# แนวคิดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องกลั่นน้ำพลังแดด

# Concept for Efficiency Enhancement of a Solar Still

บรรณชา ขันเขียว และ ทวิช จิตรสมบูรณ์
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทร 0-4422-4410 โทรสาร 0-4422-4411
E-mail: buncha_khunkhieo@yahoo.com.sg,tabon@ccs.sut.ac.th

Buncha Khunkhieo and Tawit Chitsomboon*
School of Mechanical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology
Muang District, Nakorn Ratchasima 30000 Thailand Tel: 0-4422-4410 Fax: 0-4422-4411
E-mail: buncha_khunkhieo@yahoo.com.sg,tabon@ccs.sut.ac.th

**บทคัดย่อ**

เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดดมีความสำคัญต่อชนบทไทยในภาคอีสาน เพราะน้ำบาดาลในหลายพื้นที่มีความเค็มสูง ใช้บริโภคและทำเกษตรกรรมไม่ได้ ปัจจุบันนี้มีเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังแสงแดดหลายแบบ แต่ประสิทธิภาพการกลั่นยังไม่ดีนัก โดยภาพรวมจะกลั่นได้อย่างมากเพียงประมาณ 5 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน งานวิจัยนี้เสนอแนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพของการกลั่นน้ำพลังแสงแดด โดยจะทำเป็นเครื่องกลั่นน้ำแบบ 2 ชั้น (หรือมากกว่า) โดยจะปล่อยให้น้ำไหลจากด้านบนหลังคาลงมาแบบเป็นฟิล์มบางอย่างต่อเนื่อง และมีการไหลย้อนกลับไปมาในชั้นถัดลงไป ซึ่งเชื่อว่าจะเพิ่มการดูดซับความร้อนจากแสงแดดและ เพิ่มการควบแน่นของไอน้ำได้

*คำสำคัญ*: เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดดแบบฟิล์มบาง; การกลั่นน้ำด้วยแสงแดด; เครื่องกลั่นน้ำ

**Abstract**

Solar still is important for rural people in Thailand's northeastern region, because ground water in many areas have high salinity, so it is not potable and cannot be used in agriculture either. Presently, the solar stills have many types; however, they are not of high efficiencies. In general current solar stills can distill water at about 5 lite/m$^2$/day. This research proposes a new technique to improve the efficiency of a solar still in which the feeding water is allowed to flow continuously in thin film manner, passing two stages (or more) of the still. This should increase solar absorption and condensation of the still.

*Keywords*: Solar still using film flow; Solar distillation; Solar Stills

* Corresponding author

## 1. บทนำ

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลก โดยเฉพาะมนุษย์เรานั้นมีความต้องการน้ำที่ถูกสุขลักษณะเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างเพียงพอ เพราะว่าในร่างกายมนุษย์นั้นจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ถึงร้อยละ 50-75 แต่ร่างกายคนเรามีขบวนการเมตาโบลิซึมต่างๆ มากมายจะต้องมีการใช้น้ำและสูญเสียน้ำในขบวนการนั้นๆ ดังนั้นร่างกายจะต้องการน้ำที่สะอาดโดยประมาณ 1.5 ลิตรต่อวัน (6-8 แก้ว/วัน) [6] เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย แต่ในปัจจุบันประชากรมนุษย์ได้เพิ่มสูงขึ้นทุกวันจึงเกิดความต้องการน้ำสะอาดเพิ่มขึ้นด้วย ในปัจจุบันปัญหาการขาดแคลนน้ำดื่มที่สะอาดตามชนบทในหลายประเทศได้ทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นทุกปี เนื่องมาจากเกิดปัญหาภัยแล้ง ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล แหล่งน้ำสกปรก แหล่งน้ำเป็นน้ำกร่อย แหล่งน้ำเป็นน้ำเค็มหรือเป็นพื้นที่ทะเลทราย จึงไม่สามารถหาน้ำดื่มที่สะอาดมาดื่มได้อย่างเพียงพอ จึงทำให้เกิดการวิจัยที่จะทำให้น้ำกร่อยหรือน้ำเค็มเหล่านั้นกลายมาเป็นน้ำจืดที่มีความเหมาะสมต่อการบริโภคด้วยวิธีการกลั่น โดยมีหลักการคล้าย ๆ กับการเกิดฝนในธรรมชาติ ด้วยหลักการดังกล่าวมนุษย์นำมาสร้างเครื่องกลั่นน้ำตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอย่างมากมาย

เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดดได้มีการวิวัฒนาการมาตั้งแต่สมัยกรีกโบราณ จนกระทั่งถึงยุคสมัยกลาง โดยไม่ได้ใช้กลั่นเพื่อให้ได้น้ำจืดเพียงอย่างเดียวแต่ยังนำไปใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยและน้ำหอมในพืชและในสารละลายต่างๆ เพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการและทำการค้าอย่างกว้างขวาง [2] หลังจากนั้นเครื่องกลั่นด้วยพลังแสงแดดก็ถูกพัฒนามาเรื่อยๆ จนกระทั่งในศตวรรษที่ 20 เป็นยุคที่การสร้างเครื่องกลั่นด้วยพลังแสงแดดประสบความสำเร็จมากที่สุด ปัจจุบันได้มีการพัฒนาและสร้างเป็นโรงกลั่นขนาดใหญ่ (Solar distillation plant) เป็นอย่างมากโดยในระหว่างปี 1957 และ 1970 ได้มีการสร้างโรงกลั่นน้ำขนาดใหญ่ขึ้น 4 โรง ที่ประเทศกรีก มีกำลังการผลิตอยู่ในช่วง 2,044 ถึง 8,640 m$^3$/วัน หลังจากนั้นก็มีการสร้างโรงกลั่นที่ประเทศต่าง ๆ อีกมากมาย

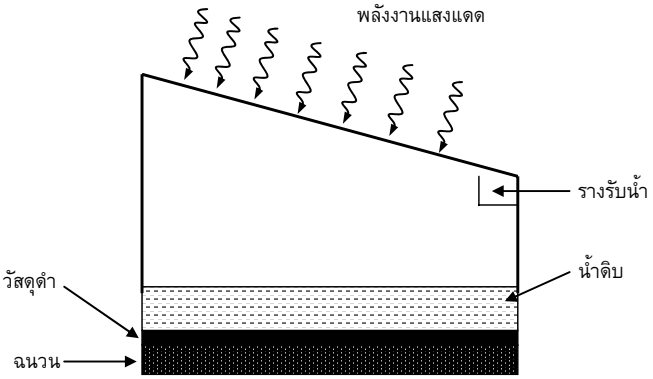
โดยทั่วไปแล้วโรงกลั่นน้ำขนาดใหญ่จะใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อผลิตน้ำเป็นจำนวนมาก โดยมีการติดตั้งเครื่องกลั่นอย่างถาวร ไม่สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย ในบางพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลไม่เหมาะต่อการสร้างโรงกลั่นขนาดใหญ่ จึงมีการสร้างเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังแสงแดดแบบขนาดเล็กขึ้นเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกล เช่น ชนบท ทะเลทราย จึงได้มีการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวางเพื่อสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดดให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและสามารถกลั่นน้ำได้มากที่สุด โดยพิจารณาตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่ออัตราการกลั่นน้ำและประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำ ในปี ค.ศ. 1996, Hassan E.S. Fath ประเทศซาอุดิอาระเบีย [3] ได้สร้างเครื่องกลั่นน้ำด้วยแสงแดดที่มีประสิทธิภาพสูงและสามารถกลั่นน้ำได้ถึง 10.7 kg/m$^2$.d โดยทำเป็นรูปกระโจมแบบมีการกลั่นสองต่อ (double effect) ซึ่งการทำเป็นแบบกลั่นสองต่อนี้แม้ประสิทธิภาพจะดีขึ้นมากแต่เป็นการเพิ่มความยุ่งยากและราคา ปี ค.ศ. 1999, M.A. Hamdan, A.M. Musa, B.A. Jubran ประเทศจอร์แดน [4] ได้สร้างเครื่องกลั่นน้ำและศึกษาผลของจำนวนชั้นของอ่างรับน้ำด้านล่าง โดยที่เครื่องกลั่นน้ำแบบอ่าง 3 ชั้น จะมีประสิทธิภาพ 24% และสามารถกลั่นน้ำได้สูงสุด 4.896 kg/m$^2$/d ปี ค.ศ. 2005 Hikmet Ş.Aybar, Fuat Egelioğlu, U. Atikol ประเทศตุรกี [5] ได้สร้างเครื่องกลั่นน้ำและศึกษาผลของพื้นเอียงและแผ่นดูดซับแสงแดดโดยใช้ขนแกะปูรองพื้นเพื่อทำให้เกิดการกระจายตัวของน้ำอย่างสม่ำเสมอ ผลปรากฏว่าแผ่นดูดซับแสงแดดที่ใช้ขนแกะรองจะสามารถกลั่นน้ำได้มากกว่าแผ่นที่เปลือยเปล่า 2-3 เท่า ซึ่งเครื่องกลั่นน้ำนี้สามารถกลั่นน้ำได้ 11.195 ลิตร/ตารางเมตร/วัน ผลของความสูงของระดับน้ำในอ่างต่อปริมาณการได้น้ำกลั่นได้รับการศึกษาใน [1] พบว่าปริมาณน้ำกลั่นที่ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วถ้าน้ำตื้นขึ้น แต่ต้องมีการป้องกันด้วยฉนวนเป็นอย่างดีควบคู่ไปด้วย

ในส่วนของประเทศไทยนั้นจะพบการสร้างเครื่องกลั่นเป็นแบบขนาดเล็กเสียเป็นส่วนใหญ่ โดยมีการศึกษาวิจัยและสร้างเครื่องกลั่นพลังงานแสงแดดขึ้นในปี พ.ศ. 2519 และประสบความสำเร็จในปี พ.ศ. 2523 โดยกองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ [7] เรียกว่า เครื่องกลั่นน้ำด้วยแสงแดดแบบกรมวิทยาศาสตร์ แบบ 1 สามารถกลั่นน้ำได้ 2.8 ลิตร/ตารางเมตร/วัน ต่อมาในปี พ.ศ. 2530 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์และบริการ ได้สร้างเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงแดดแบบกรมกรมวิทยาศาสตร์แบบ 2 ขึ้น สามารถกลั่นน้ำได้ 3.6 ลิตร/วันตารางเมตร ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องกลั่นน้ำแบบ 1 ประมาณร้อยละ 28 พูนศักดิ์ อินทวี และคณะ [8] ได้สร้างเครื่องกลั่นน้ำโดยใช้กระจกทึบแสงเป็นตัวดูดซับพลังงานแสงแดด สามารถกลั่นน้ำได้ เฉลี่ย 4.3 ลิตร/ตารางเมตร/วัน ประสิทธิภาพเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 37% อภิชาติ บุญล้อม และ ซังเซ็ง เลียงจินดาถาวร [9] ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของระดับความสูงของน้ำในอ่างกับประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำแบบอ่าง พบว่าที่ระดับความสูงของน้ำที่ 2.5 เซนติเมตร เครื่องกลั่นจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 28.9 % และกลั่นน้ำได้สูงสุดประมาณ 2.6 ลิตรต่อวัน จะเห็นได้ว่าที่ผ่านมานั้นเครื่องกลั่นน้ำที่ได้ทดลองสร้างขึ้นมาในประเทศไทยนั้นโดยส่วนใหญ่แล้วประสิทธิภาพยังไม่สูงมากนัก โดยทั่วไปแล้วจะกลั่นน้ำได้ไม่เกิน 5 ลิตร/ตารางเมตร/วัน

จากการวิจัยที่ผ่านมามีการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพและอัตราการกลั่นน้ำของเครื่องกลั่นหลายตัวแปร ระดับน้ำในอ่างเป็นตัวแปรที่ความสำคัญมากตัวหนึ่ง พบว่าที่ระดับน้ำยิ่งต่ำมากอัตราการกลั่นน้ำก็จะยิ่งมากตามไปด้วย งานวิจัยนี้จึงได้เกิดแนวคิดว่า ถ้าสามารถทำให้น้ำไหลเป็นฟิล์มบางได้ ก็จะเสมือนกับว่าเกิดระดับน้ำในอ่างต่ำที่สุด อีกทั้งหากปล่อยให้น้ำไหลกระจายอย่างสม่ำเสมอแบบเป็นฟิล์มบางผ่านแผ่นกระจกเอียงตั้งแต่หลังคาหลงมา โดยผ่านแผ่นกระจกเอียงหลายชั้นก็น่าจะเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับพลังงานแสงแดดอีกด้วย น่าจะทำให้อัตราการกลั่นตัวของน้ำเพิ่มขึ้นได้มาก

**2. หลักการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังแสงแดด**

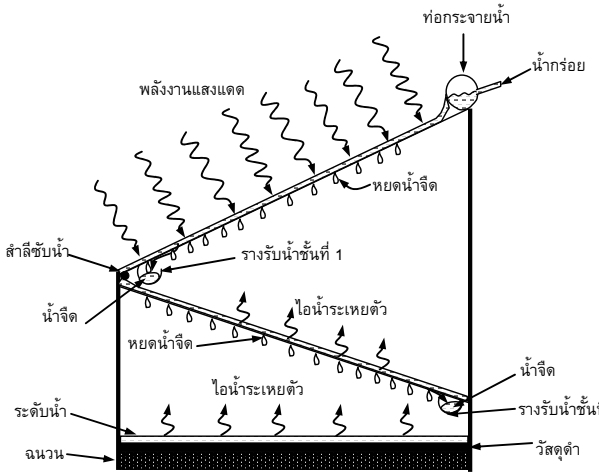
เครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังแสงแดดอย่างง่ายจะประกอบด้วยอ่างบรรจุน้ำดิบอยู่ข้างล่างโดยส่วนใหญ่จะใช้อลูมิเนียมเพราะไม่เป็นสนิม ตรงบริเวณพื้นล่างจะมีวัสดุดำอาจจะเป็นแกลบเผาหรือผงถ่านกัมมันต์ (Activated charcoal) เพื่อทำหน้าที่ดูดซับพลังงานแสงแดดทำให้น้ำในถาดร้อนและระเหยตัวได้เร็วขึ้น โครงด้านข้างทั้ง 4 จะทำด้วยกระจกใสยึดกันด้วยซิลิโคน ส่วนด้านบนจะเป็นหลังคาทำมุมเอียงกับแนวระดับประมาณ 10-20 องศา ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ ที่ขอบด้านล่างจะมีรางรับน้ำที่กลั่นตัวและไหลมารวมกันที่ขอบด้านล่างส่งออกไปเก็บในถังพักเพื่อรอการใช้งานต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 1




**รูปที่ 1** ภาพแสดงเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังแสงแดดอย่าง

**3. หลักการทำงานเครื่องกลั่นน้ำแบบไหลต่อเนื่องฟิล์มบาง**

งานวิจัยนี้ได้ตระหนักเห็นปัญหาต่างๆ ของเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังแสงแดดอย่างง่ายที่เกิดขึ้น จึงได้เกิดแนวคิดในการสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดดแบบไหลต่อเนื่องฟิล์มบาง ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างจากจากเครื่องกลั่นน้ำที่พบเห็นโดยทั่วๆ ไป รูปที่ 2 เป็นภาพแสดงโครงสร้างของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดดแบบไหลต่อเนื่องฟิล์มบาง ซึ่ง




**รูปที่ 2** เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดดแบบไหลต่อเนื่องฟิล์มบาง

หลังคาเป็นกระจกใสเอียง และภายในมีกระจกใสอีกแผ่นหนึ่งซึ่งเอียงสลับทางไปอีกด้านหนึ่ง หลักการทำงานโดยคร่าวคือน้ำดิบไหลออกจากท่อกระจายน้ำด้านบนหลังคาเป็นฟิล์มบางผ่านด้านบนของกระจกโดยไหลจากด้านขวาไปยังด้านซ้ายที่ต่ำกว่า ในช่วงนี้จะเป็นการอุ่นน้ำก่อนเข้าเครื่องกลั่น จึงยังไม่มีการระเหยมากนัก เมื่อไหลมาถึงด้านล่างของหลังคาจะมาสู่สำลีซึ่งทำหน้าที่กันไอน้ำระเหยออกจากห้องกลั่น และในขณะเดียวกันก็ทำหน้าที่ซับน้ำเพื่อปล่อยให้น้ำไหลซึมเข้าสู่ห้องกลั่น จากนั้นจะไหลไปยังด้านบนของกระจกแผ่นที่สอง ในช่วงนี้จะเกิดการกลั่นตัวบ้างแล้ว โดยไอน้ำที่ระเหยจะไปเกาะอยู่ด้านหลังของหลังคากระจก ซึ่งหลังคาจะเย็นกว่าเครื่องกลั่นปกติเนื่องจากมีฟิล์มน้ำมาหล่อเย็นด้านบนอยู่ตลอดเวลา จึงย่อมทำให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำได้ดีขึ้น อีกทั้งการไหลแบบฟิล์มบางนั้นจะทำให้น้ำร้อนได้เร็วขึ้นเพราะน้ำมีการพลิกตัวไปมาในขณะไหลและรับแสงแดด ก็จะทำให้ระเหยได้เร็วขึ้นอีกด้วย เมื่อน้ำไหลต่อมาถึงปลายชั้นที่สอง โดยหลักการแล้วอาจจัดให้มีการไหลเอียงสลับไปมาในชั้นที่ 3 4 5 ไปได้เรื่อยๆ จนในที่สุดก็ไหลลงสู่กันอ่าง (ในการทดลองจะทำเพียงการเอียงสลับ 2 ครั้งเท่านั้น) ซึ่งจะควบคุมระดับน้ำในอ่างให้ตื้นที่สุดจนถึงอาจเป็นฟิล์มบางไปด้วย ซึ่งผิวด้านล่างของกระจกชั้นที่สองก็จะมีการควบแน่นเช่นเดียวกัน ซึ่งนับเป็นการเพิ่มพื้นที่ที่ทำให้เกิดการควบแน่นมากยิ่งขึ้นกว่าเครื่องแบบปกติอีกด้วย

สำหรับรายละเอียดอื่นๆ นั้นก็จะคล้ายกับเครื่องกลั่นแบบปกติ คือ โดยโครงสร้างของผนังทั้ง 4 ด้านจะใช้กระจกใสมีลักษณะโปร่งแสงยึดกันด้วยซิลิโคลนใส โดยจะมีกลไกที่สามารถปรับกระจกทำมุมเอียงได้ตั้งแต่ 5-20 องศา เพื่อปรับหามุมเอียงที่ทำให้อัตราการกลั่นน้ำมีประสิทธิภาพมากที่สุด มีวัสดุดำเป็นตัวดูดซับพลังงานแสงแดดเพื่อช่วยเพิ่มการดูดซับพลังงานความร้อน ชั้นต่อมาจะเป็นฉนวน ด้านล่างโดยใช้ไม้อัด 2 แผ่น หนาแผ่นละ 10 มิลลิเมตร ขั้นกลางด้วยโฟมหนา 10 มิลลิเมตร

## 4. สรุป

ได้นำเสนอหลักการและแนวคิดในการสร้างเครื่องกลั่นน้ำแบบใหม่ที่คาดว่าจะให้ประสิทธิภาพสูง โดยเป็นการไหลแบบฟิล์มบางอย่างต่อเนื่อง ผ่านกระจกที่เอียงสลับไปมาเป็นชั้นๆ ทำให้มีการดูดซับความร้อนหลายระดับมากกว่าปกติ อีกทั้งด้านล่างของกระจกที่ไอน้ำไปกระทบจะเย็นกว่าปกติ น่าจะทำให้เกิดการควบแน่นได้มากขึ้นกว่าปกติอีกด้วย ขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างการติดตั้งระบบเพื่อทำการทดลองคาดว่าจะสามารถทดลองได้ภายในเร็ววัน และจะนำเสนอผลการทดลองในการประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 27-29 กรกฎาคม 2549 ต่อไป ซึ่งในการทดลองจะทำการศึกษาหาผลกระทบของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อประสิทธิภาพ เช่น อัตราการไหลของน้ำ ความเอียงของหลังคารับแดด ความเข้มแสงแดด ตลอดจนคุณภาพของน้ำที่กลั่นได้

## เอกสารอ้างอิง


1. Bloemer, J.W., Factors affecting Solar-Still Performance, ASME Paper 65-WA/SOL-1, 8pp., 1965.
2. Delyannis E., “Historic background of desalination and renewable energies,” Solar Energy, Volume. 75, pp. 357-366, 2003.
3. Hassan E.S. Fath., “High performance of a simple design, two effect solar distillation unit,” Desalination, Volume. 107, pp. 223-233, 1996.
4. 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
5. Hikmet Ş.Aybar, Fuat Egelioğlu, U. Atikol., “ An experimental study on an inclined solar water distillation system,” Desalination, Volume 180, pp.285-289, 2005.
6. http://www.elib-online.com/doctors45/gen_water001.html , เข้าอ่านเมื่อ 22 พ.ค. 2549
7. กรมวิทยาศาสตร์บริการ., “เครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงแดดแบบกรมวิทยาศาสตร์บริการ,” วารสารประสิทธิภาพพลังงาน ฉบับที่ 58, กรุงเทพมหานคร, 2545.
8. พูนศักดิ์ อินทวี จำนง ฉายเชิด จินดา แก้วเขียว เสริม จันทร์จีระศักดิ์ สุรวัฒนาวงศ์., “การศึกษาสมรรถนะของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งใช้กระจกทึบแสงเป็นตัวดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์,” การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1 , หน้า AE14-1-4
9. อภิชาติ บุญล้อม และ ซังเซ็ง เลียงจินดาถาวร., “ความสัมพันธ์ของระดับความสูงของน้ำในเครื่องกลั่นกับประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบอ่าง,” การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1 , 11-13 พฤษภาคม 2548, หน้า AE15-1-5.