

## การศึกษาผลกระทบของฝุ่นบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อการผลิตไฟฟ้า

## The dust effect on photovoltaic module surface to photovoltaic power generation

นิพนธ์ เกตุจ้อย<sup>1\*</sup>, มรุพงษ์ กอนออยู่<sup>2</sup>Nipon Ketjoy<sup>1\*</sup>, Maruphong Konyu<sup>2</sup>

Received : 15 October 2012 ; Accepted : 10 December 2012

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลกระทบของฝุ่นที่ตกสะสมบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งส่งผลต่อการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายใต้สภาวะอากาศจริงในช่วงเดือนมกราคม-เมษายน ปี 2555 ที่ติดตั้ง ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ โดยทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 4 เดือน และนำผลที่ได้ไปคำนวณเทียบกับสภาวะอากาศที่มาตราฐาน จากการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่นบริเวณสถานที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่าในระยะเวลา 7 , 14 , 30 และ 60 วัน มีปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 55 , 144 , 260 และ 426 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ การส่องผ่านแสงของฝุ่นที่สะสมบนกระจกนิรภัยเทมเปอร์พบว่า ปริมาณฝุ่นส่งผลให้การส่องผ่านแสงลดลง โดยที่ปริมาณฝุ่น 30 และ 60 วันส่งผลให้การส่องผ่านแสงลดจ้อยละ 3.71 และ 11.15 ตามลำดับ และฝุ่นที่ตกสะสมอยู่บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอนอสัณฐานสัณฐาน พบว่าในระยะเวลา 30 และ 60 วัน กระแสไฟฟ้าลัดวงจรลดลงจาก 1.21 แอมแปร์ เหลือ 1.20 แอมแปร์ และ 1.08 แอมแปร์ ตามลำดับ กระแสไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 0.93 แอมแปร์ เหลือ 0.93 และ 0.85 แอมแปร์ ตามลำดับ และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 41.79 วัตต์ เหลือ 40.58 วัตต์ และ 36.61 วัตต์ตามลำดับ ซึ่งกำลังไฟฟ้าลดลงคิดเป็นร้อยละ 3.50 และ 7.28 ตามลำดับ ฝุ่นที่ตกสะสมอยู่บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอน พบว่าในระยะเวลา 30 และ 60 วัน กระแสไฟฟ้าลัดวงจรลดลงจาก 4.57 แอมแปร์ เหลือ 4.46 แอมแปร์ และ 4.24 แอมแปร์ ตามลำดับ กระแสไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 3.78 แอมแปร์ เหลือ 3.70 แอมแปร์ และ 3.54 แอมแปร์ ตามลำดับ และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 47.99 วัตต์ เหลือ 46.86 วัตต์ และ 44.23 วัตต์ ตามลำดับ ซึ่งกำลังไฟฟ้าลดลงคิดเป็นร้อยละ 2.96 และ 5.79 ตามลำดับ และฝุ่นที่ตกสะสมอยู่บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกผสมซิลิกอน พบว่าในระยะเวลา 30 และ 60 วัน กระแสไฟฟ้าลัดวงจรลดลงจาก 8.04 แอมแปร์ เหลือ 7.94 แอมแปร์ และ 7.69 แอมแปร์ ตามลำดับ กระแสไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 6.20 แอมแปร์ เหลือ 6.07 แอมแปร์ และ 5.79 แอมแปร์ ตามลำดับ และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 85.87 วัตต์ เหลือ 82.67 วัตต์ และ 77.67 วัตต์ตามลำดับ ซึ่งกำลังไฟฟ้าลดลงคิดเป็นร้อยละ 2.83 และ 6.03 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ฝุ่น แผงเซลล์แสงอาทิตย์ การผลิตไฟฟ้า

## Abstract

This research investigated the effect of dust on a photovoltaic module (PV) under operating conditions from January - April 2012, installed at the School of Renewable Energy (SERT), Naresuan University. Data were collected for a period of four months. The accumulated dust was from 7, 14, 30 and 60 days with an average dust concentration of 55, 144, 260 and 426 milligram per square meter per day. Transmission of solar irradiance on tempered glass was from 30 and 60 days and reduced 3.71 and 11.15 percent. It was found that the dust effect on PV type amorphous silicon (a-Si) resulted in a short circuit current decreasing from 1.21 to 1.20 and 1.08 Ampere , maximum current decreased from 0.93 to 0.93 and 0.85 Ampere , power decreased from 41.79 to 40.58 and 36.61 watts , power reduction was 3.50 and 7.28 percent. , the dust effect on PV type mono-crystalline silicon (m-Si) has resulted in short circuit current decreasing from 4.57

<sup>1</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์, <sup>2</sup> นิสิตปริญญาโท , วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000.

