต่อวินาที สังเกตได้จากรู้สึกลมปะทะใบหน้า ใบไม้กระดิกศรลมหันไปตามลม

ความเร็ว3.4-5.4 เมตรต่อวินาทีสังเกตได้จากใบไม้และกิ่งไม้เล็กๆขยับเขยื้อนธงปลิวไปตามลม

ความเร็ว 5.5-7.9 เมตรต่อวินาที สังเกตได้จากมีฝุ่นตลบ กระดาษปลิว กิ่งไม้เล็กๆ เคลื่อนไหว

ความเร็ว 8.0-10.7 เมตรต่อวินาที สังเกตได้จากต้นไม้เล็กๆ เริ่มเอนไปมา น้ำเป็นระลอก

ความเร็ว 10.8-13.8 เมตรต่อวินาที สังเกตได้จาก กิ่งไม้ใหญ่เริ่มเคลื่อนไหว

ความเร็ว 13.9-17.1 เมตรต่อวินาที สังเกตได้จากได้ยินเสียงลมปะทะสายโทรเลข ใช้ร่มไม่ สะดวก

ความเร็ว 17.2-20.7 เมตรต่อวินาที สังเกตได้จาก ต้นไม้ทั้งต้นเคลื่อนไหว เดินทวนลมไม่สะดวก

ความเร็ว 20.8-24.4 เมตรต่อวินาที สังเกตได้จาก กิ่งไม้เล็กๆ หัก

ความเร็ว 24.5-28.4 เมตรต่อวินาทีสังเกตได้จากสิ่งก่อสร้างไม่มั่นคงหักพังต้นไม้ถอนรากถอนโคน

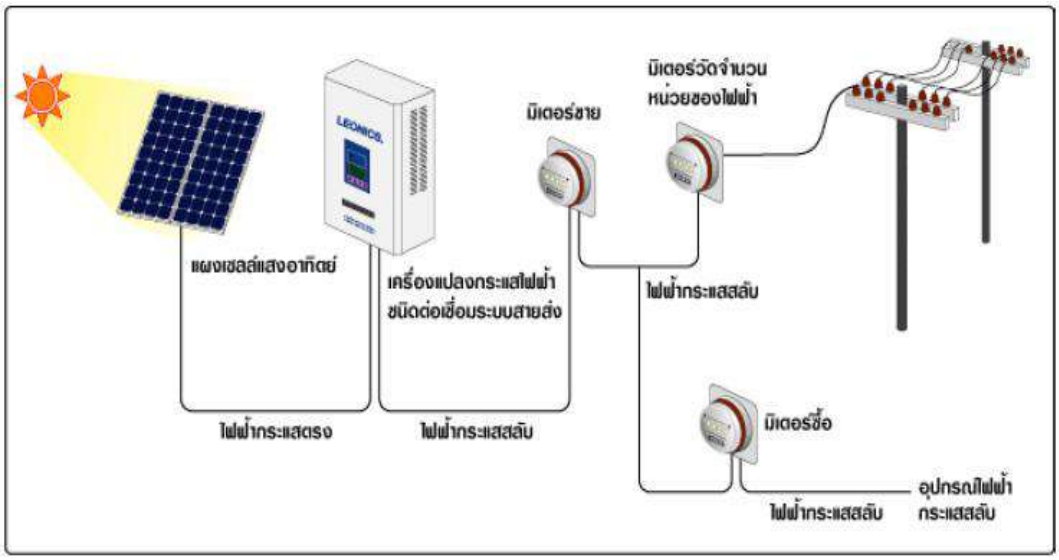
ความเร็ว > 28.5เมตรต่อวินาทีสังเกตได้จากเกิดความเสียหายมากความเสียหายแผ่เป็นบริเวณกว้าง

โรงงานไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เซลล์แสงอาทิตย์หรือโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง เซลล์แสงอาทิตย์ทามาจากสารกึ่งตัวนา ซึ่งดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยไฟฟ้าที่ได้จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์และชุดแปลง กระแสไฟฟ้า (อินเวอร์เตอร์) รวมทั้ง หม้อแปลง ในกรณีมีการจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบสายส่งโดยมีหลักการทางานของระบบดังนี้

เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมดจะผลิตกระแสไฟฟ้ากระแสตรง ผ่านระบบควบคุมเข้าอินเวอร์เตอร์ อินเวอร์เตอร์จะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับจ่ายเข้าหม้อแปลงและส่งเข้าสู่ระบบสายส่ง (Grid-Connected) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสาหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนกระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบจาหน่ายไฟฟ้า National Grid โดยตรง มีหลักการทางานแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์จะสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดได้โดยตรง โดยผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับและหากมีพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เกินจะถูกจ่ายเข้าระบบจาหน่ายไฟฟ้า สังเกตได้เนื่องจากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะกลับทาง ส่วนในช่วงกลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ กระแสไฟฟ้าจากระบบจาหน่ายไฟฟ้าจะจ่ายให้แก่โหลดโดยตรง สังเกตได้จากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนปกติ ดังนั้น ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจาหน่ายจะเป็นการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าในเขตเมืองหรือพื้นที่ที่มีระบบจาหน่ายไฟฟ้า ซึ่งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบเชื่อมต่อสายส่งเป็นระบบที่ถูกออกแบบให้ทางานเมื่อมีไฟฟ้าจากระบบจาหน่ายเท่านั้น และเมื่อระบบเกิดความผิดปกติหรือระบบจาหน่ายไฟฟ้าเกิดขัดข้อง ระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะหยุดการจ่ายไฟฟ้าทันที ประกอบด้วย ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic Array) และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจาหน่ายไฟฟ้า (Grid Inverter)



ภาพที่ 18 หลักการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เซลล์แสงอาทิตย์

ข้อดีของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

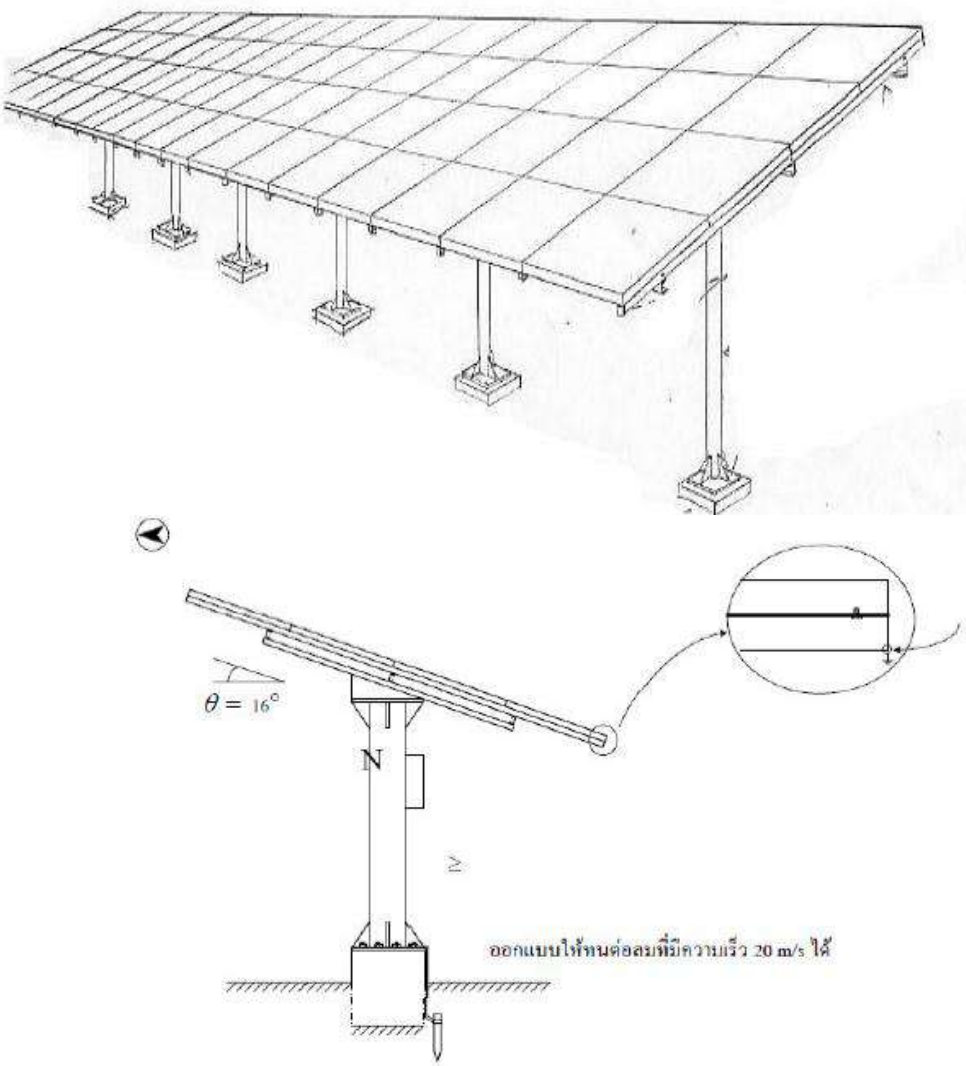
1. แสงอาทิตย์เป็นพลังงานจากธรรมชาติ ซึ่งสะอาดและไม่มีวันหมด
2. สามารถติดตั้งได้ทุกที่และได้ไฟฟ้ามาใช้โดยตรง ไม่มีกระบวนการที่ซับซ้อน
3. ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่น ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดมลพิษ
4. ไม่เกิดของเสีย และมลพิษทางเสียง
5. ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว การสึกหรอน้อย การซ่อมบำรุงต่ำ อายุการใช้งานยาวนาน
6. มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย สามารถปรับเข้ากับสภาพพื้นที่ได้ทุกรูปแบบ
7. ให้ผลตอบแทนที่น่าพอใจ ประมาณ 10-15% ต่อปี โดยมีระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่า10 ปี

ภาพที่ 19 ชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

การออกแบบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ข้อควรคำนึงมีดังนี้

1. มีความแข็งแรงในการติดตั้ง
2. ไม่เป็นสนิม
3. คำนึงถึงตำแหน่งการติดตั้ง มุมเอียง
4. โครงสร้างควรทาการต่อสายดิน



ภาพที่ 20 การออกแบบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

1. ขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

   1.1 เลือกเทคโนโลยีของเซลล์แสงอาทิตย์และการผลิตที่จะนำมาใช้

1.2 พิจารณาเปรียบเทียบบริษัทผู้ผลิต รุ่นที่มีการผลิต

1.3 พิจารณารายละเอียดทางเทคนิค ได้แก่ ประสิทธิภาพ เป็นต้น

1.4 พิจารณาจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากอัตราส่วนระหว่างขนาดพิกัดกาลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบรวมต่อพิกัดกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงในรุ่นที่เลือก

1.5 พิจารณาการติดตั้งระบบและการจัดเรียงแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้ระดับแรงดันที่ต้องการใช้งานและความสามารถในการจ่ายกระแสของระบบ

2. การหาขนาดแบตเตอรี่

2.1 เลือกเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ที่จะนำมาใช้งาน

2.2 พิจารณาพิกัดกำลังของระบบเพื่อเลือกระดับแรงดันใช้งานที่เหมาะสม

2.3 พิจารณาจำนวนลูกของแบตเตอรี่ หาได้จากอัตราส่วนระหว่างความจุรวมทั้งระบบต่อผลคูณของจำนวนแถวและความจุของแบตเตอรี่แต่ละลูก

2.4 พิจารณารายละเอียดทางเทคนิค ได้แก่ ประสิทธิภาพ DOC เป็นต้น

3. อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่

3.1 พิจารณาพิกัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของการประจุและการคายประจุแบตเตอรี่ในระบบ

3.2 พิจารณาความสามารถในการควบคุมการประจุและการคายประจุให้กับแบตเตอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีอายุการใช้งานนาน

4. เครื่องแปลงกระแส (Inverter)

4.1 พิจารณาพิกัดกาลังของอินเวอร์เตอร์จากการคำนวณภาระทางไฟฟ้าสูงสุดที่สภาวะการใช้งาน

4.2 พิจารณาระดับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าให้เหมาะสมและสอดคล้องกับระบบแรงดันไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์และระบบแบตเตอรี่

4.3 พิจารณาผลกระทบที่มีต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า ได้แก่ ฮาร์โมนิกส์ การควบคุมแรงดันทางด้านกระแสสลับเป็นต้น

5. การคำนวณหาขนาดเครื่องควบคุมการประจุฯ

5.1 การเลือกเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ (Charger) ต้องเลือกให้มีขนาดเหมาะสมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์

5.2 ต้องเลือกเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ที่สามารถประจุกระแสไฟฟ้าได้มากกว่า กระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพียงเล็กน้อย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปรุงศักดิ์ อัตพุฒและคณะ (2551) ได้ทำการศึกษา เกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปทางด้านการจัดการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ เพื่อสร้างรูปแบบการจัดการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศและเพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเครื่องปรับอากาศ โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพและวิธีการวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ผู้ปฏิบัติงาบำรุงรักษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏ เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 49 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปลักษณะการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศและเกี่ยวกับบุคลากร วิธีการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่นำไปใช้ในการสร้างรูปแบบการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย เวลาเฉลี่ยของการซ่อมแซม เวลาเฉลี่ยระหว่างเหตุขัดข้องและประสิทธิภาพความพร้อมใช้งานของเครื่องปรับอากาศ พบว่า การสร้างรูปแบบการจัดการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศใหม่สามารถลดการขัดข้องของเครื่องปรับอากาศลงได้ ส่งผลมีความพร้อมใช้งานของเครื่องปรับอากาศสูงขึ้น ทำให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานโดยสามารถทำให้เวลาเฉลี่ยของการซ่อมแซม (MTTR) ลดลงจากเดิม 0.66 ช.ม./ครั้ง/เดือน เป็น 0.57 ช.ม./ครั้ง/เดือน เวลาเฉลี่ยระหว่างเหตุขัดข้อง (MTBF) เพิ่มขึ้นจากเดิม 5.17 ช.ม./ครั้ง/เดือน เป็น 11.79 ช.ม./ครั้ง/เดือน คิดเป็นประสิทธิภาพความพร้อมใช้งานจากเดิมร้อยละ 89.40 เป็นร้อยละ 95.46 ต่อเดือน ซึ่งทำให้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่กลุ่มเป้าหมายที่ทำการวิจัยและพัฒนามีความพร้อมใช้งานสูงขึ้น

กระทรวงพลังงาน (2559) โดยทั่วไปศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของพื้นที่แห่งหนึ่งจะสูงหรือต่ำขึ้นกับปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่นั้นหรือที่เรียกว่า “ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์” (Global Radiation) มีหน่วยทางด้านพลังงานเป็น เมกกะจูลต่อตารางเมตร (MJ/m2) โดยบริเวณที่ได้รับรังสีอาทิตย์มากก็จะมีศักยภาพในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้สูง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จะเป็น ไปตามพื้นที่ มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาในรอบวันและการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในรอบปี กล่าวคือ ในพื้นที่หนึ่งๆ ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นจากช่วงเช้าจนถึงค่าสูงสุดในช่วงเวลาเที่ยงวัน และลดต่ำลงจนถึงช่วงเย็น ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของมวลอากาศ (Air Mass) ซึ่งรังสีอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านเข้ามายังพื้นผิวโลกและผลจากมุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ ซึ่งเปลี่ยนแปลงตั้งแต่เช้าจนถึงเย็น สำหรับการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่เป็นผลมาจากสภาพทางอุตุนิยมวิทยาโดยมีเมฆเป็นตัวแปรที่สำคัญ

ณรัลลือ วรศิริกุลและคนอื่นๆ (2555) ได้ศึกษาศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ในการดำเนินการดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์โดยการตั้งสถานีวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ณ อาคาร 26 คณะวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ซึ่งประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ หัววัดรังสีรวมดวงอาทิตย์ CMP11 ซึ่งตั้งที่ดาดฟ้าของอาคารและเครื่องบันทึกข้อมูล DX2000 ที่เก็บอยู่ภายในอาคาร โดยเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลาหนึ่งปี ผลการศึกษาพบว่า การแปรค่าของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กับเวลาในแต่ละวันในหนึ่งเดือนพบว่าโดยทั่วไปในเวลาประมาณเที่ยงวันจะได้รับความเข้มรังสีรวมมากที่สุดประมาณ 800-900 W/m2 โดยเดือนเมษายนได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวันมากที่สุดถึง 21.5 MJ/m2-day นอกจากนี้สามารถคำนวณปริมาณรังสีรวมที่ได้รับทั้งหมดรายวันเฉลี่ยรายปีประจำปี พ.ศ.2555 ได้ค่าประมาณ 16.6 MJ/m2-day

จงจิตร์ หิรัญลาภ (2520) ได้ศึกษาศักยภาพ พลังงานแสงอาทิตย์และจัดทำพื้นที่จากดาวเทียมของประเทศไทย โดยการวิเคราะห์ข้อมูลการกระจายความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในแต่ละเดือนพบว่า บางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี อุดรธานี และบางส่วนของภาคกลางที่จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท อยุธยา และจังหวัดลพบุรี โดยได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีที่19 ถึง 20 MJ/m2-day พื้นที่ดังกล่าวคิดเป็น 11.0% ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ นอกจากนี้ยังพบว่า 35.6% ของพื้นที่ทั้งหมดได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีในช่วง 18-19 MJ/m2-day จากการคำนวณรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศพบว่ามีค่าเท่ากับ 18.0 MJ/m2-day จากผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูงและได้จัดทำเป็นแผนที่ เรียกแผนที่ดังกล่าวว่า “แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย” ในแผนที่จะแสดงความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์ที่บริเวณต่างๆ ของประเทศไทยได้รับในรูปของค่ารายวันเฉลี่ยต่อปีในหน่วย MJ/m2-day และภายหลังนำผลที่วิเคราะห์ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จากภาพถ่ายดาวเทียมไปตรวจสอบกับสถานีวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของ พพ. ที่ได้จัดตั้งไว้ 38 แห่ง และสถานีวัดของมหาวิทยาลัยศิลปากร 4 แห่ง จากผลการเปรียบเทียบพบว่าค่าที่ได้จากแผนที่ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการวัด โดยมีความแตกต่างในรูปของ Root Mean Square Difference RMSD = 7.3% ซึ่งถือว่าความละเอียดถูกต้องของแผนที่ดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ดี จากแผนที่ความเข้มรังสีอาทิตย์จะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงแผ่เป็นบริเวณกว้างตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานีและตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุดรธานี สำหรับเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของประเทศที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ในระดับต่างๆ จะเห็นได้ว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ประเทศไทยได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 17 MJ/m2-day ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ของโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีลำดับขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาสภาพและปัญหาการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าร์เซลล์

เก็บข้อมูลของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับแผงโซล่าเซลล์ จัดทำเป็นรายวัน รายสัปดาห์รายเดือนพร้อมทั้งทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาทีเกิดขึ้น ด้วยเครื่องมือทางสถิติ

2. ศึกษาการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์และต้นทุนที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง

ศึกษาถึงเทคนิคการบำรุงรักษา การซ่อมแซม แก้ไข แผงโซล่าร์เซลล์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและในอนาคต พร้อมทั้ง ศึกษาต้นทุนที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าทุกๆ ขั้นตอน สรุปจัดทำ ต้นทุนต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า รวมทั้งต้นทุนการซ่อมบำรุงรักษาด้วย

