

การศึกษาการทำงานของแผงแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอุปกรณ์
ระบายความร้อนของแผงด้วยน้ำ

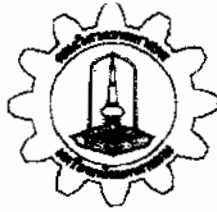
The performance study of solar panel applying
water cooling system for heat reduction

ปริญญานิพนธ์

ของ

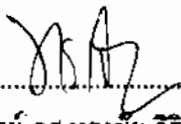
ปิยะชาติ	สวัสดีสูงเนิน	54010310454
วีกิจ	รติวิลาส	54010310475

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

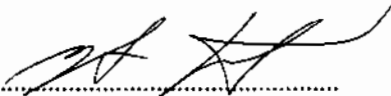


คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

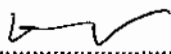
คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์)

ประธานกรรมการ


.....
(อาจารย์ ดร.ชลธิ์ โพธิ์ทอง)

กรรมการ


.....
(อาจารย์ ดร.นุชิดา สุวแพทย)

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้อนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกสร วงศ์เกษม)
หัวหน้าสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.นุชิตา สุวแพทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งกรุณาความช่วยเหลือ ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว ตลอดจนการเอาใจใส่ทุกๆขั้นตอนทั้งในการทดสอบและการทำปริญญานิพนธ์ จนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณ ยั่งยืน ประธานกรรมการคุมสอบปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ ปัตติยะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์ และ อาจารย์ ดร.ชลธิ์ โพธิ์ทอง กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ และตรวจสอบปริญญานิพนธ์ ซึ่งได้คำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ ตลอดจนการสอนวิชาการความรู้ต่างๆและขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ประสบการณ์และประสิทธิภาพประสาทวิชาความรู้ต่างๆทั้งนี้ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณ อาจารย์ วุฒิสาสตร์ โชคเกื้อ อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ใช้เครื่องไพรอนอมิเตอร์มาใช้ในการทดสอบในปริญญานิพนธ์ ครั้งนี้

ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณ บิดา มารดา และเพื่อนๆ ที่คอยเอาใจใส่ให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างตลอดมา ทั้งเรื่องการศึกษาและเรื่องอื่นๆ ทั้งให้คำปรึกษา คอยให้กำลังใจที่ดีแก่ผู้จัดทำเสมอมา ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

หากเนื้อหาหรือข้อมูลต่างๆในการทำปริญญานิพนธ์ นี้มีผลประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าแก่ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ ท่านอื่นๆ ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณงามความดีทั้งหลายให้แก่บุคคลทุกท่านที่ได้กล่าวมา สุดท้ายนี้หากปริญญานิพนธ์ เล่มนี้มีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ต้องกราบขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ปิยะชาติ สวัสดิ์สูงเนิน

วีกิจ รติวิลาส

ชื่อเรื่อง	การศึกษาการทำงานของแผงแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ ระบายความร้อนของแผงด้วยน้ำ
ผู้วิจัย	นายปิยะชาติ สวัสดิ์สูงเนิน นายวีกิจ รัตติลาส
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. นุชิตา สุวแพทย์
ปริญญา	วศ.บ. สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่พิมพ์ 2558

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของแผงแสงอาทิตย์ที่มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ในการทดสอบใช้แผงแสงอาทิตย์ชนิด Mono crystalline ขนาด 40 วัตต์ จำนวน 2 แผงคือ แผงควบคุม และแผงทดสอบ โดยที่แผงควบคุมไม่มีระบบระบายความร้อน และแผงทดสอบมีระบบระบายความร้อน ด้วยการพ่นน้ำแบบหัวฉีดผ่านผิวหน้าแผงที่มีการควบคุมอุณหภูมิน้ำให้อยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส จากข้อมูลพบว่าอุณหภูมิหน้าแผงของแผงควบคุมมีค่ามากกว่าอุณหภูมิหน้าแผงของแผงทดสอบ อยู่ในช่วง 15.4-29.7 องศาเซลเซียส จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การลดลงของอุณหภูมิบริเวณผิวหน้าของแผงทดสอบส่งผลต่อค่าแรงดันไฟฟ้า ส่วนค่ากระแสไฟฟ้านั้นจะขึ้นอยู่กับค่าความเข้มแสงมากกว่า อุณหภูมิผิวหน้าแผง จากการเปรียบเทียบพบว่า เมื่อทำการทดสอบในช่วงเวลา 9.00-15.00 นาฬิกา ค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าของแผงทดสอบมีค่าสูงกว่าแผงควบคุม อยู่ในช่วงร้อยละ 4.57-11.05 และ 3.52-6.11 ตามลำดับ นอกจากนี้ความเร็วลมก็มีผลต่อการลดอุณหภูมิหน้าแผงเช่นเดียวกัน ดังนั้น การลดอุณหภูมิหน้าแผงมีผลต่อความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ โดยจะมีผลต่อค่าแรงดันไฟฟ้ามากกว่าค่ากระแสไฟฟ้า

TITLE	The performance study of solar panel applying water cooling system for heat reduction
AUTHOR	Mr. Piyachat Sawatsungnoen Mr. Veekit Ratiwilas
ADVISOR	Dr. Nuchida Suwapaet
DEGREE	B.Eng. (Mechanical Engineering)
UNIVERSITY	Maharakham University YEAR 2015

Abstract

The performance of solar panel system applying water cooling system was studied in this research. In the experiment, the solar panels were two 40-watts Mono crystalline silicon panels, a control panel and a test panel. The control panel had no water cooling system but the test panel was installed with water cooling system. Cooled water was controlled the temperature to be in the range of 25 – 30 °C and was then sprayed on the front surface of the panel. The results showed that temperature reduction at the front surface of the panel would affect the produced voltage of the panel but the produced current was affected more by the solar radiation. In comparison, during the testing time of 9 a.m. to 3 p.m., the produced voltage and current of the test panel had higher value than that of the control panel in the range of 4.57 – 11.05% and 3.52 – 6.11%, respectively. Moreover, wind speed also affected the temperature reduction at the front surface. In conclusion, the temperature reduction at the front surface of the panel had effect on the produced power performance of solar panels in which affected more to voltage than current.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
หลักการและเหตุผล	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
ขอบเขตการศึกษา	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
แผนการดำเนินการศึกษา	3
สถานที่ดำเนินการศึกษา	4
งบประมาณ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
ประวัติความเป็นมาของแผงแสงอาทิตย์	5
ความหมายของ Solar Cell หรือ PV	5
ประเภทของแผงแสงอาทิตย์	6
หลักการทำงานทั่วไปของแผงแสงอาทิตย์	6
ขั้นตอนการผลิตผลิตแผงแสงอาทิตย์ แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystalline)	7
ขั้นตอนการผลิตผลิตแผงแสงอาทิตย์ แบบผลึกรวม (Poly Crystalline)	8
ขั้นตอนการผลิตแผงแสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน	9
ขั้นตอนการผลิตแผงแสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลียม อาร์เซไนด์	9
ลักษณะเด่นของแผงแสงอาทิตย์	9
คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของแผงแสงอาทิตย์	10
ความเข้มของแสง	10
อุณหภูมิ	10
การบำรุงรักษาระบบแผงแสงอาทิตย์	11
กราฟคุณลักษณะกระแส-แรงดันของแผงแสงอาทิตย์ (I-V Curve)	11
ปัจจัยที่ลดทอนประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์	12
ผลกระทบจากความเข้มรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิ	14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินงานวิจัย	17
การออกแบบกระบวนการทดสอบด้วยน้ำ	17
วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	18
ชุดทดสอบ	18
ชุดควบคุม	18
เครื่องมือทดสอบสำหรับการเก็บข้อมูล	18
ตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิของแผงแสงอาทิตย์	18
ขั้นตอนการทดสอบ	19
การบันทึกข้อมูล	20
4 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ.....	21
สถานที่ทำการทดสอบและชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	21
ตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิของแผงแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดสอบ	23
การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบ	24
5 สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ.....	32
สรุปผลการทดสอบ.....	32
ข้อเสนอแนะ.....	33
บรรณานุกรม	34
ภาคผนวก	36
ภาคผนวก ก แบบโครงสร้างแผงควบคุมและแผงทดสอบ	37
ภาคผนวก ข อุปกรณ์ใช้ในการทดสอบ	40
ภาคผนวก ค ตัวอย่างการคำนวณ.....	45
ภาคผนวก ง การเตรียมชุดทดสอบ.....	49
ภาคผนวก จ ตารางข้อมูล.....	51
ประวัติผู้วิจัย.....	115

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แผนการดำเนินงาน	3
2 งบประมาณ	4
3 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูล	22
4 ตารางข้อมูลค่าอนุมัติแผนควบคุม และค่าความเร็วลม.....	29

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ชนิดของแผงแสงอาทิตย์.....	6
2 หลักการทำงานทั่วไปของแผงแสงอาทิตย์	6
3 ขบวนการผลิตแผงแสงอาทิตย์ แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystalline)	7
4 ขั้นตอนการผลิตผลิตแผงแสงอาทิตย์ แบบผลึกรวม.....	8
5 กราฟคุณลักษณะกระแส-แรงดันของแผงแสงอาทิตย์ (I-V Curve)	14
6 กราฟผลของอุณหภูมิต่อแรงดันวงจรเปิดและกระแสลัดวงจร	15
7 กราฟผลของความต้านทานอนุกรมต่อลักษณะกระแสและแรงดัน	15
8 กราฟผลของความต้านทาน shunt ต่อลักษณะกระแสและแรงดัน	16
9 กราฟกระแสและแรงดันที่อุณหภูมิและความเข้มแสงค่าต่างๆ	16
10 การออกแบบกระบวนการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ	17
11 ตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิของแผงแสงอาทิตย์	19
12 สถานที่ทำการทดสอบและชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ.....	21
13 แผงทดสอบ(ซ้าย)และแผงควบคุม(ขวา)ที่ใช้ในการทดสอบ.....	22
14 ลักษณะการไหลของน้ำผ่านผิวหน้าของแผงทดสอบ.....	22
15 ตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิของแผงแสงอาทิตย์.....	23
16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสง อุณหภูมิแวดล้อม และเวลาระหว่างวัน.....	24
17 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแผงควบคุม(จุด1-5)อุณหภูมิแผงทดสอบ(จุด6-10) อุณหภูมิน้ำเข้า-ออก อุณหภูมิแวดล้อม และเวลาระหว่างวัน.....	25
18 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิหน้าแผงจุดที่ 1 และ 4 ของแผงควบคุม กับจุดที่ 6 และ 9 ของแผงทดสอบ อุณหภูมิน้ำเข้า-ออก อุณหภูมิแวดล้อม และเวลาระหว่างวัน.....	26
19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสไฟฟ้าของแผงควบคุมกับแผงทดสอบ และเวลาระหว่างวัน.....	27

บัญชีภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้าของแผงควบคุมกับแผงทดสอบ และเวลาระหว่างวัน.....	28
21 ความแตกต่างค่ากระแสไฟฟ้าของแผงควบคุมกับแผงทดสอบ และช่วงเวลาระหว่างวัน.....	30
22 ความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าของแผงควบคุมกับแผงทดสอบ และช่วงเวลาระหว่างวัน.....	31

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันพลังงานที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ได้ในชีวิตประจำวันมีหลายรูปแบบ เช่น พลังงานแสง พลังงานความร้อน พลังงานลม พลังงานน้ำ และพลังงานเชื้อเพลิงจากธรรมชาติ เป็นต้น ปัจจุบันพลังงานเชื้อเพลิงนั้นได้มีการใช้งานมากกว่าพลังงานชนิดอื่นๆ และมีปริมาณลดลงอย่างชัดเจน แต่พลังงานแสงอาทิตย์เป็นรูปแบบพลังงานที่ใช้ได้ไม่มีวันหมดและเป็นพลังงานที่บริสุทธิ์ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการใช้งาน

การทำงานของแผงแสงอาทิตย์ สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เกิดเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ ซึ่งแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าขึ้นอยู่กับค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ ค่าอุณหภูมิของแผงแสงอาทิตย์ และพื้นที่รับแสงของแผงแสงอาทิตย์ แต่ถ้าอุณหภูมิของแผงแสงอาทิตย์มีค่าสูงขึ้นมาก จะส่งผลทำให้กำลังไฟฟ้าที่ได้มีค่าลดลง

การลดอุณหภูมิของแผงแสงอาทิตย์จะช่วยส่งผลให้แผงแสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ดีขึ้น โดยการลดอุณหภูมิสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การระบายความร้อนบริเวณผิวหน้าแผงหรือบริเวณด้านหลังแผง เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้จะศึกษาการลดอุณหภูมิบริเวณผิวหน้าของแผงแสงอาทิตย์ด้วยน้ำ เมื่อน้ำไหลผ่านบริเวณผิวหน้าแผงจะดูดซับความร้อนและทำให้แผงอุณหภูมิลดลงและมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังทำความสะอาดบริเวณผิวหน้าแผงทำให้แผงมีความสามารถในการรับแสงที่ดีขึ้นอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการทำงานของแผงแสงอาทิตย์ ชนิด Mono crystalline
2. เพื่อศึกษาการทำงานของแผงแสงอาทิตย์ ชนิด Mono crystalline เมื่อลดอุณหภูมิในการทำงานโดยการระบายความร้อนด้วยน้ำ
3. เพื่อศึกษาผลกระทบจากอุณหภูมิในการทำงานที่เพิ่มขึ้นต่อความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ ชนิด Mono crystalline

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. มีชุดทดสอบ 2 ชุด คือ ชุดควบคุม และชุดทดสอบ โดยที่ชุดควบคุม คือ ชุดแผงแสงอาทิตย์ที่ทำงานในสภาวะปกติ และชุดทดสอบ คือ ชุดแผงแสงอาทิตย์ที่มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ
2. ออกแบบและสร้างระบบระบายความร้อนด้วยน้ำสำหรับแผงแสงอาทิตย์ ชนิด Mono crystalline ขนาด 40 วัตต์ แบบน้ำไหลผ่านผิวหน้าแผงโดยมีการควบคุมการปล่อยน้ำเพื่อระบายความร้อนเป็นช่วงเวลา
3. เวลาในการทดสอบใน 1 วัน คือ 9.00-15.00 นาฬิกา รวม 6 ชั่วโมง โดยจะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดอย่างน้อย 20 วัน
4. น้ำที่ใช้ในการระบายความร้อน จะมีการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส
5. ในการระบายความร้อนด้วยน้ำจะกระทำทุกๆ 15 นาที และใช้เวลาในการปล่อยน้ำ 3 นาที
6. บันทึกข้อมูลค่าความเข้มแสง อุณหภูมิของแผง ค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันของแผง อุณหภูมิสภาพแวดล้อม อุณหภูมิน้ำขาเข้า น้ำขาออก และความเร็วลมบริเวณที่ทดสอบ
7. เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างชุดควบคุมและชุดทดสอบ

1.4 ประโยชน์ที่ได้คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบผลกระทบของอุณหภูมิในการทำงานต่อประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์
2. ทราบถึงแนวทางในการลดอุณหภูมิของแผงแสงอาทิตย์เพื่อให้แผงแสงอาทิตย์ทำงานได้ดีขึ้น
3. สามารถนำงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการใช้พลังงานทดแทนแบบยั่งยืนได้อย่างคุ้มค่าจากประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น
4. พัฒนางานวิจัยเพื่อเสริมองค์ความรู้ ความเข้าใจ แก่หน่วยงานทางภาครัฐและเอกชน เพื่อการลงทุนในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพที่ดี

1.5 แผนการดำเนินงาน

ตาราง 1 แผนการดำเนินงาน

แผนงาน	เดือน								
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	←→								
2.ออกแบบโครงฐานที่รับแผงแสงอาทิตย์			←→						
3.ประกอบโครงสร้างที่ใช้รับแผง					←→				
4.ประกอบชุดทดสอบ					←→				
5.เก็บข้อมูลจำนวน 30 วัน ตั้งแต่ 9.00-15.00 นาฬิกา						←→			
6.วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง								←→	
7.จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									←→

1.6 สถานที่ทำวิจัย

อาคารปฏิบัติการของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม

1.7 งบประมาณ

ตาราง 2 งบประมาณ

รายการ	จำนวน	ราคา(บาท)
1.ปั๊มหอยโข่ง	1 เครื่อง	2000
2.พลาสติกอะคริลิก สีใส ขนาด 4 x8 ฟุต หนา 4 มิลลิเมตร	1 แผ่น	2700
3.เหล็กกล่อง	10 เมตร	1600
4.ถังน้ำแข็งพลาสติก ขาด้า ขนาด 60 ลิตร	1 ถัง	1500
5.เหล็กฉาก	5 เมตร	900
6.อุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบและสร้าง		1300
	รวม	10000

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติความเป็นมาของแผงแสงอาทิตย์

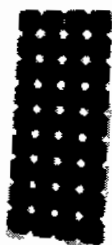
แผงแสงอาทิตย์ถูกสร้างขึ้นมาครั้งแรกในปี ค.ศ. 1954 (พ.ศ. 2497) โดย แชปปีน (Chapin) ฟูลเลอร์ (Fuller) และเพียสัน (Pearson) แห่งเบลล์เทเลโฟน (Bell Telephone) โดยทั้ง 3 ท่านนี้ได้ค้นพบเทคโนโลยีการสร้างรอยต่อ พี-เอ็น (P-N) แบบใหม่ โดยวิธีการแพร่สารเข้าไปในผลึกของซิลิกอน จนได้แผงแสงอาทิตย์อันแรกของโลก ซึ่งมีประสิทธิภาพเพียง 6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปัจจุบันนี้แผงแสงอาทิตย์ได้ถูกพัฒนาขึ้นจนมีประสิทธิภาพสูงกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ แล้ว ในระยะแรกแผงแสงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะใช้สำหรับโครงการด้านอวกาศ ดาวเทียมหรือยานอวกาศที่ส่งจากพื้นโลกไปโคจรในอวกาศ ก็ใช้แผงแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน ต่อมาจึงได้มีการนำเอาแผงแสงอาทิตย์มาใช้งานบนพื้นโลกเช่นในปัจจุบันนี้ แผงแสงอาทิตย์ในยุคแรกๆ ส่วนใหญ่จะมีสีเทาๆ แต่ในปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาให้แผงแสงอาทิตย์มีสีต่างๆ กันไป เช่น แดง น้ำเงิน เขียว ทอง เป็นต้น เพื่อความสวยงาม

2.2 ความหมายของ Solar Cell หรือ PV

Solar Cell หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น แผงแสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์ photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า Photovoltaic โดยแยกออกเป็น photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แนวความคิดนี้ได้ถูกค้นพบมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1839 แต่แผงแสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมา จนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1954 จึงมีการประดิษฐ์แผงแสงอาทิตย์ และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อ ปี ค.ศ. 1959 ดังนั้น สรุปได้ว่า แผงแสงอาทิตย์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลียม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลลูไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของแผงแสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

2.3 ประเภทของแผงแสงอาทิตย์

แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิดหลักๆ คือ



Single Crystalline Silicon
Solar Cell



Polycrystalline Silicon
Solar Cell



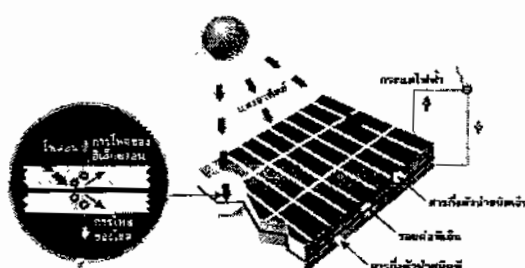
Amorphous Silicon
Solar Cell

ภาพประกอบ 1 ประเภทของแผงแสงอาทิตย์

ที่มา : (http://www.baanjomyut.com/library_2/extension-2/solar_cell/02.html)

1. แผงแสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน ชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Monocrystalline Silicon Solar Cell และชนิดผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนแข็งและบางมาก
2. แผงแสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นฟิล์มบางเพียง 0.5 ไมครอน (0.0005 มิลลิเมตร) น้่านักเบามาก และประสิทธิภาพเพียง 5-10 เปอร์เซ็นต์
3. แผงแสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำอื่นๆ เช่น แกลเลียม อาร์เซไนด์, แคดเมียม เทลเลอไรด์ และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ เป็นต้น มีทั้งชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) และผลึกรวม (Polycrystalline) แผงแสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลียม อาร์เซไนด์ จะให้ประสิทธิภาพสูงถึง 20-25 เปอร์เซ็นต์

2.4 หลักการทำงานทั่วไปของแผงแสงอาทิตย์



ภาพประกอบ 2 หลักการทำงานทั่วไปของแผงแสงอาทิตย์

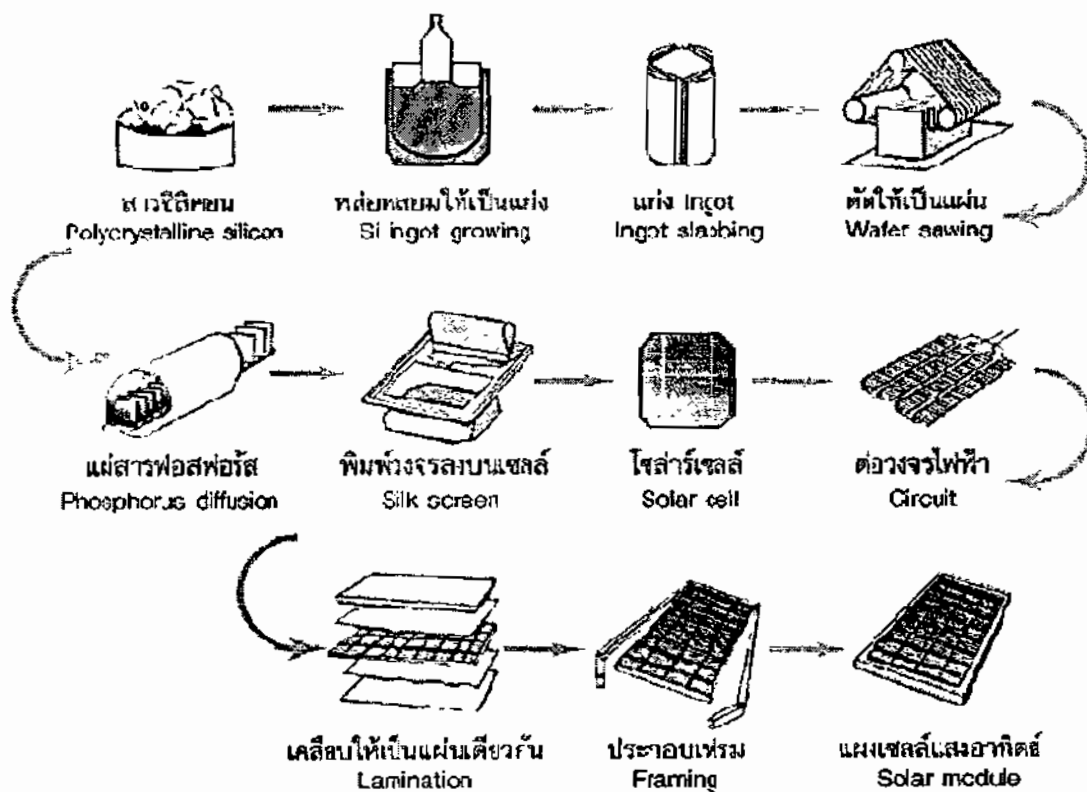
ที่มา : (http://www.baanjomyut.com/library_2/extension-2/solar_cell/02.html)

เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบแผงแสงอาทิตย์ จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้น ได้แก่ อิเล็กตรอนและโฮล โครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์ เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนไปที่ขั้วลบ และพาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก ปกติที่ฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพี ขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวก ส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น

โดยทั่วไปกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ไม่มากนัก ดังนั้นเพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้ามากเพียงพอสำหรับใช้งาน จึงมีการนำเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ เซลล์มาต่อกันเป็น เรียกว่า แผงแสงอาทิตย์ (Solar Modules) ลักษณะการต่อแผงแสงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับความต้องการกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า

- การต่อแผงแสงอาทิตย์แบบขนานจะทำให้ได้กระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น
- การต่อแผงแสงอาทิตย์แบบอนุกรมจะทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น

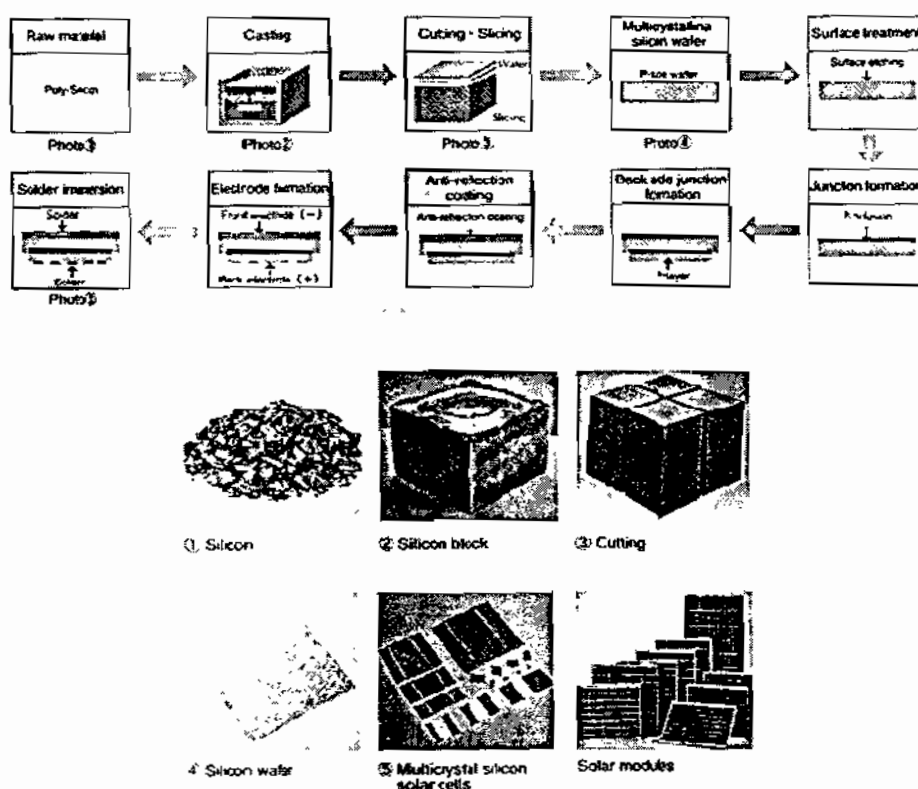
2.5 ขั้นตอนการผลิตแผงแสงอาทิตย์ แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystalline)



ภาพประกอบ 3 ขบวนการผลิตแผงแสงอาทิตย์ แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystalline)
ที่มา : (http://www.baanjomyut.com/library_2/extension-2/solar_cell/02.html)

การเตรียมสารซิลิคอนชนิดนี้ เริ่มต้นจากนำสารซิลิคอนซึ่งผ่านการทำให้เป็นก้อนที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก (99.99 เปอร์เซ็นต์) มาหลอมละลายในเตา Induction Furnace ที่อุณหภูมิสูงถึง 1,500 องศาเซลเซียส เพื่อทำการสร้างแท่งผลึกเดี่ยวขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 6-8 นิ้ว) พร้อมกับใส่สารเจือปน Boron เพื่อทำให้เกิด P-type แล้วทำให้เกิดการเย็นตัวจับตัวกันเป็นผลึกด้วย Seed ซึ่งจะตกผลึกมีขนาดหน้าตัดใหญ่ แล้วค่อยๆ ดึงแท่งผลึกนี้ขึ้นจากเตาหลอม ด้วยเทคโนโลยีการดึงผลึก จะได้แท่งผลึกยาวเป็นรูปทรงกระบอก คุณภาพของผลึกเดี่ยวจะสำคัญมากต่อคุณสมบัติของแผงแสงอาทิตย์ จากนั้นนำแท่งผลึกมาตัดให้เป็นแผ่นบาง ๆ ด้วยลวดตัดเพชร (Wire Cut) เรียกว่า เวเฟอร์ ซึ่งจะได้แผ่นผลึกมีความหนาประมาณ 300 ไมโครเมตร และตัดความเรียบของผิว จากนั้นก็จะนำไปเจือสารที่จำเป็นในการทำให้เกิดเป็น p-n junction ขึ้นบนแผ่นเวเฟอร์ ด้วยวิธีการ Diffusion ที่อุณหภูมิระดับ 1,000 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปทำขั้วไฟฟ้าเพื่อนำกระแสไฟออกใช้ ที่ผิวบนจะเป็นขั้วลบ ส่วนผิวล่างเป็นขั้วบวก ขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการเคลือบฟิล์มผิวหน้าเพื่อป้องกันการสะท้อนแสงให้น้อยที่สุด ตอนนี้จะได้เซลล์ที่พร้อมใช้งาน หลังจากนั้นก็นำไปประกอบเข้าแผงโดยใช้กระจกเป็นเกราะป้องกันแผ่นเซลล์ และใช้ซิลิโคน และ อีวีเอ (Ethelele Vinyl Acetate) ช่วยป้องกันความชื้น ในการใช้งานจริง จะนำเซลล์แต่ละเซลล์มาต่ออนุกรมกันเพื่อเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้ได้ตามต้องการ

2.6 ขั้นตอนการผลิตแผงแสงอาทิตย์ แบบผลึกรวม (Poly Crystalline)



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการผลิตแผงแสงอาทิตย์ แบบผลึกรวม

ที่มา : (http://www.baanjommyut.com/library_2/extension-2/solar_cell/02.html)

การผลิตแผงแสงอาทิตย์โดยวิธีนี้ จะมีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าวิธีแรก คือการทำแผ่นเซลล์ จะใช้วิธีการหลอมสารซิลิคอนให้ละลายพร้อมกับใส่สารเจือปน Boron เพื่อทำให้เกิด P-type แล้วเทลงในแบบพิมพ์ เมื่อสารละลายซิลิคอนแข็งตัวก็จะได้เป็นแท่งซิลิคอนแบบผลึกรวม (ตกผลึกไม่พร้อมกัน) จากนั้นนำไปตัดเป็นแผ่นเช่นเดียวกับแบบผลึกเดี่ยว ความแตกต่างระหว่างแบบผลึกเดี่ยวและแบบผลึกรวมสังเกตได้จากผิวผลึก ถ้ามีโหนดที่แตกต่างกันซึ่งเกิดจากผลึกเล็กๆ หลายผลึกในแผ่นเซลล์จะเป็นแบบผลึกรวม ในขณะที่แบบผลึกเดี่ยวจะเห็นเป็นผลึกเนื้อเดียว คือ มีสีเดียวตลอดทั้งแผ่น ส่วนกรรมวิธีการผลิตเซลล์ที่เหลือนั้นจะเหมือนกัน แผงแสงอาทิตย์แบบผลึกรวม (Poly Crystalline) จะให้ประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบผลึกเดี่ยว ประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเซลล์ทั้ง 2 ชนิด มีข้อเสียในการผลิต คือ แดกหักง่ายเช่นกัน

2.7 ขั้นตอนการผลิตแผงแสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน

1. ทำการแยกสลายก๊าซซิลเลน (Silane Gas) ให้เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอน โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เครื่อง Plasma CVD (Chemical Vapor Deposition) เป็นการผ่านก๊าซซิลเลนเข้าไปในกรอบแก้วที่มีขั้วไฟฟ้าความถี่สูง จะทำให้ออกซิเจนแยกสลายเกิดเป็นพลาสมา และอะตอมของซิลิคอนจะตกลงบนฐานหรือสแตนเลสสตีลที่วางอยู่ในกรอบแก้ว เกิดเป็นฟิล์มบางขนาดไม่เกิน 1 ไมครอน (0.001 มิลลิเมตร)
2. ขณะที่แยกสลายก๊าซซิลเลน จะผสมก๊าซฟอสฟีนและไดโบเรนเข้าไปเป็นสารเจือปน เพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นสำหรับใช้เป็นโครงสร้างของแผงแสงอาทิตย์
3. การทำขั้วไฟฟ้า มักใช้ขั้วไฟฟ้าโปร่งแสงที่ทำจาก ITO (Indium Tin Oxide)

2.8 ขั้นตอนการผลิตแผงแสงอาทิตย์ที่ทำจากแกเลียมอาร์เซไนด์

1. ขั้นตอนการปลูกชั้นผลึก ใช้เครื่องมือ คือ เตาปลูกชั้นผลึกจากสถานะของเหลว (LPE; Liquid Phase Epitaxy)
2. ขั้นตอนการปลูกชั้นผลึกที่เป็นรอยต่อเอ็นพี ใช้เครื่องมือ คือ เครื่องปลูกชั้นผลึกด้วยลำโมเลกุล (MBE; Molecular Beam Epitaxy)

2.9 ลักษณะเด่นของแผงแสงอาทิตย์

- ใช้พลังงานจากธรรมชาติ คือ แสงอาทิตย์ ซึ่งสะอาดและบริสุทธิ์ ไม่ก่อปฏิกิริยาที่จะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
- เป็นการนำพลังงานจากแหล่งธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่าและไม่วันหมดไปจากโลกนี้
- สามารถนำไปใช้เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทุกพื้นที่บนโลก และได้พลังงานไฟฟ้าใช้โดยตรง
- ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นใดนอกจากแสงอาทิตย์ รวมถึงไม่มีการเผาไหม้ จึงไม่ก่อให้เกิดมลภาวะด้านอากาศและน้ำ
- ไม่เกิดของเสียขณะใช้งาน จึงไม่มีการปล่อยมลพิษทำลายสิ่งแวดล้อม

- ไม่เกิดเสียงและไม่มีการเคลื่อนไหวขณะใช้งาน จึงไม่เกิดมลภาวะด้านเสียง
- เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่และไม่มีชิ้นส่วนใดที่มีการเคลื่อนไหวขณะทำงาน จึงไม่เกิดการสึกหรอ
- ต้องการการบำรุงรักษาน้อยมาก
- อายุการใช้งานยืนยาวและประสิทธิภาพคงที่
- มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย เคลื่อนย้ายสะดวกและรวดเร็ว
- เนื่องจากมีลักษณะเป็นโมดูล จึงสามารถประกอบได้ตามขนาดที่ต้องการ
- ช่วยลดปัญหาการสะสมของก๊าซต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์, ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ไนโตรคาร์บอน และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ เป็นต้น ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจำพวกน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก ทำให้โลกร้อนขึ้น เกิดฝนกรด และอากาศเป็นพิษ เป็นต้น

2.10 คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของแผงแสงอาทิตย์

ตัวแปรที่สำคัญที่มีส่วนทำให้แผงแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ต่างกัน และมีความสำคัญในการพิจารณานำไปใช้ในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนการนำไปคำนวณระบบหรือคำนวณจำนวนแผงแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในแต่ละพื้นที่ มีดังนี้

1. ความเข้มของแสง

กระแสไฟ (Current) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากแผงแสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่ง ปราศจากเมฆหมอกและวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้ม ของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ Air Mass 1.5 และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศากับพื้นโลกความเข้มของแสง จะมีค่าเท่ากับประมาณ 75 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรหรือ 750 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ Air Mass 2 กรณีของแผงแสงอาทิตย์นั้นจะใช้ค่า Air Mass 1.5 เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของแผง

2. อุณหภูมิ

กระแสไฟ (Current) จะแปรผันตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5 เปอร์เซ็นต์ และในกรณีของแผงแสงอาทิตย์มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์ คือ ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เช่น กำหนดไว้ว่าแผงแสงอาทิตย์มีแรงดันไฟฟ้าที่วงจรเปิด (Open Circuit Voltage หรือ V_{oc}) ที่ 21 โวลต์ ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก็จะหมายความว่าแรงดันไฟฟ้าที่จะได้จากแผงแสงอาทิตย์ เมื่อยังไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

จะเท่ากับ 21 โวลต์ ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส เช่น อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ลดลง 2.5 เปอร์เซ็นต์ ($0.5\% \times 5$ องศาเซลเซียส) นั่นคือ แรงดันของแผงแสงอาทิตย์ที่ V_{oc} จะลดลง 0.525 โวลต์ ($21\text{ V} \times 2.5\%$) เหลือเพียง 20.475 โวลต์ ($21\text{V} - 0.525\text{V}$) สรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าก็จะลดลง ซึ่งมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงแสงอาทิตย์ลดลงด้วย

จากข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้น ก่อนที่ผู้ใช้จะเลือกใช้แผงแสงอาทิตย์ จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของแผงที่ระบุไว้ในแผงแต่ละชนิดด้วยว่า ใช้มาตรฐานอะไร หรือมาตรฐานที่ใช้วัดแตกต่างกันหรือไม่ เช่นแผงชนิดหนึ่งระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 80 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,200 วัตต์ต่อตารางเมตร ณ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ขณะที่อีกชนิดหนึ่งระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 75 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร และอุณหภูมิมาตรฐาน 25 องศาเซลเซียส แล้ว จะพบว่าแผงที่ระบุว่าให้กำลังไฟฟ้า 80 วัตต์ จะให้กำลังไฟฟ้าต่ำกว่า จากสาเหตุดังกล่าว ผู้ที่จะใช้แผงจึงต้องคำนึงถึงข้อกำหนดเหล่านี้ในการเลือกใช้แผงแต่ละชนิดด้วย

2.11 การบำรุงรักษาระบบแผงแสงอาทิตย์

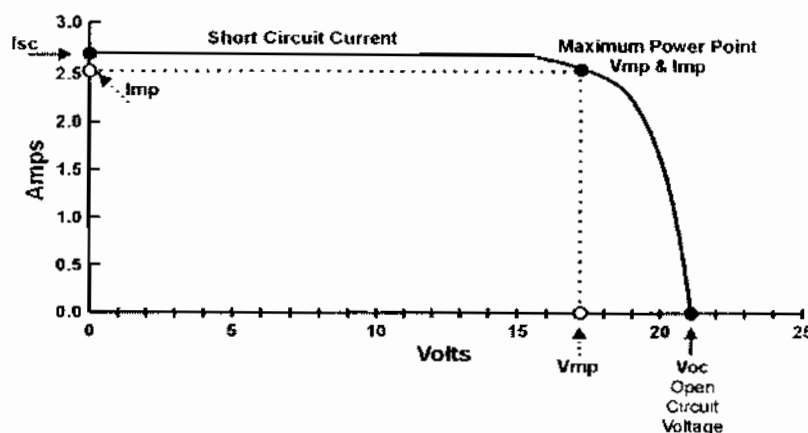
การบำรุงรักษา หมายถึง วิธีการปฏิบัติหรือแนวทางตามระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้แผงแสงอาทิตย์มีอายุการใช้งานยาวนาน และผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุด ควรทราบถึงสิ่งสำคัญที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ มีดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ของแผง แผงแสงอาทิตย์ยังมีขนาดใหญ่ จะยิ่งผลิตไฟฟ้าได้มากยิ่งขึ้น
2. ความสว่างของแสงอาทิตย์ ยิ่งแสงอาทิตย์ตกลงบนแผงมาก จะยิ่งผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น หากมีร่มเงาบังแผงแม้เพียง 1 เซลล์ ไฟฟ้าที่ผลิตได้อาจลดลงเหลือแค่ครึ่งหรือต่ำกว่านั้น
3. ทิศทางการวางแผง ควรวางแผงแสงอาทิตย์ให้หันไปทางด้านดวงอาทิตย์ เพื่อให้ผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด (ในประเทศไทยจะวางให้มีมุมเอียงประมาณ 16 องศา หันหน้าแผงไปทางทิศใต้)
4. ความร้อน แผงแสงอาทิตย์จะทำงานได้ดีในสภาพเย็น หากแผงแสงอาทิตย์ร้อน หรือ อยู่ในที่มีอุณหภูมิสูงมากๆ จะผลิตไฟฟ้าได้น้อยลง

แนวทางการบำรุงรักษาที่เหมาะสม เมื่อติดตั้งแผงแสงอาทิตย์ในทิศทางที่ถูกต้องแล้วควรทำความสะอาดด้านหน้าแผงด้วยน้ำสะอาด (น้ำเปล่า) และใช้ผ้าหรือฟองน้ำอย่างนุ่มนวล 2 ครั้ง เนื่องจากอาจมีมูลนก ผื่นละออง หรือเศษใบไม้ ฯลฯ ติดอยู่บนแผงเซลล์ ไม่ควรใช้วัสดุที่ทำให้เกิดรอยบนหน้ากระจกหน้าแผงเซลล์มาทำความสะอาด เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพการรับแสงต่ำลง และต้องไม่ให้มีร่มเงามาบังแผงแสงอาทิตย์โดยเฉพาะในช่วงเวลาตั้งแต่ 8.00-16.00 นาฬิกา