<sup>1</sup> Assist. Prof., <sup>2</sup> Master degree student , School of Renewable Energy Technology, Naresuan University, Mueng District, Phitsanulok 65000, Thailand.

\* Corresponding author; Nipon Ketjoy, School of Renewable Energy Technology, Naresuan University, Mueng District, Phitsanulok 65000, Thailand. niponk@nu.ac.th,

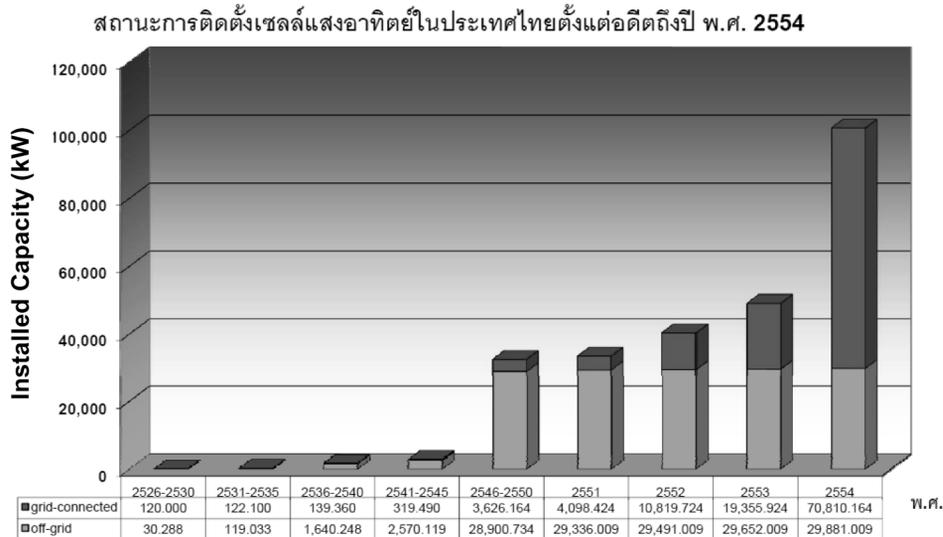
to 4.46 and 4.24 Ampere , maximum current decreased from 3.78 to 3.70 and 3.54 Ampere , power decreased from 47.99 to 46.86 and 44.23 watts , power reduction was 2.96 and 5.79 percent , and the dust effect on PV type poly-crystalline silicon (p-Si) has resulted in short circuit current decreasing from 8.04 to 7.94 and 7.69 Ampere, maximum current decreased from 6.20 to 6.07 and 5.79 Ampere , power decreased from 85.87 to 82.67 and 77.67 watts , power reduction was 2.83 and 6.03 percent

**Keywords:** Dust, Photovoltaic, Power Generation

**บทนำ**

ปัจจุบันการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์กำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศ ดังจะเห็นได้จากโครงการโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ที่เกิดขึ้นมากมายและในแผนพัฒนาพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553-2573 (PDP 2010) ได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่อเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนเป็นร้อยละ 20

ภายในปี พ.ศ. 2565 ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้งานพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์มากขึ้น โดยเมื่อสิ้นปี 2554 ประเทศไทยติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ไปแล้วประมาณ 100 MW ทั้งในระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระและระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย



**Figure 1** Photovoltaic Status in Thailand year 2526-2554 <sup>1</sup>

ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์มีหลายปัจจัย เช่น การเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ การบดบังเงา สภาพแวดล้อมและภูมิอากาศ เป็นต้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นในทุกๆสถานที่คือฝุ่น ฝุ่นที่ตกสะสมอยู่บนผิวหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำให้การส่องผ่านของแสงลดลง ส่งผลกระทบต่อการลดลงของการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมีการศึกษาผลกระทบนี้ในหลายๆประเทศ เช่น Pavan et al.<sup>2</sup> ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบระบบโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1 MW ที่เมืองพญาเสียของประเทศอิตาลี โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกผสมซิลิกอน ในช่วงเดือนมิถุนายน-

ตุลาคม โดยเก็บข้อมูลและเปรียบเทียบให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานพบว่าผลกระทบของฝุ่นบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำให้ประสิทธิภาพพลดลงสูงสุด 6.9% ส่วน วิทวัส และคณะ<sup>3</sup> ได้ทำการศึกษาผลของฝุ่นที่มีต่อคุณสมบัติการส่องผ่านแสงของกระจกและสมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางซิลิคอน ขนาด 2.2 kWp ติดตั้งที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) โดยการนำกระจกใสไปติดตั้งกลางแจ้ง ณ สถานที่เดียวกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นเวลา 30 วัน แล้วนำมาวัดค่าการส่องผ่านของแสงด้วยเครื่อง (UV/Visible Spectrometer) พบว่าฝุ่นที่สะสม

