

การเปรียบเทียบระบบทำน้ำร้อนแบบใช้ปั๊มความร้อนกับใช้แผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ
สำหรับอาคารพักอาศัย

นางสาวศศิษา เรียมสุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

COMPARISON OF HOT WATER SYSTEMS BETWEEN USING HEAT PUMP AND
USING FLAT PLATE SOLAR COLLECTOR FOR RESIDENTIAL BUILDING

Miss Sasisa Riamsuwan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Energy Technology and Management

(Interdisciplinary Program)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบระบบทำน้ำร้อนแบบใช้ปั๊มความร้อนกับใช้
แผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบสำหรับอาคารพักอาศัย

โดย

นางสาวศศิษา เรียมสุวรรณ

สาขาวิชา

เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรพจน์ เปี่ยมสมบูรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ฐนิต จินดาวงศ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.อุริช อั้งช็โกลิต)

ศศิษา เรียมสุวรรณ : การเปรียบเทียบระบบทำน้ำร้อนแบบใช้ปั๊มความร้อนกับใช้แผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบสำหรับอาคารพักอาศัย (COMPARISON OF HOT WATER SYSTEMS BETWEEN USING HEAT PUMP AND USING FLAT PLATE SOLAR COLLECTOR FOR RESIDENTIAL BUILDING) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร. วิทยา ยงเจริญ, 222 หน้า

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการเปรียบเทียบระบบทำน้ำร้อนแบบใช้ปั๊มความร้อนกับใช้แผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบสำหรับอาคารพักอาศัย โดยระบบทำน้ำร้อนประกอบด้วยแบบปั๊มความร้อนหรือแผงรับแสงอาทิตย์กับถังเก็บน้ำร้อนขนาด 150 ลิตร ในการทดสอบจะใช้ปั๊มความร้อนขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.78 kW และ 1.25 kW ส่วนแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบขนาดพื้นที่รับแสง 2 m² วางหันไปทางทิศใต้ทำมุม 15° กับแนวระดับ พารามิเตอร์สำคัญที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น, อุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บ, อุณหภูมิอากาศภายนอก, กระแสไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า, ความเข้มแสงอาทิตย์ อุณหภูมิเข้าและออกแผงรับแสงอาทิตย์ การทดสอบจะมีการเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 08.00-16.00 น. แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะของปั๊มความร้อน และประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ จากการวิเคราะห์พบว่าปั๊มความร้อนมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบมีค่าอยู่ในช่วง 4.2-5.5 ส่วนประสิทธิภาพของระบบอยู่ในช่วง 43.8-52.6 % ในการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งปี เมื่อมีอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30°C พบว่าระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง 300-800 หน่วยต่อปี ส่วนระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 100-530 หน่วยต่อปี

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบทำน้ำร้อน ระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 13.0-13.6 ปี ส่วนระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มีระยะเวลาคืนทุน 16.8 ปี เมื่อเทียบกับระบบไฟฟ้า

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน.....ลายมือชื่อผู้คิด.....
ปีการศึกษา.....2554.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์.....

##5287648720 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

KEYWORDS : HEAT PUMP / FLAT PLATE SOLAR COLLECTOR / COEFFICIENT OF PERFORMANCE

SASISA RIAMSUWAN : COMPARISON OF HOT WATER SYSTEMS BETWEEN USING HEAT PUMP AND USING FLAT PLATE SOLAR COLLECTOR FOR RESIDENTIAL BUILDING. ADVISOR : ASSOC.PROF.WITTAYA YONGCHAREON, Ph.D., 222 pp.

This research is aimed to compare the hot water system between using heat pump and using flat plate solar collector for residential building. The hot water system consists of a heat pump or solar collector and a hot water storage tank with capacity of 150 liters. For testing heat pump, heat pump which has electric power 0.74 kW and 1.21 kW were used. The solar collector has area of 2 m² is installed at the angle 15 degree to the horizontal plane and facing south direction. The key parameters effecting the system are the initial storage water temperature, the final storage water temperature, ambient air temperature, current, voltage, solar intensity, the inlet water temperature of collector and the outlet water temperature of collector. The data were collected during 8.00 am – 4.00 pm. The coefficient of performance of heat pump and the efficiency of solar system were analyzed. The result, heat pumps have the coefficient of performance in the range 4.2-5.5 and the efficiency of hot water system by using solar collector is in the range of 43.8-52.6%. Electric energy consumption to produce hot water for the whole year when the initial water temperature is 30^oC, were that 300-800 kWh/year for heat pumps and 100-530 kWh/year for solar collector system.

For economic analysis, heat pump has a payback period of 13.0-13.6 years and the solar system has a payback period of 16.8 years when compared with electric system.

Field of Study : Energy Technology and Management Student's Signature

Academic Year : 2011 Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก รศ.ดร.วิทยา ยงเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งผู้ทำวิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูง ที่ท่านคอยให้ คำปรึกษา แนะนำแนวทาง ถ่ายทอดความรู้ คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ บริษัทสตีเบล เอลทรอน เอเชีย จำกัด ที่เชื้อเพื่อสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ ต่างๆ สำหรับทำการทดสอบป้อนความร้อน

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนครอบครัว ที่ได้สนับสนุนการศึกษาและให้กำลังใจ เสมอมา จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ หากมีสิ่งที่ขาดตกบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้ศึกษาขอภัยเป็นอย่างสูง ในข้อบกพร่องและความผิดพลาดนั้นและผู้ศึกษาหวังว่าการทำงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ไม่ มากก็น้อยสำหรับประชาชนในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูป.....	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์.....	ต
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์.....	1
ขอบเขตการดำเนินงานวิจัย.....	2
วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
ระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน.....	4
หลักการทำงานของปั๊มความร้อน.....	5
ประเภทและลักษณะเฉพาะของปั๊มความร้อน.....	7
ชนิดของปั๊มความร้อน.....	8
แหล่งความร้อนของปั๊มความร้อน.....	12
การหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อน.....	12
ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์.....	13
ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์.....	13
ชนิดของแผงรับแสงอาทิตย์.....	14
หลักการทำงานของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ.....	17
ประเภทของระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์.....	17
ตำแหน่งการติดตั้งตัวรับรังสีอาทิตย์.....	20

	หน้า
การหาประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์.....	20
ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย.....	23
รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกลงบนผิวโลก.....	24
ข้อมูลแสงอาทิตย์และข้อมูลอุณหภูมิอากาศ.....	25
การประเมินทางเศรษฐศาสตร์.....	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31
บทที่ 3 การดำเนินการทดสอบและอุปกรณ์เครื่องมือ.....	35
การทดสอบสัมประสิทธิ์สมรรถนะปั๊มความร้อน.....	35
วิธีการทดสอบระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน.....	41
การทดสอบประสิทธิภาพระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์.....	42
วิธีการทดสอบระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์.....	48
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	50
ผลการวิจัยระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน.....	50
ผลการวิจัยระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ.....	59
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	83
สรุปผลการวิจัย.....	83
อภิปรายผลการวิจัย.....	86
ข้อเสนอแนะ.....	87
รายการอ้างอิง.....	88
ภาคผนวก.....	91
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณ.....	92
ภาคผนวก ข ข้อมูลการทดสอบปั๊มความร้อน.....	102
ภาคผนวก ค ข้อมูลการทดสอบแผงรับแสงอาทิตย์.....	118
ภาคผนวก ง ข้อมูลการทำนายอุณหภูมิน้ำและปริมาณความร้อนในถังเก็บน้ำ...	158
ภาคผนวก จ ข้อมูลอุณหภูมิอากาศตลอดปี 2554.....	198
ภาคผนวก ฉ ข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์ตลอดปี 2554.....	210
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	222

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	ชนิดของปั๊มความร้อนอาจเรียกตามแหล่งความร้อน..... และแหล่งรับความร้อน	12
ตารางที่ 2.2	ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงตลอดปี 2011.....	26
ตารางที่ 2.3	อุณหภูมิอากาศอากาศเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงตลอดปี 2011.....	27
ตารางที่ 3.1	รายละเอียดการตรวจวัดการทำงานของระบบน้ำร้อน แบบปั๊มความร้อน.....	41
ตารางที่ 3.2	รายละเอียดการตรวจวัดการทำงานของระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ แบบแผ่นเรียบ.....	48
ตารางที่ 4.1	ผลการวิจัยสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron ที่อุณหภูมิ 50°C, 55°C และอุณหภูมิสูงสุดของน้ำที่ปั๊มความร้อน สามารถทำได้ ระหว่างวันที่ 10-11 เมษายน 2555.....	50
ตารางที่ 4.2	ผลการวิจัยสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron ที่อุณหภูมิ 50°C, 55°C และอุณหภูมิสูงสุดของน้ำที่ปั๊มความร้อน สามารถทำได้ ระหว่างวันที่ 10-11 เมษายน 2555.....	51
ตารางที่ 4.3	ผลการวิจัยสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise ที่อุณหภูมิ 50°C และอุณหภูมิสูงสุดของน้ำที่ปั๊มความ ร้อนสามารถทำได้ ระหว่างวันที่ 10-13 เมษายน 2555.....	52
ตารางที่ 4.4	ผลการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊ม ความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ.....	58
ตารางที่ 4.5	ผลการวิจัยระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบระหว่างวันที่ 24-28 เมษายน 2555.....	59
ตารางที่ 4.6	ผลการทดสอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นรายชั่วโมงในการ ทดสอบวันที่ 24 เมษายน 2555.....	62
ตารางที่ 4.7	ผลการทดสอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นรายชั่วโมงในการ ทดสอบวันที่ 25 เมษายน 2555.....	64

ตารางที่ 4.8	ผลการทดสอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นรายชั่วโมงในการทดสอบวันที่ 26 เมษายน 2555.....	66
ตารางที่ 4.9	ผลการทดสอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นรายในการทดสอบวันที่ 27 เมษายน 2555.....	68
ตารางที่ 4.10	ผลการทดสอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นรายในการทดสอบวันที่ 28 เมษายน 2555.....	70
ตารางที่ 4.11	การหาอุณหภูมิน้ำร้อนและปริมาณความร้อนในถังเก็บน้ำร้อนรวมทั้งปริมาณการใช้ไฟฟ้าของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ โดยมีเงื่อนไข คือ พื้นที่รับแสงอาทิตย์ 2 ตารางเมตร (กรณีที่ไม่ได้อุณหภูมิตามเงื่อนไขจะมีการใช้ชุดเสริมมาเสริม)	72
ตารางที่ 4.12	การหาอุณหภูมิน้ำร้อนและปริมาณความร้อนในถังเก็บน้ำร้อนรวมทั้งปริมาณการใช้ไฟฟ้าของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ โดยมีเงื่อนไข คือ พื้นที่รับแสงอาทิตย์ 4 ตารางเมตร (กรณีที่ไม่ได้อุณหภูมิตามเงื่อนไขจะมีการใช้ชุดเสริมมาเสริม)	73
ตารางที่ 4.13	ข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน.....	80
ตารางที่ 4.14	ระยะเวลาคืนทุนตามมูลค่าปัจจุบัน ณ ราคาไฟฟ้าต่างๆ.....	81
ตารางที่ 5.1	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆในการผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50°C, 55°C, 60°C.....	85
ตารางที่ 5.2	อัตราการตอบแทน และระยะเวลาคืนทุนของผลิตภัณฑ์ ที่ราคาต้นทุนและราคาซื้อขายตามท้องตลาด.....	86

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	วัฏจักรการทำความร้อนของระบบปั๊มความร้อน.....	6
รูปที่ 2.2	ระบบปั๊มความร้อนแบบ Mechanical Vapor Recompression System.....	8
รูปที่ 2.3	ระบบปั๊มความร้อนแบบ Absorption Heat Pump.....	9
รูปที่ 2.4	ระบบปั๊มความร้อนแบบ Heating only.....	10
รูปที่ 2.5	ระบบปั๊มความร้อนแบบ Integrated system.....	11
รูปที่ 2.6	แผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ.....	14
รูปที่ 2.7	แผงรับแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ.....	15
รูปที่ 2.8	แผงรับแสงอาทิตย์แบบฮีตไปป์.....	15
รูปที่ 2.9	ส่วนประกอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบรวมแสง.....	16
รูปที่ 2.10	แผงรับแสงอาทิตย์แบบรวมแสง.....	17
รูปที่ 2.11	ระบบแอคทีฟ (Active Systems)	18
รูปที่ 2.12	ระบบพาสซีฟ (Passive Systems)	20
รูปที่ 2.13	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง η_c กับ $\frac{(t_{fi}-t_{at})}{I_{t0}}$	22
รูปที่ 2.14	แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (พ.ศ. 2542)	24
รูปที่ 2.15	ลักษณะของการสะท้อนรังสีจากผิววัตถุแบบต่างๆ.....	25
รูปที่ 2.16	กราฟความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงตลอดปี 2011.....	27
รูปที่ 2.17	กราฟอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงตลอดปี 2011.....	28
รูปที่ 3.1	ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron.....	35
รูปที่ 3.2	ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise.....	36
รูปที่ 3.3	ท่อน้ำร้อนพีพีอาร์ (80)	37
รูปที่ 3.4	วาล์วনিรภัย 8 บาร์.....	37
รูปที่ 3.5	Data Logger ยี่ห้อ GRAPHTEC รุ่น Midilogger GL820.....	38
รูปที่ 3.6	เทอร์มอคัปเปิล Type K.....	39
รูปที่ 3.7	ดิจิตอลมิเตอร์ ยี่ห้อ FLUKE รุ่น 87-V.....	40
รูปที่ 3.8	ตำแหน่งของการติดตั้งอุปกรณ์การวัดระบบปั๊มความร้อน.....	41

รูปที่ 3.9	แผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ.....	43
รูปที่ 3.10	ถังเก็บน้ำร้อน.....	43
รูปที่ 3.11	สายถักสแตนเลส สำหรับน้ำร้อน.....	44
รูปที่ 3.12	เครื่องสูบน้ำหมุนเวียน ยี่ห้อ Jun รุ่น Power Head HX-2500.....	44
รูปที่ 3.13	ฉนวนหุ้มท่อน้ำร้อน.....	45
รูปที่ 3.14	Data Logger ยี่ห้อ Fluke รุ่น Hydra Data Logger.....	46
รูปที่ 3.15	คอมพิวเตอร์ ยี่ห้อ Gateway Solo ของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล.....	46
รูปที่ 3.16	เครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ (Pyranometer)	47
รูปที่ 3.17	มาตรวัดน้ำ.....	47
รูปที่ 3.18	ตำแหน่งของการติดตั้งอุปกรณ์การวัดระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์.....	48
รูปที่ 4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะกับอุณหภูมิน้ำ ในถัง.....	53
รูปที่ 4.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเทียบกับเวลา ของความร้อนยี่ห้อ Deron ในการทดสอบวันที่ 10 เมษายน 2555.....	54
รูปที่ 4.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเทียบกับเวลา ของความร้อนยี่ห้อ Deron ในการทดสอบวันที่ 11 เมษายน 2555.....	54
รูปที่ 4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเทียบกับเวลา ของความร้อนยี่ห้อ Deron ในการทดสอบวันที่ 12 เมษายน 2555.....	55
รูปที่ 4.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเทียบกับเวลา ของความร้อนยี่ห้อ Deron ในการทดสอบวันที่ 13 เมษายน 2555.....	55
รูปที่ 4.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเทียบกับเวลา ของความร้อนยี่ห้อ Commonpraise ในการทดสอบวันที่ 10 เมษายน 2555...	56
รูปที่ 4.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเทียบกับเวลา ของความร้อนยี่ห้อ Commonpraise ในการทดสอบวันที่ 11 เมษายน 2555...	56
รูปที่ 4.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเทียบกับเวลา ของความร้อนยี่ห้อ Commonpraise ในการทดสอบวันที่ 12 เมษายน 2555...	57
รูปที่ 4.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเทียบกับเวลา ของความร้อนยี่ห้อ Commonpraise ในการทดสอบวันที่ 13 เมษายน 2555...	57

รูปที่ 4.10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง η กับ $\frac{(t_i - t_a)}{I_{t\theta}}$ ของแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ.....	61
รูปที่ 4.11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์เทียบกับเวลาในการทดสอบวันที่ 24 เมษายน 2555.....	63
รูปที่ 4.12	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำในถังเทียบกับเวลาในการทดสอบวันที่ 24 เมษายน 2555.....	63
รูปที่ 4.13	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์เทียบกับเวลาในการทดสอบวันที่ 25 เมษายน 2555.....	65
รูปที่ 4.14	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำในถังเทียบกับเวลาในการทดสอบวันที่ 25 เมษายน 2555.....	65
รูปที่ 4.15	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์เทียบกับเวลาในการทดสอบวันที่ 26 เมษายน 2555.....	67
รูปที่ 4.16	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์เทียบกับเวลาในการทดสอบวันที่ 26 เมษายน 2555.....	67
รูปที่ 4.17	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์เทียบกับเวลาในการทดสอบวันที่ 27 เมษายน 2555.....	69
รูปที่ 4.18	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์เทียบกับเวลาในการทดสอบวันที่ 27 เมษายน 2555.....	69
รูปที่ 4.19	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์เทียบกับเวลาในการทดสอบวันที่ 28 เมษายน 2555.....	71
รูปที่ 4.20	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์เทียบกับเวลาในการทดสอบวันที่ 28 เมษายน 2555.....	71
รูปที่ 4.21	กราฟแสดงอุณหภูมิน้ำในถังเฉลี่ยตลอด 1 ปี สำหรับแผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 2 ตารางเมตร.....	74
รูปที่ 4.22	กราฟแสดงอุณหภูมิน้ำในถังเฉลี่ยตลอด 1 ปี สำหรับแผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 4 ตารางเมตร.....	75

รูปที่ 4.23	กราฟแสดงจำนวนวันที่ต้องการความร้อนเพิ่มจาก Heater เพื่อผลิตน้ำ ให้ได้อุณหภูมิ 50°C (โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 2 ตารางเมตร).....	75
รูปที่ 4.24	กราฟแสดงจำนวนวันที่ต้องการความร้อนเพิ่มจาก Heater เพื่อผลิตน้ำ ให้ได้อุณหภูมิ 55°C (โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 2 ตารางเมตร).....	76
รูปที่ 4.25	กราฟแสดงจำนวนวันที่ต้องการความร้อนเพิ่มจาก Heater เพื่อผลิตน้ำ ให้ได้อุณหภูมิ 60°C (โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 2 ตารางเมตร).....	76
รูปที่ 4.26	กราฟแสดงจำนวนวันที่ต้องการความร้อนเพิ่มจาก Heater เพื่อผลิตน้ำ ให้ได้อุณหภูมิ 50°C (โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 4 ตารางเมตร).....	77
รูปที่ 4.27	กราฟแสดงจำนวนวันที่ต้องการความร้อนเพิ่มจาก Heater เพื่อผลิตน้ำ ให้ได้อุณหภูมิ 55°C (โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 4 ตารางเมตร).....	77
รูปที่ 4.28	กราฟแสดงจำนวนวันที่ต้องการความร้อนเพิ่มจาก Heater เพื่อผลิตน้ำ ให้ได้อุณหภูมิ 60°C (โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 4 ตารางเมตร)	78

คำอธิบายสัญลักษณ์

สัญลักษณ์		หน่วย
COP	สัมประสิทธิ์สมรรถนะ.....	
η	ประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยเป็นรายชั่วโมง.....	%
q_u	ความร้อนที่ได้รับจากแผงรับแสงอาทิตย์.....	kJ
m	ปริมาณน้ำในถังเก็บน้ำ.....	kg or L
\dot{m}	อัตราการไหลของน้ำ.....	kg/s
C_p	ค่าความร้อนจำเพาะของของน้ำ.....	kJ/kg·K
t_f	อุณหภูมิสุดท้ายของถังเก็บน้ำร้อน.....	°C
t_i	อุณหภูมิเริ่มต้นของถังเก็บน้ำร้อน.....	°C
P	กำลังไฟฟ้าของปั๊มความร้อน.....	kW
t	ระยะเวลาที่ปั๊มความร้อนทำงาน.....	hr
$I_{t\theta}$	ความเข้มแสงอาทิตย์ที่เวลาใดๆ.....	W/m ²
F_R	แฟกเตอร์การดูดความร้อนของแผงรับแสงอาทิตย์.....	
$(\tau\alpha)_\theta$	ผลคูณ ค่าการทะลุผ่านและค่าการดูดซับ (Transmittance & Absorptance) ของแผ่นรับแสงที่มุมแสงตกกระทบ θ	
U_L	สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนด้านบน.....	W/m ² K
t_{fe}	อุณหภูมิน้ำออกจากแผงรับแสงอาทิตย์.....	°C
t_{fi}	อุณหภูมิน้ำเข้าแผงรับแสงอาทิตย์.....	°C
t_{at}	อุณหภูมิอากาศภายนอกที่เวลาใดๆ.....	°C
t_p	อุณหภูมิแผ่นดูดซับแสงอาทิตย์.....	°C
t_a	อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอกในหนึ่งชั่วโมง.....	°C
A_{ap}	พื้นที่รับแสงอาทิตย์.....	m ²
S	พลังงานแสงอาทิตย์ที่แผงได้รับในหนึ่งชั่วโมง.....	kJ
I	ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยในหนึ่งชั่วโมง.....	W/m ²
a	ค่าคงที่.....	

สัญลักษณ์		หน่วย
b	ค่าคงที่.....	
NPV	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)	บาท
n	ระยะเวลาของโครงการ.....	ปี
E_{st}	ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้เป็นรายปี.....	บาท
I₀	เงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ.....	บาท
i	อัตราลดค่า หรือ อัตราดอกเบี้ย.....	%
IRR	อัตราผลตอบแทน.....	%
DPBP	ระยะเวลาคืนทุนตามมูลค่าปัจจุบัน.....	ปี
i'	อัตราดอกเบี้ยที่รวมกับอัตราเงินเฟ้อ.....	%
j	อัตราเงินเฟ้อ.....	%

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การขาดแคลนพลังงานและปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ของคนทั่วโลก นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อสังคมและความมั่นคงของแต่ละประเทศอีกด้วย ดังนั้นการแสวงหาแหล่งพลังงานหรือการใช้พลังงานทดแทนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ปัจจุบันมีกิจกรรมหลายประเภท ที่มีความจำเป็นต้องการใช้น้ำร้อน เช่น โรงแรม โรงงาน อุตสาหกรรม โรงพยาบาล และบ้านพักอาศัย การผลิตน้ำร้อนใช้พลังงานอยู่หลายรูปแบบ อาทิเช่น การใช้ไฟฟ้าของหม้อต้ม หรือแม้กระทั่งการใช้น้ำมันเตา หรือน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง อาจรวมถึงการใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ และเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น ปั๊มความร้อน หรือการทำน้ำร้อนจากเครื่องปรับอากาศ

ในงานวิจัยนี้จะสนใจเฉพาะส่วนการผลิตน้ำร้อนโดยใช้ปั๊มความร้อนกับใช้แผงรับแสงอาทิตย์ มีการเปรียบเทียบกันในด้าน การประหยัดพลังงาน ประหยัดค่าใช้จ่าย การใช้งาน การดูแลรักษา และประโยชน์หรือผลเสียที่ได้จากระบบเหล่านั้น งานวิจัยครั้งนี้จะพิจารณาเฉพาะการใช้ในบ้านพักอาศัยเท่านั้น และงานวิจัยนี้จะเน้นแนวทางในการศึกษาต่อของทางภาคอุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว สาเหตุที่เลือก 2 ระบบนี้มาเปรียบเทียบกันเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นมานาน แต่ยังไม่แพร่หลายมากนักและก็เป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจของตลาด

ในปัจจุบันธุรกิจเกี่ยวกับระบบทำน้ำร้อนมีมากมายหลายรูปแบบ มีทั้งระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน ระบบทำน้ำร้อนจากความร้อนทิ้ง เป็นต้น มีความหลากหลายทั้งด้านราคา คุณภาพ และมาตรฐานที่แตกต่างกันไป

การรวบรวมข้อมูลด้านต่างๆ ทั้งคุณสมบัติ ข้อดีข้อเสีย และผลการทดสอบสมรรถนะของระบบทำน้ำร้อน เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้บริโภคหรือผู้ที่สนใจทั่วไป เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการตัดสินใจเลือกใช้ และทำให้ผู้ใช้ได้รับประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อแตกต่างระหว่างระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนกับระบบทำน้ำร้อนแบบใช้แผงรับแสงอาทิตย์ สำหรับบ้านพักอาศัย
2. เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนและระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

3. เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50°C, 55°C, 60°C
4. เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนของระบบทำน้ำร้อนที่อุณหภูมิน้ำร้อน 60°C

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐาน และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์
2. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐาน และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน
3. ออกแบบวิธีการทดสอบตามเงื่อนไขที่กำหนดดังนี้
 - ถังเก็บน้ำขนาด 150 ลิตร
 - Solar collector ชนิดแผ่นเรียบ พื้นที่รับแสง 2 ตารางเมตร
 - เลือกปั๊มความร้อนที่มีขนาดไม่ควรเกิน 2 กิโลวัตต์ โดยมีการขนาดกำลังไฟฟ้าที่ต่างกันและใช้สารทำความเย็นที่ไม่เหมือนกัน
 - ทำการทดสอบระบบสำหรับการผลิตน้ำใช้สำหรับใช้ใน 1 วัน แฉงรับแสงอาทิตย์และปั๊มความร้อนจะเริ่มผลิตน้ำร้อนในช่วงเวลา 08.00-16.00 น.
4. ทำการติดตั้งอุปกรณ์ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ และอุปกรณ์วัดเพื่อทำการทดสอบและเก็บข้อมูลที่คาดฟ้า อาคารปฏิบัติการชั้น 5 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. ทำการติดตั้งอุปกรณ์ระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน และอุปกรณ์วัดเพื่อทำการทดสอบและเก็บข้อมูลที่บริษัท สตีเบล เอลทรอน เอเชีย จำกัด จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
6. ทำการทดสอบและเก็บข้อมูลเดือนเมษายน 2555
7. นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบไปวิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานและรวบรวมข้อมูลของระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน
2. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานและรวบรวมข้อมูลของระบบทำน้ำร้อนแบบใช้แฉงรับแสงอาทิตย์
3. ทำการติดตั้งอุปกรณ์ของระบบทำน้ำร้อนทั้งสองระบบ
4. ทำการติดตั้งอุปกรณ์การวัดเพื่อทำการทดสอบและเก็บข้อมูลระบบทำน้ำร้อนทั้งสองระบบ
5. นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบไปวิเคราะห์และนำเสนอ

6. สรุปผลการทดลอง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบความแตกต่างระหว่างระบบการทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนกับระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่อเป็นแนวทางแนะนำในการเลือกซื้อระบบทำน้ำร้อนที่เหมาะสมกับการใช้ในบ้านพักอาศัย
3. การเลือกใช้พลังงานสะอาด และลดปัญหาภาวะโลกร้อน
4. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อสำหรับภาคอุตสาหกรรมและการท่องเที่ยว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

2.1 ระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน (Heat Pump)

หลักการพื้นฐานของปั๊มความร้อนนั้นย้อนกลับไปได้ถึงประมาณ 200 ปีก่อน โดยทั่วไปเชื่อว่าเริ่มต้นขึ้นในสมัยต้นศตวรรษที่ 19 จากการวิจัยของ Sadi Carnot ชาวฝรั่งเศส การนำปั๊มความร้อนมาใช้ประโยชน์ด้านการทำความร้อน คือ "เครื่องเพิ่มความร้อน" ซึ่งถูกนำเสนอโดย William Thomson ใน ค.ศ. 1852 ใช้วิธีให้ความร้อนโดยตรงแก่อากาศที่เป่าเข้ามาในห้องเพื่อทำให้อากาศอุ่น โดยอากาศที่ใช้ในเครื่องทำความร้อนนี้จะถูกดูดเข้ามาจากภายนอกห้องด้วยกระบอกสูบที่มีเครื่องจักรไอน้ำเป็นตัวขับเคลื่อน เมื่อดึงความร้อนจากอากาศภายนอกห้องแล้ว ต่อจากนั้นก็ใช้กระบอกสูบอีกอันหนึ่งดันเข้าไปภายในห้อง ซึ่งหลักการทำงานนี้ก็กล่าวกันว่ามีการยืนยันว่าใช้พลังงานไอน้ำเพียง 3% ของพลังงานความร้อนของเครื่องทำความร้อนเท่านั้น ต่อจากนั้นก็มีการพัฒนาเรื่อยมาอย่างมาก จนปัจจุบันจนเกือบจะเรียกได้ว่าพัฒนาสมบูรณ์ แล้วโดยมีมาตรฐานรองรับโดย ARI (Air Condition and Refrigeration Institute) หมายเลข 240-61 ในปี ค.ศ. 1961 ซึ่งได้ระบุไว้ทั้งภาคความร้อนและความเย็น หากจะดูด้านการทดสอบสามารถดูได้จาก ASHRAE 39-61 โดยตัวระบบมีความหลากหลายในส่วนประกอบและการประยุกต์ใช้งาน ปั๊มความร้อนเป็นเทคโนโลยีที่ยังไม่แพร่หลายในประเทศไทย เพราะมักจะสนใจแต่การทำความเย็นเนื่องจากสภาพภูมิอากาศในบ้านเรานั้นไม่หนาวมาก แต่ในความเป็นจริงแล้วปั๊มความร้อนจะใช้งานได้ดีในเขตเมืองร้อนมากกว่าเขตเมืองหนาว และถ้าออกแบบให้ดีจะสามารถใช้อุปกรณ์ชุดเดียวกันนี้ในการทำความร้อนและทำความเย็นตาม แต่ฤดูกาลหรือการออกแบบให้ทำงานเป็นชุดระบายอากาศและกรองอากาศทำให้คุ้มค่าประหยัดในด้านการลงทุนมากขึ้น

ผลการทดสอบจากห้องทดลองและการวิเคราะห์ทางทฤษฎียืนยันได้ว่าเทคโนโลยีนี้เป็นเทคโนโลยีที่ดีในด้านเทคนิค ด้านการนำไปใช้นั้น ต้องระมัดระวัง เพราะเงินลงทุนเบื้องต้นที่สูง ปัญหาด้านการออกแบบเบื้องต้น และปัญหาด้านการติดตั้งผิดพลาด เหล่านี้เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับปั๊มความร้อน จึงทำให้หลายคนมองว่าการใช้ปั๊มความร้อนนั้นไม่คุ้มกับเงินที่ลงทุน แต่ก็สามารถแก้ไขปัญหาได้โดยการเลือกนำไปใช้ให้ถูกต้อง รวมถึงการออกแบบ การติดตั้งที่ถูกต้อง และการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ในประเทศสหรัฐอเมริกามีการใช้ปั๊มความร้อนสูงถึง 38 % ของ

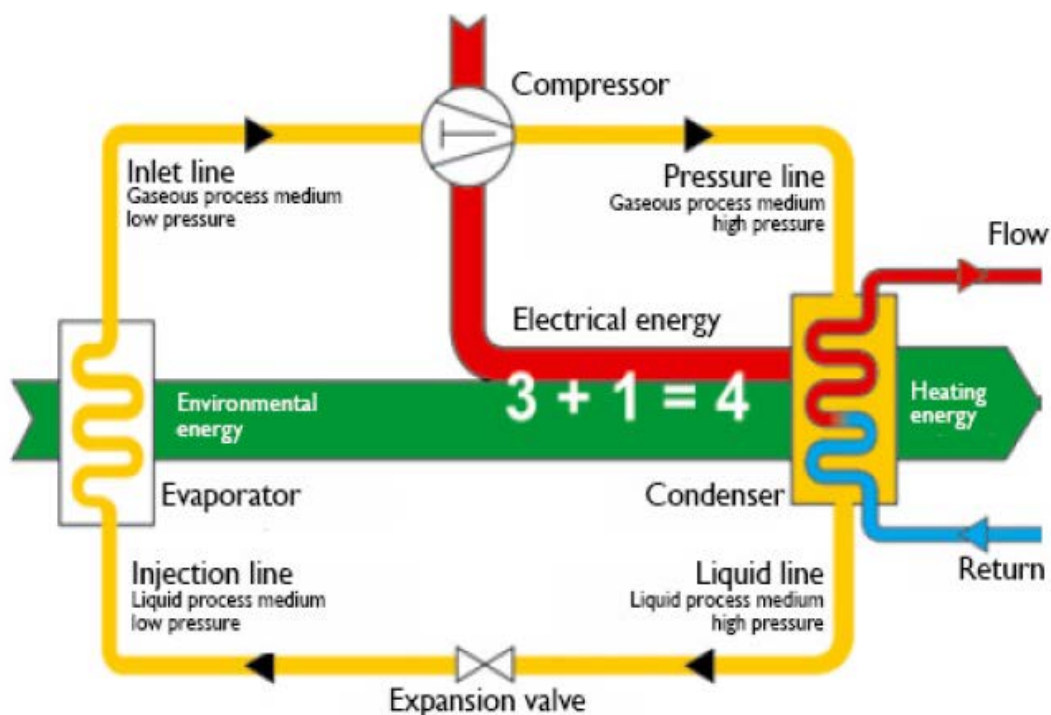
ความต้องการใช้เครื่องทำน้ำร้อน โดยในปี 1988 ได้มีการขายอุปกรณ์ปั๊มความร้อนในตลาดเป็นครั้งแรก

2.1.1 หลักการทำงานของปั๊มความร้อน

ปั๊มความร้อน (Heat Pump) เป็นชุดอุปกรณ์ทำความร้อนที่ใช้คอมเพรสเซอร์แบบเดียวกับที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศ มาดึงความร้อนจากอากาศภายนอกที่อุณหภูมิปกติแล้วถ่ายเทความร้อนให้แก่ น้ำ หลักการทำงานของปั๊มความร้อนคือการถ่ายเทความร้อน ไม่ใช่การสร้างความร้อน กล่าวคือปั๊มความร้อนทำงานโดยการการดึงความร้อนจากแหล่งความร้อน (Heat Source) แล้วนำไปถ่ายเทในบริเวณที่ต้องการความร้อน (Heat Sink) ด้วยเหตุนี้จึงถูกเรียกว่าปั๊มความร้อน เพราะทำหน้าที่ในการปั๊มความร้อนจากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง ที่สำคัญคือปั๊มความร้อนไม่ได้เป็นตัวสร้างความร้อน แต่ส่งผ่านความร้อน ซึ่งวัฏจักรการทำงานก็ไม่แตกต่างจากระบบการทำความเย็นทั่วไปที่มีใช้กันอยู่ซึ่งเป็นระบบอัดไอ (Mechanical Vapor Compression Refrigeration System) ต่างกันเพียงแต่ปั๊มความร้อนจะเลือกใช้ประโยชน์จากด้านความร้อนเป็นหลักและควบคุมอุณหภูมิด้านความร้อนแทนด้านความเย็น ส่วนความเย็นที่ได้ก็จะกลายเป็นผลพลอยได้ของระบบ

ปั๊มความร้อนจะทำหน้าที่ส่งผ่านความร้อนจากแหล่งความร้อนไปยังด้านที่รับความร้อน (โดยต้องเข้าใจว่าอุณหภูมิคือการบอกระดับของความร้อนนั่นเอง) ฉะนั้นถ้าส่งความร้อนไปเรื่อย ๆ อีกฝั่งก็จะร้อนขึ้น และเมื่อสะสมมาก ๆ ก็จะสามารถมีอุณหภูมิสูงขึ้น จนอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของแหล่งความร้อน ตัวอย่าง เช่น อุณหภูมิของอากาศหรือความร้อนในอากาศนอกรอานนั้นสูงเพียง 34 องศาเซลเซียส แต่ Heat Pump ซึ่งมีสารทำงานในวงจรที่สามารถดูดความร้อนจากในอากาศแล้วไปถ่ายเทให้กับบริเวณที่ต้องการทำความร้อนเช่น น้ำซึ่งสามารถสะสมความร้อนได้จนอุณหภูมิสูง ซึ่งขึ้นกับระบบที่ออกแบบไว้เช่นกรณีของน้ำร้อนที่ใช้ในโรงแรมสามารถทำได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส

ที่มา : (บริษัททีเบล เอลทรอน เอเชีย จำกัด, 2551 : ออนไลน์)



รูปที่ 2.1 วัฏจักรการทำความร้อนของระบบปั๊มความร้อน

วัฏจักรการทำงานด้านความเย็นกับความร้อนนั้นจะเชื่อมโยงกันด้วยสารทำงาน (Working Substance) โดยเริ่มจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ซึ่งสารทำงานก็จะถูกอัดเพื่อเพิ่มอุณหภูมิและความดันก็เพิ่มตามมาด้วยจากนั้นสารทำงานก็จะถูกนำมาควบแน่นในคอนเดนเซอร์ (สารทำงานคายความร้อนออกไปให้กับน้ำ ทำให้ได้น้ำร้อน) จนได้ของเหลวความดันสูง แล้วก็จะถูกลดความดันในวาล์วระเหยสารจนสารทำงานบางส่วนกลายเป็นไอหรือฟร้อมที่จะระเหยเมื่อได้รับความร้อนจากแหล่งความร้อนในเครื่องระเหย พลังงานที่ใช้จึงใช้เพื่อการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ พัดลมที่บริเวณเครื่องระเหยและพัดลมที่คอนเดนเซอร์ อาจรวมถึงปั๊มน้ำกรณที่ถักน้ำแยกเป็นคณละส่วนกับปั๊มความร้อนซึ่งถ้าดูสัดส่วนความร้อนในน้ำที่ได้รับต่อพลังงานไฟฟ้าที่ใส่เข้าไปจะพบว่ามีค่ามากกว่า 100 %

ระบบปั๊มความร้อนตามความหมายของ ARI (Air Condition and Refrigeration Institute) จะประกอบด้วยอุปกรณ์หลักดังนี้ คอนเดนเซอร์ (Condenser) ซึ่งมีหน้าระบายความร้อนจากสารทำงานไปสู่แหล่งระบายความร้อน และชุดคอยล์เย็น (Evaporator) ซึ่งทำหน้าที่ดูดความร้อนจากแหล่งความร้อน เครื่องอัดไอ (Compressor) ซึ่งทำหน้าที่อัดไอของสารทำงาน ให้มี

อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิลบคอนเดนเซอร์เพื่อจะถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำงาน วาล์วลดความดัน หรืออาจเรียกว่าวาล์วขยายตัว (Expansion Valve) ในกรณีที่ระบบมีขนาดเล็กจะใช้ท่อขนาดเล็ก (Capillary Tube) ซึ่งมีหน้าที่ลดความดันของสารทำงาน และอุปกรณ์เสริมได้แก่ ถังน้ำหุ้มฉนวนซึ่งมีหน้าที่สำคัญสองประการด้วยกันคือกักเก็บน้ำร้อนเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการน้ำร้อนของอาคารนั้น และประการที่สองคือเพื่อแบ่งระดับอุณหภูมิน้ำในกรณีที่มีมากกว่า 1 ถัง นอกจากนี้ก็เป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับปั้มน้ำ ชุดควบคุมและวัดความดัน ชุดควบคุมและวัดอุณหภูมิ ชุดควบคุมและวัดไฟฟ้า

2.1.2 ประเภทและลักษณะเฉพาะของปั้มน้ำความร้อน

- ประเภทใช้พลังงานกล "แบบอัดไอ (vapor compression)" เป็นวิธีการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับอุณหภูมิของไอ (สารสถานะก๊าซ) ในการทำความเย็น อากาศอบอุณหและการทำน้ำอุ่น
- ประเภทใช้พลังงานความร้อน "แบบดูดซึม (absorption)" เป็นการนำคุณสมบัติที่เมื่อลดความดันบรรยากาศจนเข้าใกล้สภาวะสูญญากาศ จะทำให้จุดเดือดของน้ำลดต่ำลงจนเป็นประมาณ 5°C มาใช้ในการทำความเย็น
- ประเภทใช้พลังงานความร้อน "แบบดูดซับ (adsorption)" เป็นการนำสารดูดความชื้นกำจัดความชื้น (ปริมาณน้ำ) ในอากาศ ใช้ในการลดความชื้น เรียกว่า การปรับอากาศด้วยสารดูดความชื้น
- ประเภทใช้พลังงานไฟฟ้า "แบบเทอร์มิออนิก (thermionic)" เป็นวิธีการทำความเย็นที่ใช้สารกึ่งตัวนำที่มีคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนไปในทิศทางเดียวเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- ประเภทใช้พลังงานจลน์ "แบบฉีดไอ (น้ำ)" เป็นวิธีการทำความเย็นที่ใช้คุณสมบัติที่เมื่อฉีดไอหรือฉีดน้ำออกไปโดยแรงแล้ว ที่บริเวณปลายหัวฉีดจะมีความดันลดลง บางครั้งเรียกว่าแบบอีเจกเตอร์ (ejector)
- ประเภทใช้พลังงานจากปฏิกิริยาทางเคมี "แบบปฏิกิริยาทางเคมี" เป็นวิธีการที่ใช้ปฏิกิริยาทางเคมีทั้งที่เป็นปฏิกิริยาแบบคายความร้อน (exothermic reaction) และปฏิกิริยาแบบดูดกลืนความร้อน (endothermic reaction)

2.1.3 ชนิดของปั๊มความร้อน (IEA Heat Pump Center)

- ปั๊มความร้อนสำหรับอุตสาหกรรม

(มูลนิธิสถาบันประสิทธิภาพพลังงาน (ประเทศไทย), 2549 : ออนไลน์)

— Mechanical Vapor Recompression System (MVRs) แบ่งได้เป็นปั๊มความร้อนแบบเปิดและกึ่งเปิด แบบเปิดนั้นไอของสารทำงานจะถูกอัดจนความดันสูงและอุณหภูมิสูงแล้วควบแน่นเมื่อคายความร้อนออก โดยสารทำงานสัมผัสโดยตรงกับแหล่งความร้อนและแหล่งปล่อยความร้อน แบบกึ่งเปิดนั้นความร้อนจากไอจะถ่ายเทให้กับกระบวนการผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนบริเวณแหล่งความร้อนหรือแหล่งปล่อยความร้อน ปกติแล้วสมรรถนะการทำงานของปั๊มความร้อนชนิดนี้จะค่อนข้างสูง ซึ่งดูได้จากค่า COP: Coefficient of Performance (COPs) ที่มีค่าระหว่าง 10 - 30 ส่วนการทำงานของปั๊มความร้อนชนิดนี้จะได้รับความร้อนมาจากแหล่งความร้อนอุณหภูมิตั้งแต่ 70 - 80 องศาเซลเซียส และทำความร้อนได้สูงถึง 110 - 150 องศาเซลเซียส และบางกรณีอาจสูงถึง 200 องศาเซลเซียส น้ำมักจะถูกใช้เป็นสารทำงานซึ่งใช้กันมากในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

ที่มา : (Green Manufacturer, 2005 : online)



รูปที่ 2.2 ระบบปั๊มความร้อนแบบ Mechanical Vapor Recompression System (MVRs)

- Closed Cycle Compression Heat Pumps ป้อนความร้อนแบบปิดคือ การที่สารทำงานวนอยู่ในระบบปิดกล่าวคือแลกเปลี่ยนความร้อนทั้งในเครื่องระเหยและคอนเดนเซอร์สารทำงานจำกัดอุณหภูมิความร้อนที่ได้ 120 องศาเซลเซียส
- Absorption Heat Pump (Type I) ป้อนความร้อนแบบนี้ไม่มีการใช้งานในอุตสาหกรรมมากนัก มักใช้เพื่องาน Heat Recovery อุณหภูมิที่จะได้ออกมาประมาณ 100 องศาเซลเซียส และทำอุณหภูมิสูงขึ้นมาได้ 65 องศาเซลเซียส(Lift of) ค่า COP อยู่ระหว่าง 1.2 ถึง 1.4 แต่ป้อนความร้อนแบบใหม่ ๆ ให้อุณหภูมิที่ได้สูงถึง 260 องศาเซลเซียส

ที่มา : (Wikipedia, 2009 : online)



รูปที่ 2.3 ระบบป้อนความร้อนแบบ Absorption Heat Pump

- Heat Transformers (Type II) จะมีส่วนประกอบเหมือนกับแบบ Absorption Heat Pump สามารถนำความร้อนทิ้งที่เหลือใช้ที่อุณหภูมิต่ำระดับกลาง(ระหว่างระดับความร้อนที่ต้องการกับระดับความร้อนของ สภาพแวดล้อม) มาใช้กับระบบนี้ได้โดยไม่ต้องใช้พลังงานจากภายนอก ความร้อนระดับกลางจะถูกส่งให้กับ เครื่องระเหยและอุปกรณ์แยกสารทำความเย็น(generator) ความร้อนส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ก็จะส่งต่อไปยังแอบซอร์เบอร์ ในปัจจุบันใช้น้ำและลิเทียมโบรไมด์เป็นสารทำงานคู่กัน อุณหภูมิที่ได้จากระบบนี้จะสูงถึง 150 องศาเซลเซียส และทำอุณหภูมิสูงขึ้นมาได้ 50 องศาเซลเซียส(Lift of) มีค่า COP ระหว่าง 0.45 - 0.48
- Reversed Brayton-cycled Heat Pumps ใช้หลักการในการ recover ของ solvents จากแก๊สในกระบวนการผลิต อากาศที่มี solvent จะถูกอัดก่อนแล้วจึงขยายตัวเพื่อให้อากาศนั้นเย็น (จากการขยายตัว) แล้ว Solvent ก็จะควบแน่นและวนในกระบวนการนี้ซ้ำอีกครั้ง การขยายตัวและ

การวนกลับที่กล่าวมาจะเกิดในกังหันซึ่งขับเคลื่อนเพอร์เซออร์

- บั้มความร้อนสำหรับที่พักอาศัย (มูลนิธิสถาบันประสิทธิภาพพลังงาน (ประเทศไทย), 2549 : ออนไลน์)
 - Heating only เป็นแบบที่ใช้งานโดยเน้นภาคความร้อนเป็นหลักโดยจะทำความร้อนให้แก่ น้ำหรืออากาศก็ได้



รูปที่ 2.4 ระบบบั้มความร้อนแบบ Heating only

- Heating and cooling แบบที่ง่ายที่สุดคือ Reversible air-to-air heat pump ซึ่งในอาคารใหญ่ ๆ มักจะใช้วงจรรน้ำ (Water Loop: Hydronic) เป็นตัวส่งจ่ายความร้อนและความเย็น จึงสามารถทำได้พร้อมกัน
- Integrated system คือ การทำทั้งความร้อนและความเย็นและทำให้กับน้ำหรืออากาศรวมทั้งมีการนำไอร้อนกลับมาใช้งาน ถ้าเป็นการทำน้ำร้อนให้น้ำก็ทำได้แค่ De-superheating หรือ Condenser heating

ที่มา : (Sinocredo New Energy Co.,Ltd, 2008 : Online)



รูปที่ 2.5 ระบบปั๊มความร้อนแบบ Integrated system

— Water only มักใช้อากาศภายนอกเป็นแหล่งความร้อน แต่หากมีความร้อนจากแหล่งอื่นที่สูงกว่าก็ใช้ได้เช่นกัน ในกรณีที่ยึดการใช้งานด้านใดด้านหนึ่งเป็นหลักก็จะเรียกว่าเป็นแบบ Monovalent แต่ถ้าต้องการทั้งสองด้านก็จะเป็นแบบ Bivalent ในกรณี Bivalent ขนาดปั๊มความร้อนจะมีขนาดเป็น 20-60% ของภาระสูงสุด ซึ่งจะรองรับความต้องการได้ถึง 50-95% ของความต้องการตลอดปี แต่ในช่วงพีคโหลดอาจต้องใช้ความร้อนจากแก๊สหรือหม้อไอน้ำช่วย ในอาคารขนาดใหญ่อาจต่อร่วมกับ Cogeneration System

การออกแบบปั๊มความร้อนนั้นสามารถออกแบบให้รวมเป็นส่วนเดียวกันกับถังเก็บน้ำหรืออาจออกแบบให้แยกกัน ส่วนด้านลมเย็นก็สามารถออกแบบให้มีการนำลมเย็นไปใช้ภายในอาคารเพื่อปรับอากาศซึ่งเรียกว่าเป็นแบบ Ambient Air หรือปล่อยทิ้งไปนอกอาคารอย่างที่เราเรียกว่า Exhaust Air แต่ละชนิดก็มีข้อดีข้อเสียต่างกัน ปั๊มความร้อนที่มีถังน้ำร้อนรวมเป็นส่วนเดียวกันกับตัวปั๊มความร้อน ก็ไม่ต้องใช้ปั๊มเพื่อหมุนเวียนน้ำระหว่างถังเก็บน้ำกับชุดปั๊มความร้อน แต่ถ้าแยกถังน้ำออกมาก็จะมีข้อดีกรณีถังน้ำ ขำรดก็สามารถจะเปลี่ยนถังน้ำได้สะดวก ส่วนข้อดีของการนำอากาศเย็นที่ได้จากด้านเครื่องระเหยกลับมาใช้ใหม่ก็คือการประหยัดพลังงานจากการปรับอากาศ ในกรณีที่ปล่อยลมเย็นทิ้งออกไปนอกอาคาร จะมีข้อดีในด้านการระบายอากาศหรือเรียกว่า Ambient air-source และแบบปล่อยลมเย็นในอาคารก็เรียกว่า Residential exhaust-air

2.1.4 แหล่งความร้อนของปั๊มความร้อน

ตารางที่ 2.1 ชนิดของปั๊มความร้อนอาจเรียกตามแหล่งความร้อนและแหล่งรับความร้อน

แหล่งความร้อน	อากาศ	น้ำประปา	น้ำบาดาล	น้ำทะเลสาบ แม่น้ำ ทะเล
ชนิดของแหล่งความร้อน	เบื่องต้น	เบื่องต้นและใช้เสริม	เบื่องต้น	เบื่องต้น
ความเหมาะสมในการเป็นแหล่ง ปล่อยความร้อน	ดี	ดี	ดี	ดี
แหล่งความร้อน	อากาศ	น้ำประปา	น้ำบาดาล	น้ำทะเลสาบ แม่น้ำ ทะเล
ความมืออยู่ในการนำกลับมาใช้	มีอยู่ทั่วไป	เฉพาะน้ำประปาเข้าถึง	ไม่แน่นอน	หายาก
เวลาที่สามารถนำมาใช้	ต่อเนื่อง	อาจมีปัญหา	จนกว่าจะหมด	ต่อเนื่อง
ค่าใช้จ่ายเบื่องต้น	ค่อนข้างต่ำ	ต่ำสุด	ขึ้นกับค่าขุดเจาะ	ต่ำ
ค่าใช้จ่ายระหว่างปฏิบัติงาน	ค่อนข้างต่ำ	สูงและมักจะถูกห้าม	ต่ำถึงปานกลาง	ค่อนข้างต่ำ
ระดับอุณหภูมิ	เกือบทั้งวัน	ระดับที่น้ำพอใจ	เป็นที่พอใจ	เป็นที่พอใจ
ความผันผวนของอุณหภูมิ	มาก	แปรผันตามตำแหน่ง	เล็กน้อย	ปานกลาง
ข้อมูลการออกแบบ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ
ขนาดอุปกรณ์	ใหญ่	กลาง	กลาง	กลาง
ความยากง่ายในการผลิตอุปกรณ์ จำนวนมาก	ง่ายมาก	ง่ายมาก	ง่ายมาก	ง่ายมาก
ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น	ความร้อนอาจไม่ เพียงพอเมื่อมีความ ต้องการมาก	เกิดตะกรันได้	เกิดตะกรันได้	เกิดตะกรันได้

ที่มา : มูลนิธิสถาบันประสิทธิภาพพลังงาน (ประเทศไทย), 2549

2.1.5 การหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะของการทำน้ำร้อนระบบปั๊มความร้อน

(บริษัท กรุนด์ฟอส (ประเทศไทย) จำกัด, 2550 : ออนไลน์)

สิ่งสำคัญในการนำแหล่งพลังงานที่มีค่ามาใช้ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น คือการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพอย่างเหมาะสม ดังนั้นในการศึกษาเรื่องการประหยัดพลังงาน จะเห็นได้ว่าคำว่า "ประสิทธิภาพทางความร้อน" มักเป็นคำที่ถูกใช้กันบ่อย

ประสิทธิภาพสามารถคำนวณได้จากการนำปริมาณพลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานทางกลที่ได้ออกมาหารด้วยปริมาณพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้ไป การมีประสิทธิภาพสูง หมายถึง

สามารถได้พลังงานไฟฟ้าปริมาณมากจากเชื้อเพลิง

ปั๊มความร้อนก็มีดัชนีแสดงความสามารถในการทำงานเช่นเดียวกับค่าประสิทธิภาพ แต่ไม่เรียกว่า ประสิทธิภาพ จะเรียกว่า "**สัมประสิทธิ์สมรรถนะ**" หรือ "ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน" ในภาษาอังกฤษ คือ Coefficient of Performance และใช้ค่าตัวย่อเป็น "COP"

การคำนวณหาค่า COP ของปั๊มความร้อน ทำโดยนำพลังงานความร้อนที่น้ำได้รับ หารด้วยพลังงานความร้อนที่ป้อนให้ระบบ

$$\text{สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)} = \frac{\text{พลังงานความร้อนที่น้ำได้รับ (OUTPUT)}}{\text{พลังงานไฟฟ้าป้อนให้ระบบ (INPUT)}}$$

$$\text{Coefficient of Performance (COP)} = \frac{m \cdot C_p \cdot (t_f - t_i)}{P \cdot t} \quad (1)$$

โดยที่

COP	คือ	สัมประสิทธิ์สมรรถนะ
m	คือ	ปริมาณน้ำในถังเก็บน้ำ (kg or L)
C _p	คือ	ค่าความร้อนจำเพาะของของน้ำ (kJ/kg·K)
t _f	คือ	อุณหภูมิสุดท้ายของถังเก็บน้ำร้อน (°C)
t _i	คือ	อุณหภูมิเริ่มต้นของถังเก็บน้ำร้อน(°C)
P	คือ	กำลังไฟฟ้าของปั๊มความร้อน (W)
t	คือ	ระยะเวลาที่ปั๊มความร้อนทำงาน (hr)

2.2 ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

เทคโนโลยีผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ภายในระบบจะประกอบด้วยสองส่วนหลักๆ คือ ถังเก็บน้ำร้อน และแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ (solar collector) ซึ่งเป็นตัวแปลงและเก็บพลังงานความร้อนแล้วถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ เพื่อนำไปใช้ในรูปแบบต่างๆ

2.2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

- แผงรับแสงอาทิตย์ (solar collector) ทำหน้าที่เป็นตัวรับรังสีแสงอาทิตย์และแปลงเป็นพลังงานความร้อนถ่ายเทความร้อนที่ได้จากแสงอาทิตย์ให้กับน้ำโดยผ่านท่อทองแดง ซึ่งชนิดของแผงรับแสงอาทิตย์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดแผ่นเรียบ และชนิดรวมแสง จะกล่าวถึงในหัวข้อ 2.2.2

- ถังเก็บน้ำร้อน (storage tank) ทำหน้าที่เก็บน้ำร้อนที่ผ่านมาจากแผงรับแสงอาทิตย์เพื่อนำไปใช้ โดยตัวถังจะต้องมีฉนวนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน
- ระบบท่อ วาล์ว และปั๊ม (pipe, valve and pump) เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญต่อระบบเป็นอย่างมาก โดยทั่วไปแล้วท่อจะต้องมีการหุ้มฉนวนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน วาล์วมีหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหล การปิด-เปิดของการใช้น้ำ ส่วนปั๊มทำให้เกิดการหมุนเวียนภายในระบบตลอดเวลา อุณหภูมิภายในถังจะเกิดความสม่ำเสมอ

2.2.2 ชนิดของแผงรับแสงอาทิตย์

- แผงรับแสงอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบ (flat plate collector) แผงรับแสงอาทิตย์ประเภทนี้ จะมีพื้นที่ดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์เท่ากับพื้นที่ของแผงรับแสงอาทิตย์ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 3 แบบ
 - แผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ (flat plate collector) หรือ แบบถาด หรือบางครั้งเรียกว่าแบบกล่องขนมปัง (bread box) ภายในแผงรับแสงอาทิตย์ จะมีแผ่นดูดรังสี (absorber plate) ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อและครีป ซึ่งภายในท่อมีของไหลอยู่ (ของไหล คือ น้ำ) ด้านข้างและด้านล่างของกล่องถูกหุ้มฉนวนกันความร้อน ส่วนด้านที่หันเข้าหาแสงอาทิตย์อาจเป็นกระจกใสหรือพลาสติก



รูปที่ 2.6 แผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ

- แผงรับแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ (vacuum tube collector) ประกอบด้วยหลอดแก้วสุญญากาศชั้นนอกเป็นแก้วชนิดโปร่งใส โดยรังสีอาทิตย์สามารถผ่านได้ แต่จะสะท้อนกลับได้น้อย หลอดแก้วชั้นในจะถูกเคลือบด้วยกรรมวิธีพิเศษที่เรียกว่า "Selective

Coating ด้วยสาร aluminum nitride ซึ่งการเคลือบผิวทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซับแสงอาทิตย์ และเปลี่ยนเป็นความร้อนได้สูงกว่าเดิม ด้านบนของหลอดแก้วทั้ง 2 ชั้น จะถูกหลอมเข้าด้วยกัน และอากาศที่อยู่ระหว่างหลอดแก้วทั้งสอง จะถูกดูดเพื่อให้เป็นสุญญากาศหรือใกล้สุญญากาศ สำหรับใช้งานที่อุณหภูมิสูง

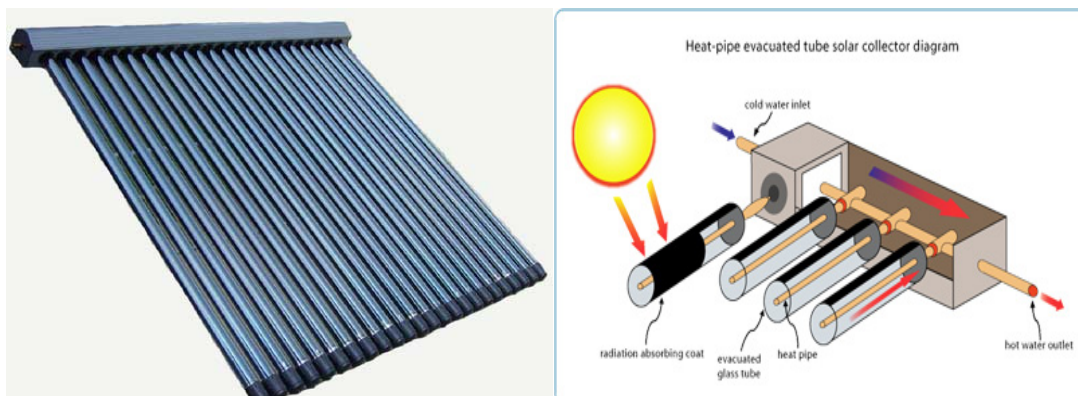
ที่มา : (Minfeng Industry,2011 : online)



รูปที่ 2.7 แผงรับแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ

— แผงรับแสงอาทิตย์แบบฮีตไปป์ (heat pipe collector) จะมีลักษณะหลอดแก้วสุญญากาศคล้ายกับแบบหลอดแก้วสุญญากาศ แต่มี heat pipe เพิ่มเข้ามาอยู่ภายในหลอดแก้ว ความร้อนที่ตัวดูดซับจะถูกส่งไปยัง heat pipe ซึ่งจะส่งผ่านความร้อนไปยังของไหลผ่านผนังท่อทองแดง

ที่มา : (Haining Fadi Solar Energy Co.,Ltd, 2009 : Online)



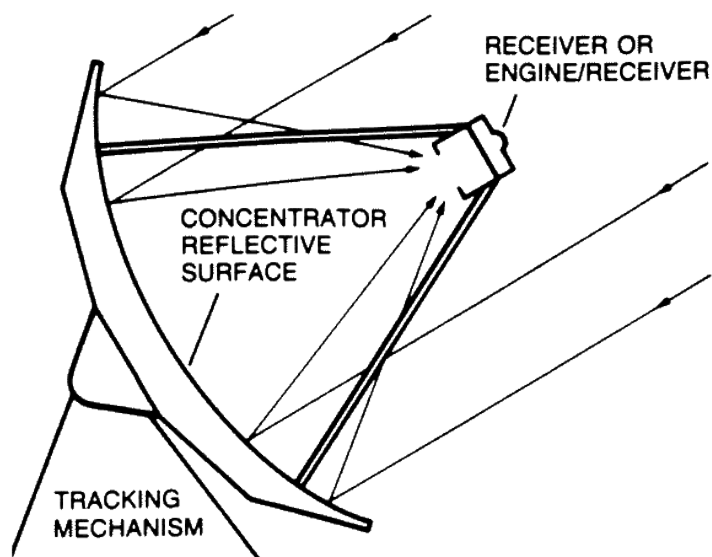
รูปที่ 2.8 แผงรับแสงอาทิตย์แบบฮีตไปป์

การทำงานแผงรับแสงอาทิตย์ทั้ง 3 แบบมีความคล้ายคลึงกัน แต่มีความแตกต่างกันตรงที่แผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบจะสูญเสียความร้อนมากกว่าอีกสองแบบ เนื่องจากฉนวนที่ใช้ด้อยกว่าสุญญากาศ

สำหรับงานวิจัยนี้ จะเลือกทดสอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ ซึ่งหลักการจะกล่าวในหัวข้อ 2.2.3

- แผงรับแสงอาทิตย์ชนิดรวมแสง (focusing solar collector) ทำหน้าที่คล้ายแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ คือ รับพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของพลังงานความร้อน แต่แผงรับแสงอาทิตย์แบบรวมแสงจะมีพื้นที่ในการดูดกลืนแสงอาทิตย์น้อยกว่าพื้นที่รับแสงอาทิตย์ ซึ่งสามารถหักเหทิศทางของพลังงานแสงอาทิตย์ให้มารวมที่จุดๆเดียวบนพื้นที่ดูดกลืนแสงเท่านั้น แผงรับแสงอาทิตย์แบบรวมแสงประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่

- ตัวรวมรังสีอาทิตย์ (concentrator) ทำหน้าที่รวมแสงเข้าด้วยกัน
- ตัวรับรังสีรวม (Receiver) หน่วยรับพลังงาน
- ชุดขับเคลื่อน (Solar tracking system) ทำหน้าที่ขับเคลื่อนให้ตัวรวมรังสีอาทิตย์หมุนติดตามดวงอาทิตย์



รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบรวมแสง

แผงรับแสงอาทิตย์แบบรวมแสง จัดเป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูง เนื่องจากสามารถทำอุณหภูมิได้สูง จึงนิยมใช้ในโรงงานไฟฟ้ามากกว่าการใช้ในภาคครัวเรือน ชุมชน หรือโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากระบบมีราคาสูง พลังงานที่ได้รับอาจจะสูญเสียให้กับระบบติดตามดวง

อาทิตย์ และต้องเสียค่าบำรุงรักษาระบบ

ที่มา : (สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550 : ออนไลน์)



รูปที่ 2.10 แผงรับแสงอาทิตย์แบบรวมแสง

2.2.3 หลักการทำงานของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ

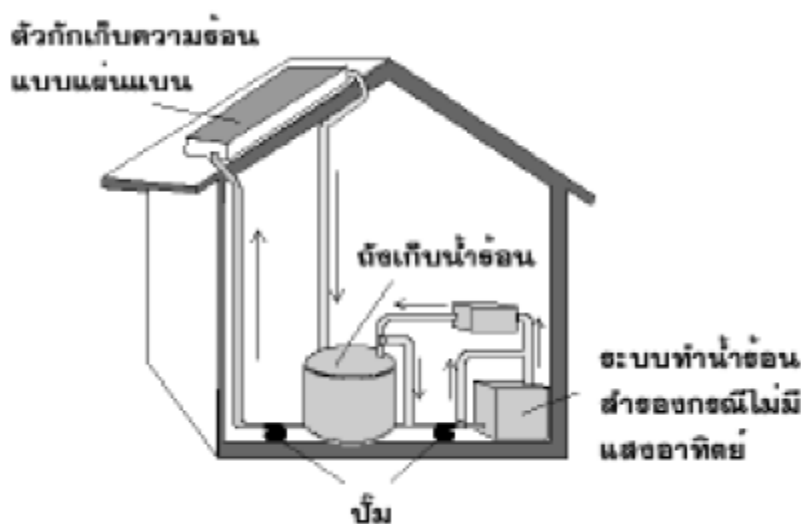
การทำงานของระบบนี้ค่อนข้างง่ายไม่ซับซ้อน กล่าวคือ เมื่อมีรังสีแสงอาทิตย์เกิดขึ้นภายในแผงรับแสงอาทิตย์ ตัวรับรังสี (absorber) คอยดูดกลืนรังสีอาทิตย์ และเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนถ่ายเทให้กับน้ำภายในถังเก็บน้ำ ทำให้น้ำในถังมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ เพื่อรอการนำไปใช้งาน หรือภายในถังเก็บน้ำอาจจะมีลวดหรือตัวเสริมความร้อนด้วย ในกรณีที่ระดับรังสีแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ ส่วนระบบทำน้ำร้อนที่ใช้งานอยู่จะมีอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบแอคทีฟ (Active Solar Heater) และระบบพาสซีฟ (Passive Solar Heater) จะกล่าวในหัวข้อ 2.2.4

2.2.4 ประเภทของระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

มีทั้งระบบแอคทีฟ (Active Solar Heater) ซึ่งระบบจะใช้ปั้มน้ำในการบังคับการไหลเวียนของของเหลวที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อน และอีกระบบคือ ระบบพาสซีฟ (Passive Solar Heater) จะใช้การเคลื่อนที่ตามธรรมชาติของของเหลวที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อนแทน ส่วนปริมาณน้ำร้อนที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับชนิด ขนาดของระบบ ความเข้มแสงอาทิตย์ และลักษณะการติดตั้งมุมเอียง-ทิศทางของตัวรับรังสีอาทิตย์

ลักษณะของระบบทำน้ำร้อนด้วยแผงรับแสงอาทิตย์ อาจจะแยกเป็นระบบเปิดหรือแบบส่งน้ำร้อนโดยตรง และอีกระบบเรียกว่าระบบปิด หรือแบบส่งน้ำโดยฉ้อม สำหรับระบบเปิดนั้น น้ำที่ผ่านตัวรับรังสีอาทิตย์จะถูกนำไปใช้งานเลย แต่ระบบปิดจะใช้ของเหลวที่ใช้ถ่ายเทความร้อนมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำเย็นและให้น้ำเย็นกลายเป็นน้ำร้อนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

- ระบบแอ็คทีฟ (Active Systems) เป็นระบบที่มีการใช้ปั๊ม วาล์ว และตัวควบคุมเพื่อบังคับให้น้ำ หรือของเหลวถ่ายเทความร้อนหมุนเวียนในระบบผ่านตัวรับรังสีอาทิตย์ โดยปกติจะมีราคาสูงกว่าระบบพาสซีฟ แต่ระบบนี้จะมีประสิทธิภาพสูงและการติดตั้งที่ง่ายกว่า เนื่องจากถังเก็บน้ำร้อนในระบบพาสซีฟต้องอยู่สูงกว่าตัวเก็บความร้อนและต้องอยู่ใกล้กันด้วย ระบบแอ็คทีฟจะแบ่งเป็นแบบเปิดและแบบปิดดังนี้



รูปที่ 2.11 ระบบแอ็คทีฟ (Active Systems)

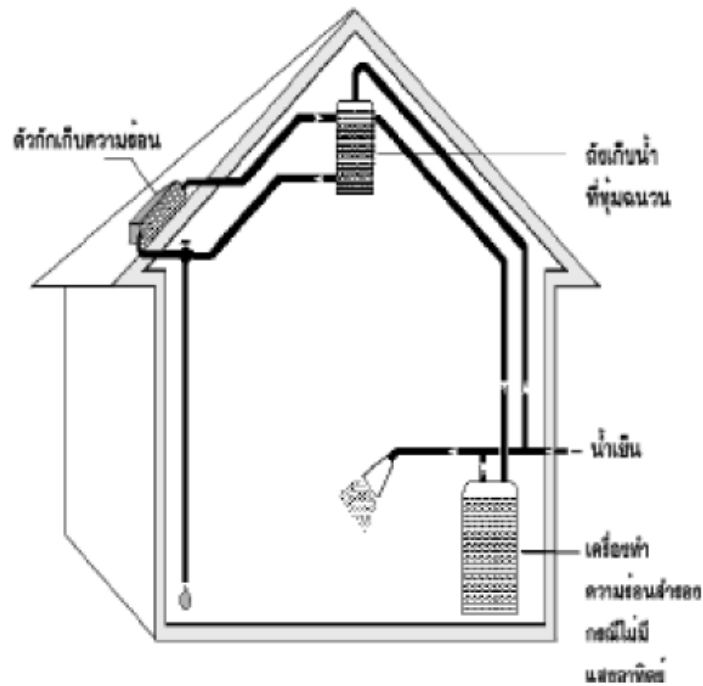
- ระบบแอ็คทีฟแบบเปิด (Open Loop Active System) ระบบนี้จะใช้ปั๊มในการหมุนเวียนน้ำที่ต้องการนำไปใช้ให้ผ่านตัวรับรังสีอาทิตย์ จะทำให้มีประสิทธิภาพสูงและค่าใช้จ่ายในการทำน้ำร้อนต่ำ แต่วิธีไม่เหมาะกับน้ำกระด้าง หรือมีความเป็นกรดมากเกินไป เพราะเป็นสาเหตุทำให้เกิดตะกรัน หรือสนิมขึ้น

- ระบบแอ็คทีฟแบบปิด (Close Loop Active System) ระบบนี้จะใช้ปั๊มในการหมุนเวียนของเหลวที่ใช้แลกเปลี่ยนความร้อนให้ผ่านตัวรับรังสีอาทิตย์ ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ของผสมระหว่างไกลคอลกับน้ำ (Glycol-Water Antifreeze Mixture) ซึ่งเป็นของผสมที่มีจุดเยือกแข็งต่ำ นอกจากนั้นจะใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในการถ่ายเทความร้อนจากของเหลวที่ใช้ถ่ายเทความร้อนกับน้ำที่ต้องการไปใช้ประโยชน์ซึ่งจะถูกนำไปเก็บไว้ในถังเก็บน้ำร้อน

- ระบบแพสซีฟ (Passive Systems) ระบบนี้จะไม่ใช้ปั๊มในการทำให้ของเหลวที่ในระบบเคลื่อนที่ ซึ่งมีข้อดีคือ ไม่มีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อาจเสียได้ ทำให้อายุการใช้งานนานและมีการบำรุงรักษาต่ำกว่าระบบแอคทีฟ ราคาถูกกว่า แต่มีข้อเสียตรงที่ประสิทธิภาพด้อยกว่าระบบแอคทีฟ และเครื่องทำน้ำร้อนระบบนี้จะมีอยู่ 2 ประเภท คือ แบบถาด และแบบท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน

- แบบถาด หรือบางครั้งเรียกว่าแบบกล่องขนมปัง (Bread Box) ซึ่งเป็นเครื่องทำน้ำร้อนในแบบง่าย ๆ มีส่วนประกอบ คือ ถังเก็บน้ำร้อนวางอยู่ในกล่องที่หุ้มฉนวนมีแผ่นสะท้อนแสงภายในกล่อง และมีด้านที่หันเข้าหาแสงอาทิตย์เป็นกระจกใส เครื่องทำน้ำร้อนแบบนี้มีราคาถูก และมีอุปกรณ์ไม่มากนัก ทำให้มีการบำรุงรักษาง่าย และมีปัญหาในระบบที่ใช้งานไม่ได้บ่อย สามารถติดตั้งทั้งบนพื้นและบนหลังคา ถังเก็บน้ำร้อนที่ติดตั้งอยู่ภายในกล่องจะใช้วัสดุพิเศษในการผลิตเนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำผิวจะต้องมีการดูดความร้อนที่ดี แต่มีการสูญเสียความร้อนโดยการแผ่รังสีต่ำ

- ท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน (Thermo siphon System) จะใช้หลักการพาความร้อนตามธรรมชาติ คือ น้ำที่ร้อนกว่าจะลอยตัวสูงขึ้นด้านบนถึงถังเก็บน้ำร้อนให้อยู่สูงกว่าตัวรับรังสีอาทิตย์ จะทำให้การหมุนเวียนของน้ำ ระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์กับถังเก็บน้ำร้อน เมื่อน้ำในตัวรับรังสีอาทิตย์ถูกทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น จะส่งผลให้น้ำมีน้ำหนักเบาขึ้น และจะขึ้นไปอยู่ในถังเก็บน้ำร้อนด้านบนตามหลักการพาความร้อนตามธรรมชาติ ส่วนน้ำเย็นที่อยู่ด้านล่างของถังเก็บน้ำร้อน จะไหลสู่ด้านล่างของถังเก็บน้ำร้อน และมีน้ำหนักมากกว่า เพื่อทดแทนน้ำร้อนที่เคลื่อนที่ขึ้นไปบนถังเก็บน้ำร้อน ทำให้เกิดการไหลเวียนขึ้นในระบบมีลักษณะคล้ายกาลักน้ำ (Siphon) ระบบนี้มีประสิทธิภาพดีพอสมควร และยังมีราคาไม่สูงมาก แต่ข้อควรระวัง คือ ในการติดตั้งครั้งแรกต้องได้มาตรฐาน เพราะระบบจะทำงานไม่ได้ ถ้ามีข้อผิดพลาดจากการติดตั้ง



รูปที่ 2.12 ระบบแพสซีฟ (Passive Systems)