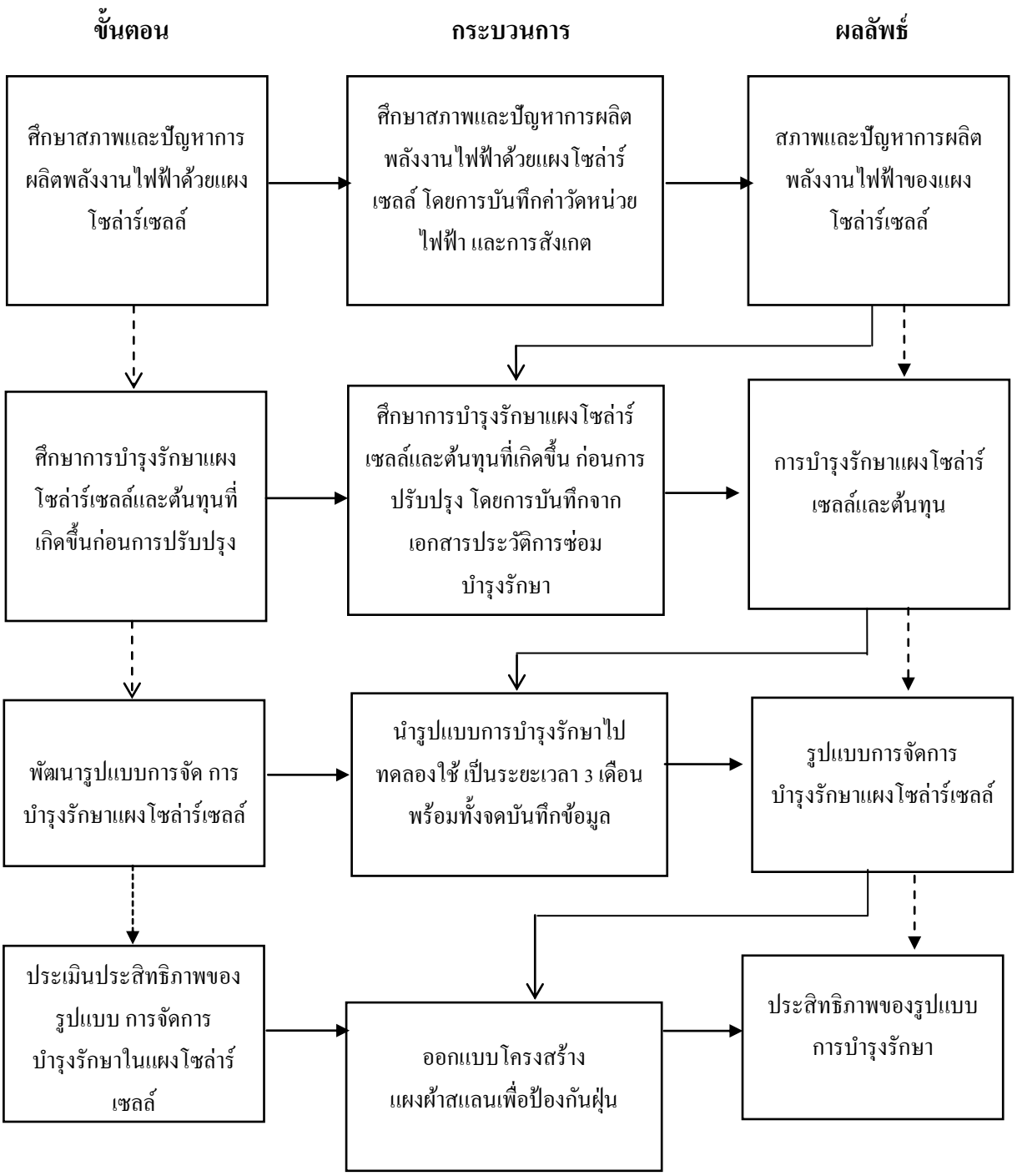
3. พัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์

ออกแบบรูปแบบการป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิตไฟฟ้าที่มีผลกับแผงโซล่าเซลล์และควบคุมต้นทุนที่เกิดขึ้นให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดได้

4. ประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบ การจัดการบำรุงรักษาในแผงโซล่าร์เซลล์

วิเคราะห์ข้อมูลจากทดสอบรูปแบบใหม่ของการป้องกันปัญหาและระบบอื่นๆ ที่ได้สร้างขึ้น โดยใช้หลักการทำงานจริงและเก็บข้อมูลก่อนทำและหลังทำ เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการออกแบบการป้องกัน

5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาทฤษฎี แนวคิด ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแบบสอบถาม



ภาพที่ 21 กระบวนการดำเนินการวิจัย

ศึกษาสภาพและปัญหาการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าร์เซลล์

การวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ในโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ใช้เกี่ยวข้องกับการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยผู้วิจัย ได้ศึกษารูปแบบของการเก็บข้อมูลต่างๆ ทั้งจาก ตำรา เอกสาร งานวิจัย และพบว่า เทคนิคการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมของโรงงานกรณีศึกษานี้คือ วิธีการสุ่มเฉพาะเจาะจง (Sampling) โดยผู้วิจัยกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้บริหาร หัวหน้าส่วนงาน ผู้ควบคุม และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด เกี่ยวกับระบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ของโรงงานกรณีศึกษา จากนั้นทำการหากลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาเชิงปริมาณแหล่งข้อมูลในการศึกษา และ การเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัย

เลือกมาจากหัวหน้างานและพนักงานปฏิบัติงานในโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน

การเก็บรวบร่วมข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยสำหรับการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพครั้งนี้ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารงานด้านการจัดการบำรุงรักษา ผู้บริหารหรือผู้จัดการโรงงาน ที่มีหน้าที่กำกับดูแลการปฏิบัติงานในส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานการบำรุงรักษาในโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 3 คน

การประชุมวิพากษ์

เรื่องการพัฒนารูปแบบการบริหารงานด้านการจัดการบำรุงรักษาในโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์: กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ หนองหญ้าไซ ประชากร ที่ใช้ในการประชุมวิพากษ์ คือผู้บริหารโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ นักวิชาการด้านการบริหารงานการจัดการบำรุงรักษาและผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับการจัดการบำรุงรักษา จำนวน 5 คน

การศึกษาค้นคว้าข้อมูลในเอกสารวิชาการต่างๆ ข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ วารสารวิทยานิพนธ์และบทความทางวิชาการ

ศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงาน

ข้อมูลทั่วไปของโรงงานที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. ทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ของโรงงานตัวอย่าง ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ปัญหาและข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการผลิต เช่น กำลังการผลิต /พื้นที่ที่ใช้ดำเนินงานจริง / สภาพทั่วไป รวมทั้งปัญหาที่พบในกระบวนการผลิต เช่น ปัญหาที่เกิดขึ้นกับแผงโซล่าร์เซลล์ปัญหา

ที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิต และข้อมูลการผลิตต่างๆ ที่มีผลต่อแผงโซล่าร์เซลล์โรงงานไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

2. ข้อมูลจากเอกสารต่างๆ ของแผงโซล่าร์เซลล์โรงงานไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และส่วนประกอบต่างๆ ที่จำเป็น รวมถึงเอกสารข้อมูลระบบการบำรุงรักษา เอกสารข้อมูลของแผงโซล่าร์เซลล์ เทคนิคการบำรุงรักษา เพื่อศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ และทำความเข้าใจถึงส่วนประกอบต่างๆ เพื่อนำองค์ความรู้ความเข้าใจมาวิเคราะห์หาสาเหตุของการเสียของแผงโซล่าร์เซลล์โรงงานไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ต่อไป

ศึกษาการบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์และต้นทุนที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง

วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นนั้นจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นจริงในการผลิตกระแสไฟฟ้ามากที่สุด โดยใช้เครื่องมือคุณภาพ (QC Tools) ช่วยในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นลักษณะคำพูด ความรู้สึกจากผู้บริหาร เพื่อวางแผนกลยุทธ์ แผนปฏิบัติการในเชิงป้องกันหรือเชิงรุก โดยการระดมความคิดและข้อเท็จจริงในอดีต รวมถึงการมองภาพความต้องการในอนาคตของลูกค้าและคู่แข่งมาใช้เพื่อกำหนดแผนงาน/โครงการในการรักษามาตรฐานเดิม ขยายฐานการผลิต เพิ่มยอดการผลิต และลดต้นทุนขององค์กรได้อย่างเป็นระบบ สำหรับเครื่องมือทั้ง 3 ชนิด ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ สามารถแจกแจงได้ดังนี้

1. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น

2. กราฟ (Graphs) คือ ภาพลายเส้น แท่ง วงกลมหรือจุดเพื่อใช้แสดงค่าของข้อมูลว่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล หรือแสดงองค์ประกอบต่างๆ

3. แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) คือ แบบฟอร์มที่มีการออกแบบช่องว่างต่างๆ ไว้เพื่อใช้บันทึกข้อมูลได้ง่ายและสะดวก

ข้อมูลปฐมภูมิข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยตรงจากการสอบถามและสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้บริหาร พนักงานควบคุมกลุ่มเครื่องจักรตัวอย่างและผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด จำนวนรวมทั้งสิ้น 100 คน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้เทคนิคการเก็บข้อมูลวิจัยในรูปแบบการเก็บข้อมูลภาคสนาม (Research) นักวิจัยจึงต้องมีเครื่องมือที่สำคัญในการวิจัยเชิงคุณภาพ การเข้าไปสู่สภาพสนามถือว่าเป็นเหตุผลของการวิจัยและเป็นประสบการณ์ตรงอันมีค่ายิ่งต่อนักวิจัย การค้นหาข้อมูลด้วยวิธี

อุปมาน (Inductive) จากสภาพข้อมูลจริงทำให้เข้าใจบริบทรอบตัวได้ครบถ้วน ผู้วิจัยจึงกำหนดเครื่องมือที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย ดังนี้

1. แบบสัมภาษณ์เชิงลึกกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured) ด้านการบริหารการจัดการบำรุงรักษาที่สำคัญ

2. แบบสอบถาม (Questionnaires) เกี่ยวกับสถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งและประสบการณ์ในการทำงานและองค์ประกอบด้านการบริหารงานบำรุงรักษาในโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

3. แบบประเมินรูปแบบการบริหารงานการจัดการบำรุงรักษาและคู่มือการจัดการบำรุงรักษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การบันทึกข้อมูลจากการสัมภาษณ์และตอบแบบสอบถามนั้น ในส่วนนี้ผู้วิจัยมีการบันทึกถึงสิ่งต่างๆ ที่ได้สัมภาษณ์ เพื่อรวบรวมถึงประเด็นหลักๆ ที่ทำการศึกษา เช่น ความต้องการขั้นพื้นฐานในการบำรุงรักษา สภาวะการดำเนินงานปัจจุบัน รวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบการบำรุงรักษา การแก้ไข ในปัจจุบัน และการบันทึกโดยเทปบันทึกเสียง โดยการสอบถาม พูดคุย (อย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ) ในระหว่างการเก็บข้อมูลจะบันทึกประเด็นที่สำคัญ เพื่อการทบทวนเพิ่มเติมตลอดจนเป็นการจดถึงความรู้สึกหรือทัศนคติที่มีต่อการวิจัย ซึ่งเป็นการช่วยในการเก็บรายละเอียดของคำถามในข้อมูลต่างๆ ของการวิจัยครั้งนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและแบ่งประเภทของข้อมูลได้ดังต่อไปนี้

1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากข้อมูลการปฏิบัติงานจริงของโรงงานไฟฟ้ากรณีศึกษา ทั้งแบบ รายวัย รายเดือน และ สรุปย้อนหลังรายปี

1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตการเข้าไปสัมภาษณ์ของพนักงานที่ควบคุมดูแล แผงโซล่าร์เซลล์ ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา

1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการบันทึกในแบบสัมภาษณ์จากผู้ที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาของโรงงานไฟฟ้า

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบบำรุงรักษา การวางแผนรูปแบบการบำรุงรักษาและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยการสัมภาษณ์ผู้บริหารจำนวน 5 คน พนักงานจำนวน 45 คน และผู้เกี่ยวข้องจำนวน 50 คน รวมทั้งหมด 100 ชุด เพื่อเก็บรวบรวมการแสดงความคิดเห็น การให้คำอธิบายรายละเอียด การตอบปัญหา ตลอดจนการ

แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ของกลุ่มประชากร รวมทั้งการเก็บข้อมูลการบำรุงรักษาย้อนหลังของโรงงานผลิตไฟฟ้าตัวอย่าง แล้วนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานการสร้างเครื่องมือการตรวจสอบและใช้วิเคราะห์ผลการวิจัย ต่อไป

การพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์

การติดตั้งโครงสร้างสแลนเพื่อป้องกันฝุ่นละอองที่ถูกนำมาโดยลม เช่น เศษฝุ่นดิน ใบไม้ ละอองฝุ่นเล็กๆ ที่ปลิวมาตามกระแสลม โครงสร้างสแลนยังอาจมีส่วนช่วยลดความเสียหายจากการกระแทกโดยตรงของเศษไม้ กิ่งไม้หรือเศษอื่นๆ ที่ถูกพัดมาโดยลมหรือสภาวะแวดล้อมที่เราไม่สามารถควบคุมได้ อย่างไรก็ดี การติดตั้งโครงสร้างสแลน เป็นเพียงแนวทางในการพัฒนารูปแบบการป้องกันและออกแบบรูปแบบใหม่ในการช่วยสนับสนุนระบบการซ่อมบำรุงรักษาระบบแผงโซล่าเซลล์ให้มีระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นเท่านั้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ระบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซ่ล่าร์เซลล์

เป็นการดูแลรักษาระบบ PVs เพื่อสามารถผลิตไฟฟ้าได้ยาวนานเท่าที่เป็นไปได้ เมื่อเทียบค่าบำรุงรักษากับระบบผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านเรือนด้วยวิธีอื่นๆ เช่น เครื่องปั่นไฟโดยใช้น้ำมันดีเซล เป็นต้น ถือว่าค่าบำรุงรักษาระบบโซล่าร์เซลล์นี้มีราคาที่ถูกกว่ามาก โดยทั่วไปจะมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์หลักๆ ของระบบ PVs ได้แก่

1.1 การบำรุงรักษาแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Panels)

แผงพลังงานแสงอาทิตย์ถือเป็นหัวใจสำคัญในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ฉะนั้นผู้ใช้งานควรมีการตรวจสอบดูแลและบำรุงรักษาแผงพลังงานแสงอาทิตย์ ดังนี้

1.1.1 ทำความสะอาดคราบสกปรกและฝุ่นที่เกาะบนแผงพลังงานแสง อาทิตย์ด้วยการล้างด้วยน้ำสะอาดและเช็ดคราบสกปรกออก บางครั้งคราบสกปรกจะเป็นพวกยางหรือมูลนกให้ใช้น้ำเย็นล้างออกและขัดด้วยฟองน้ำ ข้อควรระวังในการทำความสะอาดแผงพลังงานแสงอาทิตย์คือห้ามใช้แปรงที่มีขนเป็นโลหะทำความสะอาดผิวของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ นอกจากนี้ผงซักฟองก็ไม่ควรใช้ในการทำความสะอาดเพราะอุปกรณ์และน้ำยาทำความสะอาดดังกล่าว จะทำให้เกิดรอยที่ผิวแผงพลังงานแสงอาทิตย์ได้

1.1.2 ตรวจสอบดูสภาพแผงพลังงานแสงอาทิตย์ว่ายังมีสภาพที่สมบูรณ์หรือไม่ เช่น รอยร้าว รอยแตก รอยฝ้าบริเวณผิว มีรอยรั่วของน้ำภายในผิวแผงพลังงานแสงอาทิตย์และสีของแผงเปลี่ยน เป็นต้น โดยมีการจดบันทึกและสังเกตการณ์สิ่งผิดปรกติต่างๆ ถ้าประสิทธิภาพลดลงอาจจะมีการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีปัญหาดังกล่าว

1.1.3 ตรวจสอบอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับแผงพลังงานแสงอาทิตย์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ หากมีข้อผิดพลาดให้ทำการแก้ไขให้เร็วที่สุด

1.1.4 การบำรุงรักษาตัวแปลงกระแสไฟฟ้าและระบบควบคุมต่างๆ (Inverter and Controller)

ระบบแปลงกระแสไฟฟ้าและระบบควบคุมต่างๆ ควรมีสภาพที่สะอาดปราศจากฝุ่นเกาะสะสม ฉะนั้นควรใช้ผ้าแห้งเช็คทำความสะอาดฝุ่นที่เกาะอุปกรณ์เหล่านี้ และใช้ไฟฉาย LED ส่องดูในช่องที่ตรวจสอบได้ยากเช่น รอยต่อต่างๆ ภายในอุปกรณ์ ว่าอยู่ในสภาพสมบูรณ์หรือไม่ นอกจากนี้ต้องตรวจสอบกล่องที่ครอบอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานเสมอ

2. การออกแบบอุปกรณ์ป้องกันฝุ่น

ผู้วิจัยได้ ศึกษารูปแบบการติดตั้งสแลนในพื้นที่กรณีศึกษาตัวอย่าง โดยกำหนดระยะที่สามารถทดลองและสามารถสร้างได้จริงในพื้นที่ทำงานจริงของบริษัทกรณีศึกษา โดยใช้ พื้นที่ในการอออกแบบ ใช้พื้นที่ ขนาด กว้าง 1000 เมตร ยาว 1500 เมตร (1000 M x1500 M) ซึ่งได้แสดงตามแผนผังข้างล่างนี้ โดยจะขอกล่าวอธิบายถึงโครงสร้างในแต่ละส่วนตามลำดับ ดังนี้

2.1 โครงสร้าง เสา สามารถเป็นเสาปูน เสาไม้ หรือเสาเหล็กได้ในที่นี้จะเสาเหล็ก ซึ่งมีข้อดีคือราคาถูก ไม่ผุ ทนทาน ใช้งานง่ายแต่มีข้อเสียคือขึ้นสนิมและมีโอกาสบิดงอง่ายหากทำการยึดไม่แน่นหนาพอ

สเตย์ เป็นส่วนสำหรับตรึงหัวเสารอบนอกของโครงสร้างไว้กับพื้น เพื่อไม่ให้เสาโอนเอียงไปตามแรงดึงของสลิง ทั้งนี้สเตย์มีความสำคัญมากกับโครงสร้างสแลนและอาจกล่าวได้ว่า หากไม่มีสเตย์ โครงสร้างก็ไม่สามารถตั้งอยู่ได้ สำหรับตัวสเตย์นั้น อาจใช้เป็นการขุดหลุมและเทปูน โดยให้มีส่วนที่เป็นเหล็กเส้นที่พับเป็นห่วงยื่นออกรอรับเส้นสลิงทั้งนี้หากใช้วิธีดังกล่าวแนะนำให้เชื่อมห่วงนั้นให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันการง้างออกของห่วงในระยะยาว

2.2 วัสดุที่นำมาเป็นตาข่ายกันฝุ่นนั้นเราเลือกใช้ตาข่าย (Mesh Sheet) ซึ่งเหมาะสำหรับงานคลุมอาคารที่กำลังก่อสร้าง เพื่อป้องกันฝุ่นละอองและเศษวัสดุ ตกหล่น ร่วงออกมานอกอาคาร โดยตาข่ายกันฝุ่นนี้ มีรูพรุน ลมจึงผ่านได้ นั่งร้านจะไม่ล้ม ในขณะเดียวกันก็ช่วยป้องกันฝุ่นไม่ให้ฟุ้งกระจายหรือหลุดรอดไปได้ ตาข่ายกันฝุ่นนี้เคลือบด้วย PVC ชนิดที่ทนทานต่อแสงแดดและ UV รวมไปถึงคุณสมบัติป้องกันไฟลาม น้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย ใช้งานสะดวกกันฝุ่นได้ดีและยังให้แสงที่ผ่านได้ ช่วยให้บริเวณก่อสร้างมีแสงสว่างเพียงพอไม่ดูดน้ำและป้องกันแดด

