



## รายงานการวิจัย

เรื่อง

การเพิ่มสมรรถนะให้กับเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

Performance Enhancement of Solar Sea Water Desalination

ชื่อ - สกุล

นายบัญญัติ นิยมวาส

นายบรรเจิด โปฏกรณ์

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2559

## บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเชิงทดลองสมรรถนะเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีน้ำไหลผ่านกระจกต่อเนื่อง ซึ่งออกแบบให้น้ำทะเลไหลผ่านกระจกด้านบนของตัวเครื่อง ก่อนที่จะนำน้ำทะเลเข้าไปในเครื่องกลั่น โดยอัตราการไหล 5 ลิตรต่อชั่วโมง มีโครงสร้างประกอบด้วย ท่อปล่อยน้ำทะเลขนาดรูเจาะ 1 มิลลิเมตร ระยะห่างของรูเจาะ 5 มิลลิเมตร ถาดรับน้ำทะเลในเครื่องแบบราบเรียบ สี่เหลี่ยมทำด้วยสังกะสีทาสีดำด้าน ขนาด 600 มิลลิเมตร × 600 มิลลิเมตร กระจกบนตัวเครื่องใสหนา 3 มิลลิเมตร เอียงลาดด้านเดียวทำมุม 15 องศา ทำการทดลองในช่วงเวลา 09.00 – 16.00 น. โดยมีการทดลองเปรียบเทียบในสภาวะเดียวกันเป็นเวลา 3 วัน เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบระหว่างแบบที่มีน้ำไหลผ่านกระจก กับแบบที่ไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก จากการทดลองพบว่าสมรรถนะเครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบมีน้ำไหลผ่านกระจก ให้สมรรถนะสูงกว่าเครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก พบว่าให้อัตราการกลั่นน้ำอยู่ที่ 0.675 ลิตรต่อตารางเมตร และ 0.382 ลิตรต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยแบบที่มีน้ำไหลผ่านกระจกมีสมรรถนะสูงกว่า ประมาณ 43.36 %



## Abstract

The purpose of this research was to study the performance of solar desalination with seawater continuously flowing through a plate of glass. The seawater was designed to flow through the top of the device 5 L/h. The pipe dropping into the seawater had a 1 mm hole and the space between the pipe and the hole was 5 mm. The system has a square wave tray with dimensions of 600 mm x 600 mm. It is covered with a 3 mm thick glass and has an inclination angle of 15 degrees. The experiment was performed for a total of 3 days under the same experimental period for 6 hours per day between 9.00 am – 4.00 pm. The results were compared between the system with the seawater flowing through a plate of glass and another one that did not have seawater flowing through a plate of glass. The study showed that the capacity of the system with the seawater flowing through the plate of glass was higher than the one that did not have it. The distillation rate of the solar desalination was 0.675 L/m<sup>2</sup> and 0.382 L/m<sup>2</sup> respectively. The results show that the distillation of solar desalination with the seawater flowing through a plate of glass was 43.36% higher than the solar desalination without seawater flowing through a plate of glass.



## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง “การเพิ่มสมรรถนะให้กับเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์” ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2559 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ต่อไป

คณะผู้วิจัย





## สารบัญเรื่อง

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	17
บทที่ 4 ผลการทดลอง	22
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	34
บรรณานุกรม	35
ภาคผนวก ก	37
ภาคผนวก ข	41
ภาคผนวก ค	47



## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของประเทศไทย	12
2.2	โครงการด้านพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วประเทศไทย	13
3.1	คุณสมบัติของสายเทอร์โมคัปเปิล	22
3.2	คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล	23
3.3	คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องวัดความเข้มแสง	24



## สารบัญรูปรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	เครื่องกลั่นน้ำแบบกระจกเอียงด้านเดียว	3
2.2	เครื่องกลั่นน้ำแบบกระจกเอียงสองด้าน	4
2.3	เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบปริมาตรของนิรมิต มากดี	5
2.4	เครื่องกลั่นน้ำที่ได้รับการปรับปรุงโดยทฤษฎีการถ่ายเทมวล	6
2.5	ลักษณะมุมเอียงที่มีผลต่อเครื่องกลั่นน้ำ	7
2.6	เครื่องกลั่นน้ำที่ใช้วัสดุทำผนัง 2 ชนิด	7
2.7	เครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบแผ่นลอนสี่เหลี่ยมกับแบบแผ่นเรียบ	8
2.8	เครื่องกลั่นน้ำของ Maung Nay Htun and Aftab	9
2.9	เครื่องกลั่นน้ำแบบเอียงด้านเดียวที่ใช้พลาสติกเป็นฝาครอบ	9
2.10	เครื่องกลั่นน้ำแบบแนวตั้ง	10
2.11	อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อสภาพภูมิอากาศโลก	11
2.12	แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย พ.ศ. 2542	14
2.13	การจำแนกเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้กันโดยทั่วไป	15
2.14	เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย	16
3.1	ขนาดของกระจกหน่วยมิลลิเมตร	18
3.2	ขนาดของถาดแบบลอนสี่เหลี่ยมหน่วยมิลลิเมตร	18
3.3	ถาดรับน้ำแบบลอนสี่เหลี่ยม	19
3.4	ขนาดของท่อพีวีซีเจาะรู	19
3.5	ฐานตั้งเครื่องกลั่นน้ำ	20
3.6	ถังบรรจุน้ำทะเลพร้อมฐานตั้ง	20
3.7	เครื่องกลั่นน้ำทั้งสองแบบที่สร้างเสร็จแล้ว	21
3.8	แสดงตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นน้ำทะเล	21
3.9	แสดงทิศทางการไหลของน้ำ	22
3.10	เทอร์โมคัปเปิล	23
3.11	เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล	24
3.12	เครื่องวัดความเข้มแสง	25

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.13	กระบอกตวง	26
4.1	ความเข้มแสงที่ตำแหน่งต่างๆ (ครั้งที่ 1)	28
4.2	เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำทะเลทั้งสองแบบ	29
4.3	ปริมาณการกลั่นน้ำสะสมที่กลั่นได้ (ครั้งที่ 1)	29
4.4	เข้มแสงที่ตำแหน่งต่างๆ (ครั้งที่ 2)	30
4.5	เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำทะเลทั้งสองแบบ	30
4.6	ปริมาณการกลั่นน้ำสะสมที่กลั่นได้ (ครั้งที่ 2)	31
4.7	ความเข้มแสงที่ตำแหน่งต่างๆ (ครั้งที่ 3)	32
4.8	เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำทะเลทั้งสองแบบ	32
4.9	ปริมาณการกลั่นน้ำสะสมที่กลั่นได้ (ครั้งที่ 3)	33





# บทที่ 1

## บทนำ

เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนน้ำทะเลหรือน้ำกร่อยให้เป็นน้ำจืดโดยใช้การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนเพื่อใช้ในการกลั่น โดยเครื่องมือชนิดนี้จะมีประโยชน์มากในพื้นที่ห่างไกล และแห้งแล้งหรือบริเวณที่เป็นเกาะหรือติดทะเล บริเวณพื้นที่ที่มีน้ำใต้ดินเป็นน้ำกร่อย และเพื่องานศึกษาเครื่องกลั่นน้ำทะเล เป็นต้น

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันน้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ซึ่งใช้ในการอุปโภค บริโภค โดยเฉพาะน้ำจืดเป็นปัจจัยหลักในการอยู่รอดและความสะดวกสบาย จากภูมิประเทศทางภาคใต้ของประเทศไทยมีพื้นที่ที่ติดทะเลมากทั้งฝั่งอันดามัน และฝั่งอ่าวไทยซึ่งเป็นที่ที่มีฤดูร้อนค่อนข้างยาวนานกว่าทุกภาคของประเทศมีแดดแรงตลอดเกือบทั้งปีจากแสงอาทิตย์ และน้ำทะเลที่มีเป็นจำนวนมาก [1] ทำให้มีการคิดค้นเครื่องกลั่นน้ำทะเลเพื่อนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน พื้นที่ขาดแคลนน้ำจืด เช่น บนเกาะต่างๆ ตามชายฝั่งทะเล และบนเรือต่างๆ เป็นต้น เครื่องกลั่นน้ำทะเลมีการคิดค้นออกแบบและพัฒนาหลากหลายแบบด้วยกัน โดยมีการศึกษาองค์ประกอบตัวแปรต่างๆ ที่ทำให้การกลั่นน้ำทะเลมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยคิดอัตราการผลิตรายชั่วโมง ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน โดยงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการทดลองปรับเปลี่ยนตัวแปรต่างๆ เช่น มุมเอียงของแผ่นรับแสงอาทิตย์ ขนาดของแผ่นรับแสงอาทิตย์ การเพิ่มแผ่นสะท้อนรังสี เป็นต้น [2] จากที่กล่าวมาทำให้เกิดสมมุติฐานขึ้นว่าถ้าออกแบบให้มีน้ำไหลผ่านแผ่นฟิล์มบางที่มีอัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสมจะสามารถช่วยในการกลั่นตัวของน้ำให้มีประสิทธิภาพ เพื่อประหยัดเวลาและแสงแดดที่ไม่แน่นอน ให้ได้ปริมาณน้ำจืดมากที่สุด

งานศึกษานี้เป็นการศึกษาสมรรถนะของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีอัตราน้ำไหลผ่านแผ่นฟิล์มบางโดยศึกษาค่าอัตราการไหลที่เหมาะสมที่สุดในการกลั่นตัวของน้ำทะเล โดยงานศึกษานี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตมากขึ้น เพื่อให้ได้น้ำจืดมาใช้ในการอุปโภคบริโภคในพื้นที่ขาดแคลนน้ำจืด

## 1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
- 1.2.2 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
- 1.2.3 เพื่อทดลองการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

## 1.3 ขอบเขต

- 1.3.1 ถาดรองรับน้ำของเครื่องกลั่นน้ำทะเลมีขนาด 600 x 600 มิลลิเมตร และเป็นแบบพื้นเรียบ
- 1.3.2 แผ่นกระจกของเครื่องกลั่นน้ำทะเลทำมุมรับแสงอาทิตย์ 15 องศา กับระนาบ
- 1.3.3 เครื่องกลั่นน้ำทะเลจะมีน้ำไหลผ่านกระจกรับแสงอาทิตย์ด้วยอัตราการไหลของน้ำ 5 ลิตรต่อชั่วโมง
- 1.3.4 ระยะเวลาที่ทำการทดลองในแต่ละวันตั้งแต่ 9.00 น. ถึง 16.00 น.
- 1.3.5 ทำการทดลองซ้ำ 3 วัน
- 1.3.6 ในการทดลองจะมีเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 2 เครื่อง ทดลองพร้อมกัน วางในตำแหน่งใกล้เคียงกัน โดยเครื่องหนึ่งเป็นแบบมีน้ำไหลผ่านกระจกและอีกเครื่องจะไม่มี

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้ทราบถึงตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการผลิตน้ำจืดจากการกลั่นน้ำทะเล เพื่อใช้ในการพัฒนาให้เครื่องกลั่นน้ำทะเลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในอนาคต
- 1.4.2 สามารถนำข้อมูลการทดลองที่ได้ไปใช้ในการประกอบการศึกษาและใช้เป็นแหล่งอ้างอิงได้
- 1.4.3 สามารถนำเครื่องกลั่นน้ำทะเลที่ได้ไปเผยแพร่ให้กับชาวบ้านในท้องถิ่นที่อยู่บริเวณตามเกาะต่างๆ หรือพื้นที่ที่ติดชายทะเลที่ขาดแคลนน้ำจืดในการอุปโภค บริโภค
- 1.4.4 สามารถนำไปเผยแพร่ในวงวิชาการ โดยการเข้าร่วมการประชุมวิชาการ

## บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

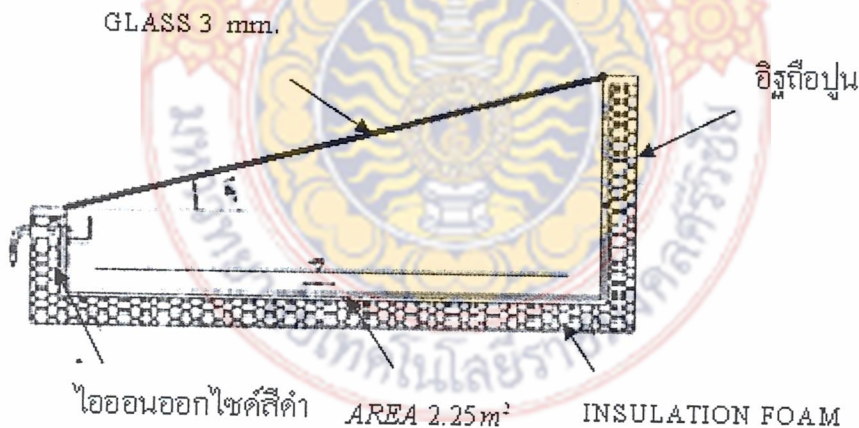
จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 อธิบายถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ของนักวิจัยที่ผ่านมา ส่วนที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

### 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการกลั่นน้ำของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์จะคล้ายกับการกลั่นตัวของหยดน้ำตกลงมา เป็นฝน คือทำให้น้ำกร่อยหรือน้ำทะเลผ่านเข้าไปในภาชนะสีดำ และปิดไว้ด้วยกระจกใสซึ่งเอียงทำมุมที่พอเหมาะให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านลงไปได้ เมื่อแสงอาทิตย์ส่องผ่านกระจกไปยังภาชนะสีดำซึ่งดูดกลืนความร้อนได้ดี น้ำในภาชนะจะระเหยกลายเป็นไอลอยขึ้นไปกระทบกับแผ่นกระจกซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า จึงมีการควบแน่นของไอน้ำกลายเป็นหยดน้ำเกาะกับแผ่นกระจกซึ่งได้เอียงทำมุมที่เหมาะสม หยดน้ำเหล่านั้นจะค่อยๆ ไหลลงสู่รางซึ่งอยู่ด้านล่างของกระจก

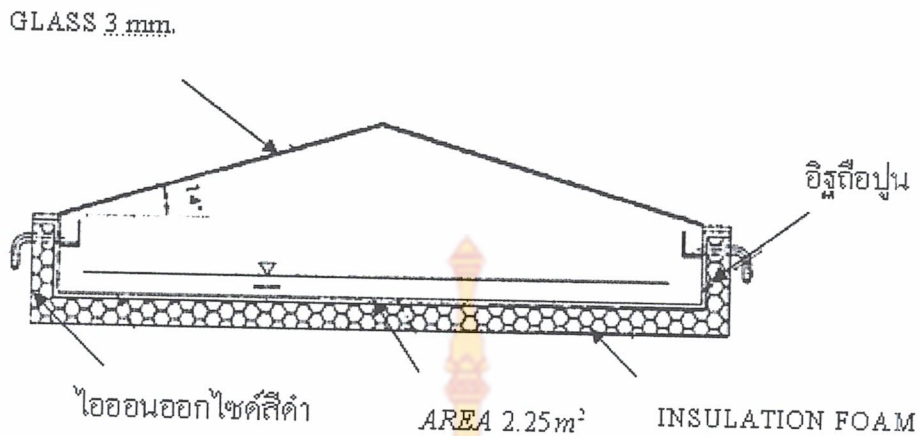
#### 2.1.1 เครื่องกลั่นน้ำแบบกระจกเอียงด้านเดียวและแบบกระจกเอียงสองด้าน

กมล อุปานนท์ [3] ได้พัฒนาเครื่องกลั่นแบบกระจกเอียงด้านเดียวและแบบกระจกเอียงสองด้านโดยความเอียงของกระจกของเครื่องกลั่นทั้งสองแบบทำมุม 14 องศา กับแนวระดับ มีพื้นที่รับแสง 2.25 ตารางเมตร ตัวถังทำด้วยอิฐถือปูน ผนังรับแสงฉาบด้วยเหล็กออกไซด์สีดำ ดังรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 เครื่องกลั่นน้ำแบบกระจกเอียงด้านเดียว





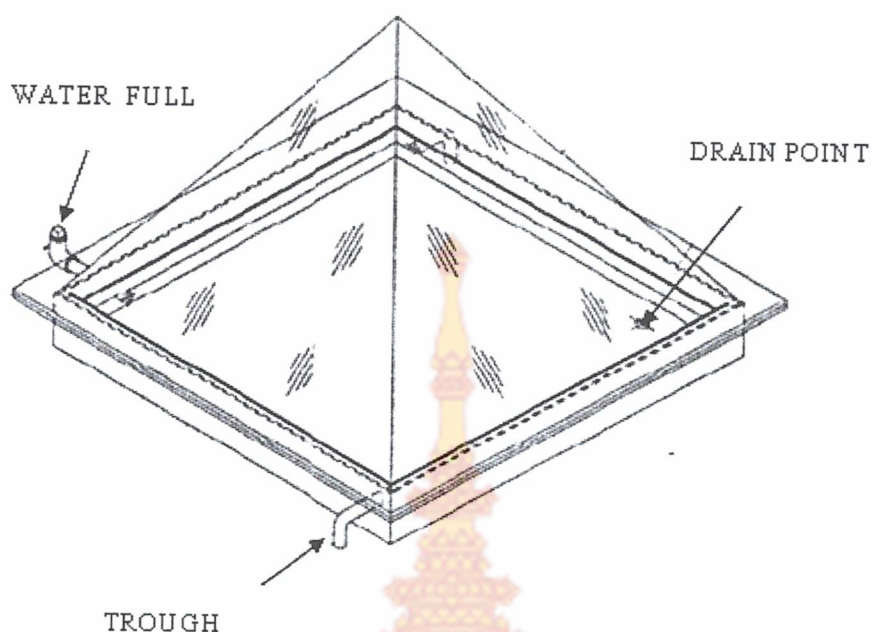
รูปที่ 2.2 เครื่องกลั่นน้ำแบบกระจกเอียงสองด้าน

จากการทดสอบเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่าอัตราการกลั่นเฉลี่ยตลอดปี ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยตลอดปี 18.72 เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน ของเครื่องกลั่นแบบกระจกเอียงด้านเดียว ได้ 2.662 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ประสิทธิภาพเฉลี่ย 37.81% และเครื่องกลั่นแบบกระจกเอียงสองด้านได้ 2.689 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ประสิทธิภาพเฉลี่ย 38.2% และได้ให้ข้อเสนอแนะในการเพิ่มประสิทธิภาพและอัตราการกลั่นคือ การลดระดับน้ำดิบภายในเครื่องกลั่นให้ต่ำลง การลดความสูงของเครื่องกลั่น ซึ่งมีผลให้เครื่องกลั่นรับรังสีอาทิตย์ได้เต็มที่ การสูญเสียความร้อนด้านข้างลดลงและปริมาณอากาศภายในเครื่องกลั่นลดลงทำให้อากาศอึดอัดตัวได้เร็วขึ้น

#### 2.1.2 เครื่องกลั่นน้ำแสงอาทิตย์แบบปริมาตร 4 ด้าน

นิรมิต มากดี [2] ได้ออกแบบสร้างเครื่องกลั่นน้ำแสงอาทิตย์แบบปริมาตร 4 ด้านขึ้นซึ่งได้มองปัญหาจากข้อด้อยของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบด้านเดียวคือ การบังแดดจากด้านข้างของตัวเครื่องทั้งในตอนเช้าและตอนเย็น ดังรูปที่ 2.3



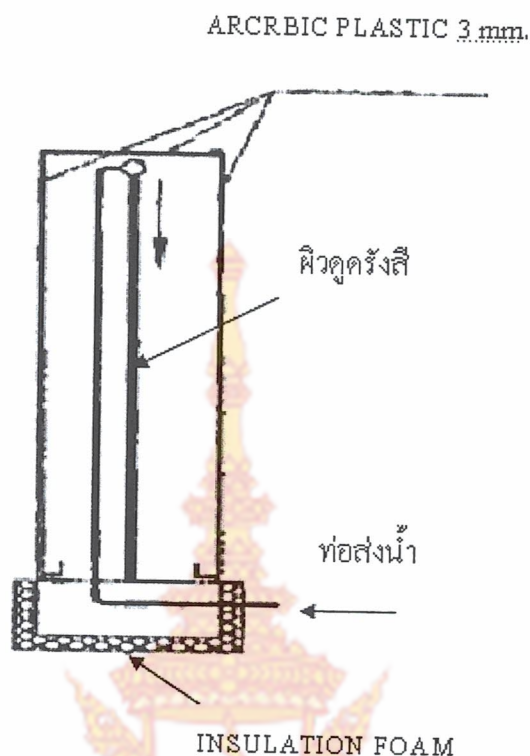


รูปที่ 2.3 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบปิระมิดของนิรมิต มากดี

โดยงานวิจัยนี้ทำการศึกษาเครื่องกลั่นน้ำที่ใช้กระจกเป็นวัสดุสร้างเป็นรูปทรงปิระมิดที่ทำมุม 20 และ 30 องศา กับแนวระดับเปรียบเทียบกัน และทำการทดลองในเวลาเดียวกันเพื่อหาอัตราการกลั่นในแนวปฏิบัติซึ่งเครื่องกลั่นแบบปิระมิดที่ทำมุม 30 องศา สามารถกลั่นน้ำได้ดีกว่าแบบที่ทำมุม 20 องศาประมาณ 3-4% โดยอัตราการกลั่นอยู่ที่ 3.6 ลิตรต่อตารางเมตร ต่อวันซึ่งมากกว่าแบบกระจกเอียงด้านเดียวถึง 46%

#### 2.1.3 เครื่องกลั่นน้ำที่ได้รับการปรับปรุงโดยทฤษฎีการถ่ายเทมวล

ธีระทิต ดวงมุสิก [4] ได้ทำนายอัตราการกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์ โดยใช้ค่าอุณหภูมิผิวน้ำที่ผาครอบใสและที่ผิวระเหย (ผิวดูตรงสี่) กับอุณหภูมิของอากาศภายในเครื่องกลั่นน้ำแบบผิวตั้ง และใช้ทฤษฎีการถ่ายเทมวลที่ได้รับการปรับปรุงแล้วเทียบกับการกลั่นของเครื่องกลั่นที่มีผิวดูตรงสี่เป็นผ้าหนาสี่ดำวางตัวในแนวตั้ง ผาครอบใสเป็นอะคริลิคพลาสติก ระยะห่างผาครอบใสกับผิวดูตรงสี่ 10 เซนติเมตร เครื่องกลั่นหันหน้าสู่ทิศตะวันออก - ตะวันตก ดังรูปที่ 2.4

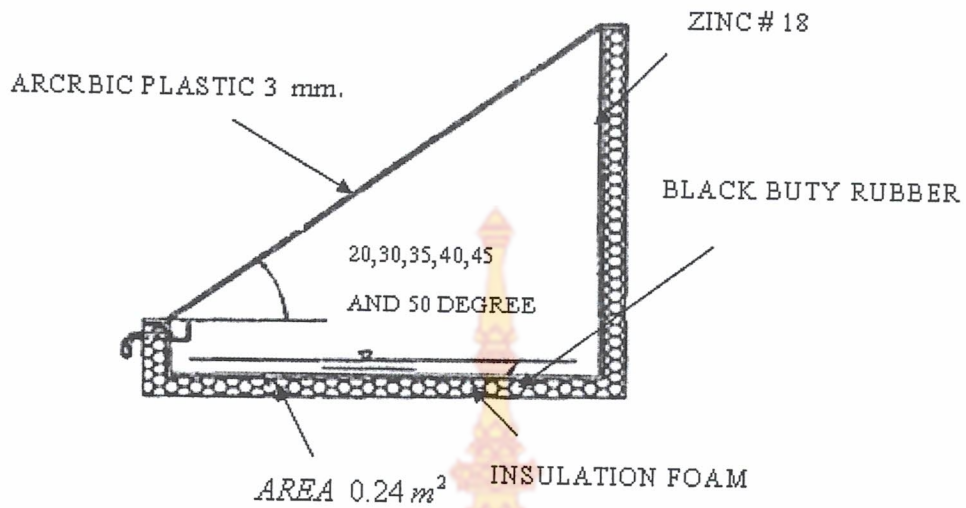


รูปที่ 2.4 เครื่องกลั่นน้ำที่ได้รับการปรับปรุงโดยทฤษฎีการถ่ายเทมวล

ผลการคำนวณพบว่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดลอง ซึ่งผิดพลาดไปจากการทดลองเพียง 0.285% ถึง 16.78% การประเมินอัตราการกลั่นรายวันตลอดทั้งปี ถ้าการประเมินผลปริมาณรังสีรวมตลอดทั้งปีของ R.H.B.Excell ได้อัตราการกลั่นเฉลี่ยตลอดทั้งปี 1.116 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ที่ปริมาณรังสีรวมในระนาบแนวตั้งอยู่ที่ 18.25 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน ประสิทธิภาพเครื่องกลั่น 14.7%

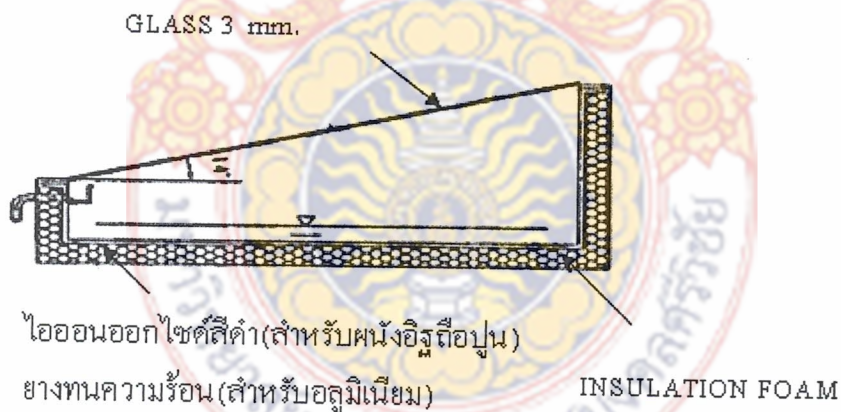
2.1.4 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดพื้นที่รับแสง  $0.4 \times 0.6$  เมตร

สุวรรณ สุนทรธีรัตน์ [5] ได้ออกแบบสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดพื้นที่รับแสง  $0.4 \times 0.6$  เมตร โดยใช้พลาสติกอะคริลิกหนา 3 มิลลิเมตรเป็นฝาครอบเอียงเป็นมุมต่างๆ ดังนี้คือ 20, 30, 35, 40, 45 และ 50 องศา มีผิวรับแสงปูด้วยยางสีดำทนความร้อน ตัวอย่างบรรจุน้ำดิบทำจากสังกะสีเบอร์ 18 ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ลักษณะมุมเอียงที่มีผลต่อเครื่องกลั่นน้ำ

2.1.5 เครื่องกลั่นน้ำแสงอาทิตย์แบบกระจกเอียงด้านเดียว 14 องศา กับแนวนอน  
อนนท์ โพธิ์หอม [6] ได้พัฒนาเครื่องกลั่นน้ำแสงอาทิตย์แบบกระจกเอียงด้านเดียวทำ  
มุม 14 องศา กับแนวนอน โดยใช้วัสดุทำตัวถัง 2 ชนิด คือ อลูมิเนียมและอลูมิเนียม ดังรูปที่ 2.6

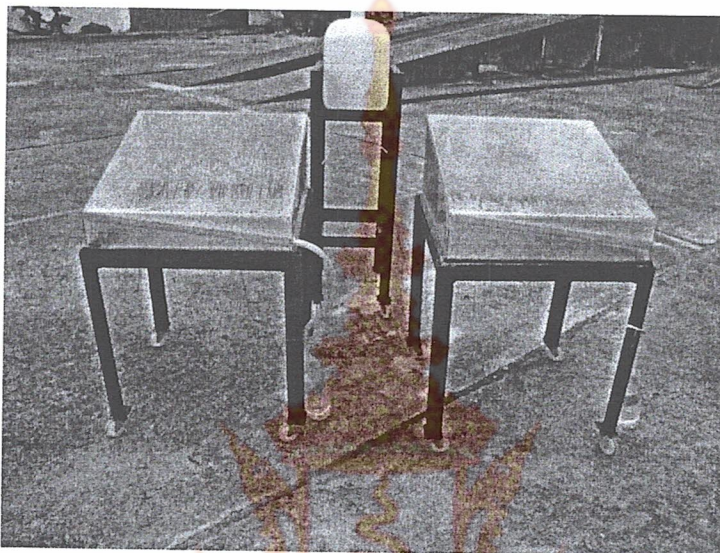


รูปที่ 2.6 เครื่องกลั่นน้ำที่ใช้วัสดุทำผนัง 2 ชนิด



### 2.1.6 เครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นลอนสี่เหลี่ยมกับแผ่นเรียบ

ปกติ พุกษวานิชและคณะ [7] ได้ออกแบบสร้างเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นลอนสี่เหลี่ยมกับแผ่นเรียบ โดยขนาดพื้นที่รับแสงอาทิตย์ 600 มิลลิเมตร × 600 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการทดลองหาอัตราการผลิตเป็นหน่วยลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ดังรูปที่ 2.7



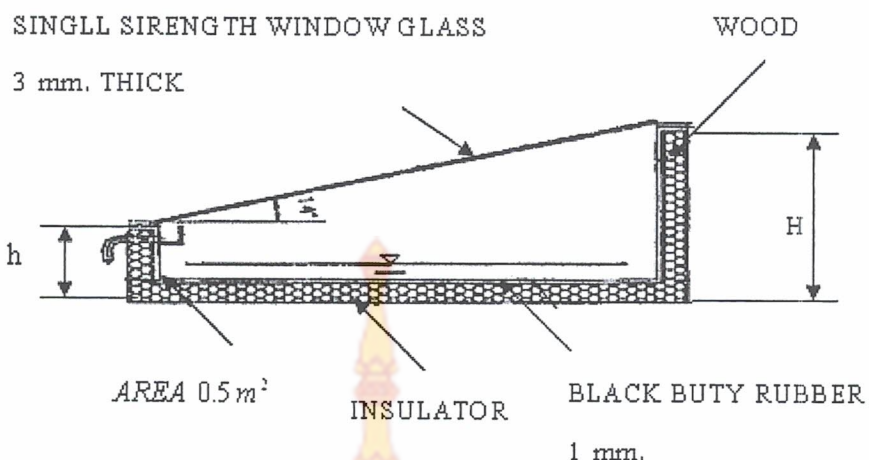
รูปที่ 2.7 เครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบแผ่นลอนสี่เหลี่ยมกับแบบแผ่นเรียบ

จากการทดลองเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่าเครื่องกลั่นน้ำแบบเรียบให้อัตราการกลั่นน้ำเฉลี่ยที่ 0.934 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวันและถาดแบบลอนสี่เหลี่ยมให้อัตราการกลั่นน้ำเฉลี่ยที่ 1.2 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวันซึ่งดีกว่าแบบเรียบ 22.16%

### 2.1.7 เครื่องกลั่นน้ำของ Maung Nay Htun and Aftab

Maung Nay Htun and Aftab [8] ได้ออกแบบ และสร้างเครื่องกลั่นน้ำออกมาด้วยกัน 6 แบบ พบว่าอัตราการกลั่นเฉลี่ยจากเครื่องกลั่นดังกล่าวประมาณ 2.50 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 5.7 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรต่อวัน ประเมินประสิทธิภาพได้ 28.45% ส่วนแบบที่มีกระจกเงาติดอยู่ด้านในและนอกเครื่องกลั่นจะทำให้อัตราการกลั่นเพิ่มขึ้น 20.30% และ 58.2% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามถ้าลดความสูงและความกว้างของเครื่องกลั่นจาก 1 : 9 มาเป็น 1 : 3 จะทำให้อัตราการกลั่นลดลงถึง 44.22% ดังรูปที่ 2.8



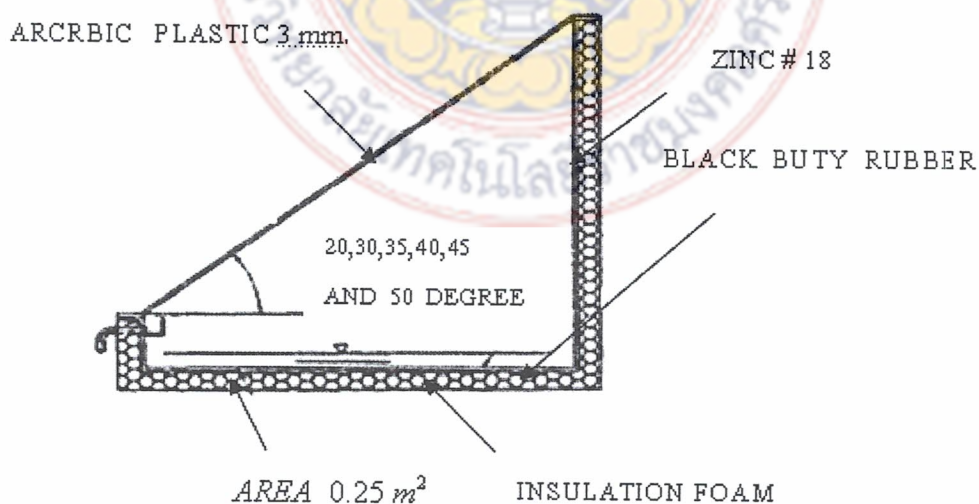


STILL NO.	h (cm)	H (cm)	REMARK
1.3	8	25	NO.3 WITH 4 ADJUSTABLE EXTERNAL MIRRORS
2	8	25	WITH PLANE MIRRORS ON INSIDE WALLS
4	13	30	
5	18	35	
6	23	40	

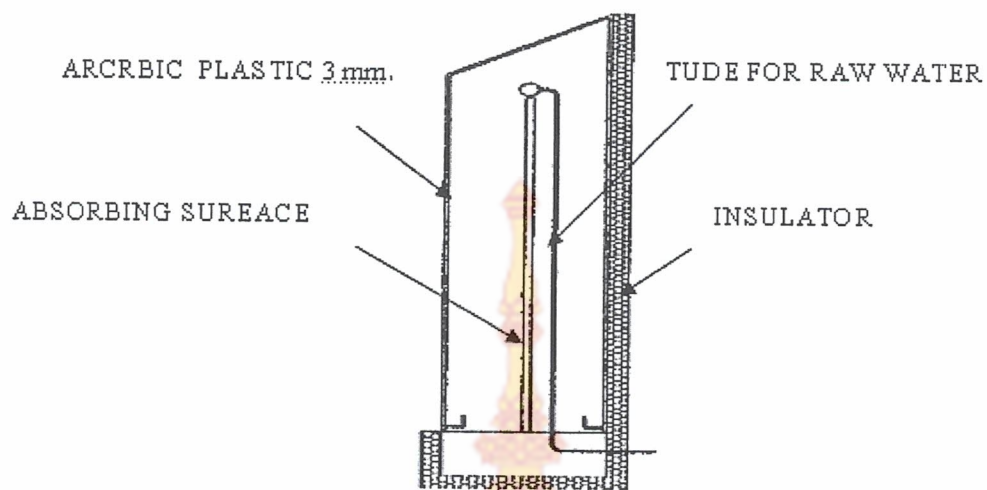
รูปที่ 2.8 เครื่องกลั่นน้ำของ Maung Nay Htun and Aftab

2.1.8 เครื่องกลั่นน้ำแบบพลาสติกอะคริลิกเอียงด้านเดียว

Wibulswas et al [9] ได้ทำการศึกษาเครื่องกลั่นน้ำแบบพลาสติกอะคริลิกเอียงด้านเดียว ฝิดูดรังสีเป็นยางเรียบทนความร้อนสีดำพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร ดังรูปที่ 2.9 และเครื่องกลั่นน้ำในแนวตั้งโดยใช้แผ่นอะคริลิกพลาสติกเป็นฝาครอบทรงกระบอกผ่าซีก ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 เครื่องกลั่นน้ำแบบเอียงด้านเดียวที่ใช้พลาสติกเป็นฝาครอบ



รูปที่ 2.10 เครื่องกลั่นน้ำแบบแนวตั้ง



เครื่องกลั่นน้ำแบบแนวตั้งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตรด้านบนเอียง 40 องศา กับแนวระดับ ภายในเป็นผิวดูตรงสี่รูปต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 198 มิลลิเมตรยาว 1,000 มิลลิเมตร ฟูมด้วยยางทนความร้อนและผ้าสำลีสีดำมีพื้นที่ 0.31 ตารางเมตร ให้อัตราการกลั่นเฉลี่ยต่อปี 1.73 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ประสิทธิภาพ 24.5% ขณะที่ชนิดกระจกเอียงด้านเดียวให้อัตราการกลั่น 2.7 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ประสิทธิภาพ 34.8% ที่ความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดปี 16.7 เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน

## 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับแสงอาทิตย์

### 2.2.1 อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อโลกของเรา [10]

ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของสุริยะจักรวาล โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่งซึ่งเป็นบริวารของดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์มีอิทธิพลต่อโลกและความเป็นอยู่ของมนุษย์มาก ที่สำคัญ ๆ คือ ดวงอาทิตย์ทำให้สภาพภูมิศาสตร์ของโลกแตกต่างกันคือ เขตร้อน เขตอบอุ่น เขตหนาว อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อโลกเรา นั้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ดวงอาทิตย์ทำให้สภาพภูมิอากาศของโลกแตกต่างกัน เขตต่างๆ ของโลกที่สำคัญๆ คือ เขตร้อน เขตอบอุ่น และเขตหนาว เพราะเขตร้อนได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ที่มีระยะทางสั้นที่สุด จึงทำให้ร้อนที่สุด ส่วนเขตอบอุ่น เขตหนาว ระยะของแสงจะยาวขึ้นไปตามลำดับ ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อสภาพภูมิอากาศโลก

ดวงอาทิตย์ทำให้เกิดการหมุนเวียนของกระแสอากาศ ในเวลาเดียวกันแต่ละเขตแต่ละถิ่นจะได้รับแสงอาทิตย์ไม่เท่ากันและระบายความร้อนไม่เท่ากัน เมื่ออากาศ ณ ที่แห่งหนึ่งได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์จะมีคุณสมบัติเบา ขยายตัวลอยสูงขึ้น ณ ที่อีกแห่งหนึ่งที่มีมวลอากาศเย็น ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าเคลื่อนตัวเข้ามาแทนที่ขณะที่มวลอากาศที่เย็นกว่าเคลื่อนตัวมาแทนที่ เราเรียกว่า “ลม” หรือการหมุนเวียนของกระแสอากาศ และแต่ละแห่งของโลกจะมีอุณหภูมิแตกต่างกันตามเขตร้อน เขตอบอุ่น เขตหนาว จะมีลมประจำปีคือ ลมมรสุม ลมตะวันตก ลมขั้วโลก ตามสถานที่เฉพาะถิ่นจะมีลมบก ลมทะเล ลมว่า ลมทะเล เป็นต้น แต่ลมภูเขา ลมบก ลมทะเล เกิดจากการรับ



ความร้อนและการคายความร้อนไม่เท่ากัน คุณสมบัติของน้ำจะรับความร้อนช้าคายความร้อนเร็ว คุณสมบัติของดินจะรับความร้อนเร็วกว่าน้ำคายความร้อนช้ากว่าน้ำ

### 2.2.2 การใช้ประโยชน์เซลล์แสงอาทิตย์ ในประเทศไทย [11]

ในปี 2552 มีการติดตั้งการใช้งานระบบไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ประมาณ 40,568.833 กิโลวัตต์ ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้งานในพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง กิจกรรมที่นำเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้งานมากที่สุด ได้แก่ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ รองลงมาเป็นระบบผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย ระบบประจุแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบสื่อสารโทรคมนาคม และระบบสูบน้ำ ตามลำดับ ซึ่งหน่วยงานที่นำระบบดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ยังคงเป็นหน่วยงานของรัฐที่จัดหาระบบพลังงานสำหรับสาธารณสุขประโยชน์ ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของประเทศไทย

ลำดับที่	กิจกรรมใช้งาน	จำนวนการติดตั้ง (kW)	ร้อยละ
1	ระบบผลิตไฟฟ้า	26, 612.666	65.60
2	ระบบประจุแบตเตอรี่	1,412.826	3.48
3	ระบบสื่อสารโทรคมนาคม	1,142.022	2.82
4	ระบบผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย	11077.824	27.31
5	ระบบสูบน้ำ	323.495	0.80
	รวม	40,568.833	100

### 2.2.3 ปริมาณการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ [12]

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้ดำเนินการจัดทำโครงการด้านพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 - 2552 จำนวนทั้งสิ้น 1,456 แห่ง ขนาดกำลังการผลิต 3,349.491 กิโลวัตต์ โดยแบ่งออกเป็นระบบต่างๆ ดังตาราง 2.2



ตาราง 2.2 โครงการด้านพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วประเทศไทย

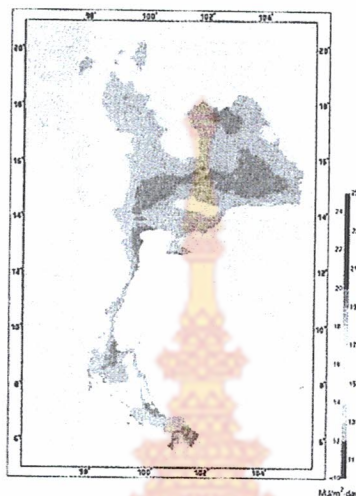
ระบบ	แห่ง	กิโลวัตต์
ระบบประจุแบตเตอรี่สำหรับหมู่บ้านชนบท	353	1025.5
ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับโรงเรียนชนบทและโรงเรียนชนบทเพื่อขยายกำลังผลิต	217	946.5
ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับศูนย์การเรียนรู้ชุมชน	157	235.5
ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน	38	100.75
ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับฐานปฏิบัติการทางทหารและตำรวจตระเวนชายแดน	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 พบว่า มีหน่วยงานทั้งในส่วนกลางและภูมิภาค สถาบันการศึกษาและเอกชน ได้ดำเนินการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ รวมถึงระบบการสื่อสารด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เป็นจำนวนถึง 40,568.833 กิโลวัตต์

#### 2.2.4 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ [13]

จากแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (พ.ศ.2542) ดังรูปที่ 2.12 โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานและคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พบว่าการกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ตามบริเวณต่างๆ ในแต่ละเดือนของประเทศได้รับอิทธิพลสำคัญจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายน และพฤษภาคม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20 ถึง 24 MJ/m<sup>2</sup>-day เมื่อพิจารณาแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี พบว่าบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี และอุดรธานี และบางส่วนของภาคกลางที่จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท อัญญา และลพบุรี โดยได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี 19 ถึง 20 MJ/m<sup>2</sup>-day พื้นที่ดังกล่าวคิดเป็น 14.3% ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศนอกจากนี้ยังพบว่า 50.2% ของพื้นที่ทั้งหมดได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีในช่วง 18-19 MJ/m<sup>2</sup>-day จากการคำนวณรังสีรวมของดวง

อาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศ พบว่ามีค่าเท่ากับ  $18.2 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$  จากผลที่ได้นี้ แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง



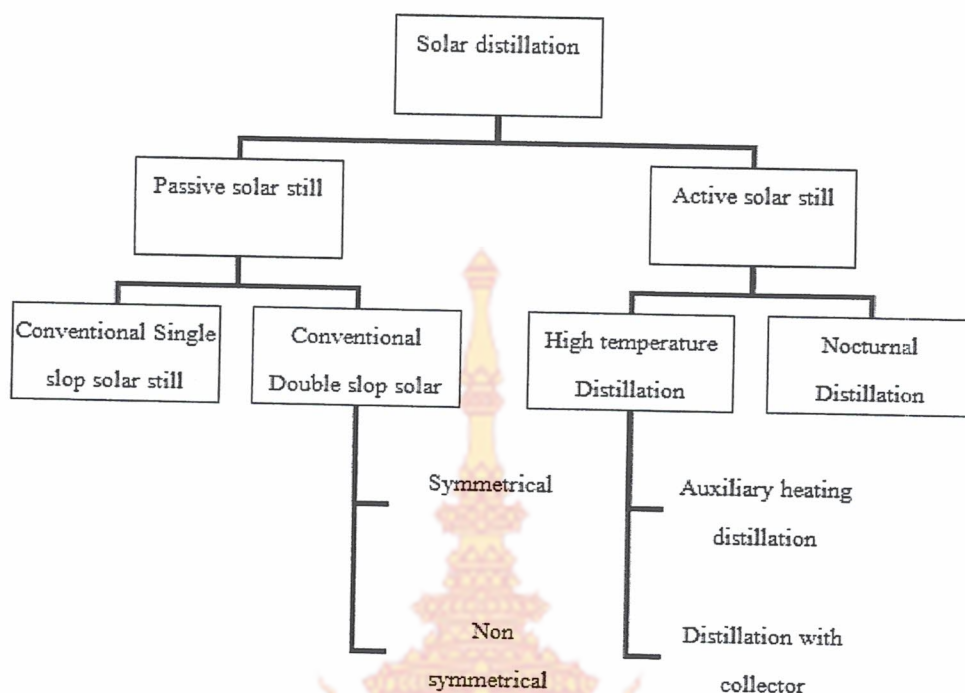
รูปที่ 2.12 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย พ.ศ. 2542

## 2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

### 2.3.1 ชนิดของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ [14]

เครื่องกลั่นน้ำที่มีการศึกษาและใช้งานกันอยู่โดยทั่วไปนั้นสามารถจำแนกออกเป็นได้ 2 แบบ รูปที่ 2.13 แบบแรกเรียกว่าแบบ Passive solar still มีลักษณะการทำงานโดยไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วย เช่น ปั๊มน้ำ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ฯลฯ สามารถแบ่งออกได้อีกสองประเภท คือ แบบกระจกเอียงด้านเดียวและแบบกระจกเอียงสองด้านแบบกระจกเอียงสองด้านยังแบ่งได้อีกเป็นแบบสมมาตรและไม่สมมาตร