2.12 กราฟคุณลักษณะกระแส-แรงดันของแผงแสงอาทิตย์ (I-V Curve)

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์สามารถแสดงได้โดยใช้ I-V curve ซึ่งใช้ตรวจสอบกำลังผลิตสูงสุดของแผงแสงอาทิตย์ หากอุณหภูมิของเซลล์และปริมาณความเข้มแสงที่ตกกระทบแผงแสงอาทิตย์มีค่าคงที่ สามารถสร้าง I-V curve ได้ดังรูป



ภาพประกอบ 5 กราฟคุณลักษณะกระแส-แรงดันของแผงแสงอาทิตย์

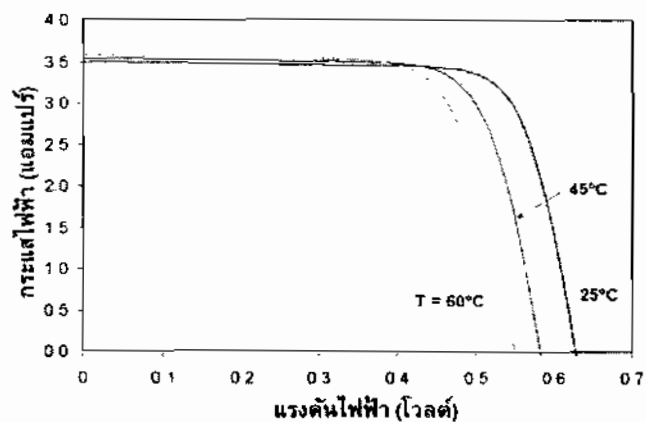
ที่มา : (https://www.folsomlabs.com/modeling/module/module_model/)

ในการพิจารณาคุณลักษณะทางกระแสและแรงดันของแผงแสงอาทิตย์จะมีพารามิเตอร์ที่สำคัญที่จะต้องเกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ แรงดันไฟฟ้าขณะเปิดวงจร (Open circuit Voltage ; V_{oc}) กระแสขณะลัดวงจร (Short circuit current ; I_{sc}) กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power Point ; P_{mp}) กระแสไฟฟ้าสูงสุด (Maximum power current ; I_{mp}) และแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (Maximum power Voltage ; V_{mp})

2.13 ปัจจัยที่ลดทอนประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์

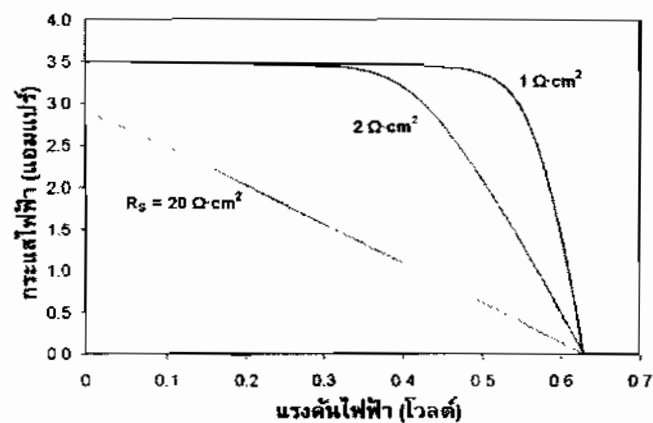
ประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์ขึ้นกับทั้งปัจจัยภายนอกและสมบัติของเซลล์ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเข้มรังสีอาทิตย์ ความต้านทานขนาน และความต้านทานอนุกรม เป็นต้น โดยที่ประสิทธิภาพลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น นั่นคือ สภาวะที่อุณหภูมิสูงระยะทางของแถบพลังงานจะลดลงเป็นผลให้แรงดันขาออกของแผงแสงอาทิตย์มีค่าน้อยลงแต่ไม่ทำให้กระแสลัดวงจรเปลี่ยนแปลงนัก(ดังภาพประกอบ 5) ทั้งนี้ กระแสลัดวงจรหรือกระแสสูงสุดจะลดลงเมื่อความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าน้อย เช่น ในวันที่ท้องฟ้ามีดครึ้ม มีเมฆบดบัง การบังเงาเนื่องจากเงาต้นไม้ เป็นต้น

ความต้านทานอนุกรมเพิ่มขึ้นจะทำให้แรงดันขาออกมีค่าลดลงแต่ไม่มีต่อค่าแรงดันวงจรเปิดหรือกล่าวได้ว่า ความต้านทานอนุกรมทำให้ค่าฟิลล์แฟกเตอร์ลดลง หากค่านี้มีมากๆ จะทำให้กระแสลัดวงจรลดลงและ I-V Curve เป็นเส้นตรง(ดังภาพประกอบ 6) ค่าความต้านทาน shunt ลดลงมากจะเป็นผลทำให้แรงดันวงจรเปิดและกระแสลัดวงจรมีค่าลดลง(ดังภาพประกอบ 7) และค่าฟิลล์แฟกเตอร์ลดลงเช่นเดียวกับกรณีของความต้านทานอนุกรม



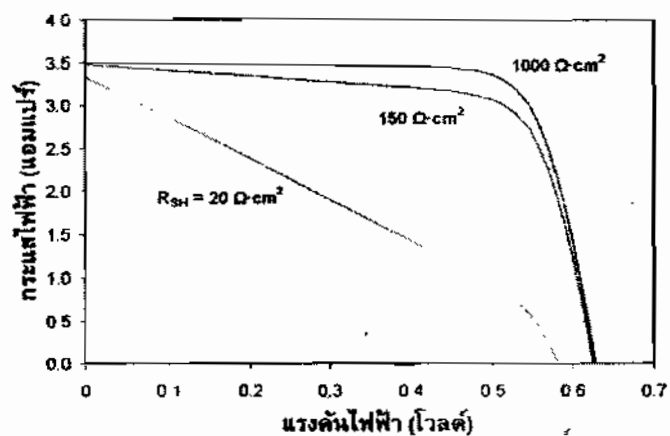
ภาพประกอบ 6 กราฟผลของอุณหภูมิต่อแรงดันวงจเปิดและกระแสลัดวงจร

ที่มา : (<http://www.chumphon.kmitl.ac.th/me/images/stories/km/km002.pdf>)



ภาพประกอบ 7 กราฟผลของความต้านทานอนุกรมต่อลักษณะกระแสและแรงดัน

ที่มา : (<http://www.chumphon.kmitl.ac.th/me/images/stories/km/km002.pdf>)

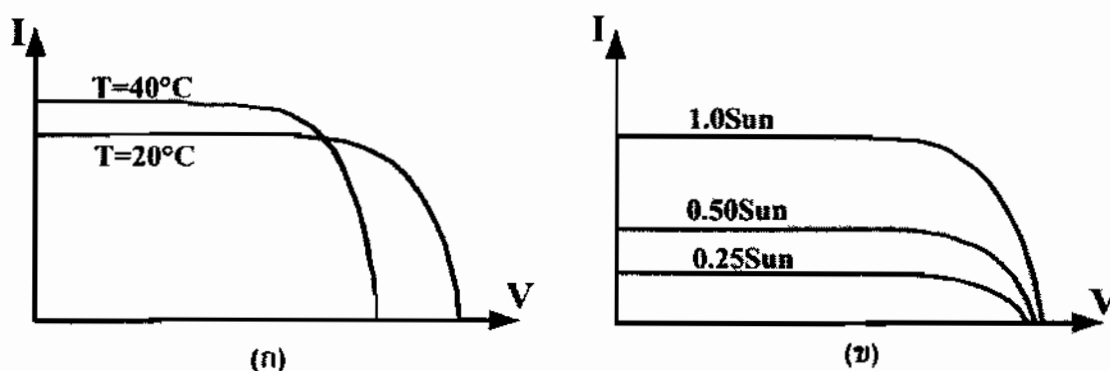


ภาพประกอบ 8 กราฟผลของความต้านทานขนาน ต่อลักษณะกระแสและแรงดัน

ที่มา : (<http://www.chumphon.kmitl.ac.th/me/images/stories/km/km002.pdf>)

2.14 ผลกระทบจากความเข้มรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิ

แผงแสงอาทิตย์ทำงานที่สภาวะแวดล้อมต่างๆ จะได้กราฟ I-V Curve ที่ระดับต่างๆ ดังภาพประกอบ 9 (ก) เป็นกรณีที่ความเข้มรังสีอาทิตย์คงที่แต่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น มีผลทำให้แรงดันของแผงอาทิตย์ลดลง แต่กระแสไฟฟ้าลัดวงจรกลับมีค่าสูงขึ้น แต่กรณีจากภาพประกอบ 9 (ข) เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นโดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงจะทำให้กระแสลัดวงจรเพิ่มขึ้น และแรงดันวงจรเปิดมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อย



ภาพประกอบ 9 กราฟกระแสและแรงดันที่อุณหภูมิและความเข้มแสงค่าต่างๆ
ที่มา : (<http://www.chumphon.kmitl.ac.th/me/images/stories/km/km002.pdf>)

2.15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประภาพิทย บัญหล้า และนุชิตา สุวแพทย์ (2556) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการทำงานที่เพิ่มขึ้นของแผงโฟโตโวลตาอิกจากการใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ด้วยวิธีการพ่นน้ำเป็นละอองฝอยบนผิวหน้าแผง นอกจากนี้ยังได้มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่ดีขึ้นจากการทดสอบระหว่างแผงโฟโตโวลตาอิกชนิดผลึกเดี่ยวและชนิดอะมอร์ฟัสอีกด้วย โดยได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดทดสอบสำหรับแผงชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนขนาด 40 วัตต์ 1 ชุดและสำหรับแผงชนิดอะมอร์ฟัสขนาด 40 วัตต์ 1 ชุด ซึ่งทั้ง 2 ชุดจะมีการออกแบบชุดทดสอบและลักษณะการทดสอบที่เหมือนกัน จากข้อมูลพบว่า น้ำสามารถลดอุณหภูมิในการทำงานของแผงได้อย่างดี โดยจากการทดสอบของแผงชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนและแผงชนิดอะมอร์ฟัสนั้น อุณหภูมิของแผงทดสอบมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแผงควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 28.66 และร้อยละ 36.59 ตามลำดับ และจากการลดอุณหภูมิของแผงด้วยวิธีการพ่นน้ำบนผิวหน้าของแผงในแต่ละการทดสอบพบว่าเมื่อผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของแผง เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างแผงควบคุมและแผงทดสอบ พบว่าแผงทดสอบจากการทดสอบแผงชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนและแผงชนิดอะมอร์ฟัสมีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 10.05 และร้อยละ 7.74 ตามลำดับ

ทรงเกียรติ กิตติสนธิรักษ์ และคณะ (2555) การสูญเสียพลังงานจากอุณหภูมิเป็นหนึ่งในปัญหาหลักในการติดตั้งใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย ได้ทำการทดสอบโดยติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุมเดียวกันกับค่า Latitude คือ 14 องศาโดยหันไปทางทิศใต้ เพื่อให้เซลล์แสงอาทิตย์สามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยได้สูงสุด อุณหภูมิแผงในการใช้งานจริงที่สูงกว่า 60°C ส่งผลให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่ำกว่าที่ควรจะเป็นคณะวิจัยจึงได้สร้างเครื่องหล่อเย็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้น้ำในการลดอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous และชนิด Micro Crystalline Silicon ที่มีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ $-0.24\%/^{\circ}\text{C}$ ได้ถูกนำมาทดสอบผลของการลดอุณหภูมิ พบว่าการหล่อเย็นช่วยให้อุณหภูมิแผงในช่วงความเข้มแสงสูงสุดลดจากประมาณ 60°C เหลือประมาณ 40°C ผลต่าง 20°C นี้ส่งผลให้พลังงานที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ในหนึ่งวันเพิ่มจาก 486 Wh เป็น 526 Wh โดยผลผลิตพลังงาน(Energy yield : Wh/Wp) เพิ่มจาก 5.41 เป็น 5.85 Wh/Wp หรือคิดเป็นการเพิ่ม 7.5 %

Stefan Krauter et al. (1999: 239-248) ในการวิจัยพบว่า การสะท้อนของแสงรังสีดวงอาทิตย์จะทำให้ชุดแผงแสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าลดลงประมาณ 8-15 % นอกจากนี้การที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นมีความร้อนสูงจะส่งผลกระทบต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า ในการวิจัยนี้จะใช้น้ำในการระบายความร้อน และน้ำจะช่วยลดการสะท้อนของแสงได้ถึง 2.0-3.6 % เนื่องจากน้ำมีดัชนีหักเหของแสงเท่ากับ 1.3 นอกจากนั้นน้ำยังช่วยในการทำความสะอาดหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์อีกด้วย ในการทดลองจะใช้น้ำพ่นออกจากหัวฉีดที่ติดตั้งอยู่บนแผงให้น้ำไหลผ่านหน้าแผง จากผลการทดลอง น้ำสามารถลดอุณหภูมิของเซลล์ได้ 22 องศาเซลเซียส และสามารถเพิ่มกำลังไฟฟ้าได้ 10.3 % เมื่อ

เปรียบเทียบกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบไม่ระบายความร้อน และถ้าใช้เครื่องสูบน้ำที่มีการออกแบบที่เหมาะสมจะทำให้ได้พลังงานเพิ่มขึ้นอีก 8-9 %

K.A. Moharram et al. (2013: 869-877) ได้ทดลองการลดปริมาณน้ำที่ใช้ในการระบายความร้อนเพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าที่ต้องการ โดยเฉพาะในภูมิภาคแห้งแล้ง พื้นที่ทะเลทรายในประเทศอียิปต์ แผง PV จะมีอุณหภูมิสูงมาก ในการวิจัยจะหาค่าอัตราและการระบายความร้อนของแผง PV ซึ่งในการระบายความร้อนนี้จะใช้น้ำฉีดออกจากหัวพัน โดยมีอัตราการระบายความร้อนอยู่ที่ 2 องศาเซลเซียสต่อนาที ในการทดลองจะระบายความร้อนเป็นเวลา 5 นาที ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิของแผง PV ลงได้ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งผลของการระบายความร้อนนี้มีเป็นผลที่ดีกับการทดลอง เมื่ออุณหภูมิของแผง PV ได้ถึงจุดสูงสุดที่รับได้ 45 องศาเซลเซียส จะส่งผลต่อพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแผง PV และพลังงานที่จำเป็นสำหรับการระบายความร้อน

Azadeh Kordzadeh et al. (2010: 1098-1102) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ลดลงเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นบนแผงซึ่งทำให้ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ต่ำลง ในการทดสอบได้ใช้น้ำในการลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งได้ติดตั้งชุดการทดสอบอยู่ที่เมืองเคอร์แมน (ละติจูด $30^{\circ}17'$ ลองจิจูด $57^{\circ}50'$) ประเทศอิหร่าน โดยการใช้ใช้น้ำมีความจำเป็นต้องทำให้ไหลทั่วแผง และผิวน้ำมีटरรชนีหักเหของแสงประมาณ 1.3 ซึ่งพบว่าน้ำจะช่วยลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ให้สูงกว่า 25 องศาเซลเซียส และน้ำที่ใช้ไปนั้นจะถูกเก็บรวบรวมและนำกลับมาใช้อีกครั้งจากการทดลอง พบว่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (V_{oc}) จะลดลงแต่กระแสไฟฟ้าลัดวงจร (I_{sc}) จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้และประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

3.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. ชุดควบคุม

- 1.1 แผงแสงอาทิตย์ ชนิด Mono crystalline ขนาด 40 วัตต์ จำนวน 1 แผง
- 1.2 สายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K ติดตั้งบริเวณผิวหน้าของแผงแสงอาทิตย์
- 1.3 รางสำหรับวางแผงแสงอาทิตย์ ความกว้าง 54 เซนติเมตร ความยาว 61.2 เซนติเมตร และความสูงด้านหน้า 20 เซนติเมตร ด้านหลัง 36.8 เซนติเมตร จะวางทำมุม 16 องศา กับแนวระดับ

2. ชุดทดสอบ

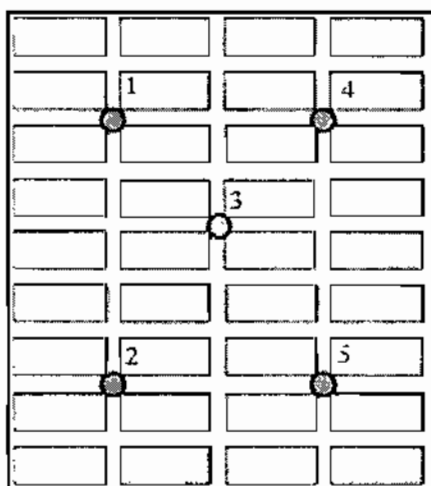
- 2.1 แผงแสงอาทิตย์ ชนิด Mono crystalline ขนาด 40 วัตต์ จำนวน 1 แผง
- 2.2 สายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K ติดตั้งบริเวณผิวหน้าของแผงแสงอาทิตย์
- 2.3 รางสำหรับวางแผงแสงอาทิตย์ ความกว้าง 54 เซนติเมตร ความยาว 61.2 เซนติเมตร และความสูงด้านหน้า 20 เซนติเมตร ด้านหลัง 36.8 เซนติเมตร จะวางทำมุม 16 องศา กับแนวระดับ
- 2.4 ถังน้ำขนาด 100 ลิตร จำนวน 1 ถัง และถังน้ำเย็น จำนวน 1 ถัง
- 2.5 ปั๊มน้ำ 2 เครื่อง ขนาด AC220V/50Hz Power70W 3.0m/2500L/H และ ปั๊มหยดน้ำ
- 2.5 หัวฉีดพ่นน้ำ ประเภทหัวพ่น 180 องศา จำนวน 17 หัว ใช้สำหรับฉีดพ่นน้ำให้กระจายทั่วผิวหน้าแผงแสงอาทิตย์ ซึ่งมีระยะห่างของแต่ละหัวพ่น 2.5 เซนติเมตร

3. เครื่องมือทดสอบสำหรับการเก็บข้อมูล มีดังนี้

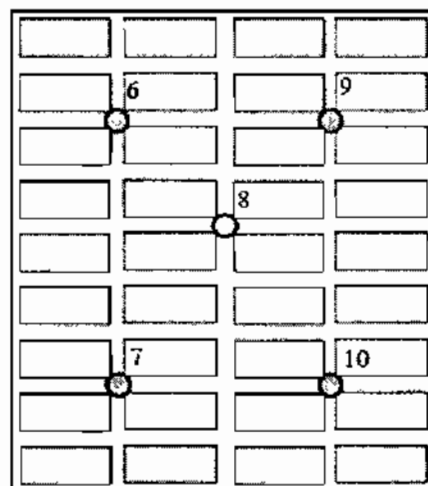
- 3.1 มัลติมิเตอร์ ใช้สำหรับกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า
- 3.2 เครื่องตวัดอัลตราโซนิก ยี่ห้อ Wisco รุ่น AI210 เพื่อใช้สำหรับบันทึกค่าอุณหภูมิของแผงทั้ง 2 ชุด คือแผงชุดทดสอบกับแผงชุดควบคุม และบันทึกค่าอุณหภูมิน้ำที่ใช้ในการทดสอบ
- 3.3 เทอร์โมมิเตอร์ Digital Meter ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิสภาพแวดล้อมทั่วไปบริเวณที่ทำการทดสอบ
- 3.4 เครื่องวัดความเร็วลม
- 3.5 เครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำ

3.3 ตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิของแผงแสงอาทิตย์

ชุดควบคุมและชุดทดสอบจะใช้ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิที่เหมือนกัน ซึ่งจะใช้สายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K สัมผัสบริเวณผิวหน้าของแผงแสงอาทิตย์ ของทั้ง 2 แผง ซึ่งในแต่ละแผงมีจุดสัมผัส 5 จุด รวมทั้งหมด 10 จุด ดังภาพประกอบ 11



ก. แผงควบคุม



ข. แผงทดสอบ

ภาพประกอบ 11 ตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิของแผงแสงอาทิตย์

3.4 ขั้นตอนการทดสอบ

ทำการทดสอบที่อาคารปฏิบัติการคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอ กันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม เวลาการเก็บข้อมูลในหนึ่งวันเริ่มตั้งแต่เวลา 09.00-15.00 นาฬิกา เป็นเวลาทั้งหมด 6 ชั่วโมงในวันที่มีแดด ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

1. นำแผงแสงอาทิตย์ ชุดควบคุมและชุดทดสอบ วางในแนวเดียวกันและหันหน้าแผงไปทางทิศใต้
2. จากนั้นนำอุปกรณ์ชุดทดสอบที่เตรียมไว้ติดตั้งกับแผงแสงอาทิตย์ โดยจะกำหนดให้พ่นน้ำผ่านผิวหน้าแผง 3 นาที ทุกๆ 15 นาที
3. นำเครื่องดักลือคอเกอร์เชื่อมต่อกับสายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K และนำปลายสายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K สัมผัสที่ผิวด้านหน้าของแผงแสงอาทิตย์ ทั้งสองแผงตามตำแหน่งดังภาพประกอบ 11 และวางลงในน้ำสำหรับวัดอุณหภูมิ น้ำเข้า-ขาออก
4. สำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า จะใช้มิเตอร์จำนวน 2 เครื่อง สำหรับ 1 แผง โดยต่อตรงจากสายไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์
5. นำเครื่องสำหรับวัดค่าความเข้มแสง วางใกล้กับบริเวณที่ทำการทดสอบ โดยจะวางในแนวเดียวกับชุดควบคุม
6. เตรียมเทอร์โมมิเตอร์ที่จะใช้สำหรับวัดอุณหภูมิสภาพแวดล้อมทั่วไป โดยจะวางใกล้บริเวณที่ทำการทดสอบ วัดอุณหภูมิของน้ำที่พ่นออกจากหัวพ่น (น้ำเข้า) อุณหภูมิของน้ำที่รับความร้อนจากแผง (น้ำออก) และอุณหภูมิน้ำในถังน้ำเย็น
7. เตรียมเครื่องวัดความเร็วลม โดยจะเก็บข้อมูลในบริเวณที่ทำการทดสอบ

8. จากนั้นเริ่มทำการทดสอบและบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 9.00 นาฬิกา และสิ้นสุดการทดสอบที่เวลา 15.00 นาฬิกา

3.5 การบันทึกข้อมูล

ในการทดสอบนี้จะแบ่งการบันทึกข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่ 1 จะใช้เครื่องตาต้าลอคเกอร์เก็บข้อมูล ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิของแผงแสงอาทิตย์ ของแผงควบคุมและแผงทดสอบ ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ ในส่วนที่ 2 จะเป็นการบันทึกข้อมูลโดยจดค่าต่างๆด้วยมือ ซึ่งได้แก่ ค่ากระแสไฟฟ้า(I) ค่าแรงดันไฟฟ้า(V)ของแผงควบคุมและแผงทดสอบ ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ ค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อม (องศาเซลเซียส) และค่าความเร็วลม(m/s) ดังตาราง 3.1

ตาราง 3 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูล บันทึกข้อมูลวันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เวลา	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		T สิ่งแวดล้อม (องศาเซลเซียส)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)
	กระแส (I_{sc}) (แอมแปร์)	แรงดัน (V_{oc}) (โวลต์)	กระแส (I_{sc}) (แอมแปร์)	แรงดัน (V_{oc}) (โวลต์)		
09.00						
09.15						
09.30						
09.45						
10.00						
10.15						
10.30						
10.45						
11.00						
11.15						
11.30						
11.45						
...						
15.00						

บทที่ 4

ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

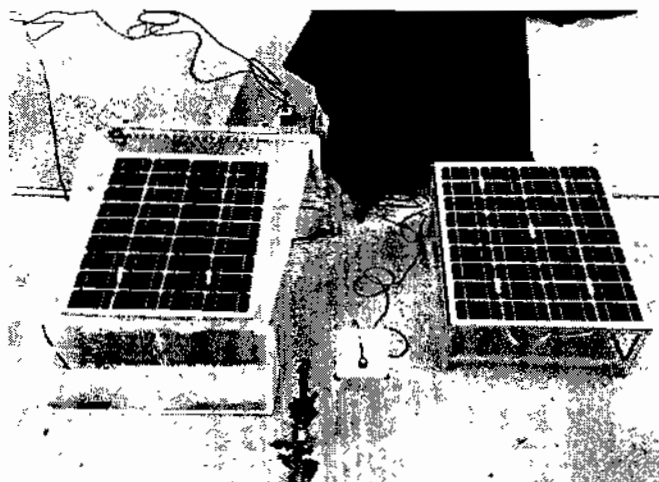
ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์ ชนิด Mono crystalline เมื่อลดอุณหภูมิของแผงด้วยน้ำ ได้ทำการทดสอบอย่างน้อย 20 วัน และเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 9.00-15.00 นาฬิกา โดยเก็บข้อมูลจากแผงแสงอาทิตย์ ชนิด Mono crystalline 2 แผง คือแผงควบคุมและแผงทดสอบ ซึ่งแผงควบคุมคือแผงที่ทำงานในสภาวะปกติไม่มีระบบระบายความร้อน และแผงทดสอบคือแผงที่มีระบบระบายความร้อนโดยใช้น้ำที่ควบคุมอุณหภูมิไหลผ่านผิวหน้าแผงเป็นช่วงเวลา ซึ่งในการวิเคราะห์ผลการทดลองผู้วิจัยได้เลือกผลการทดสอบจากวันที่ 10 มีนาคม 2558 มาเป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด

4.1 สถานที่ทำการทดสอบและชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ



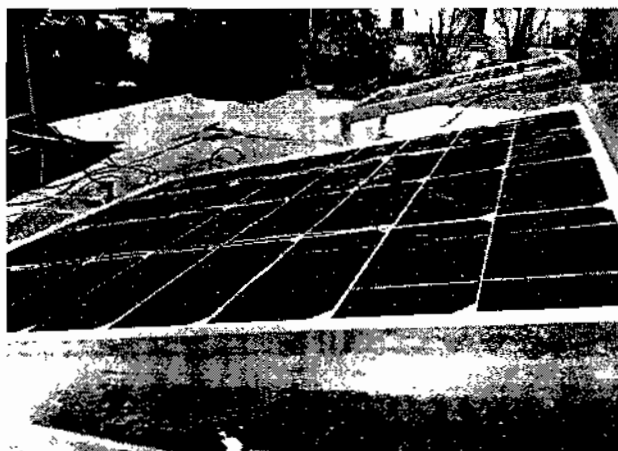
ภาพประกอบ 12 สถานที่ทำการทดสอบและชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

จากภาพประกอบ 12 สถานที่ตั้งและวิธีการทดลองได้เป็นไปตามรายละเอียดในบทที่ 3 แต่แผนผังการวางอุปกรณ์ได้เปลี่ยนไปตามสถานที่จริงไม่เป็นไปตามกับที่ออกแบบไว้



ภาพประกอบ 13 แผงทดสอบ(ข้าย)และแผงควบคุม(ขาว)ที่ใช้ในการทดสอบ

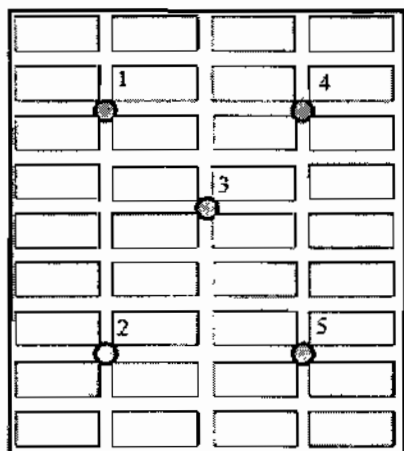
แผงควบคุมและแผงทดสอบ ได้ถูกวางไว้ในแนวเดียวกัน โดยวางตัวในแนวเหนือใต้ หันหน้าไปทางทิศใต้ และเอียงทำมุม 16 องศา กับแนวระดับ ดังแสดงในภาพประกอบ 13



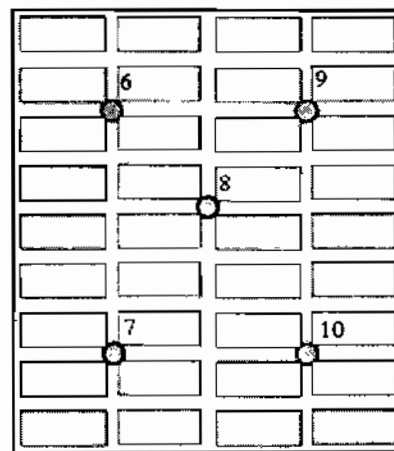
ภาพประกอบ 14 ลักษณะการไหลของน้ำผ่านผิวหน้าของแผงทดสอบ

ลักษณะการไหลของน้ำผ่านผิวหน้าของแผงทดสอบ เมื่อมีการระบายความร้อน ได้แสดงในภาพประกอบ 14 จะเห็นว่า ลักษณะการไหลจะเป็นแผ่นฟิล์มบางกระจายทั่วทั้งแผงที่ใช้ในการทดสอบ

4.2 ตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิของแผงแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดสอบ



ก. แผงควบคุม

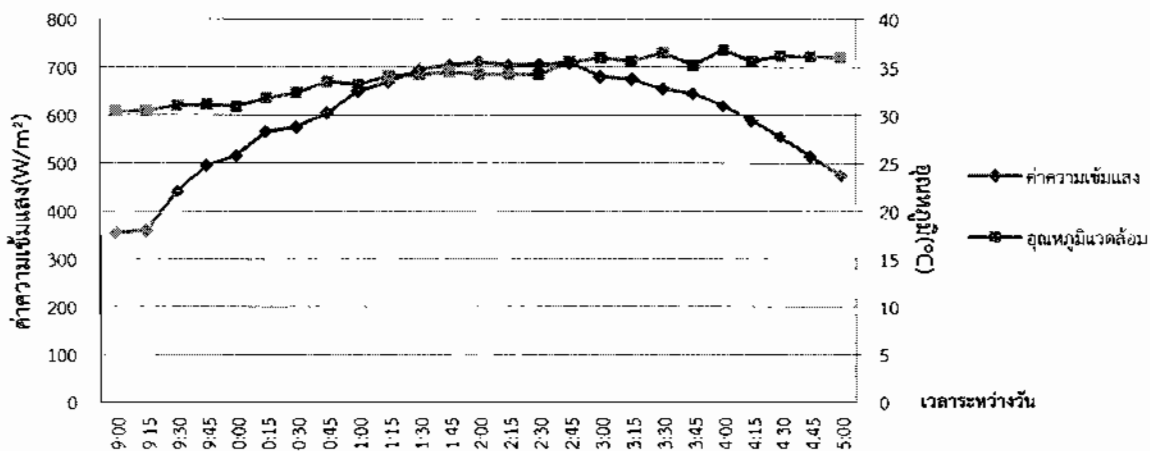


ข. แผงทดสอบ

ภาพประกอบ 15 ตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิของแผงแสงอาทิตย์

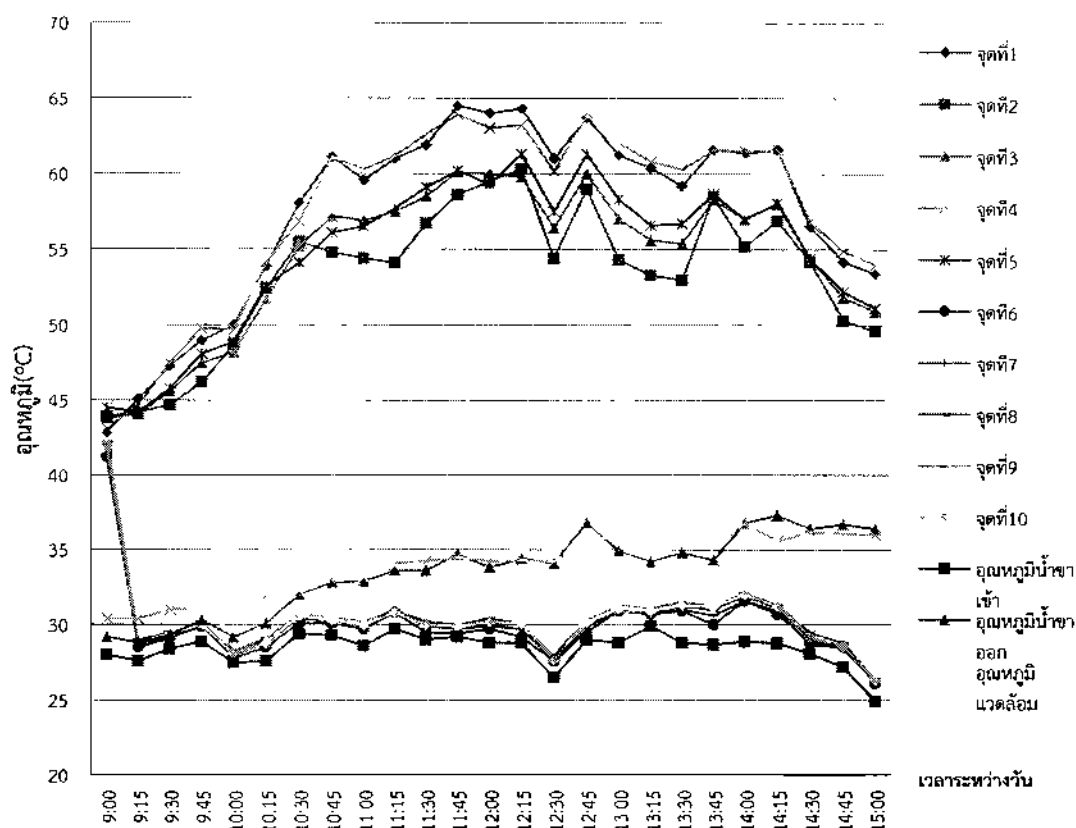
ภาพประกอบ 15 เป็นการแสดงตำแหน่งการติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด k สำหรับวัดอุณหภูมิหน้าแผงของแผงควบคุมและแผงทดสอบ มีจำนวนจุดวัดแผงละ 5 จุด ซึ่งแต่ละจุดจะถือว่าเป็นจุดเดียวกันของแต่ละคู่จุดในการเก็บค่าอุณหภูมิบนหน้าแผงควบคุมและแผงทดสอบ

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบ



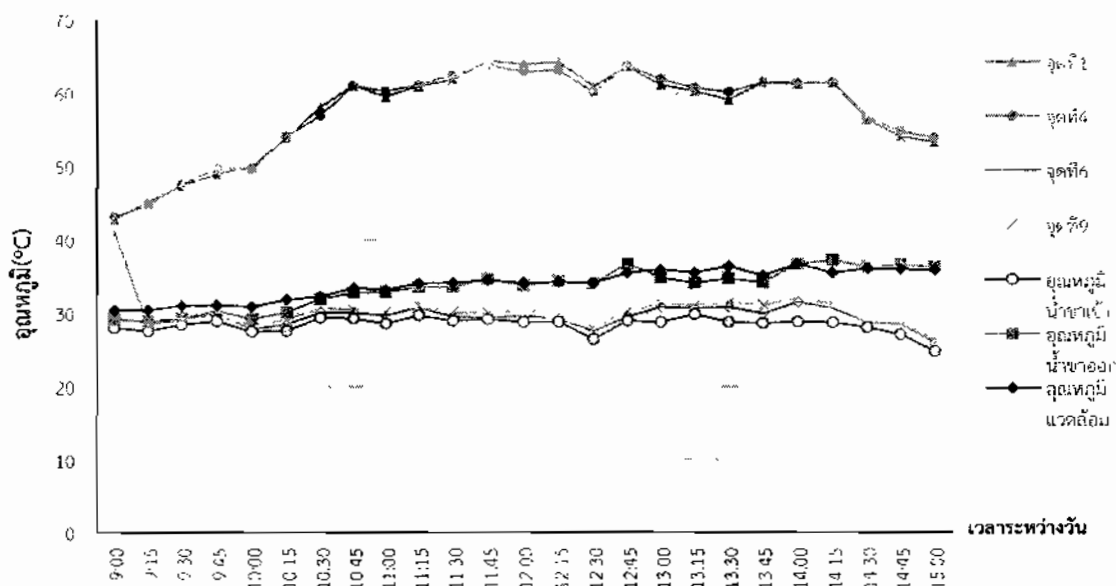
ภาพประกอบ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสง อุณหภูมิแวดล้อม และเวลาระหว่างวัน

จากภาพประกอบ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงในการทดสอบโดยใช้น้ำในการพ่นผ่านผิวหน้าแผง พบว่าความเข้มแสงนั้นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตั้งแต่เริ่มทำการทดสอบเวลา 9.00 นาฬิกา จนถึงเวลา 12.45 นาฬิกา จากนั้นค่าความเข้มแสงจะลดลงเรื่อยๆจนถึงเวลาสิ้นสุดการทดสอบของวัน ที่เวลา 15.00 นาฬิกา โดยค่าความเข้มแสงสูงสุดอยู่ที่เวลา 12.00 นาฬิกา และ 12.45 นาฬิกา คือ 710 วัตต์ต่อตารางเมตร ส่วนค่าความเข้มแสงต่ำสุดอยู่ที่เวลา 9.00 นาฬิกา คือ 355 วัตต์ต่อตารางเมตร และค่าอุณหภูมิแวดล้อมจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าความเข้มแสงจนถึงเวลา 12.45 นาฬิกา จากนั้นค่าความเข้มแสงมีค่าลดลง แต่ค่าอุณหภูมิแวดล้อมไม่ได้ลดลงตามไปด้วย ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า การเก็บค่าข้อมูลอุณหภูมิแวดล้อมในที่ร่มนั้น แม้ว่าค่าความเข้มแสงมีค่าลดลง แต่ความร้อนจากแสงอาทิตย์ยังสะสมอยู่โดยรอบ จึงอาจทำให้อุณหภูมิแวดล้อมมีค่าสูงขึ้นจนสิ้นสุดการทดลอง



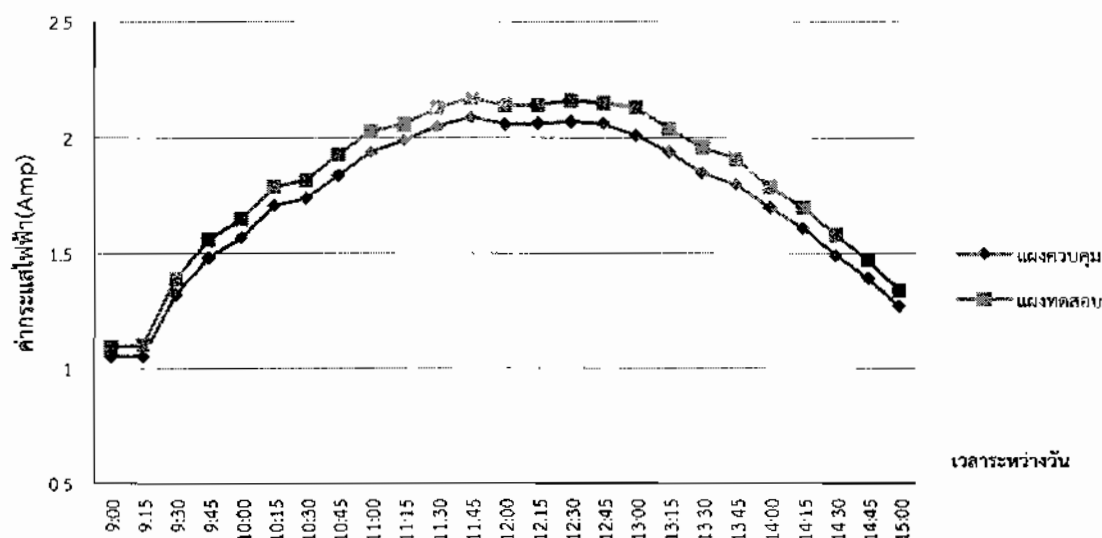
ภาพประกอบ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแผงควบคุม(จุด1-5)
อุณหภูมิแผงทดสอบ(จุด6-10) อุณหภูมิน้ำเข้า-ออก อุณหภูมิ
แวดล้อม และเวลาระหว่างวัน

