รายงานการวิจัย

เรื่อง

การออกแบบและทดลองหาค่าพารามิเตอร์ของครีบที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน

Design and experimental of fin configuration parameters effect on double slope single basin solar still performance

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชวิศร ปูคะภาค

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2560)

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การออกแบบและทดลองหาค่าพารามิเตอร์ของครีบที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน

Design and experimental of fin configuration parameters effect on double slope single basin solar still performance

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชวิศร ปูคะภาค

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2560)

หัวข้อวิจัย การออกแบบและทดลองหาค่าพารามิเตอร์ของครีบที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน
ผู้ดำเนินการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวิศร ปูคะภาค
ที่ปรึกษา อ.ดร.นรภัทร น้อยหลุบเลา
หน่วยงาน สาขาวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปี พ.ศ. 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาการออกแบบและทดลองหาค่าพารามิเตอร์ของครีบที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน โดยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบกรณีมีครีบและไม่มีครีบดูดซับความร้อน ซึ่งผลการทดลองพบว่ากรณีมีครีบดูดซับความร้อนมีประสิทธิภาพดีกว่ากรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน โดยกรณีมีครีบดูดซับความร้อนมีมีปริมาณน้ำกลั่นตลอดทั้งวันเท่ากับ 2.49 ลิตรต่อวัน และประสิทธิภาพสะสมเฉลี่ยตลอดทั้งวันเท่ากับ 28.04% ส่วนกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อนมีปริมาณน้ำกลั่นตลอดทั้งวันเท่ากับ 2.20 ลิตรต่อ และมีประสิทธิภาพสะสมเฉลี่ยตลอดทั้งวันเท่ากับ 24.46% วัน เนื่องมาจากการส่งผ่านความร้อนของครีบดูดซับความร้อนจะได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ดีกว่าไม่มีครีบดูดซับความร้อน เนื่องจากครีบดูดซับความร้อนมีคุณสมบัติดูดซับความร้อนได้ดี และยังมีการเพิ่มขนาดพื้นที่ของครีบดูดซับความร้อนในชั้นล่างของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อให้มีการดูดซับความร้อนมากยิ่งขึ้น ซึ่งทำให้มีอัตราการกลั่นน้ำดีขึ้นเนื่องมาจากน้ำต้องใช้เวลาในการสะสมความร้อนจนถึงค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอน้อยพอถึงค่าดังกล่าวก็จะระเหยไปสู่ผิวกระจกและทำการควบแน่นต่อไป และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะสมเฉลี่ยตลอดทั้งวัน ดังนั้นจึงส่งผลให้กรณีมีครีบดูดซับความร้อนมีอัตราการกลั่นน้ำและมีประสิทธิภาพดีกว่ากรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Research Title	Design and experimental of fin configuration parameters effect on double slope single basin solar still performance
Researcher	Asst.prof.Chawisorn Phukapak
Research Consultants	Dr.Narapat Noilublao
Organization	Department of Energy and Environment Engineering Rajabhat Maha Sarakham University
Year	2019

ABSTRACT

This Study presents the Design and experimental of fins configuration parameters effect on double slope single basin solar still performance. Comparing experiments with fins and without fins to heat absorber. The condensed water and efficiency of Solar Still were measured and calculated in the experiment. The result was showed that the fins with the maximum amount of condensed water at 2.49 liters/day and has the efficiency of saving at 28.04%. The without fins with the the minimum amount of condensed water at 2.20 liters/day and has the efficiency of saving at 24.46%. The fins with the less area would make the Solar Still had more efficiency because the fins with more area would protect the sunlight which transfered heat to the first layer at the absorber which was the cause at decreasing the efficiency of the Solar Still.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยเรื่องการออกแบบและทดลองหาค่าพารามิเตอร์ของครีบที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีการศึกษา 2560 ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ขอขอบคุณเจ้าของบทความงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นเครื่องมือ เอกสารอ้างอิง ในงานวิจัยในครั้งนี้ ส่งผลให้การวิจัยบรรลุตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์

ผู้วิจัย

2562

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดดเป็นเครื่องมือที่เปลี่ยนน้ำเค็มหรือน้ำกร่อยให้เป็นน้ำจืดโดยไม่ต้องใช้พลังงานอื่นนอกจากพลังงานจากแสงแดด โดยเครื่องมือชนิดนี้จะมีประโยชน์มากในพื้นที่ห่างไกลและแห้งแล้งหรือบริเวณที่เป็นเกาะหรือติดทะเล บริเวณพื้นที่ที่มีน้ำใต้ดินเป็นน้ำกร่อยได้มีการพัฒนาเครื่องกลั่นมาอย่างต่อเนื่องจากสมัยกรีกโบราณเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาและสร้างโรงกลั่นขนาดใหญ่ (Solar distillation plant) หลายแห่งโดยระหว่างปี 1957 และ 1970 ได้มีการสร้างโรงกลั่นน้ำขนาดใหญ่ขึ้น 4 โรงที่ประเทศกรีก Delyannis E., (2003) มีกำลังการผลิตอยู่ในช่วง 2,044 ถึง 8,640 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หลังจากนั้นก็มีการสร้างโรงกลั่นที่ประเทศต่างๆ อีกมากมายต่อมาได้มีการสร้างเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังแสงแดดแบบขนาดเล็กขึ้น เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกล เช่น ชนบท ทะเลทราย ฯลฯ จึงได้มีการศึกษาวิจัยเครื่องกลั่นน้ำขนาดเล็กกันอย่างกว้างขวางเพื่อสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยพิจารณาตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่ออัตราการกลั่นน้ำ และประสิทธิภาพของเครื่องกลั่น

จากงานวิจัยของ Hassan E.S. Fath., (1996) ได้สร้างเครื่องกลั่น น้ำด้วยแสงแดดที่มีประสิทธิภาพสูงและสามารถลั่นน้ำได้ถึง 10.7 kg/m^2day โดยทำเป็นรูปกระโจมแบบมีการกลั่นสองต่อ (double effect) ซึ่งการทำเป็นแบบกลั่นสองต่อนี้ แม้ประสิทธิภาพจะดีขึ้นมากแต่เป็นการเพิ่มความยุ่งยากและเพิ่มต้นทุนด้วย ปี ค.ศ. 1999, M.A. Hamdan, A.M. Musa, B.A. Jubran., (1999) ได้สร้างเครื่องกลั่นน้ำและศึกษาผลของจำนวนชั้นของอ่างรับน้ำด้านล่าง โดยที่เครื่องกลั่นน้ำแบบอ่าง 3 ชั้น จะมีประสิทธิภาพ 24% และสามารถกลั่นน้ำได้สูงสุด 4.896 กิโลกรัม/ตารางเมตร/วัน ปี ค.ศ. 2005 Hikmet Ş.Aybar, Fuat Egelioğlu, U. Atikol., (2005) ได้สร้างเครื่องกลั่นน้ำและศึกษาผลของพื้นเอียงและแผ่นดูดซับแสงแดดโดยใช้ขนแกะปูรองพื้นเพื่อทำให้เกิดการกระจายตัวของน้ำอย่างสม่ำเสมอผลปรากฏว่าแผ่นดูดซับแสงแดดที่ใช้ขนแกะรองจะสามารถกลั่นน้ำได้มากกว่าแผ่นที่เปลือยเปล่า 2-3 เท่า ซึ่งเครื่องกลั่นน้ำนี้สามารถกลั่นน้ำได้ 11.195 ลิตร/ตารางเมตร/วัน ผลของความสูงของระดับน้ำในอ่างต่อปริมาณการได้น้ำกลั่น จากการศึกษาของ Bloemer, J.W., (1965) พบว่าปริมาณน้ำกลั่นที่ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วถ้าน้ำตื้นลง แต่ต้องมีการป้องกันด้วยฉนวนเป็นอย่างดีควบคู่กันไปด้วย

ในส่วนของประเทศไทยนั้นจะพบการสร้างเครื่องกลั่นเป็นแบบขนาดเล็กเสียเป็นส่วนใหญ่ โดยมีการศึกษาวิจัยและสร้างเครื่องกลั่นพลังงานแสงแดดขึ้นในปี พ.ศ. 2519 และประสบความสำเร็จในปี พ.ศ. 2523 โดยกองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์และบริการ (2545) เรียกว่าเครื่องกลั่นน้ำด้วยแสงแดดแบบกรมวิทยาศาสตร์แบบ 1 สามารถกลั่นน้ำได้ 2.8 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ต่อมาในปี พ.ศ. 2530 กองฟิสิกส์และวิศวกรรมกรมวิทยาศาสตร์และบริการ ได้พัฒนาเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงแดดแบบกรมวิทยาศาสตร์แบบ 2 ขึ้นสามารถกลั่นน้ำได้ 3.6 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องกลั่นน้ำแบบ 1 ประมาณร้อยละ 28 ซึ่งในแบบที่ 2 นี้ชี้ให้เห็นว่าปริมาณน้ำดิบ (ระดับน้ำ) ในเครื่องกลั่น น้ำมีผลต่อประสิทธิภาพในการกลั่นน้ำมากกว่าตัวแปรอื่นๆ พูนศักดิ์ อินทวี และคณะ (2548) ได้สร้างเครื่องกลั่น น้ำโดยใช้กระจกทึบแสงเป็นตัวดูดซับพลังงานแสงแดดสามารถกลั่นน้ำได้เฉลี่ย 4.3 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวันประสิทธิภาพเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 37 % ในปี พ.ศ. 2548 อภิชาติ บุญล้อม และซังเซ็ง เลียงจินดาถาวร (2548) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
RAJABHAT RAJANAGARINDRA UNIVERSITY

ของระดับความสูงของน้ำในอ่างกับประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำแบบอ่างพบว่าที่ระดับความสูงของน้ำที่ 2.5 เซนติเมตร เครื่องกลั่นจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 28.9% และกลั่นน้ำได้สูงสุดประมาณ 2.6 ลิตรต่อวัน จะเห็นได้ว่าที่ผ่านมานั้นเครื่องกลั่นน้ำที่ได้ทดลองสร้างขึ้นมาในประเทศไทยนั้นโดยส่วนใหญ่แล้วประสิทธิภาพยังไม่สูงมากนัก โดยทั่วไปแล้วจะกลั่นน้ำได้ไม่เกิน 5 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน

จากแนวความคิด A.A. Badran et al., (2005) and C. Tiris et al., (1998) โดยการรวมแสงอาทิตย์ที่มีความเข้มแสงตกกระทบลงมาบนแผ่นกระจกเพื่อเพิ่มและสะสมความร้อนโดยการวางเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในทิศตะวันออกและตะวันตกมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการผลิตน้ำกลั่นพลังงานแสงอาทิตย์ E. Rubio Cerda et al., (2002) และเมื่อความเข้มแสงอาทิตย์เพิ่มสูงขึ้น [12-14] ย่อมมีอิทธิพลในการทำมุมเอียงกับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์นักวิจัยจึงได้ทำการศึกษาการทำมุมเอียงแบบต่างๆคือทำมุม 4, 10 และ 14ºC Porta Gándara, Fernández Zayas et al., (1994) A.A. El-Sebaii et al., (2004) A.A. El-Sebaii et al., (2000) and C. Phukapak et al., (2011) ซึ่งรวมถึงการใช้พื้นผิวสะท้อน 15, 16, 40, และ 23ºC G. Sanjay Kumar et al., (1996) Siaka Toure et al., (1997) and Al-Hinai Hilal etal., (2002) แต่มุมที่เหมาะสมที่สุดในประเทศไทยคือมุม 14ºC และในช่วงฤดูหนาวสามารถผลิตน้ำกลั่นได้ดีที่สุดในประเทศไทย เกรียงไกร นาบุดดา และคณะ (2549)

จากการวิจัยที่ผ่านมามีการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพและอัตราการ กลั่นน้ำหลายตัวแปร ระดับน้ำในอ่างเป็นตัวแปรที่สำคัญมากตัวหนึ่ง พบว่าที่ระดับน้ำยิ่งต่ำมากอัตราการกลั่นน้ำก็จะยิ่งมากตามไปด้วย จึงได้เกิดแนวคิดว่าถ้าเพิ่มพื้นที่ตัวดูดซับความร้อนด้วยครีบในชั้นล่างของเครื่องกลั่นน้ำ มีแนวโน้มในการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับพลังงานแสงแดดได้ ด้วยหลักการดังกล่าวคาดว่าจะทำให้อัตราการกลั่นน้ำเพิ่มขึ้นได้มาก ในการทดลองนี้จะทำการศึกษาค่าพารามิเตอร์ของครีบที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้านที่มุมเอียงกระจกหลังคา 14 องศา เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของครีบที่เหมาะสมที่ทำให้ผลผลิตรวมและประสิทธิภาพเฉลี่ยของเครื่องกลั่นสูงที่สุด โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปสร้างเครื่องต้นแบบของเครื่องกลั่นน้ำที่มีครีบแบบ 2 และ 3 ชั้นต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและทดลองเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน
2. เพื่อศึกษาค่าพารามิเตอร์ของครีบที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน
3. เพื่อศึกษาหาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน

ขอบเขตการวิจัย

1. ใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ชนิดแผ่นราบโดยตั้งในแนวเหนือใต้และทำมุม 14 องศากับแนวระดับ
2. น้ำดิบที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นน้ำดิบสังเคราะห์ที่เตรียมจากน้ำประปา
3. ใช้ข้อมูลค่าความเข้มแสงอาทิตย์จากกรมอุตุนิยมวิทยาที่อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

4. ศึกษาค่าพารามิเตอร์ของครีบที่มีปัจจัยต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน

5. ศึกษาผลกระทบของขนาดครีบที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์

สมมติฐานการวิจัย

1. เครื่องกลั่นน้ำที่มีครีบและไม่มีครีบจะให้สมรรถนะการกลั่นของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้านที่แตกต่างกัน

2. ประสิทธิภาพของการกลั่นน้ำจะแปรผันตามอุณหภูมิของน้ำและความเข้มแสงอาทิตย์

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย/(นิยามศัพท์เฉพาะ)

1. เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ หมายถึง เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจกสองชั้นเอียงด้านเดียว

2. ประสิทธิภาพ หมายถึง ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์หาได้จากอัตราการควบแน่น ค่าความร้อนแฝงของน้ำและค่าความเข้มแสงอาทิตย์

3. การดูดซับความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ถูกดูดซึมโดยวัตถุที่นำมาทำการทดลอง

4. ครีบ หมายถึง แผ่นวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลองเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการดูดซับความร้อน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน

2. ทราบค่าพารามิเตอร์ของครีบที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน

3. ทราบถึงแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รูปแบบเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีความเหมาะสมต่ออัตราการกลั่นมากที่สุดในขณะนี้ยังไม่สามารถสรุปได้แน่นอนเพราะฉะนั้นจำเป็นต้องทำการศึกษาให้เข้าใจถึงรูปแบบต่างๆ ของเครื่องกลั่นน้ำและตัวดูดซับความร้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำ ซึ่งจะได้นำเสนอดังต่อไปนี้

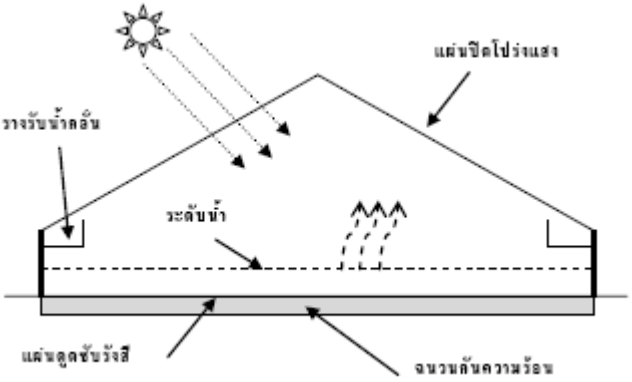
การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีการศึกษาและสร้างเพื่อใช้งานครั้งแรกตั้งแต่ปี ค.ศ.1872 สำหรับในประเทศไทยมีศึกษาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1975 ณ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (เกรียงไกร นาบุดดา, 2550) การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถกำจัดความเค็มออกจากน้ำได้โดยไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและเมื่อเทียบกับการกลั่นด้วยพลังงานอื่นพบว่าสามารถผลิตน้ำจืดได้คุณภาพที่ดี ในราคาถูกอีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาไม่สูงมานัก และด้วยการศึกษาพัฒนาอย่างต่อเนื่องกว่า 130 ปีจึงมีรูปแบบของการกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มากมายหลายรูปซึ่งสามารถแยกออกเป็น 2 กลุ่ม คือการกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรงและการกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทางอ้อมซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

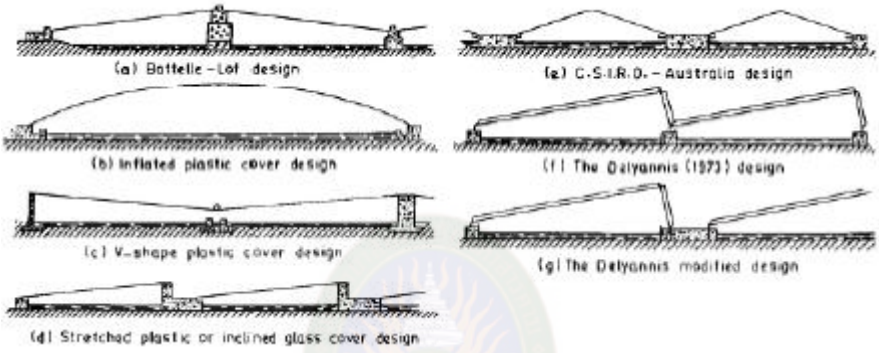
การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรง

การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรง (Direct Solar Distillation) คือการกลั่นน้ำโดยใช้พลังงานจากรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ถ่ายเทพลังงานสู่น้ำเค็มโดยตรงเพื่อให้น้ำมีอุณหภูมิและความดันไอสูงขึ้นจนระเหยและน้ำตัวลงเป็นน้ำจืด ซึ่งหลักการทำงานทั่วไปของการกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรงจะอธิบายจากเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบอ่างชั้นเดียวซึ่งเป็นรูปแบบที่เรียบง่ายที่สุด โดยมีหลักการทำงานเริ่มต้นจากการแผ่รังสีอาทิตย์ผ่านแผ่นปิดโปร่งแสง (ส่วนใหญ่มักเป็นกระจกใส) รังสีอาทิตย์จะถูกดูดซึมโดยน้ำดิบและพื้นอ่างซึ่งจะทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น น้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะระเหยตัวเป็นไอเนื่องจากความดันไอที่สูงขึ้นและลอยตัวขึ้นด้านบนไปกระทบกับแผ่นปิดโปร่งแสงและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ โดยอาศัยหลักการการพาความร้อน ดังนั้นแผ่นปิดจึงต้องมีความลาดเอียงที่เหมาะสมที่จะทำให้น้ำกลั่นตัวแล้วไหลรวมตัวกันได้ สุดท้ายจึงจะได้น้ำกลั่นที่ไหลสู่รางรับน้ำกลั่นก่อนนำไปใช้งานต่อไป (เกรียงไกร นาบุดดา, 2550) ดังแสดงในภาพที่ 2.1 นอกจากรูปแบบการน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอ่างชั้นเดียวแล้วยังมีการพัฒนาเป็นรูปแบบอื่นๆ ซึ่งต่างก็ใช้หลักการทำงานเดียวกันแบบอ่างชั้นเดียว เช่น แบบปิดคลุมด้วยแผ่นพลาสติกแบบรูปตัววี เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 2.2 นอกจากการกลั่นน้ำเพื่อผลิตน้ำจืดแล้ว การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรงยังสามารถประยุกต์งานร่วมกับเรือนกระจกเพื่อผลิตน้ำจืดและปลูกพืชได้ในพื้นที่เดียวกันดังแสดงในภาพที่ 2.3

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

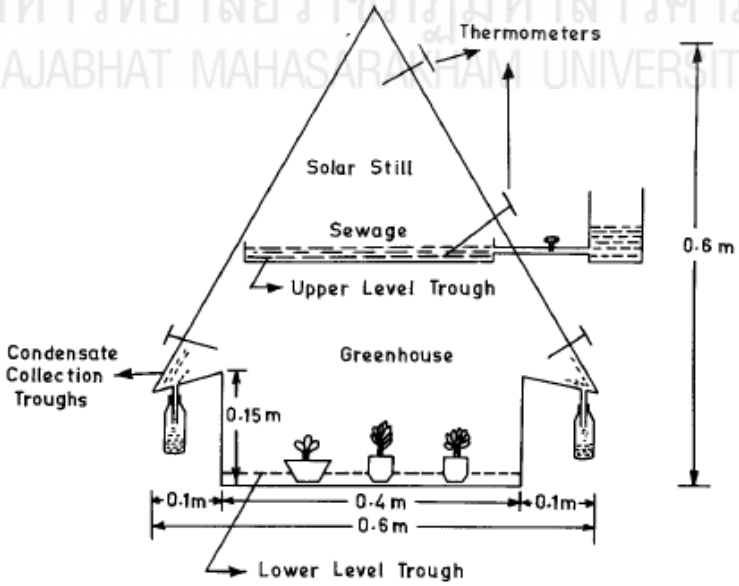


ภาพที่ 2.1 การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอ่าง



ภาพที่ 2.2 การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอ่างรูปแบบต่างๆ (Malik, Tiwari, Kumar, & Sodha, 1982)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

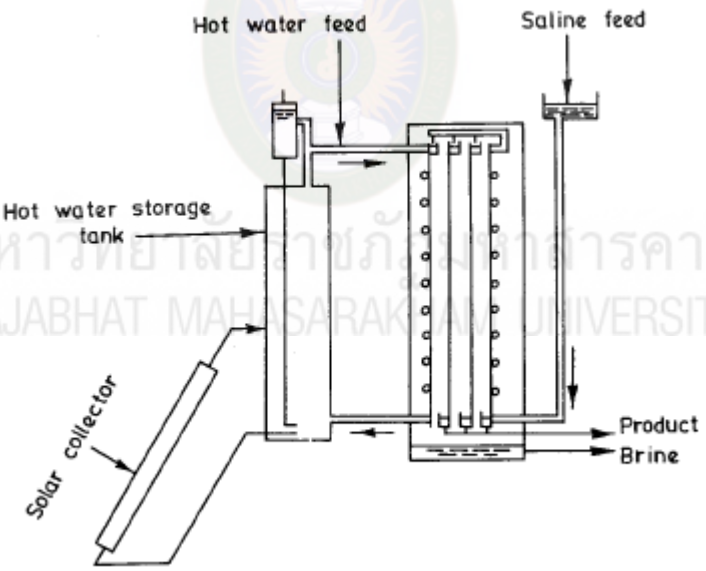


ภาพที่ 2.3 การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก (Malik et al., 1982)

แม้ว่าการกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอ่างจะสามารถให้น้ำจืดที่มีคุณภาพดีแต่ต้องแลกกับการใช้พื้นที่ในการก่อสร้างมาก จึงมีการพัฒนาเครื่องกลั่นที่ให้ประสิทธิภาพเชิงพลังงานสูงกว่าแบบอ่างซึ่งสามารถผลิตกลั่นน้ำได้มากกว่าเมื่อเทียบกับแบบอ่างธรรมดาในพื้นที่ที่เท่ากัน (Malik et al., 1982) มีรูปแบบต่างๆที่ได้รับการพัฒนาขึ้น ได้แก่

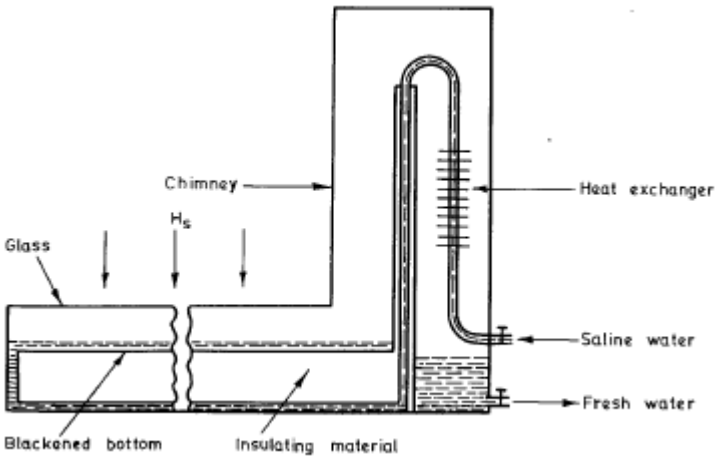
1) แบบกระจายตัว (Diffusion Solar Still)
2) แบบปล่อง (Chimney-type Solar Still)
3) แบบรับความร้อนด้านบน (Heated Head Solar Still)
4) แบบอ่าง 2 ชั้น (Double Basin Solar Still)
5) แบบประสิทธิผล 3 ชั้น (Three-effect Multiple Solar Still)
6) แบบขั้นบันได (Tilted Tray Solar Still)
7) แบบระบบอาร์เอสเอส (RSS Sytem)
8) แบบทิลวิค (Tilted Wick Still)
9) แบบแผ่นยื่นหลายชั้น (Muliple-ledge Tilted Still)

ซึ่งภาพที่ 2.4-2.12 จะแสดงรูปแบบเครื่องกลั่นต่างๆ ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

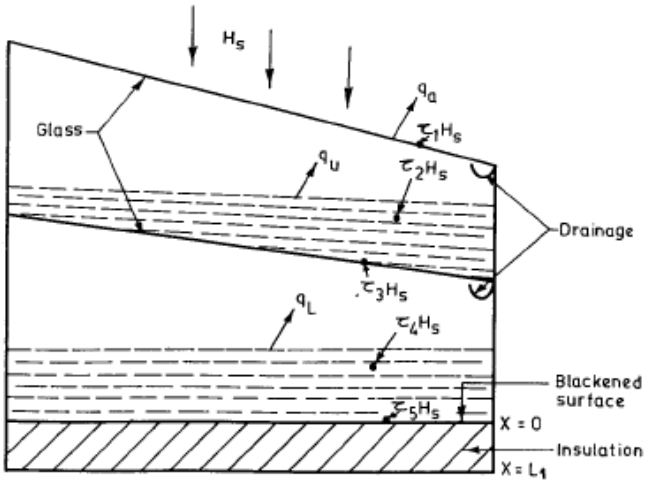
ภาพที่ 2.4 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจายตัว (Malik et al., 1982)



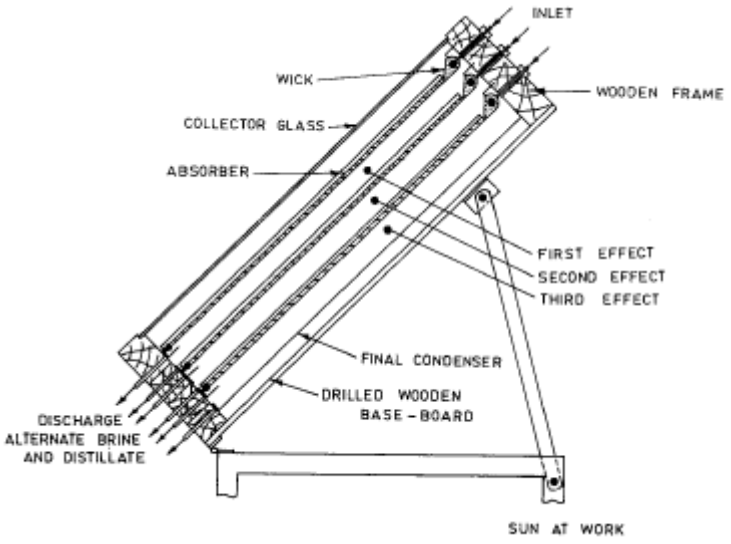
ภาพที่ 2.5 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบแบบปล่อง (Malik et al., 1982)

ภาพที่ 2.6 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบรับความร้อนด้านบน (Malik et al., 1982)

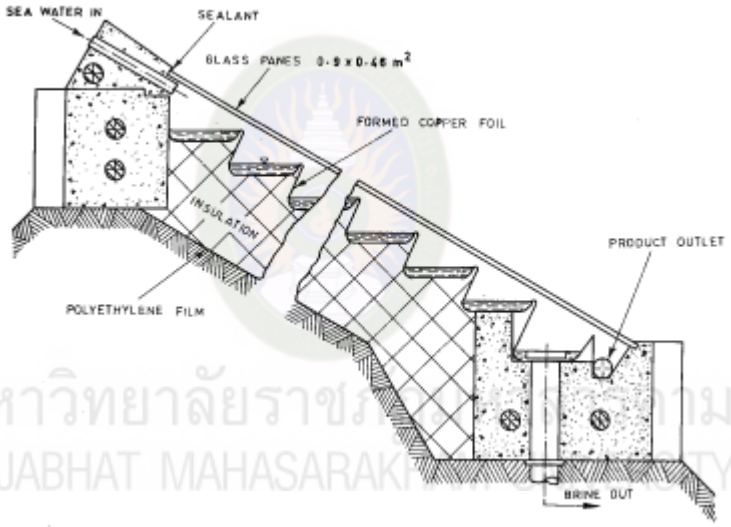
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 2.7 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบอ่าง 2 ชั้น (Malik et al., 1982)

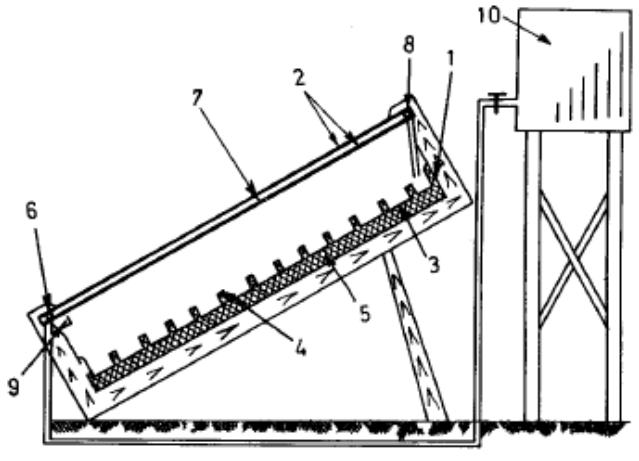


ภาพที่ 2.8 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบประสิทธิผล 3 ชั้น (Malik et al., 1982)

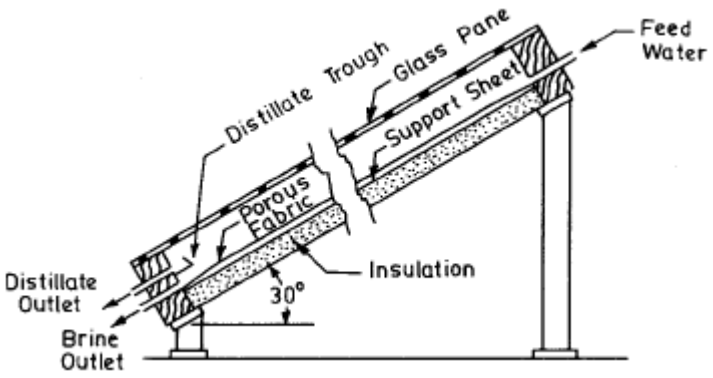


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

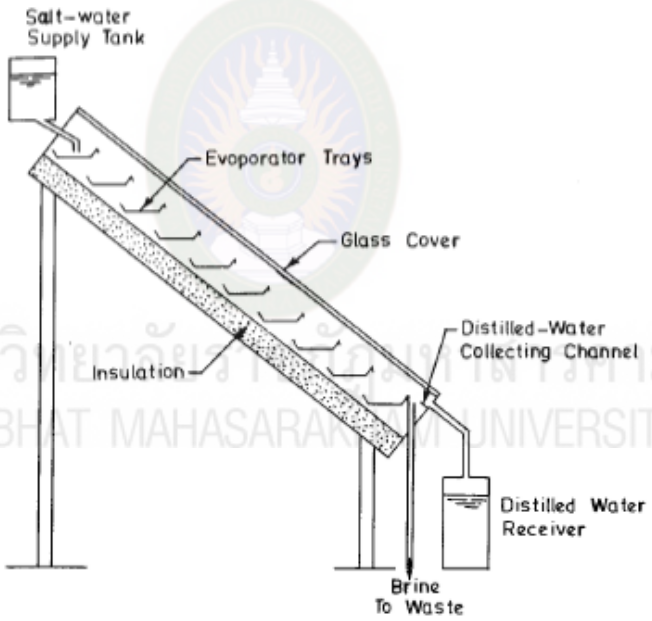
ภาพที่ 2.9 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบขั้นบันได (Malik et al., 1982)



ภาพที่ 2.10 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบอาร์เอสเอส (Malik et al., 1982)



ภาพที่ 2.11 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบทิลวิค (Malik et al., 1982)



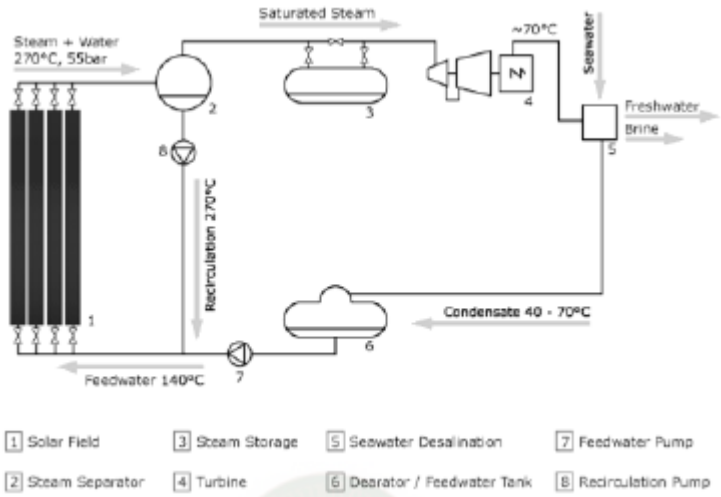
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.12 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นยื่นหลายชั้น (Malik et al., 1982)

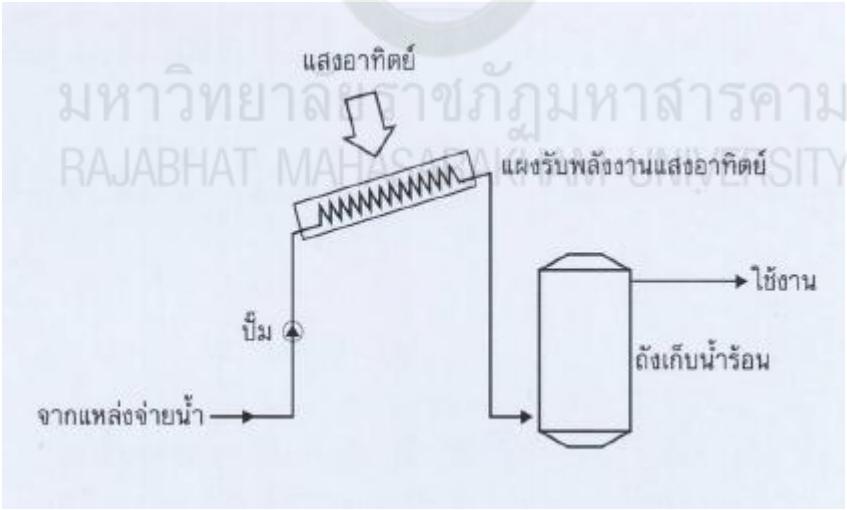
การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบทางอ้อม

การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบทางอ้อม คือ การนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้รูปของแหล่งพลังงานความร้อนหรือไฟฟ้าโดยไม่มีการถ่ายเทพลังงานจากรังสีอาทิตย์สู่น้ำโดยตรงแต่มีการแปรรูปพลังงานก่อน เช่น การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตไอน้ำ เพื่อใช้ไอน้ำร้อนเป็นแหล่งพลังงานความร้อนในกระบวนการ

กลั่นน้ำหรือการใช้รังสีอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อสร้างความร้อนในกระบวนการกลั่นเป็นต้น แต่รูปแบบที่เป็นที่นิยมใช้เป็นกระบวนการกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบทางอ้อมก็คือการใช้แสงอาทิตย์ในการผลิตไอน้ำร้อนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและกลั่นน้ำร่วมดังแสดงในภาพที่ 2.13-2.16 ดังนี้