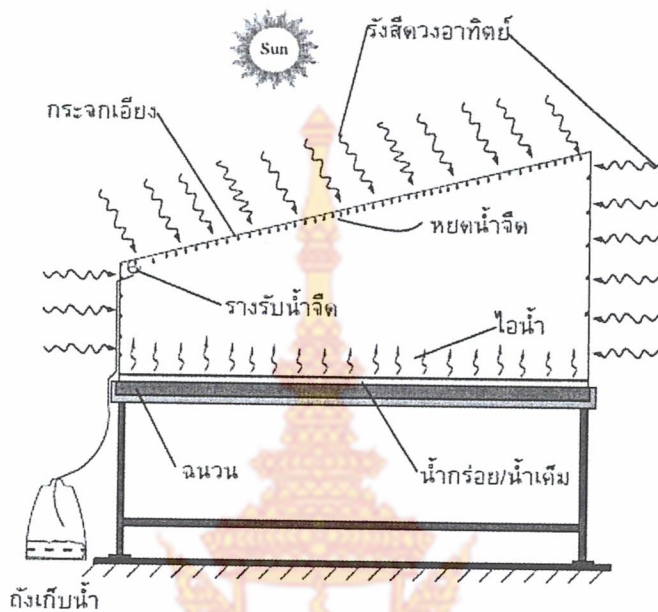
รูปที่ 2.13 การจำแนกเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้กันโดยทั่วไป

ส่วนแบบที่สองนั้นจะเป็นแบบ Active solar still ลักษณะการทำงานของเครื่องกลั่นจะต้องมีอุปกรณ์เสริมในการทำงานเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและช่วยให้เครื่องทำงานได้ตามวัตถุประสงค์เช่น ปั๊มน้ำ ในแบบที่สองนี้จะมีประสิทธิภาพดีกว่าแบบแรกเนื่องจากมีอุปกรณ์เสริม แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีประสิทธิภาพดีกว่าแต่ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มในการติดตั้งอุปกรณ์เสริมและต้องมีแหล่งพลังงานอื่นเพื่อป้อนให้กับอุปกรณ์เสริมเหล่านั้นด้วย ดังนั้นเครื่องกลั่นน้ำแบบที่สองนี้จึงไม่เหมาะที่จะนำไปติดตั้งในพื้นที่ห่างไกล

### 2.3.2 หลักการของเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย [15]

โดยทั่วไปเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายจะประกอบด้วยภาตใส่น้ำดิบอยู่ข้างล่าง ซึ่งทำด้วยแผ่นโลหะบางพับขึ้นรูปเป็นภาต โดยส่วนใหญ่จะใช้ลูมิเนียมเพราะไม่เป็นสนิม ตรงบริเวณพื้นล่างจะมีวัสดุดำอาจจะเป็นแกลบเผาหรือผงถ่านกัมมันต์ (Activated charcoal) หรือทาสีดำด้าน เพื่อทำหน้าที่ดูดซับพลังงานความร้อนซึ่งจะทำให้ น้ำในภาตมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นและระเหยตัวได้เร็วขึ้น ในชั้นล่างสุดจะเป็นฉนวนกันความร้อนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนจากวัสดุดำที่เก็บสะสมความร้อนไว้ไม่ให้สูญเสียไปด้านนอกของเครื่องกลั่น ผนังด้านข้างทั้ง 4 จะทำด้วยกระจกใสยึดติดกันด้วยซิลิโคนหรือทำด้วยฉนวนความร้อนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนภายในห้องกลั่น ด้านข้างจะเป็นแบบกระจกใสทั้งสี่ด้านซึ่งแสงแดดสามารถส่องผ่านไปยังน้ำในอ่างได้ทั้งสี่ด้าน ส่วนด้านบนเป็นหลังคาทำด้วยวัสดุที่โปร่งแสง เช่น กระจก แผ่นพลาสติก อะคริลิก เพื่อให้แสงแดดส่องผ่านทะลุไปยังวัสดุดำและน้ำที่อ่างด้านล่างได้ โดยทำมุมเอียงกับแนวระดับประมาณ 10 - 20 องศา ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและตำแหน่งที่ตั้งของประเทศนั้นๆ ด้วย ที่ขอบด้านล่างของ

หลังจากจะมีรางรับน้ำที่กั้นตัวจากผนังด้านล่างของกระจกเอียงเพื่อส่งออกไปเก็บในถังพักต่อไป ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย





### บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

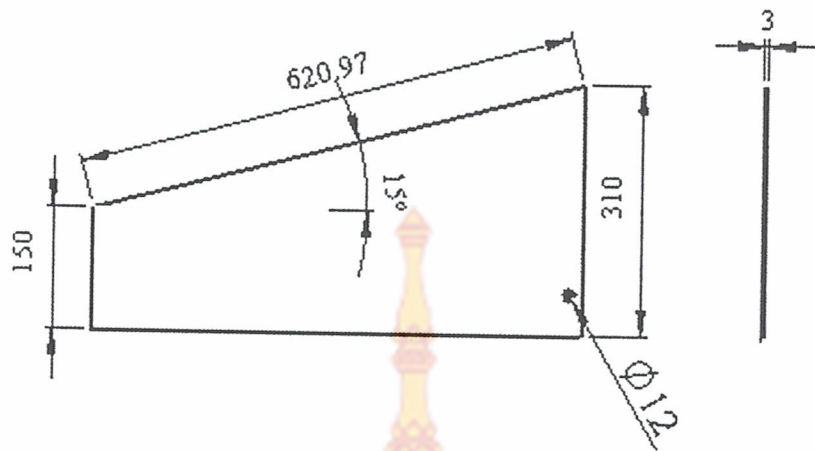
การดำเนินงานของเครื่องกลั่นน้ำทะเลที่มีน้ำไหลผ่านกระจกต่อเนื่อง เริ่มจากการศึกษาการกลั่นน้ำทะเล เพื่อการพัฒนาและออกแบบสร้างเครื่องกลั่นน้ำทะเลโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้สอดคล้องกับการใช้งานในปัจจุบัน และเพื่อการตรวจสอบสมมุติฐานที่ว่า ถ้าออกแบบให้มีน้ำไหลผ่านกระจกจะมีผลการกลั่นตัวได้มากกว่าเครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบธรรมดาที่ไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก จึงได้สร้างเครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบมีน้ำไหลผ่านกระจกเพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบที่ไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก ซึ่งวิธีการดำเนินงานแบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

#### 3.1 การออกแบบและเครื่องมือ

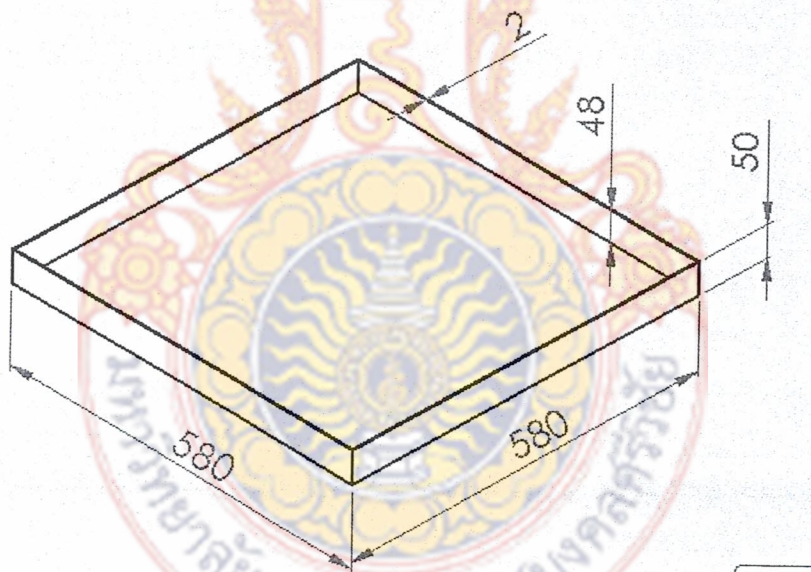
การออกแบบเครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบมีน้ำไหลผ่านกระจก โดยได้ข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าและงานวิจัยที่ผ่านมา โดยวิเคราะห์ข้อบกพร่องต่างๆ นำเอาทฤษฎีมาประมวลผล จึงได้มีการออกแบบเพื่อหาประสิทธิภาพการกลั่นน้ำให้ได้ปริมาณที่ดีที่สุด ดังนี้

##### 3.1.1 การออกแบบเครื่องกลั่นน้ำทะเล

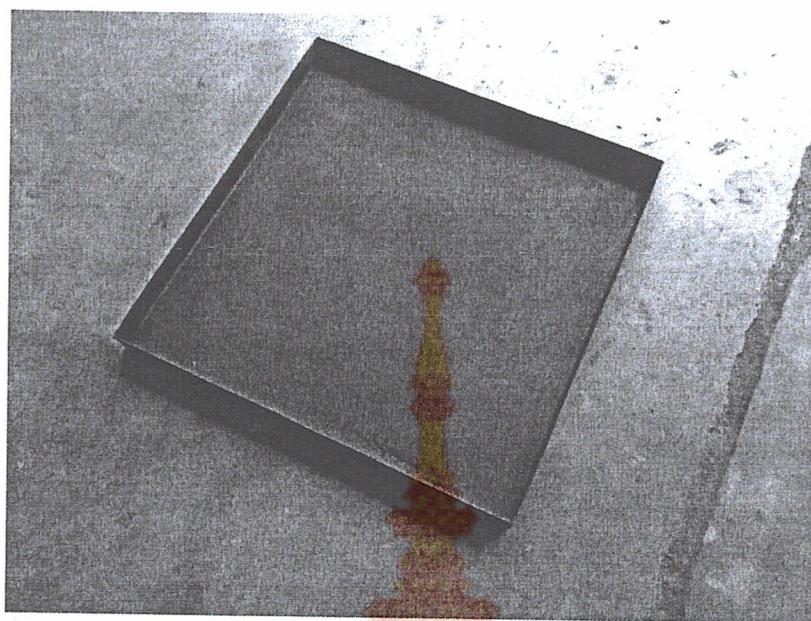
ด้านบนของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ใช้กระจกหนา 3 มิลลิเมตรขนาด 600 มิลลิเมตร × 600 มิลลิเมตร คิดเป็นพื้นที่ภาพฉาย 0.36 ตารางเมตร และพื้นที่ทั้งหมด 0.374 ตารางเมตร โดยกระจกหน้าเอียงทำมุม 15 องศาตั้งรูปที่ 3.1 และตัวถาดบรรจุน้ำแบบราบเรียบสี่เหลี่ยมทำจากสังกะสีทาสีดำด้าน ดังรูปที่ 3.2 และ 3.3 ซึ่งมีขนาด 50 มิลลิเมตร × 600 มิลลิเมตร × 25 มิลลิเมตร ส่วนแบบที่มีน้ำไหลผ่านกระจก ใช้วัสดุและขนาดเดียวกัน แต่ด้านบนสุดเป็นท่อพีวีซีขนาด 4/8 นิ้ว เจาะรูขนาด 1 มิลลิเมตร ระยะห่าง 5 มิลลิเมตร ตลอดความยาวท่อ ตรงกลางของท่อเจาะรูเพื่อเป็นทางน้ำเข้าจากท่อส่งน้ำจากถังด้านบน เมื่อน้ำไหลผ่านกระจกจะมีที่รองรับน้ำเพื่อส่งน้ำไปยังถาดรองรับ บรรจุน้ำภายในเครื่องกลั่นปล่อยให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านกระจก มีรางรับน้ำขนาด 25.4 มิลลิเมตร × 605 มิลลิเมตร ติดอยู่ด้านข้างทั้งสองด้านของกระจกเพื่อให้น้ำที่กลั่นไหลสู่ภาชนะบรรจุ ระหว่างกระจกกับถาดใช้ขอบยางหนา 10 มิลลิเมตร นิ้ว ขนาด 620 มิลลิเมตร × 620 มิลลิเมตร × 600 มิลลิเมตร ติดลูกถ้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการเคลื่อนย้าย ดังรูปที่ 3.5 น้ำที่ใช้ทดลองบรรจุอยู่ในถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร วางบนฐานตั้ง ขนาด 340 มิลลิเมตร × 340 มิลลิเมตร × 1000 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.6 และรูปที่ 3.7 เป็นเครื่องกลั่นน้ำทั้งสองแบบที่ประกอบเสร็จแล้ว โดยวัดอุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นที่ตำแหน่งต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.1 ขนาดของกระจกหน่วยมิลลิเมตร



รูปที่ 3.2 ขนาดของถาดแบบลอนสี่เหลี่ยมหน่วยมิลลิเมตร

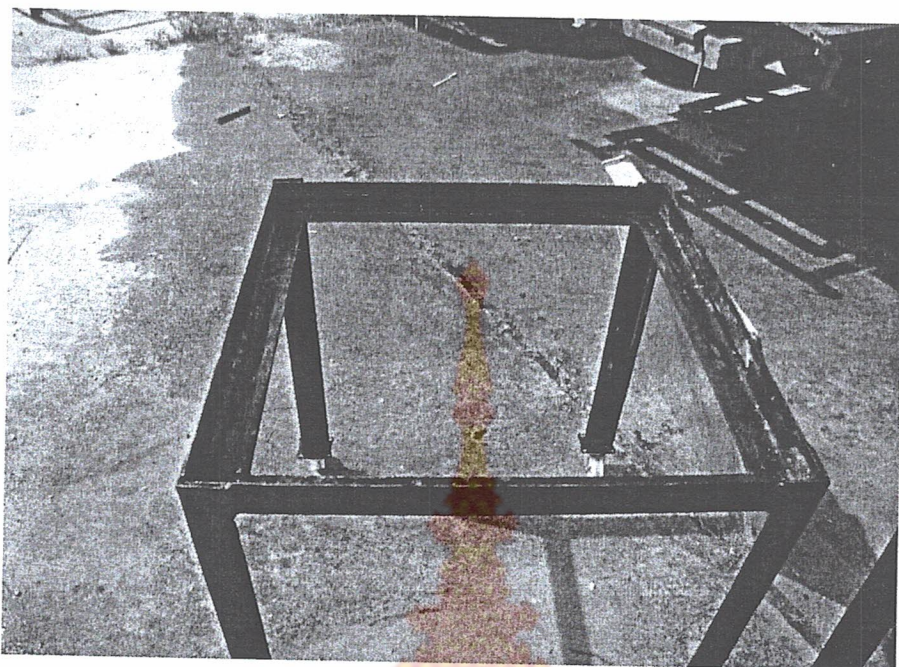


รูปที่ 3.3 ถาดรับน้ำแบบราบเรียบ



รูปที่ 3.4 ขนาดของท่อพีวีซีเจาะรูใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตร



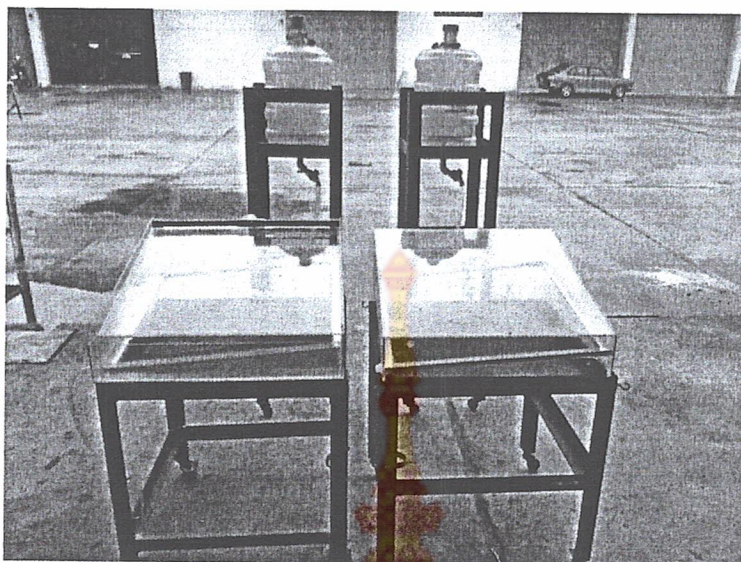


รูปที่ 3.5 ฐานตั้งเครื่องกลั่นน้ำ

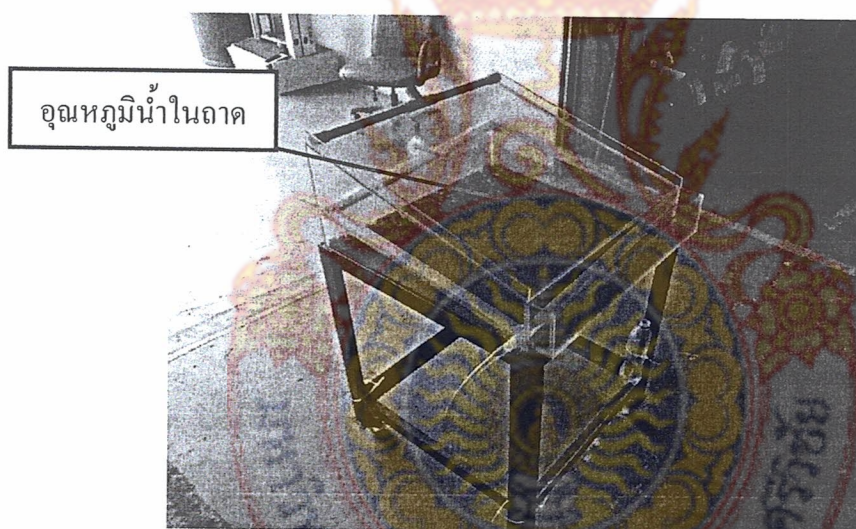


รูปที่ 3.6 ถังบรรจุน้ำทะเลพร้อมฐานตั้ง

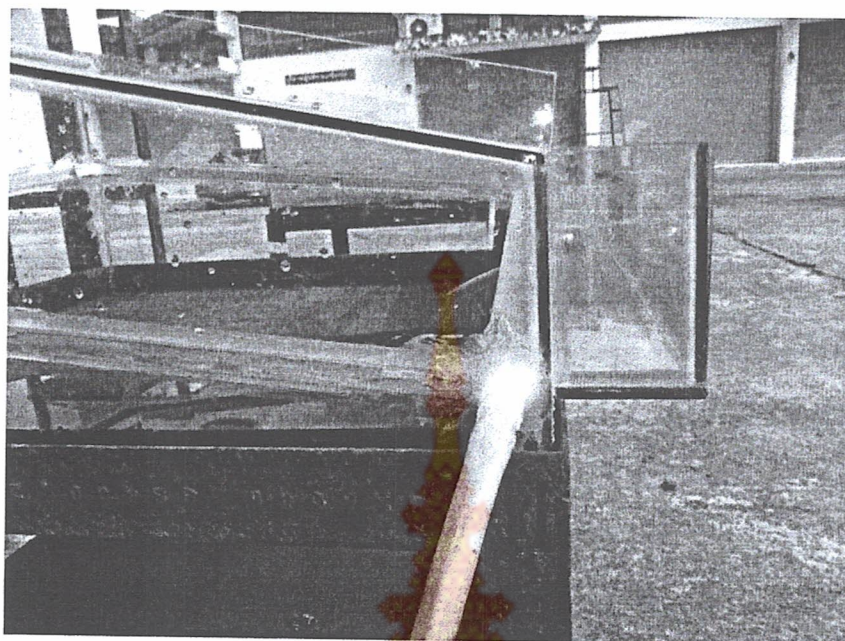




รูปที่ 3.7 เครื่องกลั่นน้ำทั้งสองแบบที่สร้างเสร็จแล้ว



รูปที่ 3.8 แสดงตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นน้ำทะเล



รูปที่ 3.9 แสดงทิศทางการไหลของน้ำ

### 3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวัด

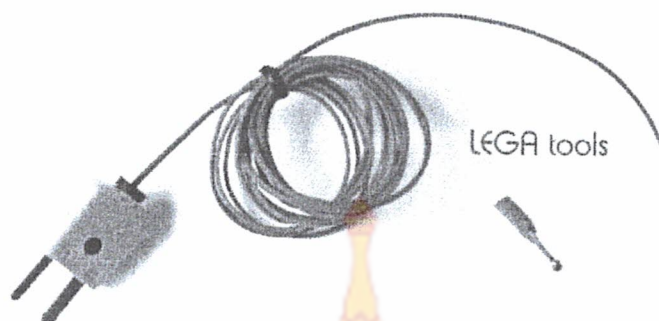
#### 1) เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

เทอร์โมคัปเปิล คืออุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความร้อนเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Emf) เทอร์โมคัปเปิลทำมาจากโลหะตัวนำที่ต่างชนิดกัน 2 ตัว (แตกต่างกันทางโครงสร้างของอะตอม) นำมาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกันที่ปลายด้านหนึ่ง เรียกว่าจุดวัดอุณหภูมิ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งในวงจรเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองข้างปล่อยให้เปิดไว้ เรียกว่าจุดอ้างอิง หากจุดวัดอุณหภูมิ และจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแสและมีคุณสมบัติทั่วไปดังแสดงในตาราง 3.1

ตาราง 3.1 คุณสมบัติของสายเทอร์โมคัปเปิลยี่ห้อ LEGA Tools

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





รูปที่ 3.10 เทอร์โมคัปเปิล

2) เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)

เครื่องวัดอุณหภูมิเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศและน้ำขณะทดลอง ซึ่งมีคุณสมบัติทั่วไปดังแสดงในตาราง 3.2

ตาราง 3.2 คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Thermometer) ยี่ห้อ EXTECH

Measuring Rang	$-58^{\circ}\text{F} \sim 2372^{\circ}\text{F}$ , $-100^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$ , $173 \sim 1573 \text{ K}$
Sensor	K Type Thermocouple
Resolution	$0.1^{\circ}\text{F}/^{\circ}\text{C}$
Accuracy	$\pm (0.5\% + 1^{\circ}\text{F})$ $\pm (0.5\% + 0.5^{\circ}\text{C})$
Dimensions	$5.2 \times 3.1 \times 1.3''$ (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 3.11 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Thermometer)

3) เครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter)

เครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter) เป็นอุปกรณ์ใช้วัดค่าความเข้มของแสงแดด โดยเปิดเครื่องแล้วตั้งให้ตรง โดยให้จุดรับแสงอยู่ด้านบน แล้วรอให้ตัวเลขคงที่แล้วจึงอ่านค่า โดยเครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter) มีคุณสมบัติทั่วไปดังแสดงในตาราง 3.3

ตาราง 3.3 คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter)

Display	3-1/2 digits.Max.indication1999
Range	2000W/m <sup>2</sup> , 634Btu/(ft <sup>2</sup> *h)
Resolution	1 W/m <sup>2</sup> , 1Btu/(ft <sup>2</sup> *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



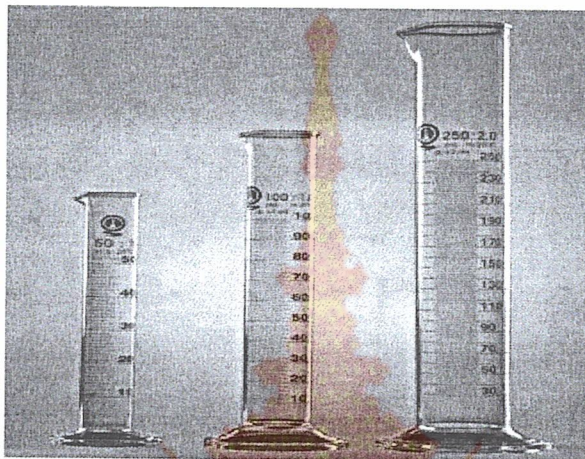
Manu data memory and read	99 sets
Battery	4pcs size AAA
Battery Life	Approx. 100 hours
Operating temp and humidity	0 to 50 below 80%RH
Storage temp and Humidity	-10 to 60 below 70% RH
Weight	Approx. 165g



รูปที่ 3.12 เครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter)

#### 4) กระบอกตวง (Cylinder)

กระบอกตวงใช้สำหรับวัดปริมาตรโดยประมาณของของเหลว ขนาดที่ใช้มีขนาดตั้งแต่ 5 - 2000 มิลลิลิตร โดยการอ่านให้อ่านปริมาตรในระดับสายตาอยู่ในแนวเดียวกันกับส่วนโค้งเว้าต่ำที่สุด



รูปที่ 3.13 กระบอกตวง (Cylinder)

### 3.2 วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

#### 3.2.1 ขั้นตอนของการเตรียมความพร้อมในแต่ละวัน

- 1) ทำความสะอาดบริเวณผิวด้านบนของกระจกให้สะอาดด้วยน้ำยาเช็ดกระจกเตรียมน้ำทะเลที่ใช้ในการทดลองในแต่ละวัน
- 2) เตรียมอุปกรณ์รองรับน้ำกลั่นและวัดปริมาณน้ำที่ได้
- 3) เตรียมเครื่องมือวัดเพื่อติดตั้งเข้ากับเครื่องกลั่นน้ำใช้บันทึกอุณหภูมิขณะทำการทดลอง

ต่อไป

- 4) หลังทำการทดลองจะทำการล้างคราบตะกอนบนภาดเพื่อใช้ในการทดลองวัน

ต่อไป

#### 3.2.2 ขั้นตอนการทดลองการกลั่นน้ำในแต่ละวัน

- 1) ติดตั้งอุปกรณ์ตัวเครื่องโดยวางเครื่องให้หันหน้าไปทางแนวทิศเหนือใต้
- 2) ปรับอัตราการไหลโดยการใช้ปีกเกอร์ตวงให้ได้อัตราการไหล 5 ลิตรต่อชั่วโมง
- 3) ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิลเพื่อใช้วัดอุณหภูมิในภาดโดยติดตั้งตรงกลางภาดสูงขึ้นมาจากพื้นภาด 2 เซนติเมตร
- 4) ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิลเพื่อใช้วัดอุณหภูมิอากาศโดยติดตั้งให้อยู่ระหว่างกลางของเครื่องทั้งสองแบบสูงจากระดับพื้นขึ้นมา 1 เมตร

- 5) เริ่มทำการทดลองที่ 09.00 น. บันทึกผลการทดลองทุกครั้งชั่วโมงโดยตัวแปรที่จะต้องบันทึกมี วัดอุณหภูมิน้ำในภาตโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิอากาศโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ วัดความเข้มแสงอาทิตย์โดยใช้ Solar power meter วัดปริมาณน้ำที่กลั่นได้โดยใช้บีกเกอร์
- 6) สิ้นสุดการบันทึกผลการทดลองเวลา 16.00 น.
- 7) นำค่าที่ได้แต่ละวันมาเขียนกราฟเทียบระหว่าง ความเข้มแสงอาทิตย์กับเวลาในแต่ละช่วงที่ทำการทดลอง เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำในภาตทั้งสองแบบกับเวลา เปรียบเทียบน้ำที่กลั่นได้กับเวลา
- 8) หลังทำการทดลองจะต้องทำการล้างอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและจัดเก็บ





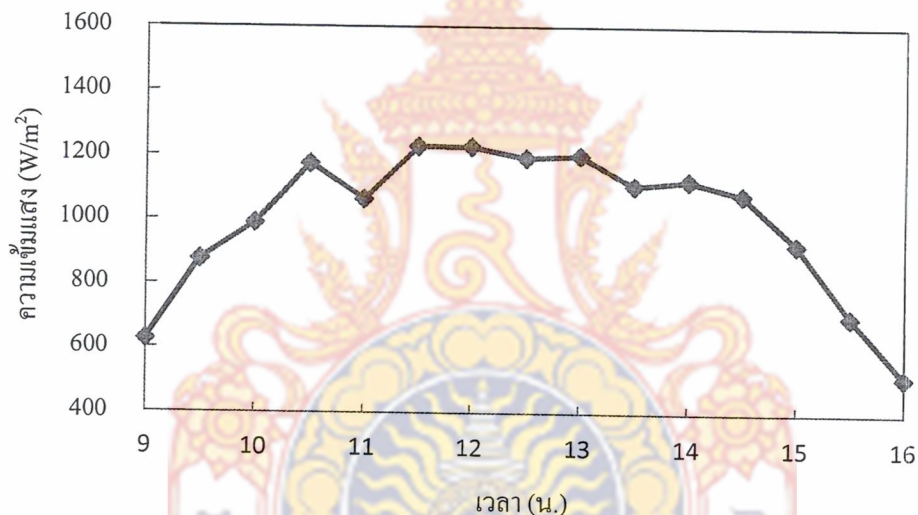
## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์

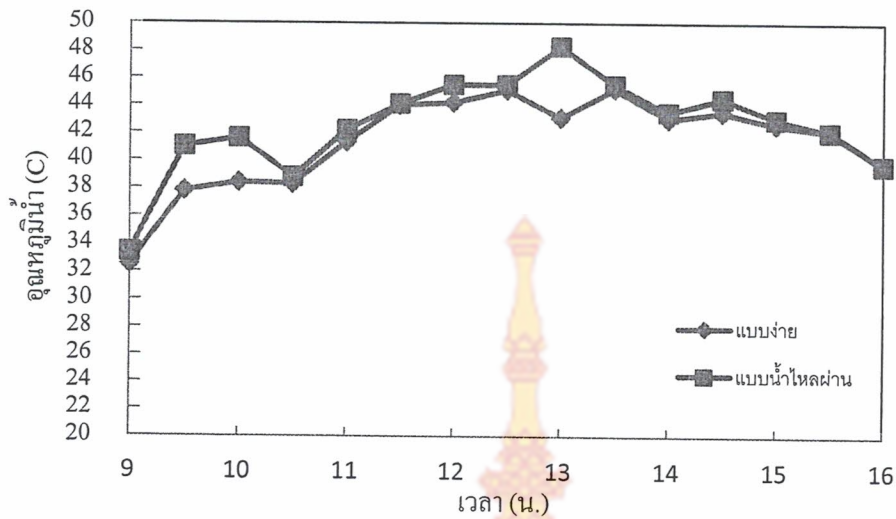
ผลการทดลองการกลั่นน้ำทะเลโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อหาอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านกระจกให้มีอัตราการไหลที่ดีที่สุด และการทดลองเปรียบเทียบเครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบน้ำไหลผ่านกระจกกับแบบเครื่องกลั่นน้ำทะเลที่ไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก สามารถเปรียบเทียบข้อมูลได้ดังนี้

#### 4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 ผลการเปรียบเทียบการกลั่นน้ำทะเลระหว่างแบบที่มีน้ำไหลผ่านกระจกกับแบบที่ไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก ที่อัตราน้ำไหลผ่านกระจก 5 ลิตรต่อชั่วโมง ที่สภาวะเดียวกัน (ครั้งที่ 1)

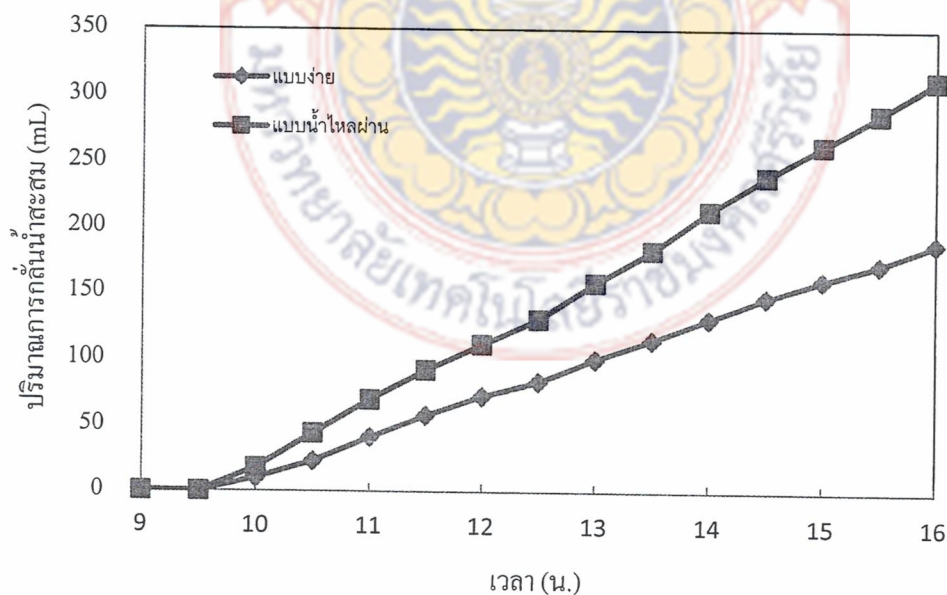


รูปที่ 4.1 ความเข้มแสงตามช่วงเวลา (ครั้งที่ 1)



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำทะเลทั้งสองแบบ

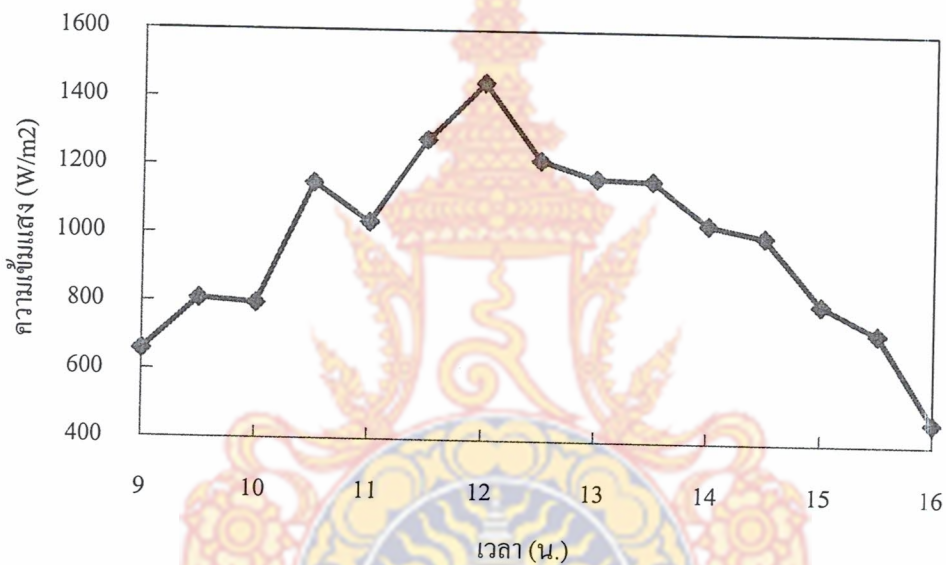
จากกราฟรูปที่ 4.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำทะเลของเครื่องกลั่นที่อัดรอน้ำไหลผ่าน กระจก 5 ลิตรต่อชั่วโมง กับอุณหภูมิของเครื่องกลั่นที่ไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก พบว่าอุณหภูมิของน้ำทะเลในเครื่องกลั่นน้ำทะเลจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามความเข้มแสง ดังรูป 4.1 โดยอุณหภูมิของน้ำทะเลในเครื่องกลั่นที่มีน้ำทะเลไหลผ่านกระจกมีอุณหภูมิที่สูงกว่า เนื่องจากการนำน้ำทะเลไปไหลผ่านกระจกก่อนเข้าไปในเครื่องซึ่งเป็นอุ่นน้ำ โดยอุณหภูมิสูงสุดของเครื่องกลั่นแบบมีน้ำไหลผ่านกระจก และแบบไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก อยู่ที่ 48.3 °C และ 45.2 °C ตามลำดับ



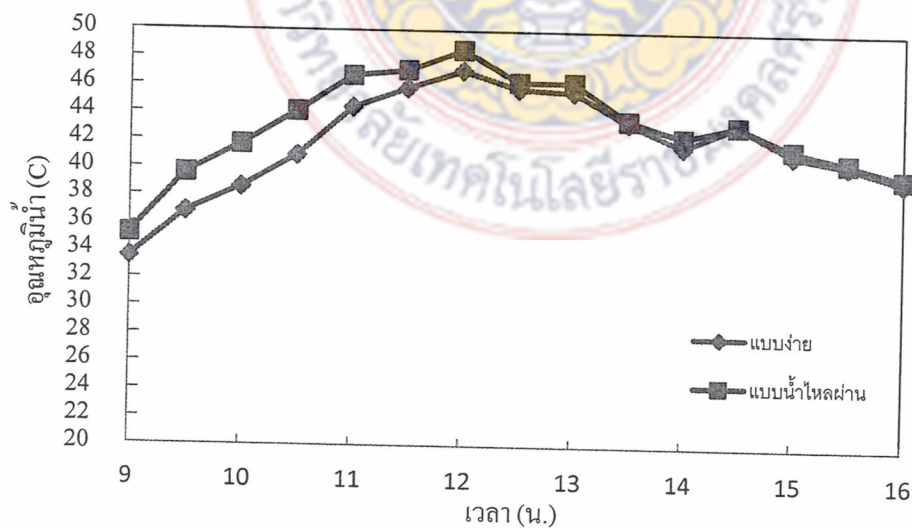
รูปที่ 4.3 ปริมาณการกลั่นน้ำสะอาดที่กลั่นได้ (ครั้งที่ 1)

จากกราฟรูปที่ 4.3 เปรียบเทียบปริมาณการกลั่นน้ำในช่วงเวลา 9.00 น. – 16.00 น. ของเครื่องทั้งสองแบบ จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่กลั่นได้จากเครื่องกลั่นแบบมีน้ำไหลผ่านได้ 312.3 มิลลิลิตร หรือ 0.521 ลิตรต่อตารางเมตร และปริมาณน้ำที่กลั่นได้จากเครื่องกลั่นแบบไม่มีน้ำไหลผ่านได้ 188.4 มิลลิลิตร หรือ 0.314 ลิตรต่อตารางเมตร จากการเปรียบเทียบผลของเครื่องกลั่นแบบมีน้ำไหลผ่าน จะมีอัตราการกลั่นที่สูงกว่าแบบไม่มีน้ำไหลผ่าน ซึ่งปริมาณน้ำที่ได้จากการกลั่นต่างกัน 123.9 มิลลิลิตร คิดเป็น 39.67 %

4.1.2 ผลการเปรียบเทียบการกลั่นน้ำทะเลระหว่างแบบที่มีน้ำไหลผ่านกระจกกับแบบที่ไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก ที่อัตราน้ำไหลผ่านกระจก 5 ลิตรต่อชั่วโมง ที่สภาวะเดียวกัน (ครั้งที่ 2)



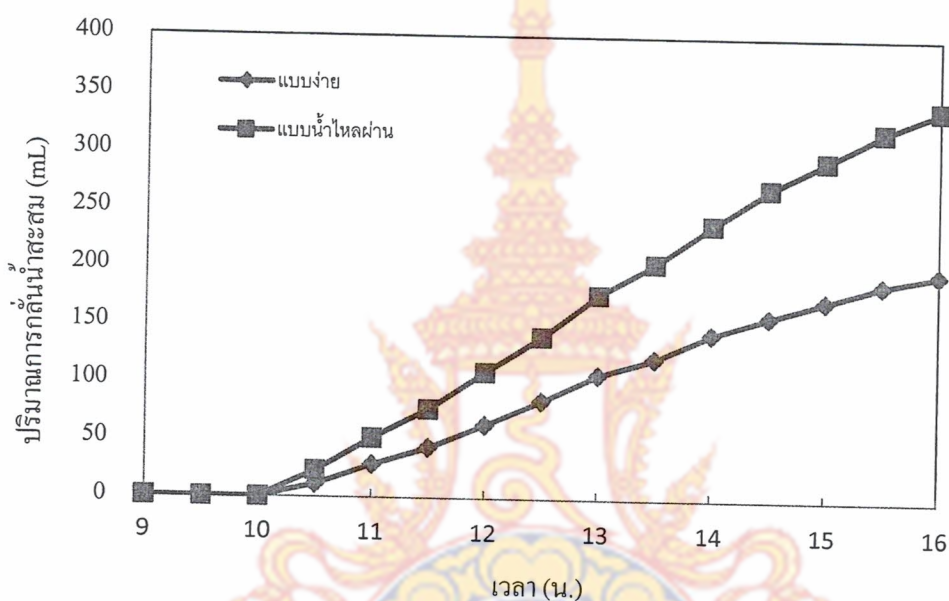
รูปที่ 4.4 ความเข้มแสงที่ช่วงเวลา (ครั้งที่ 2)



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำทะเลทั้งสองแบบ



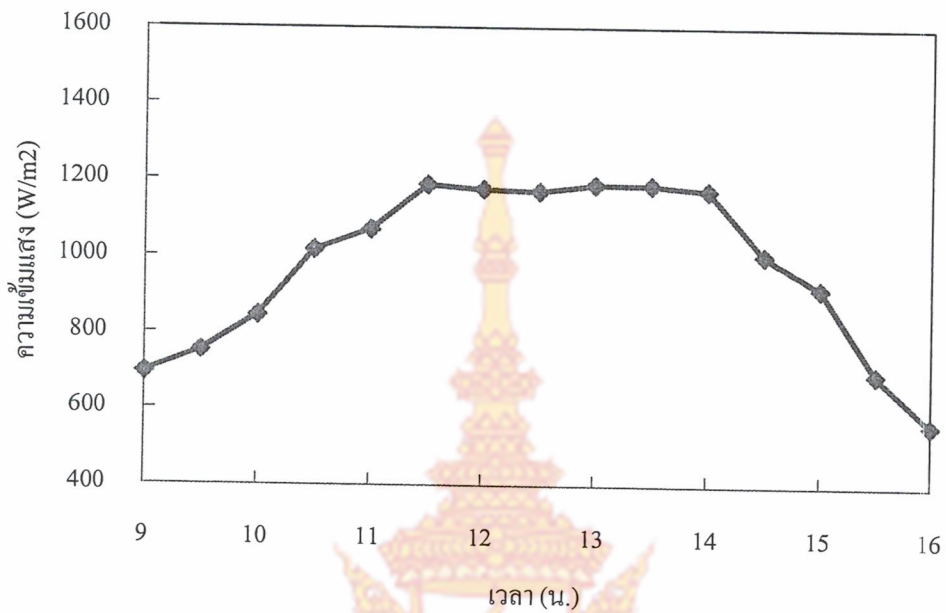
จากกราฟรูปที่ 4.5 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำทะเลของเครื่องกลั่นที่อัตราน้ำไหลผ่าน กระจก 5 ลิตรต่อชั่วโมง กับอุณหภูมิของเครื่องกลั่นที่ไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก พบว่าอุณหภูมิของน้ำทะเลในเครื่องกลั่นน้ำทะเลจะค่อยๆเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสง ดังรูปที่ 4.4 โดยอุณหภูมิของน้ำทะเลในเครื่องกลั่นที่มีน้ำทะเลไหลผ่านกระจกมีอุณหภูมิที่สูงกว่า เนื่องจากมีการนำน้ำทะเลไปไหลผ่านกระจกก่อนเข้าไปในเครื่องซึ่งเป็นอุ่นน้ำ โดยอุณหภูมิสูงสุดของเครื่องกลั่นแบบมีน้ำไหลผ่านกระจกและแบบไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก อยู่ที่  $48.6^{\circ}\text{C}$  และ  $47.1^{\circ}\text{C}$  ตามลำดับ



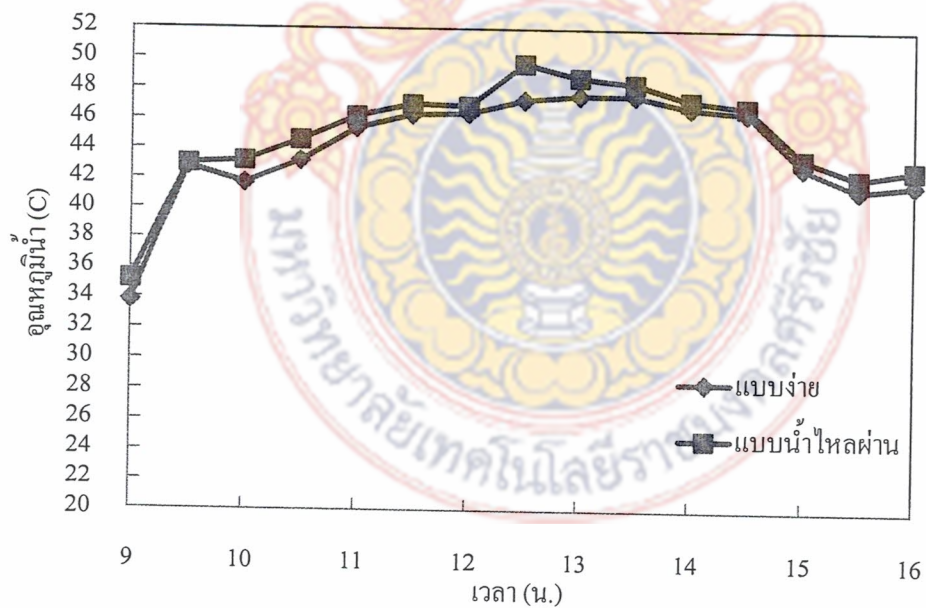
รูปที่ 4.6 ปริมาณการกลั่นน้ำสะอาดที่กลั่นได้ (ครั้งที่ 2)

จากกราฟรูปที่ 4.6 เปรียบเทียบปริมาณการกลั่นน้ำในช่วงเวลา 9.00 น. – 16.00 น. ของเครื่องทั้งสองแบบ จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่กลั่นได้จากเครื่องกลั่นแบบมีน้ำไหลผ่านได้ 338.8 มิลลิลิตร หรือ 0.565 ลิตรต่อตารางเมตร และปริมาณน้ำที่กลั่นได้จากเครื่องกลั่นแบบไม่มีน้ำไหลผ่านได้ 196.6 มิลลิลิตร หรือ 0.328 ลิตรต่อตารางเมตร จากการเปรียบเทียบผลของเครื่องกลั่นแบบมีน้ำไหลผ่าน จะมีอัตราการกลั่นที่สูงกว่าแบบไม่มีน้ำไหลผ่าน ซึ่งปริมาณน้ำที่ได้จากการกลั่นต่างกัน 142.2 มิลลิลิตร คิดเป็น 41.97 %

4.1.3 ผลการเปรียบเทียบการกลั่นน้ำทะเลระหว่างแบบที่มีน้ำไหลผ่านกระจกกับแบบที่ไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก ที่อัตราน้ำไหลผ่านกระจก 5 ลิตรต่อชั่วโมง ที่สภาวะเดียวกัน (ครั้งที่ 3)

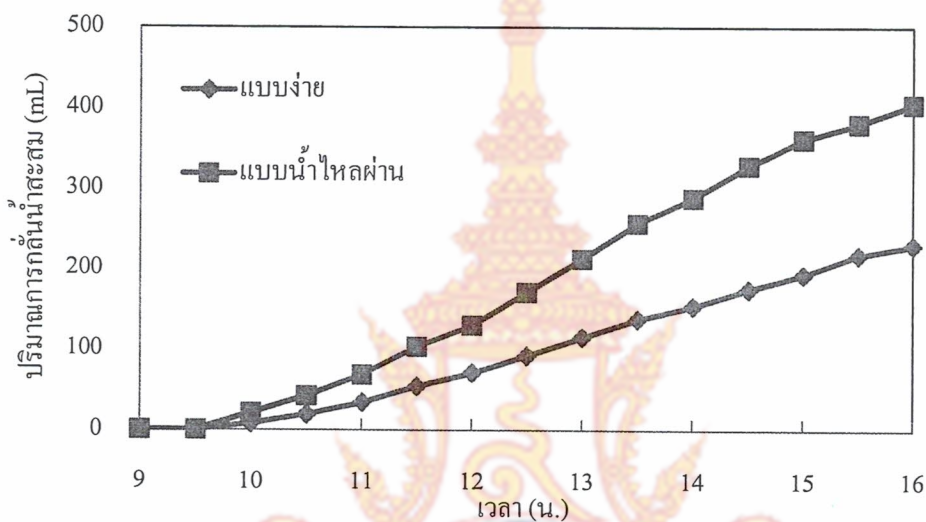


รูปที่ 4.7 ความเข้มแสงในช่วงเวลา (ครั้งที่ 3)



รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำทะเลทั้งสองแบบ

จากกราฟรูปที่ 4.8 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำทะเลของเครื่องกลั่นที่อัตราน้ำไหลผ่านกระจก 5 ลิตรต่อชั่วโมง กับอุณหภูมิของเครื่องกลั่นที่ไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก พบว่าอุณหภูมิของน้ำทะเลในเครื่องกลั่นน้ำทะเลจะค่อยๆเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้น ดังรูปที่ 4.8 โดยอุณหภูมิของน้ำทะเลในเครื่องกลั่นที่มีน้ำทะเลไหลผ่านกระจกมีอุณหภูมิที่สูงกว่า เนื่องจากมีการนำน้ำทะเลไปไหลผ่านกระจกก่อนเข้าไปในเครื่องซึ่งเป็นอุ่นน้ำ โดยอุณหภูมิสูงสุดของเครื่องกลั่นแบบมีน้ำไหลผ่านกระจกและแบบไม่มีน้ำไหลผ่านกระจก อยู่ที่  $49.7^{\circ}\text{C}$  และ  $47.6^{\circ}\text{C}$  ตามลำดับ



รูปที่ 4.9 ปริมาณการกลั่นน้ำสะอาดที่กลั่นได้ (ครั้งที่ 3)

จากกราฟรูปที่ 4.9 เปรียบเทียบปริมาณการกลั่นน้ำในช่วงเวลา 9.00 น. – 16.00 น. ของเครื่องทั้งสองแบบ จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่กลั่นได้จากเครื่องกลั่นแบบมีน้ำไหลผ่านได้ 404.8 มิลลิลิตร หรือ 0.675 ลิตรต่อตารางเมตร และปริมาณน้ำที่กลั่นได้จากเครื่องกลั่นแบบไม่มีน้ำไหลผ่านได้ 229.3 มิลลิลิตร หรือ 0.382 ลิตรต่อตารางเมตร จากการเปรียบเทียบผลของเครื่องกลั่นแบบมีน้ำไหลผ่าน จะมีอัตราการกลั่นที่สูงกว่าแบบไม่มีน้ำไหลผ่าน ซึ่งปริมาณน้ำที่ได้จากการกลั่นต่างกัน 175.5 มิลลิลิตร คิดเป็น 43.36 %



## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองสมรรถนะเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีน้ำไหลผ่านต่อเนื่อง และการทดลองเปรียบเทียบเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีน้ำไหลผ่านต่อเนื่องกับเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีน้ำไหลผ่าน นำมาสรุปผลค่าตัวแปรต่างๆพร้อมข้อเสนอแนะจะนำเสนอต่อไปนี้

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

การใช้น้ำไหลผ่านแผ่นกระจก โดยที่อัตราการไหลของน้ำ 5 ลิตรต่อชั่วโมงมีผลต่อการเพิ่มอัตราการกลั่นน้ำ โดยทำให้แผ่นกระจกมีอุณหภูมิลดลง น้ำที่มีอุณหภูมิสูงที่ระเหยภายในเครื่องกลั่นเมื่อมาเจอกับแผ่นกระจกที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะทำให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำทำให้ได้น้ำมาก และเร็วขึ้น โดยจะส่งผลอย่างเห็นได้ชัดเมื่อสภาวะอากาศดี ไม่มีเมฆ แดดแรง แต่หากสภาวะอากาศไม่ดี มีเมฆมาก แดดอ่อน หรือไม่มีแดดจะทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบมีน้ำไหลผ่านแผ่นกระจก (แบบฟิล์มบาง) ต่ำลง โดยมีอัตราการกลั่นที่ดีที่สุดในวันที่ 28 มกราคม 2559 ในช่วงเวลา 09.00 – 16.00 น. พบว่าเครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบมีน้ำไหลผ่านแผ่นกระจก (แบบฟิล์มบาง) ให้อัตราการกลั่นที่สูงกว่าเครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบไม่มีน้ำไหลผ่านแผ่นกระจก (แบบง่าย) ถึง 43.36 % โดยปริมาณน้ำที่เครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบมีน้ำไหลผ่านแผ่นกระจก (แบบฟิล์มบาง) กลั่นได้คือ 0.675 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน และปริมาณที่เครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบไม่มีน้ำไหลผ่านแผ่นกระจก (แบบง่าย) กลั่นได้คือ 0.382 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งนั่นก็หมายความว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ข้างต้นเป็นจริงโดยปริมาณของน้ำที่กลั่นได้ในแต่ละวันจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และสภาพอากาศในแต่ละวันด้วย

จากเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ สามารถสรุปได้ว่า การกลั่นน้ำทะเลแบบมีน้ำไหลผ่านแผ่นกระจก (แบบฟิล์มบาง) มีประสิทธิภาพดีกว่าการกลั่นน้ำทะเลแบบไม่มีน้ำไหลผ่านแผ่นกระจก (แบบง่าย) จากการทดลองอุณหภูมิในเครื่องกลั่นที่มีน้ำไหลผ่านกระจก (แบบฟิล์มบาง) มีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำในเครื่องกลั่นที่ไม่มีน้ำไหลผ่าน (แบบง่าย) เมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นในเวลา 16.00 น. อัตราการกลั่นน้ำที่ได้ของการกลั่นน้ำทะเลแบบมีน้ำไหลผ่านแผ่นกระจก (แบบฟิล์มบาง) นี้ก็สูงที่สุดด้วย ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานและวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) จากการทดลองอาจจะได้ผลไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับสถานที่การทดลอง เช่น พื้นปูน พื้นทราย พื้นสนามหญ้า และสภาพภูมิอากาศของแต่ละจังหวัดที่ต่างกันด้วย
- 2) การออกแบบเครื่องกลั่นน้ำที่ใช้วัสดุเป็นกระจกควรมีความระมัดระวังในการออกแบบการประกอบและเคลื่อนย้าย
- 3) อาจมีการประยุกต์ใช้ในการทดลองค่าตัวแปรอื่นๆ เช่น น้ำที่กลั่นอาจจะเปลี่ยนเป็นน้ำบาดาล น้ำกร่อย เพื่อเปรียบเทียบหาคุณสมบัติที่แตกต่างกัน และปริมาณน้ำที่กลั่นได้

## บรรณานุกรม

- [1] หยต แสงอุทัย. (2551). ข้อมูลอุทกศาสตร์น่านน้ำไทย.
- [2] นิรมิต มากดี. (2548). เครื่องกลั่นน้ำแสงอาทิตย์แบบปริมาตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [3] กมล อุปลานนท์. (2522). เครื่องกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์ที่มีกระจกเอียงสองด้าน.
- [4] อีระจิต ดวงมุสิก. (2529). เครื่องกลั่นน้ำด้วยผิวตั้งฝาครอบอะคริลิค. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [5] สุวรรณ สุนทรรัตน์. (2523). เครื่องกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์โดยใช้พลาสติกเป็นฝาปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [6] อนนท์ โพธิ์หอม. (2520). เครื่องกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [7] ปกิต พฤชวานิช, รักชาติ ศรีงาม และศุภวัช บัวแก้ว. (2552). การศึกษาการกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- [8] Maung Nay Htun. And M.P. Aftab. (1976). A Study of the Efficiency of Various Designs of Solar Stills for Producing potable Water. Journal of Science Society of Thailand, Vol.2, No, pp. 22 – 34.
- [9] Wibulswas, p Suntrirat, S, Direkstaporn, B. and Kaitisiroat. (1982). Development of Solar Stills Having Acrylic-pastic Covers in Thailand. Alternative Energy, Michigan, Sorces IV, Ann Arbor Science, p. 385.
- [10] อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อสภาพภูมิอากาศโลก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://dnfe5.nfe.go.th/ilp/sunshine/SUN-1.htm>. (วันที่ค้นข้อมูล : 26 กุมภาพันธ์ 2559).
- [11] การใช้ประโยชน์เซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.dede.go.th> . (วันที่ค้นข้อมูล : 26 กุมภาพันธ์ 2559).
- [12] ปริมาณการใช้พลังงานแสงอาทิตย์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.dede.go.th>. (วันที่ค้นข้อมูล : 26 กุมภาพันธ์ 2559).

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- [13] ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.dede.go.th>. (วันที่ค้นข้อมูล : 26 กุมภาพันธ์ 2559).
- [14] Hikmet S. Aybar, Fuat Egelioglu, U. Atikol. (2005). An experimental study on an Inclined solar water distillation system Desalination. Volume 180, pp. 285-289.
- [15] G.N. Tiwari. (2002). Solar Energy Fundamental Design Modelling and Applications Alpha Science. New Delhi.





ภาคผนวก ก  
ผลที่ได้จากการทดลอง



ตาราง ก.1 ข้อมูลการทดลองวันที่ 28 มกราคม 2559

เวลา	อุณหภูมิ (°C)		อุณหภูมิอากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m <sup>2</sup> )		อัตราการกลั่น (ml)	
	แบบง่าย	แบบน้ำไหลผ่าน		min	max	แบบง่าย	แบบน้ำไหลผ่าน
9	32.5	33.4	30.4	578	673	0	0
9.5	37.8	41	30.6	864	890	0	0
10	38.4	41.6	30.8	981	998	10	18
10.5	38.3	38.8	31.3	1070	1279	23.1	44.3
11	41.3	42.2	31.5	1050	1079	41.3	69.8
11.5	44	44.1	32.2	1220	1237	57.8	91.9
12	44.2	45.5	33.6	1219	1236	72.4	111.3
12.5	45.1	45.5	31.4	1170	1217	83.5	130.3
13	43.1	48.3	30.8	1180	1222	100.3	157.8
13.5	45.2	45.5	32.7	1097	1118	114.8	182.8
14	43	43.5	32.5	1115	1132	130.8	213.4
14.5	43.5	44.5	32.2	1009	1152	146.9	239.8
15	42.6	43	31.6	879	972	160.3	263.4
15.5	42.1	42.1	29.1	664	738	172.3	287.1
16	39.6	39.7	28.8	497	531	188.4	312.3

ตาราง ก. 2 ข้อมูลการทดลองวันที่ 29 มกราคม 2559

เวลา	อุณหภูมิ (°C)		อุณหภูมิอากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m <sup>2</sup> )		อัตราการกลั่น (ml)	
	แบบง่าย	แบบน้ำไหลผ่าน		min	max	แบบง่าย	แบบน้ำไหลผ่าน
9	33.5	35.2	30.1	649	667	0	0
9.5	36.8	39.6	33.4	791	826	0	0
10	38.6	41.7	31.3	768	824	0	0
10.5	40.9	44.1	30.7	1111	1187	11.1	23.1
11	44.4	46.7	32.1	989	1084	28.4	51.3
11.5	45.8	47.1	35.4	1260	1298	43.3	76.2
12	47.1	48.6	33.1	1430	1465	63.1	108.3
12.5	45.8	46.3	32.6	1207	1236	84.1	139.2
13	45.6	46.3	33.4	1150	1189	106.8	176.4
13.5	43.4	43.6	33.5	1145	1185	121.2	204.1
14	41.7	42.4	32.8	1033	1045	142.8	238.2
14.5	43.3	43.3	32.2	986	1024	158.1	270.1
15	41.2	41.6	32.2	795	820	172.3	294.3
15.5	40.5	40.7	31.2	716	734	186.9	319.4
16	39.3	39.6	30.5	456	478	196.6	338.8

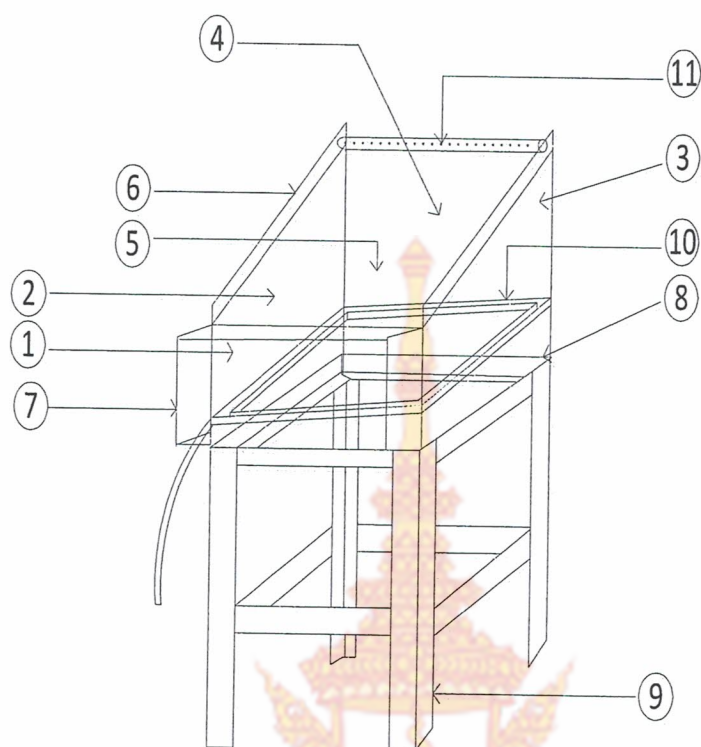


ตาราง ก.3 ข้อมูลการทดลองวันที่ 30 มกราคม 2559

เวลา	อุณหภูมิ (°C)		อุณหภูมิอากาศ (°C)	ความเข้มแสง (w/m <sup>2</sup> )		อัตราการกลั่น (ml)	
	แบบง่าย	แบบน้ำ ไหลผ่าน		min	max	แบบง่าย	แบบน้ำ ไหลผ่าน
9	33.8	35.2	30.2	684	707	0	0
9.5	42.8	43	31.4	741	765	0	0
10	41.7	43.2	33.1	840	852	8	21
10.5	43.2	44.6	33.8	1015	1020	19	42.2
11	45.4	46.2	33.5	1063	1078	34	68.4
11.5	46.3	47	33.3	1176	1198	54.1	102.8
12	46.4	46.9	31.7	1156	1195	70.4	129.2
12.5	47.3	49.7	32	1165	1176	91.8	170.4
13	47.6	48.8	34.2	1171	1205	114.6	211.9
13.5	47.6	48.4	33.7	1165	1209	136.8	256.4
14	46.8	47.3	31.3	1158	1189	153.1	288.3
14.5	46.5	46.9	30	996	1015	174.2	328.5
15	42.9	43.5	30.9	910	929	192.5	361.7
15.5	41.4	42.2	31.1	681	710	217.2	380.7
16	41.8	42.8	32	553	571	229.3	404.8

ภาคผนวก ข  
แบบของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีน้ำไหลผ่านต่อเนื่อง

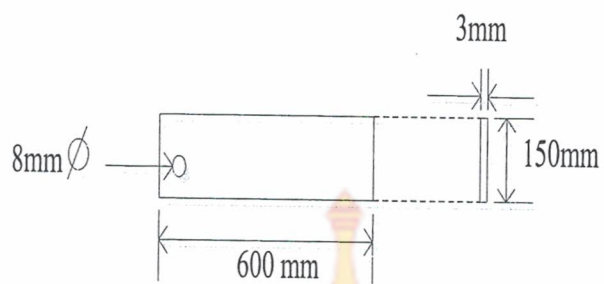




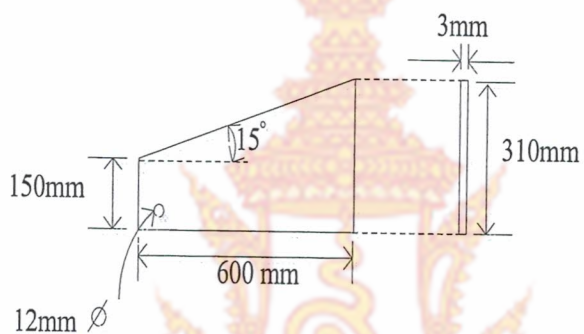
รูปที่ ข.1 แบบเครื่องกลั่นน้ำทะเลแบบสมบูรณ์

เลขที่	ชื่อชิ้นงาน
1	ฝาด้านหน้า
2	ฝาด้านซ้าย
3	ฝาด้านขวา
4	ฝาด้านหลัง
5	ฝาด้านบน
6	ขอบกั้นน้ำ
7	ฐานรองรับน้ำ
8	ถาดรับน้ำสี่เหลี่ยม
9	ชั้นวาง
10	รางรับน้ำกลั่น
11	ท่อปล่อยน้ำทะเล

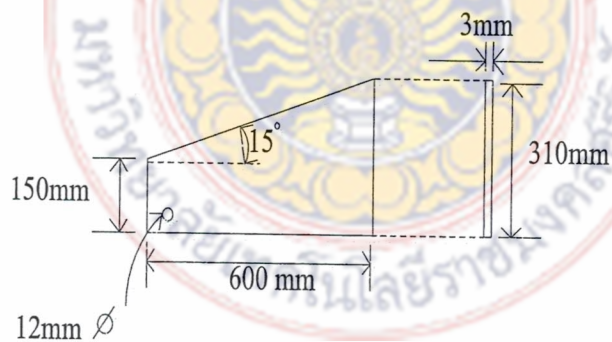




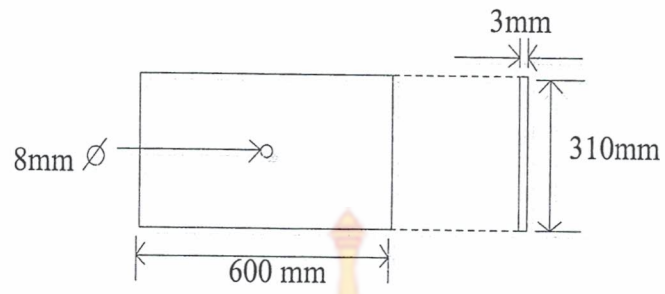
รูปที่ ข.2 ฝาด้านหน้า



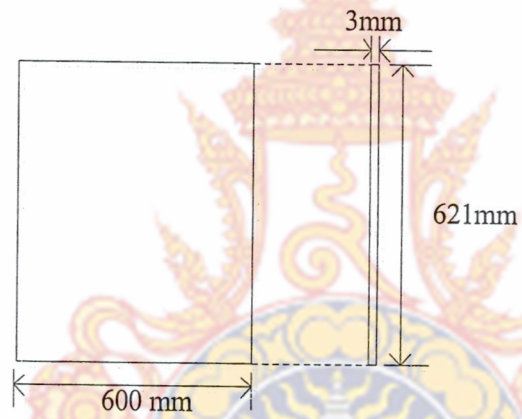
รูปที่ ข.3 ฝาด้านซ้าย



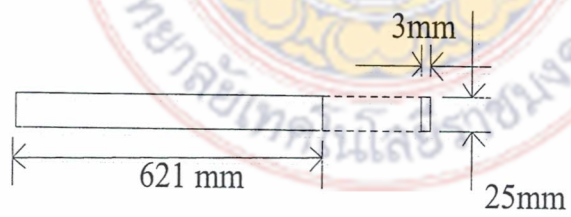
รูปที่ ข.4 ฝาด้านขวา



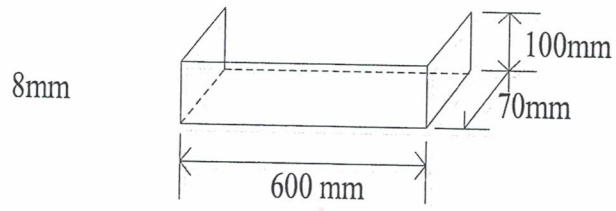
รูปที่ ข.5 ฝาด้านหลัง



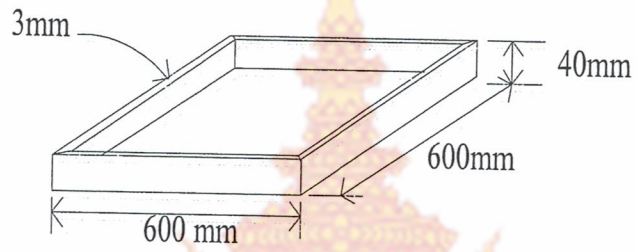
รูปที่ ข.6 ฝาด้านบน



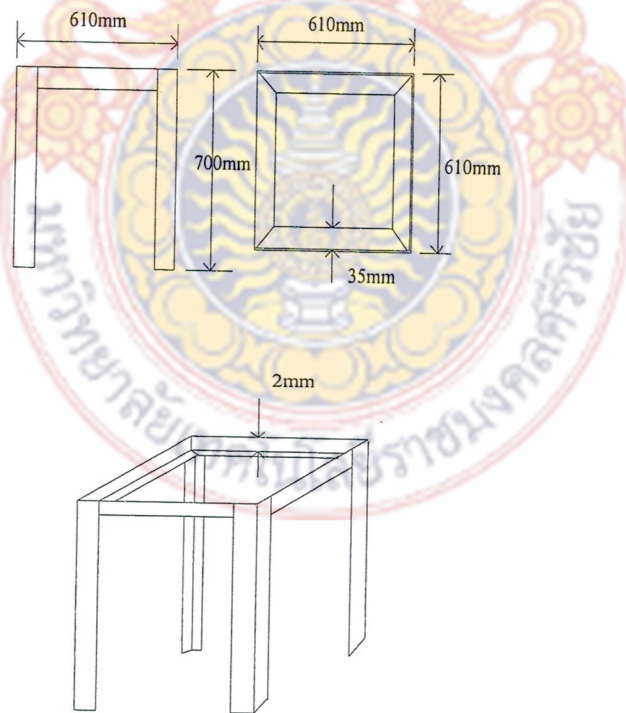
รูปที่ ข.7 ขอบกั้นน้ำ



รูปที่ ข.8 ฐานรองรับน้ำ

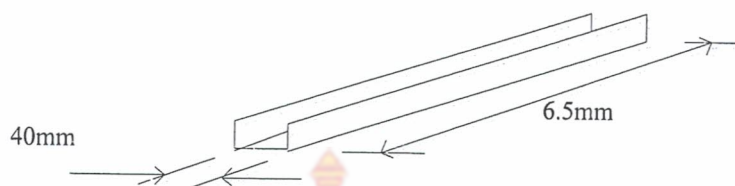


รูปที่ ข.9 ถาดรับน้ำสแตนเลส

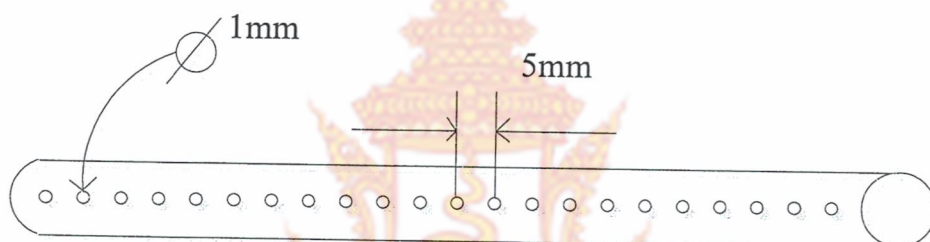


รูปที่ ข.10 ชั้นวาง





รูปที่ ข.11 รางรับน้ำกลั่น



รูปที่ ข.12 ท่อปล่อยน้ำทะเล

ภาคผนวก ค  
ภาพการเตรียมเครื่องและขั้นตอนการทดลอง





ภาพแสดงการติดตั้งเครื่องกลั่นน้ำทะเล



ภาพแสดงการปรับอัตราการใช้





ภาพแสดงการติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิล



ภาพแสดงการวัดอุณหภูมิในถาด





ภาพแสดงการวัดค่าความเข้มแสง

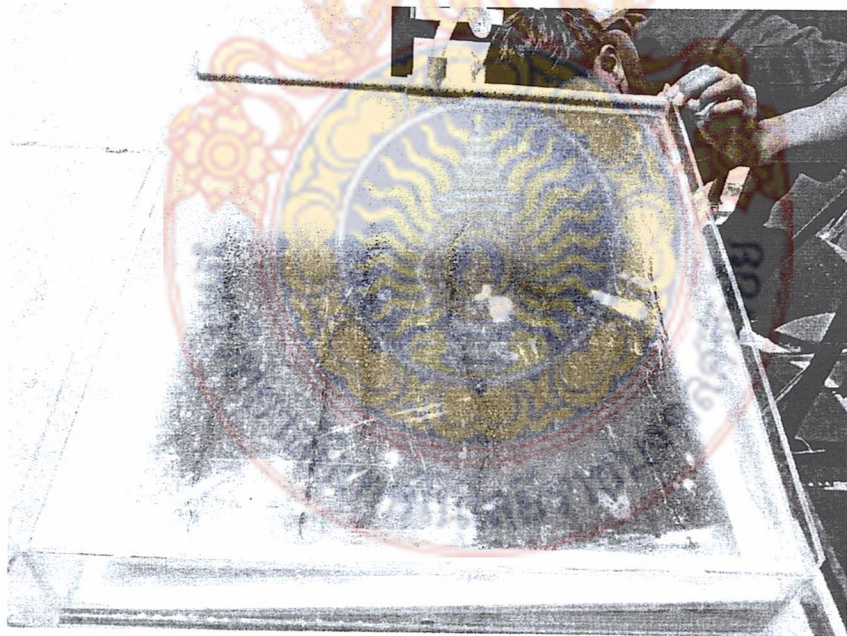


ภาพแสดงน้ำที่กลั่นได้



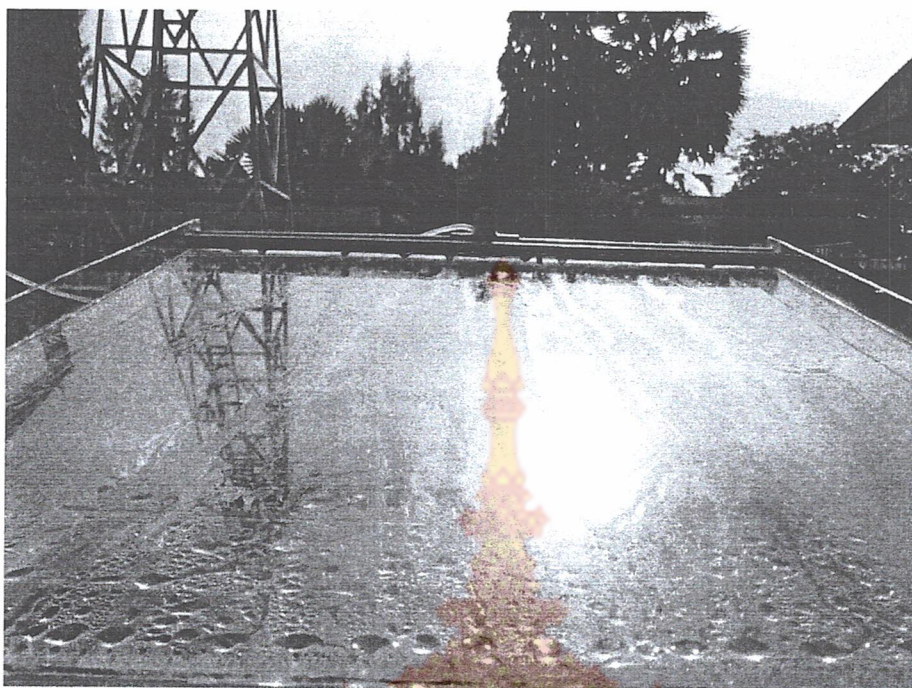


ภาพแสดงการติดตั้งปีกเกอร์รอน้ำที่กลั่นได้

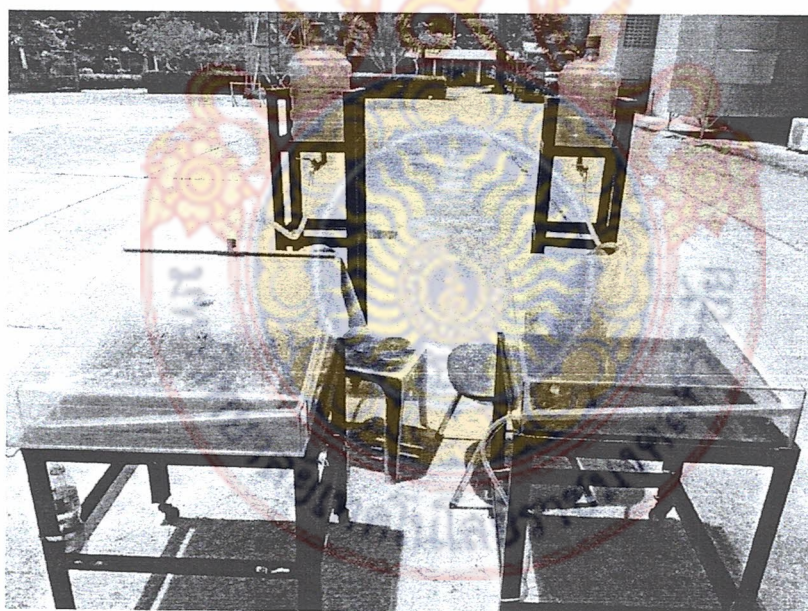


ภาพแสดงการไหลของน้ำผ่านกระจก





ภาพแสดงการก่อกวนตัวของน้ำเมื่อกระทบแผ่นกระจก



ภาพแสดงลักษณะการติดตั้งเครื่องก่อกวนน้ำทั้งสองแบบ