หน้ากระจกทำให้การส่องผ่านของแสงลดลงจาก 88.9% เหลือ 69.1% และจากการเก็บข้อมูลการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ได้ทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์พบว่าฝุ่นที่สะสมหน้าแผงส่งผลต่อสมรรถนะการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงจาก 75.9% เหลือ 69.3% จากผลการศึกษาในหลายๆประเทศจะพบว่าฝุ่นที่ตกสะสมอยู่บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบเซลล์แสงอาทิตย์อย่างมาก ดังนั้นจึงเป็นแนวคิดให้เกิดการศึกษาและวิจัยผลกระทบนี้ในประเทศไทย โดยทำการศึกษาผลกระทบของฝุ่นที่มีต่อการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายใต้สภาวะอากาศจริงในช่วงเดือนมกราคม ที่ติดตั้ง ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

## วิธีการทดลอง

### 1. รายละเอียดเซลล์แสงอาทิตย์

ในงานวิจัยนี้ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ 3 ชนิดคือ 1. เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอนอสัณฐาน (Amorphous Silicon Solar Cell; a-Si) ขนาด 40 Wp 2. เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอน (Mono Crystalline Silicon Solar Cell; m-Si) ขนาด 75 Wp 3. เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกผสมซิลิกอน (Poly Crystalline Silicon Solar Cell; p-Si) ขนาด 120 Wp ติดตั้ง ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

**Table 1** Parameters of Photovoltaic Module

Parameters	Photovoltaic Module		
	a-Si	m-Si	p-Si
Maximum Power (W)	40	75	120
Open circuit voltage (Voc)	62.2	21.4	21.5
Short circuit current (Isc)	1.14	4.75	7.64
Maximum Power voltage (Vm)	44.8	17	17
Maximum Power current (Im)	0.93	4.45	7.36
Dimensions (mm)	635x1245	537x1204	662x1482

### 2. การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล

ทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 4 เดือน โดยแบ่งแยกวิเคราะห์ผลการทดลองออกเป็น 2 ช่วง คือ เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2555 และ เดือนมีนาคม-เมษายน 2555 โดยทำการวัดความเข้มแสงอาทิตย์ด้วยเครื่อง Pyranometer และกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้เครื่อง PV Analyzer เก็บข้อมูล Voltage(V), Current(A), Power(W) จากนั้นนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยอ้างอิงจาก International Energy Agency Photovoltaic Power Systems TASK 2 – Performance, Reliability and Analysis of Photovoltaic Systems (IEA PVPS Task 2)<sup>4</sup> ตรวจวัดค่าการส่องผ่านของแสง โดยใช้กระจกนิรภัยเทมเปอร์ (Tempered Glass) ขนาดความหนา 5 มิลลิเมตร โดยแบ่งกระจกนิรภัยเทมเปอร์เป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ทำความสะอาดเป็นประจำทุกสัปดาห์ และอีก 1 ชุดไม่ทำความสะอาดเลย ทำการเก็บข้อมูลการส่องผ่านของแสงเป็นระยะเวลา 60 วัน โดยใช้เครื่องไพราโนมิเตอร์

(Pyranometer) วัดค่ารังสีอาทิตย์ที่ส่องผ่านกระจกนิรภัยเทมเปอร์ทั้ง 2 ชุด ทำการตรวจวัดปริมาณฝุ่นโดยใช้วิธีเก็บฝุ่นแบบ Dust-fall jar โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างตามคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม ของกรมควบคุมมลพิษ โดยอ้างอิงมาตรฐานการตรวจวัดฝุ่นตาม US EPA Method 5 จากองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (US EPA : U.S. Environmental Protection Agency)<sup>5</sup> และนำไปวิเคราะห์ปริมาณฝุ่น ณ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

### ผลการทดลอง

ได้ทำการเก็บข้อมูลกระแสไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ พบว่าฝุ่นที่ตกสะสมอยู่บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นส่งผลให้การส่องผ่านของรังสีอาทิตย์ลดลง เซลล์แสงอาทิตย์รับรังสีอาทิตย์ได้น้อยลง และผลิตพลังงานไฟฟ้าได้น้อยลง

จากรูปที่ 2 แสดงความแตกต่าง IV-Curve ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอนอสัณฐาน ในระยะเวลา 60 วัน

