



67833



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาผลจากแผ่นสะท้อนรังสีต่ออัตราการกลั่นของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

Study of the Effect of Flat Plate Reflectors on the Rate of Condensation of Solar Water

Desalination

ชื่อ - สกุล

621.471

1. นายบัญญัติ นิยมवास

ข 113

2. นายบรรเจิด โปฏกรณ์

ข 556

3. นายเสรี ทองชุม

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2556

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง “การศึกษาผลจากแผ่นสะท้อนรังสีต่ออัตราการกลั่นของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์” ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2556 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ต่อไป

คณะผู้วิจัย



บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบของแผ่นสะท้อนรังสีที่มีต่ออัตราการกลั่นของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยถาดใส่น้ำเป็นแบบพื้นเรียบ และมีขนาดเท่ากับ 0.6×0.6 ตารางเมตร มีขอบสูง 0.047 เมตร ด้านบนเป็นกระจกหนา 3 มิลลิเมตร วางเอียงทำมุม 15 องศา แผ่นสะท้อนรังสีมี 3 ขนาด คือ 35×24.5 ตารางเซนติเมตร , 45×24.5 ตารางเซนติเมตร และ 55×24.5 ตารางเซนติเมตร มุมของแผ่นสะท้อนรังสีที่จะดำเนินการทดลอง คือ มุม 0° , 10° , 20° , 30° , 40° และ 50° กับแนวระดับ ทำการทดลองเป็นเวลา 7 ชั่วโมง จากเวลา 9.00 น. – 16.00 น. ผลการทดลองพบว่าปริมาณการกลั่นน้ำทะเลจะเพิ่มขึ้นเมื่อแผ่นสะท้อนรังสีมีขนาดเพิ่มขึ้น อีกทั้งเมื่อพิจารณาในแง่ของมุมของแผ่นสะท้อนรังสีพบว่า มุม 20 องศา จะให้ค่าปริมาณการกลั่นน้ำทะเลที่สูงที่สุดสำหรับทุกๆ ขนาดของแผ่นสะท้อนรังสี



Abstract

This research presents a study of performance of solar desalination with flat plate reflectors. The device has flat tray with dimensions of 0.6 m x 0.6 m x 0.047 m. It covered with 3 mm thick glass and have inclination angle of 15 degree. Flat plate reflectors size is $35 \times 24.5 \text{ cm}^2$, $45 \times 24.5 \text{ cm}^2$ and $55 \times 24.5 \text{ cm}^2$. Inclination angle of flat plate reflector is 0, 10, 20, 30, 40 and 50 degree. Experimental period is 7 hours per day between 9.00 am - 4.00 pm. The results shown that an highest distillation of solar desalination occur when flat plate has a largest size and 20 degree of Inclination angle.



สารบัญเรื่อง

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	13
บทที่ 4 ผลการทดลอง	20
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	53
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก	ผ1



สารบัญตาราง

ตาราง 2.1	โครงการด้านพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วประเทศไทย	9
ตาราง 3.1	คุณสมบัติของสายเทอร์โมคัปเปิ้ลยี่ห้อ LEGA Tools	15
ตาราง 3.2	คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Thermometer) ยี่ห้อ EXTECH	16
ตาราง 3.3	คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter)	17
ตารางที่ 4.1	เปรียบเทียบอัตราการกลั่นน้ำทะเล (ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน)	50
ตารางที่ 4.2	ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (ร้อยละ)	51
ตารางที่ ผ1	การทดลองที่มุม 0 องศา ครั้งที่ 1 (29/3/56)	ผ2
ตารางที่ ผ2	การทดลองที่มุม 0 องศา ครั้งที่ 2 (30/3/56)	ผ3
ตารางที่ ผ3	การทดลองที่มุม 0 องศา ครั้งที่ 3 (31/3/56)	ผ4
ตารางที่ ผ4	การทดลองที่มุม 10 องศา ครั้งที่ 1 (1/4/56)	ผ5
ตารางที่ ผ5	การทดลองที่มุม 10 องศา ครั้งที่ 2 (2/4/56)	ผ6
ตารางที่ ผ6	การทดลองที่มุม 10 องศา ครั้งที่ 3 (3/4/56)	ผ7
ตารางที่ ผ7	การทดลองที่มุม 20 องศา ครั้งที่ 1 (4/4/56)	ผ8
ตารางที่ ผ8	การทดลองที่มุม 20 องศา ครั้งที่ 2 (5/4/56)	ผ9
ตารางที่ ผ9	การทดลองที่มุม 20 องศา ครั้งที่ 3 (6/4/56)	ผ10
ตารางที่ ผ10	การทดลองที่มุม 30 องศา ครั้งที่ 1 (8/4/56)	ผ11
ตารางที่ ผ11	การทดลองที่มุม 30 องศา ครั้งที่ 2 (9/4/56)	ผ12
ตารางที่ ผ12	การทดลองที่มุม 30 องศา ครั้งที่ 3 (11/4/56)	ผ13
ตารางที่ ผ13	การทดลองที่มุม 40 องศา ครั้งที่ 1 (18/4/56)	ผ14
ตารางที่ ผ14	การทดลองที่มุม 40 องศา ครั้งที่ 2 (19/4/56)	ผ15
ตารางที่ ผ15	การทดลองที่มุม 40 องศา ครั้งที่ 3 (20/4/56)	ผ16
ตารางที่ ผ16	การทดลองที่มุม 50 องศา ครั้งที่ 1 (22/4/56)	ผ17
ตารางที่ ผ17	การทดลองที่มุม 50 องศา ครั้งที่ 2 (23/4/56)	ผ18
ตารางที่ ผ18	การทดลองที่มุม 50 องศา ครั้งที่ 3 (24/4/56)	ผ19

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดดแบบไหลต่อเนื่องฟิล์มบาง	4
รูปที่ 2.2 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย	5
รูปที่ 2.3 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์รูปทรงพีระมิด	5
รูปที่ 2.4 เครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีถาดรองน้ำแบบเรียบ และ แบบลอนสี่เหลี่ยม	6
รูปที่ 2.5 เครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีและไม่มีแผ่นสะท้อนรังสี	7
รูปที่ 2.6 อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อสภาพภูมิอากาศโลก	8
รูปที่ 2.7 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย พ.ศ. 2542	10
รูปที่ 2.8 การจำแนกเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้กันโดยทั่วไป	11
รูปที่ 2.9 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย	12
รูปที่ 3.1 ถาดบรรจุน้ำทะเล	13
รูปที่ 3.2 ขาดังสำหรับรองรับเครื่องกลั่นน้ำทะเล	13
รูปที่ 3.3 ถังบรรจุน้ำทะเลพร้อมฐานตั้ง	14
รูปที่ 3.4 เครื่องกลั่นน้ำแบบที่ประกอบเสร็จแล้ว	14
รูปที่ 3.5 ชุดเครื่องกลั่นน้ำทะเลที่ประกอบเสร็จแล้ว	15
รูปที่ 3.6 เทอร์โมคัปเปิล	16
รูปที่ 3.7 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Thermometer)	17
รูปที่ 3.8 เครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter)	18
รูปที่ 3.9 กระบอกดวง (Cylinder)	18
รูปที่ 4.1 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	20
รูปที่ 4.2 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา	20
รูปที่ 4.3 ความเข้มแสงกับเวลา	21
รูปที่ 4.4 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	21
รูปที่ 4.5 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา	22
รูปที่ 4.6 ความเข้มแสงกับเวลา	22
รูปที่ 4.7 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	23
รูปที่ 4.8 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา	23
รูปที่ 4.9 ความเข้มแสงกับเวลา	24
รูปที่ 4.10 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	24
รูปที่ 4.11 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา	25
รูปที่ 4.12 ความเข้มแสงกับเวลา	25

สารบัญรูปลูกภาพ (ต่อ)

รูปที่ 4.13 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	26
รูปที่ 4.14 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	26
รูปที่ 4.15 ความเข้มแสงกับเวลา	27
รูปที่ 4.16 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	27
รูปที่ 4.17 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	28
รูปที่ 4.18 ความเข้มแสงกับเวลา	28
รูปที่ 4.19 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	29
รูปที่ 4.20 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	29
รูปที่ 4.21 ความเข้มแสงกับเวลา	30
รูปที่ 4.22 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	30
รูปที่ 4.23 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	31
รูปที่ 4.24 ความเข้มแสงกับเวลา	31
รูปที่ 4.25 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	32
รูปที่ 4.26 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	32
รูปที่ 4.27 ความเข้มแสงกับเวลา	33
รูปที่ 4.28 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	33
รูปที่ 4.29 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	34
รูปที่ 4.30 ความเข้มแสงกับเวลา	34
รูปที่ 4.31 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	35
รูปที่ 4.32 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	35
รูปที่ 4.33 ความเข้มแสงกับเวลา	35
รูปที่ 4.34 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	36
รูปที่ 4.35 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	36
รูปที่ 4.36 ความเข้มแสงกับเวลา	37
รูปที่ 4.37 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	37
รูปที่ 4.38 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	38
รูปที่ 4.39 ความเข้มแสงกับเวลา	38
รูปที่ 4.40 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	39
รูปที่ 4.41 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	39
รูปที่ 4.42 ความเข้มแสงกับเวลา	39

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ 4.43 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	40
รูปที่ 4.44 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	40
รูปที่ 4.45 ความเข้มแสงกับเวลา	41
รูปที่ 4.46 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	41
รูปที่ 4.47 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	42
รูปที่ 4.48 ความเข้มแสงกับเวลา	42
รูปที่ 4.49 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	43
รูปที่ 4.50 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	43
รูปที่ 4.51 ความเข้มแสงกับเวลา	43
รูปที่ 4.52 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา	44
รูปที่ 4.53 ปริมาณการกลั่นระสมกับเวลา	44
รูปที่ 4.54 ความเข้มแสงกับเวลา	45
รูปที่ 4.55 ปริมาณการกลั่นระสมต่อเวลาของแผ่นสะท้อนรังสีขนาดเล็ก	45
รูปที่ 4.56 ปริมาณการกลั่นระสมต่อเวลาของแผ่นสะท้อนรังสีขนาดกลาง	46
รูปที่ 4.57 ปริมาณการกลั่นระสมต่อเวลาของแผ่นสะท้อนรังสีขนาดใหญ่	46
รูปที่ 4.58 ปริมาณการกลั่นระสมต่อเวลาที่มุม 0 องศา	47
รูปที่ 4.59 ปริมาณการกลั่นระสมต่อเวลาที่มุม 10 องศา	47
รูปที่ 4.60 ปริมาณการกลั่นระสมต่อเวลาที่มุม 20 องศา	48
รูปที่ 4.61 ปริมาณการกลั่นระสมต่อเวลาที่มุม 30 องศา	48
รูปที่ 4.62 ปริมาณการกลั่นระสมต่อเวลาที่มุม 40 องศา	49
รูปที่ 4.63 ปริมาณการกลั่นระสมต่อเวลาที่มุม 50 องศา	49
รูปที่ 4.64 กราฟเปรียบเทียบอัตราการกลั่นน้ำทะเล	50
รูปที่ 4.65 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (ร้อยละ)	52

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

การทำน้ำจืดจากน้ำทะเลสามารถทำได้หลายวิธี [1] เช่น

1. Distillation

- Multi-stage flash distillation (MSF)
- Multiple-effect distillation (MED|ME)
- Vapor-compression (VC)

2. Ion exchange

3. Membrane processes

- Electrodialysis reversal (EDR)
- Reverse osmosis (RO)
- Nanofiltration (NF)
- Membrane distillation (MD)

4. Geothermal desalination

5. Solar desalination

จากวิธีการผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลหลายวิธีดังกล่าวไปข้างต้น พบว่าวิธีที่ 1 – 4 จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ประกอบ และ ขั้นตอนที่ยุ่งยากซับซ้อน จึงทำให้เป็นระบบที่มีราคาแพงทั้งในแง่ของค่าติดตั้งและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ ส่วนการผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลด้วยวิธีที่ 5 หรือ Solar desalination นั้นเป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อน มีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าทั้งในแง่การติดตั้งและการเดินระบบ แต่อย่างไรก็ตาม กำแพงการผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลด้วยวิธีที่ 1 – 4 ก็จะสูงกว่าวิธีที่ 5 ดังนั้นการนำวิธีการผลิตน้ำจืดด้วยวิธี Solar desalination จึงเหมาะสำหรับการผลิตสำหรับครัวเรือนที่มีความต้องการน้ำจืดในการบริโภคที่ไม่สูงมากนัก

พื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ประกอบไปด้วยชายฝั่งทะเล และเกาะแก่งต่างๆ ซึ่งการหาน้ำจืดเพื่อใช้ในการอุปโภค บริโภค ก็ยังเป็นอุปสรรคอยู่ ทำให้การดำเนินชีวิตเป็นไปอย่างยากลำบาก เครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถจะนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาความขาดแคลนน้ำใช้ดังกล่าว เพราะการกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นวิธีที่ได้พลังงานมาฟรีนั่นก็คือพลังงานจากแสงอาทิตย์ แต่อย่างไรก็ตาม ก็ยังจำเป็นต้องมีการพัฒนาให้เครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีสมรรถนะที่ดียิ่งขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการกลั่นน้ำด้วยเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย และแบบที่มีแผ่นสะท้อนรังสี

1.2.3 เพื่อศึกษาผลของแผ่นสะท้อนรังสีต่ออัตราการกลั่นของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 เครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีขนาดของภาตใส่น้ำเท่ากับ $0.6 \times 0.6 \text{ m}^2$ และ ภาตรองน้ำเป็นแบบพื้นเรียบ

1.3.2 แผ่นสะท้อนรังสี จะมีการจัดทำทั้งสิ้น 3 ขนาด

1.3.3 มุมของแผ่นสะท้อนรังสีที่จะดำเนินการทดลอง มีค่าดังต่อไปนี้คือ มุม $0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ$ และ 50° กับแนวระดับ

1.3.4 จัดทำเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 4 ชุด ประกอบไปด้วย

1. เครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบง่าย (ไม่ติดตั้งแผ่นสะท้อนรังสี)
2. เครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบที่ติดตั้งแผ่นสะท้อนรังสี ขนาด $35 \times 24.5 \text{ cm}^2$
3. เครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบที่ติดตั้งแผ่นสะท้อนรังสี ขนาด $45 \times 24.5 \text{ cm}^2$
4. เครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบที่ติดตั้งแผ่นสะท้อนรังสี ขนาด $55 \times 24.5 \text{ cm}^2$

โดยจะตั้งเครื่องกลั่นน้ำทะเลทั้ง 4 ชุด ในบริเวณเดียวกัน เพื่อลดผลกระทบจากค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่อาจจะแตกต่างกันในแต่ละวัน

1.3.5 ทำการทดลองซ้ำที่มุมของแผ่นสะท้อนรังสีเดียวกัน จำนวน 3 วัน โดยมี 6 มุมของแผ่นสะท้อนรังสี จึงจะมีการทดลองเปรียบเทียบทั้งสิ้น ไม่ต่ำกว่า 18 วัน

1.3.6 ตัวแปรสำคัญที่จะใช้ในการเปรียบเทียบคือ

1. อัตราการกลั่นรายชั่วโมง (ลิตรต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง), อัตราการกลั่นรายวัน (ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน)

2. อุณหภูมิของน้ำในภาตรองน้ำ

3. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องกลั่นน้ำทะเล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบผลกระทบจากแผ่นสะท้อนรังสีที่มีต่ออัตราการกลั่นของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งในแง่ของขนาด และ มุมการสะท้อน

1.4.2 สามารถนำไปเผยแพร่ในวงวิชาการ โดยการเข้าร่วมการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย (จะนำประเด็นเปรียบเทียบในส่วนของขนาดของแผ่นสะท้อนรังสีที่มีผลต่ออัตราการกลั่นน้ำทะเลไปนำเสนอ)

1.4.3 สามารถนำไปเผยแพร่ในวงวิชาการ โดยการส่งตีพิมพ์วารสารวิชาการ (จะนำประเด็นเปรียบเทียบในส่วนของมุมของแผ่นสะท้อนรังสีที่มีผลต่ออัตราการกลั่นน้ำทะเลไปลงตีพิมพ์)



บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 อธิบายถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ของนักวิจัยที่ผ่านมา ส่วนที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

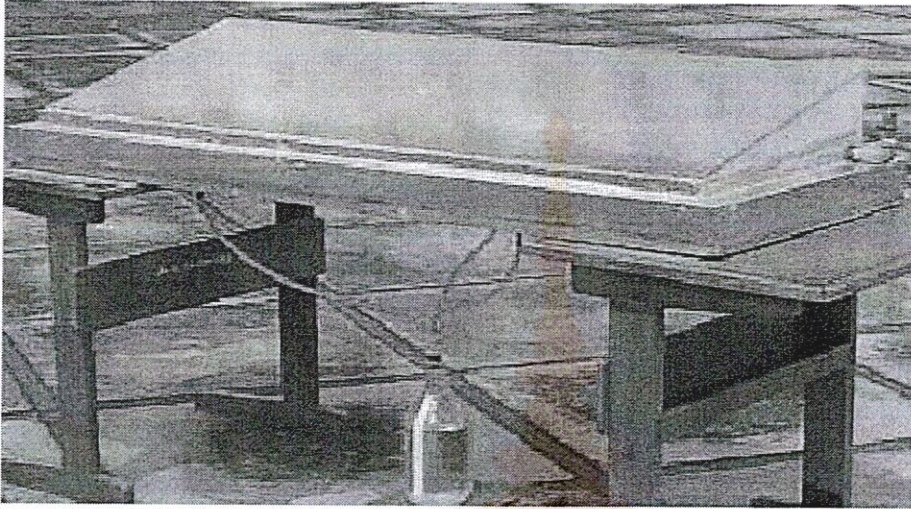
บรรณชา จันทร์เขียว และ ทวิช จิตรสมบูรณ์ [2] ได้สร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดดแบบไหลต่อเนื่องฟิล์มบาง โดยมีถาดรองน้ำทำจากสังกะสีหนา 2 มิลลิเมตร มีพื้นที่ 0.5 เมตร x 0.5 เมตร ด้านบนเป็นกระจกหนา 3 มิลลิเมตร ทำมุมเอียง 10 องศา พบว่าเมื่อให้น้ำไหลผ่านด้านบนกระจกด้วยอัตราการไหล 2 ลิตรต่อชั่วโมง อัตราการกลั่นเฉลี่ย 2.42 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน โดยทำการทดลองวันละ 12 ชั่วโมง คิดเป็นอัตราการกลั่นเฉลี่ย 0.202 ลิตรต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง มีลักษณะของเครื่องกลั่นน้ำแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดดแบบไหลต่อเนื่องฟิล์มบาง [2]

สำรวย ภูบาล, พิชัย นามประกาย และ ปรีดา จันทวงษ์ [3] ได้ศึกษาเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย โดยมีถาดรองน้ำทำจากแผ่นทองแดงทาสีดำ หนา 0.8 มิลลิเมตร มีพื้นที่ 0.52 เมตร x 1.63 เมตร

ด้านบนเป็นกระจกหนา 3 มิลลิเมตร ทำมุมเอียง 14 องศา อัตราการกลั่นเฉลี่ย 2.365 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน โดยทำการทดลองวันละ 9 ชั่วโมง คิดเป็นอัตราการกลั่นเฉลี่ย 0.263 ลิตรต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง มีลักษณะของเครื่องกลั่นน้ำแสดงได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย [3]

สำรวจ ภูบาล และ สิทธิพร ใหญ่ธนาศ [4] ได้ศึกษาเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์รูปทรงพีระมิด โดยมีถาดรองน้ำทำจากแผ่นทองแดงทาสีดำหนา 3 มิลลิเมตร มีพื้นที่ 0.5 เมตร x 0.5 เมตร ด้านบนเป็นกระจกหนา 3 มิลลิเมตร พีระมิดทำมุมเอียง 30 องศา อัตราการกลั่นเฉลี่ย 2.5 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน โดยทำการทดลองวันละ 10 ชั่วโมง คิดเป็นอัตราการกลั่นเฉลี่ย 0.25 ลิตรต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง มีลักษณะของเครื่องกลั่นน้ำแสดงได้ดังรูปที่ 2.3



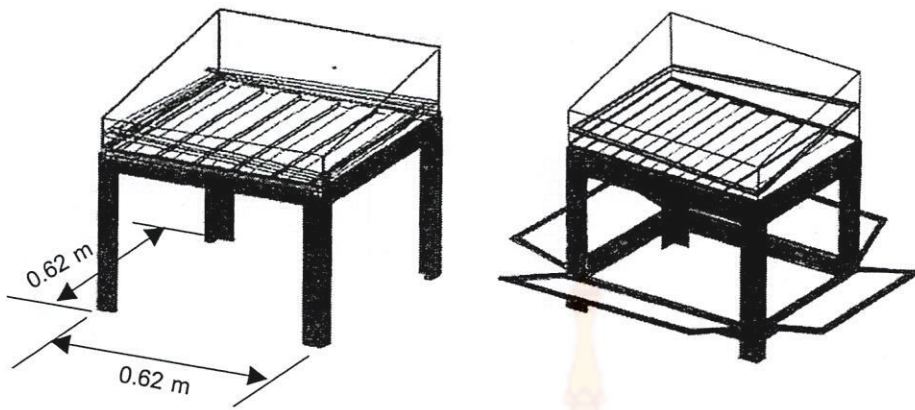
รูปที่ 2.3 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์รูปทรงพีระมิด [4]

บัญญัติ นิยมवास [5] ได้ศึกษาเปรียบเทียบเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีถาดรองน้ำแบบเรียบ และ แบบลอนสี่เหลี่ยม โดยพบว่าอัตราการกลั่นเฉลี่ยของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีถาดรองน้ำแบบเรียบได้เท่ากับ 0.194 ลิตรต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ส่วนแบบลอนสี่เหลี่ยมได้เท่ากับ 0.249 ลิตรต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง โดยเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีถาดรองน้ำแบบลอนสี่เหลี่ยมมีอัตราการกลั่นน้ำทะเลที่สูงกว่าแบบถาดเรียบเท่ากับ 28.56% มีลักษณะของเครื่องกลั่นน้ำทะเลแสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 เครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีถาดรองน้ำแบบเรียบ และ แบบลอนสี่เหลี่ยม [5]