ภาพที่ 22 ตาข่าย (Mesh Sheet) เพื่อป้องกันฝุ่นละออง

ประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์

การประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ในงานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบผลของการวัดค่าฝุ่นละลองที่เกิดขึ้นกับแผงโซล่าร์เซลล์ของบริษัทกรณีศึกษา โดยเปรียบเทียบก่อนหลัง โดยข้อมูลแสดงดังตาราง

การเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการล้างทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ลักษณะการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ต้องติดตั้งบริเวณภายนอกอาคารเพื่อให้รับแสงจากดวงอาทิตย์ให้มากที่สุด ซึ่งเมื่อใช้งานในระยะหนึ่งจะมีฝุ่นละอองจับที่พื้นผิวของเซลล์แสงอาทิตย์ด้านบนทำให้เซลล์แสงอาทิตย์รับแสงและความเข้มแสงได้ไม่เต็มประสิทธิภาพจึงต้องมีการทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่เป็นประจำการทำความสะอาดนี้จะล้างด้วยน้ำสะอาดและเช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ความหนาของฝุ่นละออง ที่แผงโซล่าร์เซลล์ ระหว่าง มกราคม – ธันวาคม 2560

ลำดับ	เดือน	ค่าเฉลี่ย
1	มกราคม	28.25
2	กุมภาพันธ์	37.50
3	มีนาคม	24.25
4	เมษายน	31.25
5	พฤษภาคม	35.75
6	มิถุนายน	33.25
7	กรกฎาคม	23.25
8	สิงหาคม	35.75
9	กันยายน	30.50
10	ตุลาคม	28.50
11	พฤศจิกายน	38.75
12	ธันวาคม	40.75
	เฉลี่ย	**32.31**

หมาเหตุ * หน่วยความหนาของฝุ่นละอองที่เกิดบนผิวของแผงโซล่าร์เซลล์ วัดเป็น มก./ลบ.ม

** วัดหาค่าเฉลี่ยโดยวิธี GRAIMETRIC-HIGH VOLUME

ที่มา : https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi4/fun/fun.htm

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยความหนาของฝุ่นละอองที่เกาะบนผิวหน้าของแผงโซล่าร์เซลล์ ระหว่าง มกราคม – ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยที่ 32.31 มก./ลบ.ม ซึ่งมีความหนาของฝุ่นละอองมาเกินที่แสงแดดจะสามารถทะลุผ่านกระทบกับผิวของแผงโซล่าร์เซลล์ได้ ซึ่งเป็นปัญหาหลักของการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยตรง

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาทฤษฎี แนวคิดผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบบสอบถามออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงาน ประกอบด้วย เพศ อายุ การศึกษา อายุงาน ตำแหน่งงาน สังกัด/หน่วยงาน

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อโครงการ

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่มีต่อโครงการ

โดยแบบสอบถามส่วนที่ 2 ใช้เทคนิค Linkert Scale แบ่งระดับความพึงพอใจ เป็น 5 ระดับ มีคะแนนในแต่ละระดับ ดังนี้

ระดับความพึงพอใจคะแนน

5 คะแนน การแปลผล ความพึงพอใจมากที่สุด

4 คะแนน การแปลผล ความพึงพอใจมาก

3 คะแนน การแปลผล ความพึงพอใจปานกลาง

2 คะแนน การแปลผล ความพึงพอใจน้อย

1 คะแนน การแปลผล ความพึงพอใจน้อยที่สุด

ผลคะแนนที่ได้จะนามาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นตามที่ได้รับจริง ซึ่งการแปลความหมายตามเครื่องมือ Linkert Scale (กานดา พูนลาภทวี, 2530, น.210 อ้างถึงใน ศิรินาถ วังราช, 2555, น.26)

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ระดับความคิดเห็นด้วยมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ระดับความคิดเห็นด้วยมาก

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ระดับความคิดเห็นปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ระดับความคิดเห็นด้วยน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ระดับความคิดเห็นด้วยน้อยที่สุด

ส่วนที่ 3 เป็นแบบสอบถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่มีผลต่อโครงการ

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสอบถามฉบับนี้ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการศึกษา แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาแผงโซล่าล์เซลล์ ผลกระทบที่มีต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยรวบรวมข้อมูล แนวคิด หลักการ วิธีการจากหนังสือ เอกสาร

บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทำความเข้าใจกับเนื้อหาที่จะทำการวิจัยเพื่อนามาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

2. สร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและทำการตรวจสอบเนื้อหาของแบบสอบถามว่าครอบคลุมวัตถุประสงค์หรือไม่ จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3. นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ได้แก่ นายธงชัย ธรรมมิดำรง ผู้จัดการอาวุโสฝ่ายวิศวกรรม นายธนศักดิ์ ธรรมมิดำรง ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมเทคนิค และนายอนุรักษ์ เจริญพงษ์พานิชย์ ผู้จัดการอาวุโสฝ่ายซ่อมบำรุงรักษา จากนั้นรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การวิจัยด้วยค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) โดยใช้สูตรของ IOC ดังนี้ (ลัดดาวัลย์ เพชรโรจนี้และอัจรา ชานิประศาสน์, 2547, น.145-146)

$$\text{IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence)

$\sum$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

R แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อคำถามแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนน มีดังนี้

+1 หมายถึง คำถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย หรือนิยามศัพท์

-1 หมายถึง คำถามนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย หรือนิยามศัพท์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยหรือนิยามศัพท์

เกณฑ์การแปลความหมาย มีดังนี้

ค่า IOC $\geq$ .50 หมายความว่า คำถามนั้นตรงวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ค่า IOC < .50 หมายความว่า คำถามนั้นไม่ตรงวัตถุประสงค์ของการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการกำหนดแหล่งข้อมูล คือ แหล่งปฐมภูมิ โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) ตามวัตถุประสงค์ของการใช้แบบสอบถาม เพื่อเก็บรวมรวมข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. จัดทำหนังสือแนะตัวจากบัณฑิตวิทยาลัย ส่งถึงประธานบริษัทของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการ คัดสรรค์บุคลากรที่เกี่ยวข้องและมีความเหมาะสมในการตอบแบบสอบถาม

2. ดำเนินการส่งแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่างโดยผู้วิจัยจัดส่งและรับกลับคืนด้วยตนเอง พร้อมทั้งชี้แจงวิธีการตอบแบบสอบถามให้กับผู้ตอบแบบสอบถามได้เกิดความเข้าใจ

3. นำแบบสอบถามที่ได้รับมาตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้รับกลับคืนมา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกในเครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลด้วยโปรแกรมทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามแนวทางการวิจัยเชิงปริมาณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์หาค่าสถิติ ดังนี้

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามใช้การพรรณนาข้อมูลเพื่ออธิบายข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยวิธีการหาค่าความถี่ (Frequency) แล้วสรุปออกมาเป็นค่าร้อยละ (Percentage)

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย 8 ด้าน ได้แก่ กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ ประสิทธิภาพของโครงการหลังการดำเนินงาน การตรวจติดตาม / วัดผลประเมินของโครงการ การประยุกต์ใช้ของโครงการกับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ความพึงพอใจด้านคุณภาพของการจัดโครงการ ความพึงพอใจด้านเทคนิคที่ใช้ในการทำงานของโครงการ ความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและโดยภาพรวมทั้งหมดท่านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับใด โดยใช้วิธีการประมวลผลทางหลักสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (X) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยนำเสนอข้อมูลในแบบตารางควบคู่กับการบรรยายและสรุปผลดาเนินการวิจัย

ส่วนที่ 3 เป็นการทดสอบสมมติฐาน ค่าสถิติที่ใช้ คือ การทดสอบสถิติแบบ T-test, F-test และ Correlation ตามลักษณะตัวแปรในแต่ละชนิด

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการที่ได้ศึกษาสภาพปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาข้อมูลปัจจุบันของโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ที่เป็นกรณีศึกษานี้มาเป็นระยะเวลาหนึ่งของงานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ซึ่งแสดงรายละเอียดในการเก็บข้อมูล โครงสร้างขององค์กร กระบวนการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ข้อมูลเบื้องต้นของแผงโซลาร์เซลล์ การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรและขั้นตอน การดำเนินระบบเพื่อการพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยประยุกต์หลักการแก้ไขปัญหา Why Why Analysis แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) กราฟ (Graphs) และแผ่นตรวจสอบ (Check sheet) เป็นเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้นกับขบวนการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งในขั้นตอนการดำเนินงานข้างต้นทำให้ทราบถึงปัญหาที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งต้องมีการแก้ไขเป็นลำดับต้นๆดังนั้น ในบทนี้จะแสดงถึงผลลัพธ์จากการการพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งผลในการดำเนินงานมีดังต่อไปนี้ คือ

ศึกษาสภาพและปัญหาการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าร์เซลล์

งานวิจัยนี้ได้ศึกษารูปแบบของการเก็บข้อมูลต่างๆ ด้วย วิธีการสุ่มเฉพาะเจาะจง (Sampling) และได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้บริหาร หัวหน้าส่วนงานผู้ควบคุมและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด เกี่ยวกับระบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ของโรงงานกรณีศึกษาและทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ของโรงงานตัวอย่างที่เป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ปัญหาและข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการผลิต เช่น กำลังการผลิต /พื้นที่ที่ใช้ดำเนินงานจริง /สภาพทั่วไป รวมทั้งปัญหาที่พบในกระบวนการผลิต เช่น ปัญหาที่เกิดขึ้นกับแผงโซล่าร์เซลล์ ปัญหาที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิตและข้อมูลการผลิตต่างๆ ที่มีผลต่อแผงโซล่าร์เซลล์โรงงานไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ รวมถึงเอกสารข้อมูลระบบการบำรุงรักษา เอกสารข้อมูลของแผงโซล่าร์เซลล์ เทคนิคการบำรุงรักษา เพื่อศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ พร้อมทำการวิเคราะห์ผลจากการทำแบบสอบถาม เพื่อประเมินผลเบื้องต้นต่างๆ ได้ ดังนี้

งานวิจัยนี้ ได้ทำการจัดเก็บขอมูลต่างๆ ที่มีส่วนในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดกับแผงโซล่าเซลล์ เช่น ข้อมูลการชำรุดของแผงโซล่าเซลล์ จำนวนชั่วโมงการหยุดซ่อมและแก้ไข สาเหตุของการแก้ไข ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกบันทึกโดยพนักงาน นั้น โดยมี แบบฟอร์มการบันทึกที่ได้ ออกแบบไว้แล้วนั้น จากการประเมินความสำคัญของปัญหาและความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับแผงโซล่าเซลล์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการวิเคราะห์ค่าพลังงานของไฟฟ้าที่ผลิตได้เทียบกับ ประสิทธิผลของแผ่นโซล่าเซลล์ ซึ่งได้จากการบันทึกข้อมูลเวลาที่มีการผลิตในช่วงระยะเวลา 3 เดือน และ 6 เดือน ก่อนที่จะมีการดำเนินกิจกรรมการปรับปรุง พบว่าปัญหาในกระบวนการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีผลกระทบกับแผ่นโซล่าเซลล์มากที่สุด คือ แผงโซล่าเซลล์มีฝุ่นละอองในปริมาณที่มากและจากการวิเคราะห์ พบว่ามีค่าสูญเสียเฉลี่ยเท่ากับ 26.66 % ซึ่งเกิดจากการสูญเสียของแผ่นโซล่าเซลล์ เทียบกับ การซ่อมแซมและปรับแต่ง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การสูญเสียความพร้อมของแผ่นโซล่าเซลล์ในระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ ตั้งแต่ เดือน กันยายน ถึง เดือน ธันวาคม 2560

ลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้น	หน่วย	เดือน				
		ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
ความสูญเสียการผลิตกระแสไฟฟ้า (เป้าหมายการผลิตไฟฟ้า 350 แอมป์)	แอมป์	110	150	175	132	567
	%	31.43	57.14	50.00	62.29	ค่าเฉลี่ย 50.21
การปรับระดับของแผงโซล่าร์เซลล์	ครั้ง	3	5	2	4	14
แผ่นโซล่าเซลล์แตก/บิ่น	แผ่น	15	12	18	7	52

จากตารางที่ 3 แสดงการสูญเสียความพร้อมของแผ่นโซล่าเซลล์ในระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ ตั้งแต่เดือน กันยายน ถึง เดือน ธันวาคม 2560 พบว่า ความสูญเสียที่ส่งผลกระทบต่อการค่าความพร้อมในใช้งานของแผงโซลล่าเซลล์ มีสาเหตุจาก การซ่อมแซมและปรับแต่ง ชุดแผ่นโซล่าเซลล์ 14 ครั้ง และแผ่นโซล่าเซลล์แตก/บิ่น ทั้งหมด 52 แผ่น อีกทั้ง ยังส่งผลให้กระแสไฟฟ้าสูญเสียรวม 567 แอมป์ ตามลำดับ

ประสิทธิภาพในการใช้งานของแผงโซล่าเซลล์มีค่าต่ำ ก็คือ แผงโซล่าเซลล์ที่ใช้ผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันผ่านการใช้งานมายาวนานมากกว่าสิบปีโดยไม่มีระบบการบำรุงรักษา ทำให้ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ มีการชำรุดและเสื่อมสภาพส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าลดลง ดังนั้นจึงมีการนำเสนอประเด็นการดำเนินระบบเพื่อการพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นลำดับแรก

ตารางที่ 4 การศึกษาสภาพและปัญหาการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าเซลล์

สภาพการบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์	เดือนที่ / จำนวนครั้งที่เกิด				สาเหตุของการบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1. การปรับเปลี่ยนตำแหน่งแผ่นโซล่าเซลล์ (ครั้ง)	2	2	1	2	แผงโซล่าเซลล์มีการเคลื่อนตัวในการรับแสง
2. การทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ (ครั้ง)	5	4	3	4	มีฝุ่นละอองปริมาณมากที่แผงโซล่าเซลล์
3. การตรวจสอบ/เปลี่ยนแผ่นโซล่าเซลล์	1	1	2	4	แผงโซล่าเซลล์แตก/บิ่น

จากตารางที่ 4 ศึกษาสภาพและปัญหาการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าเซลล์ พบว่าการหยุดผลิตกระแสไฟฟ้าเฉพาะจุดสำหรับการบำรุงรักษาบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์ คือ

1. การปรับเปลี่ยนตำแหน่งของแผงโซล่าเซลล์ โดยพบปัญหาที่เกิดขึ้นในเดือน กันยายน จำนวน 2 ครั้ง เดือนตุลาคม จำนวน 2 ครั้ง เดือนพฤศจิกายน จำนวน 1 ครั้ง และเดือนธันวาคม จำนวน 2 ครั้ง ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้าลดลง มาจากสาเหตุแผงโซล่าเซลล์มีการเคลื่อนตัวในการรับแสง

2. การทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ โดยพบปัญหาที่เกิดขึ้นในเดือนกันยายน จำนวน 5ครั้ง เดือนตุลาคม จำนวน 4 ครั้ง เดือนพฤศจิกายน จำนวน 3 ครั้ง และเดือนธันวาคมจำนวน 4 ครั้ง ซึ่งสาเหตุมาจากมีฝุ่นละอองเกาะติดที่แผงโซล่าเซลล์เป็นจำนวนมาก

3. การตรวจสอบ/เปลี่ยนแผงโซล่าเซลล์ โดยพบปัญหาที่เกิดขึ้นในเดือน กันยายน จำนวน 1 ครั้ง เดือนตุลาคม จำนวน 1 ครั้ง เดือนพฤศจิกายน จำนวน 2 ครั้ง และเดือนธันวาคมจำนวน 4 ครั้ง ซึ่งสาเหตุมาจากแผงโซล่าเซลล์แตกและบิ่น

ซึ่งส่วนปัญหาข้อที่ 2 นั้น เป็นปัญหาหลักที่เกิดได้บ่อย และมีผลต่อปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยตรง และยากต่อการควบคุมอย่างมาก เพราะเป็นสาเหตุมาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม ที่มีผลกระทบต่อการเกิดปัญหา

ศึกษาการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์และต้นทุนที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง

การบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์และต้นทุนที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุงตั้งแต่เดือนกันยายน – เดือนธันวาคม 2560 แสดงตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ศึกษาการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์และต้นทุนที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง

วิธีการบำรุงรักษา/ขั้นตอนการทำงาน	เดือนที่ / จำนวนครั้งที่ทำ/ต้นทุนที่เกิดขึ้น									
	เดือน ก.ย. 2560		เดือน ต.ค. 2560		เดือน พ.ย. 2560		เดือน ธ.ค. 2560		รวม	
	ครั้ง	ต้นทุน	ครั้ง	ต้นทุน	ครั้ง	ต้นทุน	ครั้ง	ต้นทุน	ครั้ง	ต้นทุน
ปรับเปลี่ยนตำแหน่งแผ่นโซล่าเซลล์	2	15,000	1	8,000	3	24,000	2	15,000	8	62,000
ทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์	4	100,000	2	50,000	2	50,000	5	125,000	13	325,000
ตรวจสอบ/เปลี่ยนแผ่นโซล่าเซลล์	1	2,500	2	5,000	3	7,500	1	2,500	7	17,500
รวมต้นทุน										**404,500**

จากตารางที่ 5 ศึกษาการบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์และต้นทุนที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง พบว่า

1. การปรับเปลี่ยนตำแหน่งของแผงโซล่าเซลล์ในเดือน กันยายน จำนวน 2 ครั้ง มีต้นทุน 15,000 บาท เดือนตุลาคม จำนวน 1 ครั้ง มีต้นทุน 8,000 บาท เดือนพฤศจิกายน จำนวน 3 ครั้ง มีต้นทุน 24,000 บาท และเดือนธันวาคม จำนวน 2 ครั้ง มีต้นทุน 15,000 บาท รวมต้นทุนทั้งหมด 62,000 บาท

2. การทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ในเดือนกันยายน จำนวน 4 ครั้ง มีต้นทุน 100,000 บาท เดือนตุลาคม จำนวน 2 ครั้ง มีต้นทุน 50,000 บาท เดือนพฤศจิกายน จำนวน 2 ครั้ง มีต้นทุน 50000 บาท และเดือนธันวาคม จำนวน 5 ครั้ง มีต้นทุน 125,000บาท

3. การตรวจสอบและเปลี่ยนแผงโซล่าเซลล์ในกันยายน จำนวน 1 ครั้ง มีต้นทุน 2,500 บาท เดือนตุลาคม จำนวน 2 ครั้ง มีต้นทุน 5,000 บาท เดือนพฤศจิกายน จำนวน 3 ครั้ง มีต้นทุน 7,500 บาท และเดือนธันวาคม จำนวน 1 ครั้ง มีต้นทุน 2,500 บาท