พบว่ามีการเสไฟฟ้าลัดวงจรลดลงจาก 1.21 แอมแปร์ ลดลงเหลือ 1.20 แอมแปร์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 1.08 แอมแปร์ ในระยะเวลา 60 วัน กระแสไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 0.93 แอมแปร์ ลดลงเหลือ 0.93 แอมแปร์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 0.85 แอมแปร์ ในระยะเวลา 60 วัน และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 41.79 วัตต์ ลดลงเหลือ 40.58 วัตต์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 36.61 วัตต์ ในระยะเวลา 60 วัน กำลังไฟฟ้าลดลงคิดเป็นร้อยละ 3.50 และ 7.28 ตามลำดับ

จากรูปที่ 3 แสดงความแตกต่าง IV-Curve ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอน ในระยะเวลา 60 วัน พบว่ามี กระแสไฟฟ้าลัดวงจรลดลงจาก 4.57 แอมแปร์ ลดลงเหลือ 4.46 แอมแปร์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 4.24 แอมแปร์ ในระยะเวลา 60 วัน กระแสไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 3.78 แอมแปร์ ลดลงเหลือ 3.70 แอมแปร์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 3.54 แอมแปร์ ในระยะเวลา 60 วัน และมี

กำลังไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 47.99 วัตต์ ลดลงเหลือ 46.86 วัตต์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 44.23 วัตต์ ในระยะเวลา 60 วัน กำลังไฟฟ้าลดลงคิดเป็นร้อยละ 2.96 และ 5.79 ตามลำดับ

จากรูปที่ 4 แสดงความแตกต่าง IV-Curve ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกผสมซิลิกอน ในระยะเวลา 60 วัน พบว่ามี กระแสไฟฟ้าลัดวงจรลดลงจาก 8.04 แอมแปร์ ลดลงเหลือ 7.94 แอมแปร์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 7.69 แอมแปร์ ในระยะเวลา 60 วัน กระแสไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 6.20 แอมแปร์ ลดลงเหลือ 6.07 แอมแปร์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 5.79 แอมแปร์ ในระยะเวลา 60 วัน และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 85.87 วัตต์ ลดลงเหลือ 82.67 วัตต์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 77.67 วัตต์ ในระยะเวลา 60 วัน กำลังไฟฟ้าลดลงคิดเป็นร้อยละ 2.83 และ 6.03 ตามลำดับ