บัญญัติ นิยมवास [6] ได้ศึกษาเปรียบเทียบเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีและไม่มีแผ่นสะท้อนรังสี โดยทำการทดลองที่มุมของแผ่นสะท้อนรังสี 3 ค่า คือมุม 30, 45 และ 60 องศา กับแนวระดับ พบว่าอัตราการกลั่นน้ำที่มุมแผ่นสะท้อนรังสี 30 องศา ให้ค่าอัตราการกลั่นดีที่สุด คือเท่ากับ 0.398 ลิตรต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ส่วนเครื่องกลั่นน้ำทะเลที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีจะให้ค่าอัตราการกลั่นดีที่สุดคือเท่ากับ 0.305 ลิตรต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง โดยเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีแผ่นสะท้อนรังสีมีอัตราการกลั่นน้ำทะเลที่สูงกว่าแบบไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีเท่ากับ 30.33% มีลักษณะของเครื่องกลั่นน้ำทะเลแสดงได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 เครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีและไม่มีแผ่นสะท้อนรังสี [6]

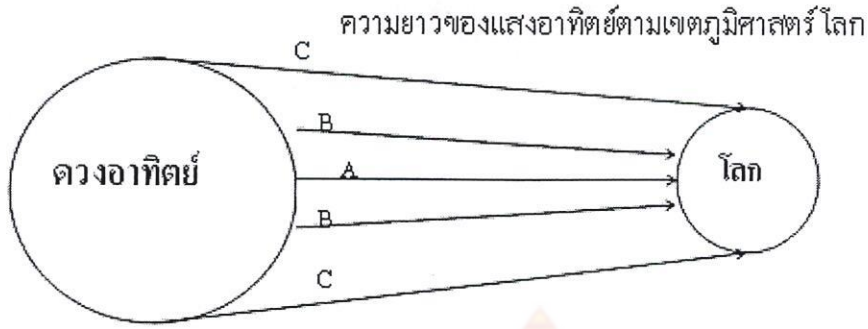
Flendrig et al. [7] ได้ศึกษาเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย โดยมีภาชนะน้ำทำจากพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) สีดำ หนา 3 มิลลิเมตร มีพื้นที่ 1.34 ตารางเมตร ด้านบนเป็นแผ่นพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) ทำมุมเอียง 10 องศา อัตราการกลั่นเฉลี่ย 2.24 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน โดยทำการทดลองวันละ 11.5 ชั่วโมง คิดเป็นอัตราการกลั่นเฉลี่ย 0.195 ลิตรต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับแสงอาทิตย์

2.2.1 อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อโลกของเรา

ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของสุริยจักรวาล โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่งซึ่งเป็นบริวารของดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์มีอิทธิพลต่อโลกและความเป็นอยู่ของมนุษย์มาก ที่สำคัญ คือ ดวงอาทิตย์ทำให้สภาพภูมิศาสตร์ของโลกแตกต่างกันคือ เขตร้อน เขตอบอุ่น เขตหนาว อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อโลกเรา [8] นั้นมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ดวงอาทิตย์ทำให้สภาพภูมิอากาศของโลกแตกต่างกัน เขตต่างๆ ของโลกที่สำคัญ คือ เขตร้อน เขตอบอุ่น และเขตหนาว เพราะเขตร้อนได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ที่มีระยะทางสั้นที่สุด จึงทำให้อุณหภูมิที่ร้อนที่สุด ส่วนเขตอบอุ่น เขตหนาว ระยะของแสงจะยาวขึ้นไปตามลำดับ ดังรูปที่ 2.6



(ลำแสง A เจตร้อน ลำแสง B เจตอบอุ่น ลำแสง C เจตหนาว)

รูปที่ 2.6 อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อสภาพภูมิอากาศโลก [8]

ดวงอาทิตย์ทำให้เกิดการหมุนเวียนของกระแสอากาศ ในเวลาเดียวกันแต่ละเขตแต่ละถิ่นจะได้รับแสงอาทิตย์ไม่เท่ากันและระบายความร้อนไม่เท่ากัน เมื่ออากาศ ณ ที่แห่งหนึ่งได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์จะมีคุณสมบัติเบา ขยายตัวลอยสูงขึ้น ณ ที่อีกแห่งหนึ่งที่มวลอากาศเย็น ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าเคลื่อนตัวเข้ามาแทนที่ ขณะที่มวลอากาศที่เย็นกว่าเคลื่อนตัวมาแทนที่ เราเรียกว่า “ลม” หรือการหมุนเวียนของกระแสอากาศ และแต่ละแห่งของโลกจะมีอุณหภูมิแตกต่างกันตามเจตร้อน เจตอบอุ่น เจตหนาว จะมีลมประจำปีคือ ลมมรสุม ลมตะวันตก ลมขั้วโลก ตามสถานที่เฉพาะถิ่นจะมีลมบก ลมทะเล ลมว่าว ลมตะเภา เป็นต้น แต่ลมภูเขา ลมบก ลมทะเล เกิดจากการรับและการคายความร้อนไม่เท่ากัน คุณสมบัติของน้ำจะรับความร้อนช้าคายความร้อนเร็ว คุณสมบัติของดินจะรับความร้อนเร็วกว่าน้ำ คายความร้อนช้ากว่าน้ำ

2.2.2 ปริมาณการใช้พลังงานแสงอาทิตย์

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน [9] ได้ดำเนินการจัดทำโครงการด้านพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526-2552 จำนวนทั้งสิ้น 1,456 แห่ง ขนาดกำลังการผลิต 3,349.491 กิโลวัตต์ โดยแบ่งออกเป็นระบบต่างๆ ดังตาราง 2.1

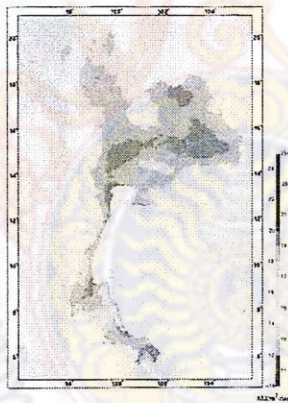
ตาราง 2.1 โครงการด้านพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วประเทศไทย [9]

ระบบ	แห่ง	กิโลวัตต์
ระบบประจุแบตเตอรี่สำหรับหมู่บ้านชนบท	353	1025.5
ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับโรงเรียนชนบทและโรงเรียนชนบทเพื่อขยายกำลังผลิต	217	946.5
ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับศูนย์การเรียนรู้ชุมชน	157	235.5
ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน	38	100.75
ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับฐานปฏิบัติการทางทหารและตำรวจตระเวนชายแดน	415	93.375
ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับสถานีอนามัย	83	166
ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติและอุทยานแห่งชาติ	40	120
ระบบผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า	15	202.2
ระบบผลิตไฟฟ้าในพื้นที่โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	67	275.666
ระบบสูบน้ำสำหรับหมู่บ้านชนบท	65	130
ระบบสูบน้ำสำหรับสถานีอนามัย	1	4
ระบบ Mini Grid สำหรับหมู่บ้าน	5	50
รวม	1,456	3,349.491

สำหรับการใช้งานด้านพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยนับตั้งแต่ปี พ.ศ.2526 -2552 พบว่ามีหน่วยงานทั้งในส่วนกลางและภูมิภาค สถาบันการศึกษา และเอกชน ได้ดำเนินการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ รวมถึงระบบการสื่อสารด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เป็นจำนวนถึง 40,568.833 กิโลวัตต์

2.2.3 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์

จากแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (พ.ศ.2542) ดังรูปที่ 2.7 โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานและคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พบว่าการกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ตามบริเวณต่างๆ ในแต่ละเดือนของประเทศไทยได้รับอิทธิพลสำคัญจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายน และพฤษภาคม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20 ถึง 24 MJ/m²-day เมื่อพิจารณาแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี พบว่าบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี และอุดรธานี และบางส่วนของภาคกลางที่จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท อัญญา และลพบุรี โดยได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี 19 ถึง 20 MJ/m²-day พื้นที่ดังกล่าวคิดเป็น 14.3% ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทย นอกจากนี้ยังพบว่า 50.2% ของพื้นที่ทั้งหมดได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีในช่วง 18-19 MJ/m²-day จากการคำนวณรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศ พบว่ามีค่าเท่ากับ 18.2 MJ/m²-day จากผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่า ประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง

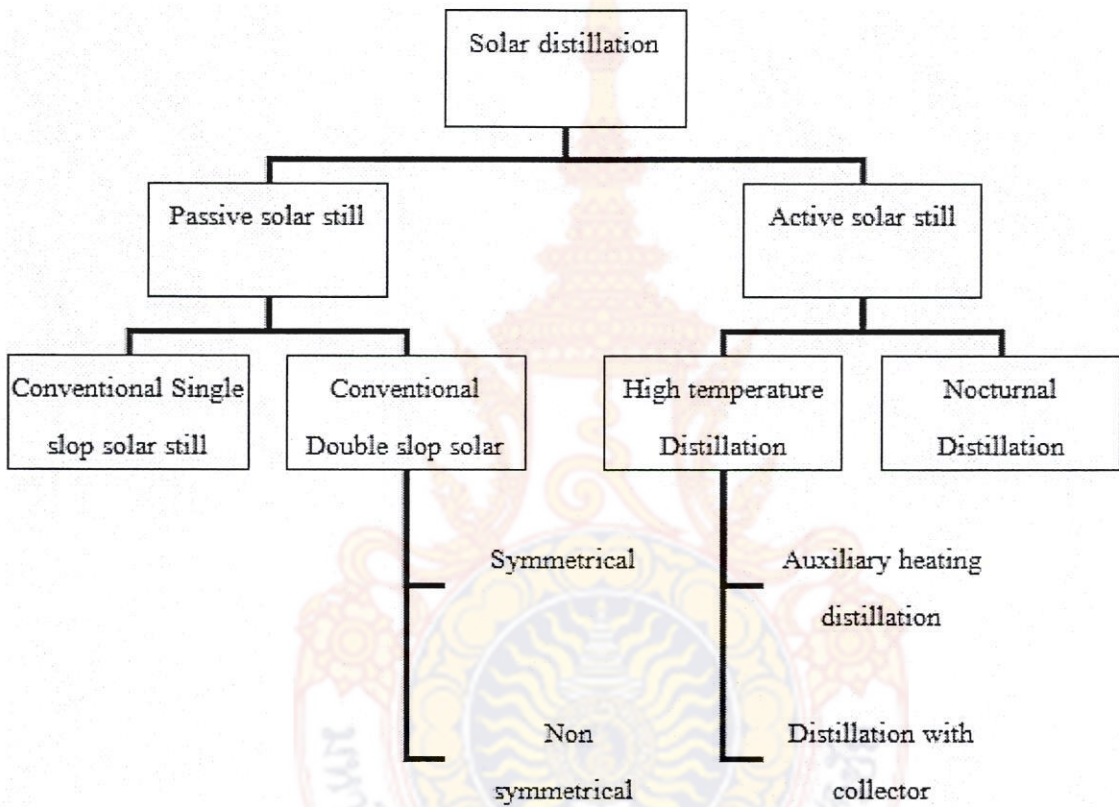


รูปที่ 2.7 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย พ.ศ. 2542 [10]

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

2.3.1 ชนิดของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องกลั่นน้ำที่มีการศึกษาและใช้งานกันอยู่โดยทั่วไปนั้นสามารถจำแนกได้ 2 แบบ รูปที่ 2.8 แบบแรกเรียกว่า แบบ Passive solar still มีลักษณะการทำงานโดยไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วย เช่น ป้อนน้ำ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ฯลฯ ยังสามารถแบ่งออกได้อีก 2 ประเภท คือ แบบกระจกเอียงด้านเดียว และแบบกระจกเอียงสองด้าน และแบบกระจกเอียงสองด้านยังแบ่งได้อีกเป็นแบบสมมาตรและไม่สมมาตร

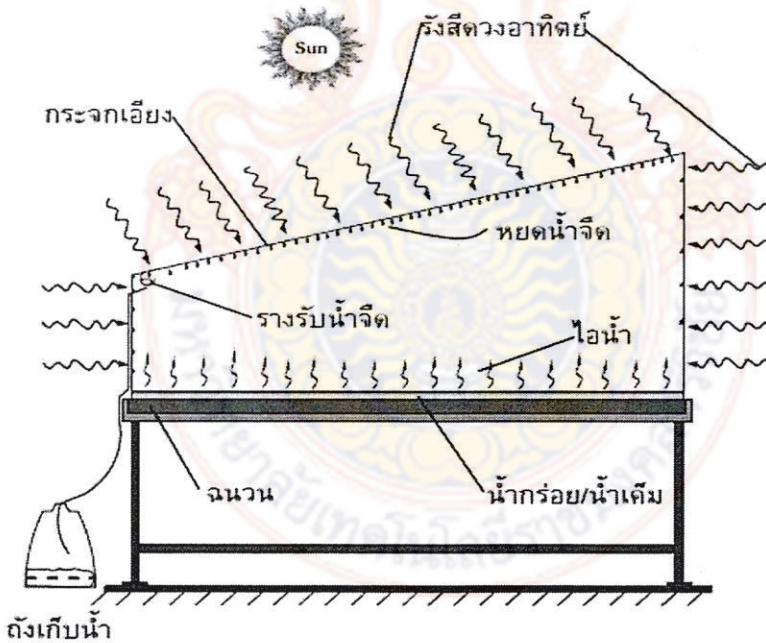


รูปที่ 2.8 การจำแนกเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้กัน โดยทั่วไป [11]

ส่วนแบบที่สองเรียกว่า แบบ Active solar still ลักษณะการทำงานของเครื่องกลั่นจะต้องมีอุปกรณ์เสริมในการทำงานเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และช่วยให้เครื่องทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ เช่น ป้อนน้ำ ในแบบที่สองนี้จะมีประสิทธิภาพดีกว่าแบบแรก เนื่องจากมีอุปกรณ์เสริม แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีประสิทธิภาพดีกว่าแต่ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มในการติดตั้งอุปกรณ์เสริมและต้องมีแหล่งพลังงานอื่นเพื่อป้อนให้กับอุปกรณ์เสริมเหล่านั้นด้วย ดังนั้นเครื่องกลั่นน้ำแบบที่สองจึงไม่เหมาะที่จะนำไปติดตั้งในพื้นที่ห่างไกล

2.3.2 หลักการของเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย

โดยทั่วไปเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายจะประกอบด้วย ถาดใส่น้ำดิบอยู่ข้างล่าง ซึ่งทำด้วยแผ่นโลหะบางพับขึ้นรูปเป็นถาด โดยส่วนใหญ่จะใช้ลูมิเนียมเพราะไม่เป็นสนิม ตรงบริเวณพื้นล่างจะมีวัสดุค่าอาจจะเป็นแกลบเผาหรือผงถ่านกัมมันต์ (Activated charcoal) หรือทาสีดำด้านเพื่อทำหน้าที่ดูดซับพลังงานความร้อน ซึ่งจะทำให้น้ำในถาดมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นและระเหยตัวได้เร็วขึ้น ในชั้นล่างสุดจะเป็นฉนวนกันความร้อนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนจากวัสดุค่าที่เก็บสะสมความร้อนไว้ไม่ให้สูญเสียไปด้านนอกของเครื่องกลั่น ผนังด้านข้างทั้งสี่ จะทำด้วยกระจกใสยึดติดกันด้วยซิลิโคนหรือทำด้วยฉนวนความร้อนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนภายในห้องกลั่น ด้านข้างจะเป็นแบบกระจกใสทั้งสี่ด้าน ซึ่งแสงแดดสามารถส่องผ่านไปยังน้ำในอ่างได้ทั้งสี่ด้าน ส่วนด้านบนเป็นหลังคาทำด้วยวัสดุที่โปร่งแสง เช่น แผ่นพลาสติก กระจก อะคริลิก เพื่อให้แสงแดดส่องผ่านทะลุไปยังวัสดุค่าและน้ำที่อ่างด้านล่างได้ โดยทำมุมเอียงกับแนวระดับประมาณ 10-20 องศา ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและตำแหน่งที่ตั้งของประเทศนั้นๆ ด้วย ที่ขอบด้านล่างของหลังคาจะมีรางรับน้ำที่กลั่นตัวจากผนังด้านล่างของกระจกเอียงเพื่อส่งออกไปเก็บในถังพักต่อไป ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย [12]

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์การทดลอง

3.1.1 ชุดเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ด้านบนของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ใช้กระจกหนา 3 มิลลิเมตรขนาด 600 มิลลิเมตร × 600 มิลลิเมตร คิดเป็นพื้นที่ที่ภาพฉาย 0.36 ตารางเมตร โดยกระจกหน้าเอียงทำมุม 15

ตัวถาดบรรจุน้ำทะเลทำจากสังกะสีทาสีดำด้าน ดังรูปที่ 3.2 และ 3.3 ซึ่งมีขนาด 50 มิลลิเมตร × 600 มิลลิเมตร × 600 มิลลิเมตรดังรูปที่ 3.1



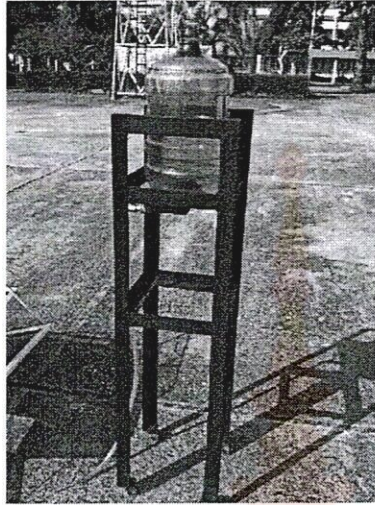
รูปที่ 3.1 ถาดบรรจุน้ำทะเล

ตัวเครื่องกลั่นวางอยู่บนขาตั้งที่ทำจากเหล็กฉาก 2 นิ้ว ขนาด 620 มิลลิเมตร × 620 มิลลิเมตร × 600 มิลลิเมตร ติดลูกถ้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการเคลื่อนย้าย ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ขาตั้งสำหรับรองรับเครื่องกลั่นน้ำทะเล

น้ำที่ใช้ทดลองบรรจุอยู่ในถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร วางบนฐานตั้ง ขนาด 340 มิลลิเมตร × 340 มิลลิเมตร × 1000 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ถังบรรจุน้ำทะเลพร้อมฐานตั้ง

เครื่องกลั่นน้ำทั้งสองแบบที่ประกอบเสร็จแล้ว ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 เครื่องกลั่นน้ำแบบที่ประกอบเสร็จแล้ว

ชุดทดลองทั้ง สี่ และ ตำแหน่งการวางแสดง ได้ดังรูปที่ 3.5 ต่อไปนี้



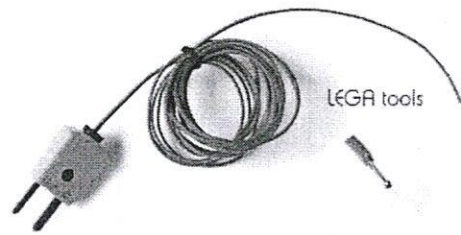
รูปที่ 3.5 ชุดเครื่องกลั่นน้ำทะเลที่ประกอบเสร็จแล้ว

3.1.2 ชุดเครื่องมือวัด

1. เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) คืออุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความร้อนเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Emf) เทอร์โมคัปเปิลทำมาจากโลหะตัวนำที่ต่างชนิดกัน 2 ตัว (แตกต่างกันทางโครงสร้างของอะตอม) นำมาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกันที่ปลายด้านหนึ่ง เรียกว่า จุดวัดอุณหภูมิ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งในวงจรเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองข้างปล่อยให้เปิดไว้ เรียกว่าจุดอ้างอิง หากจุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแส และมีคุณสมบัติทั่วไป ดังแสดงในตาราง 3.1 และรูปที่ 3.6

ตาราง 3.1 คุณสมบัติของสายเทอร์โมคัปเปิลยี่ห้อ LEGA Tools

อุณหภูมิต่ำสุด: -40 °C	ความยาวโพรบ: 4 ฟุต
อุณหภูมิสูงสุด: 250°C	ชนิดเทอร์โมคัปเปิล: Type K
ขนาด: 0.06 inches.	การใช้งาน: วัดพื้นผิว อากาศ น้ำ และแก๊ส



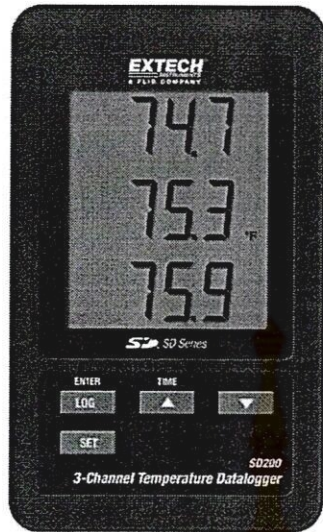
รูปที่ 3.6 เทอร์โมคัปเปิล

2. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)

เครื่องวัดอุณหภูมิเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศและน้ำขณะทดลอง ซึ่งมีคุณสมบัติทั่วไปดังแสดงในตาราง 3.2 และรูปที่ 3.7

ตาราง 3.2 คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Thermometer) ยี่ห้อ EXTECH

Measuring Rang	-58°F ~ 2372°F , -100 °C ~ 1300 °C , 173 ~ 1573 K
Sensor	K Type Thermocouple
Resolution	0.1°F/°C
Accuracy	± (0.5% + 1°F) ± (0.5% + 0.5°C)
Dimensions	5.2 x 3.1 x 1.3" (132 x 80 x 32mm)
Weight	9.9oz (282g)
Memory	2,000K data using 2G SD memory card
Power Supply	6 AAA (UM4) Alkaline or heavy duty 1.5 V batteries or 9V AC adaptor.