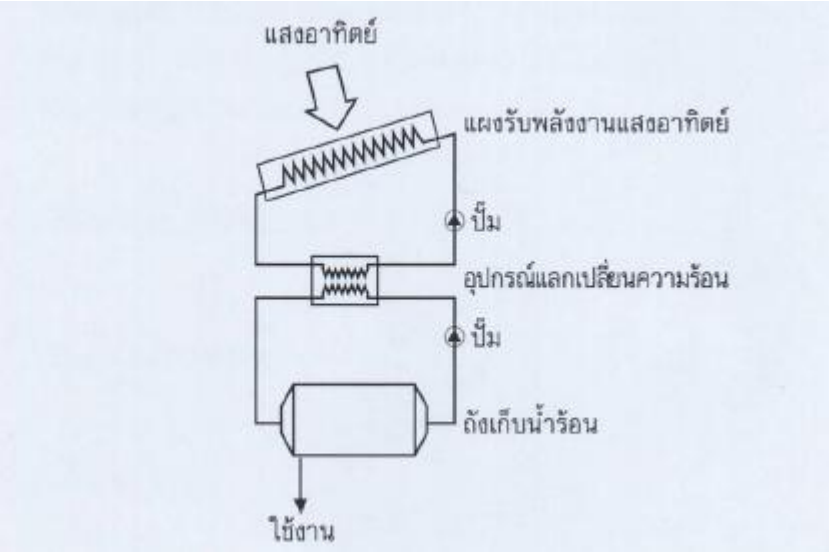


ภาพที่ 2.13 การผลิตไอน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและกลั่นน้ำร่วม
(NOVATEC BIOSOL, 2009)

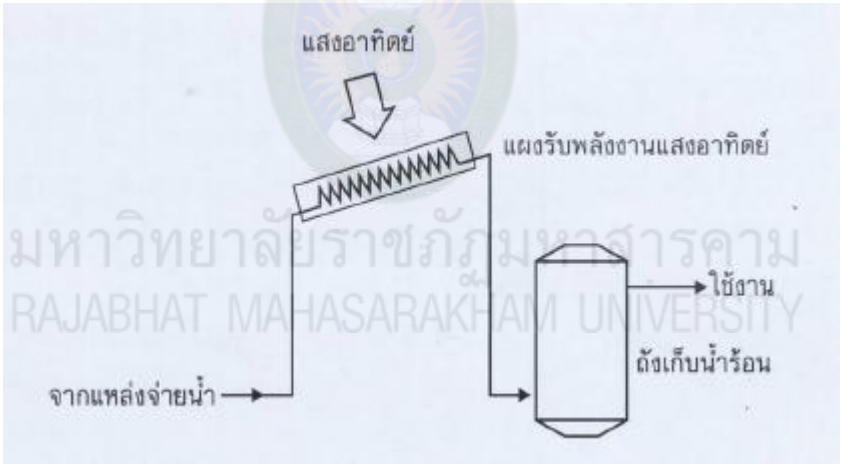


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.14 ระบบผลิตน้ำร้อนแบบ Open Loop Active
(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2547)



ภาพที่ 2.15 ระบบผลิตน้ำร้อนแบบ Close Loop Active
(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2547)



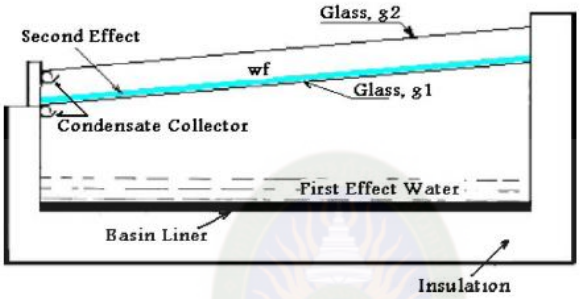
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.16 ระบบผลิตน้ำร้อนแบบ Open Loop Passive
(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2547)

การศึกษาเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

มีการออกแบบและทดสอบเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยทำการสร้างและทดสอบเครื่องกลั่นน้ำ 2 แบบคือ แบบที่ 1 เป็นแบบชนิดถาดเรียบ แบบที่ 2 เป็นแบบชนิดถาดเอียงขั้นบันได โดยมุมเอียงที่กระจกทั้งสองแบบทำมุม 14 องศา อัตราการกลั่นของน้ำของเครื่องกลั่นน้ำชนิดถาดเอียงขั้นบันไดมีค่ามากกว่าชนิดถาดเรียบที่ระดับความเข้มแสงอาทิตย์เท่ากัน โดยเฉลี่ยจะมากกว่าประมาณ 29.30% เครื่องกลั่นน้ำชนิดถาดเอียงขั้นบันไดและเครื่องกลั่นน้ำชนิดถาดเรียบ

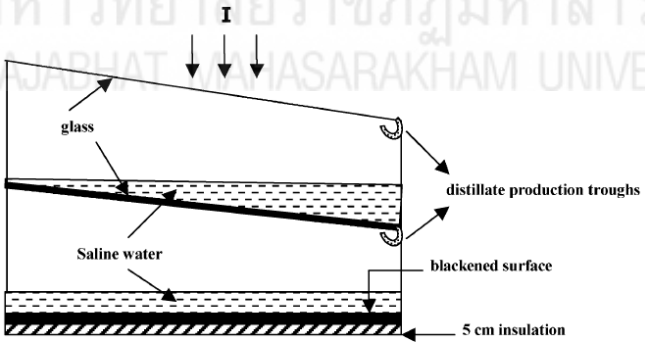
มีการปรับปรุงพัฒนารูปแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยได้ทำการทดสอบเครื่องกลั่นน้ำแบบกระจกเอียงด้านเดียวแบบชั้นเดียว แบบสองชั้นและแบบสามชั้นซึ่งด้านบนเป็นรูปทรงพีระมิด ดังภาพที่ 2.1 และได้ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีขนาดของเครื่องกลั่นน้ำเป็น $960 \times 960 \times 150\ mm^3$ โดยเงื่อนไขอุปกรณ์ที่ใช้ทำเครื่องกลั่นน้ำเหมือนกันและจากผลการศึกษาเป็นดังรูปที่ 2.2 ซึ่งเป็นกราฟแสดงการเปรียบเทียบการควบแน่น พบว่าที่ชั้นบนสุดในแบบชั้นเดียวจะให้อัตราการกลั่นมากที่สุดและมีประสิทธิภาพมากที่สุดก็เนื่องมาจากการมีฉนวนที่ฐาน เพื่อลดการสูญเสียความร้อน ส่วนในแบบที่สองและแบบสามชั้นได้รับความร้อนจากไอน้ำของชั้นล่างแต่ยังไม่ดีเท่าการลดการสูญเสียความร้อน จากผลการหาประสิทธิภาพพบว่า แบบสามชั้นมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 44% แบบสองชั้นมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 42% แบบชั้นเดียวมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 32% ผลการทดลองที่เปรียบเทียบกับทฤษฎีเป็นดังรูปที่ 2.17 ซึ่งค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน



(ก) หนึ่งชั้น

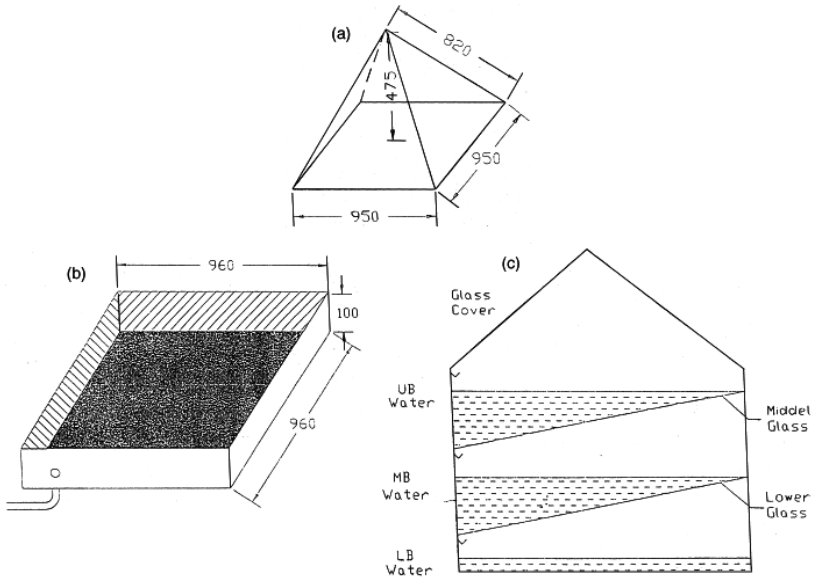
(Y.H. Zurigat and Mousa K. Abu-Arabi, 2004)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



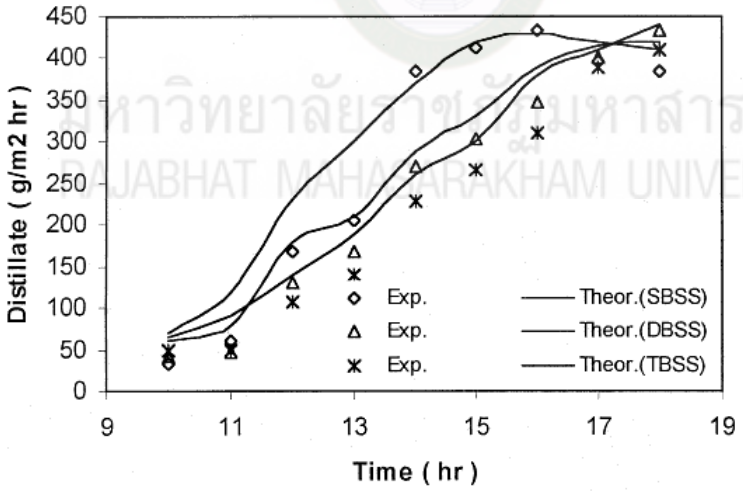
(ข) สองชั้น

(A.A. Al-Karaghouli and W.E. Alnaser, 2004)



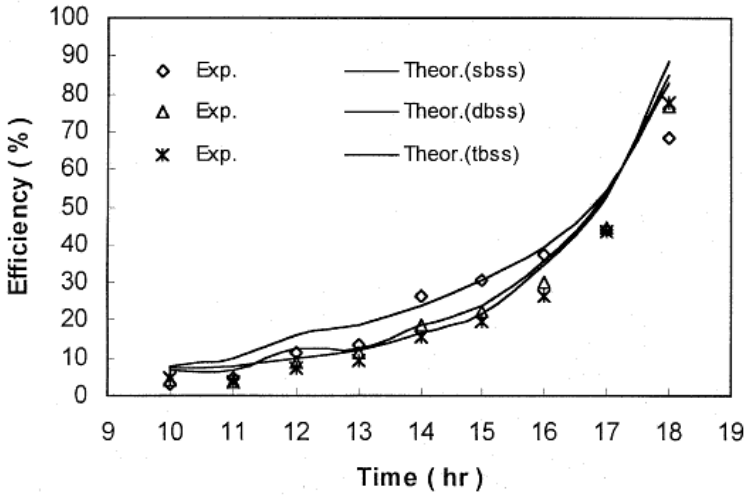
(ค) สามชั้น

ภาพที่ 2.17 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจกเอียงด้านเดียวที่ได้ทำการศึกษา (M.A. Hamdan, A.M. Musa and B.A. Jubran, 1999)



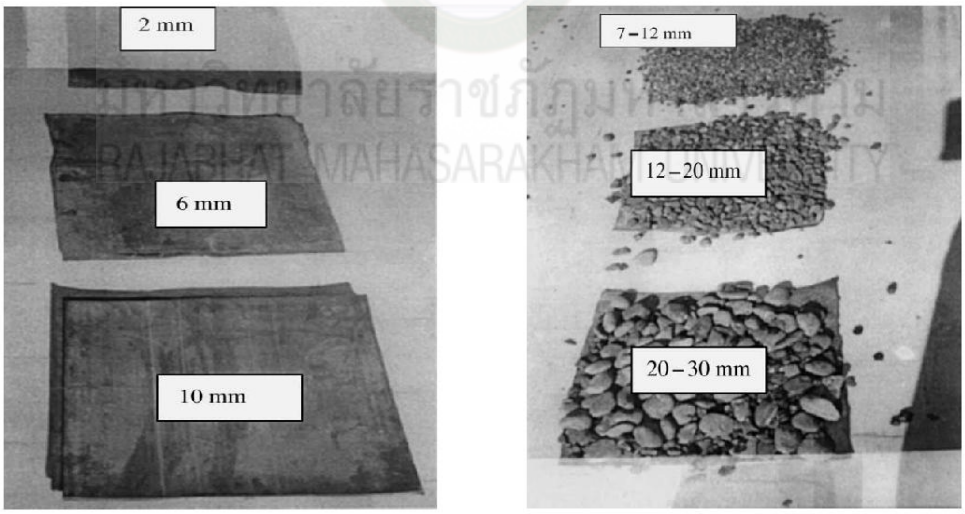
ภาพที่ 2.18 น้ำกลั่นที่ได้จากการทดลองในแต่ละเครื่อง (M.A. Hamdan, A.M. Musa and B.A. Jubran, 1999)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 2.19 ประสิทธิภาพในแต่ละเครื่อง
(M.A. Hamdan, A.M. Musa and B.A. Jubran, 1999)

มีการทดลองเพิ่มปริมาณน้ำกลั่นโดยการพยายามลดการสูญเสียความร้อนซึ่งได้จากการทดลองโดยใช้ยางสีดำและกรวดที่ขนาดต่างๆและความลึกต่างๆการทดลองที่ได้มีผลเป็นที่น่าพอใจดังนี้คือ ยางสีดำมีความหนา 10 มิลลิเมตร ได้น้ำกลั่นเพิ่มขึ้นจากเดิม 20% ที่ขนาด 60 ลิตรต่อตารางเมตรและขนาดกรวด 20-30 มิลลิเมตร ได้น้ำกลั่นเพิ่มขึ้นจากเดิม 19% ที่ขนาด 20 ลิตรต่อตารางเมตร ที่กระจกเอียงทำมุม 15 องศา



(ก) รูปยางสีดำที่ความหนา 2 6 และ 10 mm (ข) รูปยางสีดำที่ความหนา 7-12 12-20 และ20-30 mm

ภาพที่ 2.20 ยางสีดำและกรวดขนาดต่างๆ
(A.S. Nafey, M. Abdelkader et. al., 2001)

มีการทดสอบโดยการเพิ่มตัวดูดซับความร้อนโดยมุ่งเน้นไปในทางการเพิ่มปริมาณน้ำกลั่นในเครื่องกลั่นน้ำชนิดกระจกเอียงด้านเดียวหนึ่งชั้น โดยการเพิ่มแผ่นลูกลอยดูดซับความร้อนภายในตัวเครื่องกลั่นน้ำซึ่งมีวิธีการทดสอบเป็นสองวิธีด้วยกันคือ ชนิดแรกเป็นลูกลอยอะลูมิเนียมสีดำ ส่วนชนิดที่สองเป็นลูกลอยอะลูมิเนียมสีขาว โดยเครื่องกลั่นน้ำชนิดเอียงด้านเดียวมีขนาด 0.25 ตารางเมตร ผลการทดสอบพบว่าแผ่นลูกลอยอะลูมิเนียมสีดำให้ปริมาณน้ำกลั่นมากกว่าแผ่นลูกลอยอะลูมิเนียมสีขาว โดยสามารถเพิ่มปริมาณน้ำกลั่นจากที่ไม่มีการใส่แผ่นลูกลอยเท่ากับ 15% ที่ความสูงของน้ำ 3 เซนติเมตร และ 40% ที่ความสูงของน้ำ 6 เซนติเมตร

แนวคิดในการคำนวณ

ได้แนวคิดมาจากการทบทวนบทความวิจัยที่เกี่ยวกับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยบทความที่ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ทางคอมพิวเตอร์ซึ่งสมการที่ได้มาจากการสมดุลพลังงานภายในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพราะการหาประสิทธิภาพได้มาจากการคำนวณทางทฤษฎี ทำให้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เพื่อทำการวิเคราะห์พฤติกรรมการกลั่นน้ำของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม EES (Engineering Equation Solver) มาทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจกสองชั้นเอียงด้านเดียว ซึ่งโปรแกรมสามารถหาอุณหภูมิที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าในแต่ละชั่วโมงในหนึ่งวัน โดยใส่ค่าอุณหภูมิเริ่มต้นลงไป เพื่อที่จะทำการหาอัตราการควบแน่นแล้วคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจกสองชั้นเอียงด้านเดียวต่อไป

การส่งผ่านความร้อนในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์จากการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์พลังงานที่เกิดขึ้นในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์คือการสูญเสียความร้อนให้แก่ระบบ ซึ่งการส่งผ่านความร้อนของแสงอาทิตย์ที่เข้าไปในเครื่องกลั่นน้ำ จะมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่สามารถผ่านเข้าไปยังเครื่องกลั่นน้ำได้ ส่วนที่เหลือจะมีการดูดกลืนและสะท้อนกลับไปของแต่ละอุปกรณ์ ทำให้เกิดการสะสมความร้อนขึ้นภายในเครื่องกลั่นน้ำและทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนไปในหลายๆลักษณะด้วยกัน ดังนี้

พลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งถูกดูดกลืนเข้าไปในกระจก ($Q_{S.AG}$)

3.4.1 พลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ทะลุผ่านกระจก (Q_{TR})

3.4.2 พลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ถูกดูดกลืนโดยน้ำ ($Q_{S.AW}$)

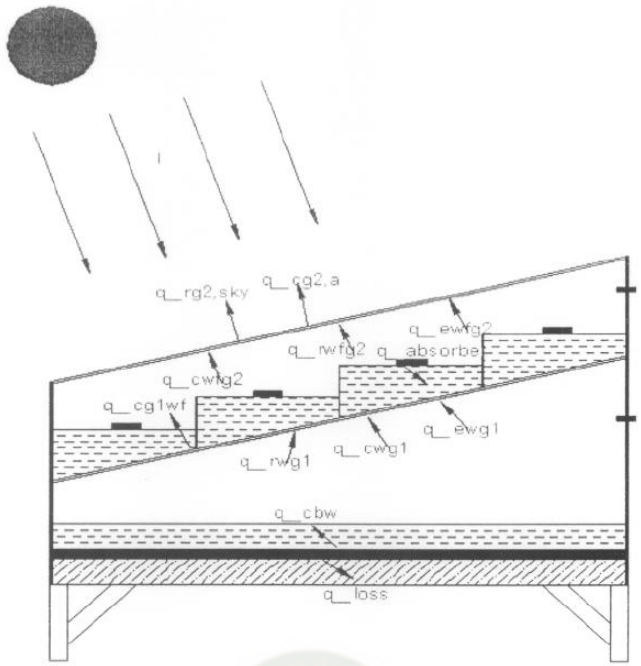
3.4.3 พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทจากผิวกระจกออกไปสู่บรรยากาศด้วยการแผ่รังสีความร้อน (Q_{RO})

3.4.4 พลังงานความร้อนที่สูญเสียไปตามด้านข้างและด้านล่างของเครื่องกลั่นน้ำ (Q_L)

3.4.5 พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทจากน้ำไปสู่กระจกด้วยการแฝงไปกับไอที่ระเหย (Q_E)

3.4.6 พลังงานความร้อนที่สูญเสียไปกับน้ำที่กลั่นได้ออกไปสู่ภายนอกตัวเครื่องกลั่นน้ำ ($Q_{disstill}$)

ซึ่งสามารถคำนวณหาพลังงานในส่วนต่างๆของเครื่องกลั่นน้ำได้ โดยอาศัยการสมดุลพลังงานในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ดังภาพที่ 2.21



ภาพที่ 2.21 การถ่ายเทพลังงานความร้อนในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบสองชั้น

(1) สมดุลพลังงานความร้อนที่ฉนวน

สมดุลพลังงานภายในฉนวนจะมีการให้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์แต่จะเกิดการสูญเสียพลังงานความร้อน โดยการพาความร้อนสู่น้ำชั้นล่างและเกิดการสูญเสียความร้อนออกจากตัวเครื่องกลั่นน้ำดังสมการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$m_b C_{pb} \frac{dT_b}{dt} = I(t)A_b - q_{cbw} - q_{loss} \tag{2.1}$$

(2) สมดุลพลังงานความร้อนที่น้ำชั้นที่ 1

น้ำในชั้นที่หนึ่งได้รับพลังงานความร้อนจากสองแหล่งด้วยกันคือ ได้รับพลังงานความร้อนจากการส่งผ่านความร้อนของแสงอาทิตย์และได้รับความร้อนจากการพาความร้อนของฉนวน แต่น้ำจะสูญเสียความร้อนโดยการระเหยซึ่งการระเหยมีทั้งการพาความร้อน การกลายเป็นไอ และการแผ่รังสี ดังสมการ

$$m_w C_{pw} \frac{dT_w}{dt} = I(t)A_w + q_{cbw} - q_{rwg1} - q_{cwg1} - q_{ewg1} \tag{2.2}$$

(3) สมดุลพลังงานความร้อนที่ผิวกระจกชั้นที่ 1

กระจกในชั้นที่หนึ่งจะได้รับพลังงานความร้อนจากสองแหล่งด้วยกันคือ ได้รับพลังงานความร้อนจากการส่งผ่านความร้อนของแสงอาทิตย์และได้รับความร้อนจากการระเหยของน้ำในชั้นที่หนึ่งซึ่งการระเหยมีทั้งการพาความร้อน การกลายเป็นไอ และการแผ่รังสี แต่กระจกจะสูญเสียความร้อนโดยการพาความร้อน และการพาความร้อนนี้จะส่งไปยังน้ำในชั้นที่สองต่อไป ดังสมการ

$$m_g C_{pg} \frac{dT_{g1}}{dt} = I(t)A_{g1} + q_{rwg1} + q_{cwg1} + q_{ewg1} - q_{cg1wf} \quad (2.3)$$

(4) สมดุลพลังงานความร้อนที่น้ำชั้นที่ 2

น้ำในชั้นที่สองจะได้รับพลังงานความร้อนจากสามแหล่งด้วยกันคือ ได้รับพลังงานความร้อนจากการส่งผ่านความร้อนของแสงอาทิตย์ ได้รับความร้อนจากการพาความร้อนของกระจกในชั้นที่หนึ่ง และได้รับความร้อนจากการคายความร้อนของแผ่นดูดซับความร้อนแต่น้ำจะสูญเสียความร้อนไปโดยการระเหยซึ่งการระเหยมีทั้งการพาความร้อน การกลายเป็นไอ และการแผ่รังสี ส่วนของการระเหยนี้จะถ่ายเทความร้อนไปยังกระจกในชั้นที่สองต่อไป ดังสมการ

$$m_{wf} C_{pw} \frac{dT_{wf}}{dt} = I(t)A_{wf} + q_{cg1wf} - q_{cwfg2} - q_{rwfg2} - q_{ewfg2} + q_{absorber} \quad (2.4)$$

(5) สมดุลพลังงานความร้อนที่ผิวกระจกชั้นที่ 2

กระจกในชั้นที่สองจะได้รับพลังงานความร้อนจากสองแหล่งด้วยกันคือ ได้รับพลังงานความร้อนจากการส่งผ่านความร้อนของแสงอาทิตย์และได้รับความร้อนจากการระเหยของน้ำในชั้นที่สองซึ่งการระเหยมีทั้งการพาความร้อน การกลายเป็นไอ และการแผ่รังสี แต่กระจกจะสูญเสียความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยการพาความร้อนและการแผ่รังสี ดังสมการ

$$m_g C_{pg} \frac{dT_{g2}}{dt} = I(t)A_{g2} + q_{cwfg2} + q_{rwfg2} + q_{ewfg2} - q_{rg2,sky} - q_{cg2,a} \quad (2.5)$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(6) อัตราการควบแน่นรวมทั้งสองชั้น

ปริมาณน้ำกลั่นจะได้จากการควบแน่นของน้ำในชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สอง โดยจะหาได้จากผลต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำและกระจกคูณด้วยค่าความร้อนของการกลายเป็นไอหารด้วยค่าความร้อนแฝงดังสมการ

$$\frac{dm_c}{dt} = h_{ewg1} \frac{(T_w - T_{g1})}{h_{fg@T_w}} + h_{ewfg2} \frac{(T_{wf} - T_{g2})}{h_{fg@T_{wf}}} \quad (2.6)$$

ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถคำนวณได้จาก (A.S. Nafey et al., 2002)

$$\eta = \frac{\sum \dot{m}_c h_{fg}}{\sum I} \quad (2.7)$$

เมื่อกำหนดให้

η คือ ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำ

m_c คือ อัตราการควบแน่น, $kg/s\text{-}m^2$

h_{fg} คือ ค่าความร้อนแฝงของน้ำ, kJ/kg

I คือ ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกลงบนตัวเก็บรังสี, kW/m^2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

แนวคิดในการออกแบบ

ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาถึงวิธีการผลิตน้ำกลั่นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการศึกษาจากบทความวิจัยที่เกี่ยวกับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งที่มีการวิจัยในประเทศและต่างประเทศทำให้สามารถสรุปถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตน้ำกลั่นของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ดังนี้ ปัจจัยแรกที่พบคือค่าความเข้มแสงอาทิตย์ ปัจจัยที่สองคือสภาพแวดล้อม เช่น ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น ปัจจัยที่สามคือสมรรถนะของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ จากผลกระทบดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสมดุลพลังงานพบว่าถ้าทำให้อัตราการระเหยของน้ำเพิ่มขึ้นจะได้อัตราการกลั่นเพิ่มขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเครื่องกลั่นน้ำชั้นเดียวแบบเอียงสองด้านที่มีครีบและไม่มีครีบ โดยการมีครีบเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการดูดซับความร้อนลงไปในชั้นล่างเพื่อเพิ่มความร้อนให้แก่น้ำ นอกจากนี้ได้ทำการออกแบบและวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบชั้นเดียวมีขนาดพื้นที่ฐานเท่ากับ 1.5×1 ตารางเมตร โดยมีความสูง 50 เซนติเมตร กระจกเอียงสองด้านและมีมุมเอียงของกระจก 14 องศา จากการรวมแนวคิดต่างๆในการเพิ่มประสิทธิภาพ เหตุผลที่เลือกแบบเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบกระจกเอียงสองด้านเพราะว่ามีต้นทุนการก่อสร้างที่ต่ำกว่าแบบสองชั้นและสามชั้น และมีประสิทธิภาพแตกต่างกันไม่มากนัก แต่งานก่อสร้างแบบชั้นเดียวมีความง่ายกว่าและมีต้นทุนต่ำกว่า เป็นเหตุให้ผู้วิจัยเลือกเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบกระจกเอียงสองด้าน

สำหรับแผ่นกระจกได้ออกแบบให้ทำมุมเอียง 14 องศา เพราะบทความวิจัยที่ได้ทำการศึกษาข้างต้นได้ทำการศึกษาแบบกระจกเอียงด้านเดียวพบว่ามุมที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 10-20 องศา และมุมที่มีความเหมาะสมมากที่สุดโดยที่หยดน้ำไหลลงสู่อ่างพอดีคือ 14 องศา ในการเลือกลักษณะเครื่องกลั่นน้ำแบบชั้นเดียวเพราะทำการก่อสร้างและทดสอบง่ายนอกจากนี้ยังมีต้นทุนที่ต่ำกว่าแบบสองชั้นและสามชั้น แต่ให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน โดยทำการออกแบบสร้างเครื่องกลั่นน้ำขนาด 1×1.5 ตารางเมตร และเครื่องกลั่นน้ำมีความสูง 50 เซนติเมตร เพราะว่าให้อัตราการควบแน่นที่ความสูงขนาดต่างๆและทำให้เครื่องมีขนาดที่เหมาะสมกับพื้นที่การทดลองทำให้ดูแลรักษาง่าย โดยทำการเพิ่มครีบเป็นตัวดูดซับความร้อนลงในเครื่องกลั่นน้ำชั้นล่างเพราะต้องการเพิ่มความร้อนให้น้ำดิบในชั้นที่ล่างเพื่อที่จะทำให้เกิดการระเหยมากขึ้น

ข้อพิจารณาในการออกแบบสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

ฉนวนกับความร้อน

บริเวณด้านล่างของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ จะต้องหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน เนื่องจากฉนวนกันความร้อนจะมีผลต่ออัตราการกลั่นเช่นเดียวกับปริมาณของน้ำดิบในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์คือ ที่ระดับความสูงของน้ำดิบที่ค่าน้อยๆจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการป้องกันการสูญเสียความร้อนอาทิ ที่ระดับความสูงของน้ำดิบ 50 มิลลิเมตร การมีฉนวนหุ้มจะช่วยเพิ่มอัตราการกลั่นได้ประมาณ 15% สำหรับวัสดุที่นิยมใช้เป็นฉนวนหุ้ม ได้แก่ สไตโรโฟมและใยแก้ว ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันคือ สไตโรโฟม

จะไม่ทนต่ออุณหภูมิที่สูงๆและเสื่อมสภาพได้ง่ายเมื่อใช้ไปในระยะเวลาที่ยาวนาน ส่วนใยแก้วจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง และสามารถอมน้ำได้ดี

วัสดุดูดแสงที่ผิวล่างของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

วัสดุดูดแสงจะต้องสามารถดูดแสงอาทิตย์ได้ในปริมาณที่มาก ทนต่อสภาพของน้ำดิบและอุณหภูมิใช้งานที่สูงๆได้ วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นยางมะตอย ยางบูทีลสังเคราะห์สีฝุ่นดำ ถ่านคาร์บอน อลูมิเนียมมอโนไดซ์ ซึ่งในการเลือกใช้วัสดุดูดแสงดังกล่าวขึ้นอยู่กับความเหมาะสมหลายๆด้าน

ฝาครอบปิดเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

ฝาครอบปิดจะเป็นวัสดุโปร่งแสง โดยทั่วไปแล้วจะใช้กระจกที่มีความหนา 3 มิลลิลิตร หยดน้ำที่ก่อตัวเนื่องจากการควบแน่นจะไหลติดไปบนพื้นผิวกระจกไปสู่ภาชนะรองรับต่อไป ฝาครอบที่เป็นกระจกจะมีเปอร์เซ็นต์การทะลุผ่านของรังสีประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ สะท้อนกลับ 10 เปอร์เซ็นต์ และดูดกลืน 5 เปอร์เซ็นต์ นอกจากจะใช้กระจกเป็นฝาครอบแล้วยังนิยมใช้พลาสติกใสซึ่งมีหลากหลายชนิด และมีราคาถูกกว่ากระจก แต่มีข้อเสียคือ เปอร์เซ็นต์การทะลุผ่านของรังสีมีค่าน้อยกว่า

ช่องว่างระหว่างผิวฝาครอบกับน้ำดิบ

ในการออกแบบนั้นจะต้องพยายามทำให้มีค่าที่น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงเงาที่จะเกิดด้านข้างของเครื่องกลั่นน้ำ ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณความร้อนที่จะได้รับ ระยะช่องว่างระหว่างผิวฝาครอบกับน้ำดิบที่ไม่ก่อให้เกิดเงาดังกล่าวจะมีประมาณ 30-40 มิลลิลิตรทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดเครื่องกลั่นน้ำด้วย

จำนวนฝาครอบที่ใช้ปิดเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

จำนวนฝาครอบจะช่วยเพิ่มอุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นน้ำ ให้มีค่าที่สูงขึ้น อาทิ การใช้กระจก 2 แผ่นวางซ้อนกันจะช่วยให้ปริมาณของรังสีความร้อนถูกสะสมมากยิ่งขึ้น แต่ปริมาณของรังสีที่ถูกดูดกลืนและรังสีสะท้อนก็มีค่าสูงขึ้นด้วย ซึ่งเป็นข้อเสีย ในการพิจารณาออกแบบจึงต้องพิจารณาด้วยว่าจำนวนฝาครอบที่มากขึ้นจะมีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยทั่วไปแล้วในการออกแบสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์จะนิยมใช้ฝาครอบซึ่งเป็นกระจกเพียงแผ่นเดียว ซึ่งไม่ทำให้ยุ่งยากในการสร้างอีกทั้งยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการสร้างไม่ให้สูงจนเกินไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความลาดเอียงของฝาครอบ

ความลาดเอียงของฝาครอบจะมีผลต่ออัตราการกลั่นน้ำ โดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 10-20 องศา สำหรับในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานคร จะออกแบบให้ฝาครอบเอียงทำมุม 14 องศา กับพื้นระนาบโดยหันไปทางทิศใต้ ซึ่งทำให้อัตราการกลั่นน้ำมีค่าสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากที่มุมเอียงดังกล่าวจะทำให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สามารถส่งผ่านฝาครอบเข้าไปได้ในปริมาณที่มากนั่นเอง

การป้องกันการรั่วไหล

การรั่วไหลของความร้อนออกไปนอกเครื่องกลั่นน้ำ จะมีผลทำให้อุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นน้ำมีค่าลดลงด้วย วัสดุกันรั่วที่นิยมใช้กันคือ ยางซิลิโคน ยางมะตอย นอกจากนี้วัสดุที่ใช้ทำตัวเครื่องกลั่นน้ำก็มีความสัมพันธ์กับการรั่วไหลของอากาศร้อนด้วย จากการศึกษาพบว่า เหล็ก แผ่นอาบสังกะสีหรือเหล็กแผ่นไร้สนิม จะทำการเชื่อมประสานได้ดี เกิดรูรั่วน้อยกว่าวัสดุประเภททองแดงหรืออลูมิเนียม

ขนาดของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

ขนาดของเครื่องกลั่นน้ำจะพิจารณาจากพื้นที่ของการกลั่น หรือพื้นที่ฝาครอบนั่นเอง ดังนั้นในการกำหนดขนาดของเครื่องกลั่นน้ำ ควรกำหนดจากมาตรฐานของฝาครอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าใช้กระจกเป็นฝา

ครอบควรศึกษาดูว่า มาตรฐานของแผ่นกระจกตามท้องตลาดมีขนาดเท่าไร เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการสูญเสียเนื่องจากเศษวัสดุให้น้อยที่สุด

รูปทรงของฝาครอบ

รูปทรงของฝาครอบเครื่องกลั่นน้ำมีหลายแบบด้วยกันคือ แบบตั้ง แบบหน้าจั่วและแบบลาดเอียง ซึ่งจะมีผลต่ออัตราการกลั่นน้ำและความสะดวกในการสร้าง ดังนั้นในการออกแบบจึงต้องพิจารณาในหลายๆด้านประกอบกัน

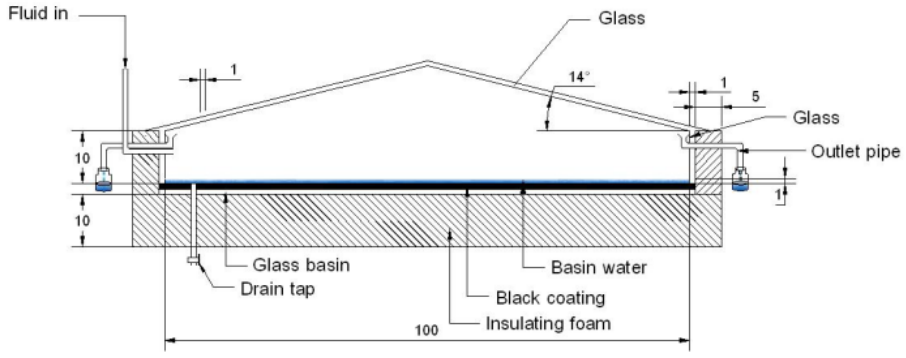
อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ อาทิ ภาชนะรองรับน้ำกลั่น อุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำภายในเครื่องกลั่นน้ำ เพื่อควบคุมปริมาณน้ำดิบที่ป้อนเข้าสู่เครื่องกลั่นน้ำ ระบบท่อส่งน้ำ โครงสร้างที่รองรับเครื่องกลั่นน้ำ อุปกรณ์ประกอบต่างๆ ดังกล่าวจะต้องมีการเลือกใช้จากวัสดุที่มีความเหมาะสม เพื่อความแข็งแรง ความคงทนถาวร ความประหยัด และง่ายต่อการดำเนินการ

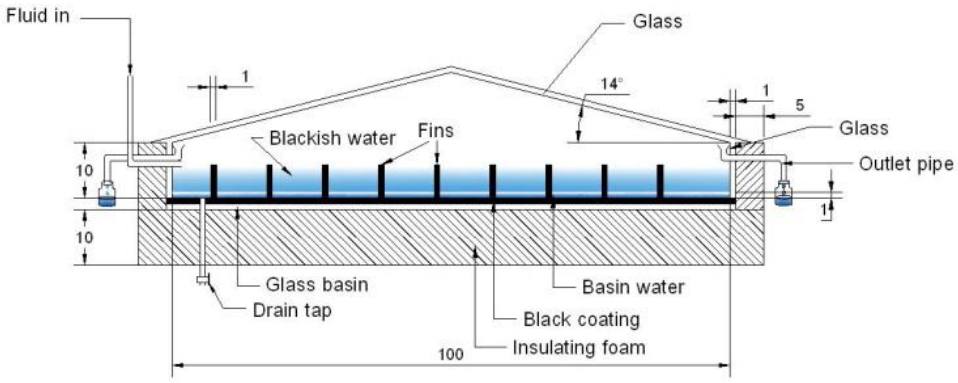
ออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดสอบ

รูปแบบที่ทำการออกแบบและทดลองดังภาพที่ 3.1-3.2 เครื่องกลั่นน้ำชั้นเดียวแบบกระจกเอียงสองด้านที่ได้ออกแบบให้มีมีขนาดพื้นที่ฐานเท่ากับ 1.5x1 ตารางเมตร โดยมีความสูงของแต่ละชั้นเป็น 50 เซนติเมตร และแต่ละชั้นยังมีรูระบายน้ำเข้า-ออก อยู่ภายในของแต่ละชั้น ที่พื้นด้านล่างของเครื่องกลั่นน้ำบรรจุด้วยฉนวนและตัวดูดซับความร้อน กระจกเอียงสองด้านและมีมุมเอียงของกระจก 14 องศาของแต่ละด้าน โดยทำการเพิ่มครีบเป็นตัวดูดซับความร้อนลงในเครื่องกลั่นน้ำชั้นล่างเพราะต้องการเพิ่มความร้อนให้น้ำดิบในชั้นที่ล่างเพื่อที่จะทำให้เกิดการระเหยมากขึ้น จากรูปแบบเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ดังกล่าวข้างต้นได้ทำการออกแบบและทดลองเพื่อนำมาช่วยวิเคราะห์การกระจายอุณหภูมิภายในตัวเครื่องกลั่นน้ำและนำผลลัพธ์ที่ได้มาใช้คำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏ อุบลราชธานี
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



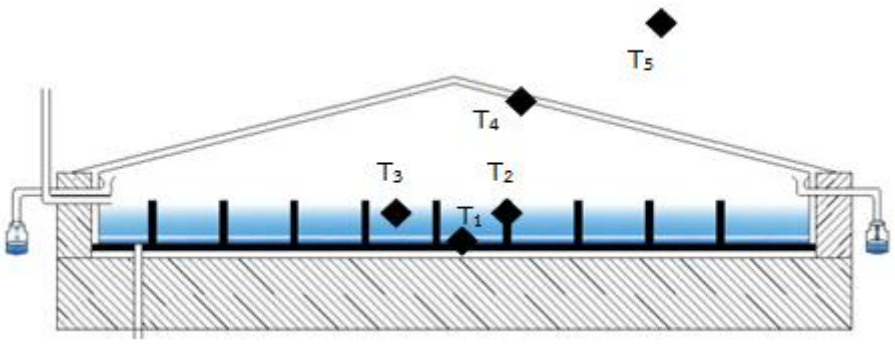
ภาพที่ 3.1 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบกระจกเอียงสองด้านกรณีไม่มีครีบ



ภาพที่ 3.2 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบกระจกเอียงสองด้านกรณีมีครีบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 3.3 รูปร่างของครีบนำความร้อนที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 3.4 ตำแหน่งการวัดค่าอุณหภูมิในแต่ละจุดการทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้งานส่วนบุคคล (Note-Book Computer)
2. โปรแกรม EES (Engineering Equation Solver)
3. เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์
4. Thermocouple Type J
5. Diginal Thermometer
6. Thermometer กระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง
7. แผ่นครีบ
8. แก้วตวงวัดปริมาตร
9. Flow Meter
10. ซิลิโคน
11. สายยาง
12. แว่นกันแดด
13. หมวก
14. น้ำประปา

วิธีการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบกระจกเอียงสองด้านกรณีไม่มีครีบและมีครีบที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำ โดยทำการหาอัตราการกลั่นน้ำสะสมตลอดทั้งวันในแต่ละชั้น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ติดตั้ง Thermo Couple Type J ตามตำแหน่งต่างๆ 5 ตำแหน่งที่ T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 คือแผ่นฉนวน ครีบ ผิวน้ำ แผ่นกระจกและอุณหภูมิอากาศภายนอก ดังภาพที่ 3.4 แล้วต่อ Thermo Couple เข้ากับ Thermometer Digital เพื่อทำการวัดค่าอุณหภูมิในแต่ละจุด
2. เปรียบเทียบการทดลองเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบกระจกเอียงสองด้าน 2 กรณีคือกรณีไม่มีครีบและมีครีบนำความร้อน
3. วัดปริมาณน้ำกลั่นด้วยถ้วยตวงใช้ Flow meter วัดความเร็วลมใช้ Thermometer แบบกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งวัดอุณหภูมิเพื่อหาความชื้นสัมพัทธ์
4. วัดค่าต่างๆที่ได้ทุก 1 ชั่วโมง เริ่มวัดเมื่อเวลา 06.00 น. จนไปถึงเวลา 06.00 น. ของวันต่อมา โดยได้ทำการทดลองซ้ำแต่ละกรณี 3 ครั้งเป็นอย่างน้อย

วัสดุที่ใช้เป็นแผ่นครีบดูดซับความร้อนนำมาทดลอง

อะลูมิเนียม (ภาษาอังกฤษสะกดได้ว่า Aluminium หรือ Aluminum ในอเมริกาเหนือ) คือธาตุเคมีในตารางธาตุที่มีสัญลักษณ์ Al และมีเลขอะตอม 13 เป็นโลหะหลังทรานซิชันที่มันวาวและอ่อนดัดง่าย ใน

ธรรมชาติอะลูมิเนียมพบในรูปแร่บอกไซต์เป็น อลูมิเนียมเป็นโลหะที่สำคัญ ได้รับการใช้งานมากที่สุดในกลุ่มโลหะที่มีน้ำหนักเบา (Light Metals) ทั้งนี้เพราะอลูมิเนียมมีคุณสมบัติ ที่ดีเด่นหลายประการ มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบา มีความเหนียวมาก สามารถขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้ง่าย และรุนแรง โดยไม่เสี่ยงต่อการแตกหัก จุดหลอมเหลวต่ำ หล่อหลอมง่ายและมีอัตราการไหลตัวสูง ค่าการนำไฟฟ้าสูงและมีน้ำหนักเบา ดังนั้นจึงใช้เป็นตัวนำไฟฟ้า ผิวหน้าของอลูมิเนียมบริสุทธิ์มีดัชนีการสะท้อนแสงสูงมาก ทนทานต่อการเกิดเป็นสนิมและการผุกร่อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

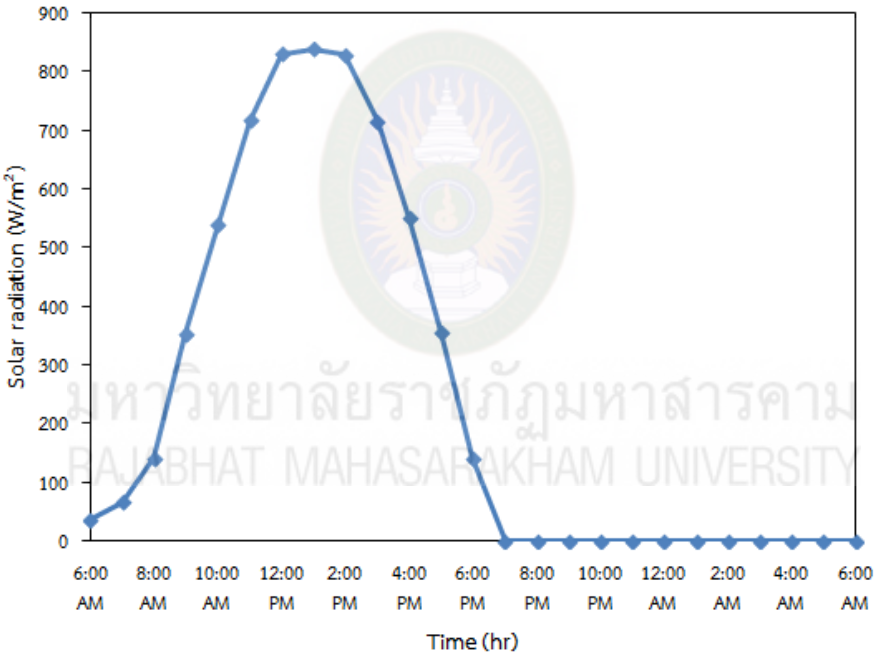
บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการทดลองกรณีมีครีบและไม่มีครีบนำความร้อน

การทดลองเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยการเปรียบเทียบกรณีมีครีบนำความร้อนและกรณีไม่มีครีบนำความร้อน เพื่อหาความเข้มแสงอาทิตย์ อัตราการกลั่นน้ำในแต่ละชั่วโมง อัตราการกลั่นน้ำสะสมตลอดทั้งวัน และประสิทธิภาพในการกลั่นน้ำ

ผลการทดลองกรณีมีครีบนำความร้อน

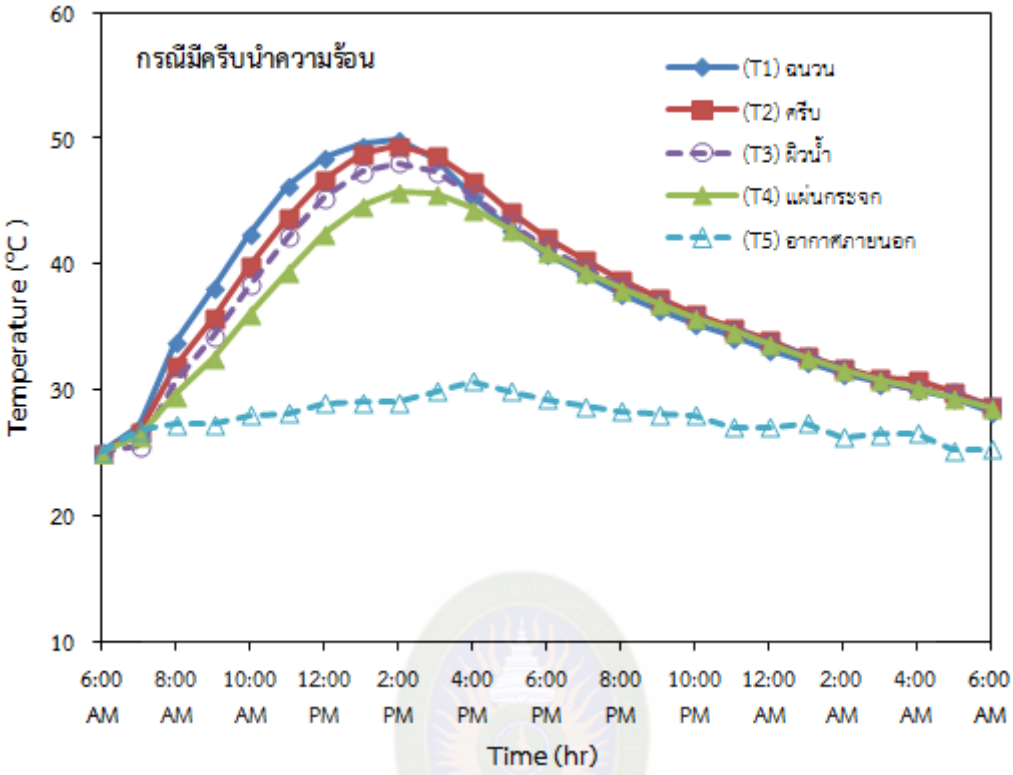
ค่าความเข้มแสงอาทิตย์



ภาพที่ 4.1 ข้อมูลการตรวจวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์

ในการทดลองกรณีมีครีบนำความร้อนได้ทำการทดลองเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ อัตราการกลั่นน้ำ และคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของน้ำกลั่น โดยมีข้อมูลการตรวจวัดค่าความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 443.44 W/m^2 เวลาที่ให้ค่าความเข้มแสงมากที่สุดคือเวลา 13.00 น. มีค่าเป็น 847.78 W/m^2 โดยแสงอาทิตย์เริ่มส่องสว่าง เวลา 06.00 น. และสิ้นสุดลงที่เวลา 18.00 น. มีแสงอาทิตย์ยาวนาน 12 ชั่วโมง

อุณหภูมิบริเวณจุดต่างๆที่ได้จากการทดลอง

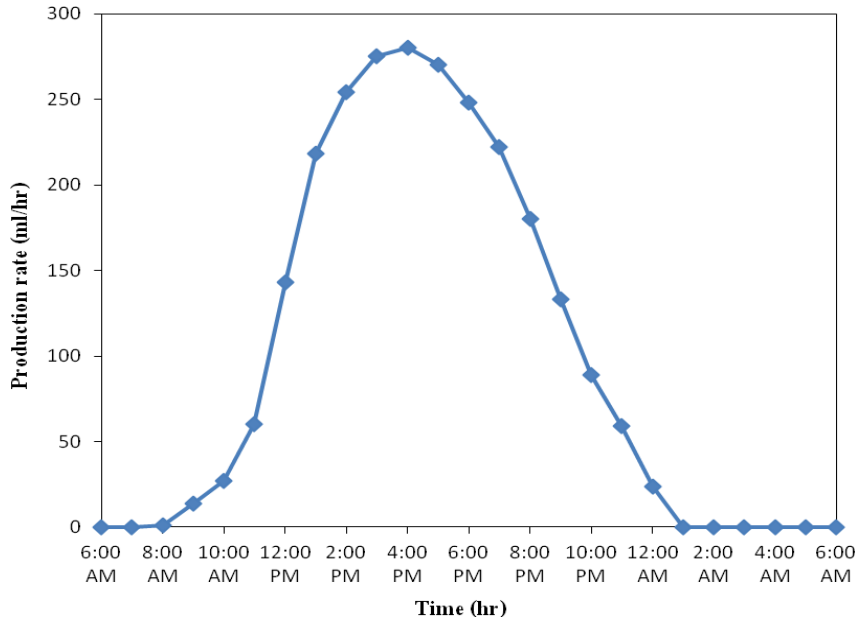


ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นน้ำกรณีมีครีบนำความร้อน

จากรูปที่ 4.2 แสดงค่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆ ภายในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้วิจัยขอนำเสนอผลการทดลองเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์กรณีมีครีบนำความร้อน พบว่าอุณหภูมิฉนวนชั้นล่าง (T_1) มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 49.87 ºC อุณหภูมิครีบ (T_2) มีค่าเท่ากับ 49.39 ºC อุณหภูมิน้ำ (T_3) มีค่าเท่ากับ 48.02 ºC และอุณหภูมิกระจก (T_4) มีค่าเท่ากับ 45.72 ºC และอุณหภูมิอากาศภายนอก (T_5) มีค่าเท่ากับ 30.64 ºC

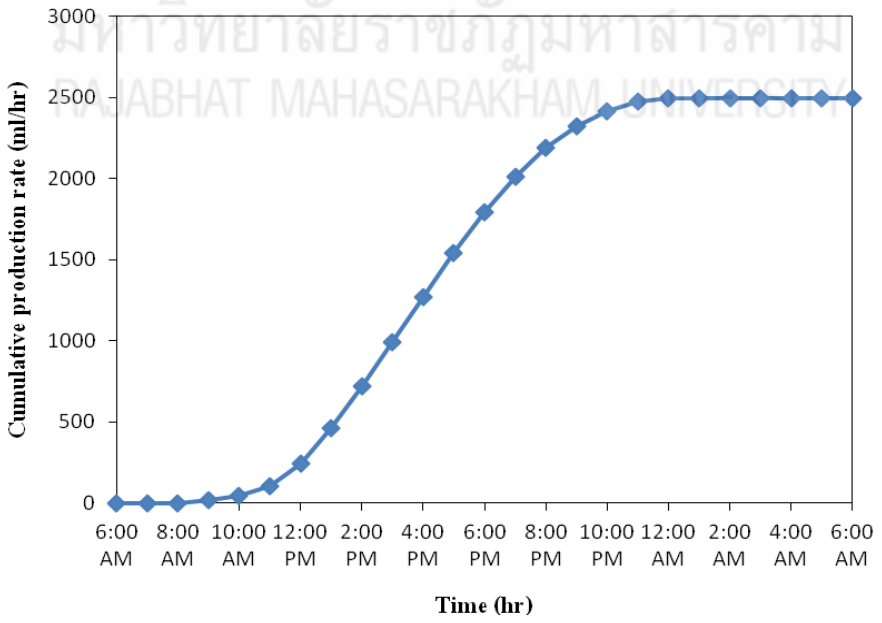
อัตราการกลั่นน้ำในแต่ละชั่วโมง

จากภาพที่ 4.3 กราฟอัตราการกลั่นน้ำในแต่ละชั่วโมงกรณีใช้ครีบดูดซับความร้อนพบว่าเริ่มมีปริมาณน้ำกลั่นเมื่อเวลา 09.00 น. แต่ก็ยังมีปริมาณน้ำกลั่นน้อย จนถึงเวลาช่วงเวลา 13.00 - 15.00 น. มีปริมาณการกลั่นน้ำที่ดีกว่าช่วงอื่น และหลังจากช่วงเวลา 15.00 น. ปริมาณน้ำกลั่นเริ่มมีปริมาณลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากความร้อนที่สะสมมีค่าลดลงทำให้ปริมาณน้ำกลั่นลดลงเพราะความร้อนจากแสงอาทิตย์ แต่ปริมาณน้ำกลั่นยังคงกลั่นน้ำได้ตามปกติเนื่องจากมีความร้อนสะสมอยู่มากพอ จนถึงช่วงเวลา 18.00 น. มีอัตราการกลั่นน้ำลดลงและน้ำยังมีการควบแน่นอยู่เมื่อไม่มีแสงอาทิตย์ เพราะมีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวกระจกและผิวน้ำยังคงเกิดขึ้น อยู่แต่มีค่าน้อยทำให้อัตราการควบแน่นลดน้อยลง จากการทดลองพบว่าในเวลา 14.00 น. มีอัตราการกลั่นน้ำมากที่สุดเท่ากับ 0.28 ลิตรต่อชั่วโมง