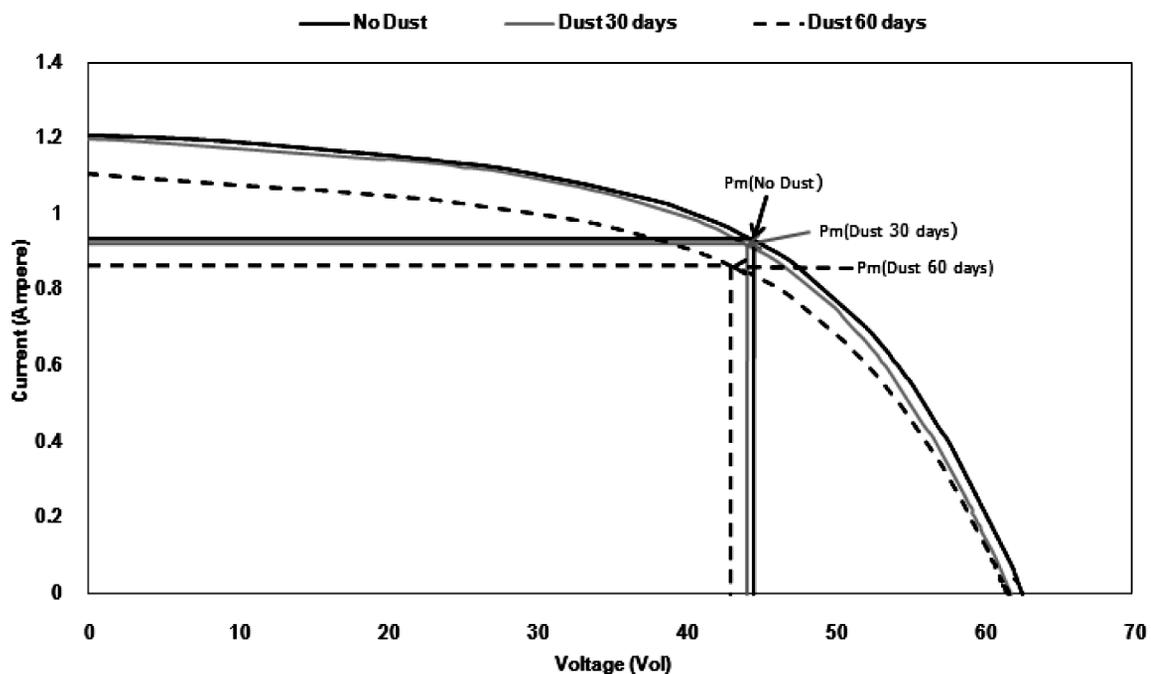


Figure 2 IV-Curve of Amorphous Silicon Solar Cell in 60 days

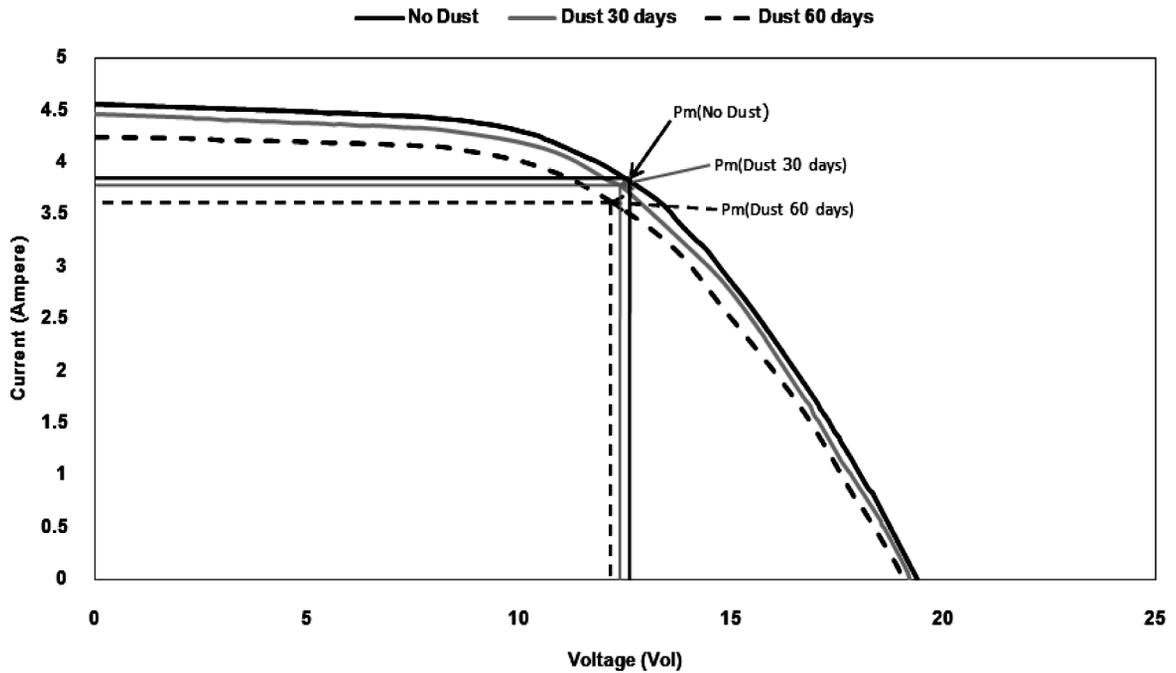


Figure 3 IV-Curve of Mono Crystalline Silicon Solar Cell in 60 days

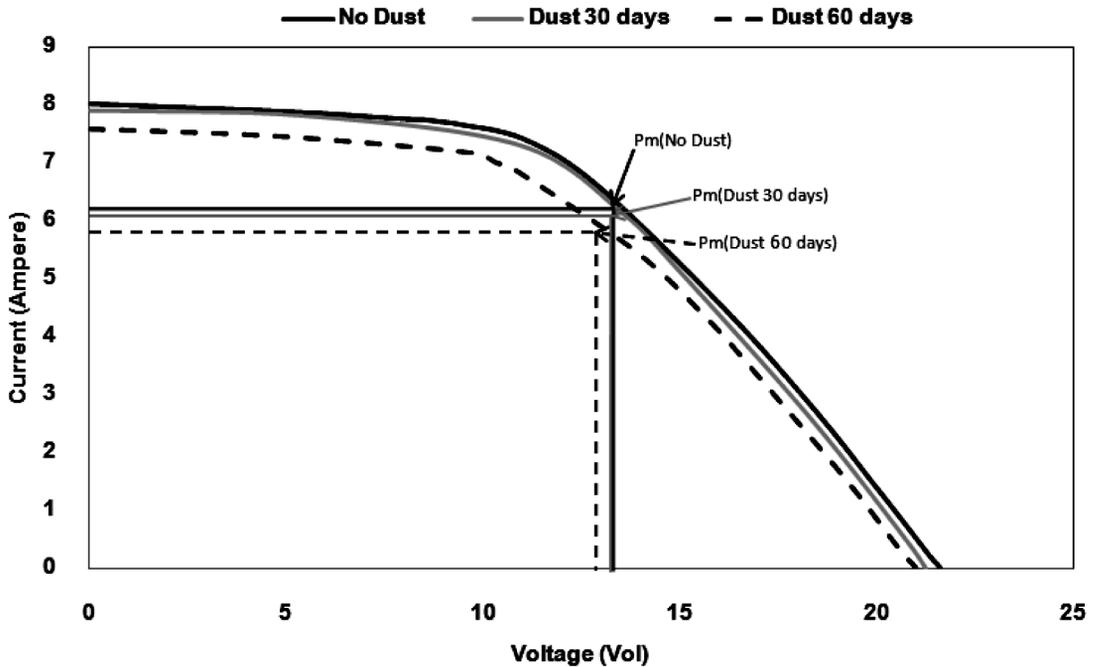


Figure 4 IV-Curve of Poly Crystalline Silicon Solar Cell in 60 days

จากการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นบริเวณสถานที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้วิธีการตรวจวัดตามมาตรฐานสิ่งแวดล้อม โดยติดตั้งอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดปริมาณฝุ่นจำนวน 4 จุดรอบบริเวณที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่าในระยะเวลา 7 วันบริเวณสถานที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์มีปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 55 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในระยะ

เวลา 14 วันบริเวณสถานที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์มีปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 144 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในระยะเวลา 30 วันบริเวณสถานที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์มีปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 260 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และในระยะเวลา 60 วันบริเวณสถานที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์มีปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 426 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ดังแสดงในรูปที่ 5

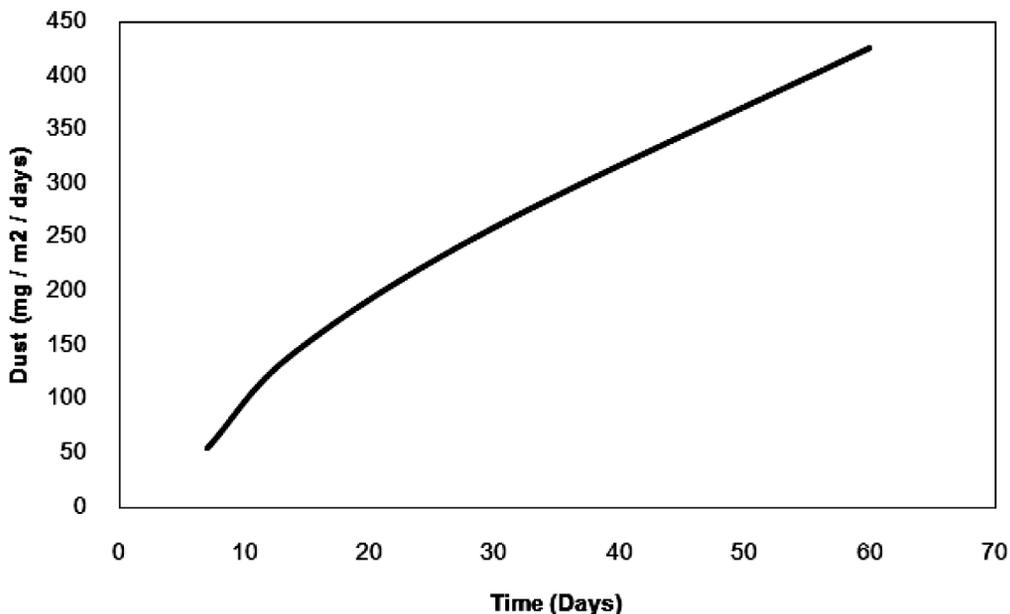


Figure 5 Dust in 60 days

จากการเก็บข้อมูลการส่องผ่านแสงของฝุ่นที่สะสมบนกระจกนิรภัยเทมเปอร์พบว่า ปริมาณฝุ่นส่งผลให้การส่องผ่านแสงลดลง โดยที่ปริมาณฝุ่น 30 วันส่งผลให้การส่องผ่าน

แสงลดลงร้อยละ 3.71 และปริมาณฝุ่น 60 วันส่งผลให้การส่องผ่านแสงลดลงร้อยละ 11.15 ดังแสดงในรูปที่ 6

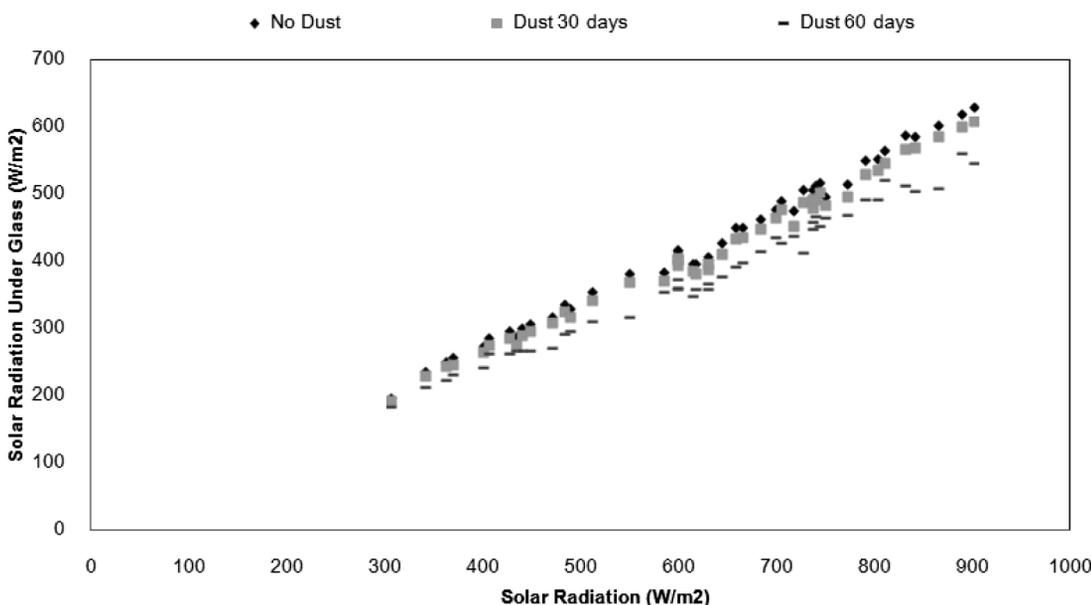


Figure 6 Comparison of solar radiation under glass between dust and no dust

จากการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นบริเวณสถานที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์นำผลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นได้ดังนี้

$$Dust = -0.066d^2 + 11.30d - 13.44$$

เมื่อ

$Dust$  = ปริมาณฝุ่น (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน)

$d$  = จำนวนวันที่ไม่ได้ทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (วัน)

จากการเก็บข้อมูลการส่องผ่านแสงของฝุ่นที่สะสมบนกระจกนิรภัยเทมเปอร์นำผลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ของการส่องผ่านแสงได้ดังนี้

ปริมาณฝุ่นประมาณ 65 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน หาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีอาทิตย์และการส่องผ่านของแสงได้ดังนี้

$$R_{g65} = 0.993r - 8.109$$

เมื่อ  $r$  = ความเข้มรังสีอาทิตย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)

ปริมาณฝุ่นประมาณ 130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน หาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีอาทิตย์และการส่องผ่านของแสงได้ดังนี้

$$R_{g130} = 0.987r - 8.602$$

ปริมาณฝุ่นประมาณ 260 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน หาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีอาทิตย์และการส่องผ่านของแสงได้ดังนี้

$$R_{g260} = 0.976r - 9.588$$

ปริมาณฝุ่นประมาณ 343 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน หาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีอาทิตย์และการส่องผ่านของแสงได้ดังนี้

$$R_{g343} = 0.945r - 6.725$$

ปริมาณฝุ่นประมาณ 426 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน หาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีอาทิตย์และการส่องผ่านของแสงได้ดังนี้

$$R_{g426} = 0.915r - 3.862$$

จากการเก็บข้อมูลกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ และนำผลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ของผลกระทบจากฝุ่นที่มีต่อการผลิตไฟฟ้าได้ดังนี้

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอนอสัณฐาน สามารถหาความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$P_{a-si} = Wp * (0.001R_g - 0.0053)$$

เมื่อ

$Wp$  = กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (วัตต์)

$R_g$  = การส่องผ่านแสงที่ได้จากการคำนวณแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอน สามารถหาความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$P_{m-si} = Wp * (0.0006R_g + 0.3288)$$

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกผสมซิลิกอน สามารถหาความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$P_{p-si} = Wp * (0.0007R_g + 0.2259)$$

### สรุปผลการทดลอง

จากการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นบริเวณสถานที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่าในระยะเวลา 7 วันบริเวณสถานที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์มีปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 55 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในระยะเวลา 14 วันบริเวณสถานที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์มีปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 144 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในระยะเวลา 30 วันบริเวณสถานที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์มีปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 260 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และในระยะเวลา 60 วันบริเวณสถานที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์มีปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 426 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน การส่องผ่านแสงของฝุ่นที่สะสมบนกระจกนิรภัยเทมเปอร์พบว่า ปริมาณฝุ่นส่งผลให้การส่องผ่านแสงลดลง โดยที่ปริมาณฝุ่น 30 วันส่งผลให้การส่องผ่านแสงลดลงร้อยละ 3.71 และปริมาณฝุ่น 60 วันส่งผลให้การส่องผ่านแสงลดลงร้อยละ 11.15 และฝุ่นที่ตกสะสมอยู่บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอนอสัณฐาน ในระยะเวลา 60 วัน พบว่ามี กระแสไฟฟ้าลดลงจากรวม 1.21 แอมแปร์ลดลงเหลือ 1.20 แอมแปร์ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 1.08 แอมแปร์ ในระยะเวลา 60 วัน กระแสไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 0.93 แอมแปร์ ลดลงเหลือ 0.93 แอมแปร์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 0.85 แอมแปร์ ในระยะเวลา 60 วัน และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 41.79 วัตต์ ลดลงเหลือ 40.58 วัตต์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 36.61 วัตต์ ในระยะเวลา 60 วัน กำลังไฟฟ้าลดลงคิดเป็นร้อยละ 3.50 และ 7.28

ตามลำดับ ฝุ่นที่ตกสะสมอยู่บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนในระยะเวลา 60 วัน พบว่ามี กระแสไฟฟาลัดวงจรลดลงจาก 4.57 แอมแปร์ ลดลงเหลือ 4.46 แอมแปร์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 4.24 แอมแปร์ ในระยะเวลา 60 วัน กระแสไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 3.78 แอมแปร์ ลดลงเหลือ 3.70 แอมแปร์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 3.54 แอมแปร์ ในระยะเวลา 60 วัน และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 47.99 วัตต์ ลดลงเหลือ 46.86 วัตต์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 44.23 วัตต์ ในระยะเวลา 60 วัน กำลังไฟฟ้าลดลงคิดเป็นร้อยละ 2.96 และ 5.79 ตามลำดับ และฝุ่นที่ตกสะสมอยู่บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกผสมซิลิกอนในระยะเวลา 60 วัน พบว่ามี กระแสไฟฟาลัดวงจรลดลงจาก 8.04 แอมแปร์ ลดลงเหลือ 7.94 แอมแปร์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 7.69 แอมแปร์ ในระยะเวลา 60 วัน กระแสไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 6.20 แอมแปร์ ลดลงเหลือ 6.07 แอมแปร์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 5.79 แอมแปร์ ในระยะเวลา 60 วัน และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดลดลงจาก 85.87 วัตต์ ลดลงเหลือ 82.67 วัตต์ ในระยะเวลา 30 วัน และลดลงเหลือ 77.67 วัตต์ ในระยะเวลา 60 วัน กำลังไฟฟาลดลงคิดเป็นร้อยละ 2.83 และ 6.03 ตามลำดับ

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ทุนวิจัยมหบัณฑิต สกว.สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย ทุน สกว.-อุตสาหกรรม ประจำปี 2554 และบริษัท ลีโอนิกส์ จำกัด และขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัยและทดสอบอุปกรณ์

### เอกสารอ้างอิง

1. สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน [http://www.dede.go.th/dede/images/stories/bsed/pv\\_status/pv%20status%2054.pdf](http://www.dede.go.th/dede/images/stories/bsed/pv_status/pv%20status%2054.pdf)
2. A. Massi Pavan , A. Mellit , D. De Pieri. (2011). The effect of soiling on energy production for large-scale photovoltaic plants. *Solar Energy* 85 (2011) p.1128–1136.
3. วิทวัส มกรพงศ์, ทรงเกียรติ กิตติสนธิรักษ์, นพดล สิทธิพล, จริญญา ศรีธาราธิคุณ, อมรรัตน์ ลิ้มมณี, กอบศักดิ์ ศรีประภา. (2011). ผลของฝุ่นที่มีต่อคุณสมบัติการส่องผ่านแสงและสมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์. *การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7*
4. มาตรฐานการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์จาก International Energy Agency Photovoltaic Power Systems TASK 2 – Performance, Reliability and Analysis of Photovoltaic Systems (IEA PVPS Task 2). <http://www.iea-pvps-task2.org/>
5. มาตรฐานการตรวจวัดฝุ่นจากองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (US EPA : U.S. Environmental Protection Agency). <http://epa.gov/ttn/emc/promgate/m-05.pdf>