จากการเก็บข้อมูลทั้ง 4 เดือน มีพบว่าแผงโซล่าเซลล์มีการปรับเปลี่ยนตำแหน่งเป็นจำนวน 8 ครั้ง มีต้นทุนสูงถึง 62,000 บาท และการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ มีจำนวนการเกิดจำนวน 13 ครั้ง มีต้นทุนสูงถึง 325,000 บาท ส่วนการตรวจสอบเปลี่ยนแผงโซล่าเซลล์มีจำนวน 7 ครั้งมีต้นทุนสูงถึง 17,500 บาท จากการข้อมูลทำให้ทราบว่า การทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ มีต้นทุนสูงมากที่สุดของปัญหาที่เกิดขึ้น และคิดเป็นต้นทุนของการซ่อมบำรุงที่สูงที่สุดอีกด้วย

ดังนั้นจึงนำไปสู้ขั้นตอนการ วิเคราะห์ปัญหาด้วย เทคนิค Why Why Analysis เพื่อค้นหาแก่นแท้ของปัญหาที่เกิดขึ้น

1. การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วย Why Why Analysis

ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า ด้วยหลัก Why Why Analysis เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่ต้องการค้นหา ทั้งนี้ทำให้ทราบจุดที่เป็นปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงปัญหานั้นๆ อีกด้วย ดังแสดงในตารางที่ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดจากแผงโซล่าเซลล์ของโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยวิธี Why-Why Analysis

ปรากฏการณ์	สิ่งที่ตรวจพบ	Why? 1	Why? 2	Why? 3	Why?4	Why? 5	แนวทางการแก้ไข
แผงโซล่าเซลล์ผลิตกระแสไฟได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ	1. การปรับเปลี่ยนตำแหน่งแผงโซลล่าเซลล์	แผงโซล่าเซลล์เสื่อมสภาพ /เก่า	มีฝุ่นละอองเกิดขึ้น	การทำงานของแผงโซล่าเซลล์ปกติหรือไม่	แผงโซล่าเซลล์เสื่อมสภาพ	ขาดการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอเนื่องจากตำแหน่งที่ติดตั้งอยู่สูง	เพิ่มความถี่ในการทำคามสะอาด และย้ายตำแหน่งที่ติดตั้งลงมาอยู่ในระดับที่ตรวจสอบได้สะดวก พร้อมทั้งทำรั่วป้องกันฝุ่นจากสภาพแวดล้อมต่างๆ
			ภาพแวดล้อมทำให้เกิดฝุ่น	ขาดการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ	การถอดแผงโซล่าเซลล์เพื่อทำความสะอาดยากลำบากและใช้เวลานาน	มีการเชื่อมติดแบบถาวร	ปรับการติดตั้งให้สามารถถอดประกอบ เข้า-ออกได้ง่ายเพื่อการทำความสะอาด
					ไม่มีระบุไว้ในแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร	แผนงานซ่อมบำรุงไม่อัพเดท ล่าสมัย	ปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้รวมการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ไปด้วย

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ปรากฏการณ์	สิ่งที่ตรวจพบ	Why? 1	Why? 2	Why? 3	Why? 4	Why? 5	แนวทางการแก้ไข
	2. การทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์	แผงโซล่าเซลล์เสื่อมสภาพ / เก่า	ระยะเวลาการใช้งานของแผงโซล่าเซลล์	อายุการใช้งานจริงของแผงโซล่าเซลล์	ขาดความรู้ในการใช้งาน / การคำนวณอายุของแผงโซล่าเซลล์	ขาดการแนะนำ/อบรม	ฝึกอบรมให้ความรู้เรื่องวิธีการเตรียม
	3. การตรวจสอบแผงโซล่าเซลล์	ไม่มีการทำความสะอาด	ลมพัดฝุ่นมาเกาะแผงโซล่าเซลล์	ขาดการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ	ไม่สามารถควบคุมทิศทางลม ที่แน่นอน	ไม่มีแผงป้องกันฝุ่น	สร้างแผงกันลม เพื่อป้องกันฝุ่นละอองเกาะที่แผงโซล่าเซลล์

การวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาของแผงโซล่าเซลล์นั้น ได้นำเอาปัญหาหลักที่เกิดขึ้นสม่ำเสมอและมีผลกระทบต่อกระการผลิตกระแสไฟฟ้ามากสุดมาเป็นปรากฏการณ์ที่ต้องการค้นหาปัญหาและวางแนวทางสำหรับการป้องกัน จากตารางที่ 6 ปรากฏการที่เราพบ คือ ความสะอาดของผิวหน้าสัมผัสแผงโซล่าเซลล์และผิวหน้าสัมผัสของแผงโซล่าเซลล์แตก ซึ่งปัญหาทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นบ่อยๆ ในขั้นตอนการดำเนิน ทำให้เกิดการรอคอยในกระบวนผลิตกระแสไฟฟ้าและยังสูญเสียเวลาในการรอคออื่นๆ ตามมาอีกกด้วย

ดั้งนั้นทางผู้วิจัยและฝ่ายบริหารของโรงไฟฟ้าตัวอย่างจึงใช้หัวข้อ ความสะอาดของผิวหน้าสัมผัสแผงโซล่าเซลล์และผิวหน้าสัมผัสของแผงโซล่าเซลล์แตก ในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้ามาเป็นจุดสำคัญที่จะค้นหารากเง้าของปัญหา ต่างๆที่เกิดขึ้น โดยได้ให้ทีมงานที่รับผิดชอบ ได้ค้นหาสิ่งที่ตรวจพบ ก่อนที่จะดำเนินการ ถาม ตอบ ด้วย Why Why ซึ่งสิ่งที่ตรวจพบซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

2. การถามตอบ Why Why Analysis

กรณีปัญหา แผงโซล่าเซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

ปรากฏการณ์ แผงโซล่าเซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

สิ่งที่ตรวจพบ 1. ความสะอาดของผิวหน้าสัมผัสแผงโซล่าเซลล์

Why 1 เผงโซล่าเซลล์เสื่อมสภาพ / เก่า

Why 2 ขนาดของแผงโซล่าเซลล์เหมาะสมไหม

Why 3 การทำงานของแผงโซล่าเซลล์ปกติหรือไม่

Why 4 แผงโซล่าเซลล์เสื่อมสภาพ

Why 5 ขาดการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอเนื่องจากตำแหน่งที่ติดตั้งอยู่สูง

แนวทางการแก้ไข

เพิ่มความถี่ในการทำคามสะอาดและย้ายตำแหน่งที่ติดตั้งลงมาอยู่ในระดับที่ตรวจสอบได้สะดวก พร้อมทั้งทำรั่วป้องกันฝุ่นจากสภาพแวดล้อมต่างๆ

กรณีปัญหา แผงโซล่าเซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

ปรากฏการณ์ แผงโซล่าเซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

สิ่งที่ตรวจพบ 2. ผิวหน้าสัมผัสของแผงโซล่าเซลล์แตก

Why 1 เผงโซล่าเซลล์เสื่อมสภาพ / เก่า

Why 2 ระยะเวลาการใช้งานของแผงโซล่าเซลล์

Why 3 อายุการใช้งานจริงของแผงโซล่าเซลล์

Why 4 ขาดความรู้ในการใช้งาน/การคำนวณอายุของแผงโซล่าเซลล์

Why 5 ขาดการแนะนำ/อบรม

แนวทางการแก้ไข

- ฝึกอบรมให้ความรู้เรื่องวิธีการเตรียม
- จัดทำคู่มือมาตรฐานการปรับสภาพความพร้อมของแผงโซล่าเซลล์

จากการวิเคราะห์ ด้วย Why Why Analysis เพื่อหาต้นเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่เกิดขึ้นกับแผงโซล่าเซลล์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ในสาเหตุแผงโซล่าเซลล์ผลิตกระแสฟ้าได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ในระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้า นั้น สามารถค้นพบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาและมาตรการแก้ไข/ปรับปรุงได้ ทั้งหมด 5 มาตรการ ได้ แก่ เพิ่มความถี่ในการทำคามสะอาด ย้ายตำแหน่งที่ติดตั้งลงมาอยู่ในระดับที่ตรวจสอบได้สะดวก พร้อมทั้งทำรั่วป้องกันฝุ่นจากสภาพแวดล้อมต่างๆ และฝึกอบรมให้ความรู้เรื่องวิธีการเตรียม จัดทำคู่มือมาตรฐานการปรับสภาพความพร้อมของแผงโซล่าเซลล์

มาตรการทั้งหมดนี้จะถูกนำไปใช้ดำเนินการจริง เพื่อการลดปัญหา แผงโซล่าเซลล์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยจะจัดให้ทีมงานที่รับผิดประจำเพื่อวางแผน ดำเนินการ ติดตาม ตรวจสอบและรักษามาตรการเหล่านี้ เพื่อที่จะสามารถลดปัญหาของแผงโซล่าเซลล์และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ดังกล่าวให้สูงขึ้นต่อไป

ระบบการบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์

ระบบการบำรุงรักษาจะถูกนำไปใช้ดำเนินการจริง เพื่อการลดความผิดของเครื่องจักรโดยตรง คือ หน่วยงานซ่อมบำรุงรักษาของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งแบ่งหน้าที่ออกเป็นลำดับขั้นของการทำงาน โดยรายงานผลโดยตรงกับ หัวหน้าแผกซ่อมบำรุงและผู้จัดการโรงานปัญหาในแต่ล่ะประเด็น โดยการจัดตั้งทีมงานที่ดูแล พื้นที่ต่างๆ กัน โดยในงานวิจัยนี้ได้จัดตั้งทีมงานที่คอยวางแผนดำเนินงาน ตรวจสอบและประเมินผลของการดำเนินงานและทางกลุ่มดำเนินงานมีการตั้งเป้าหมายของแผนงานไว้ เพื่อเป็นเป้าหมาย KPI ในการดำเนินงาน ดังนี้

ผังแสดงทีมงาน/กลุ่มงานที่รับผิดชอบ

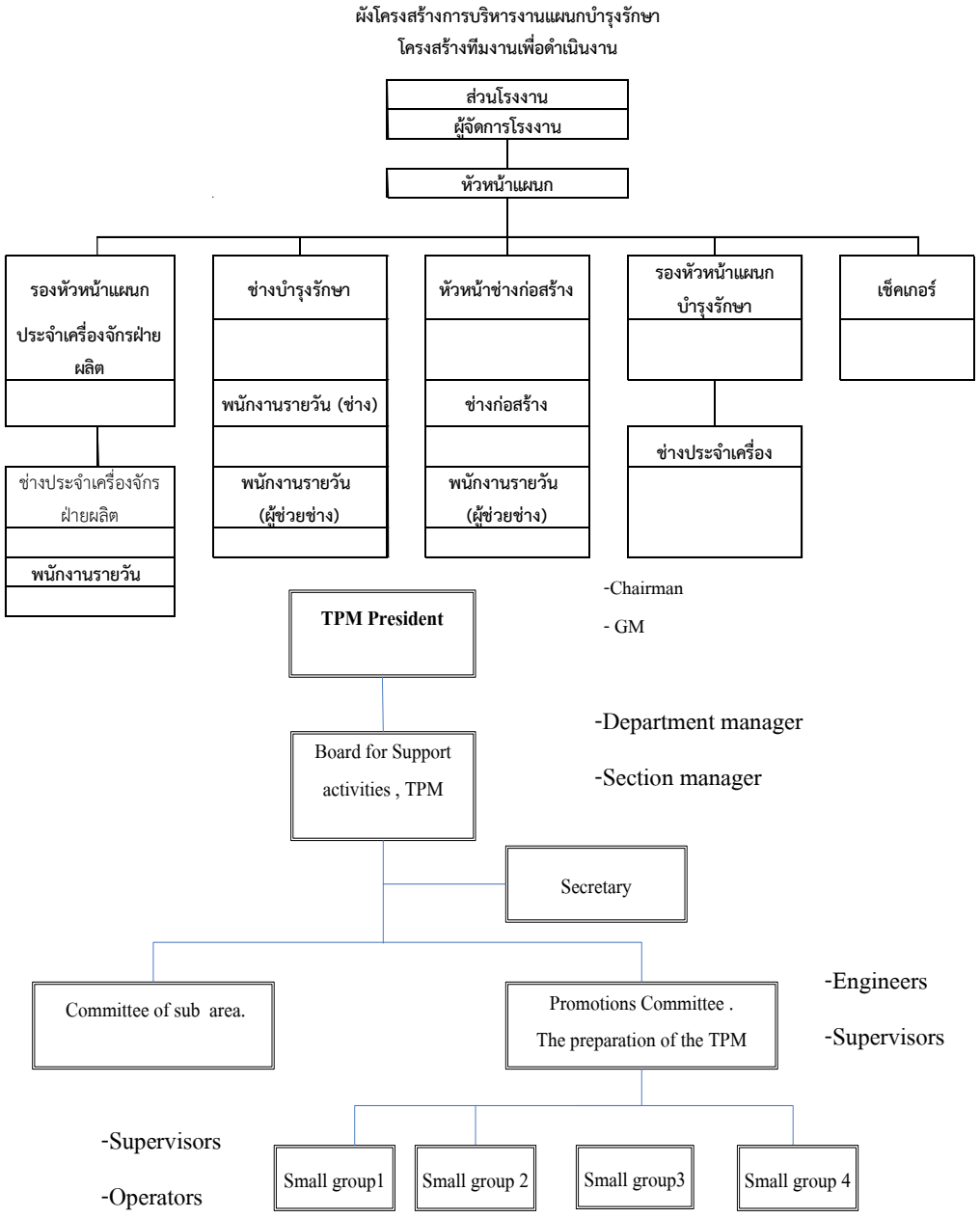
การกำหนดทีมงาน นั้นได้ใช้ทีมงานที่เป็นหน่วยงานที่รับต่อไป

1. ผังแสดงทีมงาน/กลุ่มงานที่รับผิดชอบ

การกำหนดทีมงาน นั้นได้ใช้ทีมงานที่เป็นหน่วยงานที่รับผิดของของเครื่องจักรโดยตรง คือ หน่วยงานซ่อมบำรุงรักษาของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งแบ่งหน้าที่ออกเป็นลำดับขั้นของการทำงาน โดยรายงานผลโดยตรงกับ หัวหน้าแผกซ่อมบำรุงและผู้จัดการโรงานต่อไป ดังแสดงภาพที่ 23 และ 24 ตามลำดับ

2. การกำหนดเป้าหมายการปรับปรุง

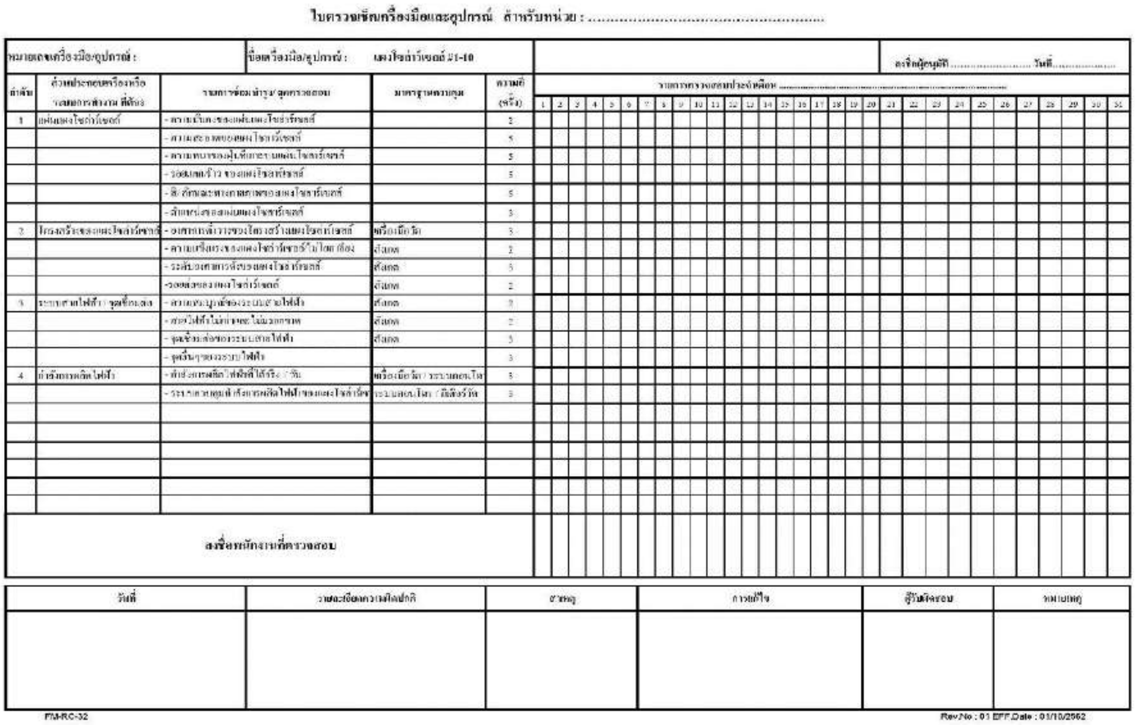
มาตรการทั้งหมดนี้จะถูกนำมาวัดผลตามเป้าหมายของแต่ละกิจกรรมที่ตั้งไว้ จากทางกลุ่ม โดยอ้างอิงจาก ความเป็นได้ของการดำเนินงานและขีดความสามารถของการทำแต่ล่ะกิจกรรม ซึ่งสามารถแสดงเป้าหมายของกิจกรรมต่างๆ ได้ ตามตารางที่ 7



ภาพที่ 23 แสดงโครงสร้างทีมงานเพื่อดำเนินงานแก้ไขปรับปรุงประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

3. สอบถามสภาพการณ์เบื้องต้น (ตรวจหาความผิดปกติ)

การวิเคราะห์และกำหนดมาตรฐานการปรับปรุง เป็นการนำประเด็นปัญหามาทำการวิเคราะห์เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริง



ใบตรวจเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์ สำหรับหน่วย : ....

ลำดับ	ส่วนประกอบหรือจุดการทำงานที่ต้อง	รายการซ่อมบำรุง/จุดตรวจสอบ	มาตรฐานควบคุม	ความถี่ (ครั้ง)
1	แผ่นแผงโซล่าร์เซลล์	- ความเป็นคงของแผ่นแผงโซล่าร์เซลล์		2
		- ความสะอาดของแผงโซล่าร์เซลล์		5
		- ความหนาของฝุ่นที่เกาะบนแผงโซล่าร์เซลล์		5
		- รอยแตกร้าว ของแผงโซล่าร์เซลล์		5
		- สี/ลักษณะทางกายภาพของแผงโซล่าร์เซลล์		5
		- สิ่งแปลกปลอมบนแผ่นแผงโซล่าร์เซลล์		3
2	โครงสร้างของแผงโซล่าร์เซลล์	- องศาการตั้งวางของโครงสร้างแผงโซล่าร์เซลล์	เครื่องมือวัด	3
		- ความแข็งแรงของแผงโซล่าร์เซลล์ไม่โยก เอียง	สังเกต	2
		- ระดับองศาการรับของแผงโซล่าร์เซลล์	สังเกต	3
		- รอยต่อของแผงโซล่าร์เซลล์	สังเกต	2
3	ระบบสายไฟฟ้า / จุดเชื่อมต่อ	- ความสมบูรณ์ของระบบสายไฟฟ้า	สังเกต	2
		- สายไฟฟ้าไม่ชำรุด ไม่มองขาด	สังเกต	2
		- จุดเชื่อมต่อของระบบสายไฟฟ้า	สังเกต	3
		- จุดอื่นๆ ของระบบไฟฟ้า		3
4	กำลังการผลิตไฟฟ้า	- กำลังการผลิตไฟฟ้าที่ได้จริง / วัน	เครื่องมือวัด / ระบบคอนโทรล	3
		- ระบบควบคุมทั้งการผลิตไฟฟ้าของแผงโซล่าร์เซลล์	ระบบคอนโทรล / มิเตอร์วัด	3

หมายเลขเครื่องมือ/อุปกรณ์ :
ชื่อเครื่องมือ/อุปกรณ์ : แผงโซล่าร์เซลล์ #1-10
รายการตรวจสอบประจำเดือน .... (1–31)
ลงชื่อผู้ตรวจสอบ .... วันที่ ....
ลงชื่อพนักงานที่ตรวจสอบ

วันที่	รายละเอียดความผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ

FM-RC-32 Rev.No : 01 EFF.Date : 01/10/2562

ภาพที่ 24 การตรวจสอบสภาพการณ์เบื้องต้นเพื่อหาความผิดปกติ
และการวิเคราะห์และกำหนดมาตรฐานการปรับปรุง

4. การวิเคราะห์และการวัดผลดำเนินงานหลังประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบ Why Why Analysis

ตารางที่ 7 เป้าหมายของการการปรับปรุงแก้ไขปัญหาของแผงโซล่าเซลล์

กลุ่ม ปัญหา	หัวข้อการแก้ไขปรับปรุง	เป้าหมายของการปรับปรุง
1	ทำรั่วป้องกันฝุ่นจากสภาพแวดล้อมต่างๆ	การลดการสะสมของฝุ่นละอองที่แผงโซล่าเซลล์ขึ้น 80 %
2	เพิ่มความถี่ในการทำคามสะอาดแผงโซล่าเซลล์	เพิ่มประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ 80 %
3	จัดทำคู่มือมาตรฐานการปรับสภาพความพร้อมของแผงโซล่าเซลล์	การลดการสูญเสียเวลาในการซ่อมบำรุง แผงโซล่าเซลล์ 100 %

5. ข้อมูลความหนาแน่นของฝุ่นละลองที่เกิดกับแผงโซล่าเซลล์และการบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์

ฝุ่นละออง คือ อนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ล่องลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งเกิดจากวัตถุที่ถูกทุบ ตี บด กระแทก จนแตกออกเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ เมื่อถูกกระแสลมพัดก็จะปลิวกระจายตัวอยู่ในอากาศ และตกลงสู่พื้น ซึ่งเวลาในการตกจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับน้ำหนักของอนุภาคฝุ่น แหล่งกำเนิดของฝุ่นจะแสดงถึงคุณสมบัติความเป็นพิษของฝุ่นด้วย เช่น แอสเบสตอส ตะกั่ว ไฮโดรคาร์บอน กัมมันตรังสี ฝุ่นแบ่งตามขนาดเป็น 2 ส่วน คือ ฝุ่นขนาดใหญ่ และฝุ่นขนาดเล็ก ซึ่งเรียกว่า PM10 (ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา) แหล่งที่มาของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

5.1 ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle) เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติ ทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า ฝุ่นเกลือจากทะเล

5.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์ (Man-made Particle)

5.2.1 การคมนาคมขนส่ง

รถบรรทุกหิน ดิน ทราย ซีเมนต์หรือวัตถุที่ทำให้เกิดฝุ่น หรือดินโคลนที่ติดอยู่ที่ล้อรถ ขณะแล่นจะมีฝุ่นตกอยู่บนถนน แล้วกระจายตัวอยู่ในอากาศ

ไอเสียจากรถยนต์ เครื่องยนต์ดีเซลปล่อยเขม่า ฝุ่น ควันดำ ออกมา

ถนนที่สกปรก มีดินทรายตกค้างอยู่มาก หรือมีกองวัสดุข้างถนนเมื่อรถแล่นจะทำให้เกิดฝุ่นปลิวอยู่ในอากาศ

การก่อสร้างถนนใหม่ หรือการปรับปรุงผิวจราจร ทำให้เกิดฝุ่นมาก

ฝุ่นที่เกิดจากยางรถยนต์ และผ้าเบรก

5.2.2 การก่อสร้าง

การก่อสร้างหลายชนิด มักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่าย เช่น อาคาร สิ่งก่อสร้าง การปรับปรุงสาธารณูปโภค

การก่อสร้างอาคารสูง ทำให้ฝุ่นปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกมาจากอาคาร

การรื้อถอน ทำลาย อาคารหรือสิ่งก่อสร้าง

5.2.3 โรงงานอุตสาหกรรม

การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน ฟืน แกลบ เพื่อนำพลังงานไปใช้ในการผลิต

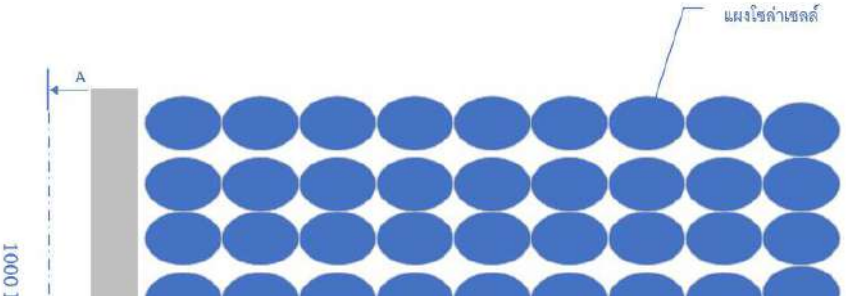
กระบวนการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การปั่นฝ้าย การเจียรโลหะ การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ

พัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์

จากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นของโรงงานผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษานั้นและศึกษาปัญหาที่พบจากการดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้า ทำให้แนวคิดในการป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้น โดยการศึกษาวิธีการทางวิศวกรรมต่างๆ ที่จะช่วยแก้ปัญหาได้นั้น ผู้วิจัยจึงได้แนวคิดในการสร้างแผงสแลนเพื่อป้องกันฝุ่นละอองที่เกาะตามผิวหน้าของแผ่นโซล่าเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าลดลงและยังทำให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมาอีกด้วย

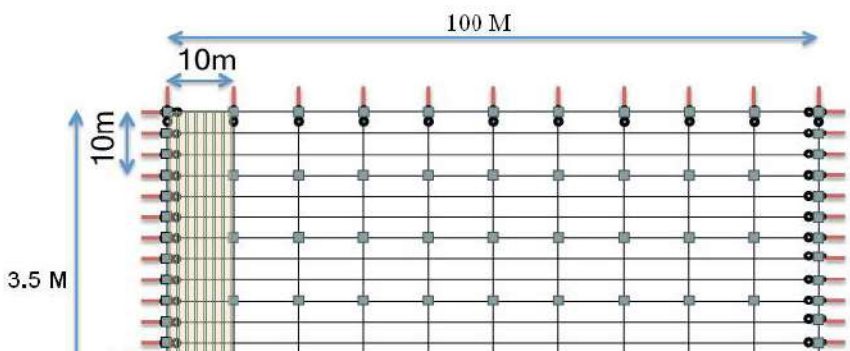
ดังนั้น แนวคิด สร้างแผงสแลนเพื่อป้องกันฝุ่นละอองจึงได้ถูกนำมาเป็นเครื่องมือในการลดปัญหาที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงงานไฟฟ้า กรณีศึกษา โดยได้ ออกแบบคำนวณระยะป้องกัน โดยศึกษา สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริง เช่น ทิศทางลม ระยะห่างของแผงสแลนกั้น ระดับความร้อน ซึ่งเหล่านี้ล้วนมีผลกระทบต่อการผลิตกระไฟฟ้าอย่างมาก โดยได้ดำเนินการออกแบบและสร้างตามรูปด่านล่าง

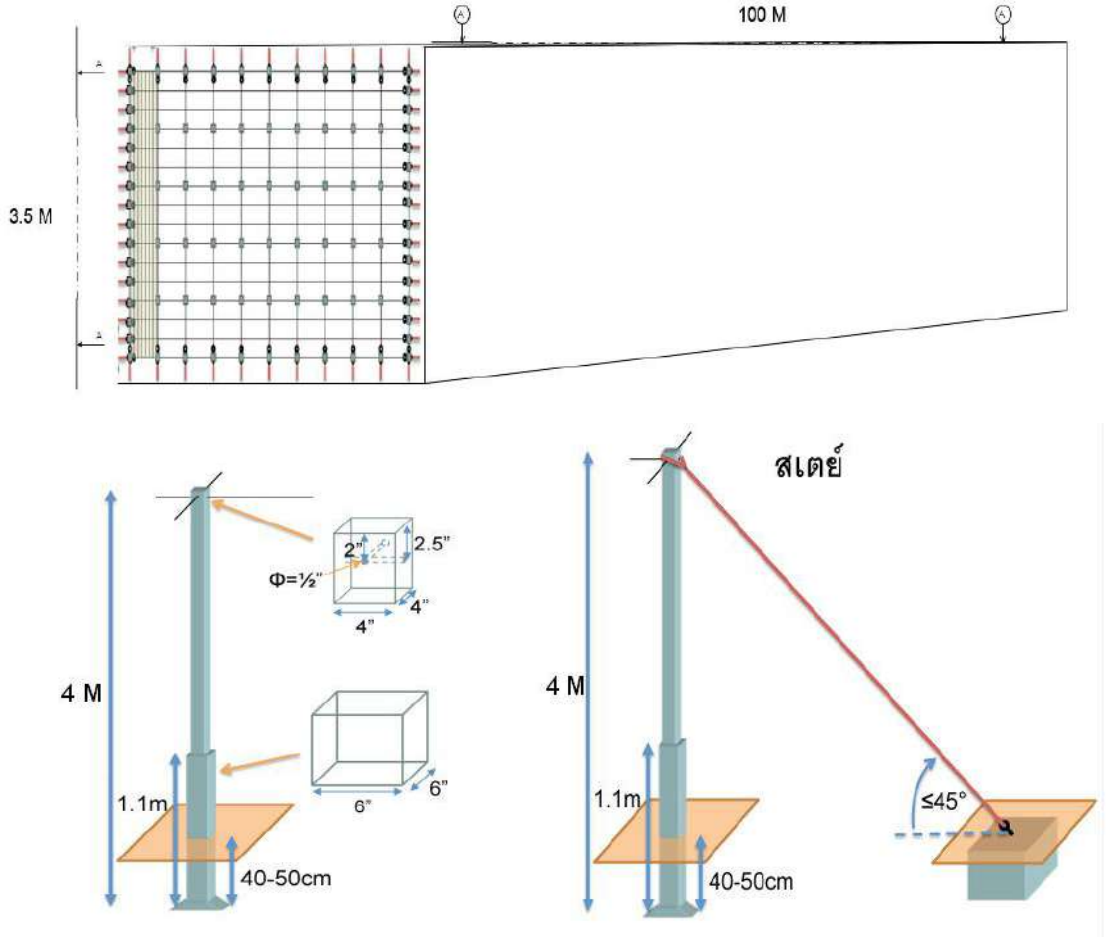
ขั้นตอนออกแบบโครงสร้างทั่วไป



ภาพที่ 25 ภาพแสดงโครงสร้างสแลนเพื่อป้องกันฝุ่นละอองในโรงงานไฟฟ้า

รูปแบบการติดตั้งสแลนในพื้นที่กรณีศึกษาตัวอย่าง โดยกำหนดระยะที่สามารถทดลองและสามารถสร้างได้จริงในพื้นที่ทำงานจริงของบริษัทกรณีศึกษา โดยใช้ พื้นที่ในการอออกแบบใช้พื้นที่ขนาด กว้าง 1000 เมตร ยาว 1500 เมตร (1000 M x1500 M)





ภาพที่ 26 ภาพแสดงโครงสร้างแผงสแลนป้องกันฝุ่นละออง

ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสภาพบรรยากาศทั่วไป ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น ทำให้ทัศนะวิสัยไม่ดี เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นอนุภาคของแข็งที่ดูดซับและหักเหแสงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นและองค์ประกอบของฝุ่นละอองต่อวัตถุและ

สิ่งก่อสร้างฝุ่นละอองที่ตกลงมา นอกจากจะทำให้เกิดความสกปรกเลอะเทอะ แก่บ้านเรือน อาคาร สิ่งก่อสร้างแล้ว ยังทำให้เกิดการทำลายและกัดกร่อนผิวหน้าของโลหะ หินอ่อนหรือวัตถุอื่นๆ เช่น รั้วเหล็ก หลังคาสังกะสี รูปปั้น

ตารางที่ 8 มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป พ.ศ. 2560

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มก./ลบ.ม)	ค่าเฉลี่ย 1 ปี (มก./ลบ.ม)
ฝุ่นรวม (TSP)	0.33	0.10
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM-10)	0.12	0.05

* วัดหาค่าเฉลี่ยโดยวิธี GRAVIMETRIC-HIGH VOLUME

ที่มา : https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi4/fun/fun.htm

สรุปผลดำเนินงาน

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้นของความหนาของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นกับระบบแผลโซล่าเซลล์ของบริษัทกรณีศึกษา โดยใช้เครื่องมือวัดความหนาของฝุ่นที่เกาะบนผิวของแผงโซล่าเซลล์และบันทึกค่า จากนั้นใช้ Particle Counter ที่เป็นเครื่องมือวัดโดยนำอากาศที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงมาวิเคราะห์และเก็บตัวอย่างโดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าสำหรับตรวจวัดฝุ่นละออง โดยลักษณะเป็นฝุ่นละอองที่เกิดจากฝุ่นละอองที่ลอยอยู่ในท้องถนนและสภาวะอากาศปกติทั่วไป พร้อมทั้งทำการบันทึกข้อมูลและสรุป พร้อมทั้งแสดงข้อมูลในรูปเป็นกราฟ เพื่อเปรียบเทียบ ก่อน-หลัง ทำโครงการ

จากภาพที่ 27 เป็นการเก็บข้อมูลของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นกับแผงโซล่าเซลล์ ระหว่างเดือนกันยายน 2560-เดือนธันวาคม 2560 ระยะเวลา 4 เดือน ซึ่งแต่ละเดือนทำการเก็บข้อมูลเป็นรายสัปดาห์ เมื่อได้ข้อมูลแต่ละสัปดาห์ จากนั้นวิเคราะห์ความถูกต้องของข้อมูล โดยเทียบกับข้อมูลของปีที่แล้ว (2560-2561) และเปรียบเทียบกับสภาพอากาศ ณ ตอนนั้นๆ ว่าข้อมูลที่ได้สอดคล้องกับสภาวะปัจจุบันที่เก็บข้อมูลหรือไม่ อย่างไร แล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยของแต่ละสัปดาห์ เพื่อเป็นข้อมูลทุติยภูมิในการวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ยเป็นรายปี

แบบฟอร์มการเก็บข้อมูล ความหนาของฝุ่นละออง ที่แผงโซล่าเซล์

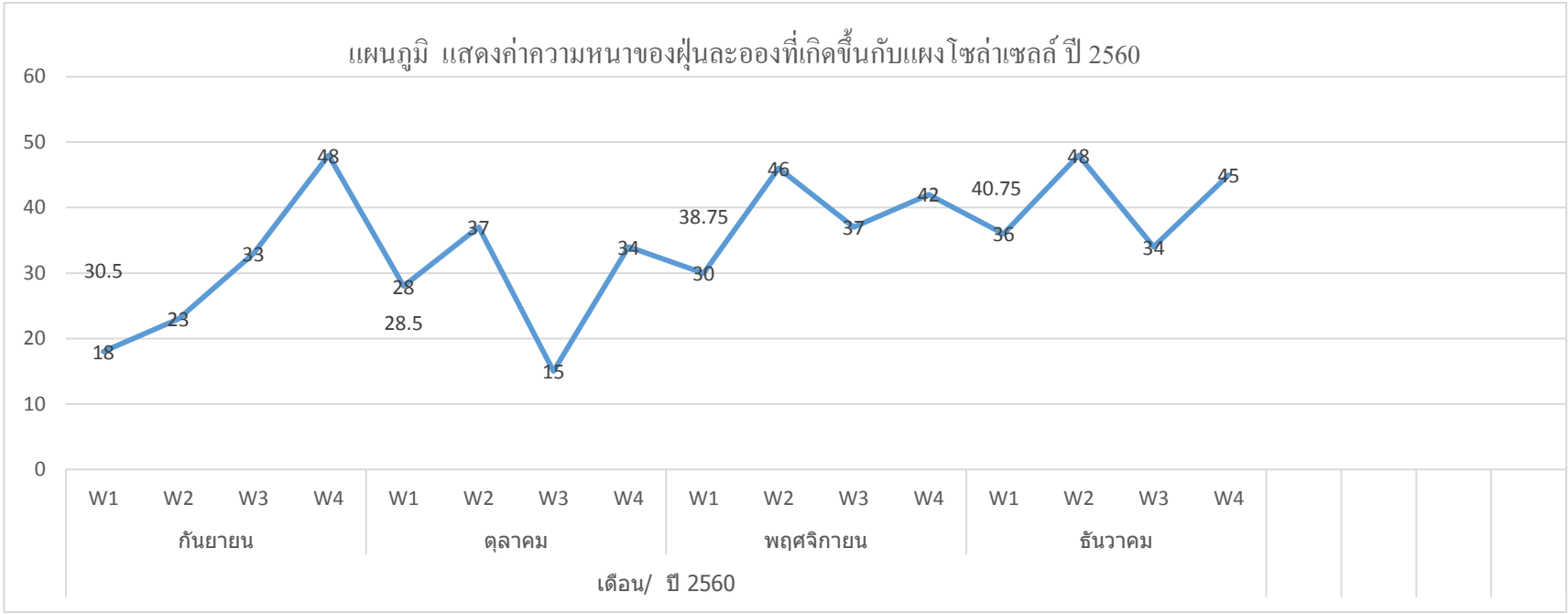
ช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูล วันที่ ..... มกราคม...2560..... ถึง วันที่ .....ธันวาคม...2560.....