จากภาพประกอบ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแผงควบคุมกับอุณหภูมิแผงทดสอบพบว่าอุณหภูมิของแผงทดสอบลดลงแทบจะเป็นค่าเดียวกันทั้ง 5 จุดและมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิน้ำเข้าเข้าที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 25-30 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิของแผงควบคุมจะมีค่าที่ใกล้เคียงกันทุกจุดแต่จะมีค่าที่ไม่ค่อยสม่ำเสมอเนื่องจากในบางเวลามีลมพัดผ่านจึงทำให้อุณหภูมิของแผงควบคุมมีค่าลดลง จากข้อมูลพบว่าอุณหภูมิของแผงควบคุมมีค่ามากกว่าอุณหภูมิของแผงทดสอบทุกช่วงเวลา อุณหภูมิแผงควบคุมจะมีค่าสูงสุดอยู่จุดที่ 1 เวลา 11.45 นาฬิกา คือ 64.5 องศาเซลเซียส ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ที่ จุดที่ 1 และ 4 เวลา 9.00 นาฬิกา คือ 43.1 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิแผงทดสอบมีค่าสูงสุดอยู่จุดที่ 10 เวลา 9.00 นาฬิกา คือ 42.0 องศาเซลเซียส ส่วนค่าต่ำสุดจะอยู่ที่จุดที่ 10 เวลา 15.00 นาฬิกา คือ 26.3 องศาเซลเซียส จะสังเกตได้ว่า ณ เวลา 12.30 นาฬิกา จุดวัดอุณหภูมิทุกจุดมีค่าลดลงเนื่องจากค่าความเข้มแสงลดลงในเวลาเดียวกันดังแสดงในภาพประกอบที่ 16 แสดงว่าค่าความเข้มแสงมีผลต่ออุณหภูมิหน้าแผงทั้ง 2 แผง และเพื่อให้เห็นค่าความแตกต่างของอุณหภูมิหน้าแผงของทั้ง 2 แผงที่ชัดเจนขึ้น ได้นำจุดที่ 1 และ 4 ของแผงควบคุมที่เป็นตำแหน่งที่มีค่าอุณหภูมิสูงที่สุดกับจุดที่ 6 และ 9 ของแผงทดสอบมาพิจารณาเพิ่มเติม



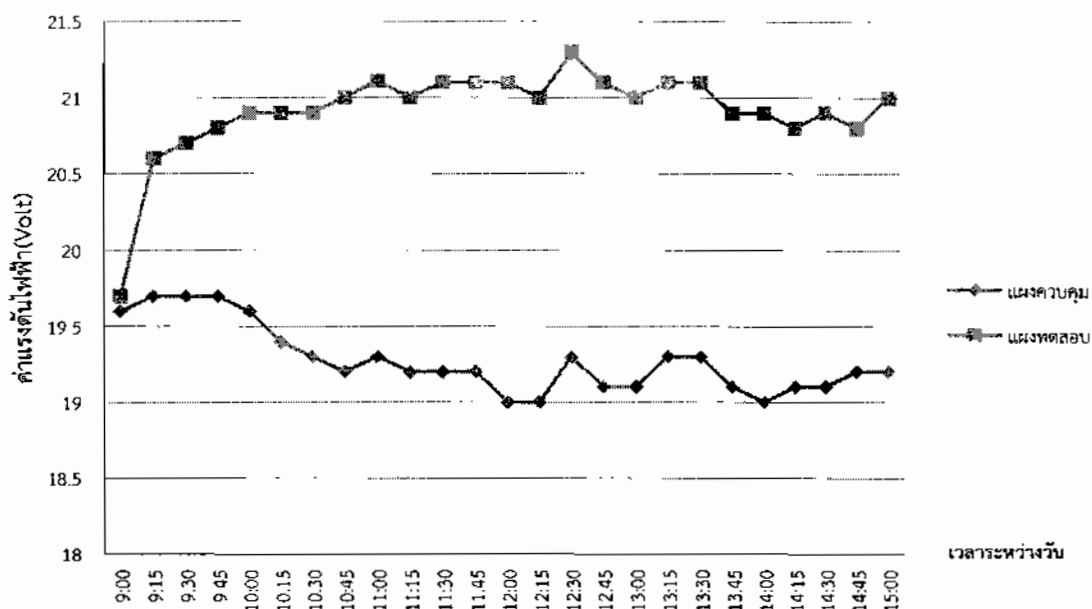
ภาพประกอบ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิหน้าแผงจุดที่ 1 และ 4 ของแผงควบคุม กับจุดที่ 6 และ 9 ของแผงทดสอบ อุณหภูมิน้ำเข้า-ออก อุณหภูมิแวดล้อม และเวลาระหว่างวัน

จากภาพประกอบ 18 เมื่อนำอุณหภูมิของจุดที่ 1 และ 4 ของแผงควบคุม และจุดที่ 6 และ 9 ของแผงทดสอบมาเปรียบเทียบกันทำให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้นว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำ ทำให้แผงแสงอาทิตย์มีอุณหภูมิลดลง อุณหภูมิที่จุด 6 และ 9 ของแผงทดสอบนั้นมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิน้ำเข้า และเป็นไปในทิศทางเดียวกันแต่มีค่าน้อยกว่าอุณหภูมิแวดล้อม ซึ่งตรงกันข้ามกับอุณหภูมิที่จุด 1 และ 4 ของแผงควบคุมที่มีค่ามากกว่าอุณหภูมิแวดล้อมเป็นอย่างมาก จะเห็นว่าเมื่อแผงทดสอบมีการระบายความร้อนด้วยน้ำที่มีการควบคุมอุณหภูมิที่ 25-30 องศาเซลเซียส ทำให้อุณหภูมิแต่ละจุดมีค่าใกล้เคียงกันมาก ที่จุด 1 และ 4 ของแผงควบคุมนั้นมีค่าอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันและอยู่ในบริเวณด้านบนของแผง แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการเอียงเพื่อให้เกิดการรับแสงที่ดีขึ้น บริเวณด้านบนของแผงควบคุมนั้นจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณอื่นๆ



ภาพประกอบ 19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสไฟฟ้าของแสงควบคุมกับแสงทดสอบ และเวลาระหว่างวัน

จากภาพประกอบ 19 พบว่าค่ากระแสไฟฟ้าของแสงทดสอบจะมีค่ามากกว่าค่ากระแสไฟฟ้าของแสงควบคุมทุกช่วงเวลา แสงควบคุมมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดเวลา 11.45 นาฬิกา คือ 2.09 แอมแปร์ และมีค่าต่ำสุดที่เวลา 9.00 นาฬิกา และ 9.15 นาฬิกา คือ 1.05 แอมแปร์ และแสงทดสอบมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่เวลา 11.45 นาฬิกา คือ 2.17 แอมแปร์ และมีค่าต่ำสุดที่เวลา 9.00 นาฬิกา คือ 1.09 แอมแปร์ จะเห็นได้ว่าค่ากระแสไฟฟ้าของแสงควบคุมและแสงทดสอบนั้นมีค่าต่างกันไม่มากนัก เนื่องจากค่าความเข้มแสงจะมีอิทธิพลต่อค่ากระแสไฟฟ้ามากกว่าอุณหภูมิในการทำงานของแสงอาทิตย์ ดังนั้นค่ากระแสไฟฟ้าจะเป็นไปตามค่าความเข้มแสงจึงทำให้กราฟค่ากระแสไฟฟ้ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับกราฟค่าความเข้มแสง (ภาพประกอบ 16)



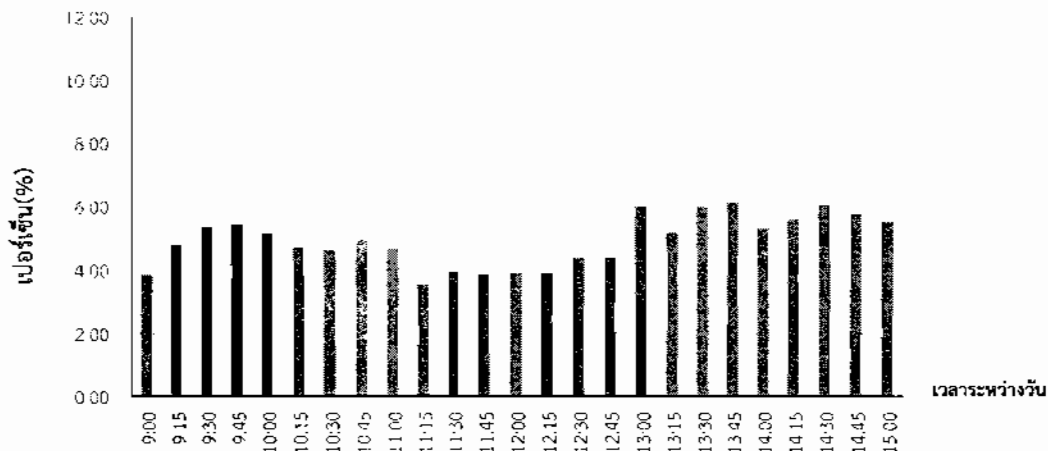
ภาพประกอบ 20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้าของแสงควบคุมกับแสงทดสอบ และเวลาระหว่างวัน

จากภาพประกอบ 20 พบว่าทุกช่วงเวลาในการทดสอบ ค่าแรงดันไฟฟ้าของแสงทดสอบมีค่ามากกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าของแสงควบคุม เนื่องจากอุณหภูมิของแสงมีผลต่อค่าแรงดันไฟฟ้า ดังนั้นเมื่อแสงทดสอบได้มีการระบายความร้อนด้วยน้ำ จึงทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าของแสงทดสอบมีค่ามากกว่าแสงควบคุมอย่างชัดเจนและค่าแรงดันไฟฟ้าจะแปรผันตามอุณหภูมิของแสงซึ่งทำให้กราฟค่าแรงดันไฟฟ้าไม่เป็นไปตามกราฟค่าความเข้มแสง จึงกล่าวได้ว่าอุณหภูมิของแสงแสงอาทิตย์มีผลต่อค่าแรงดันไฟฟ้ามากกว่าค่าความเข้มแสง โดยที่แสงทดสอบมีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่เวลา 12.30 นาฬิกา คือ 21.3 โวลต์ ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ที่เวลา 9.00 นาฬิกา คือ 19.7 โวลต์ และแสงควบคุมมีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่เวลา 9.15, 9.30 และ 9.45 นาฬิกา คือ 19.7 โวลต์ ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ที่เวลา 12.00, 12.15 และ 14.00 น. คือ 19.0 โวลต์

ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วลมกับอุณหภูมิหน้าแผง

เวลา	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม					เวลา	ความเร็วลม(m/s)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5		
12.24	56.9	55.2	57.1	57	57.9	12.24	3.8
12.25	56.2	54.2	56.5	56.3	57.4	12.25	4.2
12.26	56.6	54.7	56.8	56.5	57.5	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
13.01	60.1	53.8	56.4	60.9	57.6	13.01	1.1
13.02	58.8	53.4	55.9	59.5	57.1	13.02	5.7
13.03	58.9	54.7	56.7	59.9	57.8	...	...

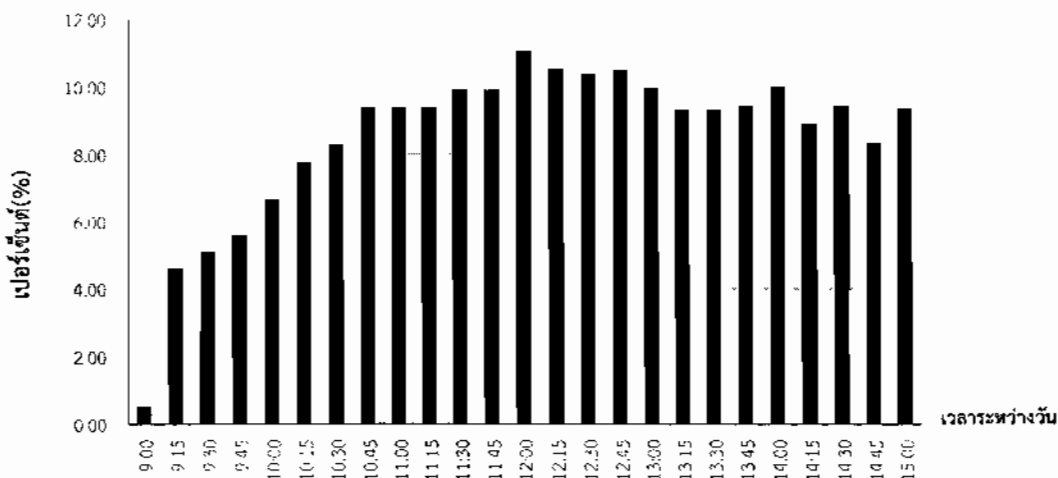
จากตาราง 4 ผู้วิจัยได้มีการเก็บค่าความเร็วลมด้วย Anemometer โดยจะเก็บข้อมูลเมื่อเกิดลมเท่านั้นคือ เมื่อมีลมผู้วิจัยจะนำเครื่อง Anemometer มาวัดค่าความเร็วลม(m/s) ซึ่งจากข้อมูลพบว่าความเร็วลมที่เวลา 12.24 นาฬิกา และ 12.25 นาฬิกา มีค่า 3.8 และ 4.2 m/s ตามลำดับ ทำให้อุณหภูมิของแผงควบคุมในช่วงเวลา 12.24 นาฬิกา ถึง 12.25 นาฬิกา มีค่าลดลง และความเร็วลม 5.7 m/s ที่เวลา 13.02 นาฬิกา ทำให้อุณหภูมิของแผงควบคุมในช่วงเวลา 13.01 นาฬิกา ถึง 13.02 นาฬิกา มีค่าลดลง จากตาราง 4 และภาพประกอบ 17 จะเห็นได้ว่าเมื่อเกิดลมขึ้นจะทำให้อุณหภูมิของแผงลดลง จึงส่งผลให้ค่าแรงดันไฟฟ้าในช่วงเวลานั้นๆเพิ่มขึ้น เช่น ช่วงก่อนเวลา 12.30 นาฬิกา จะมีลมเกิดขึ้นก่อนการบันทึกค่าจริง จึงทำให้กราฟอุณหภูมิของแผงมีค่าลดลงและกราฟแรงดันไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น



ภาพประกอบ 21 ความแตกต่างค่ากระแสไฟฟ้าของแผงควบคุมกับแผงทดสอบ และช่วงเวลา
ระหว่างวัน

จากการคำนวณจะได้ว่าค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งวันของแผงควบคุมคือ 1.73 แอมแปร์ และค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งวันของแผงทดสอบคือ 1.80 แอมแปร์ จากข้อมูลพบว่าใน 1 วัน แผงทดสอบให้ค่ากระแสไฟฟ้าที่ดีกว่าแผงควบคุมโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 4.8

จากภาพประกอบ 21 เป็นการแสดงค่าความแตกต่างระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงควบคุมและแผงทดสอบ โดยค่าความแตกต่างจะอยู่ในช่วงร้อยละ 3.52 ถึงร้อยละ 6.11 จากข้อมูลพบว่า ช่วงเวลาที่มีความแตกต่างสูง จะเป็นช่วงที่แผงควบคุมมีอุณหภูมิของแผงสูงกว่าแผงทดสอบมาก (ภาพประกอบ 17) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้า (ภาพประกอบ 22) จะพบว่ามีค่าน้อยกว่า ซึ่งเป็นการยืนยันได้ว่าอุณหภูมิของแผงที่เพิ่มขึ้นมีผลกับความสามารถในการผลิตแรงดันไฟฟ้ามากกว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์



ภาพประกอบ 22 ความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าของแผงควบคุมกับแผงทดสอบ
และช่วงเวลาระหว่างวัน

จากการคำนวณจะได้ว่าค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งวันของแผงควบคุมคือ 19.28 โวลต์และค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งวันของแผงทดสอบคือ 20.91 โวลต์ จากข้อมูลพบว่าใน 1 วัน แผงทดสอบให้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ดีกว่าแผงโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 8.45

จากภาพประกอบ 22 เป็นการแสดงค่าความแตกต่างระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงควบคุมและแผงทดสอบ โดยค่าความแตกต่างจะอยู่ในช่วงร้อยละ 4.57 ถึงร้อยละ 11.05 จากข้อมูลพบว่า ช่วงเวลาที่มีค่าความแตกต่างสูงเป็นช่วงเวลาที่แผงควบคุมมีอุณหภูมิแผงสูงกว่าแผงทดสอบมาก (ภาพประกอบ 17) แต่จากการเปรียบเทียบกับค่าความแตกต่างของกระแสไฟฟ้า (ภาพประกอบ 21) จะพบว่ามีค่าสูงกว่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของแผงที่สูงขึ้นจะมีผลต่อความสามารถในการผลิตแรงดันไฟฟ้ามากกว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์

ดังนั้นการระบายความร้อนด้วยน้ำ เพื่อให้แผงแสงอาทิตย์มีอุณหภูมิลดลงนั้น จะช่วยให้การผลิตพลังงานไฟฟ้าดีขึ้น นอกจากนั้นลมก็มีส่วนช่วยให้แผงแสงอาทิตย์มีอุณหภูมิลดลงเช่นเดียวกัน และจากข้อมูลพบว่า อุณหภูมิของแผงจะส่งผลกับความสามารถในการผลิตแรงดันไฟฟ้ามากกว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์

บทที่ 5

สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดสอบ

จากการเก็บข้อมูลการทำงานของแผงแสงอาทิตย์ ชนิด Mono crystalline ขนาด 40 วัตต์ จำนวน 2 แผงคือ แผงควบคุมและแผงทดสอบ โดยที่แผงควบคุมไม่มีการระบายความร้อน และแผงทดสอบมีระบบระบายความร้อนของแผงด้วยการพ่นน้ำแบบหัวฉีดผ่านผิวหน้าแผงที่มีการควบคุมอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส โดยจะเก็บค่ากระแสไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้า ค่าความเข้มแสง ค่าความเร็วลม อุณหภูมิแวดล้อม และอุณหภูมิหน้าแผง ตั้งแต่เวลา 09.00-15.00 นาฬิกา ทั้งหมด 21 วัน และจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน

จากการศึกษาการทำงานของแผงแสงอาทิตย์พบว่าอุณหภูมิหน้าแผงแสงอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นตั้งแต่เวลา 9.00 นาฬิกา จนถึงเวลา 11.45 นาฬิกา จากนั้นอุณหภูมิหน้าแผงแสงอาทิตย์จะลดลง ซึ่งจะเป็นไปตามค่าความเข้มแสง และค่าความเข้มแสงนั้นมีผลต่อค่ากระแสไฟฟ้าจึงทำให้ค่ากระแสไฟฟ้าของทั้ง 2 แผงไม่ต่างกันมาก แต่อุณหภูมิหน้าแผงนั้นมีผลต่อค่าแรงดันไฟฟ้าจึงทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างชัดเจน

จากข้อมูลพบว่าระหว่างแผงควบคุมและแผงทดสอบนั้นจะมีความแตกต่างกันมากที่ค่าแรงดันไฟฟ้า โดยที่ค่าความแตกต่างจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 8.45 ซึ่งเกิดจากผลของการลดอุณหภูมิในการทำงานของแผงแสงอาทิตย์ แต่ค่ากระแสไฟฟ้ามีค่าไม่ต่างกันมาก โดยค่ากระแสไฟฟ้าของทั้ง 2 แผงจะมีค่าไปในทิศทางเดียวของค่าความเข้มแสง โดยที่ค่าความแตกต่างจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 4.8 นอกจากนี้ความเร็วลมก็มีผลทำให้อุณหภูมิหน้าแผงมีค่าลดลงเช่นเดียวกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการลดอุณหภูมิหน้าแผงมีผลต่อความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ โดยจะมีผลต่อการผลิตแรงดันไฟฟ้ามากกว่าการผลิตกระแสไฟฟ้า

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการพ่นน้ำของแผงทดสอบเพื่อลดอุณหภูมิในช่วงวันในการทดสอบ บริเวณหน้าแผงจะมีคราบน้ำอยู่บริเวณหน้าแผงของจุดวัดอุณหภูมิ ควรทำความสะอาดเป็นประจำ แต่การถอดชุดทดสอบนั้นยาก จึงลำบากในการทำความสะอาด
2. เครื่องวัดค่าความเข้มแสงควรเลือกใช้เครื่องที่มีประสิทธิภาพที่ดี เนื่องจากการทดสอบนี้ได้พบว่าเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่ใช้อ่านค่าไม่ได้ในบางเวลา
3. มีการใช้ระบบน้ำวน ทำให้น้ำที่ผ่านการรับความร้อนจากแผงมีฝุ่นปะปนดังนั้นควรมีการกรองน้ำหรือทำให้น้ำสะอาดก่อนนำมาใช้ใหม่
4. จากผลการทดสอบพบว่าสามารถทำให้แผงแสงอาทิตย์มีการประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ดังนั้นสามารถนำไปปรับใช้เพื่อผลิตไฟฟ้าในอนาคตได้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กราฟคุณลักษณะกระแส-แรงดันของแผงแสงอาทิตย์

<https://www.folsomlabs.com/modeling/module/module_model>

ความรู้เกี่ยวกับแผงแสงอาทิตย์

<http://www.baanjomyut.com/library_2/extension-2/solar_cell/01.html>

จักรพงษ์ ประประโคนและยอดเพชร โกศล. การศึกษาประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลแตอิก ชนิด

Mono crystalline เมื่อลดอุณหภูมิของแผงโดยให้น้ำผ่านผิวหน้าแผง. ปรินูญานันท์ วศ.บ.

มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555.

ทรงเกียรติ กิตติสนธิรักษ์. วิชิต แสงสุวรรณ. จริญญา ศรีธาราธิคุณ. อมรัตน์ ลิ้มมณีและ

กอบศักดิ์ ศรีประภา. การเพิ่มพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดอะมอร์ฟัส/ไมโคร

คริสตัลไลน์ ซิลิคอนด้วยการลดอุณหภูมิแผงในการทดสอบกลางแจ้ง. วิศวกรรมลาดกระบัง ปีที่ 29 ฉบับที่ 3, กันยายน, 2555.

ประภาพร บัญหล้าและบุษิดา สุวแพทย์. การระบายความร้อนด้วยน้ำที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของ

แผงโฟโตโวลแตอิกชนิดผลึกเดี่ยวและชนิดอะมอร์ฟัส. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 9, 2556.

ปัจจัยที่ลดทอนประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์

<<http://www.chumphon.kmitl.ac.th/me/images/stories/km/km002.pdf>>

สิทธิพงษ์ โลเกตุและมลฤดี บริสุทธิ์. การปรับปรุงประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลแตอิก

ชนิด *Amorphous* เมื่อลดอุณหภูมิของแผงด้วยน้ำ. ปรินูญานันท์ วศ.บ. มหาสารคาม :

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555.

Abd-Elhady. Moharram, Kandil. and El-Sherif. *Enhancing the performance of*

photovoltaic panels by water cooling. Ain Shams Engineering Journal 4:

869-877. 2013.

Azedeh Kordzadeh. *The effects of nominal power of array and system head on*

the operation of photovoltaic water pumping set with array surface covered by a film of water. Renewable Energy 35: 1098-1102. 2010.

Stefan Krauter. *Increased electrical yield via water flow over the front of*

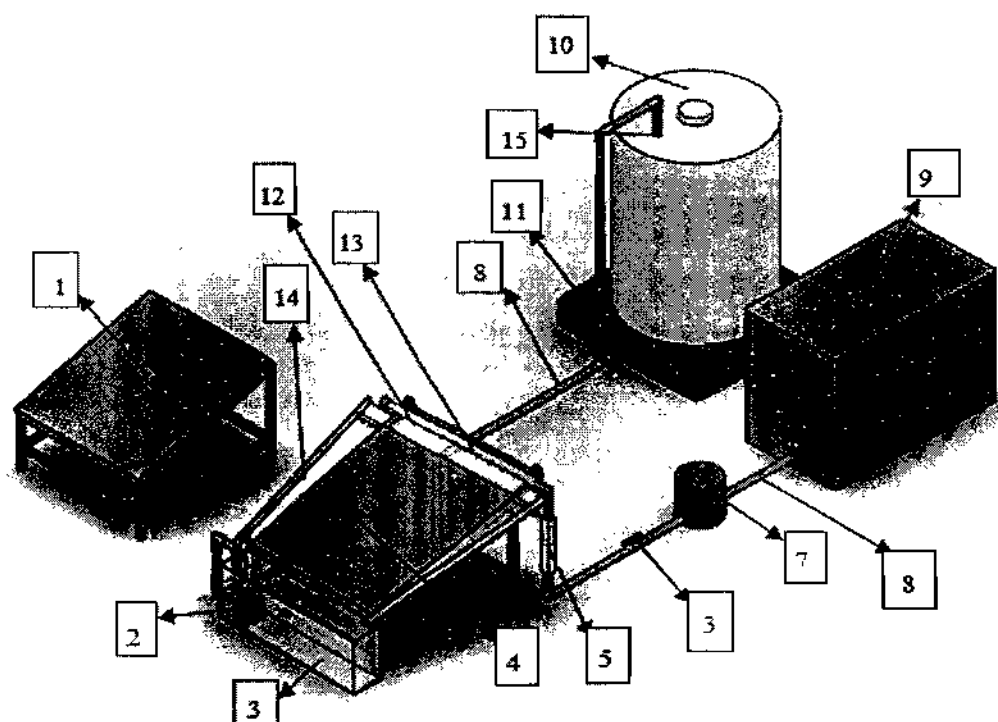
photovoltaic panels. Solar Energy Materials & Solar Cell 82: 131-137. 2004.

ภาคผนวก

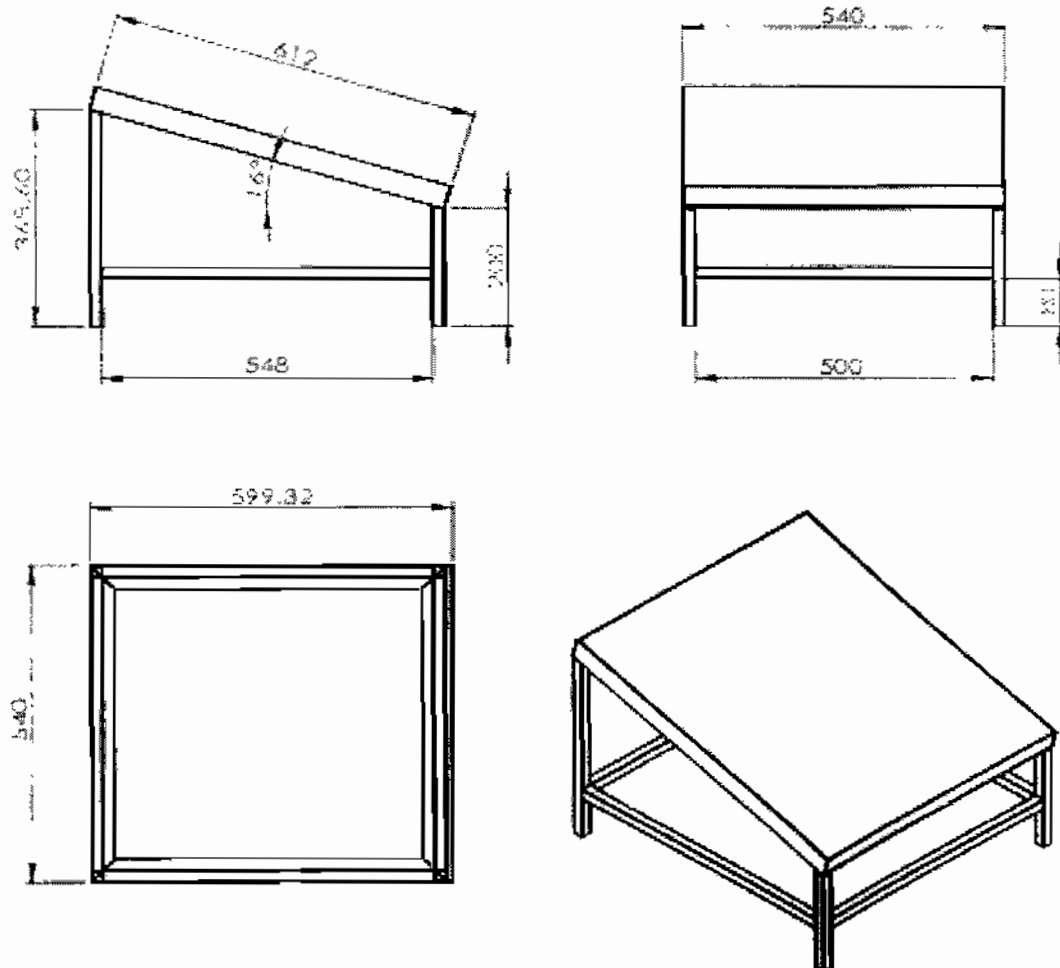
ภาคผนวก ก
แบบโครงสร้างแผนควบคุมและแผนทดสอบ

ตาราง ก1 อุปกรณ์ในการทดสอบ

	ชื่อ	จำนวน
1	แผงควบคุม	1
2	ปั้มน้ำ	1
3	วาล์วเปิด - ปิด	2
4	อุปกรณ์วัดอัตราการไหล	1
5	แผงทดสอบ	1
6	ที่รองน้ำขาออก	1
7	ปั้มน้ำ	1
8	ท่อส่งน้ำ	2
9	ถังน้ำเย็น	1
10	ถังน้ำ 100 ลิตร	1
11	ฐานรองถังน้ำ 100 ลิตร	1
12	หัวพ่นน้ำ	17
13	สายยาง	1
14	ที่กั้นน้ำ	2
15	ตัวกรองน้ำ	1



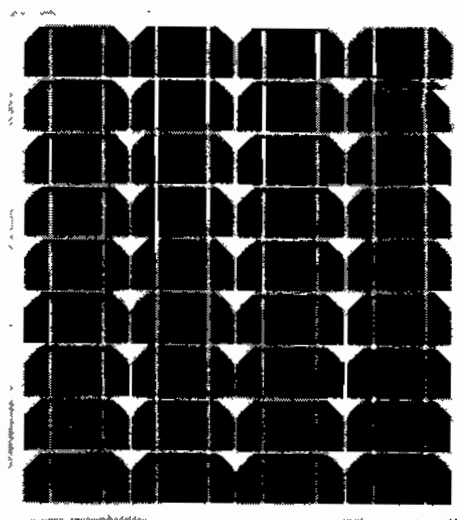
ภาพประกอบ ก1 กระบวนการในการทดสอบ



ภาพประกอบ ก2 โครงสร้างฐานสำหรับวางแผงแสงอาทิตย์

ภาคผนวก ข
อุปกรณ์ในการทดสอบ

1. แผงแสงอาทิตย์



รายละเอียด

สินค้าได้รับการรับรองภายใต้ มาตรฐาน IEC, CE

ผลึกแผงแสงอาทิตย์ (Mono Crystalline โมดูล PV) ขนาด 40 วัตต์

1. Power Max = 40 วัตต์
2. แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (V_{oc}) = 21.5 โวลต์
3. แรงดันไฟฟ้าสูงสุด (V_{mp}) = 17.0 โวลต์
4. กระแสไฟฟ้าสูงสุด (I_{mp}) = 2.36 แอมแปร์
5. กระแสไฟฟ้าลัดวงจร (I_{sc}) = 2.60 แอมแปร์
6. แรงดันระบบสูงสุด = 600 โวลต์
7. ทดสอบที่สภาวะมาตรฐาน : ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ 1000 W/m^2 Air Mass 1.5 AM และ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
8. ขนาด (กว้าง x ลึก x สูง) : 540x610x28
9. น้ำหนัก : ประมาณ 3.8 กิโลกรัม

2. มัลติมิเตอร์ UNI-T UT33

UT33D

**Palm-Size Digital Multimeters****SPECIFICATIONS**

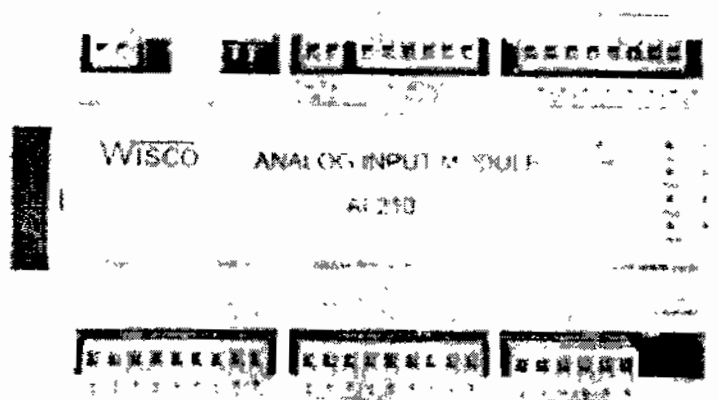
Basic Functions	Range	Best Accuracy
DC Voltage	200mV/2000mV/20V/200V/500V	$\pm(0.5\%+2)$
AC Voltage	200V/500V	$\pm(1.2\%+10)$
DC Current	2000 μ A/20mA/200mA/10A	$\pm(1\%+2)$
Resistance	200 Ω /2000 Ω /20k Ω /200k Ω /20M Ω /200M Ω	$\pm(0.8\%+2)$
Special Functions		
Diode		✓
Continuity Buzzer		✓
Square Wave Output		✓
Data Hold		✓
Display Backlight		✓
Low Battery Display		✓
Input Impedance for DC Voltage Measurement	Around 10M Ω	✓
Max. Display	1999	✓

GENERAL CHARACTERISTICS

Power	9V Battery (6F22)
LCD Size	48 x 16mm
Product Colour	Red and Grey
Product Net Weight	156g
Product Size	130 x 73.5 x 35mm
Standard Accessories	Test Lead, Battery, English Manual, Holster
Standard Individual Packing	Gift Box
Standard Quantity Per Carton	60pcs
Standard Carton Measurement	490 x 356 x 315mm (Around 0.065 CBM Per Standard Carton)
Standard Carton Gross Weight	18kg

Specifications and other information are subject to change without further notice

3. คัดเลือกเกอรัยี่ห้อ Wisco รุ่น AI210



Specifications

Analog Input	8 Channels, Relay isolated
Input type (Programmable)	Thermocouple(R,S,K,E,J,T,B),RTD(PT100),0-10 VDC,0-5 VDC,0-100 mVDC,0-20 mA,0-40 mA
A/D Converter	16 bits
Digital Input	4 Channels,12-24 VDC,Opto Isolated
Digital Output	4 Channels,NPN Open Collector
Comm. Port	RS-232,RS-485(Isolated)
Protocol	MODBUS(ASCII,RTU),ASCII Command
Software Support	Citect,Wonderware,Labview,Fix,Genesis,DDE Server
Power Supply	85-230 VAC(12 VDC,24 VDC,Optional)
Ambient Temperature	0-50 °C
Mounting	DIN Rail
Dimension	W160 x H90 x D60 mm.
Ordering Information	Specify Power Supply
Example	AI210/220 VAC

4. เครื่องวัดค่าความเข้มแสง (Pyranometer)



เครื่องวัดความเข้มแสงมีค่า sensitivity 4.93×10^{-6} V

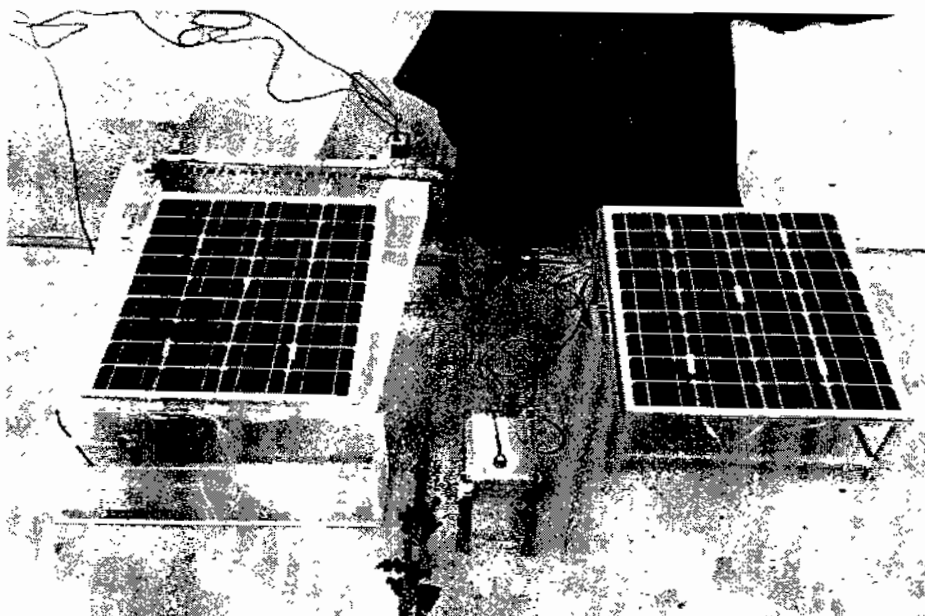


เครื่องวัดความเข้มแสงมีค่า sensitivity 0.2×10^{-3} V

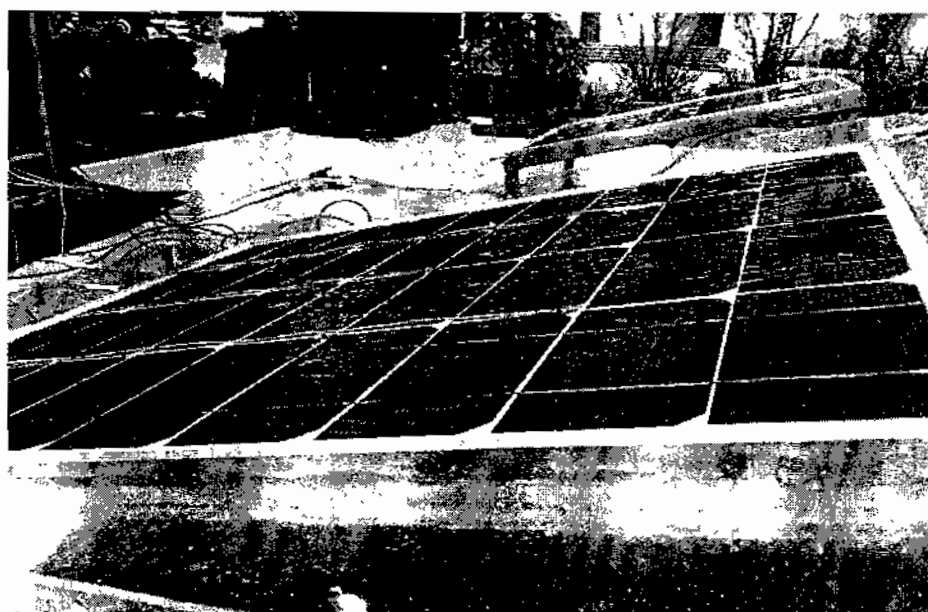


เครื่องวัดความเข้มแสงมีค่า sensitivity 16.79×10^{-6} V

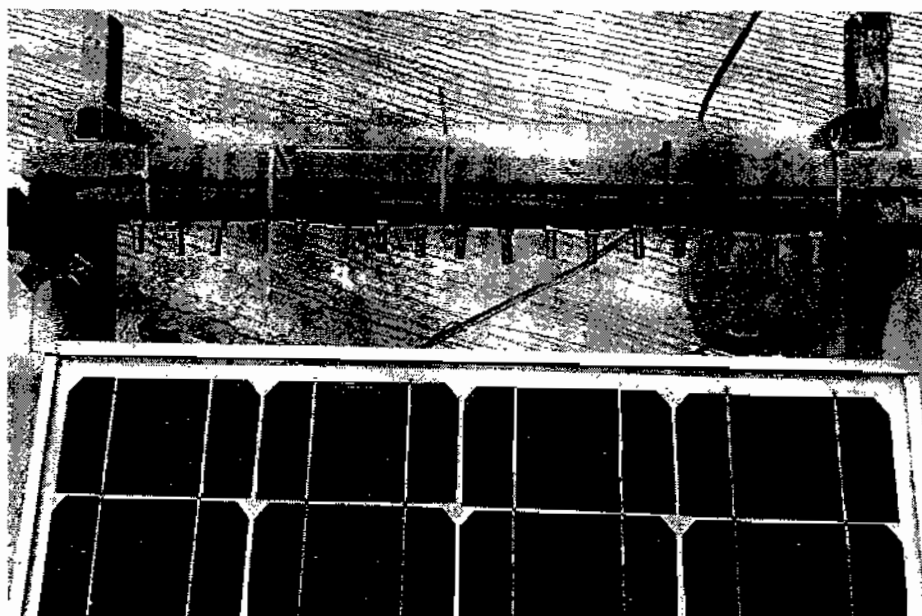
ภาคผนวก ค
การเตรียมชุดทดสอบ



ภาพประกอบ ง1 แผงทดสอบและแผงควบคุม



ภาพประกอบ ง2 แผงทดสอบขณะที่ระบบระบายความร้อนทำงาน



ภาพประกอบ ง3 หัวพ่นน้ำที่ติดตั้งกับแผงทดสอบ



ภาพประกอบ ง4 ปั้มน้ำที่ทำการปั้มน้ำไประบายความร้อนหน้าแผงทดสอบ



ภาพประกอบ ง5 ถังน้ำที่มีการควบคุมอุณหภูมิน้ำให้อยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส ก่อนมีการปัมน้ำออกไป