2.2.5 ตำแหน่งการติดตั้งตัวรับรังสีอาทิตย์

ควรจะต้องติดตั้งตำแหน่งที่จะมีโอกาสได้รับแสงอาทิตย์มากที่สุด คือ ต้องอยู่สูงพอที่จะไม่ถูกเงาของอาคาร หรือต้นไม้บัง และควรทำมุมเอียงเพื่อให้มีการระบายน้ำที่ดี และสามารถใช้น้ำฝนในการชะล้างสิ่งสกปรก ฝุ่นที่อาจทำให้ประสิทธิภาพของระบบต่ำลงไป สำหรับประเทศไทยควรติดตั้งไปทางทิศใต้โดยเอียงเป็นมุมเงย 15° เนื่องจากว่าประเทศไทยอยู่ทางซีกโลกเหนือ ทำให้แสงแดดส่องโดนหลังคาทางทิศใต้ตลอดปี

2.2.6 การหาประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ (ถาวรธน์ มาลาหอม และวิทยา ยงเจริญ, 2550)

การหาประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ แบบแผ่นเรียบสามารถได้จากสมการของ ASHRAE Standard 93-77 โดยความร้อนที่ได้รับจากแผงรับแสงอาทิตย์ (q_u) หาได้จากสมการ

$$q_u = I_{t\theta} \cdot (\tau\alpha)_\theta - U_L \cdot (t_p - t_{at}) \quad (2)$$

และความร้อนที่น้ำได้รับหาได้จากสมการ

$$q_u = \frac{\dot{m} \cdot C_p \cdot (t_{fe} - t_{fi})}{A_{ap}} \quad (3)$$

ดังนั้นประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ (η_c)

$$\eta_c = \frac{q_u}{I_{t\theta}} \quad (4)$$

$$\eta_c = (\tau\alpha)_\theta - \frac{U_L \cdot (t_p - t_{at})}{I_{t\theta}} \quad (5)$$

ASHRAE ได้แนะนำให้จัดรูปสมการใหม่ โดยใช้ค่าแฟคเตอร์การดูดความร้อนของแผงรับแสงอาทิตย์ (Heat Removal Factor, F_R) เพื่อให้สามารถใช้คุณสมบัติของน้ำเข้าแผงรับแสงอาทิตย์ (t_{fi}) แทนคุณสมบัติของแผ่นดูดซับความร้อนได้ดังนี้

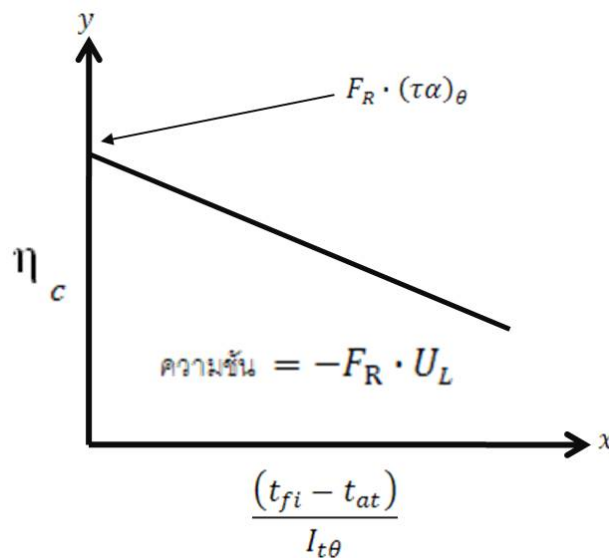
$$q_u = F_R \cdot [I_{t\theta} \cdot (\tau\alpha)_\theta - U_L \cdot (t_{fi} - t_{at})] \quad (6)$$

$$\eta_c = F_R \cdot (\tau\alpha)_\theta - \frac{F_R \cdot U_L \cdot (t_{fi} - t_{at})}{I_{t\theta}} \quad (7)$$

เมื่อ

q_u	คือ	ความร้อนที่ได้รับจากแผงรับแสงอาทิตย์ (kJ)
$I_{t\theta}$	คือ	ความเข้มแสงอาทิตย์ที่เวลาใดๆ (W/m^2)
F_R	คือ	แฟคเตอร์การดูดความร้อนของแผงรับแสงอาทิตย์
$(\tau\alpha)_\theta$	คือ	ผลคูณ ค่าการทะลุผ่านและค่าการดูดซับ (Transmittance & Absorptance) ของแผงรับแสงที่มุมแสงตกกระทบ θ
U_L	คือ	สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนด้านบน (W/m^2K)
t_{fe}	คือ	อุณหภูมิน้ำออกจากแผงรับแสงอาทิตย์ ($^{\circ}C$)
t_{fi}	คือ	อุณหภูมิน้ำเข้าแผงรับแสงอาทิตย์ ($^{\circ}C$)
t_{at}	คือ	อุณหภูมิอากาศภายนอกที่เวลาใดๆ ($^{\circ}C$)
t_p	คือ	อุณหภูมิแผ่นดูดซับแสงอาทิตย์ ($^{\circ}C$)
\dot{m}	คือ	อัตราการไหลของน้ำ (kg/s)
A_{ap}	คือ	พื้นที่รับแสงอาทิตย์ (m^2)
C_p	คือ	ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ (kJ/kg.K)

เมื่อพิจารณาจากสมการ (7) ทำการจัดกลุ่มตัวแปรโดยให้ $x = \frac{(t_{fi} - t_{at})}{I_{t\theta}}$ และ $y = \eta_c$ เพื่อทำการเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ โดยสมมติให้ตัวแปรของตัวรับรังสีแสงอาทิตย์มีค่าคงที่ ข้อมูลที่เก็บจากการทดสอบจะเป็นจุดบนกราฟ เมื่อทำการพล็อตกราฟ พบว่าจะได้กราฟเป็นเส้นตรง เมื่อกลับไปพิจารณาสมการ (7) พบว่า ค่าความชันของกราฟมีค่าเท่ากับ $F_R \cdot U_L$ และ จุดตัดกราฟที่แกน y คือ $F_R \cdot (\tau\alpha)_\theta$



รูปที่ 2.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง η_c กับ $\frac{(t_{fi} - t_{at})}{I_{t\theta}}$

ประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์รวมกับประสิทธิภาพของถังเก็บน้ำร้อน ซึ่งถังน้ำร้อนมีฉนวนความร้อนอยู่ทำให้สูญเสียความร้อนน้อย ดังนั้นการหาประสิทธิภาพของระบบเฉลี่ยตลอดหนึ่งชั่วโมงและพลังงานความร้อนในถังเก็บน้ำร้อนหาได้จากสมการ

$$\text{ประสิทธิภาพ } (\eta) = \frac{\text{พลังงานความร้อนในถังเก็บตลอดหนึ่งชั่วโมง (OUTPUT)}}{\text{พลังงานแสงอาทิตย์ที่แผงได้รับในหนึ่งชั่วโมง (INPUT)}}$$

$$\text{Efficiency } (\eta) = \frac{m \cdot C_p \cdot (t_f - t_i)}{S} \times 100\% \quad (8)$$

เมื่อ

η คือ ประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยในหนึ่งชั่วโมง (%)

m	คือ	ปริมาณน้ำในถังเก็บน้ำ (kg or L)
C_p	คือ	ค่าความร้อนจำเพาะของของน้ำ (kJ/kg·K)
t_f	คือ	อุณหภูมิสุดท้ายของถังเก็บน้ำร้อน ($^{\circ}\text{C}$)
t_i	คือ	อุณหภูมิเริ่มต้นของถังเก็บน้ำร้อน ($^{\circ}\text{C}$)
S	คือ	พลังงานแสงอาทิตย์ที่แผงได้รับในหนึ่งชั่วโมง(kJ)

ดังนั้นการหาประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนจึงมี

$$\eta = -\frac{b \cdot (t_i - t_a)}{I} + a \quad (9)$$

เมื่อ

I	คือ	ค่าความเข้มรังแสงอาทิตย์เฉลี่ยในหนึ่งชั่วโมง (W/m^2)
a และ b	คือ	ค่าคงที่
t_a	คือ	อุณหภูมิอากาศโดยรอบในหนึ่งชั่วโมง ($^{\circ}\text{C}$)
t_i	คือ	อุณหภูมิเริ่มต้นของถังเก็บน้ำร้อน ($^{\circ}\text{C}$)

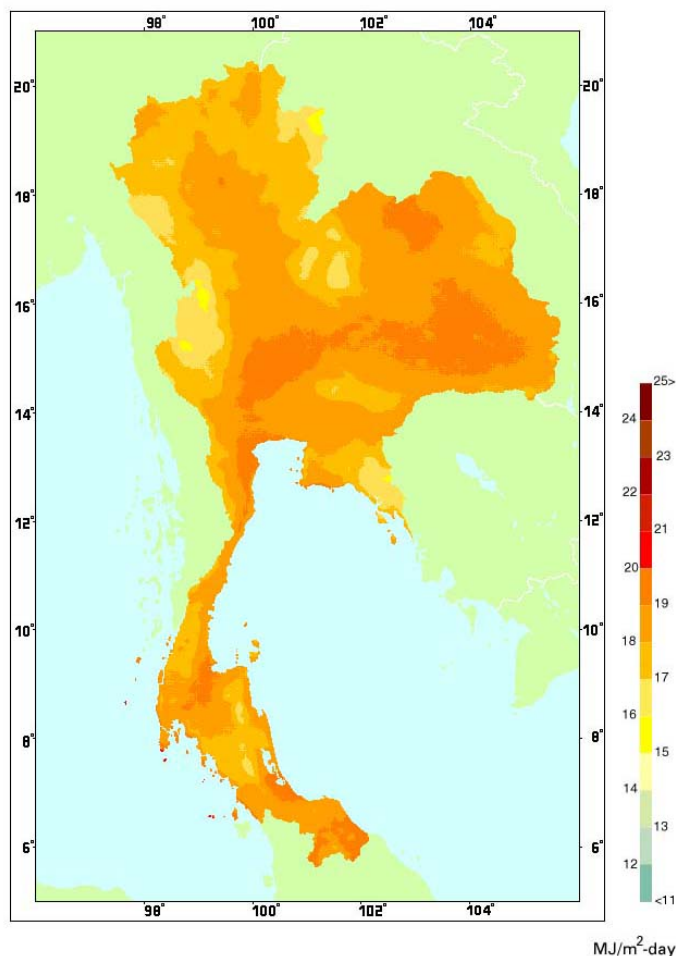
2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับแสงอาทิตย์ และอุณหภูมิอากาศของประเทศไทย

2.3.1 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (กรมพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2542 : ออนไลน์)

จากแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (พ.ศ. 2542) โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ร่วมกับคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พบว่าการกระจายของความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ตามบริเวณต่างๆ ในแต่ละเดือนของประเทศ ได้รับอิทธิพลสำคัญจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีแสงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายน และพฤษภาคม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20-24 $\text{MJ}/\text{m}^2\text{-day}$ เมื่อพิจารณาแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี พบว่าบริเวณที่ได้รับรังสีแสงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยครอบคลุมบางส่วนของ จังหวัด นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี และอุดรธานี และบางส่วนของภาคกลางที่จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท อัญญา และลพบุรี โดยได้รับรังสีแสงอาทิตย์ เฉลี่ยทั้งปี

19-20 MJ/m²-day พื้นที่ดังกล่าวคิดเป็น 14.3% ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ นอกจากนี้ยังพบว่า 50.2% ของพื้นที่ทั้งหมดได้รับรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี ในช่วง 18-19 MJ/m²-day

จากการคำนวณรังสีรวมของแสงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศพบว่า มีค่าเท่ากับ 18.2 MJ/m²-day จากผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูงและเพียงพอต่อการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์

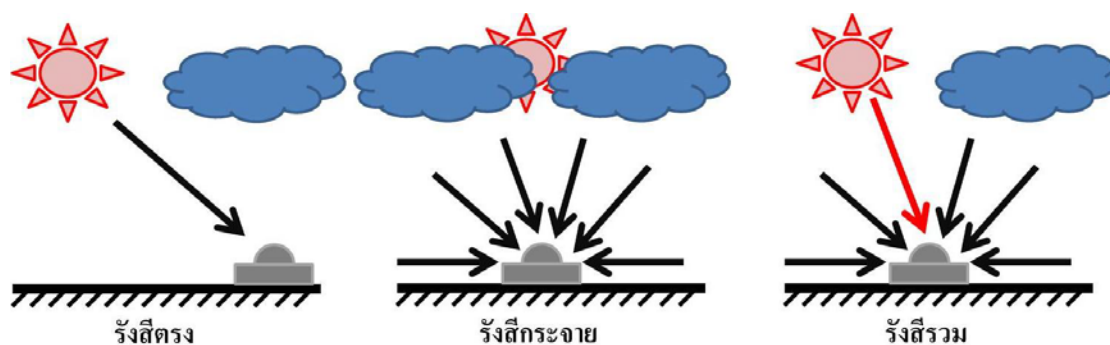


รูปที่ 2.14 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (พ.ศ. 2542)

2.3.2 รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกลงบนผิวโลก

นอกเหนือจากการดูดกลืนรังสี และการแผ่รังสีโดยก๊าซในบรรยากาศ โมเลกุลของก๊าซ ฝุ่นละออง เมฆในบรรยากาศทำให้รังสีอาทิตย์กระจาย(Scatter) และสะท้อน(Reflect) ดังนั้นรังสีที่ตกกระทบผิวโลกจึงเปลี่ยนไปจากรังสีที่ตกกระทบเหนือบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงนี้รวมทั้งการเปลี่ยนความเข้มรวม การเปลี่ยนความเข้มแสงที่ความยาวคลื่นใด ทิศทางเมื่อเทียบกับรังสีเหนือบรรยากาศ จึงสามารถจัดประเภทของรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกลงบนผิวโลกดังนี้

- รังสีตรง (Beam or Direct Radiation) เป็นรังสีที่มาจากดวงอาทิตย์โดยตรงและตกบนผิวรับแสง มีทิศทางที่แน่นอนที่เวลาหนึ่งเวลาใด ทิศของรังสีตรงอยู่ในแนวลำแสงอาทิตย์ เนื่องจากรังสีตรงมีทิศทางแน่นอนและมีลำแสงขนาน เราจึงสามารถรวมหรือโฟกัสรังสีตรงได้
- รังสีกระจาย (Diffuse Radiation) เป็นรังสีดวงอาทิตย์ส่วนที่ถูกสะท้อนและกระจายโดยก๊าซ ฝุ่นละออง และวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่ในทางเดินของรังสีก่อนตกกระทบผิวรับแสง รังสีกระจายนี้มาจากทุกทิศทางในท้องฟ้า จึงไม่สามารถโฟกัสรังสีกระจายได้
- รังสีรวม (Total หรือ Global Radiation) เป็นผลรวมของรังสีตรงและรังสีกระจาย ในกรณีที่ผิวรับแสงเป็นพื้นเอียง (incline plane) รังสีรวมจะประกอบด้วยรังสีตรงจากท้องฟ้า รังสีกระจายจากท้องฟ้า และรังสีกระจายจากผิวโลก อาคารบ้านเรือน(ส่วนใหญ่เป็นการสะท้อนกลับจากผิวโลก) รังสีรวมในกรณีนี้เรียกว่า Total Radiation เมื่อผิวรับแสงเป็นพื้นราบ (horizontal plane) รังสีรวมบนพื้นราบประกอบด้วยรังสีตรง และรังสีกระจายที่มาจากครึ่งทรงกลมท้องฟ้า ไม่มีรังสีกระจายที่มาจากผิวโลก รังสีรวมบนพื้นราบเรียก Global Radiation



รูปที่ 2.15 ลักษณะของการสะท้อนรังสีจากผิววัตถุแบบต่างๆ

2.3.3 ข้อมูลแสงอาทิตย์และข้อมูลอุณหภูมิอากาศ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550 : ออนไลน์)

ข้อมูลทั้งสองเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญในการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ เนื่องจากการที่เราจะสามารถทราบถึงประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลเหล่านี้ในการคำนวณ เพื่อให้เกิดความแม่นยำขึ้น ทางผู้จัดทำได้ทำการทดสอบและการเก็บข้อมูลแสงอาทิตย์และข้อมูลอุณหภูมิอากาศโดยรอบ ณ บริเวณศาลาฟ้า ชั้น 5 อาคารปฏิบัติการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ในช่วงเวลา 08.00-16.00 น. ประกอบกับได้นำข้อมูลแสงอาทิตย์และข้อมูลอุณหภูมิอากาศที่ทางกรมอุตุนิยมวิทยาได้บันทึกไว้ในปี 2011 มาเป็นองค์ประกอบร่วมด้วย

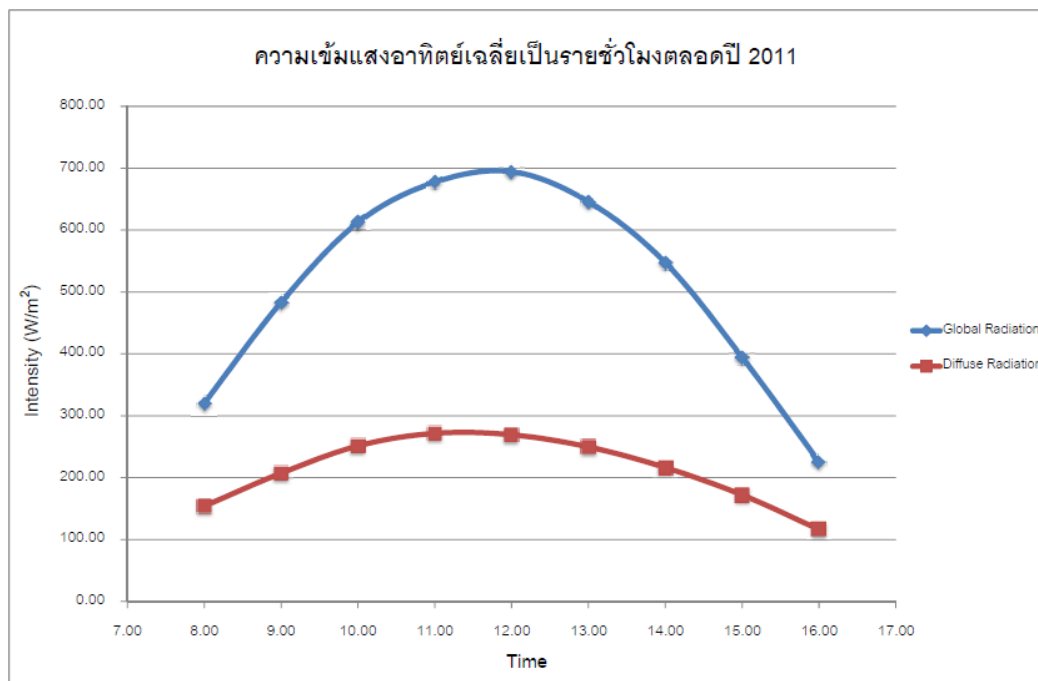
ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงตลอดปี 2011

Station : Bangkok (Lat : 13 40' N, Long : 100 37' E, Elev.60m)

Unit : W/m²

ตารางที่ 2.2 ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงตลอดปี 2011

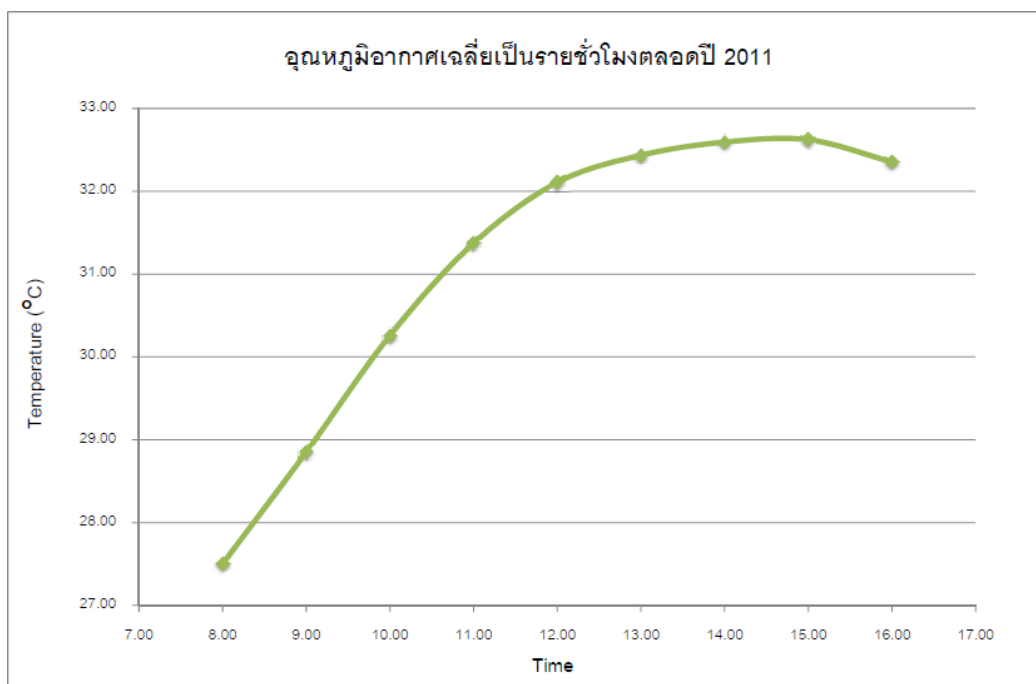
Month	Time																	
	08.00		09.00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Global	Diffuse	Global	Diffuse	Global	Diffuse	Global	Diffuse	Global	Diffuse	Global	Diffuse	Global	Diffuse	Global	Diffuse	Global	Diffuse
1	253.78	114.79	411.14	164.35	603.01	206.29	678.10	218.21	718.34	222.69	669.95	216.95	557.03	197.33	408.01	160.77	229.50	104.13
2	282.66	138.59	476.23	197.86	632.69	239.22	763.85	251.97	815.84	237.06	809.39	210.10	709.68	184.17	534.96	155.77	320.56	116.16
3	325.22	164.37	504.31	219.74	634.57	260.76	755.42	279.10	876.76	263.54	840.25	229.37	727.34	210.67	546.08	173.16	337.13	127.42
4	351.42	162.36	532.73	223.17	674.58	267.76	738.86	274.30	748.30	254.86	692.37	233.04	638.27	216.79	497.17	183.35	281.69	123.98
5	338.92	152.70	451.37	196.78	565.27	264.56	594.90	282.15	627.21	295.76	604.78	262.34	522.88	224.56	368.34	180.66	208.56	128.44
6	409.38	194.65	566.62	238.91	656.07	275.39	743.21	307.71	728.11	288.26	636.53	251.69	548.10	218.17	402.35	176.50	250.11	136.68
7	320.67	184.37	476.95	242.26	581.25	306.88	586.71	321.88	577.36	323.08	560.69	274.84	504.67	242.89	351.51	197.52	236.96	159.83
8	276.19	157.36	442.51	235.50	596.28	274.84	645.48	325.47	611.07	324.76	537.23	332.73	423.33	261.85	323.77	204.23	195.76	130.38
9	284.56	165.85	434.39	216.87	564.40	284.37	591.53	319.38	639.77	327.71	617.92	328.36	496.52	261.32	356.70	198.35	203.91	121.77
10	308.63	165.11	452.90	224.74	540.28	278.08	554.35	297.15	534.45	288.73	491.08	256.41	428.17	213.64	264.54	149.56	137.56	86.57
11	379.44	129.27	556.37	177.61	673.52	192.52	745.46	211.68	708.49	226.87	618.54	214.09	491.52	189.27	308.55	143.31	120.84	73.15
12	314.36	119.34	494.57	149.57	626.21	165.68	731.06	172.24	749.07	178.24	673.80	186.46	524.59	176.46	373.24	142.34	186.04	88.67
Mean	320.44	154.06	483.34	207.28	612.34	251.36	677.41	271.77	694.56	269.30	646.04	249.70	547.68	216.43	394.60	172.13	225.72	116.43



รูปที่ 2.16 กราฟความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงตลอดปี 2011

ตารางที่ 2.3 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงตลอดปี 2011

Month	Time									
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	
1	24.65	26.56	28.10	29.73	30.77	31.61	32.08	32.35	32.04	
2	25.67	27.62	29.09	30.52	31.27	32.03	32.54	32.62	32.43	
3	29.04	30.27	31.91	33.06	33.58	34.01	34.46	34.44	34.17	
4	29.28	30.76	32.25	33.44	34.24	34.42	34.36	34.64	34.60	
5	28.69	29.87	30.93	31.50	32.17	32.30	32.28	32.57	32.30	
6	29.28	29.55	31.77	32.67	33.37	33.73	33.44	33.11	32.96	
7	28.42	29.54	30.57	31.51	32.00	31.54	31.35	31.35	31.07	
8	28.00	29.15	30.30	31.46	32.04	32.29	32.05	31.94	31.68	
9	27.57	28.90	30.03	31.13	31.71	32.16	32.50	32.38	31.97	
10	27.28	28.63	29.78	30.32	31.25	31.14	31.53	31.64	31.24	
11	25.74	27.34	28.60	29.75	30.61	30.96	31.36	31.32	30.94	
12	26.39	28.04	29.80	31.41	32.27	33.04	33.20	33.11	32.84	
Mean	27.50	28.85	30.26	31.37	32.11	32.44	32.60	32.62	32.36	



รูปที่ 2.17 กราฟอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงตลอดปี 2011

ข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือน ซึ่งเป็นข้อมูลโดยละเอียดจากกรมอุตุนิยมวิทยา จะอยู่ในส่วนของภาคผนวก

2.4 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์ (กรมพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2550 : ออนไลน์)

เป็นการพิจารณาที่จะลงทุน โดยพิจารณาว่าควรเลือกลงทุนอะไร จะมีเครื่องมือสำหรับการวัดผลในเชิงปริมาณ เช่น ระยะเวลาคืนทุน (payback period), ARR, NPV, IRR, IP และ DPBP สิ่งแรกที่จะต้องรู้จักคือ เงินลงทุนเริ่มแรก (Initial Investment) โดยทั่วไปมักจะใช้สัญลักษณ์ I หรือ I_0 โดยส่วนมากจะเริ่มต้นปีที่ 1 แต่ในทางทฤษฎีจะหมายถึง เงินลงทุนส่วนแรก = เงินลงทุนเริ่มต้นปีที่ 0 นั่นเอง งานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะ NPV, IRR และ DPBP ก่อนอื่นต้องทำความเข้าใจกับความหมายและวิธีการคำนวณค่าแต่ละตัวก่อน

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลการประหยัดต้นทุนพลังงาน ในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปี ตลอดอายุของโครงการ กับมูลค่าปัจจุบันของเงิน ที่จ่ายออกไป ณ อัตราลดค่า (discount rate) เสมือนเป็นกำไรของโครงการที่คิด ณ มูลค่าปัจจุบัน การคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิจะต้องทราบข้อมูลดังนี้

- เงินลงทุนเริ่มแรกสุทธิ
- ต้นทุนพลังงานที่สามารถประหยัดได้เป็นรายปี

- ระยะเวลาของโครงการ
- อัตราลดค่า หรือ อัตราดอกเบี้ย จะมีค่าเดียวกันตลอดอายุโครงการ และขึ้นอยู่กับอัตราดอกเบี้ยของตลาด ที่ผู้ลงทุนเผชิญอยู่ ซึ่งค่าที่เป็น base case อย่างน้อยควรมีค่าของทุนเท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำที่ผู้ลงทุนได้รับ

ซึ่งถ้ามีข้อมูลเหล่านี้ก็จะสามารถหาค่า NPV ได้จากสูตร

$$NPV = \frac{\sum_{t=1}^n E_{st}}{(1+i)^t} - I_0 \quad (10)$$

เมื่อ

NPV	คือ	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)
n	คือ	ระยะเวลาของโครงการ (ปี)
E_{st}	คือ	ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้เป็นรายปี ตั้งแต่ปลายปีที่ 1 ถึง n (บาท)
I_0	คือ	เงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ (บาท)
i	คือ	อัตราลดค่า หรือ อัตราดอกเบี้ย (%)

หลักการตัดสินใจ

1. ถ้าค่า NPV เป็น + เลือกลงทุนได้เพราะมีกำไร ณ มูลค่าปัจจุบัน
 2. ถ้าค่า NPV เป็น - หรือเป็น 0 ไม่ควรเลือกลงทุนเพราะมีแต่เท่ากับขาดทุน ณ มูลค่าปัจจุบัน เท่านั้น
 3. NPV จะพิจารณาค่าเงินตามกาลเวลา ยิ่งค่ามากยิ่งกำไรมาก
- อัตราผลตอบแทน (Internal Rate of Return : IRR) IRR เป็นค่าที่สะท้อน อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนที่จุดเท่าทุน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับอัตราดอกเบี้ย (หรือต้นทุนทางการเงิน หรือ ต้นทุนของโครงการ) ว่ามีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนจะต้องทราบข้อมูลดังนี้

- เงินลงทุนเริ่มแรกสุทธิ
- ต้นทุนพลังงานที่สามารถประหยัดได้เป็นรายปี
- ระยะเวลาของโครงการ

ซึ่งสามารถหาค่า IRR ได้จากสูตร

$$\frac{\sum_{t=1}^n E_{st}}{(1+IRR)^t} = I_0 \quad (11)$$

หรือ

$$NPV = 0 \quad (12)$$

เมื่อ

n	คือ	ระยะเวลาของโครงการ (ปี)
E_{st}	คือ	ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้เป็นรายปี ตั้งแต่ปลายปีที่ 1 ถึง n (บาท)
I_0	คือ	เงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ (บาท)
IRR	คือ	อัตราผลตอบแทน (%)

การคำนวณค่า IRR ด้วยมือค่อนข้างยุ่งยาก และพลาดได้ง่าย วิธีที่ดีที่สุดควรใช้เครื่องคิด

เลข หรือคอมพิวเตอร์คำนวณโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

หลักการตัดสินใจ

1. ถ้า IRR มีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ย ถือว่าลงทุนได้
 2. ถ้า IRR มีค่าน้อยกว่าอัตราดอกเบี้ย ไม่ควรเลือกลงทุนเพราะมีแต่ขาดทุน เท่านั้น
 3. IRR เป็นค่าสะท้อนผลตอบแทนที่นำมาเปรียบเทียบกับดอกเบี้ย ยิ่งมีค่ามากยิ่งดี
- ระยะคืนทุนตามมูลค่าปัจจุบัน (Discounted Payback Period : DPBP) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระยะเวลาคืนทุนที่ลดทอนแล้ว จะสามารถหาได้จากสูตร

$$\text{ระยะคืนทุน (DPBP)} = \text{จำนวนปีที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันมีค่า} \geq 0 \quad (13)$$

หรือจากสูตร

$$DPBP = \frac{\ln \frac{1}{\left(1 - \frac{I_0 \times i'}{E_{st}}\right)}}{\ln(1+i')} \quad (14)$$

และ

$$i' = \frac{i-j}{1+j} \quad (15)$$

เมื่อ

$DPBP$	คือ	ระยะคืนทุนตามมูลค่าปัจจุบัน (ปี)
I_0	คือ	เงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ (บาท)
E_{st}	คือ	ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้เป็นรายปี (บาท)
i'	คือ	อัตราดอกเบี้ยที่รวมกับอัตราเงินเฟ้อ (%)
i	คือ	อัตราดอกเบี้ย (%)
j	คือ	อัตราเงินเฟ้อ (%)

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Dr.Riaan Rankin & Dr.Martin van Eldik ได้ศึกษางานวิจัยเปรียบเทียบระบบทำน้ำร้อน โดยใช้ปั๊มความร้อนกับระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีบ้านพักอาศัย ในแอฟริกาใต้ เนื่องจากหน่วยงานภาครัฐได้ทำการเปรียบเทียบโดยระบบปั๊มความร้อนใช้กำลังไฟฟ้า (input) เท่ากับ 0.8 กิโลวัตต์ และความร้อนที่ได้ (output) เท่ากับ 2.4 กิโลวัตต์ สำหรับคน 4-5 คน ส่วนของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 300 ลิตร ใช้พื้นที่ของแผงรับแสงอาทิตย์มีขนาด 4.52 ตารางเมตร สำหรับคน 4-5 คน จากงานวิจัยพบว่าระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ใช้พลังงานน้อยกว่าระบบปั๊มความร้อนเพียงเล็กน้อย แต่ต้นทุนของระบบพลังงานแสงอาทิตย์สูงกว่าระบบปั๊มความร้อนถึงสองเท่า ส่งผลให้ระยะเวลาของการคืนทุนของระบบปั๊มความร้อนสั้นกว่าระบบพลังงานแสงอาทิตย์

John Adams ได้ศึกษางานวิจัยอ้างอิงแนวทางจาก Dr.Riaan Rankin & Dr.Martin van Eldik ทำการทดสอบโดยเปลี่ยนขนาดถังเก็บน้ำเป็นขนาด 200 ลิตร ใช้ระบบปั๊มความร้อนใช้กำลังไฟฟ้า (input) เท่ากับ 0.8 กิโลวัตต์ และ กำลังไฟฟ้าที่ได้ (output) เท่ากับ 2.4 กิโลวัตต์ สำหรับคน 3-4 คน ส่วนพื้นที่ของแผงรับแสงอาทิตย์มีขนาด 2.45 ตารางเมตร สำหรับคน 4-5 คน จากงานวิจัยพบว่าการทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ใช้พลังงานน้อยกว่าระบบปั๊มความร้อนเพียงเล็กน้อย แต่ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปั๊มความร้อนจะสูงกว่าระบบพลังงานแสงอาทิตย์เล็กน้อย

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เป็นกรณีศึกษาการใช้ปั๊มความร้อนในการผลิตน้ำร้อนสำหรับโรงแรม กรณีแรก เป็นของโรงแรม The Royal City ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นโรงแรมขนาด 400 ห้อง เดิมให้หม้อไอน้ำขนาด 1.5 ตันต่อชั่วโมง โดยมีใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงประมาณวันละ 443 ลิตรต่อวัน ทางโรงแรมได้มีการเปลี่ยนมาใช้ระบบปั๊มความร้อนโดยได้รับการสนับสนุนของภาครัฐ โดยเลือกใช้ปั๊มความร้อนขนาด 5.25 kW คู่กับถังเก็บน้ำขนาด 13,000 ลิตร จำนวน 2 ใบ ระบบปั๊มความร้อนสามารถทำอุณหภูมิได้สูงสุด 55°C และสามารถประหยัดพลังงานจากการใช้น้ำมันเตาได้ถึง 2,660 กิโลกรัมต่อปี หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 517,412 บาทต่อปี และยังช่วยลดการปล่อยก๊าซ CO₂ ถึงปีละ 176 ตัน ในการลงทุนครั้งนี้มีระยะเวลาคืนทุนของโครงการแค่ 2.16 ปี เท่านั้น ส่วนกรณีถัดมาเป็นการศึกษาของโรงแรม Mike ที่พัทยา เดิมโรงแรมนี้มีการใช้ก๊าซ LPG ถึงวันละ 48 กิโลกรัมในการผลิตน้ำร้อนแต่ละวัน โรงแรมนี้ก็ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐเช่นกัน มีการเปลี่ยนใช้ระบบปั๊มความร้อนขนาด 11 kW

คู่กับถังเก็บน้ำร้อนขนาด 3,000 ลิตร จากการเปลี่ยนมาใช้ระบบใหม่นี้พบว่าสามารถช่วยประหยัดพลังงานได้ถึง 685 กิกะจูลต่อปี หรือประมาณ 131,351 บาทต่อปี และยังช่วยลดการปล่อยก๊าซ CO₂ ถึงปีละ 19 ตัน มีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 4.24 ปี

จักรพันธ์ พิรักษา, ชังเซง เลียงจินดาถาวร ได้ทำการออกแบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ น้ำหมุนเวียนตามธรรมชาติ แฉงทำจากทองแดงหนาขนาด 1.6 mm ท่อน้ำในแฉงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.7 mm ฟันสีดำด้าน มีพื้นที่รับแสงรวม 12x1.4 m² ปิดด้วยกระจก 5.0 mm ถึงเก็บน้ำขนาด 50 ลิตร หุ้มด้วยฉนวนหนา 38.1 mm จากการทดสอบพบว่าความเข้มแสงอาทิตย์มากกว่า 700 W/m² ประสิทธิภาพของแฉงอยู่ในช่วง 8.7-81.7% และการเพิ่มอุณหภูมิน้ำในถังมีสมการความสัมพันธ์เป็น $\Delta T_w = 0.4043H^3 - 19.185H^2 + 305.64H - 1594.5$ เมื่อ H เป็นความเข้มแสงอาทิตย์ภายในหน่วย MJ/m²·day

จอมภพ แววงศ์ ได้ศึกษาเพื่อหาสมรรถนะเชิงความร้อนของตัวรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบบนหลังคาบ้าน ในเขตกรุงเทพฯ จะทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASHRAE 93-97 เพื่อหาประสิทธิภาพของแฉงรับแสงอาทิตย์ โดยใช้ตัวรับแก้มุมตกกระทบของรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิที่แผ่นปิดและแผ่นดูดกลืนรังสีทำมุม 30°-60° ผลปรากฏว่า แผ่นดูดกลืนรังสีมีค่าอยู่ในช่วง 50-55°C และ 104-116°C โดยมีประสิทธิภาพอยู่ในช่วง 58-67%

ธวรรณ มาลาหอม ได้ทำการศึกษาสมรรถนะระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบฮีตปัป โดยได้เลือกฮีตปัปขนาด 1.1625 m² คู่กับถังเก็บน้ำขนาด 200 ลิตร มีปั้มหมุนเวียนน้ำและเครื่องควบคุมปั้ม แฉงหันหน้าไปทางทิศใต้วางทำมุม 35° กับแนวระดับ ติดตั้งบนชั้นดาดฟ้าอาคารจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำการเก็บข้อมูลระหว่างช่วงเวลา 08.00-16.00 น. เปรียบเทียบกับระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบขนาด 2 m² เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ ผลปรากฏว่าประสิทธิภาพของระบบฮีตปัป อยู่ในช่วง 22-27% น้ำร้อนมีพลังงานสะสมอยู่ในช่วง 3-6 MJ/day และสามารถทำอุณหภูมิน้ำร้อนได้ถึง 45.4°C โดยอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเป็น 29.5°C ส่วนประสิทธิภาพของระบบแผ่นเรียบ อยู่ในช่วง 41-49% น้ำร้อนมีพลังงานสะสมอยู่ในช่วง 14-18 MJ/day และสามารถทำอุณหภูมิน้ำร้อนได้ถึง 58.4°C โดยอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเป็น 29.5°C มีความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ 630 W/m² จากนั้นได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพของแฉงรับแสงอาทิตย์แบบฮีตปัปโดยการใส่แผ่นสะท้อนแสงที่ทำจากอลูมิเนียมพอยด์สโอดไว้ใต้แฉง เพื่อให้แฉงดูดซับได้มากยิ่งขึ้น ผลปรากฏว่าแผ่นสะท้อนแสงทำให้อุณหภูมิน้ำสูงขึ้น 3-5°C และระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น 11-13%

เบญจมาศ ปุ้ยอ้อ และวิทยา ยงเจริญ ได้ทำการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบน้ำร้อนพลังแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ ในการทดสอบได้ทำการทดสอบที่อาคารสนามกีฬาในร่ม ผลิตน้ำร้อนสำหรับนำไปใช้ในบริเวณห้องอาบน้ำชาย-หญิง การทดสอบพบว่าในช่วงเวลา 11.00-14.00 น. จะมีค่าความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุด และค่อยๆลดลงในช่วงเวลาหลัง 16.00 น. จากผลของประสิทธิภาพของระบบจะอยู่ในช่วง 42.8%-78.5% และสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 3,661.68 บาท/ปี

ปัญญา พลพิพัฒน์ ได้ทำการวิจัยเพื่อออกแบบและจำลองสภาวะการณระบบปั๊มความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบการอัดไอดีด้วยโปรแกรม HYSYS เพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้โดยทำการสร้างแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นมาต่อกันแบบอนุกรม ติดตั้งอุปกรณ์เก็บข้อมูลทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 15 นาที ตั้งแต่เวลา 08.00-16.00 น. ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนธันวาคม 2541 อุณหภูมิน้ำที่ได้จะอยู่ในช่วง 40-60 องศาเซลเซียส ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาประมวลผลเพื่อหาประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์และ นำข้อมูลอีกส่วนหนึ่งของแผงรับแสงอาทิตย์มาจำลองระบบปั๊มความร้อน จากผลการจำลองพบว่าต้องออกแบบปั๊มความร้อนโดยกำหนดความดันขาออกจากเครื่องอัดเท่ากับ 1.4 เท่าของความดันต่ำสุดที่สามารถดำเนินการได้ จึงจะส่งผลให้ปั๊มความร้อนมีสัมประสิทธิ์สมรรถนะสูงถึง 5.03

รุ่งทวี ผดากาล และสุรัชย์ รวดดาร ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบผลิตน้ำร้อน โดยมีแผงรับแสงเป็นรูปพาราโบลาขนาดพื้นที่รับแสง 2.24 m^2 และใช้กระจกเงาในการสะท้อนแสงที่รับแสงเป็นท่อแก้วสุญญากาศขนาดพื้นที่ 0.27 m^2 ทำการทดลองในห้องทดลองโดยการควบคุมความเข้มแสงให้คงที่โดยใช้แสงจากหลอดไฟ การทดลองแบ่งเป็น 3 การทดลอง การทดลองแรก จะเป็นการปรับอัตราการไหลของน้ำ โดยให้ความเข้มแสงคงที่ พบว่าประสิทธิภาพของระบบอยู่ในช่วงประมาณ 72% และได้อุณหภูมิสูงสุดที่ 53°C โดยอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.083 kg/s และมีความเข้มแสงคงที่เท่ากับ 607.50 W/m^2 การทดลองที่ 2 มีการปรับค่าความเข้มแสง และให้อัตราการไหลของน้ำคงที่ พบว่าประสิทธิภาพของระบบมีค่าประมาณ 70% และน้ำสามารถทำอุณหภูมิได้สูงสุดที่ 78°C โดยมีอัตราการไหลของน้ำอยู่ที่ 0.083 kg/s และความเข้มแสงเท่ากับ $1,290.75 \text{ W/m}^2$ ส่วนการทดลองสุดท้าย จะทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASHRAE 93-77 มีการปรับอุณหภูมิของน้ำก่อนเข้าแผง ที่อัตราการไหลคงที่ 0.02 kg/s ทำการทดสอบที่ความเข้มแสง 881.26 w/m^2 พบว่าอุณหภูมิของน้ำก่อนเข้าแผงรับแสงเท่ากับ 37°C อุณหภูมิของน้ำที่ออกจากแผงเท่ากับ 50°C และประสิทธิภาพของระบบประมาณ 53% จากการทดลองทั้ง

สามารถทดลองพบว่า ประสิทธิภาพของระบบขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำและความเข้มข้นของธาตุอาหาร ซึ่งจะส่งผลต่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นด้วย

อาทิตย์ ไชยอรนนท์ ได้ทำการสร้างเครื่องและประเมินสมรรถนะเครื่องต้นแบบสำหรับทำน้ำร้อนโดยใช้ปั๊มความร้อน ซึ่งออกแบบสำหรับการใช้ภายในบ้านพักอาศัยประมาณ 3-4 คน เก็บน้ำร้อนขนาด 100 ลิตร ใช้น้ำยา R22 และเครื่องนี้มีขนาดของเครื่องอัดไอเท่ากับ 1.39 kW โดยการทดสอบเปิดใช้น้ำร้อนอย่างต่อเนื่อง แบ่งเป็น 2 ช่วงๆละ 150 ลิตร ตอนเวลา 7.00 น. และเวลา 16.00 น. ผลการทดสอบพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยรวม 3.89 kWh, ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องปั๊มความร้อน 3.25 ปั๊มความร้อนสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากกว่าเครื่องทำน้ำร้อนไฟฟ้าด้วยกันอยู่ประมาณ 2 เท่า

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย และอุปกรณ์เครื่องมือ

3.1 การทดสอบสัมประสิทธิ์สมรรถนะปั๊มความร้อน

รายละเอียดอุปกรณ์

1. ปั๊มความร้อน (Heat Pump)

1.1 ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron ของบริษัท Guangzhou Deron Heat Source Facilities Co.,Ltd

- Model : DE-150LY
- Power input : 1250 W
- Heat capacity : 5300 W
- Power supply : 220V/ 1Phase/ 50Hz
- Water capacity : 150 L
- Compressor : Panasonic Rotary Compressor
- Refrigerant/Weight(g) : R407c/1000 g
- Highest water outlet temperature 60°C
- Made in china



รูปที่ 3.1 ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron

1.2 ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise ของบริษัท Shenzhen Commonpraise Solar Co.,Ltd

- Model : CRS-SZKR150D
- Power input : 780 W
- Heat capacity : 3800 W
- Power supply : 220V/ 1Phase/ 50Hz
- Water capacity : 150 L
- Compressor : Panasonic Scroll Compressor
- Refrigerant/Weight(g) : R417a/900 g
- Highest water outlet temperature 60°C
- Made in China



รูปที่ 3.2 ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise

2. ระบบท่อ และวาล์ว

2.1 ระบบท่อ ใช้ท่อประเภทพีพีอาร์ (80) ย่อมาจาก Polypropylene Random Copolymer (80) ซึ่งเป็นพลาสติกคุณภาพสูงชนิดหนึ่งมีคุณสมบัติด้านเคมีและกายภาพเหมาะสมต่อการใช้งานท่อประปาและงานท่อประเภทต่างๆ (บริษัทไทย พีพี-อาร์ จำกัด, 2554 : ออนไลน์)

- Model : SDR 6 (PN 20) high pressure class ขนาด 1/2 นิ้ว

- ใช้งานกับระบบท่อน้ำประปา ระบบท่อน้ำร้อน ระบบท่อ Chilled water หรือระบบท่ออื่นๆ
- อุณหภูมิการใช้งาน : ที่อุณหภูมิ 3-95 °C
- ความดัน (Working Pressure) : 20 บาร์
- รูปลักษณะภายนอก (สี) : สีเขียวมีแถบขาว 4 เส้น



รูปที่ 3.3 ท่อน้ำร้อนพีพีอาร์ (80)

2.2 วาล์วทองเหลือง จำนวน 4 ตัว และวาล์วนิรภัย จำนวน 2 ตัว (มาพร้อมปั๊มความร้อน)



รูปที่ 3.4 วาล์วนิรภัย 8 บาร์

3. ระบบไฟฟ้า สายไฟ และชุดตัดกระแสไฟฟ้า

อุปกรณ์การวัดและเก็บข้อมูล

1. เครื่องวัดอุณหภูมิแบบบันทึกได้ (Data Logger) เป็นเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ ซึ่งจะเก็บข้อมูลจากเทอร์มอคัปเปิล และนำข้อมูลที่ถูกบันทึกจะนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์ผลการทดลอง

- ยี่ห้อ Graphtec
- รุ่น Midilogger GL820
- ช่องวัดสัญญาณ 20 ช่อง แบบ Isolate
- รองรับสัญญาณจาก Thermocouple, VDC ไม่เกิน 50V, 4-20mA และสัญญาณจากเซ็นเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์
- มีหน้าจอแสดงผล แบบ TFT Color ขนาด 5.7 นิ้ว



รูปที่ 3.5 Data Logger ยี่ห้อ GRAPHTEC รุ่น Midilogger GL820

2. เทอร์มอคัปเปิล คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับอุณหภูมิแล้วส่ง สัญญาณไฟฟ้าให้กับระบบการแปลงสัญญาณต่อไป การทดลองนี้จะใช้ Type K



รูปที่ 3.6 เทอร์มอคับเปิล Type K สำหรับการทดสอบ

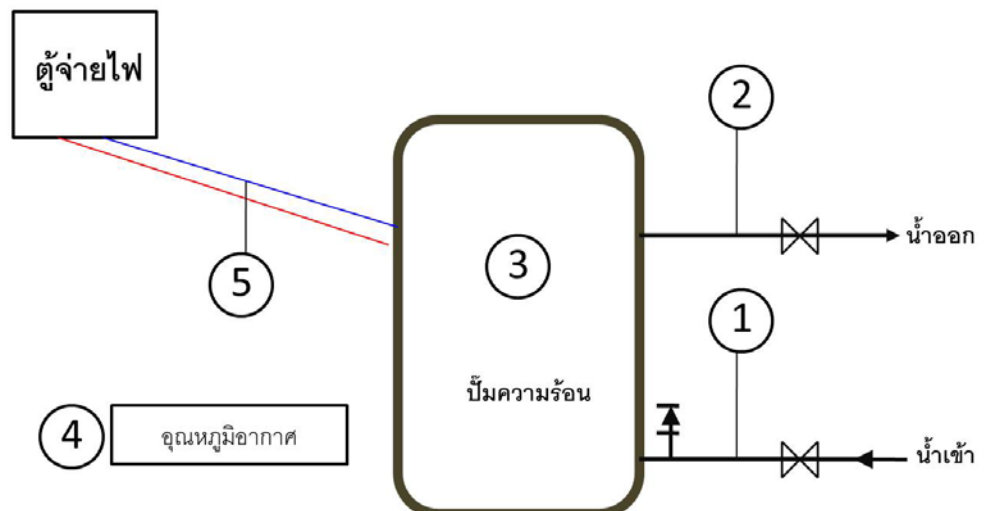
3. ดิจิทัลมิเตอร์ (Digital Multimeter) เป็นมัลติมิเตอร์ที่พัฒนาขึ้น โดยการรวมเอาดิจิทัลโวลต์มิเตอร์ (Digital Voltmeter) ดิจิทัลแอมมิเตอร์ (Digital Ammeter) และดิจิทัลโอห์มมิเตอร์ (Digital Ohmmeter) เข้าด้วยกัน ใช้การแสดงผลการวัดค่าด้วยตัวเลข

- ยี่ห้อ (Brand): FLUKE
- รุ่น (Model): 87-V
- ผลิตประเทศ (Origin): Made in USA
- มิเตอร์ทนแรงดัน Transient Voltage 8,000 Volt.
- สามารถวัดสัญญาณที่มีความถี่สูงถึง 200 kHz ที่กำเนิดจากสัญญาณรบกวน, ดิวตี้ไซเคิล และค่าความจุ
- มิเตอร์รุ่น 87V ถูก Built-in เทอร์มอมิเตอร์ เข้ามาในตัวเครื่อง ช่วยให้สามารถวัด ค่าอุณหภูมิได้ ตั้งแต่ -200 ถึง 1,090 .C โดยจะแถมโพรบวัดอุณหภูมิมาให้ด้วย
- บันทึกค่า Min/Max/Avg ได้ พร้อมเสียงเตือนเมื่อเกิดค่าสูงสุด/ต่ำสุดใหม่ บอกค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาได้นาน 36 ชั่วโมง
- จับค่าสูงสุดชั่วขณะได้ขนาดความเร็วถึง 250 ms



รูปที่ 3.7 ดิจิทัลมิเตอร์ ยี่ห้อ FLUKE รุ่น 87-V

ภาพแสดงการทำงานของระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน



รูปที่ 3.8 ตำแหน่งของการติดตั้งอุปกรณ์การวัดระบบปั๊มความร้อน

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดการตรวจวัดการทำงานของระบบน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน

จุดที่	บริเวณการตรวจวัด	ค่าที่ตรวจวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด
1	ทางเข้าของถังเก็บน้ำ	อุณหภูมิน้ำ	เทอร์มอคัปเปิด
2	ทางออกของถังเก็บน้ำ	อุณหภูมิน้ำ	เทอร์มอคัปเปิด
3	ด้านหลังเครื่องปั๊มความร้อน	อุณหภูมิอากาศเย็น	เทอร์มอคัปเปิด
4	บริเวณภายนอก	อุณหภูมิอากาศโดยรอบ	เทอร์มอคัปเปิด
5	สายไฟที่เชื่อมระหว่าง แหล่งจ่ายมายังปั๊มความร้อน	กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า	ดิจิตัลมิเตอร์

วิธีการทดสอบระบบปั๊มความร้อน

เพื่อให้ผลการทดลองมีการเปรียบเทียบจึงมีทดสอบกับปั๊มความร้อน 2 ยี่ห้อ โดยมีการติดตั้งเพื่อทำการทดสอบที่บริษัทดีเบล เอลทรอน เอเชีย จำกัด ที่อยู่ 479 หมู่ 1 ตำบลคลองจิก อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยการทดสอบจะมีการควบคุมตัวแปรควบให้คงที่สำหรับการทดสอบทั้งระบบปั๊มความร้อนและระบบพลังงานแสงอาทิตย์

1. ปริมาณน้ำในถัง เป็นตัวแปรสำคัญสำหรับการคำนวณหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะ โดยการทดสอบนี้เลือกให้เหมาะกับบ้านที่มีขนาดใหญ่มีคนอยู่ประมาณ 3-4 คน เราจึงตัดสินใจเลือกขนาด 150 ลิตร

2. อุณหภูมิน้ำในถังเริ่มต้น

3. อุณหภูมิน้ำร้อนที่ได้ 60°C หากผลการทดสอบพบว่าปั๊มความร้อนไม่สามารถทำอุณหภูมิได้ถึง 60°C ก็จะมีชุดเสริมความร้อนเพิ่มเข้ามาในระบบ

การทดสอบสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนกระทำ โดยไม่มีการใช้น้ำหรือไม่มีการเติมน้ำระหว่างการทดสอบ

วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

การทดสอบสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนในแบบที่ไม่มีการเติมน้ำ เหมือนเป็นการจำลองให้ปั๊มความร้อนทำงานเพื่อเก็บน้ำร้อนไว้ใช้ในช่งเย็นนั้นและเข้าของวันถัดไป เพื่อที่จะดูความสามารถในการทำน้ำร้อนได้สูงสุดที่อุณหภูมิเท่าใด ใช้เวลาในการผลิตน้ำร้อนนานเท่าใด และใช้ปริมาณไฟฟ้าไฟเท่าใด สำหรับการผลิตน้ำร้อนเพื่อการใช้ภายใน 1 วัน

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ติดตั้งระบบน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนและอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดข้อมูลดังรูปที่ 3.8 และตารางที่ 3.1
2. เติมน้ำในถังให้ได้ตามปริมาณที่กำหนด
3. จ่ายไฟฟ้าให้เครื่องเริ่มทำงาน เริ่มทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 1 นาที โดยใช้ Data Logger เก็บข้อมูลอุณหภูมิน้ำเย็นก่อนเข้าระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนออกจากระบบ อุณหภูมิอากาศโดยรอบ เวลาในการทำน้ำร้อน ส่วนดิจิทัลมิเตอร์จะทำการวัดปริมาณกระแสและแรงดันไฟฟ้าทุกๆ 2 นาที
4. รอจนปั๊มความร้อนตัดการทำงาน ข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

รายละเอียดอุปกรณ์

1. แผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ขนาดพื้นที่รับแสง 2 ตารางเมตร (วิทยา ยงเจริญ และ เบญจมาศ ปุຍ้ออก, ผลของตัวแปรต่อประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์, วารสารพลังงาน 2549: 40-44) ซึ่งแต่ละแผงประกอบด้วย
 - แผ่นโพลีคาร์บอเนตโปร่งแสง มีค่าสัมประสิทธิ์การผ่านทะลุ 95%
 - แผ่นดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์มี Tin OX coating ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 95%
 มีท่อทองแดงติดอยู่บนแผ่นดูดซับสำหรับให้น้ำไหลผ่านเข้าและออกจากแผงแผ่นดูดซับ
 - ฉนวนกันความร้อนทำด้วยใยแก้วหนา 25 มม. บุอยู่ด้านล่าง และบุด้วยโฟมที่ขอบกล่อง
 - กล่องทำด้วยอลูมิเนียม



รูปที่ 3.9 แผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ

2. ถังเก็บน้ำร้อน (Storage Tank)

ขนาด 200 ลิตร ทำจากสแตนเลส หุ้มฉนวน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร และ ความสูงของถัง 700 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.10 ถังเก็บน้ำร้อน

3. ระบบท่อ การเดินท่อน้ำเย็นเข้าในระบบจะใช้สายยาง ส่วนการเดินท่อของน้ำร้อน จะใช้สาย ถักสแตนเลส สำหรับน้ำร้อน และทำการหุ้มฉนวนด้วย



รูปที่ 3.11 สายถักสแตนเลส สำหรับน้ำร้อน

4. เครื่องสูบน้ำหมุนเวียน

ทำงานด้วยผลต่างของอุณหภูมิที่แผ่รังสีแสงอาทิตย์กับอุณหภูมิในถังเก็บน้ำร้อน ป้อนน้ำที่ใช้เป็นปั๊มขนาดเล็ก

- ยี่ห้อ JUN รุ่น Power Head-HX 2500
- กำลังไฟฟ้า 22 W
- Max. Head 1.6 เมตร
- Max. Flow 1000 L/H



รูปที่ 3.12 เครื่องสูบน้ำหมุนเวียน ยี่ห้อ JUN รุ่น Power Head-HX 2500

5. วาล์วทองเหลือง 2 ตัว และวาล์วลดความดัน 1 ตัว

6. ฉนวนหุ้มท่อ

เป็นยางฉนวนความร้อนความเย็น ชนิดท่อ ที่ผลิตจากยางอีลาสโตเมอร์ชนิดพิเศษ (EPDM) ประกอบไปด้วยเซลล์อิสระซึ่งมีผนังกัน ไม่ทะลุถึงกัน เป็นจำนวนมาก ภายในเซลล์บรรจุด้วยอากาศแห้ง มีน้ำหนักเบาและคุณสมบัติ ดีเยี่ยมในการเป็นฉนวน มีความยืดหยุ่นสูง



รูปที่ 3.13 ฉนวนหุ้มท่อน้ำร้อน

อุปกรณ์การวัดและเก็บข้อมูล

1. เครื่องวัดอุณหภูมิแบบบันทึกได้ (Data Logger) เป็นเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ ซึ่งจะเก็บข้อมูลจากเทอร์โมคัปเปิล และนำข้อมูลที่บันทึกมาไว้เพื่อวิเคราะห์ผลการทดลอง การทดสอบนี้เก็บข้อมูลอุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิอากาศ และเก็บข้อมูลของความเข้มแสงอาทิตย์

- ยี่ห้อ Fluke
- รุ่น Hydra data logger



รูปที่ 3.14 Data Logger ยี่ห้อ Fluke รุ่น Hydra Data Logger

2. เทอร์มอดับเบิล คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับอุณหภูมิ แล้วส่งสัญญาณไฟฟ้าให้กับระบบการแปลงสัญญาณต่อไป การทดลองนี้จะใช้ Type K ดังรูปที่ 3.6
3. คอมพิวเตอร์พกพา (Note book) เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ Data Logger มีไว้เพื่อแสดงข้อมูล ขณะที่กำลังมีการบันทึกข้อมูล สามารถแสดงออกมาในรูปแบบของกราฟด้วย



รูปที่ 3.15 คอมพิวเตอร์ ยี่ห้อ Gateway Solo ของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

4. เครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ (Pyranometer) เป็นเครื่องมือวัดรังสีรวม ประกอบด้วยส่วนที่รับรังสีอาทิตย์ ที่ประกอบด้วยthermopile หลายชุดต่ออนุกรมกัน โดมแก้วครึ่งวงกลม2ชั้น,จานกลมสีขาวได้โดมแก้ว



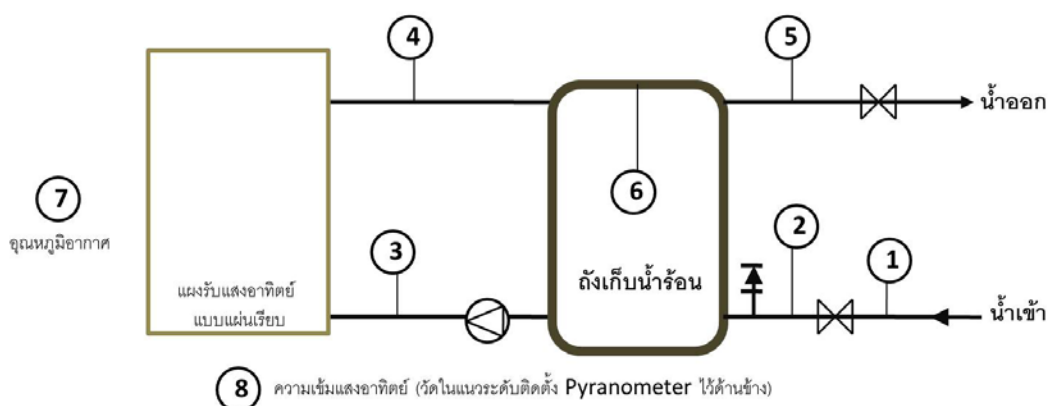
รูปที่ 3.16 เครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ (Pyranometer)

5. มาตรวัดน้ำ เป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ติดตั้งเพื่อใช้น้ำเพื่อวัดปริมาณน้ำ



รูปที่ 3.17 มาตรวัดน้ำ

ภาพแสดงการทำงานของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ



รูปที่ 3.18 ตำแหน่งของการติดตั้งอุปกรณ์การวัดระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดการตรวจวัดการทำงานของระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ

จุดที่	บริเวณการตรวจวัด	ค่าที่ตรวจวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด
1	ทางเข้าของถังเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำที่กำหนด	มาตรน้ำ (มิเตอร์น้ำ)
2	ทางเข้าของถังเก็บน้ำ	อุณหภูมิน้ำ	เทอร์มอคัปเปิล
3	ท่อทางเข้าของแผงรับแสงอาทิตย์	อุณหภูมิน้ำ	เทอร์มอคัปเปิล
4	ท่อทางออกของแผงรับแสงอาทิตย์	อุณหภูมิน้ำ	เทอร์มอคัปเปิล
5	ทางออกของถังเก็บน้ำ	อุณหภูมิน้ำ	เทอร์มอคัปเปิล
6	กลางถังเก็บน้ำ	อุณหภูมิน้ำ	เทอร์มอคัปเปิล
7	บริเวณภายนอก	อุณหภูมิอากาศโดยรอบ	เทอร์มอคัปเปิล
8	แนวระดับตั้งไว้กลางแดด	ความเข้มแสงอาทิตย์	ไพรานอมิเตอร์

วิธีการทดสอบระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

เพื่อที่จะทราบถึงประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ และระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์นั้น จะต้องมีการทดสอบโดยการติดตั้งการใช้งานจริง ซึ่งเพื่อให้เกิดความถูกต้องในการทดสอบประสิทธิภาพ จะทำการเก็บข้อมูลในระหว่างเวลา 08.00-16.00 น. บริเวณแดดฟ้าชั้น 5 อาคารปฏิบัติการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร โดยการทดสอบจะมีการควบคุมตัวแปรควบให้คงที่เช่นเดียวกับระบบปั๊มความร้อน

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบพลังงานแสงอาทิตย์กระทำโดยไม่มีการใช้น้ำและไม่มีการเติมน้ำระหว่างการทดสอบ

วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในแบบที่ไม่มีการเติมน้ำ เสมือนเป็นการจำลอง มีการทำน้ำร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์ในช่วงตอนกลางวัน เพื่อเก็บน้ำร้อนไว้ใช้ในช่่วงเย็นนั้นและเช้าของวันถัดไป เพื่อที่จะดูความสามารถในการทำน้ำร้อนได้สูงสุดที่อุณหภูมิเท่าใดในช่วงเวลาที่ทำการทดสอบ และสามารถทำความร้อนได้มากเท่าใด

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ติดตั้งระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดข้อมูลดังรูปที่ 3.18 และตารางที่ 3.2
2. เติมน้ำในถังให้ได้ตามปริมาณที่กำหนด โดยดูจากมาตรน้ำ (มิเตอร์น้ำ)
3. เริ่มทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 2 นาที ตั้งแต่เวลา 08.00-16.00 น. โดยใช้ Data Logger เก็บข้อมูล อุณหภูมิน้ำเย็นก่อนเข้าถังเก็บน้ำ, อุณหภูมิน้ำก่อนเข้าแผงรับรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิน้ำหลังออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิน้ำออกจากถัง อุณหภูมิน้ำกลางถัง อุณหภูมิอากาศโดยรอบ และความเข้มแสงอาทิตย์
4. ข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน

ในการวิจัยเพื่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนได้ทำการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ทดสอบดังรูป 3.8 และเก็บบันทึกข้อมูลดังตาราง 3.1 โดยควบคุมตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะให้คงที่ได้แก่ ปริมาณน้ำในถัง อุณหภูมิน้ำในถัง เริ่มต้น (ข้อมูลอย่างละเอียดอยู่ในภาคผนวก)

ตารางที่ 4.1 ผลการวิจัยสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron ที่อุณหภูมิ 50°C, 55°C และอุณหภูมิสูงสุดของน้ำที่ปั๊มความร้อนสามารถทำได้ ระหว่างวันที่ 10-11 เมษายน 2555

รายละเอียด/วันที่ทำการทดสอบ	ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron					
	10 เม.ย 55			11 เม.ย 55		
กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย (แอมแปร์)	5.92	6.12	6.19	5.88	6.11	6.15
แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)	230			230		
อุณหภูมิน้ำเข้าถังเก็บน้ำ (°C)	31.7			31.7		
อุณหภูมิน้ำออกจากถังเก็บน้ำ (°C)	50.0	55.0	55.6	50.0	55.0	55.5
อุณหภูมิอากาศโดยรอบเฉลี่ย (°C)	29.7	29.7	29.8	29.7	29.8	29.8
เวลาในการผลิตน้ำร้อน (นาที)	35.09	46.00	49.00	32.50	47.00	50.00
พลังงานที่น้ำร้อนได้รับ (MJ)	11.47	14.61	14.99	11.47	14.61	14.92
พลังงานที่ป้อนเข้าระบบ (MJ)	2.44	3.30	3.56	2.24	3.37	3.61
สัมประสิทธิ์สมรรถนะ	4.71	4.42	4.21	5.12	4.34	4.14

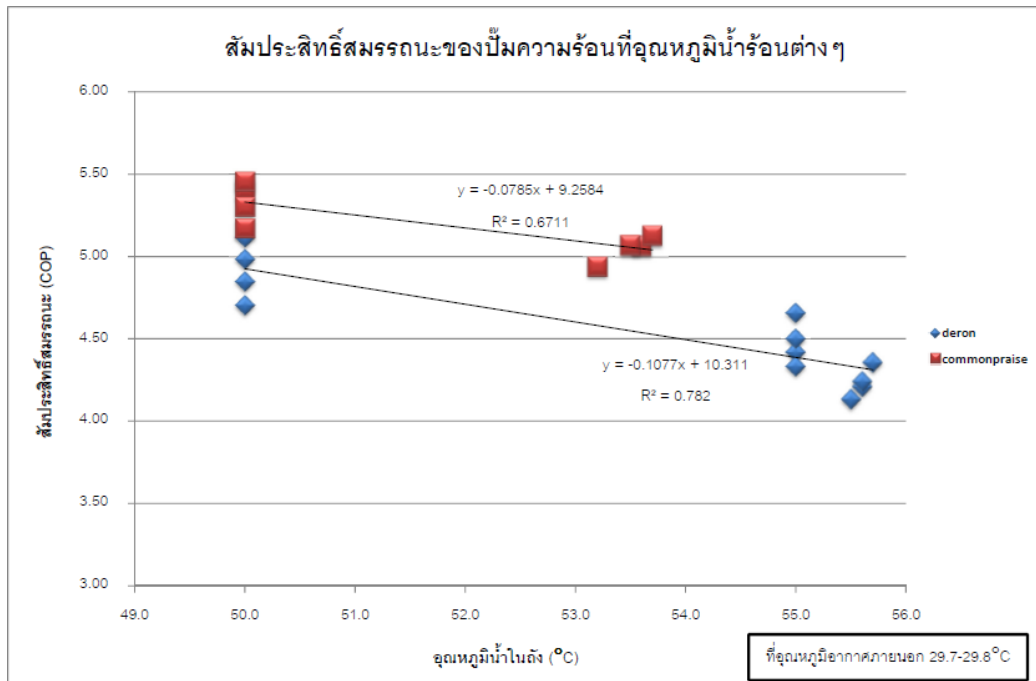
ตารางที่ 4.2 ผลการวิจัยสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron ที่อุณหภูมิ 50°C, 55°C และอุณหภูมิสูงสุดของน้ำที่ปั๊มความร้อนสามารถทำได้ ระหว่างวันที่ 12-13 เมษายน 2555

รายละเอียด/วันที่ทำการทดสอบ	ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron					
	12 เม.ย 55			13 เม.ย 55		
กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย (แอมแปร์)	5.91	6.13	6.17	5.94	6.10	6.16
แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)	230			230		
อุณหภูมิน้ำเข้าถังเก็บน้ำ (°C)	31.6			31.6		
อุณหภูมิน้ำออกจากถังเก็บน้ำ (°C)	50.0	55.0	55.6	50.0	55.0	55.7
อุณหภูมิอากาศโดยรอบเฉลี่ย (°C)	29.7	29.7	29.8	29.8	29.7	29.7
เวลาในการผลิตน้ำร้อน (นาที)	34.30	45.30	49.00	33.20	44.00	48.00
พลังงานที่น้ำร้อนได้รับ (MJ)	11.54	14.67	15.05	11.54	14.67	15.11
พลังงานที่ป้อนเข้าระบบ (MJ)	2.38	3.26	3.55	2.31	3.15	3.47
สัมประสิทธิ์สมรรถนะ	4.85	4.50	4.24	4.99	4.66	4.36

ตารางที่ 4.3 ผลการวิจัยสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise ที่อุณหภูมิ 50°C และอุณหภูมิสูงสุดของน้ำที่ปั๊มความร้อนสามารถทำได้ ระหว่างวันที่ 10-13 เมษายน 2555

รายละเอียด/วันที่ทำการทดสอบ	ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise							
	10 เม.ย 55		11 เม.ย 55		12 เม.ย 55		13 เม.ย 55	
กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย (แอมแปร์)	3.77	3.85	3.70	3.83	3.71	3.83	3.74	3.84
แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)	230		230		230		230	
อุณหภูมิน้ำเข้าถังเก็บน้ำ (°C)	31.7		31.7		31.6		31.6	
อุณหภูมิน้ำออกจากถังเก็บน้ำ (°C)	50.0	53.6	50.0	53.5	50.0	53.2	50.0	53.7
อุณหภูมิอากาศโดยรอบเฉลี่ย (°C)	29.8	29.8	29.9	29.8	29.8	29.8	29.7	29.7
เวลาในการผลิตน้ำร้อน (นาที)	50.15	60.00	49.00	60.00	50.00	61.00	48.20	60.00
พลังงานที่น้ำร้อนได้รับ (MJ)	11.47	13.73	11.47	13.67	11.54	13.54	11.54	13.86
พลังงานที่ป้อนเข้าระบบ (MJ)	2.22	2.71	2.12	2.70	2.18	2.74	2.11	2.70
สัมประสิทธิ์สมรรถนะ	5.17	5.06	5.41	5.07	5.30	4.94	5.46	5.13

จากข้อมูลตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 พบว่าปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron มีกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 1.21 กิโลวัตต์, ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะอยู่ในช่วง 4.2-5.1 และสามารถทำอุณหภูมิน้ำร้อนสูงสุดที่ 55.7°C ส่วนปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise มีกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.74 กิโลวัตต์, ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะอยู่ในช่วง 4.9 -5.5 และสามารถทำอุณหภูมิน้ำร้อนสูงสุดที่ 53.7°C โดยอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเป็น 31.6 °C



รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะกับอุณหภูมิน้ำในถัง

เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 นำมาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะกับอุณหภูมิน้ำในถังเก็บดังรูปที่ 4.1 จะพบว่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเริ่มต้นในถัง, อุณหภูมิน้ำร้อนสุดท้ายในถังเก็บ, กำลังไฟฟ้าของปั๊มความร้อน และเวลาที่ใช้ในการผลิตน้ำร้อนซึ่งเป็นไปตามสมการ

$$\text{Coefficient of Performance (COP)} = \frac{m \cdot C_p \cdot (t_f - t_i)}{P \cdot t}$$

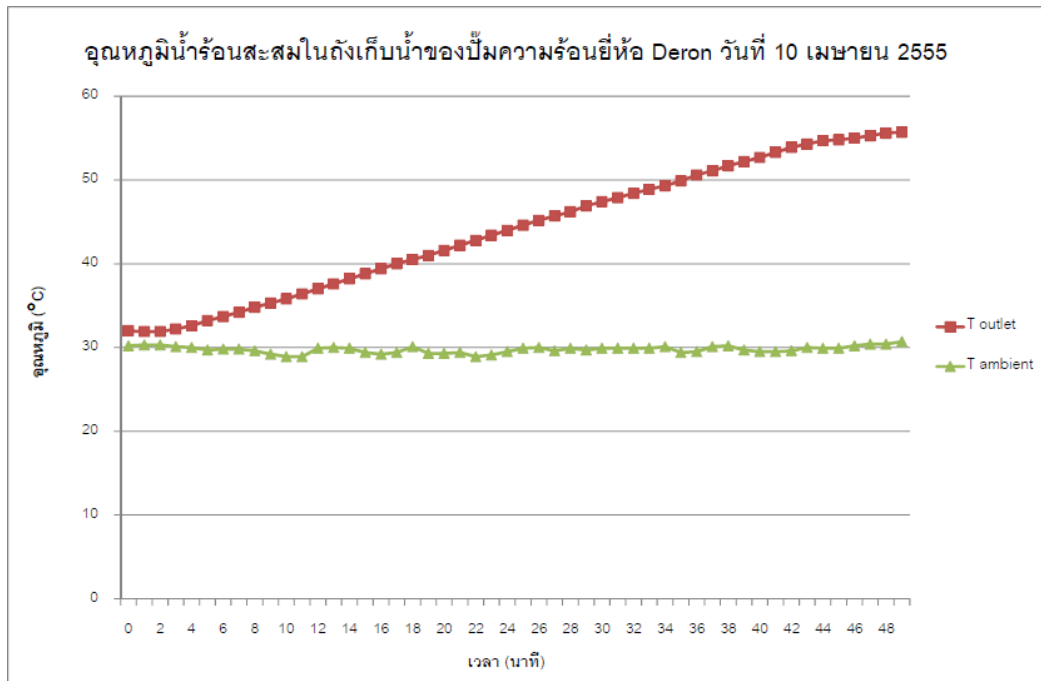
เมื่อเวลาผ่านไประบบปั๊มความร้อนทำงานนานขึ้นส่งผลให้กำลังไฟของปั๊มความร้อนเริ่มสูงขึ้น ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะจึงลดลง และที่อุณหภูมิของน้ำที่เท่ากันของปั๊มความร้อนทั้งสองชนิดพบว่า ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise มีสัมประสิทธิ์สมรรถนะสูงกว่า ซึ่งอาจจะเป็นเพราะองค์ประกอบอื่นๆ ในด้านของการออกแบบที่ต่างกัน อาทิเช่น สารทำความเย็นที่ต่างชนิดกัน, คอมเพรสเซอร์ในปั๊มความร้อนที่ต่างประเภทกัน

จากผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สมรรถนะของปั๊มความร้อน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) จะได้ว่า

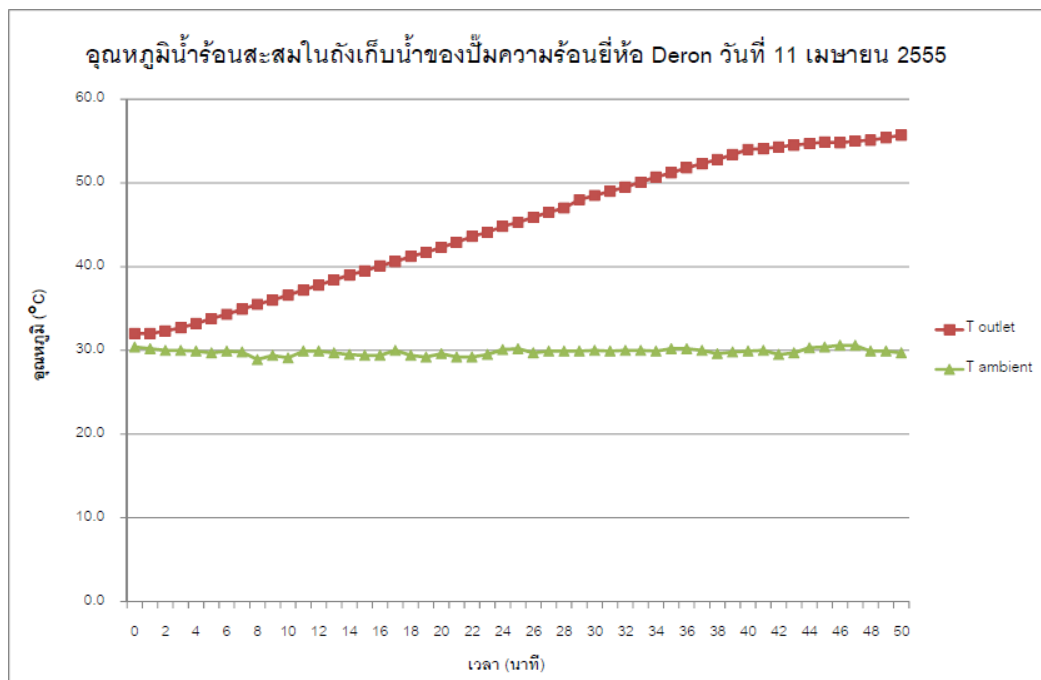
$$\text{COP} = -0.1077t_c + 10.311 \quad \text{สำหรับปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron}$$

$$\text{COP} = -0.0785t_c + 9.2584 \quad \text{สำหรับปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise}$$

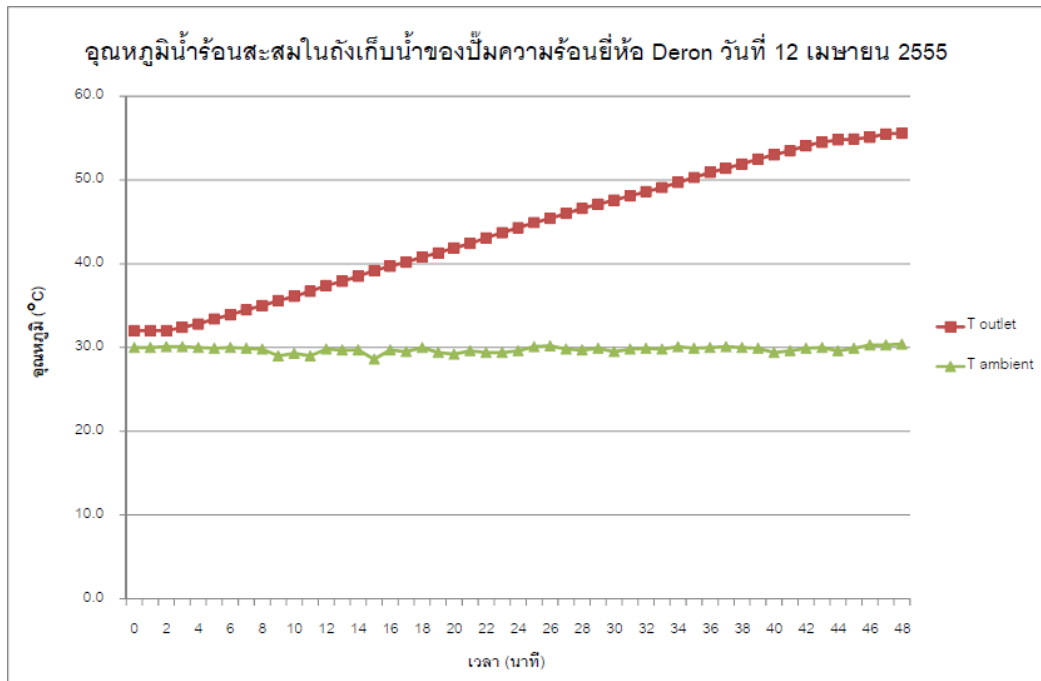
โดยช่วงอุณหภูมิที่ใช้งานคือ 29.7-29.8°C



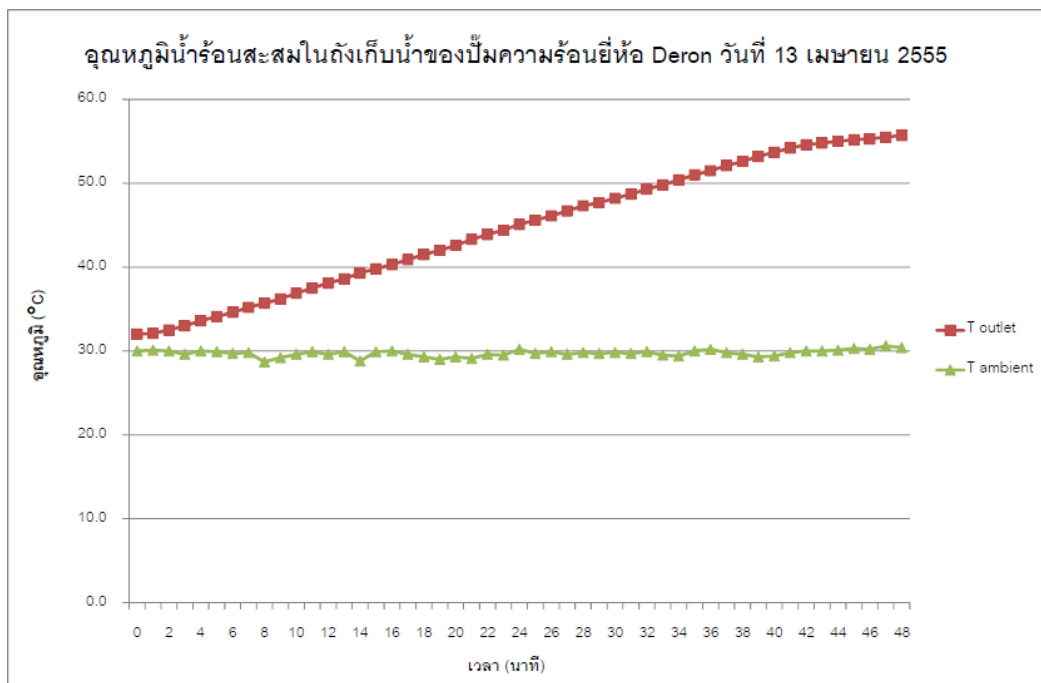
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเก็บน้ำของปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron ในการทดสอบวันที่ 10 เมษายน 2555



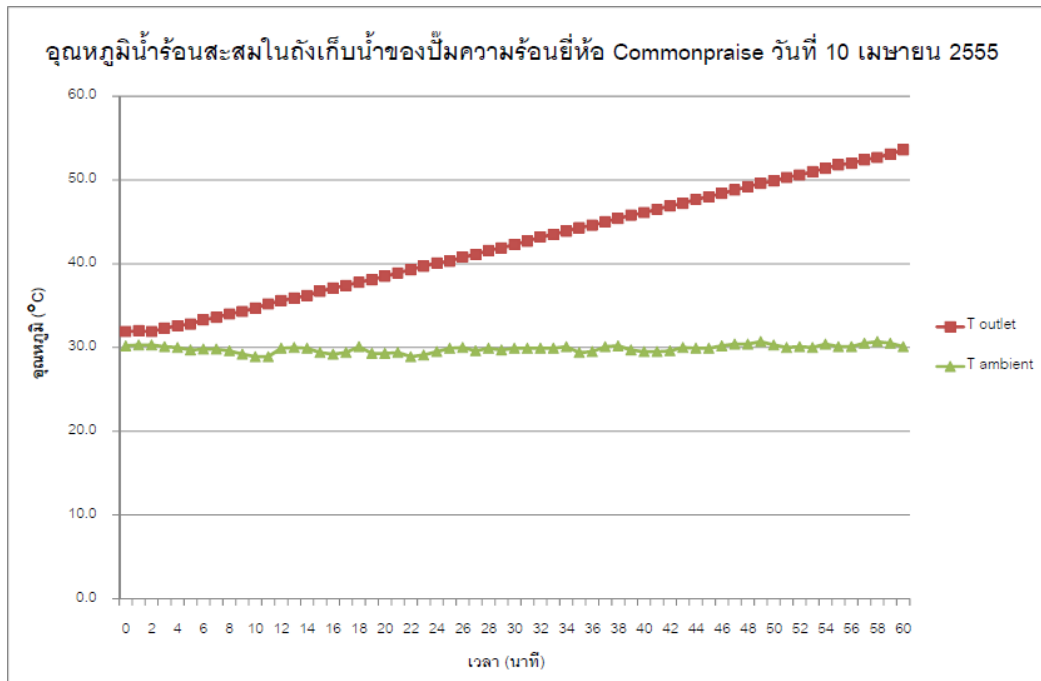
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเก็บน้ำของปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron ในการทดสอบวันที่ 11 เมษายน 2555



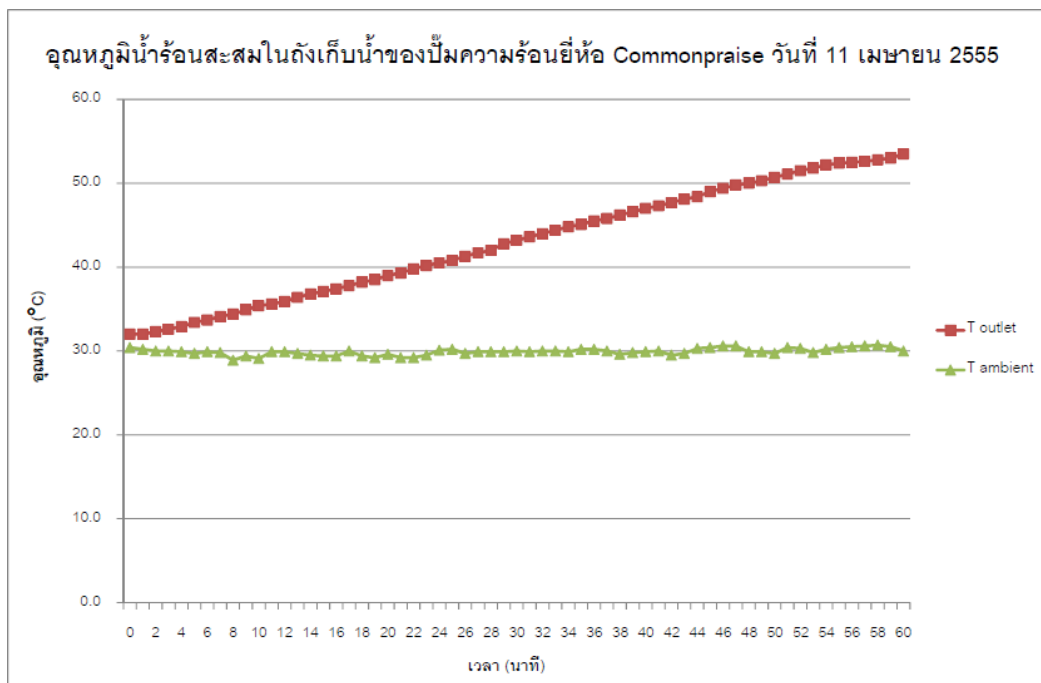
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเก็บน้ำของปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron ในการทดสอบวันที่ 12 เมษายน 2555



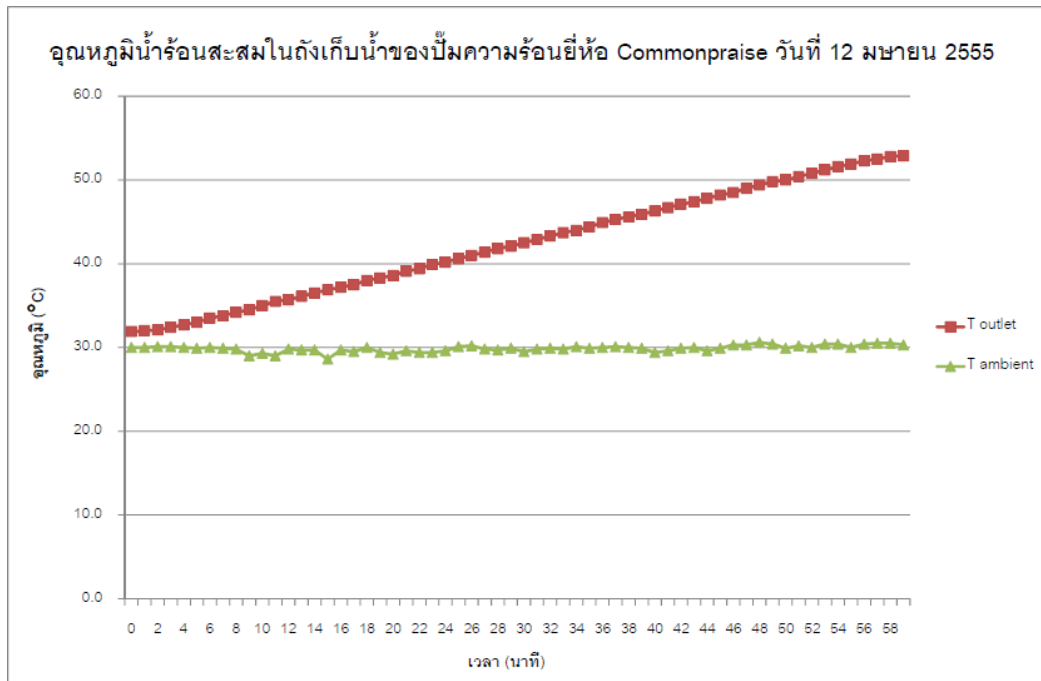
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเก็บน้ำของปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron ในการทดสอบวันที่ 13 เมษายน 2555



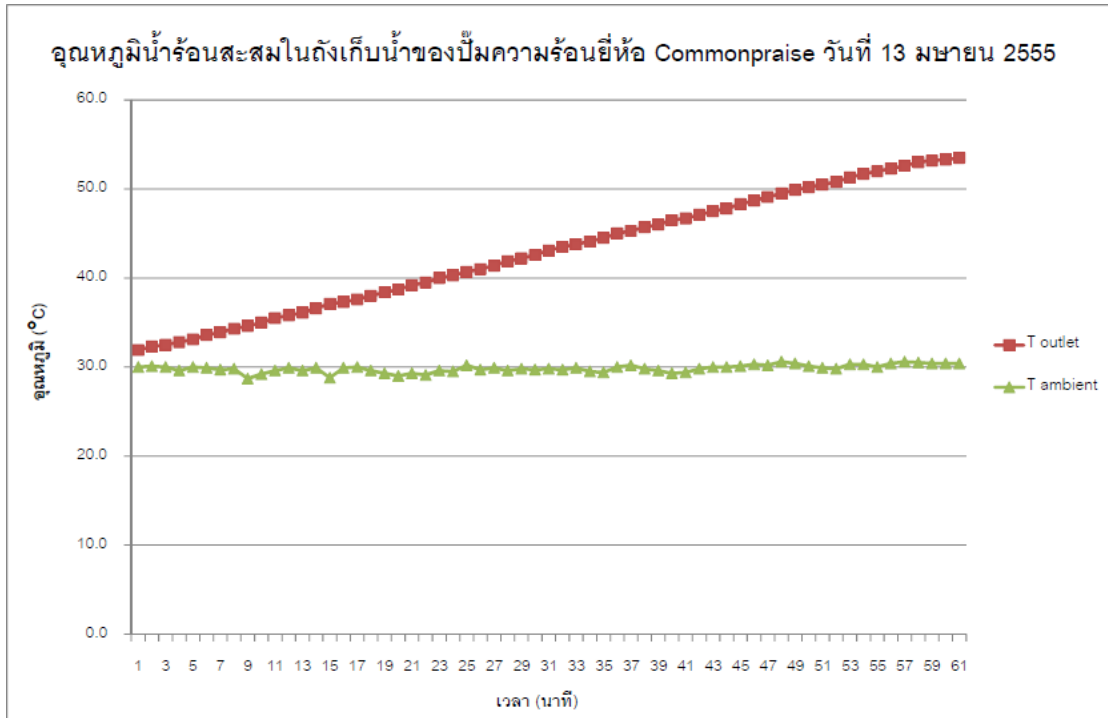
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเก็บน้ำของปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise ในการทดสอบวันที่ 10 เมษายน 2555



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเก็บน้ำของปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise ในการทดสอบวันที่ 11 เมษายน 2555



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเก็บน้ำของปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise ในการทดสอบวันที่ 12 เมษายน 2555



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนสะสมในถังเก็บน้ำของปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise ในการทดสอบวันที่ 13 เมษายน 2555

ตารางที่ 4.4 ผลการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ (กรณีที่ไม่ได้อุณหภูมิตามเงื่อนไขจะมีการใช้ชุดเสริมความร้อนขนาด 3 กิโลวัตต์มาเสริม)

ยี่ห้อของปั๊มความร้อน (กรณีที่ทำน้ำร้อนไม่ถึง 60°C จะมีการใช้ชุดเสริม ความร้อนขนาด 3 กิโลวัตต์ เป็นตัวเสริม) อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ 30°C	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำน้ำร้อนของระบบปั๊มความร้อน									
	อุณหภูมิ 50°C		อุณหภูมิ 53.7°C		อุณหภูมิ 55°C		อุณหภูมิ 55.7°C		อุณหภูมิ 60°C	
	เวลาในการ ผลิตน้ำร้อน (นาทีก)	ปริมาณการ ใช้ไฟฟ้า รวมใน 1 ปี (หน่วย)	เวลาในการ ผลิตน้ำร้อน (นาทีก)	ปริมาณการ ใช้ไฟฟ้า รวมใน 1 ปี (หน่วย)	เวลาในการ ผลิตน้ำร้อน (นาทีก)	ปริมาณการ ใช้ไฟฟ้า รวมใน 1 ปี (หน่วย)	เวลาในการ ผลิตน้ำร้อน (นาทีก)	ปริมาณการ ใช้ไฟฟ้า รวมใน 1 ปี (หน่วย)	เวลาในการ ผลิตน้ำร้อน (นาทีก)	ปริมาณการ ใช้ไฟฟ้า รวมใน 1 ปี (หน่วย)
Deron	36.77	258.42	-	-	48.74	354.75	52.31	383.82	52.31 + 18.03 (heater)	663.54
Commonpraise	53.47	237.20	66.69	304.55	66.69 + 6.14 (heater)	416.73	-	-	66.69 + 26.64 (heater)	717.76

การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มความร้อนทั้งสองยี่ห้อในการผลิตน้ำร้อนให้ได้อุณหภูมิตามที่ต้องการ คือ 50°C, 55°C และ 60°C โดยอาศัยสมการถดถอยเชิงเส้นจากผลการทดสอบปั๊มความร้อน เพื่อนำค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะที่อุณหภูมิต่างๆ มาใช้ในการทำนายปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งระยะเวลาในการผลิตน้ำร้อนให้ได้ตามต้องการ ในรอบ 1 ปี หากปั๊มความร้อนไม่สามารถทำน้ำร้อนได้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการให้ใช้ Heater ขนาด 3 กิโลวัตต์ มาช่วยเพิ่มอุณหภูมิของน้ำ

ผลการวิจัยพบว่าในช่วงอุณหภูมิน้ำร้อนเท่ากับ 50°C ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise มีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า แต่เมื่อต้องการน้ำที่อุณหภูมิ 55°C ปั๊มความร้อนนี้ไม่สามารถทำได้จึงมีการนำ heater เข้ามาช่วย ขณะที่ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron นั้นสามารถทำอุณหภูมิได้สูงกว่า 55°C จึงมีการใช้ heater ร่วมเฉพาะการผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60°C ได้ผลเป็นดังตารางที่ 4.4

ผลการวิจัยระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ

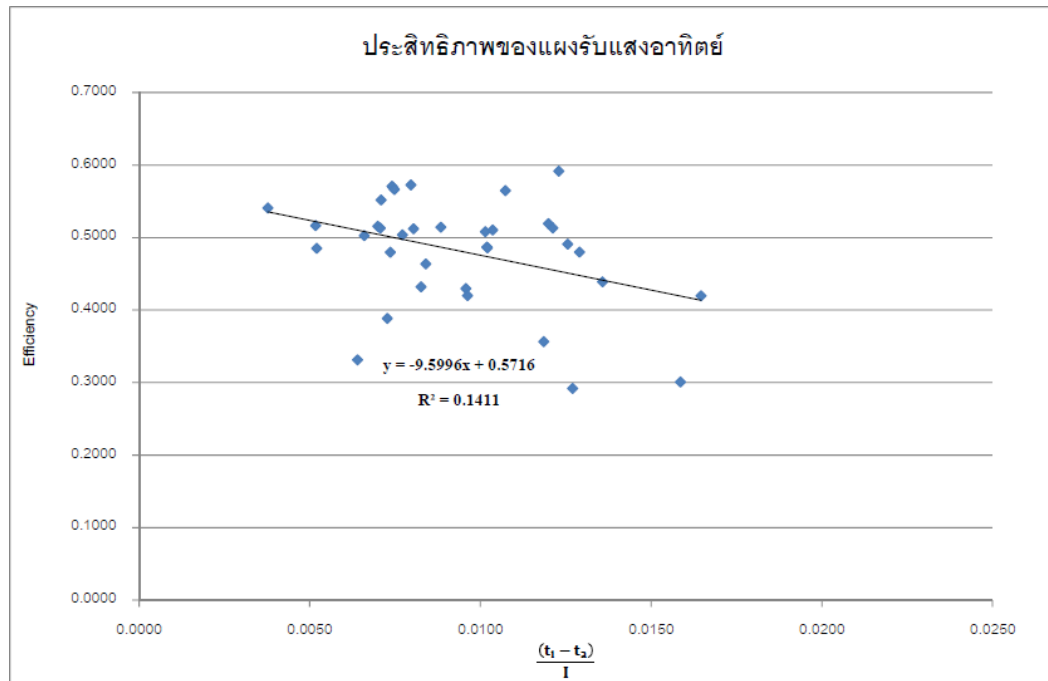
ในการทดสอบเพื่อค่าประสิทธิภาพระบบทำน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบได้ทำการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ทดสอบดังรูป 3.18 และเก็บบันทึกข้อมูลดังตาราง 3.2 โดยควบคุมตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการประสิทธิภาพให้คงที่ได้แก่ ปริมาณน้ำในถัง อุณหภูมิน้ำในถังเริ่มต้น และอุณหภูมิน้ำร้อนที่ได้ 60°C (ข้อมูลอย่างละเอียดอยู่ในภาคผนวก)

ตารางที่ 4.5 ผลการวิจัยระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบระหว่างวันที่ 24-28 เมษายน 2555

รายการทดสอบ/วันที่ทดสอบ	24 เม.ย	25 เม.ย	26 เม.ย	27 เม.ย	28 เม.ย
	55	55	55	55	55
ลักษณะท้องฟ้า	โปร่ง				
ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ย (W/m ²)	655.07	681.80	678.44	699.77	696.33
อุณหภูมิน้ำในถังเริ่มต้น (°C)	30.0	31.0	29.9	30.2	31.2
อุณหภูมิน้ำในถังสูงสุด (°C)	56.4	61.6	60.5	64.0	62.4
อุณหภูมิน้ำเข้าแผง (°C)	30.0	31.0	29.9	30.2	31.2
อุณหภูมิน้ำเข้าแผงสูงสุด (°C)	56.7	62.1	61.5	64.4	64.3

อุณหภูมิน้ำออกจากแผงสูงสุด (°C)	59.5	63.6	64.2	67.0	67.0
อุณหภูมิอากาศโดยรอบเฉลี่ย (°C)	36.6	37.0	36.2	36.3	36.2
พลังงานแสงอาทิตย์ (MJ)	37.73	39.27	39.08	40.31	40.11
พลังงานน้ำร้อนในถัง (MJ)	16.55	19.19	19.19	21.19	19.56
พลังงานน้ำร้อนในแผง (MJ)	18.49	20.44	21.51	23.07	22.45
ประสิทธิภาพของระบบ (%)	43.82	48.87	49.10	52.57	48.77
ประสิทธิภาพของแผง (%)	49.01	52.05	55.04	57.23	55.97

ผลการวิจัยพบว่าระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทำการทดสอบระหว่างวันที่ 24-28 เมษายน 2555 ช่วงเวลาที่มีการทดสอบท้องฟ้าโปร่งใสตลอดทั้งวัน ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ 682.28 W/m^2 โดยมีประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนอยู่ในช่วง 43.82-52.57% ซึ่งน้ำร้อนมีพลังงานสะสมอยู่ในช่วง 16-21 MJ/day และสามารถทำน้ำร้อนได้สูงสุด 64.0°C เมื่ออุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเป็น 30.2°C ส่วนผลวิจัยประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ จะอาศัยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น (Linear regression analysis) พบว่าประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 57.16% ที่อุณหภูมิอากาศโดยรอบเฉลี่ย $36.3\text{-}37.3^\circ\text{C}$ โดยความเข้มแสงอาทิตย์อยู่ระหว่าง $790.82\text{-}847.16 \text{ W/m}^2$ (รายละเอียดตารางที่ 4.6-4.10)

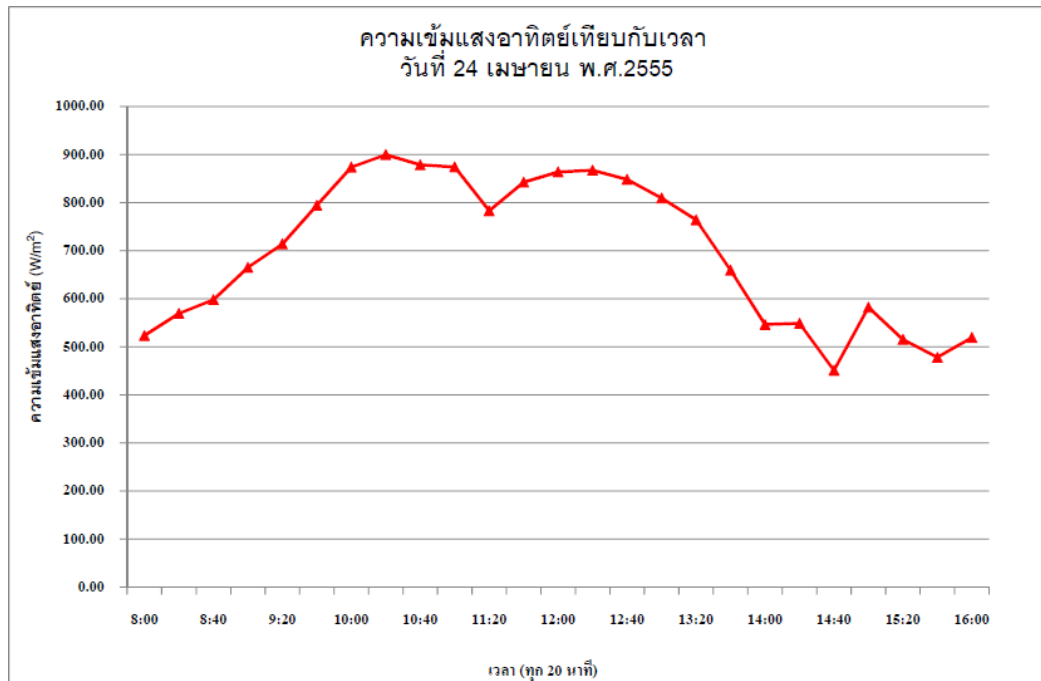


รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง η กับ $\left(\frac{t_i - t_a}{I}\right)$

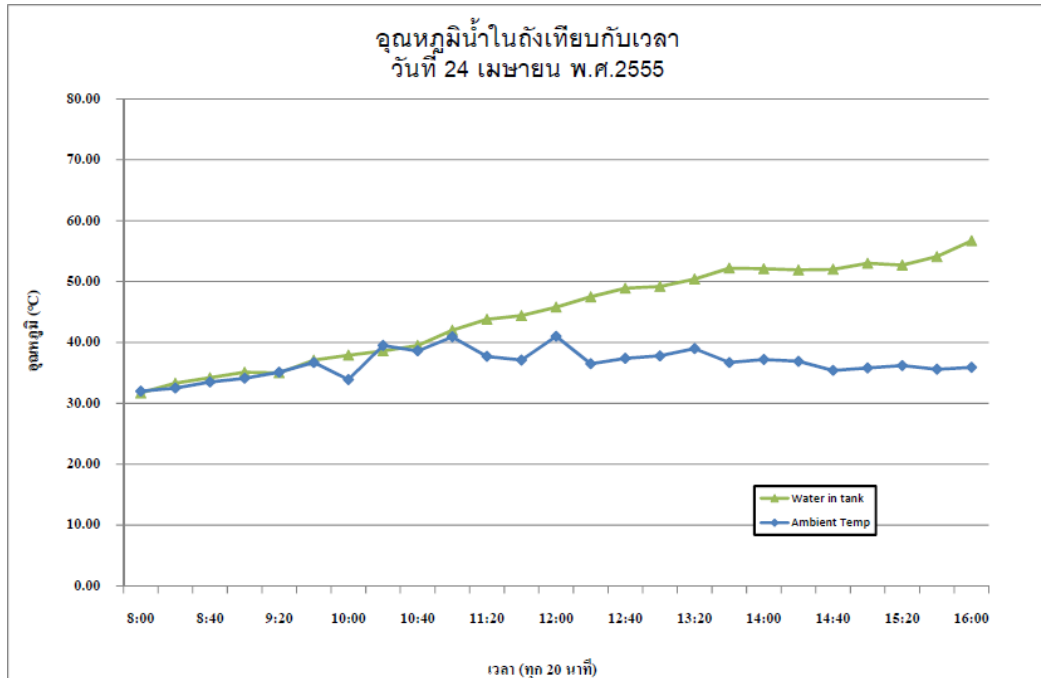
จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของระบบขึ้นอยู่กับความเข้มแสงอาทิตย์ อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น อุณหภูมิเฉลี่ยสุดท้ายของน้ำในถัง อุณหภูมิอากาศโดยรอบตามสมการ $\eta = -\frac{9.5996(t_i - t_a)}{I} + 0.5716$ สมการนี้เป็นความสัมพันธ์สมการของ ASHRAE Standard 93-77 ตามสมการ $\eta = F_R \cdot (\tau\alpha)_\theta - \frac{F_R \cdot U_L \cdot (t_{fi} - t_{at})}{I_{t\theta}}$ เพื่อใช้ในการทำนายอุณหภูมิน้ำในถัง เก็บ ปริมาณความร้อนในถังเก็บน้ำภายในรอบ 1 ปี รวมทั้งยังสามารถนำมาประเมินผลเพื่อทำนายการใช้ปริมาณ heater ในรอบ 1 ปีด้วย ผลจากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ $R^2 = 0.1411$ มีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากค่าต่างๆในสมการเป็นค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาหนึ่ง โดยไม่ได้คำนึงถึงการกระจายตัวของค่าที่เวลาต่างๆ

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นรายชั่วโมง ในการทดสอบวันที่ 24 เมษายน 2555

วัน-เวลาที่ทดสอบ	24 เม.ย 55								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
รายการทดสอบ									
ลักษณะท้องฟ้า	โปร่ง								
ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ย (W/m^2)	523.19	594.17	769.47	873.97	869.02	586.70	427.93	564.28	500.65
อุณหภูมิน้ำในถังเริ่มต้น ($^{\circ}C$)	30.0	31.8	34.1	37.0	42.4	47.4	50.2	52.0	54.7
อุณหภูมิน้ำในถังสูงสุด ($^{\circ}C$)	-	35.1	37.9	42.0	45.8	49.2	52.1	53.0	56.7
อุณหภูมิน้ำเข้าแผงสูงสุด ($^{\circ}C$)	30.0	33.5	34.6	39.4	45.3	49.4	51.0	53.0	56.4
อุณหภูมิน้ำออกจากแผงสูงสุด ($^{\circ}C$)	-	36.5	39.1	43.6	50.2	53.5	52.7	54.6	59.5
อุณหภูมิอากาศโดยรอบเฉลี่ย ($^{\circ}C$)	32.0	33.1	34.0	37.4	41.0	39.4	37.5	36.5	35.9
พลังงานที่น้ำร้อนได้รับ (MJ)	-	2.04	1.76	2.82	3.39	1.22	1.03	1.13	2.04
พลังงานแสงอาทิตย์ (MJ)	-	4.28	5.54	6.29	6.26	4.22	3.08	4.06	3.60
ประสิทธิภาพของแผง (%)	-	47.63	31.69	44.84	54.11	28.94	33.58	27.78	56.53



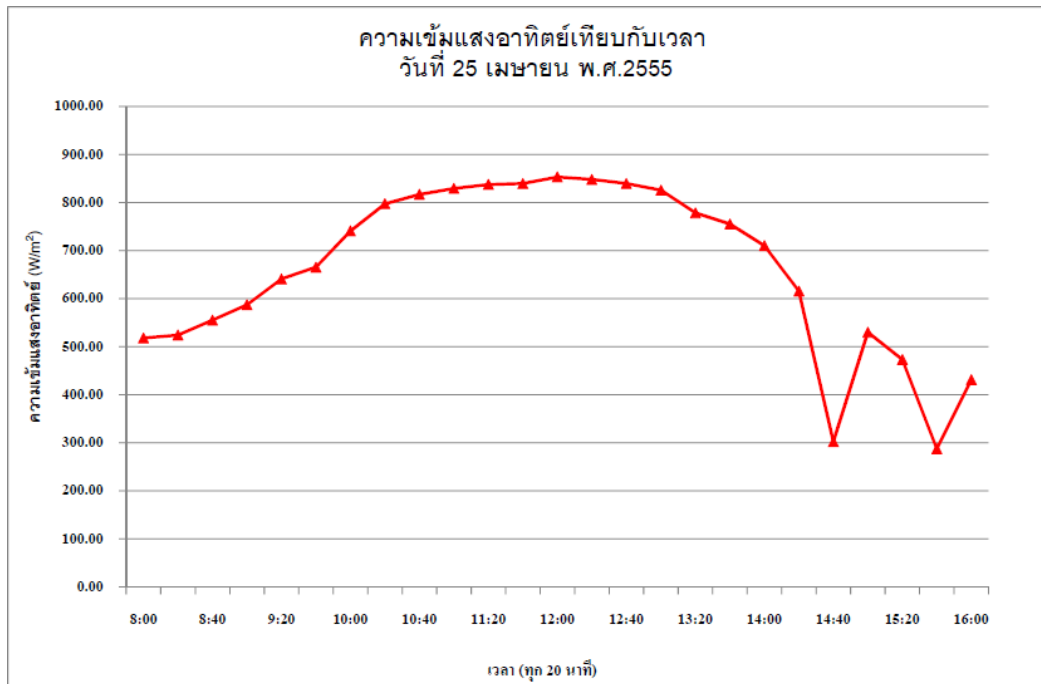
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์เทียบกับเวลา
ในการทดสอบวันที่ 24 เมษายน 2555



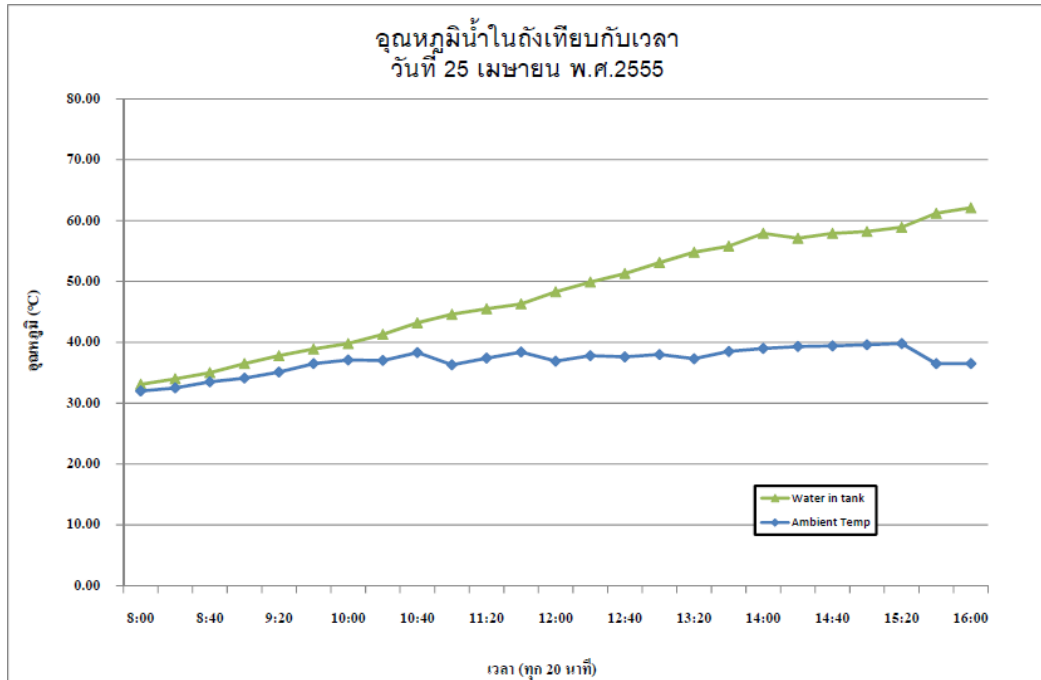
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำในถังเทียบกับเวลา
ในการทดสอบวันที่ 24 เมษายน 2555

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นรายชั่วโมง ในการทดสอบวันที่ 25 เมษายน 2555

วัน-เวลาที่ทดสอบ	25 เม.ย 55								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
รายการทดสอบ	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
ลักษณะท้องฟ้า	โปร่ง								
ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ย (W/m^2)	517.84	552.52	664.05	785.16	841.31	839.46	767.91	620.04	480.62
อุณหภูมิน้ำในถังเริ่มต้น ($^{\circ}C$)	31.0	32.5	34.2	37.3	43.5	49.4	54.1	57.9	60.7
อุณหภูมิน้ำในถังสูงสุด ($^{\circ}C$)	-	36.5	39.8	44.6	48.3	53.1	57.9	58.2	62.1
อุณหภูมิน้ำเข้าแผงสูงสุด ($^{\circ}C$)	31.0	34.0	34.4	40.2	46.8	52.0	56.1	59.7	61.6
อุณหภูมิน้ำออกจากแผงสูงสุด ($^{\circ}C$)	-	37.7	39.9	44.9	51.3	56.7	59.6	62.0	63.6
อุณหภูมิอากาศโดยรอบเฉลี่ย ($^{\circ}C$)	32.0	33.1	35.6	36.7	36.6	37.5	38.5	39.3	38.1
พลังงานที่น้ำร้อนได้รับ (MJ)	-	2.10	1.85	3.29	3.48	3.10	2.38	1.85	1.22
พลังงานแสงอาทิตย์ (MJ)	-	3.98	4.78	5.65	6.06	6.04	5.53	4.46	3.46
ประสิทธิภาพของระบบ (%)	-	52.80	38.69	58.23	57.45	51.35	43.09	41.43	35.33



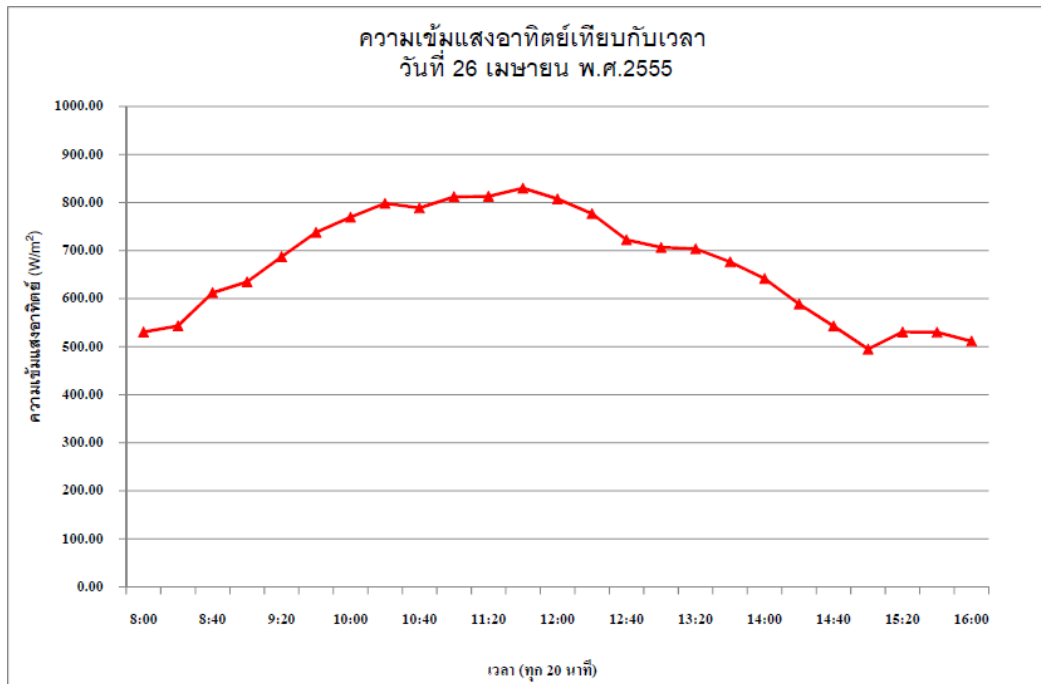
รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์เทียบกับเวลา
ในการทดสอบวันที่ 25 เมษายน 2555



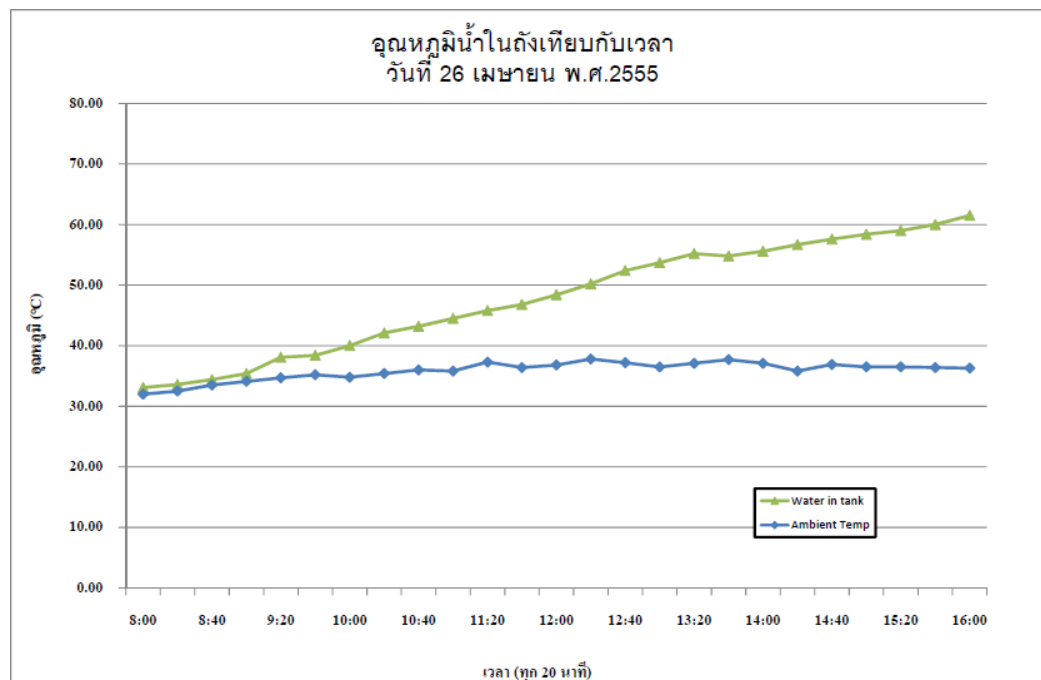
รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในถังเทียบกับเวลา
ในการทดสอบวันที่ 25 เมษายน 2555

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นรายชั่วโมง ในการทดสอบวันที่ 26 เมษายน 2555

วัน-เวลาที่ทดสอบ	26 เม.ย 55								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
รายการทดสอบ	โปร่ง								
ลักษณะท้องฟ้า	โปร่ง								
ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ย (W/m^2)	530.47	582.68	702.16	790.72	809.75	757.08	674.21	560.00	511.35
อุณหภูมิน้ำในถังเริ่มต้น ($^{\circ}C$)	29.9	32.0	32.0	35.9	40.6	45.9	50.4	54.0	57.1
อุณหภูมิน้ำในถังสูงสุด ($^{\circ}C$)	-	35.4	40.0	44.5	48.4	53.7	55.6	58.4	61.5
อุณหภูมิน้ำเข้าแผงสูงสุด ($^{\circ}C$)	29.9	34.1	37.7	43.4	48.3	52.5	55.5	58.6	60.5
อุณหภูมิน้ำออกจากแผงสูงสุด ($^{\circ}C$)	-	38.2	42.5	48.1	53.1	56.8	60.6	62.1	64.2
อุณหภูมิอากาศโดยรอบเฉลี่ย ($^{\circ}C$)	32.0	36.6	40.4	45.3	50.6	55.0	58.7	61.3	64.2
พลังงานที่น้ำร้อนได้รับ (MJ)	-	2.6	2.6	3.3	3.0	2.7	2.5	2.1	2.1
พลังงานแสงอาทิตย์ (MJ)	-	4.2	5.1	5.7	5.8	5.5	4.9	4.0	3.7
ประสิทธิภาพของระบบ (%)	-	62.02	52.09	57.27	52.16	48.89	52.31	51.32	56.20



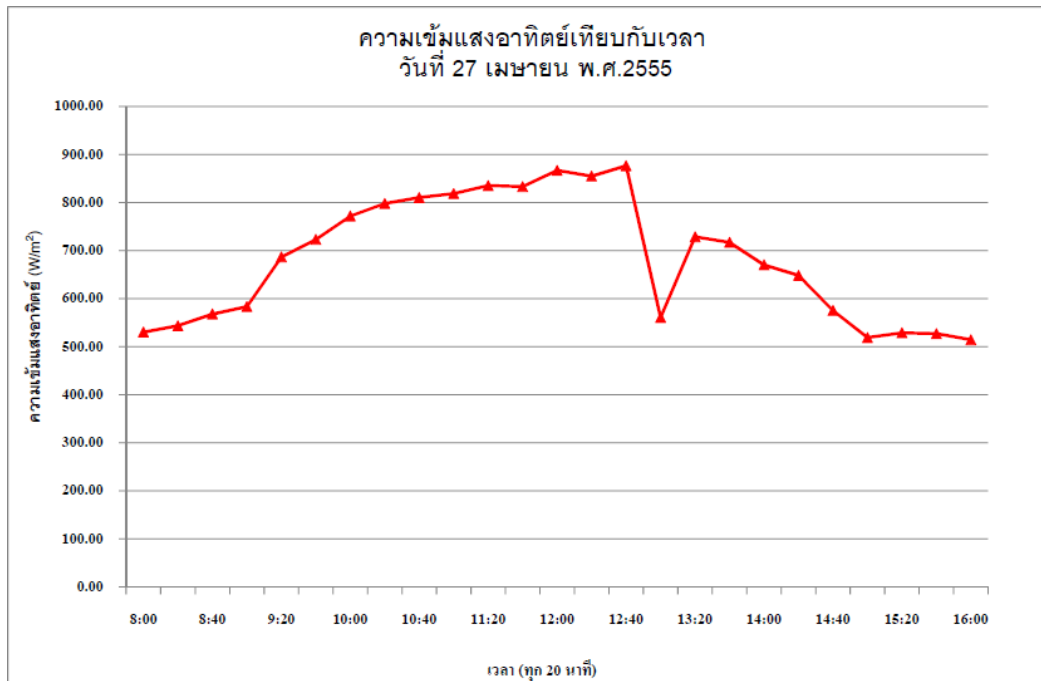
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์เทียบกับเวลา
ในการทดสอบวันที่ 26 เมษายน 2555



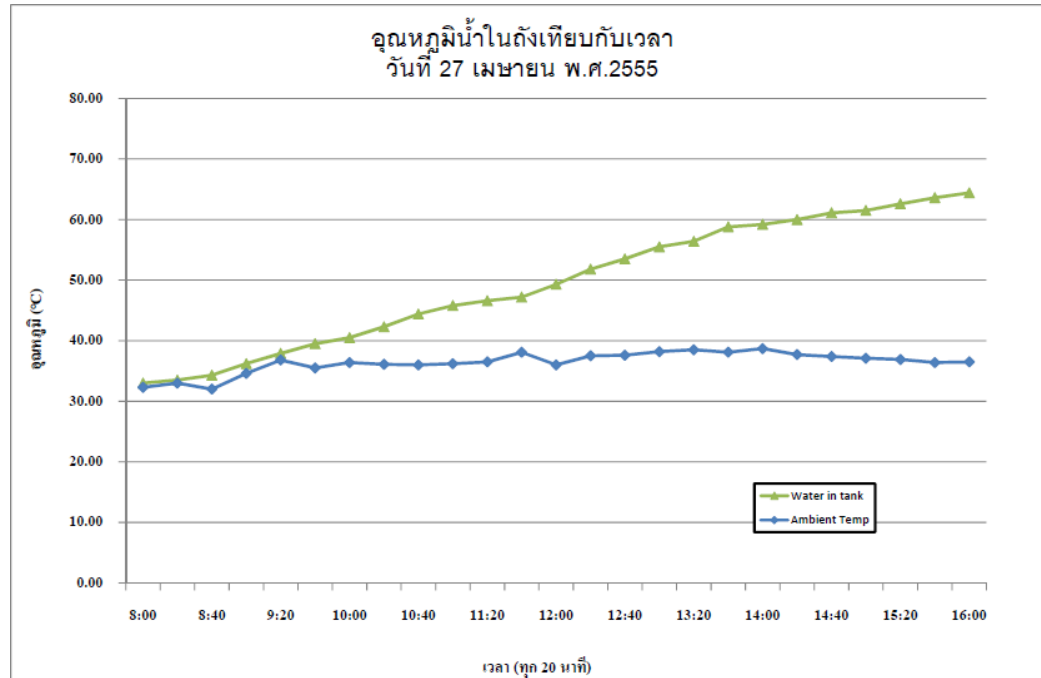
รูปที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในถังเทียบกับเวลา
ในการทดสอบวันที่ 26 เมษายน 2555

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นรายชั่วโมง ในการทดสอบวันที่ 27 เมษายน 2555

วัน-เวลาที่ทดสอบ	27 เม.ย 55								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
รายการทดสอบ	โปร่ง								
ลักษณะท้องฟ้า	โปร่ง								
ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ย (W/m^2)	530.12	556.80	677.61	795.15	842.75	713.80	615.38	594.54	516.67
อุณหภูมิน้ำในถังเริ่มต้น ($^{\circ}C$)	30.2	32.5	36.4	40.5	46.0	50.9	55.1	59.3	62.6
อุณหภูมิน้ำในถังสูงสุด ($^{\circ}C$)	-	36.2	40.5	45.8	49.3	55.5	59.2	61.5	64.4
อุณหภูมิน้ำเข้าแผงสูงสุด ($^{\circ}C$)	30.2	34.8	38.0	42.9	49.0	52.7	57.5	61.1	64.0
อุณหภูมิน้ำออกจากแผงสูงสุด ($^{\circ}C$)	-	38.1	42.9	47.5	54.8	57.9	61.2	62.5	67.0
อุณหภูมิอากาศโดยรอบเฉลี่ย ($^{\circ}C$)	32.3	33.5	35.5	36.3	36.1	37.1	38.5	37.9	36.8
พลังงานที่น้ำร้อนได้รับ (MJ)	-	2.48	2.54	2.98	3.73	2.79	2.66	1.57	1.85
พลังงานแสงอาทิตย์ (MJ)	-	4.01	4.88	5.73	6.07	5.14	4.43	4.28	3.72
ประสิทธิภาพของระบบ (%)	-	61.78	52.05	52.02	61.48	54.29	60.14	36.62	49.72



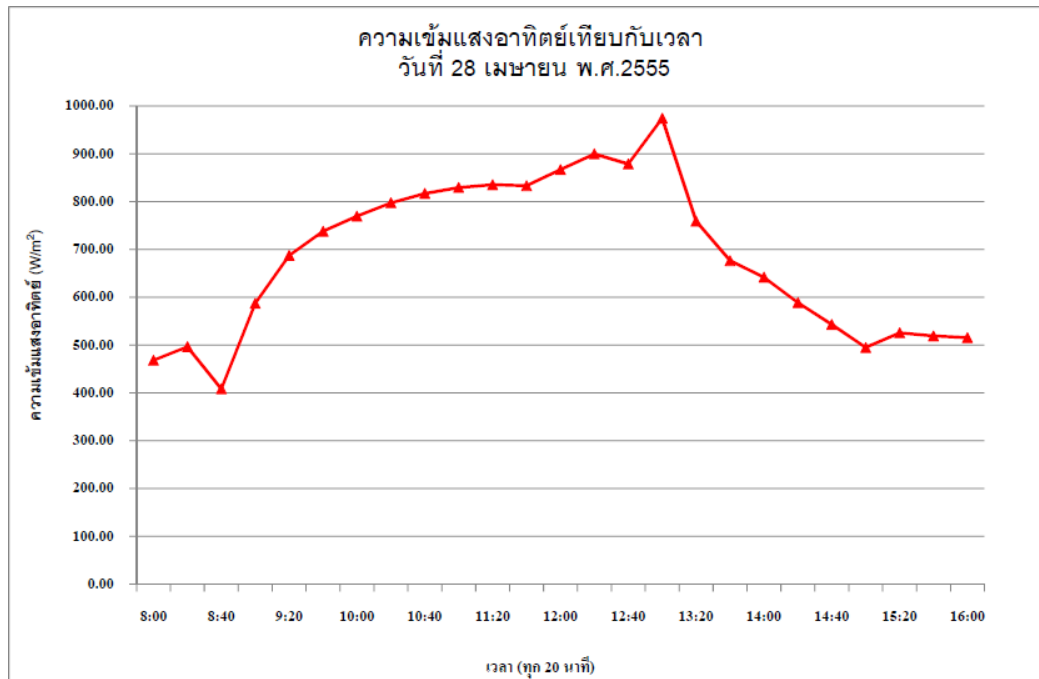
รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์เทียบกับเวลา
ในการทดสอบวันที่ 27 เมษายน 2555



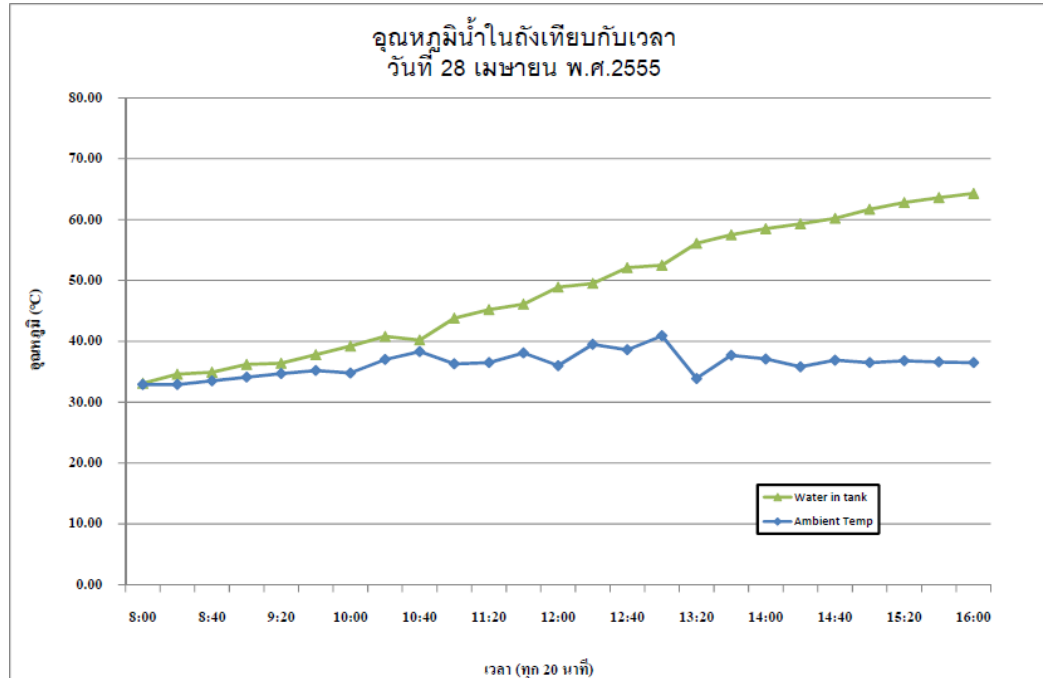
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในถังเทียบกับเวลา
ในการทดสอบวันที่ 27 เมษายน 2555

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นรายชั่วโมง ในการทดสอบวันที่ 28 เมษายน 2555

วัน-เวลาที่ทดสอบ	28 เม.ย 55								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
รายการทดสอบ	โปร่ง								
ลักษณะท้องฟ้า	โปร่ง								
ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ย (W/m^2)	468.21	527.70	678.32	799.43	848.18	920.54	807.95	568.26	505.11
อุณหภูมิน้ำในถังเริ่มต้น ($^{\circ}C$)	31.2	33.2	36.7	40.8	45.1	50.2	55.8	59.3	61.5
อุณหภูมิน้ำในถังสูงสุด ($^{\circ}C$)	-	36.2	39.2	43.8	48.9	52.5	58.5	61.7	64.3
อุณหภูมิน้ำเข้าแผงสูงสุด ($^{\circ}C$)	31.2	35.1	38.3	43.3	46.9	53.5	58.1	60.5	62.4
อุณหภูมิน้ำออกจากแผงสูงสุด ($^{\circ}C$)	-	39.0	43.5	48.5	53.0	58.7	61.8	63.5	67.0
อุณหภูมิอากาศโดยรอบเฉลี่ย ($^{\circ}C$)	32.9	33.5	34.5	35.6	36.2	38.5	39.0	36.8	36.5
พลังงานที่น้ำร้อนได้รับ (MJ)	-	2.45	2.63	3.20	3.04	3.70	2.60	1.69	1.79
พลังงานแสงอาทิตย์ (MJ)	-	3.80	4.88	5.76	6.11	6.63	5.82	4.09	3.64
ประสิทธิภาพของระบบ (%)	-	64.36	53.92	55.56	49.80	55.81	44.73	41.38	49.14



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์เทียบกับเวลา
ในการทดสอบวันที่ 28 เมษายน 2555



รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำในถังเทียบกับเวลา
ในการทดสอบวันที่ 28 เมษายน 2555

การหาอุณหภูมิน้ำร้อนและปริมาณความร้อนในถังเก็บน้ำร้อน

ประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนจะต้องอาศัยสมการถดถอยเชิงเส้นจากผลการทดสอบ จากสมการ $\eta = -\frac{9.5996(t_i - t_a)}{I} + 0.5716$ และต้องใช้ข้อมูลอื่นๆ อีก เช่น ปริมาณน้ำในถังเก็บ อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นในถังเก็บ อุณหภูมิน้ำที่ต้องการ ขนาดของแผงรับแสงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตลอดทั้งปี ความเข้มแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี เพื่อทำการหาอุณหภูมิน้ำร้อนและปริมาณความร้อนในถังเก็บน้ำร้อน รวมทั้งปริมาณการใช้ heater ในรอบ 1 ปี (ข้อมูลอย่างละเอียดอยู่ในภาคผนวก)

ตารางที่ 4.11 การหาอุณหภูมิน้ำร้อนและปริมาณความร้อนในถังเก็บน้ำร้อน รวมทั้งปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ (กรณีที่ไม่ได้อุณหภูมิตามเงื่อนไขจะมีการใช้ชุดเสริมมาเสริม)

รายละเอียด	พื้นที่รับแสงขนาด 2 ตารางเมตร		
	อุณหภูมิ 50°C	อุณหภูมิ 55°C	อุณหภูมิ 60°C
อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น (°C)	30.0		
อุณหภูมิน้ำร้อนสูงสุด (°C)	62.8		
อุณหภูมิน้ำร้อนต่ำสุด (°C)	33.6		
อุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ย (°C)	51.3		
ปริมาณความร้อนที่ต้องการต่อปี (MJ/year)	4,577.10	5,721.38	6,865.65
ปริมาณความร้อนที่ได้จากแผงต่อปี (MJ/year)	4,617.72		
ผลต่างปริมาณความร้อน (MJ/year)	-40.62	1,103.66	2,247.93
พลังงานที่ได้จากแผงรับแสง (kWh/year)	1,282.70		
ปริมาณความร้อนของ Heater สูงสุดต่อวัน (MJ/day)	10.28	13.41	16.55
จำนวนวันที่ Heater ทำงาน (day)	120	258	335
ขนาดของ Heater (kW)	1.43	1.86	2.30
ปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ Heater ใน 1 ปี (kWh)	92.83	263.79	526.93

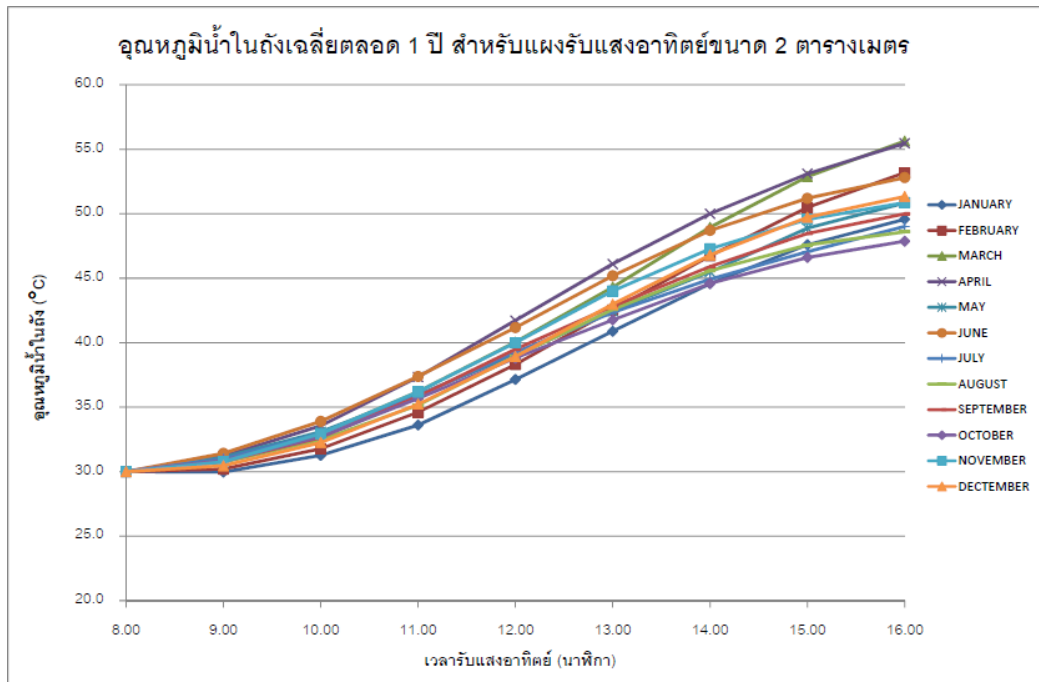
ตารางที่ 4.12 การหาอุณหภูมิน้ำร้อนและปริมาณความร้อนในถังเก็บน้ำร้อน รวมทั้งปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ (กรณีที่ไม่ได้อุณหภูมิตามเงื่อนไขจะมีการใช้ชุดเสริมมาเสริม)

รายละเอียด	พื้นที่รับแสงอาทิตย์ 4 ตารางเมตร		
	อุณหภูมิ 50°C	อุณหภูมิ 55°C	อุณหภูมิ 60°C
อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น (°C)	30.0		
อุณหภูมิน้ำร้อนสูงสุด (°C)	78.9		
อุณหภูมิน้ำร้อนต่ำสุด (°C)	35.3		
อุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ย (°C)	62.0		
ปริมาณความร้อนที่ต้องการต่อปี (MJ/year)	4,577.10	5,721.38	6,865.65
ปริมาณความร้อนที่ได้จากแผงต่อปี (MJ/year)	6,935.98		
ผลต่างปริมาณความร้อน (MJ/year)	-2,358.88	-1,214.61	-70.33
พลังงานที่ได้จากแผงรับแสง (kWh/year)	1,926.66		
ปริมาณความร้อนของ Heater สูงสุดต่อวัน (MJ/day)	9.23	12.37	15.50
จำนวนวันที่ Heater ทำงาน (day)	33	68	112
ขนาดของ Heater (kW)	1.28	1.72	2.15
ปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ Heater ใน 1 ปี (kWh)	31.25	71.06	147.76

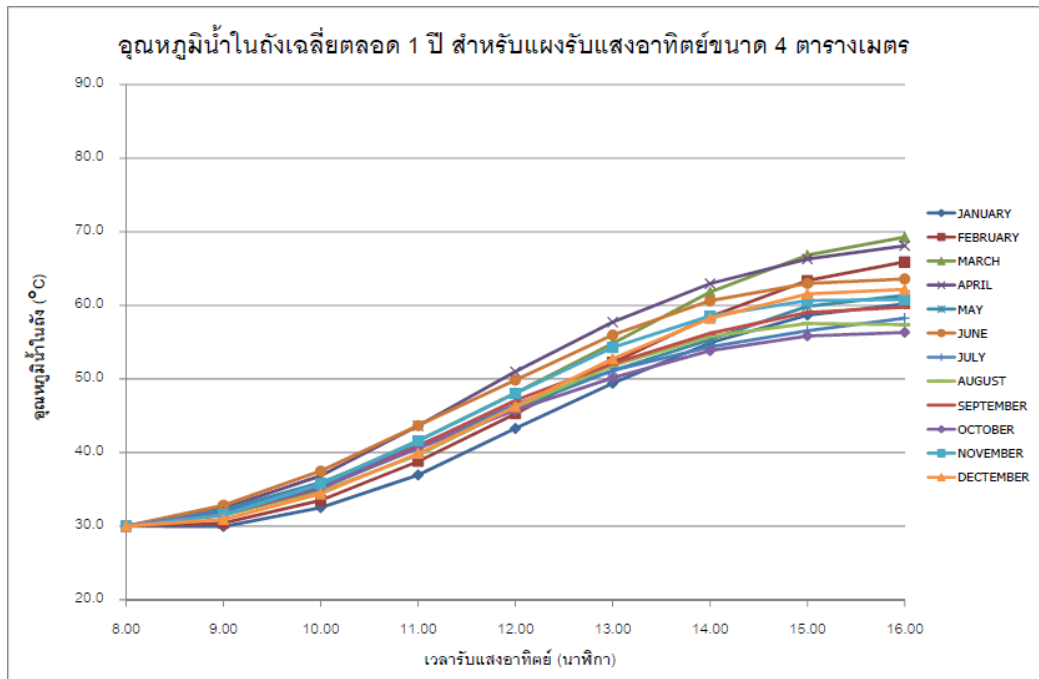
ผลจากการทำนายอุณหภูมิน้ำและปริมาณความร้อนในถังเก็บ ดังตารางที่ 4.11 และ 4.12 (ข้อมูลอย่างละเอียดอยู่ในภาคผนวก) พบว่าการเปลี่ยนขนาดพื้นที่รับแสงอาทิตย์จาก 2 ตารางเมตร เป็น 4 ตารางเมตร มีผลทำให้อุณหภูมิของน้ำร้อนที่แผงรับแสงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากพื้นที่ใหญ่ขึ้น ทำให้แผงรับแสงอาทิตย์สามารถเก็บรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้มากขึ้นจึงส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น และทำให้มีการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก heater ลดลงจากเดิมประมาณ 70% ดังรูปที่ 4.23-4.28

สำหรับแผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 2 ตารางเมตร พบว่าในเดือนเมษายนสามารถผลิตน้ำร้อนได้อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 55.6°C และอุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนตุลาคมเท่ากับ

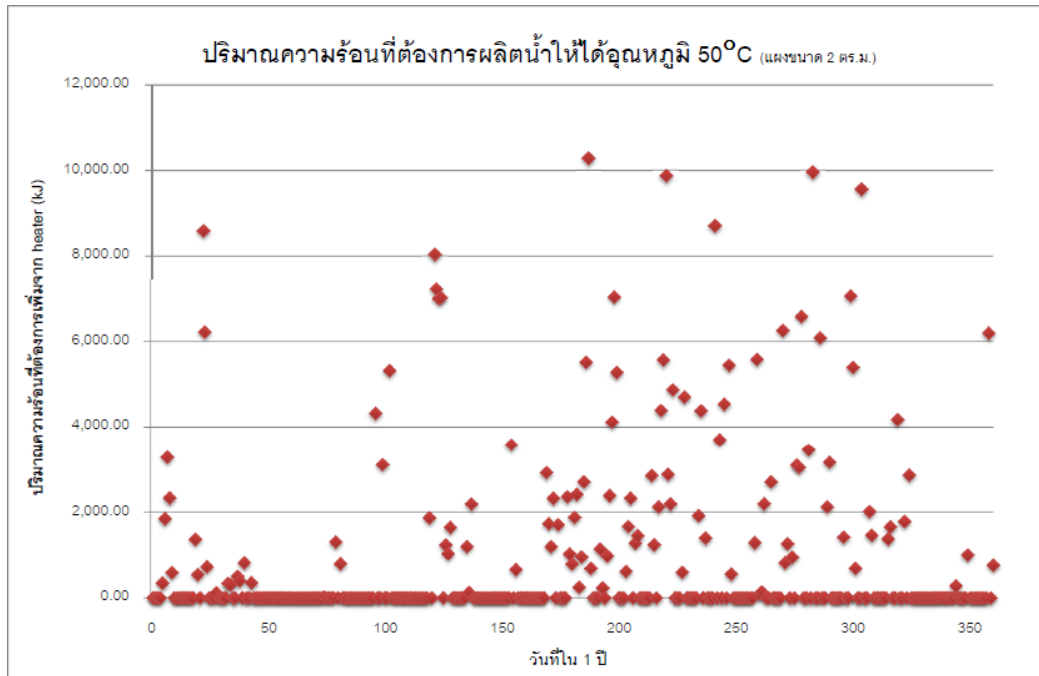
47.9°C โดยได้รับพลังงานความร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์ถึง 4,617.72 MJ/year ส่วนพบว่าแผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 4 ตารางเมตร สามารถผลิตน้ำร้อนได้อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 69.3°C และอุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 56.3°C ได้รับพลังงานความร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์ถึง 6,935.98 MJ/year



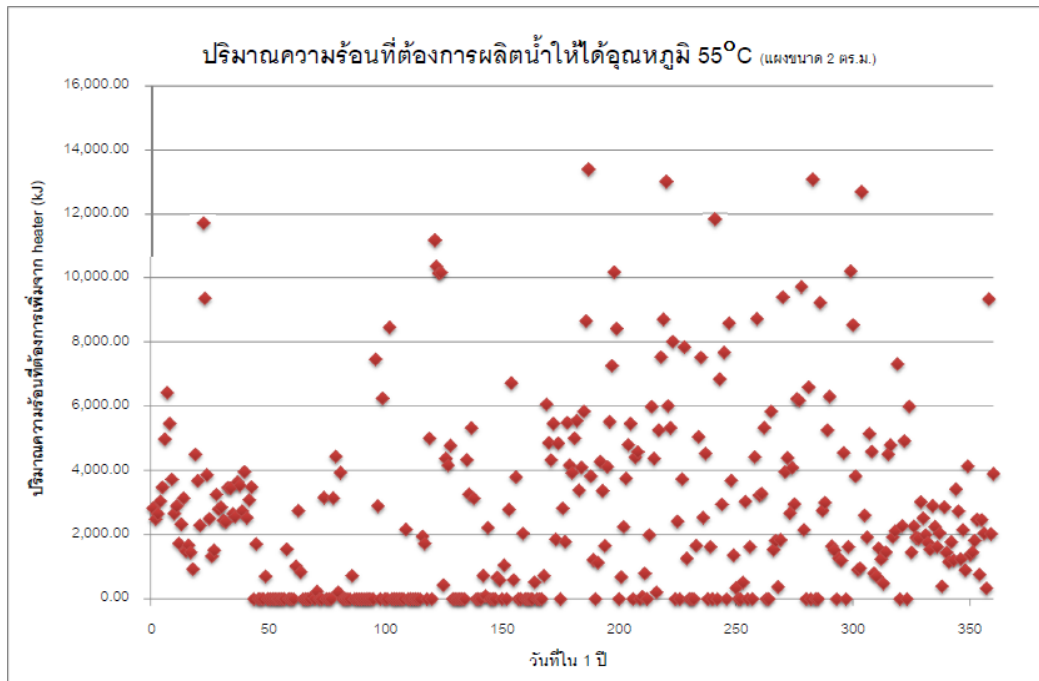
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงอุณหภูมิน้ำในถังเฉลี่ยตลอด 1 ปี สำหรับแผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 2 ตารางเมตร



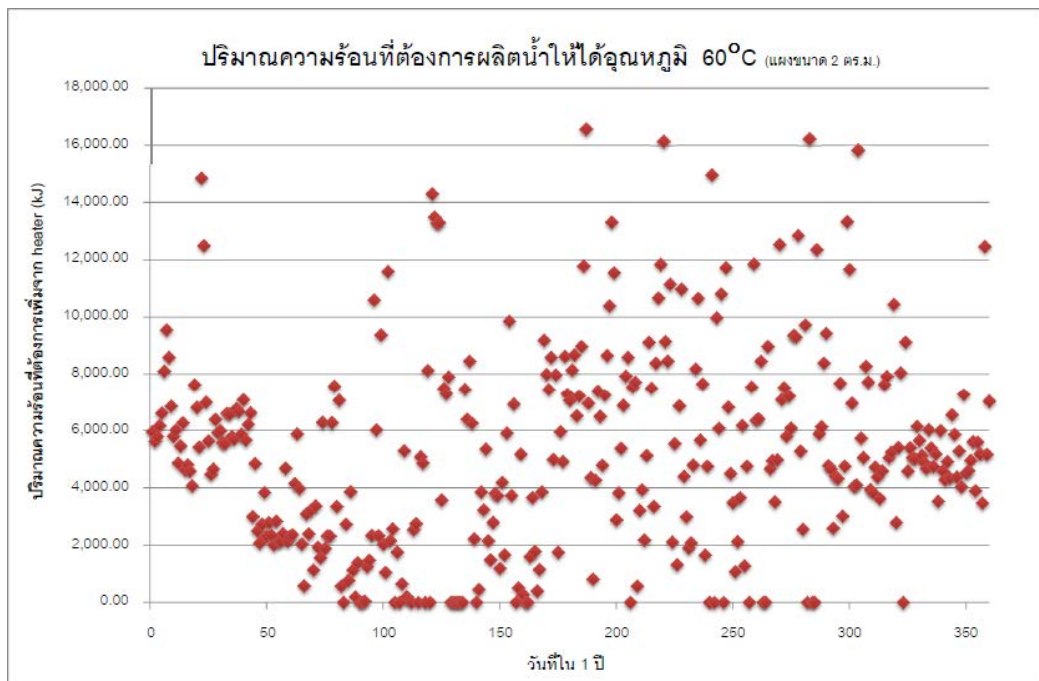
รูปที่ 4.22 กราฟแสดงอุณหภูมิน้ำในถังเฉลี่ยตลอด 1 ปี สำหรับแผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 4 ตารางเมตร



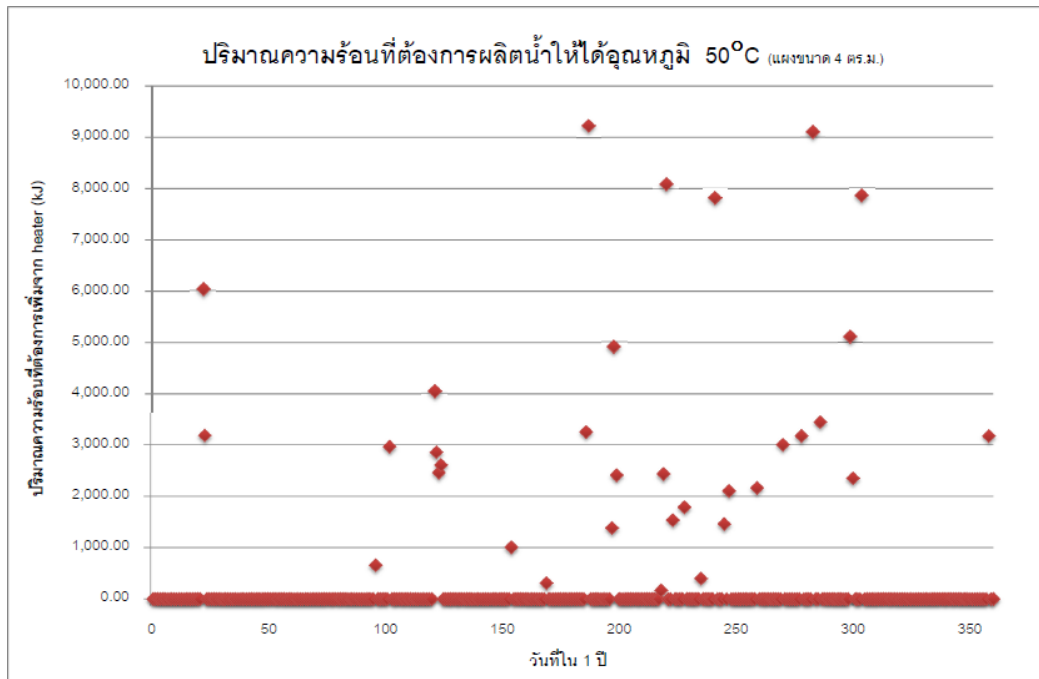
รูปที่ 4.23 กราฟแสดงจำนวนวันที่ต้องการความร้อนเพิ่มจาก Heater เพื่อผลิตน้ำให้ได้ อุณหภูมิ 50°C (โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 2 ตารางเมตร)



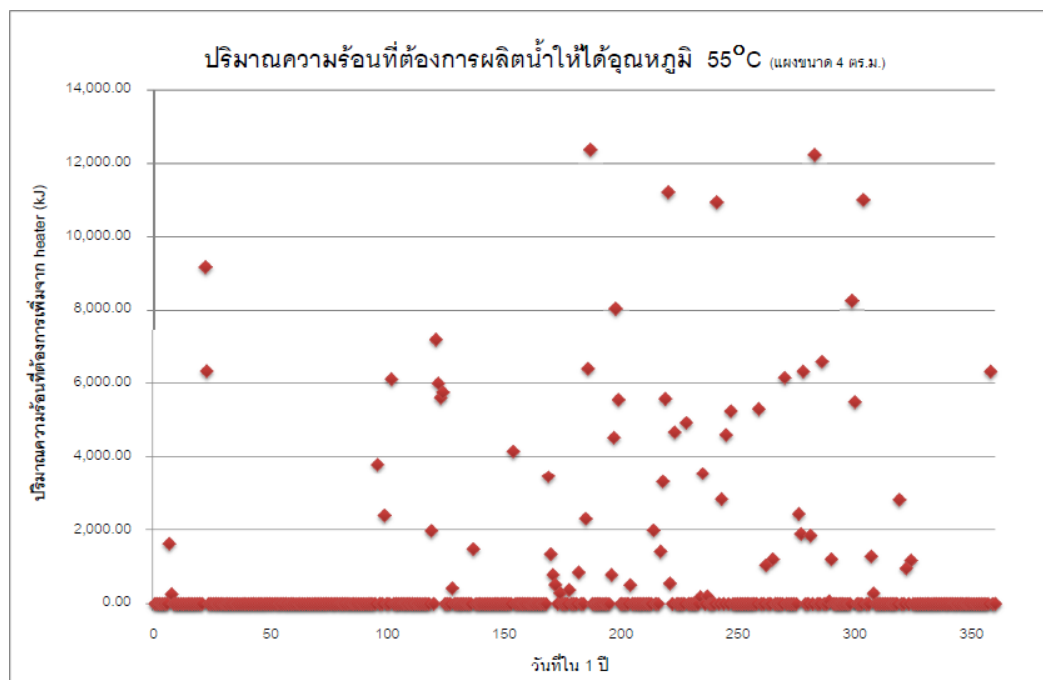
รูปที่ 4.24 กราฟแสดงจำนวนวันที่ต้องการความร้อนเพิ่มจาก Heater เพื่อผลิตน้ำให้ได้ อุณหภูมิ 55°C (โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 2 ตารางเมตร)



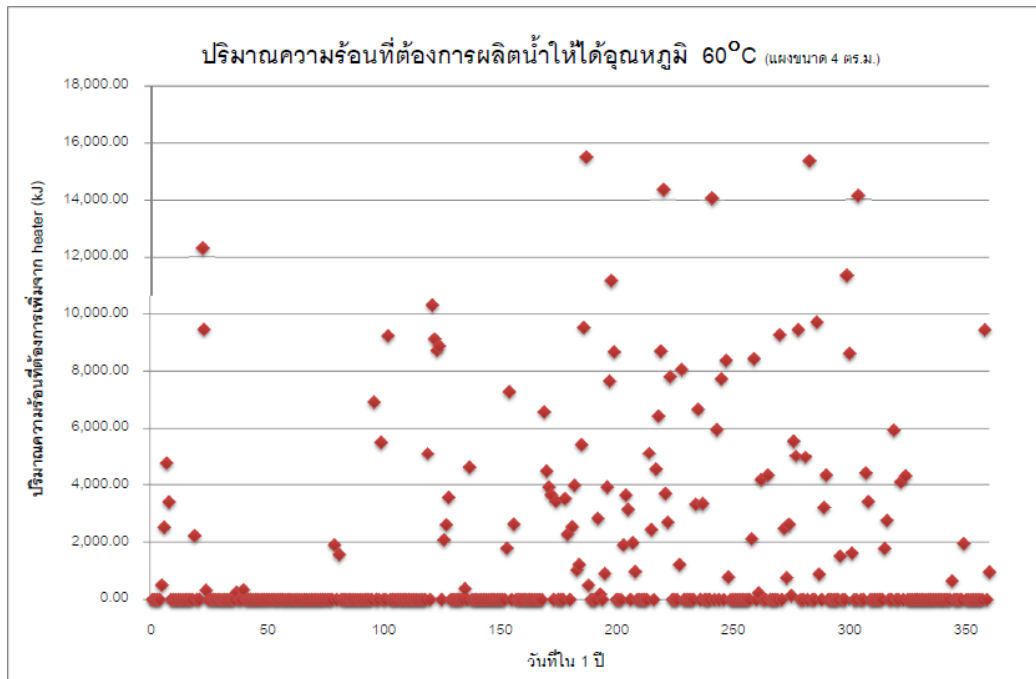
รูปที่ 4.25 กราฟแสดงจำนวนวันที่ต้องการความร้อนเพิ่มจาก Heater เพื่อผลิตน้ำให้ได้ อุณหภูมิ 60°C (โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 2 ตารางเมตร)



รูปที่ 4.26 กราฟแสดงจำนวนวันที่ต้องการความร้อนเพิ่มจาก Heater เพื่อผลิตน้ำให้ได้ อุณหภูมิ 50°C (โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 4 ตารางเมตร)



รูปที่ 4.27 กราฟแสดงจำนวนวันที่ต้องการความร้อนเพิ่มจาก Heater เพื่อผลิตน้ำให้ได้ อุณหภูมิ 55°C (โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 4 ตารางเมตร)



รูปที่ 4.28 กราฟแสดงจำนวนวันที่ต้องการความร้อนเพิ่มจาก Heater เพื่อผลิตน้ำให้ได้ อุณหภูมิ 60°C (โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 4 ตารางเมตร)

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ จะใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเป็น 30 °C และอุณหภูมิน้ำร้อนที่ต้องการในถังเก็บน้ำร้อนเป็น 50°C, 55 °C และ 60 °C ตามลำดับ โดยเงินลงทุนสำหรับระบบทำน้ำป้อนความร้อนประมาณ 25,000-30,000 บาท ส่วนระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบขนาดพื้นที่รับแสง 2 ตารางเมตร ร่วมกับถังเก็บน้ำร้อนขนาด 150 ลิตร ราคาประมาณ 35,000-40,000 บาท (ราคาสำหรับนำมาคิดระยะเวลาคืนทุนเป็นราคา FOB กรณีเป็นราคาซื้อขายตามท้องตลาดจะมีการบวกกำไรของแต่ละบริษัทขึ้นอยู่กับทางบริษัทนั้นๆ โดยส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 30-50%)

การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนตามมูลค่าปัจจุบันของระบบทำน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C โดยอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเป็น 30 °C ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งาน 15 ปี และจะใช้อัตราดอกเบี้ย 4% ต่อปี โดยอาศัยข้อมูลจากตารางที่ 4.13 ทำให้ผลการวิเคราะห์เป็นดังต่อไปนี้

- ที่อุณหภูมิ 50°C
 - ระบบทำน้ำร้อนแบบป้อนความร้อนยี่ห้อ Deron มีระยะเวลาคืนทุน 11.20 ปี, อัตราการตอบแทนเท่ากับ 7.40%, มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 6,788.78 บาท

- ระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise มีระยะเวลาคืนทุน 9.87 ปี, อัตราการตอบแทนเท่ากับ 9.01%, มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 9,496.58 บาท
- ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มีระยะเวลาคืนทุน 12.86 ปี, อัตราการตอบแทนเท่ากับ 5.71%, มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 4,312.06 บาท
- ที่อุณหภูมิ 55°C
 - ระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron มีระยะเวลาคืนทุน 8.79 ปี, อัตราการตอบแทนเท่ากับ 10.75%, มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 14,177.61 บาท
 - ระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise มีระยะเวลาคืนทุน 8.45 ปี, อัตราการตอบแทนเท่ากับ 11.21%, มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 14,110.26 บาท
 - ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มีระยะเวลาคืนทุน 11.07 ปี อัตราการตอบแทนเท่ากับ 7.55%, มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 9,211.60 บาท
- ที่อุณหภูมิ 60°C
 - ระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron มีระยะเวลาคืนทุน 8.71 ปี, อัตราการตอบแทนเท่ากับ 10.9%, มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 14,480.15 บาท
 - ระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise มีระยะเวลาคืนทุน 8.30 ปี, อัตราการตอบแทนเท่ากับ 11.5%, มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 14,671.63 บาท
 - ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มีระยะเวลาคืนทุน 10.53 ปี, อัตราการตอบแทนเท่ากับ 8.2%, มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 11,036.80 บาท

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท)

ประเภทผลิตภัณฑ์		ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron			ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise			แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 2 ตร.ม.		
		50 °C	55 °C	60 °C	50 °C	55 °C	60 °C	50 °C	55 °C	60 °C
รายละเอียด		อุณหภูมิของน้ำที่ต้องการ								
เงินลงทุน (บาท)		27,000.00			25,000.00			35,000.00		
ปริมาณพลังงานความร้อนสำหรับผลิตน้ำ ร้อนให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการตลอดทั้งปี โดยสามารถทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า (หน่วยต่อปี)	50 °C	1,271.42								
	55 °C	1,589.27								
	60 °C	1,907.13								
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจริง (หน่วยต่อปี)		258.42	354.75	663.54	237.20	416.73	717.76	92.83	263.79	526.93
ผลประหยัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบระบบ ไฟฟ้า (หน่วยต่อปี)		1,013.00	1,234.52	1,243.59	1,034.22	1,172.54	1,189.37	1,178.59	1,325.48	1,380.20
ลดก๊าซ CO ₂ (กิโลกรัมต่อปี)		633.13	771.58	777.24	646.39	732.84	743.36	736.62	828.43	862.63
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (บาทต่อปี)		3,039.00	3,703.56	3,730.77	3,102.66	3,517.62	3,568.11	3,535.77	3,976.44	4,140.60

จากการวิเคราะห์พบว่าระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าระบบอื่น แต่มีระยะเวลาคืนทุนตามมูลค่าปัจจุบันน้อยกว่าระบบอื่น เมื่อเทียบกับระบบไฟฟ้า รวมทั้งอัตราการตอบแทนก็ต่ำกว่า สาเหตุเนื่องจากระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์นี้มีการลงทุนที่สูงกว่า

จะมีการเปรียบเทียบเพิ่มเติม โดยเปลี่ยนแปลงราคาของผลิตภัณฑ์จะมีการบวกกำไรที่ 30 เปอร์เซ็นต์ (ราคานี้จะยังไม่ได้รวมค่าติดตั้งและค่าซ่อมบำรุง) และเนื่องจากในปัจจุบันราคาค่าไฟฟ้าสูงขึ้นอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจะทำการเปรียบเทียบโดยใช้ราคาค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.00 บาท 3.50 บาท 4.00 บาท 4.50 บาท และ 5.00 บาท เพื่อนำมาวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน โดยอ้างอิงข้อมูลการประหยัดปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากตารางที่ 4.13 รวมทั้งอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 4% และผลิตภัณฑ์มีอายุการใช้งาน 15 ปี

ตารางที่ 4.14 ระยะเวลาคืนทุนตามมูลค่าปัจจุบัน ณ ราคาไฟฟ้าต่างๆ

ประเภทผลิตภัณฑ์		ปีมีความร้อน ยี่ห้อ Deron	ปีมีความร้อน ยี่ห้อ Commonpraise	แผนรับพลังงาน แสงอาทิตย์ ขนาด 2 ตร.ม.
เงินลงทุน (บาท)		38,571.43	35,714.29	50,000.00
ราคาไฟฟ้า 3.00 บาท	อัตราผลตอบแทน (%)	5.1	5.5	2.8
	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	13.61	13.04	16.82
ราคาไฟฟ้า 3.50 บาท	อัตราผลตอบแทน (%)	7.4	8.0	5.0
	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	11.16	10.72	13.63
ราคาไฟฟ้า 4.00 บาท	อัตราผลตอบแทน (%)	9.7	10.2	7.1
	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	9.47	9.10	11.47
ราคาไฟฟ้า 4.50 บาท	อัตราผลตอบแทน (%)	11.78	12.39	9.02
	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	8.22	7.92	9.91
ราคาไฟฟ้า 5.00 บาท	อัตราผลตอบแทน (%)	13.8	14.5	10.9
	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	7.27	7.00	8.73
ราคาไฟฟ้า 5.50 บาท	อัตราผลตอบแทน (%)	15.8	16.5	12.7
	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	6.52	6.29	7.80

จากการนำผลการคำนวณอัตราผลตอบแทน และระยะเวลาคืนทุนมาวิเคราะห์ พบว่า อัตราผลตอบแทน และระยะคืนทุนของผลิตภัณฑ์นั้นขึ้นอยู่กับราคาของผลิตภัณฑ์และราคาไฟฟ้า ซึ่งถ้าราคาผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราผลตอบแทนลดลง ในขณะที่ราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จะทำให้อัตราผลตอบแทนเพิ่มขึ้นและระยะเวลาในการคืนทุนตามมูลค่าปัจจุบันของผลิตภัณฑ์

สั้นลง เมื่อทำการเปรียบเทียบโดยการเปลี่ยนราคาไฟฟ้าให้เพิ่มสูงขึ้นไปเรื่อยๆ ระยะเวลาคืนทุนของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มีระยะเวลาคืนทุนใกล้เคียงกับระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนมากขึ้นเรื่อยๆ แต่ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถคืนทุนได้เร็วกว่าระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน แม้ราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้นถึงหน่วยละ 10 บาท สำหรับการเลือกลงทุนของระบบทำน้ำร้อนทั้งสองระบบ ควรลงทุนเมื่อราคาไฟฟ้าไม่ต่ำกว่าหน่วยละ 3.00 บาท

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน และแบบใช้แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงความแตกต่างของการทำงานของทั้งสองระบบ ข้อดีข้อเสียของแต่ละระบบ ซึ่งการทำงานวิจัยนี้จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการประกอบการตัดสินใจในการเลือกซื้อสินค้า และเป็นแนวทางในการศึกษาสำหรับภาคการท่องเที่ยว และอุตสาหกรรม โดยในบทนี้จะสรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะดังนี้

สรุปผลการศึกษา

พลังงานความร้อนที่มาจากแสงอาทิตย์อาจนำมาใช้ได้ทั้งประโยชน์ได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม อย่างเช่นในงานทดลองครั้งนี้ จากการศึกษาพบการทำงานของระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนและระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มีหลักการทำงานที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนจะทำงานโดยอาศัยไฟฟ้าเป็นหลักก็จริง แต่การทำงานของระบบก็ยังต้องอาศัยพลังงานความร้อนจากอากาศโดยรอบ เนื่องจากภายในปั๊มความร้อนจะมี evaporator ทำหน้าที่ดูดพลังงานความร้อนแล้วไปถ่ายเทให้กับสารทำความเย็นที่อยู่ภายในระบบ ทำให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิสูงขึ้น ยิ่งอากาศร้อนมากเท่าไร สารทำความเย็นก็จะสูงมากขึ้น หลังจากนั้นสารทำความเย็นก็จะไปถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ แล้วเราก็ได้น้ำร้อนมาใช้ วัฏจักรของระบบจะเป็นอย่างนั้นเรื่อยไป ส่วนระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ จะอาศัยรังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์เป็นหลัก คือ แผงรับรังสีแสงอาทิตย์ ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อและครีป ซึ่งภายในท่อมืดของไหลอยู่ ซึ่งเป็นตัวแปลงและเก็บพลังงานความร้อนแล้วถ่ายเทความร้อน ให้กับน้ำ ให้กลายเป็นความร้อนและเกิดพลังงาน สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระบบทั้งสองระบบได้ต่อไปนี้

- ระบบปั๊มความร้อนลงทุนต่ำกว่าระบบแผงรับแสงอาทิตย์
- ระบบปั๊มความร้อนจะมีการใช้งานจากไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งมีค่าใช้จ่ายจากเชื้อเพลิง ไม่สามารถควบคุมได้ แต่แผงรับแสงอาทิตย์ได้พลังงานใช้พลังงานฟรีจากแสงแดด
- ระบบปั๊มความร้อนดูแลรักษาง่ายกว่า แผงรับแสงอาทิตย์ซึ่งดูแลค่อนข้างยากเนื่องจาก

ส่วนใหญ่อยู่บนหลังคา

- ระบบปั๊มความร้อนได้มียั่งยืนเป็นผลพลอยได้ขณะเครื่องทำงาน
- ระบบปั๊มความร้อนติดตั้งด้วยตนเองได้ แต่ระบบแผงรับแสงอาทิตย์ต้องให้ผู้เชี่ยวชาญติดตั้ง
- ระบบแผงรับแสงอาทิตย์เป็นพลังงานสะอาด ช่วยก๊าซ CO₂ และลดภาวะโลกร้อน ส่วนระบบปั๊มความร้อนเป็นพลังงานที่มาจากไฟฟ้าจึงไม่ได้จัดว่าเป็นพลังงานสะอาด แต่ระบบปั๊มความร้อนก็สามารถช่วยลดก๊าซ CO₂ และลดภาวะโลกร้อน ได้เช่นเดียวกับแผงรับแสงอาทิตย์ เมื่อเทียบกับระบบไฟฟ้าแบบเก่าๆ

จากผลการวิจัยหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนระหว่างวันที่ 10-13 เมษายน พบว่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเริ่มต้นในถัง, อุณหภูมิน้ำร้อนสุดท้ายในถังเก็บ, กำลังไฟฟ้าของปั๊มความร้อน และเวลาที่ใช้ในการผลิตน้ำร้อน พบว่าปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะอยู่ในช่วง 4.2-5.1 อุณหภูมิน้ำร้อนสูงสุดที่ 55.7°C และปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะอยู่ในช่วง 4.9 -5.5 อุณหภูมิน้ำร้อนสูงสุดที่ 53.7°C ส่วนระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทำการทดสอบระหว่างวันที่ 24-28 เมษายน 2555 ช่วงเวลาที่มีการทดสอบท้องฟ้าโปร่งใสตลอดทั้งวัน ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ 682.3 W/m² โดยมีประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนอยู่ในช่วง 43.8-52.6% ซึ่งน้ำร้อนมีพลังงานสะสมอยู่ในช่วง 16-21 MJ/day และสามารถทำน้ำร้อนได้สูงสุด 64.0°C ส่วนประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ จะอาศัยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear regression analysis) พบว่าประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 57.16% ที่อุณหภูมิอากาศโดยรอบเฉลี่ย 36.3-37.3°C โดยความเข้มแสงอาทิตย์อยู่ระหว่าง 790.82-847.16 W/ m²

สมการถดถอยเชิงเส้นของระบบปั๊มความร้อนที่ได้จากการทดสอบ จะนำค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะมาอ้างอิงที่อุณหภูมิต่างๆ เพื่อคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50°C, 55°C, 60°C ใน 1 ปี กรณีที่ระบบปั๊มความร้อนไม่สามารถผลิตน้ำได้ตามอุณหภูมิที่ต้องการ จะมีการใช้ชุดเสริมความร้อนขนาด 3 กิโลวัตต์เป็นตัวร่วม ส่วนสมการถดถอยเชิงเส้นของแผงรับแสงอาทิตย์ที่ได้จากการทดสอบ จะนำมาใช้ในการทำนายอุณหภูมิในถังเก็บปริมาณความร้อนในถังเก็บน้ำภายใน รวมทั้งนำมาคำนวณการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากชุดเสริมความร้อนในรอบ 1 ปี ในการผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50°C, 55°C, 60°C

ตารางที่ 5.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆในการผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50°C, 55°C, 60°C

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำน้ำร้อนใน 1 ปี (หน่วยต่อปี)				
	อุณหภูมิ 50°C	อุณหภูมิ 53.7°C	อุณหภูมิ 55°C	อุณหภูมิ 55.7°C	อุณหภูมิ 60°C
ปั๊มความร้อน Deron	258.42 (heat pump)	-	354.75 (heat pump)	383.82 (heat pump)	383.82 (heat pump) + 279.71 (heater)
ปั๊มความร้อน Commonpraise	237.20 (heat pump)	304.55 (heat pump)	304.55 (heat pump) + 112.18 (heater)	-	304.55 (heat pump) + 413.12 (heater)
แผงรับ แสงอาทิตย์	92.83		263.79		526.93

ผลการวิเคราะห์ทางการเงินสำหรับการผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60°C โดยอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 30°C ภายใต้เงื่อนไข ผลิตภัณฑ์มีอายุ 15 ปี อัตราดอกเบี้ย 4% ต่อปี ราคาไฟฟ้าหน่วยละ 3.00 บาท โดยทำการเปรียบเทียบที่ราคาต้นทุนผลิตภัณฑ์กับราคาที่มีการบวกกำไร 30% พบว่าอัตราผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุนขึ้นอยู่กับ ราคาผลิตภัณฑ์และราคาไฟฟ้า ซึ่งถ้าราคาไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น มีผลทำให้ระยะเวลาคืนทุนสั้นลง ขณะที่ราคาผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น มีผลทำให้อัตราผลตอบแทนลดลง การเลือกลงทุนของระบบทำน้ำร้อนทั้งสองระบบ สามารถลงทุนได้เมื่อราคาไฟฟ้าไม่ต่ำกว่าหน่วยละ 3.00 บาท

ตารางที่ 5.2 อัตราการตอบแทน และระยะเวลาคืนทุนของผลิตภัณฑ์ ที่ราคาต้นทุน และราคาซื้อขายตามท้องตลาด

ประเภทผลิตภัณฑ์	ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron		ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise		แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 2 ตร.ม.	
	เงินทุน	27,000.00	38,571.43	25,000.00	35,714.29	35,000.00
อัตราการตอบแทน (%)	10.9	5.1	11.5	5.5	8.2	2.8
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	8.71	13.61	8.30	13.04	10.53	16.82

ด้านสิ่งแวดล้อมระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนจะช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึงปีละ 600-700 กิโลกรัม ส่วนระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จะลดปริมาณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึงปีละ 700-800 กิโลกรัม

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบทำน้ำร้อนแบบการใช้ปั๊มความร้อนและใช้แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ จากการทดสอบพบว่าระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนสามารถผลิตน้ำร้อนได้ อุณหภูมิมากกว่า 50°C และระบบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงทดสอบสามารถผลิตน้ำร้อนได้ อุณหภูมิที่มากกว่า 50°C และในบางวันก็สามารถทำได้สูงมากกว่า 60°C อีกด้วย เนื่องจากในช่วงที่ทำการทดสอบเป็นฤดูร้อน แต่ก็ต้องคำนึงว่าใน 1 ปี ก็ยังมีฤดูหนาว และฤดูฝนซึ่งอาจจะไม่สามารถผลิตน้ำร้อนได้ อุณหภูมิตามที่ต้องการ ผลวิจัยพบว่าระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนมีการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าสูงกว่าระบบทำน้ำร้อนแบบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์นั้น แต่ก็มีข้อขัดแย้งในด้านการลงทุน เนื่องจากระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน จึงส่งผลให้ระยะเวลาคืนทุนของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์นั้น ยาวนานกว่าระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน ซึ่งผลการวิจัยนี้ได้ไปสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dr.Riaan Rankin & Dr.Martin van Eldik ที่ประเทศแอฟริกาใต้ แต่สำหรับประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุน หรือขัดแย้งผลของการวิจัย

ข้อเสนอแนะ

สำหรับการทดสอบหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน ควรทำการทดสอบที่อุณหภูมิอากาศโดยรอบอื่นๆ เพื่อนำข้อมูลมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะกับอุณหภูมิอากาศโดยรอบ ควรมีการทดสอบประสิทธิภาพของถัง ควรเก็บข้อมูลให้มากขึ้น ทำการเก็บทั้งฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน เพื่อนำผลมาใช้ในการทำนายสัมประสิทธิ์สมรรถนะได้ละเอียดมากขึ้น ส่วนการทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบควรเก็บข้อมูลและทดสอบที่อัตราการไหลต่างๆ และควรติดตั้ง Timer เพื่อใช้เป็นตัวควบคุมการตัดต่อของปั๊มน้ำ

ระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน มีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายกว่า ดูแลรักษาง่ายกว่า และลงทุนในครั้งแรกสำหรับการซื้ออุปกรณ์น้อยกว่าระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ แต่ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ลดการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้า และช่วยลดก๊าซ CO₂ ซึ่งมีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ดังนั้นการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ประเภทใด จะขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ซื้อว่าจะพิจารณาด้านใดเป็นหลัก

รายการอ้างอิง

- ทะกะชิ ยะทะเบะ. Heat Pump เทคโนโลยีเพื่อการประหยัดพลังงานและลดภาวะโลกร้อน. แปล
โดย อรรถนพ เรืองวิเศษ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-
ญี่ปุ่น), 2551.
- จักรพันธ์ พิรักษา และซังเซ็ง เลียงจินดาถาวร. การศึกษาสมรรถนะเครื่องทำน้ำร้อนพลังงาน
แสงอาทิตย์ชนิดแผ่นราบ หมุนเวียนน้ำตามธรรมชาติ. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัย
อุบลราชธานี 2, 8 (พฤษภาคม-สิงหาคม 2549) : 9-18.
- คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, สำนักงาน. เครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์.
วารสารนโยบายพลังงาน. 44 (เมษายน-มิถุนายน 2542). : 55-60
- John Adams. Heat pump / Solar water heater comparison. Sustainable Energy Africa
Publication. 4 (July 2008): 1-4.
- จอมภพ แวดศักดิ์. การศึกษาสมรรถนะเชิงความร้อนของตัวรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบที่ติดบน
หลังคา. ใน รายงานการประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย.
หน้า 88-97. ครั้งที่ 17 : 15-17 ตุลาคม 2546
- เบญจมาศ ปุยอ็อก และ วิทยา ยงเจริญ. การหาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงาน
แสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่ง
ประเทศไทย ครั้งที่ 3 : 23-25 พฤษภาคม 2550.
- เผชิญ จันทร์สา, บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย และจ่านง สรพิพัฒน์. ศักยภาพเครื่องทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์
ในประเทศไทย. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2 : 27-
29 กรกฎาคม 2549.
- รุ่งทิวี ผดากาล และสรุชัย รดาदार. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อน.
วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ฉบับที่ 70 ปีที่ 22 พฤศจิกายน 2552-มกราคม
2553 : หน้า 96-109.
- กรมพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. แผนที่ศักยภาพพลังงาน
แสงอาทิตย์ของประเทศไทย. [ออนไลน์]. 2542.
แหล่งที่มา: <http://www2.dede.go.th/renew/sola/mapmenu.html> [มกราคม 2555].

- กรมพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. เครื่องมือในการประเมินโครงการ. [ออนไลน์]. 2550. แหล่งที่มา: <http://www2.dede.go.th/webpage/tools.htm> [พฤษภาคม 2555].
- กรมพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. กรณีศึกษา 017 การใช้ปั๊มความร้อน Heat Pump. 2550 [ออนไลน์]. 2546.
แหล่งที่มา: <http://www2.dede.go.th/bhrd/old/casestudy2.html> [มกราคม 2555]
- บริษัท กรุนด์ฟอส (ประเทศไทย) จำกัด. การหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ. [ออนไลน์]. 2550.
แหล่งที่มา: http://cbs.grundfos.com/thailand/lexica/AC_COP.html#-. [กันยายน 2554].
- บริษัท วอเตอร์ ซีสเต็ม แอนด์ เซอร์วิส จำกัด. เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์. [ออนไลน์]. 2552. แหล่งที่มา: <http://www.solar-freeenergy.com/introduction.htm>. [กันยายน 2554].
- บริษัท สตีเบล เอลทรอน เอเชีย จำกัด. วัฏจักรการทำงานของปั๊มความร้อน. [ออนไลน์]. 2551.
แหล่งที่มา: <http://www.stiebeltronasia.com>. [กรกฎาคม 2554].
- บริษัท เอเซ็ทพลัส (ประเทศไทย) จำกัด. ระบบปั๊มความร้อนและระบบพลังงานแสงอาทิตย์. [ออนไลน์]. 2550. แหล่งที่มา: <http://www.aserplus.com>. [กรกฎาคม 2554].
- มูลนิธิสถาบันประสิทธิภาพพลังงาน (ประเทศไทย). ระบบปั๊มความร้อน. [ออนไลน์]. 2549.
แหล่งที่มา: www.eeit.or.th. [กันยายน 2554].
- กรมอุตุนิยมวิทยา. ข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นแสงอาทิตย์. [ออนไลน์]. 2550.
แหล่งที่มา: <http://www.tmd.go.th/index.php/> [พฤษภาคม 2555].
- Green Manufacturer. Mechanical vapor recompression system heat pump(MVRs). [Online]. 2005. Available from
:: <http://www.greenmanufacturer.net/product/machinery-and-equipment/vapor-recompression-evaporator> [September 2011].
- Wikipedia. Absorption Heat Pump. [ออนไลน์]. 2552.
แหล่งที่มา: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Absorption_heat_pump.jpg [กันยายน 2554].

- Minfeng Industry. แผงรับแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ. [ออนไลน์]. 2554.
แหล่งที่มา: http://www.chinasolarwaterheaters.com/th/product_4180_2159eea26c91b3f1f7aff8202c8e1b0f.html [ธันวาคม 2554].
- Haining Fadi Solar Energy Co.,Ltd. Heat pipe. [Online]. 2009.
แหล่งที่มา: <http://www.fadienergy.com/ProductShow.asp?ID=708&BigClassname>
= [September 2011].
- สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. แผงรับรังสีดวงอาทิตย์แบบรวมแสง. [ออนไลน์]. 2550. แหล่งที่มา: http://www.eri.chula.ac.th/eri-web/resources/uploads/2011_11_07_15_53_49.pdf [กุมภาพันธ์ 2555]
- Sinocredo New Energy Co.,Ltd . Integrated heat pump system. [Online]. 2554.
Available from : <http://www.china.solarwaterheater.com//product215926c91f.html>
[ธันวาคม 2554].
- บริษัทไทย พีพี-อาร์ จำกัด. ข้อมูลเกี่ยวกับท่อน้ำร้อน. [ออนไลน์]. 2554.
แหล่งที่มา: http://www.thaippr.com/whatppr_th.html [เมษายน 2555].
- A Harris, M Kilfoil and E-A Uken. Options for residential water heating. Energy Technology Unit (ETU) Cape Peninsula University of Technology, 2008.
- Riaan Rankin and Martin van Eldik. An investigation into the energy saving and economic viability of heat pump water heaters applied in the residential and commercial sectors – a comparison with solar water heating. M-Tech Industrial (Pty) Ltd North-West University, 2008.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการคำนวณ

การคำนวณสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อน

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ

วันที่ทำการทดสอบ	10 เมษายน 2555
ยี่ห้อปั๊มความร้อน	Deron
ปริมาตรน้ำในถัง	150 ลิตร
อุณหภูมิน้ำในถังเริ่มต้น (T_i)	31.7 °C
อุณหภูมิน้ำในถังสูงสุด (T_f)	55.6 °C
กระแสไฟฟ้า	3.85 แอมป์
แรงดันไฟฟ้า	230 โวลต์
เวลาในการผลิตน้ำร้อน	60 นาที
ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ	4.18 kJ/kg·K
สมมุติ ค่า Power factor ($\cos\theta$)	0.85

$$\begin{aligned} \text{พลังงานความร้อนที่น้ำได้รับ (OUTPUT)} &= m \cdot C_p \cdot (T_f - T_i) \\ &= 150 \text{ L} \times 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times (55.6 - 31.7)^\circ\text{C} \\ &= 14,985.30 \text{ kJ} = 14.99 \text{ MJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้ระบบ (INPUT)} &= P_{\text{xt}} \times \text{Power Factor} = P_{\text{xt}} \times \cos \theta \\ &= \frac{6.19 \text{ A} \times 230 \text{ V} \times 0.85}{1,000} \times \frac{49 \text{ min}}{60 \text{ min}} \\ &= 0.99 \text{ kWh} \times \frac{3,600 \text{ kJ}}{1 \text{ kWh}} = 3,564.00 \text{ kJ} = 3.56 \text{ MJ} \end{aligned}$$

$$\text{สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)} = \frac{\text{พลังงานความร้อนที่น้ำได้รับ (OUTPUT)}}{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้ระบบ (INPUT)}}$$

$$\text{COP} = \frac{14.99 \text{ MJ}}{3.56 \text{ MJ}} = 4.21$$

การคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าในรอบ 1 ปี

ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron สามารถทำอุณหภูมิได้สูงสุด คือ 55.6°C ดังนั้น

$$\text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน 1 ปี} = \frac{6.19 \text{ A} \times 230 \text{ V} \times 0.85}{1,000} \times \frac{49 \text{ min}}{60 \frac{\text{min}}{\text{h}}} \times \frac{365 \text{ day}}{\text{year}} = 360.72 \text{ หน่วยต่อปี}$$

กรณีต้องการนำอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 60°C จึงมีการใช้ heater ขนาด 3 kWh มาช่วย

พลังงานความร้อนที่ใช้ในการผลิตน้ำร้อนให้ได้ 60°C ($Q_{t_f=60^{\circ}} = P \times t$)

$$= m \cdot C_p \cdot (T_f - T_i)$$

$$Q_{t_f=60^{\circ}} = 150 \text{ L} \times 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times (60 - 55.6)^{\circ}\text{C}$$

$$= \frac{2,758.8 \text{ kJ}}{3600 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}}} = 0.77 \frac{\text{kWh}}{\text{day}} \times \frac{365 \text{ day}}{\text{year}} = 281.05 \text{ หน่วยต่อปี}$$

ดังนั้นปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งปีที่มาจากปั๊มความร้อนและ heater เท่ากับ

$$360.72 + 281.05 = 641.77 \text{ หน่วยต่อปี}$$

หรือคิดเป็นค่าไฟฟ้า = $641.77 \text{ หน่วยต่อปี} \times 3 \text{ บาทต่อหน่วย}$

$$= 1,925.31 \text{ บาทต่อปี}$$

การคำนวณประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ

วันที่ทำการทดสอบ	25 เมษายน 2555	
ลักษณะท้องฟ้า	โปร่งใส	
ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ย	681.80	W/m ²
ปริมาตรน้ำในถัง	150	ลิตร
อุณหภูมิน้ำในถังเริ่มต้น (T _i)	31.0	°C
อุณหภูมิน้ำในถังสูงสุด (T _f)	61.6	°C
อุณหภูมิน้ำเข้าแผง (T _{fi})	31.0	°C
อุณหภูมิน้ำออกจากแผงสูงสุด (T _{fe})	63.6	°C
อุณหภูมิอากาศโดยรอบเฉลี่ย	37.0	°C
เวลาในการผลิตน้ำร้อน	8	ชั่วโมง
ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ	4.18	kJ/kg·K

$$\text{พลังงานความร้อนของน้ำร้อนในถัง (OUTPUT)} = m \cdot C_p \cdot (T_f - T_i)$$

$$= 150 \text{ L} \times 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times (62.1 - 31.0)^\circ\text{C}$$

$$= 19,186.20 \text{ kJ} = 19.19 \text{ MJ}$$

$$\text{พลังงานความร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์ (INPUT)} = I_{\text{ave}} \cdot A \cdot h$$

$$= 681.80 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 2 \text{ m}^2 \times 8 \text{ h} \times \frac{3,600 \text{ kJ}}{1,000 \text{ W}}$$

$$= 39,271.68 \text{ kJ} = 39.27 \text{ MJ}$$

$$\text{ประสิทธิภาพ } (\eta) = \frac{\text{พลังงานความร้อนของน้ำร้อนในถัง (OUTPUT)}}{\text{พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ (INPUT)}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{19.19 \text{ MJ}}{39.27 \text{ MJ}} \times 100\% = 48.87\%$$

หมายเหตุ : การคำนวณหาประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ใช้การคำนวณลักษณะเดียวกันกับ
ของระบบ

การคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าในรอบ 1 ปี

ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จาก heater (เพิ่มเติม)
สำหรับการผลิตน้ำร้อนให้ได้อุณหภูมิ 50°C สามารถหาได้จาก

$$Q_{\text{heater}} = Q_{\text{demand per day for hot water}} - Q_{\text{receive from solar collector per day}}$$

ตัวอย่าง

1 มกราคม : ปริมาณน้ำในถัง 150 ลิตร
อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 °C
อุณหภูมิน้ำที่ต้องการ 50 °C
อุณหภูมิน้ำในถังที่ได้จากแผงรับแสงอาทิตย์ 52.8°C
ค่าความร้อนจำเพาะของของไหล 4.18 kJ/kg·K

$$= \left(150\text{L} \times 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times (50.0 - 30.0)^\circ\text{C} \right) - \left(150\text{L} \times 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times (52.8 - 30.0)^\circ\text{C} \right)$$

$$= 12,540.00 \text{ kJ} - 14,295.60 \text{ kJ} = -1,755.60 \text{ kJ}$$

ดังนั้น วันที่ 1 มกราคม ไม่มีการใช้ heater เนื่องจากปริมาณความร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์มากกว่าปริมาณความร้อนที่ต้องการใน 1 วัน

2 มกราคม : ปริมาณน้ำในถัง 150 ลิตร
อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 °C
อุณหภูมิน้ำที่ต้องการ 50 °C
อุณหภูมิน้ำในถังที่ได้จากแผงรับแสงอาทิตย์ 48.7°C
ค่าความร้อนจำเพาะของของไหล 4.18 kJ/kg·K

$$= \left(150\text{L} \times 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times (50.0 - 30.0)^\circ\text{C} \right) - \left(150\text{L} \times 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times (48.7 - 30.0)^\circ\text{C} \right)$$

$$= 12,540.00 \text{ kJ} - 11,724.90 \text{ kJ} = 815.10 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ kWh}}{3,600 \text{ kJ}} = 0.23 \text{ kWh}$$

ดังนั้นวันที่ 2 มกราคม เนื่องจากปริมาณความร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์น้อยกว่า ปริมาณความร้อนที่ต้องการใน 1 วัน ทำให้มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่ม heater 0.23 หน่วย ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจาก heater สำหรับแผงรับแสงอาทิตย์ สามารถหาได้จากสูตร

$$Q_{\text{heater ทั่วประเทศ}} = \sum_{n=1}^{n=365} Q_{\text{heater},1-365}$$

$$Q_{\text{heater ทั่วประเทศ}} = 92.83 \text{ หน่วยต่อปี}$$

หรือคิดเป็นค่าไฟฟ้า = 92.83 หน่วยต่อปี \times 3 บาทต่อหน่วย = 278.49 บาทต่อปี

การประเมินทางเศรษฐศาสตร์

การคำนวณปริมาณพลังงานความร้อนสำหรับการผลิตน้ำร้อนให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการตลอดทั้งปี โดยสามารถทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า(หน่วยต่อปี) ที่อุณหภูมิ 60°C โดยอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเป็น

30°C จากสูตร $Q_{t_f=60^\circ\text{C}} = mC_p(t_f - t_i) \times 365 \text{ days}$

$$Q_{t_f=60^\circ\text{C}} = 150 \text{ L} \times 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times (60 - 30)^\circ\text{C} \times 365 \frac{\text{days}}{\text{year}}$$

$$Q_{t_f=60^\circ\text{C}} = 6,865.65 \frac{\text{MJ}}{\text{year}} = 1,907.13 \frac{\text{kWh}}{\text{year}}$$

การคำนวณผลประโยชน์เมื่อมีการเลือกใช้ปั๊มความร้อนแทนระบบไฟฟ้า

ผลประโยชน์ = ผลต่างปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบเดิมกับระบบใหม่

$$\text{ผลประโยชน์} = (1,907.13 - 731.77) \frac{\text{kWh}}{\text{year}} = 1,175.36 \frac{\text{kWh}}{\text{year}}$$

โดยจะคิดค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นหน่วยละ 3 บาท

$$\text{ผลประโยชน์สามารถเทียบเป็นค่าไฟฟ้า} = 1,175.36 \frac{\text{kWh}}{\text{year}} \times 3 \frac{\text{บาท}}{\text{หน่วย}} = 3,526.08 \text{ บาทต่อปี}$$

ดังนั้น ถ้ามีการเลือกใช้ระบบปั๊มความร้อนแทนระบบเดิมจะสามารถช่วยประหยัด พลังงานไฟฟ้าได้ถึงปีละ 1,175.36 หน่วยต่อปี หรือคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ถึง 3,526.08 บาทต่อปี จะทำการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของระบบน้ำร้อนที่ 60°C โดยอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเป็น 30°C ให้ ผลิตรถที่มีอายุการใช้งาน 15 ปี และจะใช้อัตราดอกเบี้ย 4% ต่อปี

รายละเอียด/ประเภท ผลิตภัณฑ์	ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron	ปั๊มความร้อนยี่ห้อ Commonpraise	แผงรับพลังงาน แสงอาทิตย์ขนาด 2 ตร.ม.
เงินลงทุน (บาท)	27,000.00	25,000.00	35,000.00
ปริมาณพลังงานความร้อนสำหรับผลิตน้ำร้อนให้ได้คุณภาพที่ต้องการตลอดทั้งปี โดยสามารถทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า (หน่วยต่อปี) ที่อุณหภูมิ 60°C	1,907.13		
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจริง (หน่วยต่อปี)	731.77	813.72	526.93
ผลประหยัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (หน่วยต่อปี)	1,175.36	1,093.41	1,380.20
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (บาทต่อปี)	3,526.08	3,280.23	4,140.60

การคำนวณค่า NPV ของปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron

จากสูตร
$$NPV = \frac{\sum_{t=1}^n E_{st}}{(1+i)^t} - I_0$$

n คือ ระยะเวลาของโครงการ = 15 ปี

E_{st} คือ ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้เป็นรายปี = 3,526.08 บาทต่อปี

I₀ คือ เงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ = 27,000 บาท

i คือ อัตราดอกเบี้ย = 4%

$$\begin{aligned}
 NPV = & \frac{3,526.08}{(1+0.04)^1} + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^2} + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^3} + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^4} + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^5} \\
 & + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^6} + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^7} + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^8} + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^9} \\
 & + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^{10}} + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^{11}} + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^{12}} + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^{13}} \\
 & + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^{14}} + \frac{3,526.08}{(1+0.04)^{15}} - 27,000
 \end{aligned}$$

$$NPV = 12,204.32 \text{ บาท}$$

การคำนวณค่า IRR ของปั๊มความร้อนยี่ห้อ Deron

$$\text{จากสูตร} \quad \frac{\sum_{t=1}^n E_{st}}{(1+IRR)^t} = I_0 \quad \text{หรือ} \quad NPV = 0$$

$$\begin{aligned}
 NPV = & \frac{3,526.08}{(1+IRR)^1} + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^2} + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^3} + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^4} + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^5} \\
 & + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^6} + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^7} + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^8} + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^9} \\
 & + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^{10}} + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^{11}} + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^{12}} + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^{13}} \\
 & + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^{14}} + \frac{3,526.08}{(1+IRR)^{15}} - 27,000.00 = 0
 \end{aligned}$$

ครั้งที่ 1 สมมติค่า IRR = 10%

$$\begin{aligned}
 NPV = & \frac{3,526.08}{(1+0.1)^1} + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^2} + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^3} + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^4} + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^5} \\
 & + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^6} + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^7} + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^8} + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^9} + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^{10}} \\
 & + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^{11}} + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^{12}} + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^{13}} + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^{14}} \\
 & + \frac{3,526.08}{(1+0.1)^{15}} - 27,000.00 = -180.36
 \end{aligned}$$

ดังนั้นการสมมติค่า IRR ตัวต่อไปควรจะน้อยกว่า 10% เพื่อให้ PV มีค่ามาก ซึ่งมีผลทำให้ PV-I เข้าใกล้ 0 มากขึ้น หรือ PV เข้าใกล้ I มากที่สุด

ครั้งที่ 1 สมมติค่า IRR = 9%

$$\begin{aligned}
 NPV = & \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^1} + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^2} + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^3} + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^4} + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^5} \\
 & + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^6} + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^7} + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^8} + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^9} \\
 & + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^{10}} + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^{11}} + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^{12}} + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^{13}} \\
 & + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^{14}} + \frac{3,526.08}{(1 + 0.09)^{15}} - 27,000.00 = 1,431.63
 \end{aligned}$$

ผลต่าง NPV $(-180.36 - 1,431.63 = -1,611.99)$ เกิดจากผลต่าง IRR = 1%

$$\text{ผลต่าง NPV } (0 - 1,431.63 = -1,431.63) \text{ ดังนั้น } IRR = \frac{(-1,431.63) \times 1\%}{(-1,611.99)} = 0.89\%$$

$$\text{ดังนั้น } IRR \text{ ประมาณค่า} = 10\% + (0.89\%) = 9.89\%$$

ระยะคืนทุนตามมูลค่าปัจจุบันของปีมีความร้อนยี่ห้อ Deron

จากสูตร

$$\text{ระยะคืนทุน (DPBP)} = \text{จำนวนปีที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันมีค่า} \geq 0$$

ปีที่	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
เงินทุน	-27,000.00															
ผลประโยชน์ ต่อปี		3,390.46	3,260.06	3,134.67	3,014.11	2,898.18	2,786.71	2,679.53	2,576.47	2,477.38	2,382.09	2,290.47	2,202.38	2,117.67	2,036.22	1,957.91
ยอดสะสม ผลประโยชน์		3,390.46	6,650.52	9,785.19	12,799.30	15,697.48	18,484.19	21,163.72	23,740.20	26,217.57	28,599.67					

ผลต่างของผลประโยชน์ ณ มูลค่าปัจจุบัน ($28,559.67 - 26,217.57 = 2,342.10$ บาท) เกิดจากผลต่างระยะคืนทุน = 1 ปี

ผลต่างของผลประโยชน์ ณ มูลค่าปัจจุบัน ($28,559.67 - 27,000.00 = 1,559.67$ บาท) ระยะคืนทุน $\frac{1,559.67 \times 1}{2,342.10} = 0.67$ ปี

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนตามมูลค่าปัจจุบัน = 10 ปี - 0.67 ปี = 9.33 ปี

หรือหาจากสูตร $DPBP = \frac{\ln \frac{1}{1 - \frac{I_0 \times i'}{Est}}}{\ln(1+i')}$ และ $i' = \frac{i-j}{1+j}$

โดย

I_0 คือ เงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ = 27,000 บาท

E_{st} คือ ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้เป็นรายปี = 3,526.08 บาทต่อปี

i' คือ อัตราดอกเบี้ยที่รวมกับอัตราเงินเฟ้อ (%) กรณีนี้ไม่คิดอัตราเงินเฟ้อ จึงมีผลทำให้
 $i' = i = 4\%$

j คือ อัตราเงินเฟ้อ = 0%

$$DPBP = \frac{\ln \frac{1}{\left(1 - \frac{27,000.00 \times 4\%}{3,526.08}\right)}}{\ln(1 + 4\%)} = \frac{0.3657}{0.0392} = 9.33 \text{ ปี}$$

ภาคผนวก ข

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะของปั๊มความร้อน

Heat pump : Deron

10 April 2012

Date/Time	T _{inlet} (°C)	T _{outlet} (°C)	T _{air cool} (°C)	T _{ambient} (°C)	Current (A)	Voltage (V)
10/04/12 08:00	31.7	32	30.7	30.2	5.25	230
10/04/12 08:01	31.7	31.9	27.3	30.3	-	-
10/04/12 08:02	31.5	31.9	26.8	30.3	5.29	230
10/04/12 08:03	31.5	32.2	26.1	30.1	-	-
10/04/12 08:04	31.4	32.6	25.6	30	5.33	230
10/04/12 08:05	31.3	33.2	25.4	29.7	-	-
10/04/12 08:06	31.2	33.7	25.2	29.8	5.38	230
10/04/12 08:07	31.1	34.2	25.2	29.8	-	-
10/04/12 08:08	31	34.8	25.1	29.6	5.42	230
10/04/12 08:09	30.9	35.3	24.7	29.2	-	-
10/04/12 08:10	30.8	35.8	24.8	28.9	5.46	230
10/04/12 08:11	30.8	36.4	24.7	28.9	-	-
10/04/12 08:12	30.7	37	25.7	29.9	5.53	230
10/04/12 08:13	30.7	37.6	25.9	30	-	-
10/04/12 08:14	30.6	38.2	25.3	29.9	5.60	230
10/04/12 08:15	30.6	38.8	25.3	29.4	-	-
10/04/12 08:16	30.7	39.4	24.7	29.2	5.67	230
10/04/12 08:17	30.6	40	25	29.4	-	-
10/04/12 08:18	30.5	40.5	25.9	30.1	5.74	230
10/04/12 08:19	30.6	41	25.3	29.3	-	-
10/04/12 08:20	30.6	41.6	24.9	29.3	5.81	230
10/04/12 08:21	30.7	42.2	25.1	29.4	-	-
10/04/12 08:22	30.8	42.8	24.7	28.9	6.00	230
10/04/12 08:23	30.9	43.4	24.9	29.1	-	-
10/04/12 08:24	30.9	44	25.6	29.5	6.19	230

10/04/12 08:25	31	44.6	26	29.9	-	-
10/04/12 08:26	31.2	45.2	26.1	30	6.37	230
10/04/12 08:27	31.3	45.7	25.9	29.6	-	-
10/04/12 08:28	31.4	46.2	25.8	29.9	6.56	230
10/04/12 08:29	31.5	46.9	25.7	29.7	-	-
10/04/12 08:30	31.5	47.4	25.9	29.9	6.75	230
10/04/12 08:31	31.6	47.9	25.8	29.9	-	-
10/04/12 08:32	31.6	48.4	25.6	29.9	6.76	230
10/04/12 08:33	31.6	48.9	25.8	29.9	-	-
10/04/12 08:34	31.7	49.3	25.7	30.1	6.78	230
10/04/12 08:35	31.7	49.9	25.9	29.4	-	-
10/04/12 08:36	31.7	50.6	25.6	29.5	6.79	230
10/04/12 08:37	31.7	51.1	26.3	30.1	-	-
10/04/12 08:38	31.7	51.7	26.3	30.2	6.81	230
10/04/12 08:39	31.7	52.2	26.1	29.7	-	-
10/04/12 08:40	31.7	52.7	25.8	29.5	6.82	230
10/04/12 08:41	31.7	53.3	25.6	29.5	-	-
10/04/12 08:42	31.7	53.9	25.6	29.6	6.85	230
10/04/12 08:43	31.7	54.3	26.4	30	-	-
10/04/12 08:44	31.7	54.7	25.7	29.9	6.88	230
10/04/12 08:45	32	54.8	25.7	29.9	-	-
10/04/12 08:46	32.2	55	24.5	30.2	6.90	230
10/04/12 08:47	32.2	55.3	25.9	30.4	-	-
10/04/12 08:48	32.3	55.6	24.5	30.4	6.93	230
10/04/12 08:49	32.1	55.6	24.9	30.7	6.95	230

Heat pump : Deron

11 April 2012

Date/Time	T _{inlet} (°C)	T _{outlet} (°C)	T _{air cool} (°C)	T _{ambient} (°C)	Current (A)	Voltage (V)
11/04/12 08:00	31.7	32.0	27.4	30.4	5.21	230
11/04/12 08:01	31.5	32.0	26.3	30.2	-	-
11/04/12 08:02	31.4	32.3	25.6	30.0	5.25	230
11/04/12 08:03	31.4	32.7	25.6	30.0	-	-
11/04/12 08:04	31.2	33.2	25.5	29.9	5.29	230
11/04/12 08:05	31.2	33.8	25.1	29.7	-	-
11/04/12 08:06	31.1	34.3	25.3	29.9	5.34	230
11/04/12 08:07	31.0	34.9	24.9	29.8	-	-
11/04/12 08:08	30.9	35.5	24.8	28.9	5.38	230
11/04/12 08:09	30.8	36.0	24.9	29.4	-	-
11/04/12 08:10	30.8	36.6	24.7	29.1	5.42	230
11/04/12 08:11	30.7	37.2	25.4	29.9	-	-
11/04/12 08:12	30.7	37.8	25.7	29.9	5.49	230
11/04/12 08:13	30.6	38.4	25.2	29.7	-	-
11/04/12 08:14	30.7	39.0	25.0	29.5	5.56	230
11/04/12 08:15	30.6	39.5	25.0	29.4	-	-
11/04/12 08:16	30.6	40.1	25.1	29.4	5.63	230
11/04/12 08:17	30.5	40.6	25.7	30.0	-	-
11/04/12 08:18	30.6	41.2	25.1	29.4	5.70	230
11/04/12 08:19	30.6	41.7	24.8	29.2	-	-
11/04/12 08:20	30.7	42.3	25.0	29.6	5.77	230
11/04/12 08:21	30.8	42.9	25.0	29.2	-	-
11/04/12 08:22	30.9	43.6	25.0	29.2	5.96	230
11/04/12 08:23	30.9	44.1	25.6	29.5	-	-
11/04/12 08:24	31.0	44.8	25.8	30.1	6.15	230
11/04/12 08:25	31.2	45.3	26.2	30.2	-	-
11/04/12 08:26	31.3	45.9	25.7	29.7	6.33	230
11/04/12 08:27	31.4	46.5	25.9	29.9	-	-
11/04/12 08:28	31.5	47.0	25.8	29.9	6.52	230
11/04/12 08:29	31.6	48.0	25.9	29.9	-	-
11/04/12 08:30	31.6	48.5	25.6	30.0	6.71	230
11/04/12 08:31	31.6	49.0	25.5	29.9	-	-
11/04/12 08:32	31.7	49.5	25.7	30.0	6.72	230
11/04/12 08:33	31.7	50.1	25.9	30.0	-	-
11/04/12 08:34	31.7	50.7	26.0	29.9	6.74	230
11/04/12 08:35	31.7	51.2	26.4	30.2	-	-

11/04/12 08:36	31.7	51.8	26.4	30.2	6.75	230
11/04/12 08:37	31.7	52.3	25.9	30.0	-	-
11/04/12 08:38	31.7	52.8	26.0	29.6	6.77	230
11/04/12 08:39	31.7	53.4	25.8	29.8	-	-
11/04/12 08:40	31.7	54.0	25.9	29.9	6.78	230
11/04/12 08:41	31.7	54.1	26.3	30.0	-	-
11/04/12 08:42	31.7	54.3	26.0	29.5	6.81	230
11/04/12 08:43	32.1	54.5	26.3	29.7	-	-
11/04/12 08:44	32.2	54.7	27.0	30.3	6.84	230
11/04/12 08:45	32.1	54.9	26.9	30.4	-	-
11/04/12 08:46	32.0	54.8	26.8	30.6	6.86	230
11/04/12 08:47	32.3	55.0	26.6	30.6	-	-
11/04/12 08:48	32.2	55.1	25.4	29.9	6.89	230
11/04/12 08:49	32.3	55.4	25.4	29.9	-	-
11/04/12 08:50	32.3	55.5	26.3	29.7	6.92	230

Heat pump : Deron

12 April 2012

Date/Time	T _{inlet} (°C)	T _{outlet} (°C)	T _{air cool} (°C)	T _{ambient} (°C)	Current (A)	Voltage (V)
12/04/12 08:00	31.6	32.0	26.1	30.0	5.23	230
12/04/12 08:01	31.5	32.0	25.9	30.1	-	-
12/04/12 08:02	31.5	32.4	25.9	30.1	5.27	230
12/04/12 08:03	31.3	32.8	25.6	30.0	-	-
12/04/12 08:04	31.2	33.4	25.6	29.9	5.31	230
12/04/12 08:05	31.1	33.9	25.3	30.0	-	-
12/04/12 08:06	31.1	34.5	25.1	29.9	5.36	230
12/04/12 08:07	31.0	35.0	25.0	29.8	-	-
12/04/12 08:08	30.9	35.6	24.6	29.0	5.40	230
12/04/12 08:09	30.8	36.1	24.7	29.3	-	-
12/04/12 08:10	30.8	36.7	24.6	29.0	5.44	230
12/04/12 08:11	30.7	37.4	25.7	29.8	-	-
12/04/12 08:12	30.7	37.9	25.5	29.7	5.51	230
12/04/12 08:13	30.7	38.5	25.3	29.7	-	-
12/04/12 08:14	30.6	39.2	25.0	28.6	5.58	230
12/04/12 08:15	30.6	39.7	25.1	29.7	-	-
12/04/12 08:16	30.6	40.2	25.3	29.5	5.65	230
12/04/12 08:17	30.6	40.8	25.4	30.0	-	-
12/04/12 08:18	30.6	41.3	25.0	29.4	5.72	230
12/04/12 08:19	30.6	41.9	25.0	29.2	-	-
12/04/12 08:20	30.7	42.4	24.9	29.6	5.79	230
12/04/12 08:21	30.8	43.1	25.0	29.4	-	-
12/04/12 08:22	30.9	43.7	24.9	29.4	5.98	230
12/04/12 08:23	31.0	44.3	25.5	29.6	-	-
12/04/12 08:24	31.1	44.9	26.4	30.1	6.17	230
12/04/12 08:25	31.2	45.4	26.1	30.2	-	-
12/04/12 08:26	31.4	46.0	25.7	29.8	6.35	230
12/04/12 08:27	31.5	46.6	25.5	29.7	-	-
12/04/12 08:28	31.5	47.1	26.0	29.9	6.54	230
12/04/12 08:29	31.6	47.6	25.5	29.5	-	-
12/04/12 08:30	31.6	48.1	25.8	29.8	6.73	230
12/04/12 08:31	31.6	48.6	25.8	29.9	-	-
12/04/12 08:32	31.7	49.1	25.7	29.8	6.74	230
12/04/12 08:33	31.7	49.7	26.3	30.1	-	-
12/04/12 08:34	31.7	50.3	25.7	29.9	6.76	230
12/04/12 08:35	31.6	32.0	27.1	30.0	-	-

12/04/12 08:36	31.7	50.9	25.8	30.0	6.77	230
12/04/12 08:37	31.7	51.4	26.6	30.1	-	-
12/04/12 08:38	31.7	51.9	26.0	30.0	6.79	230
12/04/12 08:39	31.7	52.5	26.0	29.9	-	-
12/04/12 08:40	31.7	53.0	25.7	29.4	6.80	230
12/04/12 08:41	31.7	53.5	25.6	29.6	-	-
12/04/12 08:42	31.7	54.1	25.7	29.9	6.83	230
12/04/12 08:43	31.7	54.5	26.1	30.0	-	-
12/04/12 08:44	31.8	54.8	25.8	29.6	6.86	230
12/04/12 08:45	32.1	54.9	26.1	29.9	-	-
12/04/12 08:46	32.2	55.1	25.4	30.3	6.88	230
12/04/12 08:47	32.3	55.5	25.3	30.3	-	-
12/04/12 08:48	32.2	55.6	26.0	30.4	6.91	230
12/04/12 08:49	32.1	55.6	26.0	30.4	6.93	230

Heat pump : Deron

13 April 2012

Date/Time	T _{inlet} (°C)	T _{outlet} (°C)	T _{air cool} (°C)	T _{ambient} (°C)	Current (A)	Voltage (V)
13/04/12 08:00	31.6	32.0	26.9	30.0	5.26	230
13/04/12 08:01	31.5	32.1	26.0	30.1	-	-
13/04/12 08:02	31.4	32.5	25.5	30.0	5.30	230
13/04/12 08:03	31.3	33.0	25.0	29.6	-	-
13/04/12 08:04	31.2	33.6	25.4	30.0	5.34	230
13/04/12 08:05	31.2	34.1	25.1	29.9	-	-
13/04/12 08:06	31.0	34.6	25.1	29.7	5.39	230
13/04/12 08:07	30.9	35.2	24.7	29.8	-	-
13/04/12 08:08	30.8	35.7	24.4	28.7	5.43	230
13/04/12 08:09	30.8	36.2	25.1	29.2	-	-
13/04/12 08:10	30.7	36.9	25.2	29.6	5.47	230
13/04/12 08:11	30.7	37.5	25.6	29.9	-	-
13/04/12 08:12	30.7	38.1	25.4	29.6	5.54	230
13/04/12 08:13	30.6	38.6	25.5	29.9	-	-
13/04/12 08:14	30.6	39.3	24.9	28.8	5.61	230
13/04/12 08:15	30.6	39.8	25.0	29.9	-	-
13/04/12 08:16	30.6	40.3	25.7	30.0	5.68	230
13/04/12 08:17	30.6	40.9	25.2	29.6	-	-
13/04/12 08:18	30.6	41.5	25.0	29.3	5.75	230
13/04/12 08:19	30.6	42.0	25.0	29.0	-	-
13/04/12 08:20	30.8	42.6	24.9	29.3	5.82	230
13/04/12 08:21	30.8	43.3	25.0	29.1	-	-
13/04/12 08:22	30.9	43.9	25.3	29.6	6.01	230
13/04/12 08:23	31.0	44.4	25.5	29.5	-	-
13/04/12 08:24	31.1	45.1	26.5	30.2	6.20	230
13/04/12 08:25	31.3	45.6	25.7	29.7	-	-
13/04/12 08:26	31.4	46.1	25.9	29.9	6.38	230
13/04/12 08:27	31.5	46.7	25.8	29.6	-	-
13/04/12 08:28	31.5	47.3	25.9	29.8	6.57	230
13/04/12 08:29	31.6	47.7	25.8	29.7	-	-
13/04/12 08:30	31.6	48.2	25.4	29.8	6.76	230
13/04/12 08:31	31.6	48.7	25.6	29.7	-	-
13/04/12 08:32	31.7	49.3	25.4	29.9	6.77	230
13/04/12 08:33	31.7	49.8	25.9	29.5	-	-
13/04/12 08:34	31.7	50.4	25.7	29.4	6.79	230
13/04/12 08:35	31.7	51.0	25.8	30.0	-	-

13/04/12 08:36	31.7	51.5	26.2	30.2	6.80	230
13/04/12 08:37	31.7	52.1	25.8	29.8	-	-
13/04/12 08:38	31.7	52.6	26.0	29.6	6.82	230
13/04/12 08:39	31.7	53.2	25.8	29.3	-	-
13/04/12 08:40	31.7	53.7	25.5	29.4	6.83	230
13/04/12 08:41	31.7	54.2	25.7	29.8	-	-
13/04/12 08:42	31.7	54.6	26.1	30.0	6.86	230
13/04/12 08:43	32.0	54.8	26.0	30.0	-	-
13/04/12 08:44	32.1	55.0	25.4	30.1	6.89	230
13/04/12 08:45	32.2	55.2	25.3	30.3	-	-
13/04/12 08:46	32.2	55.3	25.5	30.2	6.91	230
13/04/12 08:47	32.3	55.5	26.1	30.6	-	-
13/04/12 08:48	32.2	55.7	25.5	30.4	6.94	230

Heat pump : Commonpraise

10 April 2012

Date/Time	T _{inlet} (°C)	T _{outlet} (°C)	T _{air cool} (°C)	T _{ambient} (°C)	Current (A)	Voltage (V)
10/04/12 08:00	31.7	31.9	27.7	30.2	2.97	230
10/04/12 08:01	31.7	32	30.9	30.3	-	-
10/04/12 08:02	31.7	31.9	26.1	30.3	3.05	230
10/04/12 08:03	31.7	32.3	24.7	30.1	-	-
10/04/12 08:04	31.6	32.6	23.7	30	3.12	230
10/04/12 08:05	31.5	32.8	22.7	29.7	-	-
10/04/12 08:06	31.5	33.3	22.7	29.8	3.20	230
10/04/12 08:07	31.5	33.6	22.7	29.8	-	-
10/04/12 08:08	31.4	34	22.5	29.6	3.27	230
10/04/12 08:09	31.4	34.3	21.7	29.2	-	-
10/04/12 08:10	31.3	34.7	21.1	28.9	3.35	230
10/04/12 08:11	31.3	35.2	20.7	28.9	-	-
10/04/12 08:12	31.3	35.6	21.5	29.9	3.39	230
10/04/12 08:13	31.3	35.9	22.3	30	-	-
10/04/12 08:14	31.3	36.2	20.7	29.9	3.42	230
10/04/12 08:15	31.3	36.7	20.9	29.4	-	-
10/04/12 08:16	31.3	37.1	20.7	29.2	3.46	230
10/04/12 08:17	31.2	37.4	21.2	29.4	-	-
10/04/12 08:18	31.2	37.8	23.2	30.1	3.49	230
10/04/12 08:19	31.1	38.1	21.4	29.3	-	-
10/04/12 08:20	31.1	38.5	21.1	29.3	3.53	230
10/04/12 08:21	31.1	38.9	21.3	29.4	-	-
10/04/12 08:22	31.1	39.3	20.8	28.9	3.61	230
10/04/12 08:23	31.1	39.7	20.7	29.1	-	-
10/04/12 08:24	31.1	40.1	21.8	29.5	3.69	230
10/04/12 08:25	31.1	40.3	22.1	29.9	-	-
10/04/12 08:26	31.1	40.8	23	30	3.77	230
10/04/12 08:27	31.1	41.1	21.9	29.6	-	-
10/04/12 08:28	31.1	41.6	21.8	29.9	3.85	230
10/04/12 08:29	31.1	41.9	21.7	29.7	-	-
10/04/12 08:30	31	42.3	21.2	29.9	3.93	230
10/04/12 08:31	31.1	42.7	21.6	29.9	-	-
10/04/12 08:32	31	43.2	21.4	29.9	4.00	230
10/04/12 08:33	31	43.5	21.3	29.9	-	-
10/04/12 08:34	31	43.9	21.4	30.1	4.07	230
10/04/12 08:35	31.1	44.3	21.9	29.4	-	-

10/04/12 08:36	31.1	44.6	20.9	29.5	4.14	230
10/04/12 08:37	31	45	22.3	30.1	-	-
10/04/12 08:38	31.1	45.4	22.1	30.2	4.21	230
10/04/12 08:39	31.1	45.8	22.3	29.7	-	-
10/04/12 08:40	31.1	46.1	21.5	29.5	4.28	230
10/04/12 08:41	31.1	46.5	21.5	29.5	-	-
10/04/12 08:42	31	46.9	21.7	29.6	4.29	230
10/04/12 08:43	31.1	47.2	23.3	30	-	-
10/04/12 08:44	31.1	47.7	21.3	29.9	4.30	230
10/04/12 08:45	31.1	48	21.5	29.9	-	-
10/04/12 08:46	31.2	48.4	22.8	30.2	4.32	230
10/04/12 08:47	31.2	48.8	23.1	30.4	-	-
10/04/12 08:48	31.3	49.2	24	30.4	4.33	230
10/04/12 08:49	31.2	49.6	24.7	30.7	-	-
10/04/12 08:50	31.2	49.9	22.9	30.3	4.34	230
10/04/12 08:51	31.1	50.3	22.5	30	-	-
10/04/12 08:52	31.2	50.6	22.7	30.1	4.35	230
10/04/12 08:53	31.2	51	24.1	30	-	-
10/04/12 08:54	31.3	51.4	23.0	30.4	4.37	230
10/04/12 08:55	31.3	51.8	22.9	30.1	-	-
10/04/12 08:56	31.3	52	23.2	30.1	4.38	230
10/04/12 08:57	31.3	52.4	24.3	30.5	-	-
10/04/12 08:58	31.3	52.7	24.7	30.7	4.40	230
10/04/12 08:59	31.4	53.1	24.2	30.5	-	-
10/04/12 09:00	31.3	53.6	23.4	30.1	4.41	230

Heat pump : Commonpraise

11 April 2012

Date/Time	T _{inlet} (°C)	T _{outlet} (°C)	T _{air cool} (°C)	T _{ambient} (°C)	Current (A)	Voltage (V)
11/04/12 08:00	31.7	32.0	26.0	30.4	2.95	230
11/04/12 08:01	31.7	32.0	25.6	30.2	-	-
11/04/12 08:02	31.6	32.3	24.6	30.0	3.03	230
11/04/12 08:03	31.6	32.6	24.1	30.0	-	-
11/04/12 08:04	31.5	32.9	23.1	29.9	3.10	230
11/04/12 08:05	31.5	33.4	22.3	29.7	-	-
11/04/12 08:06	31.4	33.7	23.2	29.9	3.18	230
11/04/12 08:07	31.4	34.1	22.2	29.8	-	-
11/04/12 08:08	31.4	34.4	21.7	28.9	3.25	230
11/04/12 08:09	31.3	34.9	20.8	29.4	-	-
11/04/12 08:10	31.3	35.4	21.2	29.1	3.33	230
11/04/12 08:11	31.2	35.6	20.9	29.9	-	-
11/04/12 08:12	31.3	35.9	22.0	29.9	3.37	230
11/04/12 08:13	31.3	36.4	20.4	29.7	-	-
11/04/12 08:14	31.3	36.8	21.1	29.5	3.40	230
11/04/12 08:15	31.2	37.1	21.0	29.4	-	-
11/04/12 08:16	31.2	37.4	21.2	29.4	3.44	230
11/04/12 08:17	31.1	37.8	22.3	30.0	-	-
11/04/12 08:18	31.1	38.2	20.5	29.4	3.47	230
11/04/12 08:19	31.0	38.5	20.5	29.2	-	-
11/04/12 08:20	31.1	39.0	20.4	29.6	3.51	230
11/04/12 08:21	31.1	39.3	20.6	29.2	-	-
11/04/12 08:22	31.2	39.8	20.7	29.2	3.59	230
11/04/12 08:23	31.1	40.2	21.8	29.5	-	-
11/04/12 08:24	31.1	40.5	23.0	30.1	3.67	230
11/04/12 08:25	31.1	40.8	23.7	30.2	-	-
11/04/12 08:26	31.1	41.3	22.1	29.7	3.75	230
11/04/12 08:27	31.1	41.7	21.6	29.9	-	-
11/04/12 08:28	31.1	42.0	21.0	29.9	3.83	230
11/04/12 08:29	31.1	42.8	21.2	29.9	-	-
11/04/12 08:30	31.0	43.2	20.6	30.0	3.91	230
11/04/12 08:31	31.0	43.6	21.0	29.9	-	-
11/04/12 08:32	31.0	44.0	21.8	30.0	3.98	230
11/04/12 08:33	31.0	44.4	21.3	30.0	-	-
11/04/12 08:34	31.1	44.8	21.0	29.9	4.05	230
11/04/12 08:35	31.0	45.1	21.7	30.2	-	-

11/04/12 08:36	31.0	45.5	22.3	30.2	4.12	230
11/04/12 08:37	31.0	45.8	21.9	30.0	-	-
11/04/12 08:38	31.0	46.2	21.9	29.6	4.19	230
11/04/12 08:39	31.0	46.6	21.0	29.8	-	-
11/04/12 08:40	31.0	47.0	21.6	29.9	4.26	230
11/04/12 08:41	31.1	47.3	22.6	30.0	-	-
11/04/12 08:42	31.1	47.7	21.7	29.5	4.27	230
11/04/12 08:43	31.1	48.1	21.5	29.7	-	-
11/04/12 08:44	31.2	48.4	23.1	30.3	4.28	230
11/04/12 08:45	31.3	49.0	23.2	30.4	-	-
11/04/12 08:46	31.3	49.4	24.2	30.6	4.30	230
11/04/12 08:47	31.2	49.8	23.7	30.6	-	-
11/04/12 08:48	31.2	50.0	22.8	29.9	4.31	230
11/04/12 08:49	31.1	50.3	22.4	29.9	-	-
11/04/12 08:50	31.2	50.7	22.4	29.7	4.32	230
11/04/12 08:51	31.2	51.1	24.9	30.4	-	-
11/04/12 08:52	31.3	51.5	23.3	30.3	4.33	230
11/04/12 08:53	31.3	51.8	23.1	29.8	-	-
11/04/12 08:54	31.3	52.2	23.1	30.2	4.35	230
11/04/12 08:55	31.3	52.4	23.5	30.4	-	-
11/04/12 08:56	31.3	52.5	24.0	30.5	4.36	230
11/04/12 08:57	31.3	52.6	24.4	30.6	-	-
11/04/12 08:58	31.3	52.8	24.3	30.7	4.38	230
11/04/12 08:59	31.3	53.0	24.0	30.5	-	-
11/04/12 09:00	31.3	53.5	23.8	30.3	4.39	230

Heat pump : Commonpraise

12 April 2012

Date/Time	T _{inlet} (°C)	T _{outlet} (°C)	T _{air cool} (°C)	T _{ambient} (°C)	Current (A)	Voltage (V)
12/04/12 08:00	31.6	31.9	26.2	30.0	2.93	230
12/04/12 08:01	31.7	32.0	26.0	30.0	-	-
12/04/12 08:02	31.6	32.1	25.2	30.1	3.01	230
12/04/12 08:03	31.6	32.4	24.3	30.1	-	-
12/04/12 08:04	31.6	32.7	23.8	30.0	3.08	230
12/04/12 08:05	31.5	33.0	22.5	29.9	-	-
12/04/12 08:06	31.5	33.5	22.8	30.0	3.16	230
12/04/12 08:07	31.5	33.8	23.5	29.9	-	-
12/04/12 08:08	31.4	34.2	22.1	29.8	3.23	230
12/04/12 08:09	31.4	34.5	21.1	29.0	-	-
12/04/12 08:10	31.3	35.0	21.0	29.3	3.31	230
12/04/12 08:11	31.3	35.5	20.7	29.0	-	-
12/04/12 08:12	31.3	35.7	21.9	29.8	3.35	230
12/04/12 08:13	31.3	36.1	21.8	29.7	-	-
12/04/12 08:14	31.3	36.5	21.6	29.7	3.38	230
12/04/12 08:15	31.2	36.9	20.3	28.6	-	-
12/04/12 08:16	31.2	37.2	21.0	29.7	3.42	230
12/04/12 08:17	31.2	37.5	21.7	29.5	-	-
12/04/12 08:18	31.2	38.0	22.1	30.0	3.45	230
12/04/12 08:19	31.1	38.3	21.0	29.4	-	-
12/04/12 08:20	31.1	38.6	20.9	29.2	3.49	230
12/04/12 08:21	31.1	39.1	20.7	29.6	-	-
12/04/12 08:22	31.1	39.4	20.7	29.4	3.57	230
12/04/12 08:23	31.2	39.9	20.9	29.4	-	-
12/04/12 08:24	31.1	40.2	22.2	29.6	3.65	230
12/04/12 08:25	31.1	40.6	23.5	30.1	-	-
12/04/12 08:26	31.1	41.0	22.5	30.2	3.73	230
12/04/12 08:27	31.1	41.4	22.1	29.8	-	-
12/04/12 08:28	31.1	41.8	21.3	29.7	3.81	230
12/04/12 08:29	31.1	42.1	21.5	29.9	-	-
12/04/12 08:30	31.0	42.5	21.0	29.5	3.89	230
12/04/12 08:31	31.0	42.9	20.9	29.8	-	-
12/04/12 08:32	31.0	43.3	21.4	29.9	3.96	230
12/04/12 08:33	31.0	43.7	21.6	29.8	-	-
12/04/12 08:34	31.0	44.0	21.7	30.1	4.03	230
12/04/12 08:35	31.1	44.4	21.0	29.9	-	-

12/04/12 08:36	31.0	44.9	20.8	30.0	4.10	230
12/04/12 08:37	31.1	45.3	22.2	30.1	-	-
12/04/12 08:38	31.0	45.6	22.1	30.0	4.17	230
12/04/12 08:39	31.0	45.9	21.3	29.9	-	-
12/04/12 08:40	31.0	46.3	21.9	29.4	4.24	230
12/04/12 08:41	31.0	46.7	20.9	29.6	-	-
12/04/12 08:42	31.1	47.1	21.5	29.9	4.25	230
12/04/12 08:43	31.1	47.4	22.4	30.0	-	-
12/04/12 08:44	31.1	47.8	21.7	29.6	4.26	230
12/04/12 08:45	31.1	48.2	22.1	29.9	-	-
12/04/12 08:46	31.2	48.5	23.3	30.3	4.28	230
12/04/12 08:47	31.3	49.0	23.3	30.3	-	-
12/04/12 08:48	31.3	49.4	24.1	30.6	4.29	230
12/04/12 08:49	31.2	49.8	23.0	30.4	-	-
12/04/12 08:50	31.1	50.0	22.3	29.9	4.30	230
12/04/12 08:51	31.1	50.4	21.9	30.2	-	-
12/04/12 08:52	31.2	50.8	23.0	30.0	4.31	230
12/04/12 08:53	31.2	51.2	24.3	30.4	-	-
12/04/12 08:54	31.3	51.6	23.8	30.4	4.33	230
12/04/12 08:55	31.3	51.9	22.8	30.0	-	-
12/04/12 08:56	31.3	52.3	23.9	30.4	4.34	230
12/04/12 08:57	31.3	52.5	24.3	30.5	-	-
12/04/12 08:58	31.3	52.8	24.6	30.5	4.36	230
12/04/12 08:59	31.3	52.9	23.4	30.3	-	-
12/04/12 09:00	31.3	53.1	23.5	30.3	4.37	230
12/04/12 09:01	31.3	53.2	23.8	30.3	4.38	230

Heat pump : Commonpraise

13 April 2012

Date/Time	T _{inlet} (°C)	T _{outlet} (°C)	T _{air cool} (°C)	T _{ambient} (°C)	Current (A)	Voltage (V)
13/04/12 08:00	31.6	31.9	26.2	30.0	2.96	230
13/04/12 08:01	31.7	32.3	25.0	30.1	-	-
13/04/12 08:02	31.6	32.5	24.2	30.0	3.04	230
13/04/12 08:03	31.5	32.8	23.1	29.6	-	-
13/04/12 08:04	31.5	33.1	22.8	30.0	3.11	230
13/04/12 08:05	31.5	33.6	22.8	29.9	-	-
13/04/12 08:06	31.4	33.9	22.3	29.7	3.19	230
13/04/12 08:07	31.4	34.3	21.3	29.8	-	-
13/04/12 08:08	31.4	34.6	21.3	28.7	3.26	230
13/04/12 08:09	31.3	35.0	20.9	29.2	-	-
13/04/12 08:10	31.3	35.5	21.6	29.6	3.34	230
13/04/12 08:11	31.3	35.8	21.7	29.9	-	-
13/04/12 08:12	31.3	36.1	22.1	29.6	3.38	230
13/04/12 08:13	31.2	36.6	21.8	29.9	-	-
13/04/12 08:14	31.3	37.1	20.7	28.8	3.41	230
13/04/12 08:15	31.2	37.3	20.8	29.9	-	-
13/04/12 08:16	31.2	37.6	23.1	30.0	3.45	230
13/04/12 08:17	31.1	38.0	21.6	29.6	-	-
13/04/12 08:18	31.1	38.4	20.6	29.3	3.48	230
13/04/12 08:19	31.1	38.7	20.7	29.0	-	-
13/04/12 08:20	31.1	39.2	20.7	29.3	3.52	230
13/04/12 08:21	31.1	39.5	21.2	29.1	-	-
13/04/12 08:22	31.2	40.0	21.3	29.6	3.60	230
13/04/12 08:23	31.1	40.3	21.6	29.5	-	-
13/04/12 08:24	31.1	40.7	24.1	30.2	3.68	230
13/04/12 08:25	31.1	41.0	22.5	29.7	-	-
13/04/12 08:26	31.1	41.4	21.8	29.9	3.76	230
13/04/12 08:27	31.1	41.9	21.4	29.6	-	-
13/04/12 08:28	31.1	42.2	21.7	29.8	3.84	230
13/04/12 08:29	31.0	42.6	21.2	29.7	-	-
13/04/12 08:30	31.1	43.1	20.5	29.8	3.92	230
13/04/12 08:31	31.0	43.5	21.1	29.7	-	-
13/04/12 08:32	31.0	43.8	21.4	29.9	3.99	230
13/04/12 08:33	31.0	44.1	21.7	29.5	-	-
13/04/12 08:34	31.0	44.5	21.2	29.4	4.06	230
13/04/12 08:35	31.0	45.0	21.1	30.0	-	-

13/04/12 08:36	31.0	45.3	22.1	30.2	4.13	230
13/04/12 08:37	31.0	45.7	21.8	29.8	-	-
13/04/12 08:38	31.0	46.0	21.4	29.6	4.20	230
13/04/12 08:39	31.1	46.5	21.2	29.3	-	-
13/04/12 08:40	31.0	46.7	21.1	29.4	4.27	230
13/04/12 08:41	31.0	47.1	22.6	29.8	-	-
13/04/12 08:42	31.1	47.5	21.8	30.0	4.28	230
13/04/12 08:43	31.1	47.8	21.4	30.0	-	-
13/04/12 08:44	31.1	48.3	22.5	30.1	4.29	230
13/04/12 08:45	31.2	48.7	24.0	30.3	-	-
13/04/12 08:46	31.2	49.1	23.3	30.2	4.31	230
13/04/12 08:47	31.2	49.5	24.2	30.6	-	-
13/04/12 08:48	31.2	49.9	22.9	30.4	4.32	230
13/04/12 08:49	31.1	50.2	22.9	30.1	-	-
13/04/12 08:50	31.1	50.5	22.2	29.9	4.33	230
13/04/12 08:51	31.2	50.8	23.5	29.8	-	-
13/04/12 08:52	31.3	51.3	23.4	30.3	4.34	230
13/04/12 08:53	31.3	51.7	23.0	30.3	-	-
13/04/12 08:54	31.3	52.0	22.6	30.0	4.36	230
13/04/12 08:55	31.3	52.3	23.8	30.4	-	-
13/04/12 08:56	31.3	52.6	24.2	30.6	4.37	230
13/04/12 08:57	31.3	53.0	24.1	30.5	-	-
13/04/12 08:58	31.4	53.2	23.9	30.4	4.39	230
13/04/12 08:59	31.4	53.3	23.9	30.4	-	-
13/04/12 09:00	31.3	53.7	24.0	30.4	4.40	230

ภาคผนวก ค

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบหาประสิทธิภาพของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์

24 April 2012

Date/Time	Intensity (W/m ²)	T _{in} แผง (°C)	T _{out} แผง (°C)	T _{ambient} (°C)	T _{tank} (°C)
24/04/2012 08:00	523.19	30.0	33.7	32.0	31.7
24/04/2012 08:02	527.08	30.2	33.9	32.0	32.0
24/04/2012 08:04	520.23	30.2	33.7	32.1	32.1
24/04/2012 08:06	547.18	30.4	33.9	32.2	32.2
24/04/2012 08:08	543.32	30.5	34.0	32.1	32.6
24/04/2012 08:10	551.12	30.7	34.1	32.2	32.8
24/04/2012 08:12	543.73	30.9	34.6	32.3	32.8
24/04/2012 08:14	555.23	31.0	34.7	32.5	33.1
24/04/2012 08:16	543.85	31.4	34.7	32.5	33.1
24/04/2012 08:18	566.21	31.8	35.7	32.6	33.0
24/04/2012 08:20	569.33	32.1	34.8	32.5	33.3
24/04/2012 08:22	570.23	32.4	35.0	32.8	33.6
24/04/2012 08:24	560.33	32.6	35.1	33	33.7
24/04/2012 08:26	582.01	32.8	35.8	33.1	33.9
24/04/2012 08:28	572.87	32.9	35.7	33.2	34.0
24/04/2012 08:30	584.11	33.0	35.6	33.5	34.0
24/04/2012 08:32	584.32	33.3	35.4	33.3	34.1
24/04/2012 08:34	587.19	33.5	35.6	33.4	34.1
24/04/2012 08:36	585.99	32.0	35.4	33.5	34.2
24/04/2012 08:38	590.22	33	36.0	33.1	34.1
24/04/2012 08:40	598.12	33.1	36.0	33.5	34.2
24/04/2012 08:42	591.34	33.2	36.1	33.3	34.5
24/04/2012 08:44	599.34	33.0	36.3	33.3	34.4
24/04/2012 08:46	602.54	33.2	36.4	33.6	34.4
24/04/2012 08:48	612.74	33.4	36.8	33.8	34.4
24/04/2012 08:50	632.54	33.5	36.7	33.7	34.6

24/04/2012 08:52	632.99	33.6	36.9	33.7	34.8
24/04/2012 08:54	642.14	33.6	36.9	33.6	34.8
24/04/2012 08:56	643.74	33.7	36.8	33.9	34.9
24/04/2012 08:58	655.11	33.6	36.5	33.7	35.0
24/04/2012 09:00	665.14	33.5	36.5	34.1	35.1
24/04/2012 09:02	666.66	33.7	37.6	34.5	35.0
24/04/2012 09:04	672.26	33.5	37.8	34.2	35.1
24/04/2012 09:06	674.74	33.7	37.8	34.3	35.3
24/04/2012 09:08	678.61	33.6	37.5	34.5	35.5
24/04/2012 09:10	681.12	33.8	37.5	34.7	35.5
24/04/2012 09:12	683.57	33.7	37.7	34.9	35.7
24/04/2012 09:14	692.04	33.6	37.6	34.2	35.6
24/04/2012 09:16	705.34	33.7	37.8	34.3	35.7
24/04/2012 09:18	711.22	33.8	37.7	34.5	35.1
24/04/2012 09:20	713.88	33.8	37.7	35.1	35.0
24/04/2012 09:22	733.44	33.9	37.7	35.4	35.8
24/04/2012 09:24	722.88	34.1	37.7	34.7	35.8
24/04/2012 09:26	723.54	34.2	37.6	35.2	35.8
24/04/2012 09:28	745.78	34.1	37.9	35.1	36.0
24/04/2012 09:30	756.26	34.2	37.9	35.4	36.0
24/04/2012 09:32	766.67	34.3	38.1	34.8	36.5
24/04/2012 09:34	774.23	34.4	38.5	35.4	36
24/04/2012 09:36	781.12	34.0	34.4	34.9	37.0
24/04/2012 09:38	729.89	34.0	38.4	35.5	37.0
24/04/2012 09:40	794.32	34.1	38.8	36.7	37.1
24/04/2012 09:42	698.33	34.2	38.5	34.5	37.3
24/04/2012 09:44	700.16	34.1	38.7	34.1	37.3
24/04/2012 09:46	734.55	34.2	38.9	34.5	37.4
24/04/2012 09:48	748.67	34.3	38.6	34.2	37.5
24/04/2012 09:50	734.99	34.4	38.9	34.3	37.6
24/04/2012 09:52	799.1	34.3	38.9	34.5	37.6
24/04/2012 09:54	800.12	34.4	39.0	34.7	37.7
24/04/2012 09:56	804.77	34.5	39.0	34.9	37.9

24/04/2012 09:58	849.18	34.6	39.0	34.0	37.8
24/04/2012 10:00	873.8	34.6	39.1	33.9	37.9
24/04/2012 10:02	882.89	35.4	39.5	35.5	37.9
24/04/2012 10:04	888.73	34.9	39.7	36.7	38
24/04/2012 10:06	899.21	34.9	39.2	34.5	38.1
24/04/2012 10:08	874.75	35.1	39.2	37.1	38.0
24/04/2012 10:10	866.08	35.2	39.6	36.7	38.1
24/04/2012 10:12	875.43	34.7	39.4	38.2	38.2
24/04/2012 10:14	867.69	34.7	39.9	38.4	38.1
24/04/2012 10:16	879.74	35.0	39.2	36.0	38.4
24/04/2012 10:18	886.18	35.1	39.6	36.7	38.2
24/04/2012 10:20	899.67	34.7	39.9	39.5	38.6
24/04/2012 10:22	905.37	34.9	40.0	37.7	38.8
24/04/2012 10:24	896.76	35.2	39.9	38.9	38.7
24/04/2012 10:26	911.2	35.1	39.8	37.0	38.9
24/04/2012 10:28	887.73	35.4	40.1	38.1	38.9
24/04/2012 10:30	921.41	34.8	40.1	36.3	39.3
24/04/2012 10:32	928.55	35.4	40.3	37.0	38.9
24/04/2012 10:34	939.91	34.9	40.2	37.1	39.8
24/04/2012 10:36	914.76	35.6	40.3	36.9	39.9
24/04/2012 10:38	908.12	36.2	40.7	37.7	39.6
24/04/2012 10:40	878.51	36.8	41.2	38.6	39.5
24/04/2012 10:42	893.9	36.8	41.8	37.6	39.9
24/04/2012 10:44	903.01	37.5	41.8	40.2	40.3
24/04/2012 10:46	894.2	38.0	42.4	37.5	40.2
24/04/2012 10:48	900.12	37.7	42.5	36.8	40.8
24/04/2012 10:50	942.5	37.9	43.1	37.6	40.8
24/04/2012 10:52	941.62	38.6	43.1	38.0	41.0
24/04/2012 10:54	947.3	38.2	43.6	38.1	41.2
24/04/2012 10:56	966.25	38.8	44.2	38.7	41.5
24/04/2012 10:58	978.58	39.4	44.5	38.5	41.8
24/04/2012 11:00	974.13	39.4	43.6	40.9	42.0
24/04/2012 11:02	421.26	39.3	41.7	38.8	43.0

24/04/2012 11:04	889.92	39.7	43.9	38.1	42.8
24/04/2012 11:06	842.19	39.1	43.9	38.9	43.0
24/04/2012 11:08	870.97	39.7	44.7	37.9	42.6
24/04/2012 11:10	876.37	39.5	44.7	38.3	43.0
24/04/2012 11:12	890.37	39.8	44.4	40.2	43.6
24/04/2012 11:14	898.68	39.8	44.9	38.2	43.6
24/04/2012 11:16	881.38	39.9	45.0	38.8	43.8
24/04/2012 11:18	877.07	40.4	45.5	38.7	43.8
24/04/2012 11:20	723.06	40.6	42.6	37.7	43.8
24/04/2012 11:22	772.09	40.5	43.5	37.0	43.6
24/04/2012 11:24	859.82	40.9	45.0	39.8	43.9
24/04/2012 11:26	846.38	41.2	44.8	38.7	43.9
24/04/2012 11:28	867.9	41.9	46.7	40.3	43.6
24/04/2012 11:30	846.37	42.1	47.0	37.2	44
24/04/2012 11:32	830.44	43.2	47.1	40.3	44.7
24/04/2012 11:34	833.08	43.3	47.9	39.7	44.4
24/04/2012 11:36	840.21	43.8	48.6	39.5	44.0
24/04/2012 11:38	835.62	43.7	48.8	37.1	44.0
24/04/2012 11:40	842.52	43.9	48.9	37.1	44.4
24/04/2012 11:42	821.69	44.1	49.2	38.1	44.5
24/04/2012 11:44	838.11	43.9	49.0	37.7	44.7
24/04/2012 11:46	850.96	44.8	49.2	39.8	44.8
24/04/2012 11:48	826.14	44.5	49.6	40.3	44.7
24/04/2012 11:50	843.06	44.5	49.8	39.1	44.8
24/04/2012 11:52	774.85	44.7	50.0	40.5	44.9
24/04/2012 11:54	779.68	45.2	48.8	38.1	45.1
24/04/2012 11:56	847.6	44.5	49.7	39.9	45.5
24/04/2012 11:58	845.34	44.9	50.6	39.3	45.3
24/04/2012 12:00	863.91	45.3	50.2	41.0	45.8
24/04/2012 12:02	862.86	44.9	50.6	40.4	45.7
24/04/2012 12:04	867.27	45.6	51.8	39.3	45.7
24/04/2012 12:06	825.73	45.6	51.7	39.4	45.8
24/04/2012 12:08	847.22	45.7	51.6	38.9	46.0

24/04/2012 12:10	852.74	46.5	51.8	38.0	46.5
24/04/2012 12:12	862	46.6	52.2	37.4	46.7
24/04/2012 12:14	875.52	46.6	51.9	37.9	47.1
24/04/2012 12:16	869.41	46.8	52.9	42.4	46.5
24/04/2012 12:18	874.5	47.0	52.4	38.2	47.5
24/04/2012 12:20	867.44	46.7	52.5	36.5	47.5
24/04/2012 12:22	832.01	46.9	53.3	37.5	47.2
24/04/2012 12:24	837.81	47.6	53.0	37.4	47.3
24/04/2012 12:26	870.94	47.5	52.8	37.4	48.1
24/04/2012 12:28	883.88	47.5	53.9	37.4	47.6
24/04/2012 12:30	846.97	47.5	53.1	37.1	48.4
24/04/2012 12:32	841.27	48.0	54.0	38.6	47.9
24/04/2012 12:34	812.51	48.1	53.7	38.4	48.7
24/04/2012 12:36	787.72	48.4	53.4	38.8	48.9
24/04/2012 12:38	844.6	48.4	54.7	39.3	48.4
24/04/2012 12:40	848.22	48.3	54.5	37.4	48.9
24/04/2012 12:42	385.28	48.5	51.5	36.8	49.3
24/04/2012 12:44	241.34	49.1	51.4	37.7	49.3
24/04/2012 12:46	297.28	49.0	52.0	36.8	49.1
24/04/2012 12:48	229.07	49.4	50.7	37.9	49.3
24/04/2012 12:50	255.99	48.9	50.3	37.1	49.6
24/04/2012 12:52	250.9	49.2	51.0	37.6	49.0
24/04/2012 12:54	381.13	48.6	51.0	38.1	49.6
24/04/2012 12:56	848.82	49.4	53.9	38.6	49.7
24/04/2012 12:58	252.26	48.9	55.8	38.7	49.2
24/04/2012 13:00	309.48	49.4	53.5	37.8	49.2
24/04/2012 13:02	237.8	49.5	50.7	37.5	50.0
24/04/2012 13:04	235.66	49.5	51.3	37.1	49.7
24/04/2012 13:06	776.93	49.9	51.6	37.2	50.1
24/04/2012 13:08	781.47	49.8	53.8	39.4	50.0
24/04/2012 13:10	280.09	50.0	52.5	36.6	50.4
24/04/2012 13:12	773.3	50.1	52.4	38.3	50.1
24/04/2012 13:14	778.27	49.7	54.6	38.0	50.4

24/04/2012 13:16	768.92	50.5	54.8	39.1	50.1
24/04/2012 13:18	772.98	49.9	60.6	38.8	50.8
24/04/2012 13:20	764.23	50.0	55.6	39.0	50.4
24/04/2012 13:22	723.56	49.9	55.2	37.7	51.0
24/04/2012 13:24	751.4	51.3	55.3	38.3	50.9
24/04/2012 13:26	761.2	50.0	55.7	38.2	50.8
24/04/2012 13:28	784.76	50.7	57.3	37.5	51.9
24/04/2012 13:30	724.11	50.5	55.1	37.4	51.7
24/04/2012 13:32	209.16	51.3	53.2	37.0	51.7
24/04/2012 13:34	278.09	51.7	52.5	37.2	51.6
24/04/2012 13:36	264.58	51.4	51.7	36.4	52.2
24/04/2012 13:38	260.84	50.4	52.4	37.1	52
24/04/2012 13:40	259.36	51.2	51.7	36.7	52.2
24/04/2012 13:42	262.83	51.3	51.7	38.0	52.0
24/04/2012 13:44	276.09	51.7	52.2	38.0	51.5
24/04/2012 13:46	284.03	49.9	51.8	38.0	51.6
24/04/2012 13:48	298.25	50.9	54.5	36.6	51.9
24/04/2012 13:50	204.73	50.9	52.1	36.2	51.9
24/04/2012 13:52	206.2	51.8	52.3	36.6	51.6
24/04/2012 13:54	206.24	50.3	52.1	37.9	52.0
24/04/2012 13:56	562.57	51.1	56.5	37.3	52.0
24/04/2012 13:58	466.78	51.1	53.0	36.8	52.1
24/04/2012 14:00	546.37	51.0	52.7	37.2	52.1
24/04/2012 14:02	624.08	51.7	54.1	37.1	51.5
24/04/2012 14:04	477.89	50.3	53.9	37.4	52.1
24/04/2012 14:06	543.75	51.4	54.2	36.8	52.5
24/04/2012 14:08	543.06	52.3	53.2	36.3	52.1
24/04/2012 14:10	557.23	52.0	52.6	37.9	52.4
24/04/2012 14:12	573.54	50.9	52.4	38.1	52.4
24/04/2012 14:14	607.12	49.9	55.4	37.7	52.3
24/04/2012 14:16	589.04	51.5	53.4	38.7	52.6
24/04/2012 14:18	583.98	52.2	52.6	38.6	52.5
24/04/2012 14:20	548.82	51.6	53.9	36.9	51.9

24/04/2012 14:22	509.7	50.8	52.7	37.3	52.5
24/04/2012 14:24	538.41	51.4	58.6	37.2	52.7
24/04/2012 14:26	485.25	52.3	52.9	36.8	52.7
24/04/2012 14:28	471.01	52.4	52.9	37.1	52.4
24/04/2012 14:30	451.96	50.6	52.6	36.8	52.2
24/04/2012 14:32	445.68	50.3	52.1	36.5	52.8
24/04/2012 14:34	450.3	52.3	53.0	35.5	52.5
24/04/2012 14:36	445.6	52.2	52.3	35.9	52.8
24/04/2012 14:38	445.13	52.6	52.6	36.0	52.3
24/04/2012 14:40	450.83	51.4	52.7	35.4	52.3
24/04/2012 14:42	467.01	49.9	51.2	36.2	52.6
24/04/2012 14:44	579.25	51.6	54.8	36.7	52.1
24/04/2012 14:46	599.54	51.9	53.6	36.4	52.6
24/04/2012 14:48	599.53	51.9	54.2	36.8	51.6
24/04/2012 14:50	598.05	52.0	54.1	37.0	53.0
24/04/2012 14:52	590.61	51.1	53.3	36.1	51.6
24/04/2012 14:54	572.41	50.9	55.0	36.7	51.6
24/04/2012 14:56	582.22	51.8	54.5	36.4	51.4
24/04/2012 14:58	591.14	51.3	54.5	37.4	51.5
24/04/2012 15:00	582.18	53.0	54.6	35.8	51.6
24/04/2012 15:02	565.52	52.0	53.8	35.6	51.0
24/04/2012 15:04	367.74	51.4	53.7	35.6	52.1
24/04/2012 15:06	595.99	51.4	54.6	36.3	52.3
24/04/2012 15:08	479.02	51.2	53.6	36.2	52.6
24/04/2012 15:10	467.97	51.5	53.9	37.4	52.7
24/04/2012 15:12	462.53	51.8	53.8	35.8	52.8
24/04/2012 15:14	471.92	52.1	53.9	35.6	52.9
24/04/2012 15:16	419.36	52.6	54.0	35.7	53.1
24/04/2012 15:18	503.22	52.4	54.5	36.1	53.2
24/04/2012 15:20	515.22	52.6	54.8	36.2	53.4
24/04/2012 15:22	519.39	52.7	54.5	36.0	53.4
24/04/2012 15:24	518.88	52.8	55.3	38.0	53.5
24/04/2012 15:26	529.01	52.9	55.7	35.2	53.5

24/04/2012 15:28	481.26	53.0	55.7	35.0	53.8
24/04/2012 15:30	480.12	53.2	55.9	35.9	54.1
24/04/2012 15:32	481.11	53	56.4	35.9	54.3
24/04/2012 15:34	471.56	53.1	56.8	35.9	54.5
24/04/2012 15:36	470.23	53.3	56.7	35.6	55.0
24/04/2012 15:38	470.02	53.6	57.1	35.7	52.3
24/04/2012 15:40	478.17	53.9	57.6	35.6	52.6
24/04/2012 15:42	468.38	54.1	57.7	35.7	52.1
24/04/2012 15:44	465.66	54.3	58.0	35.8	52.6
24/04/2012 15:46	462.44	54.8	58.3	35.5	51.6
24/04/2012 15:48	453.45	55.0	58.7	35.5	55.3
24/04/2012 15:50	456.33	55.5	58.7	35.5	55.7
24/04/2012 15:52	457.65	55.8	59.2	35.9	55.8
24/04/2012 15:54	448.56	55.9	59.5	35.8	56.1
24/04/2012 15:56	446.66	56.1	59.5	35.8	56.3
24/04/2012 15:58	421.68	56.3	59.9	35.9	56.8
24/04/2012 16:00	419.11	56.4	59.5	35.9	56.7
Average	654.67			36.6	

25 April 2012

Date/Time	Intensity (W/m ²)	T _{in} ພື້ນ (°C)	T _{out} ພື້ນ (°C)	T _{ambient} (°C)	T _{tank} (°C)
25/04/2012 08:00	517.84	31.0	34.9	32.0	33.1
25/04/2012 08:02	513.59	31.1	34.8	32.0	33.2
25/04/2012 08:04	509.91	30.9	34.9	32.1	33.0
25/04/2012 08:06	511.93	31.2	35.0	32.2	33.2
25/04/2012 08:08	511.41	31.5	35.2	32.1	33.3
25/04/2012 08:10	513.73	31.9	35.1	32.2	33.6
25/04/2012 08:12	503.41	31.4	35.5	32.3	33.5
25/04/2012 08:14	504.11	32.0	35.7	32.5	33.7
25/04/2012 08:16	501.35	31.9	35.5	32.5	33.7
25/04/2012 08:18	523.37	32.0	35.6	32.6	33.9
25/04/2012 08:20	524.15	31.8	36.1	32.5	34
25/04/2012 08:22	523.77	32.6	36.2	32.8	34.1
25/04/2012 08:24	534.12	32.7	36.3	33.0	34.3
25/04/2012 08:26	523.19	32.8	36.5	33.1	34.2
25/04/2012 08:28	527.08	32.9	36.3	33.2	34.3
25/04/2012 08:30	520.23	33.0	36.5	33.5	34.4
25/04/2012 08:32	547.18	33.3	36.7	33.3	34.5
25/04/2012 08:34	543.32	33.5	36.8	33.4	34.6
25/04/2012 08:36	551.12	33.6	36.9	33.5	34.5
25/04/2012 08:38	543.73	33.6	36.8	33.1	35.0
25/04/2012 08:40	555.23	33.7	36.6	33.5	35
25/04/2012 08:42	543.85	33.6	36.5	33.3	35.3
25/04/2012 08:44	566.21	33.8	36.9	33.3	35.2
25/04/2012 08:46	569.33	33.7	37.1	33.6	34.8
25/04/2012 08:48	570.23	33.6	37.3	33.8	35.2
25/04/2012 08:50	560.33	33.7	37.5	33.7	35.4
25/04/2012 08:52	582.01	33.8	37.2	33.7	35.4
25/04/2012 08:54	572.87	33.8	37.4	33.6	35.9
25/04/2012 08:56	584.11	33.9	37.7	33.9	36.0

25/04/2012 08:58	584.32	34.0	37.6	33.7	36.2
25/04/2012 09:00	587.19	34.0	37.7	34.1	36.5
25/04/2012 09:02	585.99	34.1	37.6	34.5	36.4
25/04/2012 09:04	590.22	34.2	37.8	34.2	36.3
25/04/2012 09:06	598.12	34.1	37.6	34.3	36.5
25/04/2012 09:08	591.34	34.2	37.9	34.5	37.1
25/04/2012 09:10	599.34	34.3	37.8	34.7	37.0
25/04/2012 09:12	602.54	34.4	37.8	34.9	37.2
25/04/2012 09:14	616.33	34.3	37.9	35.0	37.4
25/04/2012 09:16	629.12	34.5	37.9	34.9	37.3
25/04/2012 09:18	632.99	34.6	38.1	35.0	37.6
25/04/2012 09:20	640.78	34.5	38.0	35.1	37.8
25/04/2012 09:22	658.61	34.6	38.1	35.3	37.9
25/04/2012 09:24	662.13	34.1	38.4	36.2	38.1
25/04/2012 09:26	639.74	33.9	38.1	35.6	38.4
25/04/2012 09:28	618.11	34.7	38.3	37.9	38.0
25/04/2012 09:30	639.77	33.9	38.1	35.9	38.0
25/04/2012 09:32	671.56	34.7	38.9	36.3	38.1
25/04/2012 09:34	680.34	34.4	38.8	35.9	38.4
25/04/2012 09:36	676.62	34.0	41.8	36.9	38.6
25/04/2012 09:38	661.37	34.7	38.2	37.6	38.7
25/04/2012 09:40	665.43	34.1	38.3	36.5	38.9
25/04/2012 09:42	685.21	34.4	39.9	37.3	39.2
25/04/2012 09:44	712.32	34.0	38.5	36.3	38.8
25/04/2012 09:46	721.77	34.4	38.4	35.9	38.9
25/04/2012 09:48	722.82	34.5	41.4	36.8	39.1
25/04/2012 09:50	724.65	34.1	38.7	36.5	39.5
25/04/2012 09:52	733.47	34.8	39.6	36.4	39.8
25/04/2012 09:54	735.42	34.7	39.3	36.1	39.8
25/04/2012 09:56	738.68	34.6	42.6	36.5	39.9
25/04/2012 09:58	745.85	34.3	39.0	35.9	40.1
25/04/2012 10:00	740.9	34.4	39.9	37.1	39.8
25/04/2012 10:02	765.12	35.1	39.2	36.4	40.2

25/04/2012 10:04	753.67	34.8	41.3	37.4	40.2
25/04/2012 10:06	748.99	35.3	39.7	37.9	39.5
25/04/2012 10:08	759.26	35.7	39.9	37.9	40.0
25/04/2012 10:10	775.36	35.9	42.6	37.3	41.2
25/04/2012 10:12	791.19	35.6	40.5	35.9	40.1
25/04/2012 10:14	794.45	35.7	41.8	35.5	40.4
25/04/2012 10:16	785.07	36.5	40.6	36.8	40.4
25/04/2012 10:18	800.96	36.7	41.0	37.0	40.9
25/04/2012 10:20	797.39	36.7	41.8	37.0	41.3
25/04/2012 10:22	795.45	37.4	42.7	37.3	41.6
25/04/2012 10:24	801.97	38.0	42.3	36.7	42.0
25/04/2012 10:26	803.92	37.9	42.2	35.5	42.2
25/04/2012 10:28	811.27	37.8	43.1	37.4	42.1
25/04/2012 10:30	801.19	37.6	42.7	36.4	42.5
25/04/2012 10:32	808.96	38.1	42.8	36.5	42.6
25/04/2012 10:34	805.19	37.9	43.1	36.9	42.7
25/04/2012 10:36	807.03	38.3	42.8	39.3	42.9
25/04/2012 10:38	819.14	38.3	44.3	37.0	43.4
25/04/2012 10:40	816.99	38.9	43.4	38.3	43.2
25/04/2012 10:42	826.34	38.6	43.3	35.3	43.2
25/04/2012 10:44	820.3	38.9	43.5	37.3	43.4
25/04/2012 10:46	828.07	39.3	43.8	36.7	43.6
25/04/2012 10:48	837.06	39.2	43.9	36	43.3
25/04/2012 10:50	840.96	38.9	44.0	36.6	44.1
25/04/2012 10:52	834.51	39.2	44.4	36.2	43.9
25/04/2012 10:54	836.38	39.7	44.4	38.8	44.5
25/04/2012 10:56	840.63	39.4	44.8	38.0	44.6
25/04/2012 10:58	842.02	39.5	44.9	37.7	44.8
25/04/2012 11:00	829.41	40.2	44.9	36.3	44.6
25/04/2012 11:02	839.45	40.1	44.5	38	44.5
25/04/2012 11:04	843.22	40.5	45.3	37.5	44.8
25/04/2012 11:06	858.66	40.2	45.1	36.8	45.1
25/04/2012 11:08	857.23	40.7	45.4	39.9	45.4

25/04/2012 11:10	854.22	40.7	45.7	37.0	45.4
25/04/2012 11:12	849.59	41.4	45.9	37.3	45.3
25/04/2012 11:14	845.44	41.5	46.8	36.5	45.6
25/04/2012 11:16	843.01	42.3	46.7	36.2	45.4
25/04/2012 11:18	850.51	41.8	47.0	37.8	45.9
25/04/2012 11:20	837.6	42.4	47.2	37.4	45.5
25/04/2012 11:22	822.64	43.1	47.5	38.0	46.1
25/04/2012 11:24	833.34	42.5	47.6	36.8	45.6
25/04/2012 11:26	839.62	43.0	47.6	36.5	46.2
25/04/2012 11:28	842.76	44.4	48.6	36.9	45.8
25/04/2012 11:30	838.66	44.4	49.1	38.1	46.5
25/04/2012 11:32	834.32	44.7	50.1	37.7	46.6
25/04/2012 11:34	843	44.5	51.2	37.1	46.1
25/04/2012 11:36	848.68	44.9	50.4	37.2	46.3
25/04/2012 11:38	845.96	45.3	50.5	36.7	46.6
25/04/2012 11:40	839.55	46.0	50.6	38.4	46.3
25/04/2012 11:42	842.11	45.7	50.9	37.6	47.0
25/04/2012 11:44	857.94	45.4	50.9	37.3	46.6
25/04/2012 11:46	862.27	46.2	51.1	38.0	47.3
25/04/2012 11:48	859.47	46.4	51.2	36.6	47.4
25/04/2012 11:50	871.59	45.9	51.2	35.8	47.3
25/04/2012 11:52	858.8	46.5	51.3	37.8	47.8
25/04/2012 11:54	847.02	46.0	51.2	37.5	47.8
25/04/2012 11:56	857.27	46.9	51.6	37.5	47.3
25/04/2012 11:58	855.38	46.4	51.6	36.5	47.6
25/04/2012 12:00	853.21	46.8	51.3	36.9	48.3
25/04/2012 12:02	856.01	46.9	52.2	36.8	48.5
25/04/2012 12:04	847.87	46.8	51.9	37.5	48.8
25/04/2012 12:06	855.84	47.1	52.2	37.2	48.8
25/04/2012 12:08	861.84	47.5	52.8	38.7	49
25/04/2012 12:10	852.39	47.6	53.0	37.3	49.3
25/04/2012 12:12	853.94	48.1	52.5	37.0	48.9
25/04/2012 12:14	844.15	48.1	52.8	38.7	49.6

25/04/2012 12:16	830.62	48.0	52.8	37.4	49.4
25/04/2012 12:18	846.94	48.4	52.9	37.6	49.7
25/04/2012 12:20	847.98	48.6	52.9	37.8	49.9
25/04/2012 12:22	857.26	48.8	53.1	38.1	50.1
25/04/2012 12:24	857.38	49.2	54.1	37	50.2
25/04/2012 12:26	858.93	49.5	53.7	37.1	50.2
25/04/2012 12:28	851.46	49.3	54.0	38.3	50.0
25/04/2012 12:30	850.9	49.8	54.2	36.9	50.3
25/04/2012 12:32	845.36	50.0	54.4	37.3	51.1
25/04/2012 12:34	840.33	49.4	54.2	37.1	50.7
25/04/2012 12:36	844.69	49.4	54.4	37.3	51.0
25/04/2012 12:38	840.54	50.2	55.0	36.9	51.4
25/04/2012 12:40	839.49	50.0	55.3	37.6	51.3
25/04/2012 12:42	826.17	50.5	55.2	39.4	51.9
25/04/2012 12:44	819.62	50.6	54.9	37.9	51.7
25/04/2012 12:46	813.11	50.4	55.7	38.2	51.6
25/04/2012 12:48	812.58	50.8	55.6	38.4	51.8
25/04/2012 12:50	828.99	51.0	55.4	38.8	51.9
25/04/2012 12:52	820.72	50.7	55.7	39.0	52.3
25/04/2012 12:54	832.02	51.2	55.4	39.2	52.6
25/04/2012 12:56	841.46	50.8	55.9	37.5	52.3
25/04/2012 12:58	837.7	51.3	56.4	38.0	52.7
25/04/2012 13:00	825.7	52.0	56.7	38.0	53.1
25/04/2012 13:02	820.55	51.9	56.9	37.3	52.9
25/04/2012 13:04	814.29	51.6	56.7	38.1	53.5
25/04/2012 13:06	814.8	51.9	56.7	39.1	54.0
25/04/2012 13:08	807.95	52.3	57.4	37.7	53.9
25/04/2012 13:10	809.76	52.8	57.4	39.0	53.8
25/04/2012 13:12	797.09	52.2	57.2	36.9	54.2
25/04/2012 13:14	799.09	52.7	57.7	37.6	54.0
25/04/2012 13:16	800.24	52.7	57.4	38.3	54.1
25/04/2012 13:18	801.65	52.9	57.4	37.6	54.6
25/04/2012 13:20	778.44	53.1	57.7	37.3	54.8

25/04/2012 13:22	776.47	53.7	57.9	38.1	55.1
25/04/2012 13:24	780.61	53.1	57.7	38.0	54.8
25/04/2012 13:26	780.99	54.1	58.2	41.7	54.8
25/04/2012 13:28	776.83	54.3	58.4	39.0	55.6
25/04/2012 13:30	784.93	54.1	58	37	55.2
25/04/2012 13:32	778.7	53.8	58.5	37.7	55.6
25/04/2012 13:34	776.74	53.8	58.3	40.6	55.5
25/04/2012 13:36	776.15	54.3	59.0	39.2	56.1
25/04/2012 13:38	758.9	54.9	59.1	38.6	55.8
25/04/2012 13:40	755.22	54.6	58.6	38.5	55.8
25/04/2012 13:42	746.1	55.1	59.5	36.7	56.0
25/04/2012 13:44	733.26	54.9	59.3	38.1	56.8
25/04/2012 13:46	736.35	55.5	59.4	39.0	56.3
25/04/2012 13:48	728.5	55.0	59.2	38.0	57.3
25/04/2012 13:50	734.46	55.5	59.7	39.3	57.2
25/04/2012 13:52	730.11	55.6	60.0	39.0	57.5
25/04/2012 13:54	723.31	55.7	60.0	38.7	57.5
25/04/2012 13:56	715.82	56.0	59.5	37.7	57.7
25/04/2012 13:58	707.55	56.0	60.3	38.9	57.1
25/04/2012 14:00	710.11	56.1	59.6	39.0	57.9
25/04/2012 14:02	708.46	55.9	59.7	37.9	57.5
25/04/2012 14:04	704.31	56.1	59.9	38.3	57.7
25/04/2012 14:06	652.06	56.5	59.6	38.3	57.7
25/04/2012 14:08	668.56	56.7	59.7	37.9	56.7
25/04/2012 14:10	682.69	56.9	60.7	39.2	56.6
25/04/2012 14:12	649.13	56.9	60.1	38.4	56.8
25/04/2012 14:14	653.96	57.4	60.4	39.2	57.0
25/04/2012 14:16	655.58	57.0	60.5	41.6	56.6
25/04/2012 14:18	641.85	57.4	60.5	39.1	57.0
25/04/2012 14:20	615.6	57.8	60.7	39.3	57.1
25/04/2012 14:22	635.04	57.5	61.0	37.5	56.8
25/04/2012 14:24	654.67	58.2	61.0	37.7	56.9
25/04/2012 14:26	652.04	57.9	60.7	37.8	56.8

25/04/2012 14:28	625.16	58.4	61.1	39.1	57.2
25/04/2012 14:30	637.91	58.1	60.9	40.6	57.2
25/04/2012 14:32	606.3	58.1	60.8	39.0	57.3
25/04/2012 14:34	372.71	58.5	59.8	38.8	57.4
25/04/2012 14:36	287.87	58.3	61.5	38.1	57.5
25/04/2012 14:38	374.41	58.6	60.1	37.8	57.5
25/04/2012 14:40	302.29	58.3	61.0	39.4	57.9
25/04/2012 14:42	601.1	58.4	61.3	39.0	57.6
25/04/2012 14:44	582.82	58.7	61.2	39.4	57.6
25/04/2012 14:46	591.2	58.9	61.4	38.9	57.8
25/04/2012 14:48	588.33	59.1	61.5	39.2	57.9
25/04/2012 14:50	584.06	59.1	61.6	37.2	58.1
25/04/2012 14:52	571.14	59.1	61.4	40.5	58.1
25/04/2012 14:54	538.6	59.1	62.1	39.9	58.4
25/04/2012 14:56	540.56	59.2	62.2	39.7	58.3
25/04/2012 14:58	530.37	59.8	62.1	40.0	58.4
25/04/2012 15:00	529.97	59.7	62.0	39.6	58.2
25/04/2012 15:02	537.59	59.9	62.0	39.8	58.5
25/04/2012 15:04	492.17	59.5	62.5	39.3	58.4
25/04/2012 15:06	501.56	59.9	61.7	39.4	58.6
25/04/2012 15:08	412.2	60.3	62.3	37.2	58.4
25/04/2012 15:10	220.97	60.3	60.9	38.5	58.5
25/04/2012 15:12	480.08	59.9	62.3	39.3	58.6
25/04/2012 15:14	456.12	60.3	61.9	38.6	58.6
25/04/2012 15:16	468.06	59.7	62.0	38.6	58.8
25/04/2012 15:18	461.25	59.6	61.9	40.4	58.7
25/04/2012 15:20	473.14	59.9	62.6	39.8	58.9
25/04/2012 15:22	465.08	60.6	62.5	38.5	60.1
25/04/2012 15:24	467.97	59.8	62.1	38.0	60.2
25/04/2012 15:26	462.53	60.5	62.3	39.1	60.3
25/04/2012 15:28	471.92	60.5	62.2	37.2	60.2
25/04/2012 15:30	419.36	60.6	62.3	37.0	60.4
25/04/2012 15:32	240.09	60.3	62.0	37.1	60.4

25/04/2012 15:34	240.55	60.5	62.3	36.6	60.6
25/04/2012 15:36	250.75	60.2	62.4	36.5	60.7
25/04/2012 15:38	267.55	60.3	62.5	36.7	60.9
25/04/2012 15:40	287.31	60.5	62.3	36.5	61.2
25/04/2012 15:42	312.12	60.7	62.6	36.4	61.1
25/04/2012 15:44	346.21	60.9	62.9	36.3	61.5
25/04/2012 15:46	367.33	61.0	62.8	36.3	61.4
25/04/2012 15:48	398.55	61.2	63	36.2	61.7
25/04/2012 15:50	403.22	61.1	63.1	36.3	61.8
25/04/2012 15:52	415.22	61.3	63.2	36.7	61.9
25/04/2012 15:54	419.39	61.5	63.3	36.5	61.9
25/04/2012 15:56	418.88	61.4	63.5	36.4	62.0
25/04/2012 15:58	429.01	61.5	63.4	36.3	62.0
25/04/2012 16:00	431.26	61.6	63.6	36.5	62.1
Average	680.54			37.0	

26 April 2012

Date/Time	Intensity (W/m ²)	T _{in} ມື້ນຳ (°C)	T _{out} ມື້ນຳ (°C)	T _{ambient} (°C)	T _{tank} (°C)
26/04/2012 08:00	530.47	29.9	34.9	32.0	33.1
26/04/2012 08:02	534.35	30.0	34.9	32	33.0
26/04/2012 08:04	534.67	30.1	35.2	32.1	33.0
26/04/2012 08:06	564.32	30.3	35.2	32.2	33.2
26/04/2012 08:08	543.81	30.5	35.4	32.1	33.3
26/04/2012 08:10	527.78	30.7	35.6	32.2	33.4
26/04/2012 08:12	540.93	30.9	35.8	32.3	33.3
26/04/2012 08:14	567.48	31.2	35.7	32.5	33.5
26/04/2012 08:16	561.22	31.5	35.8	32.5	33.5
26/04/2012 08:18	571.32	31.7	36.2	32.6	33.6
26/04/2012 08:20	543.33	31.9	36.1	32.5	33.6
26/04/2012 08:22	555.33	32.3	36.2	32.8	33.5
26/04/2012 08:24	555.99	32.5	36.4	33.0	33.7
26/04/2012 08:26	557.34	32.7	36.4	33.1	33.7
26/04/2012 08:28	578.44	32.9	36.3	33.2	33.9
26/04/2012 08:30	587.12	33.2	36.4	33.5	34.0
26/04/2012 08:32	578.22	33.4	36.4	33.3	34.1
26/04/2012 08:34	580.12	33.4	36.6	33.4	34.3
26/04/2012 08:36	589.39	33.5	36.6	33.5	34.2
26/04/2012 08:38	599.09	33.5	36.7	33.1	34.3
26/04/2012 08:40	612.24	33.7	36.6	33.5	34.4
26/04/2012 08:42	613.32	33.8	36.8	33.3	34.5
26/04/2012 08:44	623.45	33.6	36.0	33.3	34.6
26/04/2012 08:46	633.55	33.7	37.1	33.6	34.5
26/04/2012 08:48	618.57	33.6	37.3	33.8	35.0
26/04/2012 08:50	625.55	33.6	37.4	33.7	35.0
26/04/2012 08:52	625.76	33.8	37.5	33.7	35.3
26/04/2012 08:54	628.83	33.9	37.7	33.6	35.2

26/04/2012 08:56	624.14	33.9	38.1	33.9	34.8
26/04/2012 08:58	630.01	34.0	38.3	33.7	35.2
26/04/2012 09:00	634.88	34.1	38.2	34.1	35.4
26/04/2012 09:02	640.79	34.0	38.3	34.5	35.4
26/04/2012 09:04	645.18	34.2	38.3	34.6	35.6
26/04/2012 09:06	639.37	34.2	38.2	34.3	35.8
26/04/2012 09:08	651.18	34.4	38.4	34.2	35.9
26/04/2012 09:10	656.85	34.4	38.4	35.2	36.1
26/04/2012 09:12	663.7	34.6	38.4	33.7	36.6
26/04/2012 09:14	668.29	34.7	38.8	34.9	36.8
26/04/2012 09:16	668.94	34.7	38.4	36.6	37.3
26/04/2012 09:18	676.63	34.9	38.5	34.0	37.8
26/04/2012 09:20	687.29	35.0	38.6	34.7	38.1
26/04/2012 09:22	696.61	34.6	38.7	34.3	38.0
26/04/2012 09:24	706.84	35.6	38.5	34.2	37.9
26/04/2012 09:26	711.5	35.2	38.7	35.0	37.7
26/04/2012 09:28	715.46	35.2	38.7	35.9	38.0
26/04/2012 09:30	719.85	35.1	38.7	34.4	38.1
26/04/2012 09:32	729.96	35.3	39.0	34.4	38.1
26/04/2012 09:34	726.12	35.1	38.7	35.9	38.6
26/04/2012 09:36	723.47	35.2	38.9	34.8	38.7
26/04/2012 09:38	734.87	35.2	39.7	34.5	38.4
26/04/2012 09:40	737.9	35.6	39.4	35.2	38.4
26/04/2012 09:42	740.19	35.6	39.3	35.1	38.8
26/04/2012 09:44	746.21	36.0	39.7	34.5	39.1
26/04/2012 09:46	748.5	36.3	41.0	35.7	38.6
26/04/2012 09:48	750.67	36.8	41.4	34.5	38.7
26/04/2012 09:50	752.53	37.4	41.3	35.5	39.0
26/04/2012 09:52	759.01	37.0	41.4	33.9	39.7
26/04/2012 09:54	763.35	37.3	42.1	35.1	39.4
26/04/2012 09:56	764.77	37.6	41.6	37.3	40.0
26/04/2012 09:58	765.71	37.7	41.6	35.0	40.3
26/04/2012 10:00	769.44	37.7	42.5	34.8	40.0

26/04/2012 10:02	777.94	37.9	41.9	36.4	40.8
26/04/2012 10:04	779.45	37.9	42.1	36.0	41.1
26/04/2012 10:06	779.93	37.9	42.9	35.6	40.9
26/04/2012 10:08	778.57	37.9	42.8	36.0	41.3
26/04/2012 10:10	774.6	38.7	42.7	34.7	41.5
26/04/2012 10:12	765.77	38.3	42.5	36.0	41.6
26/04/2012 10:14	771.86	38.3	42.6	35.8	42.1
26/04/2012 10:16	790.29	39.0	43.2	34.9	41.7
26/04/2012 10:18	792.4	38.5	43.7	35.1	41.7
26/04/2012 10:20	798.36	38.9	43.1	35.4	42.1
26/04/2012 10:22	790.83	39.0	43.2	37.0	42.1
26/04/2012 10:24	785.87	38.7	43.3	36.5	42.8
26/04/2012 10:26	788.91	39.1	43.3	39.1	42.9
26/04/2012 10:28	791.08	39.2	44.2	35.1	42.2
26/04/2012 10:30	786.00	39.9	44.0	36.2	42.7
26/04/2012 10:32	798.61	39.2	44.0	36.1	43.2
26/04/2012 10:34	806.11	40.0	44.2	35.8	43.5
26/04/2012 10:36	790.86	39.8	44.6	35.7	43.2
26/04/2012 10:38	794.13	40.4	45.1	35.6	43.4
26/04/2012 10:40	788.71	40.8	45.5	36.0	43.2
26/04/2012 10:42	776.67	40.5	45.2	36.3	43.8
26/04/2012 10:44	789.43	40.9	45.6	37.6	43.8
26/04/2012 10:46	785.14	41.6	46.0	36.5	43.6
26/04/2012 10:48	771.3	41.3	46.2	36.2	44.1
26/04/2012 10:50	795.48	41.8	45.7	36.8	44.2
26/04/2012 10:52	809.48	42.5	46.8	36.1	44.1
26/04/2012 10:54	822.58	42.6	47.4	37.4	44.4
26/04/2012 10:56	831.28	43.4	47.7	37.4	44.3
26/04/2012 10:58	822.49	43.4	47.9	38.3	44.7
26/04/2012 11:00	811.99	43.4	48.1	35.8	44.5
26/04/2012 11:02	819.6	43.8	48.2	36.0	44.8
26/04/2012 11:04	820.69	43.6	48.8	35.8	44.6
26/04/2012 11:06	821.76	44.4	48.7	36.8	44.7

26/04/2012 11:08	822.55	43.9	48.9	37.3	44.8
26/04/2012 11:10	834.93	44.1	49.2	38.0	44.9
26/04/2012 11:12	816.9	44.3	48.6	36.5	45.3
26/04/2012 11:14	819.72	44.8	49.5	36.5	44.6
26/04/2012 11:16	806.46	44.9	49.0	38.5	45.2
26/04/2012 11:18	823.08	45.1	49.7	36.1	44.8
26/04/2012 11:20	813.09	44.9	49.6	37.3	45.8
26/04/2012 11:22	818.89	45.2	49.9	38.4	45.6
26/04/2012 11:24	830.54	45.4	49.8	36.4	46.0
26/04/2012 11:26	823.94	45.8	50.6	37.3	45.5
26/04/2012 11:28	822.97	45.8	50.8	36.6	45.9
26/04/2012 11:30	818.72	46.1	50.3	36.4	45.9
26/04/2012 11:32	809.74	46.5	50.9	38.7	45.9
26/04/2012 11:34	839.38	46.7	51.0	37.9	46.0
26/04/2012 11:36	818.47	46.8	51.0	38.9	46.4
26/04/2012 11:38	824.00	47.0	50.8	37.6	47.1
26/04/2012 11:40	829.84	47.3	51.6	36.4	46.8
26/04/2012 11:42	824.98	46.9	51.5	36.8	47.5
26/04/2012 11:44	829.15	47.7	51.9	38.6	47.0
26/04/2012 11:46	843.71	47.2	52.3	36.3	47.5
26/04/2012 11:48	834.1	47.1	51.8	38.4	48.0
26/04/2012 11:50	833.81	47.7	52.7	36.9	47.4
26/04/2012 11:52	823.16	47.7	52.5	39.2	48.1
26/04/2012 11:54	810.62	48.0	52.1	37.2	48.3
26/04/2012 11:56	805.63	48.3	52.2	36.2	48.6
26/04/2012 11:58	807.52	48.5	52.5	36.5	48.7
26/04/2012 12:00	807.51	48.3	53.1	36.8	48.4
26/04/2012 12:02	808.22	48.5	52.6	36.5	49.1
26/04/2012 12:04	806.93	48.4	53.2	38.6	48.9
26/04/2012 12:06	782.24	49.2	53.3	39.2	48.8
26/04/2012 12:08	795.11	48.9	53.1	35.9	49.5
26/04/2012 12:10	808.54	49.5	53.3	37.8	49.5
26/04/2012 12:12	796.58	49.7	54.0	39.3	49.2

26/04/2012 12:14	780.67	49.3	53.7	37.1	50.0
26/04/2012 12:16	772.1	49.7	53.8	37.7	50.3
26/04/2012 12:18	769.81	50.1	53.9	38.3	50.5
26/04/2012 12:20	776.85	49.7	54.5	37.8	50.2
26/04/2012 12:22	796.17	50.6	54.4	37.1	50.8
26/04/2012 12:24	808.01	50.1	54.6	37.5	50.7
26/04/2012 12:26	796.65	50.7	55.4	36.6	50.6
26/04/2012 12:28	781.6	50.4	54.9	37.2	45.6
26/04/2012 12:30	771.66	51.2	55.0	37.7	50.8
26/04/2012 12:32	758.18	51.0	55.5	39.0	51.0
26/04/2012 12:34	766.34	51.3	55.5	38.2	50.9
26/04/2012 12:36	785.95	51.6	55.3	38.7	50.9
26/04/2012 12:38	743.71	51.7	55.5	38.2	51.9
26/04/2012 12:40	722.33	51.6	55.3	37.2	51.8
26/04/2012 12:42	712.49	51.7	55.6	37.5	52.4
26/04/2012 12:44	698.17	52.0	56.4	38.1	52.3
26/04/2012 12:46	701.24	52.4	55.9	36.8	52.1
26/04/2012 12:48	683.49	52.1	56.1	36.8	52.2
26/04/2012 12:50	747.61	52.1	56.7	37.4	52.1
26/04/2012 12:52	721.08	52.7	56.5	37.5	52.6
26/04/2012 12:54	733.91	52.6	56.9	38.5	52.7
26/04/2012 12:56	716.39	52.6	57.2	38.1	52.8
26/04/2012 12:58	715.25	52.8	57.2	37.4	52.7
26/04/2012 13:00	706.65	52.5	56.8	36.5	52.9
26/04/2012 13:02	729.27	53.2	57.3	36.7	53.7
26/04/2012 13:04	748.87	53.4	57.3	36.5	53.4
26/04/2012 13:06	740.93	52.9	57.1	36.9	53.5
26/04/2012 13:08	718.75	53.8	57.6	38.1	54.1
26/04/2012 13:10	720.99	53.3	57.3	36.0	53.7
26/04/2012 13:12	730.95	54.0	57.5	36.8	54.5
26/04/2012 13:14	727.15	54.3	57.7	36.7	54.8
26/04/2012 13:16	717.73	54.1	58.3	36.8	54.4
26/04/2012 13:18	669.12	54.4	57.5	37.1	54.4

26/04/2012 13:20	703.80	53.8	57.8	37.1	55.0
26/04/2012 13:22	717.34	54.3	58.0	37	55.2
26/04/2012 13:24	726.75	55.0	58.7	37.8	55.6
26/04/2012 13:26	721.33	54.4	59.0	37.1	55.0
26/04/2012 13:28	709.78	54.5	59.1	37.2	55.1
26/04/2012 13:30	706.54	54.5	59.2	37.1	55.4
26/04/2012 13:32	694.05	54.6	58.8	36.5	55.2
26/04/2012 13:34	675.18	54.5	58.9	36.4	55.9
26/04/2012 13:36	678.45	54.6	59.1	36.1	55.2
26/04/2012 13:38	681.08	54.6	59.1	38.0	55.0
26/04/2012 13:40	676.31	54.7	59.3	37.7	54.8
26/04/2012 13:42	684.68	54.6	59.4	36.4	55.0
26/04/2012 13:44	686.73	54.8	59.9	36.6	54.8
26/04/2012 13:46	665.3	54.8	59.2	36.3	55.4
26/04/2012 13:48	670.65	54.9	59.8	36.0	55.3
26/04/2012 13:50	667.26	55.0	59.8	37.5	55.4
26/04/2012 13:52	663.01	55.1	60.2	36.9	55.3
26/04/2012 13:54	657.61	55.1	59.6	37.2	55.8
26/04/2012 13:56	647.95	55.2	59.9	37.7	55.6
26/04/2012 13:58	640.09	55.3	60.5	37.5	55.5
26/04/2012 14:00	641.77	55.5	60.6	37.1	55.6
26/04/2012 14:02	622.89	56.0	60.9	36.8	55.8
26/04/2012 14:04	588.89	55.9	60.8	36.6	56.2
26/04/2012 14:06	592.25	55.7	60.9	36.2	56.1
26/04/2012 14:08	598.85	55.9	60.5	37.2	56.4
26/04/2012 14:10	602.59	56.0	60.5	37.5	56.3
26/04/2012 14:12	598.12	55.9	60.7	36.4	56.7
26/04/2012 14:14	597.79	56.1	60.7	37.6	56.6
26/04/2012 14:16	601.80	57.1	60.1	36.7	56.5
26/04/2012 14:18	593.27	56.2	60.8	37.0	56.9
26/04/2012 14:20	588.59	56.4	60.3	35.8	56.7
26/04/2012 14:22	585.51	56.8	60.1	38.0	57.0
26/04/2012 14:24	596.28	56.5	60.5	37.5	57.0

26/04/2012 14:26	590.47	57.0	61.2	36.1	57.3
26/04/2012 14:28	567.47	56.9	61.9	36.6	57.1
26/04/2012 14:30	558.34	57.1	61.5	36.4	57.4
26/04/2012 14:32	566.33	57.0	61.5	37.3	57.7
26/04/2012 14:34	546.06	57.2	62.0	36.9	57.4
26/04/2012 14:36	529.39	57.4	61.6	36.3	57.9
26/04/2012 14:38	531.56	57.6	61.9	36.9	58.0
26/04/2012 14:40	542.87	57.8	62.2	36.9	57.6
26/04/2012 14:42	528.80	57.7	62.5	36.0	57.8
26/04/2012 14:44	531.21	57.8	62.2	36.7	57.9
26/04/2012 14:46	514.15	58.0	61.1	36.3	58.1
26/04/2012 14:48	514.14	58.1	60.3	36.2	57.9
26/04/2012 14:50	512.24	58.3	60.8	36.0	57.7
26/04/2012 14:52	517.96	58.2	61.7	36.8	57.4
26/04/2012 14:54	508.07	58.4	62.6	36.1	57.7
26/04/2012 14:56	496.34	58.5	63.6	36.5	58.4
26/04/2012 14:58	501.34	58.6	62.4	36.4	58.4
26/04/2012 15:00	494.75	58.6	62.1	36.5	58.4
26/04/2012 15:02	472.44	58.8	62.0	36.7	58.4
26/04/2012 15:04	467.31	58.9	62.2	36.1	58.3
26/04/2012 15:06	464.90	58.9	61.9	37.0	58.5
26/04/2012 15:08	466.59	59.2	62.7	36.9	58.4
26/04/2012 15:10	465.59	59.0	62.4	36.6	58.5
26/04/2012 15:12	464.36	59.1	62.4	35.5	58.6
26/04/2012 15:14	478.89	59.0	62.2	36.3	58.9
26/04/2012 15:16	512.32	59.2	62.7	36.8	58.7
26/04/2012 15:18	526.86	59.3	62.3	36.6	58.9
26/04/2012 15:20	530.75	59.3	62.5	36.5	59.0
26/04/2012 15:22	536.43	59.5	62.8	36.6	59.1
26/04/2012 15:24	525.62	59.5	62.8	36.4	59.3
26/04/2012 15:26	524.40	59.6	63.1	36.5	59.2
26/04/2012 15:28	521.14	59.6	63.1	36.5	59.3
26/04/2012 15:30	511.48	59.7	63.3	36.4	59.5

26/04/2012 15:32	513.14	59.7	63.4	36.3	59.6
26/04/2012 15:34	523.33	59.6	63.3	36.4	59.8
26/04/2012 15:36	529.94	59.8	63.5	36.5	59.8
26/04/2012 15:38	526.59	59.8	63.7	36.3	59.9
26/04/2012 15:40	529.92	59.9	63.6	36.4	60.0
26/04/2012 15:42	521.93	59.9	63.6	36.5	60.1
26/04/2012 15:44	518.99	60.0	63.5	36.6	60.1
26/04/2012 15:46	517.77	60.2	63.7	36.5	60.3
26/04/2012 15:48	516.94	60.2	63.9	36.7	60.3
26/04/2012 15:50	515.49	60.3	64.0	36.5	60.4
26/04/2012 15:52	515.41	60.4	64.1	36.4	60.7
26/04/2012 15:54	513.93	60.3	63.9	36.3	60.9
26/04/2012 15:56	513.41	60.4	64.0	36.3	61.0
26/04/2012 15:58	514.11	60.5	64.1	36.2	61.2
26/04/2012 16:00	511.35	60.5	64.2	36.3	61.5
Average	678.57			36.2	

27 April 2012

Date/Time	Intensity (W/m ²)	T _{in} မူပိုင် (°C)	T _{out} မူပိုင် (°C)	T _{ambient} (°C)	T _{tank} (°C)
27/04/2012 08:00	530.12	30.2	35.6	32.3	33.0
27/04/2012 08:02	531.12	30.2	35.7	32.3	33.0
27/04/2012 08:04	532.92	31.2	35.7	32.3	33.0
27/04/2012 08:06	534.34	30.6	35.4	32.3	33.2
27/04/2012 08:08	532.22	30.8	35.8	32.5	33.2
27/04/2012 08:10	541.12	31.1	35.8	32.5	33.4
27/04/2012 08:12	542.32	32.1	35.2	32.6	33.4
27/04/2012 08:14	544.11	31.7	35.9	32.7	33.5
27/04/2012 08:16	545.11	32.0	35.9	32.7	33.5
27/04/2012 08:18	545.32	32.2	35.4	32.8	33.5
27/04/2012 08:20	543.56	33.1	35.9	33.0	33.5
27/04/2012 08:22	546.78	32.6	35.7	32.8	33.6
27/04/2012 08:24	546.99	32.6	36.2	33.0	33.7
27/04/2012 08:26	548.12	32.8	36.3	33.1	33.7
27/04/2012 08:28	548.31	32.8	36.3	33.3	34.0
27/04/2012 08:30	548.51	33.1	36.3	33.4	34.0
27/04/2012 08:32	548.72	33.3	36.4	33.3	34.1
27/04/2012 08:34	549.73	33.3	36.4	33.4	34.2
27/04/2012 08:36	561.22	33.5	36.6	32.8	34.2
27/04/2012 08:38	563.44	33.5	36.7	32.8	34.3
27/04/2012 08:40	567.77	33.8	36.7	32.0	34.3
27/04/2012 08:42	568.32	33.8	36.8	33.3	34.5
27/04/2012 08:44	571.79	34.1	36.8	33.3	34.5
27/04/2012 08:46	578.32	34.1	37.0	32.7	34.6
27/04/2012 08:48	572.34	34.4	37.2	32.8	35.0
27/04/2012 08:50	579.12	34.4	37.4	33	35.0
27/04/2012 08:52	580.11	34.6	37.6	33.1	35.3

27/04/2012 08:54	580.14	34.7	37.8	33.6	35.2
27/04/2012 08:56	583.22	34.9	38.6	34.7	34.8
27/04/2012 08:58	582.56	34.9	38.6	34.6	35.4
27/04/2012 09:00	583.47	34.8	38.1	34.6	36.2
27/04/2012 09:02	589.46	34.4	38.4	34.4	36.4
27/04/2012 09:04	591.09	34.4	38.3	36.6	36.7
27/04/2012 09:06	616.14	34.7	38.2	34.8	37.2
27/04/2012 09:08	633.91	34.6	38.7	34.4	37.2
27/04/2012 09:10	657.94	34.9	38.3	35.5	37.7
27/04/2012 09:12	677.77	34.4	38.6	34.9	37.8
27/04/2012 09:14	675.53	34.6	38.6	35.1	38.0
27/04/2012 09:16	691.06	34.7	38.5	36.3	38.1
27/04/2012 09:18	687.87	34.9	39.4	35.8	37.6
27/04/2012 09:20	686.52	35.0	39.0	36.8	37.9
27/04/2012 09:22	691.28	35.0	39.0	37.2	38.1
27/04/2012 09:24	696.29	35.0	38.8	38.7	38.4
27/04/2012 09:26	707.14	35.1	39.3	36.3	38.2
27/04/2012 09:28	709.22	34.8	39.6	35.3	38.6
27/04/2012 09:30	701.32	35.1	39.2	34.0	38.7
27/04/2012 09:32	712.31	35.1	40.0	33.9	38.6
27/04/2012 09:34	716.92	35.8	39.8	34.1	38.8
27/04/2012 09:36	721.93	35.7	39.8	35.7	39.1
27/04/2012 09:38	714.31	35.7	40.5	35.7	38.9
27/04/2012 09:40	723.05	36.0	40.3	35.5	39.5
27/04/2012 09:42	720.57	36.7	40.8	36.8	39.1
27/04/2012 09:44	733.84	36.3	41.0	35.4	39.4
27/04/2012 09:46	746.72	37.0	41.6	34.4	39.4
27/04/2012 09:48	749.6	36.9	41.5	35.6	39.9
27/04/2012 09:50	765.99	37.4	41.6	34.6	39.9
27/04/2012 09:52	762.98	37.4	41.5	35.6	40.2
27/04/2012 09:54	747.03	38.0	42.3	36.5	39.9
27/04/2012 09:56	760.69	37.5	42.1	35.5	40.5
27/04/2012 09:58	758.77	38.1	42.6	37.3	40.4

27/04/2012 10:00	771.74	38.0	42.9	36.4	40.5
27/04/2012 10:02	773.82	38.1	43.1	34.9	40.5
27/04/2012 10:04	784.51	38.2	42.6	36.1	41.6
27/04/2012 10:06	789.27	37.9	42.9	34.4	41.7
27/04/2012 10:08	792.32	38.8	43.1	34.5	41.5
27/04/2012 10:10	784.83	38.6	43.5	35.8	41.7
27/04/2012 10:12	802.92	38.6	43.7	35.0	41.7
27/04/2012 10:14	786.09	38.5	43.6	34.8	41.9
27/04/2012 10:16	803.05	38.6	43.0	35	42.6
27/04/2012 10:18	802.43	38.4	43.4	36.4	42.7
27/04/2012 10:20	797.87	39.2	43.7	36.1	42.3
27/04/2012 10:22	788.31	38.9	43.6	35.8	43.3
27/04/2012 10:24	801.34	39.4	43.8	35.2	43.0
27/04/2012 10:26	822.05	39.7	44.0	36.0	42.8
27/04/2012 10:28	825.31	39.4	44.6	36.9	42.9
27/04/2012 10:30	831.9	39.9	45.1	36.9	42.9
27/04/2012 10:32	828.18	40.0	45.2	36.3	43.5
27/04/2012 10:34	831.3	40.5	45.5	35.3	43.6
27/04/2012 10:36	816.62	40.7	45	35.6	44.2
27/04/2012 10:38	815.64	41.2	45.5	35.7	43.8
27/04/2012 10:40	810.29	40.7	45.8	36.0	44.4
27/04/2012 10:42	778.57	41.4	45.7	37.6	44.0
27/04/2012 10:44	814.28	41.1	46.2	37.7	44.5
27/04/2012 10:46	817.03	41.1	46.1	37.0	44.9
27/04/2012 10:48	817.75	42.0	46.3	36.7	45.5
27/04/2012 10:50	806.3	42.1	46.7	36.4	45.6
27/04/2012 10:52	856.66	42.9	47.0	35.4	45.1
27/04/2012 10:54	831.1	42.7	47.7	36.0	45.3
27/04/2012 10:56	802.41	42.7	47.5	35.1	45.3
27/04/2012 10:58	790.92	43.1	46.7	35.6	46.0
27/04/2012 11:00	818.55	42.9	47.5	36.2	45.8
27/04/2012 11:02	806.26	43.1	47.1	36.9	45.9
27/04/2012 11:04	844.75	44.2	48.4	37.9	45.6

27/04/2012 11:06	841.95	44.8	48.7	36.0	46.1
27/04/2012 11:08	780.41	45.2	49.2	37.8	46.1
27/04/2012 11:10	827.40	45.1	49.2	36.7	46.2
27/04/2012 11:12	874.78	45.5	49.7	37.3	46.3
27/04/2012 11:14	853.17	45.2	49.9	36.3	46.2
27/04/2012 11:16	893.31	45.6	50.6	35.8	45.8
27/04/2012 11:18	866.33	45.7	50.1	35.9	46.7
27/04/2012 11:20	835.21	45.8	50.2	36.5	46.6
27/04/2012 11:22	844.86	45.7	50.5	37.0	46.5
27/04/2012 11:24	837.13	46.4	50.6	36.9	46.5
27/04/2012 11:26	811.14	46.6	50.8	38.4	46.4
27/04/2012 11:28	858.41	46.6	51.1	36.6	46.7
27/04/2012 11:30	856.8	46.5	51.2	36.1	47.1
27/04/2012 11:32	854.55	46.5	51.8	36	47.0
27/04/2012 11:34	856.69	46.8	52.4	37.4	46.8
27/04/2012 11:36	850.04	47.3	52.5	37.7	46.9
27/04/2012 11:38	838.35	47.7	52.7	37.1	47.2
27/04/2012 11:40	833.04	47.9	52.9	38.1	47.2
27/04/2012 11:42	816.84	47.9	53.3	35.1	47.7
27/04/2012 11:44	845.47	47.5	53.1	36.6	48.2
27/04/2012 11:46	857.13	48.3	53.4	37.4	48.1
27/04/2012 11:48	847.43	48.5	53.5	37.2	48.7
27/04/2012 11:50	852.37	48.5	53.6	38.1	48.9
27/04/2012 11:52	830.20	48.4	54.0	36.5	48.9
27/04/2012 11:54	847.51	49.4	54.3	36.0	48.6
27/04/2012 11:56	762.3	49.3	53.9	36.2	48.8
27/04/2012 11:58	836.33	49.3	54.4	35.4	48.7
27/04/2012 12:00	866.94	49.0	54.8	36.0	49.3
27/04/2012 12:02	864.62	49.5	53.9	36.7	49.1
27/04/2012 12:04	867.13	49.8	53.9	37.3	49.2
27/04/2012 12:06	817.04	49.5	54.0	37.0	49.9
27/04/2012 12:08	813.8	49.6	54.2	36.9	49.4
27/04/2012 12:10	841.04	48.6	54.5	37.4	49.1

27/04/2012 12:12	860.74	49.5	54.7	36.2	51.2
27/04/2012 12:14	852.27	48.6	54.5	36.5	51.0
27/04/2012 12:16	861.7	50.2	55.1	37.3	51.2
27/04/2012 12:18	861.31	48.8	55.5	35.9	51.9
27/04/2012 12:20	855.04	49.6	55.8	37.5	51.8
27/04/2012 12:22	875.75	49.0	56.0	36.3	51.8
27/04/2012 12:24	865.52	50.5	56.1	36.8	51.7
27/04/2012 12:26	842.76	49.2	56.3	37.3	51.5
27/04/2012 12:28	844.99	49.8	56.6	37.9	51.8
27/04/2012 12:30	835.14	49.8	56.5	39.0	51.9
27/04/2012 12:32	847.22	49.8	56.4	39.7	52.9
27/04/2012 12:34	848.76	49.5	56.5	36.8	53.1
27/04/2012 12:36	863.8	50.1	56.7	37.1	53.0
27/04/2012 12:38	874.87	50.5	56.6	36.1	53.7
27/04/2012 12:40	876.39	51.1	56.9	37.6	53.5
27/04/2012 12:42	855.82	50.8	56.9	37.8	53.9
27/04/2012 12:44	843.82	50.5	57.0	37.0	53.8
27/04/2012 12:46	857.19	50.9	57.2	37.4	54.1
27/04/2012 12:48	860.16	51.1	57.5	36.6	54.9
27/04/2012 12:50	859.68	51.5	57.3	37.2	55.0
27/04/2012 12:52	859.57	52.3	57.8	37.1	55.5
27/04/2012 12:54	829.31	51.7	56.9	37.3	55.1
27/04/2012 12:56	770.44	51.8	57.1	38.0	55.5
27/04/2012 12:58	684.37	52.5	58.1	38	55.6
27/04/2012 13:00	560.66	52.7	57.9	38.2	55.5
27/04/2012 13:02	737.97	52.6	57.6	37.4	54.5
27/04/2012 13:04	778.66	52.9	58.1	38.3	54.8
27/04/2012 13:06	772.31	52.4	58.5	37.4	54.1
27/04/2012 13:08	765.35	52.8	58.9	38.8	54.9
27/04/2012 13:10	776.04	52.1	57.1	38.8	55.0
27/04/2012 13:12	756.43	53.2	57.9	37.7	55.2
27/04/2012 13:14	759.73	54.3	58.1	36.7	55.4
27/04/2012 13:16	758.39	53.4	58.3	38.1	55.6

27/04/2012 13:18	743.92	53.6	59.1	37.1	56.1
27/04/2012 13:20	728.64	53.8	59.2	38.5	56.4
27/04/2012 13:22	733.98	54.0	60.1	37.7	56.1
27/04/2012 13:24	735.91	54.3	59.8	37.6	56.3
27/04/2012 13:26	743.50	55.5	59.4	38.1	56.1
27/04/2012 13:28	738.70	54.8	60.1	37.1	56.3
27/04/2012 13:30	730.42	54.6	59.9	36.9	56.8
27/04/2012 13:32	736.13	54.6	60.1	37.8	59.0
27/04/2012 13:34	730.50	55.4	60.2	37.4	58.9
27/04/2012 13:36	723.35	55.1	60.1	38.1	59.1
27/04/2012 13:38	726.52	54.6	60.5	37.8	59.1
27/04/2012 13:40	717.04	54.9	60.9	38.1	58.8
27/04/2012 13:42	721.40	55.1	61.1	35.6	59.8
27/04/2012 13:44	721.90	56.3	60.9	37.4	60.0
27/04/2012 13:46	725.80	55.9	61.5	36.7	60.6
27/04/2012 13:48	713.20	56.1	61.4	38	59.9
27/04/2012 13:50	713.71	56.0	61.4	38.3	60.3
27/04/2012 13:52	708.26	56.5	61.2	38.1	60.1
27/04/2012 13:54	680.62	58.1	61.5	38.3	59.2
27/04/2012 13:56	696.07	57.1	61.5	37.3	59.6
27/04/2012 13:58	678.74	57.9	61.8	37.2	59.0
27/04/2012 14:00	670.1	57.5	61.2	38.7	59.2
27/04/2012 14:02	689.03	58.0	61.5	37.1	59.5
27/04/2012 14:04	687.47	57.9	61.7	37.5	59.2
27/04/2012 14:06	688.66	58.2	61.8	36.7	59.5
27/04/2012 14:08	681.61	58.4	61.5	37.2	59.0
27/04/2012 14:10	668.29	58.5	61.9	37.4	59.5
27/04/2012 14:12	660.31	58.7	62.1	39.3	59.5
27/04/2012 14:14	662.54	59.2	62.2	38.4	59.8
27/04/2012 14:16	659.4	59.1	62.5	37.3	60.1
27/04/2012 14:18	651.79	59.5	62.3	38.2	59.9
27/04/2012 14:20	648.33	59.7	62.4	37.7	60.0
27/04/2012 14:22	644.1	59.8	62.7	37.2	60.0

27/04/2012 14:24	650.3	60.0	62.9	39.0	60.1
27/04/2012 14:26	633.99	60.1	63.0	37.9	60.3
27/04/2012 14:28	631.5	60.1	63.1	36.4	60.5
27/04/2012 14:30	624.87	59.9	63.0	36.8	60.4
27/04/2012 14:32	619.14	59.9	62.9	37.2	60.6
27/04/2012 14:34	609.65	60.1	63.1	37.2	60.9
27/04/2012 14:36	585.16	60.2	63.1	36.7	61.0
27/04/2012 14:38	578.77	60.1	63.5	37.3	60.9
27/04/2012 14:40	575.33	60.4	63.4	37.4	61.1
27/04/2012 14:42	561.98	60.4	63.2	38.0	61.0
27/04/2012 14:44	575.54	60.7	63.5	36.8	61.3
27/04/2012 14:46	565.20	60.5	63.2	36.8	61.5
27/04/2012 14:48	543.72	60.8	63.5	37.2	61.7
27/04/2012 14:50	552.18	61.1	62.9	37.7	61.6
27/04/2012 14:52	546.80	61.1	63.1	37.2	61.3
27/04/2012 14:54	531.71	60.9	63.0	37.2	61.4
27/04/2012 14:56	511.99	61.2	63.5	37.1	61.6
27/04/2012 14:58	512.27	61.5	63.1	37.1	61.4
27/04/2012 15:00	518.98	61.1	62.5	37.1	61.5
27/04/2012 15:02	520.47	61.0	62.5	37.1	61.7
27/04/2012 15:04	522.11	61.1	62.9	37.1	61.9
27/04/2012 15:06	522.13	61.2	63.1	37.2	62.1
27/04/2012 15:08	532.44	61.5	63.0	37.2	62.2
27/04/2012 15:10	543.44	61.2	63.5	37.1	62.3
27/04/2012 15:12	533.22	61.2	63.1	37.0	62.2
27/04/2012 15:14	532.22	61.5	63.4	37.1	62.4
27/04/2012 15:16	532.11	61.7	63.3	37.0	62.3
27/04/2012 15:18	528.87	61.9	63.5	37.1	62.5
27/04/2012 15:20	528.75	61.7	63.9	36.9	62.6
27/04/2012 15:22	526.81	61.9	64.1	36.9	62.8
27/04/2012 15:24	525.62	62.1	64.0	36.8	62.9
27/04/2012 15:26	520.4	62.5	63.9	36.8	62.6
27/04/2012 15:28	520.54	62.4	64.4	36.9	63.0

27/04/2012 15:30	526.48	62.4	64.4	36.8	63.1
27/04/2012 15:32	526.54	62.5	64.5	36.8	63.2
27/04/2012 15:34	523.33	62.4	64.9	36.6	63.3
27/04/2012 15:36	527.74	62.7	65.0	36.4	63.4
27/04/2012 15:38	526.55	62.5	64.9	36.5	63.5
27/04/2012 15:40	527.22	62.9	65.1	36.4	63.6
27/04/2012 15:42	521.13	63.1	65.3	36.6	63.6
27/04/2012 15:44	518.65	63.0	65.9	36.3	63.5
27/04/2012 15:46	517.55	63.2	66.5	36.6	63.9
27/04/2012 15:48	517.34	63.4	66.1	36.8	64.0
27/04/2012 15:50	515.23	63.5	66.2	36.5	64.1
27/04/2012 15:52	515.47	63.4	66.6	36.5	64.3
27/04/2012 15:54	513.23	63.5	66.8	36.4	64.0
27/04/2012 15:56	513.45	63.8	67.0	36.5	64.2
27/04/2012 15:58	514.43	63.9	67.1	36.5	64.2
27/04/2012 16:00	514.35	64.0	67.0	36.5	64.4
Average	700.92			36.3	

28 April 2012

Date/Time	Intensity (W/m ²)	T _{in} မူပိုင် (°C)	T _{out} မူပိုင် (°C)	T _{ambient} (°C)	T _{tank} (°C)
28/04/2012 08:00	468.21	31.2	34.1	32.9	33.1
28/04/2012 08:02	478.55	31.4	34.5	32.9	33.2
28/04/2012 08:04	475.55	31.6	34.3	33.0	33.3
28/04/2012 08:06	475.32	31.9	34.7	33.0	33.3
28/04/2012 08:08	489.22	32	34.9	33.1	33.6
28/04/2012 08:10	432.22	32.1	35.1	33.0	33.7
28/04/2012 08:12	441.25	32.3	35.0	32.9	33.7
28/04/2012 08:14	476.32	32.5	35.2	32.9	34.1
28/04/2012 08:16	421.36	32.8	35.3	33.0	34.4
28/04/2012 08:18	421.12	32.6	35.7	33.0	34.3
28/04/2012 08:20	496.33	33.1	35.6	32.9	34.6
28/04/2012 08:22	421.25	33.7	35.8	33.0	34.4
28/04/2012 08:24	463.86	33.5	36.0	32.9	34.3
28/04/2012 08:26	421.36	34.0	36.1	33.1	34.4
28/04/2012 08:28	425.62	34.2	35.0	33.2	35.6
28/04/2012 08:30	435.62	34.5	36.1	33.5	34.5
28/04/2012 08:32	425.69	34.3	36.3	33.3	34.6
28/04/2012 08:34	423.67	34.7	36.5	33.4	34.6
28/04/2012 08:36	421.15	34.9	36.8	33.5	34.8
28/04/2012 08:38	428.22	34.2	36.0	33.1	34.8
28/04/2012 08:40	408.26	34.4	37	33.5	34.9
28/04/2012 08:42	543.85	35.0	37.2	33.3	35.0
28/04/2012 08:44	566.21	34.9	37.5	33.3	35.0
28/04/2012 08:46	569.33	35.0	37.7	33.6	35.1
28/04/2012 08:48	570.23	35.1	37.4	33.8	35.1
28/04/2012 08:50	560.33	35.0	37.9	33.7	35.3

28/04/2012 08:52	582.01	35.0	38	33.7	35.7
28/04/2012 08:54	572.87	35.1	38.4	33.6	35.4
28/04/2012 08:56	584.11	35.2	38.7	33.9	35.9
28/04/2012 08:58	584.32	35.3	38.5	33.7	36.0
28/04/2012 09:00	587.19	35.1	39.0	34.1	36.2
28/04/2012 09:02	640.79	35.2	39.1	34.5	35.7
28/04/2012 09:04	645.18	35.4	39.3	34.6	36.0
28/04/2012 09:06	639.37	35.7	39.4	34.3	36.0
28/04/2012 09:08	651.18	35.2	39.3	34.2	34.8
28/04/2012 09:10	656.85	35.8	39.6	35.2	36.1
28/04/2012 09:12	663.70	35.9	39.8	33.7	36.2
28/04/2012 09:14	668.29	35.9	39.4	34.9	36.3
28/04/2012 09:16	668.94	36.0	40.0	36.6	36.5
28/04/2012 09:18	676.63	36.1	40.1	34.0	36.4
28/04/2012 09:20	687.29	36.2	39.9	34.7	36.4
28/04/2012 09:22	696.61	36.4	40.2	34.3	36.5
28/04/2012 09:24	706.84	36.2	40.0	34.2	36.6
28/04/2012 09:26	711.50	36.4	40.3	35.0	36.8
28/04/2012 09:28	715.46	36.5	40.1	35.9	36.8
28/04/2012 09:30	719.85	36.2	40.5	34.4	36.8
28/04/2012 09:32	729.96	36.4	40.8	34.4	37.0
28/04/2012 09:34	726.12	36.7	40.5	35.9	37.4
28/04/2012 09:36	723.47	36.9	40.9	34.8	37.5
28/04/2012 09:38	734.87	36.5	41.0	34.5	37.7
28/04/2012 09:40	737.90	37.0	41.2	35.2	37.8
28/04/2012 09:42	740.19	37.1	41.6	35.1	37.9
28/04/2012 09:44	746.21	37.3	41.8	34.5	38.0
28/04/2012 09:46	748.50	37.5	41.5	35.7	38.2
28/04/2012 09:48	750.67	37.8	41.9	34.5	38.3
28/04/2012 09:50	752.53	37.9	42.0	35.5	38.4
28/04/2012 09:52	759.01	38.1	42.2	33.9	38.5
28/04/2012 09:54	763.35	38.0	42.6	35.1	38.8
28/04/2012 09:56	764.77	38.2	42.9	37.3	39.0

28/04/2012 09:58	765.71	38.4	43.0	35.0	39.1
28/04/2012 10:00	769.44	38.3	43.5	34.8	39.2
28/04/2012 10:02	765.12	38.6	43.7	36.4	39.4
28/04/2012 10:04	753.67	38.2	43.9	37.4	38.1
28/04/2012 10:06	748.99	38.7	43.8	37.9	39.6
28/04/2012 10:08	759.26	38.9	44.0	37.9	39.8
28/04/2012 10:10	775.36	38.6	44.2	37.3	40.1
28/04/2012 10:12	791.19	39.0	44.6	35.9	40.2
28/04/2012 10:14	794.45	39.1	44.4	35.5	40.3
28/04/2012 10:16	785.07	39.3	44.9	36.8	40.5
28/04/2012 10:18	800.96	39.5	44.7	37.0	40.7
28/04/2012 10:20	797.39	39.8	45.0	37.0	40.8
28/04/2012 10:22	795.45	40.1	45.1	37.3	41.1
28/04/2012 10:24	801.97	40.5	45.3	36.7	41.3
28/04/2012 10:26	803.92	40.8	45.7	35.5	41.5
28/04/2012 10:28	811.27	41.0	45.5	37.4	41.6
28/04/2012 10:30	801.19	41.1	45.8	36.4	41.8
28/04/2012 10:32	808.96	41.3	45.9	36.5	42.1
28/04/2012 10:34	805.19	41.5	46.0	36.9	42.2
28/04/2012 10:36	807.03	41.7	45.7	39.3	42.2
28/04/2012 10:38	819.14	41.5	46.0	37.0	42.3
28/04/2012 10:40	816.99	41.8	45.9	38.3	40.2
28/04/2012 10:42	826.34	41.9	46.4	35.3	42.5
28/04/2012 10:44	820.3	42.0	46.9	37.3	42.4
28/04/2012 10:46	828.07	42.3	47.0	36.7	42.5
28/04/2012 10:48	837.06	42.1	47.1	36	42.6
28/04/2012 10:50	840.96	42.3	47.3	36.6	42.9
28/04/2012 10:52	834.51	42.7	47.5	36.2	43.1
28/04/2012 10:54	836.38	42.5	47.9	38.8	43.2
28/04/2012 10:56	840.63	42.8	48.0	38.0	43.4
28/04/2012 10:58	842.02	43.1	48.2	37.7	43.6
28/04/2012 11:00	829.41	43.3	48.5	36.3	43.8
28/04/2012 11:02	806.26	43.5	48.7	36.9	43.9

28/04/2012 11:04	844.75	43.8	48.9	37.9	44.1
28/04/2012 11:06	841.95	43.7	49.1	36.0	44.2
28/04/2012 11:08	780.41	43.6	48.9	37.8	43.5
28/04/2012 11:10	827.4	43.9	49.3	36.7	44.5
28/04/2012 11:12	874.78	44.0	49.5	37.3	44.7
28/04/2012 11:14	853.17	44.3	49.9	36.3	44.9
28/04/2012 11:16	893.31	44.5	49.7	35.8	45.0
28/04/2012 11:18	866.33	44.9	50.1	35.9	45.1
28/04/2012 11:20	835.21	44.7	50.2	36.5	45.2
28/04/2012 11:22	844.86	45.0	50.0	37.0	45.2
28/04/2012 11:24	837.13	45.1	50.5	36.9	45.3
26/04/2012 11:26	811.14	44.9	50.8	38.4	45.5
28/04/2012 11:28	858.41	45.2	50.4	36.6	45.7
28/04/2012 11:30	856.80	45.3	50.7	36.1	45.8
28/04/2012 11:32	854.55	45.7	50.9	36.0	45.9
28/04/2012 11:34	856.69	45.9	50.7	37.4	45.8
28/04/2012 11:36	850.04	45.6	51.0	37.7	45.9
28/04/2012 11:38	838.35	45.4	51.3	37.1	46.0
28/04/2012 11:40	833.04	45.8	51.7	38.1	46.1
28/04/2012 11:42	816.84	46.0	51.5	35.1	46.2
28/04/2012 11:44	845.47	46.3	51.8	36.6	46.3
28/04/2012 11:46	857.13	46.1	51.9	37.4	46.5
28/04/2012 11:48	847.43	46.2	52.0	37.2	46.4
28/04/2012 11:50	852.37	46.2	52.2	38.1	46.6
28/04/2012 11:52	830.20	46.3	52.5	36.5	46.8
28/04/2012 11:54	847.51	46.5	52.8	36.0	47.0
28/04/2012 11:56	762.30	46.9	52.6	36.2	47.1
28/04/2012 11:58	836.33	47.0	52.9	35.4	47.3
28/04/2012 12:00	866.94	46.9	53.0	36.0	48.9
28/04/2012 12:02	882.89	47.1	53.2	35.5	47.6
28/04/2012 12:04	888.73	47.0	53.4	36.7	47.9
28/04/2012 12:06	899.21	47.3	53.1	34.5	48.5
28/04/2012 12:08	874.75	47.6	53.5	37.1	48.5

28/04/2012 12:10	866.08	47.4	53.8	36.7	48.7
28/04/2012 12:12	875.43	47.9	53.9	38.2	48.6
28/04/2012 12:14	867.69	47.6	54.1	38.4	49.0
28/04/2012 12:16	879.74	48.0	54.3	36.0	49.5
28/04/2012 12:18	886.18	48.2	54.6	36.7	49.5
28/04/2012 12:20	899.67	48.5	54.2	39.5	49.5
28/04/2012 12:22	905.37	48.8	54.8	40.0	49.9
28/04/2012 12:24	896.76	48.7	55.0	38.9	50.5
28/04/2012 12:26	911.20	49.0	55.2	37.0	50.4
28/04/2012 12:28	887.73	49.3	55.6	38.1	50.3
28/04/2012 12:30	921.41	49.1	55.3	39.1	50.7
28/04/2012 12:32	928.55	49.6	55.8	38.5	50.9
28/04/2012 12:34	939.91	49.9	55.4	38.4	51.0
28/04/2012 12:36	914.76	50.1	55.9	39.1	51.4
28/04/2012 12:38	908.12	50.3	56.1	37.7	51.8
28/04/2012 12:40	878.51	50.7	56.3	38.6	52.1
28/04/2012 12:42	893.9	50.9	56.7	37.6	52.5
28/04/2012 12:44	903.01	51.3	56.9	40.2	53.0
28/04/2012 12:46	894.2	51.6	57.2	38.0	53.4
28/04/2012 12:48	900.12	51.9	57.6	38.5	53.9
28/04/2012 12:50	942.5	52.2	57.3	38.4	53.9
28/04/2012 12:52	941.62	52.4	57.8	38.0	54.0
28/04/2012 12:54	947.3	52.7	58.0	38.1	54.3
28/04/2012 12:56	966.25	52.9	58.5	38.7	54.7
28/04/2012 12:58	978.58	53.3	58.3	38.5	55.0
28/04/2012 13:00	974.13	53.5	58.7	40.9	52.5
28/04/2012 13:02	857.13	53.8	58.3	37.4	55.4
28/04/2012 13:04	847.43	53.4	58.4	37.2	55.6
28/04/2012 13:06	852.37	53.9	58.7	38.1	55.8
28/04/2012 13:08	830.2	54.0	58.4	36.5	55.8
28/04/2012 13:10	847.51	54.2	58.8	36.0	55.6
28/04/2012 13:12	762.3	54.5	59.0	36.2	55.8
28/04/2012 13:14	836.33	54.9	59.1	35.4	55.9

28/04/2012 13:16	866.94	55.1	59.3	36.0	55.9
28/04/2012 13:18	752.53	55.4	59.0	35.5	55.9
28/04/2012 13:20	759.01	55.8	59.5	33.9	56.1
28/04/2012 13:22	763.35	56.1	59.8	35.1	56.3
28/04/2012 13:24	764.77	56.0	59.9	37.3	56.5
28/04/2012 13:26	765.71	56.2	60.0	35	56.6
28/04/2012 13:28	769.44	56.3	60.2	34.8	56.8
28/04/2012 13:30	765.12	56.5	60.5	36.4	56.9
28/04/2012 13:32	753.67	56.7	60.5	37.4	57.0
28/04/2012 13:34	748.99	56.4	60.7	37.9	57.2
28/04/2012 13:36	759.26	56.9	60.6	37.9	57.4
28/04/2012 13:38	775.36	56.8	60.8	37.3	57.3
28/04/2012 13:40	676.31	57.0	60.9	37.7	57.5
28/04/2012 13:42	684.68	57.2	60.7	36.4	57.5
28/04/2012 13:44	686.73	57.4	60.8	36.6	57.6
28/04/2012 13:46	665.3	57.8	61.0	36.3	58.6
28/04/2012 13:48	670.65	57.6	61.1	36	57.8
28/04/2012 13:50	667.26	57.5	61.3	37.5	57.9
28/04/2012 13:52	663.01	58.0	61.5	36.9	58.0
28/04/2012 13:54	657.61	57.9	61.4	37.2	58.2
28/04/2012 13:56	647.95	58.1	61.7	37.7	58.4
28/04/2012 13:58	640.09	58.0	61.6	37.5	58.6
28/04/2012 14:00	641.77	58.1	61.8	37.1	58.5
28/04/2012 14:02	622.89	58.0	61.9	36.8	58.5
28/04/2012 14:04	588.89	58.1	62.0	36.6	58.5
28/04/2012 14:06	592.25	58.3	62.1	36.2	58.6
28/04/2012 14:08	598.85	58.2	62.3	36.2	58.7
28/04/2012 14:10	602.59	58.5	62.5	36.5	58.9
28/04/2012 14:12	598.12	58.6	62.3	36.4	58.9
28/04/2012 14:14	597.79	58.4	62.7	36.5	59.0
28/04/2012 14:16	601.8	58.7	62.5	36.7	59.0
28/04/2012 14:18	593.27	58.9	62.8	37.0	59.1
28/04/2012 14:20	588.59	59.0	63.0	35.8	59.3

28/04/2012 14:22	585.51	58.9	62.9	38.0	59.5
28/04/2012 14:24	596.28	59.1	63.1	37.5	59.5
28/04/2012 14:26	590.47	59.3	63.3	36.1	60.1
28/04/2012 14:28	567.47	59.1	63.1	36.6	59.5
28/04/2012 14:30	558.34	59.2	63.4	36.4	59.6
28/04/2012 14:32	566.33	58.0	61.7	37.3	59.7
28/04/2012 14:34	546.06	58.0	61.8	36.9	59.8
28/04/2012 14:36	529.39	58.1	61.9	36.3	60.1
28/04/2012 14:38	531.56	58.2	63.5	36.9	60.3
28/04/2012 14:40	542.87	58.3	64.1	36.9	60.2
28/04/2012 14:42	528.8	58.3	62.6	36.0	60.3
28/04/2012 14:44	531.21	58.4	62.5	36.7	60.5
28/04/2012 14:46	514.15	58.5	62.6	36.3	60.7
28/04/2012 14:48	514.14	58.7	64.2	36.2	60.8
28/04/2012 14:50	512.24	59.2	62.8	36.0	60.9
28/04/2012 14:52	517.96	58.7	63.0	36.8	61.0
28/04/2012 14:54	508.07	58.9	63.2	36.1	61.1
28/04/2012 14:56	496.34	60.1	65.5	36.5	60.8
28/04/2012 14:58	501.34	60.2	63.7	36.4	61.5
28/04/2012 15:00	494.75	60.5	63.5	36.5	61.7
28/04/2012 15:02	472.44	60.4	63.7	36.7	61.9
28/04/2012 15:04	467.31	60.7	66.1	36.1	62.1
28/04/2012 15:06	464.9	60.8	64.0	36.0	62.1
28/04/2012 15:08	466.59	60.7	64.2	36.1	62.3
28/04/2012 15:10	465.59	60.9	64.1	36.2	62.4
28/04/2012 15:12	512.32	61.0	64.2	36.2	62.4
28/04/2012 15:14	526.86	61.1	64.5	36.5	62.5
28/04/2012 15:16	530.75	61.2	64.7	36.4	61.3
28/04/2012 15:18	536.43	60.1	64.5	36.7	62.7
28/04/2012 15:20	525.62	61.2	64.7	36.8	62.8
28/04/2012 15:22	524.4	61.3	64.8	36.5	62.9
28/04/2012 15:24	521.14	61.4	64.7	36.5	63.0
28/04/2012 15:26	511.48	61.5	64.9	36.4	63.1

28/04/2012 15:28	513.14	61.5	64.9	36.3	64.5
28/04/2012 15:30	523.33	61.6	66.7	36.4	63.1
28/04/2012 15:32	529.94	61.7	65.3	36.5	63.2
28/04/2012 15:34	526.59	61.9	66.7	36.3	63.3
28/04/2012 15:36	529.92	62.0	65.3	36.4	63.4
28/04/2012 15:38	521.93	62.1	65.7	36.5	63.5
28/04/2012 15:40	518.99	62.1	66.8	36.6	63.6
28/04/2012 15:42	517.77	62.3	65.6	36.5	63.7
28/04/2012 15:44	516.94	61.5	65.7	36.7	66.2
28/04/2012 15:46	515.49	62.1	65.8	36.5	64.0
28/04/2012 15:48	515.41	62.3	65.7	36.4	64.0
28/04/2012 15:50	513.93	62.4	65.8	36.3	64.0
28/04/2012 15:52	513.41	62.5	67.0	36.3	64.2
28/04/2012 15:54	514.11	62.3	65.9	36.2	62.2
28/04/2012 15:56	511.35	63.4	66.7	36.3	64.5
28/04/2012 15:58	515.23	62.5	66.2	36.5	64.5
28/04/2012 16:00	515.47	62.4	66.2	36.5	64.3
Average	697.60			36.2	

ภาคผนวก ง

ข้อมูลจากการทำนายประสิทธิภาพแผงรับรังสีแสงอาทิตย์และอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำ

กรณี พื้นที่แผงรับรังสีแสงอาทิตย์ขนาด 2 ตารางเมตร

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
1-ม.ค.	30.0	30.2	10.58	31.7	42.44	34.1	46.51	38.0	49.63	41.7	46.65	45.6	44.39	48.3	36.94	50.5	31.89
2-ม.ค.	30.0	30.1	7.79	31.6	44.15	33.9	47.03	37.9	52.08	41.7	48.20	45.7	45.44	49.2	40.14	51.0	29.43
3-ม.ค.	30.0	30.3	21.88	32.1	43.24	35.0	49.47	39.0	48.98	42.9	45.97	45.4	37.85	48.5	39.09	50.8	33.08
4-ม.ค.	30.0	30.0	-3.42	32.0	46.96	34.6	49.17	37.9	49.62	41.4	47.49	45.1	45.41	48.1	39.50	50.2	31.97
5-ม.ค.	30.0	30.0	-0.44	31.5	45.32	34.3	51.30	38.2	53.49	42.5	50.78	45.8	44.68	48.1	37.00	49.4	26.02
6-ม.ค.	30.0	30.0	6.23	30.4	26.60	31.7	48.83	35.7	54.70	39.7	50.30	44.0	47.17	46.7	38.25	47.1	9.12
7-ม.ค.	30.0	29.7	-39.60	30.4	30.70	31.9	42.36	35.6	50.67	38.8	47.37	41.8	42.74	44.3	36.25	44.8	13.12
8-ม.ค.	30.0	30.0	2.85	31.7	45.95	33.9	46.70	36.8	47.72	39.5	43.86	42.7	43.70	45.4	37.47	46.3	20.24
9-ม.ค.	30.0	29.8	-18.44	30.6	33.63	32.3	41.44	35.0	47.17	39.3	49.59	43.5	46.01	47.0	41.12	49.1	31.13
10-ม.ค.	30.0	30.0	3.40	31.6	46.40	34.5	50.99	38.2	50.74	42.0	46.55	45.7	43.58	48.7	37.72	50.8	29.80
11-ม.ค.	30.0	29.8	-20.87	31.2	44.05	34.0	51.67	38.0	53.30	41.9	48.91	45.6	44.40	48.3	37.57	50.4	32.63
12-ม.ค.	30.0	30.1	6.80	31.7	48.68	34.7	53.07	38.6	51.42	42.6	48.10	46.6	45.43	49.9	40.39	52.2	32.43
13-ม.ค.	30.0	29.8	-22.59	31.1	44.15	33.7	52.20	37.2	52.07	41.3	50.47	45.4	46.81	48.9	42.12	51.3	33.93
14-ม.ค.	30.0	29.9	-11.96	31.1	47.71	33.3	50.71	36.5	52.01	40.4	49.85	44.4	46.87	47.8	41.91	50.0	33.94

วันที่/ เดือน	08.00	09.00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
15-ม.ค.	30.0	30.0	-4.40	31.6	50.26	34.6	53.95	38.5	52.59	42.6	49.70	46.7	45.85	50.1	40.77	52.6	33.77
16-ม.ค.	30.0	30.1	11.88	31.7	53.08	34.7	55.31	38.6	54.18	42.5	49.06	46.7	46.53	50.1	41.29	52.3	32.23
17-ม.ค.	30.0	30.1	8.11	31.8	53.04	34.7	55.21	38.6	53.75	42.7	50.21	46.8	47.48	50.3	41.77	52.7	34.60
18-ม.ค.	30.0	30.2	18.76	31.9	53.00	35.0	56.50	38.1	53.61	42.5	52.40	47.0	48.53	50.8	42.95	53.5	35.37
19-ม.ค.	30.0	30.3	28.36	32.0	55.51	35.0	57.53	38.9	55.15	41.6	47.11	45.1	46.37	46.2	27.26	47.8	31.90
20-ม.ค.	30.0	30.2	24.04	30.9	45.97	32.6	53.35	35.8	54.30	39.3	51.04	42.8	46.85	46.3	44.37	49.1	38.46
21-ม.ค.	30.0	30.2	26.92	31.9	52.69	33.8	50.41	37.2	52.41	41.5	50.81	45.3	46.54	48.9	41.81	51.4	33.75
22-ม.ค.	30.0	30.1	13.51	30.6	40.46	31.0	36.14	32.1	45.26	32.3	12.82	33.4	37.38	34.6	37.52	36.3	40.96
23-ม.ค.	30.0	29.9	-25.25	30.1	21.43	31.5	49.24	34.0	51.44	36.8	48.45	38.7	42.30	40.4	37.23	40.1	-24.23
24-ม.ค.	30.0	30.0	6.01	30.8	41.65	32.1	47.57	35.8	53.77	40.0	51.20	44.1	47.50	46.3	36.77	48.8	36.01
25-ม.ค.	30.0	30.0	0.71	31.3	46.00	33.1	45.56	36.6	51.02	40.8	49.83	44.9	45.77	48.5	41.33	51.0	34.17
26-ม.ค.	30.0	29.9	-5.67	31.3	46.46	34.2	52.04	38.1	51.69	42.4	48.60	46.7	44.93	50.4	39.86	52.9	32.44
27-ม.ค.	30.0	29.8	-27.66	31.2	45.26	34.1	49.89	38.1	49.34	42.5	48.06	46.6	44.11	50.1	39.02	52.6	31.53
28-ม.ค.	30.0	30.0	-1.84	31.4	39.35	34.2	45.93	37.8	45.83	41.6	43.64	45.0	39.00	48.2	36.31	49.8	23.72
29-ม.ค.	30.0	29.4	-62.64	30.4	30.32	33.0	44.06	36.7	47.15	40.8	44.91	44.7	41.64	48.1	37.24	50.5	30.00
30-ม.ค.	30.0	29.5	-48.82	30.6	35.53	33.2	46.62	36.7	46.28	40.7	45.64	44.7	42.97	48.1	38.40	50.4	30.79
31-ม.ค.	30.0	29.6	-42.33	30.8	36.77	33.5	46.08	37.2	47.14	41.4	45.70	45.4	41.83	48.8	37.04	51.1	29.47
1-ก.พ.	30.0	29.5	-45.43	30.7	36.11	33.5	47.03	37.3	47.91	41.4	45.08	45.4	41.81	48.9	37.78	51.2	29.62
2-ก.พ.	30.0	29.4	-65.58	30.3	30.03	32.8	44.71	36.3	46.53	40.2	45.50	44.0	42.34	47.2	37.54	49.5	30.31

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
3-ก.พ.	30.0	29.5	-57.62	30.5	32.84	32.9	45.21	36.3	46.10	40.1	45.12	44.0	42.18	47.3	38.15	49.5	29.93
4-ก.พ.	30.0	29.4	-64.95	30.3	30.44	32.8	45.45	36.4	48.45	40.7	48.10	44.9	44.59	48.5	39.61	50.8	30.76
5-ก.พ.	30.0	29.6	-47.79	30.6	34.82	33.0	48.99	36.5	50.17	40.5	48.57	44.6	46.28	48.4	42.84	50.9	34.26
6-ก.พ.	30.0	29.6	-47.90	30.6	34.58	33.4	48.49	36.7	49.53	40.6	48.65	44.5	45.69	47.7	40.01	49.2	25.82
7-ก.พ.	30.0	29.8	-44.48	30.4	35.51	31.8	46.98	35.0	53.20	38.9	51.22	42.8	47.39	46.5	42.76	49.4	37.71
8-ก.พ.	30.0	30.1	12.36	31.7	47.99	33.8	50.33	36.1	48.51	40.6	50.89	45.0	47.29	48.5	40.87	50.6	30.72
9-ก.พ.	30.0	30.1	10.69	31.4	46.59	33.9	50.02	37.5	51.61	39.0	38.08	42.0	44.08	45.8	44.89	48.7	37.92
10-ก.พ.	30.0	30.2	16.50	31.8	49.36	34.4	51.79	38.0	52.34	42.3	49.75	44.4	40.25	48.3	44.45	51.0	36.26
11-ก.พ.	30.0	30.0	2.85	31.4	47.24	34.0	51.29	37.2	51.84	41.4	49.79	44.1	40.51	47.5	41.43	50.1	34.20
12-ก.พ.	30.0	30.2	17.48	31.0	42.14	32.4	51.06	35.7	54.73	38.8	49.96	42.8	48.33	46.3	42.76	49.4	38.04
13-ก.พ.	30.0	30.4	28.65	31.8	53.19	34.9	52.88	38.8	51.56	43.9	50.36	48.6	45.29	52.5	39.81	55.2	32.07
14-ก.พ.	30.0	30.3	27.54	31.9	48.84	34.4	53.45	37.2	49.48	40.1	46.00	44.9	48.63	49.1	43.69	52.3	36.84
15-ก.พ.	30.0	30.3	27.03	32.3	52.66	35.8	53.89	40.3	51.77	45.1	48.61	49.6	43.64	53.3	37.25	56.0	31.79
16-ก.พ.	30.0	30.3	22.60	32.3	52.67	35.8	53.55	40.4	52.06	45.2	48.26	50.0	44.35	53.9	38.64	56.7	31.52
17-ก.พ.	30.0	30.5	32.48	32.1	50.08	35.4	53.11	39.5	49.98	43.6	46.73	48.5	45.48	52.7	40.29	55.7	33.00
18-ก.พ.	30.0	30.4	26.92	31.6	46.61	33.6	51.25	35.9	50.83	40.8	51.55	46.1	49.18	50.6	43.48	53.9	35.79
19-ก.พ.	30.0	30.4	27.86	32.0	50.63	35.1	53.20	39.6	52.65	44.6	48.91	49.3	45.07	53.4	39.74	56.3	32.70
20-ก.พ.	30.0	30.6	41.72	32.9	56.55	36.2	51.72	40.0	49.03	44.0	46.00	48.7	45.00	52.7	39.82	55.6	32.05
21-ก.พ.	30.0	30.5	36.12	32.7	54.57	36.3	54.66	40.7	51.38	45.1	45.22	49.8	44.69	53.6	39.14	56.3	31.30

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
22-ก.พ.	30.0	30.5	36.43	33.0	57.36	35.8	53.06	40.3	52.66	45.3	50.21	50.0	44.14	54.0	39.19	56.8	31.76
23-ก.พ.	30.0	30.9	50.13	33.3	55.76	35.9	53.59	39.5	52.20	44.2	49.48	48.2	43.36	52.5	41.62	55.5	33.77
24-ก.พ.	30.0	30.6	42.89	32.7	55.01	36.5	55.73	40.7	51.78	45.2	48.28	49.8	44.73	53.8	39.80	56.6	31.62
25-ก.พ.	30.0	30.5	39.06	32.6	55.09	36.2	54.20	40.7	52.42	45.3	48.22	49.9	44.43	53.8	39.18	56.6	32.92
26-ก.พ.	30.0	30.7	51.53	32.9	57.73	36.3	56.30	40.6	52.40	45.3	49.33	49.7	45.16	53.6	40.08	56.2	31.25
27-ก.พ.	30.0	30.8	47.48	32.0	52.09	35.2	55.93	38.6	53.26	43.6	51.34	47.1	42.38	49.4	34.08	52.5	36.15
28-ก.พ.	30.0	30.6	43.19	33.1	58.07	37.0	53.89	41.2	51.72	45.5	47.10	50.0	44.08	53.9	39.20	56.6	31.61
1-มี.ค.	30.0	30.8	50.54	33.2	57.53	37.1	54.52	41.2	50.59	45.5	46.81	49.9	42.98	53.7	38.08	56.3	30.72
2-มี.ค.	30.0	30.7	48.34	33.1	56.32	37.0	54.50	41.1	50.30	45.3	45.98	49.8	43.18	53.6	38.49	56.2	31.14
3-มี.ค.	30.0	30.6	41.53	32.1	52.12	34.5	52.32	37.0	52.08	40.2	48.87	45.5	50.05	50.1	44.15	53.4	36.18
4-มี.ค.	30.0	30.8	47.38	32.5	54.05	35.1	54.80	38.0	50.01	42.2	49.67	45.3	42.55	48.4	39.72	50.6	31.79
5-มี.ค.	30.0	30.6	43.50	32.6	55.32	34.8	51.47	38.6	51.95	43.2	49.87	47.3	44.47	51.2	41.27	53.7	31.78
6-มี.ค.	30.0	30.8	45.42	32.7	56.29	36.3	55.82	40.7	53.39	45.6	49.56	49.9	44.92	53.9	40.25	56.8	33.15
7-มี.ค.	30.0	30.9	53.17	33.3	57.21	37.1	55.06	41.9	52.26	47.0	48.61	51.9	44.62	56.1	39.22	59.1	32.48
8-มี.ค.	30.0	30.7	46.10	32.8	53.63	35.4	52.69	39.2	51.28	43.4	49.17	48.0	45.39	52.1	41.30	55.1	33.73
9-มี.ค.	30.0	30.7	43.08	32.4	52.23	34.7	51.67	38.4	53.39	43.2	51.43	48.7	47.87	53.2	42.64	56.2	33.92
10-มี.ค.	30.0	30.7	51.26	32.0	53.70	34.7	55.81	38.9	53.79	43.0	49.25	48.0	47.15	52.0	41.20	54.9	33.25
11-มี.ค.	30.0	30.8	48.87	32.8	56.30	36.5	55.83	40.9	53.58	46.2	50.51	51.2	46.38	55.3	39.47	58.2	32.72
12-มี.ค.	30.0	30.8	50.38	32.4	52.20	35.2	56.39	38.0	52.07	42.3	50.73	47.2	48.48	51.5	43.46	54.6	35.63

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
13-มี.ค.	30.0	30.7	52.34	33.0	57.97	36.6	55.54	41.2	52.93	46.0	49.45	50.5	44.82	54.4	39.32	56.9	29.95
14-มี.ค.	30.0	31.0	52.92	33.4	57.26	37.2	55.45	41.9	52.74	46.5	47.93	51.0	43.80	55.0	38.85	57.5	30.11
15-มี.ค.	30.0	30.5	47.29	32.0	56.61	34.3	55.88	37.0	52.75	40.2	50.08	43.9	47.66	47.1	42.24	50.0	37.54
16-มี.ค.	30.0	30.7	59.13	32.5	58.70	35.8	56.95	40.3	54.05	45.1	49.32	50.0	46.54	54.1	42.05	57.0	33.67
17-มี.ค.	30.0	30.8	50.51	32.8	57.68	35.9	56.55	39.8	52.56	43.9	49.47	49.2	47.98	53.3	41.17	56.3	34.17
18-มี.ค.	30.0	31.0	58.49	32.9	57.26	35.9	53.54	39.8	52.79	43.9	49.51	49.1	47.71	53.3	42.23	56.3	33.86
19-มี.ค.	30.0	30.3	27.21	31.3	47.84	32.7	49.79	33.4	43.05	36.2	55.25	41.5	54.20	46.5	49.20	50.0	41.62
20-มี.ค.	30.0	30.1	6.99	31.6	49.24	34.8	54.47	38.3	52.19	40.8	44.84	43.8	43.95	46.7	40.45	47.9	24.83
21-มี.ค.	30.0	30.9	40.40	33.5	54.32	37.8	57.93	42.0	51.00	45.9	45.21	49.2	40.52	52.8	38.54	54.7	27.31
22-มี.ค.	30.0	31.1	50.97	33.8	56.96	38.0	56.81	40.9	51.15	42.4	37.96	45.9	41.09	45.7	-6.82	48.7	38.51
23-มี.ค.	30.0	31.2	52.22	33.9	56.78	37.9	56.09	42.6	52.26	47.3	48.15	52.2	44.83	56.4	39.11	59.1	30.71
24-มี.ค.	30.0	31.2	52.36	34.0	56.70	37.1	54.76	42.4	53.60	47.9	49.36	53.1	45.25	57.4	39.42	60.3	31.49
25-มี.ค.	30.0	31.1	59.63	32.9	56.59	36.2	55.58	39.7	51.45	43.7	48.68	48.5	46.63	52.5	41.30	55.7	34.73
26-มี.ค.	30.0	31.1	55.00	33.9	57.80	36.3	52.18	41.3	59.64	46.1	49.01	51.1	45.49	55.4	40.72	58.8	35.05
27-มี.ค.	30.0	31.1	57.16	33.1	60.11	36.6	55.22	39.9	51.30	44.0	49.45	48.9	48.29	53.5	43.38	53.8	8.58
28-มี.ค.	30.0	31.5	63.70	34.0	58.44	37.9	55.13	41.4	49.61	45.3	47.83	50.4	46.40	55.0	43.22	58.2	35.10
29-มี.ค.	30.0	31.4	58.52	34.3	60.30	38.1	55.63	42.8	52.81	47.4	48.07	52.4	45.37	56.7	39.76	59.7	32.40
30-มี.ค.	30.0	31.4	59.08	33.4	58.53	36.6	56.67	39.9	51.49	45.2	52.21	50.1	47.31	54.5	42.26	57.8	35.86
31-มี.ค.	30.0	31.4	61.11	33.3	38.23	37.8	57.99	43.0	53.30	48.6	49.88	53.8	44.93	58.1	39.28	61.0	31.21

วันที่/ เดือน	08.00	09.00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
1-เม.ย.	30.0	31.5	58.49	34.5	58.30	38.9	56.13	44.0	52.12	49.4	48.27	54.4	43.94	58.8	38.77	61.9	31.94
2-เม.ย.	30.0	31.4	57.16	33.9	59.90	38.3	56.25	43.3	52.99	48.7	48.67	53.2	43.24	57.0	37.60	59.9	31.71
3-เม.ย.	30.0	31.2	62.52	34.2	57.46	38.3	55.03	42.8	51.29	47.5	48.68	53.0	46.01	57.3	40.38	58.0	14.58
4-เม.ย.	30.0	31.5	59.85	34.4	59.46	38.0	55.45	42.7	52.57	47.7	49.05	52.8	45.65	56.8	38.72	57.6	14.96
5-เม.ย.	30.0	31.3	51.11	34.1	55.40	37.9	55.41	42.1	50.87	46.4	48.16	49.9	41.90	53.9	41.47	56.3	31.48
6-เม.ย.	30.0	31.2	55.07	33.1	53.86	36.4	56.67	40.1	54.62	40.8	23.50	39.9	-112.09	40.3	13.23	43.1	44.24
7-เม.ย.	30.0	29.7	205.48	30.6	44.92	32.3	55.96	36.7	58.72	41.6	54.28	46.6	49.71	49.0	33.22	50.4	23.68
8-เม.ย.	30.0	31.0	46.64	33.8	57.56	37.2	54.58	40.8	50.36	44.4	47.65	49.3	47.15	53.7	41.79	56.3	30.21
9-เม.ย.	30.0	31.0	47.14	33.7	54.99	37.5	55.20	42.1	51.72	44.7	42.51	43.0	-1315.34	41.4	-4956.53	45.0	42.30
10-เม.ย.	30.0	31.2	53.37	33.7	55.81	36.8	56.72	39.1	50.65	43.4	52.17	49.1	47.43	53.5	41.09	56.8	35.23
11-เม.ย.	30.0	31.4	58.07	33.1	56.76	36.9	57.37	42.3	53.00	47.6	49.14	52.4	44.67	56.2	37.83	58.3	27.07
12-เม.ย.	30.0	30.7	37.25	32.1	48.61	35.8	53.07	39.0	49.16	41.5	43.41	41.9	16.09	41.7	-8.90	41.5	-14.32
13-เม.ย.	30.0	31.2	46.05	33.9	52.12	37.6	52.34	41.5	51.28	46.6	48.69	50.9	43.72	54.8	39.47	56.6	25.29
14-เม.ย.	30.0	30.8	45.24	33.3	55.31	36.8	53.67	40.2	49.26	43.7	47.34	49.1	48.46	52.9	40.05	55.9	34.24
15-เม.ย.	30.0	31.5	56.75	33.8	54.61	38.3	55.46	43.3	51.78	48.2	48.48	53.3	44.33	57.5	38.23	60.1	29.04
16-เม.ย.	30.0	31.4	54.14	34.3	55.51	38.1	53.74	42.6	51.86	47.7	48.97	51.7	42.93	54.5	34.58	57.2	32.05
17-เม.ย.	30.0	31.4	59.53	34.4	61.97	39.5	56.19	44.5	52.58	50.0	48.52	55.2	43.94	59.3	37.77	62.2	30.95

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
18-เม.ย.	30.0	31.6	62.16	34.2	62.05	36.4	56.48	40.1	56.46	44.7	53.54	50.3	48.94	55.3	44.10	59.0	36.97
19-เม.ย.	30.0	31.1	60.19	31.5	30.16	32.1	34.10	36.3	54.71	42.1	53.80	46.0	47.52	48.5	39.63	51.6	40.59
20-เม.ย.	30.0	31.0	51.59	33.6	58.84	36.7	55.85	41.7	53.29	47.0	50.03	52.2	45.98	56.6	40.72	59.7	33.41
21-เม.ย.	30.0	31.6	59.22	34.1	58.23	36.9	54.48	41.4	53.89	47.2	51.76	52.3	45.54	56.7	40.48	59.8	33.15
22-เม.ย.	30.0	32.0	64.00	35.3	58.19	40.0	56.44	45.3	52.37	50.8	49.05	55.8	43.65	59.9	38.27	62.8	30.04
23-เม.ย.	30.0	32.0	67.56	34.6	62.38	38.5	57.76	42.8	51.89	47.3	48.61	49.9	38.73	52.9	38.39	55.9	35.29
24-เม.ย.	30.0	31.5	68.68	33.9	61.34	37.5	58.19	41.4	54.34	45.2	48.68	49.0	45.43	52.2	39.21	55.6	37.12
25-เม.ย.	30.0	31.7	63.26	34.8	61.06	38.4	56.48	43.1	53.60	47.7	47.10	52.8	45.20	57.0	39.51	60.1	33.38
26-เม.ย.	30.0	31.4	52.22	34.5	55.41	38.8	54.30	43.6	51.94	46.7	42.73	48.3	30.04	49.3	22.37	51.9	36.20
27-เม.ย.	30.0	31.3	47.34	32.5	47.48	36.0	55.81	41.2	54.30	45.8	49.34	49.0	41.78	50.7	30.89	52.2	27.96
28-เม.ย.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
29-เม.ย.	30.0	30.9	42.35	34.1	56.49	39.5	54.29	44.0	47.93	46.4	38.54	48.7	37.09	49.3	12.91	47.0	-1398.14
30-เม.ย.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
1-พ.ค.	30.0	29.9	-13.68	30.0	12.09	29.6	-1265.86	29.4	158.80	29.2	169.92	30.3	49.38	34.4	54.19	37.2	45.98
2-พ.ค.	30.0	30.0	-6.77	30.2	20.80	30.0	-584.17	30.1	59.27	30.2	95.87	31.4	57.90	35.7	55.73	38.5	46.81
3-พ.ค.	30.0	30.2	36.43	30.3	8.41	29.9	-1225.92	30.0	21.10	30.1	119.89	31.5	66.60	35.9	57.60	38.8	48.56
4-พ.ค.	30.0	30.3	48.52	30.7	36.32	30.5	-342.70	30.4	-63.64	30.4	-51.84	31.6	55.63	35.8	55.60	38.8	49.04

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
5-พ.ค.	30.0	32.0	55.60	34.2	53.08	38.7	53.09	43.3	49.04	45.7	37.03	48.2	35.73	51.4	36.88	54.3	33.32
6-พ.ค.	30.0	31.3	49.25	33.4	52.06	34.7	44.07	37.8	49.67	41.5	48.57	44.5	42.37	47.6	39.45	48.0	11.91
7-พ.ค.	30.0	31.7	55.32	34.3	56.56	37.2	50.91	41.6	50.61	44.8	43.37	46.1	29.89	48.1	30.87	48.4	8.26
8-พ.ค.	30.0	31.6	50.53	34.3	52.69	37.6	51.48	40.9	47.34	44.7	46.31	46.1	28.72	46.3	5.81	47.4	23.56
9-พ.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
10-พ.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
11-พ.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
12-พ.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
13-พ.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
14-พ.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
15-พ.ค.	30.0	31.2	49.08	31.5	35.21	33.1	52.22	34.7	50.22	36.0	41.84	40.5	47.85	44.9	43.13	48.1	36.20
16-พ.ค.	30.0	31.1	43.70	31.4	37.89	33.1	55.19	34.6	47.17	36.0	46.26	41.0	53.08	46.0	49.16	49.8	42.65
17-พ.ค.	30.0	31.2	41.21	34.7	53.33	35.7	36.78	40.0	51.07	44.8	48.73	46.6	33.04	46.6	-0.34	46.5	-4.22
18-พ.ค.	30.0	31.3	51.33	31.6	38.56	33.9	57.38	37.2	53.15	41.2	50.70	44.3	43.54	46.6	35.63	50.0	39.86
19-พ.ค.	30.0	30.9	49.10	34.0	54.92	38.2	52.90	42.9	50.80	47.6	47.51	52.0	42.10	54.7	32.38	56.5	25.11
20-พ.ค.	30.0	32.3	56.08	35.2	54.90	39.2	53.13	44.2	50.29	48.9	46.23	53.4	42.15	57.5	38.26	60.1	29.11
21-พ.ค.	30.0	30.7	54.50	34.1	58.73	37.4	54.35	42.6	52.63	47.0	47.26	52.1	45.45	56.1	38.62	59.3	32.89
22-พ.ค.	30.0	31.1	55.00	33.9	57.57	36.7	52.34	40.0	50.35	44.7	50.06	48.9	44.06	52.0	37.38	53.9	27.69
23-พ.ค.	30.0	31.1	57.72	32.8	55.90	37.3	56.85	42.4	52.90	47.3	47.81	51.3	42.45	54.1	33.59	54.9	14.81

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
24-พ.ค.	30.0	32.1	59.34	35.4	56.04	38.8	52.33	42.0	47.75	45.3	44.58	49.6	43.70	51.6	31.15	51.5	-3.07
25-พ.ค.	30.0	32.2	57.16	35.6	56.31	39.5	51.99	44.5	50.81	48.6	44.93	53.3	43.20	55.8	30.96	56.6	14.37
26-พ.ค.	30.0	32.1	58.99	35.5	57.30	40.0	53.78	44.9	49.64	49.8	46.29	53.1	38.49	55.7	32.59	57.6	26.72
3-มิ.ย.	30.0	32.0	58.82	35.4	56.34	39.8	53.61	45.0	50.87	50.2	47.23	53.9	39.64	56.2	30.34	55.5	-21.95
4-มิ.ย.	30.0	31.2	54.58	33.3	55.51	37.5	55.33	41.8	51.12	45.4	46.69	47.6	36.14	51.2	41.19	53.9	34.00
5-มิ.ย.	30.0	31.9	58.53	35.2	56.44	38.3	52.70	41.1	47.08	45.4	47.49	49.3	42.39	52.0	34.65	54.1	28.87
6-มิ.ย.	30.0	31.8	55.50	35.0	56.49	39.4	55.03	43.6	50.06	48.1	46.55	52.1	41.19	55.0	34.29	58.1	33.67
7-มิ.ย.	30.0	32.1	59.30	35.5	55.80	39.8	53.25	44.4	49.42	48.1	43.13	52.6	42.60	56.3	36.99	59.2	31.58
8-มิ.ย.	30.0	31.7	57.16	32.4	47.84	35.9	54.26	37.1	42.74	39.9	48.13	42.6	44.88	47.7	48.50	51.8	42.31
9-มิ.ย.	30.0	32.3	58.01	34.8	55.32	39.0	53.84	43.9	51.24	49.2	47.90	53.4	41.97	56.7	36.41	59.6	31.51
10-มิ.ย.	30.0	32.3	61.63	35.7	57.01	40.1	54.52	45.3	50.98	49.8	45.28	53.6	40.37	57.5	38.09	60.6	32.59
11-มิ.ย.	30.0	31.4	53.79	34.9	57.33	39.4	55.32	43.8	50.90	48.9	47.55	53.8	44.01	57.8	38.22	60.6	30.34
12-มิ.ย.	30.0	31.8	55.47	35.1	56.59	39.3	53.66	43.6	50.75	47.7	46.58	52.4	44.07	55.1	32.15	57.5	28.92
13-มิ.ย.	30.0	31.8	63.05	34.7	56.79	37.8	54.79	40.9	49.27	43.2	43.34	46.2	43.71	50.6	43.45	54.2	38.83
14-มิ.ย.	30.0	31.8	57.16	34.7	56.85	39.1	54.61	43.0	50.03	47.5	47.12	51.9	43.64	55.0	35.26	57.2	28.58
15-มิ.ย.	30.0	31.9	55.28	34.5	54.30	38.1	53.48	43.1	51.76	48.5	48.64	53.5	43.68	56.6	34.41	59.4	31.35
16-มิ.ย.	30.0	31.4	56.71	34.1	56.53	37.5	54.05	42.2	51.65	47.1	48.23	51.9	44.66	55.3	37.23	58.2	32.70
17-มิ.ย.	30.0	31.5	59.38	30.1	-36.62	34.3	59.66	39.5	55.21	44.3	50.83	48.8	45.70	51.6	36.63	53.8	29.78
18-มิ.ย.	30.0	31.4	52.74	34.4	56.84	38.4	54.80	43.1	50.88	45.7	41.59	47.5	32.93	46.6	-55.97	45.3	-100.01

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
19-มิ.ย.	30.0	32.1	61.00	35.4	57.74	39.5	54.30	43.5	48.83	47.2	44.25	47.5	9.45	46.6	-60.55	47.2	15.63
20-มิ.ย.	30.0	32.0	57.48	35.4	56.44	39.0	48.98	43.0	47.55	46.2	41.97	49.5	40.24	49.9	10.15	48.1	-333.29
21-มิ.ย.	30.0	31.0	43.83	33.1	51.37	35.0	49.58	38.3	51.36	42.2	48.90	42.6	17.19	44.1	32.84	46.3	36.64
22-มิ.ย.	30.0	31.2	58.21	33.7	58.39	36.9	56.96	40.5	51.42	44.1	46.56	47.3	41.24	50.7	39.72	52.0	23.10
23-มิ.ย.	30.0	31.7	55.69	34.3	57.23	38.1	54.82	41.0	48.09	43.5	44.19	43.9	17.30	46.5	37.87	47.3	18.24
24-มิ.ย.	30.0	30.6	37.41	32.5	51.05	35.5	52.21	40.6	52.97	46.1	49.80	51.0	45.15	54.0	35.70	57.2	34.70
25-มิ.ย.	30.0	31.5	53.32	34.0	51.26	37.3	51.55	41.3	49.40	43.9	42.03	46.8	39.97	48.8	31.35	50.5	27.40
26-มิ.ย.	30.0	30.6	43.34	32.1	51.51	35.5	54.29	38.9	51.85	44.5	50.45	48.7	42.93	51.3	34.10	52.2	16.35
27-มิ.ย.	30.0	30.8	44.59	32.9	54.66	35.0	51.51	37.0	46.33	39.5	45.86	43.0	46.27	44.6	31.94	46.2	31.11
28-มิ.ย.	30.0	30.7	50.88	32.8	55.68	35.2	51.81	38.1	50.44	42.1	49.42	46.4	46.16	50.1	41.16	48.4	-113.06
29-มิ.ย.	30.0	30.7	44.12	32.5	51.97	33.7	45.97	36.3	51.91	37.8	39.68	40.0	42.62	44.3	48.23	48.7	45.03
30-มิ.ย.	30.0	30.0	3.54	31.0	40.68	33.3	50.23	35.7	48.73	40.2	51.94	43.7	45.20	45.5	33.48	47.0	28.95
1-ก.ค.	30.0	30.6	39.88	32.8	55.27	35.4	51.78	38.1	48.20	40.4	43.79	43.7	45.60	45.5	33.86	46.2	17.18
2-ก.ค.	30.0	31.0	44.82	32.9	52.65	36.4	53.36	39.7	49.16	44.0	48.25	47.9	43.25	48.7	18.27	49.6	18.19
3-ก.ค.	30.0	30.9	44.07	32.6	51.48	34.6	49.73	37.3	51.57	40.8	48.73	44.4	45.09	46.4	34.04	48.5	32.24
4-ก.ค.	30.0	30.8	47.56	33.2	57.65	37.1	55.03	41.1	50.43	44.7	45.04	45.8	22.05	45.3	-18.76	45.7	9.40
5-ก.ค.	30.0	31.9	58.19	33.3	51.43	34.9	48.23	37.4	49.71	40.5	47.06	42.1	34.58	41.9	-8.02	41.2	-50.52
6-ก.ค.	30.0	30.3	26.92	30.8	30.60	31.0	14.35	31.5	28.30	32.6	39.48	33.2	27.33	33.4	14.56	33.6	11.67
7-ก.ค.	30.0	30.7	40.55	32.3	50.41	35.5	53.37	39.1	50.11	40.5	34.37	42.7	39.76	45.6	40.82	48.9	38.83

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
8-ก.ค.	30.0	30.6	37.60	32.9	51.23	36.6	53.30	40.2	50.10	44.2	47.07	47.9	42.53	51.5	39.13	53.1	24.70
9-ก.ค.	30.0	31.4	48.81	33.9	52.89	38.4	53.41	43.3	49.57	48.0	45.46	52.4	41.29	56.1	35.91	58.7	29.15
10-ก.ค.	30.0	31.4	50.99	34.6	54.05	38.1	51.28	40.9	45.16	43.3	39.93	46.1	38.89	50.1	41.56	53.2	35.22
11-ก.ค.	30.0	31.7	51.24	34.8	52.98	39.0	51.98	42.3	45.30	46.3	44.37	45.7	-28.85	46.3	13.83	48.2	29.27
12-ก.ค.	30.0	31.0	51.59	32.7	54.57	35.1	51.90	39.2	51.85	42.4	45.84	45.1	38.70	46.7	28.99	49.6	36.24
13-ก.ค.	30.0	31.5	56.74	33.6	52.90	37.1	53.53	40.4	47.91	43.9	44.82	45.8	34.02	49.0	39.01	52.4	37.25
14-ก.ค.	30.0	30.7	52.22	31.2	43.15	33.5	55.06	36.3	52.10	39.9	50.52	43.9	47.34	46.0	36.76	48.4	34.68
15-ก.ค.	30.0	31.3	55.74	33.3	54.13	35.8	52.63	39.0	51.40	41.3	43.77	43.5	39.51	44.2	18.58	46.2	35.88
16-ก.ค.	30.0	31.6	58.83	33.9	55.45	37.3	53.46	40.8	49.61	42.3	35.60	43.6	30.49	43.7	5.18	43.4	-15.59
17-ก.ค.	30.0	30.5	36.43	31.7	49.78	33.2	50.90	34.9	49.07	37.3	48.25	38.8	39.86	39.0	7.42	38.8	-16.05
18-ก.ค.	30.0	31.3	51.40	32.2	44.46	33.6	47.59	36.8	52.07	39.4	45.93	41.5	36.89	41.7	5.83	41.6	-4.65
19-ก.ค.	30.0	31.1	50.88	34.1	58.06	38.1	53.99	42.6	50.75	46.3	44.30	50.1	41.79	52.8	33.83	55.4	31.38
20-ก.ค.	30.0	31.1	50.78	33.5	56.03	37.7	54.96	42.7	51.41	46.7	45.38	49.3	37.44	52.8	38.18	53.9	18.73
21-ก.ค.	30.0	30.4	28.10	31.6	44.87	33.5	49.30	35.5	49.08	39.9	52.72	43.7	46.56	48.1	44.94	51.4	38.37
22-ก.ค.	30.0	30.4	44.82	32.2	56.47	36.8	57.16	41.4	52.96	45.7	48.37	47.6	33.62	48.3	19.19	49.0	16.02
23-ก.ค.	30.0	30.4	45.64	31.9	57.86	36.5	57.25	41.2	53.93	45.4	46.97	46.8	24.79	46.9	2.08	47.4	11.52
24-ก.ค.	30.0	30.1	14.54	31.0	41.48	32.7	47.65	35.8	51.25	38.8	47.66	42.6	46.20	45.3	39.96	46.3	23.98
25-ก.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
26-ก.ค.	30.0	30.9	42.20	32.8	51.20	35.6	51.41	38.5	48.16	40.1	37.87	43.7	47.23	47.3	44.52	48.0	14.48

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
27-ก.ค.	30.0	30.7	46.87	31.6	48.94	32.8	48.53	37.7	56.71	37.8	9.89	39.1	37.66	44.3	50.89	47.7	42.48
28-ก.ค.	30.0	31.9	55.55	34.4	55.49	37.4	51.19	42.3	51.11	47.2	47.39	52.3	44.10	56.5	37.32	59.1	28.80
29-ก.ค.	30.0	31.9	55.55	34.3	51.41	37.2	50.60	39.9	46.35	43.3	46.62	47.0	44.08	51.2	41.73	54.9	36.28
30-ก.ค.	30.0	30.4	33.24	33.3	51.70	34.9	43.50	36.4	43.35	41.2	52.42	46.9	49.30	52.0	44.45	53.7	25.35
31-ก.ค.	30.0	31.5	55.47	34.6	55.31	39.0	53.68	44.0	49.95	48.0	43.99	50.3	33.25	54.1	37.32	56.5	28.59
1-ส.ค.	30.0	30.5	37.07	33.5	55.92	38.3	53.97	42.6	49.30	45.7	41.50	48.7	38.43	50.2	25.49	51.8	25.93
2-ส.ค.	30.0	31.6	48.44	32.8	44.59	34.2	44.07	38.8	52.96	43.1	48.79	44.3	28.27	45.1	20.88	45.5	10.21
3-ส.ค.	30.0	30.5	41.21	32.0	53.62	35.5	55.67	40.7	53.03	43.1	41.59	45.6	38.77	47.1	31.23	48.0	20.98
4-ส.ค.	30.0	30.8	48.03	32.9	54.32	36.2	52.76	40.2	51.60	45.1	48.48	49.6	44.10	53.9	39.94	54.7	14.75
5-ส.ค.	30.0	31.0	56.54	33.7	55.98	37.0	53.51	40.4	49.90	44.5	47.60	46.8	36.18	46.8	0.17	46.6	-7.64
6-ส.ค.	30.0	30.1	17.89	30.8	42.17	32.1	48.90	35.1	53.73	37.6	48.03	40.6	46.62	42.0	33.94	43.0	26.45
7-ส.ค.	30.0	30.5	37.07	31.6	47.78	33.9	50.81	35.5	44.35	37.9	45.48	39.6	37.96	40.8	30.65	41.1	12.70
8-ส.ค.	30.0	29.5	720.40	29.4	-23.66	29.8	32.34	30.5	39.93	31.5	43.54	32.5	40.34	33.6	39.68	34.2	30.85
9-ส.ค.	30.0	30.9	49.88	31.9	46.86	33.1	47.20	35.4	51.87	37.9	47.07	39.9	41.43	43.4	44.34	45.4	33.99
10-ส.ค.	30.0	29.9	-11.96	30.0	4.40	31.2	48.45	34.9	55.26	38.8	51.36	42.5	46.53	45.4	40.10	46.5	23.07
11-ส.ค.	30.0	31.0	52.14	32.5	51.60	34.2	50.00	36.5	49.51	39.2	47.58	41.0	38.28	41.6	19.84	42.2	19.47
12-ส.ค.	30.0	31.4	56.26	34.2	55.47	37.9	53.49	42.3	49.86	46.6	45.50	51.3	43.18	54.2	34.24	56.6	29.25
13-ส.ค.	30.0	31.1	53.26	33.1	54.97	36.8	54.44	40.0	49.23	44.4	48.28	47.6	40.11	49.3	29.43	51.2	28.19

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
14-ส.ค.	30.0	31.3	50.84	34.3	55.86	38.4	53.92	43.5	51.70	48.5	47.62	52.9	42.82	55.3	31.23	57.9	30.63
15-ส.ค.	30.0	31.0	52.31	32.7	53.70	35.3	53.99	39.5	53.41	43.1	47.98	45.5	40.42	48.1	38.03	49.0	20.99
16-ส.ค.	30.0	30.4	44.36	30.8	48.09	33.0	59.32	36.9	57.55	40.9	51.63	43.5	41.78	43.8	10.02	42.5	-194.60
17-ส.ค.	30.0	30.8	43.22	31.8	44.71	33.8	50.76	36.2	49.51	40.6	51.67	46.5	50.16	51.0	42.89	53.0	28.45
18-ส.ค.	30.0	30.5	37.07	33.8	57.34	37.8	54.77	42.7	51.53	46.1	43.71	49.2	38.25	52.1	35.04	55.2	33.89
19-ส.ค.	30.0	31.5	50.03	34.6	53.21	38.8	52.28	43.9	50.51	49.0	46.61	53.6	42.14	56.2	30.88	57.0	14.74
20-ส.ค.	30.0	31.7	52.27	34.8	54.76	39.0	52.61	44.0	51.02	49.2	46.55	52.1	36.96	54.4	30.47	56.7	28.91
21-ส.ค.	30.0	30.9	48.22	33.5	53.34	37.1	53.40	41.5	50.65	45.1	45.62	48.6	40.82	50.9	32.37	52.4	25.08
22-ส.ค.	30.0	30.7	43.08	33.0	53.93	35.6	51.81	37.9	47.78	40.9	47.31	44.9	46.65	46.6	30.92	46.9	10.81
23-ส.ค.	30.0	30.3	30.50	31.5	49.70	33.1	51.24	35.7	52.00	38.1	47.96	40.6	44.53	42.6	38.66	43.0	14.15
24-ส.ค.	30.0	30.9	46.19	31.7	47.98	34.1	53.97	38.0	52.91	42.5	50.50	47.1	46.59	49.9	37.03	51.0	20.49
25-ส.ค.	30.0	30.9	46.57	32.6	52.20	35.8	53.44	40.7	52.76	45.9	49.40	47.2	28.83	48.2	21.07	47.8	-14.81
26-ส.ค.	30.0	30.6	36.15	33.3	51.95	37.6	53.02	42.6	51.12	47.6	47.55	51.6	40.81	54.8	35.26	57.4	30.06
27-ส.ค.	30.0	31.2	50.07	33.7	52.15	38.1	53.76	42.0	49.17	45.4	43.99	48.8	40.85	51.0	32.17	52.4	24.93
28-ส.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
29-ส.ค.	30.0	30.9	43.87	32.7	51.11	34.6	48.70	35.4	36.81	36.9	42.17	36.8	-10.26	36.7	-4.06	36.1	-73.02
30-ส.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
31-ส.ค.	30.0	30.3	28.36	30.4	15.57	32.5	54.60	36.0	54.66	39.4	50.34	43.2	46.97	44.9	31.71	44.1	-59.26
1-ก.ย.	30.0	30.6	37.41	31.5	43.63	35.0	55.43	37.7	50.68	41.2	49.46	44.7	44.86	47.2	36.63	50.3	38.08

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
10-ต.ค.	30.0	30.6	39.16	31.0	35.68	31.7	40.79	32.7	45.68	34.8	48.56	34.2	-124.94	33.9	-68.63	34.1	14.47
11-ต.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
12-ต.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
13-ต.ค.	30.0	31.3	44.29	31.4	8.68	33.0	48.24	36.5	47.75	38.1	36.71	40.0	37.05	40.0	-0.09	40.3	10.60
14-ต.ค.	30.0	31.3	46.95	34.0	52.53	37.6	51.67	42.1	50.35	46.5	46.38	49.6	38.22	52.0	32.53	50.6	-80.37
15-ต.ค.	30.0	30.5	30.90	32.5	50.38	36.6	53.34	39.1	44.63	41.3	39.80	45.2	44.42	48.3	39.82	50.2	30.85
16-ต.ค.	30.0	30.9	40.84	32.4	46.90	34.6	48.23	37.5	48.88	40.9	46.98	43.6	41.91	44.4	22.36	46.6	35.13
17-ต.ค.	30.0	30.6	35.23	31.8	44.77	33.8	47.96	35.9	44.48	36.9	32.21	40.9	47.66	43.4	38.77	45.0	29.43
18-ต.ค.	30.0	31.4	47.97	34.3	53.22	38.3	52.09	42.9	50.14	47.0	45.45	48.3	25.93	49.8	26.34	52.4	34.01
19-ต.ค.	30.0	31.4	51.13	34.2	53.17	38.2	52.49	41.4	48.12	45.2	46.21	47.9	38.90	50.5	35.60	52.6	29.91
20-ต.ค.	30.0	30.9	42.90	33.8	55.39	37.7	52.26	42.3	49.18	46.5	44.55	50.3	40.34	53.8	36.70	55.9	27.05
21-ต.ค.	30.0	31.1	44.91	33.9	52.04	37.5	51.65	41.5	49.52	45.3	45.67	48.7	41.31	51.5	35.70	53.0	24.26
22-ต.ค.	30.0	31.0	39.44	33.5	51.14	37.2	51.54	40.6	37.79	44.9	47.16	49.0	43.53	52.3	36.85	53.1	15.22
23-ต.ค.	30.0	30.8	44.36	32.1	49.90	33.8	50.31	36.3	50.55	39.9	49.91	42.7	44.75	44.7	37.05	47.7	39.19
24-ต.ค.	30.0	31.0	45.64	32.7	50.71	35.3	53.01	40.2	53.21	45.1	49.17	49.6	44.50	53.1	37.83	55.2	28.61
25-ต.ค.	30.0	30.7	40.55	33.2	52.90	37.2	53.78	40.3	47.75	43.5	43.99	46.6	41.06	50.0	39.75	52.4	33.29
26-ต.ค.	30.0	30.5	34.12	31.8	50.18	34.4	52.53	36.7	47.87	37.8	35.33	38.3	20.38	38.8	22.79	38.7	-7.09
27-ต.ค.	30.0	30.1	20.96	31.1	48.16	33.0	51.77	35.6	51.20	38.6	48.65	41.5	44.60	41.4	-5.77	41.4	1.79
28-ต.ค.	30.0	30.9	47.63	33.7	55.27	37.0	52.04	40.8	49.32	44.4	46.21	45.9	31.25	47.0	23.28	48.9	31.37

วันที่/ เดือน	08.00	09.00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
29-ต.ค.	30.0	30.8	49.85	33.9	58.58	38.2	56.18	43.1	52.37	46.9	44.95	48.1	18.13	51.1	38.62	53.6	32.65
30-ต.ค.	30.0	31.5	48.52	34.6	53.18	38.4	52.14	43.0	49.95	47.0	44.96	50.3	39.29	52.7	32.58	53.5	15.54
31-ต.ค.	30.0	29.6	-83.38	29.5	-8.39	30.0	26.10	31.9	45.04	33.1	35.52	33.2	9.61	34.1	28.01	34.7	22.89
1-พ.ย.	30.0	31.0	41.95	33.5	49.45	37.3	51.26	41.3	49.00	45.9	46.06	48.1	33.11	49.7	25.91	50.8	20.59
2-พ.ย.	30.0	30.9	39.88	33.9	53.98	37.1	50.79	40.7	49.17	44.9	46.26	47.6	37.91	49.2	27.49	51.9	34.23
3-พ.ย.	30.0	31.0	41.65	33.3	49.82	36.8	51.52	41.3	50.54	45.2	43.87	47.2	32.30	46.5	-39.87	46.8	9.23
4-พ.ย.	30.0	31.4	48.82	33.6	50.26	37.1	49.69	41.4	49.16	45.3	44.64	47.5	33.77	46.7	-40.78	47.7	21.35
5-พ.ย.	30.0	31.3	43.72	34.0	50.67	37.0	49.72	39.9	46.04	44.7	47.64	49.0	43.27	52.4	37.09	53.7	21.97
6-พ.ย.	30.0	30.4	27.54	33.1	50.98	37.0	51.43	40.9	48.45	45.3	45.82	49.3	41.90	52.1	33.69	53.9	24.75
7-พ.ย.	30.0	30.8	35.56	33.6	49.62	36.2	46.37	40.6	48.72	45.5	46.74	49.6	41.91	52.3	33.22	52.5	4.77
8-พ.ย.	30.0	30.9	38.01	33.3	50.35	36.6	49.33	40.4	47.85	44.5	45.16	48.5	41.67	51.5	35.61	53.0	23.06
9-พ.ย.	30.0	30.9	35.24	33.4	49.17	37.0	49.36	41.3	47.52	45.6	45.11	49.4	40.38	52.5	35.09	54.2	25.01
10-พ.ย.	30.0	30.5	27.87	32.7	48.46	35.6	48.63	40.0	50.00	44.3	47.06	47.9	41.43	51.1	37.11	52.7	25.25
11-พ.ย.	30.0	30.9	40.12	32.4	52.24	34.5	50.19	36.4	43.91	40.3	49.27	43.1	42.57	46.3	41.15	47.8	26.68
12-พ.ย.	30.0	30.2	19.06	31.0	39.14	35.0	54.09	39.3	51.86	42.3	43.88	44.2	33.60	46.2	33.58	47.4	23.22
13-พ.ย.	30.0	31.4	52.10	34.1	53.42	37.8	51.91	42.5	50.72	47.0	45.91	50.3	38.12	51.2	17.52	51.9	14.91
14-พ.ย.	30.0	31.1	45.20	33.7	53.01	37.2	52.37	40.2	46.05	43.6	44.23	46.0	36.70	49.3	39.48	51.6	32.71
15-พ.ย.	30.0	30.1	11.08	31.4	45.36	33.5	49.69	35.1	44.48	37.1	45.80	40.1	46.95	41.5	33.91	43.3	36.27
16-พ.ย.	30.0	31.2	45.21	33.9	54.19	37.7	51.53	42.0	49.22	46.5	46.08	50.5	40.84	53.6	35.79	55.5	27.35

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
17-พ.ย.	30.0	31.1	42.41	33.5	49.01	37.1	51.40	41.3	49.77	45.1	45.83	48.9	42.28	50.4	26.80	51.4	18.41
18-พ.ย.	30.0	31.2	45.50	33.7	53.70	37.4	53.72	41.9	50.84	45.2	42.24	46.6	27.95	47.3	16.86	47.2	-6.44
19-พ.ย.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
20-พ.ย.	30.0	29.8	-24.05	30.5	35.80	32.6	49.19	36.6	52.89	39.8	46.53	42.6	40.71	45.1	38.08	45.4	8.31
21-พ.ย.	30.0	30.8	37.63	33.1	49.17	36.4	49.68	40.5	48.07	44.6	45.00	48.2	40.16	51.2	35.25	52.7	23.47
22-พ.ย.	30.0	31.2	43.34	33.6	48.53	36.9	47.63	40.7	46.42	44.8	44.46	48.3	39.43	51.0	32.89	51.4	8.43
23-พ.ย.	30.0	30.6	26.79	32.7	47.13	35.7	47.27	39.7	47.57	43.9	45.12	47.5	40.09	50.3	33.97	51.9	24.75
24-พ.ย.	30.0	30.6	29.51	32.7	46.10	35.8	48.84	39.8	47.39	44.0	45.75	47.7	41.07	50.5	34.43	52.0	23.26
25-พ.ย.	30.0	30.6	27.54	32.4	45.15	35.6	49.09	39.3	47.12	43.2	44.45	46.5	40.40	48.9	32.40	50.2	22.67
26-พ.ย.	30.0	30.5	23.72	32.4	45.72	35.6	48.84	39.3	47.93	43.3	45.87	46.8	41.35	49.7	36.82	51.0	22.58
27-พ.ย.	30.0	30.6	28.73	32.6	46.72	35.9	48.73	39.6	47.14	43.9	46.10	47.6	41.39	50.4	34.17	51.8	22.62
28-พ.ย.	30.0	30.6	28.28	32.7	44.84	35.9	46.98	39.6	44.77	43.7	44.13	47.6	40.32	50.5	33.84	52.2	24.35
29-พ.ย.	30.0	30.2	11.42	32.3	44.21	35.7	47.68	39.5	46.33	43.8	44.56	47.7	40.33	50.8	34.94	52.5	24.80
30-พ.ย.	30.0	30.4	18.82	32.2	41.54	35.3	45.99	38.9	46.23	43.0	44.34	46.6	39.69	49.3	33.86	50.4	18.40
1-ธ.ค.	30.0	30.4	20.84	32.3	43.97	35.4	47.26	39.2	48.27	43.4	44.92	47.2	40.91	50.2	35.14	51.4	17.97
2-ธ.ค.	30.0	30.1	4.98	31.9	43.01	35.2	51.29	39.0	48.04	43.1	46.24	47.2	43.35	50.5	37.60	52.4	27.82
3-ธ.ค.	30.0	30.4	23.23	32.3	45.35	35.4	49.35	39.4	49.77	43.8	47.55	47.7	42.22	50.6	35.84	51.7	20.50
4-ธ.ค.	30.0	30.6	31.11	32.9	48.41	36.4	50.23	40.4	48.31	45.0	46.78	49.1	42.81	52.3	35.69	54.4	27.78
5-ธ.ค.	30.0	30.2	14.13	31.6	42.27	33.4	45.47	37.1	50.93	41.6	49.21	45.6	44.91	48.7	37.83	50.4	27.87

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
6-ธ.ค.	30.0	30.5	29.39	32.6	50.29	35.9	50.96	39.8	49.16	44.0	46.30	47.8	42.43	50.8	36.69	52.7	28.00
7-ธ.ค.	30.0	30.6	34.94	32.7	48.92	36.1	51.84	40.0	49.07	44.3	47.40	48.3	43.00	51.2	35.97	53.2	28.65
8-ธ.ค.	30.0	30.3	20.96	31.9	50.53	35.2	53.17	39.3	51.91	43.7	48.69	47.7	43.71	50.9	37.92	52.2	22.35
9-ธ.ค.	30.0	30.5	32.97	32.6	52.59	35.9	53.28	39.8	50.87	44.0	47.43	48.0	43.63	51.2	37.62	53.1	27.82
10-ธ.ค.	30.0	30.5	31.62	32.4	50.18	35.6	53.27	39.3	50.93	43.1	46.85	46.1	41.26	48.2	33.30	49.6	24.81
11-ธ.ค.	30.0	30.7	34.90	32.0	47.00	34.3	51.29	37.8	51.76	41.7	49.90	45.6	46.52	48.7	39.81	50.6	30.42
12-ธ.ค.	30.0	30.7	37.68	32.7	50.41	35.9	53.14	39.9	52.28	43.9	47.80	47.9	44.72	51.2	39.45	53.0	28.03
13-ธ.ค.	30.0	30.6	39.88	32.6	52.95	35.9	54.05	39.9	51.85	44.3	49.63	48.0	44.35	50.4	34.29	51.6	22.08
14-ธ.ค.	30.0	30.2	24.83	32.5	54.36	35.8	54.15	39.9	53.25	44.3	49.84	48.4	45.79	51.7	39.56	53.6	29.19
15-ธ.ค.	30.0	30.6	41.72	32.3	54.84	34.9	55.42	38.8	53.57	43.1	50.10	46.5	44.15	47.5	24.00	48.4	21.67
16-ธ.ค.	30.0	30.6	38.38	31.6	27.32	35.0	56.96	39.1	53.47	43.4	49.49	47.4	44.92	50.7	39.97	52.8	31.26
17-ธ.ค.	30.0	30.6	39.16	32.8	54.91	36.1	55.97	40.0	51.73	44.5	49.85	48.4	44.17	51.5	38.29	52.7	21.98
18-ธ.ค.	30.0	30.4	39.88	32.0	54.05	34.5	55.95	37.3	52.03	41.2	50.11	45.8	49.27	49.6	43.64	52.1	34.86
19-ธ.ค.	30.0	30.4	40.48	32.2	60.13	35.4	56.74	39.3	54.60	43.7	51.01	47.7	46.27	50.0	35.41	51.1	22.67
20-ธ.ค.	30.0	30.7	41.95	32.3	55.44	35.3	56.67	39.6	54.23	44.0	49.67	48.2	45.92	51.6	39.63	53.8	31.51
21-ธ.ค.	30.0	30.6	46.20	31.4	49.96	33.6	53.79	36.4	53.61	40.6	52.54	45.1	48.56	48.7	42.91	51.1	33.57
22-ธ.ค.	30.0	30.5	39.06	32.4	53.11	35.9	55.18	39.9	52.58	43.8	48.36	47.5	43.64	50.4	37.34	51.7	22.92
23-ธ.ค.	30.0	30.5	33.63	32.4	54.95	35.6	54.62	39.8	53.57	44.5	49.56	48.7	44.78	52.2	39.16	54.5	30.08
24-ธ.ค.	30.0	30.2	18.28	32.1	49.91	34.6	52.66	36.0	47.64	36.9	40.79	37.5	35.88	38.8	40.64	40.1	36.99

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
25-ธ.ค.	30.0	30.4	30.19	32.1	51.58	35.1	54.08	37.8	49.51	41.9	48.81	45.8	46.35	49.3	40.53	51.8	34.27
26-ธ.ค.	30.0	30.3	19.23	32.1	50.51	34.8	44.58	37.9	50.06	40.6	43.39	44.2	44.89	47.6	40.33	48.8	24.68
27-ธ.ค.	30.0	30.5	37.19	32.2	49.62	33.9	44.01	37.4	52.86	41.6	51.24	44.9	43.94	46.3	29.52	46.4	5.51
28-ธ.ค.	30.0	30.6	35.89	32.7	52.96	35.7	52.08	39.7	52.25	44.0	49.11	48.0	44.43	50.9	36.86	50.9	1.59
29-ธ.ค.	30.0	30.2	19.80	32.0	52.85	35.1	53.75	39.0	52.16	43.2	48.58	47.3	44.79	50.5	38.93	52.4	28.67
30-ธ.ค.	30.0	30.4	24.72	32.3	48.85	35.2	50.91	39.0	49.82	42.9	47.22	47.0	45.12	50.3	39.00	52.1	27.94
31-ธ.ค.	30.0	30.2	17.66	31.9	48.29	34.8	50.64	38.5	49.85	42.4	46.60	46.2	43.11	49.1	36.59	50.9	27.04

กรณี พื้นที่แผงรับรังสีแสงอาทิตย์ขนาด 4 ตารางเมตร

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
1-ม.ค.	30.0	30.3	10.58	33.4	41.97	37.7	42.90	44.7	44.50	50.8	37.51	56.5	32.89	59.5	20.5	61.4	13.96
2-ม.ค.	30.0	30.2	7.79	33.3	43.82	37.3	43.25	44.6	47.11	50.7	38.74	56.9	34.38	61.3	25.7	62.3	8.43
3-ม.ค.	30.0	30.7	21.88	34.0	42.31	39.5	45.80	46.5	42.86	52.6	36.22	55.4	21.64	59.4	25.1	61.6	15.82
4-ม.ค.	30.0	29.9	-3.42	33.9	47.07	38.7	45.08	44.5	42.78	50.0	37.59	55.5	33.91	59.2	24.2	60.9	13.18
5-ม.ค.	30.0	30.0	-0.44	32.9	45.33	38.3	48.39	45.3	47.44	52.2	41.50	56.8	30.38	59.0	17.7	59.2	2.17
6-ม.ค.	30.0	30.1	6.23	30.7	26.27	33.2	47.27	41.0	52.37	47.7	42.93	54.6	37.42	57.7	22.0	56.0	-23.70
7-ม.ค.	30.0	29.5	-39.60	30.8	32.11	33.7	41.08	40.8	47.96	46.0	38.95	50.5	31.53	53.4	21.9	52.4	-13.54
8-ม.ค.	30.0	30.1	2.85	33.4	45.85	37.4	42.66	42.4	41.33	46.7	33.98	51.4	32.83	54.8	23.9	54.6	-2.81
9-ม.ค.	30.0	29.6	-18.44	31.3	34.46	34.4	39.49	39.4	43.09	47.1	44.02	53.7	36.51	58.5	28.0	60.1	11.85
10-ม.ค.	30.0	30.1	3.40	33.1	46.27	38.6	47.94	45.1	44.55	51.1	37.12	56.6	31.79	60.2	22.6	61.8	11.42
11-ม.ค.	30.0	29.6	-20.87	32.4	44.76	37.8	49.14	44.9	47.71	51.3	39.52	56.5	31.89	59.6	21.1	61.3	13.06
12-ม.ค.	30.0	30.2	6.80	33.4	48.43	39.1	49.79	45.8	45.08	52.2	38.43	58.1	33.39	62.3	25.2	64.2	13.41
13-ม.ค.	30.0	29.6	-22.59	32.1	44.89	37.1	49.80	43.5	46.50	50.3	41.97	56.5	35.39	61.1	27.5	63.1	14.75
14-ม.ค.	30.0	29.8	-11.96	32.2	48.14	36.4	47.96	42.2	46.53	48.7	41.82	54.9	36.26	59.3	27.5	61.2	14.56
15-ม.ค.	30.0	29.9	-4.40	33.2	50.42	38.8	50.72	45.7	46.30	52.3	40.08	58.3	33.76	62.7	25.7	64.9	14.99
16-ม.ค.	30.0	30.2	11.88	33.4	52.68	38.9	51.86	45.9	47.71	52.2	39.09	58.3	34.58	62.7	26.0	64.3	12.01
17-ม.ค.	30.0	30.2	8.11	33.5	52.76	39.1	51.65	45.9	47.13	52.4	40.35	58.6	35.22	62.9	26.2	64.9	14.41

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
18-ม.ค.	30.0	30.4	18.76	33.8	52.26	39.5	52.66	44.7	45.05	52.2	43.82	59.0	37.05	64.0	28.0	66.4	16.19
19-ม.ค.	30.0	30.5	28.36	34.0	54.57	39.5	53.34	46.4	48.17	50.0	32.51	55.2	34.16	55.2	-0.5	56.5	12.50
20-ม.ค.	30.0	30.4	24.04	31.9	44.74	34.9	50.06	40.9	50.05	46.7	42.71	52.1	36.06	57.1	31.5	60.3	22.12
21-ม.ค.	30.0	30.4	26.92	33.8	51.99	37.1	44.97	43.2	46.75	50.4	42.87	56.1	34.61	60.9	27.9	63.2	15.72
22-ม.ค.	30.0	30.2	13.51	31.2	39.77	31.9	30.75	33.9	41.05	33.8	-1.41	35.6	31.34	37.6	29.9	40.4	33.09
23-ม.ค.	30.0	29.8	-25.25	30.2	22.72	33.0	48.82	37.7	48.00	42.4	41.36	44.9	28.30	47.1	22.8	44.9	-74.30
24-ม.ค.	30.0	30.1	6.01	31.7	41.37	34.0	44.19	41.0	50.70	48.2	44.18	54.7	37.15	56.8	17.6	59.5	19.45
25-ม.ค.	30.0	30.0	0.71	32.7	45.97	35.8	41.74	42.3	46.62	49.5	42.38	55.8	35.07	60.5	27.4	62.9	16.45
26-ม.ค.	30.0	29.9	-5.67	32.7	46.68	38.1	49.30	45.0	45.91	52.2	40.10	58.6	33.70	63.3	25.5	65.5	14.16
27-ม.ค.	30.0	29.6	-27.66	32.4	45.96	38.0	47.58	45.0	43.92	52.3	39.68	58.5	32.71	62.9	24.4	64.9	13.34
28-ม.ค.	30.0	30.0	-1.84	32.8	39.42	38.0	43.34	44.4	40.48	50.7	35.31	55.4	27.49	59.5	23.3	60.2	5.09
29-ม.ค.	30.0	28.8	-62.64	30.9	32.33	35.9	43.06	42.7	42.99	49.6	37.65	55.6	31.42	60.0	24.2	62.2	13.62
30-ม.ค.	30.0	29.1	-48.82	31.4	37.18	36.3	45.12	42.6	41.66	49.3	38.20	55.4	32.84	59.9	25.1	62.0	13.43
31-ม.ค.	30.0	29.1	-42.33	31.7	38.22	36.9	44.40	43.5	42.34	50.5	38.04	56.5	31.37	60.8	23.7	62.8	12.65
1-ก.พ.	30.0	29.1	-45.43	31.6	37.65	36.8	45.44	43.7	43.22	50.6	37.35	56.6	31.33	61.0	24.3	62.9	12.26
2-ก.พ.	30.0	28.8	-65.58	30.8	32.17	35.6	43.78	42.0	42.35	48.5	38.21	54.3	32.20	58.5	24.2	60.5	13.54
3-ก.พ.	30.0	29.0	-57.62	31.1	34.71	35.8	44.00	41.9	41.70	48.4	37.83	54.3	32.26	58.6	25.0	60.5	13.00
4-ก.พ.	30.0	28.8	-64.95	30.8	32.63	35.7	44.51	42.2	44.17	49.6	41.00	55.9	34.12	60.7	26.2	62.6	12.72
5-ก.พ.	30.0	29.2	-47.79	31.2	36.44	35.9	47.52	42.2	45.50	49.0	40.92	55.3	35.61	60.5	29.6	62.9	16.14

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
6-ก.พ.	30.0	29.2	-47.90	31.2	36.12	36.7	47.25	42.7	44.11	49.1	40.41	54.9	34.61	59.0	25.6	59.6	4.79
7-ก.พ.	30.0	29.5	-44.48	30.9	36.90	33.6	45.16	39.5	49.90	46.3	44.63	52.6	37.56	57.7	30.2	61.0	21.60
8-ก.พ.	30.0	30.2	12.36	33.3	47.63	37.1	45.96	41.0	40.75	49.0	44.79	55.9	37.21	60.6	27.1	62.2	11.44
9-ก.พ.	30.0	30.2	10.69	32.7	46.19	37.4	47.09	43.8	45.93	45.5	20.66	50.0	33.46	55.9	34.6	59.5	23.31
10-ก.พ.	30.0	30.4	16.50	33.5	48.75	38.4	48.03	44.7	45.95	51.8	41.19	54.0	20.82	59.6	32.3	62.5	19.23
11-ก.พ.	30.0	30.1	2.85	32.7	47.14	37.7	48.42	43.3	45.28	50.4	41.80	53.8	25.63	58.4	28.3	61.2	18.43
12-ก.พ.	30.0	30.3	17.48	31.9	41.29	34.6	47.42	40.7	50.73	45.9	41.22	52.2	38.85	57.2	30.2	61.0	23.41
13-ก.พ.	30.0	30.7	28.65	33.5	51.68	39.4	49.69	46.1	45.01	54.7	42.41	61.8	33.79	66.7	25.0	69.0	13.68
14-ก.พ.	30.0	30.6	27.54	33.7	47.78	38.2	49.20	43.0	41.93	47.5	35.75	55.5	40.33	61.7	31.7	65.2	20.53
15-ก.พ.	30.0	30.7	27.03	34.6	51.68	41.0	50.07	48.8	45.07	56.7	39.21	63.1	31.31	67.4	22.0	69.8	13.82
16-ก.พ.	30.0	30.5	22.60	34.5	51.92	41.1	49.86	49.0	45.37	56.9	38.83	63.7	32.29	68.6	23.8	71.0	13.34
17-ก.พ.	30.0	31.0	32.48	34.0	48.29	40.2	49.62	47.3	43.53	53.8	36.80	61.4	35.16	66.9	26.5	69.7	15.61
18-ก.พ.	30.0	30.8	26.92	33.1	44.80	36.7	47.01	40.6	43.09	49.4	46.08	58.1	40.35	64.5	30.7	68.0	18.93
19-ก.พ.	30.0	30.8	27.86	34.0	49.23	39.6	49.41	47.8	46.91	55.8	40.02	62.9	33.32	68.0	25.1	70.6	14.73
20-ก.พ.	30.0	31.3	41.72	35.7	54.86	41.7	46.86	48.1	41.26	54.2	35.69	61.4	34.24	66.7	26.0	69.3	14.66
21-ก.พ.	30.0	31.1	36.12	35.3	53.09	41.9	50.35	49.4	44.17	56.4	35.43	63.2	32.69	67.9	24.1	70.1	12.70
22-ก.พ.	30.0	31.0	36.43	35.9	56.02	40.9	47.14	48.7	46.00	57.0	41.06	63.8	32.07	68.7	24.2	71.0	13.29
23-ก.พ.	30.0	31.9	50.13	36.4	53.33	40.8	46.31	47.1	44.41	54.8	40.75	60.5	30.80	66.3	28.3	69.2	16.68
24-ก.พ.	30.0	31.3	42.89	35.2	53.15	42.2	51.60	49.4	43.96	56.4	37.93	63.3	32.82	68.3	25.0	70.7	13.42

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
25-ก.พ.	30.0	31.0	39.06	35.2	53.60	41.7	49.90	49.4	45.32	56.7	38.12	63.4	32.25	68.2	24.1	70.7	14.38
26-ก.พ.	30.0	31.4	51.53	35.6	55.66	41.9	51.39	49.2	44.88	56.6	39.26	63.1	32.48	67.8	24.7	69.9	12.41
27-ก.พ.	30.0	31.5	47.48	33.7	48.45	39.9	52.58	45.6	45.10	54.0	43.35	58.7	28.58	60.8	15.3	64.5	21.54
28-ก.พ.	30.0	31.3	43.19	36.1	56.40	43.2	49.30	50.2	43.29	56.9	36.27	63.4	31.81	68.2	24.3	70.4	13.26
1-มี.ค.	30.0	31.5	50.54	36.3	55.57	43.4	49.84	50.2	42.03	56.8	36.00	63.1	30.76	67.7	23.4	69.9	12.65
2-มี.ค.	30.0	31.4	48.34	36.1	54.45	43.3	49.93	50.0	41.82	56.5	35.26	62.9	31.10	67.6	23.9	69.8	13.10
3-มี.ค.	30.0	31.1	41.53	34.1	50.05	38.4	47.54	42.5	42.97	47.7	39.62	56.6	42.15	63.5	32.5	67.0	19.81
4-มี.ค.	30.0	31.6	47.38	34.9	51.28	39.6	49.39	44.4	41.50	51.2	41.22	55.6	29.08	59.5	25.2	61.5	14.23
5-มี.ค.	30.0	31.2	43.50	35.0	53.48	39.0	45.35	45.6	45.63	53.3	41.50	59.2	32.19	64.4	27.4	66.4	13.26
6-มี.ค.	30.0	31.5	45.42	35.2	53.81	41.9	51.55	49.5	45.93	57.2	39.65	63.4	31.64	68.3	25.1	70.9	14.88
7-มี.ค.	30.0	31.8	53.17	36.4	54.92	43.3	50.05	51.5	44.81	59.7	38.55	66.7	31.95	71.7	23.8	74.3	13.96
8-มี.ค.	30.0	31.5	46.10	35.4	51.53	40.1	46.80	46.6	44.27	53.3	39.59	60.4	34.61	65.8	27.5	68.8	16.86
9-มี.ค.	30.0	31.5	43.08	34.7	49.69	38.8	46.09	45.2	46.82	53.3	43.41	62.0	38.05	68.1	28.7	70.8	15.43
10-มี.ค.	30.0	31.3	51.26	33.8	50.69	38.8	51.60	46.3	47.95	53.0	39.60	60.7	36.72	65.9	26.9	68.6	15.36
11-มี.ค.	30.0	31.6	48.87	35.4	53.89	42.2	51.44	49.7	45.91	58.4	41.25	65.8	34.04	70.7	23.8	73.1	13.78
12-มี.ค.	30.0	31.6	50.38	34.5	49.12	39.7	51.61	44.3	42.78	51.5	42.56	59.3	38.44	65.3	30.1	68.5	18.11
13-มี.ค.	30.0	31.4	52.34	35.8	55.92	42.4	50.80	50.4	45.64	57.8	38.94	64.4	32.02	69.1	23.8	70.9	10.59
14-มี.ค.	30.0	31.9	52.92	36.7	54.81	43.4	50.15	51.5	45.03	58.6	37.00	65.0	30.89	69.8	23.7	71.6	10.62
15-มี.ค.	30.0	31.1	47.29	33.9	54.36	38.2	50.97	42.7	44.51	47.7	40.14	53.5	36.90	57.8	28.3	61.2	22.22

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
16-มี.ค.	30.0	31.3	59.13	34.9	56.39	41.0	52.47	48.8	47.18	56.6	39.67	63.7	34.42	69.0	26.7	71.5	14.48
17-มี.ค.	30.0	31.7	50.51	35.4	54.98	41.1	51.34	47.7	44.74	54.1	39.00	62.5	37.75	67.8	26.5	70.6	15.99
18-มี.ค.	30.0	31.9	58.49	35.6	54.12	41.0	48.15	47.6	45.12	54.1	39.12	62.3	37.52	67.9	27.6	70.6	15.61
19-มี.ค.	30.0	30.5	27.21	32.6	46.54	35.0	44.68	35.9	27.87	41.0	49.79	50.6	48.78	58.5	39.2	62.9	26.03
20-มี.ค.	30.0	30.1	6.99	33.2	49.00	39.2	51.43	45.2	44.86	48.8	31.45	53.0	31.02	56.8	26.3	57.0	1.96
21-มี.ค.	30.0	31.7	40.40	36.8	52.38	44.6	53.02	51.6	41.95	57.3	32.92	61.4	25.15	65.9	24.1	66.7	5.88
22-มี.ค.	30.0	32.2	50.97	37.4	54.46	44.9	51.36	49.3	37.99	50.4	14.43	55.6	30.64	53.1	-48.3	57.5	28.07
23-มี.ค.	30.0	32.3	52.22	37.5	54.11	44.8	50.52	52.6	43.70	59.8	36.86	66.9	32.39	71.9	23.7	74.0	11.41
24-มี.ค.	30.0	32.4	52.36	37.6	53.97	43.1	47.68	52.4	46.89	61.2	39.50	68.7	32.48	73.8	23.6	76.1	12.06
25-มี.ค.	30.0	32.1	59.63	35.5	52.91	41.7	50.78	47.3	42.44	53.7	38.49	61.1	35.99	66.4	27.1	69.6	17.68
26-มี.ค.	30.0	32.2	55.00	37.5	55.21	41.6	43.51	50.5	52.79	57.9	38.59	65.4	33.65	70.8	25.8	74.2	17.48
27-มี.ค.	30.0	32.2	57.16	36.0	56.41	42.3	50.20	47.7	41.69	54.1	38.97	61.7	37.32	68.0	30.0	65.6	-28.72
28-มี.ค.	30.0	33.0	63.70	37.7	54.56	44.7	49.42	50.1	38.98	56.0	35.96	63.8	35.61	70.1	29.4	73.2	16.98
29-มี.ค.	30.0	32.8	58.52	38.4	57.07	45.0	49.09	53.0	44.27	59.9	36.34	67.1	32.93	72.5	24.7	75.0	13.56
30-มี.ค.	30.0	32.7	59.08	36.6	54.34	42.3	50.49	47.5	41.61	56.4	43.95	63.9	35.48	69.5	27.5	72.8	17.94
31-มี.ค.	30.0	32.7	61.11	36.3	35.28	44.7	53.70	53.5	45.54	62.4	39.52	69.7	31.73	74.8	23.3	77.1	11.81
1-เม.ย.	30.0	32.9	58.49	38.7	55.25	46.5	50.15	55.0	43.54	63.3	37.33	70.4	30.58	75.5	23.0	78.1	12.93
2-เม.ย.	30.0	32.7	57.16	37.4	56.27	45.5	51.28	53.9	44.61	62.3	38.05	68.3	28.80	72.6	21.0	75.1	13.31
3-เม.ย.	30.0	32.3	62.52	38.2	55.06	45.4	49.08	53.0	42.50	60.1	37.12	68.2	34.23	73.4	24.5	71.4	-19.94

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
4-เม.ย.	30.0	32.6	52.09	37.6	51.26	44.0	49.21	52.6	47.80	61.8	45.79	71.7	43.91	80.0	40.08	82.8	25.48
5-เม.ย.	30.0	32.5	49.54	37.6	50.01	44.3	49.17	52.1	46.96	60.2	45.09	67.0	41.50	75.1	41.08	80.2	34.64
6-เม.ย.	30.0	32.1	50.69	35.6	49.45	41.5	49.76	47.9	48.08	49.9	33.14	49.4	-38.20	50.7	26.47	56.1	42.28
7-เม.ย.	30.0	29.9	-25.28	31.9	47.36	35.0	49.57	42.5	50.62	51.1	48.36	60.5	46.09	66.1	38.26	69.7	31.81
8-เม.ย.	30.0	32.1	48.23	37.0	50.68	43.2	48.92	49.7	46.60	56.6	44.81	65.9	44.62	74.6	41.72	80.7	35.59
9-เม.ย.	30.0	32.1	48.38	36.9	49.93	43.8	49.26	52.2	47.42	57.3	41.71	55.6	665.47	53.8	-2674.89	61.1	42.30
10-เม.ย.	30.0	32.3	50.20	36.8	50.11	42.2	49.37	46.4	45.66	54.1	47.04	64.9	45.56	74.0	41.90	81.0	37.79
11-เม.ย.	30.0	32.5	51.57	35.4	49.99	42.1	50.22	52.1	48.45	62.0	46.05	71.2	43.34	79.2	39.66	84.5	33.17
12-เม.ย.	30.0	31.7	45.49	34.4	47.66	41.2	49.03	47.3	46.29	52.2	42.66	53.6	25.80	54.1	13.83	54.3	4.97
13-เม.ย.	30.0	32.6	48.06	37.6	48.99	44.4	48.22	51.6	46.74	61.0	45.70	69.4	42.65	77.4	40.11	81.9	31.76
14-เม.ย.	30.0	31.8	47.83	36.2	50.08	42.6	48.85	49.0	46.32	55.5	44.56	65.7	45.37	73.4	40.64	79.9	37.17
15-เม.ย.	30.0	32.8	51.18	36.8	49.57	44.9	49.60	54.1	47.56	63.4	45.35	73.2	43.29	82.0	39.96	88.3	34.40
16-เม.ย.	30.0	32.6	50.42	37.8	50.09	44.7	48.69	52.9	47.31	62.5	45.74	70.2	42.00	76.5	37.55	82.4	35.55
17-เม.ย.	30.0	32.4	51.99	37.5	52.02	46.5	49.92	55.6	47.60	66.0	45.67	76.1	43.06	84.7	39.45	91.4	35.11
18-เม.ย.	30.0	32.8	52.76	37.1	51.84	40.9	48.70	47.3	48.91	55.5	47.56	66.0	45.88	75.7	43.02	83.4	38.79
19-เม.ย.	30.0	31.9	52.18	33.1	41.67	34.5	41.57	42.2	49.58	52.5	48.55	59.9	44.44	64.7	39.02	70.8	39.61
20-เม.ย.	30.0	32.0	49.67	36.5	51.11	41.9	49.22	51.0	48.39	60.9	46.42	70.9	44.12	79.6	40.86	86.4	36.44
21-เม.ย.	30.0	32.8	51.90	37.1	50.71	42.1	48.64	50.2	48.32	60.9	47.24	70.7	43.97	79.6	41.02	86.5	36.45

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
22-เม.ย.	30.0	33.9	64.00	40.2	54.46	48.5	49.87	57.1	43.11	65.5	37.39	72.3	29.48	77.0	21.5	78.9	10.15
23-เม.ย.	30.0	34.0	67.56	38.8	57.14	45.7	50.90	52.6	42.27	59.6	37.06	61.9	18.13	65.3	21.4	68.7	19.58
24-เม.ย.	30.0	33.0	68.68	37.5	57.09	44.0	51.84	50.3	44.49	55.9	35.97	61.2	31.48	64.8	22.4	68.9	22.12
25-เม.ย.	30.0	33.4	63.26	39.2	57.31	45.4	48.81	53.4	44.89	60.3	35.45	67.6	32.80	72.8	24.3	75.6	14.59
26-เม.ย.	30.0	32.8	52.22	38.8	52.70	46.4	48.37	54.2	42.78	58.1	26.66	58.8	6.55	58.4	-4.2	61.7	22.23
27-เม.ย.	30.0	32.7	47.34	34.7	41.44	41.3	52.03	50.4	48.13	57.6	38.51	61.4	24.78	62.0	6.0	62.7	5.64
28-เม.ย.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
29-เม.ย.	30.0	31.7	42.35	38.0	54.85	47.9	49.96	55.0	37.93	57.4	19.05	59.7	18.14	58.3	-17.9	51.9	-2024.27
30-เม.ย.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
1-พ.ค.	30.0	29.8	-13.68	30.1	13.09	29.3	-1282.32	28.8	133.46	28.6	107.82	30.9	52.38	39.0	53.3	43.6	37.54
2-พ.ค.	30.0	29.9	-6.77	30.3	21.29	29.9	-641.30	30.1	63.24	30.3	90.14	32.7	57.23	41.0	53.8	45.4	37.10
3-พ.ค.	30.0	30.5	36.43	30.6	5.73	29.7	-1316.32	29.8	34.03	30.1	132.82	32.9	66.46	41.4	55.5	46.1	38.44
4-พ.ค.	30.0	30.6	48.52	31.2	32.75	30.9	-546.18	30.6	-87.81	30.5	-71.55	32.8	55.20	41.1	53.8	45.8	39.47
5-พ.ค.	30.0	33.9	55.60	38.0	47.97	46.1	48.15	53.7	40.29	56.2	19.15	58.8	19.19	62.9	23.4	66.2	18.77
6-พ.ค.	30.0	32.6	49.25	36.6	48.57	38.5	32.08	43.8	43.04	49.9	39.85	54.0	29.34	58.1	26.0	56.7	-17.82
7-พ.ค.	30.0	33.3	55.32	38.3	52.71	43.1	43.00	50.6	43.11	55.0	29.80	55.5	5.37	57.3	14.3	55.8	-18.92
8-พ.ค.	30.0	33.2	50.53	38.3	49.29	44.0	44.70	49.2	37.09	55.0	35.25	55.5	5.42	53.8	-25.1	54.3	5.67

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
9-พ.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
10-พ.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
11-พ.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
12-พ.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
13-พ.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
14-พ.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
15-พ.ค.	30.0	32.4	49.08	32.8	21.32	35.7	47.53	38.3	41.37	40.1	28.75	48.2	43.09	55.3	34.8	59.4	23.23
16-พ.ค.	30.0	32.1	43.70	32.6	25.52	35.7	50.78	38.1	38.22	40.1	33.45	49.3	48.23	57.5	40.3	62.5	28.38
17-พ.ค.	30.0	32.4	41.21	39.2	51.33	40.1	17.54	47.7	45.29	55.8	40.22	56.9	10.98	54.7	-38.2	52.6	-35.74
18-พ.ค.	30.0	32.5	51.33	33.0	23.54	37.3	53.74	43.1	47.11	49.8	42.45	54.2	30.40	56.4	18.2	61.2	27.26
19-พ.ค.	30.0	31.9	49.10	37.8	53.08	45.3	47.51	53.1	42.36	60.4	36.22	66.2	28.41	68.5	13.6	69.0	3.77
20-พ.ค.	30.0	34.6	56.08	39.9	50.17	46.8	46.15	55.2	41.93	62.2	34.36	68.2	28.23	73.1	23.0	74.9	10.01
21-พ.ค.	30.0	31.4	54.50	38.0	57.43	43.8	47.33	52.7	45.40	59.3	35.40	66.9	33.40	71.6	22.8	74.5	15.18
22-พ.ค.	30.0	32.2	55.00	37.5	54.97	42.3	44.95	47.7	40.94	55.5	41.08	61.4	31.41	64.8	20.7	65.7	6.73
23-พ.ค.	30.0	32.3	57.72	35.4	51.71	43.7	53.23	52.6	45.60	60.2	36.90	65.3	27.35	67.7	14.8	66.3	-13.47
24-พ.ค.	30.0	34.2	59.34	40.4	52.14	46.0	43.83	50.9	36.01	55.6	31.34	61.8	32.07	63.1	9.9	60.3	-44.89
25-พ.ค.	30.0	34.3	57.16	40.7	52.38	47.4	44.43	55.6	42.00	61.4	31.56	67.9	30.05	69.7	11.0	68.2	-13.11
26-พ.ค.	30.0	34.3	58.99	40.6	53.37	48.4	47.03	56.3	40.19	63.5	34.31	67.3	21.17	69.3	12.9	70.2	5.94
27-พ.ค.	30.0	33.9	58.82	40.3	52.81	48.2	47.05	56.6	41.77	64.5	35.66	68.7	22.62	70.0	8.9	65.7	-75.69

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
28-พ.ค.	30.0	32.3	54.58	36.3	52.13	44.1	51.01	51.1	42.31	56.4	33.53	58.3	15.76	63.1	27.7	66.0	17.88
29-พ.ค.	30.0	33.8	58.53	40.0	52.89	45.2	43.82	49.3	34.34	56.0	37.55	61.5	29.64	64.1	17.2	65.6	10.44
30-พ.ค.	30.0	33.7	55.50	39.7	52.90	47.3	48.58	54.0	39.56	60.7	34.78	66.0	26.88	68.7	16.1	71.9	17.43
31-พ.ค.	30.0	31.4	42.82	35.2	51.86	40.2	49.08	44.3	40.43	49.6	38.59	58.3	41.00	64.7	31.3	66.1	9.76
1-มิ.ย.	30.0	33.2	60.91	40.4	54.61	47.4	45.73	54.7	39.77	62.0	34.70	66.6	24.24	69.6	16.8	70.0	2.53
2-มิ.ย.	30.0	33.9	56.20	40.2	53.17	47.6	46.41	54.5	38.98	62.1	35.55	67.0	25.61	62.7	-90.3	57.1	-395.05
3-มิ.ย.	30.0	31.2	35.89	36.5	51.81	44.4	49.93	48.8	35.42	54.3	34.76	56.2	15.86	53.1	-58.2	48.4	-308.89
4-มิ.ย.	30.0	32.9	51.27	36.4	47.27	39.4	41.29	44.3	42.91	50.2	40.93	58.6	40.40	64.9	30.8	67.4	15.29
5-มิ.ย.	30.0	32.0	52.63	37.9	54.80	44.6	48.49	48.9	35.58	57.6	41.19	63.4	29.60	60.1	-53.2	55.8	-111.54
6-มิ.ย.	30.0	33.3	51.40	39.6	51.78	46.6	45.52	54.1	40.31	62.5	37.23	69.4	30.11	73.5	19.8	75.6	11.32
7-มิ.ย.	30.0	34.3	59.30	40.5	51.85	48.0	46.42	55.4	39.76	60.3	28.94	66.7	29.91	71.0	21.4	73.5	14.04
8-มิ.ย.	30.0	33.4	57.16	34.4	34.68	41.0	50.82	42.3	22.97	46.7	38.24	50.5	32.22	59.0	40.1	64.7	29.35
9-มิ.ย.	30.0	34.5	58.01	39.0	49.82	46.5	47.85	54.8	42.63	62.9	37.05	68.3	26.77	71.7	18.6	74.0	13.20
10-มิ.ย.	30.0	34.6	61.63	41.0	52.87	48.6	47.37	57.0	41.68	63.4	32.33	68.1	24.52	72.7	22.5	75.5	14.91
11-มิ.ย.	30.0	32.8	53.79	39.4	54.76	47.4	49.17	54.6	40.76	62.4	36.49	69.2	30.63	73.8	22.1	75.8	10.86
12-มิ.ย.	30.0	33.6	55.47	39.9	53.22	47.1	46.85	54.0	40.66	60.0	33.61	66.6	31.26	68.8	13.3	70.6	10.56
13-มิ.ย.	30.0	33.5	63.05	38.9	52.94	44.3	46.70	49.0	37.69	51.8	26.54	55.9	29.70	62.6	32.9	67.1	24.55
14-มิ.ย.	30.0	33.5	57.16	39.1	53.18	46.8	48.59	53.0	39.18	59.7	35.39	65.9	30.50	69.0	17.7	70.2	8.09
15-มิ.ย.	30.0	33.9	55.28	38.6	49.84	44.9	46.71	53.4	43.99	61.9	38.46	68.9	30.69	71.8	15.6	73.9	12.38

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
16-มิ.ย.	30.0	32.7	56.71	37.9	53.39	44.0	47.50	51.9	43.88	59.6	37.74	66.4	31.85	70.0	19.6	72.5	14.11
17-มิ.ย.	30.0	33.0	59.38	29.9	-41.02	38.3	59.98	47.8	50.55	55.5	41.05	62.0	33.11	64.8	17.9	66.4	10.35
18-มิ.ย.	30.0	32.9	52.74	38.4	53.74	45.5	48.69	53.4	42.35	56.3	23.55	57.6	11.44	53.7	-130.1	49.5	-159.19
19-มิ.ย.	30.0	34.2	61.00	40.3	53.66	47.5	47.19	53.6	37.99	58.9	31.08	57.0	-30.58	53.0	-128.4	52.9	-2.11
20-มิ.ย.	30.0	34.0	57.48	40.4	52.80	46.5	41.47	52.9	37.86	57.0	27.48	61.3	25.80	59.5	-22.4	53.8	-527.91
21-มิ.ย.	30.0	32.0	43.83	36.0	48.77	39.1	41.18	44.8	44.28	51.1	39.76	50.0	-21.46	51.3	14.8	54.2	23.43
22-มิ.ย.	30.0	32.5	58.21	37.1	55.21	42.8	50.30	48.7	42.10	54.0	34.71	58.3	27.33	62.7	25.6	62.7	-0.59
23-มิ.ย.	30.0	33.3	55.69	38.2	53.20	45.0	48.65	49.3	35.65	52.5	28.00	51.3	-24.55	54.9	25.9	54.5	-4.13
24-มิ.ย.	30.0	31.2	37.41	34.9	49.34	40.4	47.70	49.5	47.34	58.4	40.86	65.6	32.73	68.3	16.4	71.6	17.71
25-มิ.ย.	30.0	33.1	53.32	37.8	47.82	43.5	45.13	50.1	40.89	53.3	26.40	57.0	25.47	58.8	13.9	60.0	9.67
26-มิ.ย.	30.0	31.2	43.34	34.0	49.04	40.4	50.97	46.2	43.64	55.8	43.19	61.6	30.12	64.1	15.8	62.9	-11.70
27-มิ.ย.	30.0	31.6	44.59	35.6	52.44	39.3	44.18	42.3	35.45	46.1	35.00	51.7	36.67	52.9	12.6	54.4	13.86
28-มิ.ย.	30.0	31.4	50.88	35.5	53.62	39.7	45.40	44.4	41.67	51.0	40.78	57.7	35.56	62.7	27.5	56.4	-201.46
29-มิ.ย.	30.0	31.5	44.12	34.7	49.47	36.7	36.66	41.3	45.28	43.1	24.72	46.3	31.17	53.6	40.4	60.4	34.69
30-มิ.ย.	30.0	30.1	3.54	31.9	40.53	36.3	47.91	40.4	41.91	48.5	45.96	53.7	33.44	55.1	13.0	56.0	8.70
1-ก.ค.	30.0	31.2	39.88	35.4	53.65	40.1	46.04	44.4	38.67	47.6	30.74	52.6	34.56	54.3	15.6	53.7	-9.05
2-ก.ค.	30.0	32.0	44.82	35.6	49.64	42.0	48.74	47.3	40.03	54.2	38.77	59.8	30.73	58.8	-10.5	58.4	-4.95
3-ก.ค.	30.0	31.9	44.07	34.9	48.24	38.4	43.38	43.1	43.53	48.8	39.95	54.2	33.91	56.1	16.1	58.1	15.54

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
4-ก.ค.	30.0	31.6	47.56	36.2	55.44	43.3	50.40	50.0	41.83	55.1	32.53	55.1	-0.03	52.1	-58.0	51.3	-9.95
5-ก.ค.	30.0	33.7	58.19	36.3	44.16	38.8	38.33	42.9	41.30	48.0	37.96	49.4	16.25	47.4	-43.7	44.8	-94.00
6-ก.ค.	30.0	30.7	26.92	31.6	28.22	31.8	7.65	32.6	23.39	34.5	35.01	35.2	17.80	35.3	1.2	35.3	-0.34
7-ก.ค.	30.0	31.3	40.55	34.4	48.11	40.5	49.48	46.5	42.48	47.6	13.56	50.5	25.78	54.6	28.8	59.2	27.16
8-ก.ค.	30.0	31.3	37.60	35.6	49.61	42.5	49.03	48.4	41.10	54.6	36.51	59.7	29.44	64.3	24.9	64.6	2.53
9-ก.ค.	30.0	32.8	48.81	37.5	49.56	45.8	48.77	53.9	41.30	60.9	34.11	67.0	28.12	71.1	20.3	73.0	10.57
10-ก.ค.	30.0	32.7	50.99	38.8	51.50	44.9	44.45	49.1	33.24	52.1	24.97	55.6	25.09	61.7	30.8	65.3	20.62
11-ก.ค.	30.0	33.4	51.24	39.2	49.73	46.7	45.95	51.5	33.53	57.5	33.11	53.8	-88.38	53.3	-6.1	55.5	17.36
12-ก.ค.	30.0	32.0	51.59	35.2	50.89	39.4	45.98	46.8	45.94	51.5	33.91	54.8	24.08	56.0	10.4	59.7	23.48
13-ก.ค.	30.0	33.0	56.74	36.8	48.65	43.1	48.12	48.4	38.26	53.6	33.43	55.4	15.67	59.6	26.0	64.0	24.30
14-ก.ค.	30.0	31.4	52.22	32.3	36.62	36.7	52.32	41.6	45.57	47.7	42.48	53.9	37.17	56.0	17.9	58.6	18.82
15-ก.ค.	30.0	32.6	55.74	36.2	50.20	40.6	45.76	46.0	42.90	49.0	28.92	51.8	24.49	51.2	-8.4	53.8	22.14
16-ก.ค.	30.0	33.1	58.83	37.5	51.40	43.4	47.20	49.1	40.10	50.3	13.99	51.1	9.41	49.7	-28.5	47.8	-51.20
17-ก.ค.	30.0	30.9	36.43	33.3	47.73	36.0	45.01	38.8	40.19	42.6	39.49	44.6	25.08	43.6	-26.9	42.2	-55.01
18-ก.ค.	30.0	32.6	51.40	34.0	37.33	36.5	40.84	42.2	46.78	46.2	35.17	49.0	24.17	47.7	-25.3	46.2	-35.54
19-ก.ค.	30.0	32.1	50.88	38.0	55.81	45.2	48.20	52.5	41.95	57.8	31.23	62.9	28.03	65.5	16.0	67.9	14.52
20-ก.ค.	30.0	32.1	50.78	36.8	53.39	44.5	50.21	53.0	43.81	58.7	32.39	61.2	18.08	65.5	23.8	65.0	-4.14
21-ก.ค.	30.0	30.8	28.10	33.2	43.30	36.5	44.67	39.9	41.07	47.6	46.81	53.5	36.05	60.1	33.8	64.2	23.17
22-ก.ค.	30.0	30.8	44.82	34.3	55.08	43.0	54.26	50.8	45.00	57.3	36.63	58.6	11.25	57.7	-12.3	57.0	-8.21

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
23-ก.ค.	30.0	30.9	45.64	33.8	55.99	42.6	54.74	50.6	46.24	56.8	35.33	57.1	2.78	55.0	-27.5	54.2	-9.67
24-ก.ค.	30.0	30.3	14.54	32.0	40.77	35.1	44.53	40.7	46.73	45.8	39.16	51.7	36.72	55.1	25.1	55.0	-0.98
25-ก.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
26-ก.ค.	30.0	31.8	42.20	35.4	48.51	40.3	46.06	45.2	39.65	46.8	19.48	52.6	37.59	57.9	32.5	56.8	-12.84
27-ก.ค.	30.0	31.4	46.87	33.1	44.83	35.0	41.57	44.4	53.83	43.2	-40.54	44.6	20.29	53.8	45.0	58.4	29.27
28-ก.ค.	30.0	33.8	55.55	38.5	50.94	43.5	43.54	51.9	44.02	59.7	37.25	67.0	32.07	72.2	22.9	74.0	9.83
29-ก.ค.	30.0	33.8	55.55	38.1	46.86	43.1	43.31	47.2	35.09	52.4	35.58	57.8	32.16	63.9	30.0	68.4	22.39
30-ก.ค.	30.0	30.8	33.24	36.6	50.90	38.9	33.26	41.1	30.81	49.7	46.72	59.2	41.21	66.8	32.8	66.9	0.88
31-ก.ค.	30.0	32.9	55.47	38.9	52.50	46.7	47.93	55.1	41.50	60.6	30.53	62.4	13.18	67.4	24.2	69.3	11.30
1-ส.ค.	30.0	31.0	37.07	37.0	54.89	45.7	49.66	52.7	40.03	56.6	26.43	60.3	23.10	60.6	3.0	61.6	7.94
2-ส.ค.	30.0	33.2	48.44	35.2	38.12	37.6	35.85	45.9	48.61	53.0	39.96	53.2	2.75	52.9	-4.4	51.8	-16.37
3-ส.ค.	30.0	31.0	41.21	34.0	51.63	40.4	52.25	49.8	47.48	52.6	24.57	55.4	22.01	56.4	9.7	56.1	-2.85
4-ส.ค.	30.0	31.6	48.03	35.7	52.04	41.6	47.79	48.5	44.06	56.3	39.32	62.9	32.01	68.5	26.2	66.9	-15.02
5-ส.ค.	30.0	32.0	56.54	37.1	53.63	43.0	47.43	48.6	40.20	54.9	37.17	57.2	17.99	54.9	-39.4	52.8	-43.14
6-ส.ค.	30.0	30.3	17.89	31.5	41.28	34.0	45.74	39.7	50.09	43.5	38.05	48.3	36.60	49.4	13.7	49.7	4.20
7-ส.ค.	30.0	31.0	37.07	33.2	45.41	37.3	46.99	39.9	34.32	43.7	36.34	45.8	23.64	46.8	12.9	46.1	-12.23
8-ส.ค.	30.0	29.1	720.40	29.0	-11.45	29.8	36.98	31.1	39.96	33.1	40.51	34.7	33.45	36.4	30.7	37.1	16.61
9-ส.ค.	30.0	31.8	49.88	33.5	41.97	35.6	40.19	39.6	45.48	43.8	38.45	46.5	28.12	52.0	35.1	54.1	17.91

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
10-ส.ค.	30.0	29.9	-11.96	29.9	5.63	32.4	48.55	39.6	53.33	46.2	44.45	52.0	36.14	55.8	25.8	55.7	-0.67
11-ส.ค.	30.0	32.1	52.14	34.8	47.60	37.6	42.60	41.4	41.21	45.8	37.99	47.9	22.67	47.6	-5.3	47.6	-0.08
12-ส.ค.	30.0	32.8	56.26	38.1	52.49	44.7	47.30	52.0	41.38	58.5	34.25	65.1	31.03	68.0	16.5	69.8	10.80
13-ส.ค.	30.0	32.1	53.26	36.0	51.91	42.6	49.60	47.8	39.41	55.0	38.88	58.9	25.30	60.0	8.5	61.2	9.92
14-ส.ค.	30.0	32.7	50.84	38.4	53.13	45.6	48.04	54.3	43.65	61.9	36.37	67.7	28.41	69.2	9.9	71.4	12.58
15-ส.ค.	30.0	31.9	52.31	35.3	50.57	39.8	48.02	47.2	47.10	52.6	36.52	55.4	22.89	58.4	21.9	58.1	-3.58
16-ส.ค.	30.0	30.8	44.36	31.5	43.02	35.7	57.23	42.9	53.16	49.6	43.03	52.8	26.17	51.4	-20.5	47.1	-320.35
17-ส.ค.	30.0	31.6	43.22	33.4	40.77	37.2	46.45	41.2	41.92	48.9	45.21	58.8	42.36	65.1	30.1	66.0	6.18
18-ส.ค.	30.0	31.0	37.07	37.5	56.36	44.7	49.25	53.0	43.49	57.5	29.05	61.1	22.64	64.3	19.3	67.9	19.35
19-ส.ค.	30.0	33.1	50.03	38.8	50.22	46.4	46.51	54.8	42.18	62.7	35.70	68.9	28.38	70.6	10.4	69.0	-13.94
20-ส.ค.	30.0	33.3	52.27	39.2	51.59	46.6	46.48	55.0	42.47	62.9	35.58	65.7	17.93	67.4	11.0	69.1	10.54
21-ส.ค.	30.0	31.8	48.22	36.8	51.32	43.3	48.00	50.6	42.75	56.0	33.09	60.5	26.70	62.4	13.7	62.9	3.86
22-ส.ค.	30.0	31.5	43.08	35.9	52.00	40.5	45.50	44.0	36.80	48.7	36.70	54.8	36.53	56.0	10.9	54.7	-18.10
23-ส.ค.	30.0	30.7	30.50	33.0	48.15	35.8	45.94	40.4	45.95	44.3	37.90	47.8	32.17	50.2	23.5	49.4	-15.16
24-ส.ค.	30.0	31.9	46.19	33.2	41.56	37.7	50.29	44.6	47.50	52.2	42.40	59.3	35.78	62.2	19.0	61.6	-5.54
25-ส.ค.	30.0	31.8	46.57	34.9	48.98	41.0	49.18	49.5	46.58	58.0	40.24	58.0	0.01	57.5	-5.5	54.7	-55.11
26-ส.ค.	30.0	31.2	36.15	36.5	50.72	44.3	48.64	52.9	43.55	60.7	36.81	65.7	26.04	69.0	18.1	71.0	11.81
27-ส.ค.	30.0	32.5	50.07	37.1	49.24	45.1	49.11	51.4	39.42	56.2	30.65	60.6	26.49	62.3	13.1	62.7	3.13
28-ส.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
29-ส.ค.	30.0	31.8	43.87	35.2	48.22	38.4	41.66	39.2	18.15	41.4	30.27	40.1	-49.89	39.3	-27.7	37.5	-108.33
30-ส.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
31-ส.ค.	30.0	30.7	28.36	30.7	8.53	34.9	53.65	41.3	50.50	46.9	41.68	52.9	36.71	54.2	12.1	50.5	-132.15
1-ก.ย.	30.0	31.2	37.41	32.9	40.56	39.6	53.05	43.9	40.85	49.7	40.01	54.7	32.74	57.5	20.6	61.5	24.22
2-ก.ย.	30.0	32.4	52.43	36.3	49.62	39.9	42.13	44.4	40.68	49.0	35.71	48.9	-0.45	48.3	-11.7	47.7	-10.65
3-ก.ย.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
4-ก.ย.	30.0	30.9	38.97	32.8	46.66	36.7	49.37	41.1	45.06	43.2	28.16	45.1	23.93	46.1	14.0	46.6	7.26
5-ก.ย.	30.0	31.4	41.21	35.7	53.44	40.7	47.74	47.1	43.70	49.6	24.82	52.3	23.85	58.1	32.9	58.8	6.30
6-ก.ย.	30.0	32.6	52.73	36.9	51.08	42.8	46.71	47.6	37.52	51.9	33.47	60.9	38.75	63.3	16.0	64.2	6.98
7-ก.ย.	30.0	31.2	40.60	35.6	51.37	42.2	50.06	50.3	45.71	57.5	37.65	61.6	25.64	65.6	22.8	66.7	7.53
8-ก.ย.	30.0	33.3	54.59	39.4	53.39	47.4	48.87	55.1	41.76	63.2	36.82	68.3	26.09	70.7	14.5	71.5	5.46
9-ก.ย.	30.0	32.5	51.77	38.3	53.21	44.4	46.46	52.0	43.64	57.2	32.75	65.0	34.92	68.3	19.0	69.9	10.12
10-ก.ย.	30.0	33.3	53.24	37.9	48.82	41.5	38.50	50.7	46.11	57.6	36.62	62.6	27.42	65.4	17.3	65.8	3.06
11-ก.ย.	30.0	30.8	31.24	33.7	48.17	38.9	48.53	46.7	46.72	54.4	40.62	57.6	22.78	57.8	1.7	60.2	17.74
12-ก.ย.	30.0	32.3	46.53	37.0	49.65	45.3	48.26	52.9	41.06	61.3	37.36	65.6	23.27	69.4	19.9	72.0	14.47
13-ก.ย.	30.0	30.6	38.55	35.5	56.29	41.6	49.70	49.2	45.54	55.6	36.66	61.4	31.21	64.6	19.8	63.0	-18.29
14-ก.ย.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
15-ก.ย.	30.0	32.4	47.41	36.2	47.95	42.9	47.94	47.3	35.95	52.0	33.26	50.5	-27.63	53.6	24.8	56.6	22.76
16-ก.ย.	30.0	31.6	47.19	35.1	52.06	36.6	33.23	40.9	41.89	41.3	6.21	39.4	-75.54	48.4	44.6	46.6	-44.12

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
17-ก.ย.	30.0	31.8	38.06	32.7	25.68	33.5	28.89	37.2	47.50	44.2	48.21	50.1	39.55	57.1	37.3	62.5	28.47
18-ก.ย.	30.0	30.9	34.94	33.5	44.84	37.7	47.65	45.2	47.25	51.9	39.00	57.7	32.40	60.0	16.1	59.6	-3.44
19-ก.ย.	30.0	32.1	48.91	37.8	52.89	45.7	48.40	50.0	33.23	50.4	3.96	50.7	4.63	53.8	23.6	53.3	-5.11
20-ก.ย.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
21-ก.ย.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
22-ก.ย.	30.0	30.8	26.13	35.1	49.55	41.0	47.15	44.9	35.84	47.6	25.47	49.9	22.40	52.9	24.6	53.1	1.67
23-ก.ย.	30.0	32.4	46.49	35.9	47.11	41.5	46.46	49.9	44.87	56.3	35.18	62.0	30.23	64.1	14.4	63.1	-10.05
24-ก.ย.	30.0	32.6	46.83	38.4	50.25	44.8	45.02	52.4	41.51	56.1	26.38	60.9	27.57	60.6	-2.5	62.1	11.51
25-ก.ย.	30.0	32.8	49.39	38.6	50.90	45.8	46.60	54.2	42.68	60.7	33.67	64.0	20.69	65.5	10.2	65.2	-1.94
26-ก.ย.	30.0	32.0	51.49	34.0	47.19	42.7	54.29	50.2	44.27	51.8	16.92	58.6	36.53	62.3	22.8	63.0	5.91
27-ก.ย.	30.0	31.5	49.24	33.9	51.44	35.4	37.94	36.6	30.12	39.2	38.24	42.8	38.92	44.2	21.5	45.2	15.68
28-ก.ย.	30.0	29.6	-77.23	30.2	30.39	30.3	11.17	35.0	56.62	40.5	48.59	50.4	47.99	57.4	36.7	61.0	22.76
29-ก.ย.	30.0	31.5	38.73	33.6	43.06	39.8	49.63	47.5	46.30	54.3	37.99	56.2	15.36	56.4	2.9	56.0	-4.39
30-ก.ย.	30.0	32.7	46.41	36.5	47.86	43.5	48.74	51.6	42.89	57.8	33.78	64.4	31.19	63.9	-4.9	58.8	-142.74
1-ต.ค.	30.0	33.1	48.61	39.2	50.63	45.7	44.19	52.3	38.99	54.8	20.53	55.8	9.30	56.5	6.8	55.8	-8.18
2-ต.ค.	30.0	33.3	50.05	37.6	48.81	45.5	49.19	48.9	30.63	52.4	27.49	55.1	21.80	59.1	25.7	59.8	5.89
3-ต.ค.	30.0	31.8	44.74	35.3	47.90	40.9	46.98	45.9	39.44	50.0	32.18	53.3	26.30	53.2	-1.8	51.1	-44.91
4-ต.ค.	30.0	31.3	42.76	33.8	47.54	39.7	50.16	47.1	45.40	49.2	20.97	49.9	8.59	51.5	15.6	52.0	6.04
5-ต.ค.	30.0	30.6	29.72	31.3	26.97	32.5	37.46	34.7	42.69	38.5	44.89	41.5	35.64	44.1	30.2	44.9	12.13

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
6-ต.ค.	30.0	31.7	43.00	36.1	51.60	41.4	45.80	46.5	40.18	54.9	41.66	62.4	34.39	64.0	11.0	61.5	-29.83
7-ต.ค.	30.0	32.3	50.06	38.9	53.83	45.0	44.91	48.7	31.87	54.7	35.91	62.1	34.78	67.4	25.9	69.3	11.40
8-ต.ค.	30.0	31.6	48.35	33.3	45.40	37.0	49.52	41.5	44.96	44.4	32.39	47.2	29.56	50.8	30.2	52.1	13.15
9-ต.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
10-ต.ค.	30.0	31.2	39.16	31.9	30.08	33.0	34.53	34.9	39.47	38.4	42.93	36.6	222.30	35.5	-130.8	35.5	-0.29
11-ต.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
12-ต.ค.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
13-ต.ค.	30.0	32.7	44.29	32.5	-7.71	35.4	44.44	41.9	44.12	44.0	23.68	46.4	24.11	45.0	-30.6	44.5	-8.88
14-ต.ค.	30.0	32.6	46.95	37.6	49.65	44.0	45.84	51.6	42.44	58.4	35.40	61.8	21.55	64.0	14.4	58.6	-157.30
15-ต.ค.	30.0	31.0	30.90	35.0	49.04	42.5	49.81	46.2	32.96	49.0	25.38	55.3	34.91	59.2	25.6	60.6	11.13
16-ต.ค.	30.0	31.9	40.84	34.6	43.63	38.6	42.92	43.5	41.52	49.0	37.95	52.5	27.85	52.2	-3.6	54.9	21.29
17-ต.ค.	30.0	31.2	35.23	33.5	42.42	37.2	43.56	40.6	36.70	41.6	15.30	48.4	41.46	51.8	26.0	53.1	12.12
18-ต.ค.	30.0	32.9	47.97	38.3	50.30	45.4	46.32	53.0	41.54	59.0	33.10	58.9	-0.46	59.6	5.6	62.6	19.92
19-ต.ค.	30.0	32.8	51.13	38.1	50.24	45.2	46.82	50.0	36.54	55.7	34.60	58.9	22.39	61.7	19.0	63.3	12.16
20-ต.ค.	30.0	31.7	42.90	37.5	53.61	44.5	46.91	52.1	41.08	58.3	33.09	63.3	26.58	67.4	21.5	68.6	7.74
21-ต.ค.	30.0	32.3	44.91	37.5	49.65	44.0	46.07	50.5	40.56	56.1	33.75	60.5	26.87	63.5	18.8	63.8	3.10
22-ต.ค.	30.0	32.0	39.44	36.8	48.94	43.5	46.55	48.8	29.95	55.7	37.31	61.6	31.00	65.3	21.3	64.1	-12.23
23-ต.ค.	30.0	31.5	44.36	34.0	46.76	37.0	44.01	41.4	43.49	47.3	42.04	51.4	32.02	53.5	19.3	57.6	26.62

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
24-ต.ค.	30.0	31.9	45.64	35.1	47.54	39.8	47.56	48.6	47.76	56.7	40.04	63.1	31.84	67.1	21.7	68.2	7.71
25-ต.ค.	30.0	31.3	40.55	36.3	51.37	43.5	49.12	48.4	37.22	52.9	31.49	57.2	27.54	61.5	25.8	63.9	16.04
26-ต.ค.	30.0	30.9	34.12	33.6	48.36	38.3	48.58	42.1	39.00	43.0	14.83	42.8	-4.05	43.0	3.1	41.8	-37.50
27-ต.ค.	30.0	30.3	20.96	32.2	47.39	35.8	48.56	40.3	45.18	45.3	40.27	49.5	32.95	47.5	-53.8	46.3	-29.15
28-ต.ค.	30.0	31.8	47.63	37.2	53.38	43.0	45.85	49.3	40.73	54.7	34.27	55.4	7.79	55.4	-0.5	57.4	16.43
29-ต.ค.	30.0	31.7	49.85	37.6	56.84	45.5	50.90	53.7	43.80	58.8	31.01	58.6	-1.91	62.4	24.0	64.8	15.96
30-ต.ค.	30.0	33.1	48.52	38.8	50.18	45.6	45.85	53.1	41.24	58.8	32.45	62.8	23.74	64.8	13.7	63.8	-10.14
31-ต.ค.	30.0	29.2	-83.38	29.1	-3.64	30.2	28.45	34.0	44.60	35.8	28.48	35.5	-7.67	36.8	20.0	37.5	11.80
1-พ.ย.	30.0	32.0	41.95	36.7	47.24	43.6	46.42	50.3	40.50	57.5	36.11	59.3	13.77	60.0	5.4	60.1	0.91
2-พ.ย.	30.0	31.8	39.88	37.5	52.20	43.2	44.41	49.0	39.99	55.6	36.16	58.7	21.54	59.5	6.5	62.6	20.03
3-พ.ย.	30.0	32.1	41.65	36.4	47.32	42.8	46.57	50.5	43.19	56.1	32.36	57.8	13.09	54.0	-103.9	53.0	-14.80
4-พ.ย.	30.0	32.7	48.82	37.0	46.99	43.1	44.31	50.5	41.71	56.3	33.20	58.1	14.53	54.3	-105.5	54.6	2.91
5-พ.ย.	30.0	32.5	43.72	37.7	48.09	42.8	42.96	47.5	35.94	55.3	39.33	61.6	31.54	65.5	21.7	65.4	-1.28
6-พ.ย.	30.0	30.9	27.54	36.1	50.08	43.1	47.01	49.7	40.09	56.5	35.67	62.1	29.10	64.9	16.7	65.6	4.67
7-พ.ย.	30.0	31.6	35.56	37.0	48.01	41.5	39.80	49.1	42.18	57.0	37.80	62.7	29.09	65.1	15.1	62.7	-27.23
8-พ.ย.	30.0	31.8	38.01	36.3	48.24	42.3	44.29	48.7	40.01	55.0	35.14	60.7	29.48	64.1	19.9	64.3	1.67
9-พ.ย.	30.0	31.8	35.24	36.7	47.19	43.2	44.44	50.3	40.00	57.0	34.74	62.0	26.97	65.4	19.1	66.0	4.72
10-พ.ย.	30.0	31.0	27.87	35.3	47.16	40.6	43.95	48.2	43.71	55.1	37.29	59.9	27.83	63.6	21.5	64.0	3.45
11-พ.ย.	30.0	31.8	40.12	34.7	48.83	38.4	44.28	41.3	33.99	47.9	42.42	51.9	29.83	56.4	28.7	57.2	7.04

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
12-พ.ย.	30.0	30.5	19.06	32.0	37.86	39.7	52.60	47.3	45.59	51.5	30.93	53.3	15.94	55.3	16.9	55.6	2.76
13-พ.ย.	30.0	32.7	52.10	38.0	50.53	44.4	45.88	52.3	42.79	59.3	35.00	63.2	22.51	62.1	-10.6	61.2	-9.70
14-พ.ย.	30.0	32.2	45.20	37.1	50.46	43.4	46.67	48.1	35.79	53.1	32.85	55.9	20.90	60.1	26.1	62.5	16.14
15-พ.ย.	30.0	30.1	11.08	32.7	45.07	36.7	46.15	39.2	34.87	42.4	35.71	47.2	37.82	48.4	15.3	50.5	20.97
16-พ.ย.	30.0	32.3	45.21	37.6	51.65	44.3	45.98	51.5	40.99	58.4	35.36	63.7	27.27	67.0	18.9	68.0	7.13
17-พ.ย.	30.0	32.2	42.41	36.8	46.50	43.3	46.33	50.2	41.52	55.9	34.15	61.1	28.88	61.5	3.8	61.0	-5.50
18-พ.ย.	30.0	32.3	45.50	37.1	50.95	43.8	48.29	51.4	42.92	55.8	28.77	56.4	5.48	55.7	-8.3	53.5	-38.10
19-พ.ย.	30.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
20-พ.ย.	30.0	29.7	-24.05	31.1	36.70	35.1	47.73	42.6	49.33	47.7	36.93	51.4	27.67	54.6	23.7	53.1	-21.52
21-พ.ย.	30.0	31.7	37.63	36.0	47.19	42.1	44.95	48.9	40.71	55.2	34.74	60.2	27.29	63.5	19.6	63.8	2.01
22-พ.ย.	30.0	32.5	43.34	37.0	45.74	42.8	42.24	49.0	38.42	55.4	34.52	60.2	26.51	62.9	16.8	61.1	-20.13
23-พ.ย.	30.0	31.1	26.79	35.2	45.74	40.6	42.83	47.6	41.09	54.2	35.77	59.3	27.62	62.2	18.0	62.9	5.07
24-พ.ย.	30.0	31.2	29.51	35.2	44.60	41.0	44.50	47.7	40.55	54.3	36.18	59.5	28.48	62.6	18.5	62.9	2.34
25-พ.ย.	30.0	31.1	27.54	34.8	43.69	40.6	45.14	46.9	40.09	52.9	34.84	57.5	27.58	59.7	15.4	60.0	2.12
26-พ.ย.	30.0	30.9	23.72	34.8	44.52	40.6	44.90	46.8	40.62	53.1	36.37	58.0	28.61	61.4	21.2	61.4	-0.21
27-พ.ย.	30.0	31.1	28.73	35.1	45.30	41.1	44.61	47.4	39.88	54.2	36.75	59.4	28.93	62.4	18.0	62.6	1.84
28-พ.ย.	30.0	31.2	28.28	35.3	43.41	41.2	42.90	47.3	37.66	53.9	35.04	59.3	28.53	62.6	18.9	63.3	5.25
29-พ.ย.	30.0	30.5	11.42	34.6	43.63	40.8	44.10	47.4	39.54	54.2	35.52	59.7	28.53	63.2	20.0	64.0	5.25
30-พ.ย.	30.0	30.8	18.82	34.4	40.58	40.0	42.43	46.3	39.68	52.8	35.49	57.8	27.73	60.8	18.5	60.4	-3.37

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
1-ธ.ค.	30.0	30.8	20.84	34.5	42.97	40.2	43.55	46.8	41.57	53.4	35.83	58.8	28.96	62.3	20.1	62.1	-1.45
2-ธ.ค.	30.0	30.2	4.98	33.7	42.80	39.9	48.16	46.5	41.45	53.0	36.89	59.0	31.68	63.0	22.7	64.2	8.22
3-ธ.ค.	30.0	30.8	23.23	34.5	44.26	40.2	45.54	47.1	43.16	54.3	38.34	59.7	29.63	62.8	19.5	62.5	-3.46
4-ธ.ค.	30.0	31.3	31.11	35.6	46.86	42.0	45.91	48.9	40.95	56.1	37.18	62.0	30.21	65.5	19.8	66.7	8.23
5-ธ.ค.	30.0	30.5	14.13	33.2	41.47	36.5	41.12	43.1	46.24	50.7	41.95	56.9	33.75	60.4	22.4	61.4	7.42
6-ธ.ค.	30.0	31.0	29.39	35.2	48.91	41.2	46.66	47.8	41.82	54.4	36.47	59.7	29.66	63.1	20.8	64.2	7.87
7-ธ.ค.	30.0	31.2	34.94	35.2	47.27	41.5	47.60	48.1	41.66	55.0	37.62	60.6	30.24	63.6	18.9	64.9	9.14
8-ธ.ค.	30.0	30.6	20.96	33.7	49.54	39.9	50.00	47.1	45.35	54.3	39.26	59.9	30.90	63.6	22.1	63.3	-2.88
9-ธ.ค.	30.0	31.1	32.97	35.1	51.11	41.1	48.90	47.8	43.39	54.5	37.46	60.2	31.04	63.8	21.7	64.8	7.23
10-ธ.ค.	30.0	30.9	31.62	34.7	48.87	40.6	49.01	46.9	43.35	52.8	36.43	56.7	26.70	58.6	15.0	59.0	3.34
11-ธ.ค.	30.0	31.3	34.90	33.8	44.39	38.1	46.96	44.1	45.44	50.7	41.09	56.5	34.81	60.3	24.3	61.6	10.24
12-ธ.ค.	30.0	31.3	37.68	35.2	48.60	41.0	48.47	47.9	44.81	54.3	37.46	60.0	31.92	63.9	23.5	64.7	6.59
13-ธ.ค.	30.0	31.3	39.88	35.1	51.09	41.2	49.57	47.9	44.20	54.9	39.67	60.1	30.52	62.3	15.4	61.9	-3.45
14-ธ.ค.	30.0	30.5	24.83	34.9	53.70	41.0	49.80	48.0	45.72	55.1	39.70	61.0	32.63	64.8	22.9	65.6	6.41
15-ธ.ค.	30.0	31.3	41.72	34.4	52.51	39.2	50.51	46.1	47.14	53.0	40.62	57.6	30.07	57.1	-5.6	56.9	-2.93
16-ธ.ค.	30.0	31.1	38.38	33.1	25.69	39.6	54.25	46.7	46.80	53.7	39.89	59.3	31.98	63.3	24.0	64.8	10.68
17-ธ.ค.	30.0	31.2	39.16	35.4	53.23	41.6	51.20	48.0	43.63	55.4	40.13	60.7	30.53	64.2	21.4	63.8	-4.15
18-ธ.ค.	30.0	30.7	39.88	33.9	52.75	38.5	51.25	43.2	43.83	49.6	41.61	57.0	39.24	62.1	29.6	64.4	15.66
19-ธ.ค.	30.0	30.7	40.48	34.3	58.78	40.3	52.60	46.9	46.96	54.0	41.17	59.8	33.27	61.7	14.4	61.3	-4.28

วันที่/ เดือน	08.00	09:00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)	Temp. (°C)	Eff. (%)
20-ธ.ค.	30.0	31.3	41.95	34.5	52.98	40.0	52.07	47.5	47.70	54.6	39.91	60.6	33.10	64.7	23.7	66.2	10.61
21-ธ.ค.	30.0	31.2	46.20	32.8	46.02	36.9	50.24	41.6	46.65	49.0	45.37	56.0	38.49	60.9	28.8	62.9	14.43
22-ธ.ค.	30.0	31.0	39.06	34.8	51.51	41.3	51.15	48.0	44.83	54.0	37.23	59.2	30.37	62.5	21.0	62.4	-0.43
23-ธ.ค.	30.0	31.0	33.63	34.8	53.36	40.5	50.18	48.0	46.68	55.4	39.98	61.5	32.07	65.7	23.3	67.2	10.28
24-ธ.ค.	30.0	30.5	18.28	34.1	49.22	38.8	48.05	40.7	32.11	41.3	15.84	41.5	6.96	43.3	27.1	44.9	22.81
25-ธ.ค.	30.0	30.8	30.19	34.2	50.28	39.6	49.97	44.1	40.55	50.8	40.37	56.7	34.79	61.2	26.5	63.6	16.22
26-ธ.ค.	30.0	30.5	19.23	34.2	49.77	39.0	40.69	44.4	42.64	48.3	31.85	53.8	34.24	58.4	27.6	58.5	0.47
27-ธ.ค.	30.0	31.1	37.19	34.3	47.90	37.2	37.88	43.5	47.38	50.6	43.05	55.1	30.50	55.6	5.3	53.9	-29.63
28-ธ.ค.	30.0	31.2	35.89	35.2	51.29	40.7	47.26	47.6	45.01	54.4	39.17	60.2	31.86	63.2	19.2	60.6	-36.78
29-ธ.ค.	30.0	30.5	19.80	34.0	52.10	39.6	49.85	46.6	45.56	53.2	38.82	59.2	32.74	63.0	23.2	64.1	8.07
30-ธ.ค.	30.0	30.8	24.72	34.4	47.74	39.8	46.74	46.4	43.14	52.6	37.39	58.6	33.34	62.7	23.9	63.6	7.37
31-ธ.ค.	30.0	30.4	17.66	33.7	47.67	39.1	47.10	45.6	43.50	51.8	37.23	57.4	31.39	60.7	21.1	61.8	7.74

ภาคผนวก จ

ข้อมูลอุณหภูมิอากาศตลอดปี 2011

Ambient Temperature (Celsius)

January 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	23.8	25.3	26.8	28.7	30.2	31.7	32.2	32.5	32.6
2	24.0	26.0	27.3	30.3	31.5	32.1	32.6	33.2	33.3
3	25.1	25.3	27.9	29.0	30.4	31.3	32.4	33.2	32.9
4	22.9	26.0	28.1	30.0	31.5	32.6	33.1	33.2	32.6
5	24.5	26.5	28.5	31.9	33.4	34.0	34.4	34.0	33.3
6	27.2	26.5	28.4	30.0	30.8	31.4	31.6	30.6	30.9
7	24.4	25.0	25.6	27.5	29.6	29.5	29.2	29.1	26.9
8	24.5	26.3	27.3	28.7	29.2	30.7	30.0	30.2	30.0
9	23.0	24.5	25.1	27.0	29.0	30.2	31.0	31.5	31.6
10	24.4	26.8	28.4	30.2	30.4	31.4	31.7	31.6	31.6
11	23.0	26.0	28.5	31.4	31.9	32.4	32.6	34.2	33.7
12	24.9	27.5	29.6	30.8	31.8	33.2	33.9	33.9	33.1
13	24.0	26.5	28.8	30.5	32.3	33.2	34.0	34.2	33.3
14	25.0	27.8	28.5	30.4	31.4	32.4	33.4	34.0	33.8
15	24.3	27.9	30.0	31.5	32.9	33.5	34.0	34.5	34.3
16	26.2	29.0	30.8	32.7	32.7	34.0	34.6	34.7	34.1
17	25.6	28.9	30.8	32.5	33.5	35.0	35.2	36.2	35.8
18	26.0	29.0	31.6	33.1	34.4	35.3	35.6	35.9	35.4
19	27.5	29.8	32.2	33.7	33.8	34.1	34.2	34.5	32.6
20	27.7	28.5	29.9	31.0	32.1	32.2	33.6	34.0	32.7
21	27.9	28.9	29.6	31.0	32.4	33.5	33.4	33.3	33.0
22	27.6	28.1	28.3	28.5	26.6	27.2	27.5	28.4	29.7
23	26.9	27.0	28.0	29.0	29.5	30.8	30.0	29.6	29.2
24	26.3	27.4	28.5	30.0	31.4	32.3	32.9	33.0	33.1
25	25.1	27.1	27.3	29.2	31.0	31.6	32.6	32.9	33.0
26	24.0	27.0	28.8	30.5	31.1	31.8	32.4	32.9	33.0
27	24.6	26.5	27.3	28.5	30.5	31.2	31.9	32.2	32.5
28	23.0	24.1	25.3	26.0	27.0	27.4	28.3	27.9	28.6
29	19.6	21.4	23.5	25.8	26.5	27.4	28.2	28.5	28.4
30	20.8	23.4	25.4	25.8	27.5	28.6	29.5	30.2	29.5
31	20.5	23.3	24.9	26.4	27.7	28.0	28.6	28.9	28.8

Ambient Temperature (Celsius)

February 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	20.5	23.2	25.4	26.8	27.2	28.0	29.4	29.6	29.2
2	19.7	21.7	24.1	25.6	27.2	28.0	28.8	29.2	29.4
3	20.7	22.8	24.6	25.6	27.0	27.7	29.1	29.1	28.8
4	19.4	21.8	24.5	27.0	29.0	30.1	30.4	30.6	32.0
5	21.8	23.9	26.9	28.6	30.0	31.8	33.0	33.0	32.7
6	22.4	24.0	26.0	28.7	30.6	31.8	32.0	30.7	30.6
7	25.0	26.0	27.7	29.7	30.9	31.5	31.7	32.9	31.2
8	26.5	27.4	29.1	30.0	31.0	32.4	32.1	32.0	31.8
9	26.1	27.5	28.1	30.4	30.5	31.0	32.4	32.5	32.0
10	26.0	27.9	29.3	31.4	32.2	34.0	34.4	34.4	34.0
11	25.6	27.5	28.6	31.0	31.6	31.4	32.5	31.6	31.9
12	26.9	27.5	29.4	31.1	31.6	32.3	32.0	32.1	33.0
13	26.7	29.4	29.5	31.1	32.5	32.7	33.2	33.2	33.4
14	27.0	27.9	30.3	30.4	30.8	32.4	32.9	33.5	33.3
15	26.6	28.8	30.4	31.6	32.5	32.5	32.0	33.3	32.7
16	26.4	28.7	30.1	31.8	32.2	32.9	32.8	33.2	32.9
17	26.5	28.5	29.8	30.0	31.2	32.0	32.7	32.9	31.9
18	25.8	28.0	29.5	31.0	31.0	33.0	33.2	33.0	33.0
19	26.1	28.5	30.0	31.5	32.1	33.0	33.2	33.5	33.0
20	27.9	30.4	29.8	30.5	31.3	32.4	32.8	32.6	33.1
21	27.2	29.6	31.2	31.8	30.0	33.4	33.7	33.7	33.0
22	27.3	30.6	31.0	32.4	33.9	32.8	33.5	33.8	33.2
23	28.8	30.4	31.8	32.7	32.9	32.6	33.9	33.6	33.4
24	28.1	29.9	31.8	32.5	33.2	33.4	34.0	33.5	32.9
25	27.8	29.8	30.9	32.5	32.9	33.3	33.7	34.9	33.5
26	29.3	30.9	32.4	32.8	33.9	34.5	34.9	34.0	33.8
27	28.6	29.7	31.3	33.0	33.5	32.4	32.8	33.0	34.6
28	28.1	31.0	31.0	33.0	32.8	33.4	33.9	34.0	33.8

Ambient Temperature (Celsius)

March 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	29.1	30.9	31.5	32.3	32.6	32.4	32.8	33.1	33.4
2	28.8	30.4	31.4	32.0	31.8	32.4	33.0	33.3	33.0
3	28.1	29.2	30.1	32.3	32.0	33.4	33.0	33.0	33.0
4	28.5	29.9	31.5	31.4	32.4	32.3	33.0	32.4	32.1
5	28.3	30.0	30.3	31.4	32.5	32.8	33.6	33.1	33.0
6	28.2	30.5	31.9	33.5	34.0	34.8	34.9	34.9	34.6
7	29.4	30.9	32.0	33.0	33.7	34.5	34.8	35.2	35.3
8	28.4	29.5	30.8	31.5	33.0	32.5	33.8	33.0	33.5
9	27.8	29.3	30.2	32.4	33.5	33.6	34.7	34.4	34.0
10	29.3	29.9	31.4	32.3	32.8	33.5	33.8	33.4	33.4
11	28.8	30.5	32.0	33.8	34.5	35.5	34.8	35.4	35.0
12	29.0	29.5	32.0	32.7	33.0	34.3	34.8	34.6	34.5
13	29.4	31.0	32.0	33.2	34.5	34.5	34.6	33.8	34.4
14	29.3	31.0	32.4	33.6	33.8	34.0	34.2	34.4	34.1
15	29.0	30.4	31.5	32.3	33.0	33.5	33.6	33.4	32.8
16	30.2	31.1	32.4	33.5	33.4	35.1	36.4	35.9	34.9
17	29.0	31.0	32.5	32.9	34.0	34.7	34.7	35.0	35.1
18	30.2	31.0	31.1	33.0	34.0	34.4	35.6	34.8	34.2
19	27.4	28.4	29.5	30.5	32.5	33.6	34.3	34.5	34.0
20	25.5	27.8	30.2	31.8	31.9	32.7	33.0	32.5	31.7
21	26.8	29.6	34.0	33.1	32.7	33.6	33.5	34.6	34.4
22	28.8	31.0	33.6	34.8	34.1	30.1	30.9	32.5	33.3
23	29.0	31.0	33.2	34.0	34.6	34.9	35.0	35.0	33.4
24	29.0	31.0	32.7	33.9	34.5	35.5	35.6	35.7	35.9
25	30.4	30.9	32.0	32.8	33.3	33.8	34.4	34.3	33.9
26	29.6	31.4	31.8	38.2	34.2	34.4	35.4	36.0	35.5
27	30.0	32.0	32.0	33.1	34.2	35.8	35.7	34.5	33.0
28	31.4	32.0	32.7	33.1	34.5	34.6	36.8	36.6	36.5
29	30.3	32.8	33.4	34.6	35.0	35.6	35.4	36.0	35.6
30	30.4	31.8	33.2	33.4	35.3	35.8	36.3	36.6	36.5
31	30.8	22.6	33.9	34.4	35.6	35.8	35.9	35.7	35.4

Ambient Temperature (Celsius)

April 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	30.3	32.0	33.8	34.4	35.0	35.5	35.8	36.5	36.6
2	30.0	32.4	33.2	34.7	34.8	35.5	35.3	35.4	35.6
3	30.9	31.3	32.8	33.5	35.4	35.6	36.8	37.3	36.2
4	30.6	32.5	33.4	34.3	35.3	35.9	35.4	35.7	34.4
5	28.6	30.5	33.0	33.2	34.8	35.0	36.0	36.7	36.1
6	29.6	30.1	32.8	34.9	30.8	29.5	29.9	32.8	34.0
7	26.2	27.3	30.3	33.4	34.4	34.7	30.6	31.9	30.8
8	27.9	31.2	32.3	32.9	34.1	35.0	34.8	32.8	34.2
9	28.0	30.1	32.4	33.2	34.0	28.8	28.5	29.9	33.0
10	29.2	30.7	33.5	34.1	35.4	33.0	33.3	35.1	35.3
11	30.2	31.3	33.2	33.0	34.5	35.5	34.7	34.6	34.6
12	26.6	28.5	29.5	31.0	31.8	32.0	29.6	31.6	30.0
13	27.3	28.9	30.8	33.5	33.6	34.6	35.0	34.3	32.0
14	28.0	30.1	31.2	31.8	33.7	34.8	34.5	34.5	34.5
15	29.9	30.6	32.5	33.5	35.3	35.0	34.4	34.4	34.3
16	29.3	30.6	32.1	33.9	34.8	35.8	34.6	35.5	34.9
17	30.5	33.5	33.6	35.5	35.5	36.0	36.1	36.6	36.9
18	31.2	33.5	34.0	36.0	37.3	36.2	37.0	37.2	37.0
19	30.5	27.5	28.0	30.4	33.1	34.8	36.1	37.0	38.0
20	29.0	31.7	33.0	33.4	34.8	35.5	36.4	36.5	36.0
21	30.5	32.0	32.8	34.4	35.8	35.5	35.8	36.3	36.0
22	31.9	32.5	34.8	35.6	37.0	36.7	37.2	36.7	37.0
23	32.8	34.0	35.0	34.6	35.5	36.4	36.5	35.6	35.7
24	32.3	33.0	34.5	35.7	35.5	36.2	36.0	35.3	35.8
25	31.5	33.5	34.4	35.5	34.3	35.6	35.5	37.0	36.4
26	28.8	30.5	32.5	34.5	34.0	33.5	34.5	35.5	36.0
27	27.5	29.2	31.7	33.6	34.5	35.1	35.9	35.8	36.4
28	26.8	27.8	28.5	28.9	29.5	30.2	30.5	30.6	31.1
29	27.3	30.5	31.5	31.7	33.4	34.7	33.0	28.2	27.5
30	25.3	25.5	26.4	28.0	29.2	29.9	31.2	31.8	31.6

Ambient Temperature (Celsius)

May 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	25.9	26.0	26.2	26.5	27.4	27.7	28.2	28.3	28.0
2	26.3	26.8	28.3	30.0	30.4	30.3	30.4	30.0	29.5
3	28.8	26.0	26.6	29.4	30.5	31.9	31.8	31.2	30.7
4	29.5	28.5	29.5	28.8	29.5	30.1	30.5	31.4	31.0
5	29.5	30.4	31.1	31.8	31.6	32.1	32.1	32.5	32.4
6	28.1	29.4	30.0	30.5	31.9	32.0	32.0	31.6	31.6
7	29.5	31.4	31.2	32.0	32.4	33.4	31.3	31.5	28.8
8	28.1	29.5	31.0	31.5	32.8	32.2	30.5	32.2	33.2
9	29.9	31.3	32.0	29.2	28.7	26.5	26.7	28.4	31.3
10	27.3	29.6	30.9	28.3	26.6	26.4	26.9	27.2	28.0
11	26.9	27.8	28.6	30.0	31.5	32.4	33.0	34.0	33.4
12	27.1	27.0	27.7	29.0	31.7	32.6	33.5	32.4	32.0
13	28.6	31.2	32.8	31.9	31.6	31.1	30.9	32.4	31.0
14	27.7	29.0	29.7	31.7	31.9	31.3	31.3	32.0	33.2
15	28.2	29.3	30.2	31.1	30.5	28.0	27.5	28.1	28.0
16	27.0	29.4	30.9	30.2	31.6	32.5	33.6	34.4	33.5
17	25.8	28.9	30.0	31.0	32.3	32.9	31.0	31.0	30.9
18	28.7	29.7	31.7	31.7	32.6	32.3	32.2	33.0	30.7
19	28.6	29.8	31.0	32.8	34.1	33.6	33.1	33.9	34.6
20	29.6	31.2	32.5	32.9	34.1	34.6	35.0	34.5	34.4
21	29.7	31.5	32.5	33.4	34.1	35.0	34.8	34.9	34.6
22	29.6	31.3	31.5	32.6	33.9	33.6	34.0	33.9	32.9
23	30.1	30.8	32.6	33.5	33.7	34.8	33.7	33.6	33.8
24	30.7	31.5	32.6	33.0	33.6	33.5	34.6	35.0	35.0
25	30.0	31.7	32.1	33.8	34.3	35.0	34.0	34.1	34.9
26	30.6	32.2	33.0	33.3	34.5	34.9	35.5	35.8	35.6
27	30.5	31.5	32.7	34.1	35.0	35.5	35.4	35.8	35.8
28	29.5	30.6	32.0	33.0	34.3	34.1	34.9	34.0	34.3
29	30.4	31.5	32.8	32.9	33.2	33.1	33.6	33.3	32.3
30	29.5	31.5	33.5	34.0	34.2	34.0	34.7	35.2	33.4
31	27.8	29.7	31.5	32.5	32.8	34.0	34.1	34.0	32.6

Ambient Temperature (Celsius)

June 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	30.9	31.7	32.5	33.0	33.4	33.4	33.7	33.6	32.6
2	29.7	31.7	32.5	33.1	33.6	34.4	35.0	33.9	32.4
3	26.8	28.7	31.3	32.3	32.6	32.0	28.2	27.7	28.2
4	28.5	29.5	31.2	32.1	33.7	34.5	34.2	33.6	33.4
5	29.2	30.9	32.5	32.8	33.5	33.4	32.4	30.8	31.6
6	28.3	30.4	31.4	32.5	33.8	34.2	34.4	34.5	34.4
7	30.7	31.4	32.6	33.2	33.5	34.0	34.4	34.9	34.9
8	30.0	30.5	30.7	32.2	32.4	33.3	34.3	34.7	34.6
9	30.3	31.5	32.4	33.8	34.7	35.5	36.1	35.8	35.9
10	31.5	32.2	33.8	34.5	34.5	35.3	35.9	36.4	36.0
11	29.2	31.5	33.5	34.4	34.5	35.7	35.8	35.8	35.7
12	29.5	31.5	32.7	34.3	35.1	35.2	33.5	33.9	34.0
13	31.5	31.6	33.4	33.4	34.2	34.9	33.5	35.2	35.1
14	30.0	31.6	32.9	34.0	34.5	34.9	34.5	35.5	35.8
15	29.4	30.7	32.3	33.4	34.5	34.6	34.8	36.0	35.6
16	29.9	31.1	32.3	33.0	34.0	35.0	35.5	36.0	36.3
17	30.5	0.0	31.7	32.6	34.1	34.0	34.2	33.0	31.1
18	28.9	31.3	32.8	33.1	34.2	33.7	32.1	28.0	28.9
19	31.2	32.4	33.4	33.4	33.5	33.3	31.2	31.6	33.1
20	30.1	31.6	30.0	31.6	32.7	33.5	32.5	30.7	30.6
21	27.3	28.8	30.5	31.6	32.4	32.9	32.6	32.8	33.0
22	30.2	31.7	33.6	33.3	33.2	32.7	33.7	33.5	33.8
23	29.6	31.7	32.8	33.1	34.4	35.0	32.0	32.0	31.5
24	27.2	28.5	29.9	31.9	33.3	34.1	34.8	35.0	35.4
25	29.0	28.9	30.8	31.7	32.8	32.7	31.6	32.0	31.5
26	28.2	29.2	30.4	32.3	32.2	32.0	32.4	32.8	31.8
27	28.0	29.9	30.8	30.8	31.5	32.0	31.7	32.0	31.3
28	29.2	30.2	30.6	31.8	32.4	32.8	33.2	26.0	26.2
29	28.0	29.2	29.7	31.3	30.5	31.0	32.7	33.4	33.0
30	25.5	26.6	28.1	29.5	31.5	31.8	32.2	32.2	31.2

Ambient Temperature (Celsius)

July 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	27.7	29.9	30.3	31.0	31.6	32.8	32.3	32.1	32.0
2	27.5	29.5	30.7	31.5	32.5	32.6	31.8	31.7	30.9
3	27.5	29.3	29.8	31.9	31.8	32.2	31.8	32.0	31.6
4	28.5	31.0	31.8	32.2	32.5	28.0	27.8	28.6	29.0
5	30.3	30.4	30.7	31.5	31.3	31.4	28.7	28.2	27.0
6	26.5	26.5	26.0	26.5	27.2	26.6	26.5	26.3	26.6
7	27.5	28.7	30.2	31.0	31.0	31.6	32.1	31.5	31.5
8	27.0	28.3	30.4	32.0	32.4	32.6	33.0	32.8	33.2
9	27.8	29.6	31.0	31.7	32.4	32.4	32.7	33.5	32.5
10	28.5	29.7	30.9	31.2	31.5	31.7	32.2	32.8	32.0
11	28.2	29.5	31.0	31.3	31.8	30.1	28.0	30.0	31.0
12	29.0	30.3	30.5	31.2	32.1	31.0	30.4	31.6	32.7
13	29.9	30.0	31.4	31.3	31.7	31.6	32.5	32.7	33.0
14	29.4	29.2	30.4	31.1	32.0	32.5	33.1	32.0	31.5
15	29.7	30.3	31.3	32.5	32.7	32.2	31.7	33.2	32.8
16	30.4	30.9	31.8	32.4	32.5	32.2	32.0	31.5	31.0
17	27.6	28.8	30.0	30.7	31.0	31.0	30.5	30.3	30.5
18	28.7	29.0	29.5	30.8	31.1	28.5	29.2	29.7	29.8
19	28.8	31.5	32.0	33.0	32.8	33.5	33.4	33.5	33.5
20	28.8	30.6	32.0	32.6	33.4	34.5	33.5	31.3	31.0
21	26.3	27.3	29.0	30.4	32.2	32.0	32.8	33.1	32.9
22	29.0	30.2	32.2	33.5	34.3	33.4	34.3	32.5	30.8
23	29.0	30.6	32.0	34.0	33.0	28.5	27.5	29.3	29.6
24	26.3	27.1	28.0	29.5	30.2	30.8	32.0	32.2	32.4
25	29.4	30.4	31.8	32.7	32.6	26.0	24.1	24.7	25.3
26	27.1	28.9	30.0	30.5	31.5	33.1	34.3	30.8	27.1
27	28.6	29.3	29.8	32.4	31.4	31.8	33.3	33.8	33.9
28	29.5	31.2	31.3	32.2	33.0	33.7	32.0	33.0	32.6
29	29.5	29.5	30.8	31.5	32.9	33.3	32.8	32.2	31.3
30	27.3	27.6	29.0	30.4	32.5	33.0	33.5	32.9	32.5
31	29.6	30.5	32.0	32.4	33.2	33.0	32.0	32.2	31.8

Ambient Temperature (Celsius)

August 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	27.5	29.9	31.0	32.0	32.1	32.3	32.4	32.0	31.4
2	27.4	28.5	28.9	31.0	32.0	31.9	31.5	31.4	31.7
3	28.2	29.6	31.2	31.8	32.4	32.7	33.7	33.1	32.9
4	28.6	29.8	30.5	32.2	32.4	32.9	32.9	33.0	32.8
5	29.9	30.5	31.6	32.5	33.0	32.5	31.8	32.0	29.0
6	27.5	28.0	28.8	30.3	31.0	31.3	31.8	31.8	31.4
7	27.5	28.5	29.1	29.5	30.0	30.2	30.4	30.1	30.0
8	25.5	26.5	27.0	27.2	27.5	27.7	28.2	28.4	28.5
9	28.8	29.0	29.5	31.0	30.4	31.0	30.8	31.0	30.5
10	27.0	27.5	28.0	30.0	31.0	31.1	31.1	30.5	30.3
11	29.1	29.6	30.3	31.0	31.5	31.2	30.7	30.0	29.5
12	29.8	30.6	31.9	32.1	32.3	33.0	33.3	33.4	33.0
13	29.3	30.3	31.5	32.0	32.6	32.3	32.5	32.5	33.1
14	28.5	30.7	32.1	33.5	34.4	35.2	34.9	34.8	35.5
15	29.2	29.9	31.4	32.6	33.3	33.9	33.7	32.9	33.0
16	29.0	29.7	31.5	33.2	33.0	32.3	29.0	28.5	29.5
17	27.7	28.3	29.4	30.5	32.0	33.2	32.8	32.8	33.3
18	27.5	30.6	32.2	33.0	33.3	32.3	32.4	32.5	33.2
19	28.0	29.5	31.0	32.8	33.3	34.1	34.0	34.8	33.8
20	28.6	30.4	31.5	33.5	33.4	34.6	33.4	34.5	34.0
21	28.5	29.2	31.2	32.0	33.0	32.6	32.8	33.4	33.0
22	27.8	29.5	30.6	31.5	32.3	32.9	31.8	31.4	30.6
23	27.3	28.7	29.9	30.8	31.4	31.9	31.8	31.4	30.5
24	28.0	29.6	30.4	31.3	32.5	33.0	33.5	32.6	31.5
25	28.1	29.5	30.5	32.2	33.2	34.0	32.6	31.5	31.8
26	26.9	28.1	30.3	32.2	33.4	33.2	33.6	33.7	32.3
27	28.4	29.1	31.2	32.3	32.7	33.2	33.4	34.2	34.3
28	26.3	26.8	27.2	28.0	29.6	30.3	32.0	32.5	32.1
29	27.5	29.0	29.7	30.4	30.6	29.3	28.1	27.3	28.3
30	27.5	28.4	30.5	31.7	31.9	33.0	32.0	32.0	31.3
31	27.0	28.4	29.5	31.1	31.8	31.9	30.6	30.1	30.1

Ambient Temperature (Celsius)

September 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	27.2	28.0	30.5	32.0	32.6	32.7	31.9	33.0	33.0
2	29.0	29.8	30.4	31.6	32.0	31.8	31.0	31.0	31.2
3	26.8	27.3	28.5	29.4	30.5	31.1	33.3	32.9	32.0
4	28.0	29.0	30.1	31.3	31.3	31.2	30.9	30.7	30.5
5	27.6	30.0	31.2	31.8	32.6	32.5	32.8	32.9	32.4
6	29.0	30.3	31.0	31.4	33.5	32.7	32.5	32.5	32.0
7	27.7	29.0	31.4	33.0	33.5	34.4	34.5	34.0	33.6
8	29.3	31.3	33.3	34.5	34.9	35.9	36.1	36.3	34.7
9	28.8	30.6	32.0	33.6	34.5	34.8	34.8	34.5	34.3
10	28.9	29.7	30.0	31.6	33.1	33.0	33.8	33.6	33.4
11	27.0	28.3	29.6	31.0	32.4	32.4	32.9	32.9	32.3
12	27.6	29.1	30.1	31.6	32.7	33.2	33.7	34.4	34.8
13	28.6	30.3	31.3	32.9	33.0	33.5	34.0	34.3	33.8
14	27.0	26.9	26.9	28.7	29.6	30.4	32.3	33.0	32.7
15	27.8	29.0	30.4	31.1	32.0	32.1	32.5	32.9	32.5
16	28.5	30.0	30.1	29.5	27.5	26.3	27.8	28.8	29.0
17	25.8	27.2	29.0	30.1	31.3	32.4	33.2	32.5	31.6
18	27.3	27.8	29.6	30.6	31.0	31.7	31.5	30.2	30.2
19	28.4	30.0	31.3	31.5	30.8	30.9	31.0	29.1	29.4
20	26.0	26.4	27.0	27.8	29.0	30.5	30.4	29.0	29.5
21	24.0	26.5	25.0	26.5	27.1	27.6	29.0	29.8	29.1
22	25.6	27.8	29.5	30.4	30.0	31.4	31.6	31.1	29.0
23	27.5	29.0	30.1	31.0	32.0	33.2	33.3	32.8	33.0
24	27.4	29.0	30.5	31.9	32.4	33.0	33.4	33.4	33.6
25	28.0	29.6	31.1	32.9	33.6	34.0	34.4	34.5	33.2
26	29.0	30.1	31.9	32.8	33.0	34.4	33.5	33.7	32.2
27	28.9	30.3	30.4	30.5	31.0	31.5	31.8	32.2	31.4
28	26.5	27.0	28.2	30.1	30.5	32.0	32.8	32.3	31.4
29	26.8	28.3	29.4	31.5	32.0	31.7	31.8	31.5	32.4
30	27.2	29.3	31.0	31.3	32.0	32.6	32.5	31.5	30.9

Ambient Temperature (Celsius)

October 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	27.5	29.6	30.5	31.8	31.9	31.5	32.0	33.4	33.6
2	27.9	29.9	31.8	31.8	32.2	32.0	33.0	33.0	33.2
3	27.7	28.8	29.8	30.6	31.5	32.2	32.0	32.2	31.9
4	28.0	29.0	30.1	31.0	31.0	31.2	30.9	31.2	31.2
5	27.3	27.5	28.3	29.2	29.9	30.4	30.7	30.3	30.0
6	27.5	29.5	30.2	31.5	32.4	32.5	31.8	31.5	31.1
7	28.5	30.5	31.2	31.8	32.8	32.9	33.3	33.1	32.8
8	28.7	29.6	30.6	31.5	31.8	32.3	32.6	31.7	31.3
9	26.8	27.7	29.2	29.8	30.0	28.0	29.7	31.0	31.2
10	27.5	28.3	28.7	29.2	29.5	27.9	29.5	29.5	29.6
11	25.2	25.0	25.2	26.7	28.0	28.6	28.7	29.7	30.4
12	26.0	26.9	28.4	29.0	30.1	30.8	25.7	28.8	28.6
13	26.5	27.4	28.8	26.7	28.0	29.0	27.9	28.0	28.0
14	27.4	29.2	30.5	32.0	32.7	33.0	32.8	30.5	25.4
15	26.2	28.0	29.9	30.2	30.5	30.9	33.0	33.8	33.1
16	26.6	28.0	28.7	30.2	30.8	32.2	31.6	32.0	31.0
17	26.7	27.5	28.3	28.4	29.0	29.8	30.0	29.9	29.5
18	27.5	29.5	30.8	32.5	33.3	32.8	32.5	33.7	33.5
19	28.5	29.5	31.0	32.7	33.2	33.5	33.7	33.4	32.8
20	27.4	30.0	30.5	31.1	31.5	32.0	32.7	32.5	32.2
21	27.2	28.7	30.3	32.0	32.8	33.4	33.6	32.8	31.5
22	26.0	28.3	29.8	21.7	32.2	33.2	32.7	32.4	33.1
23	28.0	29.0	30.0	30.8	31.7	32.6	32.9	32.2	32.5
24	27.8	29.0	30.8	32.0	32.8	33.6	33.5	34.0	33.0
25	27.5	28.8	31.0	31.5	31.8	32.2	33.5	34.0	32.8
26	27.2	28.7	29.8	30.3	31.0	29.9	30.3	30.1	30.0
27	27.8	28.5	29.3	30.3	30.8	31.4	30.9	30.3	30.5
28	28.4	30.0	30.8	31.5	33.0	33.1	32.4	32.4	33.0
29	28.9	31.5	33.2	34.2	33.9	23.6	34.7	34.6	33.8
30	27.5	29.5	31.2	32.5	33.1	33.3	33.9	32.9	31.6
31	23.9	24.1	24.4	25.3	25.6	25.5	24.8	25.8	26.3

Ambient Temperature (Celsius)

November 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	26.7	27.5	29.5	31.2	31.3	31.5	31.0	30.5	30.3
2	26.5	29.3	30.2	31.8	31.7	32.3	32.0	32.7	33.4
3	26.5	28.0	29.8	31.5	30.8	31.0	31.2	31.5	31.4
4	27.9	28.5	29.0	30.6	31.5	32.0	31.3	32.0	32.2
5	26.5	28.1	29.9	30.5	31.3	32.1	32.5	32.4	31.3
6	25.8	27.5	29.2	30.5	31.1	31.9	31.6	31.5	30.9
7	25.5	27.0	28.0	29.4	30.7	31.8	32.3	31.2	30.4
8	25.9	28.0	28.5	29.8	30.5	31.1	31.7	31.5	31.1
9	24.8	27.2	28.3	29.2	30.8	31.4	31.9	32.0	31.6
10	25.0	27.0	28.0	30.0	31.5	31.9	32.5	32.8	31.9
11	26.5	29.6	29.8	29.4	30.8	31.5	31.8	30.7	30.0
12	25.7	26.9	29.0	31.0	31.1	30.0	31.3	31.1	30.6
13	28.8	29.6	30.8	32.4	32.3	32.1	32.2	32.5	32.3
14	27.3	29.3	30.8	30.5	31.3	31.3	33.0	33.2	32.6
15	27.2	27.0	28.5	29.3	30.5	31.3	31.3	32.1	32.1
16	27.2	29.8	30.2	31.3	32.2	32.2	33.7	33.8	32.3
17	26.5	27.5	29.8	31.6	32.6	33.1	32.8	32.5	31.8
18	27.3	29.7	31.5	32.3	31.4	31.3	31.0	30.6	30.8
19	26.0	26.5	27.8	27.0	29.1	28.8	29.3	29.3	29.2
20	25.3	26.2	27.5	29.6	30.0	29.9	30.8	29.6	29.5
21	26.1	27.5	28.5	29.5	30.5	30.5	31.5	31.9	30.6
22	26.4	27.4	27.7	29.0	30.0	30.2	30.5	30.7	30.5
23	24.2	26.5	27.0	28.3	29.5	29.7	30.5	30.7	30.0
24	24.8	26.1	27.8	28.5	30.3	30.7	30.8	31.0	31.0
25	24.6	26.0	27.7	28.5	29.3	30.4	30.5	30.6	30.7
26	24.0	26.0	27.5	29.3	30.3	31.0	32.2	32.0	31.7
27	24.9	26.4	27.5	28.7	30.4	30.8	30.8	30.5	30.2
28	24.4	25.4	26.3	26.8	28.5	29.2	29.2	29.7	29.3
29	21.0	24.7	26.3	27.5	28.6	29.0	29.9	30.2	29.5
30	22.9	24.1	25.5	27.4	28.3	28.7	29.6	28.9	29.0

Ambient Temperature (Celsius)

December 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	23.8	25.2	26.4	29.0	29.0	29.7	30.1	25.8	29.0
2	22.3	24.8	28.4	28.6	30.2	31.3	31.6	31.7	31.0
3	24.6	26.0	27.8	30.0	31.3	31.4	32.0	31.8	31.5
4	25.1	27.0	28.5	29.6	31.3	32.3	31.8	32.5	32.4
5	23.4	25.8	27.4	29.4	30.5	31.5	31.6	31.8	30.4
6	25.5	27.9	29.0	30.2	31.0	32.0	32.5	33.0	32.7
7	26.4	27.5	29.5	30.2	31.9	32.5	33.1	33.0	33.0
8	25.6	28.4	29.6	31.4	32.3	32.7	32.9	33.4	32.4
9	26.5	28.9	30.4	31.5	32.0	32.8	33.1	33.2	32.3
10	26.6	28.0	30.3	31.5	31.8	32.5	32.3	32.6	32.5
11	26.2	28.1	29.5	31.1	32.5	33.6	33.5	33.4	33.3
12	26.9	28.2	30.5	32.5	32.6	33.9	34.6	34.0	33.1
13	27.5	29.2	30.9	32.3	33.8	34.4	33.4	34.2	33.0
14	27.1	29.2	30.8	33.1	34.0	35.0	35.2	35.7	34.8
15	27.9	30.0	31.5	32.5	33.4	33.9	34.0	33.5	34.0
16	27.5	20.2	31.5	32.5	33.0	33.7	34.5	34.8	34.5
17	27.5	29.8	32.1	32.5	33.9	34.2	34.6	34.4	34.5
18	28.6	29.5	31.5	32.0	32.4	34.5	35.0	35.0	35.0
19	28.6	31.2	32.0	33.8	34.5	35.0	35.2	35.0	34.0
20	27.8	30.2	32.1	33.2	33.5	34.7	34.5	35.5	35.1
21	28.7	29.5	30.2	32.0	33.0	33.5	34.0	33.7	33.7
22	27.8	29.2	31.3	32.8	33.5	33.4	33.4	32.8	33.0
23	26.8	29.8	31.1	33.0	33.4	33.8	34.2	33.8	33.3
24	25.5	27.8	30.1	32.1	33.0	33.6	32.5	32.4	32.0
25	26.8	28.7	30.6	31.2	31.6	33.5	32.9	34.1	33.7
26	25.5	28.0	25.4	30.7	30.2	31.7	31.5	33.0	32.6
27	27.4	28.2	27.7	31.3	33.0	32.8	33.2	32.5	32.2
28	26.8	29.1	30.0	32.3	33.3	33.4	34.0	33.0	32.0
29	26.0	28.9	30.3	31.6	32.4	32.9	33.5	33.2	33.0
30	25.4	27.5	29.0	30.1	31.5	33.0	33.0	32.7	33.1
31	26.0	27.4	28.5	29.8	30.5	31.1	31.4	31.0	31.0

ภาคผนวก จ

ข้อมูลความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดปี 2011

Radiation (Unit : W/m²)

January 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	316.67	441.67	683.34	708.34	755.56	636.12	600.00	413.89	177.78
2	302.78	411.11	672.23	683.34	783.34	741.67	552.78	330.56	266.67
3	347.23	519.45	705.56	736.12	575.00	688.89	608.34	330.56	175.00
4	372.23	463.89	583.34	636.12	716.67	652.78	566.67	341.67	200.00
5	283.34	486.12	636.12	727.78	652.78	544.45	436.11	255.56	252.78
6	111.11	227.78	644.45	686.12	794.45	627.78	322.22	316.67	147.22
7	172.22	308.34	644.45	588.89	619.45	580.56	330.56	175.00	97.22
8	319.45	405.56	527.78	547.23	630.56	619.45	394.45	550.00	130.56
9	216.67	338.89	505.56	761.12	786.12	747.23	572.23	452.78	233.34
10	288.89	494.45	638.89	705.56	747.23	691.67	600.00	436.11	233.34
11	277.78	472.23	647.23	705.56	716.67	636.12	552.78	433.34	230.56
12	291.67	494.45	655.56	719.45	766.67	725.01	622.23	430.56	202.78
13	244.45	436.11	597.23	708.34	755.56	727.78	608.34	433.34	266.67
14	213.89	383.34	541.67	675.01	747.23	694.45	569.45	413.89	255.56
15	286.11	480.56	647.23	719.45	772.23	741.67	641.67	472.23	269.45
16	261.11	466.67	633.34	700.01	772.23	730.56	594.45	413.89	227.78
17	275.00	469.45	627.78	705.56	761.12	725.01	600.00	450.00	241.67
18	280.56	469.45	505.56	741.67	805.56	772.23	658.34	469.45	266.67
19	275.00	450.00	619.45	488.89	663.89	350.00	444.45	333.34	213.89
20	144.45	263.89	525.00	586.12	658.34	691.67	633.34	466.67	269.45
21	280.56	327.78	566.67	727.78	719.45	744.45	638.89	433.34	261.11
22	113.89	105.56	205.56	119.45	247.22	286.11	366.67	388.89	219.45
23	77.78	252.78	422.23	497.23	386.11	416.67	127.78	161.11	155.56
24	163.89	233.34	597.23	708.34	761.12	527.78	605.56	375.00	219.45
25	250.00	333.34	605.56	736.12	777.78	747.23	650.01	486.12	269.45
26	263.89	477.78	650.01	780.56	833.34	794.45	677.78	500.00	286.11
27	266.67	513.89	691.67	797.23	827.78	780.56	672.23	486.12	261.11
28	316.67	522.23	691.67	766.67	752.78	769.45	583.34	452.78	258.34
29	286.11	505.56	686.12	797.23	827.78	797.23	694.45	502.78	269.45
30	272.22	477.78	652.78	763.90	816.67	777.78	652.78	472.23	261.11
31	294.45	511.12	680.56	794.45	836.12	800.01	688.89	469.45	294.45

Radiation (Unit : W/m²)

February 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	288.89	505.56	691.67	800.01	838.90	794.45	672.23	500.00	297.22
2	272.22	480.56	650.01	747.23	788.90	744.45	644.45	472.23	272.22
3	263.89	472.23	636.12	741.67	797.23	752.78	641.67	472.23	272.22
4	272.22	477.78	641.67	783.34	811.12	791.67	650.01	491.67	263.89
5	244.45	430.56	602.78	722.23	766.67	775.01	644.45	422.23	238.89
6	238.89	505.56	588.89	691.67	736.12	697.23	519.45	366.67	222.22
7	166.67	258.34	516.67	661.12	725.01	741.67	669.45	488.89	288.89
8	283.34	361.11	416.67	777.78	800.01	758.34	600.00	505.56	283.34
9	236.11	438.89	602.78	350.00	586.12	747.23	663.89	480.56	275.00
10	280.56	441.67	597.23	750.01	469.45	758.34	638.89	463.89	291.67
11	244.45	450.00	541.67	733.34	577.78	708.34	663.89	488.89	283.34
12	169.45	247.22	522.23	547.23	711.12	719.45	713.89	541.67	336.11
13	233.34	513.89	652.78	886.12	905.56	852.78	738.89	547.23	213.89
14	277.78	405.56	494.45	547.23	861.12	852.78	738.89	555.56	333.34
15	327.78	563.89	750.01	872.23	897.23	850.01	755.56	580.56	352.78
16	333.34	577.78	758.34	880.56	925.01	888.90	775.01	600.00	383.34
17	272.22	538.89	716.67	761.12	950.01	900.01	786.12	608.34	383.34
18	219.45	338.89	391.67	833.34	938.90	905.56	791.67	597.23	366.67
19	280.56	494.45	758.34	877.78	919.45	888.90	780.56	597.23	375.00
20	355.56	552.78	675.01	750.01	913.90	880.56	769.45	588.89	361.11
21	344.45	572.23	744.45	858.34	902.79	855.56	738.89	563.89	355.56
22	375.00	466.67	733.34	880.56	925.01	883.34	763.90	597.23	397.23
23	372.23	411.11	611.12	827.78	808.34	886.12	775.01	644.45	352.78
24	325.00	591.67	708.34	808.34	908.34	875.01	763.90	511.12	411.11
25	336.11	566.67	744.45	833.34	902.79	863.90	747.23	569.45	341.67
26	327.78	533.34	711.12	822.23	861.12	833.34	725.01	569.45	330.56
27	200.00	511.12	550.00	841.67	725.01	594.45	750.01	586.12	355.56
28	372.23	625.01	705.56	800.01	888.90	861.12	747.23	566.67	336.11

Radiation (Unit : W/m²)

March 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	372.23	625.01	705.56	800.01	888.90	861.12	747.23	566.67	336.11
2	372.23	625.01	705.56	800.01	888.90	861.12	747.23	566.67	336.11
3	258.34	397.23	413.89	575.00	916.67	919.45	783.34	583.34	363.89
4	277.78	416.67	502.78	722.23	647.23	677.78	605.56	527.78	236.11
5	311.11	383.34	633.34	805.56	788.90	825.01	683.34	511.12	333.34
6	297.22	566.67	719.45	850.01	844.45	852.78	758.34	602.78	358.34
7	369.45	597.23	800.01	919.45	958.34	916.67	811.12	630.56	400.00
8	336.11	430.56	638.89	741.67	886.12	858.34	780.56	600.00	375.00
9	280.56	388.89	594.45	816.67	991.67	922.23	775.01	605.56	380.56
10	213.89	419.45	677.78	736.12	913.90	852.78	747.23	608.34	283.34
11	311.11	572.23	713.89	916.67	950.01	891.67	780.56	600.00	361.11
12	255.56	436.11	466.67	741.67	883.34	869.45	755.56	558.34	322.22
13	336.11	566.67	763.90	836.12	891.67	858.34	727.78	561.12	344.45
14	377.78	586.12	777.78	841.67	900.01	883.34	730.56	536.12	302.78
15	225.00	366.67	444.45	547.23	675.01	661.12	669.45	486.12	286.11
16	275.00	508.34	722.23	847.23	905.56	861.12	744.45	550.00	341.67
17	297.22	483.34	636.12	722.23	961.12	869.45	763.90	583.34	366.67
18	297.22	483.34	636.12	722.23	961.12	869.45	763.90	583.34	366.67
19	191.67	236.11	147.22	447.23	852.78	872.23	738.89	552.78	130.56
20	275.00	508.34	580.56	497.23	591.67	622.23	422.23	233.34	86.11
21	422.23	644.45	727.78	750.01	711.12	811.12	586.12	369.45	291.67
22	419.45	633.34	505.56	341.67	736.12	225.00	680.56	497.23	305.56
23	419.45	627.78	772.23	850.01	963.90	916.67	775.01	505.56	269.45
24	422.23	500.00	861.12	972.23	1000.01	947.23	811.12	627.78	408.34
25	277.78	527.78	577.78	719.45	900.01	852.78	780.56	680.56	444.45
26	416.67	402.78	736.12	841.67	961.12	916.67	841.67	616.67	461.11
27	288.89	547.23	569.45	713.89	886.12	919.45	375.00	144.45	352.78
28	372.23	616.67	611.12	708.34	952.79	933.34	800.01	627.78	427.78
29	422.23	591.67	777.78	827.78	961.12	938.90	802.78	605.56	388.89
30	311.11	488.89	547.23	886.12	913.90	891.67	805.56	636.12	402.78
31	444.45	675.01	847.23	975.01	1002.79	958.34	827.78	647.23	413.89

Radiation (Unit : W/m²)

April 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	458.34	675.01	852.78	969.45	1005.56	972.23	847.23	652.78	419.45
2	361.11	686.12	825.01	961.12	908.34	877.78	813.90	627.78	397.23
3	463.89	638.89	777.78	841.67	1027.79	925.01	450.00	644.45	436.11
4	430.56	566.67	777.78	877.78	980.56	905.56	480.56	600.00	377.78
5	438.89	600.00	719.45	780.56	719.45	850.01	644.45	436.11	313.89
6	308.34	516.67	577.78	263.89	63.89	219.45	555.56	513.89	172.22
7	186.11	266.67	650.01	775.01	883.34	641.67	491.67	305.56	194.45
8	416.67	550.00	611.12	672.23	905.56	908.34	744.45	588.89	361.11
9	413.89	613.89	766.67	530.56	11.11	2.78	744.45	588.89	208.34
10	386.11	475.00	400.00	719.45	1030.56	941.67	805.56	611.12	363.89
11	255.56	577.78	894.45	936.12	930.56	877.78	688.89	430.56	72.22
12	247.22	605.56	572.23	502.78	222.22	179.00	136.11	116.67	133.33
13	444.45	616.67	669.45	900.01	855.56	861.12	616.67	311.11	150.00
14	383.34	569.45	605.56	636.12	977.79	819.45	769.45	613.89	350.00
15	352.78	708.34	850.01	886.12	991.67	958.34	788.90	591.67	333.34
16	455.56	613.89	755.56	911.12	802.78	725.01	727.78	477.78	291.67
17	422.23	786.12	830.56	997.23	1019.45	944.45	830.56	638.89	319.45
18	363.89	336.11	572.23	750.01	997.23	980.56	861.12	633.34	322.22
19	127.78	147.22	672.23	925.01	722.23	541.67	663.89	425.00	227.78
20	388.89	475.00	816.67	927.79	988.90	925.01	811.12	638.89	291.67
21	369.45	450.00	725.01	988.90	969.45	950.01	816.67	622.23	322.22
22	505.56	716.67	877.78	977.79	1000.01	944.45	822.23	636.12	338.89
23	366.67	586.12	713.89	816.67	569.45	683.34	758.34	577.78	352.78
24	341.67	541.67	625.01	672.23	736.12	697.23	808.34	619.45	352.78
25	438.89	552.78	775.01	844.45	972.23	938.90	808.34	600.00	369.45
26	494.45	686.12	794.45	636.12	466.67	380.56	630.56	266.67	66.67
27	211.11	555.56	819.45	816.67	666.67	477.78	488.89	452.78	383.34
28	0.00	0.00	0.00	102.78	208.34	261.11	286.11	350.00	291.67
29	500.00	866.67	811.12	544.45	558.34	341.67	13.89	0.00	50.00
30	8.33	0.00	0.00	0.00	255.56	216.67	347.23	433.34	186.11

Radiation (Unit : W/m²)

May 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	83.33	2.78	13.89	8.33	186.11	666.67	525.00	333.34	147.22
2	83.33	2.78	13.89	8.33	186.11	666.67	525.00	333.34	147.22
3	83.33	2.78	13.89	8.33	186.11	666.67	525.00	333.34	147.22
4	83.33	2.78	13.89	8.33	186.11	666.67	525.00	333.34	147.22
5	369.45	736.12	816.67	558.34	608.34	761.12	761.12	472.23	180.56
6	358.34	252.78	541.67	661.12	616.67	677.78	338.89	536.12	180.56
7	413.89	483.34	758.34	638.89	400.00	541.67	325.00	125.00	63.89
8	450.00	561.12	600.00	716.67	422.23	291.67	402.78	572.23	363.89
9	463.89	688.89	336.11	19.44	27.78	0.00	0.00	0.00	100.00
10	272.22	369.45	250.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.67
11	86.11	0.00	308.34	538.89	933.34	891.67	872.23	608.34	288.89
12	22.22	0.00	0.00	66.67	452.78	547.23	550.00	644.45	316.67
13	13.89	236.11	338.89	0.00	222.22	300.00	266.67	41.67	80.56
14	0.00	30.56	205.56	494.45	272.22	291.67	608.34	405.56	147.22
15	83.33	261.11	277.78	263.89	822.23	888.90	769.45	583.34	313.89
16	83.33	261.11	277.78	263.89	822.23	888.90	769.45	583.34	313.89
17	575.00	222.22	733.34	872.23	475.00	261.11	244.45	302.78	305.56
18	80.56	352.78	536.12	686.12	627.78	541.67	752.78	502.78	205.56
19	488.89	680.56	808.34	872.23	894.45	730.56	622.23	413.89	300.00
20	463.89	647.23	875.01	888.90	916.67	933.34	786.12	569.45	227.78
21	502.78	536.12	850.01	819.45	983.34	897.23	838.90	438.89	319.45
22	413.89	469.45	575.00	825.01	816.67	722.23	588.89	244.45	230.56
23	261.11	680.56	847.23	894.45	816.67	716.67	463.89	277.78	88.89
24	516.67	561.12	591.67	644.45	844.45	552.78	263.89	391.67	175.00
25	530.56	650.01	858.34	800.01	936.12	705.56	486.12	566.67	388.89
26	519.45	722.23	855.56	916.67	763.90	688.89	627.78	400.00	325.00
27	530.56	725.01	877.78	963.90	805.56	661.12	247.22	305.56	127.78
28	330.56	669.45	719.45	683.34	516.67	761.12	711.12	550.00	294.45
29	511.12	516.67	516.67	786.12	800.01	669.45	633.34	172.22	100.00
30	491.67	688.89	727.78	847.23	847.23	730.56	808.34	216.67	125.00
31	316.67	441.67	441.67	594.45	925.01	897.23	622.23	269.45	141.67

Radiation (Unit : W/m²)

June 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	575.00	666.67	797.23	911.12	833.34	783.34	633.34	425.00	119.45
2	522.23	691.67	766.67	927.79	841.67	208.34	61.11	66.67	77.78
3	447.23	691.67	536.12	694.45	519.45	233.34	66.67	111.11	144.45
4	327.78	316.67	494.45	627.78	900.01	888.90	716.67	566.67	269.45
5	466.67	600.00	525.00	925.01	844.45	269.45	166.67	200.00	116.67
6	525.00	675.01	805.56	977.79	1002.79	900.01	816.67	638.89	430.56
7	519.45	702.78	813.90	744.45	927.79	866.67	802.78	627.78	427.78
8	125.00	563.89	247.22	502.78	516.67	916.67	838.90	633.34	472.23
9	394.45	683.34	841.67	958.34	866.67	800.01	783.34	638.89	227.78
10	527.78	702.78	875.01	869.45	827.78	891.67	825.01	677.78	433.34
11	525.00	711.12	763.90	933.34	966.67	913.90	788.90	616.67	422.23
12	513.89	669.45	744.45	772.23	919.45	725.01	719.45	472.23	352.78
13	441.67	505.56	538.89	463.89	591.67	886.12	805.56	527.78	241.67
14	458.34	694.45	686.12	816.67	891.67	763.90	655.56	483.34	222.22
15	416.67	583.34	838.90	969.45	991.67	788.90	766.67	416.67	358.34
16	419.45	555.56	791.67	886.12	933.34	791.67	758.34	547.23	366.67
17	322.22	605.56	822.23	816.67	858.34	680.56	652.78	344.45	166.67
18	447.23	636.12	805.56	547.23	475.00	130.56	113.89	119.45	280.56
19	494.45	663.89	705.56	741.67	280.56	133.33	347.23	588.89	319.45
20	527.78	636.12	738.89	652.78	719.45	347.23	47.22	119.45	302.78
21	361.11	330.56	561.12	686.12	222.22	394.45	527.78	425.00	230.56
22	369.45	494.45	608.34	663.89	686.12	750.01	486.12	280.56	133.33
23	397.23	608.34	530.56	491.67	205.56	594.45	358.34	125.00	8.33
24	327.78	505.56	833.34	952.79	955.56	725.01	811.12	641.67	347.23
25	427.78	555.56	697.23	538.89	625.01	563.89	541.67	225.00	141.67
26	241.67	552.78	577.78	963.90	844.45	677.78	436.11	294.45	283.34
27	338.89	358.34	375.00	469.45	661.12	430.56	463.89	269.45	119.45
28	333.34	402.78	491.67	705.56	811.12	791.67	136.11	69.45	47.22
29	286.11	236.11	438.89	319.45	447.23	780.56	861.12	663.89	288.89
30	200.00	397.23	427.78	763.90	675.01	466.67	452.78	252.78	150.00

Radiation (Unit : W/m²)

July 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	347.23	444.45	475.00	463.89	630.56	469.45	322.22	341.67	280.56
2	319.45	563.89	586.12	775.01	786.12	397.23	419.45	247.22	97.22
3	275.00	355.56	461.11	627.78	686.12	522.23	555.56	313.89	161.11
4	355.56	619.45	697.23	683.34	455.56	227.78	336.11	255.56	225.00
5	247.22	283.34	438.89	580.56	388.89	197.22	122.22	52.78	122.22
6	138.89	108.33	150.00	233.34	191.67	150.00	150.00	144.45	100.00
7	280.56	530.56	619.45	341.67	488.89	622.23	738.89	533.34	166.67
8	377.78	611.12	625.01	741.67	761.12	794.45	552.78	350.00	141.67
9	408.34	741.67	852.78	894.45	941.67	891.67	775.01	611.12	386.11
10	513.89	597.23	550.00	525.00	611.12	852.78	758.34	491.67	330.56
11	508.34	705.56	625.01	786.12	180.56	391.67	561.12	280.56	230.56
12	266.67	400.00	700.01	605.56	594.45	500.00	694.45	494.45	344.45
13	338.89	572.23	600.00	675.01	508.34	705.56	786.12	533.34	469.45
14	102.78	369.45	463.89	625.01	727.78	508.34	600.00	244.45	375.00
15	316.67	416.67	547.23	452.78	494.45	294.45	494.45	433.34	244.45
16	369.45	547.23	619.45	369.45	363.89	213.89	161.11	158.33	127.78
17	216.67	261.11	300.00	422.23	347.23	161.11	113.89	150.00	138.89
18	172.22	266.67	530.56	486.12	513.89	230.56	186.11	205.56	300.00
19	458.34	644.45	766.67	730.56	800.01	688.89	719.45	502.78	386.11
20	383.34	663.89	852.78	761.12	594.45	797.23	536.12	91.67	238.89
21	241.67	322.22	363.89	716.67	711.12	852.78	763.90	608.34	338.89
22	277.78	700.01	752.78	772.23	500.00	336.11	369.45	241.67	166.67
23	225.00	700.01	752.78	772.23	500.00	336.11	369.45	241.67	166.67
24	186.11	305.56	519.45	561.12	702.78	588.89	377.78	272.22	169.45
25	416.67	605.56	519.45	161.11	36.11	58.33	0.00	0.00	75.00
26	322.22	466.67	538.89	350.00	672.23	713.89	372.23	219.45	205.56
27	163.89	202.78	758.34	127.78	297.22	891.67	688.89	450.00	244.45
28	400.00	505.56	827.78	911.12	994.45	980.56	794.45	538.89	100.00
29	400.00	505.56	505.56	636.12	733.34	883.34	875.01	597.23	430.56
30	494.45	305.56	311.11	794.45	1002.79	1011.12	577.78	541.67	238.89
31	494.45	713.89	877.78	788.90	602.78	886.12	736.12	638.89	272.22

Radiation (Unit : W/m²)

August 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	472.23	763.90	766.67	644.45	686.12	494.45	558.34	408.34	158.33
2	236.11	286.11	741.67	775.01	372.23	338.89	280.56	186.11	161.11
3	247.22	538.89	855.56	511.12	544.45	438.89	372.23	277.78	230.56
4	341.67	533.34	686.12	866.67	894.45	930.56	472.23	330.56	308.34
5	413.89	544.45	597.23	747.23	550.00	252.78	219.45	2.78	197.22
6	136.11	230.56	497.23	436.11	569.45	363.89	319.45	252.78	294.45
7	205.56	383.34	327.78	455.56	386.11	333.34	230.56	175.00	119.45
8	36.11	94.45	144.45	208.34	216.67	236.11	188.89	116.67	58.33
9	177.78	227.78	380.56	472.23	422.23	683.34	513.89	380.56	233.34
10	44.44	216.67	591.67	650.01	691.67	638.89	419.45	250.00	233.34
11	247.22	294.45	400.00	497.23	405.56	263.89	294.45	194.45	61.11
12	444.45	605.56	766.67	825.01	936.12	752.78	716.67	522.23	291.67
13	330.56	577.78	575.00	800.01	683.34	522.23	558.34	602.78	388.89
14	466.67	658.34	861.12	916.67	891.67	666.67	741.67	591.67	336.11
15	291.67	408.34	686.12	647.23	525.00	591.67	402.78	358.34	272.22
16	72.22	319.45	594.45	675.01	536.12	294.45	58.33	130.56	77.78
17	191.67	355.56	419.45	738.89	1016.67	919.45	608.34	550.00	313.89
18	500.00	641.67	825.01	672.23	700.01	727.78	808.34	563.89	250.00
19	497.23	705.56	869.45	961.12	952.79	716.67	483.34	525.00	266.67
20	500.00	694.45	858.34	961.12	691.67	672.23	677.78	608.34	133.33
21	425.00	586.12	750.01	702.78	736.12	611.12	522.23	511.12	344.45
22	369.45	436.11	422.23	550.00	733.34	477.78	313.89	263.89	133.33
23	211.11	266.67	430.56	447.23	475.00	455.56	250.00	97.22	41.67
24	138.89	388.89	633.34	786.12	863.90	650.01	452.78	241.67	136.11
25	275.00	533.34	794.45	922.23	402.78	388.89	222.22	352.78	175.00
26	458.34	700.01	855.56	919.45	847.23	788.90	747.23	202.78	111.11
27	411.11	708.34	694.45	677.78	719.45	591.67	500.00	369.45	255.56
28	72.22	36.11	0.00	8.33	8.33	383.34	586.12	202.78	44.44
29	302.78	338.89	197.22	308.34	108.33	136.11	69.45	305.56	175.00
30	0.00	302.78	711.12	636.12	669.45	855.56	411.11	361.11	208.34
31	44.44	338.89	550.00	588.89	705.56	475.00	122.22	100.00	94.45

Radiation (Unit : W/m²)

September 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	183.33	555.56	450.00	630.56	666.67	597.23	713.89	516.67	336.11
2	336.11	375.00	483.34	555.56	286.11	250.00	244.45	327.78	272.22
3	0.00	197.22	294.45	369.45	566.67	800.01	377.78	294.45	180.56
4	177.78	338.89	427.78	325.00	347.23	316.67	297.22	272.22	197.22
5	352.78	458.34	636.12	430.56	491.67	769.45	475.00	461.11	233.34
6	366.67	544.45	555.56	569.45	1002.79	661.12	588.89	322.22	233.34
7	372.23	572.23	772.23	827.78	702.78	758.34	611.12	416.67	325.00
8	502.78	711.12	805.56	955.56	844.45	725.01	638.89	208.34	80.56
9	472.23	566.67	763.90	688.89	966.67	758.34	688.89	155.56	122.22
10	413.89	408.34	863.90	822.23	794.45	694.45	563.89	405.56	252.78
11	266.67	461.11	725.01	827.78	613.89	427.78	605.56	491.67	191.67
12	411.11	744.45	813.90	980.56	797.23	822.23	786.12	638.89	333.34
13	375.00	538.89	722.23	758.34	816.67	705.56	386.11	344.45	188.89
14	22.22	0.00	30.56	275.00	838.90	852.78	802.78	533.34	277.78
15	350.00	605.56	533.34	613.89	225.00	536.12	577.78	502.78	200.00
16	294.45	200.00	447.23	252.78	108.33	883.34	186.11	77.78	75.00
17	141.67	125.00	338.89	633.34	644.45	816.67	822.23	658.34	308.34
18	244.45	388.89	688.89	750.01	783.34	613.89	472.23	308.34	111.11
19	469.45	711.12	569.45	347.23	355.56	563.89	380.56	266.67	325.00
20	0.00	83.33	186.11	438.89	738.89	397.23	158.33	247.22	147.22
21	44.44	0.00	55.56	213.89	319.45	605.56	558.34	216.67	97.22
22	380.56	541.67	477.78	452.78	447.23	538.89	377.78	138.89	169.45
23	325.00	522.23	819.45	783.34	822.23	644.45	447.23	575.00	305.56
24	500.00	622.23	791.67	622.23	750.01	441.67	572.23	447.23	188.89
25	491.67	677.78	855.56	841.67	702.78	605.56	502.78	538.89	219.45
26	183.33	700.01	738.89	411.11	811.12	702.78	536.12	200.00	61.11
27	202.78	175.00	175.00	286.11	402.78	294.45	277.78	141.67	77.78
28	91.67	41.67	358.34	500.00	894.45	827.78	700.01	322.22	186.11
29	216.67	538.89	730.56	777.78	519.45	430.56	388.89	536.12	291.67
30	347.23	625.01	819.45	802.78	930.56	494.45	155.56	133.33	127.78

Radiation (Unit : W/m²)

October 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	519.45	641.67	733.34	533.34	466.67	452.78	338.89	222.22	91.67
2	386.11	697.23	494.45	541.67	552.78	675.01	488.89	377.78	144.45
3	313.89	516.67	555.56	552.78	552.78	347.23	197.22	255.56	155.56
4	230.56	511.12	711.12	427.78	355.56	438.89	380.56	172.22	130.56
5	100.00	144.45	219.45	372.23	361.11	383.34	294.45	208.34	161.11
6	375.00	500.00	558.34	875.01	944.45	636.12	358.34	275.00	94.45
7	527.78	600.00	502.78	719.45	933.34	886.12	719.45	363.89	244.45
8	161.11	333.34	436.11	377.78	419.45	519.45	416.67	269.45	108.33
9	297.22	227.78	200.00	72.22	0.00	0.00	358.34	286.11	75.00
10	102.78	136.11	205.56	361.11	36.11	36.11	100.00	105.56	136.11
11	47.22	0.00	5.56	86.11	266.67	425.00	411.11	213.89	183.33
12	0.00	55.56	330.56	427.78	341.67	225.00	172.22	130.56	97.22
13	77.78	280.56	638.89	397.23	436.11	202.78	247.22	205.56	144.45
14	438.89	605.56	783.34	836.12	686.12	652.78	150.00	0.00	0.00
15	352.78	661.12	488.89	475.00	780.56	677.78	530.56	188.89	41.67
16	275.00	400.00	513.89	633.34	550.00	330.56	541.67	286.11	222.22
17	238.89	366.67	411.11	266.67	719.45	566.67	466.67	197.22	116.67
18	472.23	666.67	794.45	786.12	436.11	491.67	666.67	488.89	236.11
19	458.34	658.34	580.56	716.67	613.89	633.34	602.78	452.78	194.45
20	466.67	652.78	800.01	819.45	825.01	825.01	677.78	430.56	200.00
21	455.56	619.45	694.45	725.01	719.45	675.01	544.45	286.11	88.89
22	427.78	630.56	769.45	802.78	825.01	772.23	455.56	222.22	52.78
23	233.34	294.45	436.11	613.89	561.12	469.45	669.45	269.45	222.22
24	291.67	430.56	797.23	883.34	875.01	800.01	641.67	333.34	183.33
25	422.23	636.12	577.78	622.23	672.23	725.01	641.67	405.56	166.67
26	241.67	425.00	425.00	252.78	205.56	222.22	130.56	102.78	69.45
27	175.00	322.22	438.89	541.67	552.78	161.11	191.67	152.78	63.89
28	447.23	547.23	672.23	683.34	419.45	383.34	541.67	355.56	250.00
29	455.56	675.01	811.12	725.01	572.23	691.67	647.23	436.11	211.11
30	494.45	644.45	788.90	775.01	733.34	638.89	455.56	147.22	75.00
31	80.56	158.33	372.23	280.56	152.78	277.78	233.34	358.34	102.78

Radiation (Unit : W/m²)

November 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	436.11	647.23	716.67	866.67	575.00	525.00	502.78	233.34	219.45
2	480.56	552.78	636.12	791.67	627.78	505.56	691.67	480.56	250.00
3	397.23	597.23	775.01	761.12	547.23	158.33	300.00	161.11	75.00
4	397.23	597.23	775.01	761.12	547.23	158.33	394.45	266.67	69.45
5	466.67	525.00	558.34	869.45	869.45	788.90	544.45	355.56	80.56
6	455.56	652.78	711.12	830.56	841.67	725.01	611.12	352.78	100.00
7	486.12	497.23	777.78	911.12	861.12	694.45	386.11	247.22	113.89
8	408.34	583.34	697.23	791.67	830.56	747.23	563.89	350.00	47.22
9	447.23	633.34	780.56	836.12	813.90	761.12	611.12	347.23	130.56
10	388.89	527.78	755.56	805.56	758.34	738.89	550.00	297.22	119.45
11	255.56	363.89	372.23	683.34	577.78	677.78	491.67	347.23	52.78
12	177.78	636.12	722.23	591.67	500.00	525.00	427.78	222.22	155.56
13	452.78	611.12	802.78	866.67	752.78	438.89	425.00	261.11	111.11
14	422.23	580.56	577.78	663.89	577.78	708.34	630.56	433.34	125.00
15	250.00	369.45	316.67	388.89	550.00	363.89	433.34	225.00	86.11
16	441.67	633.34	769.45	850.01	841.67	752.78	636.12	430.56	155.56
17	425.00	616.67	719.45	733.34	775.01	508.34	444.45	272.22	111.11
18	405.56	602.78	772.23	675.01	455.56	372.23	252.78	202.78	52.78
19	108.33	330.56	350.00	133.33	308.34	255.56	180.56	108.33	61.11
20	163.89	363.89	669.45	600.00	580.56	591.67	305.56	172.22	63.89
21	400.00	588.89	733.34	788.90	794.45	733.34	550.00	269.45	61.11
22	427.78	597.23	705.56	805.56	788.90	705.56	400.00	352.78	138.89
23	388.89	550.00	736.12	811.12	797.23	705.56	580.56	380.56	163.89
24	391.67	563.89	722.23	797.23	791.67	713.89	552.78	347.23	141.67
25	363.89	563.89	680.56	755.56	730.56	622.23	508.34	333.34	127.78
26	375.00	569.45	658.34	761.12	744.45	688.89	491.67	347.23	122.22
27	383.34	583.34	688.89	800.01	794.45	702.78	552.78	327.78	127.78
28	405.56	602.78	708.34	816.67	827.78	755.56	608.34	413.89	186.11
29	411.11	611.12	725.01	833.34	844.45	769.45	611.12	408.34	186.11
30	386.11	577.78	691.67	797.23	786.12	700.01	505.56	408.34	188.89

Radiation (Unit : W/m²)

December 2011

Day	Time								
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	377.78	572.23	691.67	802.78	808.34	744.45	597.23	366.67	188.89
2	358.34	563.89	691.67	772.23	819.45	763.90	613.89	425.00	194.45
3	358.34	550.00	700.01	808.34	797.23	705.56	491.67	422.23	216.67
4	400.00	605.56	733.34	844.45	847.23	775.01	647.23	458.34	227.78
5	286.11	347.23	622.23	794.45	788.90	697.23	552.78	280.56	122.22
6	366.67	563.89	688.89	780.56	780.56	716.67	586.12	408.34	183.33
7	363.89	572.23	697.23	797.23	802.78	688.89	611.12	408.34	197.22
8	272.22	544.45	691.67	794.45	788.90	738.89	483.34	325.00	225.00
9	341.67	541.67	672.23	772.23	797.23	733.34	588.89	383.34	208.34
10	338.89	522.23	633.34	700.01	638.89	555.56	463.89	369.45	186.11
11	241.67	402.78	575.00	694.45	733.34	672.23	550.00	363.89	191.67
12	350.00	522.23	663.89	744.45	775.01	722.23	566.67	369.45	88.89
13	327.78	533.34	658.34	772.23	738.89	613.89	444.45	377.78	111.11
14	358.34	536.12	666.67	772.23	786.12	722.23	550.00	408.34	166.67
15	258.34	413.89	638.89	736.12	675.01	361.11	377.78	344.45	144.45
16	333.34	525.00	661.12	763.90	763.90	719.45	588.89	413.89	219.45
17	341.67	527.78	644.45	797.23	763.90	702.78	466.67	350.00	208.34
18	263.89	391.67	469.45	669.45	811.12	763.90	627.78	394.45	136.11
19	266.67	494.45	613.89	747.23	763.90	552.78	416.67	358.34	161.11
20	261.11	455.56	686.12	777.78	794.45	750.01	602.78	436.11	191.67
21	147.22	355.56	444.45	702.78	794.45	744.45	611.12	425.00	211.11
22	313.89	552.78	658.34	700.01	738.89	683.34	494.45	363.89	277.78
23	305.56	502.78	691.67	813.90	827.78	775.01	652.78	475.00	261.11
24	322.22	422.23	255.56	177.78	147.22	288.89	305.56	377.78	202.78
25	291.67	475.00	486.12	716.67	741.67	744.45	636.12	475.00	225.00
26	325.00	513.89	550.00	538.89	697.23	725.01	430.56	161.11	177.78
27	297.22	330.56	580.56	716.67	641.67	405.56	255.56	163.89	163.89
28	341.67	505.56	663.89	761.12	797.23	663.89	308.34	216.67	86.11
29	297.22	488.89	663.89	741.67	797.23	725.01	583.34	419.45	202.78
30	333.34	500.00	663.89	722.23	788.90	738.89	577.78	422.23	180.56
31	302.78	497.23	652.78	727.78	772.23	691.67	577.78	405.56	208.34

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศศิษา เรียมสุวรรณ เกิดที่อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ เมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม พ.ศ.2529 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางมด กรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2551 ได้ทำงานที่แรกในตำแหน่งวิศวกรออกแบบระบบปั๊มความร้อนของ บริษัท สตีเบล เอลทรอน เอเชีย จำกัด จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในปี 2552 จนถึงปี 2554 ระหว่างที่กำลังทำงานอยู่ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ในปลายปีการศึกษา 2552 ต่อมาในต้นปี 2555 ได้ทำการเปลี่ยนงานใหม่ โดยได้ทำงานในตำแหน่งวิศวกรโครงการของ บริษัท เอเช็ท พลัส (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัด กรุงเทพมหานคร