ผู้บันทึกข้อมูล	**นาย อนันต์**	**หน่วยงาน**		**เครื่องมือที่ใช้**	
ผู้ตรวจสอบ		**วันเวลาที่บันทึก**		**อุปกรณ์วัด**	

ระยะเวลา		**เดือน/ ปี 2560**																			
รายการ		**กันยายน**				**ตุลาคม**				**พฤศจิกายน**				**ธันวาคม**							
ลำดับที่	**รายการตรวจสอบ**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**				
1	ฝุ่นละออง	18	23	33	48	28	37	15	34	30	46	37	42	36	48	34	45				
ค่าเฉลี่ย		30.5				28.5				38.75				40.75							
		* ขนาดความหนาฝุ่นละออง (ไมรคอน) / (1/1,000,000 เมตร หรือ 10-6 เมตร)																			

หมายเหตุ W1 = Week ที่ 1 ของสัปดาห์ที่ทำการบันทึกข้อมูล

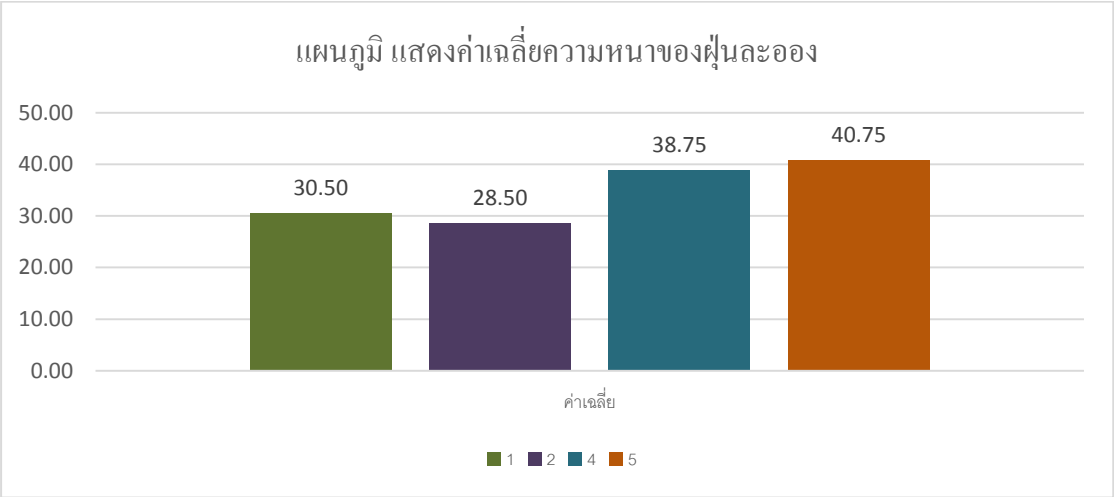
ภาพที่ 27 ตารางการเก็บข้อมูล ความหนาของฝุ่นละออง ที่แผงโซล่าเซลล์



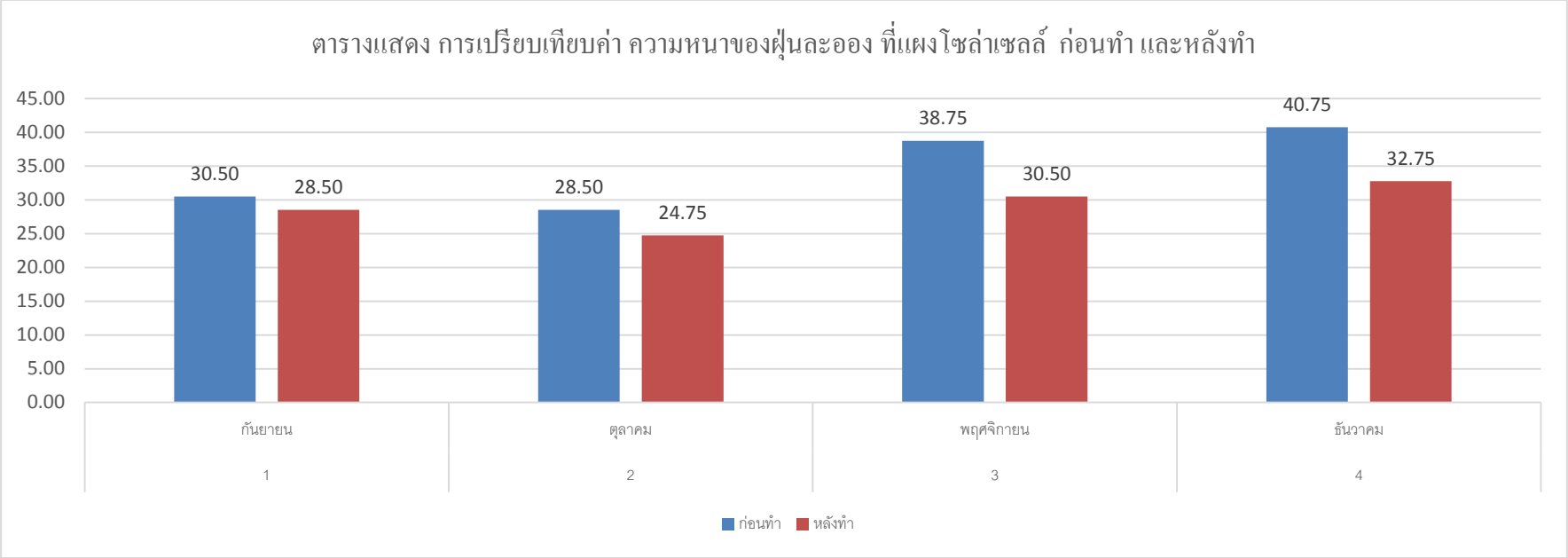
ภาพที่ 28 กราฟแสดงค่าความหนาของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นกับแผงโซล่าเซลล์ ปี 2560

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ย ความหนาของฝุ่นละออง ที่แผงโซล่าเซลล์ ระหว่าง กันยายน – ธันวาคม 2560

ตารางแสดง การเปรียบเทียบค่า ความหนาของฝุ่นละออง ที่แผงโซล่าเซลล์ ก่อนทำ และหลังทำ				
ลำดับ	เดือน	2560	2561	ลดลง
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	
1	กันยายน	30.50	28.50	-2.00
2	ตุลาคม	28.50	24.75	-3.75
3	พฤศจิกายน	38.75	30.50	-8.25
4	ธันวาคม	40.75	32.75	-8.00
	เฉลี่ย	34.62	29.12	-5.5
		ค่าเฉลี่ยลดลง	5.5	



ภาพที่ 29 แผนภูมิ แสดงค่าเฉลี่ยความหนาของฝุ่นละออง



ภาพที่ 30 ตารางแสดง การเปรียบเทียบค่า ความหนาของฝุ่นละออง ที่แผงโซล่าเซลล์ ก่อนทำ และหลังทำ

จากข้อมูลเบื้องต้น ทำให้เราทราบได้ว่าเดือนธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองมากที่สุด ซึ่งมีค่า ที่ 40.75 โดยแต่ละสัปดาห์มีค่า ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 36 สัปดาห์ที่ 2 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 48 สัปดาห์ที่ 3 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 34 และสัปดาห์ที่ 4 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 45 และเดือนกรกฎาคม มีค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าที่ 23.25 สัปดาห์ที่ 1 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 25 สัปดาห์ที่ 2 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 20 สัปดาห์ที่ 3 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 32 และสัปดาห์ที่ 4 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 16

ผลจากการดำเนินการสร้างแผงสแลนเพื่อป้องกันฝุ่นละอองในบริเวณแผงโซล่าเซลล์ของโรงงานผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษา ทำให้ปริมารฝุ่นละอองที่เกาะบนผิวของแผงโซล่าเซลล์ในพื้นที่กรณีศึกษานั้นลดลงอย่างเห็นได้ชัด ถึงแม่ว่าบางช่วงเดือนเมษายนและพฤษภาคม ที่ทำการเก็บข้อมูลนั้น ค่าฝุ่นละอองจะมีค่าไกล้เคียงกับที่ยังไม่ได้ดำเนินการเปลี่ยนแปลงโครงการด้วย เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้และในช่วงเวลาเดียวกันนั้นสภาพอากาศค่อนข้างเหมือนเดิมที่ผ่านมาของทุกๆ ที่ ทำให้ค่าฝุ่นละอองลดลงไม่มากจากเดิมนักซึ่งส่งผลกระทบไม่มาก และผลจลากการลดลงนั้นทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟของโรงงาน กรณีศึกษาสามารถผลิตกระแสได้เพิ่มมากขึ้นการหยุดการผลิตเพื่อนการซ่อม ลดลงและยังสามารถลดต้นทุนการซ่อมบำรุงลงได้อย่างมากด้วย

ซึ่งจากข้อมูลทำให้เราทราบถึงแนวทางการวางแผนจัดการในการวางแผนซ่อมบำรุงรักษาและทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ได้ในอนาคต

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ประเด็นแบบสอบถามความพึงพอใจ โครงการ “การพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ โรงงานผลิต ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์” กรณีศึกษา บริษัท สยามโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้มุ่งตรวจสอบ เพื่อหาค่าความเที่ยวตรง (Validity) โดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของแบบสอบถามและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนาไปปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

แบบสอบถามฉบับนี้มีทั้งหมด 3 ตอน

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพและข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อโครงการ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น

โปรดพิจารณาความสอดคล้องของประเด็นข้อคำถามเพื่อใช้ในแบบสอบถามความพึงพอใจ โครงการ “การพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์” แต่ละข้อ ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ เมื่อพิจารณาแล้วให้ใส่เครื่องหมาย ☐ ลงในช่องความคิดเห็น พร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+ 1 หมายถึง เห็นด้วย

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพและข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ( ) หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

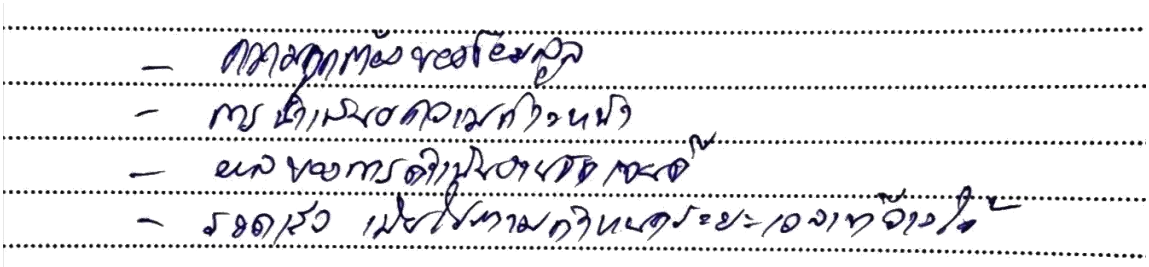
คำชี้แจงสาหรับผู้เชี่ยวชาญ : โปรดพิจารณาว่าข้อความเกี่ยวกับสถานภาพผู้ตอบเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
1	เพศ	+1			
2	ช่วงอายุ	+1			
3	สถานะภาพ	+1			
4	ระดับการศึกษา	+1			
5	ช่วงอายุการทำงาน	+1			
6	สถานะตำแหน่งงาน	+1			
7	สังกัดแผนก/หน่วยงาน	+1			

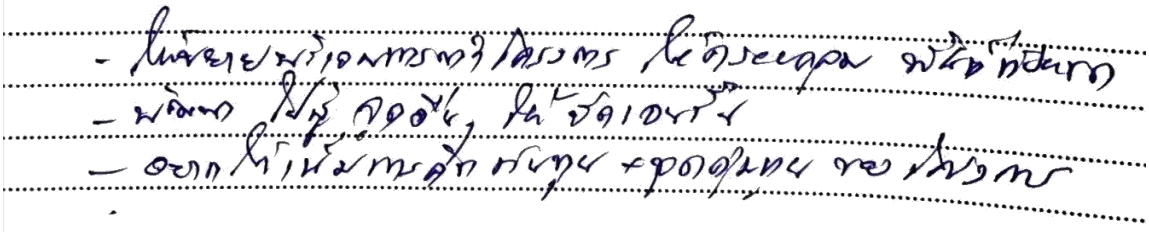
ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อโครงการ

ข้อ	ประเด็นความพึงพอใจ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1	กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ	+1			
2	ประสิทธิภาพของโครงการหลังการดำเนินงาน	+1			
3	การตรวจติดตาม /วัดผลประเมินของโครงการ	+1			
4	การประยุกต์ใช้ของโครงการกับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริง	+1			
5	ความพึงพอใจด้านคุณภาพของการจัดโครงการ	+1			
6	ความพึงพอใจด้านเทคนิคที่ใช้ในการทำงานของโครงการ	+1			
7	ความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวก	+1			
8	โดยภาพรวมทั้งหมดท่านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ	+1			

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ



ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปพัฒนาหรือปรับปรุงโครงการ



ลงชื่อ นายธงชัย ธรรมมิดำรง ผู้ประเมิน

ตำแหน่ง ผู้จัดการอาวุโสฝ่ายวิศวกรรม

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ประเด็นแบบสอบถามความพึงพอใจ โครงการ “การพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ โรงงานผลิต ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์” กรณีศึกษา บริษัท สยามโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้มุ่งตรวจสอบ เพื่อหาค่าความเที่ยวตรง (Validity) โดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของแบบสอบถามและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนาไปปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

แบบสอบถามฉบับนี้มีทั้งหมด 3 ตอน

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพและข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อโครงการ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น

โปรดพิจารณาความสอดคล้องของประเด็นข้อคำถามเพื่อใช้ในแบบสอบถาม ความพึงพอใจ โครงการ “การพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์” แต่ละข้อ ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ เมื่อพิจารณาแล้วให้ใส่เครื่องหมาย ☐ ลงในช่องความคิดเห็น พร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+ 1 หมายถึง เห็นด้วย

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพและข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ( ) หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

คำชี้แจงสาหรับผู้เชี่ยวชาญ : โปรดพิจารณาว่าข้อความเกี่ยวกับสถานภาพผู้ตอบเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
1	เพศ	+1			
2	ช่วงอายุ	+1			
3	สถานะภาพ	+1			
4	ระดับการศึกษา	+1			
5	ช่วงอายุการทำงาน	+1			
6	สถานะตำแหน่งงาน	+1			
7	สังกัดแผนก/หน่วยงาน	+1			

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อโครงการ

ข้อ	ประเด็นความพึงพอใจ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1	กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ	+1			
2	ประสิทธิภาพของโครงการหลังการดำเนินงาน	+1			
3	การตรวจติดตาม /วัดผลประเมินของโครงการ	+1			
4	การประยุกต์ใช้ของโครงการกับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริง	+1			
5	ความพึงพอใจด้านคุณภาพของการจัดโครงการ	+1			
6	ความพึงพอใจด้านเทคนิคที่ใช้ในการทำงานของโครงการ	+1			
7	ความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวก	+1			
8	โดยภาพรวมทั้งหมดท่านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ	+1			

ลงชื่อ นายธนศักดิ์ ธรรมมิดำรง ผู้ประเมิน

ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมเทคนิค

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ประเด็นแบบสอบถามความพึงพอใจ โครงการ “การพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ โรงงานผลิต ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์” กรณีศึกษา บริษัท สยามโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้มุ่งตรวจสอบ เพื่อหาค่าความเที่ยวตรง (Validity) โดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของแบบสอบถามและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนาไปปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

แบบสอบถามฉบับนี้มีทั้งหมด 3 ตอน

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพและข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อโครงการ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น

โปรดพิจารณาความสอดคล้องของประเด็นข้อคำถามเพื่อใช้ในแบบสอบถาม ความพึงพอใจ โครงการ “การพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์” แต่ละข้อ ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ เมื่อพิจารณาแล้วให้ใส่เครื่องหมาย ☐ ลงในช่องความคิดเห็น พร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

\+ 1 หมายถึง เห็นด้วย

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพและข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ( ) หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

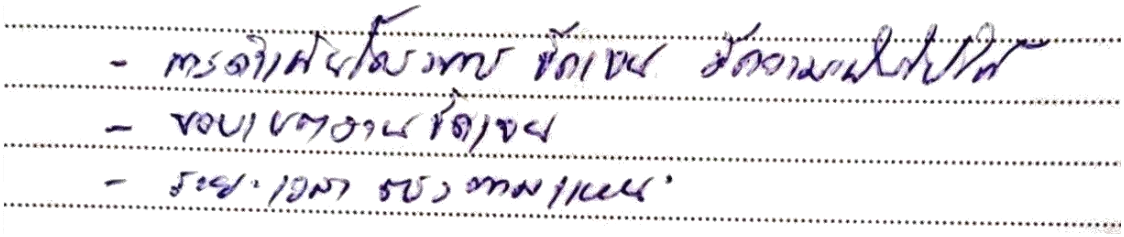
คำชี้แจงสาหรับผู้เชี่ยวชาญ : โปรดพิจารณาว่าข้อความเกี่ยวกับสถานภาพผู้ตอบเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
1	เพศ	+1			
2	ช่วงอายุ	+1			
3	สถานะภาพ	+1			
4	ระดับการศึกษา	+1			
5	ช่วงอายุการทำงาน	+1			
6	สถานะตำแหน่งงาน	+1			
7	สังกัดแผนก/หน่วยงาน	+1			

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อโครงการ

ข้อ	ประเด็นความพึงพอใจ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1	กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ	+1			
2	ประสิทธิภาพของโครงการหลังการดำเนินงาน	+1			
3	การตรวจติดตาม /วัดผลประเมินของโครงการ	+1			
4	การประยุกต์ใช้ของโครงการกับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริง	+1			
5	ความพึงพอใจด้านคุณภาพของการจัดโครงการ	+1			
6	ความพึงพอใจด้านเทคนิคที่ใช้ในการทำงานของโครงการ	+1			
7	ความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวก	+1			
8	โดยภาพรวมทั้งหมดท่านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ	+1			

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ



ลงชื่อ นาย อนุรักษ์ เจริญพงษ์พานิชย์ ผู้ประเมิน

ตำแหน่ง ผู้จัดการอาวุโสฝ่ายซ่อมบำรุงรักษา

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ หนองหญ้าไซ อำเภอหนองหญ้าไซ สุพรรณบุรี เป็นกรณีศึกษา การพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมุ่งเน้นพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาในส่วนของ แผงโซล่าร์เซลล์ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และแนวทางการจัดการบำรุงรักษา ให้มีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ดีและมีคุณภาพยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบของการจัดการบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมที่ใกล้เคียงกันและเผยแพร่ให้กับผู้ที่มีความสนใจศึกษาถึงการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวจึงได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขโดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์รูปแบบและผลกระทบของความเสียหายของ แผงโซล่าร์เซลล์ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์
2. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาจัดทำแผนการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์และติดตามผลที่เกิดขึ้น
3. นำแนวทางที่ได้จากการศึกษาวิจัยไปปฏิบัติใช้งานจริงในโรงงานกรณีศึกษา
4. วิเคราะห์และแปรผลที่ได้จำการนำการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ การวิเคราะห์รูปแบบและผลกระทบของความเสียหายไปเป็นทางปฏิบัติ ซึ่งพิจารณาจากการประเมินผลจากตัวแปรที่กำหนดไว้ ได้แก่ ข้อมูลการชำรุดของแผงโซล่าเซลล์ จำนวนชั่วโมงการหยุดซ่อมและแก้ไข สาเหตุของการแก้ไข จากการประเมินความสำคัญของปัญหาและความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับแผงโซล่าเซลล์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการวิเคราะห์ค่าพลังงานของไฟฟ้าที่ผลิตได้ เทียบกับประสิทธิผลของแผ่นโซล่าเซลล์ ซึ่งได้จากการบันทึกข้อมูลเวลาที่มีการผลิตในช่วงระยะเวลา 3 เดือน และ 6 เดือน ก่อนที่จะมีการดำเนินกิจกรรมการปรับปรุง
5. วางแผนอะไหล่ ชิ้นส่วนแผงโซล่าร์เซลล์สำรองเพื่อไม่ให้เกิดความสูญเสียเวลาของการรอคอยอะไหล่เมื่อเกิดการขัดข้องเสียหายของแผงโซล่าร์เซลล์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสภาพและปัญหาการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าร์เซลล์

ศึกษาสภาพและปัญหาการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าร์เซลล์ ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ในโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ใช้เกี่ยวข้องกับการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบของการเก็บข้อมูลต่างๆ ทั้งจาก ตำรา เอกสาร งานวิจัยและพบว่าเทคนิคการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมของโรงงานกรณีศึกษานี้ คือ วิธีการสุ่มเฉพาะเจาะจง (Sampling) โดยผู้วิจัยกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ ผู้บริหาร หัวหน้าส่วนงาน ผู้ควบคุมและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด เกี่ยวกับระบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ของโรงงานกรณีศึกษา จากนั้นทำการหากลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาเชิงปริมาณแหล่งข้อมูลในการศึกษาและการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ

การเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยสำหรับการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารงานด้านการจัดการบำรุงรักษาผู้บริหารหรือผู้จัดการโรงงานที่มีหน้าที่กำกับดูแลการปฏิบัติงานในส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานการบำรุงรักษาในโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 3 คน

การประชุมวิพากษ์

เรื่อง การพัฒนารูปแบบการบริหารงานด้านการจัดการบำรุงรักษาในโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ หนองหญ้าไซ ประชากร ที่ใช้ในการประชุมวิพากษ์ คือ ผู้บริหารโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ นักวิชาการด้านการบริหารงานการจัดการบำรุงรักษาและผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับการจัดการบำรุงรักษา จำนวน 5 คน การศึกษาค้นคว้าข้อมูลในเอกสารวิชาการต่างๆ ข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ วารสารวิทยานิพนธ์และบทความทางวิชาการ

2. ศึกษาการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์และต้นทุนที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง

วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงโดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นนั้นจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นจริงในการผลิตกระแสไฟฟ้ามากที่สุดโดยใช้เครื่องมือคุณภาพ (QC Tools) ช่วยในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นลักษณะคำพูด ความรู้สึกจากผู้บริหาร เพื่อวางแผนกลยุทธ์ แผนปฏิบัติการ ในเชิงป้องกันหรือเชิงรุก โดยการระดมความคิดและข้อเท็จจริงในอดีตรวมถึงการมองภาพความต้องการในอนาคตของลูกค้าและคู่แข่งมาใช้เพื่อกำหนดแผนงาน/

โครงการในการรักษามาตรฐานเดิม ขยายฐานการผลิต เพิ่มยอดการผลิต และลดต้นทุนขององค์กรได้อย่างเป็นระบบ สำหรับเครื่องมือทั้ง 3 ชนิด ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ สามารถแจกแจงได้ดังนี้

1. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น

2. กราฟ (Graphs) คือ ภาพลายเส้น แท่ง วงกลมหรือจุดเพื่อใช้แสดงค่าของข้อมูลว่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล หรือแสดงองค์ประกอบต่างๆ

3. แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) คือแบบฟอร์มที่มีการออกแบบช่องว่างต่างๆ ไว้เพื่อใช้บันทึกข้อมูลได้ง่ายและสะดวก

ข้อมูลปฐมภูมิข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยตรงจากการสอบถามและสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้บริหาร พนักงานควบคุมกลุ่มเครื่องจักรตัวอย่าง และผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด จำนวนรวมทั้งสิ้น 100 คน

3. พัฒนารูปแบบการจัด การบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ ของโรงงานกรณีศึกษา ได้พัฒนาระบบการบำรุงรักษารูปแบบใหม่การติดตั้งโครงสร้างสแลนเพื่อป้องกันฝุ่นละอองที่ถูกนำมาโดยลม เช่น เศษฝุ่นดิน ใบไม้ ละอองฝุ่นเล็กๆ ที่ปลิวมาตามกระแสลม โครงสร้างสแลนยังอาจมีส่วนช่วยลดความเสียหายจากการกระแทกโดยตรงของเศษไม้ กิ่งไม้หรือเศษอื่นๆ ที่ถูกพัดมาโดยลมหรือสภาวะแวดล้อมที่เราไม่สามารถควบคุมได้ อย่างไรก็ดี การติดตั้งโครงสร้างสแลน เป็นเพียงแนวทางในการพัฒนารูปแบบการป้องกันและออกแบบรูปแบบใหม่ในการช่วยสนับสนุนระบบการซ่อมบำรุงรักษาระบบแผงโซล่าเซลล์ให้มีระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นเท่านั้น

1. ออกแบบโครงสร้างทั่วไป
2. ออกแบบและคัดเลือกวัสดุและอุปกรณ์
3. การนำระบบการบำรุงรักษา (Maintenance) เข้ามาประยุกต์ใช้

ผลของงานวิจัย โดยทำให้ทราบถึงแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการการบำรุงรักษาของโรงงานกรณีศึกษา เกิดแนวคิด วิธีการและแนวทางใหม่ๆ สำหรับการแก้ไขปัญหาได้จริงและได้ต้นแบบของการพัฒนาระบบบำรุงรักษาสำหรับการประยุกต์ใช้ระบบในส่วนอื่นๆ ของโรงงาน เพื่อให้เกิดประโยชน์และที่มีประสิทธิภาพต่อไป เทคนิค/รูปแบบการบริหารและการจัดการ

4. ประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบ การจัดการบำรุงรักษาในแผงโซล่าร์เซลล์

ขั้นตอนสุดท้ายในการจัดทำ จะเป็นการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการแก้ไขปัญหาที่เกิด โดนผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม หัวหน้างาน ช่างและพนักงานร่วมกันประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

ผลการประเมินประสิทธิ์ภาพของการพัฒนาระบบการบำรุงรักษารูปแบบใหม่การติดตั้งโครงสร้างสแลนเพื่อป้องกันฝุ่นละอองให้กับแผงโซล่าร์เซลล์

ประชากรที่ร่วมตอบแบบสอบถามเป็น เพศชายร้อยละ92.0 เพศหญิงร้อยละ 8.0 มีอายุระหว่าง 36-45 ปี ร้อยละ 32.0 รองลงมาอายุ 26-35 ปี ร้อยละ 24, ช่วงอายุ 46-55 ปี, 56-65 ปี, 15-25 ปี และ 66-75 ปี ร้อยละ 20.0, 12.0, 8.0 และ 4.0 ตามลำดับ ด้านสถานภาพสมรส สมรส ร้อยละ76.0 รองลงมาเป็นโสด และม่าย/หย่า/แยกกันอยู่ และ 20.0 และ 4.0 ตามลำดับ ส่วนใหญ่จบการศึกษาปริญญาตรี ร้อยละ 60 รองลงมาระดับอนุปริญญาหรือเทียบเท่า ร้อย 16, มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า, มัธยมศึกษาตอนต้นและสูงกว่าปริญญาตรีร้อยละ 8.0 , 8.0 และ 8.0 อายุการทำงาน ต่ำกว่า 3 ปี ร้อยละ 72.0 อายุงานมากกว่า 3 ปี ร้อยละ 28.0 ด้านระดับตำแหน่งงาน ระดับปฏิบัติการ ร้อยละ 40.0 รองลงมา คือ ระดับช่างปฏิบัติการ ร้อยละ 28.0 ระดับหัวหน้างานและระดับผู้บริหารฝ่าย ร้อยละ 20.0, 12.0 ตามลำดับ

ข้อมูลเบื้องต้นของความหนาของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นกับระบบแผลโซล่าเซลล์ของบริษัทกรณีศึกษา โดยใช้เครื่องมือวัดความหนาของฝุ่นที่เกาะบนผิวของแผงโซล่าเซลล์และบันทึกค่าจากนั้นใช้ Particle Counter ที่เป็นเครื่องมือวัดโดยนำอากาศที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงมาวิเคราะห์และเก็บตัวอย่างโดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าสำหรับตรวจวัดฝุ่นละออง โดยลักษณะเป็นฝุ่นละอองที่เกิดจากฝุ่นละอองที่ลอยอยู่ในท้องถนนและสภาวะอากาศปกติทั่วไป พร้อมทั้งทำการบันทึกข้อมูลและสรุปพร้อมทั้งแสดงข้อมูลในรูปเป็นกราฟ เพื่อเปรียบเทียบ ก่อน-หลัง ทำโครงการเป็นการเก็บข้อมูลของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นกับแผงโซล่าเซลล์ ระหว่างเดือนมกราคม 2560- เดือน ธันวาคม 2560 ระยะเวลา 12 เดือน ซึ่ง แต่ละเดือน ทำการเก็บข้อมูลเป็นรายสัปดาห์ เมื่อได้ข้อมูลแต่ละสัปดาห์จากนั้นวิเคราะห์ความถูกต้องของข้อมูล โดยเทียบกับข้อมูลของปีที่แล้ว (2558-2559) และเปรียบเทียบกับสภาพอากาศ ณ ตอนนั้นๆ ว่าข้อมูลที่ได้สอดคล้องกับสภาวะปัจจุบันที่เก็บข้อมูลหรือไม่ อย่างไร แล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยของแต่ละสัปดาห์ เพื่อเป็นข้อมูลทุติยภูมิในการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเป็นรายปี โดยทราบว่า เดือน ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองมากที่สุด ซึ่งมีค่าที่ 40.75 โดย แต่ละสัปดาห์มีค่า ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 36 สัปดาห์ที่ 2 มีค่าความหนา

ฝุ่นละอองที่ 48 สัปดาห์ที่ 3 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 34 และสัปดาห์ที่ 4 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 45 และ เดือน กรกฎาคม มีค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองน้อยที่สุด ซึ่งมีค่า ที่ 23.25 สัปดาห์ที่ 1 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 25 สัปดาห์ที่ 2 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 20 สัปดาห์ที่ 3 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 32 และสัปดาห์ที่ 4 มีค่าความหนาฝุ่นละอองที่ 16

หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงแล้ว โดยแยกได้ตามการวิเคราะห์ค่าดัชนีการประเมินผล ก่อนและหลังการ พัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ไปปฏิบัติ โดยการวิเคราะห์ค่าพลังงานของไฟฟ้าที่ผลิตได้ เทียบกับ ประสิทธิผลของแผ่นโซล่าเซลล์ ซึ่งได้จากการบันทึกข้อมูลเวลาที่มีการผลิตในช่วงระยะเวลา 3 เดือน และ 6 เดือน ก่อนที่จะมีการดำเนินกิจกรรมการปรับปรุง พบว่าปัญหาในกระบวนการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีผลกระทบกับแผ่นโซล่าเซลล์มากที่สุด คือ แผงโซล่าเซลล์มีฝุ่นละอองในปริมาณที่มาก และจากการวิเคราะห์ พบว่ามีค่าสูญเสียเฉลี่ยเท่ากับ 26.66 % ซึ่งเกิดจากการสูญเสียของแผ่นโซล่าเซลล์ เทียบกับ การซ่อมแซมและปรับแต่ง

จากการจำแนกประเภทของความสูญเสียที่ส่งผลกระทบต่อการค่าความพร้อมในใช้งานของแผงโซลล่าเซลล์ พบว่ามีสาเหตุจาก การซ่อมแซมและปรับแต่ง ชุดแผ่นโซล่าเซลล์ มากกว่ากลุ่มของสูญเสียของแผ่นโซล่าเซลล์ เครื่องจักร ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานของแผงโซล่าเซลล์มีค่าต่ำ ก็คือ แผงโซล่าเซลล์ที่ใช้ผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันผ่านการใช้งานมายาวนานมากกว่าสิบปี โดยไม่มีระบบการบำรุงรักษา ทำให้ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ มีการชำรุดและเสื่อมสภาพส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าลดลง ดังนั้นจึงมีการนำเสนอประเด็นการดำเนินระบบเพื่อการพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นลำดับแรก

การวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาของแผงโซล่าเซลล์นั้น ได้นำเอาปัญหาหลักที่เกิดขึ้นสม่ำเสมอและมีผลกระทบต่อกระการผลิตกระแสไฟฟ้ามากสุดมาเป็น ปรากฏการณ์ที่ต้องการค้นหาปัญหาและวางแนวทางสำหรับการป้องกัน ปรากฏการที่เราพบ คือ ความสะอาดของผิวหน้าสัมผัสแผงโซล่าเซลล์ และ ผิวหน้าสัมผัสของแผงโซล่าเซลล์แตก ซึ่งปัญหาทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นบ่อยๆ ในขั้นตอนการดำเนิน ทำให้เกิดการรอคอยในกระบวนผลิตกระแสไฟฟ้าและยังสูญเสียเวลาในการรอคออื่นๆ ตามมาอีกกด้วย

สุดท้าย นำข้อมูลที่วิเคราะห์ความเสียหายของแผงโซล่าเซลล์และอุปกรณ์อื่นๆ มาใช้วางแผนอะไหล่สำรองเพื่อไม่ให้เกิดการขาดอะไหล่สำรองละสร้างความพร้อมให้สามารถทำการซ่อมบำรุงรักษาได้ทันทีเมื่อเกิดการขัดข้องเสียหาย เพราะมีอะไหล่อยู่ในคงคลังแล้ว ลดการเสียเวลารอคอยอะไหล่และสามารถนำข้อมูลความเสียหายของเครื่องจักรและอุปกรณ์มาคำนวณหาจุดสั่งซื้อและจัดเก็บสำรองเพื่อความปลอดภัย จากการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ทำให้เราทราบถึงแนวทางการ

วางแผนจัดการ ในการวางแผนซ่อมบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ได้ในอนาคต

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC)

จากตารางวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิต่อการพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษา แผงโซล่าร์เซลล์ โรงงานผลิต ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์" กรณีศึกษา บริษัท สยามโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด โดยใส่หมายเลขระดับความคิด ลงในช่องรายการประเมินแต่ละข้อความคิดเห็นของผู้ประเมินพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ใน ซึ่งผลที่ได้จากการประเมิน ดังนี้

ข้อ	รายการขอความคิดเห็น	ประมาณค่าความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3		
1	กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
2	ประสิทธิภาพของโครงการหลังการดำเนินงาน	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
3	การตรวจติดตาม /วัดผลประเมินของโครงการ	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
4	การประยุกต์ใช้ของโครงการกับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริง	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
5	ความพึงพอใจด้านคุณภาพของการจัดโครงการ	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
6	ความพึงพอใจด้านเทคนิคที่ใช้ในการทำงานของโครงการ	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
7	ความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวก	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
8	โดยภาพรวมทั้งหมดท่านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ	+1	+1	+1	1	เหมาะสม

$$\text{ค่า IOC} = \frac{1+1+1+1+1+1+1+1}{8}$$

$$= \frac{8}{8}$$

$$= 1$$

จากผลการหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม IOC มีค่า = 1 ทุกๆ ข้อคำถาม แสดงว่าทุกข้อคำถามของแบบสอบถามมีความเที่ยงตรงสูง สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลได้

อภิปรายผล

การศึกษาถึงระบบการบำรุงรักษา กรณีศึกษา โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยแผงโซล่าร์เซลล์ ทำให้ทราบว่า ปัญหาในกระบวนการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีผลกระทบกับแผ่นโซล่าเซลล์มากที่สุด คือ แผงโซล่าเซลล์มีฝุ่นละอองในปริมาณที่มากและจากการวิเคราะห์พบว่า มีค่าสูญเสียเฉลี่ยเท่ากับ 26.66 % ซึ่งเกิดจากการสูญเสียของแผ่นโซล่าเซลล์ เทียบกับการซ่อมแซม และปรับแต่ง ซึ่งสอดคล้องกับการตั้งสมมุติฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งส่งผลให้แสงแดดที่มากระทบกับแผ่นโซล่าร์เซลล์นั้นลดลง โดยการศึกษาของณรัล ลือวรศิริกุล ได้กล่าวไว้ว่า การวิจัยที่ศึกษาศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พบว่า การแปรค่าของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กับเวลาในแต่ละวันในหนึ่งเดือนพบว่าโดยทั่วไปในเวลาประมาณเที่ยงวันจะได้รับความเข้มรังสีรวมมากที่สุดประมาณ 800-900 W/m2 โดยเดือนเมษายนได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวันมากที่สุดถึง 21.5 MJ/m2-day นอกจากนี้สามารถสามารถคำนวณปริมาณรังสีรวมที่ได้รับทั้งหมดรายวันเฉลี่ยรายปีประจาปี พ.ศ.2555 ได้ค่าประมาณ 16.6 MJ/m2-day ผลการศึกษาดังกล่าว ทำให้ทราบถึงช่วงเวลาที่แสงแดดจะส่อมายังพื้นผิวมากที่สุดและหากแผงโซล่าร์เซลล์ เกิดมีฝุ่นละอองเกาะในปริมาณที่หนาเกินไป จะส่งผลให้การผลิตกระแสไฟฟ้าของช่วงนั้นๆ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นงานวิจัยได้มีแนวทางการจัดทำโปรแกรมการดูแลรักษาและโปรแกรมซ่อมบำรุงรักษา แผงโซล่าร์เซลล์ เพื่อเป็นการป้องกันและวางแผนปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงได้ อย่างมีประสิทธิ์ภาพ อีกทั้งแผงโซล่าร์เซลล์ ถือเป็นหัวใจสำคัญในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ฉะนั้นผู้ใช้งานควรมีการตรวจสอบดูแลและบำรุงรักษาแผงพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำความสะอาดคราบสกปรกและฝุ่นที่เกาะบนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยการล้างด้วยน้ำสะอาดและเช็ดคราบสกปรกออก บางครั้งคราบสกปรกจะ

เป็นพวกยางหรือมูลนกให้ใช้น้ำเย็นทำล้างและขัดด้วยฟองน้ำข้อควรระวังในการทำความสะอาดแผงพลังงานแสงอาทิตย์คือ ห้ามใช้แปรงที่มีขนเป็นโลหะทำความสะอาดผิวของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ ตรวจสอบดูสภาพแผงพลังงานแสงอาทิตย์ว่ายังมีสภาพที่สมบูรณ์หรือไม่ เช่น รอยร้าว, รอยแตก, รอยฝ้าบริเวณผิว, มีรอยรั่วของน้ำภายในผิวแผงพลังงานแสงอาทิตย์และสีของแผงเปลี่ยน เป็นต้น การวางแผนการซ่อมบำรุงรักษา จะต้องมีการจดบันทึกและสังเกตการณ์สิ่งผิดปรกติต่างๆ ถ้าประสิทธิภาพลดลง อาจจะมีการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีปัญหาดังกล่าว ซึ่งเป็นไปตามแนวความคิดของ สุรเชษฐ ย่านวารี ที่ได้กล่าวไว้ในบทความเรื่อง การบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ซึ่งระบบการบำรุงรักษานั้นจะคลอบคุลมทั้งระบบของการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยระบบแผงโซล่าร์เซลล์ คือ การบำรุงรักษาแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Panels) การบำรุงรักษาตัวแปลงกระแสไฟฟ้าและระบบควบคุมต่างๆ (Inverter and Controller) การบำรุงรักษาระบบสายไฟและระบบเชื่อมต่อต่างๆ (Wiring and Connections) และการบำรุงรักษาแบตเตอรี่ (Battery, The system with Battery Back-up) เป็นต้น

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) ซึ่งทำการประเมินผลในแต่ละด้าน ทั้ง 8 ได้ผลดังนี้ กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ ผลการประเมินได้เท่ากับ 1 มีเหมาะสม ประสิทธิภาพของโครงการหลังการดำเนินงาน ผลการประเมิน ได้เท่ากับ 1 มีเหมาะสม การตรวจติดตาม /วัดผลประเมินของโครงการ ผลการประเมิน ได้เท่ากับ 1 มีเหมาะสม การประยุกต์ใช้ของโครงการกับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ผลการประเมิน ได้เท่ากับ 1 มีเหมาะสม ความพึงพอใจด้านคุณภาพของการจัดโครงการ ผลการประเมิน ได้เท่ากับ 1 มีเหมาะสม ความพึงพอใจด้านเทคนิคที่ใช้ในการทำงานของโครงการ ผลการประเมิน ได้เท่ากับ 1 มีเหมาะสม ความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ผลการประเมิน ได้เท่ากับ 1 มีเหมาะสมและโดยภาพรวมทั้งหมดท่านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับใด ผลการประเมิน ได้เท่ากับ 1 มีเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการปฏิบัติ

การศึกษาถึงระบบการบำรุงรักษา กรณีศึกษา โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยแผงโซล่าร์เซลล์ นั้นเป็น กรณีศึกษาที่ค่อนข้างแตกต่างจากการศึกษาระบบซ่อมบำรุงรักษาอื่นๆ โดยทั่วไป เพราะสาเหตุของการเสีย การขัดข้อง หรือแม้แต่การเกิดปัญหาใดๆ ขึ้นกับแผงโซล่าร์เซลล์ ที่มีผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้านั้น ส่วนใหญ่มาจากปัจจัยภายนอกทั้งสิ้น เช่น สภาพภูมิอากาศ สภาวะความชื้น ความเร็วลม ฝุ่นละออง และยังรวมถึงการรับพลังงานความร้อนแผงโซโซล่าส์เซลล์จากของดวงอาทิตย์เอง ประเภทของวัสดุที่ใช้ทำแผงโซล่าร์เซลล์ เป็นต้น ส่งเหล่านี้

เป็นปัจจัยที่เราควบคุมได้ยาก ดังนั้นเราจะต้องมีความรู้ความเข้าใจการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดขึ้นกับแผงโซล่าร์เซลล์จะต้องเลือกใช้วีการที่สามารถแสดงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้และเมื่อมองภาพรวมแล้ว สามาถมองเห็นภาพรวมของปัญหาทั้งหมดได้อย่างชัดเจน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป

พัฒนาระบบฐานข้อมูลของการระบบซ่อมบำรุงรักษา แผงโซล่าล์เซลล์ เชื่อมต่อกับระบบออนไลน์หรือระบบคอมพิวเตอร์ของหน่วยงาน เพื่องานต่อการติดตาม การตรวจสอบและการตรวจอบสถานะของระบบ พร้อมทั้งเพื่อให้ใช้งานได้กว้างขวางขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

การพัฒนาการใช้งานของระบบบำรุงรักษาและการวิเคราะห์รูปแบบและผลกระทบของความเสียหายนี้ มีระบบการทางานที่เป็นมาตรฐานแล้ว ย่อมเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาใช้กับเครื่องจักรในสายงานอื่นๆ ตลอดจนพัฒนาเป็นการบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) ต่อไป

ข้อเสนอแนะจากการประเมินโครงการด้วยแบบสอบถาม

โครงการมีความเป็นไปได้จริง ในการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษา โดยการสร้างสแลนป้องกันฝุ่น ซึ่งจะต้องกำหนดเขตการทำงาน ระยะเวลาการทำงาน เก็บข้อมูล จะต้องมีการแบ่งให้ชัดเจน เช่น ระยะ 6 เดือน 12 เดือน เพื่อเปรียบเทียบข้อมูล การเก็บข้อมูล วิเคราะห์และรายงานผลมีความชัดเจน เข้าใจง่าย ผลของการดำเนินงานเป็นไปตามที่คาดหวัง

พัฒนาโครงการวิจัยการแก้ไขปัญหาให้ครอบคลุมพื้นที่จริงทั้งหมด ต้องการให้เปรียบเทียบผลระหว่างดำเนินโครงการ 6 เดือน และ 12 เดือน เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลของโครงการพัฒนาไปสู่จุดอื่นๆ ของโรงงานผลิตกระไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เพิ่มการคำนวณต้นทุนจุดคุ้มทุนให้ชัดเจนในโครงการ เพื่อความชัดเจนของโครงการพัฒนาและการลงทุนในการจัดทำต่อไปในอนาคต

บรรณานุกรม

กระทรวงพลังงาน. (2559). **สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์.** ค้นเมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2559. จาก http://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=114

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2559). **เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์.** ค้นเมื่อวันที่ 29 พฤษภาคม 2559. จาก http://www3.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.htm

จงจิตร์ หิรัญลาภ. (2520). **กระบวนการพลังงานรังสีอาทิตย์ในรูปความร้อน.** สานักพิมพ์ดวงกล จำกัด.

นภัทรว จนเทพินทร์. (2550). **สถิติข้อมูลพลังงานกรมธุรกิจพลังงาน**. ค้นเมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2559. จาก http://energy.go.th/2015/category/energy-information/energy-statistic

ปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์. (2529). **นวัตกรรมต้นกล้าพลังงาน.** ค้นเมื่อวันที่ 14 พฤษภาคม 2559. จาก http://energy.go.th/2015/energy-information/reenergy-sources/1038 .com

นภัทรว จนเทพินทร์. (2550). **สถิติข้อมูลพลังงานกรมธุรกิจพลังงาน**. ค้นเมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2559. จาก http://energy.go.th/2015/category/energy-information/energy-statistic

ปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์. (2529). **นวัตกรรมต้นกล้าพลังงาน.** ค้นเมื่อวันที่ 14 พฤษภาคม 2559. จาก http://energy.go.th/2015/energy-information/reenergy-sources/1038 .com

ณรัล ลือวรศิริกุล. (2555). **ศึกษาความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบในพื้นมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา**. รายงานการวิจัย. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

ลีโอนิคส์. (2560). **ความรู้เกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์**.ค้นเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2560. จาก http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php

วัฒนา ถาวร. (2550). **ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปัจจุบัน**. ค้นเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2559. จาก http://command.energy.go.th/egatLoadprofile

อุทัย ดุลยเกษม. (2552). **ข้อมูลพลังงานนวัตกรรมและเทคโนโลยีพลังงาน**. ค้นเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2559. จาก http://energy.go.th/2015/category/energy-information/reenergy-sources/page/2

Smith, P.R. (2005). Practice Management Digest. New York : AIA.

Thanchanok. (2559). **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์.** ค้นเมื่อวันที่ 22 พฤษภาคม 2559. จาก https://thanchaging.wordpress

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์หนองหญ้าไซ โครงการก่อสร้าง

ข้อมูลโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์หนองหญ้าไซ โครงการก่อสร้าง

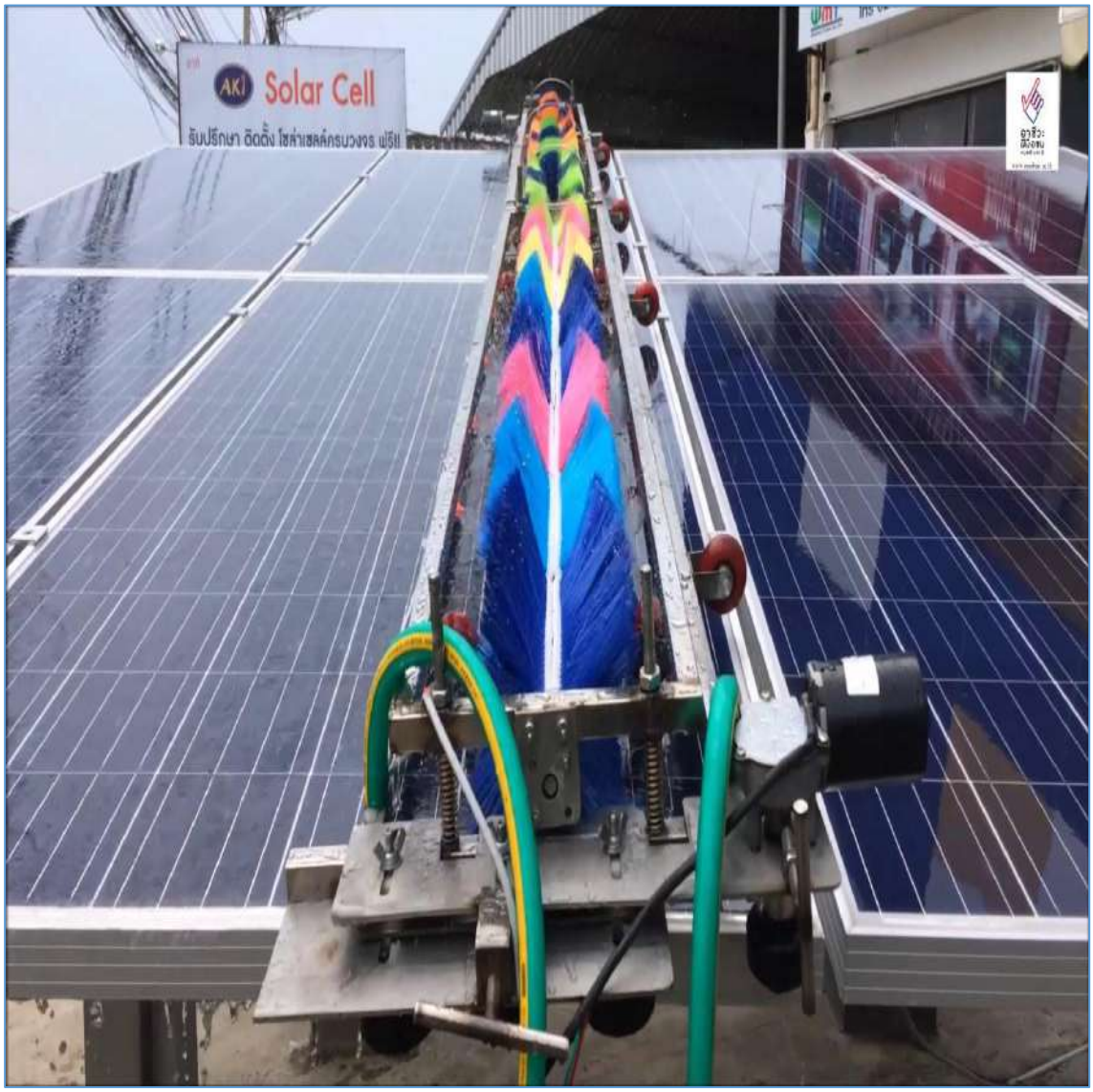
โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์กำลังผลิต ค เมกะวัตต์

ภาคผนวก ข

รายละเอียดข้อมูลการทำความสะอาดแผ่นโซล่าร์เซลล์ มี 2 วิธี

รายละเอียดข้อมูลการทำความสะอาดแผ่นโซล่าร์เซลล์ มี 2 วิธี

วิธีที่ 1 การทำความสะอาดโดยวิธีใช้เครื่องจักร



วิธีที่ 2 ใช้ระบบ Manual

ภาคผนวก ค

รายละเอียดการบันทึกข้อมูลด้วยการใช้เครื่องมือวัดความหนา ของฝุ่นละอองที่เกาะอยู่บนแผงโซล่าร์เซลล์

รายละเอียดการบันทึกข้อมูลด้วยการใช้เครื่องมือวัดความหนาของฝุ่นละอองที่เกาะอยู่บนแผงโซล่าร์เซลล์

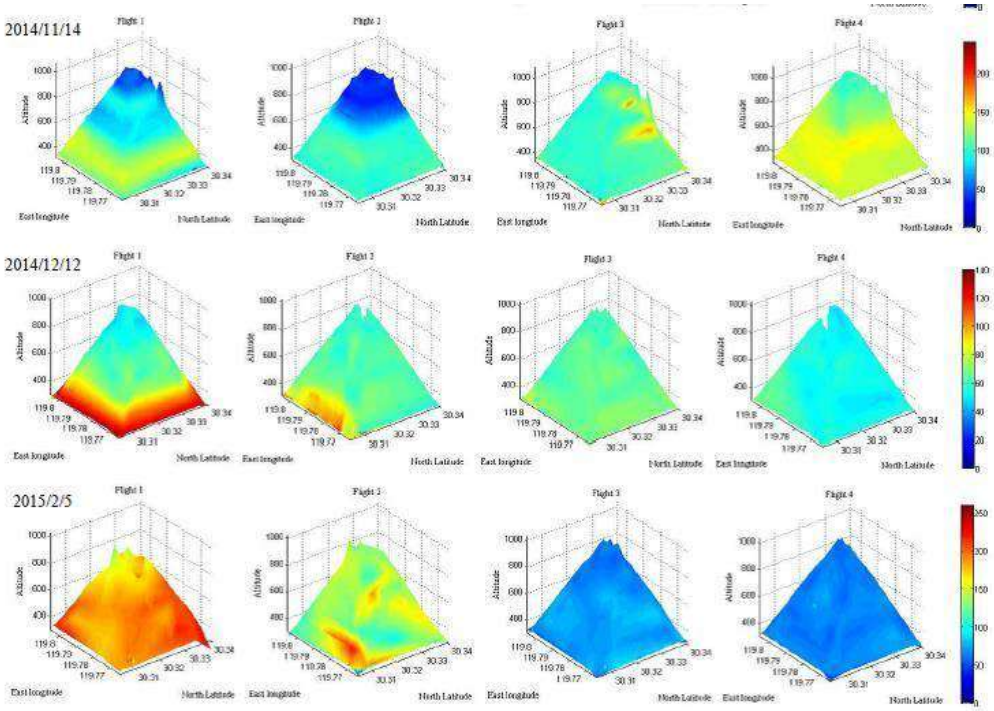
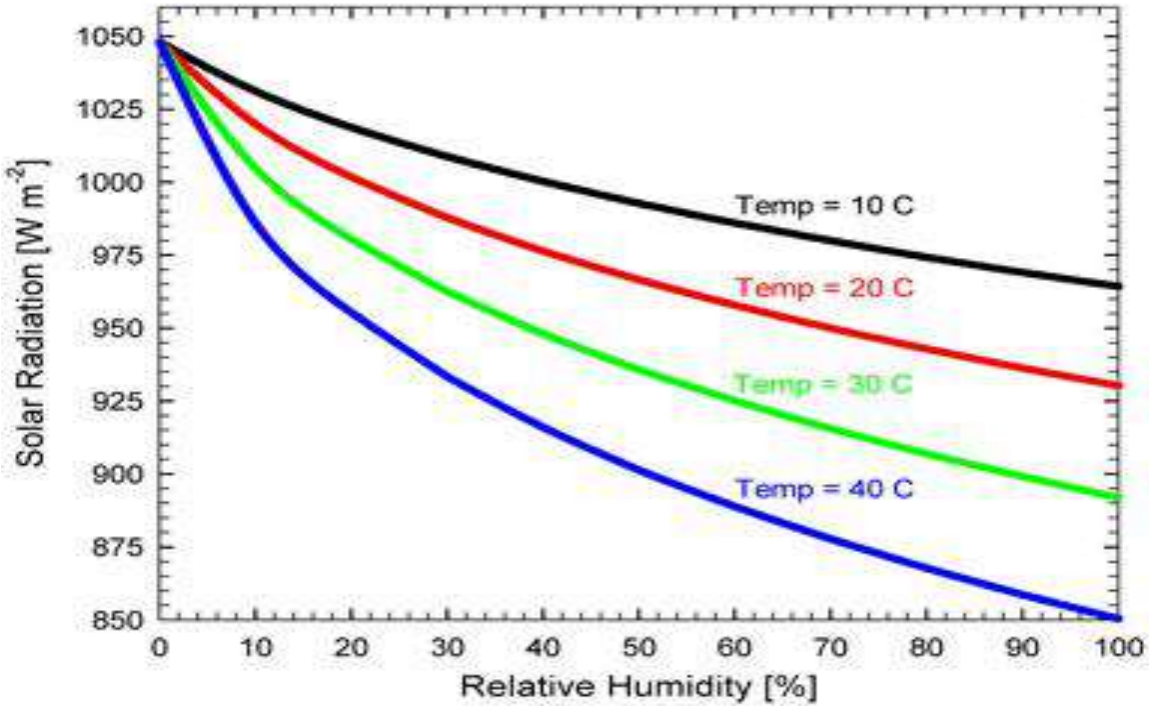


Figure 3. Spatial distribution of PM2.5 concentrations.

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของเครื่องมือวัด



ตารางที่ 2 กราฟแสดงข้อมูลของตารางวัด

ภาคผนวก ง
ใบตอบรับบทความและใบประกาศ

ที่ อว ๐๖๓๕.๐๖ /๐๘๘

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
อ.จอมบึง จ.ราชบุรี ๗๐๑๕๐

๒๑ มกราคม ๒๕๖๓

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาบทความวิจัยเพื่อนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติ

เรียน คุณทัพพ์ธนโชติ แผวสุวรรณ คุณอัจฉรา ผ่องวิทยา และคุณณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินผลการพิจารณาคุณภาพบทความวิจัย

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัย เรื่องพัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ของโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย ครั้งที่ ๘ **"วิจัยแบบบูรณาการสรรค์สร้างนวัตกรรม ลดความเหลื่อมล้ำของสังคม"** ในวันอาทิตย์ที่ ๑ มีนาคม ๒๕๖๓ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง นั้น

บัดนี้คณะกรรมการคัดกรองบทความวิจัยได้พิจารณาบทความของท่านแล้ว ขอแจ้งให้ทราบว่าผลงานของท่าน **ผ่านการคัดเลือกให้นำเสนอผลงานภาคบรรยาย** ในการนี้ขอให้ท่านดำเนินการ ดังนี้

๑. ปรับแก้บทความตามข้อเสนอแนะ ถ้าประเด็นใดไม่สามารถแก้ไขได้ให้ชี้แจงเหตุผลและจัดพิมพ์บทความให้ถูกต้องตามแบบฟอร์มที่กำหนด โดยดาวน์โหลด Template แบบฟอร์มได้จากเว็บไซต์ http://irdmcru.mcru.ac.th

๒. ชำระค่าลงทะเบียน จำนวน ๓,๐๐๐ บาท โดยฝากเข้าบัญชีออมทรัพย์เลขที่ ๗๔๔-๐-๒๐๑๙๓-๐ ชื่อบัญชี สถาบันวิจัยและพัฒนา ธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน) สาขาจอมบึง **ภายในวันจันทร์ที่ ๑๐ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๓** พร้อมส่งหลักฐานการโอนเงินมาที่อีเมล์ : researchmcru@gmail.com หรือโทรสารหมายเลข ๐๓๒ – ๗๒๐๕๔๘ และนำหลักฐานการชำระเงินตัวจริงมารับใบเสร็จรับเงิน ณ จุดลงทะเบียนในวันนำเสนอผลงาน

๓. เตรียมนำเสนอบทความด้วยวาจา (oral presentation) ไม่เกิน ๑๕ นาที และตอบคำถาม ๕ นาที โดยจัดทำเป็นไฟล์ Power Point ๒๐๐๗ ขึ้นไป และนำมาในวันอาทิตย์ที่ ๑ มีนาคม ๒๕๖๓

ทั้งนี้ขอความกรุณาส่งบทความวิจัยฉบับแก้ไขผ่านระบบออนไลน์ http://ejs.bsru.ac.th/researchmcru/ **ภายในวันศุกร์ที่ ๒๔ มกราคม ๒๕๖๓** หากไม่ได้รับบทความฉบับแก้ไขในเวลาที่กำหนดและไม่เป็นไปตามแบบฟอร์มที่แจ้ง สถาบันวิจัยและพัฒนาจะไม่ตีพิมพ์บทความวิจัยฉบับเต็มในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ (proceeding)

จึงเรียนมาเพื่อทราบ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ที่สนใจเข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัยกับทางมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชฎาพร โพคัยสวรรค์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

โทรศัพท์ ๐๓๒ – ๗๒๐๕๓๖-๕๔๓ ต่อ ๑๐๗๙-๑๐๘๕
โทรสาร ๐๓๒ – ๗๒๐๕๔๘
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ researchmcru@gmail.com

มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

มอบเกียรติบัตรไว้เพื่อแสดงว่า

ทัพพ์ธนโชติ แผวสุวรรณ อัจฉรา ผ่องวิทยา และณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ

ได้นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยายในการประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย ครั้งที่ 8

วิจัยแบบบูรณาการ สรรค์สร้างนวัตกรรม ลดความเหลื่อมล้ำของสังคม

พัฒนารูปแบบการจัดการบำรุงรักษาแผงโซล่าร์เซลล์ของโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ให้ไว้ ณ วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2563

มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล ชูเมือง
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช
รักษาราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	ทัพพ์ธนโชติ แผวสุวรรณ
วัน เดือน ปีเกิด	5 มกราคม พ.ศ. 2511
ภูมิลำเนา	จังหวัดสระบุรี
สถานที่ปัจจุบัน	60 หมู่ 8 ตำบลท่าคล้อ อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา	โรงเรียนแก่งคอย
ระดับอนุปริญญา	วิทยาลัยเทคนิคมวกเหล็ก
ระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกลอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี (การผลิต) มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา พ.ศ. 2562