ภาพที่ 4.3 อัตราการกลั่นน้ำในแต่ละชั่วโมงกรณีมีครีบดูดซับความร้อน

อัตราการกลั่นน้ำสะสมตลอดทั้งวัน

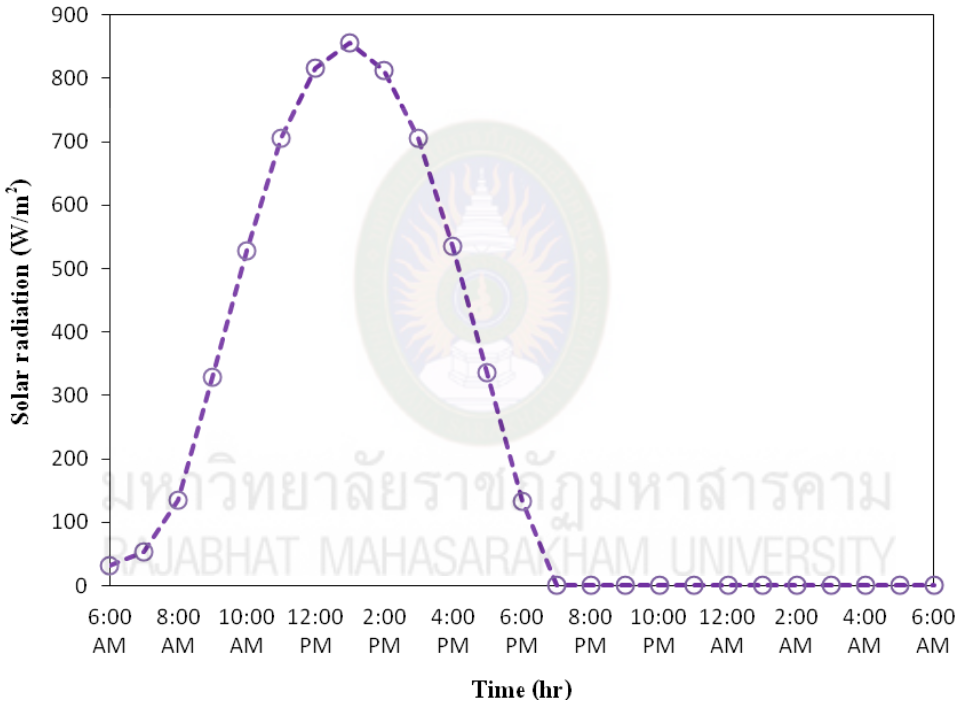


ภาพที่ 4.4 อัตราการกลั่นน้ำสะสมตลอดทั้งวันกรณีมีครีบดูดซับความร้อน

จากภาพที่ 4.4 กราฟอัตราการกลั่นน้ำสะสมตลอดทั้งวันกรณีใช้ครีบดูดซับความร้อน พบว่ามีอัตราการกลั่นน้ำมากที่สุดเท่ากับ 2.49 ลิตรต่อวัน จากการทดลองทราบว่าอัตราการกลั่นน้ำสะสมตลอดทั้งวันในช่วงเวลา 13.00-18.00 น. มีอัตราการกลั่นน้ำที่ดีกว่าช่วงอื่น เนื่องจากกราฟมีความชันมากที่สุดของตลอดทั้งวัน ในช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์คือช่วงเวลา 07.00-09.00 น. แต่เครื่องยังไม่มีอัตราการกลั่นน้ำเนื่องมาจากน้ำต้องใช้เวลาในการสะสมความร้อนจนถึงค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอพอถึงค่าดังกล่าวก็จะระเหยไปสู่ผิวกระจกและทำการควบแน่นต่อไป

ผลการทดลองกรณีไม่มีครีบนำความร้อน

ค่าความเข้มแสงอาทิตย์

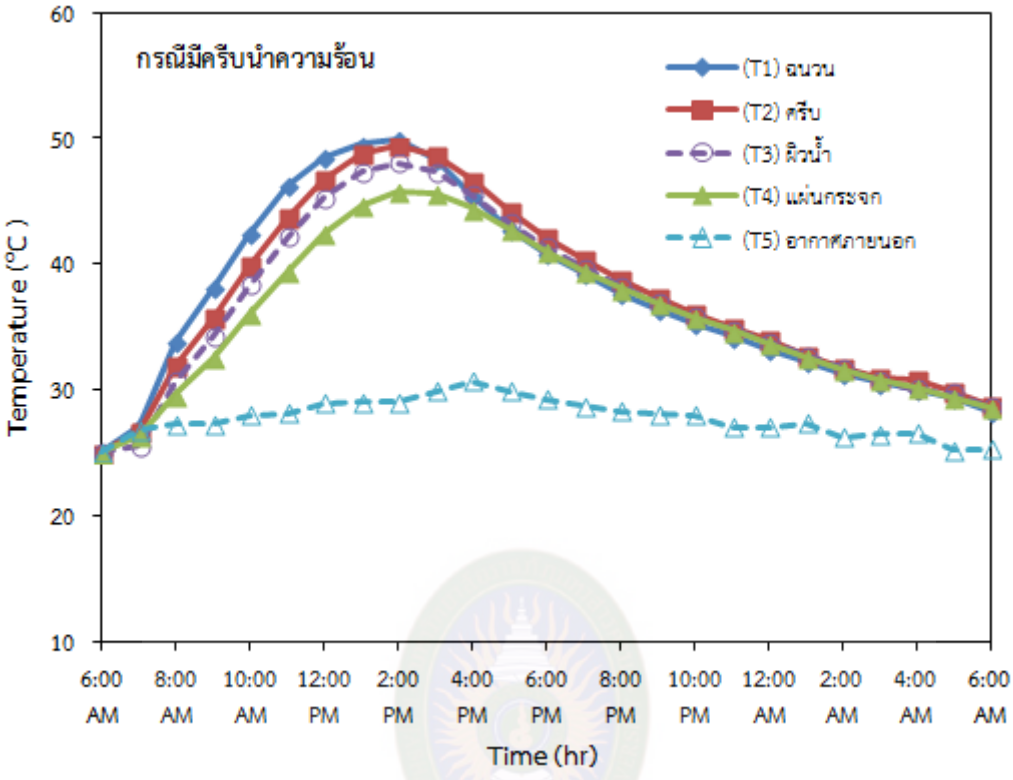


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.5 ข้อมูลการตรวจวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์

ในการทดลองกรณีมีครีบนำความร้อนได้ทำการทดลองเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ อัตราการกลั่นน้ำ และคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของน้ำกลั่น โดยมีข้อมูลการตรวจวัดค่าความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 497.94 W/m^2 เวลาที่ให้ค่าความเข้มแสงมากที่สุดคือเวลา 13.00 น. มีค่าเป็น 855.67 W/m^2 โดยแสงอาทิตย์เริ่มส่องสว่าง เวลา 06.00 น. และสิ้นสุดลงที่เวลา 18.00 น. มีแสงอาทิตย์ยาวนาน 12 ชั่วโมง

อุณหภูมิบริเวณจุดต่างๆที่ได้จากการทดลอง



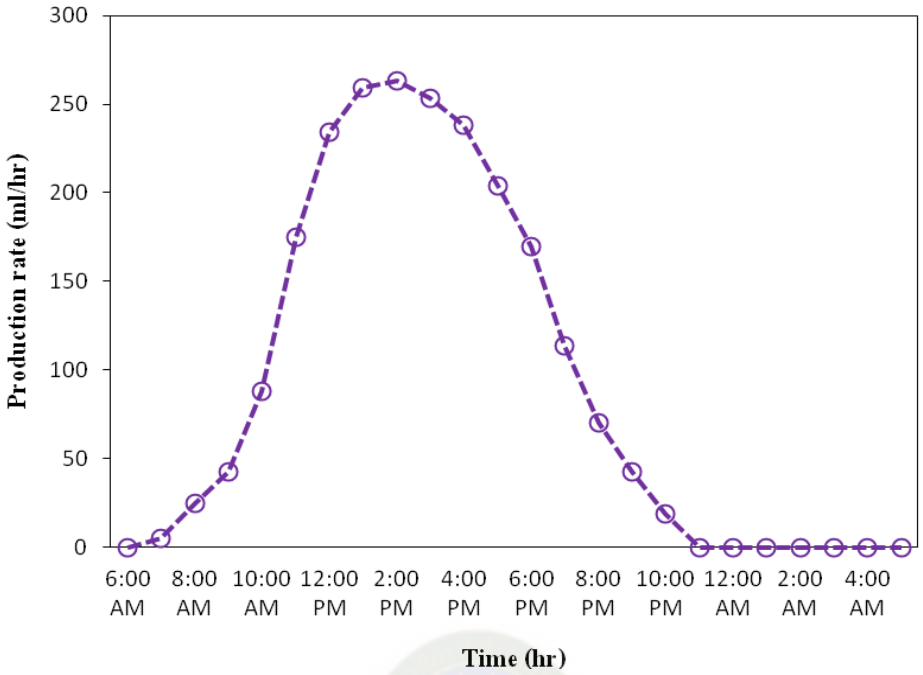
ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นน้ำกรณีไม่มีครีบนำความร้อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากรูปที่ 4.6 แสดงค่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆ ภายในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้วิจัยขอนำเสนอผลการทดลองเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์กรณีไม่มีครีบนำความร้อน พบว่าอุณหภูมิฉนวนชั้นล่าง (T_1) มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 48.74 °C, อุณหภูมิน้ำ (T_2) มีค่าเท่ากับ 47.58 °C และอุณหภูมิกระจก (T_3) มีค่าเท่ากับ 44.64 °C และอุณหภูมิอากาศภายนอก (T_5) มีค่าเท่ากับ 31.42 °C

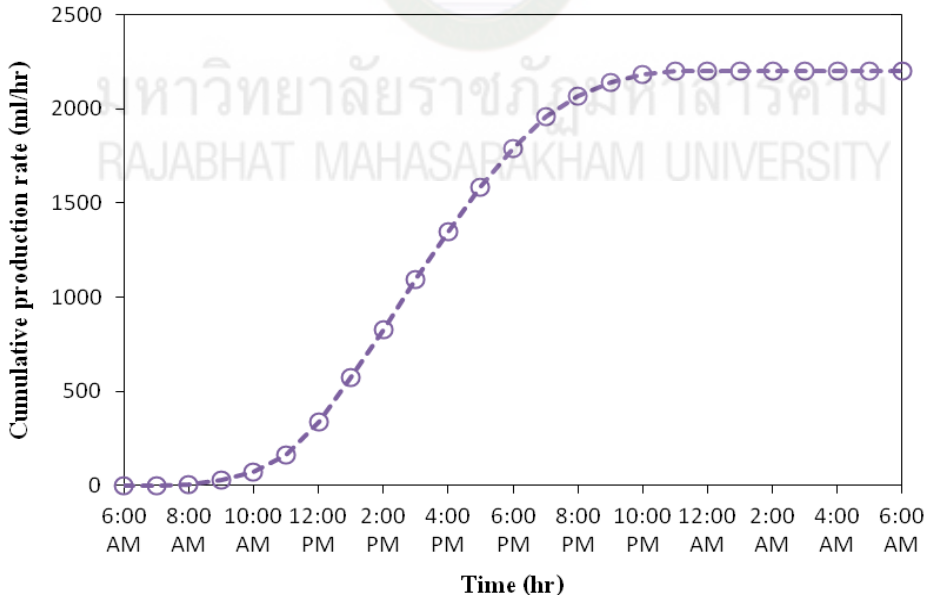
อัตราการกลั่นน้ำในแต่ละชั่วโมง

จากภาพที่ 4.7 กราฟอัตราการกลั่นน้ำในแต่ละชั่วโมงกรณีใช้ครีบดูดซับความร้อนพบว่าเริ่มมีปริมาณน้ำกลั่นเมื่อเวลา 09.00 น. แต่ก็ยังมีปริมาณน้ำกลั่นน้อย จนถึงเวลาช่วงเวลา 13.00 - 15.00 น. มีปริมาณการกลั่นน้ำที่ดีกว่าช่วงอื่น และหลังจากช่วงเวลา 15.00 น. ปริมาณน้ำกลั่นเริ่มมีปริมาณลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากความร้อนที่สะสมมีค่าลดลงทำให้ปริมาณน้ำกลั่นลดลงเพราะความร้อนจากแสงอาทิตย์ แต่ปริมาณน้ำกลั่นยังคงกลั่นน้ำได้ตามปกติเนื่องจากมีความร้อนสะสมอยู่มากพอ จนถึงช่วงเวลา 18.00 น. มีอัตราการกลั่นน้ำลดลงและน้ำยังมีการควบแน่นอยู่เมื่อไม่มีแสงอาทิตย์ เพราะมีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวกระจกและผิวน้ำยังคงเกิดขึ้น อยู่แต่มีค่าน้อยทำให้อัตราการควบแน่นลดน้อยลง จากการทดลองพบว่าในเวลา 14.00 น. มีอัตราการกลั่นน้ำมากที่สุดเท่ากับ 0.26 ลิตรต่อชั่วโมง



ภาพที่ 4.7 อัตราการกลั่นน้ำในแต่ละชั่วโมงกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน

อัตราการกลั่นน้ำสะสมตลอดทั้งวัน



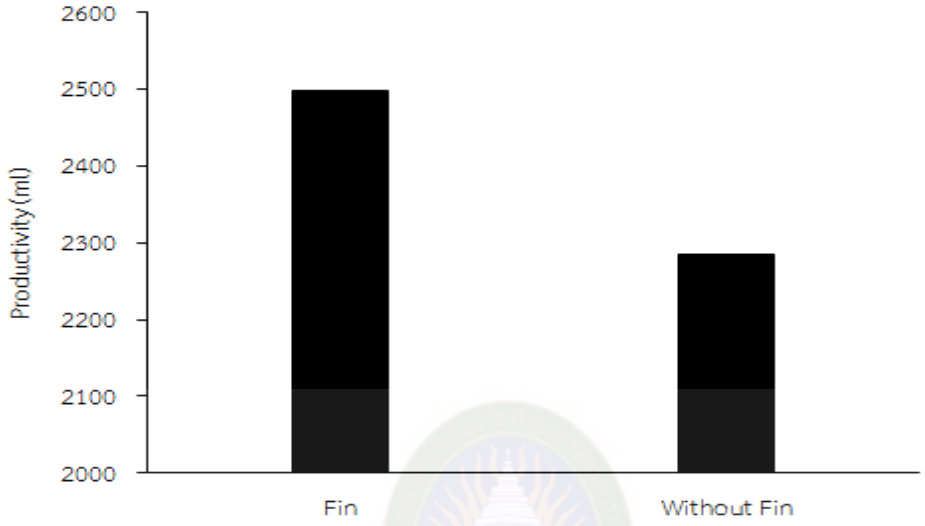
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.8 อัตราการกลั่นน้ำสะสมตลอดทั้งวันกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน

จากภาพที่ 4.8 กราฟอัตราการกลั่นน้ำสะสมตลอดทั้งวันกรณีใช้ครีบดูดซับความร้อน พบว่ามีอัตราการกลั่นน้ำมากที่สุดเท่ากับ 2.20 ลิตรต่อวัน จากการทดลองทราบว่าอัตราการกลั่นน้ำสะสมตลอดทั้งวันในช่วงเวลา 13.00-18.00 น. มีอัตราการกลั่นน้ำที่ดีกว่าช่วงอื่น เนื่องจากกราฟมีความชันมากที่สุดของตลอดทั้ง

วัน ในช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์คือช่วงเวลา 07.00-09.00 น. แต่เครื่องยังไม่มีอัตราการกลั่นน้ำเนื่องมาจากน้ำต้องใช้เวลาในการสะสมความร้อนจนถึงค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอพอถึงค่าดังกล่าวก็จะระเหยไปสู่ผิวกระจกและทำการควบแน่นต่อไป

เปรียบเทียบปริมาณน้ำกลั่นตลอดทั้งวันกรณีมีครีบและไม่มีครีบดูดซับความร้อน

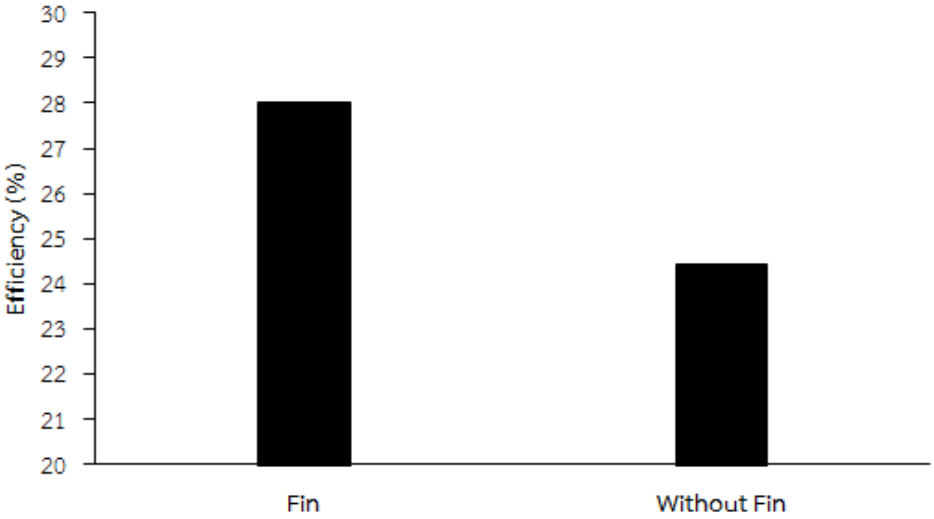


ภาพที่ 4.9 เปรียบเทียบปริมาณน้ำกลั่นตลอดทั้งวัน

จากภาพที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำกลั่นตลอดทั้งวัน พบว่ากรณีมีครีบดูดซับความร้อนมีปริมาณน้ำกลั่นตลอดทั้งวันมากกว่ากรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน กรณีมีครีบดูดซับความร้อนมีปริมาณน้ำกลั่นตลอดทั้งวันเท่ากับ 2.49 ลิตรต่อวัน และกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อนมีปริมาณน้ำกลั่นตลอดทั้งวันเท่ากับ 2.20 ลิตรต่อวัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เปรียบเทียบประสิทธิภาพกรณีมีครีบและไม่มีครีบดูดซับความร้อน



ภาพที่ 4.10 เปรียบเทียบประสิทธิภาพ

จากภาพที่ 4.10 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพ พบว่ากรณีมีครีบดูดซับความร้อนมีประสิทธิภาพดีกว่ากรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน กรณีมีครีบดูดซับความร้อนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 28.04 % และกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 24.46 %

ดังนั้นจะเห็นว่าจากผลการทดลองกรณีมีครีบและไม่มีครีบดูดซับความร้อน พบว่าอัตราการกลั่นน้ำและเริ่มมีน้ำกลั่นเมื่อเวลา 09.00 น. ซึ่งช่วงเวลา 13.00-18.00 น. มีอัตราการกลั่นน้ำที่ดีกว่าช่วงอื่น เนื่องจากกราฟมีความชันมากที่สุดของตลอดทั้งวัน ในช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์คือช่วงเวลา 07.00-08.00 น. แต่เครื่องยังไม่มีอัตราการกลั่นน้ำเนื่องมาจากน้ำต้องใช้เวลาในการสะสมความร้อนจนถึงค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอพอถึงค่าดังกล่าวก็จะระเหยไปสู่ผิวกระจกและทำการควบแน่นต่อไปและเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะสมเฉลี่ยตลอดทั้งวัน จากการทดลองพบว่ากรณีมีครีบดูดซับความร้อนมีประสิทธิภาพดีกว่ากรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน โดยกรณีมีครีบดูดซับความร้อนมีประสิทธิภาพสะสมเฉลี่ยตลอดทั้งวันเท่ากับ 28.04 % มีปริมาณน้ำกลั่นตลอดทั้งวันเท่ากับ 2.49 ลิตรต่อวัน ส่วนกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อนมีประสิทธิภาพสะสมเฉลี่ยตลอดทั้งวันเท่ากับ 24.46 % มีปริมาณน้ำกลั่นตลอดทั้งวันเท่ากับ 2.20 ลิตรต่อวัน เนื่องมาจากการส่งผ่านความร้อนของครีบดูดซับความร้อนจะได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ดีกว่าไม่มีครีบดูดซับความร้อน เนื่องจากครีบดูดซับความร้อนมีคุณสมบัติดูดซับความร้อนได้ดี และยังมีการเพิ่มขนาดพื้นที่ของครีบดูดซับความร้อนในชั้นล่างของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อให้มีการดูดซับความร้อนมากยิ่งขึ้น ซึ่งทำให้มีอัตราการกลั่นน้ำดีขึ้นเนื่องมาจากน้ำต้องใช้เวลาในการสะสมความร้อนจนถึงค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอน้อยพอถึงค่าดังกล่าวก็จะระเหยไปสู่ผิวกระจกและทำการควบแน่นต่อไปและเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะสมเฉลี่ยตลอดทั้งวัน ดังนั้นจึงส่งผลให้กรณีมีครีบดูดซับความร้อนมีอัตราการกลั่นน้ำและมีประสิทธิภาพดีกว่ากรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือการออกแบบและทดลองหาค่าพารามิเตอร์ของครีบที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน โดยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบกรณีมีครีบและไม่มีครีบดูดซับความร้อน ซึ่งผลการทดลองพบว่ากรณีมีครีบดูดซับความร้อนมีประสิทธิภาพดีกว่ากรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน โดยกรณีมีครีบดูดซับความร้อนมีประสิทธิภาพสะสมเฉลี่ยตลอดทั้งวันเท่ากับ 28.04 % มีปริมาณน้ำกลั่นตลอดทั้งวันเท่ากับ 2.49 ลิตรต่อวัน ส่วนกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อนมีประสิทธิภาพสะสมเฉลี่ยตลอดทั้งวันเท่ากับ 24.46 % มีปริมาณน้ำกลั่นตลอดทั้งวันเท่ากับ 2.20 ลิตรต่อวัน เนื่องมาจากการส่งผ่านความร้อนของครีบดูดซับความร้อนจะได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ดีกว่าไม่มีครีบดูดซับความร้อน เนื่องจากครีบดูดซับความร้อนมีคุณสมบัติดูดซับความร้อนได้ดี และยังมีการเพิ่มขนาดพื้นที่ของครีบดูดซับความร้อนในชั้นล่างของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อให้มีการดูดซับความร้อนมากยิ่งขึ้น ซึ่งทำให้มีอัตราการกลั่นน้ำดีขึ้นเนื่องมาจากน้ำต้องใช้เวลาในการสะสมความร้อนจนถึงค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอน้อยพอถึงค่าดังกล่าวก็จะระเหยไปสู่ผิวกระจกและทำการควบแน่นต่อไปและเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะสมเฉลี่ยตลอดทั้งวัน ดังนั้นจึงส่งผลให้กรณีมีครีบดูดซับความร้อนมีอัตราการกลั่นน้ำและมีประสิทธิภาพดีกว่ากรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) จากผลการทดลองการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจกสองชั้นเอียงสองด้าน ควรมีการปรับปรุงระบบการจัดเก็บข้อมูลให้มีความละเอียดและมีความแม่นยำยิ่งขึ้น โดยการใช้ระบบ Data Logger และควรใช้เครื่องมือในการวัดความเข้มแสงอาทิตย์โดยตรง

2) จากผลการทดลองการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจกสองชั้นเอียงสองด้าน ควรทดลองถึงคุณภาพของน้ำกลั่น ซึ่งจะทำให้งานวิจัยเกิดประโยชน์เป็นอย่างยิ่ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
RAJABHAT MAHAPRAKONG UNIVERSITY

บรรณานุกรม

[1] Delyannis E., “Historic background of desalination and renewable energies,” ***Solar Energy***, Volume. 75, pp. 357-366, 2003.

[2] Hassan E.S. Fath., “High performance of a simple design, two effect solar distillation unit,” ***Desalination***, Volume. 107, pp. 223-233, 1996.

[3] Hamdan M.A., Musa A.M., Jubran, B.A., “Performance of solar still under Jordanian climate,” ***Energy Conversion & Management***, Volume 40, pp. 495-503, 1999.

[4] Hikmet Ş.Aybar, Fuat Egelioğlu, U. Atikol., “An experimental study on an inclined solar water distillation system,” ***Desalination***, Volume 180, pp.285-289, 2005.

[5] Bloemer, J.W., Factors affecting Solar-Still performance, ***ASME Paper*** 65-WA/SOL-1, 8 pp., 1965.

[6] กรมวิทยาศาสตร์บริการ., “เครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงแดดแบบกรมวิทยาศาสตร์บริการ,” ***วารสารประสิทธิภาพพลังงาน*** ฉบับที่ 58, กรุงเทพมหานคร, 2545.

[7] พูนศักดิ์ อินทวี จำนง ฉายเชิด จินดา แก้วเขียว เสริม จันทร์ จีระศักดิ์ สุรวัฒนาวงศ์., “การศึกษาสมรรถนะของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งใช้กระจกทึบแสงเป็นตัวดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์,” ***การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย*** ครั้งที่ 1 , 11-13 พฤษภาคม 2548 โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี, หน้า AE14-1-4.

[8] อภิชาติ บุญล้อม และ ชังเซ็ง เลียงจินดาถาวร., “ความสัมพันธ์ของระดับความสูงของน้ำในเครื่องกลั่น กับประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบอ่าง,” ***การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย*** ครั้งที่ 1 , 11-13 พฤษภาคม 2548 โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี, หน้า AE15-1-5.

[9] A.A. Badran, A.A. Al-Hallaq, I.A. Eyal Salman, M.Z. Odat, A solar still augmented with a flat plate collector, ***Desalination***, 172, 2005, pp. 227–234.

[10] C. Tiris, M. Tiris, Y. Erdalli, Sohmen, Experimental studies on a solar still coupled with a flat-plate collector and a single basin still, ***Energy Conversion and Management*** 39, 1998, pp. 853–856.

[11] E. Rubio Cerda, M.A. Porta Gándara, J.L. Fernández Zayas, Thermal performance of the condensing covers in a triangular solar still, ***Renewable Energy*** 27, 2002,pp. 301-308.

[12] A. Safwat Nafeya, M. Adelkadib, A. Abdelmotalipb, A.A. Mabrouka, Parameters affecting solar still production, ***Energy Conversion and Management*** 41, 2000, pp. 1797-1809.

[13] Muafag Suleiman, K. Tarawneh, Effect of water depth on the performance evaluation of solar still, ***Jordan Journal of Mechanical Industrial Engineering*** 1 (1), 2007, pp. 23-29.

[14] P. Cooper, Some factors affecting the absorption of solar radiation in solar stills, ***Solar Energy*** 13, 1972, pp. 373-381.

[15] Porta Gándara, Fernández Zayas, Chargoy del Valle, Influencia de la distancia vidrio-agua en destiladores solares de caseta, ***Memorias de la XVIII Reunión Nacional de Energía Solar***, 1994, pp. 105

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

[16] A.A. El-Sebaii, Effect of wind speed on active and passive solar stills, ***Energy Conversion and Management*** 45 (2004) 1187-1204

[17] A.A. El-Sebaii, Effect of wind speed on some designs of solar stills, ***Energy Conversion and Management*** 41, 2000, pp. 523-538.

[18] C. Phukapak and R. Suntivarakorn, An Effect of Heat Absorber from Black Rubber on the Efficiency of Double Slope Solar Still, ***The 2nd International Conference on Applied Science (2nd ICAS) and the 3rd International Conference on Science and Technology for Sustainable Development of the Greater Mekong Sub-region (3rd STGMS)*** to be held during 24-25 March 2011.

[19] G. Sanjay Kumar, N. Tiwari, Estimation of convective mass transfer in solar distillation systems, ***Solar Energy*** 57 (1996) 459-464.

[20] Siaka Toure, Pierre Meukam, A numerical model and experimental investigation for a solar still in climatic conditions in Abidjan (Cote D'Ivoire), ***Renewable Energy*** 11 (3) (1997) 319-330.

[21] Al-Hinai Hilal, M.S. Al-Nassri, B.A. Jubran, Parametric investigation of a double-effect solar still in comparison with a single-effect solar still, ***Desalination*** 150, 2002, pp. 75-83.

[22] H. Hinai-Al, M.S. Nassri-Al, B.A. Jubran, Effect of climatic, design and operational parameters on the yield of a simple solar still, ***Energy Conversion and Management*** 1639, 2002, pp. 43-50.

[23] เกรียงไกร นาบุดดา, ประพัทธ์ สันติวรากร, สมนึก ธีระกุลพิศุทธิ์และ สมหมาย ปรีเปรม. การปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์. ***เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย***ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, จังหวัดนครราชสีมา, กรกฎาคม 2549.

[24] เกรียงไกร นาบุดดา. (2550). การศึกษาเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจกสองชั้นเอียงด้านเดียว. ***วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต*** สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[25] Malik, M. A. S., Tiwari, G. N., Kumar, A., & Sodha, M. S. (1982). ***Solar Distillation***. Great Britain: Pergamon Press.

[26] NOVATEC BIOSOL AG. (2009). ***NOVA-1 IN SEAWATER DESALINATION APPLICATIONS***. ค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2552, จาก http://www.novatec-biosol.com/index.php?article_id=1&clang=1.

[27] ***กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน***, พิมพ์ครั้งที่ 1, กันยายน 2547.

[28] A.S. Nafey, M. Abdelkader, A. Abdelmotalip and A.A. Mabrouk, Solar still productivity enhancement, ***Energy Conversion and Management*** 43, 2002, pp. 937-946.

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การออกแบบและทดลองหาค่าพารามิเตอร์ของครีบที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน

Design and experimental of fin configuration parameters effect on double slope single basin solar still performance

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชวิศร ปูคะภาค

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2560)

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การออกแบบและทดลองหาค่าพารามิเตอร์ของครีบที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบเอียงสองด้าน

Design and experimental of fin configuration parameters effect on double slope single basin solar still performance

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชวิศร ปูคะภาค

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2560)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายชวิศร ปูคะภาค

การศึกษา

พ.ศ.2550 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) วิศวกรรมอุตสาหการ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ.2552 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) วิศวกรรมเครื่องกล
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประวัติการทำงาน รับราชการและตำแหน่งทางวิชาการ

พ.ศ.2553 - 2558 อาจารย์ผู้รับผิดชอบสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ.2561 - ปัจจุบัน ประธานสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ.2559 - ปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกล

พ.ศ.2560 - ปัจจุบัน ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ประสบการณ์และความชำนาญ

- งานอนุรักษ์พลังงาน ระบบการจัดการพลังงาน โรงงาน/อาคารควบคุม
- งานวิจัยและที่ปรึกษาด้านพลังงาน เครื่องจักรและโรงงาน
- ผู้ประเมินสมรรถนะร่วมที่ปรึกษาอุตสาหกรรม (I3C)
- ผู้ตรวจสอบและรับรองการจัดการพลังงาน ระดับผู้ช่วยผู้ชำนาญการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

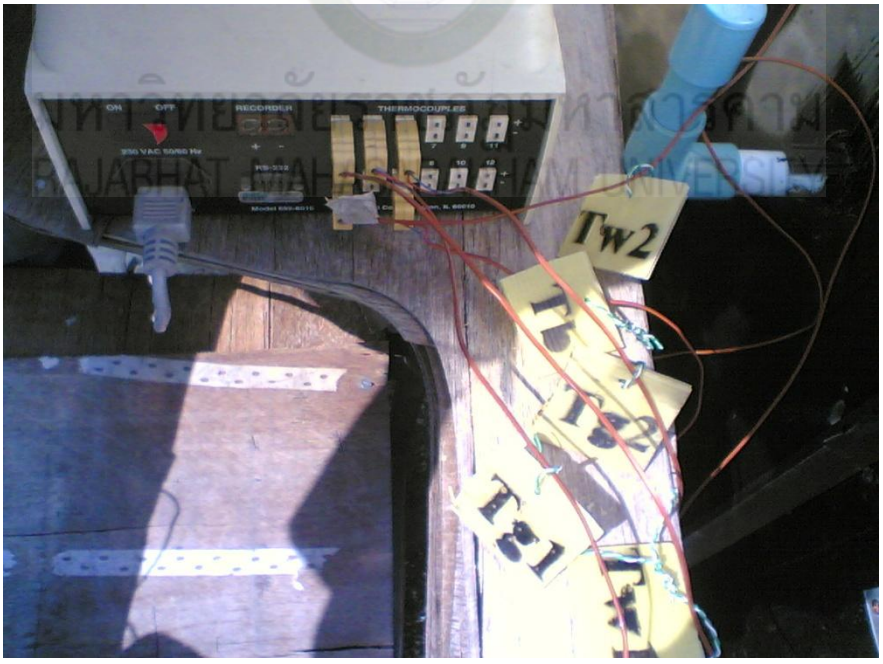
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ภาพวิธีทำการติดตั้งทดลอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

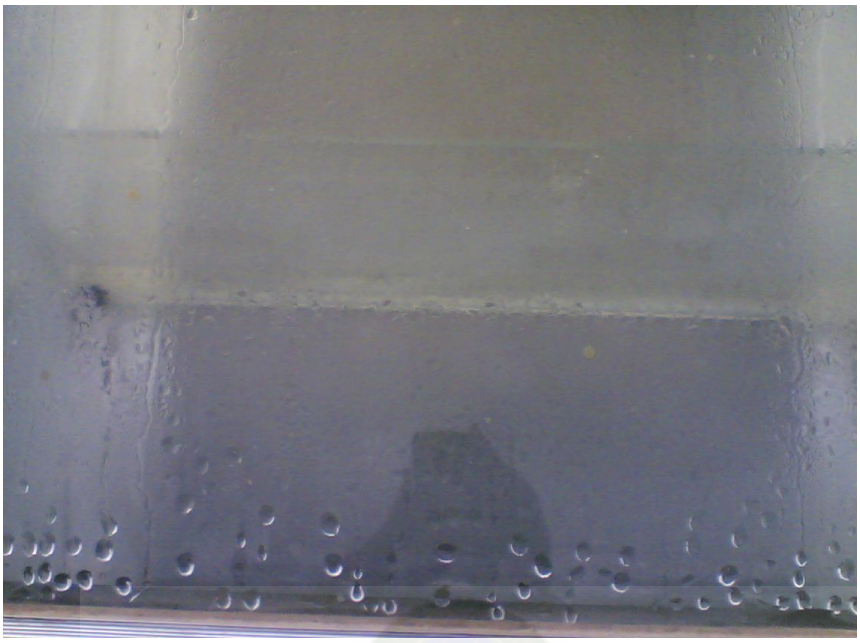
ภาพที่ ก-1 เครื่องกลั่นน้ำที่ใช้ทำการทดลอง



ภาพที่ ก-2 การติดตั้งสาย Thermocouple เข้ากับ Diginal Thermocouple

ภาพที่ ก-3 อุณหภูมิการทดลองของ Diginal Thermocouple

ภาพที่ ก-4 การติดตั้งภาชนะรองรับน้ำกลั่น



ภาพที่ ก-5 การไหลของหยดน้ำลงสู่รางน้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ก-6 การกลั่นและไหลลงสู่รางน้ำ

ภาพที่ ก-7 ปริมาณน้ำกลั่นที่ได้รับจากการควบแน่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

ตารางการทดลอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง ข-1 การทดลองกรณีมีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 1

Test	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)
1	32.5	31.2	30.1	26.6	26.1
2	33.4	31.1	30.3	26.4	26.8
3	33.2	32.0	31.4	27.1	27.0
4	34.2	32.2	31.0	27.9	27.5
5	34.6	33.5	32.5	29.6	28.3
6	34.9	33.9	33.4	31.9	29.3
7	35.4	35.0	34.7	33.6	29.9
8	37.1	35.9	35.4	34.4	30.4
9	38.6	38.1	36.2	34.8	30.5
10	43.7	43.2	41.1	38.1	31.1
11	50.2	49.8	48.5	41.7	32.6
12	53.7	52.6	51.6	43.3	33.6
13	56.7	55.8	53.0	43.9	32.4
14	57.4	56.4	54.1	46.0	31.0
15	55.0	54.4	52.6	43.8	30.4
16	51.5	49.5	48.3	41.3	30.5
17	46.1	45.7	43.1	38.6	30.2
18	42.1	40.5	38.7	36.4	29.1
19	39.3	38.4	35.9	34.2	29.4
20	38.7	37.2	35.2	32.4	28.9
21	37.2	36.3	33.6	31.1	28.5
22	36.5	35.7	34.4	30.3	28.2
23	35.7	34.6	33.7	30.0	27.1
24	33.1	32.4	30.9	29.1	26.6

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง ข-2 การทดลองกรณีมีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 2

Test	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)
1	27.4	26.9	24.5	25.5	23.4
2	27.9	27.2	25.3	25.4	23.8
3	29.8	28.7	25.9	26.7	24.3
4	30.5	29.6	26.6	27.5	24.8
5	31.3	30.2	26.9	27.7	24.9
6	34.8	34.3	27.8	31.5	25.4
7	35.7	35.4	28.2	32.3	25.6
8	36.1	37.7	29.1	33.5	25.9
9	39.9	39.8	30.4	34.3	26.3
10	43.6	43.9	32.3	37.9	27.2
11	46.7	46.4	33.6	40.1	27.8
12	49.1	49.7	35.8	43.3	29.4
13	53.2	52.6	37.1	46.4	30.3
14	55.4	54.8	39.8	49.1	32.7
15	52.4	52.7	38.2	47.4	30.9
16	49.1	49.8	36.8	44.9	29.3
17	46.2	45.1	35.5	40.6	27.9
18	42.4	41.2	32.6	37.2	25.4
19	39.6	38.3	29.8	34.6	23.2
20	36.6	34.7	28.2	31.3	22.3
21	33.2	31.5	26.6	28.7	21.3
22	30.8	28.4	25.2	25.8	20.4
23	29.2	26.8	24.7	24.7	20.1
24	28.5	25.1	24.2	23.6	19.8

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง ข-3 การทดลองกรณีมีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 3

Test	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)
1	29.6	29.2	28.4	22.4	21.6
2	28.8	28.4	27.8	23.6	21.5
3	28.2	28.6	27.6	24.8	20.1
4	28.9	28.1	27.9	25.2	20.4
5	29.9	28.2	25.5	26.4	19.9
6	31.1	28.3	26.5	26.7	20.3
7	33.4	29.6	27.3	27.5	20.7
8	35.6	32.4	28.1	28.6	21.8
9	37.3	35.2	29.9	31.1	22.6
10	40.7	38.9	31.9	35.4	24.4
11	44.6	42.1	32.3	38.6	26.4
12	48.2	46.7	34.5	41.9	28.1
13	50.7	48.2	36.2	44.9	30.7
14	52.6	51.8	38.3	46.4	32.4
15	54.3	53.7	40.7	48.2	33.4
16	53.3	50.5	39.7	47.5	31.1
17	50.5	47.2	36.9	44.1	29.9
18	48.8	44.4	32.9	40.9	27.3
19	43.7	41.6	29.9	38.3	26.2
20	40.9	38.4	27.7	34.8	24.8
21	37.6	35.2	25.3	30.7	23.5
22	36.4	34.9	24.8	27.5	23.4
23	35.1	33.9	24.9	24.7	21.9
24	35.2	34.8	25.4	22.6	20.1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง ข-4 การทดลองกรณีมีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 4

Test	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)
1	36.8	35.1	34.9	27.8	15.8
2	36.5	35.7	35.2	27.5	16.5
3	37.3	36.2	35.8	30.2	16.6
4	37.8	36.9	36.9	33.2	17.3
5	38.4	37.8	37.3	33.9	17.6
6	37.9	38.4	37.7	32.7	17.6
7	38.6	38.8	38.1	32.8	17.7
8	40.2	39.3	38.5	34.2	17.9
9	45.1	42.4	38.3	35.1	18.2
10	52.7	51.9	42.6	38.7	19.7
11	57.3	56.1	48.6	43.2	22.8
12	55.7	54.9	47.3	39.9	21.7
13	54.9	54.6	46.4	37.1	21.3
14	53.1	51.8	44.2	32.3	20.9
15	52.2	50.9	43.4	28.3	20.4
16	48.7	47.2	42.6	25.8	19.8
17	45.3	43.9	39.1	25.2	19.5
18	41.7	40.6	35.4	24.5	18.9
19	39.1	38.3	34.8	23.8	17.5
20	38.6	37.5	34.5	23.5	17.1
21	37.2	36.1	33.6	23.3	16.8
22	35.4	33.8	33.2	22.4	16.4
23	34.9	32.9	32.4	22.1	16.3
24	34.6	33.2	33.1	22.5	16.2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง ข-5 การทดลองกรณีมีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 5

Test	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)
1	31.7	31.6	28.9	22.5	23.4
2	32.1	32.7	29.8	23.2	23.6
3	32.3	32.5	30.7	24.7	24.3
4	33.5	33.1	32.7	25.3	25.1
5	34.8	33.8	32.9	25.4	25.7
6	35.3	34.3	33.1	27.3	28.3
7	36.6	35.2	34.5	29.7	30.4
8	37.2	35.9	36	32.8	32.1
9	40.7	39.7	36.3	33.6	33.5
10	42.1	43.1	37.1	33.9	35.7
11	48.3	47.4	41.6	35.2	36.2
12	50.4	49.5	45.8	35.4	36.4
13	53.6	52.3	48.7	36.5	37.8
14	54.8	53.8	49.4	38.7	40.2
15	54.9	53.4	42.8	41.3	42.1
16	53.1	52.2	37.5	41.7	45.3
17	50.9	49.9	35.1	40.5	44.7
18	48.6	47.5	34.6	39.2	43.3
19	46.4	45.2	33.2	38	42.6
20	44.1	42.8	32.7	36.7	41.4
21	42.5	41.5	31.1	35.5	40.8
22	41.7	40.8	30.3	34.9	39.7
23	40.9	40.1	29.4	34.3	37.6
24	38.8	37.2	28.6	30.6	35.7

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง ข-6 การทดลองกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 1

Test	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)
1	29.8	28.5	23.6	24.4	21.6
2	32	31.2	25.5	26.5	19.8
3	34.2	33.9	27.3	28.6	20.7
4	34.8	34.6	28.5	30	22.7
5	35.3	35.2	29.8	30.5	22.9
6	36.9	36.3	30.6	31.7	23.1
7	38.5	37.4	31.4	32.9	24.5
8	40.6	39.5	33.5	34.9	26
9	42.7	41.6	35.6	36.8	26.3
10	45.8	44.7	37.2	40	27.1
11	48.9	47.8	38.7	43.2	27.6
12	49.7	49	40.2	44.9	28.8
13	50.4	50.1	41.7	46.7	28.7
14	51.5	51	42.1	47	29.4
15	54.5	53.9	46.3	47.2	32.6
16	58.6	57.8	49.5	48.6	31.8
17	60.6	59.7	50.2	48.9	30.9
18	56.7	55.3	47.9	44.8	28.1
19	48.8	46.9	45.1	39.6	25.2
20	47.3	46.3	44.8	39.5	25
21	45.8	45.7	44.4	39.4	24.7
22	43.7	43.5	42.5	37.8	23.4
23	41.6	41.2	40.5	36.1	22
24	38.4	37.5	33.3	32.7	21.6

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง ข-7 การทดลองกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 2

Test	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)
1	31.4	30.8	25.7	26.2	22.7
2	33.5	32.5	28.3	28.8	23.1
3	35.6	34.2	30.9	31.3	23.4
4	37.0	35.7	32.3	31.9	24
5	38.4	37.1	33.7	32.4	24.6
6	39.4	38.4	35.1	34	25.7
7	40.3	39.7	36.4	35.6	26.8
8	43.1	41.8	38.9	37.9	27.2
9	45.8	43.8	41.3	40.1	27.5
10	50.6	46.6	43.3	42.5	27.7
11	55.4	49.4	45.2	44.8	27.9
12	57.1	52.7	46.8	45.7	28.3
13	58.7	55.9	48.4	46.5	28.7
14	59.7	58.1	48.6	46.9	29.4
15	60.7	60.3	48.7	47.2	29.6
16	64.6	64.2	54.4	49.1	30.3
17	68.1	66.7	58.9	52.2	32
18	62.3	60.6	54.7	47.3	30.7
19	58.1	56.6	52.1	45.4	29.4
20	53.8	52.6	49.4	43.4	28.1
21	45.3	44.6	44.1	39.5	25.4
22	43.9	43	42.9	38.3	24.6
23	42.4	41.4	41.6	37	23.7
24	39.6	38.5	34.8	32.6	23.2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง ข-8 การทดลองกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 3

Test	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)
1	26.7	25.4	23.8	20.6	25.5
2	27.4	26.3	24.1	21.4	26.6
3	28.4	26.7	24.0	20.2	26.6
4	27.7	24.7	23.4	22.1	27.3
5	28.9	28.1	23.5	24.6	27.6
6	29.1	29.3	24.0	23.1	27.8
7	30.8	29.8	23.1	23.5	28.3
8	32.5	31.4	23.6	23.7	28.5
9	33.8	32.0	24.4	23.3	28.5
10	34.1	32.9	24.7	24.2	28.1
11	37.1	35.7	26.0	25.1	29.6
12	41.3	39.2	27.4	26.8	31.8
13	44.7	42.8	28.9	27.4	34.1
14	45.7	44.7	32.7	30.7	31.2
15	46.7	46.6	38.3	33.9	28.3
16	57.2	57.1	48.3	45.3	25.5
17	53.7	53.1	47.1	42.3	25.3
18	49.3	48.3	43.9	38.4	24.5
19	44.8	43.5	40.8	34.4	22.3
20	43.1	41.9	39.8	32.8	21.9
21	41.4	40.3	38.7	31.2	20.0
22	35.2	33.6	30.2	28.4	19.8
23	32.6	31.2	27.6	25.8	18.5
24	28.4	27.8	24.1	21.6	18.9

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง ข-9 การทดลองกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 4

Test	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)
1	25.4	24.4	23.8	24.6	24.8
2	26.5	26.3	24.1	23.7	23.6
3	27.6	26.7	24.0	23.6	22.8
4	27.8	26.7	23.4	22.1	23.3
5	28.4	28.1	23.5	23.6	24.6
6	28.8	29.3	24.0	23.1	24.5
7	29.8	29.8	23.1	24.5	26.3
8	32.9	31.4	23.6	25.7	27.2
9	33.7	32.0	24.4	27.6	27.1
10	37.1	35.9	27.7	28.5	27.4
11	41.1	40.7	31.2	32.7	28.6
12	51.3	49.2	37.4	35.8	28.8
13	54.7	52.8	38.9	37.4	29.3
14	55.7	54.7	42.7	40.7	29.2
15	60.4	59.8	49.1	44.8	29.8
16	62.0	61.4	51.7	48.1	30.1
17	61.8	61.4	54.2	49.7	31.1
18	53.6	52.1	47.7	41.9	28.0
19	45.4	45.1	41.4	36.3	24.2
20	43.7	43.5	40.6	35.5	23.7
21	41.6	41.9	39.7	34.6	23.2
22	40.2	40.4	38.9	33.7	22.7
23	39.1	38.8	38.0	32.8	22.2
24	35.4	31.1	28.4	27.6	21.9

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง ข-10 การทดลองกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 5

Test	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)
1	29.4	28.6	28.1	26.7	24.5
2	29.7	28.7	28.4	27.6	25.0
3	30.2	29.5	28.9	28.1	25.6
4	30.5	29.9	29.8	28.7	26.1
5	31.6	31.8	30.7	30.0	26.7
6	32.8	33.1	32.0	30.8	28.1
7	35.2	33.9	33.4	32.1	28.8
8	37.0	35.6	34.8	33.1	29.6
9	38.6	36.9	35.8	34.0	30.1
10	39.7	38.1	37.0	35.2	31.0
11	40.9	39.4	37.8	36.1	31.4
12	45.0	41.9	40.1	36.7	32.0
13	48.2	43.0	41.2	37.4	32.7
14	50.5	46.7	44.6	38.6	33.5
15	51.1	49.8	48.5	39.8	31.8
16	49.9	48.5	46.5	37.1	29.9
17	47.8	46.7	44.7	34.8	28.8
18	46.6	45.1	41.6	33.9	27.0
19	44.5	42.9	40.9	32.7	25.9
20	42.4	39.9	38.8	31.9	24.9
21	41.0	37.5	36.9	30.7	24.1
22	39.7	37.0	35.7	29.1	22.9
23	37.5	35.6	34.1	28.6	21.7
24	35.7	34.4	32.7	27.5	21.5

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข
กิตติกรรมประกาศ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....ฉ
สารบัญภาพ.....ช

บทที่ 1 บทนำ.....1
ความเป็นมาและความสำคัญ.....1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2
ขอบเขตการวิจัย.....2
สมมติฐานการวิจัย.....3
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย/(นิยามศัพท์เฉพาะ).....3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4
การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์.....4
การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรง.....4
การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบทางอ้อม.....9
แนวคิดในการคำนวณ.....15

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....19
แนวคิดในการออกแบบ.....19
ข้อพิจารณาในการออกแบบสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์.....19
ออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดสอบ.....21
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย.....23
วิธีการทดลอง.....23

บทที่ 4 ผลการวิจัย.....25
ผลการทดลองกรณีมีครีบและไม่มีครีบนำความร้อน.....25
ผลการทดลองกรณีมีครีบนำความร้อน.....25
ผลการทดลองกรณีไม่มีครีบนำความร้อน.....28

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....33
สรุปผลการวิจัย.....33
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....33

บรรณานุกรม.....34

ภาคผนวก.....36
ภาคผนวก ก.....37
ภาคผนวก ข.....42

ประวัติผู้วิจัย.....53

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ข-1 การทดลองกรณีมีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 1....43
ข-2 การทดลองกรณีมีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 2....44
ข-3 การทดลองกรณีมีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 3....45
ข-4 การทดลองกรณีมีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 4....46
ข-5 การทดลองกรณีมีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 5....47
ข-6 การทดลองกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 1....48
ข-7 การทดลองกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 2....49
ข-8 การทดลองกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 3....50
ข-9 การทดลองกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 4....51
ข-10 การทดลองกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน ครั้งที่ 5....52

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า
2.1 การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอ่าง....5
2.2 การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอ่างรูปแบบต่างๆ....5
2.3 การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก....5
2.4 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจายตัว....6
2.5 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบแบบปล่อง....7
2.6 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบรับความร้อนด้านบน....7
2.7 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบอ่าง 2 ชั้น....7
2.8 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบประสิทธิผล 3 ชั้น....8
2.9 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบขั้นบันได....8
2.10 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบอาร์เอสเอส....8
2.11 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบทิลวิค....9
2.12 การกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นยื่นหลายชั้น....9
2.13 การผลิตไอน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและกลั่นน้ำร่วม....10
2.14 ระบบผลิตน้ำร้อนแบบ Open Loop Active....10
2.15 ระบบผลิตน้ำร้อนแบบ Close Loop Active....11
2.16 ระบบผลิตน้ำร้อนแบบ Open Loop Passive....11
2.17 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจกเอียงด้านเดียวที่ได้ทำการศึกษา....13
2.18 น้ำกลั่นที่ได้จากการทดลองในแต่ละเครื่อง....13
2.19 ประสิทธิภาพในแต่ละเครื่อง....14
2.20 ยางสีดำและกรวดขนาดต่างๆ....14
2.21 การถ่ายเทพลังงานความร้อนในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบสองชั้น....16
3.1 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบกระจกเอียงสองด้านกรณีไม่มีครีบ....21
3.2 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชั้นเดียวแบบกระจกเอียงสองด้านกรณีมีครีบ....22
3.3 รูปร่างของครีบนำความร้อนที่ใช้ในการทดลอง....22
3.3 ตำแหน่งการวัดค่าอุณหภูมิในแต่ละจุดการทดลอง....22
4.1 ข้อมูลการตรวจวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์....25
4.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นน้ำกรณีมีครีบนำความร้อน....26
4.3 อัตราการกลั่นน้ำในแต่ละชั่วโมงกรณีมีครีบดูดซับความร้อน....27
4.4 อัตราการกลั่นน้ำสะสมตลอดทั้งวันกรณีมีครีบดูดซับความร้อน....27
4.5 ข้อมูลการตรวจวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์....28
4.6 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นน้ำกรณีไม่มีครีบนำความร้อน....29
4.7 อัตราการกลั่นน้ำในแต่ละชั่วโมงกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน....30
4.8 อัตราการกลั่นน้ำสะสมตลอดทั้งวันกรณีไม่มีครีบดูดซับความร้อน....30
4.9 เปรียบเทียบปริมาณน้ำกลั่นตลอดทั้งวัน....31
4.10 เปรียบเทียบประสิทธิภาพ....31

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า
ก-1 เครื่องกลั่นน้ำที่ใช้ทำการทดลอง....38
ก-2 การติดตั้งสาย Thermocouple เข้ากับ Diginal Thermocouple....38
ก-3 อุณหภูมิการทดลองของ Diginal Thermocouple....39
ก-4 การติดตั้งภาชนะรองรับน้ำกลั่น....39
ก-5 การไหลของหยดน้ำลงสู่รางน้ำ....40
ก-6 การกลั่นและไหลลงสู่รางน้ำ....40
ก-7 ปริมาณน้ำกลั่นที่ได้รับจากการควบแน่น....41

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY