

การจัดการระบบทำน้ำร้อนแบบผสมผสานระหว่าง
เซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนทิ้ง
จากระบบปรับอากาศ

The Management for Hot Water Production
System : Combination of Photovoltaic System and
Waste Heat from Air Conditioning System.

ผศ. ดร. ดิโกะ บุนนาค¹

A.sst.Prof.Dr.Tika Bunnag

ธนสิทธิ์ งามสอาด²

Thanasit Ngarmsa-ard

* ผู้อำนวยการสาขาการจัดการเทคโนโลยีอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต¹

* นักศึกษาปริญญาโท สาขาการจัดการเทคโนโลยีอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

* Director, Department of Building Technology Management. Graduate School.²

Dhurakij Pundit University.¹

* Graduate student. Master of Science. Department of Building Technology Management.

Graduate School.²

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาการจัดการระบบทำน้ำร้อนแบบผสมผสานระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์รวมกับความร้อนทิ้งจากระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ ซึ่งในการศึกษาจะ ศึกษาแนวทางในการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำร้อนแบบผสมผสานกับระบบปรับอากาศขนาดใหญ่เพื่อที่จะนำมาใช้กับอาคารหรือโรงงานอุตสาหกรรม รวมถึงศึกษาแนวทางการจัดการการใช้พลังงานในอาคารโดยใช้ระบบผสมผสานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์กับการทำน้ำร้อนและทำการประเมินความเป็นไปได้ของระบบผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบผลิตน้ำร้อนจาก

จากการศึกษาพบว่า ระบบนี้มีราคาต้นทุนสูงจึงไม่เหมาะกับการลงทุนในภาคเอกชน โดยคิดจากอายุของอุปกรณ์ที่ 20 ปี ที่อัตราผลตอบแทนการลงทุน 8.05 % จะมีจุดคุ้มทุนที่ 25 ปี อย่างไรก็ตามในด้านผลงานและสิ่งแวดล้อมระบบนี้เป็นระบบที่คุ้มค่า ต่อการลงทุน เนื่องจากไม่ก่อมลพิษ ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ ทั้งยังเป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ เหมาะกับหน่วยงานภาครัฐที่มีกิจกรรมที่มีความต้องการใช้น้ำร้อนและระบบทำความเย็นและไฟฟ้า เช่นโรงพยาบาล

คำสำคัญ : ระบบผลิตร่วมไฟฟ้า - ความเย็น - ความร้อนร่วม, ความร้อน

Abstract

This paper introduces a study of management for hot water production system, which combination of photovoltaic system and waste heat from air-conditioning system. The objectives were to study a method for developing an electricity-and hot-water producing system, combined with air-conditioning system in order to use with buildings or factories, and to study a method for manage energy consumption for the building, by using a combination of electricity from solar cell, and hot-water production, and also to study a feasibility of the hot water production system that combines solar energy with air-conditioning system, an adsorption chiller, and a heat exchanger.

The results showed that this system has high investment costs, and thus unsuitable for investment by private sector. Calculating from 20 years of equipment lifespan and Internal Rate of Return at 8.05%, will provide a 25 years payback period. However, considering efficiency and environment, this system is worth an investment because it creates no pollution, harmless to atmosphere, and utilizes solar power. This system is suitable for public organizations which have high demands of hot water, electricity, and air-conditioning system such as hospitals.

Keywords : Trigeneration system, Heating, Absorption chiller

ความสำคัญและที่มา

ประเทศไทยได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์รวมเฉลี่ยต่อวันมีค่าประมาณ $18.2 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$ (จากแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย พ.ศ. 2542 โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานและคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร) จึงมีศักยภาพที่จะใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อนได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งการประยุกต์ใช้ในรูปแบบการทำน้ำร้อนและการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่

จากการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เป็นไปอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความต้องการพลังงานในแต่ละปีเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้าในกิจกรรมต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน ซึ่งมีการใช้ไฟฟ้าในลักษณะที่ไม่คุ้มค่าเช่นการนำไฟฟ้าไปใช้ผลิตความร้อนโดยตรงจึงได้เกิดการนำพลังงานทดแทนจากธรรมชาติกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

สำหรับประเทศไทยพลังงานทดแทนเป็นแหล่งพลังงานที่ยิ่งใหญ่ทั้งทางตรงและทางอ้อมทางตรงก็คือการให้แสงสว่าง และสร้างความอบอุ่นให้กับโลก ส่วนทางอ้อมคือทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีพอยู่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชต้องใช้แสงในการสังเคราะห์เพื่อการเจริญเติบโต ไม่ว่าคน สัตว์พืชก็ต้องการเช่นเดียวกัน แต่ถ้ามีแต่ใช้หรือทำลายอย่างเดียวย่อมมีการสูญสิ้นหรือหมดไป ดังนั้นเมื่อทราบว่าทรัพยากรที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคาดว่าจะมีสำรองใช้ได้อีกไม่เกิน 50 ปี จึงได้มีแนวคิดนำพลังงานทดแทนมาใช้