ภาพประกอบ ง6 ปั๊มน้ำกดมาเก็บในถังน้ำ 100 ลิตร

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณ

1. ค่าความแตกต่างของกระแสไฟฟ้า ร้อยละ สามารถคำนวณได้จาก

$$\left(\frac{\text{ค่ากระแสไฟฟ้าของแผงทดสอบ} - \text{ค่ากระแสไฟฟ้าของแผงควบคุม}}{\text{ค่ากระแสไฟฟ้าของแผงควบคุม}} \right) \times 100$$

ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งวันของแผงควบคุมเท่ากับ 1.73 แอมแปร์

ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งวันของแผงทดสอบเท่ากับ 1.80 แอมแปร์

$$\text{ค่าความแตกต่างของกระแสไฟฟ้าเท่ากับ ร้อยละ } \left(\frac{1.80 - 1.73}{1.73} \right) \times 100 = 4.8$$

2. ค่าความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้า ร้อยละ สามารถคำนวณได้จาก

$$\left(\frac{\text{ค่าแรงดันไฟฟ้าของแผงทดสอบ} - \text{ค่าแรงดันไฟฟ้าของแผงควบคุม}}{\text{ค่าแรงดันไฟฟ้าของแผงควบคุม}} \right) \times 100$$

ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งวันของแผงควบคุมเท่ากับ 19.28 โวลต์

ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งวันของแผงทดสอบเท่ากับ 20.91 โวลต์

$$\text{ค่าความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ ร้อยละ } \left(\frac{20.91 - 19.28}{19.28} \right) \times 100 = 8.45$$

ภาคผนวก จ
ตารางข้อมูล

๔

วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	41	40.6	41	40.7	39.8	36.6	36.7	36.7	37.6	37	25.4	26.9
9:12	43.4	39.8	41.6	42.8	39.1	26.2	27.9	25.8	26.2	26.4	25.3	26.6
9:15	43.2	40.8	41.6	41.9	39.3	24.8	24.9	25.1	25.2	25.3	25.6	26.3
9:27	40.8	37.2	39.3	41.3	37.6	24.8	24.8	24.9	25	24.9	25.7	26.9
9:30	42	39.7	41.1	41.9	39.6	24.8	24.9	25	25.2	25.2	25.5	26.4
9:42	45	42.2	42.6	43.5	44.5	25.4	25.8	25.7	25.8	25.9	25.2	26.3
9:45	48.2	46.8	47.2	47.7	46.5	26.1	26.4	26.3	25.9	26.7	25.1	25.9
9:57	51.2	49.2	50.6	48.9	49.2	26	26.2	26.8	26.4	25.8	25.6	26.1
10:00	53.5	50.8	52.6	51.3	52.6	26.8	26.6	26.7	26.5	26.8	25.9	26.6
10:12	55.1	52.6	53.4	54	54.8	26.9	27	27.1	27	26.8	25.6	26.5
10:15	58.3	56.5	57.3	57.1	57.6	26.8	26.4	26.5	26.8	26.9	25.8	26.7
10:27	62	61	59.8	61.8	61	27.7	28.2	27.8	28.3	28.1	25.7	28.1
10:30	59.4	58	58	58.7	60	26.6	26.8	27	27.3	27.2	25.6	26.3
10:42	65.7	64	63.3	66.6	64.8	29.1	29.8	29.4	29.5	29.8	26.8	29.4
10:45	64.6	62.4	63.2	65.2	63.6	28.1	28.4	28.4	28.4	28.6	27	28.1
10:57	57.3	50.3	55.4	58.3	52.8	28.8	28.9	28.7	28.9	29.1	28	29.4
11:00	53.9	50.4	53.7	55.2	52.3	28.2	28.2	28.3	28.5	28.5	28.2	28.4
11:12	53.6	45.5	52.4	55.6	50.1	28.7	28.9	28.7	28.9	29.3	28.1	28.9
11:15	53	47.7	52.5	54.9	51.3	28.3	28.3	28.3	28.4	28.5	28.4	28.6
11:27	52	45.9	50.5	52.1	47.2	29.1	29.2	29.1	29.3	29.4	27	29.4
11:30	50.1	46	49.3	50.7	47.5	27	27.1	27.2	27.2	27.3	26.7	27.3
11:42	50.3	43.8	49.9	52.5	47.7	28.9	29	28.9	28.9	29.2	27.2	29.1
11:45	50.9	47	50.7	51.9	48.6	27.4	27.4	27.5	27.6	27.6	27.2	27.7
11:57	65.8	56.6	62.5	63.4	57.2	27.4	28	27.7	27.4	27.7	25	29.2
12:00	65.1	56.8	63.8	64.3	58.7	26.2	26.3	26.6	26.6	26.7	25.6	26.5
12:12	57.4	53.1	56.8	58.4	56	27.8	27.9	27.9	27.9	28	25.7	29.7
12:15	56	49.3	54	57.4	53.1	26	25.9	26	26.1	26.1	26.1	26.6
12:27	64	55.9	62.4	64.9	58.7	28.5	28.7	28.7	28.8	28.9	27.6	29.4
12:30	58.5	52.8	57.5	59.3	55.6	27.8	27.7	27.8	28	27.9	27.4	27.9
12:42	63.2	54.4	61.7	63.6	58.3	28.6	29	28.7	28.6	28.9	27.3	29.4
12:45	64.2	59.2	64	64.8	61.4	28.1	28.2	28.3	28.5	28.5	27.2	27.9
12:57	62.9	54.7	61.4	64.5	59.5	29.7	30.4	29.8	29.4	30	26.6	29.7
13:00	62.7	57.5	61.7	64.1	60.9	27.8	27.9	28	27.9	28.2	27.1	28.5
13:12	55.1	48.1	52.4	55.3	49.5	28.9	29	28.8	28.8	28.8	27.3	30.1
13:15	53	49.2	51.6	52.4	49.2	27.3	27.2	27.3	27.6	27.3	27.1	27.8
13:27	43.7	40.4	41.9	44.7	41.1	27	26.8	26.9	27.1	27	27.1	28.1

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแสงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแสงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	42.4	40.1	41.5	43.3	40.9	27.1	26.9	27.1	27.2	27.1	27.6	27.5
13:42	45.9	41.7	42.9	46.5	42.1	27.2	27.2	27.1	27.2	27.2	27.3	28
13:45	42.9	40.3	41.3	43.5	40.9	26.4	26.3	26.3	26.5	26.4	26.8	26.8
13:57	41.6	38.5	39.4	42.4	39.1	27.1	27	27.1	27.2	27.2	27.6	27.7
14:00	39.8	38	38.7	40	38.3	27.3	27.2	27.2	27.4	27.3	27.8	27.4
14:12	44.4	39.6	41.7	45.4	40.8	26.9	26.9	26.9	26.8	26.9	26.7	27.9
14:15	42.9	40.3	41.7	43.8	41.5	27.6	27.5	27.5	27.5	27.4	27.8	27.7
14:27	49	43.3	47.3	51	45.7	27.5	27.5	27.5	27.5	27.4	27.1	29.1
14:30	50.1	46.9	49.6	52	48.7	27.8	27.7	27.9	27.8	27.6	28	28.2
14:42	51.9	45.6	49.9	54.3	48.4	29.4	29.6	29.4	29.1	29	29	30
14:45	51.9	48.6	51.5	54.1	51.3	29.1	29.2	29.2	28.9	28.7	29	29.5
14:57	57	49.6	57.3	59.6	54.3	44.6	41.9	48.3	51.1	43.8	27.5	31.6
15:00	52.6	47.8	52.6	54.2	51.3	27.4	27.2	27.2	26.8	26.4	27.7	28.7

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แสงควบคุม		แสงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 5.25×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	255	278	0.76	19.5	0.8	19.6	27.1	12.14	2
9:12	240	263	0.74	19.6	0.78	19.5		12.15	2.9
9:15	265	276	0.76	19.6	0.8	20.3	28.2	12.15	2.3
9:27	305	269	0.73	19.6	0.77	20		12.16	1.8
9:30	340	307	0.88	19.8	0.93	20.5	28	12.32	2.9
9:42	370	390	1	19.7	1.04	20.4		12.47	1.8
9:45	375	402	1.03	19.7	1.09	20.6	29	12.51	2.1
9:57	420	446	1.08	19.5	1.27	20.5		13.06	1.6
10:00	440	484	1.15	19.5	1.45	20.7	30.3	13.2	2.8
10:12	510	547	1.32	20.1	2.05	21		13.23	1.9
10:15	515	554	1.33	19.6	2.07	21.2	30.9	13.32	2.1
10:27	370	503	1.4	19.1	1.44	20.5		13.48	1.6
10:30	340	520	1.39	19.1	1.46	20.8	30.3	14.04	4.2
10:42	710	747	1.91	19.3	1.98	20.7		14.09	2.8
10:45	715	764	1.93	19.2	2.55	21.1	32.8	14.12	3.6
10:57	335	442	1.31	19.4	1.36	20.6		14.16	3.4
11:00	350	364	1.08	19.2	1.13	20.5	31.3	14.18	3
11:12	740	844	2.38	20.1	2.48	21		15.00	3.3

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 5.25×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	350	368	1.05	19.2	1.11	20.4	32.7		
11:27	430	552	1.07	19.5	1.12	20.4			
11:30	690	701	1.98	20.1	2.05	21.2	32.5		
11:42	355	404	1.12	19.5	1.17	20.5			
11:45	355	404	1.18	19.6	1.23	20.7	31.3		
11:57	625	632	1.45	19.1	2.1	20.8			
12:00	715	764	2	19.5	2.26	21	34.8		
12:12	640	663	1.82	19.3	2.11	20.9			
12:15	585	625	1.67	19.5	2.42	21.1	32.3		
12:27	410	522	1.49	19.1	1.54	20.7			
12:30	460	545	1.56	19.3	1.7	20.9	33.5		
12:42	790	973	1.9	19.8	2.1	21.3			
12:45	695	821	1.56	19	0.93	20.7	33.4		
12:57	755	935	1.71	19.8	2.83	21.1			
13:00	700	728	1.38	19	1.45	20.7	35.1		
13:12	310	293	0.95	19	0.97	20.2			
13:15	355	341	1.03	19.3	0.86	20.5	32.1		
13:27	260	181	0.55	19.1	0.58	19.9			
13:30	280	194	0.59	19.3	0.6	19.9	32.7		
13:42	340	350	1.1	19.7	2	20.5			
13:45	290	208	0.7	19.3	0.61	20	32.5		
13:57	290	206	0.61	19.5	0.64	20			
14:00	305	244	0.79	19.7	0.85	20.2	32.2		
14:12	355	364	0.94	19.8	0.99	20.5			
14:15	490	505	1.1	19.9	1.14	20.5	31.8		
14:27	335	318	0.9	19.4	0.93	20.3			
14:30	485	491	1.13	19.3	1.16	20.5	33.2		
14:42	495	482	1.31	19.8	1.8	20.7			
14:45	685	714	1.68	19.9	2.12	21.1	34.1		
14:57	640	621	1.59	19.5	1.85	19.8			
15:00	585	590	1.58	19.6	1.75	21	33.5		

วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	39.4	37.5	38.2	39.9	40.3	41.9	41.6	42.4	42.1	43.4	25.2	28.1
9:12	40.4	35.7	39.4	41.8	40.2	28.1	26.3	26.6	28.1	27.1	25	26.8
9:15	38.3	34.4	37.1	40.1	37.8	25.6	25.3	25.3	25.3	25.1	25.8	26.5
9:27	39.8	37.1	38.3	40.1	40.1	41.9	41.6	42.6	43.1	43.7	25.8	28.2
9:30	43	37.1	41.6	44.6	42.9	25.9	25	24.6	25.6	24.3	25.1	27.3
9:42	39.8	37.4	39.6	41.3	40.6	30	33.4	32.7	33.4	29.4	25.6	27.4
9:45	38.3	34.4	37.1	40.1	37.8	25.6	25.3	25.3	25.3	25.1	25.8	26.1
9:57	38	34	38.1	40.7	37.1	32	27.5	29.6	28.4	28.7	25.6	26.8
10:00	37.6	34.9	37.4	39.6	37.5	25.7	25.6	25.6	25.5	25.4	25.7	26.2
10:12	53.5	46.8	55.3	56.2	53.8	32.5	35.2	39.9	47.5	37.5	25.2	27
10:15	51.1	46.4	52	53.4	51.7	26.9	27	26.9	26.7	26.6	25.8	27.5
10:27	54.2	46.2	56.7	57.4	55.6	44.4	34.6	47.8	38	37.9	26.1	28.6
10:30	54.6	49.7	57.2	57.9	57.3	27.9	27.9	27.7	27.5	27.4	26.7	28.8
10:42	57.1	48.5	59	59.1	57.7	47	36.5	50.1	42	38	26.9	30.2
10:45	56.6	51.3	58.4	58.6	57.7	28.4	28.4	28.3	27.9	27.8	27.1	28.9
10:57	60.9	51.9	63.6	63.7	62.4	51.1	51.2	51.3	54.9	44.7	27.4	30.5
11:00	60.2	53.9	62.8	62.9	62	28.3	28.4	28.3	28	27.9	27.1	29.2
11:12	64.6	56.3	66.7	65.4	64.3	31.2	31.6	30.5	30.4	30.3	27.6	32.1
11:15	63.7	57.3	64.5	64.2	63	29.5	29.5	29.4	29	29	28.6	29.8
11:27	59.3	50.1	61.4	61.3	61.6	48.1	48.4	49.5	55.5	45.8	27.2	31.6
11:30	59.1	53.1	61.2	61.9	61.9	27.9	27.9	27.8	27.4	27.3	26.4	29.5
11:42	63.3	53.4	65.7	64.8	64.6	52.6	51.8	50.6	57.8	47.2	26.6	31.2
11:45	60.7	52.6	61.5	61	59.9	28.8	28.9	28.8	28.4	28.3	27.9	29.4
11:57	60.1	50.5	61.4	61.6	61.2	49.7	49.4	50.9	55.9	46.3	26.4	31.1
12:00	51.4	45.3	52.2	53.4	52.6	27.5	27.3	27.3	27	26.7	26.4	27.8
12:12	66	56.4	66.7	65.3	63.8	55.6	52.2	50.5	57.6	46.5	25.7	29
12:15	64.9	58.3	65.2	63.7	62.2	27.4	27.6	27.7	27.3	27.3	25.7	27.7
12:27	62.3	53.6	63.4	63.6	63.1	33.3	34.6	33.8	32.9	33.2	28.8	31.4
12:30	63	58.9	64.5	64.6	64.6	29.5	29.4	29.3	29.2	29	28	29.8
12:42	63	54.2	63.6	63.3	61.9	36.7	36.8	49.1	41.3	38.2	27.3	31.2
12:45	55.3	50.2	56.1	56.9	56.1	28.8	28.9	28.6	28.5	28.4	27	29.3
12:57	53.2	47.2	53.7	54.6	52.5	37	35.4	35.7	34.8	34.8	26.7	30.8
13:00	55.7	51.2	56	56.1	54.8	28.9	29.3	29.1	28.8	28.9	26.6	28.7
13:12	56.3	49.5	55.1	56.1	52.6	43.4	40.9	40.8	44.4	37.9	27.3	29.9
13:15	57.3	53	56.4	57	54.8	28.5	28.5	28.4	28.2	28.1	26.8	28.2
13:27	68.8	57.6	66.1	67.8	65.6	56.1	55.6	57.9	62.3	51.4	26.6	30.7
13:30	69.5	62	68.5	70	67.8	28.2	28.4	28.3	28	28.1	26.7	28.4
13:42	62.2	52	59.8	61.8	59.1	50.7	52.2	52.4	56.2	47	26.8	31.4
13:45	59.8	53.3	59	60.8	59	29.7	30.4	30.5	29.8	30	26.7	29.2
13:57	63	52.9	60.6	62.9	58.8	51.6	52.9	51.9	53.4	43.4	27.4	30.6

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแนวควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแนวทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
14:00	58	51.9	56.6	58.4	55.6	29.9	29.6	29.9	29.9	29.5	27.4	29.5
14:12	45.7	41.5	44.3	45.7	43.2	36.2	35.8	35.7	36	30	26.9	29.5
14:15	48.3	45.9	47.8	48.7	47.5	29.1	29.2	29.1	28.9	28.9	27	29
14:27	67.2	57.8	64	64.9	59.3	47.9	53.9	47.4	53.3	46.4	26.7	30.1
14:30	62.4	56.4	60.2	60.9	56.7	28.3	28.2	28.4	28.3	28.2	26.9	28.1
14:42	61.6	53.5	60	62.2	57.8	47.1	48.5	50.6	53.2	46	27	30.4
14:45	61.2	56.4	60.8	61.7	58.9	28.6	28.7	28.9	28.9	28.8	27.5	28.4
14:57	58.3	50.4	57.3	58.8	54.9	46.3	48.8	48.5	52	44.5	27.2	30.6
15:00	53.6	49	53.5	54.8	52.6	29.1	29	29.3	29.3	29.1	27.4	29.6

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แนวควบคุม		แนวทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 4.93×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	685	767	1.58	19.9	1.62	20	28.9	9.55	4
9:12	295	357	1.56	19.8	1.58	19.9		10.21	3.8
9:15	800	785	1.57	19.9	1.6	20.1	28.4	10.38	3.6
9:27	695	787	2.14	20.2	2.18	20.2		11.07	2.7
9:30	755	848	2.15	20.5	2.27	21.3	29	11.35	3
9:42	305	377	1.33	19.7	1.35	20		11.57	0.5
9:45	800	785	1.88	20	1.84	20.3	28.2	11.59	1
9:57	565	509	0.9	19.8	0.94	20.3		12.02	1.5
10:00	210	266	1.31	19.8	2.47	21.3	28	12.29	0.8
10:12	755	848	2.3	20	2.35	20.3		12.33	5.3
10:15	735	836	2.28	20.1	2.38	21.3	31.2	12.52	0.8
10:27	745	854	2.33	19.9	2.38	20.1		13.24	3.8
10:30	750	858	2.35	20	2.4	21.2	31.5	13.42	0.6
10:42	755	886	2.43	19.8	2.47	20.1		13.48	5.1
10:45	755	876	2.45	19.8	2.49	21.2	32.3	13.57	3.3
10:57	780	917	2.52	19.5	2.56	19.9		14.03	4.6
11:00	785	919	2.53	19.5	2.58	21.2	31.7	14.08	4.2
11:12	815	947	2.62	19.4	2.64	20.1		14.46	1.3
11:15	845	976	2.69	19.4	2.77	21.4	34.5	14.53	5.3
11:27	820	963	2.64	19.6	2.69	19		14.55	3.9
11:30	840	984	2.68	19.6	2.75	21.4	33.8	15.00	3
11:42	445	617	2.75	19	1.26	20.6			
11:45	870	1000	2.76	19.8	2.82	21.3	33.7		
11:57	815	1020	2.75	19.7	2.84	18.7			
12:00	240	258	2.77	20.1	2.86	21.4	32.5		

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แสงควบคุม		แสงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 4.93×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
12:12	25	538	2.12	18.8	1.5	19.4			
12:15	30	716	2.14	19.5	2.23	21.4	33.2		
12:27	735	1030	2.75	19.6	1.2	19.1			
12:30	735	921	2.76	19.5	2.78	21.3	31.1		
12:42	190	211	0.58	18	0.6	19.6			
12:45	785	1030	2.2	19.9	2.28	21.3	35.1		
12:57	230	296	1.42	18.8	0.78	20			
13:00	240	347	1.63	20	1.72	21.3	33.3		
13:12	210	258	1.13	18.8	0.7	19.8			
13:15	755	982	2.69	20	2.8	20.1	31.3		
13:27	790	1014	2.66	19.4	2.77	19.4			
13:30	745	970	2.81	20	2.82	21.3	36.6		
13:42	730	907	2.49	19.6	2.59	20			
13:45	725	897	2.57	19.6	2.65	21.3	36.1		
13:57	690	815	2.24	19.5	2.36	19.8			
14:00	115	108	2.32	20	2.38	20.1	32.8		
14:12	205	225	0.58	19.3	0.6	19.4			
14:15	715	882	2.43	20.1	2.53	21.3	34.5		
14:27	590	611	2.11	19.4	2.22	19.9			
14:30	670	783	2.32	19.5	2.34	21.2	31.5		
14:42	640	738	2.02	19.4	2.07	19.8			
14:45	625	730	1.93	19.9	2.08	21.1	33.8		
14:57	615	665	1.84	19.2	19	19.8			
15:00	585	590	1.85	19.7	1.92	21	33.8		

วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแนวควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแนวทดสอบ(°C)					อุณหภูมิ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	42.7	42.4	42.9	41.7	42.3	40.2	39	40.3	42.1	40.2	25.8	29.7
9:12	46.6	45.5	47	47	45.8	44.6	39.8	44.9	43.6	44.1	25.8	29.5
9:15	47.9	46.7	47.9	47.7	46	25.9	25.7	26	25.9	26	25.3	27.5
9:27	46.6	42.7	46.2	47.2	44.7	29.7	30.4	29.6	30.1	30	25.5	27.7
9:30	50.7	45.8	51.6	52.2	48.4	26.1	26	26.1	26.1	25.9	25.2	26.2
9:42	53.2	52.1	54.2	53.8	52	34.1	36.3	34.7	34	35.6	25.7	28
9:45	54.7	50.6	55.9	55.7	52	26.3	26.4	26.7	26.5	26.4	25.1	26.3
9:57	57	53	57.8	58.4	54.2	30.1	30.9	30.2	30.1	30.6	25.1	28.3
10:00	59.1	53	60.8	61.3	55.8	26.2	26.5	26.8	26.5	26.6	25	26
10:12	57.7	55.4	57.9	58	55.6	33.3	34.4	36.6	36.6	34.8	26.1	28.4
10:15	57.2	52.4	59.9	60.4	56.9	27.5	27.3	27.4	27.1	27	26.7	27.6
10:27	54.1	49.3	54.5	56.3	54.1	33.1	33.1	34.4	32.7	32.6	27.4	30.6
10:30	59.3	53.8	61.1	60.9	57.9	28.1	28.1	28	27.8	27.6	27.2	28.4
10:42	55	51.3	56.2	57.3	55.3	36.5	38.3	37.4	37.5	38.6	27.3	31.3
10:45	53.8	47	56.1	57	55.1	28.3	27.9	27.8	27.9	27.3	26.8	27.5
10:57	62.1	58	63.2	64.2	61.3	52.1	51.8	47.3	50.3	50.4	28.4	30.8
11:00	59.1	53.2	62.5	63.1	60.5	28.7	28.4	28.3	28.4	27.9	28.6	28.8
11:12	58	55.4	59.2	60.2	59.4	33.8	35.4	32.6	33	33.1	27.6	30.8
11:15	63.2	58.6	65.2	64.5	63.4	28.9	29	29.1	28.7	28.7	28.1	29.5
11:27	55.8	51.2	57.2	58.6	57.5	38.2	38.2	37.6	37.9	37.1	27.1	31.1
11:30	55.5	49.5	58.5	60.2	58.9	28.2	27.9	27.7	27.7	27.4	25.7	27.9
11:42	62.1	59.4	63.8	64.1	63.7	32.1	33.6	31.4	30.8	31.5	26.4	30.8
11:45	66.2	60.4	68.4	68.8	67.6	28.4	28.4	28.4	27.5	27.3	27.1	29.2
11:57	68.7	63.8	69.9	70.5	67	39.1	55.8	39.2	37	36.3	26	32.5
12:00	65	57.8	67.2	67.8	66.4	27.9	27.9	27.9	27.6	27.3	26.5	28
12:12	61.2	57.6	61.1	61.5	58.8	36	38	37	37.6	38.4	27.1	31.4
12:15	60.8	56.1	60	60.7	57.1	27.6	27.7	27.9	27.5	27.6	26.8	28.8
12:27	67.2	64.9	67	66	64.2	39.9	42.6	54.6	43.1	42.8	26.2	31
12:30	68.1	63.1	69.3	69.3	67.1	27.6	27.7	27.7	27.5	27.5	26.9	28.4
12:42	53.8	49.8	53.8	55.6	52.7	32.4	33.6	32.4	33	32.8	26.7	30.7
12:45	58.1	51.6	56.6	59.1	54.3	27.4	27.3	27.6	27.4	27.3	26.7	27.9
12:57	60.5	59.1	62.2	62.5	61	36.2	36.2	32.6	35.2	35.6	26.9	31.3
13:00	64	58.7	64.5	66.2	62.4	28.8	28.8	28.8	28.7	28.6	27.3	29.2
13:12	58.7	56.2	58.5	59	56.8	48.7	49.3	47	48.8	47.4	26.7	30.5
13:15	66.7	59.8	65.5	66.8	63.1	28.2	28.3	28.4	28.3	28.2	27	29.3
13:27	52	48.9	51.8	53.2	51.7	41.3	41.5	40.5	41.4	39.1	27.3	30.7
13:30	59	52.6	56.8	59.8	55.7	28	28.1	28.2	27.9	27.9	27.6	28.8
13:42	52.3	51.8	53	53.5	51.7	40	40.2	38.3	40.4	38.4	27	30.4
13:45	47.2	45.3	47.3	48.7	46.5	27.8	27.7	27.8	27.9	27.7	26.9	27.7
13:57	60.5	58.3	59.6	60.5	58.7	52.1	48.2	50	51.3	48.7	27.5	30

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
14:00	65	59.3	63.3	66.2	61.9	28.4	28.5	28.5	28.3	28.2	27.5	29
14:12	47.7	46	47.6	47.7	45.9	33.7	30.7	31.4	34.4	31.7	26.9	29.6
14:15	56.7	50.8	54.9	56	52.6	28.2	28.3	28.4	28.2	28.2	26.7	28.2
14:27	58.4	56.3	58.6	58.5	56.9	48.3	48.8	46.5	49.2	46.2	26.8	30.2
14:30	63.5	57.5	62.5	62.6	59.3	28.1	28.2	28.2	28.1	28	26.7	28.3
14:42	57.7	55.4	58.5	59.3	58.3	46.3	45.9	45.7	47.8	45.7	28.3	31.7
14:45	57	51.5	56.9	58.2	55.9	28.9	29	29.2	29	28.8	28.4	29.8
14:57	54.2	51	54.1	54.9	54	45.2	46	44.8	47.2	43.7	28	31.3
15:00	56	50.2	55.4	56.9	54.2	28.1	28.2	28.3	28.3	28.3	28	29.2

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 4.93×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	510	554	1.47	19.9	1.52	19.9	28.6	9.23	0.9
9:12	535	596	1.61	19.7	1.67	20.5		9.24	1.5
9:15	545	598	1.63	19.6	1.69	21.5	32.1	9.25	1.5
9:27	575	647	1.74	19.7	1.78	20.8		10.02	1.5
9:30	585	653	1.77	19.6	1.82	21.2	28.8	10.25	2.4
9:42	625	696	1.91	19.5	1.95	20.2		10.4	0.9
9:45	645	714	1.95	19.4	2.01	21.3	27.7	10.42	2.1
9:57	660	736	2.01	19.3	2.06	20.4		10.59	1.9
10:00	670	753	2.07	19.2	2.12	21.3	31.2	11.01	1.5
10:12	705	791	2.18	19.3	2.22	20.6		11.09	2.6
10:15	715	801	2.21	19.4	2.26	21.3	32.5	11.23	3
10:27	725	824	2.27	19.5	2.32	20.2		11.24	3.3
10:30	735	832	2.3	19.4	2.35	21.4	32.5	11.26	3.4
10:42	750	860	2.36	19.3	2.41	20.2		11.31	4.2
10:45	755	868	2.39	19.6	2.45	21.4	30.5	11.36	2.1
10:57	795	895	2.47	19.2	2.51	19.9		12.10	1.5
11:00	795	899	2.48	19.3	2.53	21.5	32.6	12.52	1.4
11:12	810	923	2.52	19.3	2.57	20.3		13.43	1.9
11:15	815	917	2.54	19.2	2.59	21.3	34.8	13.44	2.3
11:27	820	945	2.56	19.4	2.61	20.6		14.07	0.3
11:30	820	947	2.6	19.5	2.68	21.6	32.9	14.37	2
11:42	840	959	2.58	19.2	2.65	20.8		14.42	1.2
11:45	845	953	2.63	19.2	2.69	21.4	35.6	14.48	2.1

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 4.93×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:57	855	968	2.69	18.9	2.74	19.9		14.49	2.3
12:00	860	968	2.7	19.2	2.75	21.5	34.8	14.55	2.6
12:12	250	254	0.68	17.7	0.7	18.3			
12:15	880	968	2.64	19.5	2.73	21.5	32.3		
12:27	825	929	2.57	18.9	2.63	19.8			
12:30	840	945	2.61	18.9	2.68	21.4	35.1		
12:42	825	915	2.55	18.7	2.64	19.7			
12:45	880	947	2.63	19.5	2.71	21.3	32.9		
12:57	370	408	1.02	18.9	1.07	19.7			
13:00	885	986	2.82	18.9	2.89	21.5	35.1		
13:12	850	919	2.59	19.5	2.67	20.2			
13:15	850	937	2.63	19.4	2.72	21.4	33.3		
13:27	850	824	2.37	20	2.49	20.9			
13:30	785	791	2.54	19.7	2.64	21.4	35.8		
13:42	190	176	0.9	18.2	0.97	19.1			
13:45	335	274	0.97	18.9	1.12	20.4	33.1		
13:57	805	866	2.41	19.3	2.2	20.1			
14:00	255	290	2.4	19.1	2.52	21.3	35.8		
14:12	265	254	2.18	18.8	2.2	19.8			
14:15	800	854	2.39	19.8	2.47	21.4	33.2		
14:27	655	720	2.07	19.4	2.14	20.1			
14:30	640	696	2.08	19.4	2.18	21.2	33.4		
14:42	645	677	1.85	19.2	1.91	20			
14:45	635	663	1.88	19.3	1.93	21.1	35.5		
14:57	615	641	1.75	19.4	1.81	20			
15:00	610	637	1.75	19.4	1.83	21.1	35.1		

วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแมงควม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแมงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	41.4	39.6	40.9	41.2	39.9	41.1	40.6	40.8	43.1	38.4	26.5	31.2
9:12	54.6	47.8	52.5	55.8	49.4	51.1	48.4	49.7	53.7	45.7	27.2	30.2
9:15	55.2	50.2	53.9	55.9	51.4	26.3	26	26.1	26	25.9	27.4	29.9
9:27	53.8	45.5	53.7	57.4	50.9	32.1	30.7	31.6	38.5	32.9	26.4	30.2
9:30	49.2	44	49.4	51.5	48.5	26.5	26.3	26.4	26.7	26.9	26.3	28.2
9:42	48.1	42.3	49.5	51.8	48.4	38.9	40.9	40.2	43.7	33.2	26.2	28.2
9:45	50	45.2	50.6	52.7	50.1	27.2	27.2	27.2	27.5	27.4	26.7	27.7
9:57	55.8	48.5	56.9	59.7	54.9	45.7	45.9	45.4	51	42.2	27.3	29.4
10:00	55.6	48.4	57.2	60.2	55.6	27.3	27.2	27.2	27.1	27.2	27.3	28.7
10:12	43	40.4	42.8	43.3	42.6	27.1	27.1	27.2	27.9	28.4	26.9	28.2
10:15	49.3	44.5	49.5	52.7	48.3	27	27	27.1	27.5	27.6	27.2	27.9
10:27	50	44.6	49.9	53.1	48.3	39.9	39.5	39.6	43.4	36.7	27.5	28.7
10:30	50.9	47.3	50.8	51.8	49.4	27.8	27.7	27.7	27.9	27.9	27.9	28.5
10:42	59.8	52.2	61.4	64.5	59.6	47	50.2	46.4	41.7	40.5	28.8	30.6
10:45	59.1	52.9	60	62.5	59.2	29.7	29.9	29.9	29.9	29.9	28.1	30.5
10:57	57.2	53.7	57.8	58.8	58.1	31.1	31.6	31	33.4	33.5	27.3	31.7
11:00	59.7	56.3	59.2	59.9	58.4	28.3	28.2	28.4	28.3	28.5	28.7	29.5
11:12	61	52.7	62.4	64.1	61.9	49.2	49.2	48.6	56.4	46.5	28.2	31.2
11:15	61.4	55	61.5	63	60.8	27.5	27.6	27.9	27.8	28	27.3	29.7
11:27	66.3	56.3	66.6	68.7	64	56.4	54.5	53.7	61.4	49.8	27.8	32.2
11:30	65.5	58.3	65.8	66.8	63.4	28.1	28.3	28.6	28.3	28.4	28.2	30.1
11:42	60.8	57.4	60.2	61.1	59.8	46.4	45.7	37.9	38.7	40.9	27.7	31.7
11:45	65.8	59.9	65.3	67.2	64	28.1	28	28.2	28.3	28.1	28.1	30.3
11:57	59.7	55.9	59.5	60.4	59.8	39	51.3	38.1	38.7	43.6	26.9	32.2
12:00	61.7	55.9	62.6	64.8	63.4	28	28.1	28.3	28.3	28.1	28.2	29.8
12:12	59.6	56.4	60.3	60.9	60.8	50.5	51.2	48.9	53.6	50.5	26.4	32
12:15	62.6	55.1	61.6	64.5	61.7	26.3	26.4	26.8	27	26.9	26.6	28.4
12:27	67.1	58	68.6	69.2	66.9	37.9	37.2	36.7	38.6	40.5	27.3	32.5
12:30	62.2	55.9	63.1	63.9	63	27.8	27.8	28.1	28.2	28.1	28	29.4
12:42	71.4	60.7	70.8	73	69.6	61.4	56.3	56.7	62.6	50.6	27.9	31.5
12:45	69	62.4	68.6	68.7	66.5	28.6	28.6	28.8	28.7	28.7	28.2	31
12:57	68.8	60.6	67.8	68.5	65.3	55.8	54.9	52.4	52.3	48.9	28.1	32.2
13:00	62.3	57.5	63.1	62.7	62.3	28.2	28.2	28.2	28.4	28.4	26.6	29.5
13:12	68.7	58.3	67.1	69.3	64.7	52.2	43.8	47.8	56.2	43.4	29.6	31.4
13:15	62.4	56.6	63.5	63.5	62.6	29.3	29.4	29.4	29.6	29.6	29.3	30.6
13:27	56.4	49.1	55.9	58.8	56.1	46.6	47.1	45.2	50.7	42.4	29.1	30.9

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	55.1	51	55.2	56.6	55.8	29.3	29.4	29.5	29.9	30.2	29.4	30.3
13:42	59.2	51.2	58.7	60.9	58.2	35.6	36.3	34.9	36.7	36.7	29.8	32.9
13:45	59.2	53.3	58.5	60.8	58.5	30.3	30.6	31.1	31.2	31.3	30	31
13:57	61.7	52.6	59.9	62.7	58.7	51.5	52.1	49.1	57	47.6	26.2	31.9
14:00	54.9	50.3	55	54.8	54.7	26.7	26.8	27.2	27.8	27.6	27.5	28.8
14:12	58.9	51.1	57	60.2	56.4	48.7	50.7	46.6	53.1	45.1	28	30.3
14:15	52.8	47.9	52.1	53.9	51.9	28.1	28	28.6	28.9	28.9	25.1	28.5
14:27	62.7	54.1	60	63.4	59.5	49.2	51.8	48.8	53.8	46.6	26.6	30.2
14:30	59.4	53.4	57.6	59.9	57.8	27.4	27.4	27.9	28	28	25.3	28.6
14:42	56	53.4	56.2	56.1	56	47.7	48.7	44.1	48.7	46.9	28.2	30.5
14:45	56.6	50.6	54.9	56.8	55.6	28.5	28.5	28.7	29.1	28.9	28.5	29
14:57	59.1	50.9	56.5	59	53.7	48.6	50.3	44.9	50.8	43.2	26.4	30.4
15:00	56.7	51.8	55.6	56.7	54.7	26.9	27.1	27.2	27.4	27.4	25.2	28.1

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2x10 ⁻³	sensitivity 4.93x10 ⁻⁶						เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)		
9:00	480	499	1.42	20.1	1.47	19.9	29.1	9.20	0.7
9:12	605	655	1.38	19.7	1.73	19.6		9.26	2.1
9:15	595	649	1.76	19.7	1.79	21	33.2	9.28	2
9:27	550	609	1.63	19.7	1.64	20.3		9.32	3.4
9:30	550	604	1.62	19.8	1.68	21	32.2	9.41	1.4
9:42	615	677	1.84	20.1	1.88	20.3		9.51	2.1
9:45	620	686	1.85	20	1.9	21.1	32.1	10.11	0.7
9:57	700	763	1.75	19.8	1.79	20.1		11.03	0.8
10:00	735	797	2.16	19.8	2.23	21.2	32.9	11.12	3.6
10:12	375	343	1.94	19.4	2.03	20.1		11.35	3.9
10:15	400	540	2.11	20	2.15	21	32.5	11.36	1.7
10:27	785	840	1.95	20.4	1.97	20.7		12.11	1.4
10:30	260	276	1.95	19	1.98	20.9	32.9	12.57	3.7
10:42	775	844	2.28	19.6	2.32	20		12.58	2.8
10:45	780	852	2.31	19.5	2.37	21.3	35	13.16	5.6
10:57	805	876	2.35	19.6	2.42	20.6		13.17	2.6
11:00	810	876	2.41	19.5	2.48	21.5	35.1	13.21	4.9
11:12	820	878	2.37	19.5	2.41	19.8		13.25	3.5

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 4.93×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	820	880	2.41	19.4	2.46	21.5	35.8	13.27	5.4
11:27	830	895	2.47	19.3	2.52	19.7		13.48	5.3
11:30	835	899	2.48	19.2	2.54	21.3	36.5	14.09	4
11:42	855	915	2.49	19.4	2.55	20.1		14.10	2.6
11:45	840	917	2.51	19.3	2.57	21.3	33.9	14.22	5.4
11:57	855	927	2.51	19.5	2.58	19.8		14.41	4.8
12:00	860	931	2.55	19.4	2.61	21.3	34.8	14.43	2.6
12:12	870	937	2.56	19.4	2.63	19.8		14.41	5.3
12:15	865	925	2.53	19.5	2.64	21.3	35.8	14.43	3.4
12:27	820	842	2.5	18.9	2.58	19.3			
12:30	880	937	2.56	19.3	2.65	21.4	35.6		
12:42	875	927	2.56	19	2.6	19.5			
12:45	815	858	2.55	18.9	2.61	21.2	36.9		
12:57	870	923	2.57	19.1	2.64	19.6			
13:00	835	886	2.56	19.3	2.64	21.3	35.9		
13:12	840	884	2.46	19.2	2.54	19.7			
13:15	845	880	2.46	19.3	2.55	21.2	36.5		
13:27	805	832	2.26	19.8	2.35	20			
13:30	795	824	2.29	19.7	2.39	21.1	35.8		
13:42	760	775	2.14	19.4	2.21	19.8			
13:45	800	822	2.24	19.5	2.34	21	36.8		
13:57	795	824	2.02	19.5	2.12	19.8			
14:00	735	724	2.08	19.7	2.2	21.1	35.6		
14:12	660	673	2.08	19.6	2.16	19.8			
14:15	730	734	2.06	19.8	2.16	21.2	35.8		
14:27	755	783	2.1	19.5	2.2	19.8			
14:30	715	734	2.12	19.4	2.22	21.2	36.8		
14:42	735	755	2.06	19.4	2.15	19.9			
14:45	660	663	2.06	19.5	2.16	21	36.3		
14:57	615	619	1.7	19.3	1.75	21			
15:00	605	613	1.77	19.4	1.84	21	36.2		

วันที่ 1 มีนาคม 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแนวควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแนวทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	49.2	48.1	49.1	49.1	47.8	45.1	45.3	45.3	47.4	46.7	28.7	33.7
9:12	50.9	49.2	53	54.8	50.3	50.3	49.3	48.9	53.1	47.1	27.8	33.7
9:15	52.2	51.4	53.4	53.5	51.1	29.1	29	29.1	29.3	29.3	28.4	30.6
9:27	54.5	52.1	56.7	58.7	53.4	44	44.3	44.4	47.7	40.2	28.6	31.7
9:30	51.4	53.3	55.7	56.8	54.1	29	29.1	29.1	29.4	29.4	28.2	30.1
9:42	54.6	54.6	58.6	59.9	56	47.5	47	46.1	50.4	41.7	29	31
9:45	55.5	56.1	58.2	58.6	56.4	29.8	29.9	29.9	30.1	30.1	29.1	30.5
9:57	56.9	55.7	60.2	62.1	57.4	40.9	48	41.2	39.4	40.8	29.8	31.8
10:00	55.2	56.5	58.9	59.3	57.8	30.4	30.4	30.4	30.5	30.6	29.6	31.1
10:12	57.1	57.2	60.9	62.5	59.6	32.9	34	32.4	32.8	34.4	26.5	32.9
10:15	56.3	57.9	58.8	58.7	58.9	28.6	28.7	28.8	28.8	28.9	28.4	29.3
10:27	61.9	59.7	64	64.8	62.1	36.8	37.9	37.2	37.3	36.9	26.9	31.3
10:30	60.1	61.5	63.8	63.7	62.5	28	28	28.2	28.2	28.2	28.1	29.6
10:42	56.6	58.6	62.8	63.6	61.5	54.9	53.4	50.8	56.8	44.1	28.4	31.2
10:45	57.1	58.2	59.5	59.2	59.4	29.1	29	29.2	29.3	29.2	28.5	30.2
10:57	63.6	61.1	65.9	67.2	64.1	55.5	54.9	52.2	56.4	48.5	28.5	32
11:00	62.5	62.6	64.9	63.6	62.9	29.9	30.1	30.2	30.2	30.3	29.2	31.2
11:12	59.6	59.3	64.1	65.2	63.7	55.1	53	51.6	57.1	46.8	29.2	32.7
11:15	53.3	59.3	60.4	57.2	61.6	28.9	28.9	29.1	29.1	29.1	28.2	29.9
11:27	62.1	60	67.6	69.4	67.1	37.8	37.9	37.5	37.8	37.7	30	33.2
11:30	60.4	60.9	65.3	65	65.7	27.7	27.5	27.8	27.8	27.7	26.5	30.3
11:42	53.6	59.5	63.6	62.8	64.2	55.1	52.2	50.6	58.2	47.7	27.6	31.6
11:45	50.3	57.5	60.1	56.6	61.5	28.6	28.6	28.9	29.1	28.9	27.9	29.9
11:57	62.8	59.8	64.8	67.6	64.6	57.2	53.7	52.6	60.2	48.9	28.1	31.1
12:00	59.5	62.6	66	65.9	65.5	29.6	29.9	29.8	30	30.1	29.2	31.1
12:12	62.2	61.7	66.5	68.8	65.9	34.3	34.4	34.6	35.1	34.7	28.8	32.7
12:15	64.7	63.5	65.9	66	64.9	30	30.2	30.4	30.4	30.5	29.8	31.3
12:27	64.2	62.9	68.4	69.3	67.6	58.8	55.1	53.5	61.5	49.7	28.2	32.6
12:30	54.8	60.6	64.3	61.7	64.6	29.2	29.2	29.3	29.7	29.7	28.8	30.8
12:42	54.6	59	63.3	65.2	63.4	54.8	51.3	50.4	58.1	47.1	29.2	32.1
12:45	54.1	59.6	61.3	61.3	61.8	30	29.9	30.2	30.3	30.2	29.1	30.6
12:57	59.7	61.3	66.3	68	65.8	42.2	49.7	43.9	42.6	42.5	29.8	32.7
13:00	58.9	62.5	65	63.5	64.4	29.9	29.7	30	30	30	29.7	31.3
13:12	53.9	58.7	61.9	63.2	62.3	49.4	50.3	47.6	46.5	46.6	29.9	32.5
13:15	56.8	59.9	61.2	60.7	62.1	30.4	30.4	30.6	30.7	30.6	29.8	31
13:27	57	60.7	65.2	66.9	64.5	40.1	40.8	40.9	39.8	39.4	28.2	33.4

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิ น้ำเข้า(°C)	อุณหภูมิ น้ำออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	50.7	59.3	61.2	60.5	61.7	28.7	28.7	28.9	28.9	28.8	28.4	30.2
13:42	62.1	59.2	62.3	64	60.8	53.8	53.8	49.6	50.3	45.6	27.4	30.7
13:45	55.6	60.3	61.3	60.9	60.2	28.4	28.4	28.5	28.7	28.6	27.4	29.3
13:57	62.8	58	61.8	63.3	61.1	54.9	54.5	51.2	58.8	48	27.6	31.6
14:00	52	57.4	58.7	55.5	59.5	27.8	27.5	27.9	28	28.1	27.3	29.4
14:12	53.8	57	61.1	60.5	59.9	52.1	52.6	49.8	54.7	45.6	29.1	31.4
14:15	53.7	58.2	60.2	59.1	60.2	29.8	29.6	29.9	30	29.8	29.5	30.3
14:27	51	56.5	60.1	60.4	59.1	32.8	32.9	32.8	33.6	33.3	29.4	31.7
14:30	50.5	56.2	57.9	56.2	58.1	30.1	30.2	30.1	30.2	30.1	29.5	30.4
14:42	52.4	54.6	57.9	58.9	57	49.6	49.9	47.4	51.6	44.3	29.5	31.6
14:45	55.9	55.9	57.3	56.5	56.6	30.9	30.7	30.9	30.9	30.9	30	31.4
14:57	50.3	53.6	56.6	56.6	54.9	44.5	42.9	39	47.4	40.3	29	31.3
15:00	47.6	53.2	54.9	52.8	54.5	30.2	30.1	30.3	30.3	30.2	29.3	30.1

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 4.93×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลา เกิดลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	425	462	1.22	19.4	1.27	19.5	31.2	9.20	0.6
9:12	435	495	1.33	19.4	1.36	19.5		9.42	0.6
9:15	445	503	1.34	19.3	1.39	20.7	32.1	9.58	1.1
9:27	490	552	1.48	19.3	1.52	19.9		10.12	2.9
9:30	495	556	1.5	19.3	1.55	20.8	31.5	10.25	0.3
9:42	530	596	1.59	19.2	1.64	19.9		10.39	0.3
9:45	535	602	1.63	19.2	1.69	20.8	32.1	10.42	1.1
9:57	560	627	1.7	19.2	1.75	19.8		11.05	0.8
10:00	575	637	1.73	19.2	1.79	20.9	32.4	11.38	1.1
10:12	625	694	1.88	19.2	1.9	19.9		11.39	3
10:15	640	712	1.94	19.2	2	21.2	32.9	11.40	1.1
10:27	640	724	1.97	19.1	2.02	19.7		11.47	0.7
10:30	630	728	2	19	2.06	21.2	33.9	12.03	2
10:42	685	748	2.06	19.1	2.11	19.7		12.29	1.2
10:45	685	755	2.06	19.2	2.12	21.1	33.1	12.3	0.9
10:57	720	791	2.16	19	2.21	19.6		12.35	1.5
11:00	725	791	2.16	19	2.22	21.1	35.5	12.36	2.9
11:12	745	807	2.22	19.1	2.27	19.7		12.44	3.1

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 4.93×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลา เกิดลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	740	805	2.19	19.1	2.27	21.2	34.2	13.31	2.6
11:27	755	811	2.2	18.9	2.26	19.7		13.40	1.5
11:30	760	819	2.23	18.9	2.29	21.2	35.1	13.49	3.6
11:42	765	824	2.27	19.1	2.33	19.7		13.50	3.8
11:45	760	817	2.27	19.2	2.35	21.2	34.2	14.23	1.8
11:57	780	846	2.31	19.1	2.37	19.7		14.35	2.1
12:00	765	824	2.31	19	2.39	21.2	36.6	14.38	2.5
12:12	780	832	2.21	19	2.26	19.8		14.48	3.7
12:15	765	824	2.27	19	2.34	21.2	36.4		
12:27	765	811	2.22	18.8	2.28	19.5			
12:30	765	811	2.22	18.9	2.3	21.2	35.2		
12:42	760	801	2.18	19.1	2.26	19.8			
12:45	780	832	2.27	19.2	2.37	21.1	34.5		
12:57	760	807	2.22	19	2.3	19.5			
13:00	740	777	2.23	18.8	2.31	21.1	35.9		
13:12	750	797	2.22	19.2	2.3	19.7			
13:15	755	801	2.22	19.2	2.31	21.1	35		
13:27	730	763	2.11	18.9	2.18	19.6			
13:30	725	761	2.11	19	2.19	21.2	35.5		
13:42	705	742	2.03	19.1	2.11	19.6			
13:45	690	722	2.03	19.1	2.11	21.1	35.1		
13:57	680	716	1.98	19.2	2.05	19.6			
14:00	675	708	1.98	19.3	2.05	21.1	34.9		
14:12	650	673	1.85	19.2	1.91	19.8			
14:15	645	665	1.85	19.1	1.92	21	35.8		
14:27	615	629	1.75	19.1	1.81	20.5			
14:30	610	625	1.71	19.2	1.78	20.9	35.5		
14:42	575	590	1.6	19.2	1.65	19.7			
14:45	560	574	1.6	19.1	1.65	20.8	35		
14:57	530	535	1.44	19.2	1.49	19.9			
15:00	540	542	1.46	19.2	1.51	20.8	35.7		

วันที่ 3 มีนาคม 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแนวควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแนวทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	37.5	36.2	37.4	38.2	37.7	35.2	35.4	35.7	37.6	37.2	26.7	28.7
9:12	40.3	38.7	40.3	41.3	40.7	36.7	37	37.3	39.4	38.9	26.8	28.3
9:15	42.3	38.1	40.7	42.9	40.3	28.4	28.1	28	28.3	28	27.4	28.5
9:27	42.9	41	42.9	44.1	43.4	35.7	35.9	33.9	34.9	33.6	27.5	28.6
9:30	44.5	39.9	43.2	45.7	43	28.9	28.7	28.5	28.5	28.3	27.7	28.2
9:42	43.9	42.2	44.1	44.8	44.3	33.6	32.6	30	33	31.4	28.1	29
9:45	45.3	40.4	43.7	46.4	43.5	29.3	29	28.8	28.9	28.5	27.8	28.5
9:57	46.3	44.6	46.7	47.4	46.5	35.1	33.6	32.4	32.4	32.7	27.1	28.9
10:00	48.6	43.5	47	49.9	46.7	27.9	27.8	27.7	27.6	27.3	26.6	27.5
10:12	48	46.1	48.4	49.5	48.4	42.7	43.2	41.9	42.8	39.2	27.7	29.3
10:15	51.1	45.5	49.2	52.4	48.9	29.2	29	28.8	28.9	28.6	27.8	28.9
10:27	54.7	53.2	54.6	54	52.6	41.1	41.1	39.8	37.5	40.8	28.7	30.2
10:30	58.2	52.5	55.5	57.4	53.2	29.6	29.7	29.8	29.7	29.6	28.8	30
10:42	55.8	53.2	55.2	54.6	52.5	48.3	48.2	46.3	48.1	44.3	27.6	31.4
10:45	56.6	49.7	53.8	57	52.3	29.9	29.5	29.3	29.3	28.8	28.1	29.6
10:57	58.6	56.8	58.4	57.7	55.7	48.4	48.8	46.5	48.2	43.9	29.2	31.3
11:00	61.5	54.6	57.9	60.6	55.4	30.3	30.3	30.4	30.2	30	29.2	30.6
11:12	62.3	50.9	57.1	63.3	55.9	34.5	35	34	36.3	35.1	28.6	32
11:15	56.5	49.2	54	58	54.1	30.5	30	29.9	29.9	29.4	28.3	29.5
11:27	58.9	48.5	54.5	61	55.3	47.8	47.3	44.5	52.9	42.1	27.5	30.9
11:30	57.8	50.6	55.2	59.9	55.7	29.7	29.5	29.3	29.3	29.1	28.3	29.9
11:42	60.7	49.9	55.3	61.5	55.3	34	34.4	34	36.1	34.9	29.3	31
11:45	56.8	50.7	54.7	58.1	55	30.5	30.4	30.2	30.3	29.9	29.2	30.3
11:57	64.4	52.8	58.6	65.9	59.5	51.6	49.3	46.1	56.5	44.2	27.9	31.6
12:00	62.6	54.3	59	64.1	59.3	29.6	29.7	29.8	29.6	29.5	28.7	30.1
12:12	64.9	54	59	65.9	58.9	54.6	51.9	48.9	59.6	47	27.4	31.9
12:15	59.6	53	56.9	60.8	57.5	29.9	29.6	29.5	29.6	29.2	28.3	29.6
12:27	65.7	53.9	58.7	65.9	59.1	34.4	35.3	34.5	35	34.4	28.8	32.2
12:30	63.9	55.7	59.8	64.2	59.2	30.4	30.6	30.7	30.6	30.5	29.8	31.5
12:42	64.4	53.1	58.1	65.6	59.1	34	34.1	33.5	33.8	33.5	28.9	32.4
12:45	62.2	55	59.1	63.9	59.9	30.7	30.6	30.7	30.5	30.3	29.4	30.3
12:57	63	51.8	56.7	64.5	58.4	34.6	34.8	34.5	34.9	34.6	28.6	32.4
13:00	60.9	53.9	57.9	63.1	59.2	30.3	30.1	30.1	30.1	29.8	28.9	30.3
13:12	61.7	51.3	55.3	63	57.3	34.7	34.9	34.4	35.6	34.6	28.3	32.1
13:15	58.2	51.9	55.2	60	56.9	30.9	30.7	30.6	30.7	30.4	29.5	30.5
13:27	64.1	53.1	57.2	65	57.8	53.2	48.4	48	56.4	44.9	28	32.2

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	60.7	53.5	56.8	61.3	57.4	30	29.8	29.7	29.7	29.4	28.6	30
13:42	66.2	55	59	67.3	59.5	33.8	34.4	33.9	34.2	34.2	28.5	32.5
13:45	63.6	56.3	59.5	63.9	59	30.1	30.1	30.1	29.9	29.7	29.2	30.6
13:57	60.1	50.6	54.3	61.4	55.2	50.1	50.8	46.9	53.7	43.8	29.5	31.9
14:00	58.9	53	56.1	60.5	56.5	31.2	31.2	31	30.9	30.5	29.4	30.7
14:12	57.8	49.4	52.2	59.4	53.4	48.2	49.8	45.6	52.2	43.5	28.7	31.8
14:15	55.6	50.3	52.9	57.2	54	30.7	30.6	30.4	30.4	30.2	29.3	30.3
14:27	60.2	51.7	54.1	62.1	54.5	49.5	50.7	44.4	52	42.8	29.9	32.1
14:30	56.9	50.8	53.3	58.3	53.6	31.2	31.1	31.1	31.1	30.8	29.8	31
14:42	59.5	51.6	54.6	60.8	53.7	48.1	48.4	41.8	49	39.7	29.8	32.2
14:45	55.2	50.4	53.1	56.8	52.9	32.2	32	31.9	32	31.6	29.6	31.3
14:57	56	48.5	52	58.1	51.4	44.3	39.7	40.1	47.7	39.3	30	32.3
15:00	50.1	45.9	48.4	51.8	48.3	33	32.7	32.5	32.8	32.2	29.9	31.4

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2x10 ⁻³							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	355	1.09	20.1	1.12	20	29.1	9.04	3.5
9:12	400	1.18	20.1	1.22	20		9.06	3.6
9:15	405	1.23	20.1	1.27	20.7	29.5	9.21	1.6
9:27	450	1.34	20	1.38	20.3		9.24	1.4
9:30	455	1.35	20	1.41	20.8	29.9	9.27	2.2
9:42	480	1.49	20	1.48	20.5		9.43	6
9:45	490	1.48	20.1	1.54	20.9	30.2	9.52	1.1
9:57	515	1.54	19.9	1.59	20.3		9.58	1.9
10:00	525	1.57	19.9	1.63	21	30.7	10.20	1.9
10:12	545	1.62	19.8	1.67	20		10.34	2.7
10:15	550	1.65	19.8	1.71	20.9	31.6	10.51	1.5
10:27	585	1.72	19.5	1.77	19.9		11.13	4.5
10:30	575	1.73	19.5	1.78	20.9	34.1	11.20	2.3
10:42	605	1.84	19.5	1.88	19.8		11.27	2.2
10:45	605	1.85	19.6	1.91	21.1	32.5	11.42	5.4
10:57	645	1.92	19.4	1.97	19.8		11.43	5
11:00	635	1.91	19.3	1.97	20.9	35.3	12.11	1.8
11:12	655	1.98	19.5	2.03	20.2		12.20	3.4

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผนจควบคุม		แผนทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	650	1.97	19.6	2.01	21	32.1	12.40	0.8
11:27	675	2.04	19.7	2.09	19.9		12.47	1.9
11:30	680	2.04	19.6	2.11	21.1	33.2	12.54	5.7
11:42	685	2.07	19.6	2.13	20.1		13.04	3
11:45	695	2.1	19.7	2.17	21	33.7	13.05	2.7
11:57	705	2.1	19.4	2.17	19.8		13.06	3.8
12:00	700	2.11	19.3	2.18	21.1	34.9	13.07	4.1
12:12	705	2.1	19.3	2.16	19.7		13.08	4.4
12:15	695	2.09	19.5	2.16	21.1	33.8	13.09	6.1
12:27	700	2.08	19.3	2.15	20.1		13.22	2.4
12:30	705	2.08	19.3	2.17	21	37.2	13.53	4
12:42	695	2.06	19.3	2.13	20.4		13.56	3
12:45	710	2.08	19.2	2.17	21.1	36.3	14.02	4.8
12:57	705	2.11	19.5	2.18	20.3		14.04	5.4
13:00	715	2.1	19.4	2.2	21.1	35.7	14.07	4.8
13:12	700	2.08	19.5	2.17	20.4		14.10	3.2
13:15	700	2.07	19.5	2.17	21.1	35.1	14.20	4.5
13:27	685	2.02	19.4	2.11	19.7		14.57	4.3
13:30	675	2.01	19.4	2.11	21.1	35.8		
13:42	685	1.93	19.2	2.01	20			
13:45	670	1.93	19.2	2.01	21	38.4		
13:57	635	1.84	19.5	1.92	19.8			
14:00	630	1.83	19.4	1.92	20.9	37.1		
14:12	610	1.76	19.6	1.85	19.8			
14:15	610	1.76	19.5	1.85	20.9	35.5		
14:27	590	1.65	19.4	1.7	19.7			
14:30	560	1.65	19.4	1.72	20.8	36.2		
14:42	535	1.45	19.3	1.53	19.8			
14:45	545	1.52	19.4	1.59	20.7	36.7		
14:57	225	1.35	18.8	1.38	19.3			
15:00	470	1.35	19.4	1.42	20.5	36.5		

วันที่ 4 มีนาคม 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแนวควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแนวทดสอบ(°C)					อุณหภูมิ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	40	38.9	30.6	41	41.2	36.4	36.5	37	39.1	38.8	27.9	28.7
9:12	39.9	39	30.3	41.1	41.3	37	37.4	38	40.3	39.9	27.9	28.3
9:15	41.2	38.1	29.7	43.1	41.1	28.3	28.3	28.4	28.7	28.5	27.6	28.1
9:27	42.4	41.2	31.7	43.8	43.9	31.9	32.3	31.1	32.1	32.1	28	29
9:30	44.7	41.1	31.4	46.4	44.2	28.7	28.8	29	29.2	29.1	28	28.4
9:42	43	41.8	31.8	44.6	44.5	37.4	36.3	36.6	39.6	36.3	28.2	28.8
9:45	46.6	42.4	32.8	48.8	46.3	29.1	29.3	29.2	29.5	29.4	28.4	28.9
9:57	45.6	44.8	34.1	47.5	47.8	41.1	41.7	40.7	43	39.1	29	29.8
10:00	51.7	47.3	35.8	53.2	50.4	29.8	30	30	30.2	30.2	29	29.8
10:12	47.6	45.9	33	49.3	49.1	42.1	43.1	41.9	40.9	35.3	29.3	30.1
10:15	49.5	45.2	34	52.1	49.7	29.6	29.8	30.1	30.4	30.4	29.1	29.5
10:27	50.1	47.7	35.6	52.1	51.4	44	44.9	43	46.1	38.9	29.5	30.6
10:30	53.8	48.4	35.3	56.3	53.1	29.9	30.2	30.2	30.5	30.5	29.4	30.3
10:42	53.6	52.1	35.7	55.1	55.1	46.5	47.6	46.2	50.3	45.9	29.1	31.7
10:45	54.7	49.7	34.1	57	54.1	29.5	29.7	29.7	30.4	30.2	29.3	30.2
10:57	51.7	48.8	35.2	53.8	53.1	44.7	45.3	41.7	47.4	42.9	28.4	30.7
11:00	54.9	48.6	35.1	57.6	54.1	29.3	29.4	29.4	29.9	29.9	28.6	29.7
11:12	53.9	50.4	35.4	55.9	54.6	46.8	47.1	40.4	48.7	42.7	28.7	31
11:15	55.4	49.4	35	57.9	54.9	29.3	29.4	29.6	30	29.9	28.7	29.9
11:27	54.7	52.5	37.3	56.4	56.2	33.5	34.4	33.1	33.9	34	29.2	33
11:30	59.5	53.2	37.3	61.1	57.9	29.7	30	30.1	30.2	30.4	28.9	30.3
11:42	53	50.8	36.7	54.4	54.4	46.7	45.2	41.8	42.9	42.3	27.9	31.8
11:45	55.3	49.1	35.4	57.3	54.6	29.4	29.6	30.2	30.3	30.1	28.7	29.8
11:57	55	53.2	37.6	56.6	56.9	48.9	49.9	46.2	50.6	46.3	28.6	31.2
12:00	56.4	50.7	36.8	58.7	56	27.3	27.3	27.5	27.8	27.8	25.7	28.8
12:12	56.4	54.1	38.5	58	57.8	31.8	32.7	31.9	32.8	33	28.2	30.8
12:15	63.2	56.4	40.4	64.1	61	29.2	29.5	29.7	29.8	29.9	28.7	30
12:27	57.7	55.5	38.6	59.3	59.1	37.7	39.2	36.4	36.9	36.9	30	32.3
12:30	62.3	55.5	40	64.1	60.9	30.6	30.8	31.2	31.1	31.2	29.5	31.4
12:42	53.4	52	39.4	55.2	56.1	49.1	50.2	45	50.5	47.4	29.3	33
12:45	59.2	53.3	41	61.4	59.2	31	31.1	31.2	31.1	30.9	30	31.2
12:57	58.3	56.8	42	60	60	53	53.8	49.9	51	45.1	29	32.9
13:00	63.2	56.2	41	64.6	61.4	30.4	30.4	30.4	30.4	30.2	29.3	30.9
13:12	56.1	53.5	37.5	58.1	57.6	51.5	51.8	47.2	53.4	48.4	29.3	32.7
13:15	64.5	57.4	46	64.6	61.1	30.7	30.7	30.9	30.8	30.5	29.6	31.7
13:27	55.3	54.2	38.9	56.8	56.9	34.2	35.2	33.3	33.9	35.4	29.2	32.6

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	58.9	54	41.2	60.3	57.3	31	31.1	31.3	31.1	30.8	29.8	30.6
13:42	55.8	54.4	42.7	57.7	57.6	34.3	35	33.8	35.3	34.6	28.4	31.8
13:45	57.1	51.8	40.3	59.5	56.2	30.3	30.3	30.3	30.3	30	28.6	30.5
13:57	52.9	50.5	39.6	54.8	53.7	47.6	49.5	42.9	44.5	44.7	29.8	31.6
14:00	55.6	50.2	42	57.3	53.8	31.7	31.7	31.7	31.8	31.4	29.9	30.8
14:12	52.7	52.3	42	53.9	54.9	44.5	47.5	45.8	43.7	38.9	27.6	32
14:15	53.7	49.9	40.7	55.4	53.2	29.5	29.5	29.5	29.5	29.2	28.2	29.8
14:27	51.7	50.8	40.5	53.2	53.6	32.9	33.2	32.7	33.6	33.4	27	31.1
14:30	54	49.7	41.1	55.7	53.1	28.9	28.9	28.9	29	28.7	28.2	28.7
14:42	50.6	50.1	40.2	52.2	52.8	47.3	48.1	44	44.4	42.4	27.4	30.5
14:45	52.1	48.6	39.7	54	51.5	29.4	29.3	29.3	29.5	29.1	28.4	29.1
14:57	52.4	51.6	40.8	53.9	53.9	47.4	47.3	42.6	46.9	43.3	28.6	30.1
15:00	53.4	49.7	39.5	55.4	52.4	27.1	27	27.1	27.2	26.8	26.3	26.9

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2x10 ⁻³							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	415	1.27	20	1.32	20.1	29.6	9.03	3.3
9:12	460	1.38	20.1	1.43	20.2		9.04	4.8
9:15	465	1.4	20.1	1.48	20.8	29.3	9.09	3.6
9:27	500	1.5	20	1.55	20.3		9.14	3.5
9:30	510	1.53	20.1	1.6	20.9	30.2	9.21	2.5
9:42	540	1.64	20.1	1.69	20.4		9.25	4.4
9:45	545	1.64	20	1.7	20.9	30.6	9.28	4.8
9:57	585	1.76	19.9	1.81	20.3		9.36	4.6
10:00	595	1.79	19.7	1.87	21	32.3	9.46	2.4
10:12	620	1.87	19.7	1.93	20.2		10.03	3
10:15	620	1.89	19.9	1.97	21	31.5	10.09	3.5
10:27	650	1.97	19.8	2.03	20.2		10.13	4.2
10:30	660	1.99	19.7	2.07	21	33	10.19	4
10:42	680	2.07	19.5	2.13	20		10.25	1.4
10:45	680	2.07	19.5	2.14	21.1	33	10.26	1.7
10:57	705	2.15	19.8	2.21	20.2		10.47	1.2
11:00	710	2.16	19.7	2.23	21.1	33.2	10.56	3.8
11:12	725	2.19	19.6	2.26	20.1		11.05	1.4

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	730	2.22	19.7	2.3	21.2	33.5	11.11	4.1
11:27	745	2.25	19.6	2.32	20		11.12	3.6
11:30	745	2.25	19.4	2.35	21.2	34.6	11.13	2.6
11:42	750	2.27	19.7	2.34	20		11.20	8.1
11:45	740	2.27	19.7	2.35	21.2	33.3	11.25	4.5
11:57	760	2.27	19.5	2.35	19.9		11.34	3
12:00	755	2.28	19.5	2.37	21.4	34.3	11.39	2.1
12:12	770	2.28	19.5	2.36	20.6		11.40	3
12:15	780	2.3	19.5	2.39	21.3	36.5	11.41	3.1
12:27	775	2.3	19.4	2.38	20		11.42	2.4
12:30	775	2.37	19.3	2.4	21.2	36.2	11.54	4
12:42	765	2.26	19.7	2.35	20		12.08	2.6
12:45	770	2.28	19.7	2.37	21.2	35.8	12.20	2.8
12:57	770	2.23	19.3	2.33	19.8		12.26	3.3
13:00	760	2.22	19.3	2.37	21.2	36.2	12.27	2.6
13:12	740	2.17	19.3	2.27	19.8		12.39	2.8
13:15	740	2.17	19.3	2.28	21.1	37.3	12.40	3.3
13:27	700	2	19.3	2.03	20.3		12.42	2.6
13:30	720	2	19.4	2.1	21.2	37.3	13.18	3.8
13:42	700	1.97	19.4	2.06	20.2		13.49	3.4
13:45	700	1.97	19.4	2.07	21.1	36.8	14.02	4
13:57	655	1.94	19.6	2.03	20		14.08	5
14:00	675	1.94	19.7	2.03	21	36	14.13	5
14:12	650	1.82	19.6	1.9	19.9		14.27	3
14:15	635	1.82	19.6	1.9	21.1	36.8	14.28	2.8
14:27	605	1.7	19.5	1.78	20.5		14.44	7.6
14:30	605	1.7	19.6	1.78	21.1	36.9	14.47	4.2
14:42	570	1.55	19.5	1.6	19.8			
14:45	565	1.56	19.5	1.62	21	36.3		
14:57	495	1.31	18.8	1.35	19.6			
15:00	530	1.42	19.3	1.47	21.1	37.2		

วันที่ 8 มีนาคม 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	42.9	41.4	31.9	43.7	43.2	39.2	39.4	40.1	42.2	41.7	27.5	28.8
9:12	48.1	41.8	33.1	49.1	45	41.6	42.1	42	46.9	42.3	27	28.7
9:15	47.4	43.6	33.4	48.8	46.2	30	29.9	29.7	29.7	29.4	26.8	27.9
9:27	49.9	43.3	33.6	52.3	47.3	30.6	31.1	31	33.3	31.3	28.4	29.7
9:30	50.8	46.3	35	52.5	49.1	30.7	30.7	30.6	30.4	30.1	28.8	29.7
9:42	59.1	50	36.4	59.4	52.3	47.1	47.1	45.7	48.1	42	28.7	31.2
9:45	56	50	34.9	56.5	52	30.1	30	29.9	29.9	29.5	28.8	30.1
9:57	57.7	48.9	34	59.9	53.4	46.4	45.8	44.7	49	36.1	27.7	31.4
10:00	58.4	53.1	37.4	59.7	56.1	30.2	30.2	30.2	29.9	29.8	28.4	29.9
10:12	63	52.7	35.7	63.6	56.4	47.2	47.4	47.7	55	43.3	28.5	31.1
10:15	59.9	52.6	35.4	60.9	55.9	31.1	31	30.9	30.8	30.5	29.1	31
10:27	58.7	48.8	34.2	60.8	54.1	46.3	46.3	44.9	53	41.2	26	29.8
10:30	55.9	50.2	37.5	58.1	54.5	29.8	29.6	29.6	29.6	29.2	26.9	28.3
10:42	54.8	46.4	36.1	56.4	49.2	43.7	42.2	41.2	44.4	32.7	28.2	29.8
10:45	49.4	44.5	34.7	50.7	46.7	29.8	29.6	29.5	29.6	29.1	28.9	29.5
10:57	50.1	43.7	35.9	51.6	45.7	31.6	31.2	31.7	32.4	31.6	29.2	29.6
11:00	46	42.6	35.3	47.1	44.4	29.9	29.7	29.6	29.7	29.3	29.1	29.5
11:12	53.9	46.2	35.6	56.1	50.1	45	44.1	40.7	48.5	38.9	27.6	29.9
11:15	48.6	44.7	36.1	50.3	47.9	30	29.8	29.8	29.8	29.5	28.6	29.1
11:27	52.9	46.2	36.9	53.9	48.3	42.8	40.1	37.9	44.3	35.4	28.8	30.4
11:30	49.2	45.2	35.4	50.5	47.4	31.7	31.2	31.1	32.9	31.4	28.4	30.9
11:42	59.8	50.2	37.2	62.1	55.4	50.8	49.3	47.2	52.9	41.2	27.2	30.9
11:45	58.2	52.3	37.4	60.2	56	31.4	31.4	31.4	31.3	30.9	27.4	30.7
11:57	51.2	44.5	35.9	52.1	46.4	40.6	38.1	35.9	42.9	35.5	28.8	31.8
12:00	57.4	48.8	37.3	58.9	52	30.9	30.9	30.9	30.7	29.9	28.2	31.3
12:12	54.2	52.4	37.9	55.5	55.6	48.6	49	44.8	43.4	37.9	27.5	31.6
12:15	54.6	48.7	35.8	56.1	52	29.8	29.3	29	29	28.6	27.5	29.1
12:27	51.7	49.4	36.7	53.1	52.7	45	45	41.7	45.2	37.1	27	28.9
12:30	52	46.9	36.4	53.3	50.4	29.3	28.7	28.9	29.2	28.8	27.6	28.4
12:42	51.8	49.9	36.9	53.8	52.8	46.2	45.5	42.5	46.8	41.2	29.8	30.5
12:45	57.1	50.6	37.3	60	55.6	30.2	29.7	29.9	30.5	30.7	27.8	29.4
12:57	59.3	49.7	38.4	62.7	56.5	49.7	47.3	45.9	51.3	38.7	27.5	30.2
13:00	57.7	52	35.9	61.4	57.7	29.5	28.9	29.1	30.6	30.2	27.5	29
13:12	55.5	47.1	36.4	58.5	52.3	46.6	44.9	42.9	50.9	40.3	29.2	31.8
13:15	50.2	45.2	36.5	52.4	48.6	30.2	30	30.3	30.5	29.9	29.2	30.3
13:27	51.6	45.8	38.6	54.3	48.9	43.1	42.4	38.2	36	33.5	29.4	29.6

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	52.1	49.1	37.8	54.3	51.5	32.5	33	33.2	32.9	31.8	29.9	30.8
13:42	57.4	49.3	39.3	59.9	53.5	49.7	49.6	44.8	53.9	42	28.3	31.8
13:45	57	52.1	41.7	59.6	56.2	32.1	32	31.7	31.7	30.9	29.5	30.8
13:57	65.7	56	40.4	66.3	58.1	53.9	53.1	48	57.6	45.5	29.6	34.1
14:00	58.9	53.8	40.6	60.7	56.4	31.5	31.4	31.4	31.4	30.9	28.4	31.6
14:12	54.3	47.8	40.2	56.4	51	44.1	44.1	38.8	44.4	34.4	26	32.6
14:15	53.4	49.9	41.3	55.2	52.7	28	27.9	27.9	27.9	27.6	26.8	28.8
14:27	59.8	52.8	43.9	62.3	56.4	49.2	50.6	46.8	52.2	43.4	26.7	31.3
14:30	53.1	49.4	40.3	55.3	52.3	28.6	28.4	28.5	28.5	28.1	26.9	28.8
14:42	54	48.1	40.2	56.4	51.1	46.1	47.7	41	41.3	35.5	28.8	31.1
14:45	54.9	51.1	44	57	53.8	30.5	30.6	30.6	30.5	30.2	28.8	30.5
14:57	60.3	52.5	40.6	62.1	54.3	49.9	50.5	46.8	52.1	43.3	28.8	32.5
15:00	53.5	49.6	40.8	55.4	51.8	30.9	31	31.1	31.1	31	28.9	30.8

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	390	1.24	19.8	1.28	19.9	33	9.57	1.7
9:12	435	1.31	19.7	1.36	19.9		10.17	1.7
9:15	450	1.39	19.8	1.44	20.7	31.2	10.26	3.7
9:27	470	1.42	19.7	1.49	19.9		10.27	1.5
9:30	490	1.47	19.7	1.55	20.7	33.5	10.35	3
9:42	530	1.58	19.4	1.64	19.9		10.37	2.7
9:45	530	1.61	19.4	1.68	20.9	33.1	10.42	3.2
9:57	555	1.69	19.4	1.75	20	.	10.43	4.8
10:00	575	1.74	19.3	1.8	20.9	34.1	10.49	5.2
10:12	580	1.73	19.2	1.79	20		11.12	4.2
10:15	595	1.78	19.3	1.85	20.8	34	11.28	4.5
10:27	610	1.87	19.4	1.96	19.8		11.33	5.1
10:30	605	1.86	19.4	1.99	20.2	33.1	12.05	5.1
10:42	370	1.2	19.3	1.24	19.8		12.25	5.7
10:45	365	1.19	19.2	1.26	20.7	33.3	12.26	6.6
10:57	320	0.99	19.4	1.21	20		13.2	2.2
11:00	410	1.38	19.9	1.49	20.7	32.7	13.22	4.9
11:12	575	1.65	19.7	1.72	19.7		14.14	5

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	395	1.9	19.8	2.1	20.7	33.5	14.40	6.4
11:27	330	1	19.3	1.2	19.7			
11:30	530	2.1	19.6	2.15	20.7	33.1		
11:42	685	2.05	19.6	2.16	19.9			
11:45	735	2.19	19.6	2.25	20.8	33.9		
11:57	460	2.1	19.8	2.21	19.9			
12:00	775	2.28	19.8	2.38	21.1	34.9		
12:12	725	2.18	19.6	2.23	20			
12:15	335	2.19	20	2.27	20.7	34		
12:27	715	2.16	19.7	2.25	20.1			
12:30	305	2.35	19.9	2.43	20.9	33.7		
12:42	800	2.36	19.1	2.47	19.6			
12:45	735	2.36	19.6	2.47	20.8	35.6		
12:57	740	2.26	19.6	2.34	19.9			
13:00	730	2.26	19.6	2.34	21.1	35		
13:12	290	0.84	18.8	0.92	19.1			
13:15	230	0.9	18.8	1.15	19.9	34.6		
13:27	740	2.2	20	2.3	20.5			
13:30	735	2.19	19.9	2.33	20.9	35.4		
13:42	715	2.1	19.6	2.2	20			
13:45	700	2.1	19.6	2.2	21	36.6		
13:57	680	1.9	19.1	1.97	19.7			
14:00	675	1.89	19.1	2	20.9	36.8		
14:12	635	1.81	19.7	1.87	20			
14:15	630	1.81	19.7	1.88	21.2	36.6		
14:27	625	1.75	19.4	1.82	19.9			
14:30	615	1.74	19.6	1.84	21.1	35.8		
14:42	580	1.62	19.6	1.68	20			
14:45	590	1.64	19.6	1.7	20.9	36.5		
14:57	540	1.46	19.2	1.5	19.7			
15:00	555	1.47	19.3	1.54	20.7	36.1		

วันที่ 10 มีนาคม 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	42.8	43.9	43.8	43.1	44.5	41.2	41.7	41.5	42.2	42	28	29.2
9:12	42.9	44.4	44	43	44.6	42.1	42.5	42.4	43.2	42.2	28	29.3
9:15	45.1	44.2	44.1	44.7	44.2	28.5	28.7	28.8	29	28.8	27.6	28.8
9:27	43.2	43.9	43.9	43.9	44.4	30.8	31.9	31	33.3	33	28.2	28.5
9:30	47.3	44.7	45.6	47.5	45.8	29.1	29.3	29.4	29.5	29.4	28.4	29.3
9:42	44.9	44.8	46.2	46	46.9	33.3	33.6	39.8	34.4	33.3	29.1	29.8
9:45	49	46.2	47.5	49.8	48.1	29.9	29.9	30.1	30.2	30	28.9	30.3
9:57	47.6	49.5	48.6	47.9	49.8	42.7	44.1	42.2	44.5	41.1	27.5	30
10:00	50	48.7	48.2	49.7	48.9	27.8	28	28.2	28.3	28.1	27.5	29.2
10:12	52.6	53.3	53	52.1	53.1	45.1	45.9	43.5	44.9	40.5	28.8	30.7
10:15	53.9	52.4	51.7	54.1	52.6	28.5	28.8	29	29.1	28.8	27.6	30.1
10:27	52.7	55.4	53.9	52.3	54	45.1	46	44.2	44.9	41	29	31.7
10:30	58.1	55.5	55.2	56.9	54.1	30.1	30.4	30.6	30.7	30.6	29.4	32
10:42	56.9	54.7	56	57.3	55.6	49	49.8	47.5	50.1	41.5	29.1	32.6
10:45	61.1	54.8	57.2	61.1	56.1	30.1	30.2	30.2	30.5	30.3	29.3	32.8
10:57	57	56.2	57.9	57.4	57.2	47.8	48.8	46.9	50.1	45.6	29.5	33.7
11:00	59.6	54.4	56.9	60.3	56.5	29.7	29.8	29.9	30.2	30	28.6	32.9
11:12	58.5	55.2	57.9	58.5	57.7	33.2	33.7	33.1	33.2	33.4	29.9	33.1
11:15	61	54.1	57.5	61.2	57.7	30.8	30.9	31	31	30.8	29.7	33.6
11:27	59.3	57.7	59.3	59.9	59.6	38.8	38.5	38.7	40.6	39.9	29.4	33.8
11:30	61.9	56.7	58.5	62.6	59.1	29.5	29.9	30	30.2	30	29	33.6
11:42	58.6	56.4	58.5	58.6	58.4	50	51	46.5	51.5	47	29.7	35.5
11:45	64.5	58.6	60.1	63.9	60.2	29.4	29.7	30	30	29.9	29.2	34.7
11:57	63.6	61.9	62	61.1	59.9	53.4	54.6	48.7	53.7	47.5	29.8	35.4
12:00	64	59.5	60	63	59.3	29.7	29.9	30	30.4	30.2	28.8	33.8
12:12	59.4	59.7	59.9	59.2	61	52.2	52.7	48.7	54.1	48.7	29.7	34.7
12:15	64.3	60.3	59.8	63.2	61.3	29.2	29.7	30	30.1	30.1	28.8	34.4
12:27	56.5	53.7	55.9	56.5	56.8	51.1	51.1	47.2	53.4	47.8	27.6	34.9
12:30	61	54.4	56.4	60.2	57.5	27.6	27.6	27.8	28	27.7	26.5	34.1
12:42	59.9	59.8	60.2	59.8	60.9	53.1	53.7	49.6	54.9	49.1	29.4	36.8
12:45	63.7	59	60	63.9	61.3	29.5	29.8	30	30.3	30.2	29	36.8
12:57	57.5	55.7	57.5	58.2	58.5	51.3	51.3	47.3	52.6	47	29.7	35.8
13:00	61.2	54.3	57	62	58.3	30.9	30.9	30.9	31.3	31.1	28.8	34.9
13:12	57.1	54.6	56.1	57.5	57	50	50.3	46.5	49.7	45.6	29.6	33.4
13:15	60.4	53.3	55.6	60.8	56.6	30.7	30.8	30.9	31.1	30.9	29.9	34.2
13:27	54.4	52	54.2	54.8	55.2	48.7	49.1	45.2	48.2	45.2	29.6	35.4