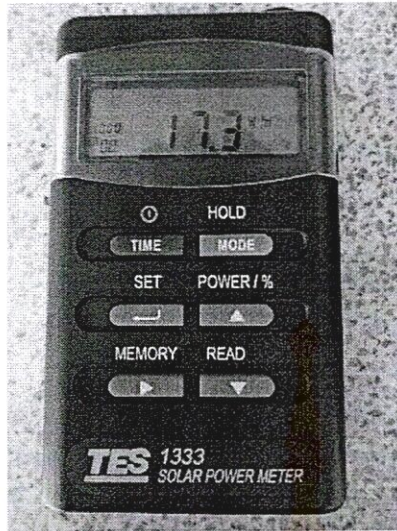


รูปที่ 3.7 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Thermometer)

3. เครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter) เป็นอุปกรณ์ใช้วัดค่าความเข้มของแสงแดด โดยเปิดเครื่องแล้วตั้งให้ตรง โดยให้จูดรับแสงอยู่ด้านบน แล้วรอให้ตัวเลขคงที่แล้วจึงอ่านค่า โดยเครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter) มีคุณสมบัติทั่วไปดังแสดงในตาราง 3.3 และรูปที่ 3.8

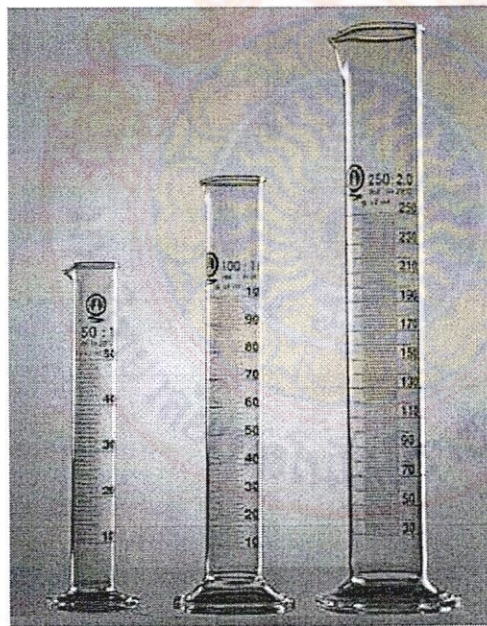
ตาราง 3.3 คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter)

Display	3-1/2 digits.Max.indication1999
Range	2000W/m ² , 634Btu/(ft ² *h)
Resolution	1 W/m ² , 1Btu/(ft ² *h)
Spectral response	400-1100 nm
Accuracy	Typically within $\pm 10\text{W/m}^2$ [$\pm 3 \text{ Btu}/(\text{ft}^2*\text{h})$] or $\pm 5\%$, whichever is greater in sunlight; Additional temperature induced error $\pm 0.38\text{W/m}^2$ [$\pm 0.12 \text{ Btu}/(\text{ft}^2*\text{h})$] from 25
Angular accuracy	Cosine corrected <5% for angles <60 °
Drift	< $\pm 2\%$ / per year
Calibration	User recalibration available
Over-input	Display shows
Sampling Time	Approx. 0.4 second



รูปที่ 3.8 เครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter)

4. กระจกตวง (Cylinder) ใช้สำหรับวัดปริมาตรโดยประมาณของของเหลว ขนาดที่ใช้มีขนาดตั้งแต่ 5-2000 มิลลิลิตร โดยการอ่านให้อ่านปริมาตรในระดับสายตาอยู่ในแนวเดียวกันกับส่วนโค้งเว้าต่ำที่สุด



รูปที่ 3.9 กระจกตวง (Cylinder)

3.2 วิธีการทดลอง

ทำการทดลองตั้งแต่เวลา 09.00 – 16.00 น. โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) จัดเตรียมเครื่องทดลอง และอุปกรณ์ในการติดตั้งเครื่องทดลอง โดยหันตัวเครื่องทดลองไปในแนวทางทิศเหนือและใต้เหมือนกันทั้งสี่เครื่อง และเครื่องทดลองต้องมีระดับที่เท่ากันทุกด้าน
- 2) เติมน้ำทะเลให้ได้ระดับความสูง 3 เซนติเมตรจากก้นภาดให้ครบทั้งสี่ชุด
- 3) ต่อสายเทอร์โมคัปเปิลเปิดของเครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) เข้าภายในเครื่องทดลองทั้ง 4 เครื่อง โดยใช้วัดอุณหภูมิของน้ำภายในเครื่องก้น และต้องวางให้อยู่ในระดับของน้ำในภาดลอนสี่เหลี่ยมภายในเครื่อง โดยติดตั้งให้อยู่กึ่งกลางระดับน้ำหรือเหนือจากภาดลอนสี่เหลี่ยมขึ้นมา 1 เซนติเมตร ห้ามติดตั้งให้เทอร์โมคัปเปิลเปิดโดนโลหะ หรือภาดลอนสี่เหลี่ยม เพราะจะทำให้ค่าที่ได้ผิดไป
- 4) ตั้งค่ามุมของแผ่นกระจกเงาสะท้อนรังสีให้ได้ 0 องศา กับแนวระดับทั้ง สี่ด้านของ เครื่องก้นน้ำทะเลที่มีแผ่นสะท้อนรังสีทั้ง สามชุด
- 5) ทำการวัดและจดบันทึกค่า อุณหภูมิของน้ำภายในเครื่องก้นทั้งสองแบบ อุณหภูมิอากาศภายนอก วัดค่าความเข้มแสง โดยใช้เครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter) และปริมาณน้ำที่ก้นได้ โดยจะเริ่มเก็บครั้งแรกเวลา 09.00 น. และจะเก็บค่าต่างๆทุกๆ ชั่วโมง โดยค่าสุดท้ายจะหมดที่เวลา 16.00 น.
- 6) น้ำที่ก้นได้จะนำมาตวงด้วยกระบอกตวงขนาด 200 มิลลิลิตร และบันทึกค่า
- 7) เมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นทำการเทน้ำภายในภาดสี่เหลี่ยมของเครื่องทดลอง และน้ำที่ตกค้างในขวดที่เก็บน้ำจากการก้นออกให้หมด
- 8) ล้างทำความสะอาดภาดลอนสี่เหลี่ยม ฝาครอบ และอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดลอง
- 9) จัดเก็บอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆให้เรียบร้อย
- 10) ทำการทดลองซ้ำที่มุมของแผ่นกระจกเงาสะท้อนรังสีละ 3 วัน โดยทำการทดลองเป็นจำนวน 6 มุม คือ มุม 0° , 10° , 20° , 30° , 40° และ 50° กับแนวระดับ

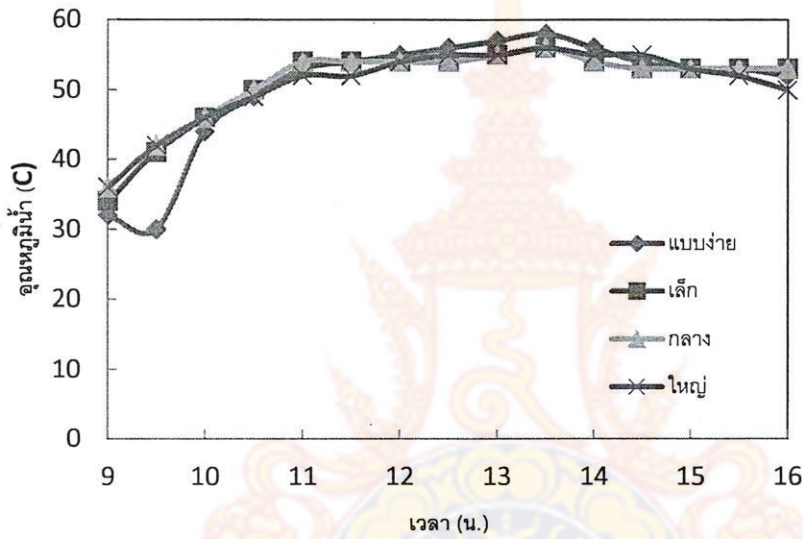
บทที่ 4

ผลการทดลอง

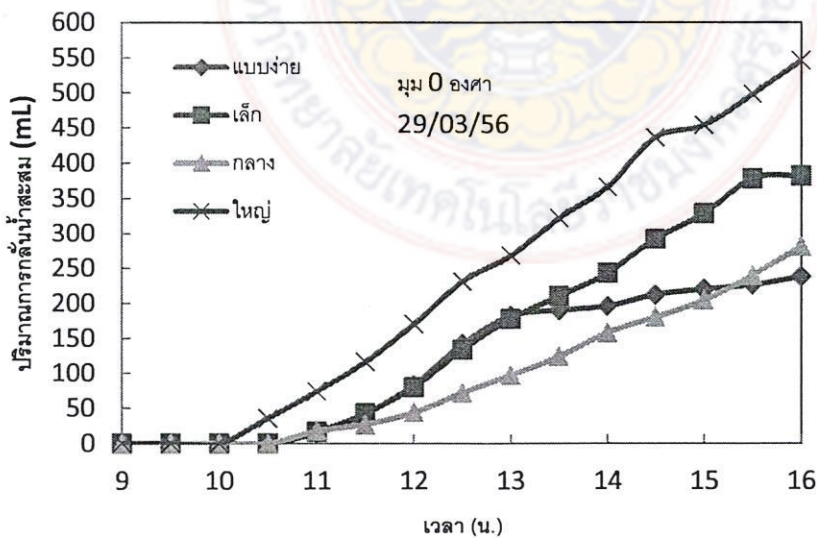
4.1 ผลการทดลองที่มุมของแผ่นสะท้อนรังสี 0 องศา

4.1.1 การทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 29 มีนาคม 2556

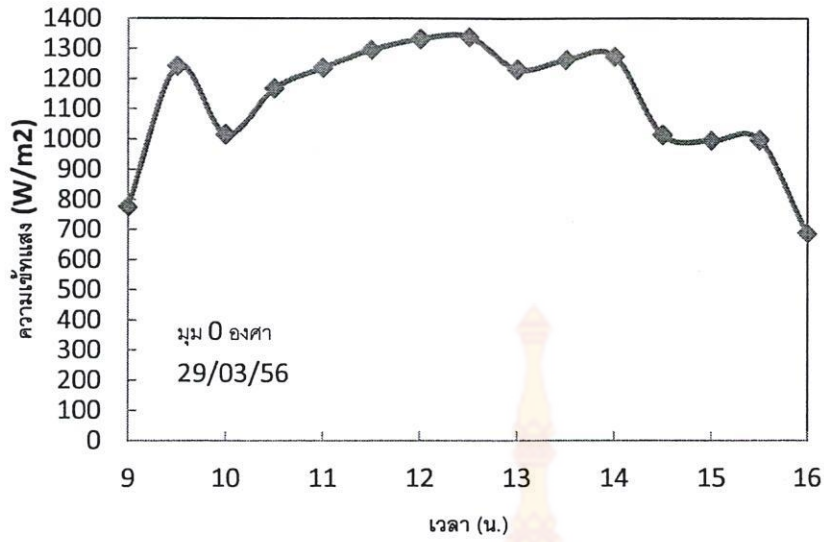
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา และ ความเข้มข้นกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



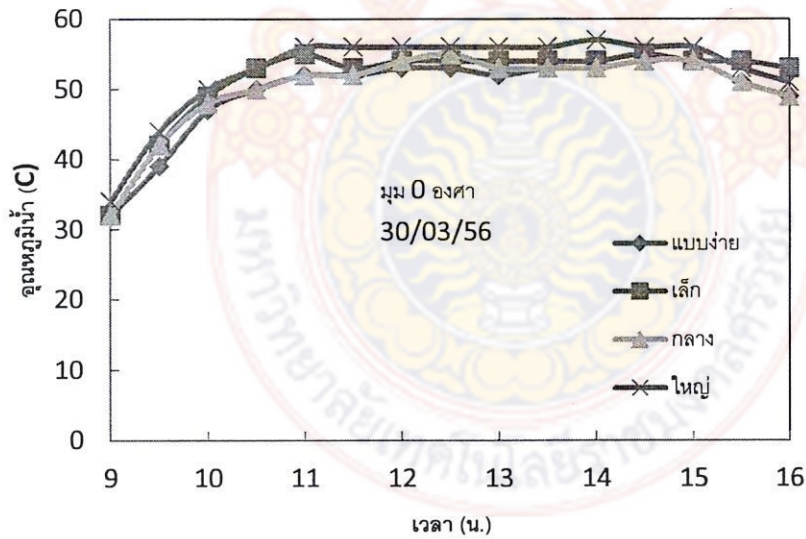
รูปที่ 4.2 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา



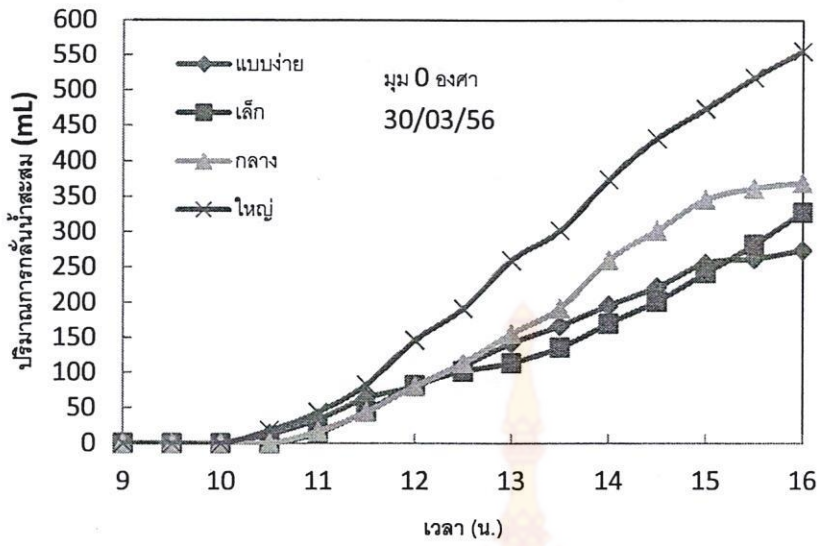
รูปที่ 4.3 ความเข้มแสงกับเวลา

4.1.2 การทดลองครั้งที่ 2 วันที่ 30 มีนาคม 2556

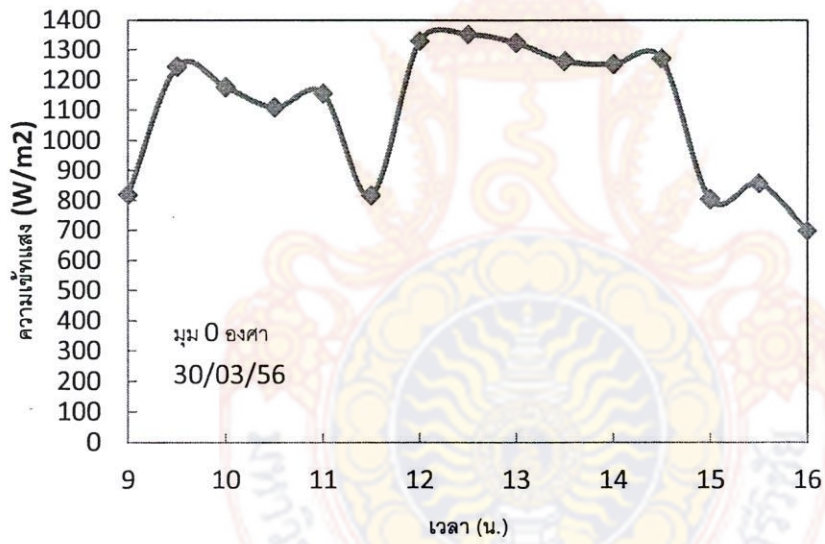
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.4, 4.5 และ 4.6 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.4 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



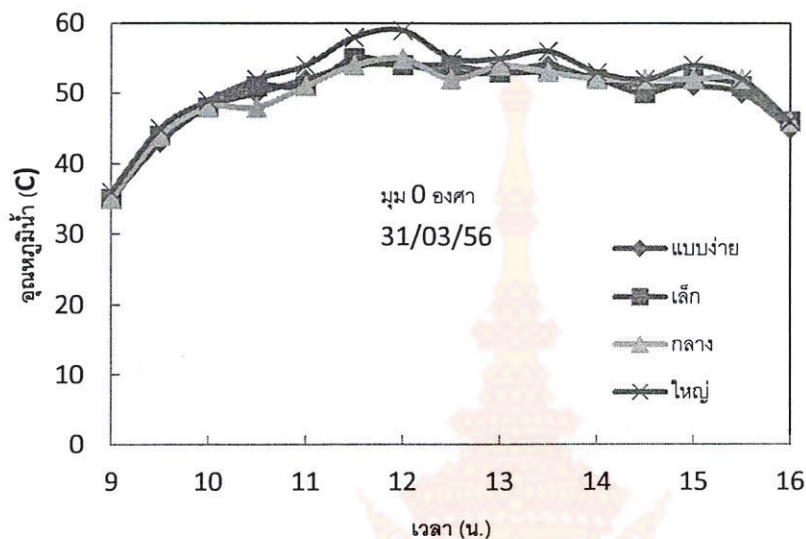
รูปที่ 4.5 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา



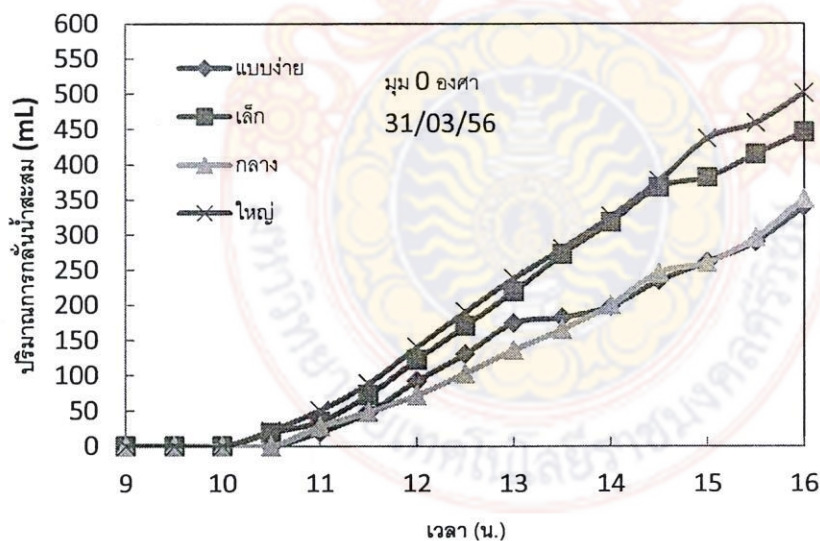
รูปที่ 4.6 ความเข้มแสงกับเวลา

4.1.3 การทดลองครั้งที่ 3 วันที่ 31 มีนาคม 2556

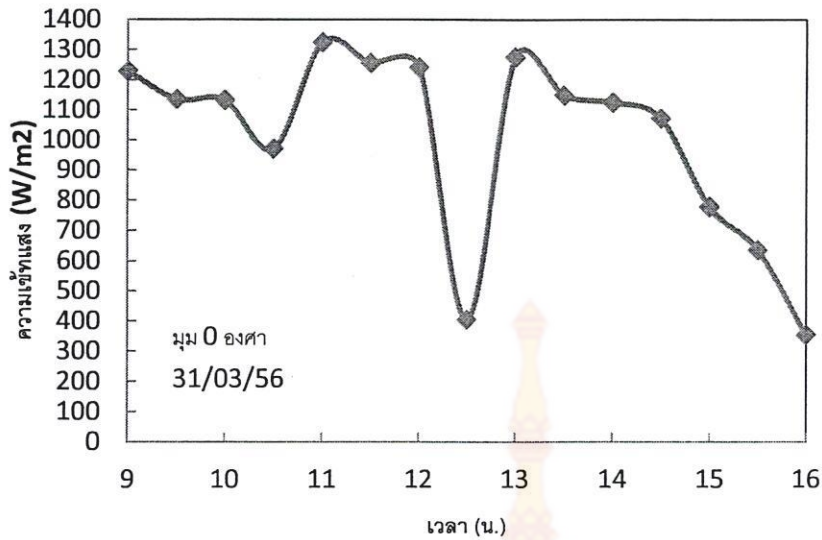
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.7, 4.8 และ 4.9 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.7 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



รูปที่ 4.8 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา

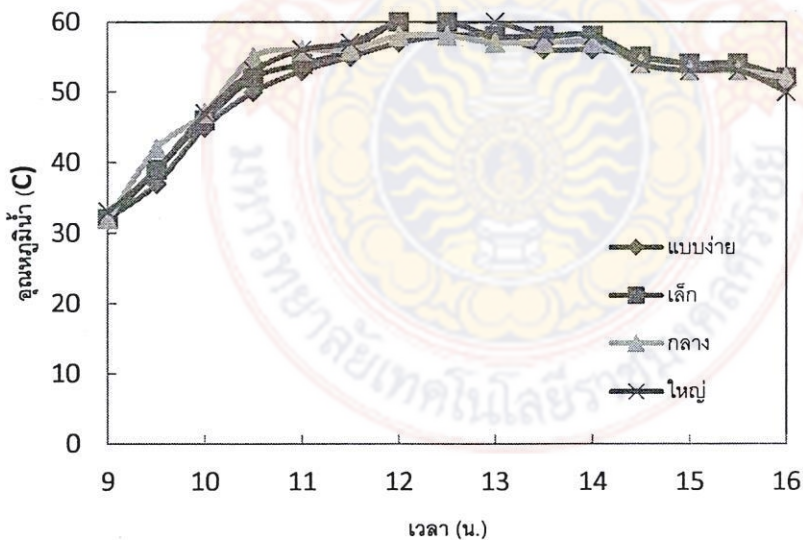


รูปที่ 4.9 ความเข้มแสงกับเวลา

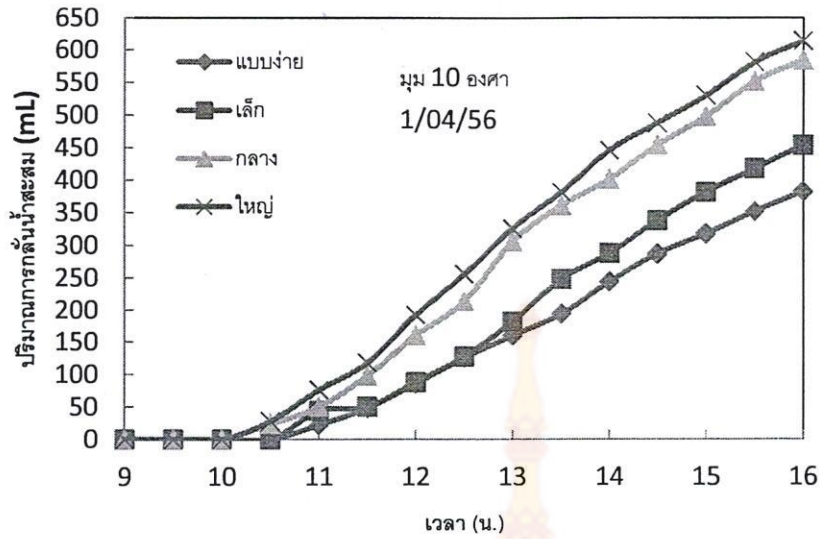
4.2 ผลการทดลองที่มุมของแผ่นสะท้อนรังสี 10 องศา

4.2.1 การทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 1 เมษายน 2556

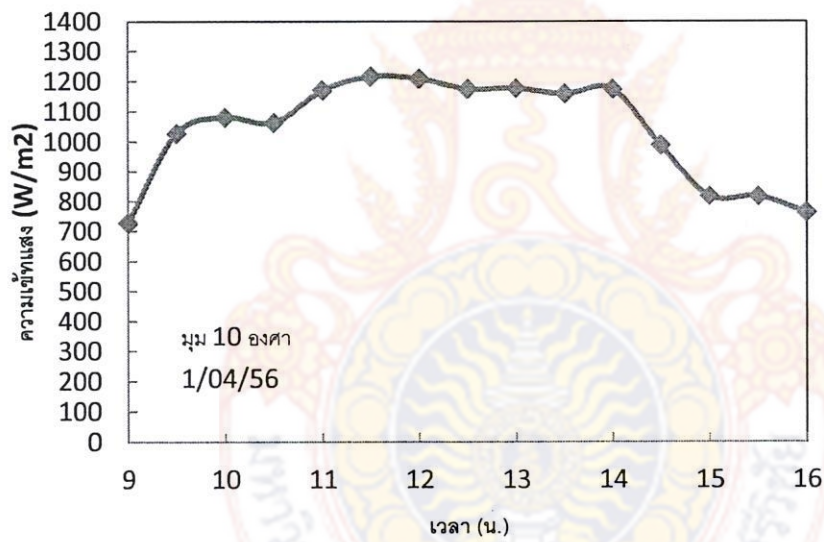
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการก่อกวนสะสมกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.10, 4.11 และ 4.12 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.10 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



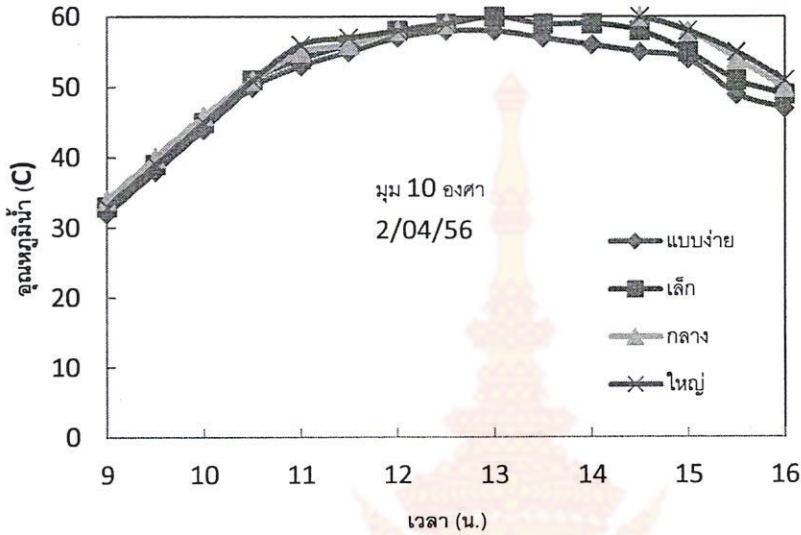
รูปที่ 4.11 ปริมาณการกักน้ำสะสมกับเวลา



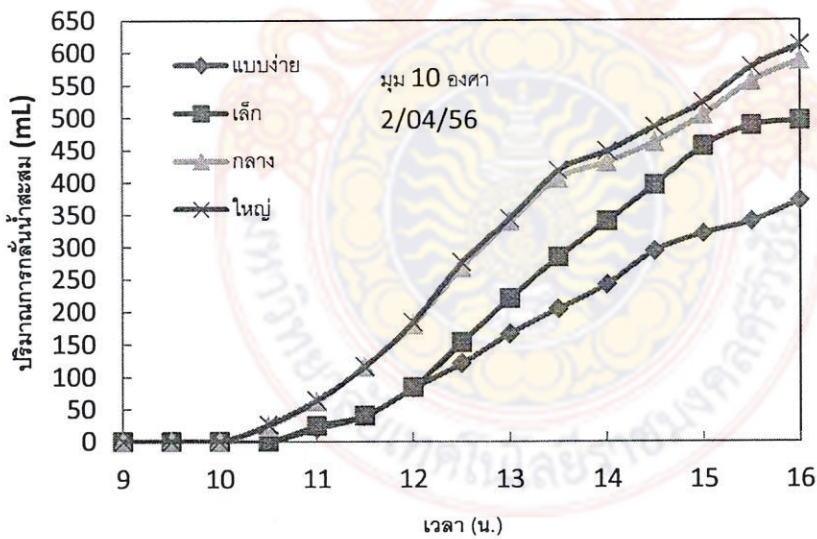
รูปที่ 4.12 ความเข้มแสงกับเวลา

4.2.2 การทดลองครั้งที่ 2 วันที่ 2 เมษายน 2556

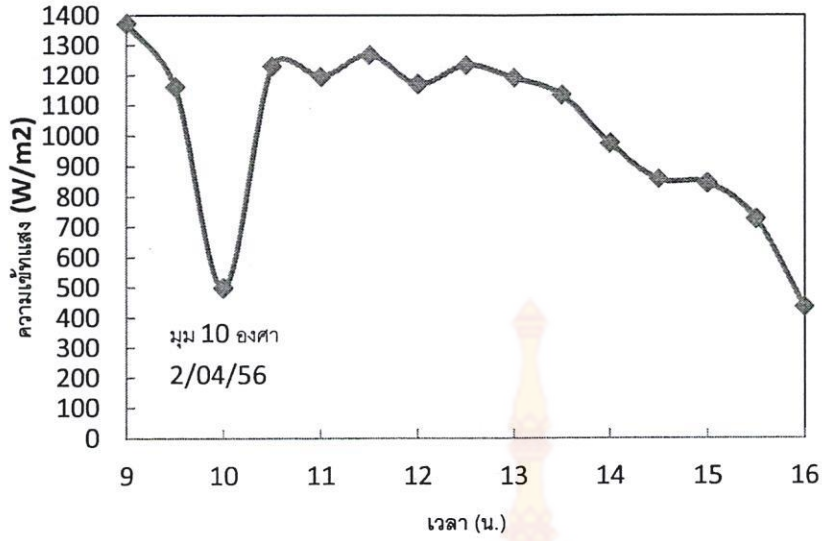
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา และ ความเข้มข้นกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.13, 4.14 และ 4.15 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.13 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



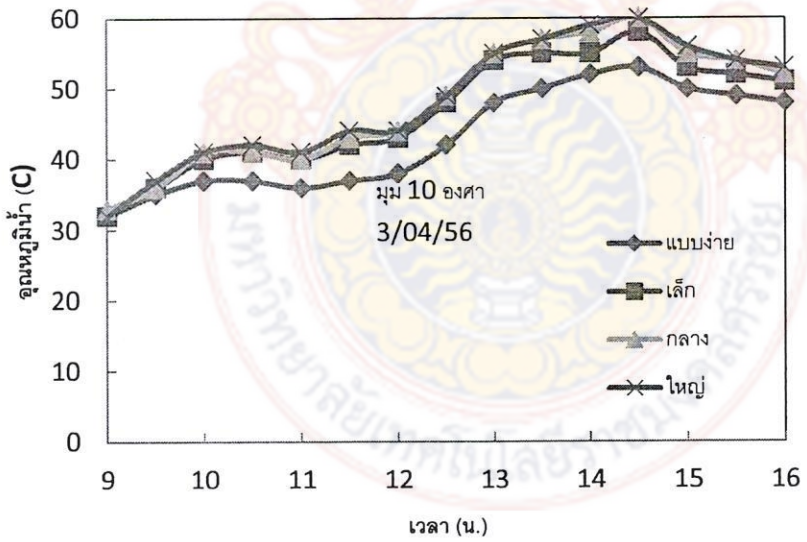
รูปที่ 4.14 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา



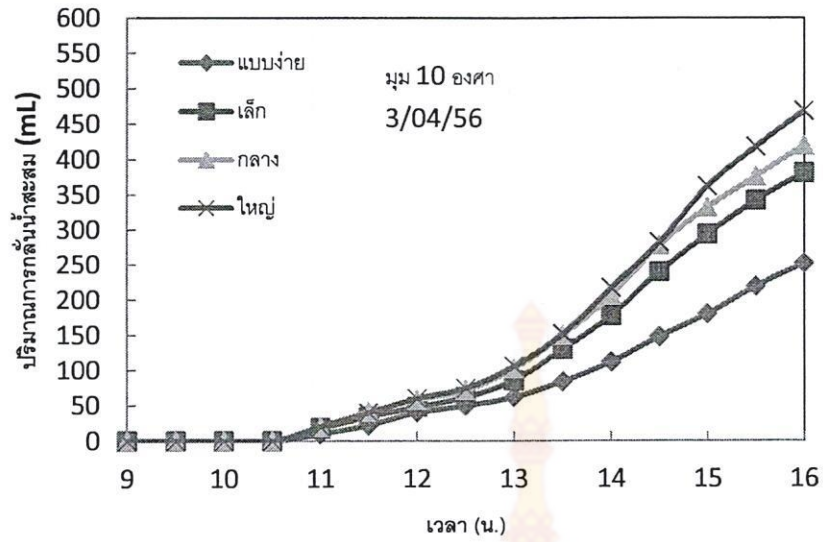
รูปที่ 4.15 ความเข้มแสงกับเวลา

4.2.3 การทดลองครั้งที่ 3 วันที่ 3 เมษายน 2556

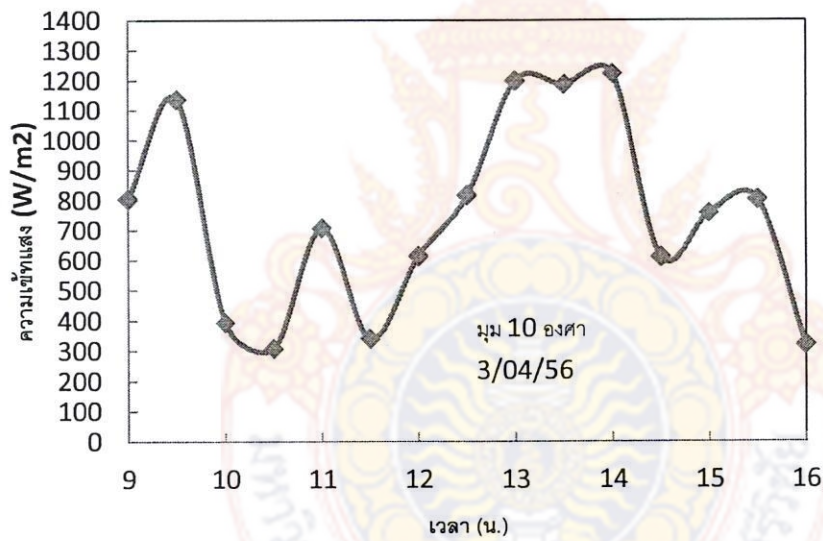
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นระเหยกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.16, 4.17 และ 4.18 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.16 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



รูปที่ 4.17 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา

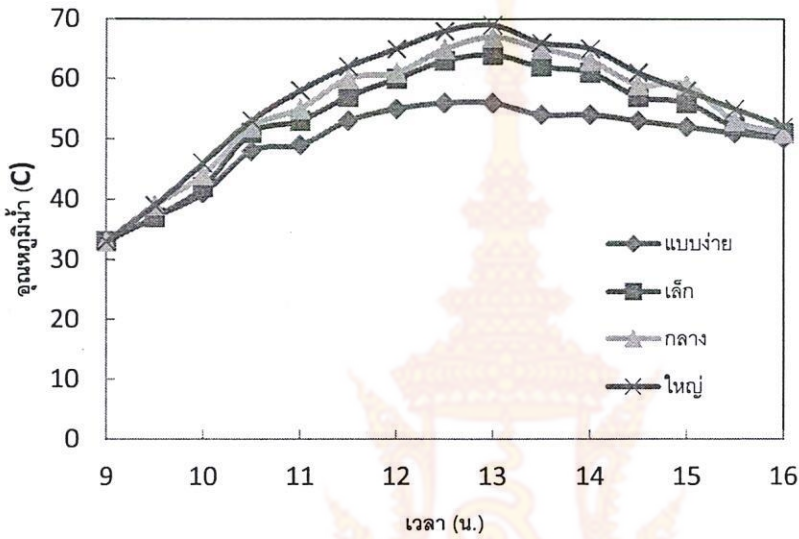


รูปที่ 4.18 ความเข้มแสงกับเวลา

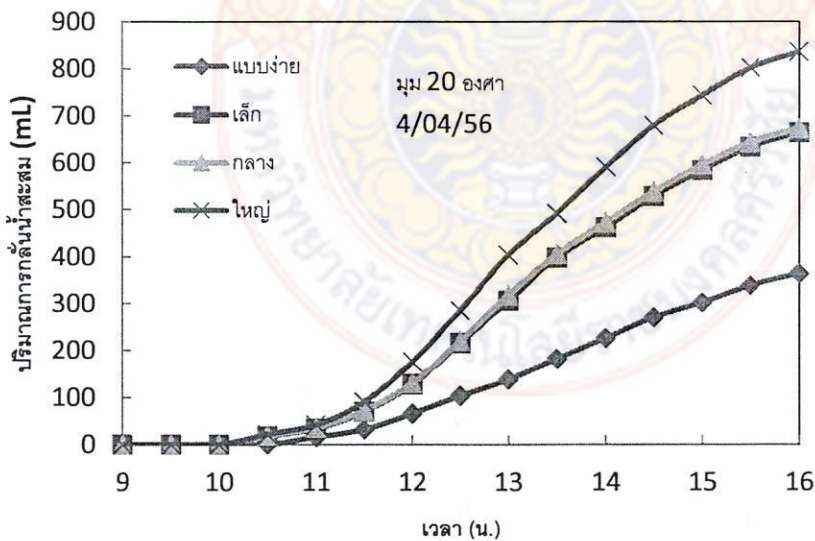
4.3 ผลการทดลองที่มุมของแผ่นสะท้อนรังสี 20 องศา

4.3.1 การทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 4 เมษายน 2556

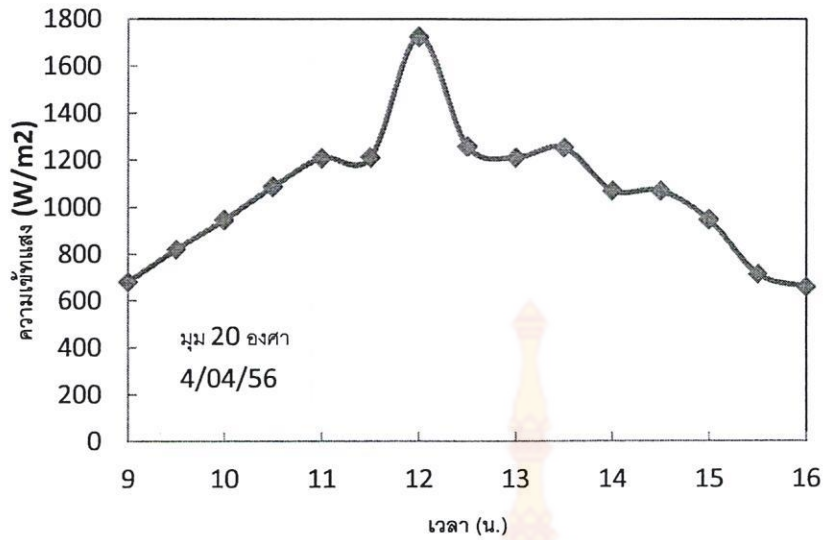
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นระเหยกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.19, 4.20 และ 4.21 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.19 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



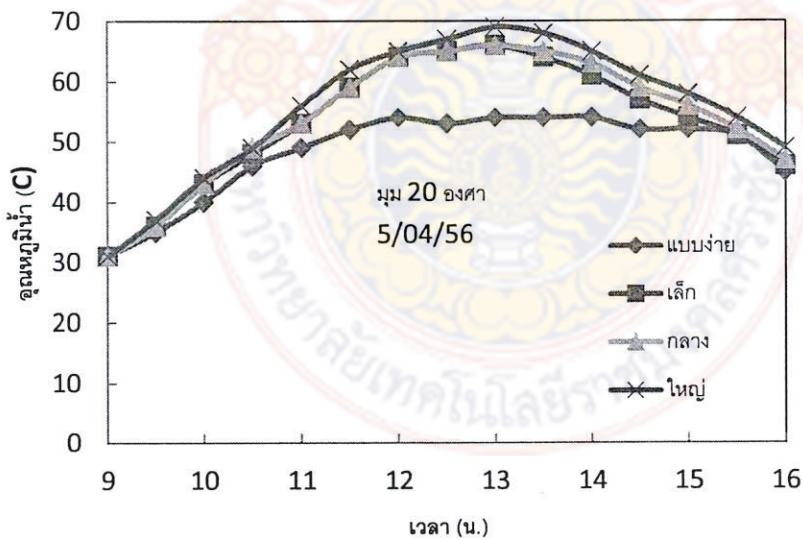
รูปที่ 4.20 ปริมาณการกลั่นระเหยกับเวลา



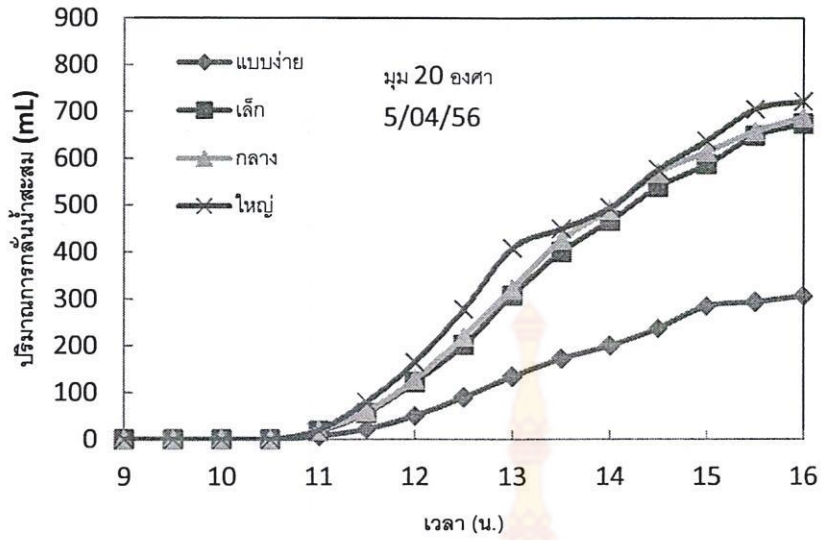
รูปที่ 4.21 ความเข้มแสงกับเวลา

4.3.2 การทดลองครั้งที่ 2 วันที่ 5 เมษายน 2556

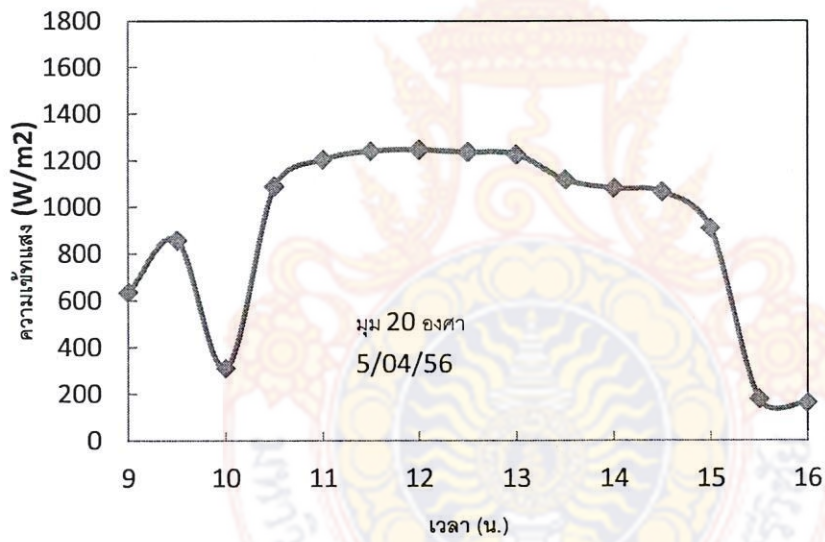
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นระเหยกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.22, 4.23 และ 4.24 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.22 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



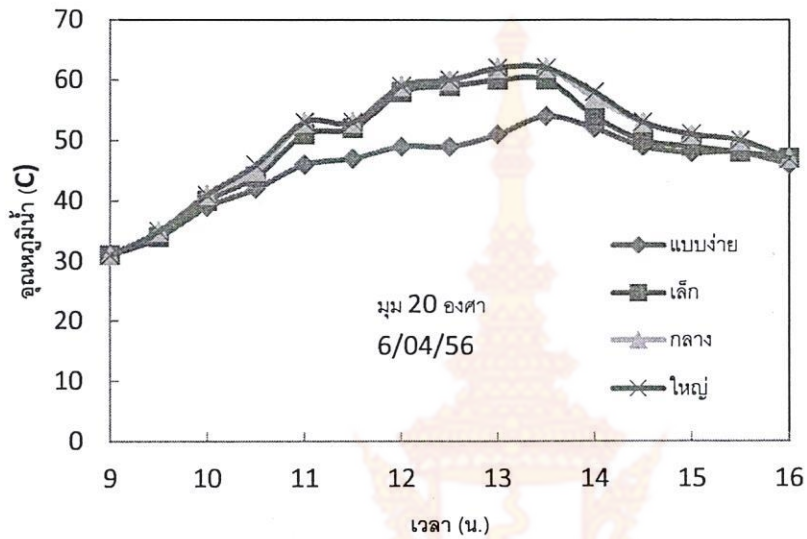
รูปที่ 4.23 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา



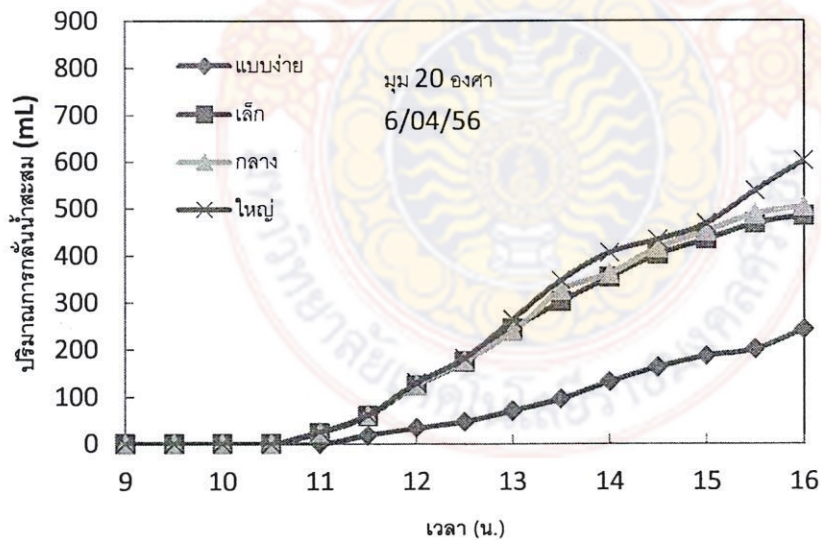
รูปที่ 4.24 ความเข้มแสงกับเวลา

4.3.3 การทดลองครั้งที่ 3 วันที่ 6 เมษายน 2556

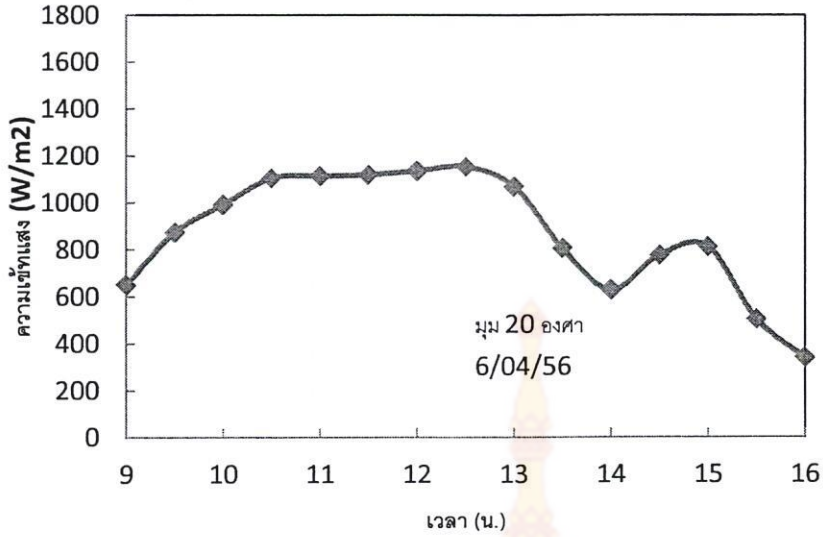
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.25, 4.26 และ 4.27 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.25 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



รูปที่ 4.26 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา

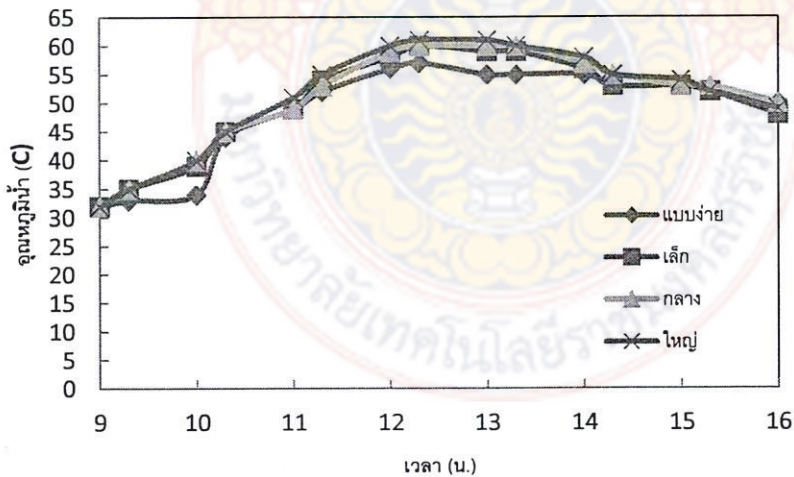


รูปที่ 4.27 ความเข้มแสงกับเวลา

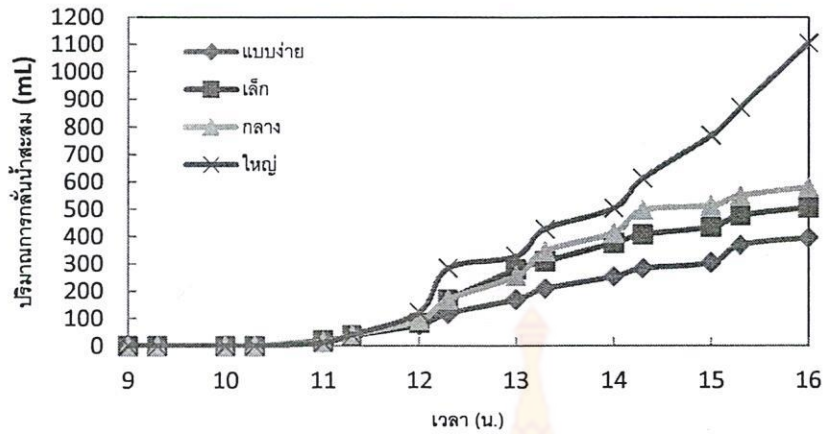
4.4 ผลการทดลองที่มุมของแผ่นสะท้อนรังสี 30 องศา

4.4.1 การทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 8 เมษายน 2556

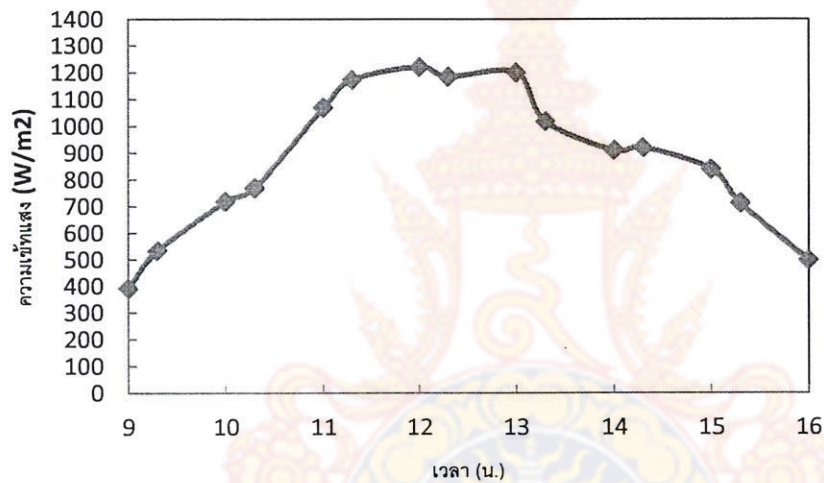
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นระเหยกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.28, 4.29 และ 4.30 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.28 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



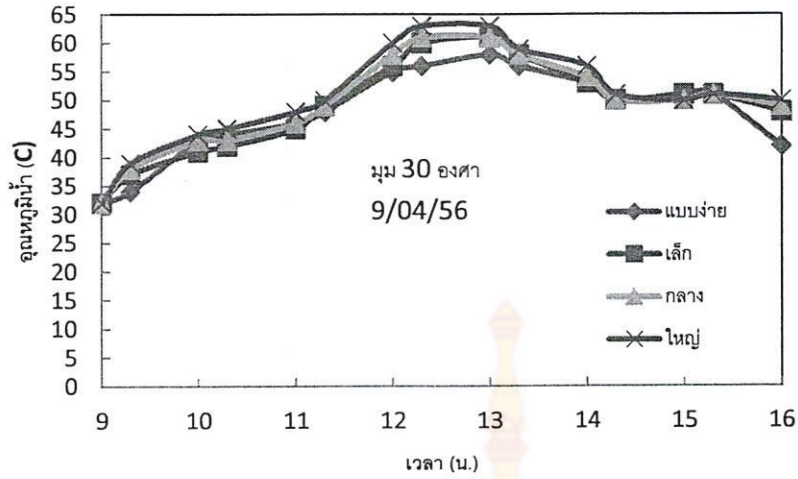
รูปที่ 4.29 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา



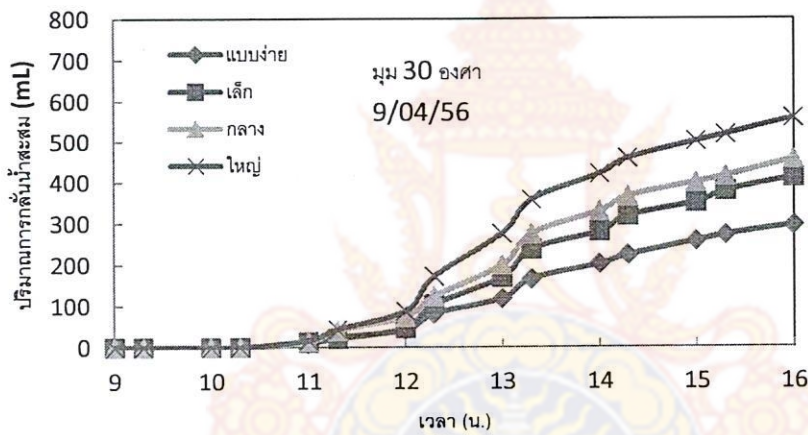
รูปที่ 4.30 ความเข้มแสงกับเวลา

4.4.2 การทดลองครั้งที่ 2 วันที่ 9 เมษายน 2556

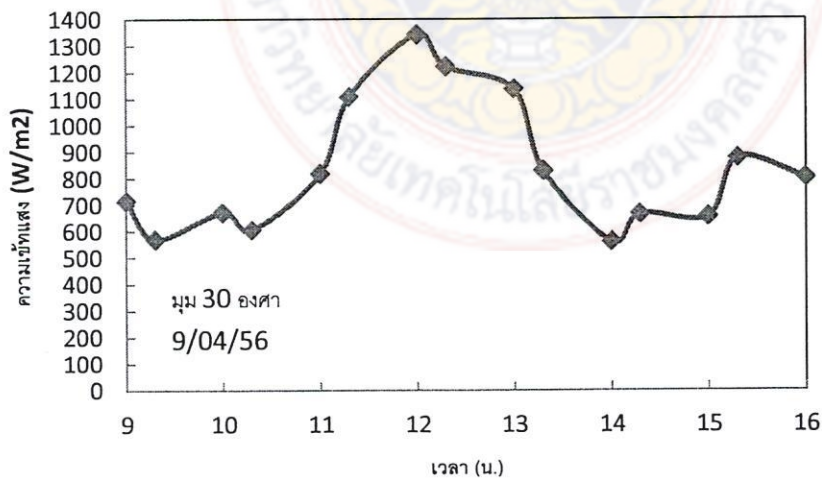
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.31, 4.32 และ 4.33 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.31 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



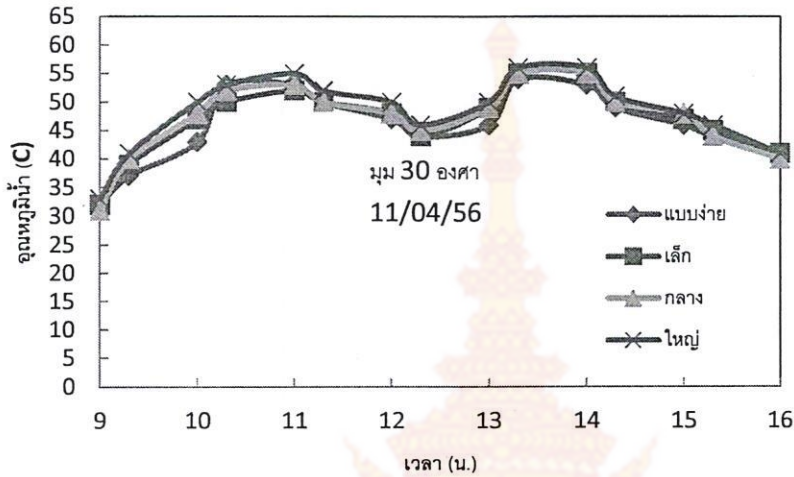
รูปที่ 4.32 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา



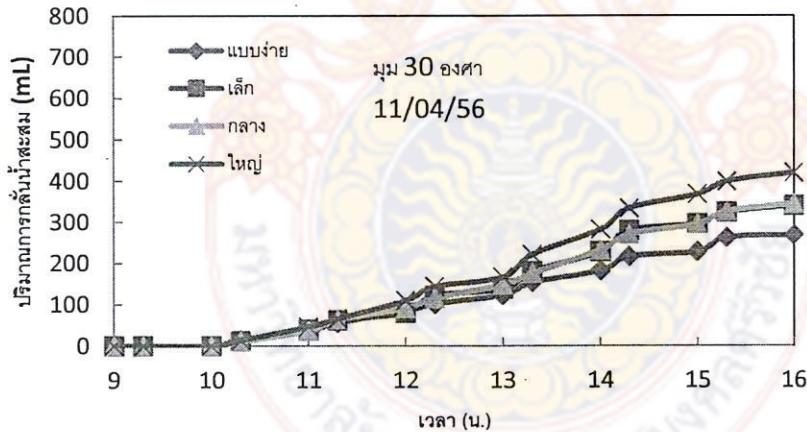
รูปที่ 4.33 ความเข้มแสงกับเวลา

4.4.3 การทดลองครั้งที่ 3 วันที่ 11 เมษายน 2556

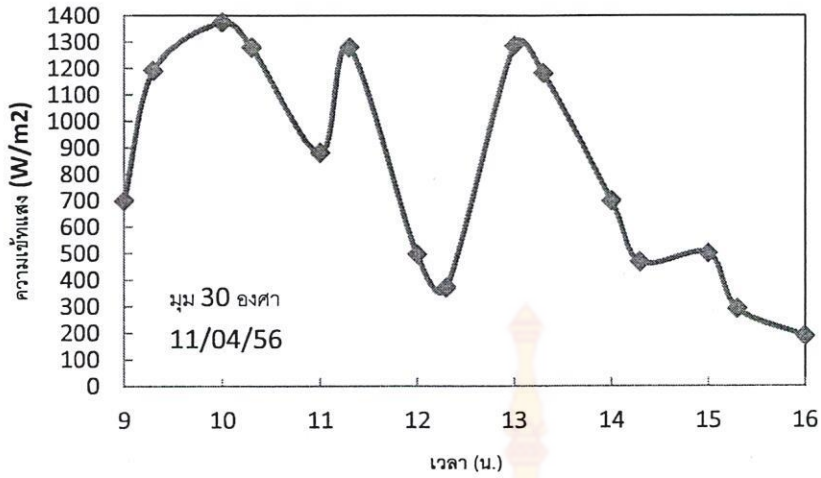
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.34, 4.35 และ 4.36 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.34 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



รูปที่ 4.35 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา

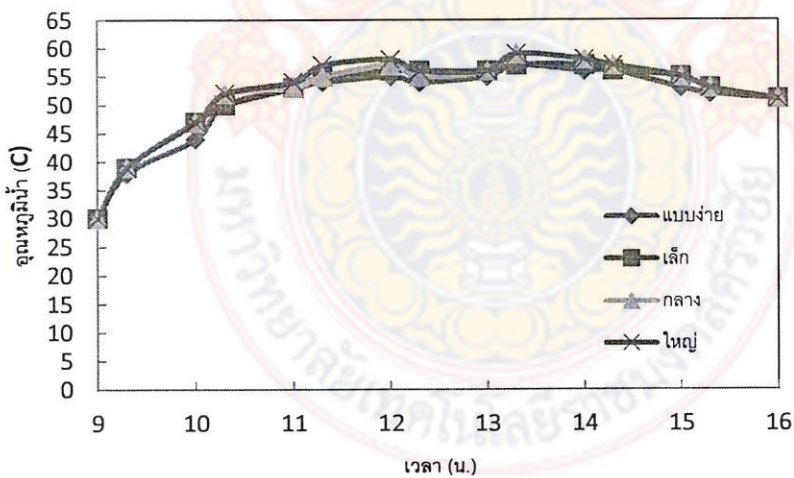


รูปที่ 4.36 ความเข้มแสงกับเวลา

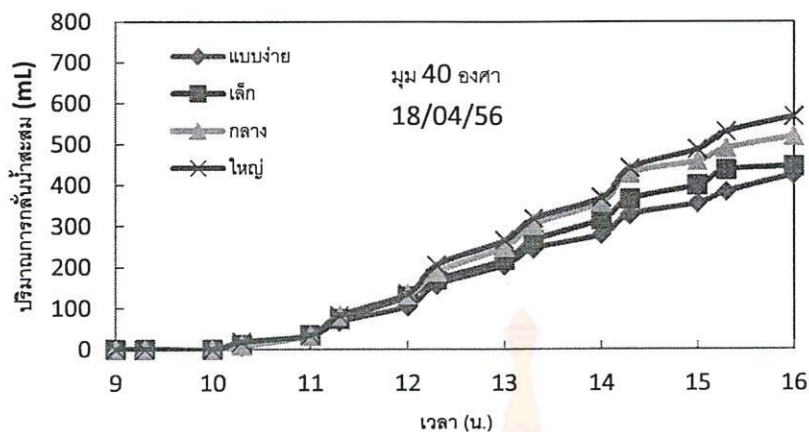
4.5 ผลการทดลองที่มุมของแผ่นสะท้อนรังสี 40 องศา

4.5.1 การทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 18 เมษายน 2556

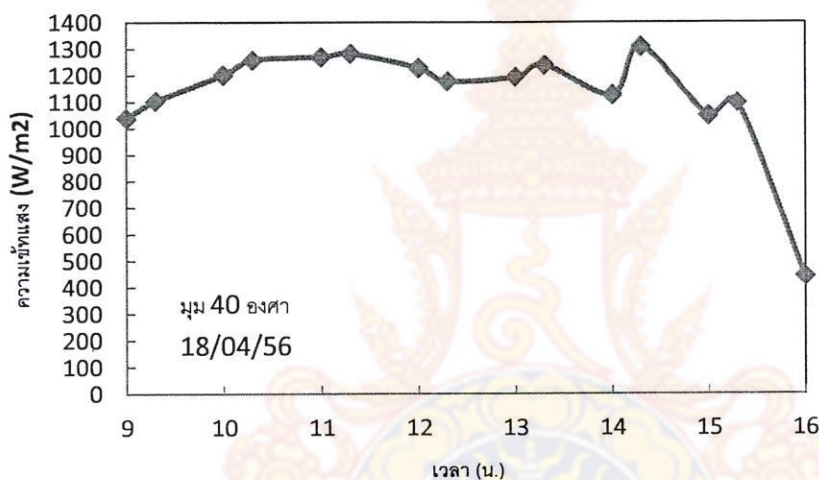
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นระเหยกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.37, 4.38 และ 4.39 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.37 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



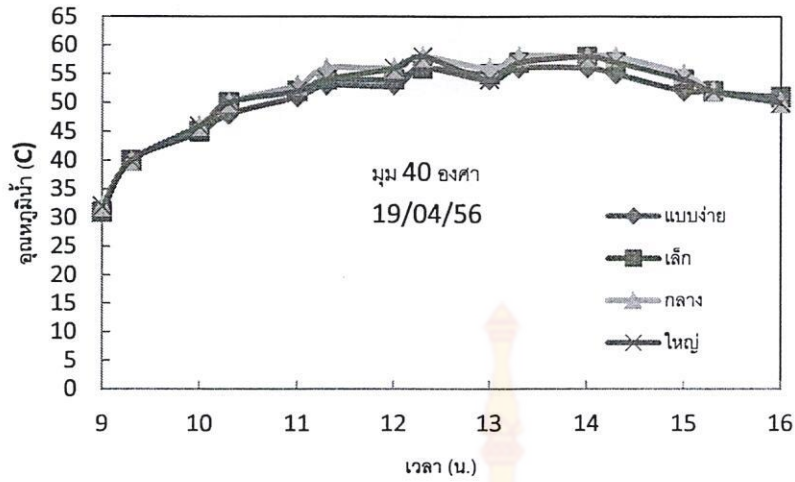
รูปที่ 4.38 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา



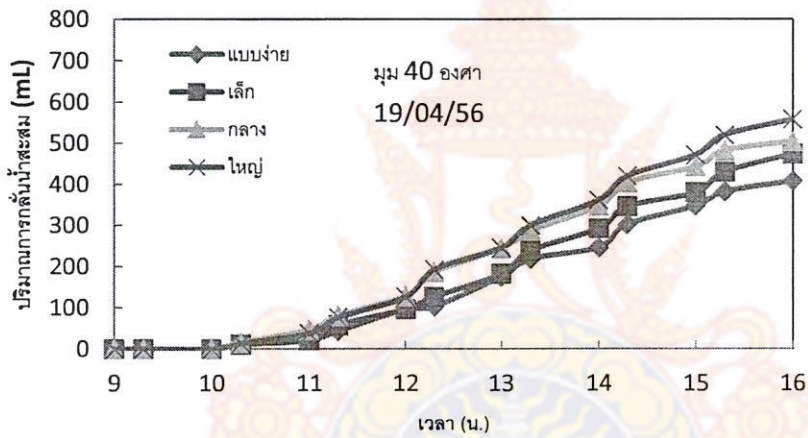
รูปที่ 4.39 ความเข้มแสงกับเวลา

4.5.2 การทดลองครั้งที่ 2 วันที่ 19 เมษายน 2556

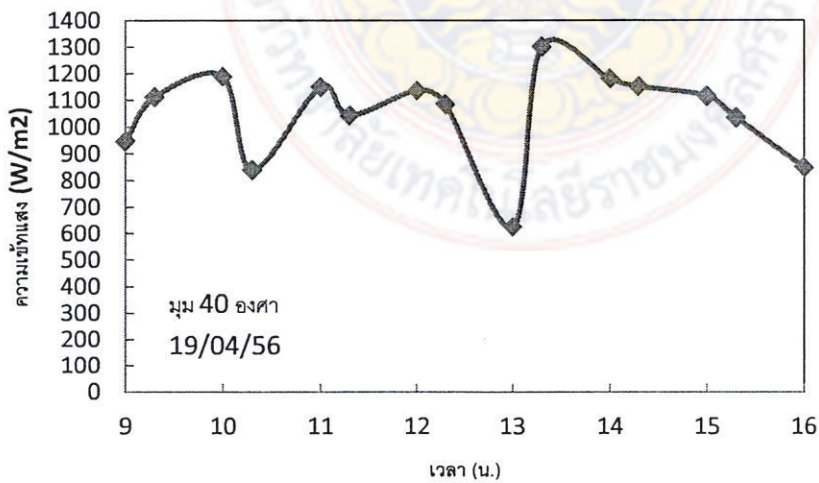
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.40, 4.41 และ 4.42 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.40 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



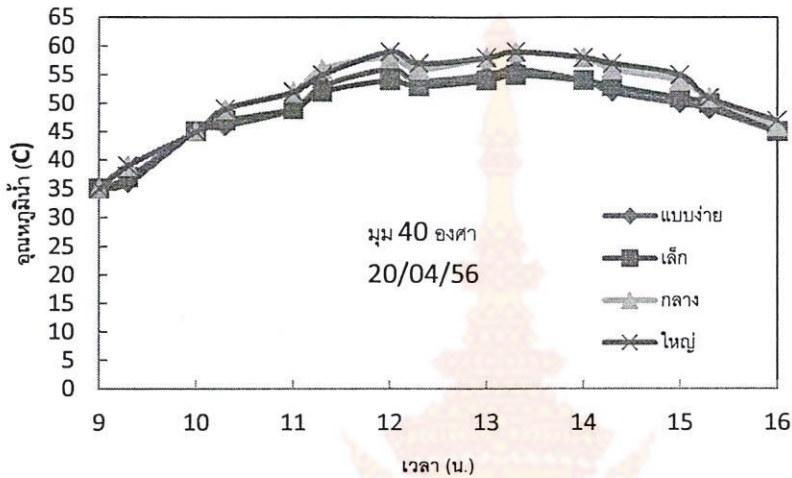
รูปที่ 4.41 ปริมาณการกลั่นระเหยกับเวลา



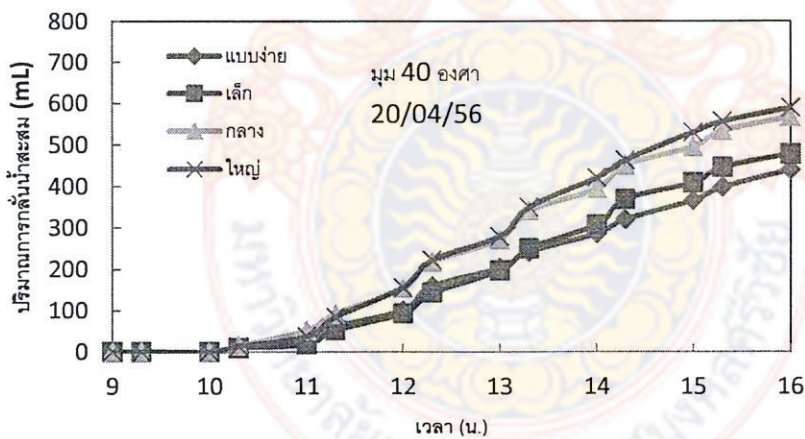
รูปที่ 4.42 ความเข้มแสงกับเวลา

4.5.3 การทดลองครั้งที่ 3 วันที่ 20 เมษายน 2556

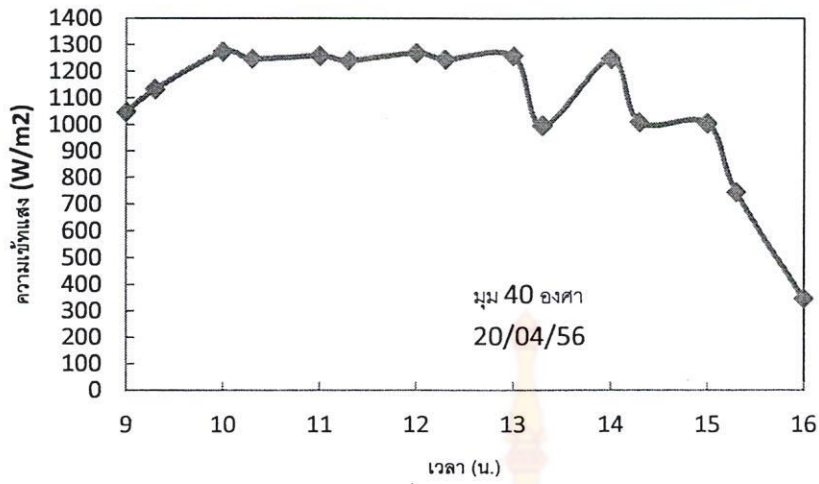
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา และ ความเข้มข้นกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.43, 4.44 และ 4.45 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.43 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



รูปที่ 4.44 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา

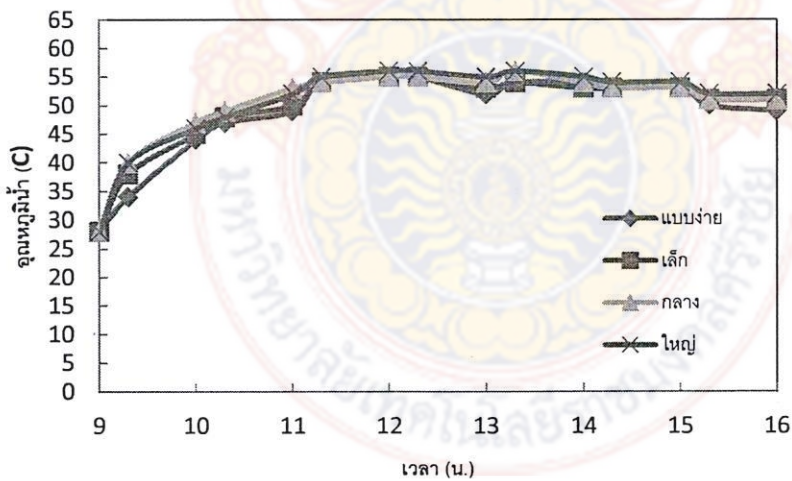


รูปที่ 4.45 ความเข้มแสงกับเวลา

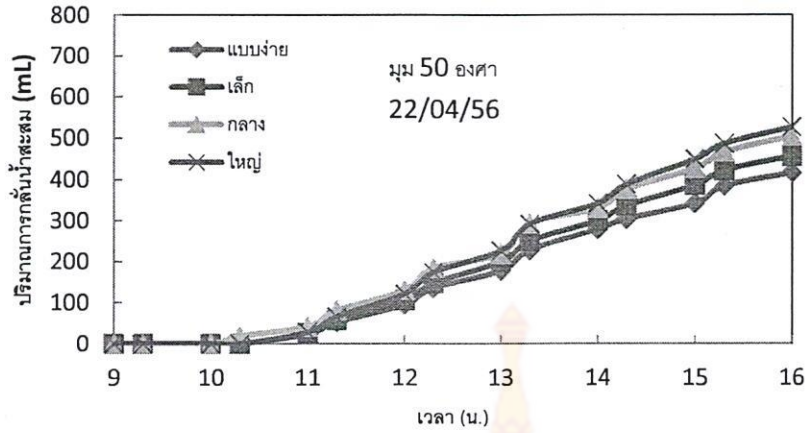
4.6 ผลการทดลองที่มุมของแผ่นสะท้อนรังสี 50 องศา

4.6.1 การทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 22 เมษายน 2556

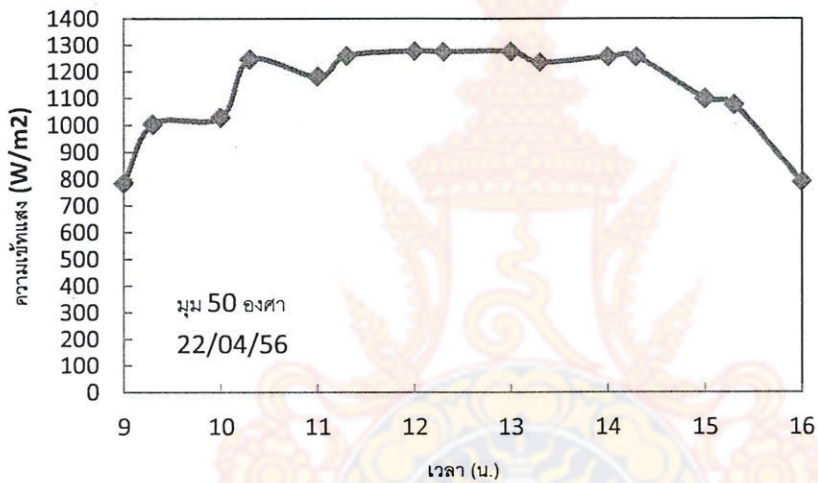
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.46, 4.47 และ 4.48 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.46 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



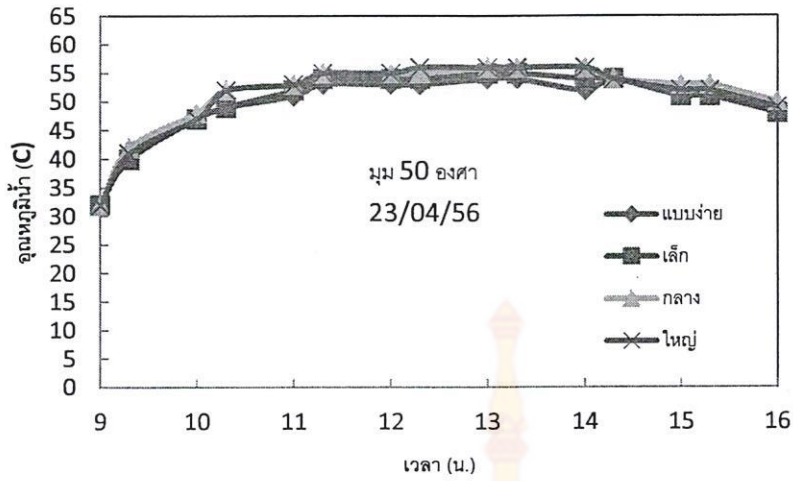
รูปที่ 4.47 ปริมาณการกักน้ำสะสมกับเวลา



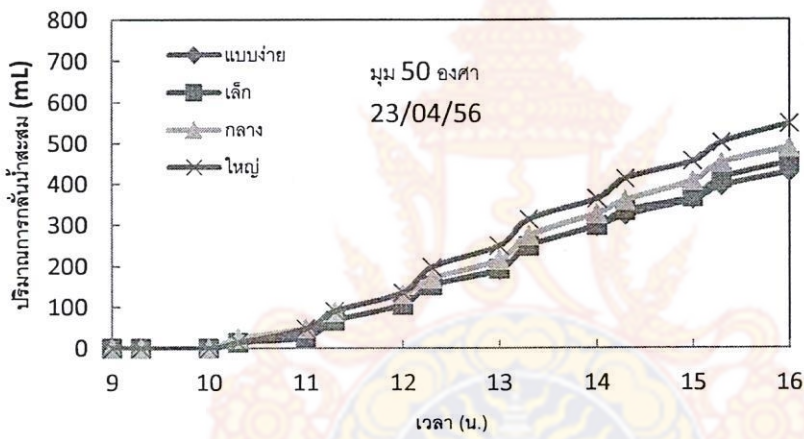
รูปที่ 4.48 ความเข้มแสงกับเวลา

4.6.2 การทดลองครั้งที่ 2 วันที่ 23 เมษายน 2556

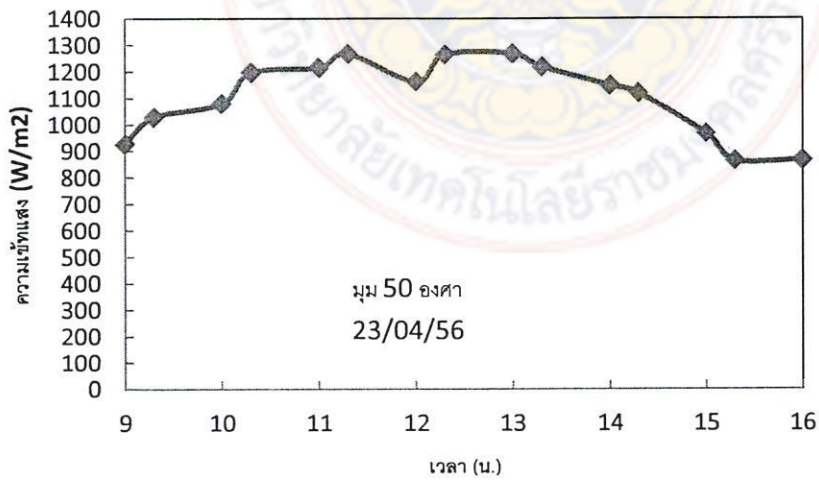
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกักน้ำสะสมกับเวลา และ ความเข้มแสงกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.49, 4.50 และ 4.51 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.49 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



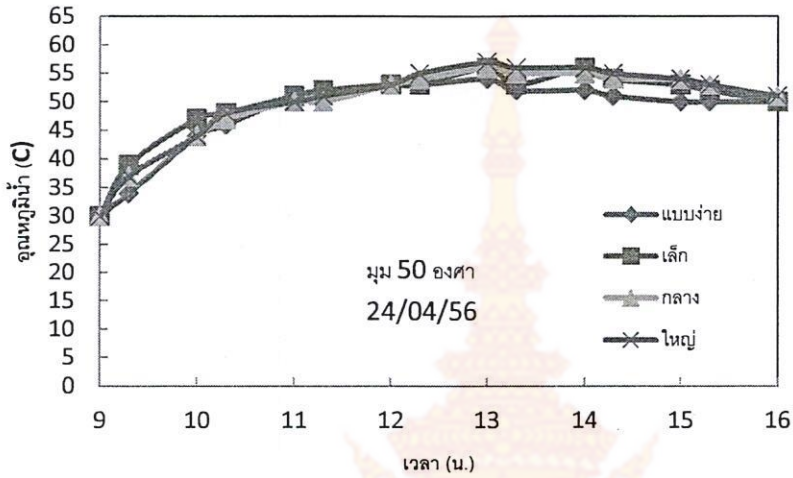
รูปที่ 4.50 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา



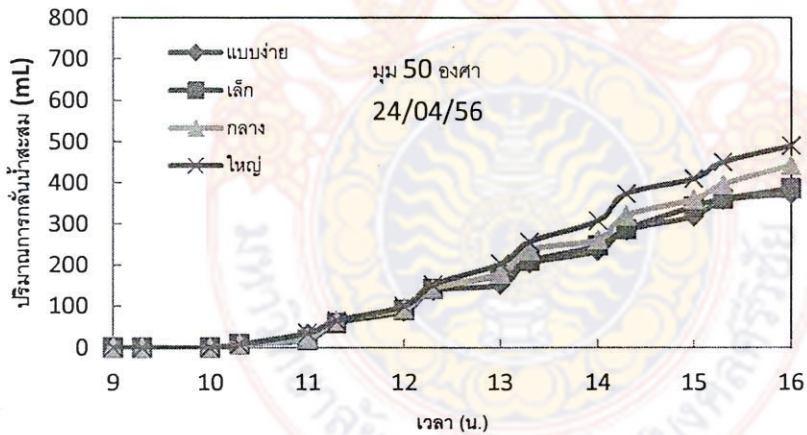
รูปที่ 4.51 ความเข้มแสงกับเวลา

4.6.3 การทดลองครั้งที่ 3 วันที่ 24 เมษายน 2556

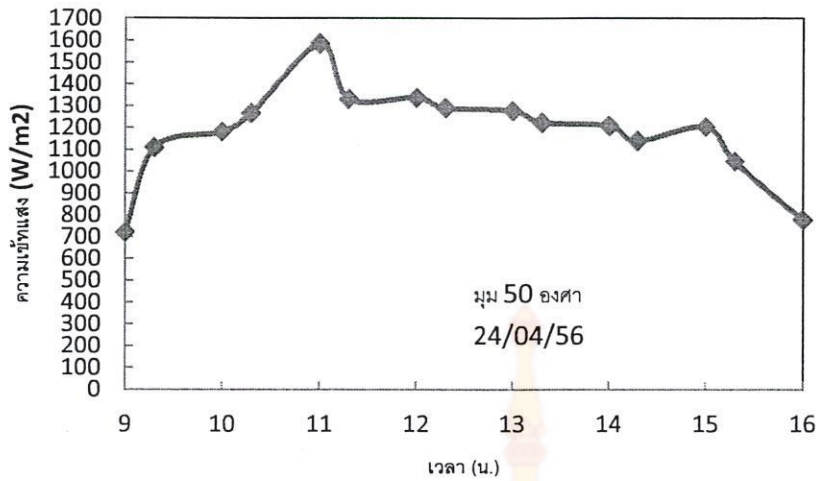
ผลการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา และ ความเข้มข้นกับเวลา โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.52, 4.53 และ 4.54 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.52 อุณหภูมิของน้ำในถาดกับเวลา



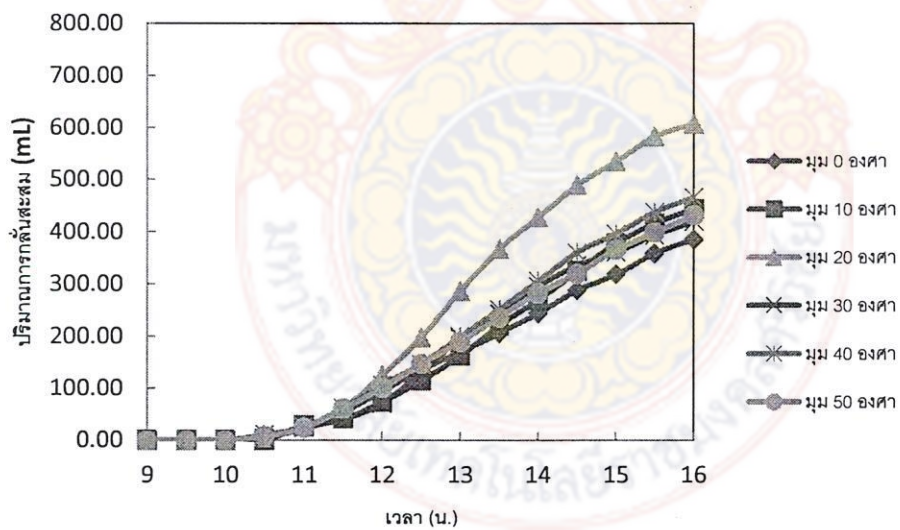
รูปที่ 4.53 ปริมาณการกลั่นสะสมกับเวลา



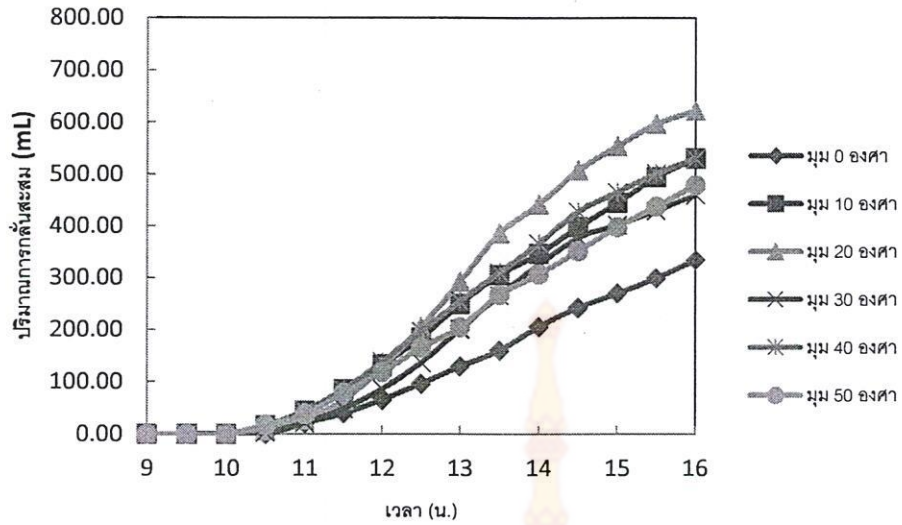
รูปที่ 4.54 ความเข้มแสงกับเวลา

4.7 ผลการทดลองเปรียบเทียบตามขนาดของแผ่นสะท้อนรังสี

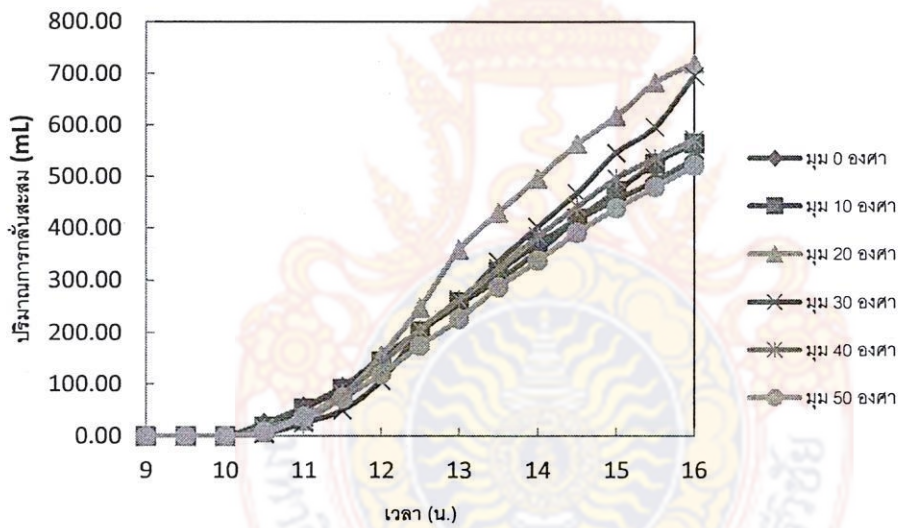
ในการทดลองที่แต่ละมุมของแผ่นสะท้อนรังสีจะทำการทดลองซ้ำ 3 วัน เมื่อนำผลการทดลองทั้ง 3 วันมาหาค่าเฉลี่ย และ นำปริมาณการกลั่นสะสมต่อเวลา มาเปรียบเทียบที่แต่ละค่าของมุม จะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.55, 4.56 และ 4.57 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.55 ปริมาณการกลั่นสะสมต่อเวลาของแผ่นสะท้อนรังสีขนาดเล็ก



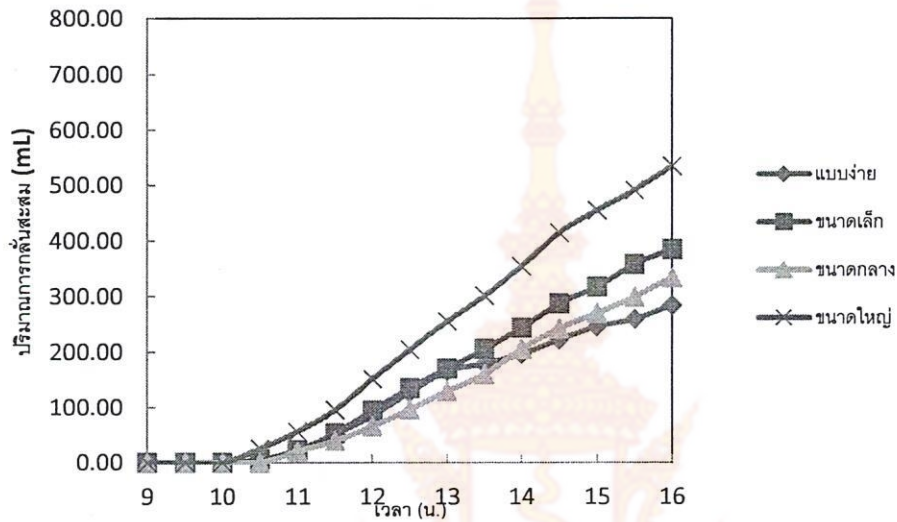
รูปที่ 4.56 ปริมาณการกักน้ำสะสมต่อเวลาของแผ่นสะท้อนรังสีขนาดกลาง



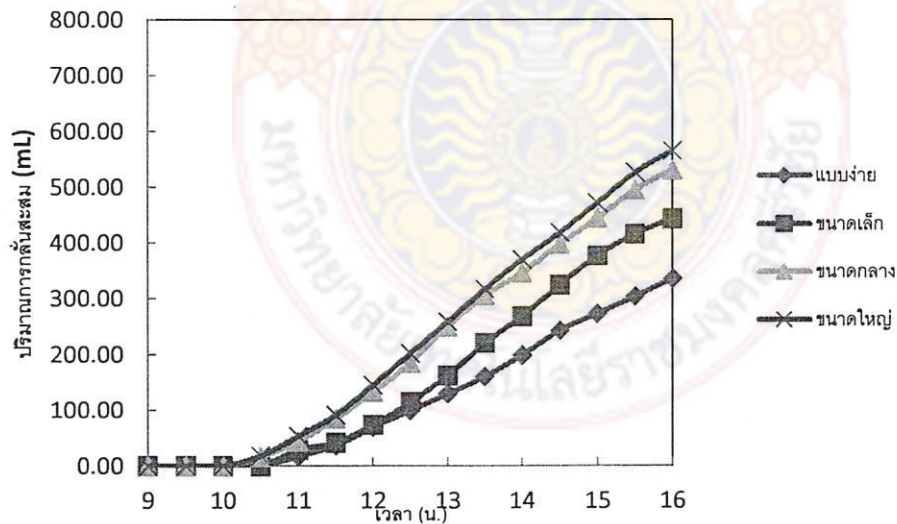
รูปที่ 4.57 ปริมาณการกักน้ำสะสมต่อเวลาของแผ่นสะท้อนรังสีขนาดใหญ่

4.8 ผลการทดลองเปรียบเทียบตามมุมของแผ่นสะท้อนรังสี

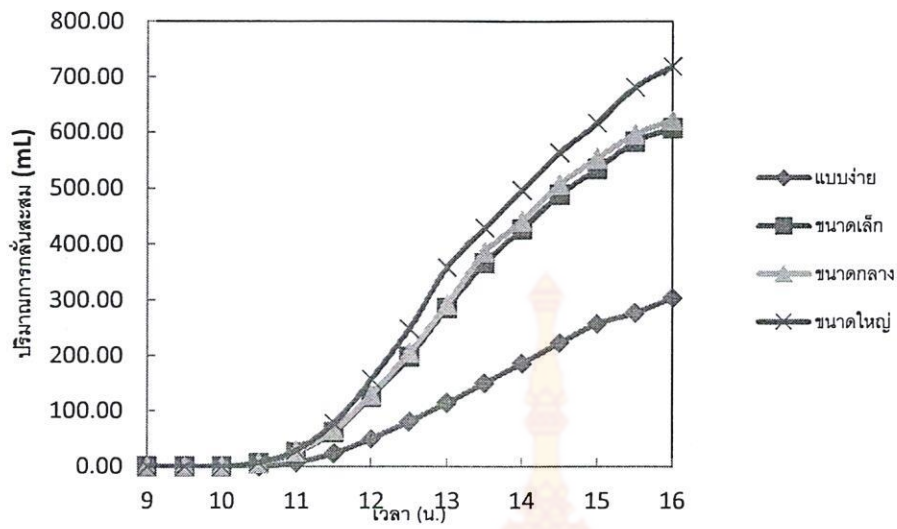
ในการทดลองที่แต่ละขนาดของแผ่นสะท้อนรังสีจะทำการทดลองซ้ำ 3 วัน เมื่อนำผลการทดลองทั้ง 3 วันมาหาค่าเฉลี่ย และ นำปริมาณการกลั่นสะสมต่อเวลา มาเปรียบเทียบที่แต่ละขนาดของแผ่นสะท้อนรังสี จะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.58, 4.59, 4.60, 4.61, 4.62 และ 4.63 ต่อไปนี้



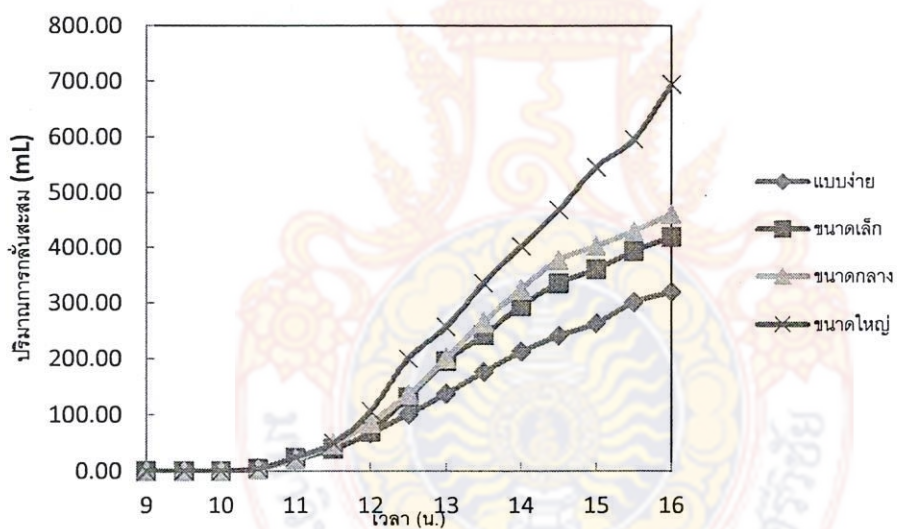
รูปที่ 4.58 ปริมาณการกลั่นสะสมต่อเวลาที่มุม 0 องศา



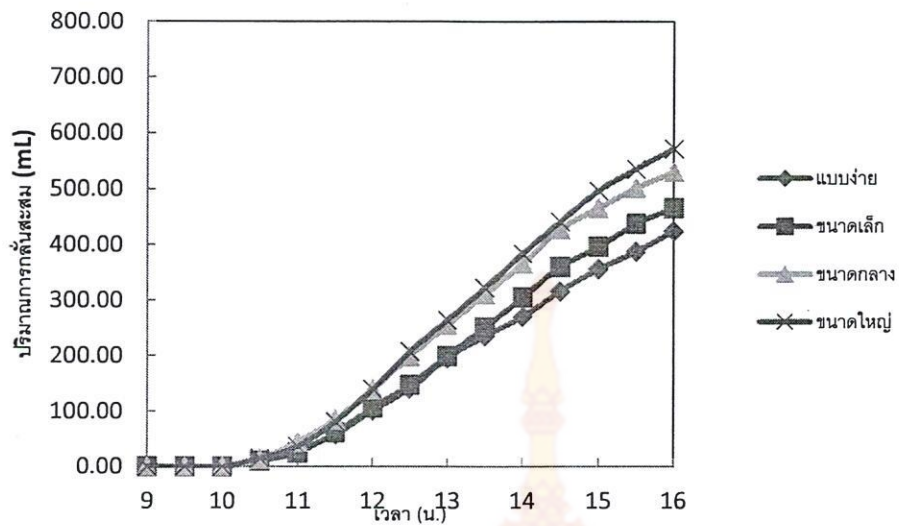
รูปที่ 4.59 ปริมาณการกลั่นสะสมต่อเวลาที่มุม 10 องศา



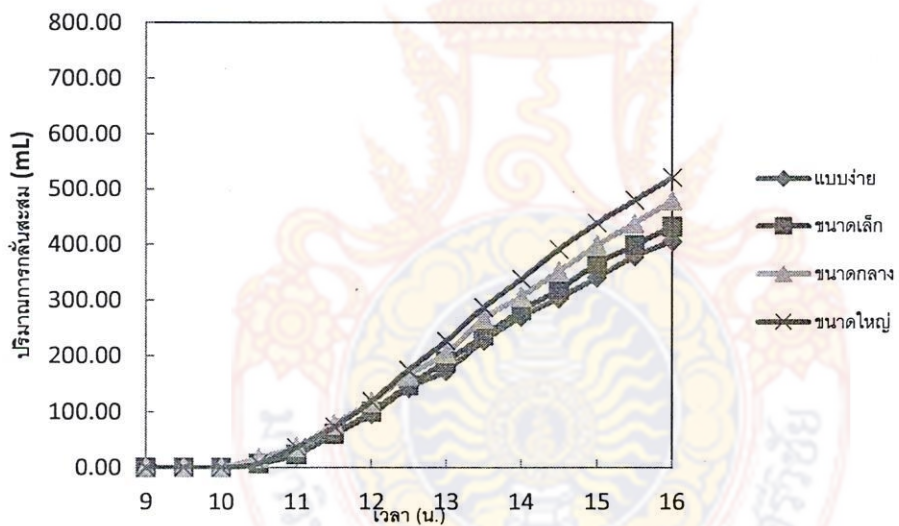
รูปที่ 4.60 ปริมาณการก่ตะกอนต่อเวลาที่มูม 20 องศา



รูปที่ 4.61 ปริมาณการก่ตะกอนต่อเวลาที่มูม 30 องศา



รูปที่ 4.62 ปริมาณการกลืนสะสมต่อเวลาที่มุม 40 องศา



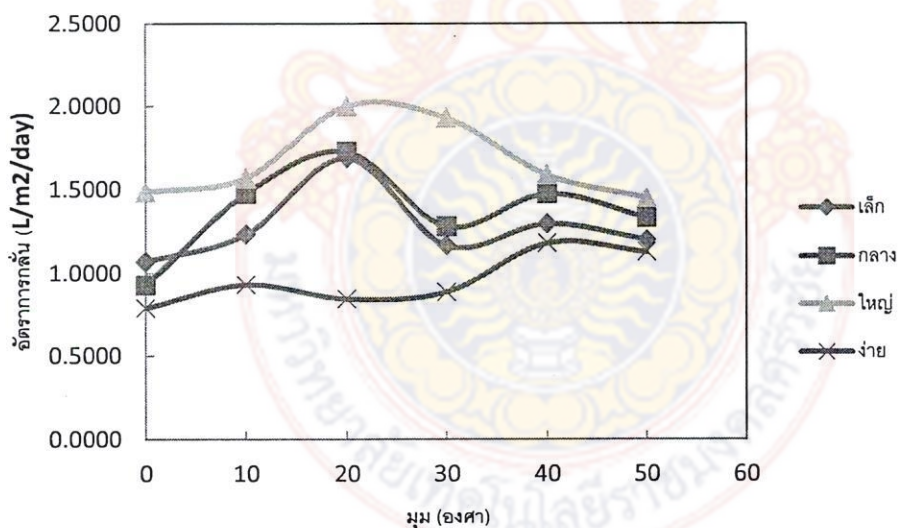
รูปที่ 4.63 ปริมาณการกลืนสะสมต่อเวลาที่มุม 50 องศา

4.9 เปรียบเทียบอัตราการกลั่น (ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน)

นำผลการทดลองมาเฉลี่ยและทำตารางเปรียบเทียบอัตราการกลั่นน้ำทะเล (ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน) ได้ดังตารางที่ 4.1 และ กราฟเปรียบเทียบได้ดังรูปที่ 4.64 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบอัตราการกลั่นน้ำทะเล (ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน)

มูม (องศา)	อัตราการกลั่น ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน			
	เล็ก	กลาง	ใหญ่	ง่าย
0	1.0704	0.9287	1.4843	0.7889
10	1.2324	1.4741	1.5694	0.932417
20	1.6880	1.7278	2.0000	0.845361
30	1.1648	1.2787	1.9287	0.887972
40	1.2944	1.4731	1.5880	1.179639
50	1.2000	1.3296	1.4481	1.126861



รูปที่ 4.64 กราฟเปรียบเทียบอัตราการกลั่นน้ำทะเล

4.9 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

จากผลการทดลองนำค่าอัตราการกลั่น และค่าความเข้มข้นของพลังงานแสงอาทิตย์ มาคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยจะพิจารณาในสภาวะคงตัว (Steady State) [13] ได้ดังต่อไปนี้

$$\eta = \frac{\dot{m} \times L \times 100}{q_0} \quad (1)$$

เมื่อ η = ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (ร้อยละ)

\dot{m} = อัตราการกลั่น ($\text{kg/m}^2/\text{hr}$)

L = ความร้อนแฝงของการระเหยของน้ำ

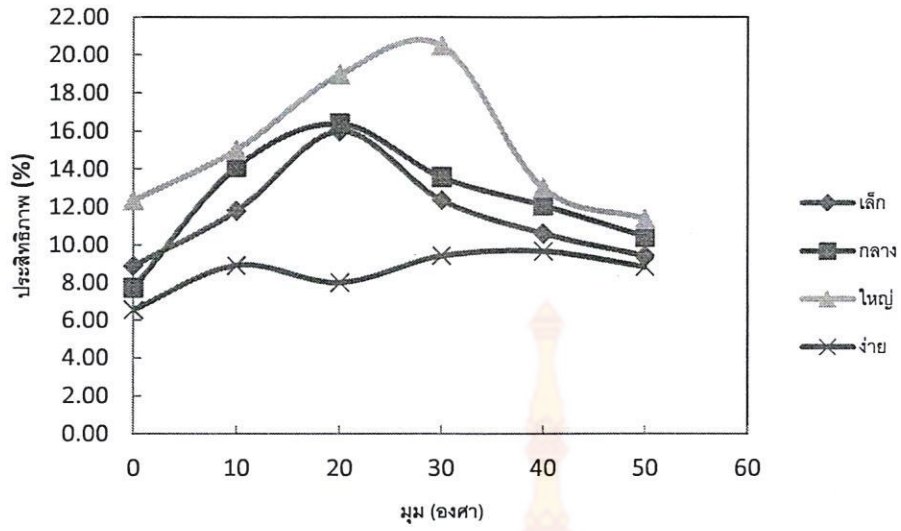
= 2257.1 kJ/kg

q_0 = ค่าความเข้มของพลังงานแสงอาทิตย์ ($\text{kJ/m}^2/\text{hr}$)

ค่าประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.65 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (ร้อยละ)

มุม (องศา)	L/m ² /hr				W/m ²	ประสิทธิภาพ (%)			
	เล็ก	กลาง	ใหญ่	ง่าย		เล็ก	กลาง	ใหญ่	ง่าย
0	0.1529	0.1327	0.2120	0.1127	1076.64	8.90	7.73	12.35	6.56
10	0.1761	0.2106	0.2242	0.1332	935.45	11.80	14.11	15.03	8.93
20	0.2411	0.2468	0.2857	0.1208	944.69	16.00	16.38	18.96	8.01
30	0.1664	0.1827	0.2755	0.1269	843.54	12.37	13.58	20.48	9.43
40	0.1849	0.2104	0.2269	0.1685	1091.87	10.62	12.08	13.03	9.68
50	0.1714	0.1899	0.2069	0.1610	1141.96	9.41	10.43	11.36	8.84



รูปที่ 4.65 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (ร้อยละ)



บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การเปรียบเทียบปริมาณการกลั่นน้ำทะเลที่มีการเปลี่ยนค่ามุมของแผ่นสะท้อนรังสี

จากผลการทดลองกลั่นน้ำทะเลด้วยเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยติดตั้งชุดแผ่นสะท้อนรังสี และ ทำการปรับค่ามุมของแผ่นสะท้อนรังสีที่ค่าต่างๆ ดังนี้คือ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 องศา พบว่า ปริมาณการกลั่นน้ำทะเลสะสมของแผ่นสะท้อนรังสีที่มุม 20 องศา จะให้ค่าสูงสุดที่ทุกขนาดของแผ่นสะท้อนรังสี (จากรูปที่ 4.55, 4.56 และ 4.57)

5.1.2 การเปรียบเทียบปริมาณการกลั่นน้ำทะเลที่มีการเปลี่ยนขนาดของแผ่นสะท้อนรังสี

จากผลการทดลองกลั่นน้ำทะเลด้วยเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยติดตั้งชุดแผ่นสะท้อนรังสี และ ทำการเปลี่ยนขนาดของแผ่นสะท้อนรังสีที่ค่าต่างๆ ดังนี้คือ แผ่นขนาดเล็ก แผ่นขนาดกลาง และแผ่นขนาดใหญ่ พบว่า ปริมาณการกลั่นน้ำทะเลสะสมของแผ่นสะท้อนรังสีที่มีขนาดใหญ่ จะให้ค่าสูงสุดที่ทุกค่ามุมของแผ่นสะท้อนรังสี (จากรูปที่ 4.58, 4.59, 4.60, 4.61, 4.62 และ 4.63)

5.1.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (ร้อยละ)

จากรูปที่ 4.65 ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (ร้อยละ) พบว่าค่าประสิทธิภาพจะมีค่าสูงสุดเมื่อมุมของแผ่นสะท้อนรังสีมีค่าเป็น 20 องศา ที่ขนาดของแผ่นสะท้อนรังสีขนาดเล็ก และ กลาง แต่ มุม 30 องศา จะให้ค่าประสิทธิภาพที่สูงสุดเมื่อแผ่นสะท้อนรังสีมีขนาดใหญ่

บรรณานุกรม

- [1] Desalination, <http://en.wikipedia.org/wiki/Desalination>
- [2] บรรณชา ชันเขียว และ ทวิช จิตรสมบูรณ์ (2551). อัตรากาโรไลที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดดแบบไหลต่อเนื่องฟิล์มบาง, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย
- [3] สำรวย ภูบาล, พิชัย นามประกาย และ ปรีดา จันวงษ์ (2550). การศึกษาความเป็นไปได้ของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย, วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, ปีที่ 3, ฉบับที่ 1, มกราคม – มิถุนายน 2550, หน้า 1 – 7.
- [4] สำรวย ภูบาล และ สิทธิพร ใหญ่ธนายศ (2552). การทดสอบเครื่องกลั่นน้ำแสงอาทิตย์รูปทรงพีระมิด, วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, ปีที่ 5, ฉบับที่ 2, กรกฎาคม – ธันวาคม 2552, หน้า 59 – 67.
- [5] บัญญัติ นิยมวาส (2554). การศึกษาสมรรถนะของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีถาดรองน้ำแบบเรียบและแบบลอนสี่เหลี่ยม, การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7, 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรมภูเก็ตออร์คิดรีสอร์ทแอนด์สปา หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต
- [6] บัญญัติ นิยมวาส (2555). การศึกษาสมรรถนะของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีแผ่นสะท้อนรังสี, การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8, 2-4 พฤษภาคม 2555, โรงแรมตักศิลา อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
- [7] L.M. Flendrig, B. Shah, N. Subrahmaniam and V. Ramakrishnan (2009). Low cost thermoformed solar still water purifier for D&E countries, *Physics and Chemistry of the Earth*, Part A/B/C, Vol. 34, Issue. 1 – 2, 2009, pp. 50 – 54.
- [8] อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อสภาพภูมิอากาศโลก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://dnfe5.nfe.go.th/ilp/sunshine/SUN-1.htm>. (วันที่ค้นข้อมูล : 17 พฤศจิกายน 2555).
- [9] ปริมาณการใช้พลังงานแสงอาทิตย์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.dede.go.th>. (วันที่ค้นข้อมูล : 25 พฤศจิกายน 2555).
- [10] ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.dede.go.th>. (วันที่ค้นข้อมูล : 25 พฤศจิกายน 2555).
- [11] Hikmet S. Aybar, Fuat Egelioglu, U. Atikol. (2005). An experimental study on an Inclined solar water distillation system Desalination. Volume 180, pp. 285-289.
- [12] G.N. Tiwari. (2002). Solar Energy Fundamental Design Modelling and Applications Alpha Science. New Delhi.
- [13] Hamdan M.A., Musa A.M. and Jubran B.A. (1999). Performance of solar still under Jordanian climate, *Energy Conversion & Management*, Volume 40, pp. 495 – 503.

ภาคผนวก

ผลการทดลอง



รางที่ ๗1 การทดลองที่มุม 0 องศา ครั้งที่ 1 (29/3/56)

เวลา	อุณหภูมิหน้า (°C)				อุณหภูมิอากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		min	max	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
					9	32	34				
9.5	30	41	42	42	30	1237	1247	0	0	0	0
10	44	46	46	46	31	1008	1023	0	0	0	0
10.5	49	50	50	49	31	1158	1179	0	0	0	36
11	53	54	54	52	34	1235	1240	15	17	18	74
11.5	54	54	54	52	33	1284	1308	42	43	27	116
12	55	54	54	54	34	1321	1344	83	80	44	170
12.5	56	54	54	55	33	1332	1346	142	134	72	231
13	57	55	55	55	31	1230	1234	182	178	97	268
13.5	58	56	56	56	33	1260	1266	190	210	124	322
14	56	54	54	55	32	1269	1280	196	243	158	366
14.5	54	53	53	55	33	1010	1020	212	292	180	436
15	53	53	53	53	33	985	1006	220	329	204	454
15.5	53	53	53	52	33	995	1001	226	378	240	498
16	52	53	53	50	33	684	692	238	382	281	546



ร่างที่ ผ2 การทดลองที่มุม 0 องศา ครั้งที่ 2 (30/3/56)

เวลา	อุณหภูมิน้ำ (°C)				อุณหภูมิอากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL.Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		min	max	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
9.5	39	42	42	44	32	1242	1247	0	0	0	0
10	47	49	48	50	32	1174	1180	0	0	0	0
10.5	50	53	50	53	31	1100	1120	13	0	0	18
11	52	55	52	56	32	1200	1112	34	15	17	44
11.5	52	53	52	56	33	810	825	64	45	44	83
12	53	54	54	56	33	1326	1335	81	82	81	146
12.5	53	54	55	56	34	1350	1356	110	102	114	192
13	52	54	53	56	33	1320	1329	142	114	156	260
13.5	53	54	53	56	32	1254	1272	167	136	192	302
14	53	54	53	57	33	1249	1257	196	170	260	374
14.5	54	55	54	56	31	1269	1275	222	202	302	432
15	54	54	54	56	33	795	814	256	242	346	474
15.5	51	54	51	53	32	853	862	262	282	362	518
16	49	53	49	51	33	694	704	274	328	370	556



ร่างที่ ผ3 การทดลองที่มุม 0 องศา ครั้งที่ 3 (31/3/56)

เวลา	อุณหภูมิน้ำ (°C)				อุณหภูมิ อากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		(w/m ²)		แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
						min	max				
9	35	35	35	36	30	1227	1232	0	0	0	0
9.5	43	44	44	45	32	1103	1170	0	0	0	0
10	48	48	48	49	31	1130	1136	0	0	0	0
10.5	50	51	48	52	31	965	977	0	19	0	22
11	52	51	51	54	33	1320	1330	20	35	28	51
11.5	54	55	54	58	35	1253	1260	48	72	48	88
12	54	54	55	59	35	1210	1275	92	122	72	140
12.5	53	54	52	55	34	403	408	130	170	103	190
13	53	53	54	55	35	1272	1281	174	219	136	238
13.5	54	53	53	56	32	1106	1192	182	272	165	280
14	52	52	52	53	32	1121	1130	198	318	200	326
14.5	51	50	52	52	31	1071	1075	234	368	246	377
15	51	52	52	54	32	774	783	261	382	260	437
15.5	50	51	52	52	32	635	640	290	415	296	459
16	45	46	46	46	33	350	360	340	446	352	501



ร่างที่ ผ4 การทดลองที่มุม 10 องศา ครั้งที่ 1 (1/4/56)

เวลา	อุณหภูมิน้ำ (°C)				อุณหภูมิ อากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		(w/m ²)		แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
						min	max				
9	32	32	32	33	31	720	734	0	0	0	0
9.5	37	39	42	39	32	1025	1031	0	0	0	0
10	45	46	47	47	34	1079	1083	0	0	0	0
10.5	50	52	53	53	31	1065	1063	0	0	24	28
11	53	54	56	56	33	1162	1179	22	44	50	76
11.5	55	56	56	57	31	1212	1219	48	50	98	118
12	57	60	58	60	33	1200	1218	86	88	160	192
12.5	58	60	58	60	33	1170	1179	126	128	214	256
13	58	58	57	60	31	1172	1182	160	182	306	326
13.5	56	58	57	58	36	1123	1194	194	248	361	382
14	56	58	57	58	33	1169	1179	244	288	402	446
14.5	55	55	54	54	32	975	1002	287	338	454	488
15	54	54	53	53	32	810	825	318	382	498	530
15.5	53	54	53	53	34	812	820	352	418	552	581
16	51	52	52	50	34	759	765	383	454	584	614

รางที่ ๗5 การทดลองที่มุม 10 องศา ครั้งที่ 2 (2/4/56)

เวลา	อุณหภูมิน้ำ (°C)				อุณหภูมิ อากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		(w/m ²)		แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
						min	max				
9	32	33	34	33	29	1264	1482	0	0	0	0
9.5	38	39	40	39	33	1154	1170	0	0	0	0
10	44	45	46	45	31	497	502	0	0	0	0
10.5	50	51	51	51	33	1228	1233	0	0	24	26
11	53	54	55	56	32	1190	1202	20	24	62	64
11.5	55	56	56	57	32	1262	1276	39	40	116	116
12	57	58	58	58	32	1164	1178	82	84	180	184
12.5	58	59	59	59	34	1221	1249	121	153	268	276
13	58	60	62	62	32	1183	1202	166	220	340	344
13.5	57	59	61	61	33	1122	1149	204	284	406	418
14	56	59	61	61	32	967	986	242	340	431	448
14.5	55	58	60	60	32	853	865	294	396	462	486
15	54	55	58	58	32	837	854	321	456	504	524
15.5	49	51	54	55	32	719	736	340	488	556	578
16	47	49	50	51	32	428	445	372	496	588	612

วันที่ ผ6 การทดลองที่มุม 10 องศา ครั้งที่ 3 (3/4/56)

เวลา	อุณหภูมิน้ำ (°C)				อุณหภูมิ อากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		(w/m ²)		แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
						min	max				
9	32	32	33	32	31	793	814	0	0	0	0
9.5	35	36	36	37	31	1123	1151	0	0	0	0
10	37	40	41	41	31	389	398	0	0	0	0
10.5	37	41	41	42	30	298	319	0	0	0	0
11	36	40	40	41	31	676	739	10	18	20	20
11.5	37	42	43	44	31	335	346	22	34	41	40
12	38	43	44	44	32	608	619	40	48	58	60
12.5	42	48	49	49	31	810	823	50	62	72	75
13	48	54	55	55	31	1198	1200	62	86	103	106
13.5	50	55	57	57	33	1150	1225	84	130	150	152
14	52	55	58	59	31	1211	1235	112	178	206	217
14.5	53	58	60	60	32	597	625	148	240	278	282
15	50	53	55	56	34	751	765	180	294	332	362
15.5	49	52	54	54	35	791	815	219	342	376	418
16	48	51	52	53	33	318	323	252	381	420	469



ร่างที่ ผ7 การทดลองที่มุม 20 องศา ครั้งที่ 1 (4/4/56)

เวลา	อุณหภูมิพื้น (°C)				อุณหภูมิอากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		(w/m ²)		แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
						min	max				
9	33	33	33	33	33	673	685	0	0	0	0
9.5	37	37	39	39	36	819	823	0	0	0	0
10	41	42	44	46	33	942	952	0	0	0	0
10.5	48	51	52	53	33	1080	1095	0	18	19	22
11	49	53	55	58	35	1206	1211	16	34	36	42
11.5	53	57	60	62	34	1209	1212	32	70	72	91
12	55	60	61	65	35	2218	1231	66	128	131	176
12.5	56	63	65	68	35	1253	1265	104	216	220	286
13	56	64	67	69	34	1206	1217	138	306	318	404
13.5	54	62	65	66	35	1249	1257	182	398	406	492
14	54	61	63	65	33	1064	1079	226	462	473	591
14.5	53	57	59	61	33	1062	1077	270	528	538	680
15	52	56	59	58	33	942	954	302	584	596	744
15.5	51	52	53	55	32	705	724	338	634	644	802
16	50	51	51	52	33	648	670	364	665	674	836

ร่างที่ ผ8 การทดลองที่มุม 20 องศา ครั้งที่ 2 (5/4/56)

เวลา	อุณหภูมิหน้า (°C)				อุณหภูมิ อากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		(w/m ²)		แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
						min	max				
9	31	31	31	31	31	632	640	0	0	0	0
9.5	35	36	36	37	30	855	860	0	0	0	0
10	40	43	43	44	29	304	318	0	0	0	0
10.5	46	48	49	49	33	1081	1095	0	0	0	0
11	49	53	53	56	30	1201	1207	7	18	20	20
11.5	52	59	59	62	30	1237	1245	22	56	60	80
12	54	64	64	65	31	1242	1250	50	122	128	164
12.5	53	65	65	67	28	1229	1244	90	202	220	278
13	54	66	66	69	30	1225	1228	134	308	322	408
13.5	54	64	65	68	28	1108	1126	172	400	426	449
14	54	61	63	65	29	1078	1082	200	466	490	494
14.5	52	57	59	61	29	1057	1073	237	538	569	576
15	52	54	56	58	29	903	916	285	587	614	638
15.5	51	51	52	54	27	168	187	294	648	658	705
16	45	46	47	49	27	160	162	307	674	688	722



รางที่ ๗9 การทดลองที่มุม 20 องศา ครั้งที่ 3 (6/4/56)

เวลา	อุณหภูมิน้ำ (°C)				อุณหภูมิอากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		(w/m ²)		แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
						min	max				
9	31	31	31	31	30	643	658	0	0	0	0
9.5	34	34	35	35	30	866	882	0	0	0	0
10	39	40	41	41	31	987	998	0	0	0	0
10.5	42	44	45	46	32	1096	1114	0	0	0	0
11	46	51	53	53	31	1105	1123	0	24	26	26
11.5	47	52	53	53	30	1110	1129	18	60	62	62
12	49	58	59	59	30	1130	1143	34	124	126	130
12.5	49	59	60	60	30	1148	1160	48	174	176	182
13	51	60	62	62	29	1059	1081	71	244	238	264
13.5	54	60	62	62	30	795	820	96	302	326	348
14	52	54	57	58	29	628	632	132	354	362	406
14.5	49	50	53	53	31	762	791	162	402	416	434
15	48	49	51	51	31	809	816	186	434	452	468
15.5	48	48	50	50	30	501	510	200	468	488	538
16	46	47	47	47	31	338	345	242	484	504	602

ร่างที่ ผ10 การทดลองที่มุม 30 องศา ครั้งที่ 1 (8/4/56)

เวลา	อุณหภูมิพื้น (°C)				อุณหภูมิ อากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL.Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		min	max	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
9.3	33	35	35	35	31	521	548	0	0	0	0
10	34	39	40	40	31	718	720	0	0	0	0
10.3	44	45	45	45	31	769	772	0	0	0	0
11	49	49	49	51	31	1068	1072	14	20	15	12
11.3	52	54	53	55	33	1168	1178	37	38	41	41
12	56	58	59	60	33	1218	1225	76	84	93	122
12.3	57	60	60	61	33	1184	1187	119	168	170	285
13	55	59	60	61	33	1197	1205	170	280	256	328
13.3	55	59	60	60	32	1018	1020	209	310	347	428
14	55	56	57	58	32	909	911	254	376	414	504
14.3	53	53	55	55	34	918	923	284	407	496	613
15	53	53	53	54	33	836	843	305	435	513	769
15.3	52	52	53	52	32	711	714	369	477	549	871
16	50	48	50	49	32	496	501	395	506	580	1105



ร่างที่ ผ11 การทดลองที่มุม 30 องศา ครั้งที่ 2 (9/4/56)

เวลา	อุณหภูมิพื้น (°C)				อุณหภูมิอากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		min	max	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
					9						
9.3	34	37	38	39	30	569	570	0	0	0	0
10	43	41	43	44	31	671	674	0	0	0	0
10.3	44	42	43	45	32	605	607	0	0	0	0
11	46	45	46	48	32	818	820	10	13	14	17
11.3	48	49	49	50	32	1108	1110	25	21	41	44
12	55	56	58	60	34	1342	1344	42	47	74	88
12.3	56	60	61	63	34	1223	1224	82	104	124	172
13	58	61	61	63	34	1136	1142	119	170	200	277
13.3	56	58	58	59	33	829	830	166	238	276	358
14	53	53	54	56	34	560	562	202	281	330	421
14.3	50	50	50	51	34	620	713	224	319	366	459
15	51	51	50	50	34	652	660	258	351	400	501
15.3	51	51	51	51	33	834	921	273	379	415	518
16	42	48	49	50	33	778	829	296	412	456	558



รางที่ ผ12 การทดลองที่มุม 30 องศา ครั้งที่ 3 (11/4/56)

เวลา	อุณหภูมิน้ำ (°C)				อุณหภูมิอากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		(w/m ²)		แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
					min	max					
9	32	32	31	33	30	685	715	0	0	0	0
9.3	37	39	40	41	30	1135	1250	0	0	0	0
10	43	47	48	50	31	1350	1401	0	0	0	0
10.3	53	50	52	53	31	1249	1311	16	12	11	14
11	53	52	53	55	31	833	930	38	40	37	47
11.3	50	50	50	52	31	1232	1328	56	62	64	66
12	47	48	48	50	31	495	500	84	80	92	110
12.3	44	44	45	46	30	370	374	102	122	116	144
13	46	49	49	50	32	1242	1333	124	138	149	167
13.3	54	55	55	56	33	1151	1215	154	180	176	221
14	53	55	55	56	31	685	716	182	228	232	282
14.3	49	50	50	51	30	463	475	216	280	270	334
15	46	47	48	48	30	500	502	228	296	295	368
15.3	44	45	44	46	30	291	293	262	324	326	399
16	41	41	40	41	29	188	190	268	340	345	420



ร่างที่ ผ13 การทดลองที่มุม 40 องศา ครั้งที่ 1 (18/4/56)

เวลา	อุณหภูมิน้ำ (°C)				อุณหภูมิอากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		min	max	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
					9						
9.3	38	39	39	39	28	1090	1118	0	0	0	0
10	44	47	47	47	30	1198	1217	0	0	0	0
10.3	50	50	52	52	31	1224	1293	8	11	10	18
11	53	53	53	54	31	1260	1280	34	35	35	35
11.3	54	55	55	57	31	1279	1286	68	74	83	83
12	55	56	57	58	31	1227	1230	106	129	134	136
12.3	54	56	55	56	31	1170	1186	158	171	189	206
13	55	56	56	56	31	1189	1200	206	218	250	266
13.3	57	57	59	59	32	1220	1259	246	266	304	318
14	56	57	58	58	32	1115	1140	280	316	359	370
14.3	56	56	57	57	32	1273	1343	328	366	429	442
15	53	55	55	55	32	1040	1060	356	400	459	488
15.3	52	53	53	53	32	1080	1118	384	437	490	531
16	51	51	51	51	31	436	450	426	446	520	568



รางที่ พ14 การทดลองที่มุม 40 องศา ครั้งที่ 2 (19/4/56)

เวลา	อุณหภูมิน้ำ (°C)				อุณหภูมิอากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL.Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		min	max	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
					9						
9.3	40	40	40	40	30	1094	1132	0	0	0	0
10	45	45	46	46	30	1174	1207	0	0	0	0
10.3	48	50	50	50	30	835	846	13	11	16	14
11	51	52	53	52	32	1149	1153	22	22	46	38
11.3	53	54	56	54	32	1039	1050	44	58	80	76
12	53	54	56	56	32	1129	1146	96	96	128	126
12.3	56	56	58	58	32	1072	1101	103	126	186	192
13	54	55	56	54	31	622	631	176	182	244	246
13.3	56	57	58	57	32	1246	1359	218	238	287	300
14	56	58	58	58	32	1154	1209	246	292	347	362
14.3	55	57	58	57	33	1140	1165	302	346	404	420
15	52	54	55	54	31	1113	1121	348	380	443	472
15.3	52	52	52	52	31	1014	1059	382	430	482	520
16	50	51	50	50	30	846	856	408	474	504	558



รางที่ พ15 การทดลองที่มุม 40 องศา ครั้งที่ 3 (20/4/56)

เวลา	อุณหภูมิพื้นน้ำ (°C)				อุณหภูมิ อากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่				แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
						min	max				
9	35	35	35	35	30	1039	1056	0	0	0	0
9.3	36	37	39	39	30	1128	1140	0	0	0	0
10	45	45	45	45	30	1272	1276	0	0	0	0
10.3	46	47	49	49	30	1243	1253	9	10	15	14
11	49	49	52	52	31	1257	1260	34	19	52	38
11.3	53	52	56	55	31	1235	1247	62	53	92	85
12	56	54	58	59	31	1269	1270	102	94	155	157
12.3	54	53	56	57	32	1240	1252	160	144	219	223
13	55	54	58	58	33	1254	1263	204	198	272	280
13.3	56	55	59	59	32	993	1003	242	250	341	350
14	54	54	58	58	33	1242	1254	286	308	394	421
14.3	52	53	56	57	32	1006	1012	320	369	451	463
15	50	51	54	55	32	991	1021	366	409	495	530
15.3	49	50	51	51	32	729	763	398	446	533	556
16	45	45	46	47	31	346	348	440	478	567	589



รางที่ พ16 การทดลองที่มุม 50 องศา ครั้งที่ 1 (22/4/56)

เวลา	อุณหภูมิพื้น (°C)				อุณหภูมิ อากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		(w/m ²)		แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
					min	max					
9	28	28	28	28	30	782	790	0	0	0	0
9.3	34	38	40	40	32	1002	1008	0	0	0	0
10	44	45	47	46	31	1028	1030	0	0	0	0
10.3	47	48	49	48	32	1243	1251	0	0	19	0
11	49	50	53	52	32	1178	1187	24	26	42	29
11.3	54	54	54	55	32	1259	1262	53	58	81	66
12	55	55	55	56	32	1275	1282	96	106	130	122
12.3	55	55	55	56	32	1273	1279	136	148	184	174
13	52	53	54	55	32	1274	1280	178	200	219	227
13.3	54	54	56	56	32	1231	1243	228	250	293	292
14	54	53	54	55	32	1254	1260	279	300	330	342
14.3	53	53	53	54	32	1256	1258	304	336	376	388
15	53	53	53	54	32	1093	1107	342	387	427	449
15.3	50	51	51	52	32	1057	1098	384	422	466	486
16	49	51	51	52	32	785	797	416	456	504	526



ตารางที่ ผ17 การทดลองที่มุม 50 องศา ครั้งที่ 2 (23/4/56)

เวลา	อุณหภูมิน้ำ (°C)				อุณหภูมิอากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL.Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		(w/m ²)		แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
					min	max					
9	32	32	32	32	30	925	931	0	0	0	0
9.3	40	40	42	41	30	1025	1035	0	0	0	0
10	47	47	48	47	31	1077	1086	0	0	0	0
10.3	49	49	52	52	31	1195	1201	15	14	24	14
11	51	52	53	53	32	1213	1220	36	27	49	48
11.3	53	54	55	55	33	1265	1272	68	67	89	90
12	53	54	55	55	33	1164	1165	106	106	132	136
12.3	53	54	55	56	33	1264	1267	154	153	170	198
13	54	55	56	56	33	1268	1271	191	194	216	250
13.3	54	55	56	56	32	1215	1225	249	249	274	314
14	52	54	56	56	32	1149	1152	297	299	328	364
14.3	54	54	54	54	32	1118	1124	324	335	360	413
15	51	51	53	52	31	965	971	362	368	408	456
15.3	51	51	53	52	31	862	870	395	414	452	502
16	48	48	50	49	31	862	873	429	454	490	548



ตารางที่ ผ18 การทดลองที่มุม 50 องศา ครั้งที่ 3 (24/4/56)

เวลา	อุณหภูมิน้ำ (°C)				อุณหภูมิอากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m ²)		อัตราการกลั่นน้ำ (mL/Hr)			
	แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่		(w/m ²)		แบบง่าย	เล็ก	กลาง	ใหญ่
					min	max					
9	30	30	30	30	31	719	722	0	0	0	0
9.3	34	39	37	37	31	1108	1113	0	0	0	0
10	44	47	44	44	31	1180	1184	0	0	0	0
10.3	46	48	47	48	31	1262	1272	7	9	10	9
11	51	51	50	50	32	1583	1588	34	19	22	35
11.3	52	52	50	51	32	1312	1352	60	59	66	65
12	53	53	53	53	32	1334	1344	88	91	94	100
12.3	53	53	54	55	31	1290	1292	138	142	143	152
13	54	56	56	57	32	1272	1285	152	176	180	203
13.3	52	53	55	56	32	1224	1226	204	210	236	256
14	52	56	55	56	32	1208	1210	234	247	262	308
14.3	51	54	54	55	32	1139	1143	284	287	320	373
15	50	53	54	54	32	1200	1210	318	342	360	410
15.3	50	52	53	53	31	1044	1050	357	360	396	450
16	50	50	51	51	31	776	782	372	386	442	490