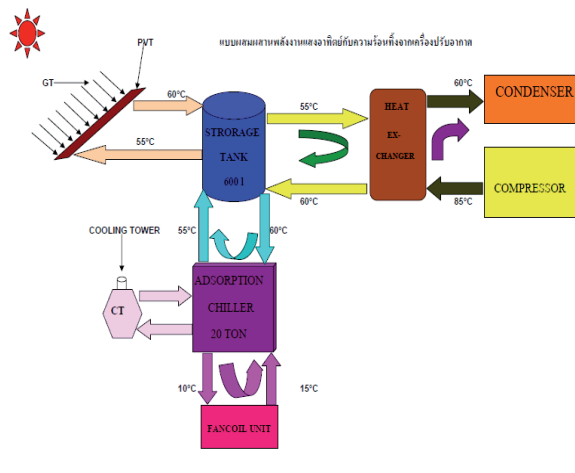
การนำพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งถือว่าประเทศไทยมีศักยภาพและเป็นพลังงานสะอาดที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษมาใช้นับเป็นวิธีที่ประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายของประเทศโดยรวมได้เป็นอย่างมาก การพัฒนาระบบพลังงานแสงอาทิตย์ควบคู่ไปกับการผลิตน้ำร้อนโดยไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงได้ส่วนหนึ่ง อาคารประเภท โรงพยาบาล และโรงแรมส่วนใหญ่มีความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำร้อนเป็นอย่างมากแต่การใช้นั้นเป็นการใช้อย่างไม่คุ้มค่า ทำให้สูญเสียพลังงานเป็นอย่างมาก เพื่อการลดค่าใช้จ่ายและรักษาความสมดุลของโลก จึงได้เกิดการศึกษาการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาทำน้ำร้อนร่วมกับความร้อนทิ้งของเครื่องปรับอากาศกลับมาใช้โดยประยุกต์รวมกับเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับและเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มุ่งเน้นในเรื่องของการทำน้ำร้อนแบบผสมผสานส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์จะถูกส่งผ่านไปยังเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าโดยแปลงจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับป้อนกลับไปยังสายส่งของการไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอาคาร

อนึ่งในการศึกษาค้นคว้านี้ได้แบ่งการทำงานของระบบผสมผสานออกเป็น 3 ส่วนคือจาก

1. แผงแสงอาทิตย์ (PV/T)
2. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (HRS)
3. เครื่องทำความเย็นแบบดูดซับ (ADS)

ส่วนประกอบของระบบ

รายละเอียดของส่วนประกอบที่สำคัญของ ระบบทำน้ำร้อนแบบผสมผสานแสดงดังรูปที่ 1.



รูปที่ 1 ระบบการทำน้ำร้อนแบบผสมผสาน

ในการศึกษาครั้งนี้จะนำเสนออุปกรณ์ที่สำคัญๆ มาแสดงรายละเอียดให้ทราบพอสังเขป ดังนี้

ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการศึกษา เป็นชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน ผลิตภัณท์ของ Kaneka ประเทศญี่ปุ่น พิกัดแผงละ 50 W ติดตั้งรวมทั้งสิ้น 110 แผง โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 จำนวน 68 แผง ต่อผ่าน Inverter ขนาด 3.5 kW 1 ตัว ซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 250 W/แผ่น (Max) DC. รวมกำลังผลิตสูงสุด

3.40 kW(Max) DC. ชุดที่ 2 จำนวน 42 แผง ต่อผ่าน Inverter ขนาด 2.5 kW 1 ตัว ซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 250 W/แผ่น (Max) DC. รวมกำลังผลิตสูงสุด 2.10 kW (Max) DC. ดังนั้นกำลังเอาต์พุต ของแผงแสงอาทิตย์ รวมทั้งสิ้น 5,500 W ดังรูปที่ 2.



รูปที่ 2. ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 110 แผง

กล่องรวมสาย (Junction Box)

ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชุดจะมีกล่องรวมสายแบบกันน้ำ ที่ใช้เป็นที่รวมสายไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของแต่ละชุดและติด

ตั้งไดโอดกันกระแสและต่อสายแบบกระแสไฟตรงของชุดแผงแสงอาทิตย์ไปยัง Inverter ที่ติดตั้งภายในอาคาร ดังรูปที่ 3.



รูปที่ 3. ชุดกล่องรวมสาย

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)

ใช้ในการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้รับจากชุดแผงแสงอาทิตย์แต่ละชุดให้เป็นกระแสไฟฟ้าสลับ ในการศึกษาค้างนี้ใช้ Inverter จำนวน 2 เครื่อง โดยใช้ Inverter ของ LEONICS LEONICS Model G-300 ขนาด 3.5

kW และ Model G-304 ขนาด 2.5 kW โดยเอาท์พุท ของอินเวอร์เตอร์แต่ละเครื่องต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าของอาคารและสามารถแปลงกระแสไฟรวม 6,000 W ดังรูปที่ 4.



รูปที่ 4. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า LEONICS

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แลกเปลี่ยนความร้อนของของไหลที่มีอุณหภูมิต่างกัน โดยติดตั้งหลังคอมเพรสเซอร์ ซึ่งเป็นด้านที่ในสารทำความเย็นไหลออก และถ่ายเทความร้อนให้น้ำเมื่อน้ำไหลผ่านเครื่อง

แลกเปลี่ยนความร้อน จะทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการออกแบบและประสิทธิภาพของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ดังรูปที่ 5.



รูปที่ 5. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

อุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า (Generation kW-h meter)

อุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า เป็นมิเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่บันทึกข้อมูลที่เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ออกมาเป็น kW-h. ซึ่ง

ทำให้ทราบกำลังผลิตไฟฟ้าใน 1 วัน หรือ 1 เดือน สามารถผลิตไฟฟ้ารวมได้เท่าไร ดังรูปที่ 6.



รูปที่ 6. มิเตอร์แสดงการผลิตไฟฟ้า

เครื่องวัดความเข้มแสง

เครื่องวัดความเข้มแสงเป็นเครื่องที่ใช้ตรวจ วัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์โดยการแปลงค่าพลังงานจากคลื่นแสงให้เป็น ค่าสัญญาณความต่างศักย์ทางไฟฟ้าเครื่องวัดความเข้มแสง

ที่ใช้เป็น pyranometer ยี่ห้อ Kipp&Zonen รุ่น CM 11/CM14 ให้ค่า output 275 mV/(kW/m²) ดังรูปที่ 7

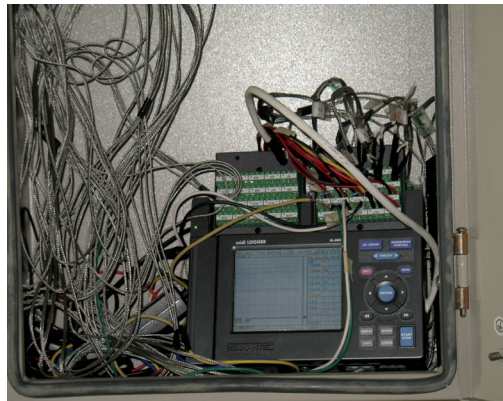


รูปที่ 7. เครื่องวัดความเข้มแสง

เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger)

ซึ่งการศึกษครั้งนี้ได้ใช้อุปกรณ์บันทึกข้อมูลของ GRAPHTEC Midi logger GI450 เป็นตัวบันทึกข้อมูลแล้วต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วย

RS 232 เพื่อนำข้อมูลมาทำการอ่านผล ดังรูปที่ 8.



รูปที่ 8. เครื่องบันทึกข้อมูล

เครื่องทำความเย็นแบบดูดซับ (Adsorption chiller)

เครื่องทำน้ำเย็น ระบบแอดซอร์พชั่นเป็นเครื่องทำน้ำเย็นที่ทำงาน โดยใช้หลักการในการเปลี่ยนอุณหภูมิ โดยจะเปลี่ยนพลังงานและสร้างความเย็นจากความร้อนทิ้ง สามารถลดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak demand)

เครื่องทำน้ำเย็นนี้ใช้ซิลิกาเจล (Silica gel) เป็นตัวดูดซับพลังงานจากความร้อนทิ้งอุณหภูมิต่ำกว่า 100 เรา ก็จะพบความเป็นไปได้ที่จะดูดซับพลังงานความร้อนจากอุณหภูมิต่ำ มาใช้ประโยชน์ ดังรูปที่ 9.



รูปที่ 9. เครื่องทำความเย็นแบบดูดซับ

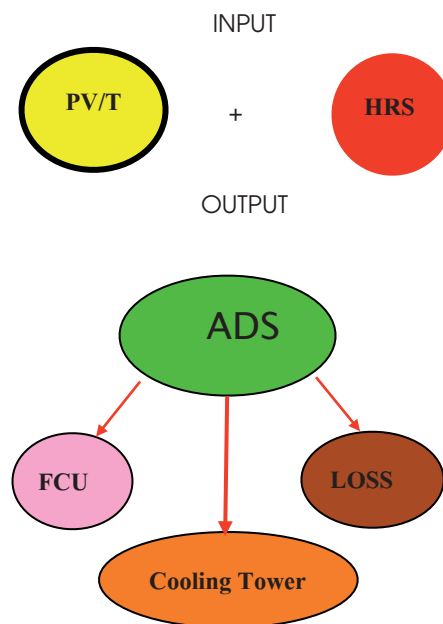
การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบทำน้ำร้อนในแบบผสมผสานสำหรับการ ศึกษาในครั้งนี้ ต้องการ น้ำร้อนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ดังที่กล่าวมาแล้ว ในเบื้องต้น โดยจะอธิบายขั้นตอนการทำงาน แบบย่อๆดังนี้

- ติดตั้งแผง 110 แผง ได้แผงมีท่อทอง -แดงเชื่อมติดกับแผง ภายในท่อน้ำไหลเวียนตลอดเมื่อแผงได้รับแสงอาทิตย์ก็ถ่ายเทความร้อนมาที่ท่อ ก็จะได้น้ำร้อนไหลมาเก็บที่ถังสะสมความร้อน

- ติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 6 ชุด รายละเอียดตาม ที่กล่าวมาแล้ว เมื่อเกิดการแลกเปลี่ยนของสารทำความเย็นกับน้ำแล้ว น้ำร้อนที่ได้ก็จะไหลมาเข้าถังสะสม

- เมื่อน้ำจากถังสะสมไหลผ่านเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับ เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำในระบบโดยมีตัวกลางคือซิลิกาเจล ทำให้น้ำเย็นไปจ่ายให้กับ FCU ซึ่งติดตั้งอยู่ตามห้องต่างๆ อีกส่วนหนึ่งต้องถูกทิ้ง โดยการระบายความร้อนด้วย Cooling Tower หรือพอจะสรุปง่ายๆ ของการแบ่งระบบการทำงานดัง รูป 10.



รูปที่ 10. การแบ่งระบบการทำงาน

การทดสอบ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้มีดังนี้

- เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาและการจัดการระบบทำน้ำร้อนแบบผสมผสานระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์กับความร้อนเหลือทิ้งจากระบบปรับอากาศ

- เพื่อศึกษาแนวทางการลดการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยใช้ระบบผสมผสานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์กับการทำน้ำร้อน

- เพื่อประเมินความเป็นไปได้ของระบบผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสานเซลล์แสงอาทิตย์ กับระบบผลิตน้ำร้อนของเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่

- เพื่อก่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ในอาคารที่มีการใช้พลังงานในรูปแบบผสมผสาน

ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 1 ปีเต็มคือ (1 ม.ค.51 - 31 ธ.ค. 51) โดยข้อมูลในส่วนของไฟฟ้าจะถูกบันทึกไว้ใน Inverter สำหรับด้านพลังงานความร้อนที่ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิต่างๆ ตามอุปกรณ์ในระบบจะถูกบันทึกด้วย Data Logger ตลอด หากจะทำการประมวลผล จึงจะนำข้อมูลดังกล่าวออกมาวิเคราะห์ค่าต่างๆ ผ่าน RS 232 ต่อไป

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

- การทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบ

- พลังงานแต่ละจุด

แผง PV/T

$$Q_c = m_c \times C_p \times (T_{oc} - T_{ic}) \dots\dots\dots 1.$$

Heat recovery system

$$Q_{hrs} = m_{hrs} \times C_p \times (T_{os} - T_{is}) \dots\dots\dots 2.$$

Adsorption chiller

$$Q_{ads} = m_{ad} \times C_p \times (T_{ods} - T_{lad}) \dots\dots\dots 3.$$

Cooling tower

$$Q_{ct} = m_{ct} \times C_p \times (T_{ict} - T_{oct}) \dots\dots\dots 4.$$

Fan coil unit

$$Q_{fcu} = m_f \times C_p \times (T_{if} - T_{of}) \dots\dots\dots 5.$$

Pump Power Consumption

$$P = Watt \times time$$

ผลการทดสอบ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำผลมาวิเคราะห์ตลอด 12 เดือนในปี 2551 มาคำนวณโดยใช้สมการ (Q) ที่กล่าวถึงการทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบผสมผสาน ในส่วนของ Input และ Output ดังตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. ข้อมูลระบบผสมผสาน

MONTH	INPUT		OUTPUT		
	PVT	HRS	ADS	COOLING	FCU
	kW-h	kW-h	kW-h	kW-h	kW-h
8-Jan	5,363.85	22,347.58	15,910.13	5,149.06	8,265.95
8-Feb	5,096.36	22,167.38	16,509.55	5,377.40	8,686.56
8-Mar	4,504.04	21,421.32	17,098.81	5,569.33	9,040.12
8-Apr	5,072.87	19,353.27	17,718.56	5,433.65	8,792.63
8-May	5,353.04	19,737.63	16,423.19	5,348.94	8,629.26
8-Jun	4,976.23	21,808.48	16,850.92	5,485.27	8,878.58
8-Jul	4,978.73	21,822.78	16,853.96	5,382.03	8,898.70
8-Aug	5,009.85	22,258.97	17,777.48	5,445.56	8,222.06
Sep -08	4,685.79	24,069.39	14,831.16	5,502.15	8,304.96
8-Oct	4,335.47	24,144.83	14,697.05	5,446.89	7,588.70
8-Nov	4,543.53	21,352.06	15,083.12	5,578.26	8,447.00
8-Dec	4,534.53	22,941.75	15,450.91	5,363.50	8,676.81
TOTAL	58,454.29	263,425.44	195,204.84	65,082.04	102,431.33

และเพื่อต้องการทราบว่าแล้วขีดความสามารถของระบบ อยู่กี่เปอร์เซ็นต์โดยสามารถนำตาราง
 ที่ 1. มาหาประสิทธิภาพจะได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ข้อมูลระบบผสมผสานเป็น (%)

MONTH	INPUT		OUTPUT		
	PVT	HRS	COOLING	FCU	LOSS
	%	%	%	%	%
8-Jan	19.36	80.64	32.36	51.95	15.68
8-Feb	18.69	81.31	32.57	52.62	14.81
8-Mar	17.37	82.63	32.57	52.87	14.56
8-Apr	20.77	79.23	30.67	49.62	19.71
8-May	21.33	78.67	32.57	52.54	14.89
8-Jun	18.58	81.42	32.55	52.69	14.76
8-Jul	18.58	81.42	31.93	52.8	15.27
8-Aug	18.37	81.63	30.63	46.25	23.12
8-Sep	16.3	83.7	37.1	56	6.9
8-Oct	15.22	84.78	37.06	51.63	11.3
8-Nov	17.55	82.45	36.98	56	7.01
8-Dec	16.5	83.5	34.71	56.16	9.13

จากตารางที่ 3. เป็นระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว ซึ่งผลการทดลองที่อ่านได้จาก DATA LOGGER ดังนี้

ตารางที่ 3. ข้อมูลของแผงแสงอาทิตย์

Month	Tic °C	Toc °C	Flow rate m3/hr	Pc hr.	Energy MJ	HotEnergy kW-h
Jan-08	53.62	63.57	3.65	127.2	19,309.87	5,363.85
Feb-08	54.21	64.14	3.65	121.1	18,346.89	5,096.36
Mar-08	56.35	65.78	3.65	112.7	16,214.54	4,504.04
Apr-08	57.98	67.68	3.65	123.4	18,262.32	5,072.87
May-08	55.89	66.11	3.65	123.59	19,270.96	5,353.04
June-08	55.53	65.35	3.65	119.57	17,914.42	4,976.23
July-08	55.53	65.35	3.65	119.63	17,923.41	4,978.73
Aug-08	52.32	63.18	3.65	108.85	18,035.47	5,009.85
Sep-08	53.87	63.97	3.65	109.47	16,868.86	4,685.79
Oct-08	53.62	62.31	3.65	117.72	15,607.71	4,335.47
Nov-08	54.01	63.89	3.65	108.51	16,356.71	4,543.53
Dec-08	53.77	63.75	3.65	107.21	16,324.32	4,534.53
Average	54.73	64.59	3.65	1,398.95	210,449.67	58,440.46

พิจารณา ค่าเฉลี่ยของน้ำร้อนตลอดทั้งปี ที่อุณหภูมิออก 64.59 °C และเข้าที่ 54.73 °C (ตารางที่ 3) นำค่าเฉลี่ยมาคำนวณซึ่งสามารถคิดเป็นค่าพลังงานความร้อนรวม 210,449.67 MJ/year หรือคิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้า 58,454.30 kWh/year สามารถหาได้จากสมการที่ 1

จากตารางที่ 4 เป็นระบบผลิตน้ำร้อนที่ใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนผลิตน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ ซึ่งผลการทดลองที่อ่านได้จาก DATA LOGGER ดังนี้

ตารางที่ 4. ข้อมูลของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

Month	Tis °C	Tos °C	Flow rate m3/hr	Phrs1-3 hr.	Energy MJ	Hot Energy kW-h
Jan-08	58.19	63.25	18.6	204.5	80,451.30	22,347.58
Feb-08	59.18	64.11	18.6	208.2	79,802.57	22,167.38
Mar-08	61.07	65.8	18.6	209.7	77,116.76	21,421.32
Apr-08	62.83	67.17	18.6	206.48	69,671.79	19,353.27
May-08	61	65.25	18.6	215.04	71,055.45	19,737.63
June-08	60.44	65.17	18.6	213.49	78,510.53	21,808.48
July-08	60.44	65.17	18.6	213.63	78,562.01	21,822.78
Aug-08	57.75	62.48	18.6	217.9	80,132.30	22,258.97
Sep-08	58.92	64.16	18.6	212.69	86,649.80	24,069.39
Oct-08	57.97	63.26	18.6	211.34	86,921.38	24,144.83
Nov-08	58.95	63.52	18.6	216.34	76,867.41	21,352.06
Dec-08	58.76	63.78	18.6	211.61	82,590.32	22,941.75
Average	59.63	64.43	18.6	2,540.92	948,246.95	263,425.45

พิจารณาค่าเฉลี่ยของน้ำร้อนที่ผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพียงอย่างเดียวตลอดทั้งปีที่อุณหภูมิออก 64.43 °C และเข้าที่ 59.63 °C ตารางรูปที่ 4 นำค่าเฉลี่ยรายปี มาใช้คำนวณซึ่งสามารถคิดเป็นค่าพลังงานความร้อนรวม 948,24 MJ/year หรือพลังงานไฟฟ้า

263,425.75 kWh/year สามารถหาได้จากสมการที่ 2.

จากตารางที่ 5 เป็นระบบผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสาน ซึ่งผลการทดลองที่อ่านได้จาก DATA LOGGER ดังนี้

ตารางที่ 5. ข้อมูลของเครื่องทำน้ำเย็น

Month	Tiad °C	Toad °C	Flow rate m3/hr	Phad hr.	Energy MJ	Hot Energy kW-h
Jan	63.25	58.25	17.5	156.6	57,276.45	15,910.13
Feb	64.11	59.11	17.5	162.5	59,434.38	16,509.55
Mar	65.2	60.2	17.5	168.3	61,555.73	17,098.81
Apr	66.17	61.17	17.5	174.4	63,786.80	17,718.56
May	64.25	59.25	17.5	161.65	59,123.49	16,423.19
June	65.17	60.17	17.5	165.86	60,663.30	16,850.92
July	65.17	60.17	17.5	165.89	60,674.27	16,853.96
Aug	65.09	60.09	17.5	174.98	63,998.94	17,777.48
Sep	64.16	59.16	17.5	145.98	53,392.19	14,831.16
Oct	63.26	58.26	17.5	144.66	52,909.40	14,397.05
Nov	63.02	58.02	17.5	148.46	54,299.25	15,083.12
Dec	64.38	59.38	17.5	152.08	55,623.26	15,450.91
Average	64.44	59.44	17.5	1,921.36	702,737.42	195,204.84

พิจารณาค่าเฉลี่ยของน้ำร้อนผ่านเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับ (Adsorption Chiller) ตลอดทั้งปี ที่อุณหภูมิเข้า 64.44 °C และออกที่ 59.44 °C ตารางที่ 5 นำค่าเฉลี่ยรายปีมาใช้คำนวณซึ่งสามารถ คิดเป็นค่าพลังงานความร้อน 702,737.42 MJ/year หรือ พลังงาน

ไฟฟ้า 195,204.84 kWh/year โดยสามารถหาได้จากสมการที่ 3.

จากตารางที่ 6 การแสดงผลของระบบเครื่องส่งลมเย็น(FCU) ซึ่งผลการทดลองที่อ่านได้จาก DATA LOGGER ดังนี้

ตารางที่ 6. ข้อมูลของเครื่องส่งลมเย็น

Month	Tif	Tof	Flow	Pfcu	Energy	Hot Energy
	°C	°C	m3/hr	hr.	MJ	kW-h
Jan-08	18.99	13.99	10.5	135.6	29,757.42	8,265.95
Feb-08	19.82	14.82	10.5	142.5	31,271.63	8,686.56
Mar-08	17.09	12.09	10.5	148.3	32,544.44	9,040.12
Apr-08	17.12	12.12	10.5	144.24	31,653.47	8,792.63
May-08	17.25	12.25	10.5	141.56	31,065.34	8,629.26
June-08	18.11	13.11	10.5	145.65	31,962.89	8,878.58
July-08	18.11	13.11	10.5	145.98	32,035.31	8,898.70
Aug-08	19.89	14.89	10.5	134.88	29,599.42	8,222.06
Sep-08	19.51	14.51	10.5	136.24	29,897.87	8,304.96
Oct-08	18.29	13.29	10.5	124.49	27,319.33	7,588.70
Nov-08	19.25	14.25	10.5	138.57	30,409.19	8,447.00
Dec-08	19.66	14.66	10.5	142.34	31,236.51	8,676.81
Average	18.59	13.59	10.5	1,680.35	368,752.81	102,431.34

พิจารณาค่าเฉลี่ยของน้ำที่ผ่านเครื่องส่งลมเย็น (FANCOIL UNIT) ตลอดทั้งปี ที่อุณหภูมิน้ำเย็นเข้าที่ 18.59 °C และออกที่ 13.59 °C (ตารางที่ 6.) โดยนำค่าเฉลี่ยรายปีมาใช้คำนวณซึ่งสามารถคิดเป็นค่าพลังงานรวม 368,752.81 MJ/year หรือพลังงานไฟฟ้า 102,431.34 kWh/year โดยสามารถหาได้จากสมการที่ 4.

จากตารางที่ 7 การแสดงผลของระบบระบบหอผึ่งลมเย็น (COOLING TOWER) ซึ่งผลการทดลองที่อ่านได้จาก DATA LOGGER ดังนี้

Month	Tict °C	Toct °C	Flow m3/hr	Pct hr.	Energy MJ	Hot Energy kW-h
Jan-08	31.21	36.21	5.7	155.6	18,536.63	5,149.06
Feb-08	32.1	37.1	5.7	162.5	19,358.63	5,377.40
Mar-08	32.7	37.7	5.7	168.3	20,049.58	5,569.33
Apr-08	31.12	36.12	5.7	164.2	19,561.15	5,433.65
May-08	30.2	35.2	5.7	161.64	19,256.17	5,348.94
June-08	31.5	36.5	5.7	165.76	19,746.99	5,485.27
July-08	31.5	36.5	5.7	162.64	19,375.30	5,382.03
Aug-08	31.7	36.7	5.7	164.56	19,604.03	5,445.56
Sep-08	32.6	37.6	5.7	166.27	19,807.75	5,502.15
Oct-08	30.4	35.4	5.7	164.6	19,608.80	5,446.89
Nov-08	31.8	36.8	5.7	168.57	20,081.74	5,578.26
Dec-08	31.9	36.9	5.7	162.08	19,308.59	5,363.50
Average	31.56	36.56	5.70	1,966.72	234,295.35	65,082.04

ตารางที่ 7. ข้อมูลของหอผึ่งลมเย็น

พิจารณาค่าเฉลี่ยของน้ำที่ผ่านหอผึ่งลมเย็น(COOLING TOWER) ตลอดทั้งปีที่อุณหภูมิน้ำเข้าระบบที่ 31.56°C และออกที่ 36.56°C (ตารางที่ 7.)โดยนำค่าเฉลี่ยรายปีมาใช้ ซึ่งสามารถคิดเป็นค่าพลังงานรวม 233,213.65 MJ year หรือพลังงานไฟฟ้า 64,781.57 kWh/year โดยสามารถหาได้จากสมการที่ 5

ดังนั้นเมื่อมองภาพรวมทั้งระบบแล้ว จะเห็นได้ว่าระบบที่สามารถทำน้ำร้อนได้มากที่สุด มาจากความร้อนทั้งจากความร้อนทั้งจากเครื่องปรับอากาศ และถูกนำไปใช้ในส่วน of น้ำเย็น ที่ไปจ่ายให้กับระบบปรับอากาศถึงกว่า 50 % แต่ถ้ามองจากภาพแล้ว

สามารถทำนายการเพิ่มพลังงานความร้อนให้กับระบบได้ โดยการทำให้ค่าพลังงานความร้อนทั้งจาก COOLING และ LOSS ให้ลดลงจากเดิมก็จะได้พลังงานความร้อนที่เพิ่มช่วยให้ประหยัดมากขึ้น

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าระบบนี้คุ้มค่านับหน่วยงานภาครัฐที่มีขนาดใหญ่หรือเกี่ยวข้องกับการนำน้ำร้อนมาใช้ เช่นเดียวกับภาคเอกชนขนาดใหญ่ เช่น โรงพยาบาล โรงแรม โรงงานอุตสาหกรรม ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ Boiler, Stream, ห้องซักล้าง, ห้องชาวดน้ำ, สระว่ายน้ำ (ถาราบ้ำบด) เป็นต้น เพราะเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้น้ำร้อนมาก ยิ่งใช้ระบบทำความเย็นมาก ยิ่งได้น้ำร้อนกลับมาใช้มาก สำหรับในกรณีนี้จะเห็นว่าถ้ามองด้าน Pay Back Period แล้วจะคุ้มค่า โดยมีระยะการคืนทุนเพียง 9.718 ปี (ไม่ต้องกู้เงินจากสถาบันการเงิน) แต่ถ้าประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์แล้ว ระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 25 ปี ซึ่งเกินกว่าระยะเวลาโครงการที่ตั้งไว้

สำหรับแนวทางลดการใช้พลังจะพบว่าระบบนี้สามารถลดการใช้พลังงานได้ในระดับหนึ่งคือแต่ก่อนที่จะมีการปรับปรุงระบบของ

สำนักงานนั้นใช้เครื่องมือที่ทำให้เกิดพลังงานความร้อนเป็นส่วนใหญ่ ไม่ว่าจะเป็น ห้องปฏิบัติการ ห้องอาหาร ห้องซักล้าง ห้องพัก นักวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดส่วนมากใช้ฮีตเตอร์แทบทั้งหมดเมื่อนำระบบนี้มาติดตั้งและทดลองเดินเครื่องและเก็บข้อมูลมาเป็นระยะเวลา 1 ปีเต็ม โดย เก็บค่าทุกๆ วัน แล้วมาวิเคราะห์ ผลพบว่าสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 651,959 บาท จากการลงทุน ทั้งระบบ 6,377,387 บาท หักค่าบำรุงรักษาระบบปีละ 25,000 บาท

ส่วนการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์นั้น ได้กำหนดให้อายุของอุปกรณ์อยู่ที่ 20 ปี (IRR 8.05 %) ซึ่งในการศึกษาค้างนี้ หากดูจากผลการประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์แล้ว จะพบว่าระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 25 ปี (IRR 9 %) เกินกว่าที่กำหนดไว้ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน แต่เนื่องจากการศึกษาค้างนี้ เป็นการจ่ายเงินลงทุนเพียงครั้งเดียวและเป็นหน่วยงานภาครัฐ ไม่ต้องเสียค่าดอกเบี้ยเงินกู้ จึงทำให้การศึกษานี้ น่าลงทุน

สำหรับในการศึกษาค้างนี้ แม้ว่าการทดลองจะประสบผลสำเร็จ แต่พิจารณาจากการลงทุนและผลที่ได้อาจจะสวนทางกันอยู่ แต่ผู้ทำการศึกษาจะต้องหาทางพิจารณาให้การลงทุนครั้งนี้คุ้มค่าให้มากที่สุด ซึ่งถ้ามองจากผลการศึกษาแล้วมีความเป็นไปได้ที่จะทำให้เกิดผลมากที่สุดมากที่สุด ซึ่งถ้ามองจากผลการศึกษาแล้วมีความเป็นไปได้ที่จะทำให้เกิดผลมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณเอกชาติ หัตถา, คุณจิรพงษ์ พงษ์สีทอง, คุณสุริยะ สุกรินทร์, คุณสิริมงคล ใจกล้า, นักวิจัยสถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ให้คำแนะนำ และร่วมกันติดตั้งและพัฒนาระบบจนสำเร็จ ลุล่วงด้วยดี

บรรณานุกรม

ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์และกุสภานา ภูบาสา. 2538. การพัฒนามาตรฐานเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

ปรีดา จันทวงษ์. 2543. เครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายสำหรับประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ

ศุภชัย กิริติกาญจน์พงศ์. 2542. การวิเคราะห์หีบบั่มเสริมพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบน้ำร้อน. คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ

โชคชัย จูทะโกสิทธิ์กานนท์. 2547. การศึกษาเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์-ความร้อนทิ้งเครื่องปรับอากาศ. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสริม จันทธนาย. 2545. โครงการพัฒนาเครือข่ายสถานี วัดความเข้มแสงรังสีดวงอาทิตย์สำหรับประเทศไทย. 93.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานและคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2542 : แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย พ.ศ. 2542.

Davidson, J. and B. Wood. 1996. Solar hot water for the home. Mechanical Engineering Journal. Volume 1188, Aug 31 1996:60-62.

Fanney, A.H and B.P. Dougherty. 1997. A . Photovoltaic solar water heating system. Journal of Solar Energy Engineering. Volume 119, May 31 1997: 126-133.