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	59.2	53	55.4	60.3	56.7	30.9	31	31.2	31.5	31.3	28.8	34.8
13:42	55.9	57.4	57.1	56.6	57.8	40.4	41.3	40.7	38.5	39.8	29.1	35.8
13:45	61.6	58.5	58.3	61.6	58.7	30	30.6	31	31.2	31.2	28.7	34.3
13:57	58.3	56.2	57.9	59.2	58.3	51.3	51.7	47.7	53.3	47.8	29.7	35.8
14:00	61.4	55.2	57	61.5	57	31.6	31.6	31.9	32.1	32	28.9	36.8
14:12	55.7	54.4	56.2	56.1	56.4	48.3	48.6	44	49.4	45.3	29.7	37.1
14:15	61.6	56.9	58	61.6	58.1	30.7	30.9	31.1	31.3	31.2	28.8	37.3
14:27	55	57.2	56.1	54.9	56.2	45.7	47.3	43.9	47.9	43.2	26.9	35.5
14:30	56.5	54.2	54.4	56.8	54.4	28.8	28.7	29	29.5	29.2	28.1	36.4
14:42	52.5	52.7	53.4	52.7	53.8	46.6	46.8	42.8	47.7	43.6	29.6	36.4
14:45	54.2	50.3	51.8	54.9	52.2	28.6	28.5	28.4	28.8	28.6	27.2	36.7
14:57	50.9	49.4	50.8	50.7	50.8	31.9	32.1	31.3	31.7	31.7	26.5	35.9
15:00	53.4	49.6	50.9	54	51.1	26.1	26.1	26.2	26.4	26.3	25	36.4

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	355	1.05	19.6	1.12	19.7	30.4	9.02	1.4
9:12	260	0.84	19.3	0.88	19.4		9.22	2.2
9:15	360	1.05	19.7	1.1	20.6	30.4	9.47	1.7
9:27	445	1.31	19.9	1.37	20.4		10.12	2.4
9:30	440	1.32	19.7	1.39	20.7	31	10.22	1.6
9:42	490	1.42	19.7	1.53	20.2		10.35	0.7
9:45	495	1.48	19.7	1.56	20.8	31.1	10.37	2.4
9:57	525	1.57	19.6	1.64	20		10.48	1.4
10:00	515	1.57	19.6	1.65	20.9	30.9	11.11	2.6
10:12	555	1.68	19.4	1.74	20		11.25	0.7
10:15	565	1.71	19.4	1.79	20.9	31.8	11.30	0.7
10:27	575	1.74	19.3	1.81	20		11.31	1.1
10:30	575	1.74	19.3	1.82	20.9	32.3	11.34	2.2
10:42	615	1.85	19.3	1.91	20		11.35	2.8
10:45	605	1.84	19.2	1.93	21	33.5	11.40	0.7
10:57	650	1.95	19.3	2.01	19.9		11.59	1.5
11:00	650	1.94	19.3	2.03	21.11	33.2	12.03	1.6
11:12	650	1.93	19.2	2	20.6		12.07	3.2

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	670	1.99	19.2	2.06	21	34.1	12.20	3
11:27	685	2.03	19.1	2.1	20.2		12.24	3.8
11:30	695	2.05	19.2	2.13	21.1	34.2	12.25	4.2
11:42	710	2.09	19.2	2.16	19.9		12.27	2
11:45	705	2.09	19.2	2.17	21.1	34.5	12.53	2
11:57	690	1.98	19	2.06	19.7		12.55	1.6
12:00	710	2.06	19	2.14	21.1	34.2	13.01	1.1
12:12	710	2.05	19.1	2.13	19.7		13.03	5.7
12:15	705	2.06	19	2.14	21	34.3	13.10	4.8
12:27	695	2.07	19.3	2.14	19.8		13.23	2
12:30	705	2.07	19.3	2.16	21.3	34.2	13.31	2.4
12:42	710	2.03	19.1	2.13	19.7		14.10	0.6
12:45	710	2.06	19.1	2.15	21.1	35.5	14.11	2.3
12:57	710	2.01	19.1	2.11	19.8		14.22	3
13:00	680	2.01	19.1	2.13	21	36	14.24	0.5
13:12	675	1.93	19.2	2.02	19.8		14.32	2.1
13:15	675	1.94	19.3	2.04	21.1	35.6	14.36	2.2
13:27	655	1.85	19.3	1.95	19.9		14.40	2.1
13:30	655	1.85	19.3	1.96	21.1	36.5	14.44	2.2
13:42	660	1.8	19.1	1.89	19.8			
13:45	645	1.8	19.1	1.91	20.9	35.2		
13:57	620	1.68	19	1.76	19.7			
14:00	620	1.7	19	1.79	20.9	36.8		
14:12	595	1.61	19.1	1.69	19.8			
14:15	590	1.61	19.1	1.7	20.8	35.6		
14:27	565	1.49	19.1	1.56	19.7			
14:30	555	1.49	19.1	1.58	20.9	36.2		
14:42	525	1.39	19.2	1.45	19.7			
14:45	515	1.39	19.2	1.47	20.8	36.1		
14:57	480	1.27	19.3	1.32	20.4			
15:00	475	1.27	19.2	1.34	21	36		

วันที่ 11 มีนาคม 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแรงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแรงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	34.8	37.2	36.6	35.5	37	35.5	35.4	34.9	34.8	34.3	26	27.6
9:12	38.9	36.7	36.6	38.9	36.7	28.5	27.2	27.8	28.2	27.7	25.1	25.8
9:15	35.7	35.7	35.3	35.9	36	24.3	23.6	23.6	24.4	23.8	25.3	25.8
9:27	36.5	34.8	34.6	36.8	35	30.6	30.4	29.6	30.2	24.8	25.7	26.3
9:30	35.2	35.7	34.9	35.4	35.4	24.3	23.7	23.5	24.4	24	25.7	25.8
9:42	40.3	37.2	37.2	40.4	37.6	33.3	33.2	32.8	36.7	30.4	26	26
9:45	37.5	37.9	37.1	37.8	37.7	23.8	23.1	23.1	23.9	23.6	25.8	26.1
9:57	45	40.4	41	45.2	41	38.6	37.2	36.3	40.6	32.2	27.2	27.6
10:00	43.2	42	41.7	43.3	42.3	24.2	23.4	23.4	24.3	23.9	26.7	27.2
10:12	45.8	41.8	42.8	46.9	44.1	38.8	38	36.9	42.2	32.6	27.6	27.8
10:15	41.7	41.8	41.7	42.5	43.4	24.6	23.7	23.5	24.4	23.7	27.2	27.5
10:27	45.3	40.7	41.7	46.6	43.4	37.6	37.3	35.6	37.5	32	27.2	27.4
10:30	43	41.6	41.6	43.5	43.4	25.3	24.4	24.3	25.1	24.3	27.6	27.6
10:42	47.6	42.6	43.9	49	45.8	40.3	38.5	38.1	43.2	33.2	27.1	27.2
10:45	46.6	44.6	45.1	47.8	47.2	24.8	23.9	23.7	24.5	23.7	26.9	27.3
10:57	49.8	42.4	45	52.3	47.2	41.9	39.8	38.7	46.5	35.2	28	28.6
11:00	46.5	44.3	45	47.5	46.8	25.9	25.1	24.9	25.5	24.6	27.8	28.3
11:12	52.8	46	47.7	53.9	50	42.7	39.3	41.2	42.2	30.1	27.5	28.6
11:15	50	47.6	48.1	50.6	50	25.6	24.6	24.4	24.9	23.9	27.7	28.6
11:27	53.1	44.9	47.7	55.3	50.5	44.4	41.7	41.6	48	36.6	28.1	29.5
11:30	50.2	46.1	48.4	52.8	50.8	26.8	25.9	25.6	26.2	25.3	28.6	29.5
11:42	54	47.6	48.1	53	49.9	45.8	42	40.5	45.6	35.4	28	29.3
11:45	49.9	47	47.7	50.7	49.9	26.2	25	24.7	25.5	24.3	28.5	29.4
11:57	58.2	49.2	51.3	59.1	53.4	48.2	45.3	42.9	51.1	39.2	28.1	30.4
12:00	57.9	53.7	54.1	57.5	55.3	27.7	27.9	28	28	27.7	28.2	29.5
12:12	59.8	49.8	52.3	60.4	54.4	39.4	39.1	35.5	38.7	37.6	28.2	31
12:15	58.9	53.4	54.6	58.7	56.1	28.9	29.4	29.4	29.3	29.3	29	30.6
12:27	59.7	49	51.2	59.2	53	35.6	35.1	34.8	36.4	35	28.2	31.5
12:30	53.7	48	49.8	54.2	51.8	27.7	27.7	28	28.6	28.3	28.4	29.3
12:42	59.3	48.9	51.3	59	52.2	35.1	35.1	34	36.2	34.7	28.5	31.8
12:45	58.7	53.3	55.1	57.4	55.3	28.2	28.6	28.9	29.1	29	29.2	30.1
12:57	59.9	49.4	51.7	59.2	52.4	49.8	47.3	45	54.8	42.6	28.7	31.4
13:00	58	51.5	53.6	57.4	53.6	28.5	29	29.2	29.5	29.4	29.1	30.1
13:12	63.2	51.2	54.2	61.8	53.3	51.9	49.6	46.5	57.1	43.9	29.1	31.7
13:15	58.9	51.6	54.1	58.8	53.6	28.8	29.1	29.3	29.5	29.3	29.2	30.4
13:27	59.4	50.4	53.1	60.9	53.4	49.1	47.8	44.6	54.9	42.9	28.9	31

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	58	53.2	54.8	59.1	55.3	28.4	29.1	29.7	29.8	29.7	29.4	30.4
13:42	62.8	51.1	53.8	62.7	54.4	41.4	49.3	39.8	40.7	42.5	29.6	31.8
13:45	61.2	53.1	55.9	61.8	55.7	28.5	28.8	29	29.3	29.1	28.6	30.8
13:57	62.5	55	55.1	60.3	55	32.8	33.9	34.9	36.3	35.5	27.2	31.1
14:00	57.7	55.3	55	56.2	54.8	25.7	26.2	26.8	27.2	27.1	26.6	28.2
14:12	57.9	48.3	50.5	58.4	51.1	45.1	45.7	42	49.2	40.3	29.1	30.7
14:15	54	48.6	50.6	55.2	51.7	28.7	28.8	29	29.5	29.4	29.1	29.9
14:27	49.3	43.3	44.8	50.3	45.6	38.8	37.7	36	41.2	35.3	27.8	30.4
14:30	48.2	44.9	46.1	48.8	47	28.1	28	28.1	28.6	28.4	28.7	29.1
14:42	50.9	43.7	45.4	51.7	45.3	41	39.9	33.1	44.2	36	28.7	30.8
14:45	48.3	43.4	44.8	48.9	44.8	28.5	28.5	28.7	28.8	28.6	28.8	29.3
14:57	57.2	50	50.3	56.8	49.6	44.5	43.4	40.8	46.4	37.5	28.9	30.4
15:00	51.6	48.5	48.2	50.5	47.4	28.2	28.4	28.9	28.6	28.3	28.6	29.1

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง					อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2x10 ⁻³							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	285	0.86	19.9	0.91	19.9	28.6	9.12	5.7
9:12	365	1.07	20	1.13	20.1		9.14	5.4
9:15	375	1.13	20.1	1.18	20.8	28.5	9.15	5.3
9:27	405	1.22	20.2	1.27	20.6		9.19	1.9
9:30	425	1.28	20.2	1.35	20.8	28.7	9.20	5.8
9:42	470	1.39	20.1	1.45	20.3		9.22	5.1
9:45	485	1.46	20.1	1.53	20.9	28.9	9.23	6
9:57	525	1.55	20	1.61	20.2		9.24	6.9
10:00	535	1.56	20	1.63	20.9	29.4	9.28	4.7
10:12	570	1.67	19.9	1.73	20.2		9.29	5.1
10:15	575	1.7	20	1.77	21	29.3	9.32	4.1
10:27	600	1.79	20.1	1.85	20.4		9.35	5.1
10:30	610	1.81	20.1	1.89	21.1	29.8	9.36	4.6
10:42	640	1.91	20	1.96	20.3		9.37	5.4
10:45	645	1.91	20	1.98	21.1	30.7	9.43	5.5
10:57	660	1.99	20	2.05	20.3		9.44	8
11:00	665	1.99	19.9	2.07	21.1	30.2	9.49	5
11:12	695	2.06	19.7	2.13	20.2		9.51	2.4

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	690	2.06	19.7	2.15	21.1	30.8	9.54	1.7
11:27	695	2.07	19.8	2.13	20.1		10.02	4.1
11:30	695	2.07	19.8	2.14	21.1	31.2	10.12	5
11:42	710	2.11	19.7	2.17	20.1		10.30	5.1
11:45	710	2.12	19.7	2.2	21.1	31.5	10.39	3.5
11:57	715	2.12	19.6	2.18	20.1		10.45	2.7
12:00	710	2.12	19.6	2.2	21.1	32.2	10.47	1.7
12:12	715	2.14	19.5	2.21	20		10.52	4.7
12:15	715	2.13	19.5	2.24	21.1	32.8	10.55	2.1
12:27	700	2.13	19.5	2.21	20.1		11.05	1.4
12:30	690	2.13	19.8	2.23	21.2	31.8	11.09	3
12:42	685	2.08	19.6	2.16	20		11.11	2.3
12:45	690	2.08	19.6	2.17	21.1	32.8	11.19	3.4
12:57	680	2.05	19.5	2.13	20		11.25	2.8
13:00	675	2.04	19.5	2.15	21.1	33.9	11.32	2.8
13:12	665	2	19.4	2.08	19.8		11.36	1.6
13:15	660	1.99	19.4	2.1	21.1	34.1	11.47	4.2
13:27	650	1.93	19.3	2	19.8		12.04	3
13:30	650	1.92	19.4	2.04	21	33.3	12.10	2
13:42	635	1.89	19.3	1.96	19.8		12.16	2.3
13:45	630	1.88	19.2	1.99	20.9	35.6	12.17	2.6
13:57	610	1.8	19.2	1.86	20.4		12.25	4.1
14:00	590	1.8	19.2	1.88	21	32.8	12.28	3.9
14:12	550	1.69	19.4	1.7	19.9		12.34	2.9
14:15	565	1.68	19.5	1.75	20.9	34.1	12.50	3.5
14:27	330	1.42	19.3	1.45	19.7		12.51	2
14:30	505	1.49	19.8	1.56	20.9	33.5	13.00	1.9
14:42	240	0.68	18.9	0.72	19.4		13.15	1.4
14:45	325	0.94	19.3	0.99	20.4	34.1	13.25	2.4
14:57	425	1.25	19.2	1.33	19.8		13.58	2.6
15:00	425	1.25	19.3	1.35	20.6	33.1	14.22	2.4

วันที่ 13 มีนาคม 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแมงควม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแมงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	40.8	41.5	41.2	39.8	40.6	39.7	39.9	38.9	38.9	38.4	27	28.9
9:12	48	41.1	43.6	48.7	42.5	42.5	42.1	41.7	46.3	41.1	26.5	27.9
9:15	45.1	40.2	42.3	45.5	41.5	27.7	27.6	27.6	27.8	27.6	26.6	27.8
9:27	43.1	36	38.8	43.9	38.1	32.2	33.8	32.3	37.2	29.4	26.1	27.7
9:30	40.5	36.1	38.3	41.3	38	27.1	26.9	26.9	27.1	26.8	26.3	26.8
9:42	43.3	36.4	38.4	44.6	38.3	33.4	33.9	33.1	38.1	30.6	26.4	26.9
9:45	42	37.6	39.3	43.1	39.4	27.4	27.4	27.3	27.4	27.3	26.5	27.1
9:57	52.6	42.9	46.2	52.9	45.2	41.3	41.3	39.1	45.4	34.6	27.7	28.5
10:00	47.7	40.8	43.7	48.5	43.2	28.8	28.7	28.6	28.7	28.3	27.6	28.5
10:12	53.5	46.6	48.7	55.3	48.8	43	42.1	39.3	46.9	37	26.6	27.9
10:15	47.9	45.4	47	50.5	48	27.3	27.5	27.8	27.9	27.8	26.5	27.4
10:27	48.9	42.6	44	50.2	44.6	38.7	37.9	36.5	42.3	34.2	27.2	28.4
10:30	45.2	42	43.1	46.3	43.5	27.8	27.8	27.9	28.2	28	27	27.9
10:42	53.6	44.7	47.1	54.5	47.9	44.8	43.7	40.8	48.6	38.8	28.2	29.3
10:45	50.1	44.6	46.6	50.2	47.4	28.8	28.6	28.5	28.8	28.5	27.7	28.9
10:57	55.8	46.8	50	56.8	50.3	44.4	40.3	40.8	48.7	38.6	28.2	29.7
11:00	55.3	47.3	50.5	56.2	50.2	30.7	31.1	31.6	31.2	31	28.4	29.8
11:12	56.4	45	48.8	57.9	49.1	46.4	45.2	42.2	49.7	38.5	28.4	30.4
11:15	50.3	44	46.7	51.3	47.5	30	29.8	29.6	30	29.5	28.2	29
11:27	51.6	42.3	44.9	52.8	45.4	40.9	39.8	38	44.1	35.7	28.6	29.7
11:30	50.5	42.7	44.7	51.7	45.1	29.7	29.6	29.6	29.7	29.5	28.5	29.1
11:42	56.9	46.9	50.1	58.3	50.6	46	44.4	42	50.2	39.5	29.2	30
11:45	53.4	48.5	50.7	54.7	51.3	29.6	29.6	29.5	29.6	29.5	28.6	29.4
11:57	58.2	47.9	51.4	59.8	52.7	46.9	44.2	40.9	51.7	40.2	28	30.5
12:00	56	49.9	53.1	57.9	54.1	29.6	29.6	29.5	29.6	29.4	28.6	30.2
12:12	58.2	46.8	50.6	59.3	52.1	47.8	45.5	42.8	52.9	41.5	28.6	30.6
12:15	52.5	46	49.1	54	50.7	30.3	30	29.8	30.1	29.6	28.5	29.9
12:27	59.6	48.7	52	61.1	53.3	48.1	47.3	43.8	46.8	40.3	29.7	31.3
12:30	58.1	52.9	55	59.7	56.4	30	30.1	30.1	29.9	29.8	29.3	30.5
12:42	55.1	47.9	49.6	55.7	50.5	31.1	31.1	31	32.3	31.7	27.9	30.5
12:45	51.1	48.9	49.6	52.4	51.1	28.6	28.6	28.9	29	28.8	28.1	28.8
12:57	47.4	43.1	43.7	47.9	43.7	35.9	32.4	32.9	37.5	31.7	28.9	29
13:00	45.6	42.8	43.2	45.9	45.1	30	30	30.2	30.2	30.1	29	29.3
13:12	55	45.7	47.2	56.1	47.6	44.1	42.4	40.4	48.4	38.9	28.1	30
13:15	56.7	50.4	51.6	57.6	52.2	30.5	30.6	30.9	30.9	30.9	28.6	29.9
13:27	65.5	56.2	57	65.9	57.1	34.2	35.2	34.6	34.1	35.9	27.5	31.8

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	62.2	57.2	58.2	62.9	58.1	27.1	27.2	27.4	27.4	27.4	26.5	28.6
13:42	60	49.5	52.1	62.2	52.5	46.5	45.2	41.1	47.4	36.4	27.5	30.8
13:45	55.2	49	51.1	56.4	51.6	29.3	29	28.9	29.2	28.7	27.2	28.8
13:57	58.9	48.8	51.4	61.2	52	46.2	45.7	42.7	50	39.8	28.3	30
14:00	58.6	52.4	54.1	60.1	54.1	30.9	31.4	31.5	31.2	31.1	29.1	30.4
14:12	57.9	48.4	50.8	60.2	51.1	46	45.5	42.2	50.5	40.6	27.9	31.2
14:15	56.5	50.5	52.7	58.5	52.8	30.1	30.1	30.2	30.2	29.9	28.9	29.9
14:27	60.3	51	53.1	61.7	52.5	47.9	47.5	44.8	51.4	41.8	28.1	31.6
14:30	58.2	52.8	53.8	58.2	52.9	29.3	29.4	29.6	29.6	29.6	28.5	29.6
14:42	56.2	48.3	50.5	58.8	50.5	44.8	44.4	41.8	48.5	39.5	29.5	30.9
14:45	50.9	45.5	47.5	52.8	47.9	30.2	29.8	29.8	30.3	29.8	28.3	29.1
14:57	54.1	46.5	48.6	56.6	49.2	44	44.3	41.7	48.7	39.8	27.6	30.9
15:00	53	48.1	50.2	55.2	50.7	28.6	28.6	28.6	28.8	28.6	25.3	30.1

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity							
	0.2×10^{-3}	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	350	1.02	19.8	1.06	19.7	31	9.20	1.3
9:12	350	1.05	19.7	1.1	19.6		9.21	2.1
9:15	330	1	19.7	1.12	20.4	29.2	9.34	1.4
9:27	340	1.11	20	1.15	20.2		9.35	2.1
9:30	335	0.86	19.7	1.17	20.3	28.2	10.08	1.1
9:42	335	1.02	19.9	1.07	20.7		10.19	1.4
9:45	370	1.14	20	1.21	20.6	29.1	10.24	2.3
9:57	495	1.45	19.9	1.51	20.1		10.25	1.6
10:00	435	1.47	19.9	1.55	20.8	28.9	10.48	3.4
10:12	500	1.58	19.7	1.63	20		10.58	1.9
10:15	505	1.6	19.8	1.67	20.8	30.1	11.01	3.3
10:27	300	1.1	19.5	1.14	19.8		11.02	3.8
10:30	305	1.1	19.6	1.15	20.4	29.9	11.03	4.4
10:42	560	1.72	19.8	1.78	20		11.06	2.9
10:45	600	1.76	19.9	1.85	20.9	29.8	11.08	2.4
10:57	600	1.83	19.8	1.89	20		11.10	2.4
11:00	620	1.83	19.8	1.91	20.8	30.2	11.11	4.5
11:12	615	1.89	19.8	1.93	20		11.13	4.5

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	625	1.9	20	1.97	21	30	11.14	5.2
11:27	320	1.19	19.6	1.21	19.8		11.20	3.6
11:30	315	1.95	19.6	2.03	20.3	31	11.21	3.8
11:42	645	1.93	19.9	1.98	20.1		11.22	2.9
11:45	650	1.95	19.8	2.03	20.9	31.3	11.34	3
11:57	655	1.98	19.7	2.03	20.1		11.49	2.4
12:00	660	1.99	19.7	2.08	21	33	11.50	2.9
12:12	635	1.93	19.8	2	19.9		11.56	3
12:15	610	1.9	19.8	2.02	20.9	31.4	11.57	2.6
12:27	645	1.92	19.7	1.99	19.9		12.01	2.3
12:30	675	2.02	19.6	2.1	21	32.5	12.06	4.9
12:42	310	0.86	19	0.9	19.8		12.23	2.7
12:45	555	1.6	19.8	1.64	20.9	31.8	12.34	1
12:57	205	0.58	19.1	0.61	19.6		12.51	3.2
13:00	230	0.64	19.3	0.69	19.8	32.3	13.09	2.9
13:12	610	1.74	19.9	1.8	20.1		13.41	4.4
13:15	415	1.76	19.7	1.84	20.8	32.5	13.43	3.9
13:27	615	1.88	19.3	1.94	19.9		13.51	2.1
13:30	635	1.88	19.3	1.96	21	34.5	13.55	5.1
13:42	600	1.78	19.5	1.86	19.9		14.43	2.9
13:45	590	1.76	19.6	1.88	21	33.4		
13:57	560	1.65	19.6	1.72	19.8			
14:00	570	1.66	19.5	1.75	20.8	34.4		
14:12	540	1.58	19.5	1.64	19.9			
14:15	510	1.5	19.4	1.66	20.7	35.7		
14:27	510	0.75	19.2	1.42	19.6			
14:30	480	1.38	19.3	1.44	20.7	34.8		
14:42	410	1.14	19.3	1.18	19.7			
14:45	455	1.28	19.5	1.34	20.5	34.2		
14:57	455	1.29	19.5	1.33	19.8			
15:00	450	1.29	19.5	1.34	20.7	35.3		

r

วันที่ 16 มีนาคม 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแรงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแรงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	46.5	42	44.9	46.7	44	40.9	41.6	41.6	44.9	42.8	27.6	31.4
9:12	47	44.8	47	47.6	47.2	43.1	43.4	44	47.1	45.9	28.3	32.6
9:15	50.8	45.3	48.9	51.3	48.6	29	28.9	28.7	28.9	28.5	28.4	29.7
9:27	51.4	49.2	51.8	51.9	51.7	42.3	44	42.6	45.5	40.5	28.8	31.3
9:30	51.4	46.4	50.3	52.4	50	29.4	29.2	29.2	29.3	29	28.7	30.4
9:42	50.2	48.1	50.7	51.1	51.2	38.6	44.4	42	46.3	41.2	29	31.4
9:45	54.9	49.2	53	55.7	52.5	29.7	29.5	29.4	29.4	29.1	29	30.7
9:57	54.1	52.7	54.8	54.3	54.3	44.7	45.7	43.7	45.9	40.7	29.1	31.2
10:00	58.7	53.2	56.8	59	56	30.4	30.3	30.3	30.1	29.9	29.5	31.2
10:12	52	49.9	52.9	52.9	53.2	45.4	46	44.6	43.7	41.7	29.1	32.4
10:15	56.1	50.2	54.5	57.4	54.9	29.8	29.7	29.6	29.6	29.2	29.2	31
10:27	53.6	51.6	54.5	54.8	55.1	46.3	46.5	37.4	47.7	42.8	30	31.9
10:30	58	52	55.9	59	56.6	30.6	30.6	30.4	30.5	30.2	30	31.4
10:42	55.2	53	55.7	55.4	55.8	48.7	49.2	45.3	51.1	45.6	29.9	33.1
10:45	58.1	51.5	55.4	59	56.2	30.2	30.2	30.1	30.2	29.8	29.6	31.4
10:57	60.2	57.8	60.3	60.2	59.7	39.8	39.3	41.9	40.1	43.7	29	33.5
11:00	63.6	56.5	60.4	63.6	60	30.3	30.2	30.2	30.1	29.8	29.4	31.4
11:12	61.5	58.6	61.4	60.7	60.2	54.1	54.6	48.4	56	49.5	30	33.4
11:15	65.6	59	62.6	65.2	62	30.7	30.7	30.6	30.6	30.2	29.7	32
11:27	65.7	64	65.8	64.3	64.1	56.2	56.9	50.7	57.1	50.8	31.1	34
11:30	71.4	65.1	67.5	69.1	65.8	30.6	30.6	30.6	30.4	30.2	28.9	32.4
11:42	63.7	62.1	64.4	63.3	63.6	56.4	56.8	50.3	56.9	50.3	30.9	34.2
11:45	66.7	60.4	63.7	67	63.9	28.2	28.2	28.1	28	27.7	26.1	31.1
11:57	59	56	59.6	60.6	60.4	54.9	55.6	50.1	56.5	50.1	28.3	33.2
12:00	63.2	56.1	60.1	64.7	61.6	29.7	29.8	29.7	29.7	29.8	29	30.8
12:12	61.8	58.8	62.7	63.2	63	54.1	54.7	49.9	55.9	49.8	28	33.5
12:15	68.4	60.7	64.3	68.3	64.8	28.9	28.9	29	28.8	28.5	28	30.8
12:27	62.4	58.9	62.4	63	62.8	54.1	54.4	49.8	56.8	49.9	29.3	33.6
12:30	65.7	57.6	61.8	67.3	63.9	30.6	30.6	30.6	30.8	30.3	29.8	32.1
12:42	59.1	56.9	59.2	60.1	60.6	53	53.3	46.9	53.7	47.9	30	33.6
12:45	61.9	54.8	58	63	60.1	29.5	29.5	29.5	29.5	29.2	28.3	31.6
12:57	57.1	54.4	56.6	57.3	58	51	51.5	42.4	54	47.4	29	33.3
13:00	63.6	55.9	58.6	64	60.3	29.9	30	30.1	30	29.8	29	31.3
13:12	57	54.4	56.6	57.6	58	50.6	51	46.7	46.1	42	30.2	33
13:15	64.3	56.9	59.2	65.3	61.1	31.2	31.3	31.3	31.3	31	30.8	32.4
13:27	56.3	54.1	56.4	57.3	57.3	49.6	50.1	46.4	43.9	42.1	30.2	33

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	61.2	54.3	56.8	62.5	58.3	30.6	30.7	30.7	30.7	30.4	29.8	31.7
13:42	59	56.6	59.3	59.2	58.9	52.6	53.1	48.2	54.6	48.6	28	33.8
13:45	62.1	55.3	58.3	63.1	58.8	29.1	29	29.1	29.2	28.8	28.4	30.5
13:57	55.6	53.4	55.5	56.8	57	49.4	50	46.3	48.6	44.2	28.4	32.3
14:00	59.5	53.1	55.4	61.6	57.2	29.8	29.9	29.9	29.9	29.7	29.1	31.8
14:12	56.4	54.3	56.6	57.6	57.6	51	51.8	47.6	50.5	45.9	28.2	33.8
14:15	61.3	54.9	57.3	63.2	58.7	29.4	29.5	29.6	29.5	29.3	28.6	31
14:27	57.4	55.6	58	58.6	58.7	46.6	52	43.9	40.2	41	28.4	33.8
14:30	60.1	54.1	56.8	61.7	57.8	29.6	29.5	29.8	29.7	29.5	28.7	30.3
14:42	56.4	54.2	56.4	57.7	56.8	50.2	50.8	46.9	51	45.3	29	32.9
14:45	58.6	53.3	55.4	60.1	55.8	30.9	30.9	31.1	31	31	29.4	31.3
14:57	55.1	54.1	55.8	56	56.4	50	50.7	46.7	47.9	41.1	29.9	33.3
15:00	57.2	52.9	55.3	59	55.6	30.5	30.4	30.4	30.6	30.2	29.5	31

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2x10 ⁻³							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	460	1.42	19.8	1.45	19.9	31.1	9.10	3.3
9:12	500	1.51	19.8	1.55	19.9		9.27	2.3
9:15	505	1.54	19.8	1.59	20.9	31.9	9.30	1.8
9:27	545	1.65	19.6	1.69	20		9.32	2
9:30	555	1.68	19.7	1.72	21	32.1	9.35	2.9
9:42	590	1.79	19.7	1.83	20.1		9.39	4.2
9:45	600	1.81	19.6	1.86	21	33.4	9.43	2.3
9:57	625	1.91	19.6	1.95	20.1		9.47	3.5
10:00	635	1.93	19.5	1.98	21	35	9.51	2.8
10:12	670	2.04	19.6	2.08	20.1		9.52	3.2
10:15	670	2.05	19.6	2.1	21.2	33.5	9.54	1.8
10:27	695	2.12	19.6	2.16	20.1		9.56	2
10:30	705	2.15	19.6	2.2	21.2	34.2	10.04	1.8
10:42	725	2.2	19.5	2.25	20		10.07	3.8
10:45	730	2.2	19.6	2.25	21.2	33.9	10.10	2.7
10:57	785	2.29	19.3	2.33	19.9		10.19	3.8
11:00	785	2.33	19.3	2.39	21.3	35.9	10.23	4
11:12	795	2.37	19.2	2.42	19.7		10.30	3.4

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	805	2.38	19.2	2.44	21.2	37	11.09	2.5
11:27	65	2.41	19	2.46	19.6		11.34	3.4
11:30	70	2.43	19	2.49	21.2	37.2	11.43	1.9
11:42	810	2.41	19	2.46	19.6		11.53	3.2
11:45	810	2.41	19.1	2.46	21.2	37.3	11.55	4
11:57	820	2.43	19.4	2.49	20.5		11.56	4.4
12:00	820	2.44	19.3	2.5	21.4	36.5	11.58	3.5
12:12	820	2.42	19.2	2.49	19.8		12.03	2.1
12:15	830	2.42	19	2.49	21.4	37.8	12.26	1.8
12:27	70	2.43	19.2	2.5	19.7		12.33	2.3
12:30	70	2.43	19.2	2.5	21.3	37.3	12.36	3.9
12:42	790	2.3	19.4	2.38	19.9		12.39	3.4
12:45	785	2.31	19.4	2.4	21.2	35.9	12.44	1.5
12:57	800	2.32	19.4	2.41	19.9		12.47	5.4
13:00	795	2.35	19.4	2.44	21.2	36.7	12.48	3.5
13:12	760	2.19	19.4	2.3	19.9		12.52	2.3
13:15	775	2.25	19.3	2.34	21.1	38	12.54	3.4
13:27	745	2.13	19.5	2.23	20		12.56	3.8
13:30	755	2.21	19.4	2.3	21.1	36.9	13.08	4.6
13:42	740	2.09	19.3	2.19	19.7		13.16	5.7
13:45	735	2.13	19.2	2.26	21.2	37.3	13.18	5.4
13:57	65	2	19.4	2.08	19.9		13.20	2.3
14:00	695	2	19.4	2.09	21	37.5	13.45	5.8
14:12	70	1.94	19.3	2.02	19.8		13.47	8
14:15	75	1.94	19.2	2.03	21.1	38.2	13.50	4.6
14:27	80	1.81	19.2	1.88	19.7		13.55	4.3
14:30	80	1.81	19.2	1.89	21	37.9	14.32	7.3
14:42	80	1.58	19.2	1.63	19.7			
14:45	85	1.64	19.2	1.7	20.9	37.8		
14:57	565	1.53	19.2	1.59	19.6			
15:00	580	1.59	19.2	1.64	20.8	37.7		

วันที่ 17 มีนาคม 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	41	40.4	41.9	42.1	42.5	37.6	37.8	38.2	40.1	39.8	28.5	30.1
9:12	46.2	40.3	44.4	48.7	43.5	40.1	40.3	40.3	45.1	40.7	28.9	30.9
9:15	44.5	40.9	44	46.7	43.8	29.2	29.1	28.9	29	28.6	28.9	29.8
9:27	49.1	42.2	46.9	51.6	45.6	38.5	40.2	38.3	43.8	33.5	29.4	30.4
9:30	46.5	42.6	45.9	48.3	45.6	29.8	29.7	29.5	29.6	29.2	29.4	29.8
9:42	50.6	43.5	48.6	53.2	47.7	40.6	41.6	40.1	46.9	38.3	29.7	30.9
9:45	47.9	44.1	47.4	49.5	47.3	30.1	30	29.7	29.8	29.5	29.8	30.2
9:57	53.2	45.1	50.4	55.8	49.7	41.8	42	40.7	45.3	37	28.3	30.9
10:00	51	46.4	50.2	53.2	50	29.1	29.1	28.9	28.9	28.6	29.1	29.6
10:12	56.7	47.7	53.3	58.8	52.7	46.7	46.2	41.5	52.2	40.5	29.2	31.2
10:15	52.6	47.5	51.5	54.3	51.5	29.6	29.5	29.5	29.5	29.1	29.1	30.1
10:27	58.1	48.5	54.7	60.6	54.4	31.3	31.4	31.6	32	32.2	29.5	32
10:30	55.5	49.4	54.2	57.9	54.3	29.8	29.8	29.7	29.6	29.3	30	30.4
10:42	60.2	50.2	56.4	62	56.4	48.9	47.9	43.5	55.2	42.7	29.9	32.5
10:45	55.2	49.6	53.9	56.9	54.4	29.6	29.5	29.4	29.5	29.1	29.1	31
10:57	62.2	51.7	57.8	64.2	58.3	50.2	49.4	45.7	56.3	43.8	29.8	32.6
11:00	59	52.5	57.2	60.9	58	29.2	29.2	29.1	29	28.7	28.8	30.7
11:12	66	54.6	60.9	67.6	61.1	54	52.3	48.4	59.6	45.9	29.5	33.7
11:15	61.1	54.4	59.2	62.8	59.9	30.3	30.3	30.1	30	29.8	29.8	31.5
11:27	67.1	55	61.1	68.5	61.1	54.8	52.5	50	59.5	45.9	29.9	34.4
11:30	64.7	56.3	61.1	65.5	60.7	30.7	30.9	31	30.5	30.6	29.4	32
11:42	63	53	57.7	65.2	58.5	52.8	51.3	48.8	55.3	44.6	30	34.4
11:45	58.3	53.1	56.6	60.1	57.6	29.5	29.5	29.4	29.4	29	28.8	31.5
11:57	64.2	53.6	57.9	66.2	58.8	54.2	51.9	49.1	57.9	45.1	28.5	33.5
12:00	60.4	54.2	57.8	62	58.5	29.4	29.4	29.2	29.2	28.9	29.1	30.7
12:12	58.1	49.7	53.5	60.9	55.2	49.5	48	44.8	51	41.6	29.9	33.1
12:15	54.9	50.5	53.3	56.7	54.7	29.6	29.5	29.4	29.4	29.1	29.3	30.7
12:27	61.3	51.8	55.8	63.8	57	51.8	49.5	45.9	56.6	44.3	30	33.2
12:30	57.9	52.2	55.3	60.3	56.5	30.8	30.8	30.7	30.7	30.4	29.9	31.7
12:42	61.9	52.7	56.6	64.7	57.5	52.1	49.9	47.6	53	44.6	30	33.6
12:45	58.6	53.4	56.6	61	57.3	31	31.1	31.1	30.9	30.6	29.8	31.7
12:57	65	54.6	58.3	66.9	58.5	34.6	35.1	35.4	35.6	35.6	30	34
13:00	61.1	55.3	58.3	62.6	58.9	32	31.9	31.9	31.9	31.6	30 *	32.5
13:12	67.6	56.4	59.8	68.4	59	54.3	52	48.4	57.5	44.5	29.9	34.7
13:15	61.3	55.1	57.8	61.9	57.6	30.2	30.2	30.2	30.1	29.8	29.9	31.5
13:27	63.1	53.4	57.3	66.9	57.9	51.8	51	47	57.2	43.5	29.5	34.1

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	59.7	53.6	56.9	62.3	57.8	28.9	29	28.8	28.9	28.5	29.2	30.5
13:42	60	50.7	53.9	62.2	53.9	39.3	50.2	40.6	41.1	42.1	29.9	33.3
13:45	58.6	53.6	56.4	60.9	56.8	30.4	30.4	30.3	30.3	30	29.3	31.5
13:57	62.8	53.5	56.7	65.4	56.6	51.6	52.4	46.9	53.3	43.6	29.7	33.7
14:00	59.2	53.8	56.3	60.7	56.2	30.9	30.8	30.9	30.8	30.3	29.8	31.6
14:12	57.1	49.7	52.3	60.3	52.9	46.9	47.7	43.3	50.6	39.6	29.6	32.9
14:15	55.6	51.1	53.3	58	53.6	30.5	30.4	30.3	30.3	30	29.1	31.2
14:27	59	50.9	53.6	61.8	53.4	48.2	49	45	51.5	41.1	29.5	33.2
14:30	56.9	51.9	54.5	59.6	54.3	29.2	29.2	29.3	29.2	28.9	29.1	30.5
14:42	59.2	51.1	53.7	61.5	53.5	47.6	48.1	43.5	51	40.5	30	32.6
14:45	54.8	50.5	52.8	56.5	52.9	30.2	30	30.2	30.3	29.8	29.7	30.8
14:57	56.5	49.4	51.9	59.1	51.5	47.4	47.7	43.8	50.8	41	29.9	32.2
15:00	53.2	49.1	51.1	54.9	51.2	29.8	29.8	29.8	29.9	29.5	29.3	30

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2x10 ⁻³							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	395	1.18	19.9	1.22	20	32.2	9.21	2.6
9:12	440	1.3	19.9	1.34	20		9.30	2.4
9:15	440	1.32	19.9	1.37	20.7	30.4	9.41	3.1
9:27	485	1.39	19.8	1.43	20.2		10.17	1.9
9:30	490	1.47	19.9	1.53	20.8	30.2	10.39	3.25
9:42	535	1.58	19.8	1.62	20.2		10.42	3
9:45	540	1.6	19.9	1.66	20.9	31	10.54	4.6
9:57	565	1.69	19.8	1.74	20.2		11.12	3.2
10:00	580	1.72	19.8	1.78	21	31.6	11.31	2.2
10:12	610	1.82	19.6	1.87	20		11.36	4.9
10:15	620	1.85	19.7	1.91	21	31.9	11.46	4.6
10:27	650	1.93	19.6	1.99	20		11.50	2.7
10:30	645	1.95	19.7	2	21.1	32.9	11.54	3.7
10:42	670	2	19.4	2.04	20		12.02	2.5
10:45	660	1.99	19.6	2.04	21.1	32.7	12.08	3.3
10:57	680	2.04	19.4	2.09	19.9		12.09	4.6
11:00	690	2.04	19.4	2.09	21.1	34.1	12.20	2.9
11:12	735	2.16	19.2	2.2	19.8		12.28	2.4

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แสงควบคุม		แสงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	740	2.17	19.3	2.23	21.1	34.5	12.38	2.4
11:27	730	2.15	19.2	2.2	19.8		12.46	3.7
11:30	740	2.18	19.2	2.23	21.1	35.8	12.53	1.9
11:42	710	2.07	19.4	2.12	19.9		13.57	1
11:45	715	2.08	19.5	2.15	21.1	35.1	14.02	1
11:57	730	2.13	19.4	2.19	19.9		14.04	3.8
12:00	730	2.12	19.4	2.19	21.2	35.9	14.07	5.4
12:12	695	2.02	19.6	2.08	20		14.16	5.7
12:15	700	2.05	19.6	2.12	21.2	34.8	14.43	3
12:27	695	2.01	19.4	2.07	19.9		14.45	2.5
12:30	700	2.01	19.5	2.09	21.1	35.2	14.57	4.9
12:42	700	2.02	19.5	2.1	19.9			
12:45	710	2.02	19.5	2.1	21	36.1		
12:57	690	1.94	19.2	2.02	20			
13:00	675	1.94	19.2	2.02	20.9	36.1		
13:12	655	1.81	19	1.88	19.7			
13:15	700	1.95	19.2	2.03	21.1	37		
13:27	675	1.9	19.2	1.96	19.8			
13:30	665	1.9	19.2	1.96	21	36.6		
13:42	645	1.78	19.3	1.87	20			
13:45	655	1.8	19.3	1.9	21	37.8		
13:57	605	1.67	19.1	1.73	19.6			
14:00	630	1.7	19.2	1.78	20.9	37.8		
14:12	565	1.55	19.4	1.6	19.8			
14:15	565	1.55	19.4	1.6	20.8	37.6		
14:27	565	1.5	19.2	1.55	19.7			
14:30	550	1.5	19.2	1.55	20.8	38		
14:42	515	1.33	19.1	1.37	19.7			
14:45	515	1.36	19.2	1.41	20.7	36.8		
14:57	500	1.31	19.2	1.34	19.7			
15:00	490	1.3	19.3	1.34	20.7	36.3		

วันที่ 20 มีนาคม 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิ น้ำเข้า(°C)	อุณหภูมิ น้ำออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	47.9	43.3	45.9	47.6	44.6	44	43.5	43.5	44.7	43.9	30	33.7
9:12	46.9	45.4	46.9	46.9	46.3	44.8	44.2	44.1	48.6	43.9	29.3	33.1
9:15	50.8	46.1	48.8	50.8	47.1	30.6	30.4	30.2	30.2	29.9	29.4	31
9:27	50.6	48.3	50.2	49.7	48.3	40.6	41.4	40.4	42.5	38.9	29.6	32.3
9:30	52.7	47.7	50.4	51.9	48	31	30.9	30.8	30.6	30.3	29.5	30.6
9:42	51.3	49.2	51.1	50.7	50	42.9	44.2	43.1	45.5	41.2	29.7	31.9
9:45	53.5	48.1	51.4	53.7	50	31.7	31.5	31.4	31.3	30.9	29.8	31.5
9:57	52.3	49.1	52	53.2	51.7	36.6	36.3	35.7	35.8	36	29.5	32
10:00	57.6	51.4	54.7	57.4	53.5	31.8	31.8	31.7	31.4	31.2	29.8	32
10:12	54.6	51.8	54.3	54.7	53.6	46.6	46.8	43	48.9	44	29.6	32.9
10:15	58.6	52.1	55.5	58.6	54.1	30.7	30.6	30.6	30.4	30.2	29.1	31.9
10:27	58.8	56	58.4	58.5	56.4	40.6	42.1	39	40.1	42.7	28.5	34.2
10:30	61.9	56.2	59.5	62	57.2	30.2	30.3	30.3	30.1	29.9	29.7	31
10:42	59.9	57	59.4	59.6	57.7	50	50.6	46.7	52.2	46.7	29.9	33.5
10:45	63.1	56.5	60	63.3	58	30.7	30.6	30.6	30.6	30.3	29.3	31.7
10:57	59.1	54.5	57.4	58.7	56.8	48.5	48.3	43.2	51.7	45.7	29.5	33.8
11:00	59	51	55.3	58.8	54.7	31.1	30.8	30.6	30.6	30.2	29	31.9
11:12	59.8	57.7	59.6	60.1	58.8	52	52.5	47.7	53.5	48.1	29.5	34
11:15	62.5	55.4	59	62.9	58.4	31	30.9	30.9	30.8	30.4	29.4	31.7
11:27	59.6	55.8	58.7	59.4	58.3	49.9	50.7	46.5	53.5	47.4	29.6	34
11:30	63.7	55.7	59.8	64	59.3	31.2	31.2	31.1	30.9	30.7	29.8	32
11:42	63.5	61.5	62.8	62.8	61.5	51.5	53.1	47.4	53.1	46.8	29.9	32.9
11:45	64.1	58.6	60.7	63.6	60.1	32.2	32.1	32	32.1	31.7	29.7	32.3
11:57	59.9	58.2	60.1	60.1	60	52.9	53.9	48.2	55	49.1	30	34.3
12:00	64.8	58.4	60.8	64.4	60.2	33.8	33.9	33.9	33.6	33.4	30	34
12:12	57.5	58.3	58.8	58.3	60.3	53.1	53.9	49.6	54.5	49	29.8	34.4
12:15	61.9	58.8	60.2	63.6	61.9	30.4	30.5	30.6	30.5	30.3	28.9	32.8
12:27	66.6	56.7	60.7	67.9	61.6	55	51.8	48.4	60.4	47.4	29.9	35
12:30	62.4	55.3	58.7	63.1	59.2	31.5	31.5	31.6	31.5	31.4	29.5	32.8
12:42	66.3	58	60.6	66.9	61.2	53.6	51.1	48.3	46.1	44.5	29.8	34
12:45	64.9	59.1	61.3	64.9	61.7	30.3	30.4	30.5	30.4	30.2	29.1	30.9
12:57	65.3	56.2	59.9	66.9	60.9	55.1	52.4	48.4	59.5	46.2	29.7	33.8
13:00	59.7	54.9	57.6	60.9	58.6	31.6	31.7	31.8	31.7	31.6	29.8	31.8
13:12	64	56.2	59.2	66.5	60.2	54.5	52.4	48.6	58.9	46.5	29.9	33
13:15	61.9	56.8	59.1	63.6	60	30	30.1	30.2	30.1	29.9	28.6	30.7
13:27	62.8	54.2	57.1	64.5	58	52.1	51.7	47.9	56.3	44.7	30	33.9

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	58.6	53.6	55.7	59.4	56.5	30.5	30.5	30.6	30.6	30.3	29.1	31.2
13:42	61.3	55.4	56.9	63.5	57.4	44.4	50.7	44.6	43.3	42.7	29.9	32.9
13:45	57.9	55.7	57	59.5	57.8	31.5	31.7	31.7	31.6	31.5	28.8	31.9
13:57	59.5	53.4	55.2	61	55.8	49.8	50.6	46.3	53.3	43.3	29.6	32.9
14:00	56.8	53.6	55	57.7	55.7	30.2	30.3	30.4	30.5	30.3	28.8	30.7
14:12	60.4	54.2	55.7	62.2	55.9	48.8	50.3	46.2	53.9	43.9	29.9	32
14:15	58.1	54.7	55.5	57.8	55.3	30.4	30.4	30.7	30.7	30.5	29	30.6
14:27	60.4	54.3	55	61.5	55.5	49.6	49.8	45.9	53.3	43.4	30	32.2
14:30	57.7	54.7	55.3	57.8	55.4	30.5	30.7	30.8	30.9	30.7	29.3	31.2
14:42	58.1	50.8	52.9	59.8	53.3	47.4	48.2	44.8	51	42.3	29.8	32.7
14:45	55.5	51.4	52.9	56.7	53.1	30.6	30.6	30.8	30.7	30.5	29.2	31
14:57	56.4	50	51.9	57.9	51.9	46.2	46.9	43.3	50.3	41.7	28.4	31.9
15:00	54.1	50.3	52	55.1	52.1	29.5	29.5	29.6	29.6	29.4	27.9	29.6

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 16.79×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลา เกิดลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	365	393	1.01	19.6	1.04	19.6	31.9	9.30	0.3
9:12	405	435	1.12	19.6	1.16	19.6		9.35	0.8
9:15	410	442	1.15	19.6	1.19	20.6	34	9.50	1.9
9:27	445	478	1.24	19.5	1.28	19.9		9.53	2.3
9:30	455	486	1.27	19.5	1.32	20.7	34.1	10.06	1.4
9:42	480	519	1.36	19.5	1.4	19.9		10.11	1.8
9:45	485	524	1.38	19.5	1.43	20.7	33.4	10.57	1.1
9:57	510	554	1.46	19.5	1.5	20.1		10.58	2.5
10:00	515	557	1.47	19.5	1.52	20.7	34.2	11.06	1.5
10:12	540	578	1.54	19.3	1.58	19.8		11.13	2.4
10:15	545	585	1.56	19.3	1.6	20.8	35	11.27	1.4
10:27	570	606	1.61	19.1	1.65	19.8		11.42	1.5
10:30	580	614	1.64	19.1	1.69	20.9	35.5	11.47	3
10:42	605	638	1.72	19.1	1.76	19.7		11.51	1
10:45	610	638	1.73	19.1	1.78	21	36.4	11.57	1.5
10:57	615	651	1.76	19.2	1.78	19.9		12.03	3
11:00	610	655	1.77	19.3	1.8	21	34.4	12.16	2.1
11:12	645	681	1.83	19.1	1.85	19.7		12.35	1.8

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แรงดัน		แรงดัน		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 16.79×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลา เกิดลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	640	674	1.84	19.1	1.85	21	36.5	12.49	0.4
11:27	640	675	1.84	19.1	1.85	19.7		12.53	1.4
11:30	645	679	1.86	19.1	1.89	21	37.1	12.56	1.1
11:42	665	690	1.88	18.9	1.91	19.6		13.20	4.6
11:45	665	687	1.88	19	1.91	20.9	36.1	13.29	2.8
11:57	670	695	1.88	19.1	1.92	19.6		13.33	1.2
12:00	665	690	1.89	19.1	1.92	20.9	36.8	13.37	2.6
12:12	670	697	1.9	19.2	1.95	19.6		13.47	2.4
12:15	670	691	1.9	19.2	1.95	21	36.5	13.58	0.7
12:27	675	699	1.91	19	1.95	19.6		14.26	1.1
12:30	670	698	1.9	19.2	1.95	20.9	36.3	14.34	2.3
12:42	670	694	1.89	19	1.93	19.7		14.37	1.6
12:45	650	679	1.88	19	1.93	21	37.1	14.38	3.4
12:57	665	685	1.87	19	1.92	19.6			
13:00	665	690	1.88	19.2	1.94	21	35.9		
13:12	660	681	1.85	19.1	1.91	19.6			
13:15	660	676	1.85	19.1	1.91	20.9	38.2		
13:27	635	654	1.77	19.2	1.82	19.7			
13:30	625	642	1.77	19.3	1.82	20.9	36.7		
13:42	610	624	1.68	19.1	1.73	19.7			
13:45	600	612	1.65	19.1	1.74	20.9	37.8		
13:57	580	588	1.59	19.2	1.64	19.7			
14:00	565	575	1.59	19.3	1.64	20.8	37		
14:12	555	555	1.49	19.1	1.52	19.7			
14:15	560	557	1.49	19.1	1.54	20.8	36.1		
14:27	520	516	1.4	19	1.43	19.6			
14:30	515	515	1.4	19.1	1.44	20.7	36.8		
14:42	485	485	1.29	19.2	1.32	19.7			
14:45	490	484	1.29	19.2	1.33	20.6	37.3		
14:57	455	446	1.17	19.1	1.2	19.6			
15:00	450	441	1.17	19.2	1.2	20.6	37.3		

วันที่ 22 มีนาคม 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	32.2	34.6	33.2	31.2	33.7	39.8	39.6	39.3	39.3	38.4	25.7	26.6
9:12	40.7	36.7	38	39.7	37.5	38.2	37.5	37.4	39.6	36.1	25.1	26.2
9:15	40.4	38.7	39.7	40.4	39.7	24.9	24.9	24.7	24.7	24.5	25.6	26.9
9:27	46.8	40.9	43.3	46.2	42.1	36.7	36.4	36	40.1	32.9	25	26.2
9:30	42.8	40.8	42.4	43.5	42.2	25.3	25.2	25.1	25.2	25	25.1	25.9
9:42	51.2	43.4	47.2	51.5	46	40.2	39.9	39.7	44.3	35.2	25.1	25.8
9:45	47.1	41.4	43.3	45.3	42.3	26.8	27	26.8	27.4	26.7	25	26.7
9:57	50.1	44.3	46	48.3	44.5	41	39	38.5	44.1	34.8	25.8	27
10:00	47.9	45.4	46.1	46.2	45	25.9	26.1	26.2	26.2	26.4	25.1	26
10:12	50.9	45	46.5	48.4	45.4	41.2	39.6	36.8	43.2	34.8	25	26.5
10:15	46.6	44.8	44.9	44.3	44.7	25.4	25.4	25.6	25.7	25.6	25.6	26.8
10:27	56.5	49.7	52.5	56.2	52.5	46.4	45.1	41.7	50.1	39.5	25.8	27.5
10:30	53.9	50.4	52.4	53.9	52.7	27.4	27.5	27.6	27.6	27.6	27.1	28.2
10:42	56.1	49.6	51.7	55.6	52.5	47.2	45	42.7	49.9	38.6	26.7	29.1
10:45	53.6	50.7	51.5	52.1	52.4	27.2	27.2	27.3	27.4	27.3	26.5	27.9
10:57	57	50.1	52.5	56.3	53.9	48.3	46.4	43.6	52.9	40.5	26.6	29
11:00	52.4	49.7	50.9	51.7	52	27.3	27.4	27.5	27.6	27.5	26.6	27.8
11:12	53.3	47	48.3	50.8	49.9	45.2	43.5	40.6	47.9	37.6	26.6	28.8
11:15	50.5	49.6	49.8	49.7	51.6	27.8	28	28	28.2	28.2	27.2	28.4
11:27	51.6	48	48.1	50.2	49.9	46.6	44.5	41.5	48.7	38	27.1	28.7
11:30	50	50	49.1	48.8	50.7	28.2	28.4	28.4	28.3	28.2	27.7	28.5
11:42	58.2	50.6	53	58	54.7	47.8	46.3	44.3	42	41.2	28.5	30.7
11:45	56	52.8	53.9	56.1	55.5	29.3	29.4	29.3	29.1	28.9	28.6	29.8
11:57	56.8	49.7	52	55	54.1	47.8	45.2	43	51.2	39.6	28.3	30.4
12:00	54.5	51.6	53	54.6	54.7	28.7	28.9	28.9	28.4	28.4	27.9	29.5
12:12	60.6	50.6	54	60.6	55.4	48.8	46.8	44.2	53.4	41.7	29.6	32.1
12:15	53.9	50.6	51.4	52.9	53.2	27.5	27.5	27.7	27.3	27.1	26.8	28.6
12:27	54.8	48.6	49.3	55.2	49.6	43.4	40.4	38.7	45.1	36.1	28.8	30.6
12:30	49.9	47.2	47.8	50.6	48.4	29.6	29.5	29.5	29.5	29.3	28.8	29.6
12:42	53.9	48.6	49	53.7	49.2	43.3	41.4	39	44.8	36	28.7	30
12:45	51.6	49.7	49.6	51.7	50.3	28.8	28.7	28.8	28.8	28.7	27.8	28.8
12:57	60.1	52.7	54.1	60.5	55.5	51	48.4	45.6	55.4	43.3	29.2	31.1
13:00	58.6	55.3	55.8	58.3	56.5	28.8	28.9	28.9	28.9	28.9	27.7	29.7
13:12	58.2	49.9	52.6	59.5	53.9	46.9	45.5	42.3	53	41.3	29.8	31.8
13:15	57.2	52	54	58.3	55	29.4	29.5	29.5	29.5	29.4	28.1	30.4
13:27	58.2	52	52.2	57	52	45.4	43.3	40.5	47.4	37.5	28.4	30.7

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	53.7	52.2	51.7	52.9	51.7	28.6	28.7	28.8	28.9	29.1	27.9	28.6
13:42	57.3	52.2	52.2	57.3	53.3	49.7	48.4	44.8	52.8	41.7	29.3	31.2
13:45	53.7	50.6	51.3	54.6	52.8	29.9	29.9	29.9	29.9	29.7	29.4	30.4
13:57	59	51.1	53.5	61.1	54.4	47.4	47.3	44	53	42.3	30	32.4
14:00	57.3	51.8	53.5	58.2	53.6	29	29.1	29.1	29	28.7	29	30.3
14:12	51.5	45.3	46.6	52.5	46.6	40.3	39.7	37.3	43.7	35.7	29.9	31.5
14:15	47.5	44.6	45	47.8	44.8	29.9	29.7	29.7	29.8	29.4	29	29.2
14:27	54.4	49	48.9	55.6	49.1	44.2	43.1	40.4	47.2	38.4	29.8	30.4
14:30	51	48.5	48	51.2	48.5	30.3	30.1	30.3	30.3	30.1	29.6	29.9
14:42	53	46.3	47.5	54	47.5	42.5	41.5	39.6	46.1	37.7	30	32.2
14:45	53.8	49.4	50.1	53.7	49.7	30	30.1	30.2	30	30	30	30.7
14:57	52.1	46.9	47.6	52.9	47.2	34.5	34.7	33.6	33.7	34.2	28.5	31.2
15:00	50.3	46.9	47.5	50.3	46.9	29.1	29.1	29.1	29.1	29	28.5	29.5

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2x10 ⁻³	sensitivity 16.79x10 ⁻⁶							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลา เกิดลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	370	444	1.15	20.1	1.17	20	26.7	9.00	2
9:12	390	461	1.21	20.1	1.24	20.1		9.10	1.5
9:15	430	507	1.34	20.1	1.38	21	27.9	9.20	1.4
9:27	440	513	1.39	19.9	1.42	20.4		9.23	2
9:30	440	513	1.4	20	1.44	21	27.8	9.28	1.7
9:42	505	581	1.37	19.8	1.39	20.1		9.30	2.6
9:45	420	482	1.37	19.8	1.39	20.8	27.6	9.40	3
9:57	480	546	1.42	19.8	1.45	20.3		9.46	1.8
10:00	485	547	1.49	19.9	1.52	21	28.5	9.57	1.8
10:12	475	538	1.46	19.8	1.49	20.2		10.02	1.5
10:15	525	593	1.56	19.9	1.61	21	28.5	10.09	2.1
10:27	630	702	1.9	19.6	1.93	20.1		10.13	1.6
10:30	620	697	1.9	19.6	1.94	21.1	29.8	10.15	1.9
10:42	625	715	1.96	19.6	1.98	20.1		10.32	1.2
10:45	625	717	1.95	19.6	1.98	21.1	29.2	10.59	1
10:57	595	674	1.92	19.5	1.95	19.9		11.04	2.2
11:00	580	661	1.92	19.6	1.96	21.1	30.2	11.08	1.8
11:12	650	745	2.01	19.8	2.04	20.2		11.11	1.5

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 16.79×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลา เกิดลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	635	729	2.01	19.8	2.05	21.1	30.4	11.19	3.6
11:27	650	746	2.01	19.8	2.05	20.1		11.20	3.8
11:30	660	759	2.03	19.8	2.08	21.1	30.2	11.23	2.6
11:42	675	763	2.07	19.6	2.1	20.1		11.28	3.8
11:45	660	747	2.06	19.6	2.11	21.1	30.6	11.47	4.8
11:57	655	737	2.01	19.6	2.05	20.1		11.55	1
12:00	640	717	1.99	19.6	2.07	21.1	31.3	11.56	15
12:12	635	709	1.9	19.4	1.92	19.9		11.57	1.5
12:15	535	595	1.89	19.4	1.94	21	30.7	12.13	1.5
12:27	400	433	1.26	19.4	1.27	19.9		12.22	2
12:30	370	400	1.14	19.3	1.17	20.5	31.8	12.52	1
12:42	500	531	1.21	19.3	1.24	19.7		13.02	1.5
12:45	520	581	1.64	19.7	1.7	20.9	30.9	13.17	0.8
12:57	650	717	1.91	19.5	1.96	20		13.36	2.3
13:00	645	712	1.91	19.4	1.97	21.1	32.1	14.09	2.3
13:12	560	616	1.77	19.5	1.82	19.9		14.22	1.3
13:15	635	699	1.89	19.5	1.95	21	33	14.29	0.7
13:27	545	557	1.4	19.5	1.42	20.1			
13:30	600	663	1.77	19.6	1.83	21	31.8		
13:42	580	644	1.71	19.4	1.76	19.8			
13:45	580	634	1.72	19.4	1.78	20.7	32.5		
13:57	570	624	1.69	19.4	1.72	19.9			
14:00	265	263	1.7	19.4	1.74	20.5	33.9		
14:12	240	247	1.06	19.1	1.07	19.6			
14:15	230	228	1	18.9	1.05	19.9	33.5		
14:27	420	432	1.37	19.4	1.41	19.9			
14:30	380	380	1.36	19.1	1.43	20.3	32.2		
14:42	450	489	1.25	19.5	1.27	20			
14:45	450	475	1.22	19.4	1.25	20.6	33.8		
14:57	395	423	1.08	19.3	1.11	19.9			
15:00	250	239	0.72	18.9	0.8	20.1	33.2		

วันที่ 25 มีนาคม 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	28.8	31	29.6	27.8	29.8	32	31.5	31.2	30.8	29.7	26.2	27.4
9:12	36	37.5	36.4	34.7	36.5	40.9	40.6	39.2	39.2	37.8	26.2	29.3
9:15	41	37.9	38.1	38.7	37	26.8	26.6	26.3	26.2	25.6	25.1	27.5
9:27	40.7	40.7	40.9	39.6	39.3	31	33.3	31.1	33.5	30.7	25	25.3
9:30	46.1	42.1	43.2	44.2	41.6	26.3	26.2	26	26	25.7	25.2	25.7
9:42	39.9	41.4	41.5	40.1	41.2	33.1	34.6	33.6	34.9	31.9	25.4	25.5
9:45	45.5	42	42.8	44.2	41.5	25.8	25.7	25.7	25.7	25.5	25.7	25.8
9:57	40.9	41.2	41.6	40.4	40.3	33.3	34	33.1	34.2	31	25.6	25.7
10:00	46.3	42.3	43	46.1	41.8	27.1	27.3	27.2	27.1	27.1	26	26.5
10:12	45.1	45.5	45.4	43.7	43.9	35.6	36.2	35.1	36.8	32.4	25.5	26.2
10:15	47.6	47	47	46.6	46	26.9	27	26.9	26.7	26.6	25.7	26.3
10:27	46.7	47	47.2	46.4	45.8	39.2	39.9	36.1	39.5	35.1	26.7	27.4
10:30	49.8	45.8	46.3	48	44.8	27.2	27	27.1	27.1	26.7	26.2	26.8
10:42	51.5	50	49.9	49.3	48.7	41.5	42.3	36	42.1	36.1	26.5	27.2
10:45	48.6	48	47.9	47.2	46.7	27.8	27.7	27.7	27.7	27.4	26.8	27.4
10:57	46.8	41.3	41.9	46.5	40.2	35.4	32.7	33	36.6	29.2	26.8	27
11:00	44	41.3	41.7	43.3	40.1	27.7	27.4	27.4	27.3	27	26.8	26.8
11:12	49.2	42.4	43.4	49.5	42.6	38.8	36.8	35.1	40.2	33.1	27.1	27.1
11:15	47.8	44.5	45.1	47.9	44.2	28.2	28.2	28.2	28.1	27.9	27.1	27.5
11:27	48.5	41.9	42.8	48.7	41.6	38	35.6	34	38.8	32.1	26.7	27.2
11:30	46.3	42.6	43.1	46	41.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.5	26.8	26.9
11:42	62.7	51.3	53.2	62.2	51.9	50.9	46.3	43.7	52.2	40.9	27.6	27.9
11:45	56.8	50.4	51.4	55.4	49.3	28.2	28.2	28.3	28.2	27.9	27.1	27.4
11:57	60.5	50.6	52.4	60.7	51.6	47.8	44.7	42	49.4	39.3	27.8	28.1
12:00	57.3	52.4	53.3	56.8	52.1	28.6	28.8	28.7	28.6	28.4	27.5	28.1
12:12	53.8	46	46.8	53.2	45.2	41.2	38.7	36.4	42.3	34.4	27.7	28.3
12:15	50.5	45.8	46.4	49.2	44.9	28.1	27.8	28	27.9	27.5	27.1	27.1
12:27	51.9	44.6	45.3	50.6	43.7	40.5	37.2	35.5	41	33.4	27.9	28.3
12:30	46.3	43.1	43.9	46.3	42.9	28.9	28.6	28.7	28.7	28.4	28.1	28.8
12:42	47.9	42.3	42.6	47.6	41.6	38	35.2	33.7	39	32.6	27.9	28.7
12:45	46.3	43	43.3	45.7	42	28.9	28.8	28.8	28.8	28.5	27.7	27.7
12:57	49.6	43	43.5	49.3	42.5	38.9	35.9	34	39.1	32.4	27.6	27.7
13:00	46.4	42.9	43.4	46.8	42.8	29.3	29.1	29.1	29.1	28.8	28.1	28.1
13:12	55.5	46.4	47.2	53.9	46	30.4	30	30.8	29.7	29.2	27.7	27.8
13:15	53.3	48.4	49.1	51.6	47.7	29.4	29.7	29.6	29.3	29.5	27.9	28.1
13:27	52.8	44.9	45.7	52	44.2	40	36.4	33.7	41.4	33.8	28.1	28.3

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแนวควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแนวทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	52	47.9	48.5	51.8	47.5	29.5	29.6	29.6	29.5	29.2	28.1	28.5
13:42	62	51.8	52.8	62.5	52.3	49.2	46.1	43.9	51.3	40.6	28.2	28.8
13:45	60.4	54.7	55.9	60.7	55.6	29.4	29.6	29.4	29.4	29.3	28.2	29.2
13:57	58.8	50	51	57.6	49.6	43.7	41.3	38.7	44.3	36.4	28.4	29.9
14:00	60.8	53.7	54.4	59	52.9	29.6	29.8	29.7	29.6	29.5	28.2	29.2
14:12	60.8	50.2	51.4	58.1	49.5	44.1	42.5	39.3	45.5	37.1	28.4	29.3
14:15	56.7	51.4	51.9	55.3	50.5	29.8	29.8	29.9	29.7	29.5	28.6	29.3
14:27	59.2	51.2	52.9	59.7	52.3	46.8	44.7	42.4	48.2	38.9	28.9	29.9
14:30	55.1	50.6	52.3	55.7	51.3	29.7	30	29.9	29.8	29.7	28.7	29.5
14:42	60.9	52	54.4	59.6	52.2	41.2	37.7	32.3	41.6	32	29	29.8
14:45	54.6	49.4	50.8	52.6	48.3	29.9	29.8	29.8	29.8	29.6	28.7	29.2
14:57	44.5	43.7	43.8	43.4	42.3	35.7	35.9	33.6	36.1	33.3	29	29
15:00	48.4	44.6	44.8	47.3	43.6	30	30	29.9	29.9	29.6	28.8	28.9

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แนวควบคุม		แนวทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2x10 ⁻³	sensitivity 16.79x10 ⁻⁶							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลา เกิดลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	190	233	0.66	20.5	0.69	20.3	30.1	9.10	3.9
9:12	450	557	1.33	20.3	1.36	20		9.17	4.8
9:15	440	543	1.37	20.3	1.41	20.8	29.8	9.18	4
9:27	500	614	1.52	20.2	1.55	20.5		9.29	1.9
9:30	515	635	1.59	20.2	1.63	21	27.3	9.38	4.3
9:42	470	580	1.38	20.1	1.42	20.3		9.53	5.3
9:45	560	691	1.45	20.3	1.49	21	27.6	9.54	3.8
9:57	465	574	1.43	19.9	1.47	20.2		9.58	3.4
10:00	555	685	1.48	20.2	1.53	21	28.3	10.06	5.7
10:12	480	567	1.56	19.9	1.61	20.4		10.20	2.3
10:15	660	766	1.91	20.2	1.96	21.1	28.8	10.21	2.2
10:27	690	790	1.14	19.6	1.17	20.1		10.24	3.4
10:30	535	672	2.08	19.9	2.12	21.1	28.3	10.28	1.9
10:42	545	599	1.53	19.7	1.51	20		10.34	1.4
10:45	525	596	1.68	20	1.73	21.1	29	10.37	2.6
10:57	330	384	1.03	19.8	1.06	20		10.42	4.9
11:00	335	388	1.05	19.9	1.08	20.5	28.9	10.51	3.6
11:12	415	477	1.34	19.9	1.37	20.2		11.27	3

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 16.79×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลา เกิดลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	380	437	1.34	19.8	1.39	20.6	28.7	11.28	4.2
11:27	395	448	1.19	19.9	1.21	20.2		11.47	1.8
11:30	315	358	1.19	19.9	1.23	20.8	29.5	11.55	2.2
11:42	650	820	1.88	19.7	1.93	20		11.57	6.1
11:45	410	464	1.88	19.7	1.95	21.1	29.8	12.04	3.5
11:57	740	858	2.44	19.8	2.47	20.2		12.10	5.3
12:00	590	715	2.44	19.8	2.5	21.1	30.7	12.17	3.3
12:12	410	463	1.27	19.6	1.32	20		12.22	2.7
12:15	400	441	1.3	19.6	1.35	20.6	30.3	12.29	1.4
12:27	295	326	0.89	19.5	0.92	19.7		12.43	2.3
12:30	305	332	0.94	19.6	0.98	20.3	30.4	12.50	2.7
12:42	290	314	0.86	19.6	0.89	19.8		13.11	3.8
12:45	290	316	0.87	19.5	0.91	20.2	30.3	13.20	3.1
12:57	325	363	1.01	19.7	1.03	19.9		13.33	2.6
13:00	350	391	1.02	19.7	1.06	20.4	30.3	13.45	2.9
13:12	525	613	1.45	19.9	1.49	20.5		13.50	4.5
13:15	515	666	1.46	20.1	4.52	21.1	30.9	13.56	1.6
13:27	645	732	1.17	20.2	1.19	20.6		13.58	3.1
13:30	605	666	2.06	20.3	2.12	21.2	31	14.03	3
13:42	810	919	2.54	19.9	2.6	20.2		14.07	2.1
13:45	785	890	2.54	19.6	2.61	21.1	32.3	14.21	3.6
13:57	720	824	2.22	19.9	2.27	20.4		14.27	3
14:00	545	638	2.24	19.8	2.31	21.1	31.9		
14:12	505	563	1.67	19.6	1.7	20			
14:15	625	708	1.8	19.7	1.87	20.9	31.8		
14:27	440	500	1.67	19.5	1.71	19.9			
14:30	615	674	1.81	19.7	1.87	20.9	31.6		
14:42	350	382	1.2	19.2	1.23	19.8			
14:45	210	219	1.2	19.2	1.24	20.5	31.8		
14:57	295	309	0.89	19.6	0.97	19.9			
15:00	405	438	0.98	19.8	1.01	20.4	31.6		

วันที่ 1 เมษายน 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแนวควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแนวทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	59.5	50.6	57.3	59	54.7	53.9	52.1	49.3	55.9	47.7	28.7	31.3
9:12	53.8	50.1	53.9	54.7	52.7	50.1	49.7	50	54.3	52.1	28.9	30.8
9:15	54.2	48.4	54	55.4	52.9	29.9	29.7	29.5	29.9	29.3	28.5	30.4
9:27	55.7	53.5	56.1	56.2	55.6	46.6	48.4	46.9	50.4	44.3	29.8	32.3
9:30	59.1	53	58.1	59.9	56.7	30.5	30.7	30.6	30.6	30.3	29.6	31.5
9:42	60.2	57.3	60	59.9	59.2	50.8	51.4	49.7	54	46.9	29.5	32.8
9:45	60.8	55	59.9	61	58.2	31.2	31.5	31.5	31.4	31.1	29.4	32.3
9:57	62.5	60.5	62	62.2	61.6	54.6	54.5	49	54.9	47.1	29.8	34.2
10:00	65.3	58.8	63.4	64.5	62.1	32	32.4	32.2	32.1	31.6	29.7	32.8
10:12	64.2	60.4	63.3	63.2	61.2	55	55.1	49.7	56.5	48.9	29.9	34.7
10:15	67.5	61.4	64.9	66.3	64.2	32.7	33.2	33	32.9	32.6	29.9	33.4
10:27	67.4	64.8	66.5	65.9	64.5	57.5	57.7	52.3	59.3	51.3	29.8	34.6
10:30	67.6	62.1	64.8	65.2	62.9	33.3	33.5	33.3	33.2	32.9	30	33.9
10:42	65.4	62.1	64.8	64.6	62.9	56.4	56.7	52.3	59	51.5	29.8	35.7
10:45	65.9	59.3	63.5	63.8	61.6	33.7	34	33.9	34.2	33.7	29.9	34.3
10:57	64.6	61.3	63.7	62.9	61.7	56.3	57.3	51.4	59.2	51.1	30	35.8
11:00	71.2	63.9	67	67.7	66.1	33.5	33.9	33.9	34	33.8	30	34.5
11:12	69	65	68	68.4	66.9	58.3	58.3	52.9	61.2	53	29.9	35.9
11:15	72.6	65.5	69.3	70.3	68.9	34.1	34.8	34.8	34.6	34.4	29.8	35.5
11:27	64.7	60.3	64.8	65	63.4	55.4	55.3	51.1	59.9	51.2	29.9	35.8
11:30	66.2	57.9	63.5	66.6	64.1	34.4	34.4	34.3	34.6	34.1	30	34.3
11:42	63.2	59.7	62.5	63.3	61.5	54	54.3	49.7	56.3	48.8	30	35.6
11:45	61.3	54.4	58.9	60.9	59.7	34.7	34.3	34.3	34.8	33.8	29.9	34.3
11:57	63.6	60.6	63.9	64.5	63.6	57.5	57.6	52.5	60.4	52	29.8	36.7
12:00	69.6	62.6	65.7	68.2	66.3	35	35.2	35.4	35	34.6	30	35.5
12:12	58.7	54.5	57.6	59	59.3	52.6	52.4	48.4	52.7	46.5	29.9	35.9
12:15	65.6	57.2	61	64.6	62.8	32.9	32.9	33.2	32.8	32.7	29.8	34.1
12:27	60.8	57.8	60.9	61.4	61.7	54.3	54.8	50.6	53.5	48.7	30	35.7
12:30	63.4	56.7	60.6	62.9	63.4	29.6	29.7	29.6	29.8	29.4	28.5	31.4
12:42	58.2	54.9	57.7	58.4	59.4	53.7	53.7	49.6	53.2	44.9	29.7	33.7
12:45	61.4	54.8	58.5	61	61.6	30.7	30.6	30.8	30.9	30.5	30	31.5
12:57	62.4	59.3	61.6	63	62.5	57.2	57	53	56.1	49.4	29	33.8
13:00	66.6	59.7	63.4	65.7	66.3	30.6	30.6	30.6	30.6	30.2	29.8	31.8
13:12	58.5	54.5	57.4	59.3	59.8	53.9	53.7	50	54	48	29.7	33.9
13:15	60.9	54.2	57.7	60.9	61.1	30.9	30.9	30.9	30.9	30.6	29.9	32.1
13:27	57.5	54.6	57.2	58.3	59	53.7	53.5	49.3	54.8	48.1	30	33.8

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	61.6	55	58.5	60.9	61.5	29.2	29	29.1	29.1	28.8	28.6	30.3
13:42	57.3	53.9	56.3	57.6	58.5	52.2	52.4	49	53.3	45.9	30	32.6
13:45	61.4	54.1	57.2	60.6	60.7	30.5	30.4	30.4	30.6	30.2	29.6	30.8
13:57	59	55.3	57.9	59.5	59.5	51.9	52.2	48.5	54.2	47.7	29.7	33.1
14:00	64.6	56.5	59.5	64.1	62.2	30.6	30.8	30.7	30.7	30.6	29.8	32.6
14:12	64.1	61.5	64.1	64.4	63.2	56	57.1	51.6	56.3	48.4	29.9	34.4
14:15	66.8	60	63	66.1	63	30.9	30.8	30.8	30.7	30.4	30	32
14:27	63.6	54.5	57.7	63.2	59.1	51	49.9	47	53	41.8	29.8	32.8
14:30	60.8	55.7	58.5	61	59.3	32.1	32.3	32.3	32.5	32.1	29.9	32.4
14:42	64	55.2	58.5	62.8	59	53.7	51.4	49.4	56.2	43.9	30	34.3
14:45	57.1	51.4	54.1	56.2	54.3	32.9	32.8	33	33.4	32.7	29.8	32.6
14:57	60.5	53	56.1	60.2	57.4	50.5	48.1	45.8	53.2	42	29.9	33.6
15:00	59.2	54.8	57.1	59	58	33.5	33.6	33.9	33.9	33.7	30	33.9

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 16.79×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลา เกิดลม	ความเร็ว ลม(m/s)
9:00	540	599	1.66	19.4	1.65	19.5	32.9	9.43	1.5
9:12	575	640	1.76	19.6	1.75	19.6		10.05	1.5
9:15	585	653	1.8	19.6	1.82	21	33	10.44	2.3
9:27	625	693	1.92	19.4	1.9	19.9		10.51	1.9
9:30	640	703	1.95	19.4	1.95	21	33.5	11.23	1.7
9:42	670	734	2.03	19.2	2.02	19.7		11.32	3.4
9:45	675	737	2.09	19.3	2.09	21	33.9	11.38	2.4
9:57	700	768	2.15	19.7	2.14	19.7		11.43	3.4
10:00	715	777	2.17	19.7	2.17	21.1	35.3	11.45	2.6
10:12	745	808	2.27	19.2	2.25	19.8		11.47	3.1
10:15	730	793	2.27	19.2	2.28	21	34.9	12.11	3.8
10:27	735	785	2.25	18.9	2.24	19.6		12.22	4.3
10:30	650	689	2.24	18.9	2.26	20.9	36.8	12.25	5
10:42	785	839	2.37	19.1	2.35	19.6		12.28	7.2
10:45	780	836	2.35	19.1	2.37	21	36.5	12.33	5.2
10:57	860	924	2.5	19.1	2.5	19.7		12.34	2.9
11:00	850	916	2.52	19	2.58	21	35	12.36	5.4
11:12	825	883	2.51	18.9	2.48	19.5		12.40	4.6

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 16.79×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลา เกิดลม	ความเร็ว ลม(m/s)
11:15	850	910	2.52	18.8	2.55	20.9	36.8	13.02	7.4
11:27	885	952	2.64	19	2.62	19.6		13.03	2.5
11:30	890	962	2.7	19.2	2.7	21	34.9	13.14	5.3
11:42	705	706	2.02	19.2	2.04	19.5		13.30	3.4
11:45	900	980	2.59	19.4	2.6	21	35.1	13.40	4.1
11:57	885	958	2.65	19.1	2.66	19.6		14.00	4.2
12:00	885	962	2.64	19	2.68	20.9	37.1	14.25	3
12:12	890	979	2.71	19.4	2.71	19.9		14.45	2.3
12:15	880	958	2.7	19.3	2.73	21.1	36.9	14.50	2.9
12:27	885	955	2.65	19.3	2.66	19.8			
12:30	870	946	2.66	19.3	2.69	21.3	35.8		
12:42	880	970	2.63	19.5	2.66	19.9			
12:45	875	966	2.68	19.5	2.73	21.3	35.8		
12:57	855	933	2.59	19.4	2.63	19.8			
13:00	875	954	2.64	19.4	2.67	21.3	37.1		
13:12	850	936	2.56	19.5	2.6	19.9			
13:15	845	927	2.55	19.5	2.62	21.2	36.2		
13:27	825	906	2.49	19.5	2.52	19.9			
13:30	830	917	2.49	19.3	2.54	21.3	37.2		
13:42	805	885	2.4	19.5	2.42	19.9			
13:45	825	915	2.48	19.5	2.49	21.3	36.6		
13:57	770	834	2.28	19.4	2.28	19.5			
14:00	760	817	2.28	19.4	2.3	21.1	38		
14:12	755	801	2.17	19	2.17	19.6			
14:15	720	777	0.86	18.5	0.91	21	38.5		
14:27	690	744	2.03	19.2	2.04	19.8			
14:30	660	707	2.02	19.2	2.07	20.9	37.2		
14:42	660	706	1.92	19	1.9	19.3			
14:45	655	705	1.92	19	2	20.1	36.3		
14:57	640	704	1.93	19.4	1.93	19.9			
15:00	615	674	1.93	19.3	1.95	20.7	37.6		

วันที่ 5 เมษายน 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	50	48.3	50.7	51.2	50.7	48.4	47.9	48.5	51	48.8	29.8	35
9:12	57.5	50	56.8	58.9	55.3	51.8	50.4	51.2	57.1	52	29.7	36.7
9:15	57	51.4	56.9	58.4	55.6	30.4	30.5	30.6	30.6	30.5	29.8	32.1
9:27	56.9	49.4	57.1	58.9	57	44.3	43.7	44.3	52.6	41.5	29.7	33.2
9:30	57	52.1	57.5	58.5	56.9	30.6	30.6	30.7	30.6	30.5	29.9	31.7
9:42	59.9	51.8	59.7	61.3	59.2	45.8	44.9	48.3	56.4	43.9	29.6	33
9:45	59.5	54.1	59.6	60.8	59.7	31	31.1	31.2	31.1	31	30	32.1
9:57	59.8	52.1	59.9	60.9	60.3	50.7	48.8	40.1	56.9	44.1	29	33.7
10:00	56.1	51.7	57	57.6	58	27.1	27.1	27.1	27.1	27	27.2	31.8
10:12	62.5	54.4	62.2	64.2	63.1	54.2	51.8	43.3	60.3	46.9	28.3	31.9
10:15	58.5	53.9	59.6	60.3	61.2	27.3	27.2	27.2	27.2	27.2	27	31.7
10:27	65.2	56.1	64.2	66.5	65.6	48.6	46	51.7	63.7	49.6	30	31.8
10:30	61.5	56.2	62.2	62.9	64	30.5	30.5	30.4	30.4	30.3	29.9	31.6
10:42	61.5	53.1	60.8	62.2	63.6	54.2	51.2	47.8	60.7	46.2	30	33.5
10:45	57.7	53.2	58.5	59.1	61.1	30.7	30.7	30.6	30.6	30.5	29.9	33.1
10:57	64.1	55.7	63.2	64.8	66.5	59.4	55.1	54	65	49.8	29.8	34.9
11:00	63.9	58.2	64	65.8	66.8	30.2	30.2	30.3	30.2	30.1	29.8	34.3
11:12	62.1	53.9	61.3	63.3	65	57.2	52.8	52.2	63.5	48.8	29.7	34.9
11:15	63.2	59	63.8	64.9	66.1	30.4	30.4	30.3	30.4	30.3	29.7	33.9
11:27	69.3	59.7	67.2	71	69.7	62.2	57.3	55.3	66.2	51.5	29.8	35.7
11:30	67.6	60.9	66.9	69.1	68.5	30.7	30.7	30.5	30.6	30.5	29.9	35.2
11:42	76.5	65.5	71.4	74.1	70.7	67.6	61.5	59.3	67.6	53.1	29.9	37.1
11:45	70	62.5	67.9	68.5	68	30.8	30.5	30.7	30.6	30.5	30	35.6
11:57	69.9	60.2	67	70.7	69.6	60.7	57.5	54	56.2	51.6	30	36.6
12:00	65.6	59.6	64.8	66.6	67.4	30.3	30.2	30.2	30.3	30.2	29.9	35.8
12:12	67.9	57.9	64.8	69.8	67.9	61.7	56.6	55.6	67	52.4	29.8	36.8
12:15	67.1	60.6	66.1	68.6	69.1	30.4	30.2	30.3	30.2	30.1	29.8	36.7
12:27	68.3	59	64.7	69.3	67.9	61.5	55.4	54.4	63.5	49.9	29.7	36.7
12:30	63	57.4	62	64.1	65.1	30.7	30.5	30.6	30.6	30.5	29.7	36
12:42	70	60.9	66.8	71	70	63.5	58.1	50.4	68	52	29.8	37.7
12:45	64.1	57.9	62.7	64.8	65.9	30.4	30.5	30.3	30.3	30.3	29.8	36.7
12:57	66.6	58.4	63.5	66.6	66.7	60.2	56	49.4	63.2	48.7	29.7	37.3
13:00	57.1	53.5	57	57.5	60.2	30.6	30.5	30.5	30.6	30.5	30	35.5
13:12	64	55.5	60.9	65.7	64.6	59.1	55.6	53.7	64.9	50.6	30	36.6
13:15	59.6	54.7	58.5	60.7	61.8	30.8	30.6	30.7	30.7	30.6	29.7	36.4
13:27	62.5	54.9	59.7	65	63.2	48	50.8	50.1	47	46.9	29.9	36.8

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแนวควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแนวทดสอบ(°C)					อุณหภูมิ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	60.2	55.9	60	62.7	63.2	30.9	30.7	30.8	30.8	30.7	29.9	36.9
13:42	68.7	59.3	63.8	69.6	65.5	60.6	57.3	54.5	64.3	50.7	29.8	37.8
13:45	62.7	56.8	60.9	63.7	62.4	30.3	30.3	30.4	30.7	30.5	29.7	32.7
13:57	69.4	59.5	63.3	68.9	63.4	58.1	55.8	53.6	60.1	48.7	29.9	34.7
14:00	63	57.4	60.4	62.5	61.3	30.4	30.4	30.4	30.5	30.4	30	33.7
14:12	63	55.4	59.2	64.6	61.1	54.1	52.2	49.9	59.1	47.6	30	35
14:15	57.4	52.6	55.5	57.9	57.3	30.5	30.4	30.6	30.5	30.4	29.8	34.7
14:27	61.8	54	57	63.1	58	36.3	36.2	37.1	37.4	36.5	29.9	34.2
14:30	61	54.2	57.3	62.3	58.5	30.6	30.5	30.5	30.6	30.5	29.7	34.5
14:42	58.1	58.1	58.8	59.1	59.2	36.3	36.6	36.9	36.6	36.6	29.9	35.6
14:45	62.9	58.8	59.7	62.9	59.7	30.7	30.7	30.8	30.7	30.6	29.9	35.1
14:57	59	59	59.4	59	59	51	52.3	48.2	51.8	47.2	30	36.1
15:00	59.2	56.5	57.6	58.9	57.9	30.5	30.5	30.6	30.6	30.4	29.8	35.3

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แนวควบคุม		แนวทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2x10 ⁻³							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	530	1.63	19.5	1.61	19.6	35.1	9.23	1.4
9:12	575	1.71	19.5	1.69	19.5		9.30	2.1
9:15	585	1.75	19.4	1.75	20.8	34.1	9.37	2.7
9:27	615	1.86	19.5	1.83	20		9.41	4.1
9:30	630	1.9	19.4	1.89	20.8	34.9	9.44	4.3
9:42	655	1.98	19.4	1.96	19.9		9.58	3.4
9:45	660	1.98	19.4	1.97	20.8	35.1	10.24	2.1
9:57	695	2.1	19.4	2.09	19.9		10.28	2.5
10:00	700	2.1	19.5	2.12	21.2	34.9	10.34	3.5
10:12	740	2.22	19.4	2.21	19.9		10.41	3.2
10:15	750	2.21	19.4	2.23	21.3	35.8	10.52	4.1
10:27	770	2.3	19.2	2.28	19.7		11.02	3
10:30	775	2.3	19.2	2.3	21.1	36.3	11.08	1.8
10:42	805	2.41	19.3	2.39	19.8		12.34	3.4
10:45	815	2.45	19.5	2.44	21	36.2	12.44	4.2
10:57	830	2.48	19.3	2.47	19.6		12.55	4.2
11:00	840	2.48	19.3	2.48	21	37.4	12.56	6.9
11:12	850	2.52	19.4	2.5	19.7		13.00	9.2

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	840	2.52	19.3	2.52	21	37.9	13.44	1.5
11:27	850	2.5	19	2.5	19.5		14.00	2.3
11:30	845	2.49	19	2.51	20.9	38.6		
11:42	865	2.5	18.7	2.49	19.4			
11:45	855	2.5	18.7	2.5	20.9	38.1		
11:57	815	2.4	18.9	2.38	19.5			
12:00	835	2.42	19	2.44	20.9	38		
12:12	845	2.49	19.1	2.49	19.6			
12:15	850	2.49	19	2.49	20.8	39.7		
12:27	825	2.41	19.1	2.41	19.6			
12:30	825	2.41	19.1	2.43	20.8	37.9		
12:42	830	2.42	18.9	2.42	19.5			
12:45	825	2.42	18.9	2.43	20.8	38		
12:57	810	2.39	19	2.39	19.6			
13:00	800	2.39	19.3	2.4	20.8	37.2		
13:12	780	2.27	19.2	2.27	19.6			
13:15	790	2.27	19.3	2.3	20.7	37.8		
13:27	780	2.26	19.2	2.26	19.8			
13:30	785	2.24	19.2	2.26	20.7	38.7		
13:42	765	2.16	18.9	2.15	19.5			
13:45	755	2.16	18.9	2.17	20.9	39.5		
13:57	710	2.01	18.9	1.99	19.6			
14:00	710	2	18.9	2	20.8	39.1		
14:12	655	1.84	19.1	1.82	19.6			
14:15	655	1.84	19.1	1.84	20.6	38.1		
14:27	630	1.78	19	1.76	19.5			
14:30	625	1.77	19.2	1.77	20.6	38.2		
14:42	575	1.62	19	1.62	19.5			
14:45	570	1.62	18.9	1.62	20.5	37.5		
14:57	535	1.48	18.9	1.47	19.5			
15:00	520	1.48	18.9	1.48	20.5	38.3		

วันที่ 6 เมษายน 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	46	43.8	46.1	47	46.5	41.9	41.6	42.1	45	43.9	29.6	33.6
9:12	47.3	46.1	48.4	48.6	49.1	44.3	44.1	44.7	47.7	46.2	29.8	33.5
9:15	49.6	45.4	49.5	51.4	49.5	30.5	30.6	30.4	30.1	30	29.7	31.8
9:27	48.6	46.9	49.5	49.9	50.2	41.7	42.5	42.8	46.2	41.6	29.9	33.1
9:30	52.3	47.9	52.1	54.1	51.8	30.6	30.5	30.4	30.5	30.3	29.8	32.3
9:42	49.6	48.4	51	50.9	52.2	43.2	44.2	44.2	47.7	42	29.8	33.1
9:45	52.1	48.2	52.4	54.5	53.2	30.2	30.2	30.3	30.3	30.2	29.8	32.5
9:57	54.4	52.6	55.3	55.1	54.4	51.3	50.8	47	52.8	46.5	29.7	34.3
10:00	58.6	53.2	58	60.1	57.1	30.6	30.6	30.7	30.6	30.5	29.8	34.6
10:12	54.6	52.4	55.9	56.3	57	47.5	47.9	46	53.1	45.9	29.7	34.7
10:15	58.1	52.9	58	60.2	58.7	30.8	30.7	30.8	30.8	30.7	29.9	34.6
10:27	54.8	52.8	56.1	56.2	57.5	50.6	49.5	46.8	53.9	46.6	29.8	34.8
10:30	55.6	50.3	55.4	57.2	56.4	30.6	30.5	30.6	30.6	30.5	30	34.1
10:42	55.8	54.3	57.1	57.1	58.7	52.1	51.9	41.7	55.6	49.5	30	35
10:45	60.2	54.9	59.7	61.4	60.9	30.2	30	30.2	30.2	30.1	29.9	35.3
10:57	56.4	54.6	57.8	58	59.1	51.8	52.2	49.3	56.8	49.6	29.8	36.1
11:00	60.8	55	60.6	62.4	61.8	30.7	30.6	30.7	30.7	30.5	29.7	35.5
11:12	61.7	59.8	62.7	62.4	62.8	50.2	55	52.3	58.5	51.3	29.8	36.4
11:15	68.1	62.1	66.1	65.9	64.9	30.7	30.5	30.8	30.7	30.5	29.7	36.2
11:27	59.3	56.6	60.4	59.7	61.1	54	53.5	50.3	58.6	50.1	29.9	37.6
11:30	60	54.2	59.8	60.7	61.3	30.2	30.3	30.4	30.4	30.3	29.9	35.3
11:42	60	58	61.3	61.3	62	57.7	57.2	54.3	60.4	52.8	29.8	36.4
11:45	67.4	60.9	65.8	67.3	66.7	30.4	30.5	30.6	30.6	30.5	29.8	36.5
11:57	62.6	59.8	64	63.9	64.6	54.1	54.4	53.6	61.9	53.3	29.9	38.7
12:00	63.7	57.1	63	64.3	64.9	30.3	30.3	30.4	30.5	30.4	30	37.3
12:12	58.4	56.1	59.4	59.5	60.9	53.9	54	51.3	59.9	52.4	29.9	37.5
12:15	59	53.9	58.2	59.5	60.5	30	30.1	30.2	30.2	30	30	36.7
12:27	57.7	55.9	58.8	59	60.3	54.1	53.5	51.2	58	50.7	29.9	37.2
12:30	64	57.5	61.8	63.3	62.2	30.4	30.3	30.4	30.4	30.2	30	37.3
12:42	68.1	65.9	69.5	69.5	68.8	63.7	62.4	49	65.8	56.8	29.8	38.4
12:45	71.8	64.9	70	71.7	70	30.5	30.6	30.7	30.7	30.6	29.7	38.4
12:57	63.1	60.5	64.3	64.4	64.8	57.6	56.6	52.8	61.1	53.1	29.7	38.6
13:00	64.5	58.4	63.3	65.3	65	30.9	30.9	31	30.9	35.7	29.8	37.5
13:12	63.7	62.5	64.5	64.8	65.3	54.4	57.5	53.9	60.4	52.4	29.9	38
13:15	70.3	63.9	67.2	69.4	67.2	30	30.1	30.2	30.2	30.1	29.8	38.3
13:27	57.7	56.4	58.5	58	58.9	54	52.9	49.8	55.2	48	30	38.1

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	59.9	54.7	57.9	59.9	59.2	30.6	30.5	30.6	30.5	30.4	29.8	36.7
13:42	60.8	58.9	61.9	61.7	62.1	56.4	55.6	51	58.9	50.5	29.9	37.9
13:45	61	55.5	59.3	61	60.4	30.6	30.7	30.7	30.7	30.5	29.8	36.7
13:57	55.8	55.1	57.3	56.8	58.8	54.1	53.1	50.4	56.4	49.8	30	36.6
14:00	60	55.6	58.5	61	60.6	30.7	30.6	30.7	30.7	30.5	29.9	37.4
14:12	52.2	50.8	53	53.5	53.5	46.8	46.9	44.6	49.7	44.3	30	37.5
14:15	54.7	50	52.4	55.2	53.7	30.7	30.6	30.8	30.7	30.6	29.8	36.1
14:27	52.4	51.3	53	53.5	53.6	47.7	46.8	45	49.7	44.4	29.9	36.6
14:30	57.2	53.3	55.2	58.3	55.7	30.1	30.2	30.4	30.4	30.3	30	36.6
14:42	54.1	53.2	54.6	54.8	54.9	48.4	48.2	46	50.6	45.4	29.9	37.1
14:45	54.8	51.4	53.2	55.6	53.7	30.3	30.4	30.5	30.5	30.5	29.8	36.3
14:57	53.6	54.7	55	54.2	54.9	45.1	46.3	42.7	45.5	41.4	29.9	35.3
15:00	51.7	53.2	53.5	52.5	53.7	30.4	30.4	30.5	30.5	30.3	29.9	36

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	500	1.47	19.9	1.46	19.8	33.5	9.30	2.1
9:12	515	1.52	19.8	1.51	19.7		9.35	1.8
9:15	520	1.54	19.9	1.55	20.9	33.7	9.39	3
9:27	560	1.64	19.8	1.63	20		9.50	1.5
9:30	585	1.7	19.8	1.71	20.9	34.3	10.11	2.5
9:42	630	1.88	19.9	1.87	20		10.25	2.3
9:45	645	1.9	19.9	1.91	21	34.1	10.35	2.8
9:57	675	2.03	19.6	2.01	19.8		11.26	3.2
10:00	680	2.05	19.5	2.05	20.8	35.5	11.56	2.7
10:12	710	2.13	19.5	2.12	19.8		12.02	4.6
10:15	715	2.15	19.5	2.16	20.8	35.7	12.11	2.8
10:27	745	2.24	19.6	2.22	19.8		12.26	3.1
10:30	755	2.26	19.7	2.26	20.8	35.2	13.43	1.3
10:42	780	2.34	19.7	2.32	19.8		13.46	3.6
10:45	785	2.36	19.5	2.36	20.8	36.2	14.00	2.4
10:57	805	2.4	19.5	2.39	19.7		14.14	7.2
11:00	810	2.42	19.5	2.42	20.8	36.4	14.56	2.2
11:12	830	2.46	19.4	2.45	19.6			

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	830	2.47	19.1	2.47	20.7	38.4		
11:27	835	2.47	19.3	2.46	19.6			
11:30	830	2.47	19.5	2.47	20.8	36.6		
11:42	855	2.51	19.4	2.5	19.5			
11:45	855	2.55	19.2	2.55	20.7	38		
11:57	850	2.47	19.1	2.47	19.4			
12:00	855	2.49	19.3	2.49	20.7	37.3		
12:12	840	2.46	19.5	2.45	19.6			
12:15	825	2.47	19.5	2.48	20.7	36.9		
12:27	840	2.46	19.5	2.47	19.7			
12:30	835	2.47	19.4	2.49	20.9	38.2		
12:42	850	2.43	18.8	2.44	19.2			
12:45	855	2.45	18.8	2.46	20.7	40.3		
12:57	825	2.37	19.1	2.38	19.5			
13:00	830	2.39	19.1	2.4	20.7	38.3		
13:12	800	2.29	19.1	2.3	19.4			
13:15	790	2.29	19	2.31	20.6	40		
13:27	655	1.8	19.1	1.82	19.3			
13:30	765	2.21	19.4	2.21	20.6	37.9		
13:42	745	2.07	19	2.07	19.4			
13:45	745	2.16	19.2	2.16	20.6	38.9		
13:57	730	2.1	19.5	2.1	19.6			
14:00	725	2.1	19.4	2.1	20.5	38.6		
14:12	720	2.04	19.7	2.03	20			
14:15	695	2.03	19.7	2.03	21	37.3		
14:27	530	1.42	19.5	1.42	19.6			
14:30	550	1.55	19.4	1.55	20.4	38.8		
14:42	500	1.35	19.2	1.34	19.5			
14:45	480	1.34	19.2	1.34	20.2	38.1		
14:57	485	1.24	19.1	1.24	19.5			
15:00	200	1.24	19	1.24	20.2	37.5		

วันที่ 7 เมษายน 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	46.1	43.9	46.2	47.1	46.5	41.9	41.6	42.1	45	43.9	29.5	33.5
9:12	47.2	46.2	48.3	48.5	49	44.2	44	44.6	47.6	46.1	28.7	33.4
9:15	50.2	48.5	50.2	50	50.7	29.1	29.6	29.1	29.2	29.3	30	31.5
9:27	51.5	47.3	51.4	53	51.6	45.2	45.3	46.7	46.1	45	29.8	34.2
9:30	55.3	49.7	54.6	57.1	54.2	30.1	29.8	29.9	30	30	30	32.6
9:42	52.5	50.4	53.2	53.8	54.2	46.6	44.5	48.3	47.8	45.3	29.9	33.8
9:45	55.1	50.1	54.6	56.9	54.7	30.1	30	30.2	30.1	30.1	29.8	32.6
9:57	53.8	51.7	54.4	55.2	55.4	48.8	47.1	50.5	49.6	47.3	29.8	33.9
10:00	55.7	50.8	55.4	57.1	56.2	30.5	30.5	30.8	30.9	30.9	29.7	33.2
10:12	53.5	51.7	54.6	54.7	55.5	51.4	49.4	53	52.1	50.1	29.9	34
10:15	55.6	50.8	55.5	57.7	56.7	30.8	30.8	31	31	31	30	33.5
10:27	54.5	53.8	56.4	56.6	58.4	52.5	50.3	54.6	53.2	51.3	29.9	34.7
10:30	57.4	53.7	57.8	59.6	59.5	31.9	31.6	31.8	32	31.9	29.7	34.2
10:42	54.7	53.5	55.9	55.9	57.7	53.4	50.4	55.4	54.1	51.7	28.8	35.2
10:45	58.5	54.3	58.7	60.7	60.2	32.5	32.2	32.3	32.5	32.4	29.6	35.2
10:57	54.3	54.3	56.3	55.4	58.2	52.2	51.7	54.3	52.3	53.2	30	35.5
11:00	57.6	53.7	57.8	59.2	59.6	33.7	33.5	33.5	33.4	33.3	29.7	35
11:12	55.5	55.7	57.6	56.7	59.2	54.6	52.6	57.2	55.6	55.9	29.9	35.2
11:15	59.4	55.4	58.9	60.1	60.5	30.6	30.8	30.8	30.7	30.8	29.8	34.7
11:27	59.3	53.5	59.6	60.4	61.6	55.5	54.3	56.8	54.7	54.9	29.8	35.5
11:30	58.4	55.9	60	59.6	62	31	30.9	31	30.9	30.9	29.9	35.5
11:42	59.8	53.7	60	61.7	62.1	57.7	57.2	54.3	60.4	52.8	30	36.3
11:45	59.1	55.5	59.7	60.5	61.7	30.4	30.5	30.6	30.6	30.5	29.8	35.4
11:57	63	55.8	62.1	64.2	64.4	54.1	54.4	53.6	61.9	53.3	29.7	37
12:00	59.7	56.4	60.4	61.2	62.3	30.3	30.3	30.4	30.5	30.4	29.8	35.7
12:12	62.2	54.1	61	63.9	63.2	53.9	54	51.3	59.9	52.4	29.7	37.5
12:15	54.5	50.3	54.6	56.1	56.6	30	30.1	30.2	30.2	30	29.9	36.1
12:27	51.3	46.4	49.4	52.7	50.1	54.1	53.5	51.2	58	50.7	29.8	36.7
12:30	52.3	49.6	51.7	53.9	52.5	30.4	30.3	30.4	30.4	30.2	30	36.7
12:42	63.5	55.8	61.1	65.3	62.6	63.7	62.4	49	65.8	56.8	30	37.5
12:45	61.4	58.2	61.5	62.6	62.9	30.5	30.6	30.7	30.7	30.6	29.9	36.8
12:57	64.2	56.3	61.2	65.1	61	57.6	56.6	52.8	61.1	53.1	29.8	37
13:00	55.9	52.1	55.3	56.9	55.8	30.9	30.9	31	30.9	30.7	29.7	35.9
13:12	58	51.7	55.6	60.1	57.2	54.4	57.5	53.9	60.4	52.4	29.8	36.3
13:15	56.2	52.8	56	58.8	57.9	30	30.1	30.2	30.2	30.1	29.7	36.4
13:27	67.4	59.2	64.1	68.7	64	54	52.9	49.8	55.2	48	29.9	36.8

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแนวควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแนวทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	59.3	55.2	59	60.7	60.4	30.6	30.5	30.6	30.5	30.4	29.8	36.8
13:42	57.3	50.8	54.8	58.8	56.7	56.4	55.6	51	58.9	50.5	29.7	37.6
13:45	57.4	54	56.5	58.9	58.2	30.6	30.7	30.7	30.7	30.5	29.8	36.6
13:57	64.8	56.6	60.2	66.1	59.5	54.1	53.1	50.4	56.4	49.8	29.7	35.8
14:00	60.5	56.1	59.1	61.5	59.2	30.7	30.6	30.7	30.7	30.5	29.9	36
14:12	58.4	52.3	54.4	59.3	53.2	56	57.1	51.6	56.3	48.4	29.6	35.3
14:15	53.6	50.1	51.7	53.7	50.6	30.9	30.8	30.8	30.7	30.4	30	35
14:27	52.3	52.1	52.8	52.4	52.1	51	49.9	47	53	41.8	29	34.5
14:30	55.4	52.6	53.4	56	52.5	32.1	32.3	32.3	32.5	32.1	27.2	35.1
14:42	56.8	57.8	58.1	57.6	57.5	53.7	51.4	49.4	56.2	43.9	28.3	36.8
14:45	57.7	56.4	56.8	58.7	56.7	32.9	32.8	33	33.4	32.7	27	35.6
14:57	52	53.3	55.1	53	56.4	50.5	48.1	45.8	53.2	42	30	37.4
15:00	49.1	50.9	52.4	50.3	53.9	33.5	33.6	33.9	33.9	33.7	29.9	36.6

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แรงดัน		แรงดัน		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity							
	0.2x10 ⁻³	กระแส	แรงดัน	กระแส	แรงดัน	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
	(W/m ²)	(A)	(V)	(A)	(V)			
9:00	500	1.5	19.5	1.48	19.9	33.3	9.11	3.4
9:12	515	1.58	19.6	1.56	20		9.23	2.5
9:15	525	1.6	19.6	1.58	20.7	33.5	9.54	4.2
9:27	545	1.65	19.6	1.64	20		9.55	3.1
9:30	550	1.67	19.5	1.68	20.8	33.6	10.03	4.8
9:42	575	1.75	19.5	1.74	19.9		10.11	3.4
9:45	570	1.75	19.4	1.76	20.8	33.6	10.32	3.8
9:57	610	1.84	19.4	1.84	19.9		10.38	7.1
10:00	620	1.88	19.4	1.89	20.8	34.1	10.48	5.2
10:12	635	1.96	19.4	1.94	19.8		10.50	7.1
10:15	620	1.97	19.4	1.96	20.8	34.6	11.03	6.3
10:27	660	2	19.4	1.99	19.8		11.04	7.1
10:30	670	2.03	19.4	2.03	20.8	34.9	11.11	4.9
10:42	700	2.13	19.5	2.12	19.8		11.23	4.6
10:45	730	2.2	19.3	2.2	20.8	36.4	11.36	3.8
10:57	730	2.24	19.3	2.23	19.8		11.52	5.1
11:00	750	2.24	19.4	2.24	20.9	35.1	12.11	2.3
11:12	785	2.35	19.3	2.34	19.8		12.26	6

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง	แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}							
	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลาเกิด ลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	780	2.35	19.3	2.36	20.8	35.3	12.43	2.7
11:27	780	2.33	19.3	2.32	19.8		13.01	3.2
11:30	795	2.32	19.3	2.33	20.8	35.9	13.22	2.9
11:42	795	2.37	19.3	2.36	19.7		13.41	3.2
11:45	805	2.37	19.3	2.38	20.8	36.4	14.10	2
11:57	805	2.37	19.1	2.36	19.7			
12:00	765	2.37	19.1	2.38	20.7	36.3		
12:12	335	2.16	18.9	2.16	19.5			
12:15	340	2.16	18.9	2.17	20.5	36.1		
12:27	390	0.92	19.1	0.93	19.5			
12:30	760	2.18	19.9	2.2	20.7	36.9		
12:42	775	2.08	19.1	2.09	19.6			
12:45	755	2.2	19.2	2.22	20.7	36.6		
12:57	335	0.98	18.1	1	18.7			
13:00	340	0.98	18.5	1	19.8	36.7		
13:12	605	1.62	19.2	1.63	19.6			
13:15	685	1.98	19.4	2	20.6	37.9		
13:27	760	2.2	19	2.19	19.5			
13:30	750	2.19	19.2	2.2	20.7	37.3		
13:42	665	1.93	19.4	1.92	19.8			
13:45	700	2.01	19.5	2.02	20.6	37.2		
13:57	610	1.8	19	1.78	19.7			
14:00	600	1.8	18.9	1.8	20.4	37.1		
14:12	400	1.1	18.9	1.09	19.5			
14:15	255	1.1	18.8	1.1	20.3	36.5		
14:27	440	1.13	19.1	1.14	19.6			
14:30	435	1.17	19.1	1.18	20.3	37		
14:42	465	1.36	18.9	1.36	19.4			
14:45	530	1.4	19.1	1.42	20.3	37		
14:57	450	1.25	19.1	1.26	19.5			
15:00	240	1.25	19.1	1.27	20.3	37.5		

วันที่ 29 เมษายน 2558

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
9:00	50.8	51.1	51.9	51.3	52.2	46.5	47	46.7	47.3	47.6	26	34
9:12	54.1	58.5	56.1	55.6	58.4	49.7	50.6	52.5	53.4	50.2	25.4	32.1
9:15	53.7	59.4	55.8	55.1	59.4	29.1	29.6	29.1	29.2	29.3	26	28.4
9:27	55.3	57.6	56	54.3	56.6	45.2	45.3	46.7	46.1	45	27.6	27.6
9:30	53.8	60.3	56.1	54	59.3	30.1	29.8	29.9	30	30	28.5	29.3
9:42	54.6	58.7	56.9	54.8	58.9	46.6	44.5	48.3	47.8	45.3	28.7	30.9
9:45	55.1	61	57.7	56.3	61.4	30.1	30	30.2	30.1	30.1	28.6	29.7
9:57	60.2	62.8	61.3	60.2	62	48.8	47.1	50.5	49.6	47.3	29	31.2
10:00	60.2	65.4	61.6	60.3	63.9	30.5	30.5	30.8	30.9	30.9	29.3	30.6
10:12	62.9	65.5	64.2	62.8	64.9	51.4	49.4	53	52.1	50.1	29.4	32
10:15	62.4	67.1	64.4	63.6	67.1	30.8	30.8	31	31	31	29.1	30.7
10:27	64.9	66.2	65.4	64.3	65.9	52.5	50.3	54.6	53.2	51.3	30	32.8
10:30	59.7	66.2	61.9	59	65.3	31.9	31.6	31.8	32	31.9	26.9	32.3
10:42	64.3	66.6	65.1	63.1	65	53.4	50.4	55.4	54.1	51.7	30	33.2
10:45	62.6	68.4	64.4	62.1	67.6	32.5	32.2	32.3	32.5	32.4	26.2	32.6
10:57	62.6	67.1	64.4	60.8	65.5	52.2	51.7	54.3	52.3	53.2	30	33.9
11:00	61.7	70.1	64.4	60.7	68.1	33.7	33.5	33.5	33.4	33.3	29.8	33.9
11:12	64.3	67.2	66.2	64.6	68.4	54.6	52.6	57.2	55.6	55.9	30	35.5
11:15	66.1	73.5	68.6	66	72.8	30.6	30.8	30.8	30.7	30.8	29.3	33.5
11:27	56.1	56.6	57.1	56.4	57.1	43.5	41.1	44.4	43.5	42.6	29.6	33.1
11:30	51.9	53.2	52	51.4	52.9	31	30.9	31	30.9	30.9	29.9	31.3
11:42	67	67.5	67.2	67.6	67.5	57	52.5	58.1	57.1	54.8	30	33.1
11:45	67.8	73.4	68.2	67.6	71.3	30.7	30.6	30.7	30.6	30.5	29.8	33.9
11:57	70.1	71.7	71.7	71	72.6	57.9	53.6	60.2	59	58.3	29.9	35.6
12:00	68.5	74.2	69.8	68.3	73.5	30.8	30.8	30.8	30.7	30.6	30	35
12:12	63.4	69.2	65.8	62.6	67.7	55.2	52.1	57.3	54.8	55.6	29.8	35.7
12:15	65.9	75.4	67.9	63.9	70.6	30.4	30.3	30.4	30.3	30.2	29.7	34.9
12:27	68.2	70.3	69.2	67.7	69	56.8	52.7	57.5	56.5	55.7	28.9	36.1
12:30	68.6	74.8	69.9	68.3	72.9	30.5	30.6	30.6	30.5	30.4	28.7	35.6
12:42	70.9	73	71.3	69.4	71.3	59.3	54.4	60.6	59	58.8	30	36.4
12:45	67.4	72.7	68.6	66.6	71.1	30.4	30.4	30.5	30.4	30.3	29.8	34.1
12:57	67.2	69.4	67.4	65.9	66.6	55.5	50.1	56.6	54.5	51.8	30	35.2
13:00	63.4	69.5	64.5	61.6	66.7	30.7	30.6	30.6	30.5	30.4	29.9	35.6
13:12	63	63.8	63	61.6	62.8	51.4	47.8	52.4	50.8	50.3	29.8	36.2
13:15	57.4	59.7	57.3	56	57.6	30	30.1	30.2	30.1	30	29.8	35.3
13:27	67.5	66.7	66.5	65.6	64.9	57.7	52.4	58.5	56.6	55.2	29.7	35.9

เวลาบันทึก ข้อมูล	จุดวัดอุณหภูมิแผงควบคุม(°C)					จุดวัดอุณหภูมิแผงทดสอบ(°C)					อุณหภูมิน้ำ ขาเข้า(°C)	อุณหภูมิน้ำ ขาออก(°C)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10		
13:30	61.3	61.3	60.1	59.5	59.8	30.3	30.3	30.4	30.3	30.2	29.9	35.7
13:42	53.8	56.5	52.8	52.5	53.6	41.6	38.6	42.7	40.9	38.7	30	35.6
13:45	59	62	58.3	56.9	58	30.5	30.4	30.5	30.4	30.3	29.9	35.2
13:57	64.1	74.4	66.2	64.7	71.9	63.4	51.8	64.1	57.9	55.7	29.7	36.6
14:00	62.5	70.2	64.6	62.2	68.5	30.6	30.6	30.7	30.5	30.4	28.8	36
14:12	48.6	52	49.1	47.9	50.8	40.5	36.8	39.2	38.6	37.3	29.6	35.3
14:15	54.2	57.2	54.4	53.6	55.9	30.5	30.5	30.4	30.3	30.2	30	35.8
14:27	64	71.3	65.1	66.2	72.1	62.2	51.2	63.8	58.1	55.3	29.7	35.9
14:30	63.5	68.1	65.2	65.7	70.4	30.9	30.8	30.8	30.7	30.6	29.9	36.2
14:42	62.2	69.7	62.1	61	64.9	57.1	47.5	57.1	51	49.5	29.8	36.4
14:45	64.6	69.6	63.9	62.4	64.8	30.6	30.5	30.6	30.5	30.5	29.8	36.6
14:57	64.2	70.9	64.5	63.2	67.7	58.5	48.3	59.2	52.9	51.2	29.9	36.8
15:00	60.6	65.8	61.1	59.3	63.2	30.8	30.8	30.9	30.7	30.6	30	36.4

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 4.93×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลา เกิดลม	ความเร็วลม (m/s)
9:00	500	596	1.66	19.2	1.65	19.3	32.3	9.25	2.9
9:12	550	637	1.71	19.3	1.66	19.3		9.36	1.1
9:15	555	645	1.74	19.3	1.71	20.8	31.6	10.17	0.6
9:27	585	680	1.81	19.3	1.81	19.4		10.19	1.1
9:30	585	680	1.83	19.3	1.83	20.9	32.8	10.27	1
9:42	615	712	1.93	19.4	1.92	19.8		10.29	3.3
9:45	620	716	1.94	19.3	1.94	20.8	32.9	10.40	1.3
9:57	665	757	2.02	19.2	2.03	19.6		10.49	2.3
10:00	680	773	2.03	19.1	2.07	20.9	33.1	10.55	2.5
10:12	700	793	2.18	19	2.2	19.5		12.00	0.4
10:15	700	793	2.18	19	2.21	20.9	33.3	12.02	2.3
10:27	745	826	2.26	18.9	2.21	19.4		12.06	1
10:30	735	830	2.28	19.1	2.24	20.9	33.8	12.59	2.1
10:42	765	848	2.32	19	2.3	19.5		13.06	17
10:45	770	864	2.38	19	2.35	20.9	35.3	13.19	0.8
10:57	785	880	2.37	19	2.34	19.4		13.59	2.4
11:00	830	933	2.53	19.1	2.5	21	35.3	14.00	2
11:12	875	982	2.62	19	2.6	19.4		14.32	1.9

เวลาบันทึก ข้อมูล	ค่าความเข้มแสง		แผงควบคุม		แผงทดสอบ		อุณหภูมิ แวดล้อม	ค่าวัดความเร็วลม	
	sensitivity 0.2×10^{-3}	sensitivity 4.93×10^{-6}							
	(W/m ²)	(W/m ²)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	(°C)	เวลา เกิดลม	ความเร็วลม (m/s)
11:15	855	953	2.66	18.9	2.62	21.1	35.4	14.58	3.4
11:27	860	955	0.52	17.8	0.52	18.4			
11:30	870	957	0.6	18.4	0.6	19.6	34.3		
11:42	880	961	2.62	19.1	2.6	19.4			
11:45	890	966	2.59	18.8	2.56	20.8	36.1		
11:57	905	978	2.66	18.6	2.63	19.2			
12:00	880	949	2.64	18.6	2.65	20.9	37.1		
12:12	890	976	2.67	19	2.62	19.5			
12:15	890	966	2.69	18.9	2.65	20.8	36.5		
12:27	890	957	2.64	18.9	2.58	19.4			
12:30	880	939	2.6	18.7	2.56	20.8	37.6		
12:42	890	937	2.57	18.6	2.53	19.7			
12:45	880	919	0.73	17.3	0.73	19.6	37.1		
12:57	875	911	2.47	19	2.42	19.5			
13:00	875	923	2.59	19	2.56	20.7	36.6		
13:12	295	266	0.7	17.8	0.68	18.2			
13:15	270	229	0.67	18	0.6	19.3	36.8		
13:27	280	497	2.44	18.9	2.41	19.3			
13:30	235	176	1.42	17.8	1.4	19.3	37.1		
13:42	480	424	1.11	19.7	1.1	20.1			
13:45	890	888	2.46	19.5	2.46	20.8	38.9		
13:57	810	834	2.35	18.8	2.29	19.9			
14:00	770	789	2.2	18.9	2.19	20.7	37.7		
14:12	315	260	0.51	18	0.5	19.2			
14:15	770	777	2.13	19.8	2.14	20.6	36.9		
14:27	740	746	2.05	18.8	2.02	19.1			
14:30	730	732	2.04	18.8	2.03	20.5	40.1		
14:42	680	669	1.84	18.9	1.81	19.3			
14:45	680	669	1.84	18.8	1.84	20.4	38.2		
14:57	640	627	1.72	18.7	1.69	19.2			
15:00	615	600	1.66	18.8	1.66	20.3	37.2		

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล

นายปิยะชาติ สวัสดิ์สูงเนิน

วันเกิด

วันที่ 23 ตุลาคม 2535

สถานที่เกิด

จังหวัดสมุทรปราการ

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

เลขที่ 112 หมู่ 20 ตำบลจุมพล อำเภอโพธิ์ชัย
จังหวัดหนองคาย รหัสไปรษณีย์ 43120

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2550

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชุมพลโพธิ์ชัย จังหวัดหนองคาย

พ.ศ. 2553

มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนชุมพลโพธิ์ชัย จังหวัดหนองคาย

พ.ศ. 2557

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(วศ.บ) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล

นายวิกิจ รติวิลาส

วันเกิด

วันที่ 21 มิถุนายน 2535

สถานที่เกิด

จังหวัดนนทบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

เลขที่ 118/12 หมู่ 14 ตำบลบ้านหมากแข้ง อำเภอเมือง
จังหวัดอุดรธานี รหัสไปรษณีย์ 41000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2549

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จังหวัดอุดรธานี

พ.ศ. 2552

มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จังหวัดอุดรธานี

พ.ศ. 2557

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วศ.บ) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม