

สมรรถนะของรางวัลแสงอาทิตย์แบบพาราโบล่าที่ใช้การไหลแบบบังคับ

นายปรัชญา แก้วแหวน

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.

PERFORMANCE OF PARABOLIC TROUGH USING FORCED FLOW

Mr. Prashya Kaewwan

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	สมรรถนะของรางวัลแสงอาทิตย์แบบวางพาราโบล่า
	ที่ใช้การไหลแบบบังคับ
โดย	นายปรัชญา แก้วแหวน
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.วัฒนา รติสมิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดร.วัฒนา รติสมิทธิ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แนบบุญ หุนเจริญ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.อุริช อัสซโคสิต)

ปรัชญา แก้วแหวน : สมรรถนะของรางรับแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาที่ใช้การไหลแบบ
บังคับ. (PERFORMANCE OF PARABOLIC TROUGH USING FORCED FLOW) อ.ที่
ปริญญาวิทยานิพนธ์หลัก: ดร.วัฒนา รติสมิทธิ์, 90 หน้า.

รางพาราโบลาแบบดั้งเดิมได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยการออกแบบนวัตกรรม
ใหม่ของรางพาราโบลาร่วมกับหลอดรับรังสีแบบสุญญากาศ โดยมีเป้าหมายหลัก 3 ประการ คือ
ประการแรก สามารถรับแสงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวันได้ยาวนาน โดยไม่ต้องอาศัยระบบติดตาม
ดวงอาทิตย์ ประการที่สอง แผงรับแสงอาทิตย์ออกแบบให้ทำงานภายใต้สภาวะที่มีรังสีกระจายได้
อย่างมีประสิทธิภาพ และประการที่สาม สามารถทำอุณหภูมิสูง ซึ่งแผงรับแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้น
มาใหม่ประกอบด้วยรางพาราโบลาที่มีจุดโฟกัสต่ำหลายราง ทำมุมในทิศทางต่างๆกัน คุณสมบัติ
เด่นของการออกแบบนี้ก็คือแผงรับแสงสามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ในมุมต่างๆ ได้โดยไม่มี
ชิ้นส่วนเคลื่อนไหวในระบบในขณะเดียวกันยังสามารถรับรังสีกระจายได้ ประสิทธิภาพสูงสุดของ
รางรับแสงมีค่า 51.23% ที่ความเข้มแสง 779.50 วัตต์ต่อตารางเมตร และประสิทธิภาพสูงสุดของ
ระบบมีค่า 31.38% ที่ความเข้มแสง 526.43 วัตต์ต่อตารางเมตร

สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน ลายมือชื่อนิสิต

ปีการศึกษา 2554..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปริญญาวิทยานิพนธ์หลัก.....

5387544120 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

KEYWORDS : PARABOLIC TROUGH / DIFFUSE SOLAR IRRADIATION / NON-TRACKING

PRASHYA KAEWWAN : PERFORMANCE OF PARABOLIC TROUGH USING FORCED FLOW. ADVISOR : WATTANA RATISMITH, Ph.D., 90 pp.

A conventional parabolic trough is improved the efficiency by a novel design of parabolic troughs with evacuated tubes where the aim is three-fold. Firstly, one aim is to achieve day-long collection efficiency without the need for mechanical tracking of the sun. Secondly, the collector must be designed to operate efficiently under diffuse solar irradiation as experienced. Thirdly, one seeks to achieve as a high an output temperature as possible. Newly developed system consists of multiple parabolic troughs, with low focus points facing the sun at different angles. The salient feature of this design is that the collector can receive the sunlight energy at every angle without any moving parts at the same time can receive the diffused light. The highest efficiency of parabolic trough is 51.23% with solar intensity 779.50 watt/m² and the highest efficiency of system is 31.38% with solar intensity 526.43 watt/m².

Field of Study: Energy Technology and Management

Student's Signature.....

Academic Year: 2011.....

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยดี โดยได้รับคำแนะนำและให้คำปรึกษาจาก อาจารย์ ดร.วัฒนา รติสมิทธิ์ และอาจารย์ รศ.ดร.วิทยา ยงเจริญ ซึ่งเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการศึกษาและการทำการวิจัย นอกจากนี้ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ คณะอาจารย์ และเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่กรุณาให้คำแนะนำและความอนุเคราะห์อย่างยิ่ง ได้ช่วยเหลือแนะนำแนวทางแก้ไขปัญหา ชี้แจงถึงข้อบกพร่องต่างๆ และข้อแนะนำดีๆ มาโดยตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ คุณอาชญ์(บิดา) คุณสมนึก(มารดา) แก้วแหวน และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนการศึกษาด้วยดีตลอดมา รวมถึงสมาชิกในที่ทำงานทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณกนกนุช วงศ์แข (ผู้จัดการ) ที่ให้โอกาสได้การวิจัยอย่างเต็มที่ ยิ่งไปกว่านั้นต้องขอขอบคุณสมาชิกนิสิตสาขาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงานที่ร่วมทำงานวิจัยทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาที่ดี ช่วยเหลือ และกำลังใจให้กันและกันเสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณทุกท่านอีกครั้งที่คอยส่งเสริม สนับสนุน ให้การศึกษาและการทำงานวิจัยประสบความสำเร็จในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยแห่งนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา.....	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	14
3.1 อุปกรณ์สำหรับการทดลอง.....	14
3.1.1 แผงรับแสงอาทิตย์แบบรางพาราโบลาที่ไม่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์.....	14
3.1.2 ระบบการถ่ายเทความร้อน.....	15
3.1.3 ชุดหลอดแก้วสุญญากาศ.....	16
3.1.4 ไพรานอมิเตอร์.....	17
3.1.5 ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ.....	18
3.1.6 ของไหลใช้งาน.....	18
3.1.7 ป้อน้ำมันร้อน.....	19

	หน้า
3.1.8 Variable Frequency Drive.....	20
3.1.9 เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าแบบบันทึกได้.....	20
3.2 วิธีการทดลอง	21
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	23
4.1 ผลการทดลองด้วยอัตราการใช้ไฟ 2.6 ลิตรต่อนาที.....	24
4.2 ผลการทดลองด้วยอัตราการใช้ไฟ 5.0 ลิตรต่อนาที.....	28
4.3 ผลการทดลองด้วยอัตราการใช้ไฟ 7.6 ลิตรต่อนาที.....	31
4.4 วิเคราะห์ประสิทธิภาพที่อัตราการใช้ไฟแบบต่าง ๆ.....	34
4.5 พลังงานที่ได้จากรางรับแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี.....	37
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	38
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	38
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	39
รายการอ้างอิง.....	40
ภาคผนวก.....	42
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	90

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเซนเซอร์แบบเทอร์โมคอปเปิลและอาร์ทีดี.....	18
ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของน้ำมัน Thermoil 32.....	19

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1	แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยปี พ.ศ.2542 4
ภาพที่ 2.2	เปรียบเทียบปริมาณรังสีรวมจากดวงอาทิตย์ของประเทศไทยในแต่ละเดือน..... 5
ภาพที่ 2.3	เปรียบเทียบปริมาณรังสีรวมจากดวงอาทิตย์ในประเทศไทยและต่างประเทศ..... 5
ภาพที่ 2.4	รูปแบบและหลักการทำงานของระบบแบบรางพาราโบลา..... 6
ภาพที่ 2.5	รูปแบบและหลักการทำงานของระบบแบบหอคอย..... 7
ภาพที่ 2.6	รูปแบบและหลักการทำงานของระบบแบบจานพาราโบลา..... 7
ภาพที่ 2.7	ทิศทางการรับแสงอาทิตย์ในช่วงเวลา 12.00 – 15.00 น. ของรางพาราโบลาแบบ ไม่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์กับรางพาราโบลาแบบทั่วไป..... 8
ภาพที่ 2.8	การรับรังสีกระจายของรางพาราโบลาแบบไม่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์ (ซ้าย) และรางแบบปกติ (ขวา)..... 9
ภาพที่ 2.9	ไดอะแกรมการทดลองระบบเทอร์โมไซฟอน..... 10
ภาพที่ 2.10	รางรับแสงอาทิตย์กับถังน้ำมัน..... 10
ภาพที่ 3.1	รางรับแสงอาทิตย์แบบไม่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์..... 14
ภาพที่ 3.2	อุณหภูมิน้ำมันและอุณหภูมิบรรยากาศของรางรับแสงอาทิตย์ 15
ภาพที่ 3.3	ท่อทองแดงก่อนหุ้มฉนวน..... 15
ภาพที่ 3.4	การไหลของน้ำมันในรางพาราโบลา..... 16
ภาพที่ 3.5	โครงสร้างภายในท่อทองแดงและการไหลของน้ำมันในท่อทองแดง..... 16
ภาพที่ 3.6	หลอดแก้วสุญญากาศ 17
ภาพที่ 3.7	ไพรานอมิเตอร์..... 17
ภาพที่ 3.8	ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ หรือเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการทดลอง..... 18
ภาพที่ 3.9	ปั้มน้ำมันร้อนยี่ห้อ มิซูบิชิ รุ่น SF-JR..... 19
ภาพที่ 3.10	Variable Frequency Drive (VFD) ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น SED2..... 20
ภาพที่ 3.11	Data Logger ยี่ห้อ Hioki รุ่น LR8400-20..... 20
ภาพที่ 3.12	ภาพจำลองระบบการทดสอบประสิทธิภาพรางรับแสงอาทิตย์..... 22
ภาพที่ 4.1	กราฟแสดงสมรรถนะของแผงรับแสงอาทิตย์..... 24

ภาพที่ 4.2	ความเข้มแสงเฉลี่ยในวันที่ 7, 9 และ 13 พฤษภาคม 2555.....	24
ภาพที่ 4.3	อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยในวันที่ 7, 9 และ 13 พฤษภาคม 2555	25
ภาพที่ 4.4	อุณหภูมิน้ำมันเฉลี่ยในวันที่ 7, 9 และ 13 พฤษภาคม 2555.....	25
ภาพที่ 4.5	ประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์ในวันที่ 7, 9 และ 13 พฤษภาคม 2555	26
ภาพที่ 4.6	ประสิทธิภาพเฉลี่ยคิดเป็นชั่วโมงในวันที่ 7, 9 และ 13 พฤษภาคม 2555 (อัตราการไหล 2.6 ลิตรต่อนาที).....	26
ภาพที่ 4.7	ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพ อุณหภูมิเริ่มต้น, อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความเข้มแสง ที่อัตราการไหล 2.6 ลิตรต่อนาที.....	27
ภาพที่ 4.8	ความเข้มแสงเฉลี่ยในวันที่ 8, 21 และ 22 เมษายน 2555	28
ภาพที่ 4.9	อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยในวันที่ 8, 21 และ 22 เมษายน 2555.....	28
ภาพที่ 4.10	อุณหภูมิน้ำมันเฉลี่ยในวันที่ 8, 21 และ 22 เมษายน 2555(อัตราการไหล 5.0 ลิตรต่อนาที).....	29
ภาพที่ 4.11	ประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์ในวันที่ 8, 21 และ 22 เมษายน 2555 (อัตราการไหล 5 ลิตรต่อนาที).....	29
ภาพที่ 4.12	ประสิทธิภาพเฉลี่ยคิดเป็นชั่วโมงในวันที่ 8, 21 และ 22 เมษายน 2555 (อัตราการไหล 5.0 ลิตรต่อนาที).....	30
ภาพที่ 4.13	ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพ อุณหภูมิเริ่มต้น อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความเข้มแสง ที่อัตราการไหล 5.0 ลิตรต่อนาที.....	30
ภาพที่ 4.14	ความเข้มแสงเฉลี่ยในวันที่ 29, 30 เมษายน และ 6 พฤษภาคม 2555.....	31
ภาพที่ 4.15	อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยในวันที่ 29, 30 เมษายน และ 6 พฤษภาคม 2555.....	31
ภาพที่ 4.16	อุณหภูมิน้ำมันเฉลี่ยในวันที่ 29, 30 เมษายน และ 6 พฤษภาคม 2555 (อัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาที).....	32
ภาพที่ 4.17	ประสิทธิภาพของรางรับแสงในวันที่ 29, 30 เมษายน และ 6 พฤษภาคม 2555 (อัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาที).....	32
ภาพที่ 4.18	ประสิทธิภาพเฉลี่ยคิดเป็นชั่วโมงในวันที่ 29, 30 เมษายน และ 6 พฤษภาคม 2555 (อัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาที).....	33
ภาพที่ 4.19	ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพ อุณหภูมิเริ่มต้น อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความเข้มแสง ที่อัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาที.....	33

ภาพที่ 4.20	ความเข้มแสงเฉลี่ยในช่วงการทดลองของอัตราไหลที่ต่างกัน.....	34
ภาพที่ 4.21	ประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์ ที่อัตราการไหลแบบ 2.6 ลิตรต่อนาที.....	34
ภาพที่ 4.22	ประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์ ที่อัตราการไหลแบบ 5.0 ลิตรต่อนาที.....	35
ภาพที่ 4.23	ประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์ ที่อัตราการไหลแบบ 7.6 ลิตรต่อนาที.....	35
ภาพที่ 4.24	ประสิทธิภาพเฉลี่ยทุกชั่วโมงของระบบที่อัตราการไหล 2.6, 5.0 และ 7.6 ลิตรต่อ นาที่.....	36
ภาพที่ 4.25	ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพ อุณหภูมิเริ่มต้น อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความ เข้มแสงในช่วงการทดลองอัตราการไหล 2.6, 5.0 และ 7.6 ลิตรต่อนาที.....	36
ภาพที่ 4.26	พลังงานของระบบในแต่ละเดือนในปี 2553.....	37

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันจำนวนประชากรมีมากขึ้นทำให้พลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ทำให้มีการพัฒนาและวิจัยเพื่อหาพลังงานมาทดแทนเชื้อเพลิงดังกล่าวโดยพลังงานทดแทนที่สามารถนำมาใช้ในด้านความร้อนและผลิตกระแสไฟฟ้าได้ตัวอย่างหนึ่งคือพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในการผลิตไฟฟ้า โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์และนำความร้อนจากแสงอาทิตย์มาใช้ในกระบวนการทางความร้อน โดยอุปกรณ์ที่ทำความร้อนได้สูงที่เป็นที่นิยมกัน คือ รังพาราโบลาซึ่งเป็นการรวมแสงอาทิตย์เพื่อให้เกิดอุณหภูมิสูง โดยรวมแสงเข้าไปที่จุดโฟกัสที่ต้องการ

ในต่างประเทศมีการวิจัยเกี่ยวกับรังพาราโบลา โดยสามารถนำความร้อนมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือนำหลักการการรวมแสงมาใช้ในการด้านอุตสาหกรรมที่ต้องใช้อุณหภูมิสูง เช่น การนำความร้อนที่ได้จากการรวมแสงของแผงรับแสงอาทิตย์แบบรังพาราโบลามาใช้

แผงรับแสงอาทิตย์แบบรังพาราโบลาที่ใช้ในปัจจุบัน จะมีข้อจำกัดอยู่ 2 ข้อ คือ ต้องใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์ และไม่สามารถรับรังสีกระจายได้ ข้อจำกัดข้อสองเป็นเพราะเทคโนโลยีดังกล่าวถูกออกแบบมาจากประเทศแถบอเมริกาและยุโรปที่รังสีส่วนใหญ่เป็นรังสีตรง ดังนั้นเมื่อนำมาใช้กับประเทศแถบเส้นศูนย์สูตรหรือประเทศไทยที่มีเมฆมาก ซึ่งมีปริมาณรังสีกระจายมีค่าประมาณ 50% เทียบกับประเทศแถบยุโรปและอเมริกาที่มีรังสีกระจายเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 25% ทำให้แผงรับแสงอาทิตย์แบบรังพาราโบลาไม่สามารถใช้ประโยชน์จากรังสีกระจายได้ งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาสมรรถนะและความเป็นไปได้ในการสร้างอุณหภูมิสูงของแผงรับแสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบมาโดยไม่ต้องใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์และสามารถรับรังสีกระจายได้

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

ศึกษาสมรรถนะของแผงรับแสงอาทิตย์แบบพาราโบลา ไม่ต้องใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์ ร่วมกับระบบปั๊มน้ำมันร้อนที่มีการไหลทางเดียว

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1) ศึกษาสมรรถนะของแผงรับแสงอาทิตย์แบบไม่ต้องใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์
- 2) ทดลองด้วยการไหลแบบบังคับ (Forced flow)
- 3) สร้างระบบที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อนร่วมกับ หลอดแก้วสุญญากาศ, ท่อทองแดง, ชุดปั๊มน้ำมัน และน้ำมันร้อน (Thermoil 32)
- 4) ศึกษาอัตราการไหลของน้ำมันที่เปลี่ยนไปเทียบกับประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

- 1) ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแสงอาทิตย์ในประเทศไทย เทคโนโลยีด้านพลังงานแสงอาทิตย์และวิธีการหาประสิทธิภาพของแผงรับแสง
- 2) ศึกษากระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนและอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์ เช่น ชุดท่อทองแดงที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อน ชนิดของอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิในการทดลอง ชนิดของของเหลวที่ใช้ในการรับความร้อน
- 3) หาประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์โดยทำการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิน้ำมัน ความเข้มแสง ที่อัตราการไหล 2.6, 5.0 และ 7.6 ลิตรต่อนาที
- 4) วิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่ได้จากอัตราการไหลที่แตกต่างกัน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ต้นแบบระบบที่ใช้กับแผงรับแสงอาทิตย์ที่ทำอุณหภูมิได้มากกว่า 100 องศาเซลเซียส
- 2) รู้สมรรถนะของแผงพาราโบลาแบบไม่ติดตามดวงอาทิตย์ เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการที่ใช้อุณหภูมิมากกว่า 100 องศาเซลเซียส

1.6 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

โครงสร้างวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบไปด้วย 5 บทหลักคือ บทนำ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อุปกรณ์และวิธีการทดลอง การทดลองและผลการทดลอง และสรุปผลการศึกษากับข้อเสนอแนะ

ในบทแรกจะกล่าวถึง ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ การศึกษา ขอบเขตของการศึกษา ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ โครงสร้างของวิทยานิพนธ์ บทที่สอง กล่าวถึงศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงอาทิตย์ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงวิธีการคำนวณ ประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ บทที่สาม อธิบายถึงอุปกรณ์สำหรับทดลองและวิธีการทดลอง บทที่สี่ อธิบายการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ และบทสุดท้ายในบทที่ห้า จะกล่าวบทสรุปผลการศึกษาที่ได้จากงานวิจัย ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาสำหรับงานวิจัย

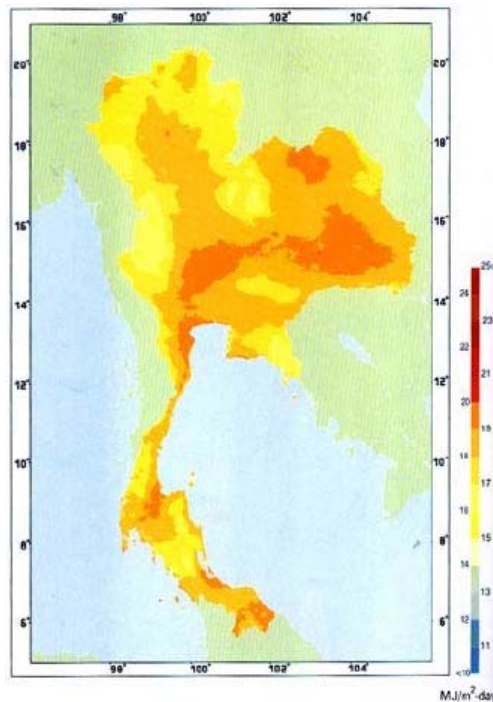
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

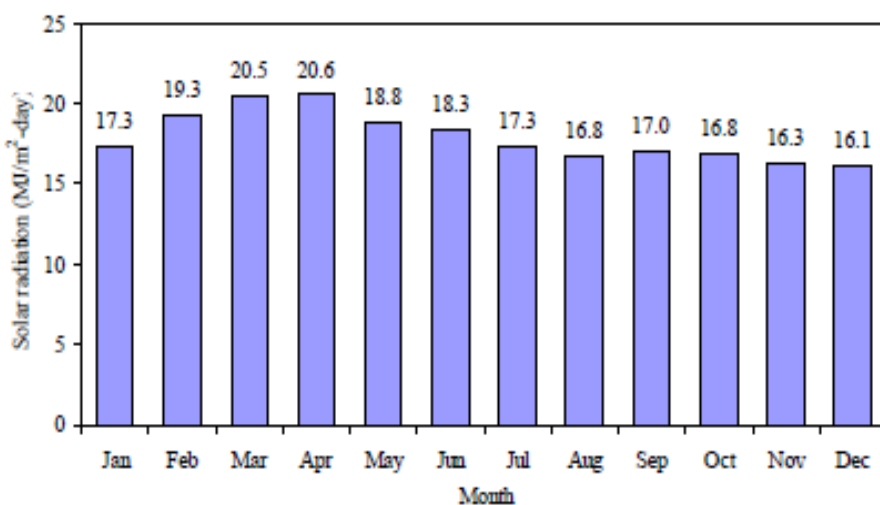
2.1.1 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ [1-2]

กรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานและคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปกร [1] ได้ทำแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (พ.ศ. 2542) เพื่อหาศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยว่ามีความสามารถที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ในด้านต่าง ๆ ได้หรือไม่ โดยข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบว่าความเข้มแสงเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ $18.2 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$ (ดังภาพที่ 2.1)



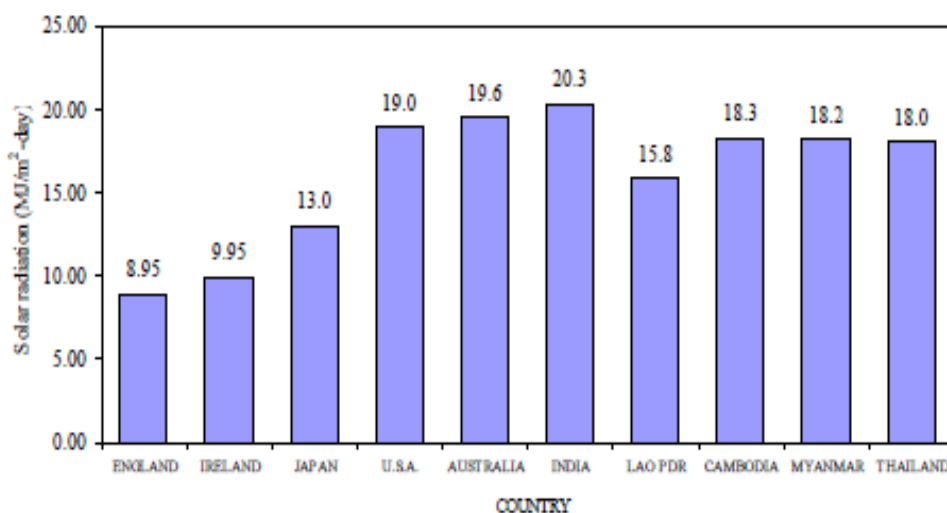
ภาพที่ 2.1 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยปี พ.ศ.2542

ความเข้มของแสงอาทิตย์ของประเทศไทยมีค่าสูงสุดอยู่ในเดือน มีนาคม ถึง เมษายน โดยมีความเข้มแสงสูงสุดอยู่ที่ช่วง 20.5 ถึง $20.6 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$ (ดังภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 เปรียบเทียบปริมาณรังสีรวมจากดวงอาทิตย์ของประเทศไทยในแต่ละเดือน [1]

เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับต่างประเทศที่มีการพัฒนาและใช้เทคโนโลยีด้านแสงอาทิตย์ ทำให้ทราบว่าประเทศไทยเองก็มีศักยภาพที่จะพัฒนาด้านแสงอาทิตย์ได้เช่นกันเพราะมีความเข้มแสงเทียบเท่ากับประเทศต่าง ๆ และทำให้ประเทศไทยสามารถหาแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับความเข้มแสงของประเทศได้ด้วย (ดังภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 เปรียบเทียบปริมาณรังสีรวมจากดวงอาทิตย์ในประเทศไทยและต่างประเทศ [1]

2.1.2 เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า [3-5]

จำแนกได้เป็น 2 แบบ คือ เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ และเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยการรวมแสง

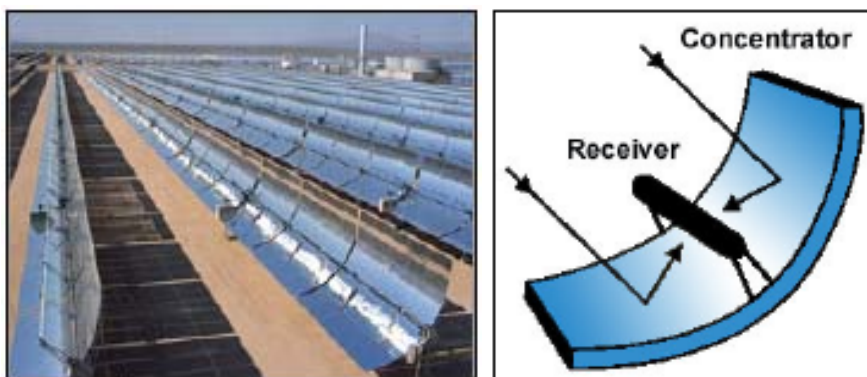
2.1.2.1 เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) แบ่งได้ 3 ประเภท

- 1) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV stand alone system)
- 2) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV grid connected system)
- 3) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV hybrid system)

2.1.1.2 เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์ (Concentrating Solar Power)

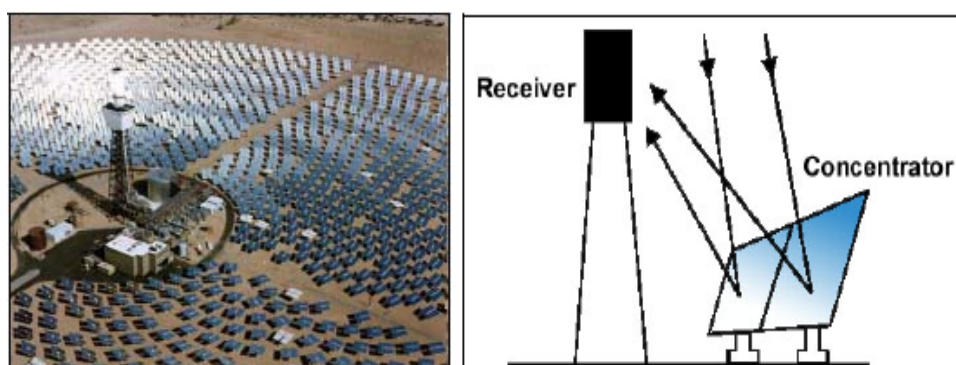
แบ่งออกเป็น 3 แบบ โดยเทคโนโลยีทั้ง 3 แบบนี้จะทำการรวมแสงไว้ที่ตัวรับแสง โดยใช้กระจกหรือวัสดุสะท้อนแสงและหมุนตามดวงอาทิตย์เพื่อสะท้อนแสงไปยังตัวรับแสง

1) **แบบรางพาราโบลา (Parabolic Troughs)** ประกอบด้วยตัวรับแสงที่มีลักษณะเป็นรางยาวโค้งแบบมิติเดียวที่ติดตั้งไว้บนระบบหมุนตามดวงอาทิตย์แกนเดียว (Single-axis tracking system) ทำหน้าที่รวมพลังงานแสงอาทิตย์สะท้อนไปยังท่อที่ตั้งขนานกับแนวรวมแสงเพื่อถ่ายเทความร้อนให้กับของเหลวที่ไหลหมุนเวียนผ่านท่อโดยการแลกเปลี่ยนความร้อน ความร้อนเมื่อถูกถ่ายเทให้ของเหลวทำงาน จะกลายเป็นไอน้ำไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ไอน้ำที่ผลิตจาก Parabolic troughs plants โดยทั่วไปจะต้องมีแหล่งความร้อนจากก๊าซธรรมชาติเพื่อเสริมให้เป็นไอน้ำ (Superheater)



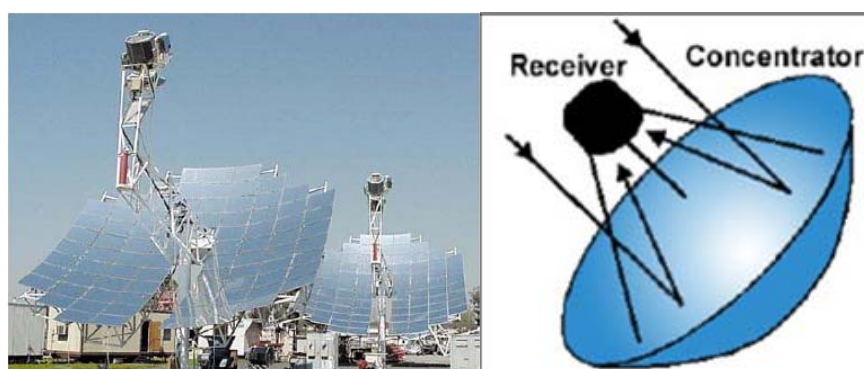
ภาพที่ 2.4 รูปแบบและหลักการทำงานของระบบแบบรางพาราโบลา [4]

2) แบบหอคอย (Central Receivers หรือ Power Tower) ประกอบด้วยตัวรับความร้อนที่ติดตั้งอยู่กับที่ตั้งอยู่บนหอคอยที่ล้อมรอบด้วยแผงกระจกขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก จะหมุนตามดวงอาทิตย์และสะท้อนรังสีไปยังตัวรับความร้อน ซึ่งภายในบรรจุของเหลวทำงานทำหน้าที่ดูดซับพลังงานความร้อนไว้ ของเหลวที่ดูดซับพลังงานความร้อนที่รับมาจากตัวรับความร้อนจะส่งต่อไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหัน



ภาพที่ 2.5 รูปแบบและหลักการทำงานของระบบแบบหอคอย [4]

3) แบบจานพาราโบลา (Parabolic Dishes) ประกอบด้วยตัวรวมแสงลักษณะเป็นจานรูปทรงพาราโบลา ที่มีจุดศูนย์รวมแสงเพื่อสะท้อนพลังงานแสงอาทิตย์ไปยังตัวรับความร้อนที่ตั้งอยู่บนจุดศูนย์รวมจาน ความร้อนที่ได้สามารถใช้ประโยชน์ได้โดยตรงกับ Cycle heat engine ซึ่งติดตั้งอยู่บนตัวรับความร้อน หรือนำความร้อนที่ได้ไปทำให้ของเหลวร้อนก่อนแล้วนำไปใช้กับ Central engine ระบบตัวรวมความร้อนแบบเน้นเป็นจุดศูนย์กลาง (Parabolicdishes)



ภาพที่ 2.6 รูปแบบและหลักการทำงานของระบบแบบจานพาราโบลา [4]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 Wattana Ratismith, Novel Parabolic Troughs without Solar Tracking System. Proc. Renewable Energy 2010. Pacifico Yokohama, Japan, 2010 [6]

จุดประสงค์ของงานวิจัย

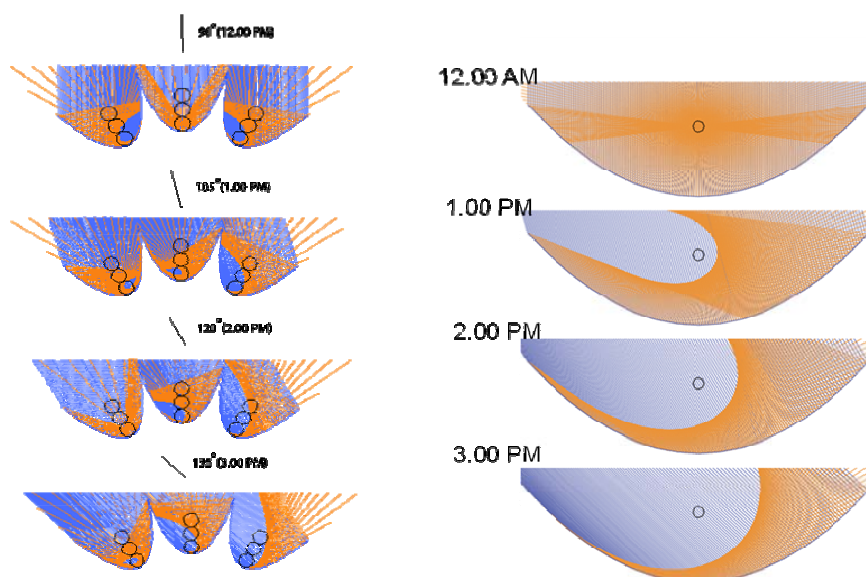
ออกแบบรางรับแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาที่แก้ไขข้อจำกัดของรางรับแสงอาทิตย์ โดยทั่วไปประการแรกคือต้องใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์ ประการที่สอง ไม่สามารถรับรังสีกระจายได้ ซึ่งในประเทศไทยมีปริมาณรังสีกระจายมากถึง 40-50%

การทดลอง

ใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ร่วมกับโปรแกรม Mathematica ในการวิเคราะห์หา ลักษณะของรางรับแสงแบบพาราโบลาที่สามารถรับรังสีกระจายได้ดีและไม่ต้องใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์

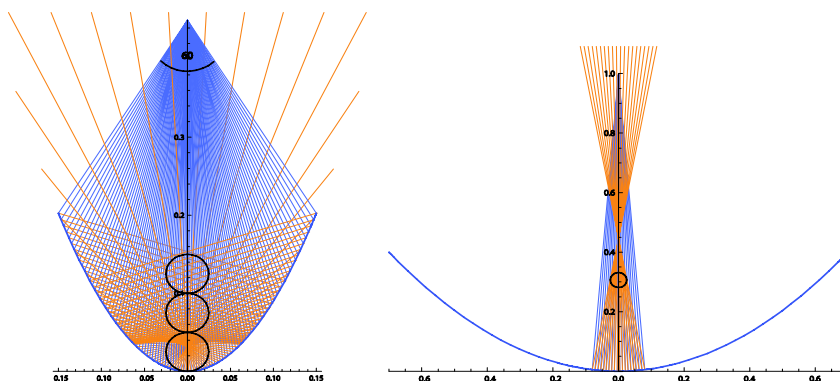
ผลการทดลอง

ในหัวข้อของการไม่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์ จะใช้เป็นแผงรับแสงที่ทำเพิ่มขึ้นมาในด้านซ้ายและขวาเพื่อรับรังสีดวงอาทิตย์ได้ในช่วงเช้าและบ่ายโดยไม่ต้องใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์ และไม่มีการเคลื่อนไหวของแผงรับแสงและเมื่อเปรียบเทียบกับรางรับแสง โดยทั่วไปจะพบว่าสามารถรับแสงได้ไม่ต่ำกว่า 76% ตั้งแต่ช่วง 9.00 – 15.00 นาฬิกา



ภาพที่ 2.7 ทิศทางการรับแสงอาทิตย์ในช่วงเวลา 12.00 – 15.00 น. ของรางพาราโบลาแบบไม่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์กับรางพาราโบลาแบบทั่วไป

มีคุณสมบัติในการรับรังสีกระจายได้ดี โดยรับรังสีตกกระทบที่ทำมุมได้กว้างถึง 60 องศา โดยการปรับความสูงและความโค้งของราง รวมทั้งเพิ่มท่อในแนวตั้งทำให้รับรังสีกระจายได้ดี ขณะที่รางพาราโบลาแบบทั่วไปปรับมุมกวาดได้เพียง 5 องศา ซึ่งเหมาะกับบริเวณที่มีรังสีกระจายในปริมาณสูง



ภาพที่ 2.8 การรับรังสีกระจายของรางพาราโบลาแบบไม่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์ (ซ้าย) และรางแบบปกติ (ขวา) [7]

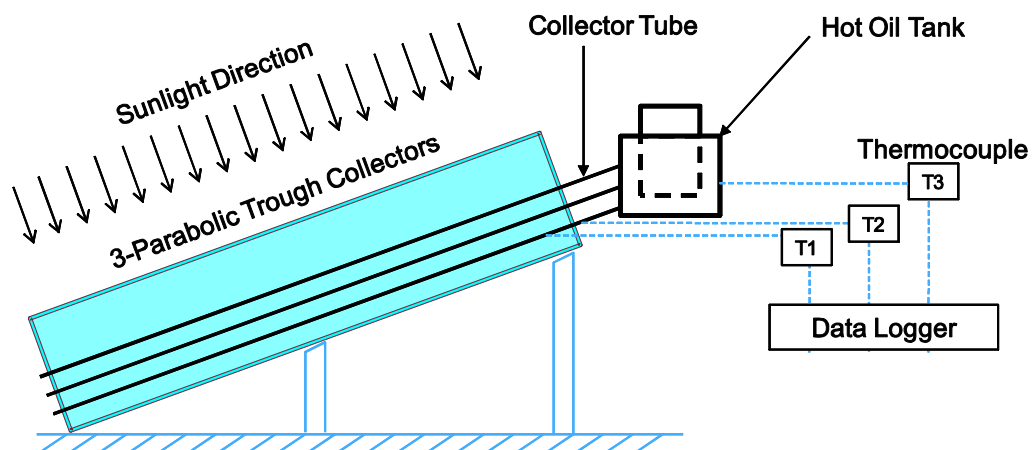
2.2.2 Wattana Ratismith and Urith Archakositt. Parabolic Troughs without Solar Tracking System. Third International Conference on Applied Energy. Perugia, Italy, 2011 [7]

จุดประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบเทอร์โมไฮฟอน, คุณหมุมิที่ทำได้ดีสูงสุดเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับระบบหุงต้ม ร่วมกับรางรับแสงพาราโบลาแบบไม่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์

การทดลอง

รางรับแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาที่ไม่ต้องใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์ทำมุมที่ทิศทางต่างกันและมีหลอดแก้วสุญญากาศจำนวน 3 ท่อวางอยู่ในแนวแกนของแต่ละราง ภายในหลอดแก้วจะมีท่อทองแดงซึ่งมีน้ำมันบรรจุอยู่ เพื่อดูดซับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ ความร้อนจากแสงอาทิตย์จะถ่ายเทให้กับน้ำมัน เมื่อน้ำมันได้รับพลังงานความร้อนก็จะลอยตัวสูงขึ้นไปยังถึงน้ำมัน ถังน้ำมันทำหน้าที่คล้ายกับ Hot plate ซึ่งท่อหุ้มหม้อต้มน้ำสแตนเลส ความร้อนจากน้ำมันจะถูกถ่ายเทให้แก่หม้อน้ำจากนั้นน้ำมันเย็นตัวลงก็จะไหลกลับลงสู่รางรับแสงอาทิตย์ เป็นการไหลเวียนแบบเทอร์โมไฮฟอน ไม่จำเป็นต้องใช้ปั๊ม (ดังภาพที่ 2.9 และ 2.10)



ภาพที่ 2.9 ไดอะแกรมการทดลองระบบเทอร์โมไฮฟอน



ภาพที่ 2.10 รางรับแสงอาทิตย์กับถังน้ำมัน

ผลการทดลอง

อุณหภูมิภายในหลอดแก้วอยู่ที่ 145 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 1 ชั่วโมง และเมื่อต่อเข้ากับถังน้ำมัน 14 ลิตร อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 110 องศาเซลเซียส ที่ความเข้มแสงสูงสุด 800 วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

2.2.3 เบญจมาศ ปุຍ้ออก และ วิทยา ยงเจริญ, การหาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3, พฤษภาคม, 2550 [9]

จุดประสงค์ของงานวิจัย

ทดสอบประสิทธิภาพระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ และผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าเมื่อมีการใช้เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนเครื่องทำน้ำร้อนแบบใช้ไฟฟ้า

การทดลอง

ความร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์คำนวณได้จากสมการ

$$q_u = I_t \theta (\tau \alpha) \theta - U_L (t_p - t_{at}) \quad (2.1)$$

ความร้อนของน้ำที่ได้รับ

$$q_u = m \dot{C}_p (t_{fe} - t_{fi}) / A_{ap} \quad (2.2)$$

ประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์คือ η_c

$$\eta_c = (\tau \alpha) \theta - U_L (t_p - t_{at}) / I_t \theta \quad (2.3)$$

เมื่อ q_u คือ ความร้อนที่แผงรับแสงอาทิตย์ถ่ายเทให้กับน้ำดังนั้นสมการที่ (2.1) จึงเท่ากับ (2.2)

ASHRAE [8] มีรูปแบบของสมการใหม่โดยมีการนำค่าแฟคเตอร์การดูความร้อนของแผงรับแสงอาทิตย์ (Heat Removal Factor, F_R) มาใช้ เพื่อให้สามารถใช้คุณสมบัติของน้ำที่เข้าแผงรับแสงอาทิตย์แทนอุณหภูมิของแผงรับแสงได้ตามสมการดังนี้

$$q_u = F_R [I_t \theta (\tau \alpha) \theta - U_L (t_p - t_{at})] \quad (2.4)$$

$$\eta_c = F_R(\tau\alpha)_\theta - F_R U_L (t_p - t_{at}) / I_\theta \quad (2.5)$$

เมื่อ

I_θ	= ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่เวลาใดๆ, W/m^2
$(\tau\alpha)_\theta$	= ค่าการทะลุผ่านของแผ่นปิดคูณค่าการดูดซับของแผ่นรับแสง
U_L	= สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนด้านบน, W/m^2K
t_p	= อุณหภูมิแผ่นดูดซับแสงอาทิตย์, $^{\circ}C$
t_{at}	= อุณหภูมิอากาศภายนอกที่เวลาใดๆ, $^{\circ}C$
\dot{m}	= อัตราการไหลของน้ำ, kg/s
C_p	= ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ, $kJ/kg.K$
t_{fe}	= อุณหภูมิน้ำออกจากแผงรับแสงอาทิตย์, $^{\circ}C$
t_{fi}	= อุณหภูมิน้ำเข้าแผงรับแสงอาทิตย์, $^{\circ}C$
A_{ap}	= พื้นที่รับแสงอาทิตย์, m^2

โดยทั่วไปประสิทธิภาพของถังเก็บน้ำร้อนและระบบท่อ จะขึ้นอยู่กับ การสูญเสียความร้อนผ่านผนังถังเก็บน้ำร้อน ซึ่งจะมีอุณหภูมิความร้อนหุ้มอยู่จึงทำให้มีความร้อนสูญเสียน้อย [9] โดยปกติจะมีการสูญเสียความร้อนน้อยกว่า 5 % ดังนั้นประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อน (η) จึงมีลักษณะเดียวกับกับประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ ตามสมการที่ (2.6)

$$\eta = -B ((T_f + T_i) / 2 - T_a) / I + A \quad (2.6)$$

เมื่อ A และ B เป็นค่าคงที่และจากการทดลองจะใช้สมการ (2.7) มาวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของระบบเครื่องทำน้ำร้อนโดยไม่มีการเปิดใช้น้ำ ดังนี้

$$\eta_c = \dot{m} C_p (T_f - T_w) / I_t A_o \quad (2.7)$$

เมื่อ

η_c	= ประสิทธิภาพของรังสีแสงอาทิตย์, %
\dot{m}	= ปริมาณของน้ำ, kg/s
C_p	= ค่าความร้อนจำเพาะของของไหล, $kJ/kg K$

$$\begin{aligned}
 T_f &= \text{อุณหภูมิของน้ำออกเข้าระบบ, } ^\circ\text{C} \\
 T_w &= \text{อุณหภูมิของน้ำเย็นเข้าระบบ, } ^\circ\text{C} \\
 A_o &= \text{พื้นที่ของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์, } \text{m}^2 \\
 I_t &= \text{ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์, } \text{W/m}^2
 \end{aligned}$$

ผลการทดลอง

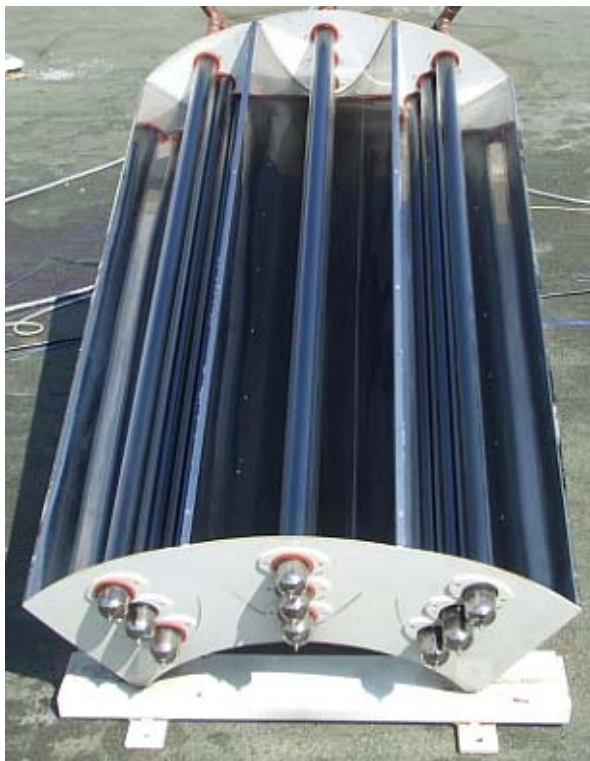
จากการวิเคราะห์ จะได้ประสิทธิภาพของระบบตั้งแต่วันที่ 17 -19 มกราคม 2550 ของแผงที่ 1 และ 2 อยู่ในช่วง 78.5-42.8% น้ำร้อนมีพลังงานสะสมอยู่ระหว่าง 23.83 -11.29 MJ/d และอุณหภูมิสูงสุด ที่ระบบสามารถทำน้ำร้อนได้ถึง 59.0-66.0 $^{\circ}$ C เมื่อความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยของแต่ละวันอยู่ในช่วง 306.79-408.68 W/m 2 จากการทดสอบในวันที่ 17 ม.ค. 2550 พบว่าผลของประสิทธิภาพในแผงที่ 2 จะต่ำกว่าแผงที่ 1 เนื่องจากยังมีน้ำร้อนค้างอยู่ในถังเก็บที่ 2 ทำให้อุณหภูมิน้ำร้อนเริ่มต้นสูงกว่าแผงที่ 1 ดังนั้นจึงไม่สามารถหาประสิทธิภาพของแผงที่ 2 ได้

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์แบบรางพาราโบลา ที่ไม่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์ มีการเลือกอุปกรณ์และวิธีการในการสร้างระบบในการทดสอบประสิทธิภาพดังนี้

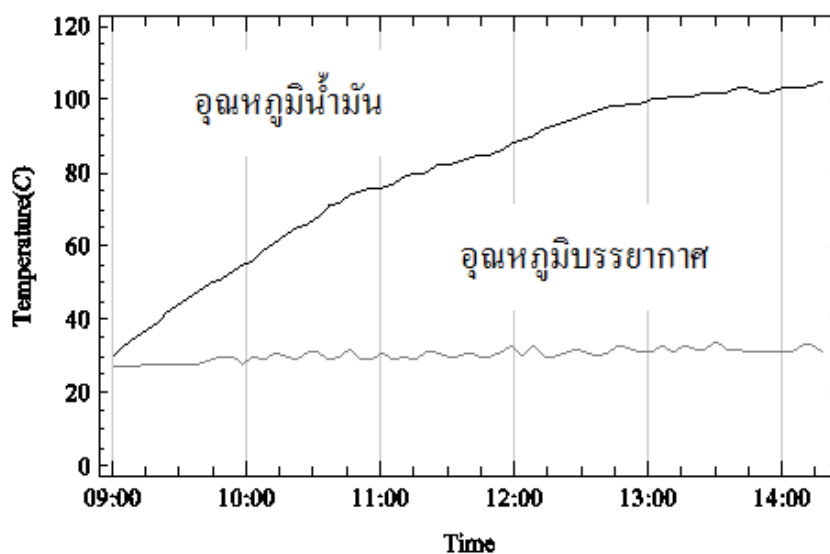
3.1 อุปกรณ์สำหรับการทดลอง

3.1.1 แผงรับแสงอาทิตย์แบบรางพาราโบลาที่ไม่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์ [6-7]



ภาพที่ 3.1 รางรับแสงอาทิตย์แบบไม่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์

รางรับแสงสามารถรับได้ทั้งรังสีตรงกระจัดกระจาย อุณหภูมิสูงที่สุดที่ทำได้คือ 106 องศาเซลเซียส



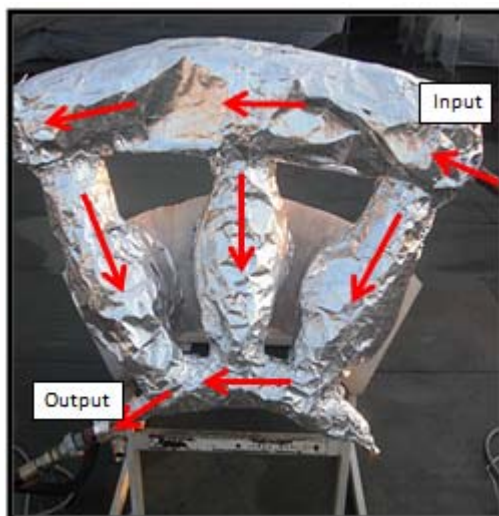
ภาพที่ 3.2 อุณหภูมิน้ำมันและอุณหภูมิบรรยากาศของรางรับแสงอาทิตย์ [7]

3.1.2 ระบบการถ่ายเทความร้อน

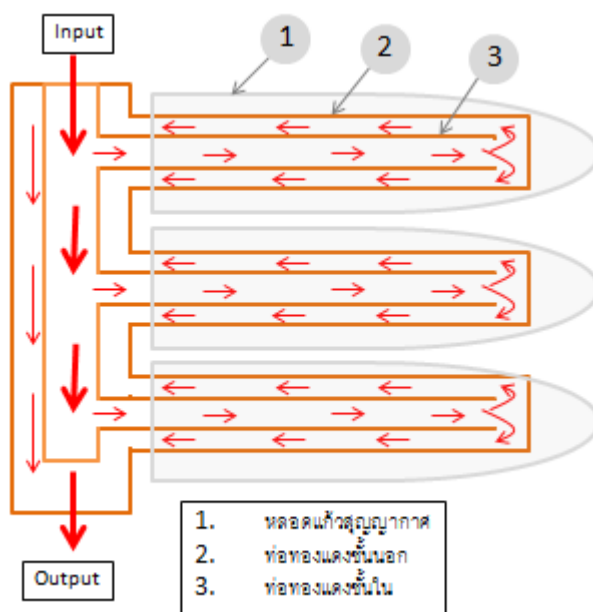
ใช้เป็นชุดท่อทองแดงเนื่องจากเป็นวัสดุที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนได้ดี ท่อทองแดงที่นำมาใช้งานจะใส่ไปในชุดหลอดแก้วสุญญากาศ ชุดท่อทองแดงจะรับความร้อนจากหลอดแก้วสุญญากาศ โดยภายในจะแบ่งเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นนอก (เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.78 เซนติเมตร) และ ชั้นใน (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.67 เซนติเมตร) ดังภาพที่ 3.3 ชั้นในจะนำน้ำมันจากด้านนอกเข้ามารับความร้อนโดยตรง (Direct flow) ดังภาพที่ 3.4 และ 3.5 จากท่อทองแดงที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ หลังจากนั้นจะถูกขับเคลื่อนโดยปั๊มไปยังชั้นนอก การใช้ร่วมกับระบบการไหลแบบบังคับและชุดท่อทองแดงที่มีสองชั้นจะทำให้พื้นที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนมากขึ้น



ภาพที่ 3.3 ท่อทองแดงก่อนหุ้มฉนวน



ภาพที่ 3.4 การไหลของน้ำมันในรางพาราโบลา



ภาพที่ 3.5 โครงสร้างภายในท่อทองแดงและการไหลของน้ำมันในท่อทองแดง

3.1.3 ชุดหลอดแก้วสุญญากาศ

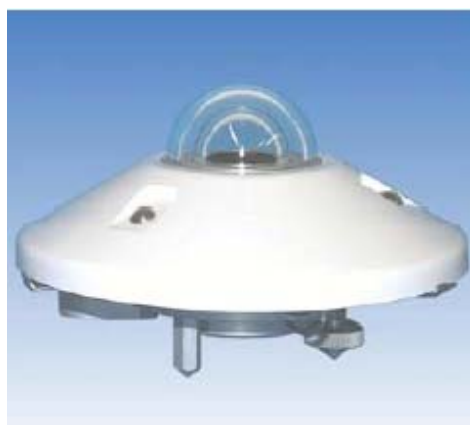
เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ และส่งต่อไปยังท่อทองแดงภายใน โดยทำการติดตั้งในราง คือ รางพาราโบลาสามราง ประกอบด้วยหลอดสุญญากาศจำนวน 9 หลอด รางละ 3 หลอดวางซ้อนกันในแนวแกนของราง เพื่อที่จะให้ได้รับการสะท้อนในช่วงเวลาต่างๆ ได้ยาวนานขึ้น หลอดแก้วสุญญากาศในการทดลองความยาว 150 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.6 หลอดแก้วสุญญากาศ

3.1.4 ไพรานอมิเตอร์

ความเข้มแสงอาทิตย์วัดได้จากความเข้มแสงที่เกิดขึ้นในพื้นที่นั้น ๆ โดยมีหน่วยเป็น วัตต์ต่อ ตารางเมตร โดยการทดลองนี้ใช้ไพรานอมิเตอร์ในการวัดความเข้มแสง



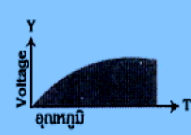
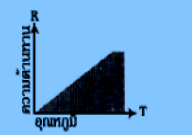


ภาพที่ 3.7 ไพรานอมิเตอร์

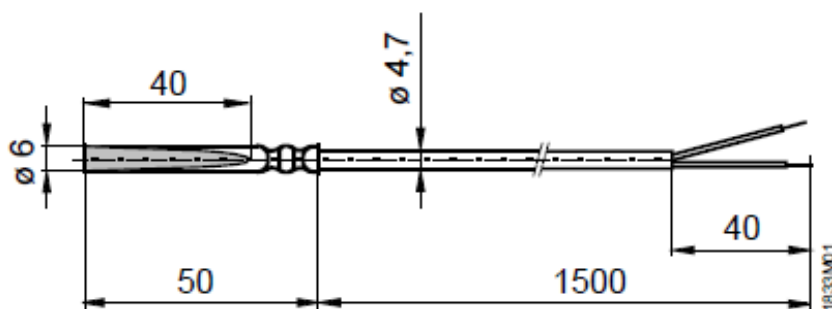
ไพรานอมิเตอร์ใช้สำหรับวัดความเข้มแสง โดยสามารถรับแสงได้เป็นมุมถึง 180 องศา โดยมีการใช้ Thermopile sensor ที่ถูกเคลือบเป็นสีดำ สำหรับรับรังสี มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ และถูกครอบด้วยโดมกระจกแก้วซึ่งจะช่วยให้รับแสงได้มากถึง 180 องศา และคุณสมบัติของโดมกระจกแก้วอีกอย่างคือป้องกันความเสียหายของ Thermopile sensor ตัวเคลือบสีดำบน Thermopile sensor จะทำหน้าที่ดูดกลืนแสงอาทิตย์และเปลี่ยนเป็นความร้อนและความร้อนถูกส่งไปยัง Thermopile sensor จะถูกเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้าที่แปรผันตรงกับความเข้มของแสงอาทิตย์

3.1.5 ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ [11-12]

ใช้ระบบ RTD (Resistance Temperature Detectors) เป็นตัวตรวจวัดอุณหภูมิ โดยให้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน ซึ่งมีความแม่นยำมากกว่า Thermo couple ซึ่งในการทดลองใช้เซ็นเซอร์รุ่น SIEMENS QAP21.2 (ดังภาพที่ 3.8)

หัวข้อ	เทอร์มอคัปเปิล	อาร์ทีดี (Pt100)
สัญลักษณ์		
ลักษณะกราฟเอาต์พุต		
ข้อดี	<ul style="list-style-type: none"> • ไม่ต้องใช้ไฟเลี้ยง • ง่าย • ไม่แพง • ใช้งานได้หลากหลาย • ช่วงการวัดอุณหภูมิกว้าง 	<ul style="list-style-type: none"> • เสถียรภาพสูง • เที่ยงตรงที่สุด • มีความเป็นลิเนียร์มากกว่าเทอร์มอคัปเปิล
ข้อเสีย	<ul style="list-style-type: none"> • ไม่มีลักษณะเส้นตรง • แรงดันต่ำ • ไม่ค่อยเสถียร • ความไวต่ำสุด 	<ul style="list-style-type: none"> • แพง • ต้องการไฟเลี้ยง • มีความร้อนเกิดขึ้นที่ตัวมันเอง
ช่วงการวัดมากที่สุด	-270 ถึง 1820 °C	-250 ถึง 600 °C
Repeatability	1.1 °C ถึง 8.25 °C	0.0275 °C ถึง 0.055 °C

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเซ็นเซอร์แบบเทอร์โมคอปเปิลและอาร์ทีดี [12]



ภาพที่ 3.8 ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ หรือเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการทดลอง [11]

3.1.6 ของไหลใช้งาน [13-14]

ใช้น้ำมัน Thermoil 32 [13] เป็นน้ำมันที่ใช้ในระบบถ่ายเทความร้อน สามารถต้านทานการรวมตัวกับออกซิเจนได้ดี ไม่สลายตัวที่อุณหภูมิสูง อายุการใช้งานยาวนาน มีความหนืดต่ำ ถ่ายเทความร้อนได้ดี นอกจากนี้ยังมีความดันไอต่ำเพื่อลดการระเหย

คุณสมบัติ	Esso Thermoil 32
ความถ่วงจำเพาะ (15 °C, kg/l)	0.872
จุดวาบไฟ (°C)	204
ความหนืด (40 °C), cSt	32
ความหนืด (100°C), cSt	5.3
อุณหภูมิใช้งานสูงสุด (°C)	
- ระบบเปิด	185
- ระบบปิด	285
ความจุความร้อน (kJ/kg°C)	
- 100 °C	2.17
- 200 °C	2.53
อุณหภูมิต่ำสุดที่จะเปิดปั๊มเวียนน้ำมัน (°C)	-20
การขยายตัว (ต่อ °C)	0.00079
อุณหภูมิที่ติดไฟได้เอง (°C)	-

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของน้ำมัน Thermoil 32 [12-13]

3.1.7 ปั๊มน้ำมันร้อน

ปั๊มขนาด 746 วัตต์ (W) ใช้สำหรับน้ำมันและทนอุณหภูมิสูง เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำมันในระบบหลังจากรับความร้อนโดยตรงกับท่อทองแดง ปั๊มสามารถทำงานที่ความถี่ไฟฟ้าได้มากที่สุดที่ 50 เฮิรตซ์ (Hz) นำมาใช้สำหรับปรับอัตราการไหลของน้ำมันในระบบ



ภาพที่ 3.9 ปั๊มน้ำมันร้อนยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น SF-JR

3.1.8 Variable Frequency Drive (VFD)

เป็นตัวควบคุมอัตราการไหลของปั๊ม โดยผู้ใช้สามารถปรับความถี่และแรงดันไฟฟ้า เพื่อให้อัตราการไหลมีค่าตามที่ต้องการ



ภาพที่ 3.10 Variable Frequency Drive (VFD) ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น SED2

3.1.9 เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าแบบบันทึกได้ (Data Logger)

เป็นเครื่องเก็บบันทึกข้อมูลโดยอัตโนมัติ ซึ่งในการทดลองจะใช้ในการบันทึกความเข้มแสง ของไฟฟลักซ์มิเตอร์ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิในระบบจาก Sensor สามารถเลือกความถี่ในการบันทึกข้อมูลได้



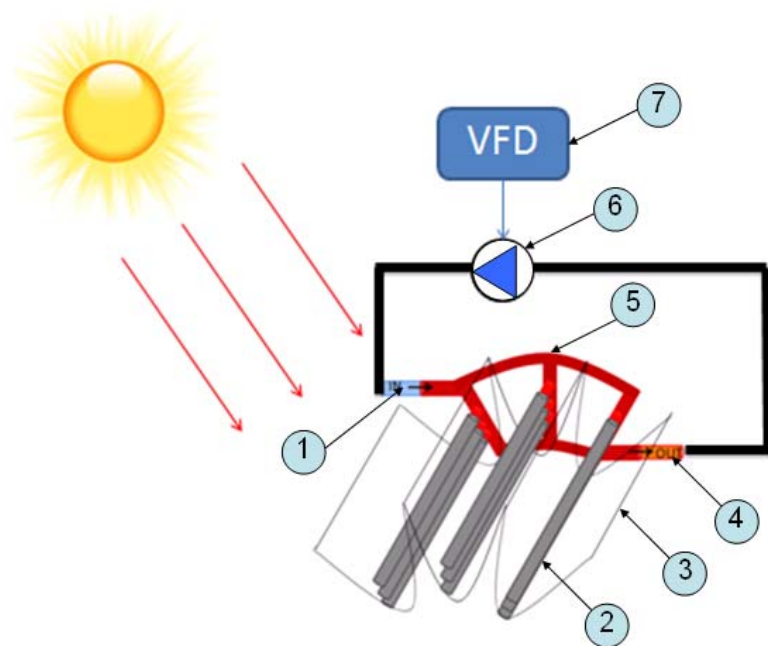
ภาพที่ 3.11 Data Logger ยี่ห้อ Hioki รุ่น LR8400-20

3.2 วิธีการทดลอง

- 1) ประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันตามภาพ 3.12
- 2) เติมน้ำมันเข้าไปในระบบจนเต็ม (16 ลิตร)
- 3) ทำการทดสอบที่เวลา 9.00 – 15.00 นาฬิกา
- 4) เปิดปั๊มเพื่อทดสอบอัตราการไหลตามที่ต้องการ (2.6, 5.0 และ 7.6 ลิตรต่อนาที)
- 5) เก็บข้อมูลของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิน้ำมันก่อนเข้ารางรับแสงอาทิตย์ อุณหภูมิน้ำมันหลังจากออกจากรางรับแสงอาทิตย์ ความเข้มแสงอาทิตย์ โดยเก็บข้อมูลของแต่ละอัตราการไหลเป็นเวลา 3 วัน
- 6) นำข้อมูล อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิน้ำมันก่อนเข้ารางรับแสงอาทิตย์ อุณหภูมิ น้ำมันหลังจากออกจากรางรับแสงอาทิตย์ ความเข้มแสงอาทิตย์ มาคำนวณหาประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์
- 7) นำข้อมูล อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิน้ำมันก่อนเข้ารางรับแสงอาทิตย์ ในเวลาเริ่มต้นและเวลาสุดท้าย ความเข้มแสงอาทิตย์ มาคำนวณหาประสิทธิภาพของระบบ
- 8) หาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่ำกับประสิทธิภาพของระบบที่อัตราการไหล 2.6, 5.0 และ 7.6 ลิตรต่อนาที
- 9) นำความสัมพันธ์ที่ตอบสนองกับอุณหภูมิต่ำได้ดีที่สุด มาคำนวณหาพลังงานตลอดทั้งปี โดยใช้ข้อมูล อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มแสงโดยอ้างอิงข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ปี 2553

คำอธิบายจากภาพที่ 3.12

- 1.จุดวัดอุณหภูมิขาเข้ารางรับแสงอาทิตย์
- 2.หลอดแก้ว
- 3.รางรับแสงอาทิตย์แบบพาราโบลา
- 4.จุดวัดอุณหภูมิขาออกรางรับแสงอาทิตย์
- 5.ชุดท่อทองแดง
- 6.ปั๊มน้ำมันร้อน
- 7.Variable Frequency Drive



ภาพที่ 3.12 ภาพจำลองระบบการทดสอบประสิทธิภาพแผงรับแสงอาทิตย์

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ทดลองเก็บข้อมูลเทียบกับอัตราการไหลแบบต่าง ๆ ที่ปรับโดย VFD เพื่อดูประสิทธิภาพของวางรับแสงอาทิตย์และระบบด้วยอัตราการไหล 2.6, 5.0 และ 7.6 ลิตรต่อนาที เนื่องจากวางรับแสงอาทิตย์เป็นแบบพาราโบลาและมีการสูญเสียน้อย จึงใช้สมการดังต่อไปนี้ ใช้ในการหาประสิทธิภาพของวางรับแสงอาทิตย์

$$\eta = m \cdot C_p (T_{out} - T_{in}) / I A \quad (3.1)$$

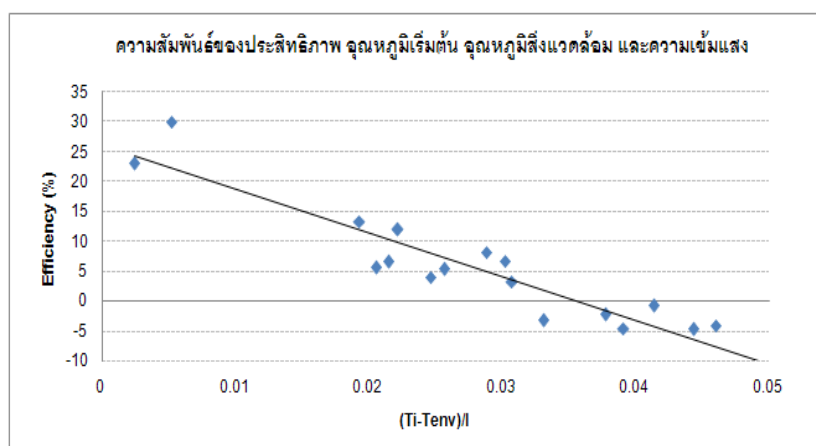
เมื่อ	η	= ประสิทธิภาพของวางรับแสงอาทิตย์, %
	m	= อัตราการไหลของน้ำมัน, kg/s
	C_p	= ค่าความร้อนจำเพาะของ ๆ ไหล, kJ/kg °C
	T_{out}	= อุณหภูมิของน้ำมันออกวางรับแสงอาทิตย์, °C
	T_{in}	= อุณหภูมิของน้ำมันเข้าวางรับแสงอาทิตย์, °C
	A	= พื้นที่ของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์, m ²
	I	= ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์, W/m ²

ประสิทธิภาพของระบบคิดได้จากสมการ

$$\eta = m C_p (d(T_{inf} - T_{ini})/dt) / I A \quad (3.2)$$

เมื่อ	n_c	= ประสิทธิภาพของวางรับแสงอาทิตย์, %
	m	= ปริมาณของน้ำมัน, kg
	C_p	= ค่าความร้อนจำเพาะของ ๆ ไหล, kJ/kg °C
	T_{ini}	= อุณหภูมิของน้ำขาเข้าตอนเริ่มต้น, °C
	T_{inf}	= อุณหภูมิของน้ำขาออกตอนท้ายสุด, °C
	A	= พื้นที่ของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์, m ²
	I	= ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์, W/m ²

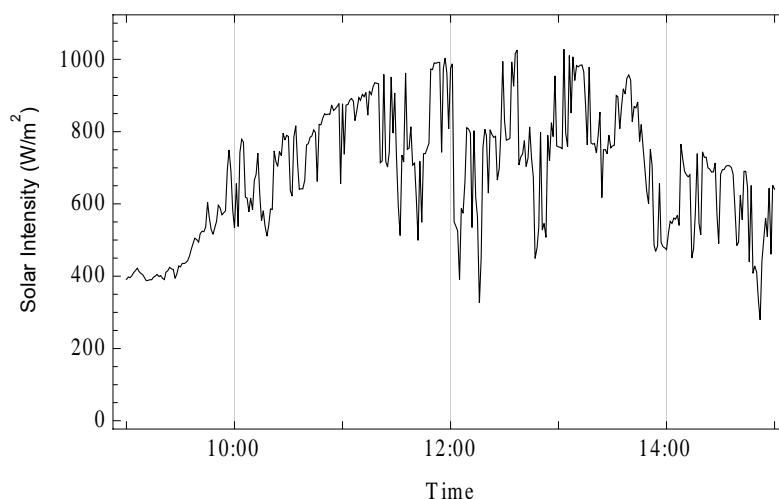
หาพลังงานที่ได้จากรังรับแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี โดยสมการที่ได้จากความสัมพันธ์ของ ประสิทธิภาพ อุณหภูมิเริ่มต้น อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มแสง แสดงตัวอย่างความสัมพันธ์ ดังในภาพ 4.1



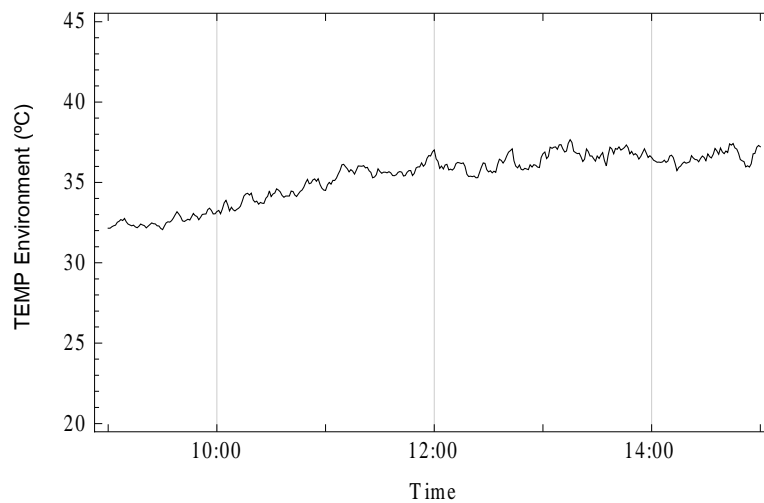
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงสมรรถนะของแผงรับแสงอาทิตย์

4.1 ผลการทดลองด้วยอัตราการไหล 2.6 ลิตรต่อนาที

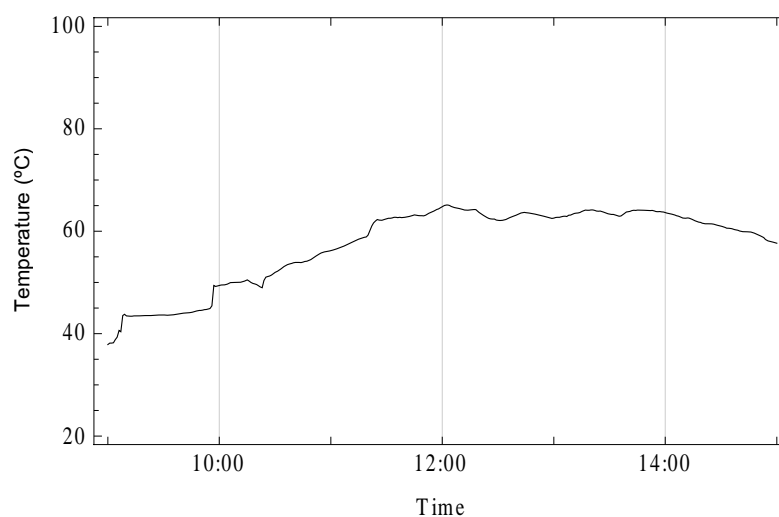
ทดลองด้วยอัตราการไหล 2.6 ลิตรต่อนาที โดยการปรับค่า VFD ไว้ที่ความถี่ 5 เฮิร์ตซ์ (Hz) ทดลองเป็นเวลา 3 วันโดยเก็บข้อมูลความเข้มแสง อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและอุณหภูมิน้ำมัน เนื่องจากสภาพอากาศมีเมฆมาก ทำให้ในบางช่วงเวลาค่าความเข้มแสงอาทิตย์ลดน้อยลง



ภาพที่ 4.2 ความเข้มแสงเฉลี่ยในวันที่ 7, 9 และ 13 พฤษภาคม 2555

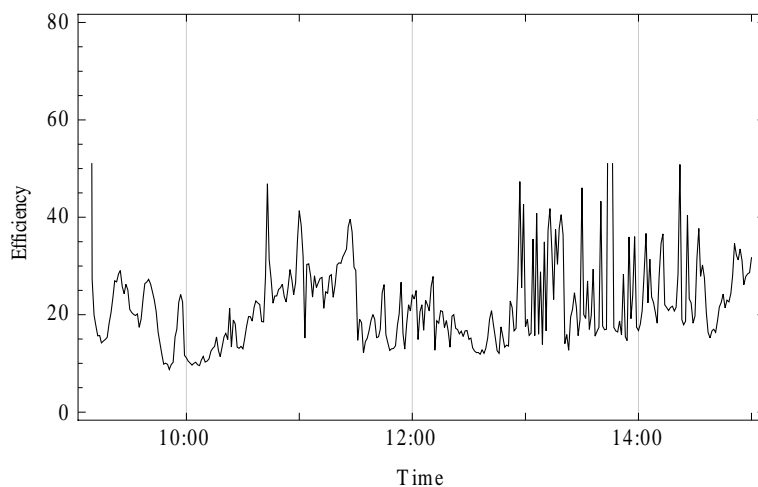


ภาพที่ 4.3 อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยในวันที่ 7, 9 และ 13 พฤษภาคม 2555



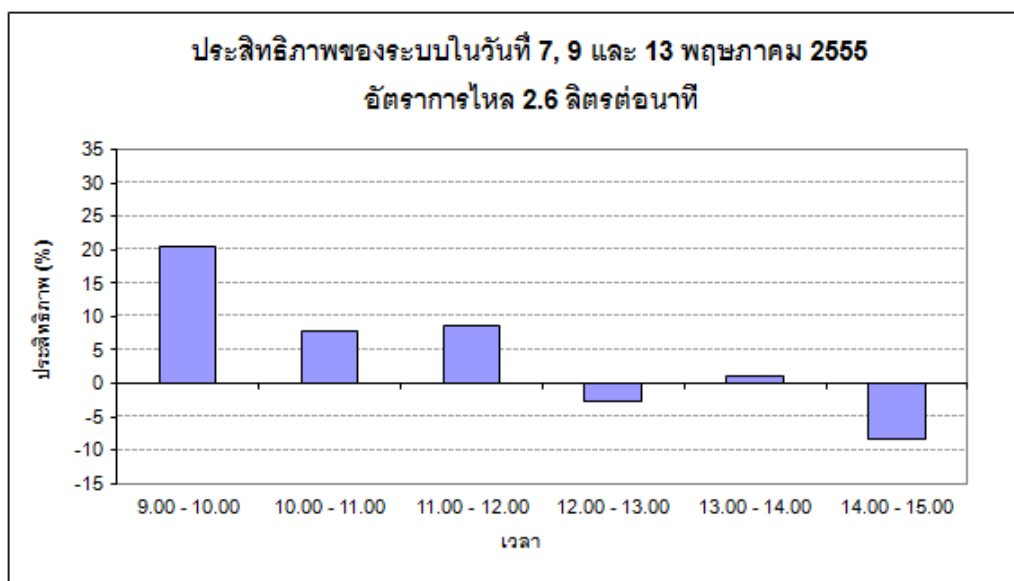
ภาพที่ 4.4 อุณหภูมิน้ำมันเฉลี่ยในวันที่ 7, 9 และ 13 พฤษภาคม 2555

อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 33.5 – 36.5 องศาเซลเซียส (ดังภาพที่ 4.3) อุณหภูมิของน้ำมันค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และสูงสุดอยู่ที่ 65 องศาเซลเซียส (ดังภาพที่ 4.4) เนื่องจากปริมาณเมฆที่มีมากทำให้ความเข้มแสงที่ได้น้อยกว่าวันที่ท้องฟ้าโปร่ง



ภาพที่ 4.5 ประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์ในวันที่ 7, 9 และ 13 พฤษภาคม 2555

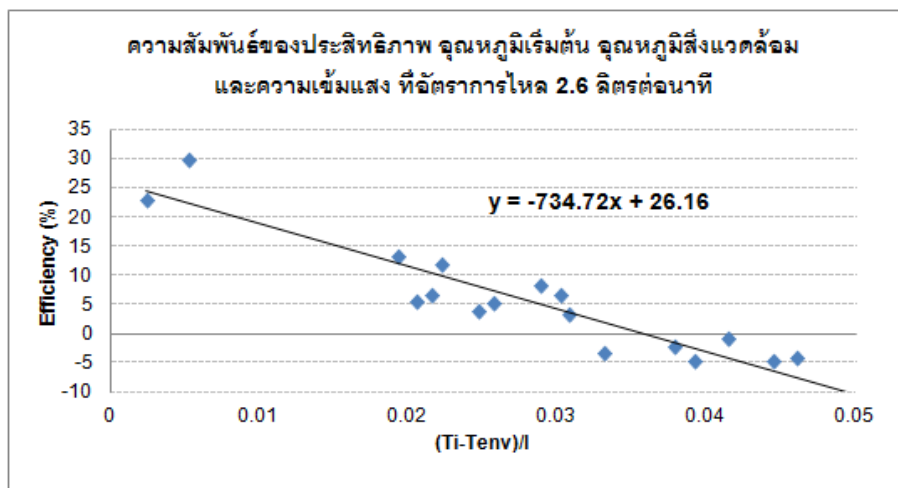
ประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์มีค่าประมาณ 20% ความแปรปรวนเกิดขึ้นมาก สอดคล้องกับความเข้มแสงอาทิตย์ที่มีความแปรปรวนมากเช่นกัน



ภาพที่ 4.6 ประสิทธิภาพเฉลี่ยคิดเป็นชั่วโมงในวันที่ 7, 9 และ 13 พฤษภาคม 2555 (อัตราการไหล 2.6 ลิตรต่อนาที)

ประสิทธิภาพในช่วงต้นมีค่าสูงเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง เนื่องจากปริมาณความเข้มแสงลดลงจากปริมาณเมฆบนท้องฟ้า และอัตราการไหลที่ช้าทำให้การแลกเปลี่ยนความร้อนให้ครบระบบด้วยน้ำมัน 16 ลิตรใช้เวลานาน (ดังภาพที่ 4.6)

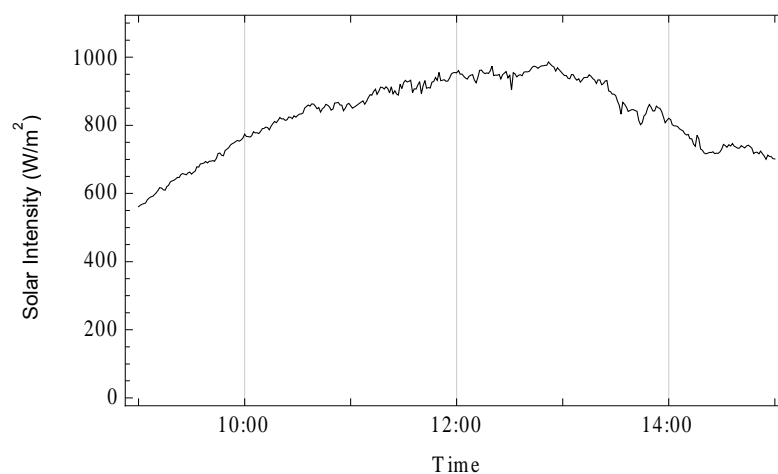
โดยประสิทธิภาพที่ได้จากรางรับแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี คำนวณได้จากสมการความสัมพันธ์ในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพ อุณหภูมิเริ่มต้น, อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความเข้มแสง ที่อัตราการไหล 2.6 ลิตรต่อวินาที

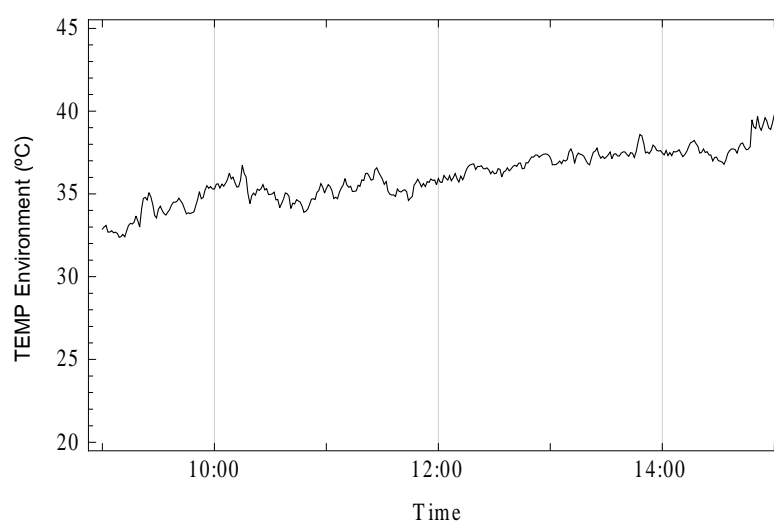
4.2 ผลการทดลองด้วยอัตราการไหล 5.0 ลิตรต่อนาที

ทดลองด้วยอัตราการไหล 5.0 ลิตรต่อนาที โดยการปรับค่า VFD ไว้ที่ความถี่ 10 เฮิร์ตซ์ (Hz) โดยเก็บข้อมูลของความเข้มแสง อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและอุณหภูมิน้ำมัน

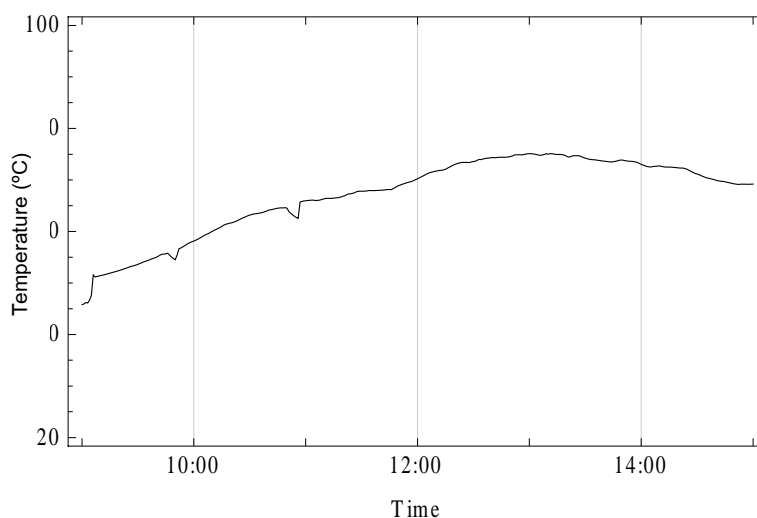


ภาพที่ 4.8 ความเข้มแสงเฉลี่ยในวันที่ 8, 21 และ 22 เมษายน 2555

ในวันที่ทดลองสภาพอากาศร้อน ท้องฟ้าโปร่งไม่มีเมฆ ทำให้ความเข้มแสงอาทิตย์ไม่มีการแกว่งเนื่องจากปริมาณเมฆที่มาบดบังในช่วงเวลาต่าง ๆ

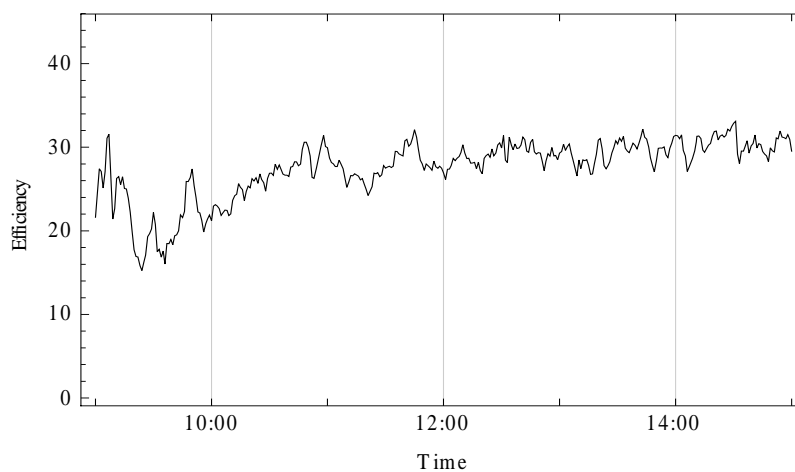


ภาพที่ 4.9 อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยในวันที่ 8, 21 และ 22 เมษายน 2555



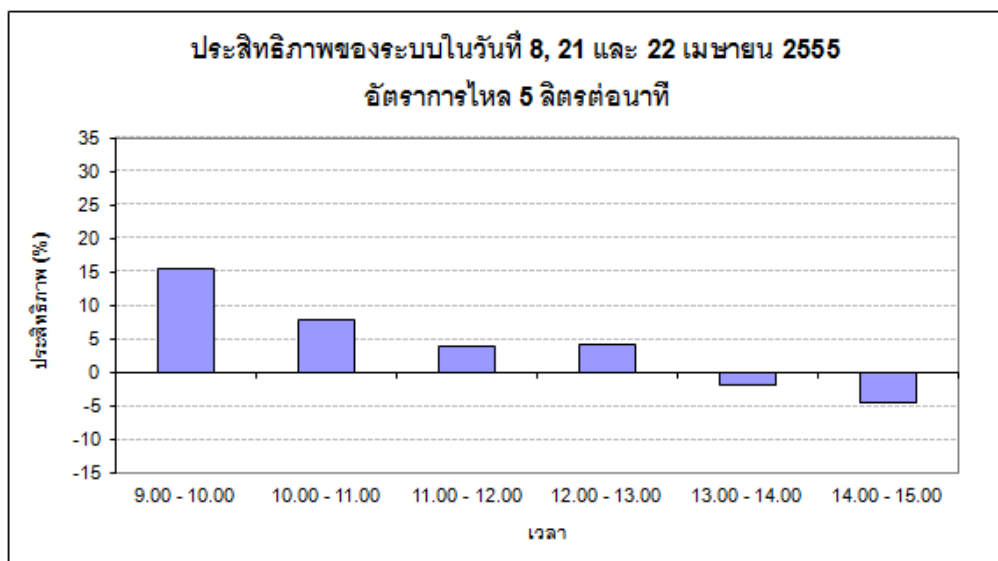
ภาพที่ 4.10 อุณหภูมิน้ำมันเฉลี่ยในวันที่ 8, 21 และ 22 เมษายน 2555
(อัตราการไหล 5.0 ลิตรต่อนาที)

อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำมันมีค่าเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับค่าความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิสูงสุด คือ 77 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 12.00–13.30 น. (ดังภาพที่ 4.10)



ภาพที่ 4.11 ประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์ในวันที่ 8, 21 และ 22 เมษายน 2555
(อัตราการไหล 5 ลิตรต่อนาที)

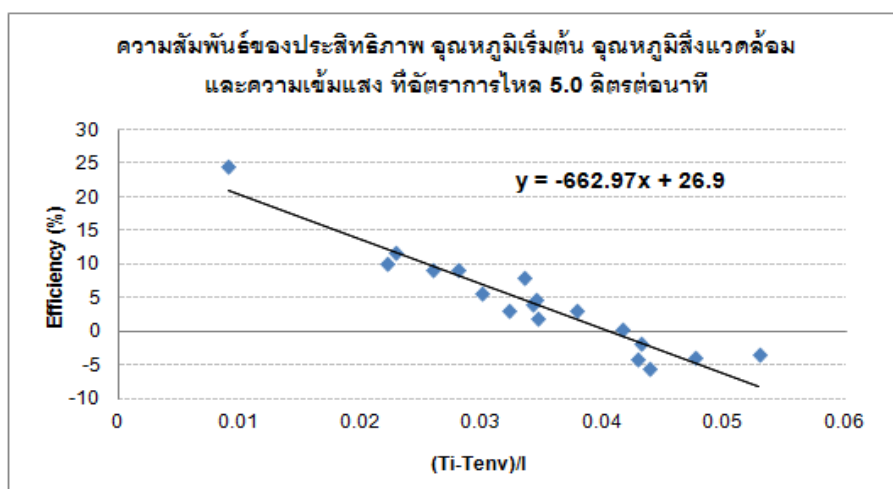
ประสิทธิภาพของรางรับแสงคงที่ตลอดทั้งวันสอดคล้องกับคุณสมบัติของรางรับแสง ประสิทธิภาพมีค่าประมาณ 30% และในระหว่างการทดลองความเข้มแสงมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและไม่มีการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพเนื่องจากสภาพอากาศ เช่น เมฆบังแสงอาทิตย์



ภาพที่ 4.12 ประสิทธิภาพเฉลี่ยคิดเป็นชั่วโมงในวันที่ 8, 21 และ 22 เมษายน 2555
(อัตราการไหล 5.0 ลิตรต่อนาที)

ประสิทธิภาพในช่วงแรกสูงเนื่องจากอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำมันมีอุณหภูมิต่ำทำให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในช่วงเริ่มการทดลองมีมาก ส่งผลให้การคำนวณประสิทธิภาพออกมามีค่าสูง หลังจากนั้นประสิทธิภาพจะมีค่าต่ำลงเนื่องจากอุณหภูมิเริ่มต้นมีค่าสูงขึ้นทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นมีค่าต่ำลง ทำให้ประสิทธิภาพลดลงและติดลบในตอนท้ายเนื่องจากการสูญเสียความร้อนของระบบ

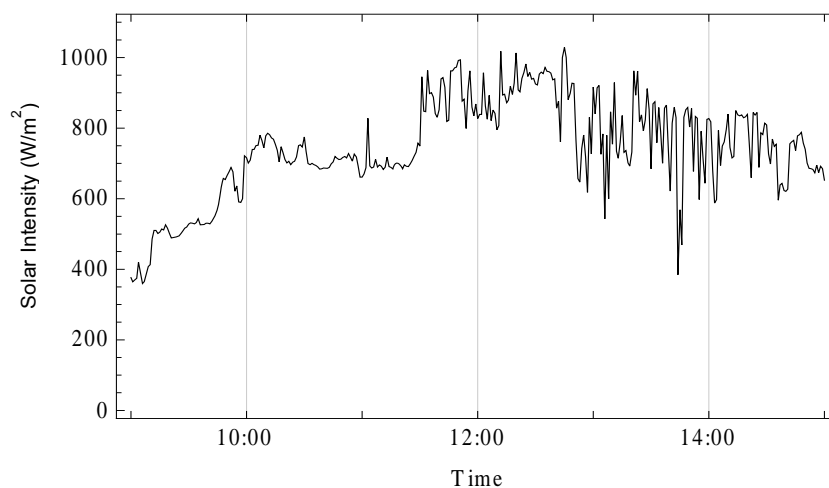
โดยประสิทธิภาพที่ได้จากรางรับแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปีคำนวณได้จากสมการความสัมพันธ์ในภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพ อุณหภูมิเริ่มต้น อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม
และความเข้มแสง ที่อัตราการไหล 5.0 ลิตรต่อนาที

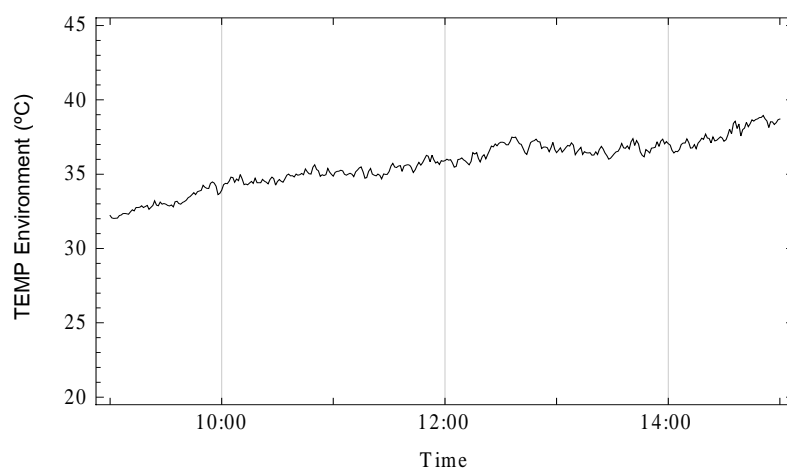
4.3 ผลการทดลองด้วยอัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาที

ทดลองด้วยอัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาที โดยการปรับค่า VFD ไว้ที่ความถี่ 15 เฮิร์ตซ์ (Hz) เก็บข้อมูลของความเข้มแสง อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและอุณหภูมิน้ำมัน

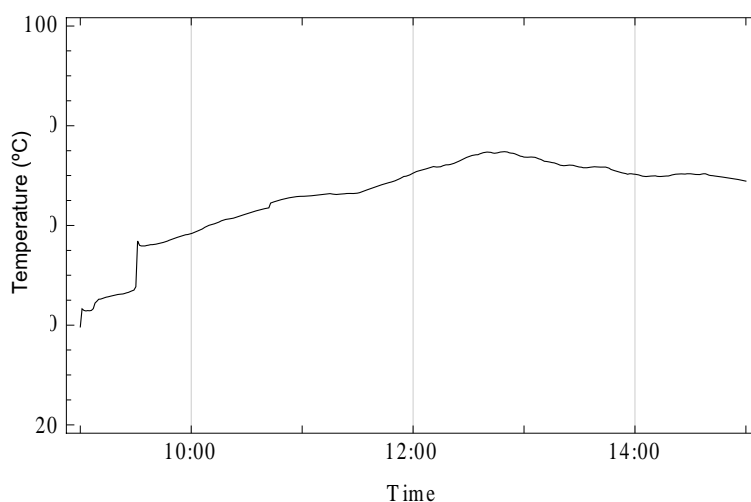


ภาพที่ 4.14 ความเข้มแสงเฉลี่ยในวันที่ 29, 30 เมษายน และ 6 พฤษภาคม 2555

สภาพอากาศระหว่างการทดลองมีเมฆมากในบางวัน ทำให้ความเข้มแสงในบางช่วงเวลามีค่าลดลง เนื่องจากการแสงอาทิตย์ถูกเมฆกั้น มีความเข้มแสงลดลงในบางช่วงการทดลอง (ดังภาพที่ 4.14)

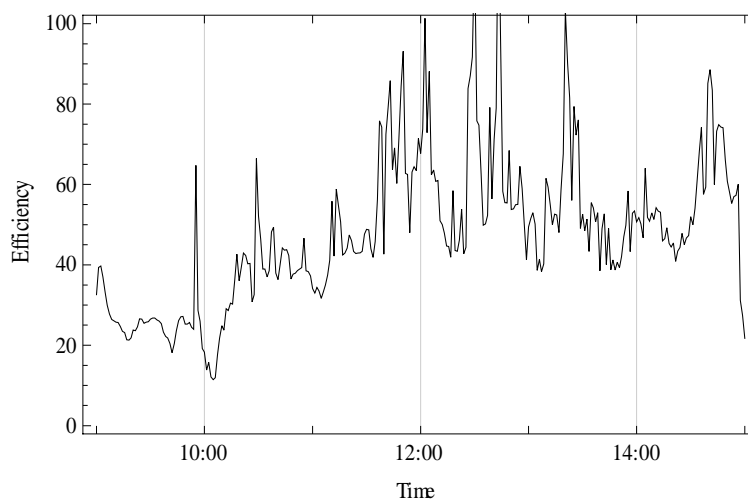


ภาพที่ 4.15 อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยในวันที่ 29, 30 เมษายน และ 6 พฤษภาคม 2555



ภาพที่ 4.16 อุณหภูมิน้ำมันเฉลี่ยในวันที่ 29, 30 เมษายน และ 6 พฤษภาคม 2555
(อัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาที)

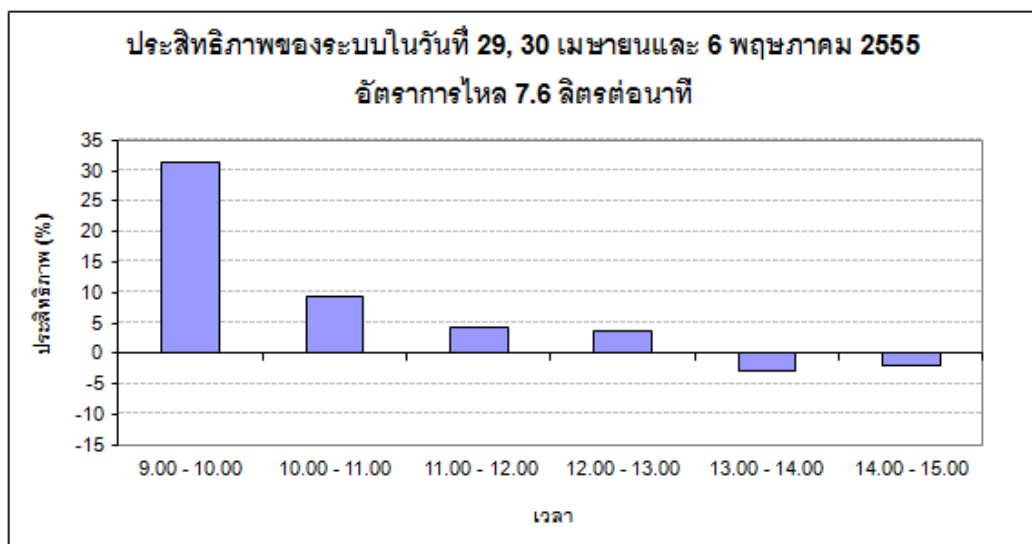
อุณหภูมิต่ำในช่วงแรกเหมือนกับการทดลองด้วยความถี่อื่น ๆ ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมงที่จะทำให้อุณหภูมิของน้ำมันเริ่มสูงขึ้น (ดังภาพที่ 4.16)



ภาพที่ 4.17 ประสิทธิภาพของวางรับแสงในวันที่ 29, 30 เมษายน และ 6 พฤษภาคม 2555
(อัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาที)

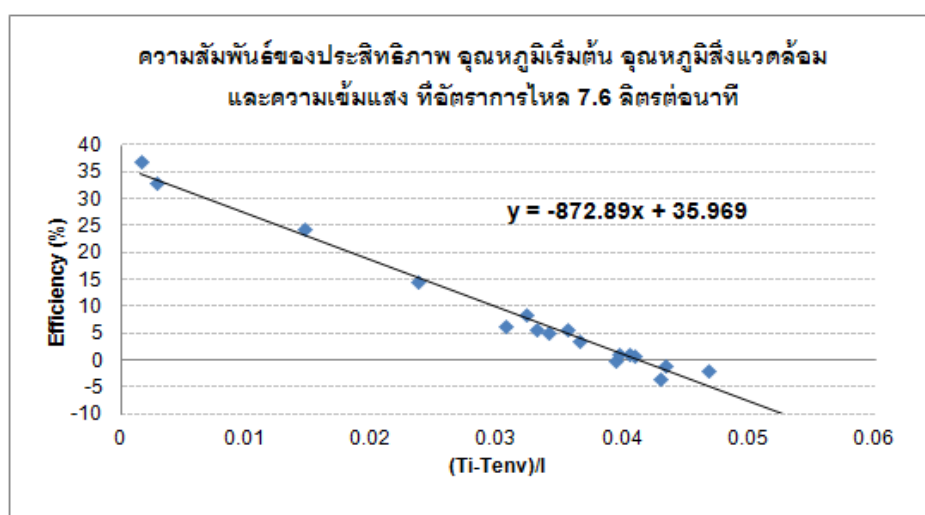
การหมุนเวียนของน้ำมันผ่านชุดท่อทองแดงเร็วที่สุดเมื่อเทียบกับการทดลองที่อัตราการไหล 2.6 และ 5.0 ลิตรต่อนาที เนื่องจากการไหลเวียนของน้ำมันที่เร็วทำให้ประสิทธิภาพของวางรับ

แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นด้วย ประสิทธิภาพเฉลี่ยของรางรับแสงอาทิตย์อยู่ที่ 50% ถึง 60% (ดังภาพที่ 4.17)



ภาพที่ 4.18 ประสิทธิภาพเฉลี่ยคิดเป็นชั่วโมงในวันที่ 29, 30 เมษายน และ 6 พฤษภาคม 2555 (อัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาที)

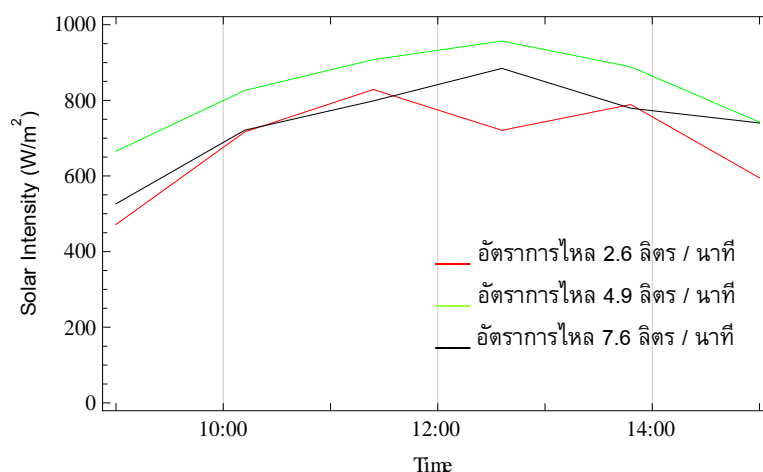
ประสิทธิภาพของระบบในช่วงเริ่มต้นมีประสิทธิภาพสูงสุด คือ 31.8% (ดังภาพที่ 4.18) โดยประสิทธิภาพที่ได้จากรางรับแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปีคำนวณได้จากสมการในภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพ อุณหภูมิเริ่มต้น อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความเข้มแสง ที่อัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาที

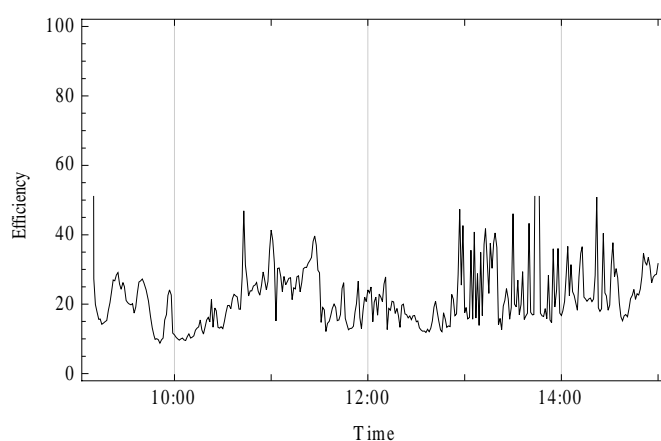
4.4 วิเคราะห์ประสิทธิภาพที่อัตราการไหลแบบต่าง ๆ

จากข้อมูลการทดลองปริมาณเมฆจะส่งผลโดยตรงกับความเข้มแสง ในวันที่ท้องฟ้าโปร่ง ทำให้ความเข้มแสงเพิ่มขึ้นประมาณ 200 W/m^2 ในทุก ๆ ช่วงเวลา ที่อัตราการไหล 2.6, 5.0 และ 7.6 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.20)

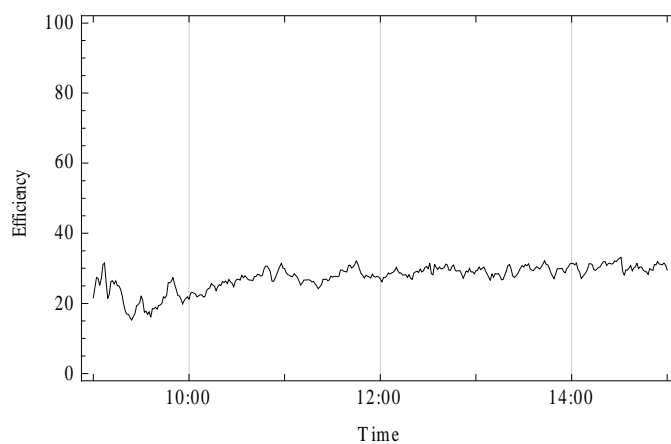


ภาพที่ 4.20 ความเข้มแสงเฉลี่ยในช่วงการทดลองของอัตราไหลที่ต่างกัน

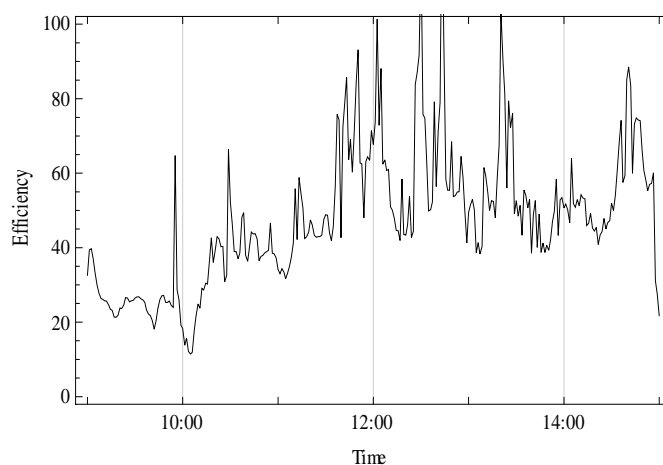
ประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพสูงสุดที่อัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาที ที่อัตราการไหลมากจะทำให้ให้น้ำมันสามารถดึงความร้อนจากท่อทองแดงไปได้มากกว่าอัตราการไหลที่น้อยกว่า (ดังภาพที่ 4.21, 4.22 และ 4.23)



ภาพที่ 4.21 ประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์ ที่อัตราการไหลแบบ 2.6 ลิตรต่อนาที

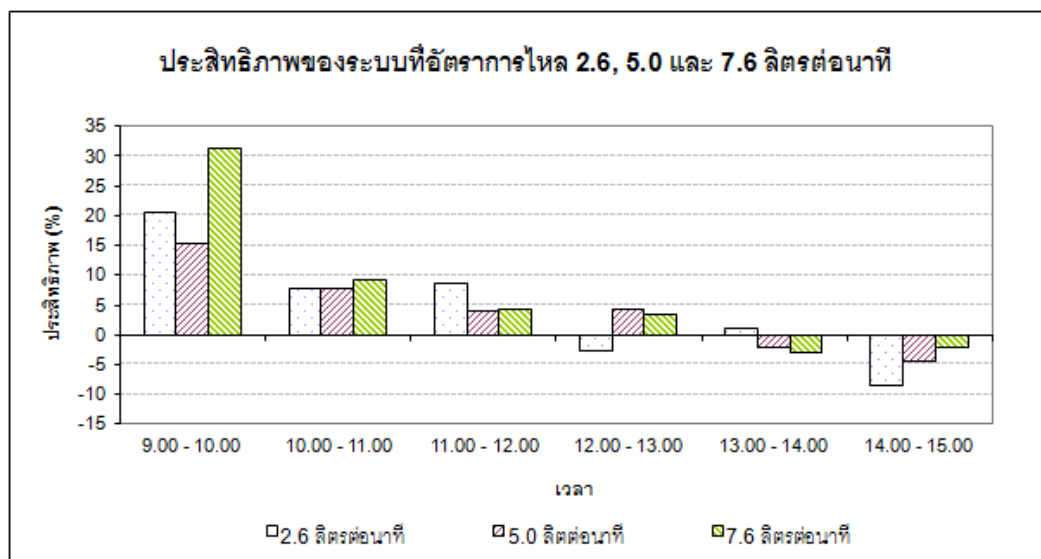


ภาพที่ 4.22 ประสิทธิภาพของวางรับแสงอาทิตย์ ที่อัตราการไหลแบบ 5.0 ลิตรต่อนาที



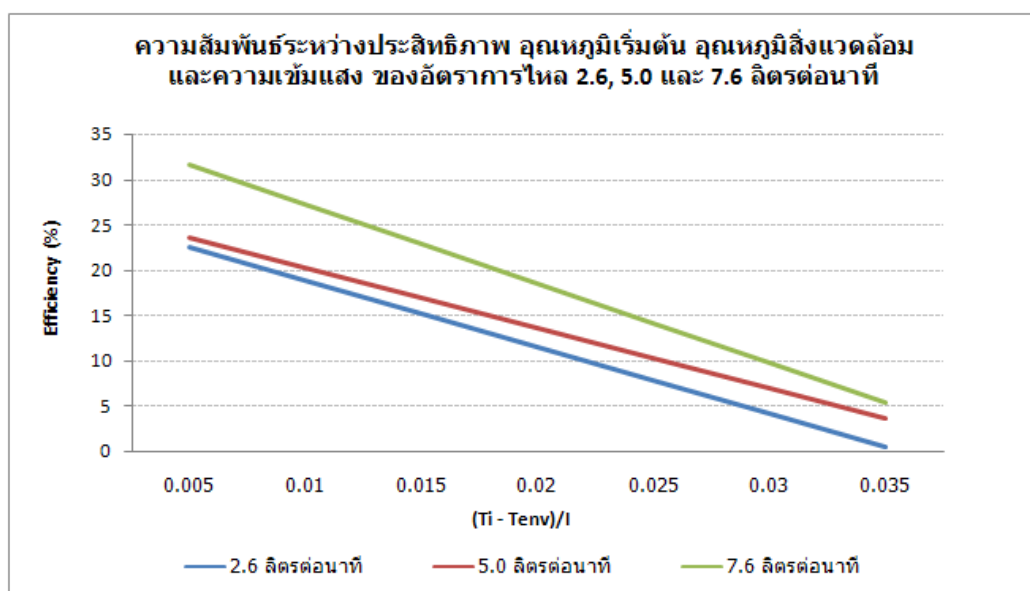
ภาพที่ 4.23 ประสิทธิภาพของวางรับแสงอาทิตย์ ที่อัตราการไหลแบบ 7.6 ลิตรต่อนาที

ประสิทธิภาพของระบบ จะมีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงเริ่มต้นการทดลอง เนื่องจากมีความแตกต่างของอุณหภูมิมากและที่อัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาทีจะมีประสิทธิภาพสูงสุด (ดังภาพที่ 4.24)



ภาพที่ 4.24 ประสิทธิภาพเฉลี่ยทุกชั่วโมงของระบบที่อัตราการไหล 2.6, 5.0 และ 7.6 ลิตรต่อนาที

แสดงอัตราการไหลในแต่ละช่วงเวลามีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเริ่มต้นที่ต่ำหรือสูงดัง
ภาพที่ 4.25



ภาพที่ 4.25 ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพ อุณหภูมิเริ่มต้น อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มแสงในช่วงการทดลองอัตราการไหล 2.6, 5.0 และ 7.6 ลิตรต่อนาที

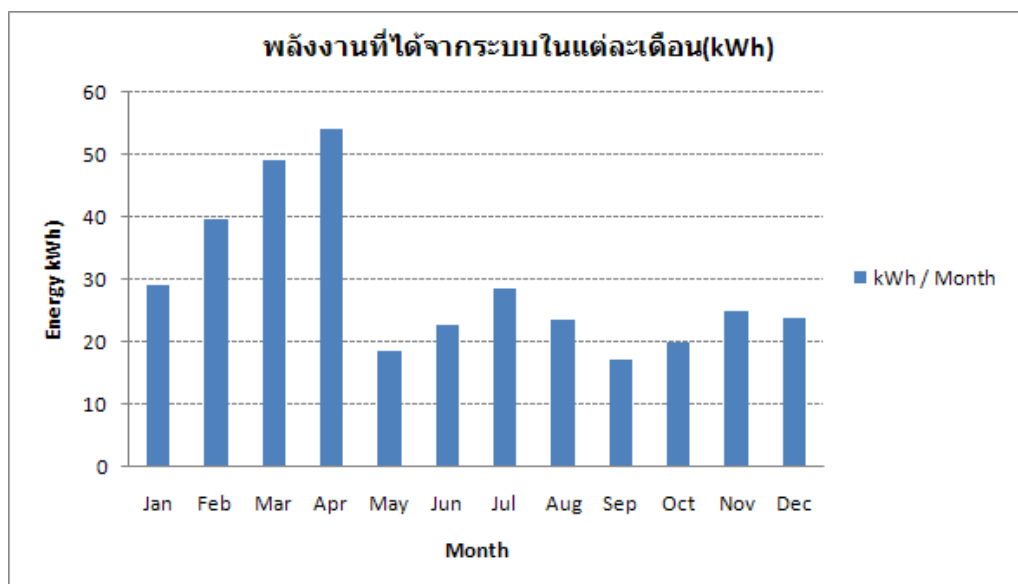
4.5 พลังงานที่ได้จากรังรับแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพกับอุณหภูมิเริ่มต้น กรณีที่อุณหภูมิเริ่มต้นน้อยจะทำให้ประสิทธิภาพของอัตรการไหลที่ 7.6 ลิตรต่ออนาที มีประสิทธิภาพดีที่สุด ดังนั้นหากนำระบบดังกล่าวไปใช้ร่วมกับโหลด (Load) ที่มีสามารถในการดึงอุณหภูมิออกไปได้ อัตรการไหลที่เหมาะสมกับการทดลองคือ 7.6 ลิตรต่ออนาที มาคำนวณหาพลังงานตลอดทั้งปี โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มแสงโดยอ้างอิงข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ปี 2553 [15]

เมื่อพิจารณาที่อัตรการไหล 7.6 ลิตรต่ออนาที สามารถคำนวณหาพลังงานที่ได้จากระบบทั้งปีได้จากสมการจากภาพที่ 4.19 ดังนี้

$$y = -872.89x + 35.969$$

โดย x มีค่าเท่ากับ $T_i - T_{env} / I$ โดยให้ T_i เป็นค่าคงที่ที่ 35 องศาเซลเซียส จะได้พลังงานทั้งหมด 351.7 kWh ต่อปี จะพบว่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ในเดือน เมษายนสอดคล้องกับข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ที่มากที่สุดในเดือนเมษายน



ภาพที่ 4.26 พลังงานของระบบในแต่ละเดือนในปี 2553

หมายเหตุ ปี 2554 ไม่มีข้อมูลเดือนธันวาคม เนื่องจากปัญหาอุทกภัย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ ต้องการที่จะศึกษาประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์แบบไม่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์ร่วมกับระบบการไหลแบบบังคับ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย เนื่องจากรางรับแสงอาทิตย์ที่ทำการศึกษา สามารถติดตั้งและใช้งานได้ง่าย ไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีขั้นสูง ทำให้การสามารถนำไปใช้ในพื้นที่ห่างไกลได้ และเหมาะสมกับสภาพแสงอาทิตย์ของประเทศไทยและประเทศในแถบเส้นศูนย์สูตร โดยการวิจัยเน้นเรื่องตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณและอัตราการไหลในระบบที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพที่เกิดขึ้น ได้ข้อสรุปดังนี้

- ในช่วงเริ่มต้นประสิทธิภาพจะสูงเนื่องจากอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำมันในระบบมีอุณหภูมิต่ำทำให้ในช่วงท้ายของการทดลองหลังจากที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนแล้วความแตกต่างของอุณหภูมิน้อยลงทำให้ประสิทธิภาพลดลง
- ประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์มีค่าสูงสุดเมื่ออัตราการไหลของน้ำมันเท่ากับ 7.6 ลิตรต่อนาที แสดงถึงอัตราการไหลที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพของรางรับแสงเพิ่มขึ้นด้วย
- ประสิทธิภาพของระบบจำทำให้ประสิทธิภาพสูงได้ถ้าอุณหภูมิของน้ำในช่วงเริ่มต้นมีค่าน้อยและเพื่อที่จะได้ประสิทธิภาพของระบบที่สูงสุด ควรใช้อัตราการไหลที่ 7.6 ลิตร/นาที
- อัตราการไหลจะมีผลกับระบบที่มีอุณหภูมิเริ่มต้นต่ำ ที่อัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาที จะตอบสนองต่ออุณหภูมิเริ่มต้นต่ำได้ดีกว่า กว่าอัตราการไหลอื่น ๆ ที่ทำการทดลอง
- พลังงานที่ได้จากรางรับแสงตลอดทั้งปี คือ 351.7 kWh / Year

5.2 ข้อเสนอแนะ

ตัวแปรความเข้มแสงในการทดลองเปลี่ยนแปลงไปทุก ๆ วันเนื่องจากสภาพอากาศในวันที่ทำการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ถ้ามีแหล่งกำเนิดแสงแบบจำลองที่สามารถควบคุมทิศทางและความเข้มแสงได้จะทำให้การพัฒนาเป็นไปได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น

หากสามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันขาเข้าให้คงที่ได้จะทำให้ประสิทธิภาพของของระบบเพิ่มขึ้น

รายการอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานและภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์, กันยายน 2542.
- [2] สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. เป้าหมายและนโยบายการพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย. แหล่งที่มา: <http://www.eppo.go.th> [กันยายน 2553]
- [3] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. พลังงานแสงอาทิตย์. แหล่งที่มา: <http://www.egat.co.th> [6 กุมภาพันธ์ 2555]
- [4] สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์. แหล่งที่มา: <http://www.dede.go.th> [6 กุมภาพันธ์ 2555]
- [5] ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ (SOLARTEC) NECTEC. แหล่งที่มา: <http://www.solartec.or.th> [7 กุมภาพันธ์ 2555]
- [6] Wattana Ratismith, Novel Parabolic Troughs without Solar Tracking System. Proc. Renewable Energy 2010. Pacifico Yokohama, Japan, 2010
- [7] Wattana Ratismith and Urith Archakositt. Parabolic Troughs without Solar Tracking System. Third International Conference on Applied Energy. Perugia, Italy, 2011
- [8] ASHRAE Standards Committee. Methods of Testing to Determine the Thermal Performance of Solar Collectors, November, 1985
- [9] เบญจมาศ ปุ้ยอ็อก และ วิทยา ยงเจริญ, การหาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3, พฤษภาคม, 2550
- [10] ณัฐณี วรยศ, วิภาวดี วงษ์สุวรรณ และทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์. การพัฒนาระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ในประเทศไทย. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2009): 55-69
- [11] Siemens Building Technologies. Cable temperature sensor QAP21.2. แหล่งที่มา: <http://www.cn.siemens.com> [10 มีนาคม 2555]

- [12] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ตัวตรวจวัดอุณหภูมิโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงความต้านทาน. แหล่งที่มา: <http://www.inc.eng.kumtt.ac.th>
[10 มีนาคม 2555]
- [13] น้ำมันหล่อลื่นอุตสาหกรรม. น้ำมันถ่ายเทความร้อน. บริษัท บางจาก ปิโตรเลียม จำกัด.
,2554
- [14] Product Data Sheet. Thermoil and Essotherm Heat Transfer Fluids. ESSO
Imperial Oil, January, 2009
- [15] งานบริการข้อมูล กลุ่มภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมหาวิทยาลัย. ข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์
และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม, 2553

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ตัวอย่างการคำนวณหาประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์

$$\eta = \dot{m} C_p (T_{out} - T_{in}) / I A$$

- เมื่อ n = ประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์, %
- \dot{m} = อัตราการไหล, kg/s
= อัตราการไหล (litre/s) x ความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน (kg/litre) / 60
- C_p = ค่าความร้อนจำเพาะของ ๆ ไหล, J/kg °C
- T_{out} = อุณหภูมิของน้ำมันออกรางรับแสงอาทิตย์, °C
- T_{in} = อุณหภูมิของน้ำมันเข้ารางรับแสงอาทิตย์, °C
- A = พื้นที่ของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์, m²
= กว้าง (m) x ยาว (m)
- I = ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ย, W/m²

หาประสิทธิภาพของรางรับแสงอาทิตย์ที่เวลา 9.00 น.

$$\begin{aligned} \dot{m} &= 0.07, \text{ kg/s} \\ C_p &= 2170 \text{ J/kg } ^\circ\text{C} \\ T_{out} &= 46.59 \text{ } ^\circ\text{C} \\ T_{in} &= 45.81 \text{ } ^\circ\text{C} \\ A &= 0.98 \text{ m}^2 \\ I &= 561.28 \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

แทนค่าตัวแปรในสมการ

$$\begin{aligned} \eta &= \dot{m} C_p (T_{out} - T_{in}) / I A \\ \eta &= (0.07 \times 2.170 (46.59 - 45.81)) / 550.05 \times 0.98 \\ &= (151.9 (0.78)) / 578 \\ &= 0.2154, 21.54\% \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณหาประสิทธิภาพของระบบ

$$\eta = m C_p (d(T_{inf} - T_{ini})/dt) / I A$$

- เมื่อ n_c = ประสิทธิภาพของรังสีแสงอาทิตย์, %
 m = ปริมาณของน้ำในระบบ, kg
 = ปริมาณของน้ำในระบบ (litre) x ความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน (kg / litre)
 C_p = ค่าความร้อนจำเพาะของ ทุ ไหล , kJ/kg °C
 T_{ini} = อุณหภูมิของน้ำขาเข้าตอนเริ่มต้น, °C
 T_{inf} = อุณหภูมิของน้ำขาออกตอนท้ายสุด, °C
 A = พื้นที่ของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์, m²
 = กว้าง (m) x ยาว (m)
 I = ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ย , W/m²

หาประสิทธิภาพของระบบที่เวลา 9.00 – 10.00

$$\begin{aligned} m &= 16, \text{ kg} \\ C_p &= 2,170, \text{ J/kg } ^\circ\text{C} \\ T_{ini} &= 45.81, \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (เวลา 9.00 น.)} \\ T_{inf} &= 58.13, \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (เวลา 10.00 น.)} \\ A &= 0.98, \text{ m}^2 \\ I &= 665.59, \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

แทนค่าตัวแปรในสมการ

$$\begin{aligned} \eta &= m C_p (d(T_{inf} - T_{ini})/dt) / I A \\ &= ((16 \cdot 0.85) \cdot 2170 (58.13 - 45.81) / 3600) / 665.59 \\ &= ((13.5 \cdot 26,734.4) / 3600) / 665.59 \\ &= 100.00 / 665.59 \\ &= 0.1517, 15.17\% \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข. 1

ข้อมูลดิบ ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และอุณหภูมิน้ำมัน

การทดลองด้วยอัตราการไหล 2.6 ลิตรต่อนาที: หัวข้อที่ 4.1

ตารางที่ 1: ความเข้มแสงเฉลี่ย

เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง
9:00:00	391.30	9:46:00	564.09	10:32:00	621.43	11:18:00	935.40
9:01:00	397.77	9:47:00	529.62	10:33:00	784.99	11:19:00	933.52
9:02:00	396.11	9:48:00	515.94	10:34:00	816.30	11:20:00	932.33
9:03:00	401.64	9:49:00	532.61	10:35:00	714.13	11:21:00	714.11
9:04:00	410.05	9:50:00	551.87	10:36:00	640.85	11:22:00	719.43
9:05:00	416.18	9:51:00	595.90	10:37:00	642.01	11:23:00	958.53
9:06:00	422.36	9:52:00	589.06	10:38:00	641.88	11:24:00	717.60
9:07:00	413.02	9:53:00	569.86	10:39:00	665.83	11:25:00	702.15
9:08:00	407.94	9:54:00	574.99	10:40:00	763.25	11:26:00	742.87
9:09:00	404.44	9:55:00	581.28	10:41:00	766.40	11:27:00	951.28
9:10:00	396.09	9:56:00	692.36	10:42:00	784.92	11:28:00	795.79
9:11:00	387.67	9:57:00	749.27	10:43:00	787.60	11:29:00	907.33
9:12:00	388.58	9:58:00	689.85	10:44:00	804.82	11:30:00	730.64
9:13:00	390.54	9:59:00	582.55	10:45:00	797.44	11:31:00	597.05
9:14:00	390.50	10:00:00	533.02	10:46:00	662.44	11:32:00	512.39
9:15:00	397.54	10:01:00	656.38	10:47:00	820.29	11:33:00	735.28
9:16:00	400.17	10:02:00	537.15	10:48:00	819.08	11:34:00	715.64
9:17:00	405.10	10:03:00	742.71	10:49:00	836.81	11:35:00	962.24
9:18:00	399.28	10:04:00	778.71	10:50:00	849.24	11:36:00	751.32
9:19:00	401.90	10:05:00	770.90	10:51:00	846.70	11:37:00	754.65
9:20:00	394.55	10:06:00	618.77	10:52:00	848.62	11:38:00	813.41
9:21:00	390.84	10:07:00	616.50	10:53:00	847.59	11:39:00	707.28
9:22:00	410.96	10:08:00	578.20	10:54:00	873.76	11:40:00	713.12
9:23:00	415.37	10:09:00	616.64	10:55:00	858.48	11:41:00	615.59
9:24:00	424.30	10:10:00	583.95	10:56:00	863.25	11:42:00	499.34
9:25:00	420.41	10:11:00	665.29	10:57:00	869.26	11:43:00	718.02
9:26:00	418.55	10:12:00	681.31	10:58:00	877.70	11:44:00	549.21
9:27:00	393.76	10:13:00	740.39	10:59:00	655.43	11:45:00	738.71
9:28:00	406.23	10:14:00	624.75	11:00:00	876.83	11:46:00	739.45
9:29:00	428.66	10:15:00	553.05	11:01:00	737.26	11:47:00	753.70
9:30:00	425.73	10:16:00	581.21	11:02:00	873.26	11:48:00	767.56
9:31:00	435.40	10:17:00	538.43	11:03:00	875.20	11:49:00	973.08
9:32:00	435.06	10:18:00	510.94	11:04:00	887.08	11:50:00	971.76
9:33:00	437.66	10:19:00	540.87	11:05:00	891.60	11:51:00	990.41
9:34:00	443.59	10:20:00	586.38	11:06:00	884.37	11:52:00	989.23
9:35:00	456.09	10:21:00	584.48	11:07:00	830.28	11:53:00	991.40
9:36:00	474.43	10:22:00	746.71	11:08:00	860.16	11:54:00	991.30
9:37:00	491.47	10:23:00	716.96	11:09:00	894.26	11:55:00	742.70
9:38:00	505.00	10:24:00	704.09	11:10:00	886.52	11:56:00	975.95
9:39:00	501.53	10:25:00	744.78	11:11:00	903.31	11:57:00	1003.63
9:40:00	494.33	10:26:00	733.76	11:12:00	897.09	11:58:00	960.66
9:41:00	518.06	10:27:00	796.08	11:13:00	908.59	11:59:00	807.57
9:42:00	524.19	10:28:00	776.50	11:14:00	845.61	12:00:00	975.53
9:43:00	523.42	10:29:00	789.36	11:15:00	912.19	12:01:00	987.76
9:44:00	536.10	10:30:00	786.51	11:16:00	902.75	12:02:00	550.74
9:45:00	604.64	10:31:00	637.29	11:17:00	924.05	12:03:00	537.50

หน่วยความเข้มแสง วัดต่อตารางเมตร

เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง
12:04:00	525.55	12:50:00	797.60	13:36:00	918.53	14:22:00	728.85
12:05:00	390.27	12:51:00	527.52	13:37:00	903.76	14:23:00	699.98
12:06:00	587.90	12:52:00	546.03	13:38:00	947.89	14:24:00	696.07
12:07:00	574.22	12:53:00	507.71	13:39:00	956.72	14:25:00	688.52
12:08:00	663.21	12:54:00	790.27	13:40:00	943.00	14:26:00	688.83
12:09:00	811.05	12:55:00	718.82	13:41:00	827.40	14:27:00	713.39
12:10:00	807.29	12:56:00	824.57	13:42:00	869.46	14:28:00	571.66
12:11:00	795.42	12:57:00	786.13	13:43:00	865.97	14:29:00	490.49
12:12:00	534.82	12:58:00	954.49	13:44:00	882.35	14:30:00	682.16
12:13:00	802.54	12:59:00	760.28	13:45:00	772.79	14:31:00	694.36
12:14:00	619.17	13:00:00	758.05	13:46:00	819.79	14:32:00	695.54
12:15:00	563.70	13:01:00	756.83	13:47:00	754.50	14:33:00	704.40
12:16:00	326.00	13:02:00	752.83	13:48:00	691.10	14:34:00	706.45
12:17:00	449.49	13:03:00	1027.82	13:49:00	636.22	14:35:00	705.55
12:18:00	755.28	13:04:00	797.07	13:50:00	600.83	14:36:00	700.60
12:19:00	807.24	13:05:00	758.12	13:51:00	751.59	14:37:00	682.29
12:20:00	787.73	13:06:00	1010.66	13:52:00	705.67	14:38:00	583.42
12:21:00	629.71	13:07:00	851.45	13:53:00	486.05	14:39:00	484.69
12:22:00	805.49	13:08:00	1007.15	13:54:00	468.60	14:40:00	494.05
12:23:00	792.26	13:09:00	941.35	13:55:00	483.55	14:41:00	623.64
12:24:00	784.05	13:10:00	982.94	13:56:00	656.32	14:42:00	556.49
12:25:00	787.04	13:11:00	979.25	13:57:00	493.89	14:43:00	690.03
12:26:00	666.03	13:12:00	983.75	13:58:00	481.27	14:44:00	690.02
12:27:00	697.77	13:13:00	984.79	13:59:00	478.33	14:45:00	646.02
12:28:00	797.92	13:14:00	965.06	14:00:00	473.72	14:46:00	440.26
12:29:00	994.25	13:15:00	875.99	14:01:00	519.39	14:47:00	651.09
12:30:00	830.49	13:16:00	763.09	14:02:00	552.09	14:48:00	408.01
12:31:00	776.26	13:17:00	978.92	14:03:00	546.41	14:49:00	428.21
12:32:00	778.00	13:18:00	768.89	14:04:00	560.85	14:50:00	410.98
12:33:00	782.50	13:19:00	765.06	14:05:00	557.91	14:51:00	332.77
12:34:00	992.77	13:20:00	767.26	14:06:00	568.92	14:52:00	278.99
12:35:00	925.47	13:21:00	741.11	14:07:00	540.07	14:53:00	441.89
12:36:00	1016.02	13:22:00	789.27	14:08:00	765.10	14:54:00	500.46
12:37:00	1025.84	13:23:00	854.35	14:09:00	722.33	14:55:00	561.29
12:38:00	707.60	13:24:00	617.69	14:10:00	690.13	14:56:00	509.44
12:39:00	729.17	13:25:00	749.94	14:11:00	681.10	14:57:00	643.69
12:40:00	738.62	13:26:00	750.28	14:12:00	674.81	14:58:00	460.64
12:41:00	775.41	13:27:00	738.69	14:13:00	680.89	14:59:00	651.95
12:42:00	703.17	13:28:00	790.30	14:14:00	450.00	15:00:00	641.08
12:43:00	727.19	13:29:00	755.17	14:15:00	476.11		
12:44:00	813.28	13:30:00	760.30	14:16:00	575.74		
12:45:00	724.87	13:31:00	762.09	14:17:00	739.60		
12:46:00	674.32	13:32:00	900.15	14:18:00	545.81		
12:47:00	449.10	13:33:00	896.38	14:19:00	514.43		
12:48:00	478.14	13:34:00	808.00	14:20:00	744.29		
12:49:00	535.57	13:35:00	868.70	14:21:00	728.94		

หน่วยความเข้มแสง วัดต่อตารางเมตร

ตารางที่ 2: คุณภูมิสิ่งแวดล้อม

เวลา	คุณภูมิ	เวลา	คุณภูมิ	เวลา	คุณภูมิ	เวลา	คุณภูมิ
9:00:00	32.16	9:46:00	32.86	10:32:00	34.34	11:18:00	36.03
9:01:00	32.15	9:47:00	33.07	10:33:00	34.60	11:19:00	36.01
9:02:00	32.24	9:48:00	32.93	10:34:00	34.52	11:20:00	36.01
9:03:00	32.30	9:49:00	32.88	10:35:00	34.41	11:21:00	36.04
9:04:00	32.34	9:50:00	32.68	10:36:00	34.19	11:22:00	35.91
9:05:00	32.52	9:51:00	32.82	10:37:00	34.08	11:23:00	35.93
9:06:00	32.58	9:52:00	33.01	10:38:00	34.15	11:24:00	35.73
9:07:00	32.69	9:53:00	33.03	10:39:00	34.16	11:25:00	35.62
9:08:00	32.63	9:54:00	33.04	10:40:00	34.16	11:26:00	35.29
9:09:00	32.76	9:55:00	33.31	10:41:00	34.46	11:27:00	35.34
9:10:00	32.56	9:56:00	33.40	10:42:00	34.43	11:28:00	35.48
9:11:00	32.40	9:57:00	33.25	10:43:00	34.22	11:29:00	35.85
9:12:00	32.35	9:58:00	33.04	10:44:00	34.12	11:30:00	35.69
9:13:00	32.30	9:59:00	33.04	10:45:00	34.28	11:31:00	35.57
9:14:00	32.34	10:00:00	33.18	10:46:00	34.45	11:32:00	35.64
9:15:00	32.23	10:01:00	33.26	10:47:00	34.52	11:33:00	35.64
9:16:00	32.18	10:02:00	33.04	10:48:00	34.70	11:34:00	35.60
9:17:00	32.27	10:03:00	33.33	10:49:00	34.99	11:35:00	35.67
9:18:00	32.42	10:04:00	33.74	10:50:00	35.19	11:36:00	35.60
9:19:00	32.35	10:05:00	33.89	10:51:00	34.91	11:37:00	35.43
9:20:00	32.31	10:06:00	33.60	10:52:00	34.96	11:38:00	35.41
9:21:00	32.17	10:07:00	33.23	10:53:00	35.16	11:39:00	35.48
9:22:00	32.27	10:08:00	33.45	10:54:00	35.22	11:40:00	35.63
9:23:00	32.38	10:09:00	33.29	10:55:00	35.07	11:41:00	35.68
9:24:00	32.48	10:10:00	33.23	10:56:00	35.23	11:42:00	35.64
9:25:00	32.43	10:11:00	33.32	10:57:00	34.86	11:43:00	35.39
9:26:00	32.42	10:12:00	33.39	10:58:00	34.63	11:44:00	35.43
9:27:00	32.30	10:13:00	33.52	10:59:00	34.52	11:45:00	35.63
9:28:00	32.30	10:14:00	33.81	11:00:00	34.50	11:46:00	35.73
9:29:00	32.14	10:15:00	34.15	11:01:00	34.85	11:47:00	35.74
9:30:00	32.06	10:16:00	34.28	11:02:00	35.00	11:48:00	35.43
9:31:00	32.28	10:17:00	34.33	11:03:00	34.88	11:49:00	35.55
9:32:00	32.48	10:18:00	34.21	11:04:00	35.13	11:50:00	35.91
9:33:00	32.55	10:19:00	34.33	11:05:00	35.12	11:51:00	35.97
9:34:00	32.53	10:20:00	33.91	11:06:00	35.27	11:52:00	35.97
9:35:00	32.62	10:21:00	33.77	11:07:00	35.52	11:53:00	36.21
9:36:00	32.77	10:22:00	33.84	11:08:00	35.76	11:54:00	36.01
9:37:00	32.98	10:23:00	33.64	11:09:00	36.10	11:55:00	36.13
9:38:00	33.18	10:24:00	33.75	11:10:00	36.12	11:56:00	36.50
9:39:00	33.04	10:25:00	33.70	11:11:00	35.98	11:57:00	36.67
9:40:00	32.86	10:26:00	33.70	11:12:00	35.85	11:58:00	36.64
9:41:00	32.61	10:27:00	34.01	11:13:00	35.65	11:59:00	36.90
9:42:00	32.57	10:28:00	34.13	11:14:00	35.79	12:00:00	37.02
9:43:00	32.64	10:29:00	34.47	11:15:00	35.71	12:01:00	36.46
9:44:00	32.71	10:30:00	34.12	11:16:00	35.52	12:02:00	36.31
9:45:00	32.66	10:31:00	34.29	11:17:00	35.76	12:03:00	35.88

หน่วยคุณภูมิสิ่งแวดล้อม : องศาเซลเซียส

เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ
12:04:00	36.01	12:50:00	35.88	13:36:00	36.67	14:22:00	36.66
12:05:00	35.83	12:51:00	35.84	13:37:00	37.19	14:23:00	36.52
12:06:00	36.08	12:52:00	35.80	13:38:00	37.10	14:24:00	36.43
12:07:00	36.12	12:53:00	36.10	13:39:00	36.79	14:25:00	36.42
12:08:00	35.78	12:54:00	35.95	13:40:00	37.11	14:26:00	36.29
12:09:00	35.82	12:55:00	36.10	13:41:00	37.06	14:27:00	36.48
12:10:00	35.76	12:56:00	36.06	13:42:00	37.21	14:28:00	36.64
12:11:00	35.87	12:57:00	35.95	13:43:00	37.01	14:29:00	36.55
12:12:00	36.17	12:58:00	35.93	13:44:00	37.08	14:30:00	36.36
12:13:00	36.25	12:59:00	36.55	13:45:00	37.17	14:31:00	36.77
12:14:00	36.21	13:00:00	36.78	13:46:00	37.33	14:32:00	36.60
12:15:00	36.18	13:01:00	36.89	13:47:00	37.16	14:33:00	36.53
12:16:00	36.21	13:02:00	36.48	13:48:00	36.79	14:34:00	36.75
12:17:00	36.00	13:03:00	36.61	13:49:00	36.93	14:35:00	37.11
12:18:00	35.50	13:04:00	37.19	13:50:00	36.71	14:36:00	36.97
12:19:00	35.36	13:05:00	37.12	13:51:00	36.79	14:37:00	36.76
12:20:00	35.39	13:06:00	37.19	13:52:00	36.70	14:38:00	37.14
12:21:00	35.36	13:07:00	37.21	13:53:00	36.45	14:39:00	36.89
12:22:00	35.40	13:08:00	37.06	13:54:00	36.61	14:40:00	36.79
12:23:00	35.29	13:09:00	37.34	13:55:00	36.85	14:41:00	36.95
12:24:00	35.30	13:10:00	37.35	13:56:00	37.09	14:42:00	36.87
12:25:00	35.62	13:11:00	37.10	13:57:00	36.85	14:43:00	37.40
12:26:00	35.94	13:12:00	36.89	13:58:00	36.55	14:44:00	37.31
12:27:00	36.22	13:13:00	36.95	13:59:00	36.66	14:45:00	37.42
12:28:00	36.19	13:14:00	37.42	14:00:00	36.56	14:46:00	37.16
12:29:00	35.79	13:15:00	37.66	14:01:00	36.38	14:47:00	37.07
12:30:00	35.66	13:16:00	37.49	14:02:00	36.32	14:48:00	36.81
12:31:00	35.73	13:17:00	36.94	14:03:00	36.26	14:49:00	36.43
12:32:00	35.60	13:18:00	36.85	14:04:00	36.27	14:50:00	36.35
12:33:00	35.70	13:19:00	36.79	14:05:00	36.24	14:51:00	36.29
12:34:00	35.63	13:20:00	36.82	14:06:00	36.28	14:52:00	35.97
12:35:00	36.12	13:21:00	36.59	14:07:00	36.38	14:53:00	36.04
12:36:00	36.44	13:22:00	36.31	14:08:00	36.25	14:54:00	35.95
12:37:00	36.37	13:23:00	36.45	14:09:00	36.33	14:55:00	36.15
12:38:00	36.21	13:24:00	37.08	14:10:00	36.64	14:56:00	36.78
12:39:00	36.38	13:25:00	36.92	14:11:00	36.70	14:57:00	36.80
12:40:00	36.65	13:26:00	36.65	14:12:00	36.55	14:58:00	37.19
12:41:00	36.88	13:27:00	36.64	14:13:00	36.16	14:59:00	37.30
12:42:00	36.98	13:28:00	36.47	14:14:00	35.74	15:00:00	37.22
12:43:00	37.09	13:29:00	36.32	14:15:00	35.94		
12:44:00	36.34	13:30:00	36.64	14:16:00	36.02		
12:45:00	36.02	13:31:00	36.49	14:17:00	36.19		
12:46:00	35.90	13:32:00	36.70	14:18:00	36.27		
12:47:00	36.09	13:33:00	36.85	14:19:00	36.20		
12:48:00	35.81	13:34:00	36.37	14:20:00	36.24		
12:49:00	35.78	13:35:00	36.03	14:21:00	36.29		

หน่วยอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม : องศาเซลเซียส

ตารางที่ 3: คุณหมูน้ำมันเฉลี่ย

เวลา	คุณหมูน้ำมัน	เวลา	คุณหมูน้ำมัน	เวลา	คุณหมูน้ำมัน	เวลา	คุณหมูน้ำมัน
9:00:00	37.86	9:46:00	44.25	10:32:00	52.35	11:18:00	58.81
9:01:00	38.15	9:47:00	44.34	10:33:00	52.57	11:19:00	58.90
9:02:00	38.16	9:48:00	44.44	10:34:00	52.89	11:20:00	59.21
9:03:00	38.20	9:49:00	44.50	10:35:00	53.17	11:21:00	60.14
9:04:00	38.80	9:50:00	44.547	10:36:00	53.38	11:22:00	61.02
9:05:00	39.30	9:51:00	44.59	10:37:00	53.52	11:23:00	61.61
9:06:00	40.62	9:52:00	44.68	10:38:00	53.63	11:24:00	62.02
9:07:00	40.36	9:53:00	44.73	10:39:00	53.73	11:25:00	62.26
9:08:00	43.52	9:54:00	44.80	10:40:00	53.85	11:26:00	62.18
9:09:00	43.77	9:55:00	44.89	10:41:00	53.88	11:27:00	62.13
9:10:00	43.47	9:56:00	45.42	10:42:00	53.90	11:28:00	62.19
9:11:00	43.44	9:57:00	49.42	10:43:00	53.90	11:29:00	62.29
9:12:00	43.41	9:58:00	49.21	10:44:00	53.88	11:30:00	62.44
9:13:00	43.40	9:59:00	49.31	10:45:00	53.97	11:31:00	62.53
9:14:00	43.46	10:00:00	49.41	10:46:00	54.09	11:32:00	62.55
9:15:00	43.48	10:01:00	49.50	10:47:00	54.15	11:33:00	62.61
9:16:00	43.48	10:02:00	49.52	10:48:00	54.26	11:34:00	62.70
9:17:00	43.46	10:03:00	49.53	10:49:00	54.37	11:35:00	62.70
9:18:00	43.50	10:04:00	49.63	10:50:00	54.67	11:36:00	62.65
9:19:00	43.53	10:05:00	49.81	10:51:00	54.93	11:37:00	62.70
9:20:00	43.54	10:06:00	49.95	10:52:00	55.11	11:38:00	62.65
9:21:00	43.54	10:07:00	49.97	10:53:00	55.36	11:39:00	62.70
9:22:00	43.55	10:08:00	49.98	10:54:00	55.60	11:40:00	62.70
9:23:00	43.53	10:09:00	50.02	10:55:00	55.79	11:41:00	62.77
9:24:00	43.54	10:10:00	49.99	10:56:00	55.92	11:42:00	62.87
9:25:00	43.57	10:11:00	50.02	10:57:00	56.02	11:43:00	62.97
9:26:00	43.59	10:12:00	50.08	10:58:00	56.04	11:44:00	63.06
9:27:00	43.62	10:13:00	50.17	10:59:00	56.14	11:45:00	63.17
9:28:00	43.67	10:14:00	50.34	11:00:00	56.22	11:46:00	63.13
9:29:00	43.66	10:15:00	50.51	11:01:00	56.32	11:47:00	63.07
9:30:00	43.63	10:16:00	50.28	11:02:00	56.44	11:48:00	63.04
9:31:00	43.58	10:17:00	50.00	11:03:00	56.55	11:49:00	63.01
9:32:00	43.61	10:18:00	49.83	11:04:00	56.68	11:50:00	63.00
9:33:00	43.63	10:19:00	49.71	11:05:00	56.79	11:51:00	63.11
9:34:00	43.66	10:20:00	49.59	11:06:00	56.93	11:52:00	63.29
9:35:00	43.68	10:21:00	49.38	11:07:00	57.10	11:53:00	63.51
9:36:00	43.73	10:22:00	49.13	11:08:00	57.28	11:54:00	63.73
9:37:00	43.76	10:23:00	48.94	11:09:00	57.45	11:55:00	63.84
9:38:00	43.83	10:24:00	50.36	11:10:00	57.61	11:56:00	64.03
9:39:00	43.92	10:25:00	51.03	11:11:00	57.75	11:57:00	64.25
9:40:00	44.00	10:26:00	51.17	11:12:00	57.96	11:58:00	64.38
9:41:00	44.03	10:27:00	51.26	11:13:00	58.13	11:59:00	64.55
9:42:00	44.02	10:28:00	51.42	11:14:00	58.30	12:00:00	64.81
9:43:00	44.03	10:29:00	51.68	11:15:00	58.45	12:01:00	65.00
9:44:00	44.09	10:30:00	51.95	11:16:00	58.59	12:02:00	65.10
9:45:00	44.16	10:31:00	52.15	11:17:00	58.68	12:03:00	65.133

หน่วยคุณหมูน้ำมัน : องศาเซลเซียส

เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ
12:04:00	65.01	12:50:00	63.35	13:36:00	62.98	14:22:00	61.44
12:05:00	64.79	12:51:00	63.22	13:37:00	63.16	14:23:00	61.50
12:06:00	64.64	12:52:00	63.13	13:38:00	63.52	14:24:00	61.44
12:07:00	64.59	12:53:00	63.07	13:39:00	63.75	14:25:00	61.40
12:08:00	64.54	12:54:00	63.00	13:40:00	63.80	14:26:00	61.37
12:09:00	64.40	12:55:00	62.90	13:41:00	63.89	14:27:00	61.28
12:10:00	64.30	12:56:00	62.82	13:42:00	64.03	14:28:00	61.17
12:11:00	64.23	12:57:00	62.68	13:43:00	64.08	14:29:00	61.09
12:12:00	64.14	12:58:00	62.57	13:44:00	64.04	14:30:00	60.98
12:13:00	64.09	12:59:00	62.52	13:45:00	64.12	14:31:00	60.89
12:14:00	64.13	13:00:00	62.56	13:46:00	64.09	14:32:00	60.75
12:15:00	64.16	13:01:00	62.68	13:47:00	64.11	14:33:00	60.60
12:16:00	64.20	13:02:00	62.72	13:48:00	64.11	14:34:00	60.58
12:17:00	64.24	13:03:00	62.70	13:49:00	64.08	14:35:00	60.51
12:18:00	64.20	13:04:00	62.80	13:50:00	64.05	14:36:00	60.50
12:19:00	63.92	13:05:00	62.92	13:51:00	64.02	14:37:00	60.34
12:20:00	63.59	13:06:00	62.95	13:52:00	64.03	14:38:00	60.25
12:21:00	63.33	13:07:00	62.87	13:53:00	64.06	14:39:00	60.19
12:22:00	63.11	13:08:00	63.11	13:54:00	63.98	14:40:00	60.08
12:23:00	62.89	13:09:00	63.16	13:55:00	63.83	14:41:00	59.95
12:24:00	62.67	13:10:00	63.31	13:56:00	63.82	14:42:00	59.91
12:25:00	62.52	13:11:00	63.47	13:57:00	63.83	14:43:00	59.88
12:26:00	62.43	13:12:00	63.52	13:58:00	63.77	14:44:00	59.88
12:27:00	62.36	13:13:00	63.56	13:59:00	63.74	14:45:00	59.87
12:28:00	62.36	13:14:00	63.64	14:00:00	63.68	14:46:00	59.84
12:29:00	62.21	13:15:00	63.84	14:01:00	63.53	14:47:00	59.69
12:30:00	62.12	13:16:00	64.00	14:02:00	63.43	14:48:00	59.61
12:31:00	62.11	13:17:00	64.13	14:03:00	63.33	14:49:00	59.48
12:32:00	62.09	13:18:00	64.09	14:04:00	63.31	14:50:00	59.24
12:33:00	62.21	13:19:00	64.09	14:05:00	63.18	14:51:00	59.08
12:34:00	62.27	13:20:00	64.14	14:06:00	63.03	14:52:00	59.00
12:35:00	62.37	13:21:00	64.13	14:07:00	62.92	14:53:00	58.74
12:36:00	62.63	13:22:00	64.04	14:08:00	62.85	14:54:00	58.39
12:37:00	62.78	13:23:00	63.94	14:09:00	62.63	14:55:00	58.12
12:38:00	62.93	13:24:00	63.90	14:10:00	62.53	14:56:00	58.06
12:39:00	63.04	13:25:00	63.92	14:11:00	62.57	14:57:00	57.98
12:40:00	63.21	13:26:00	63.84	14:12:00	62.62	14:58:00	57.85
12:41:00	63.33	13:27:00	63.68	14:13:00	62.56	14:59:00	57.77
12:42:00	63.49	13:28:00	63.54	14:14:00	62.36	15:00:00	57.67
12:43:00	63.65	13:29:00	63.42	14:15:00	62.21		
12:44:00	63.67	13:30:00	63.34	14:16:00	62.07		
12:45:00	63.62	13:31:00	63.28	14:17:00	61.88		
12:46:00	63.55	13:32:00	63.27	14:18:00	61.83		
12:47:00	63.53	13:33:00	63.17	14:19:00	61.71		
12:48:00	63.53	13:34:00	63.08	14:20:00	61.57		
12:49:00	63.41	13:35:00	62.92	14:21:00	61.48		

หน่วยอุณหภูมิ : องศาเซลเซียส

การทดลองด้วยอัตราการไหล 5.0 ลิตรต่อนาที: หัวข้อที่ 4.2

ตารางที่ 4: ความเข้มแสงเฉลี่ย

เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง
9:00:00	561.28	9:46:00	718.61	10:32:00	833.32	11:18:00	911.09
9:01:00	565.67	9:47:00	712.16	10:33:00	836.30	11:19:00	906.53
9:02:00	568.38	9:48:00	710.70	10:34:00	850.75	11:20:00	913.20
9:03:00	570.19	9:49:00	726.32	10:35:00	855.41	11:21:00	907.73
9:04:00	571.87	9:50:00	730.11	10:36:00	859.64	11:22:00	894.88
9:05:00	581.65	9:51:00	734.41	10:37:00	856.24	11:23:00	913.43
9:06:00	587.05	9:52:00	742.15	10:38:00	862.95	11:24:00	892.51
9:07:00	589.80	9:53:00	746.47	10:39:00	862.63	11:25:00	901.35
9:08:00	591.99	9:54:00	748.63	10:40:00	856.08	11:26:00	892.13
9:09:00	596.21	9:55:00	752.77	10:41:00	848.58	11:27:00	888.74
9:10:00	601.84	9:56:00	755.81	10:42:00	852.17	11:28:00	920.87
9:11:00	609.29	9:57:00	753.37	10:43:00	839.02	11:29:00	907.81
9:12:00	617.20	9:58:00	757.25	10:44:00	848.22	11:30:00	925.60
9:13:00	615.50	9:59:00	761.80	10:45:00	853.18	11:31:00	932.04
9:14:00	610.67	10:00:00	774.46	10:46:00	861.52	11:32:00	927.29
9:15:00	609.43	10:01:00	767.04	10:47:00	859.25	11:33:00	928.71
9:16:00	620.62	10:02:00	766.80	10:48:00	853.92	11:34:00	932.69
9:17:00	623.68	10:03:00	765.91	10:49:00	844.69	11:35:00	896.52
9:18:00	633.97	10:04:00	768.84	10:50:00	847.91	11:36:00	906.84
9:19:00	636.99	10:05:00	781.11	10:51:00	865.38	11:37:00	906.47
9:20:00	638.69	10:06:00	778.15	10:52:00	866.12	11:38:00	918.13
9:21:00	642.54	10:07:00	778.19	10:53:00	867.41	11:39:00	928.25
9:22:00	647.53	10:08:00	775.89	10:54:00	859.67	11:40:00	892.27
9:23:00	646.68	10:09:00	782.19	10:55:00	859.28	11:41:00	915.03
9:24:00	656.04	10:10:00	789.90	10:56:00	842.74	11:42:00	931.51
9:25:00	658.63	10:11:00	791.02	10:57:00	850.71	11:43:00	909.03
9:26:00	656.53	10:12:00	794.61	10:58:00	861.34	11:44:00	911.04
9:27:00	654.53	10:13:00	793.39	10:59:00	864.09	11:45:00	909.73
9:28:00	660.20	10:14:00	786.85	11:00:00	857.54	11:46:00	926.67
9:29:00	662.61	10:15:00	797.53	11:01:00	850.20	11:47:00	928.59
9:30:00	656.67	10:16:00	805.08	11:02:00	853.53	11:48:00	940.26
9:31:00	661.51	10:17:00	811.07	11:03:00	856.90	11:49:00	931.84
9:32:00	665.88	10:18:00	807.97	11:04:00	860.86	11:50:00	955.68
9:33:00	678.29	10:19:00	815.26	11:05:00	863.90	11:51:00	931.05
9:34:00	677.50	10:20:00	823.16	11:06:00	869.06	11:52:00	932.17
9:35:00	686.75	10:21:00	818.59	11:07:00	871.87	11:53:00	933.93
9:36:00	687.74	10:22:00	819.19	11:08:00	861.75	11:54:00	928.75
9:37:00	689.41	10:23:00	814.40	11:09:00	870.73	11:55:00	929.90
9:38:00	693.86	10:24:00	816.07	11:10:00	881.04	11:56:00	939.32
9:39:00	689.85	10:25:00	824.25	11:11:00	890.46	11:57:00	950.90
9:40:00	694.88	10:26:00	823.48	11:12:00	888.24	11:58:00	954.11
9:41:00	694.82	10:27:00	819.73	11:13:00	899.52	11:59:00	955.00
9:42:00	696.61	10:28:00	828.01	11:14:00	905.76	12:00:00	954.06
9:43:00	694.42	10:29:00	824.12	11:15:00	890.83	12:01:00	960.21
9:44:00	702.84	10:30:00	828.52	11:16:00	900.98	12:02:00	950.08
9:45:00	717.46	10:31:00	832.90	11:17:00	911.95	12:03:00	950.03

หน่วยความเข้มแสง วัดต่อตารางเมตร

เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง
12:04:00	944.13	12:50:00	975.89	13:36:00	853.72	14:22:00	718.18
12:05:00	938.34	12:51:00	975.71	13:37:00	840.98	14:23:00	720.44
12:06:00	935.53	12:52:00	985.74	13:38:00	843.00	14:24:00	720.16
12:07:00	943.86	12:53:00	979.12	13:39:00	845.96	14:25:00	722.43
12:08:00	947.32	12:54:00	974.76	13:40:00	845.95	14:26:00	716.97
12:09:00	948.95	12:55:00	970.71	13:41:00	842.99	14:27:00	718.04
12:10:00	932.91	12:56:00	959.46	13:42:00	841.40	14:28:00	717.66
12:11:00	924.67	12:57:00	968.99	13:43:00	813.71	14:29:00	722.07
12:12:00	941.14	12:58:00	962.89	13:44:00	801.78	14:30:00	731.49
12:13:00	961.79	12:59:00	957.23	13:45:00	807.96	14:31:00	743.81
12:14:00	961.96	13:00:00	951.15	13:46:00	826.70	14:32:00	740.04
12:15:00	955.41	13:01:00	945.68	13:47:00	833.57	14:33:00	735.40
12:16:00	951.48	13:02:00	946.22	13:48:00	850.50	14:34:00	743.24
12:17:00	953.74	13:03:00	938.16	13:49:00	860.78	14:35:00	739.61
12:18:00	952.28	13:04:00	936.48	13:50:00	852.75	14:36:00	746.23
12:19:00	959.69	13:05:00	949.19	13:51:00	842.40	14:37:00	738.73
12:20:00	973.75	13:06:00	948.55	13:52:00	842.36	14:38:00	736.09
12:21:00	945.71	13:07:00	938.34	13:53:00	856.36	14:39:00	732.73
12:22:00	947.43	13:08:00	932.26	13:54:00	851.81	14:40:00	733.38
12:23:00	946.65	13:09:00	936.77	13:55:00	849.80	14:41:00	740.30
12:24:00	949.22	13:10:00	926.96	13:56:00	840.21	14:42:00	736.76
12:25:00	935.87	13:11:00	933.02	13:57:00	824.42	14:43:00	733.78
12:26:00	948.46	13:12:00	939.96	13:58:00	807.52	14:44:00	739.41
12:27:00	953.40	13:13:00	940.50	13:59:00	814.51	14:45:00	741.69
12:28:00	957.47	13:14:00	940.61	14:00:00	820.48	14:46:00	738.18
12:29:00	939.11	13:15:00	948.11	14:01:00	817.00	14:47:00	733.44
12:30:00	948.36	13:16:00	943.56	14:02:00	802.11	14:48:00	717.33
12:31:00	903.35	13:17:00	937.00	14:03:00	798.74	14:49:00	720.65
12:32:00	954.45	13:18:00	933.05	14:04:00	798.01	14:50:00	721.03
12:33:00	950.54	13:19:00	923.09	14:05:00	796.68	14:51:00	716.52
12:34:00	942.28	13:20:00	933.42	14:06:00	789.86	14:52:00	724.31
12:35:00	947.29	13:21:00	933.17	14:07:00	786.77	14:53:00	716.44
12:36:00	947.99	13:22:00	919.35	14:08:00	783.73	14:54:00	710.11
12:37:00	945.57	13:23:00	922.56	14:09:00	775.76	14:55:00	700.38
12:38:00	955.86	13:24:00	930.08	14:10:00	771.99	14:56:00	712.27
12:39:00	957.41	13:25:00	931.29	14:11:00	772.91	14:57:00	708.69
12:40:00	956.89	13:26:00	900.94	14:12:00	761.11	14:58:00	707.96
12:41:00	958.23	13:27:00	899.11	14:13:00	760.31	14:59:00	702.26
12:42:00	964.84	13:28:00	891.74	14:14:00	744.72	15:00:00	701.18
12:43:00	971.89	13:29:00	891.29	14:15:00	738.46		
12:44:00	973.05	13:30:00	886.78	14:16:00	770.51		
12:45:00	971.61	13:31:00	870.83	14:17:00	760.69		
12:46:00	966.97	13:32:00	858.74	14:18:00	730.22		
12:47:00	971.11	13:33:00	832.92	14:19:00	727.24		
12:48:00	974.53	13:34:00	867.48	14:20:00	719.14		
12:49:00	974.59	13:35:00	861.45	14:21:00	716.40		

หน่วยความเข้มแสง วัดต่อตารางเมตร

ตารางที่ 5: คุณภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ย

เวลา	คุณภูมิ	เวลา	คุณภูมิ	เวลา	คุณภูมิ	เวลา	คุณภูมิ
9:00:00	32.88	9:46:00	33.86	10:32:00	35.11	11:18:00	35.45
9:01:00	33.01	9:47:00	33.81	10:33:00	34.65	11:19:00	35.85
9:02:00	33.10	9:48:00	33.87	10:34:00	34.66	11:20:00	35.81
9:03:00	32.69	9:49:00	33.91	10:35:00	34.17	11:21:00	36.23
9:04:00	32.70	9:50:00	34.28	10:36:00	34.41	11:22:00	36.25
9:05:00	32.78	9:51:00	34.67	10:37:00	34.68	11:23:00	36.04
9:06:00	32.65	9:52:00	35.14	10:38:00	35.07	11:24:00	35.83
9:07:00	32.69	9:53:00	34.71	10:39:00	35.01	11:25:00	35.87
9:08:00	32.61	9:54:00	34.78	10:40:00	34.85	11:26:00	36.45
9:09:00	32.38	9:55:00	35.23	10:41:00	34.12	11:27:00	36.57
9:10:00	32.42	9:56:00	35.50	10:42:00	34.44	11:28:00	36.31
9:11:00	32.55	9:57:00	35.34	10:43:00	34.40	11:29:00	36.11
9:12:00	32.41	9:58:00	35.44	10:44:00	34.65	11:30:00	35.89
9:13:00	32.78	9:59:00	35.30	10:45:00	34.58	11:31:00	35.58
9:14:00	33.09	10:00:00	35.30	10:46:00	34.51	11:32:00	35.75
9:15:00	33.22	10:01:00	35.59	10:47:00	34.24	11:33:00	35.18
9:16:00	33.19	10:02:00	35.61	10:48:00	33.89	11:34:00	34.99
9:17:00	33.29	10:03:00	35.36	10:49:00	33.96	11:35:00	34.93
9:18:00	33.67	10:04:00	35.59	10:50:00	34.09	11:36:00	34.94
9:19:00	33.35	10:05:00	35.47	10:51:00	34.35	11:37:00	34.85
9:20:00	33.00	10:06:00	35.64	10:52:00	34.68	11:38:00	35.30
9:21:00	34.10	10:07:00	35.86	10:53:00	34.71	11:39:00	35.15
9:22:00	34.73	10:08:00	36.25	10:54:00	34.66	11:40:00	35.12
9:23:00	34.79	10:09:00	35.91	10:55:00	35.10	11:41:00	35.21
9:24:00	34.63	10:10:00	36.01	10:56:00	35.20	11:42:00	35.26
9:25:00	35.08	10:11:00	35.69	10:57:00	35.61	11:43:00	35.14
9:26:00	34.82	10:12:00	35.41	10:58:00	35.42	11:44:00	34.60
9:27:00	34.35	10:13:00	35.43	10:59:00	35.05	11:45:00	34.74
9:28:00	33.69	10:14:00	35.84	11:00:00	35.32	11:46:00	34.85
9:29:00	33.56	10:15:00	36.73	11:01:00	35.57	11:47:00	35.54
9:30:00	34.08	10:16:00	36.24	11:02:00	35.44	11:48:00	35.69
9:31:00	34.26	10:17:00	36.01	11:03:00	35.21	11:49:00	35.89
9:32:00	34.02	10:18:00	35.04	11:04:00	34.72	11:50:00	35.66
9:33:00	33.81	10:19:00	34.41	11:05:00	34.80	11:51:00	35.43
9:34:00	33.72	10:20:00	34.89	11:06:00	34.71	11:52:00	35.63
9:35:00	33.88	10:21:00	35.05	11:07:00	35.11	11:53:00	35.45
9:36:00	34.05	10:22:00	34.92	11:08:00	35.36	11:54:00	35.74
9:37:00	34.31	10:23:00	35.29	11:09:00	35.53	11:55:00	35.69
9:38:00	34.49	10:24:00	35.22	11:10:00	35.93	11:56:00	35.90
9:39:00	34.50	10:25:00	35.31	11:11:00	35.55	11:57:00	35.81
9:40:00	34.56	10:26:00	35.56	11:12:00	35.39	11:58:00	35.84
9:41:00	34.74	10:27:00	35.24	11:13:00	35.47	11:59:00	35.55
9:42:00	34.56	10:28:00	35.32	11:14:00	35.15	12:00:00	35.93
9:43:00	34.42	10:29:00	34.96	11:15:00	35.15	12:01:00	35.71
9:44:00	34.10	10:30:00	34.98	11:16:00	35.18	12:02:00	35.69
9:45:00	33.79	10:31:00	35.00	11:17:00	35.53	12:03:00	36.11

หน่วยคุณภูมิสิ่งแวดล้อม : องศาเซลเซียส

เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ
12:04:00	35.96	12:50:00	37.24	13:36:00	37.29	14:22:00	37.71
12:05:00	35.84	12:51:00	37.23	13:37:00	37.29	14:23:00	37.50
12:06:00	36.10	12:52:00	37.35	13:38:00	37.47	14:24:00	37.55
12:07:00	35.79	12:53:00	37.35	13:39:00	37.55	14:25:00	37.35
12:08:00	36.00	12:54:00	37.21	13:40:00	37.53	14:26:00	37.35
12:09:00	36.22	12:55:00	37.31	13:41:00	37.38	14:27:00	36.99
12:10:00	35.91	12:56:00	37.38	13:42:00	37.27	14:28:00	37.20
12:11:00	35.72	12:57:00	37.41	13:43:00	37.49	14:29:00	37.22
12:12:00	36.07	12:58:00	37.41	13:44:00	37.45	14:30:00	37.00
12:13:00	35.85	12:59:00	37.35	13:45:00	37.20	14:31:00	36.97
12:14:00	36.11	13:00:00	37.19	13:46:00	37.56	14:32:00	36.93
12:15:00	36.48	13:01:00	36.76	13:47:00	38.15	14:33:00	36.79
12:16:00	36.63	13:02:00	36.77	13:48:00	38.59	14:34:00	37.05
12:17:00	36.76	13:03:00	36.77	13:49:00	38.51	14:35:00	37.45
12:18:00	36.79	13:04:00	36.85	13:50:00	38.06	14:36:00	37.61
12:19:00	36.81	13:05:00	36.99	13:51:00	37.48	14:37:00	37.72
12:20:00	36.48	13:06:00	36.83	13:52:00	37.53	14:38:00	37.72
12:21:00	36.67	13:07:00	37.03	13:53:00	37.43	14:39:00	37.68
12:22:00	36.66	13:08:00	36.99	13:54:00	37.63	14:40:00	37.47
12:23:00	36.70	13:09:00	37.06	13:55:00	37.95	14:41:00	37.80
12:24:00	36.54	13:10:00	37.54	13:56:00	37.86	14:42:00	38.03
12:25:00	36.51	13:11:00	37.72	13:57:00	37.63	14:43:00	38.07
12:26:00	36.58	13:12:00	37.43	13:58:00	37.59	14:44:00	37.84
12:27:00	36.45	13:13:00	36.85	13:59:00	37.63	14:45:00	37.67
12:28:00	36.22	13:14:00	37.28	14:00:00	37.46	14:46:00	37.70
12:29:00	36.37	13:15:00	37.46	14:01:00	37.36	14:47:00	37.85
12:30:00	36.22	13:16:00	37.40	14:02:00	37.62	14:48:00	39.47
12:31:00	36.25	13:17:00	37.36	14:03:00	37.32	14:49:00	39.05
12:32:00	36.53	13:18:00	37.27	14:04:00	37.49	14:50:00	38.96
12:33:00	36.49	13:19:00	37.03	14:05:00	37.31	14:51:00	39.70
12:34:00	36.03	13:20:00	36.84	14:06:00	37.57	14:52:00	39.06
12:35:00	36.32	13:21:00	36.76	14:07:00	37.53	14:53:00	38.85
12:36:00	36.39	13:22:00	37.17	14:08:00	37.57	14:54:00	39.19
12:37:00	36.58	13:23:00	37.51	14:09:00	37.67	14:55:00	39.61
12:38:00	36.39	13:24:00	37.59	14:10:00	37.44	14:56:00	39.40
12:39:00	36.52	13:25:00	37.77	14:11:00	37.26	14:57:00	38.99
12:40:00	36.67	13:26:00	37.37	14:12:00	37.37	14:58:00	38.90
12:41:00	36.73	13:27:00	37.16	14:13:00	37.55	14:59:00	39.28
12:42:00	36.67	13:28:00	37.27	14:14:00	37.83	15:00:00	39.80
12:43:00	36.85	13:29:00	37.14	14:15:00	38.08		
12:44:00	36.87	13:30:00	37.22	14:16:00	38.14		
12:45:00	36.52	13:31:00	37.36	14:17:00	38.23		
12:46:00	36.54	13:32:00	37.53	14:18:00	38.05		
12:47:00	36.89	13:33:00	37.13	14:19:00	37.88		
12:48:00	36.88	13:34:00	37.40	14:20:00	37.47		
12:49:00	37.06	13:35:00	37.43	14:21:00	37.51		

หน่วยอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม : องศาเซลเซียส

ตารางที่ 6: คุณหมูน้ำมันเฉลี่ย

เวลา	คุณหมูน้ำมัน	เวลา	คุณหมูน้ำมัน	เวลา	คุณหมูน้ำมัน	เวลา	คุณหมูน้ำมัน
9:00:00	45.81	9:46:00	55.76	10:32:00	63.40	11:18:00	66.61
9:01:00	45.93	9:47:00	55.40	10:33:00	63.47	11:19:00	66.72
9:02:00	46.23	9:48:00	55.01	10:34:00	63.51	11:20:00	66.83
9:03:00	46.13	9:49:00	54.73	10:35:00	63.53	11:21:00	66.98
9:04:00	46.63	9:50:00	54.554	10:36:00	63.57	11:22:00	67.15
9:05:00	47.53	9:51:00	55.44	10:37:00	63.75	11:23:00	67.27
9:06:00	51.55	9:52:00	56.65	10:38:00	63.83	11:24:00	67.29
9:07:00	51.19	9:53:00	56.79	10:39:00	63.98	11:25:00	67.40
9:08:00	51.26	9:54:00	56.96	10:40:00	64.12	11:26:00	67.50
9:09:00	51.32	9:55:00	57.23	10:41:00	64.20	11:27:00	67.68
9:10:00	51.40	9:56:00	57.52	10:42:00	64.28	11:28:00	67.79
9:11:00	51.54	9:57:00	57.72	10:43:00	64.36	11:29:00	67.82
9:12:00	51.59	9:58:00	57.83	10:44:00	64.45	11:30:00	67.80
9:13:00	51.71	9:59:00	57.97	10:45:00	64.51	11:31:00	67.80
9:14:00	51.81	10:00:00	58.13	10:46:00	64.60	11:32:00	67.85
9:15:00	51.88	10:01:00	58.31	10:47:00	64.57	11:33:00	67.91
9:16:00	52.01	10:02:00	58.49	10:48:00	64.59	11:34:00	67.96
9:17:00	52.14	10:03:00	58.67	10:49:00	64.62	11:35:00	67.93
9:18:00	52.26	10:04:00	58.88	10:50:00	64.51	11:36:00	67.95
9:19:00	52.35	10:05:00	59.14	10:51:00	63.86	11:37:00	67.94
9:20:00	52.45	10:06:00	59.30	10:52:00	63.55	11:38:00	67.96
9:21:00	52.51	10:07:00	59.45	10:53:00	63.24	11:39:00	67.99
9:22:00	52.65	10:08:00	59.63	10:54:00	62.96	11:40:00	68.00
9:23:00	52.75	10:09:00	59.82	10:55:00	62.70	11:41:00	67.98
9:24:00	52.88	10:10:00	60.06	10:56:00	62.52	11:42:00	68.05
9:25:00	53.03	10:11:00	60.26	10:57:00	65.73	11:43:00	68.10
9:26:00	53.21	10:12:00	60.43	10:58:00	65.84	11:44:00	68.15
9:27:00	53.25	10:13:00	60.58	10:59:00	65.89	11:45:00	68.13
9:28:00	53.35	10:14:00	60.74	11:00:00	65.96	11:46:00	68.15
9:29:00	53.53	10:15:00	61.02	11:01:00	66.02	11:47:00	68.35
9:30:00	53.63	10:16:00	61.21	11:02:00	66.06	11:48:00	68.58
9:31:00	53.75	10:17:00	61.41	11:03:00	66.07	11:49:00	68.77
9:32:00	53.97	10:18:00	61.53	11:04:00	66.08	11:50:00	68.90
9:33:00	54.06	10:19:00	61.56	11:05:00	66.05	11:51:00	69.04
9:34:00	54.21	10:20:00	61.64	11:06:00	66.02	11:52:00	69.18
9:35:00	54.31	10:21:00	61.76	11:07:00	66.06	11:53:00	69.32
9:36:00	54.48	10:22:00	61.91	11:08:00	66.13	11:54:00	69.46
9:37:00	54.61	10:23:00	62.07	11:09:00	66.23	11:55:00	69.50
9:38:00	54.75	10:24:00	62.23	11:10:00	66.37	11:56:00	69.61
9:39:00	54.87	10:25:00	62.40	11:11:00	66.43	11:57:00	69.72
9:40:00	55.03	10:26:00	62.58	11:12:00	66.44	11:58:00	69.86
9:41:00	55.23	10:27:00	62.79	11:13:00	66.45	11:59:00	70.04
9:42:00	55.43	10:28:00	62.97	11:14:00	66.45	12:00:00	70.24
9:43:00	55.57	10:29:00	63.06	11:15:00	66.46	12:01:00	70.46
9:44:00	55.60	10:30:00	63.13	11:16:00	66.48	12:02:00	70.60
9:45:00	55.70	10:31:00	63.27	11:17:00	66.56	12:03:00	70.79

หน่วยคุณหมูน้ำมัน : องศาเซลเซียส

เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ
12:04:00	70.96	12:50:00	74.56	13:36:00	73.87	14:22:00	72.34
12:05:00	71.14	12:51:00	74.67	13:37:00	73.84	14:23:00	72.26
12:06:00	71.36	12:52:00	74.84	13:38:00	73.75	14:24:00	72.15
12:07:00	71.46	12:53:00	74.90	13:39:00	73.70	14:25:00	72.02
12:08:00	71.56	12:54:00	74.88	13:40:00	73.67	14:26:00	71.85
12:09:00	71.65	12:55:00	74.92	13:41:00	73.60	14:27:00	71.64
12:10:00	71.69	12:56:00	74.85	13:42:00	73.52	14:28:00	71.39
12:11:00	71.79	12:57:00	74.94	13:43:00	73.50	14:29:00	71.25
12:12:00	71.87	12:58:00	75.00	13:44:00	73.54	14:30:00	71.20
12:13:00	71.89	12:59:00	75.10	13:45:00	73.54	14:31:00	71.01
12:14:00	71.94	13:00:00	75.10	13:46:00	73.57	14:32:00	70.83
12:15:00	72.10	13:01:00	75.09	13:47:00	73.69	14:33:00	70.71
12:16:00	72.28	13:02:00	75.05	13:48:00	73.77	14:34:00	70.53
12:17:00	72.50	13:03:00	75.01	13:49:00	73.89	14:35:00	70.43
12:18:00	72.64	13:04:00	74.93	13:50:00	73.86	14:36:00	70.35
12:19:00	72.86	13:05:00	74.81	13:51:00	73.76	14:37:00	70.24
12:20:00	73.05	13:06:00	74.80	13:52:00	73.72	14:38:00	70.20
12:21:00	73.12	13:07:00	74.85	13:53:00	73.65	14:39:00	70.08
12:22:00	73.26	13:08:00	74.94	13:54:00	73.61	14:40:00	69.94
12:23:00	73.38	13:09:00	75.08	13:55:00	73.66	14:41:00	69.82
12:24:00	73.43	13:10:00	75.01	13:56:00	73.61	14:42:00	69.80
12:25:00	73.40	13:11:00	75.09	13:57:00	73.49	14:43:00	69.75
12:26:00	73.40	13:12:00	75.07	13:58:00	73.36	14:44:00	69.71
12:27:00	73.41	13:13:00	75.03	13:59:00	73.20	14:45:00	69.64
12:28:00	73.42	13:14:00	74.97	14:00:00	73.05	14:46:00	69.57
12:29:00	73.49	13:15:00	74.95	14:01:00	72.85	14:47:00	69.48
12:30:00	73.58	13:16:00	74.94	14:02:00	72.77	14:48:00	69.40
12:31:00	73.64	13:17:00	74.93	14:03:00	72.62	14:49:00	69.28
12:32:00	73.85	13:18:00	74.88	14:04:00	72.57	14:50:00	69.22
12:33:00	73.99	13:19:00	74.80	14:05:00	72.51	14:51:00	69.22
12:34:00	73.96	13:20:00	74.58	14:06:00	72.58	14:52:00	69.14
12:35:00	74.05	13:21:00	74.47	14:07:00	72.60	14:53:00	69.15
12:36:00	74.16	13:22:00	74.52	14:08:00	72.62	14:54:00	69.15
12:37:00	74.19	13:23:00	74.65	14:09:00	72.72	14:55:00	69.22
12:38:00	74.27	13:24:00	74.73	14:10:00	72.75	14:56:00	69.20
12:39:00	74.31	13:25:00	74.70	14:11:00	72.62	14:57:00	69.17
12:40:00	74.34	13:26:00	74.71	14:12:00	72.53	14:58:00	69.15
12:41:00	74.30	13:27:00	74.65	14:13:00	72.47	14:59:00	69.16
12:42:00	74.32	13:28:00	74.51	14:14:00	72.50	15:00:00	69.20
12:43:00	74.42	13:29:00	74.36	14:15:00	72.54		
12:44:00	74.47	13:30:00	74.25	14:16:00	72.46		
12:45:00	74.40	13:31:00	74.07	14:17:00	72.43		
12:46:00	74.35	13:32:00	74.02	14:18:00	72.45		
12:47:00	74.42	13:33:00	73.98	14:19:00	72.40		
12:48:00	74.46	13:34:00	73.92	14:20:00	72.36		
12:49:00	74.51	13:35:00	73.91	14:21:00	72.29		

หน่วยอุณหภูมิน้ำมัน : องศาเซลเซียส

การทดลองด้วยอัตราการไหล 7.6 ลิตรต่อนาที: หัวข้อที่ 4.3

ตารางที่ 7: ความเข้มแสงเฉลี่ย

เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง
9:00:00	376.06	9:46:00	599.29	10:32:00	699.56	11:18:00	700.81
9:01:00	364.46	9:47:00	635.73	10:33:00	696.76	11:19:00	699.81
9:02:00	369.46	9:48:00	657.73	10:34:00	700.00	11:20:00	693.83
9:03:00	374.41	9:49:00	654.37	10:35:00	696.53	11:21:00	684.73
9:04:00	419.74	9:50:00	665.88	10:36:00	694.33	11:22:00	696.04
9:05:00	390.96	9:51:00	676.70	10:37:00	690.07	11:23:00	692.40
9:06:00	359.54	9:52:00	688.25	10:38:00	683.95	11:24:00	691.31
9:07:00	365.13	9:53:00	676.19	10:39:00	684.93	11:25:00	698.19
9:08:00	385.14	9:54:00	621.21	10:40:00	687.02	11:26:00	708.15
9:09:00	407.55	9:55:00	636.31	10:41:00	686.64	11:27:00	720.81
9:10:00	412.85	9:56:00	590.69	10:42:00	686.28	11:28:00	731.59
9:11:00	485.57	9:57:00	589.49	10:43:00	689.02	11:29:00	757.38
9:12:00	509.89	9:58:00	599.61	10:44:00	699.01	11:30:00	749.24
9:13:00	510.00	9:59:00	721.66	10:45:00	704.37	11:31:00	945.70
9:14:00	501.59	10:00:00	716.23	10:46:00	719.61	11:32:00	848.01
9:15:00	505.40	10:01:00	701.28	10:47:00	714.66	11:33:00	846.71
9:16:00	514.05	10:02:00	709.31	10:48:00	711.20	11:34:00	963.45
9:17:00	511.46	10:03:00	739.76	10:49:00	712.19	11:35:00	898.00
9:18:00	525.68	10:04:00	739.66	10:50:00	717.00	11:36:00	900.84
9:19:00	516.40	10:05:00	750.40	10:51:00	719.85	11:37:00	887.82
9:20:00	501.81	10:06:00	751.33	10:52:00	715.67	11:38:00	841.28
9:21:00	488.67	10:07:00	779.95	10:53:00	728.06	11:39:00	830.94
9:22:00	489.39	10:08:00	764.81	10:54:00	716.53	11:40:00	852.28
9:23:00	491.65	10:09:00	744.27	10:55:00	706.76	11:41:00	939.88
9:24:00	491.85	10:10:00	777.83	10:56:00	726.61	11:42:00	943.47
9:25:00	494.96	10:11:00	785.38	10:57:00	718.36	11:43:00	915.59
9:26:00	501.19	10:12:00	781.37	10:58:00	692.92	11:44:00	819.17
9:27:00	509.34	10:13:00	772.38	10:59:00	661.09	11:45:00	821.89
9:28:00	516.29	10:14:00	768.58	11:00:00	661.12	11:46:00	962.53
9:29:00	519.84	10:15:00	754.25	11:01:00	670.45	11:47:00	962.23
9:30:00	528.00	10:16:00	737.33	11:02:00	687.89	11:48:00	970.87
9:31:00	531.40	10:17:00	704.20	11:03:00	828.27	11:49:00	973.00
9:32:00	530.52	10:18:00	747.40	11:04:00	692.94	11:50:00	992.02
9:33:00	528.40	10:19:00	729.79	11:05:00	687.25	11:51:00	993.74
9:34:00	532.28	10:20:00	711.20	11:06:00	689.59	11:52:00	876.75
9:35:00	543.39	10:21:00	701.80	11:07:00	711.80	11:53:00	882.25
9:36:00	526.08	10:22:00	705.98	11:08:00	689.58	11:54:00	799.13
9:37:00	526.54	10:23:00	696.57	11:09:00	695.63	11:55:00	905.14
9:38:00	526.93	10:24:00	704.13	11:10:00	692.29	11:56:00	962.39
9:39:00	530.55	10:25:00	706.16	11:11:00	682.88	11:57:00	859.87
9:40:00	530.59	10:26:00	718.39	11:12:00	689.26	11:58:00	834.96
9:41:00	528.79	10:27:00	750.54	11:13:00	717.77	11:59:00	868.29
9:42:00	535.50	10:28:00	752.86	11:14:00	690.98	12:00:00	827.33
9:43:00	545.18	10:29:00	746.35	11:15:00	689.00	12:01:00	838.95
9:44:00	556.70	10:30:00	774.99	11:16:00	684.61	12:02:00	839.28
9:45:00	571.46	10:31:00	734.41	11:17:00	697.55	12:03:00	956.86

หน่วยความเข้มแสง วัดต่อตารางเมตร

เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง	เวลา	ความเข้มแสง
12:04:00	862.42	12:50:00	926.79	13:36:00	700.59	14:22:00	659.23
12:05:00	825.47	12:51:00	765.43	13:37:00	856.76	14:23:00	844.74
12:06:00	892.93	12:52:00	656.93	13:38:00	865.51	14:24:00	837.01
12:07:00	821.22	12:53:00	647.22	13:39:00	729.27	14:25:00	844.45
12:08:00	851.24	12:54:00	742.41	13:40:00	621.63	14:26:00	688.83
12:09:00	841.66	12:55:00	780.50	13:41:00	813.88	14:27:00	786.72
12:10:00	795.61	12:56:00	717.98	13:42:00	859.15	14:28:00	781.98
12:11:00	807.23	12:57:00	617.78	13:43:00	829.97	14:29:00	814.06
12:12:00	1018.08	12:58:00	830.68	13:44:00	384.59	14:30:00	809.24
12:13:00	893.92	12:59:00	727.00	13:45:00	568.58	14:31:00	726.86
12:14:00	896.39	13:00:00	916.55	13:46:00	468.96	14:32:00	698.27
12:15:00	872.18	13:01:00	840.36	13:47:00	830.79	14:33:00	769.26
12:16:00	879.36	13:02:00	914.09	13:48:00	852.24	14:34:00	747.97
12:17:00	918.74	13:03:00	920.78	13:49:00	858.84	14:35:00	753.97
12:18:00	895.69	13:04:00	726.08	13:50:00	803.12	14:36:00	595.87
12:19:00	927.70	13:05:00	783.80	13:51:00	856.13	14:37:00	638.97
12:20:00	1013.08	13:06:00	542.55	13:52:00	677.38	14:38:00	643.56
12:21:00	908.44	13:07:00	779.96	13:53:00	833.25	14:39:00	622.93
12:22:00	902.85	13:08:00	599.31	13:54:00	828.11	14:40:00	620.97
12:23:00	940.86	13:09:00	846.16	13:55:00	597.63	14:41:00	627.07
12:24:00	958.28	13:10:00	754.88	13:56:00	791.58	14:42:00	755.31
12:25:00	982.24	13:11:00	929.33	13:57:00	712.33	14:43:00	761.12
12:26:00	946.48	13:12:00	734.67	13:58:00	644.09	14:44:00	765.45
12:27:00	958.00	13:13:00	714.78	13:59:00	824.95	14:45:00	736.59
12:28:00	938.67	13:14:00	759.78	14:00:00	827.12	14:46:00	778.06
12:29:00	941.02	13:15:00	835.72	14:01:00	818.28	14:47:00	781.44
12:30:00	925.37	13:16:00	731.57	14:02:00	680.52	14:48:00	787.99
12:31:00	922.63	13:17:00	736.47	14:03:00	587.77	14:49:00	757.88
12:32:00	953.42	13:18:00	701.62	14:04:00	597.23	14:50:00	740.00
12:33:00	958.64	13:19:00	692.70	14:05:00	793.56	14:51:00	701.29
12:34:00	954.48	13:20:00	732.28	14:06:00	694.10	14:52:00	686.21
12:35:00	972.00	13:21:00	962.56	14:07:00	749.06	14:53:00	685.07
12:36:00	961.24	13:22:00	893.58	14:08:00	761.26	14:54:00	683.04
12:37:00	960.15	13:23:00	961.95	14:09:00	796.37	14:55:00	673.46
12:38:00	956.29	13:24:00	818.04	14:10:00	840.01	14:56:00	695.21
12:39:00	936.89	13:25:00	837.52	14:11:00	745.57	14:57:00	674.05
12:40:00	939.68	13:26:00	792.21	14:12:00	715.91	14:58:00	691.82
12:41:00	856.79	13:27:00	823.55	14:13:00	719.42	14:59:00	685.30
12:42:00	877.01	13:28:00	912.33	14:14:00	850.06	15:00:00	652.63
12:43:00	760.89	13:29:00	852.52	14:15:00	837.59		
12:44:00	1000.24	13:30:00	684.77	14:16:00	834.93		
12:45:00	1029.11	13:31:00	868.93	14:17:00	837.78		
12:46:00	1000.31	13:32:00	874.76	14:18:00	829.32		
12:47:00	880.67	13:33:00	758.90	14:19:00	832.12		
12:48:00	898.59	13:34:00	858.78	14:20:00	839.02		
12:49:00	927.72	13:35:00	789.69	14:21:00	753.06		

หน่วยความเข้มแสง วัดต่อตารางเมตร

ตารางที่ 8: คุณหมุมิสิ่งแวดลอมเฉลี่ย

เวลา	คุณหมุมิ	เวลา	คุณหมุมิ	เวลา	คุณหมุมิ	เวลา	คุณหมุมิ
9:00:00	32.22	9:46:00	33.63	10:32:00	34.53	11:18:00	34.77
9:01:00	32.06	9:47:00	33.83	10:33:00	34.46	11:19:00	35.19
9:02:00	32.02	9:48:00	33.87	10:34:00	34.69	11:20:00	35.38
9:03:00	32.04	9:49:00	33.91	10:35:00	34.93	11:21:00	35.00
9:04:00	32.04	9:50:00	34.26	10:36:00	35.01	11:22:00	34.93
9:05:00	32.22	9:51:00	34.12	10:37:00	34.90	11:23:00	34.90
9:06:00	32.25	9:52:00	34.05	10:38:00	34.90	11:24:00	35.01
9:07:00	32.35	9:53:00	34.04	10:39:00	34.81	11:25:00	34.92
9:08:00	32.36	9:54:00	34.39	10:40:00	35.01	11:26:00	34.68
9:09:00	32.33	9:55:00	34.48	10:41:00	34.93	11:27:00	35.02
9:10:00	32.30	9:56:00	34.41	10:42:00	34.96	11:28:00	34.99
9:11:00	32.46	9:57:00	34.19	10:43:00	35.06	11:29:00	34.99
9:12:00	32.61	9:58:00	33.63	10:44:00	34.96	11:30:00	35.18
9:13:00	32.53	9:59:00	33.70	10:45:00	35.36	11:31:00	35.56
9:14:00	32.76	10:00:00	33.92	10:46:00	35.16	11:32:00	35.73
9:15:00	32.76	10:01:00	34.30	10:47:00	35.02	11:33:00	35.48
9:16:00	32.78	10:02:00	34.39	10:48:00	35.01	11:34:00	35.45
9:17:00	32.87	10:03:00	34.36	10:49:00	35.47	11:35:00	35.55
9:18:00	32.76	10:04:00	34.53	10:50:00	35.63	11:36:00	35.58
9:19:00	32.84	10:05:00	34.80	10:51:00	35.32	11:37:00	35.19
9:20:00	32.89	10:06:00	34.77	10:52:00	35.23	11:38:00	35.54
9:21:00	32.63	10:07:00	34.46	10:53:00	34.86	11:39:00	35.61
9:22:00	32.77	10:08:00	34.67	10:54:00	34.97	11:40:00	35.63
9:23:00	32.89	10:09:00	34.57	10:55:00	34.91	11:41:00	35.60
9:24:00	33.21	10:10:00	34.97	10:56:00	34.97	11:42:00	35.41
9:25:00	32.92	10:11:00	34.71	10:57:00	35.39	11:43:00	35.12
9:26:00	32.87	10:12:00	34.30	10:58:00	35.15	11:44:00	35.30
9:27:00	33.12	10:13:00	34.34	10:59:00	34.98	11:45:00	35.57
9:28:00	32.99	10:14:00	34.28	11:00:00	34.87	11:46:00	35.80
9:29:00	33.03	10:15:00	34.41	11:01:00	35.13	11:47:00	35.61
9:30:00	32.99	10:16:00	34.51	11:02:00	35.20	11:48:00	35.77
9:31:00	32.90	10:17:00	34.39	11:03:00	35.20	11:49:00	36.02
9:32:00	32.86	10:18:00	34.73	11:04:00	35.27	11:50:00	36.26
9:33:00	32.93	10:19:00	34.43	11:05:00	35.23	11:51:00	36.21
9:34:00	32.79	10:20:00	34.42	11:06:00	35.00	11:52:00	35.84
9:35:00	33.14	10:21:00	34.43	11:07:00	34.93	11:53:00	36.28
9:36:00	33.18	10:22:00	34.65	11:08:00	35.01	11:54:00	35.98
9:37:00	33.02	10:23:00	34.53	11:09:00	35.06	11:55:00	35.76
9:38:00	32.98	10:24:00	34.46	11:10:00	35.00	11:56:00	35.83
9:39:00	33.10	10:25:00	34.35	11:11:00	34.84	11:57:00	35.65
9:40:00	33.16	10:26:00	34.64	11:12:00	35.16	11:58:00	35.92
9:41:00	33.25	10:27:00	34.80	11:13:00	35.29	11:59:00	35.88
9:42:00	33.43	10:28:00	34.70	11:14:00	35.43	12:00:00	35.91
9:43:00	33.49	10:29:00	34.27	11:15:00	35.49	12:01:00	36.00
9:44:00	33.62	10:30:00	34.50	11:16:00	35.14	12:02:00	35.95
9:45:00	33.76	10:31:00	34.64	11:17:00	34.73	12:03:00	35.97

หน่วยคุณหมุมิสิ่งแวดลอม : องศาเซลเซียส

เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ
12:04:00	35.77	12:50:00	37.19	13:36:00	36.77	14:22:00	37.41
12:05:00	35.48	12:51:00	37.17	13:37:00	36.74	14:23:00	37.11
12:06:00	35.52	12:52:00	36.73	13:38:00	36.91	14:24:00	37.51
12:07:00	35.99	12:53:00	36.83	13:39:00	36.70	14:25:00	37.24
12:08:00	36.02	12:54:00	36.83	13:40:00	37.17	14:26:00	37.28
12:09:00	36.10	12:55:00	36.78	13:41:00	37.39	14:27:00	37.39
12:10:00	35.97	12:56:00	36.51	13:42:00	36.93	14:28:00	37.51
12:11:00	35.89	12:57:00	36.80	13:43:00	37.26	14:29:00	37.43
12:12:00	35.75	12:58:00	37.14	13:44:00	37.04	14:30:00	37.22
12:13:00	35.64	12:59:00	36.65	13:45:00	36.50	14:31:00	37.33
12:14:00	35.86	13:00:00	36.46	13:46:00	36.27	14:32:00	37.64
12:15:00	36.46	13:01:00	36.60	13:47:00	36.17	14:33:00	38.03
12:16:00	36.36	13:02:00	36.78	13:48:00	36.65	14:34:00	37.73
12:17:00	36.45	13:03:00	36.48	13:49:00	36.56	14:35:00	38.42
12:18:00	36.06	13:04:00	36.63	13:50:00	36.43	14:36:00	38.56
12:19:00	35.83	13:05:00	36.81	13:51:00	36.75	14:37:00	38.08
12:20:00	36.20	13:06:00	36.94	13:52:00	36.78	14:38:00	38.37
12:21:00	36.31	13:07:00	36.89	13:53:00	36.81	14:39:00	37.58
12:22:00	36.04	13:08:00	37.11	13:54:00	37.19	14:40:00	38.00
12:23:00	36.35	13:09:00	36.95	13:55:00	36.88	14:41:00	38.10
12:24:00	36.62	13:10:00	36.31	13:56:00	37.23	14:42:00	38.48
12:25:00	36.90	13:11:00	36.49	13:57:00	37.36	14:43:00	38.19
12:26:00	36.84	13:12:00	36.66	13:58:00	37.05	14:44:00	38.39
12:27:00	37.03	13:13:00	36.81	13:59:00	37.19	14:45:00	38.65
12:28:00	36.92	13:14:00	36.33	14:00:00	37.05	14:46:00	38.57
12:29:00	37.07	13:15:00	36.52	14:01:00	36.95	14:47:00	38.69
12:30:00	37.14	13:16:00	36.44	14:02:00	36.61	14:48:00	38.73
12:31:00	37.15	13:17:00	36.43	14:03:00	36.43	14:49:00	38.81
12:32:00	37.11	13:18:00	36.45	14:04:00	36.54	14:50:00	38.82
12:33:00	36.98	13:19:00	36.28	14:05:00	36.51	14:51:00	38.95
12:34:00	36.99	13:20:00	36.29	14:06:00	36.67	14:52:00	38.74
12:35:00	37.20	13:21:00	36.51	14:07:00	37.00	14:53:00	38.59
12:36:00	37.49	13:22:00	36.32	14:08:00	37.10	14:54:00	38.14
12:37:00	37.47	13:23:00	36.66	14:09:00	37.10	14:55:00	38.53
12:38:00	37.50	13:24:00	36.87	14:10:00	37.37	14:56:00	38.52
12:39:00	37.26	13:25:00	36.70	14:11:00	37.13	14:57:00	38.35
12:40:00	37.05	13:26:00	36.44	14:12:00	36.75	14:58:00	38.47
12:41:00	37.02	13:27:00	36.24	14:13:00	36.78	14:59:00	38.67
12:42:00	36.74	13:28:00	36.01	14:14:00	36.99	15:00:00	38.72
12:43:00	36.44	13:29:00	36.08	14:15:00	36.72		
12:44:00	36.34	13:30:00	36.23	14:16:00	37.09		
12:45:00	36.74	13:31:00	36.39	14:17:00	37.23		
12:46:00	37.13	13:32:00	36.50	14:18:00	37.42		
12:47:00	37.22	13:33:00	36.54	14:19:00	37.35		
12:48:00	37.26	13:34:00	36.72	14:20:00	37.70		
12:49:00	37.36	13:35:00	37.06	14:21:00	37.43		

หน่วยอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม : องศาเซลเซียส

ตารางที่ 9: คุณหมูนํ้ามันเฉลี่ย

เวลา	คุณหมูนํ้ามัน	เวลา	คุณหมูนํ้ามัน	เวลา	คุณหมูนํ้ามัน	เวลา	คุณหมูนํ้ามัน
9:00:00	39.65	9:46:00	56.71	10:32:00	62.56	11:18:00	66.22
9:01:00	43.27	9:47:00	56.84	10:33:00	62.68	11:19:00	66.22
9:02:00	42.95	9:48:00	57.02	10:34:00	62.80	11:20:00	66.27
9:03:00	42.85	9:49:00	57.13	10:35:00	62.93	11:21:00	66.32
9:04:00	42.90	9:50:00	57.272	10:36:00	63.03	11:22:00	66.34
9:05:00	42.88	9:51:00	57.42	10:37:00	63.10	11:23:00	66.35
9:06:00	42.95	9:52:00	57.52	10:38:00	63.20	11:24:00	66.42
9:07:00	43.31	9:53:00	57.67	10:39:00	63.30	11:25:00	66.45
9:08:00	44.41	9:54:00	57.82	10:40:00	63.38	11:26:00	66.40
9:09:00	44.82	9:55:00	57.91	10:41:00	63.46	11:27:00	66.38
9:10:00	45.18	9:56:00	58.03	10:42:00	63.53	11:28:00	66.42
9:11:00	45.24	9:57:00	58.14	10:43:00	64.47	11:29:00	66.45
9:12:00	45.35	9:58:00	58.20	10:44:00	64.64	11:30:00	66.51
9:13:00	45.51	9:59:00	58.24	10:45:00	64.79	11:31:00	66.59
9:14:00	45.61	10:00:00	58.37	10:46:00	64.92	11:32:00	66.75
9:15:00	45.67	10:01:00	58.51	10:47:00	64.99	11:33:00	66.88
9:16:00	45.76	10:02:00	58.65	10:48:00	65.09	11:34:00	67.02
9:17:00	45.87	10:03:00	58.81	10:49:00	65.21	11:35:00	67.15
9:18:00	45.97	10:04:00	58.98	10:50:00	65.33	11:36:00	67.23
9:19:00	46.03	10:05:00	59.13	10:51:00	65.38	11:37:00	67.35
9:20:00	46.12	10:06:00	59.30	10:52:00	65.49	11:38:00	67.48
9:21:00	46.18	10:07:00	59.51	10:53:00	65.53	11:39:00	67.67
9:22:00	46.21	10:08:00	59.73	10:54:00	65.60	11:40:00	67.80
9:23:00	46.26	10:09:00	59.91	10:55:00	65.68	11:41:00	67.94
9:24:00	46.36	10:10:00	60.07	10:56:00	65.70	11:42:00	68.06
9:25:00	46.47	10:11:00	60.20	10:57:00	65.80	11:43:00	68.12
9:26:00	46.59	10:12:00	60.32	10:58:00	65.80	11:44:00	68.26
9:27:00	46.74	10:13:00	60.35	10:59:00	65.82	11:45:00	68.40
9:28:00	46.89	10:14:00	60.51	11:00:00	65.81	11:46:00	68.52
9:29:00	47.02	10:15:00	60.67	11:01:00	65.82	11:47:00	68.59
9:30:00	47.69	10:16:00	60.84	11:02:00	65.88	11:48:00	68.71
9:31:00	56.87	10:17:00	61.01	11:03:00	65.91	11:49:00	68.81
9:32:00	56.01	10:18:00	61.12	11:04:00	65.93	11:50:00	68.94
9:33:00	55.90	10:19:00	61.25	11:05:00	65.95	11:51:00	69.07
9:34:00	55.88	10:20:00	61.32	11:06:00	66.00	11:52:00	69.22
9:35:00	55.88	10:21:00	61.34	11:07:00	66.00	11:53:00	69.42
9:36:00	55.98	10:22:00	61.39	11:08:00	66.02	11:54:00	69.66
9:37:00	56.05	10:23:00	61.48	11:09:00	66.12	11:55:00	69.81
9:38:00	56.12	10:24:00	61.59	11:10:00	66.18	11:56:00	69.88
9:39:00	56.15	10:25:00	61.71	11:11:00	66.21	11:57:00	69.96
9:40:00	56.17	10:26:00	61.85	11:12:00	66.28	11:58:00	70.10
9:41:00	56.23	10:27:00	62.01	11:13:00	66.29	11:59:00	70.27
9:42:00	56.33	10:28:00	62.11	11:14:00	66.33	12:00:00	70.47
9:43:00	56.43	10:29:00	62.21	11:15:00	66.37	12:01:00	70.69
9:44:00	56.52	10:30:00	62.33	11:16:00	66.35	12:02:00	70.82
9:45:00	56.61	10:31:00	62.47	11:17:00	66.27	12:03:00	70.93

หน่วยคุณหมูนํ้ามัน : องศาเซลเซียส

เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ
12:04:00	71.08	12:50:00	74.76	13:36:00	71.72	14:22:00	70.28
12:05:00	71.17	12:51:00	74.73	13:37:00	71.73	14:23:00	70.31
12:06:00	71.24	12:52:00	74.56	13:38:00	71.76	14:24:00	70.34
12:07:00	71.33	12:53:00	74.51	13:39:00	71.76	14:25:00	70.35
12:08:00	71.45	12:54:00	74.49	13:40:00	71.72	14:26:00	70.27
12:09:00	71.60	12:55:00	74.38	13:41:00	71.73	14:27:00	70.29
12:10:00	71.76	12:56:00	74.21	13:42:00	71.70	14:28:00	70.33
12:11:00	71.82	12:57:00	74.04	13:43:00	71.70	14:29:00	70.37
12:12:00	71.78	12:58:00	73.90	13:44:00	71.70	14:30:00	70.35
12:13:00	71.73	12:59:00	73.83	13:45:00	71.62	14:31:00	70.30
12:14:00	71.73	13:00:00	73.70	13:46:00	71.46	14:32:00	70.25
12:15:00	71.79	13:01:00	73.66	13:47:00	71.24	14:33:00	70.25
12:16:00	71.95	13:02:00	73.72	13:48:00	71.13	14:34:00	70.21
12:17:00	72.08	13:03:00	73.71	13:49:00	70.98	14:35:00	70.21
12:18:00	72.17	13:04:00	73.73	13:50:00	70.85	14:36:00	70.32
12:19:00	72.15	13:05:00	73.73	13:51:00	70.74	14:37:00	70.35
12:20:00	72.20	13:06:00	73.61	13:52:00	70.68	14:38:00	70.36
12:21:00	72.31	13:07:00	73.49	13:53:00	70.54	14:39:00	70.25
12:22:00	72.42	13:08:00	73.36	13:54:00	70.46	14:40:00	70.07
12:23:00	72.59	13:09:00	73.23	13:55:00	70.37	14:41:00	70.00
12:24:00	72.76	13:10:00	73.07	13:56:00	70.26	14:42:00	69.96
12:25:00	72.92	13:11:00	72.88	13:57:00	70.35	14:43:00	69.92
12:26:00	73.15	13:12:00	72.82	13:58:00	70.35	14:44:00	69.85
12:27:00	73.34	13:13:00	72.78	13:59:00	70.29	14:45:00	69.84
12:28:00	73.50	13:14:00	72.70	14:00:00	70.27	14:46:00	69.80
12:29:00	73.63	13:15:00	72.62	14:01:00	70.20	14:47:00	69.74
12:30:00	73.79	13:16:00	72.53	14:02:00	70.13	14:48:00	69.62
12:31:00	73.93	13:17:00	72.46	14:03:00	70.02	14:49:00	69.57
12:32:00	74.06	13:18:00	72.32	14:04:00	69.91	14:50:00	69.51
12:33:00	74.09	13:19:00	72.17	14:05:00	69.82	14:51:00	69.49
12:34:00	74.15	13:20:00	72.03	14:06:00	69.79	14:52:00	69.48
12:35:00	74.18	13:21:00	72.00	14:07:00	69.85	14:53:00	69.44
12:36:00	74.34	13:22:00	72.01	14:08:00	69.90	14:54:00	69.32
12:37:00	74.48	13:23:00	72.04	14:09:00	69.89	14:55:00	69.23
12:38:00	74.63	13:24:00	72.07	14:10:00	69.91	14:56:00	69.19
12:39:00	74.69	13:25:00	72.08	14:11:00	69.94	14:57:00	69.11
12:40:00	74.71	13:26:00	72.09	14:12:00	69.86	14:58:00	69.01
12:41:00	74.71	13:27:00	72.00	14:13:00	69.80	14:59:00	68.94
12:42:00	74.67	13:28:00	71.89	14:14:00	69.81	15:00:00	68.89
12:43:00	74.54	13:29:00	71.77	14:15:00	69.85		
12:44:00	74.46	13:30:00	71.72	14:16:00	69.88		
12:45:00	74.52	13:31:00	71.67	14:17:00	69.90		
12:46:00	74.61	13:32:00	71.59	14:18:00	69.94		
12:47:00	74.73	13:33:00	71.55	14:19:00	70.02		
12:48:00	74.78	13:34:00	71.57	14:20:00	70.10		
12:49:00	74.78	13:35:00	71.63	14:21:00	70.20		

หน่วยอุณหภูมิน้ำมัน : องศาเซลเซียส

ภาคผนวก ข. 2

ข้อมูลดิบ ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ และ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ปี 2553

(งานบริการข้อมูล กลุ่มภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอู่ศูนย์มวิทยา)

ข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์ ปี 2553

Hourly Average of Global Radiation, W/m2

Station Bangkok (Lat: 13 40' N, Long: 100 37' E, Elev. 60m) , Thailand
Instrument Pyranometer (EKO MS-802)

Month	Date	Time																		Total
		4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20			
JANUARY	1	0.0	0.0	2.7	60.1	175.9	348.6	385.1	702.4	403.6	338.8	509.7	421.9	218.4	49.8	0.0	0.0	3610.9		
	2	0.0	0.0	4.2	107.8	146.4	234.2	413.2	565.4	727.4	647.3	572.5	462.5	173.5	48.6	0.0	0.0	4103.0		
	3	0.0	0.0	3.5	99.9	292.6	487.4	638.1	715.4	756.8	693.3	518.2	405.4	231.3	43.7	0.0	0.0	4885.5		
	4	0.0	0.0	2.2	79.0	210.4	461.5	484.2	536.3	559.4	697.4	587.3	414.6	213.2	49.7	0.1	0.0	4295.4		
	5	0.0	0.0	1.8	35.1	292.1	430.1	507.8	371.1	667.3	721.8	566.4	384.2	222.6	49.6	0.1	0.0	4249.9		
	6	0.0	0.0	4.0	63.5	180.9	268.4	276.4	236.7	281.3	639.3	518.4	152.2	56.2	21.3	0.2	0.3	2699.1		
	7	0.0	0.0	4.6	84.1	235.9	360.8	649.3	573.5	529.5	681.2	532.6	401.0	313.4	60.6	0.3	0.0	4426.7		
	8	0.0	0.0	2.1	58.9	309.0	357.2	439.8	804.9	531.8	644.1	223.3	56.8	45.7	38.4	0.9	0.0	3512.8		
	9	0.0	0.0	3.0	84.5	236.4	487.0	651.7	728.4	695.7	695.6	387.3	288.2	138.7	24.8	0.2	0.0	4421.4		
	10	0.0	0.0	2.9	102.0	315.3	520.0	679.5	778.1	778.8	550.0	298.4	353.7	172.0	40.2	0.2	0.0	4591.2		
	11	0.0	0.0	2.8	97.6	292.9	481.2	621.9	615.1	458.3	546.9	400.4	380.9	217.1	51.8	0.2	0.0	4167.0		
	12	0.0	0.0	2.1	87.2	265.6	455.3	606.2	708.8	848.0	595.0	234.0	370.4	205.4	43.8	0.2	0.0	4422.0		
	13	0.0	0.0	1.5	47.4	184.1	435.9	638.7	742.9	781.6	751.7	636.5	461.7	252.8	53.7	0.4	0.0	4988.8		
	14	0.0	0.0	2.0	84.8	272.8	474.4	634.9	735.2	761.7	701.6	536.0	343.4	233.8	55.6	0.5	0.0	4836.8		
	15	0.0	0.0	1.8	60.3	180.2	499.0	432.6	608.9	849.8	750.7	568.8	216.5	211.1	61.0	0.6	0.0	4441.4		
	16	0.0	0.0	1.9	85.5	295.9	500.1	606.3	780.2	765.1	474.1	672.2	401.5	158.9	44.3	1.6	0.0	4787.5		
	17	0.0	0.0	1.7	96.2	307.6	508.4	678.6	801.2	831.4	782.2	619.0	454.5	294.1	68.5	0.8	0.0	5444.1		
	18	0.0	0.0	4.4	115.8	312.9	549.0	708.7	805.5	840.9	802.3	690.9	484.9	274.5	71.8	0.5	0.0	5662.1		
	19	0.0	0.0	2.0	102.4	292.7	498.0	669.3	767.7	741.4	722.5	477.4	356.9	207.3	57.4	0.6	0.0	4895.4		
	20	0.0	0.0	1.3	59.4	172.4	257.6	297.6	540.2	303.4	513.4	707.9	434.3	189.7	55.4	0.9	0.0	3533.6		
	21	0.0	0.0	0.4	39.0	156.3	228.8	264.0	507.6	519.4	487.9	167.7	33.0	7.7	0.0	0.0	0.0	2411.8		
	22	0.0	0.0	0.4	29.2	45.5	169.7	342.8	374.9	292.7	245.5	416.8	438.3	73.3	30.2	0.1	0.0	2459.3		
	23	0.0	0.0	1.5	73.2	162.2	255.6	499.1	425.8	795.5	800.5	455.2	504.5	256.8	85.4	0.8	0.0	4316.0		
	24	0.0	0.0	1.9	85.1	332.1	382.9	548.6	280.7	83.2	175.0	396.4	482.2	311.2	91.8	1.4	0.0	3172.4		
	25	0.0	0.0	0.8	42.5	238.8	480.3	568.1	585.2	541.7	521.4	427.5	373.7	189.9	58.8	0.8	0.0	4029.3		
	26	0.0	0.0	2.2	93.1	278.6	514.5	685.8	796.6	765.8	614.9	487.6	354.4	272.2	89.8	1.7	0.0	4957.3		
	27	0.0	0.0	2.4	86.9	280.2	451.0	623.1	736.4	762.0	722.0	549.6	360.4	226.1	63.3	0.9	0.0	4864.4		
	28	0.0	0.0	1.6	75.5	265.4	458.2	664.1	587.0	533.1	661.7	321.7	483.8	189.8	56.2	1.2	0.0	4299.2		
	29	0.0	0.0	2.3	79.8	237.6	386.5	450.4	500.5	828.3	767.2	548.0	141.8	130.4	41.9	1.3	0.0	4115.9		
	30	0.0	0.1	0.8	4.1	6.5	40.4	180.8	317.1	373.5	678.3	576.4	438.2	272.6	85.7	1.5	0.0	2975.9		
	31	0.0	0.0	2.8	91.1	285.1	489.3	660.0	774.0	819.0	764.2	650.0	473.3	262.2	79.6	1.8	0.0	5352.4		
Days		31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31			
Total		0.0	0.1	69.3	2310.9	7260.2	12471.2	16506.5	19003.5	19427.3	19387.5	15254.2	11328.9	6221.9	1666.8	19.8	0.3	130928.3		
Mean		0.0	0.0	2.2	74.5	234.2	402.3	532.5	613.0	626.7	625.4	492.1	365.4	200.7	53.8	0.6	0.0	4223.5		
Max		0.0	0.1	4.6	115.8	332.1	549.0	708.7	805.5	849.8	802.3	707.9	504.5	313.4	91.8	1.8	0.3	5662.1		
Min		0.0	0.0	0.4	4.1	6.5	40.4	180.8	236.7	83.2	175.0	167.7	33.0	7.7	0.0	0.0	0.0	2411.8		

Hourly Average of Global Radiation, W/m2

Station Bangkok (Lat: 13 40' N, Long: 100 37' E, Elev. 60m) , Thailand
Instrument Pyranometer (EKO MS-802)

Month	Date	Time																		Total
		4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20			
FEBRUARY	1	0.0	0.0	1.3	42.8	241.8	412.6	491.8	574.5	783.2	763.8	650.7	481.9	280.9	83.2	1.0	0.0	4809.6		
	2	0.0	0.0	1.2	81.4	213.4	344.5	619.9	793.0	810.8	756.2	656.6	487.4	290.9	78.9	0.6	0.0	5134.8		
	3	0.0	0.0	2.5	92.5	291.7	495.2	660.9	773.8	813.6	779.0	678.2	493.8	282.1	84.3	2.7	0.0	5450.2		
	4	0.0	0.0	2.6	101.1	282.7	410.9	693.8	803.1	809.0	797.6	686.7	513.5	319.2	140.9	1.5	0.0	5562.5		
	5	0.0	0.0	2.6	96.6	348.2	388.3	702.7	909.2	766.9	789.2	719.5	553.8	339.3	118.0	2.8	0.0	5737.1		
	6	0.0	0.0	2.0	85.7	270.3	422.4	601.7	804.8	651.1	674.7	700.9	459.2	320.5	117.6	3.5	0.0	5114.3		
	7	0.0	0.0	2.9	95.5	233.8	431.8	645.9	767.6	825.3	782.2	632.4	557.2	336.2	88.9	6.5	0.0	5406.1		
	8	0.0	0.0	4.6	77.6	253.0	495.8	484.2	640.8	823.9	761.2	698.6	541.6	331.5	114.6	4.1	0.0	5231.5		
	9	0.0	0.0	3.0	91.9	147.9	230.2	717.1	829.5	531.6	835.8	709.2	515.1	308.9	106.4	3.6	0.0	5030.2		
	10	0.0	0.0	2.6	111.0	271.0	315.9	439.1	866.9	753.8	849.7	724.0	544.0	334.6	111.9	2.5	0.0	5327.1		
	11	0.0	0.0	2.9	66.6	270.1	252.0	696.8	878.3	814.4	669.6	689.3	509.9	294.7	98.1	3.5	0.0	5246.3		
	12	0.0	0.0	2.6	77.4	140.4	440.6	505.4	665.1	844.5	835.1	702.0	532.1	321.6	107.8	4.4	0.0	5178.9		
	13	0.0	0.0	2.7	79.6	282.1	296.5	427.6	779.7	803.4	816.3	696.9	518.1	312.5	112.1	4.3	0.0	5131.5		
	14	0.0	0.0	3.4	54.3	218.2	258.7	604.2	688.0	846.7	836.8	736.2	557.5	337.1	113.2	5.8	0.0	5259.9		
	15	0.0	0.0	2.8	88.6	322.7	447.7	545.2	824.3	836.4	909.6	758.0	585.8	357.4	119.9	4.0	0.0	5802.3		
	16	0.0	0.0	2.1	35.1	209.1	358.7	400.9	513.5	930.0	878.5	714.4	547.9	330.6	112.6	4.9	0.0	5038.3		
	17	0.0	0.0	4.2	107.7	309.1	474.3	392.1	702.9	882.4	763.8	677.2	537.8	328.9	108.9	4.7	0.0	5293.8		
	18	0.0	0.0	3.6	68.3	216.5	285.3	337.2	385.6	625.1	652.2	686.0	507.5	296.4	94.6	4.5	0.0	4162.8		
	19	0.0	0.0	5.4	88.3	208.9	484.2	623.1	624.3	526.8	568.6	696.9	495.1	274.1	94.5	1.8	0.0	4692.1		
	20	0.0	0.0	0.8	40.5	163.4	337.9	559.2	682.7	716.5	804.0	624.1	3929.2							
	21																			
	22	0.0	0.0	3.1	115.0	315.0	394.1	607.9	883.5	862.7	860.6	757.1	599.5	375.8	125.8	5.1	0.0	5905.0		
	23	0.0	0.0	5.4	96.9	240.1	451.3	657.7	880.6	950.3	918.0	799.3	618.4	397.8	130.9	4.7	0.0	6151.3		
	24	0.0	0.0	3.8	104.9	299.6	414.8	500.4	831.0	931.5	890.0	789.7	608.5	374.4	123.5	5.4	0.0	5877.5		
	25	0.0	0.0	7.4	152.8	387.9	617.2	801.7	917.4	968.8	856.9	740.5	491.9	334.8	104.8	5.1	0.0	6387.2		
	26	0.0	0.0	7.4	79.3	336.6	620.0	797.7	897.0	959.5	933.9	828.2	650.3	424.8	169.8	5.6	0.0	6709.9		
	27	0.0	0.0	8.0	136.4	356.1	615.4	758.3	856.0	911.0	901.9	798.0	614.3	388.2	147.0	5.6	0.0	6496.2		
	28	0.0	0.0	7.2	85.4	287.8	354.6	550.5	625.2	748.5	854.4	809.5	418.5	263.4	116.4	11.1	0.0	5132.3		
Days		27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	26	26	26	26	26			
Total		0.0	0.1	98.0	2353.1	7117.2	11051.0	15822.9	20397.7	21727.6	21739.6	19359.8	13940.4	8556.4	2924.7	109.3	0.0	145197.8		
Mean		0.0	0.0	3.6	87.2	263.6	409.3	586.0	755.5	804.7	805.2	717.0	536.2	329.1	112.5	4.2	0.0	5377.7		
Max		0.0	0.0	8.0	152.8	387.9	620.0	801.7	917.4	968.8	933.9	828.2	650.3	424.8						

Hourly Average of Global Radiation, W/m²
 Station Bangkok (Lat: 13 40' N, Long: 100 37' E, Elev. 60m) , Thailand
 Instrument Pyranometer (EKO MS-802)

Year : 2553		Time																Total
Month	Date	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	
MAY	1	0.0	0.0	52.8	175.2	217.0	586.9	611.9	369.9	105.7	102.9	100.1	200.3	158.5	77.9	5.6	0.0	2764.8
	2	0.0	0.0	50.1	214.2	350.5	623.1	497.9	450.6	667.6	831.7	453.4	94.6	183.6	127.9	0.0	0.0	4545.0
	3	0.0	0.0	66.8	183.6	242.0	94.6	75.1	89.0	197.5	258.7	372.7	464.5	280.9	91.8	2.8	0.0	2419.9
	4	0.0	0.0	0.0	55.6	166.9	283.7	292.1	503.5	598.0	431.1	22.3	89.0	94.6	69.5	0.0	0.0	2606.3
	5																	
	6																	
	7	0.0	0.0	97.4	94.6	294.8	726.0	851.1	789.9	842.8	801.1	737.1	561.9	333.8	130.7	2.8	0.0	6263.9
	8	0.0	0.0	66.8	200.3	322.7	400.5	392.2	675.9	728.8	812.2	751.0	517.4	317.1	136.3	8.3	0.0	5329.4
	9	0.0	0.0	69.5	247.6	297.6	561.9	851.1	792.7	859.5	856.7	739.9	548.0	331.0	150.2	5.6	5.6	6316.8
	10	0.0	0.0	66.8	269.8	456.2	703.7	812.2	876.2	867.8	820.5	720.4	520.1	333.8	150.2	5.6	0.0	6603.3
	11	0.0	0.0	58.4	233.6	453.4	717.6	742.7	511.8	648.1	745.4	734.3	383.8	247.6	94.6	0.0	0.0	5571.3
	12	0.0	0.0	2.8	0.0	11.1	97.4	303.2	486.8	300.4	406.1	489.5	222.5	130.7	55.6	0.0	0.0	2506.1
	13	0.0	0.0	64.0	194.7	317.1	578.6	764.9	884.5	812.2	762.1	745.4	500.7	311.5	122.4	5.6	0.0	6063.7
	14	0.0	2.8	55.6	205.8	314.3	606.4	726.0	917.9	901.2	842.8	748.2	606.4	344.9	136.3	0.0	0.0	6408.6
	15	0.0	0.0	36.2	261.5	386.6	361.6	673.1	876.2	873.4	837.2	717.6	492.3	272.6	122.4	0.0	0.0	5910.7
	16	0.0	0.0	41.7	125.2	161.3	189.1	166.9	250.3	91.8	44.5	52.8	94.6	119.6	80.7	0.0	0.0	1418.6
	17	0.0	0.0	44.5	186.4	208.6	789.9	656.4	706.5	742.7	670.3	89.0	5.6	30.6	19.5	0.0	0.0	4150.0
	18	0.0	0.0	61.2	258.7	422.8	447.8	94.6	228.1	100.1	153.0	286.5	358.8	233.6	86.2	0.0	0.0	2731.4
	19																	
	20																	
	21																	
	22																	
	23																	
	24																	
	25																	
	26																	
	27																	
	28																	
	29																	
	30																	
	31																	
Days		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Total		0.0	2.8	834.5	2906.7	4622.9	7768.7	8511.4	9409.8	9337.5	9376.4	7760.4	5660.4	3724.4	1652.2	36.2	5.6	71609.7
Mean		0.0	0.2	52.2	181.7	288.9	485.5	532.0	588.1	583.6	586.0	485.0	353.8	232.8	103.3	2.3	0.3	4475.6
Max		0.0	2.8	97.4	269.8	456.2	789.9	851.1	917.9	901.2	856.7	751.0	606.4	344.9	150.2	8.3	5.6	6603.3
Min		0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	94.6	75.1	89.0	91.8	44.5	22.3	5.6	30.6	19.5	0.0	0.0	1418.6

Hourly Average of Global Radiation, W/m²
 Station Bangkok (Lat: 13 40' N, Long: 100 37' E, Elev. 60m) , Thailand
 Instrument Pyranometer (EKO MS-802)

Year : 2553		Time																Total
Month	Date	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	
JUNE	1	0.0	0.0	58.4	133.5	250.3	0.0	0.0	0.0	0.0								
	2																	
	3	0.0	0.0	50.1	219.7	395.0	525.7	695.4	726.0	748.2								
	4	0.0	0.0	33.4	197.5	389.4	614.7	728.8	689.8	611.9								
	5	0.0	0.0	27.8	139.1	242.0	450.6	0.0	0.0	0.0								
	6	0.0	0.0	50.1	205.8	364.4	556.3	414.4	442.3	606.4								
	7	0.0	0.0	30.6	122.4	300.4	575.8	714.8	801.1	879.0								
	8	0.0	0.0	44.5	122.4	144.6	283.7	442.3	447.8	606.4								
	9	0.0	0.0	11.1	111.3	386.6	397.8	650.9	353.3	606.4								
	10	0.0	0.0	19.5	61.2	125.2	244.8	306.0	283.7	372.7								
	11	0.0	0.0	75.1	225.3	361.6	595.2	748.2	803.9	828.9								
	12	0.0	0.0	66.8	153.0	258.7	531.3	659.2	667.6	634.2								
	13	0.0	0.0	64.0	191.9	417.2	662.0	756.6	739.9	567.4								
	14	0.0	0.0	44.5	153.0	369.9	609.1	656.4	745.4	776.0								
	15	0.0	0.0	33.4	114.0	303.2	653.7	756.6	662.0	698.2								
	16	0.0	0.0	64.0	222.5	358.8	628.6	756.6	815.0	851.1								
	17	0.0	0.0	61.2	250.3	433.9	639.7	756.6	812.2	734.3								
	18	0.0	0.0	52.8	214.2	408.9	628.6	737.1	831.7	845.6								
	19	0.0	0.0	58.4	233.6	411.7	628.6	751.0	784.4	717.6								
	20	0.0	0.0	50.1	200.3	436.7	642.5	762.1	815.0	831.7								
	21	0.0	0.0	33.4	141.9	328.2	450.6	503.5	584.1	645.3								
	22	0.0	0.0	55.6	161.3	278.2	333.8	358.8	595.2	525.7								
	23	0.0	0.0	8.3	64.0	125.2	194.7	383.8	712.1	687.0								
	24	0.0	0.0	55.6	203.0	392.2	464.5	675.9	514.6	637.0	581.3	514.6	275.4	261.5	139.1	13.9	0.0	4728.6
	25	0.0	0.0	55.6	225.3	414.4	620.3	742.7	770.5	795.5	801.1	714.8	531.3	314.3	150.2	11.1	0.0	6147.1
	26	0.0	0.0	33.4	169.7	406.1	595.2	703.7	637.0	717.6	795.5	556.3	244.8	25.0	8.3	0.0	0.0	4892.7
	27	0.0	0.0	36.2	169.7	308.7	561.9	514.6	509.0	753.8	748.2	550.7	166.9	27.8	27.8	2.8	0.0	4378.1
	28	0.0	0.0	16.7	108.5	253.1	322.7	386.6	623.1	308.7	511.8	450.6	172.5	125.2	83.4	11.1	0.0	3374.0
	29	0.0	0.0	33.4	108.5	161.3	133.5	197.5	353.3	556.3	536.8	150.2	72.3	61.2	41.7	0.0	0.0	2406.0
	30	0.0	0.0	25.0	122.4	242.0	381.1	255.9	194.7	150.2	458.9	659.2	536.8	342.1	105.7	2.8	0.0	3476.9
Days		29	29	29	29	29	28	28	28	28	7	7	7	7	7	7	7	7
Total		0.0	0.0	1248.9	4745.2	9268.0	13927.0	16015.9	16914.3	17693.1	4433.7	3596.5	1999.9	1157.1	556.3	41.7	0.0	29403.2
Mean		0.0	0.0	43.1	163.6	319.6	480.2	552.3	583.3	610.1	633.4	513.8	285.7	165.3	79.5	6.0	0.0	4200.5
Max		0.0	0.0	75.1	250.3	436.7	662.0	762.1	831.7	879.0	801.1	714.8	536.8	342.1	150.2	13.9	0.0	6147.1
Min		0.0	0.0	8.3	61.2	125.2	0.0	0.0	0.0	0.0	458.9	150.2	72.3	25.0	8.3	0.0	0.0	2406.0

Hourly Average of Global Radiation, W/m2

Station Bangkok (Lat: 13 40' N, Long: 100 37' E, Elev. 60m) , Thailand
 Instrument Pyranometer (EKO MS-802)

Year : 2553		Time																	Total
Month	Date	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20		
SEPTEMBER	1	0.0	0.0	11.1	100.1	322.7	592.5	778.8	712.1	662.0	770.5	314.3	306.0	225.3	83.4	0.0	0.0	4878.8	
	2	0.0	0.0	0.0	72.3	194.7	258.7	609.1	564.6	486.8	611.9	648.1	548.0	303.2	27.8	0.0	0.0	4325.2	
	3	0.0	0.0	5.6	80.7	211.4	395.0	531.3	275.4	573.0	667.6	623.1	495.1	77.9	36.2	0.0	0.0	3972.0	
	4	0.0	0.0	8.3	139.1	367.2	420.0	586.9	815.0	675.9	314.3	522.9	189.1	61.2	80.7	2.8	0.0	4183.4	
	5	0.0	0.0	36.2	228.1	386.6	634.2	781.6	837.2	853.9	528.5	280.9	492.3	164.1	61.2	0.0	0.0	5284.9	
	6	0.0	0.0	16.7	197.5	244.8	375.5	484.0	653.7	767.7	792.7	570.2	247.6	116.8	69.5	0.0	0.0	4536.6	
	7	0.0	0.0	5.6	69.5	208.6	584.1	728.8	578.6	753.8	250.3	269.8	325.4	191.9	72.3	0.0	0.0	4038.7	
	8	0.0	0.0	13.9	58.4	228.1	292.1	336.6	592.5	709.3	748.2	678.7	294.8	44.5	19.5	0.0	0.0	4016.5	
	9	0.0	0.0	19.5	75.1	116.8	342.1	509.0	745.4	781.6	628.6	573.0	336.6	64.0	2.8	0.0	0.0	4194.5	
	10	0.0	0.0	2.8	38.9	127.9	114.0	133.5	144.6	286.5	247.6	139.1	72.3	100.1	47.3	0.0	0.0	1454.7	
	11	0.0	0.0	8.3	75.1	247.6	439.5	211.4	72.3	108.5	269.8	253.1	172.5	86.2	55.6	0.0	0.0	1999.9	
	12	0.0	0.0	13.9	175.2	372.7	550.7	475.6	614.7	528.5	648.1	125.2	72.3	44.5	5.6	0.0	0.0	3627.1	
	13	0.0	0.0	8.3	133.5	200.3	339.3	631.4	720.4	392.2	133.5	230.9	258.7	144.6	33.4	0.0	0.0	3226.5	
	14	0.0	0.0	22.3	114.0	283.7	406.1	478.4	500.7	428.4	72.3	19.5	211.4	197.5	19.5	0.0	0.0	2753.7	
	15	0.0	0.0	5.6	91.8	261.5	286.5	436.7	278.2	500.7	361.6	447.8	456.2	203.0	36.2	0.0	0.0	3365.6	
	16	0.0	0.0	8.3	130.7	233.6	575.8	806.6	684.2	147.4	114.0	22.3	50.1	44.5	16.7	0.0	0.0	2834.3	
	17	0.0	0.0	16.7	178.0	342.1	592.5	570.2	606.4	130.7	5.6	55.6	94.6	122.4	13.9	0.0	0.0	2728.7	
	18	0.0	0.0	16.7	83.4	122.4	228.1	317.1	191.9	442.3	411.7	294.8	180.8	50.1	25.0	0.0	0.0	2364.3	
	19	0.0	0.0	16.7	36.2	108.5	153.0	447.8	781.6	639.7	495.1	269.8	108.5	83.4	16.7	0.0	0.0	3157.0	
	20	0.0	0.0	30.6	166.9	392.2	623.1	414.4	481.2	853.9	787.2	695.4	311.5	100.1	30.6	0.0	0.0	4887.1	
	21	0.0	0.0	13.9	175.2	378.3	567.4	759.3	817.2	865.0	581.3	361.6	261.5	139.1	41.7	0.0	0.0	4976.1	
	22	0.0	0.0	27.8	178.0	358.8	600.8	481.2	461.7	845.6	531.3	186.4	64.0	36.2	8.3	0.0	0.0	3780.1	
	23	0.0	0.0	11.1	108.5	292.1	306.0	600.8	514.6	431.1	72.3	38.9	50.1	50.1	22.3	0.0	0.0	2497.8	
	24	0.0	0.0	19.5	116.8	286.5	534.0	584.1	756.6	784.4	787.2	689.8	431.1	186.4	5.6	0.0	0.0	5181.9	
	25	0.0	0.0	2.8	66.8	230.9	442.3	520.1	659.2	778.8	609.1	472.9	344.9	122.4	25.0	0.0	0.0	4275.2	
	26	0.0	0.0	16.7	136.3	367.2	484.0	372.7	731.5	642.5	598.0	467.3	230.9	223.3	33.4	0.0	0.0	4305.8	
	27	0.0	0.0	19.5	136.3	250.3	358.8	361.6	581.3	436.7	350.5	269.8	280.9	169.7	11.1	0.0	0.0	3226.5	
	28	0.0	0.0	16.7	139.1	319.9	497.9	534.0	620.3	472.9	339.3	392.2	244.8	91.8	19.5	0.0	0.0	3688.3	
	29	0.0	0.0	33.4	144.6	314.3	400.5	564.6	623.1	675.9	623.1	294.8	52.8	119.6	33.4	0.0	0.0	3880.2	
	30	0.0	0.0	19.5	139.1	280.9	662.0	784.4	851.1	450.6	623.1	350.5	336.6	75.1	5.6	8.3	0.0	4586.7	
Days		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Total		0.0	0.0	447.8	3585.4	8052.4	13056.4	15832.3	17481.7	17106.2	13974.3	10558.6	7521.2	3641.0	959.6	11.1	0.0	112228.0	
Mean		0.0	0.0	14.9	119.5	268.4	435.2	527.7	582.7	570.2	465.8	352.0	250.7	121.4	32.0	0.4	0.0	3740.9	
Max		0.0	0.0	36.2	228.1	392.2	662.0	806.6	851.1	865.0	792.7	695.4	548.0	303.2	83.4	8.3	0.0	5284.9	
Min		0.0	0.0	0.0	36.2	108.5	114.0	133.5	72.3	108.5	5.6	19.5	50.1	36.2	2.8	0.0	0.0	1454.7	

Hourly Average of Global Radiation, W/m2

Station Bangkok (Lat: 13 40' N, Long: 100 37' E, Elev. 60m) , Thailand
 Instrument Pyranometer (EKO MS-802)

Year : 2553		Time																	Total
Month	Date	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20		
OCTOBER	1	0.0	0.0	22.3	125.2	244.8	253.1	278.2	475.6	681.5	726.0	514.6	339.3	180.8	61.2	0.0	0.0	3902.4	
	2	0.0	0.0	22.3	186.4	400.5	439.5	573.0	648.1	803.9	681.5	528.5	247.6	91.8	0.0	0.0	0.0	4622.9	
	3	0.0	0.0	27.8	139.1	300.4	500.7	461.7	639.7	517.4	845.6	436.7	44.5	25.0	2.8	0.0	0.0	3941.4	
	4	0.0	0.0	27.8	153.0	230.9	255.9	344.9	342.1	205.8	219.7	108.5	72.3	38.9	13.9	0.0	0.0	2013.8	
	5	0.0	0.0	5.6	36.2	91.8	155.8	225.3	244.8	203.0	97.4	169.7	64.0	83.4	0.0	0.0	0.0	1376.8	
	6	0.0	0.0	11.1	122.4	228.1	461.7	381.1	239.2	233.6	272.6	219.7	253.1	239.2	55.6	0.0	0.0	2717.5	
	7	0.0	0.0	8.3	91.8	328.2	392.2	397.8	433.9	675.9	781.6	611.9	447.8	130.7	22.3	0.0	0.0	4322.5	
	8	0.0	0.0	27.8	186.4	286.5	308.7	467.3	703.7	303.2	606.4	575.8	250.3	139.1	22.3	0.0	0.0	3877.4	
	9	0.0	0.0	16.7	89.0	275.4	278.2	322.7	403.3	322.7	236.4	58.4	61.2	55.6	0.0	0.0	0.0	2119.5	
	10	0.0	0.0	19.5	191.9	308.7	542.4	623.1	739.9	631.4	648.1	414.4	311.5	144.6	27.8	0.0	0.0	4603.4	
	11	0.0	0.0	0.0	36.2	133.5	280.9	339.3	620.3	700.9	261.5	267.0	314.3	91.8	13.9	0.0	0.0	3059.7	
	12	0.0	0.0	0.0	13.9	72.3	125.2	225.3	383.8	436.7	720.4	442.3	247.6	52.8	0.0	0.0	0.0	2720.3	
	13	0.0	0.0	16.7	108.5	314.3	383.8	503.5	431.1	548.0	102.9	472.9	353.3	161.3	5.6	0.0	0.0	3401.8	
	14	0.0	0.0	11.1	114.0	197.5	269.8	244.8	52.8	230.9	155.8	475.6	130.7	58.4	19.5	0.0	0.0	1961.0	
	15	0.0	0.0	8.3	75.1	114.0	89.0	178.0	264.2	280.9	119.6	147.4	22.3	8.3	0.0	0.0	0.0	1307.3	
	16	0.0	0.0	0.0	19.5	44.5	102.9	155.8	175.2	139.1	161.3	183.6	133.5	64.0	0.0	0.0	0.0	1179.4	
	17	0.0	0.0	13.9	55.6	186.4	211.4	55.6	158.5	267.0	283.7	38.9	100.1	100.1	22.3	0.0	0.0	1493.7	
	18	0.0	0.0	5.6	27.8	214.2	191.9	172.5	336.6	592.5	678.7	634.2	217.0	41.7	8.3	0.0	0.0	3120.8	
	19	0.0	0.0	11.1	91.8	417.2	525.7	500.7	531.3	217.0	361.6	247.6	272.6	178.0	25.0	0.0	0.0	3379.5	
	20	0.0	0.0	0.0	50.1	303.2	442.3	431.1	144.6	311.5	264.2	336.6	144.6	136.3	11.1	0.0	0.0	2575.7	
	21	0.0	0.0	19.5	86.2	194.7	400.5	511.8	242.0	100.1	44.5	475.6	375.5	108.5	8.3	0.0	0.0	2567.3	
	22	0.0	0.0	22.3	155.8	375.5	553.5	589.7	623.1	589.7	678.7	442.3	317.1	105.7	11.1	0.0	0.0	4464.3	
	23	0.0	0.0	44.5	186.4	386.6	586.9	764.9	764.9	598.0	762.1	297.6	225.3	102.9	13.9	0.0	0.0	4734.1	
	24	0.0	0.0	30.6	166.9	389.4	600.8	745.4	809.4	837.2	689.8	589.7	175.2	91.8	25.0	0.0	0.0	5151.3	
	25	0.0	0.0	25.0	183.6	375.5	550.7	692.6	375.5	458.9	573.0	497.9	133.5	72.3	11.1	0.0	0.0	3949.7	
	26	0.0	0.0	11.1	105.7	172.5	189.1	264.2	397.8	445.0	369.9	356.0	191.9	83.4	5.6	0.0	0.0	2592.4	
	27	0.0	0.0	8.3	100.1	322.7	514.6	648.1	723.2	798.3	675.9	328.2	280.9	133.5	8.3	0.0	0.0	4542.2	
	28	0.0	0.0	0.0	66.8	164.1	364.4	414.4	639.7	770.5	639.7	514.6	294.8	102.9	8.3	0.0	0.0	3980.3	
	29	0.0	0.0	8.3	158.5	294.8	611.9	739.9	801.1	795.5	737.1	589.7	364.4	114.0	0.0	0.0	0.0	5215.3	
	30	0.0	0.0	13.9	164.1	364.4	578.6	734.3	787.2	748.2	450.6	178.0	169.7	105.7	5.6	0.0	0.0	4300.2	
	31	0.0	0.0	2.8	130.7	219.7	311.5	375.5	503.5	428.4	242.0	217.0	219.7	86.2	2.8	0.0	0.0	2739.8	
Days		31	31	31</															

Hourly Average of Global Radiation, W/m2

Station Bangkok (Lat: 13 40' N, Long: 100 37' E, Elev. 60m) , Thailand
 Instrument Pyranometer (EKO MS-802)

Year : 2553		Time																	Total
Month	Date	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20		
NOVEMBER	1	0.0	0.0	8.3	83.4	141.9	283.7	495.1	458.9	358.8	269.8	197.5	80.7	55.6	5.6	0.0	0.0	2439.4	
	2	0.0	0.0	16.7	141.9	353.3	570.2	367.2	525.7	278.2	172.5	169.7	141.9	77.9	8.3	0.0	0.0	2823.2	
	3	0.0	0.0	22.3	100.1	119.6	141.9	172.5	267.0	392.2	408.9	258.7	186.4	91.8	5.6	0.0	0.0	2166.8	
	4	0.0	0.0	5.6	111.3	325.4	642.5	703.7	767.7	764.9	681.5	503.5	325.4	158.5	13.9	0.0	0.0	5003.9	
	5	0.0	0.0	2.8	122.4	311.5	517.4	589.7	717.6	514.6	381.1	233.6	166.9	66.8	2.8	0.0	0.0	3627.1	
	6	0.0	0.0	0.0	55.6	178.0	467.3	698.2	714.8	637.0	584.1	414.4	191.9	89.0	16.7	0.0	0.0	4047.1	
	7	0.0	0.0	2.8	72.3	230.9	269.8	350.5	378.3	411.7	364.4	203.0	139.1	44.5	2.8	0.0	0.0	2470.0	
	8	0.0	0.0	11.1	127.9	328.2	503.5	611.9	503.5	803.9	714.8	584.1	344.9	147.4	13.9	0.0	0.0	4695.2	
	9	0.0	0.0	2.8	175.2	392.2	422.8	550.7	723.2	489.5	511.8	375.5	125.2	41.7	0.0	0.0	0.0	3810.7	
	10	0.0	0.0	13.9	116.8	289.3	531.3	692.6	751.0	745.4	514.6	292.1	200.3	155.8	8.3	0.0	0.0	4311.3	
	11	0.0	0.0	2.8	55.6	147.4	322.7	314.3	306.0	175.2	203.0	147.4	86.2	94.6	0.0	0.0	0.0	1855.3	
	12	0.0	0.0	0.0	72.3	186.4	228.1	306.0	297.6	214.2	272.6	186.4	127.9	52.8	5.6	0.0	0.0	1949.8	
	13	0.0	0.0	5.6	77.9	253.1	306.0	367.2	458.9	406.1	467.3	378.3	303.2	119.6	8.3	0.0	0.0	3151.4	
	14	0.0	0.0	16.7	150.2	319.9	528.5	706.5	770.5	764.9	703.7	525.7	314.3	130.7	5.6	0.0	0.0	4937.2	
	15	0.0	0.0	13.9	91.8	222.5	445.0	692.6	536.8	584.1	464.5	344.9	186.4	86.2	5.6	0.0	0.0	3674.4	
	16	0.0	0.0	5.6	64.0	253.1	147.4	308.7	522.9	556.3	536.8	272.6	328.2	80.7	5.6	0.0	0.0	3081.9	
	17	0.0	0.0	19.5	147.4	342.1	528.5	539.6	737.1	720.4	545.2	280.9	242.0	69.5	5.6	0.0	0.0	4177.8	
	18	0.0	0.0	8.3	80.7	186.4	253.1	464.5	472.9	525.7	425.6	411.7	225.3	108.5	8.3	0.0	0.0	3170.9	
	19	0.0	0.0	11.1	147.4	328.2	528.5	684.2	670.3	645.3	456.2	306.0	191.9	75.1	8.3	0.0	0.0	4052.6	
	20	0.0	0.0	2.8	47.3	253.1	497.9	662.0	728.8	623.1	127.9	253.1	200.3	114.0	5.6	0.0	0.0	3515.8	
	21	0.0	0.0	11.1	136.3	300.4	495.1	567.4	520.1	197.5	464.5	342.1	236.4	116.8	5.6	0.0	0.0	3393.4	
	22	0.0	0.0	11.1	119.6	267.0	447.8	375.5	431.1	573.0	372.7	378.3	272.6	89.0	2.8	0.0	0.0	3340.6	
	23	0.0	0.0	8.3	97.4	275.4	458.9	667.6	731.5	751.0	656.4	495.1	311.5	122.4	13.9	0.0	0.0	4589.5	
	24	0.0	0.0	19.5	144.6	230.9	344.9	706.5	726.0	720.4	650.9	372.7	211.4	80.7	5.6	0.0	0.0	4214.0	
	25	0.0	0.0	8.3	130.7	314.3	525.7	637.0	723.2	723.2	639.7	375.5	244.8	116.8	5.6	0.0	0.0	4444.8	
	26	0.0	0.0	8.3	116.8	242.0	364.4	584.1	756.6	726.0	606.4	472.9	239.2	122.4	16.7	0.0	0.0	4255.7	
	27	0.0	0.0	19.5	147.4	258.7	378.3	598.0	653.7	653.7	659.2	484.0	228.1	89.0	11.1	0.0	0.0	4180.6	
	28	0.0	0.0	0.0	44.5	161.3	294.8	670.3	723.2	700.9	656.4	475.6	183.6	97.4	8.3	0.0	0.0	4016.5	
	29	0.0	0.0	11.1	144.6	306.0	481.2	659.2	739.9	737.1	645.3	492.3	269.8	114.0	11.1	0.0	0.0	4611.7	
	30	0.0	0.0	11.1	122.4	261.5	425.6	525.7	517.4	712.1	511.8	439.5	222.5	94.6	16.7	0.0	0.0	3860.7	
Days		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Total		0.0	0.0	280.9	3246.0	7779.9	12352.6	16269.0	17832.2	17106.2	14669.6	10667.1	6528.2	2903.9	233.6	0.0	0.0	109869.3	
Mean		0.0	0.0	9.4	108.2	259.3	411.8	542.3	594.4	570.2	489.0	355.6	217.6	96.8	7.8	0.0	0.0	3662.3	
Max		0.0	0.0	22.3	175.2	392.2	642.5	706.5	770.5	803.9	714.8	584.1	344.9	158.5	16.7	0.0	0.0	5003.9	
Min		0.0	0.0	0.0	44.5	119.6	141.9	172.5	267.0	175.2	127.9	147.4	80.7	41.7	0.0	0.0	0.0	1855.3	

Hourly Average of Global Radiation, W/m2

Station Bangkok (Lat: 13 40' N, Long: 100 37' E, Elev. 60m) , Thailand
 Instrument Pyranometer (EKO MS-802)

Year : 2553		Time																	Total
Month	Date	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20		
DECEMBER	1	0.0	0.0	11.1	136.3	303.2	486.8	684.2	737.1	703.7	656.4	500.7	233.6	114.0	16.7	0.0	0.0	4583.9	
	2	0.0	0.0	11.1	125.2	297.6	472.9	653.7	726.0	712.1	386.6	272.6	250.3	111.3	13.9	0.0	0.0	4033.2	
	3	0.0	0.0	13.9	139.1	300.4	458.9	662.0	739.9	731.5	692.6	481.2	300.4	108.5	8.3	0.0	0.0	4636.8	
	4	0.0	0.0	2.8	100.1	230.9	381.1	461.7	559.1	598.0	581.3	450.6	275.4	122.4	2.3	0.0	0.0	3785.6	
	5	0.0	0.0	8.3	114.0	278.2	456.2	645.3	689.8	662.0	522.9	306.0	114.0	41.7	2.8	0.0	0.0	3841.3	
	6	0.0	0.0	11.1	80.7	141.9	258.7	189.1	186.4	219.7	314.3	242.0	269.8	122.4	16.7	0.0	0.0	2052.7	
	7	0.0	0.0	2.8	38.9	100.1	178.0	422.8	325.4	308.7	217.0	322.7	325.4	72.3	11.1	0.0	0.0	2325.3	
	8	0.0	0.0	8.3	89.0	172.5	225.3	311.5	542.4	381.1	570.2	470.1	297.6	119.6	11.1	0.0	0.0	3198.7	
	9	0.0	0.0	8.3	114.0	283.7	445.0	631.4	687.0	712.1	586.9	472.9	303.2	133.5	16.7	0.0	0.0	4394.8	
	10	0.0	0.0	8.3	105.7	255.9	414.4	467.3	344.9	253.1	458.9	439.5	280.9	130.7	11.1	0.0	0.0	3170.9	
	11	0.0	0.0	2.8	30.6	183.6	214.2	531.3	614.7	689.8	650.9	464.5	300.4	133.5	16.7	0.0	0.0	3832.9	
	12	0.0	0.0	5.6	52.8	222.5	306.0	255.9	411.7	573.0	567.4	439.5	317.1	169.7	33.4	0.0	0.0	3354.5	
	13	0.0	0.0	2.8	19.5	102.9	119.6	189.1	400.5	453.4	703.7	528.5	420.0	236.4	41.7	0.0	0.0	3218.2	
	14	0.0	2.8	5.6	114.0	261.5	372.7	503.5	550.7	692.6	603.6	456.2	269.8	108.5	13.9	0.0	0.0	3955.3	
	15	0.0	0.0	2.8	100.1	264.2	414.4	406.1	495.1	545.2	447.8	414.4	306.0	130.7	16.7	0.0	0.0	3543.6	
	16	0.0	0.0	5.6	105.7	153.0	191.9	264.2	559.1	189.1	364.4	127.9	147.4	50.1	5.6	2.8	2.8	2169.6	
	17	0.0	0.0	0.0	8.3	22.3	127.9	139.1	550.7	383.8	347.7	303.2	300.4	86.2	5.6	0.0	0.0	2275.3	
	18	0.0	0.0	5.6	116.8	278.2	420.0	578.6	648.1	670.3	567.4	442.3	314.3	166.9	36.2	0.0	0.0	4244.6	
	19	0.0	0.0	2.8	47.3	208.6	297.6	556.3	439.5	623.1	539.6	428.4	300.4	86.2	13.9	0.0	0.0	3543.6	
	20	0.0	0.0	2.8	100.1	253.1	406.1	539.6	600.8	506.2	358.8	428.4	242.0	161.3	13.9	0.0	0.0	3613.2	
	21	0.0	0.0	5.6	94.6	255.9	403.3	603.6	645.3	726.0	586.9	383.8	155.8	125.2	22.3	0.0	0.0	4008.1	
	22	0.0	0.0	2.8	58.4	225.3	369.9	514.6	592.5	678.7	573.0	453.4	244.8	130.7	19.5	0.0	0.0	3863.5	
	23	0.0	0.0	5.6	66.8	217.0	331.0	386.6	628.6	525.7	592.5	411.7	261.5	119.6	22.3	0.0	0.0	3568.7	
	24	0.0	0.0	2.8	80.7	242.0	403.3	356.0	495.1	150.2	111.3	97.4	175.2	119.6	19.5	0.0	0.0	2253.0	
	25	0.0	0.0	2.8	72.3	217.0	364.4	528.5	414.4	322.7	342.1	217.0	125.2	91.8	13.9	0.0	0.0	2712.0	
	26	0.0	2.8	2.8	100.1	264.2	436.7	631.4	681.5	728.8	681.5	514.6	325.4	161.3	27.8	0.0	0.0	4558.9	
	27	0.0	0.0	5.6	114.0	283.7	453.4	662.0	695.4	753.8	695.4	531.3	350.5	169.7	27.8	0.0	0.0	4742.5	
	28	0.0	0.0	2.8	91.8	253.1	422.8	598.0	639.7	709.3	653.7	475.6	325.4	144.6	25.0	0.0	0.0	4341.9	
	29	0.0	0.0	2.8	100.1	255.9	339.3	453.4	445.0	522.9	623.1	433.9	267.0	133.5	13.9	0.0	0.0	3590.9	
	30	0.0	0.0	2.8	97.4	269.8	420.0	609.1	653.7	698.2	592.5	486.8	347.7	172.5	38.9	0.0	0.0	4389.2	
	31	0.0	0.0	2.8	94.6	250.3	414.4	637.0	667.6	664.8	609.1	458.9	383.8	161.3	27.8	0.0	0.0	4372.5	
Days		31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	
Total		0.0	5.6	161.3	2709.2	7048.3	11006.4	15072.9	17367.7										

ข้อมูลอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ปี 2553

ข้อมูลอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ปี 2553

เดือน	วันที่	เวลาทำการตรวจ																								อุณหภูมิเฉลี่ย
		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	
มกราคม	1/1/2010	26.2	26.1	25.6	25.8	25.8	25.6	26.0	26.6	27.5	29.0	31.0	32.0	32.2	33.2	33.2	32.6	33.0	31.2	29.5	29.2	28.5	27.8	27.3	27.0	26.8
	1/2/2010	26.7	25.9	25.3	25.2	24.9	24.6	24.3	24.9	26.3	27.5	29.5	31.2	32.1	32.6	31.8	32.2	31.7	30.1	29.3	28.4	28.2	27.4	27.0	27.2	28.1
	1/3/2010	25.7	25.6	25.8	25.5	24.1	24.0	23.6	24.7	27.0	28.6	31.2	32.2	33.3	33.9	34.2	34.3	33.8	31.8	30.5	29.8	29.4	28.7	27.9	27.7	28.9
	1/4/2010	27.8	26.7	26.4	26.4	26.2	26.0	25.1	26.2	28.0	29.8	31.1	32.7	32.9	32.3	33.4	33.1	31.8	30.3	29.2	28.3	28.2	28.0	27.8	27.7	29.0
	1/5/2010	27.5	27.3	27.6	27.1	26.3	26.2	26.3	26.1	27.5	29.9	31.0	31.1	31.3	33.5	33.2	33.2	33.1	31.7	29.6	28.8	28.3	28.2	27.6	27.4	29.2
	1/6/2010	28.0	28.1	27.7	26.3	25.7	26.5	26.7	27.0	28.3	29.6	29.7	28.5	24.8	26.5	28.6	23.1	24.0	24.7	24.8	25.1	25.0	25.5	24.2	25.1	26.4
	1/7/2010	25.1	24.9	24.7	24.5	24.6	24.5	24.6	25.3	26.7	27.8	30.2	30.6	30.9	31.5	28.6	27.3	27.0	27.5	26.8	26.6	26.8	26.7	26.0	27.0	27.0
	1/8/2010	25.4	25.1	25.2	23.8	24.1	24.1	24.0	24.4	25.3	26.1	27.0	28.3	29.6	29.6	23.2	26.7	26.8	25.3	25.7	25.4	25.4	25.3	25.0	24.6	25.6
	1/9/2010	24.2	23.3	23.3	23.0	22.9	22.7	22.8	23.7	24.6	26.8	27.8	28.2	29.7	29.6	29.5	30.4	29.3	28.4	27.6	27.0	26.3	26.1	25.6	25.1	26.2
	1/10/2010	24.7	24.4	23.9	24.0	23.5	23.2	23.0	24.0	25.9	27.6	29.5	30.9	31.6	32.1	33.1	32.7	32.1	31.0	29.8	28.9	27.1	27.7	26.2	26.5	27.6
	1/11/2010	25.7	25.5	24.1	24.0	23.2	23.0	23.2	23.8	26.5	28.5	31.1	31.6	32.0	32.2	32.3	32.5	31.8	30.4	29.1	28.2	26.0	25.9	25.6	26.1	27.6
	1/12/2010	26.1	25.6	25.4	24.7	23.6	23.6	23.6	24.5	26.7	28.4	30.2	32.6	31.5	31.9	32.5	33.0	31.9	30.9	29.5	28.8	28.4	28.3	26.9	26.5	28.1
	13/01/2010	25.8	25.5	24.6	24.7	24.7	24.8	24.2	24.6	25.8	26.4	27.9	28.8	29.3	30.1	30.7	30.3	30.2	28.7	28.4	27.7	27.7	26.3	26.0	24.6	27.0
	14/01/2010	24.1	23.9	23.8	23.0	22.5	22.3	22.4	23.2	24.5	25.9	28.1	27.7	28.8	29.1	29.8	28.8	28.9	28.0	27.3	27.0	26.6	26.0	25.2	24.3	25.9
	15/01/2010	24.0	23.4	22.8	22.7	22.3	21.9	22.1	22.4	23.7	26.0	27.1	28.2	29.6	30.2	30.1	29.5	29.0	28.0	27.2	27.0	26.5	26.1	24.9	24.2	25.8
	16/01/2010	23.7	23.0	23.0	22.9	22.4	22.2	21.7	22.6	25.5	27.2	29.2	30.2	30.8	31.6	30.6	31.3	30.2	29.3	28.4	27.4	26.5	25.2	24.6	23.8	26.4
	17/01/2010	22.9	22.8	22.3	21.9	21.2	21.1	20.9	21.6	24.0	25.8	27.1	28.4	28.9	29.6	29.3	29.6	28.7	28.1	27.7	26.9	26.6	25.4	25.2	24.4	25.4
	18/01/2010	22.6	22.6	21.7	21.2	20.9	19.7	19.5	20.8	22.3	24.3	25.2	26.2	27.4	28.3	28.5	28.4	27.9	27.2	26.0	25.4	24.3	23.4	22.6	24.2	24.2
	19/01/2010	21.9	22.2	21.5	21.2	20.4	20.1	20.0	21.4	23.4	25.8	27.8	29.3	29.5	30.3	29.9	30.2	28.8	27.7	27.1	26.2	26.1	25.9	25.3	24.9	25.3
	20/01/2010	24.5	24.4	24.0	23.5	23.4	23.7	23.7	24.2	25.3	26.0	27.3	29.2	28.0	29.3	30.0	29.7	29.3	27.6	27.8	27.2	27.0	27.1	26.9	26.9	26.6
	21/01/2010	26.7	26.2	25.7	24.5	24.6	24.5	24.5	25.0	25.6	25.9	26.6	27.2	27.0	26.5	26.6	26.8	25.6	24.8	25.2	24.5	24.3	24.2	24.2	23.9	25.4
	22/01/2010	23.7	23.8	23.6	23.7	23.7	24.0	24.2	23.7	23.7	24.6	27.0	27.5	27.7	28.6	29.1	29.1	28.3	27.7	27.2	26.5	26.1	25.8	25.1	25.6	25.8
	23/01/2010	25.2	24.9	24.3	24.1	24.3	24.3	24.6	25.2	26.0	27.4	28.4	29.8	28.3	28.0	28.3	28.8	29.4	29.2	28.0	27.5	26.8	26.6	26.2	25.8	26.7
	24/01/2010	25.6	25.3	25.0	25.0	24.7	24.5	23.9	25.0	26.7	28.3	29.7	30.1	29.6	27.6	27.0	28.8	29.7	28.0	28.0	27.2	26.7	26.0	25.6	25.0	26.8
	25/01/2010	24.4	24.4	23.8	23.6	23.9	23.9	24.1	25.3	26.9	28.6	29.5	29.3	30.8	31.7	32.3	31.6	31.6	30.6	30.0	29.8	28.7	29.0	28.4	27.9	29.1
	26/01/2010	27.0	26.6	26.6	26.5	26.2	25.3	25.4	26.2	27.4	28.4	29.5	30.6	30.9	31.0	30.8	31.4	31.5	30.5	29.2	29.1	28.4	27.9	27.4	26.7	28.4
	27/01/2010	26.4	26.4	26.2	25.4	25.6	24.9	24.7	26.1	27.5	28.8	30.3	31.0	32.1	31.7	31.9	32.5	31.1	30.6	29.6	29.3	28.6	29.0	28.1	27.3	28.5
	28/01/2010	26.4	26.1	26.0	25.6	25.2	24.7	24.3	25.3	27.7	30.0	30.7	32.6	32.1	33.4	33.4	33.9	33.5	31.6	30.7	29.5	28.4	28.1	27.8	27.8	28.9
	29/01/2010	27.6	27.3	27.1	26.9	26.0	25.5	25.2	25.7	27.8	29.1	30.3	31.2	32.1	31.0	30.2	28.4	29.8	29.9	28.9	28.7	28.0	27.6	27.3	27.2	28.3
	30/01/2010	26.8	26.7	26.0	26.6	26.0	25.2	25.4	25.8	27.2	27.2	28.7	29.5	30.7	31.2	31.9	32.2	31.4	30.3	29.2	28.2	27.4	27.4	27.2	27.0	28.1
	31/01/2010	27.0	26.7	26.6	26.4	26.2	25.7	25.2	26.1	28.1	30.1	31.1	31.8	32.3	32.9	32.5	32.4	31.5	30.9	29.8	29.1	28.2	27.5	27.3	27.2	28.9

หมายเหตุสรุป : สถานี-สถานีจังหวัด 455601-สนามบินดอนเมือง 2, กรุงเทพมหานคร
ปี : (2010) เดือน : (1)

ข้อมูลอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ปี 2553

เดือน	วันที่	เวลาทำการตรวจ																								อุณหภูมิเฉลี่ย	
		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00		
กุมภาพันธ์	2/1/2010	27.2	26.9	26.7	26.6	26.7	26.5	25.8	26.7	28.7	29.9	30.9	31.9	33.0	33.8	33.5	33.2	32.4	31.2	30.0	29.0	28.6	28.2	28.0	27.8	29.3	
	2/2/2010	27.6	27.4	27.3	27.1	26.9	26.6	26.2	27.6	29.1	29.8	31.5	31.3	33.0	32.4	33.3	33.2	32.3	30.9	29.8	28.8	28.4	28.2	27.9	27.5	29.3	
	2/3/2010	27.4	26.9	26.9	26.6	26.3	25.7	25.3	26.2	28.4	30.1	32.0	32.8	33.1	33.5	33.2	33.0	32.3	30.8	29.9	28.8	28.3	28.1	27.8	27.4	29.2	
	2/4/2010	27.1	26.9	26.4	26.5	25.9	25.3	25.1	25.8	28.2	30.2	31.1	32.0	32.7	33.4	32.9	33.0	32.5	31.0	30.0	29.2	28.6	28.4	28.2	27.9	29.1	
	2/5/2010	27.8	27.5	27.5	27.1	26.8	26.7	26.0	26.2	28.7	30.1	32.7	32.2	32.7	33.2	33.1	33.6	32.7	31.2	29.7	28.8	28.1	28.2	28.0	27.9	29.4	
	2/6/2010	27.7	27.5	27.4	27.3	27.1	27.0	25.9	26.9	29.4	30.4	32.1	31.9	31.8	31.9	32.5	32.7	32.1	31.1	29.5	28.5	28.2	28.0	27.7	27.6	29.3	
	2/7/2010	27.4	27.3	26.8	26.2	25.8	25.0	25.0	26.0	28.4	30.0	31.3	31.4	31.8	32.6	33.1	33.0	32.6	31.3	29.4	28.5	28.1	27.7	27.7	27.5	28.9	
	2/8/2010	27.3	27.1	26.5	25.9	25.3	25.1	25.1	25.9	28.8	30.3	31.2	31.1	31.7	31.7	32.4	32.5	31.6	30.1	29.2	28.2	27.9	27.9	27.8	27.4	28.7	
	2/9/2010	26.9	26.8	26.7	25.8	25.3	24.8	24.4	25.7	27.8	29.3	31.7	30.5	34.0	31.8	31.4	31.7	32.0	31.0	29.6	28.6	28.1	27.8	27.8	27.6	28.6	
	2/10/2010	27.3	26.1	25.9	25.3	25.7	24.8	25.1	26.3	28.8	29.5	32.3	32.8	31.8	33.1	32.6	32.8	32.5	31.0	29.6	28.6	28.4	28.2	28.0	27.7	28.9	
	2/11/2010	27.6	27.5	27.1	26.8	26.4	25.8	26.1	26.9	27.8	29.4	31.2	32.6	33.5	33.4	34.5	33.0	32.7	31.8	30.4	28.9	28.4	28.1	27.8	27.8	29.4	
	2/12/2010	27.5	27.3	27.1	26.5	25.7	25.1	25.6	26.8	28.0	29.9	30.1	32.4	32.4	33.9	32.7	32.5	32.2	31.2	30.0	28.9	28.4	28.4	28.1	27.7	29.1	
	13/02/2010	27.6	27.4	27.3	27.5	27.5	27.3	27.1	28.0	29.0	29.3	31.1	31.8	32.9	33.4	33.5	33.5	32.9	31.0	29.2	28.5	28.0	28.1	27.8	27.6	29.5	
	14/02/2010	27.3	27.2	26.6	26.8	26.8	26.7	26.7	27.4	28.6	29.9	31.2	31.9	32.3	33.2	32.9	33.2	32.6	31.0	29.3	28.7	28.7	28.3	28.0	28.0	29.3	
	15/02/2010	27.8	27.6	27.6	27.4	27.1	25.7	25.4	27.1	29.2	30.6	31.5	32.1	33.4	33.5	33.6	33.6	33.9	33.6	32.3	30.6	29.4	28.8	28.5	28.3	28.1	29.7
	16/02/2010	28.0	27.8	27.4	26.9	27.1	26.3	26.1	26.8	28.3	29.8	32.5	32.1	32.1	33.5	33.6	33.3	33.3	31.9	30.4							

ข้อมูลผลพหุคูณสิ่งแวดล้อม ปี 2553

เดือน	วันที่	เวลาทำการตรวจ																								อุณหภูมิเฉลี่ย
		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	
เมษายน	4/1/2010	28.8	28.7	28.5	28.2	27.4	26.6	26.5	28.1	30.8	32.3	33.3	33.8	35.2	35.0	34.8	35.3	34.2	32.7	31.6	30.3	29.7	29.4	29.3	29.2	30.8
	4/2/2010	28.8	28.6	28.6	28.3	28.0	27.2	27.6	29.2	31.5	33.0	34.5	35.5	36.3	36.2	35.5	35.7	35.3	33.8	31.8	30.9	30.6	30.4	30.1	29.9	31.6
	4/3/2010	29.7	29.4	29.2	29.2	28.7	28.2	28.5	30.4	31.9	33.2	34.8	35.7	36.0	35.9	35.9	35.5	35.0	33.4	32.3	31.2	30.7	30.6	30.2	29.9	31.9
	4/4/2010	29.8	29.7	29.3	29.5	29.2	29.0	29.5	30.3	32.4	33.4	34.7	35.2	35.8	36.7	36.2	36.2	34.9	33.3	32.0	31.4	30.7	30.5	30.2	30.1	32.1
	4/5/2010	29.9	29.5	29.5	29.3	29.0	28.7	29.0	30.3	32.7	33.8	35.0	35.6	36.1	36.0	36.3	36.2	35.3	33.3	31.8	31.2	30.9	30.3	30.3	30.1	32.3
	4/6/2010	29.9	29.6	29.5	29.4	29.1	29.1	29.3	30.7	32.4	33.8	34.6	35.2	35.7	36.0	36.5	36.2	34.9	33.4	32.5	31.0	30.9	30.3	30.3	29.8	32.1
	4/7/2010	29.8	29.6	29.4	29.2	29.0	29.0	29.4	30.4	32.3	33.5	34.7	35.6	36.2	36.1	36.6	36.0	35.7	34.4	32.9	31.8	31.0	31.1	30.3	30.0	32.3
	4/8/2010	29.5	29.0	29.1	29.2	29.1	28.9	29.3	30.4	31.5	33.1	35.3	36.1	36.1	36.5	36.5	36.0	35.4	33.5	31.7	31.2	30.8	30.5	30.4	30.1	32.1
	4/9/2010	29.8	29.8	29.6	29.6	29.6	29.2	29.6	31.2	32.6	33.7	34.9	36.4	36.3	35.7	36.1	35.8	34.3	33.2	31.8	31.1	30.8	30.5	30.2	29.9	32.2
	4/10/2010	29.7	29.6	29.5	29.4	29.4	29.4	29.7	30.8	31.4	33.2	34.4	34.8	35.7	35.6	35.4	34.7	34.3	32.6	31.5	30.9	30.9	30.2	29.8	29.8	31.8
	4/11/2010	29.6	29.7	29.6	29.4	29.1	29.0	27.6	29.1	32.0	34.0	33.6	35.9	36.4	37.4	38.1	37.3	35.4	33.5	31.9	31.1	30.4	30.0	30.0	29.8	32.1
	4/12/2010	29.5	29.5	29.5	29.2	29.3	29.3	29.6	31.3	32.6	33.5	35.3	36.2	35.7	36.4	37.2	37.5	37.0	34.5	32.4	31.5	30.7	30.6	30.1	29.7	32.4
	13/04/2010	29.6	29.4	29.1	29.1	28.6	28.4	29.1	31.1	32.2	33.6	35.1	35.7	37.0	38.1	38.9	38.1	37.7	35.8	34.0	32.0	31.0	30.4	30.0	29.4	32.6
	14/04/2010	29.1	28.7	28.5	28.4	28.3	27.7	27.2	28.9	31.7	33.7	34.3	35.6	36.2	36.6	36.8	35.7	35.0	33.4	32.1	31.7	31.0	30.4	30.2	29.9	31.7
	15/04/2010	29.6	29.5	29.4	29.2	29.2	29.1	29.2	30.9	32.4	34.0	35.2	36.3	36.5	36.8	36.6	36.0	35.2	33.2	31.7	31.5	31.1	30.9	30.5	30.4	32.3
	16/04/2010	30.3	30.0	29.9	29.6	29.5	28.7	28.8	29.6	30.6	30.6	28.8	30.1	33.1	36.5	36.1	34.6	33.5	32.4	31.5	30.7	30.5	29.5	28.7	28.5	30.9
	17/04/2010	28.2	27.8	27.7	27.5	27.2	25.3	24.9	25.4	27.0	28.3	29.7	30.1	30.4	30.3	30.2	29.4	29.9	28.2	27.4	27.1	26.8	25.9	25.6	27.8	27.8
18/04/2010	25.4	25.1	24.8	24.6	24.5	24.4	25.3	27.5	29.6	32.3	33.9	34.7	34.9	34.0	35.0	34.7	33.9	31.9	30.7	30.1	30.1	29.9	29.6	29.4	29.8	
19/04/2010	28.9	28.9	28.9	28.6	28.1	27.6	27.6	30.6	32.4	33.5	34.8	36.0	35.7	36.7	35.8	36.2	34.0	32.7	31.3	30.7	30.4	30.5	30.2	30.1	31.7	
20/04/2010	30.1	29.9	29.3	29.1	29.0	28.6	28.7	31.1	33.0	34.0	35.0	36.2	37.0	37.5	38.3	38.1	35.7	34.2	32.5	31.6	30.8	30.5	30.3	30.1	32.5	
21/04/2010	30.0	29.7	29.6	29.5	28.8	28.3	28.5	30.4	33.0	34.2	35.5	36.5	36.4	38.0	37.5	37.2	36.7	35.3	33.5	31.8	31.3	31.0	30.6	30.3	32.6	
22/04/2010	30.2	30.0	29.9	29.9	29.7	29.6	29.9	31.4	32.8	34.5	35.5	36.8	38.0	37.2	36.7	36.9	36.9	35.4	33.7	32.5	31.8	31.6	31.2	30.7	33.0	
23/04/2010	30.2	29.8	29.7	29.5	29.3	29.3	30.0	30.6	32.5	34.1	35.9	36.2	36.7	37.1	36.7	36.9	36.2	35.0	33.3	31.8	30.2	29.3	29.0	28.6	32.4	
24/04/2010	28.1	27.6	27.2	27.5	27.7	27.9	28.1	28.6	28.5	28.2	28.2	30.0	31.6	32.1	32.4	32.6	32.8	32.0	31.1	30.4	29.3	29.4	29.3	28.4	29.5	
25/04/2010	27.9	27.6	27.3	27.0	26.5	26.2	27.0	28.9	31.6	32.6	34.8	36.4	35.3	35.8	35.7	36.2	36.1	34.0	32.7	31.3	30.3	30.7	30.8	30.8	31.5	
26/04/2010	30.0	29.8	29.6	29.6	29.4	29.4	28.9	31.2	32.6	33.6	35.6	36.5	36.7	37.3	37.4	37.3	35.1	33.8	32.5	30.0	29.6	28.9	29.2	28.7	32.2	
27/04/2010	28.5	28.4	27.7	27.1	26.9	27.0	27.5	28.6	30.9	33.2	34.6	35.0	34.7	33.0	26.4	29.4	27.6	28.7	29.1	28.1	27.6	27.4	27.0	29.3	32.3	
28/04/2010	26.6	26.6	26.6	26.7	26.5	26.5	26.9	28.1	29.8	30.6	32.9	34.9	35.3	34.7	24.7	23.6	22.7	25.5	26.0	25.5	25.6	26.0	25.9	25.1	27.7	
29/04/2010	25.3	25.7	25.5	25.6	25.5	25.1	26.0	28.0	30.5	32.2	34.2	33.7	34.7	26.9	27.8	33.6	34.0	32.8	31.2	30.4	30.2	29.2	29.9	29.6	29.5	
30/04/2010	29.4	29.2	28.8	27.7	27.3	27.2	27.8	30.2	31.9	32.1	34.3	36.0	35.1	36.1	35.7	35.5	34.6	32.9	31.7	31.1	30.7	30.6	30.1	30.2	31.5	

หมายเหตุสรุป: รหัสสถานี-สถานี-จังหวัด 455601-สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร
ปี: (2010) เดือน: (4)

ข้อมูลผลพหุคูณสิ่งแวดล้อม ปี 2553

เดือน	วันที่	เวลาทำการตรวจ																								อุณหภูมิเฉลี่ย
		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	
พฤษภาคม	5/1/2010	30.0	29.8	29.2	28.7	28.5	27.7	27.9	29.5	31.6	33.6	34.3	29.3	34.8	36.5	34.4	34.9	26.7	28.7	27.7	27.7	27.3	27.4	26.9	26.5	30.0
	5/2/2010	26.4	26.3	26.2	26.2	26.5	26.5	27.1	29.0	31.5	32.2	33.8	34.8	35.2	34.2	30.1	32.6	32.6	32.2	31.2	30.6	30.2	29.8	29.8	29.9	30.2
	5/3/2010	29.5	29.4	28.7	28.8	28.7	28.4	29.0	30.4	31.4	28.8	26.6	27.4	29.0	31.4	32.2	33.0	33.4	32.6	31.3	30.6	30.7	30.3	30.4	28.4	30.0
	5/4/2010	28.1	28.1	27.7	27.6	27.3	27.1	27.3	28.4	29.4	31.0	32.5	33.0	34.0	33.4	30.6	27.5	29.2	29.4	29.6	30.3	30.2	30.2	29.7	29.4	29.6
	5/5/2010	29.4	29.0	28.6	28.2	27.6	27.3	27.9	30.6	32.2	33.6	33.5	34.4	35.2	35.3	35.6	35.1	33.9	33.4	32.1	31.3	31.1	31.0	30.6	30.7	31.6
	5/6/2010	30.2	30.1	30.1	29.9	29.3	29.0	29.7	28.4	27.7	28.8	30.8	31.6	32.6	34.7	35.3	34.2	34.0	32.9	31.5	30.7	30.6	30.4	30.2	30.0	30.9
	5/7/2010	29.9	29.8	29.6	29.5	29.5	28.8	29.6	31.7	32.9	33.8	34.5	36.3	36.1	36.4	35.8	35.6	35.1	34.2	32.4	31.8	31.2	31.0	30.7	30.5	32.4
	5/8/2010	30.2	30.3	30.2	30.0	29.9	29.8	30.5	32.0	33.1	34.7	35.4	35.3	33.9	36.5	35.1	35.8	35.2	34.4	33.2	32.3	31.7	31.3	31.1	30.7	32.6
	5/9/2010	30.6	30.5	30.4	30.4	30.3	30.2	30.8	31.9	34.0	34.6	36.2	36.0	36.6	36.1	36.8	36.8	36.7	34.8	33.2	32.4	31.4	31.1	31.1	31.0	33.1
	5/10/2010	31.1	30.8	30.9	30.8	30.6	30.5	31.1	32.8	33.8	34.7	35.7	36.6	36.9	38.1	38.0	38.3	38.8	37.3	35.8	33.4	32.7	32.1	32.2	31.7	33.9
	5/11/2010	31.4	30.7	29.0	28.6	28.5	28.1	28.2	29.9	31.5	33.7	35.4	36.4	36.8	36.2	36.7	34.8	34.0	33.6	32.3	31.0	30.4	30.3	30.2	29.8	31.9
	5/12/2010	29.4	29.0	28.8	28.8	28.5	28.2	29.2	28.4	28.7	29.5	31.7	33.5	33.8	34.3	33.3	33.7	33.1	32.4	31.7	31.0	30.6	30.3	29.7	29.1	30.7
	13/05/2010	28.7	28.2	27.6	27.3	27.0	27.0	27.0	27.7	29.5	32.1	33.5	34.4	35.3	35.1	33.9	30.0	35.6	34.9	34.3	30.9	31.8	31.3	31.1	30.8	31.4
	14/05/2010	30.6	30.4	30.1	30.0	29.8	29.6	31.1	31.7	32.7	33.6	35.6	35.2	35.7	35.7	35.7	35.2	36.6	36.6	34.9	33.5	32.6	31.6	31.5	30.9	32.8
	15/05/2010	30.9	30.5	30.4	30.3	29.0	28.2	29.2	32.1	33.6	33.6	35.3	35.7	35.5	35.8	37.0	35.7	35.3	34.2	33.2	32.4	32.0	31.7	31.7	31.4	32.7
	16/05/2010	31.0	29.9	29.3	28.9	28.3	28.1	28.3	29.7	32.8	34.0	31.7	29.7	27.7	25.8	27.6	29.4	30.2	29.8	28.9	28.6	28.6	28.7	28.5	28.4	29.3
	17/05/2010	28.3	28.1	27.7	28.1	28.1	28.1	28.7	30.0	31.7	33.2	31.7	27.0	31.2	30.1	26.4	26.4	26.9	26.9	27.0	27.4	27.5	27.6	27.4	27.2	

ข้อมูลผลพหุภูมิสิ่งแวดล้อม ปี 2553

เดือน	วันที่	เวลาทำการตรวจ																								อุณหภูมิเฉลี่ย
		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	
กรกฎาคม	7/1/2010	28.3	28.4	28.3	27.5	26.8	25.7	27.2	28.4	28.7	30.3	31.4	30.2	30.0	31.2	31.5	30.4	29.8	29.8	29.4	29.2	27.2	27.5	27.9	28.0	29.0
	7/2/2010	27.5	27.1	25.2	25.4	24.7	24.7	24.7	24.8	25.0	25.1	26.8	28.5	28.8	30.1	30.0	30.1	30.3	29.9	29.0	28.6	28.1	27.9	27.7	27.5	27.4
	7/3/2010	27.5	27.2	27.1	26.9	24.2	24.5	25.0	26.6	28.0	29.3	30.5	30.4	28.5	29.0	30.0	30.6	29.8	28.9	28.7	28.2	27.8	27.5	27.3	27.1	27.9
	7/4/2010	26.1	26.3	26.5	26.2	26.1	26.0	26.7	27.8	29.7	31.1	31.1	32.2	32.3	30.2	30.6	30.3	31.1	30.3	29.4	29.2	29.1	28.7	28.1	27.5	28.9
	7/5/2010	27.1	27.0	26.6	25.8	25.2	25.6	26.9	28.7	29.1	29.6	30.9	31.3	31.9	29.9	27.3	28.2	29.3	29.4	28.8	28.3	28.0	27.9	27.9	28.1	28.1
	7/6/2010	28.1	27.7	27.3	27.2	27.1	26.6	27.6	28.6	28.4	29.8	31.0	31.4	32.3	32.9	33.3	31.8	31.2	30.5	29.8	29.1	29.0	29.2	28.6	28.6	29.5
	7/7/2010	28.1	27.8	27.0	27.3	26.9	26.8	28.7	27.9	29.5	30.5	31.6	32.6	33.5	34.2	34.6	34.7	34.6	34.3	31.4	30.7	30.3	30.1	30.1	30.1	30.7
	7/8/2010	29.1	28.9	28.8	28.7	28.8	28.3	28.7	29.6	30.5	31.2	32.6	33.6	33.0	33.8	34.6	34.9	33.8	30.0	30.4	30.3	30.3	30.3	30.3	30.4	30.9
	7/9/2010	30.3	29.9	29.3	28.8	28.4	28.2	28.7	29.5	30.6	31.5	32.5	33.3	33.9	34.3	34.7	34.9	35.1	31.2	25.5	26.2	26.6	26.8	26.8	30.2	30.2
	7/10/2010	27.0	27.2	26.9	26.9	26.8	26.5	27.6	28.7	29.7	30.8	31.8	31.9	32.8	32.9	33.2	33.8	35.5	33.6	31.6	30.8	30.7	30.4	29.1	28.2	30.2
	7/11/2010	28.4	28.3	28.4	28.5	28.5	28.0	28.2	29.7	30.9	31.8	32.3	33.4	33.8	33.7	34.4	34.8	29.4	31.0	30.2	29.6	29.8	29.8	29.4	29.8	30.5
	7/12/2010	30.0	29.5	28.8	28.5	28.3	27.9	28.4	29.6	30.6	31.3	32.0	32.5	33.4	34.1	34.2	34.5	34.7	33.6	32.0	26.9	27.7	28.1	28.2	28.3	30.3
	13/07/2010	28.3	28.5	27.8	28.0	27.9	27.5	27.7	28.3	29.5	30.5	31.3	32.5	33.3	33.8	34.1	34.0	33.2	32.1	31.1	31.1	29.8	28.6	29.3	28.7	30.5
	14/07/2010	27.8	27.9	28.3	28.2	27.8	27.3	27.9	28.7	30.2	31.2	30.9	29.1	29.7	30.0	31.1	29.9	29.9	29.1	28.5	28.1	27.7	27.6	27.6	26.7	28.8
	15/07/2010	26.4	26.2	26.4	26.0	25.6	25.5	26.2	26.1	29.5	31.0	31.0	31.0	25.4	28.6	31.2	32.0	30.8	30.0	29.5	29.1	28.9	28.4	28.0	27.7	28.4
	16/07/2010	26.3	26.5	26.2	26.4	25.9	26.1	26.4	27.3	29.5	31.3	31.7	32.6	32.4	32.6	33.0	29.9	30.1	30.5	30.2	29.5	29.5	29.3	29.1	27.0	29.1
	17/07/2010	27.0	27.4	27.1	27.1	26.8	26.8	27.1	27.5	29.0	30.3	31.2	31.5	31.6	32.4	31.6	29.6	30.1	30.0	29.0	29.0	29.2	29.0	28.5	27.2	29.0
	18/07/2010	26.6	26.2	25.5	25.6	25.4	25.4	25.8	26.7	28.0	29.5	30.9	31.2	31.6	31.8	31.9	31.1	30.7	29.9	29.4	29.3	29.1	29.0	27.8	27.4	28.6
	19/07/2010	27.1	27.1	26.7	26.8	26.7	26.3	26.1	27.1	26.4	26.2	26.7	27.6	28.4	28.8	28.9	29.0	29.5	29.2	28.6	28.0	27.5	27.3	27.3	25.9	27.5
	20/07/2010	25.8	25.6	25.4	25.5	25.3	25.0	26.2	28.0	29.8	30.5	32.0	32.9	31.7	32.9	33.6	33.5	33.3	32.6	31.3	30.1	29.5	29.5	29.3	29.1	29.5
	21/07/2010	29.0	28.4	28.0	27.7	27.7	27.7	28.0	29.4	30.6	31.6	32.3	33.1	33.6	35.0	34.6	34.9	33.8	33.1	31.9	31.0	30.5	30.6	30.3	30.0	31.0
	22/07/2010	29.3	29.1	28.9	28.4	27.5	28.5	28.0	29.4	30.6	31.5	32.1	32.5	32.8	33.5	33.8	33.8	33.0	25.5	26.3	25.9	26.2	26.8	27.3	27.1	29.5
	23/07/2010	26.9	26.7	26.7	27.0	27.0	27.0	27.2	28.8	30.0	31.4	32.1	33.0	32.6	32.5	31.9	32.1	29.7	29.5	30.3	29.1	29.1	28.8	28.4	28.3	29.4
	24/07/2010	27.7	27.8	27.4	27.1	26.6	26.9	27.3	28.7	30.0	30.2	31.7	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.3	32.1	30.7	29.7	29.6	28.9	28.8	28.0	29.8
	25/07/2010	27.6	27.6	26.9	26.9	26.8	26.7	27.2	28.1	29.9	30.8	30.9	31.3	31.1	31.0	31.0	31.0	31.3	31.1	30.6	30.2	29.9	29.4	29.0	28.5	29.4
	26/07/2010	28.0	27.9	27.7	27.3	27.0	26.7	27.0	28.1	29.3	30.4	31.0	31.2	32.0	32.4	33.6	32.7	32.4	32.1	31.6	29.6	27.3	26.7	27.4	26.8	29.4
	27/07/2010	26.1	25.1	25.2	25.4	25.5	25.5	25.6	26.3	26.8	29.0	30.1	30.9	31.5	32.6	32.1	32.0	28.8	28.6	29.9	29.5	29.4	29.3	26.9	27.0	28.0
	28/07/2010	26.5	25.5	25.6	25.5	25.7	25.7	26.0	26.9	28.5	29.0	30.4	31.7	32.2	32.1	32.6	32.6	31.7	31.4	30.5	29.5	29.4	29.6	27.1	26.2	28.8
	29/07/2010	26.1	26.3	26.3	25.2	25.4	25.4	25.7	26.8	27.2	27.7	30.0	30.8	31.7	31.4	31.8	31.3	31.1	30.4	26.0	26.5	26.4	27.3	27.3	27.1	28.0
	30/07/2010	27.4	27.4	27.2	27.6	27.1	26.8	26.9	27.7	29.9	30.5	31.5	31.8	32.9	33.4	29.4	28.0	27.8	29.4	29.4	29.2	27.5	26.9	26.5	26.7	28.7
	31/07/2010	26.6	26.7	26.5	26.5	26.4	26.1	26.4	28.5	30.1	30.5	31.3	32.3	32.4	33.1	33.2	33.2	32.5	32.1	31.6	31.2	29.1	29.0	28.9	28.4	29.7

หมายเหตุสรุป : รหัสสถานี-สถานี-จังหวัด 455601-สามามบ้นตอนเมือง 3.กรุงเทพมหานคร
ปี : (2010) เดือน : (7)

ข้อมูลผลพหุภูมิสิ่งแวดล้อม ปี 2553

เดือน	วันที่	เวลาทำการตรวจ																								อุณหภูมิเฉลี่ย
		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	
สิงหาคม	8/1/2010	28.5	27.8	28.1	27.8	27.5	27.2	27.3	28.7	29.4	29.8	31.1	31.6	32.3	32.6	33.2	33.5	33.6	31.8	30.7	30.1	30.1	29.8	29.7	29.1	30.1
	8/2/2010	26.4	25.9	26.1	26.4	26.2	25.8	25.6	25.7	26.0	26.8	28.8	29.8	30.8	31.1	31.2	28.0	27.1	27.1	27.2	26.5	26.6	25.5	25.5	25.7	27.1
	8/3/2010	25.9	25.9	26.0	26.2	26.1	26.1	26.3	27.1	28.7	27.9	30.2	29.5	30.3	25.2	26.7	27.1	27.1	26.7	26.6	26.6	26.8	26.7	26.4	26.3	27.0
	8/4/2010	26.2	26.3	26.3	26.4	26.1	26.1	26.8	28.9	29.5	29.9	31.3	31.0	32.0	31.6	32.2	32.5	25.8	23.7	23.7	24.1	24.4	24.5	24.8	24.7	27.5
	8/5/2010	24.6	24.6	24.8	24.8	24.8	24.6	24.7	25.6	29.0	29.4	30.6	31.2	32.2	32.5	32.1	32.7	23.6	24.0	24.5	25.6	25.4	25.4	25.3	25.3	27.0
	8/6/2010	25.2	25.2	25.2	25.1	25.0	25.0	26.1	28.0	28.8	30.0	30.9	32.2	32.0	32.9	32.7	31.5	28.7	27.5	28.0	28.0	27.5	27.0	26.5	26.8	28.2
	8/7/2010	26.8	26.9	26.9	26.6	26.7	26.2	26.5	27.5	28.5	30.6	30.7	31.6	31.7	32.6	31.3	28.1	28.2	28.6	28.1	28.3	28.1	28.1	27.7	27.7	28.5
	8/8/2010	27.0	26.5	26.3	26.3	26.5	26.7	27.1	27.9	28.6	29.7	31.1	32.5	32.5	33.4	32.4	32.6	32.6	31.1	28.1	28.1	27.8	27.8	27.7	27.5	29.1
	8/9/2010	27.6	26.8	26.8	26.6	26.5	26.4	26.6	28.1	29.4	30.3	31.3	31.8	32.5	32.1	33.4	32.7	31.2	30.7	29.9	29.6	28.6	25.4	24.6	25.4	28.9
	8/10/2010	25.6	25.5	25.8	26.1	25.8	25.7	25.9	28.0	29.8	30.6	32.2	32.6	33.3	33.8	34.1	32.9	32.2	31.0	30.1	26.7	24.0	25.0	25.2	25.5	28.6
	8/11/2010	25.5	25.4	25.6	25.9	25.9	25.8	25.9	26.2	27.1	28.3	26.4	27.8	27.3	29.7	30.0	29.9	29.5	27.7	26.7	26.4	25.9	26.3	26.0	25.9	27.0
	8/12/2010	26.2	26.1	26.1	26.0	26.1	26.4	27.5	28.6	30.0	31.4	30.9	29.9	27.5	27.9	29.2	29.4	27.1	24.7	24.6	25.0	25.3	25.6	25.6	27.2	
	13/08/2010	27.5	25.4	25.2	25.0	24.7	24.7	24.9	25.7	26.9	28.6	29.2	25.8	26.7	28.0	29.3	29.6	30.5	29.7	28.7	28.2	26.4	26.5	25.6	25.2	26.9
	14/08/2010	24.9	24.8	24.7	24.8	24.8	24.9	25.1	25.6	26.8	28.1	29.6	29.0	30.0	29.8	29.7	30.7	30.5	29.6	28.7	28.3	28.0	27.5	27.6	26.8	27.5
	15/08/2010	25.6	25.1	25.3	25.5	25.2	25.7	25.8	27.3	27.4	27.8	29.7	32.1	32.0	32.5	32.5	31.3	31.4	30.7	29.6	29.0	28.7	28.6	28.4	28.3	28.6
	16/08/2010	28.1	28.1	27.3	27.7	26.6																				

ข้อมูลผลพวงผู้สืบแวดล้อม ปี 2553

เดือน	วันที่	เวลาทำการตรวจ																								อุณหภูมิเฉลี่ย
		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	
ตุลาคม	10/1/2010	28.2	28.1	28.1	27.8	27.2	27.0	27.4	27.9	28.8	29.6	29.9	30.8	31.7	31.2	31.5	32.7	31.4	30.6	29.1	26.9	27.2	27.1	27.2	27.2	28.9
	10/2/2010	27.3	27.0	26.9	26.5	26.2	26.1	26.7	27.9	28.8	29.4	31.0	30.9	32.0	31.2	30.8	29.2	25.5	25.4	25.9	25.9	25.9	25.4	25.1	25.1	27.6
	10/3/2010	25.3	25.5	25.4	25.3	25.4	25.5	25.9	26.6	27.9	28.9	29.8	30.4	26.4	27.5	27.9	28.2	27.9	27.5	25.9	25.7	25.5	25.3	25.2	24.9	26.7
	10/4/2010	24.9	24.9	24.9	25.1	25.1	25.1	25.5	26.2	27.6	28.1	29.2	29.1	28.9	29.2	26.7	26.2	26.1	26.4	26.5	25.7	26.0	25.8	25.7	25.6	26.4
	10/5/2010	25.5	25.7	25.2	25.1	24.9	24.9	25.3	26.1	26.5	27.2	27.3	27.5	26.6	27.0	27.8	27.8	27.4	27.1	26.7	26.7	26.9	26.7	26.5	26.3	26.4
	10/6/2010	26.1	25.6	25.6	25.5	25.4	25.3	25.5	26.1	27.5	28.3	28.8	29.5	30.6	30.0	28.3	27.7	28.4	28.5	28.2	28.2	28.2	28.3	27.9	27.6	28.0
	10/7/2010	26.8	26.5	26.3	26.1	25.8	25.9	26.1	27.8	28.5	29.4	30.3	29.7	29.2	27.2	29.0	30.4	30.5	28.3	28.3	28.7	28.4	28.2	27.7	27.6	28.0
	10/8/2010	27.5	27.3	27.3	27.1	26.8	26.8	27.2	28.8	29.6	30.5	31.4	31.6	31.9	30.0	29.5	30.9	30.7	30.6	30.1	29.3	29.0	28.5	28.3	28.3	29.1
	10/9/2010	27.9	27.7	27.2	27.4	27.2	26.8	27.0	28.5	29.4	29.7	30.5	30.8	31.8	32.5	32.4	30.2	29.4	26.4	26.5	26.9	26.8	27.4	27.4	27.2	28.5
	10/10/2010	26.8	26.3	26.4	26.2	26.1	25.9	26.4	27.6	29.0	29.9	30.2	31.3	32.1	32.5	32.6	32.2	31.9	31.2	30.9	30.3	29.7	29.2	28.9	28.4	29.3
	10/11/2010	28.0	27.6	27.3	26.9	26.9	26.9	27.0	27.5	28.3	28.9	30.3	31.8	31.6	32.0	32.1	31.3	31.0	30.6	30.4	30.3	29.9	29.6	28.9	28.5	29.3
	10/12/2010	28.8	28.4	28.2	27.9	26.9	26.1	25.9	25.8	26.1	26.8	27.6	29.1	29.5	30.7	30.3	30.3	29.9	28.9	28.7	28.3	27.2	26.6	24.8	24.9	27.8
	13/10/2010	24.9	25.0	25.1	25.0	25.2	25.1	25.3	26.1	27.1	28.0	29.5	29.7	30.1	30.6	30.5	31.3	30.9	29.0	28.8	28.4	28.3	28.3	26.5	27.8	
	14/10/2010	24.5	24.4	24.8	24.8	25.0	25.0	25.0	26.0	26.9	27.6	28.7	29.1	28.9	28.5	29.3	27.7	26.4	26.3	26.4	26.3	26.4	26.4	26.4	26.1	26.5
	15/10/2010	26.3	26.2	26.2	26.0	25.7	25.8	26.1	26.4	25.4	25.5	26.5	26.9	27.1	28.2	26.3	25.9	23.5	23.2	23.8	24.0	23.6	23.3	23.6	25.3	
	16/10/2010	23.8	23.6	23.9	23.9	24.0	24.0	24.3	24.6	24.8	25.5	26.1	26.1	26.1	26.4	25.9	26.3	26.3	25.8	25.5	24.7	24.5	24.7	24.3	24.0	25.0
	17/10/2010	24.0	23.9	24.0	24.4	24.2	24.2	24.3	25.0	25.5	24.9	25.2	26.9	27.1	27.8	28.6	27.8	25.2	25.0	25.1	25.4	25.5	25.7	25.8	25.7	25.5
	18/10/2010	25.5	24.9	24.7	24.8	24.8	24.7	25.0	25.9	26.6	27.9	28.3	28.0	28.4	30.0	30.3	30.0	29.3	28.5	28.3	27.0	26.1	25.5	26.0	25.8	26.9
	19/10/2010	25.7	25.5	25.4	25.2	24.9	25.0	25.2	26.3	27.8	29.6	30.5	31.1	32.4	31.6	31.3	31.1	28.7	28.9	28.6	27.9	27.7	27.4	27.4	25.8	28.0
	20/10/2010	25.5	25.2	25.0	24.9	24.9	25.0	25.3	25.4	26.0	26.3	27.6	28.6	29.9	31.8	30.5	29.9	29.9	28.7	28.6	28.6	28.2	26.9	26.6	26.4	27.3
	21/10/2010	26.4	26.3	26.4	26.2	26.0	25.9	26.0	27.1	28.0	28.8	29.8	31.2	31.0	32.1	32.0	30.5	30.0	29.5	28.9	28.9	28.4	28.2	27.9	26.9	28.3
	22/10/2010	25.7	25.9	25.8	25.8	25.7	25.3	25.7	27.6	28.8	30.8	31.3	31.8	31.9	31.8	32.2	32.0	31.5	30.2	29.6	29.0	28.6	28.6	27.6	27.0	28.8
	23/10/2010	27.2	26.7	26.6	26.5	26.5	25.8	26.8	28.5	29.4	30.8	31.6	32.4	33.0	32.8	33.1	33.2	32.6	31.7	31.2	31.0	29.8	28.9	28.4	27.8	29.7
	24/10/2010	27.4	27.1	26.9	26.7	26.7	26.7	26.9	28.2	29.6	31.0	32.0	33.1	33.6	33.8	33.8	33.5	33.2	32.0	31.3	30.8	30.2	29.9	29.5	29.2	30.1
	25/10/2010	28.3	28.0	27.7	27.5	27.1	26.9	27.3	28.5	30.1	32.0	32.7	33.9	34.7	34.7	34.8	30.6	30.4	30.0	29.8	29.7	29.6	29.6	29.2	29.0	30.0
	26/10/2010	26.0	26.4	26.2	26.1	26.3	26.3	26.4	27.0	27.7	26.7	25.1	27.1	28.5	29.3	29.9	30.3	29.9	29.5	27.3	27.7	27.8	27.7	25.7	26.0	27.4
	27/10/2010	26.4	26.4	26.5	26.8	27.1	26.8	26.4	27.4	28.7	30.0	30.9	31.4	32.3	32.0	32.2	31.5	30.9	30.1	29.9	29.9	29.0	28.4	27.9	29.1	29.1
	28/10/2010	27.8	27.5	26.9	26.9	26.8	27.0	27.2	27.6	28.2	29.4	30.4	30.5	30.3	30.5	30.6	30.7	30.0	29.1	29.1	28.5	27.7	26.9	26.7	26.5	28.5
	29/10/2010	26.4	26.4	26.1	25.5	25.3	24.9	24.8	26.0	27.2	27.7	28.4	28.9	29.8	29.2	29.6	30.1	29.0	28.3	27.5	26.8	26.3	25.8	25.2	24.7	27.1
	30/10/2010	23.9	23.4	22.9	22.6	22.3	22.1	22.3	23.8	25.3	26.1	27.4	28.1	28.1	28.5	27.6	27.7	27.0	25.7	24.9	24.5	24.2	23.4	23.0	23.2	24.9
	31/10/2010	23.0	22.6	22.0	22.2	21.8	22.0	21.7	22.8	23.3	24.1	25.1	25.6	25.8	26.4	26.9	27.0	26.8	26.1	25.4	24.6	23.7	23.3	23.3	22.5	24.1

หมายเหตุสรุป : รหัสสถานี-สถานีจังหวัด 455601-สถานีบึงบอนเมือง จ.อุบลราชธานี
ปี : (2010) เดือน : (10)

ข้อมูลผลพวงผู้สืบแวดล้อม ปี 2553

เดือน	วันที่	เวลาทำการตรวจ																								อุณหภูมิเฉลี่ย	
		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00		
พฤศจิกายน	11/1/2010	22.0	21.8	21.5	21.3	21.2	21.0	21.8	23.4	24.7	25.0	26.3	27.5	28.3	28.0	28.0	28.1	27.6	27.5	26.9	26.4	26.1	25.5	24.8	24.3	24.3	24.8
	11/2/2010	24.0	24.2	23.9	23.7	23.1	22.6	23.3	24.0	25.6	26.8	27.8	28.2	28.1	27.5	27.2	27.2	27.1	26.7	26.6	26.4	26.1	26.3	25.9	25.6	25.7	
	11/3/2010	25.3	24.8	24.6	24.4	24.7	24.2	24.4	25.2	25.8	26.2	27.1	28.3	28.3	28.5	28.9	28.6	28.7	27.5	26.7	26.4	25.7	25.2	24.8	24.5	26.2	
	11/4/2010	24.7	24.1	24.1	24.0	23.6	23.8	23.9	24.4	25.1	25.9	27.1	28.0	28.6	29.2	29.4	29.5	28.4	27.4	26.9	26.1	25.0	24.4	24.0	24.0	26.0	
	11/5/2010	23.9	22.9	22.8	21.9	22.1	22.0	22.2	23.6	24.8	26.7	28.3	28.6	29.7	29.6	29.9	29.0	28.0	27.6	26.9	26.5	26.0	25.7	25.4	26.0		
	11/6/2010	25.0	24.9	24.1	23.9	23.8	24.0	24.0	24.5	26.1	27.8	28.7	28.5	29.5	30.0	29.9	29.8	29.8	28.2	27.8	27.0	26.3	25.6	25.4	25.4	26.7	
	11/7/2010	25.0	25.3	25.1	24.9	25.0	24.8	24.9	25.5	26.1	27.2	28.5	28.9	29.7	29.8	29.6	29.3	28.8	27.8	27.7	27.5	27.4	27.1	26.7	26.7	27.1	
	11/8/2010	26.5	26.4	26.1	25.9	25.8	25.9	25.8	26.6	28.3	29.6	30.1	30.8	31.7	31.9	32.3	32.0	31.4	29.4	28.8	28.7	27.4	26.7	26.3	26.1	28.4	
	11/9/2010	26.0	25.6	25.4	25.0	24.9	24.7	24.9	25.7	26.7	28.2	29.1	29.8	30.5	30.3	30.5	30.1	29.2	28.4	28.0	27.3	26.9	25.9	25.3	25.7	27.3	
	11/10/2010	25.7	25.1	24.5	24.5	24.7	24.0	24.6	25.2	26.9	28.9	30.2	30.2	30.4	31.0	30.4	30.7	29.5	28.5	28.0	27.5	27.6	27.1	26.6	25.8	27.4	
	11/11/2010	25.4	25.7	25.5	25.2	25.3	25.0	24.7	26.1	26.6	27.6	28.9	29.4	29.9	29.9	29.5	29.0	28.2	27.4	26.8	26.5	26.4	26.4	26.1	26.1	27.0	
	11/12/2010	26.0	25.2	25.4	25.2	25.0	25.1	24.9	25.2	26.2	28.2	29.4	29.0	29.5	29.5	30.0	29.9	29.5	29.0	28.5	27.5	27.5	27.6	27.5	26.9	27.4	
	13/11/2010	26.6	26.0	25.4	24.6	24.7	24.7	24.7	25.6	26.5	27.2	29.6	30.8	30.4	31.4	31.3	31.5	30.8	30.0	29.7	28.7	28.4	27.6	26.5	26.3	27.9	
	14/11/2010	25.9	25.6	24.9	24.8	24.2	24.6	25.0	25.9	27.7	29.1	30.2	31.0	31.7	32.3	32.6	31.9	31.4	30.7	30.3	30.0	29.3	27.9	27.3	27.3	28.4	
	15/11/2010	26.3	26.2	25.6	25.5	25.4	25.1	25.9	27.4	29.3	30.3	30.5	30.7	31.4	32.0	32.2	31.7	31.1	30.2	29.3	28.3	27.6	27.1	27.1	26.7	28.5	
	16/11/2010	26.8	27.1	26.6	26.0</																						

ภาคผนวก ค

ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ [11-12]

SIEMENS

1 833



Cable temperature sensor
for solar applications

QAP21.2

Use

The cable temperature sensor is used for acquiring the water temperature in flat solar panels.

Ordering

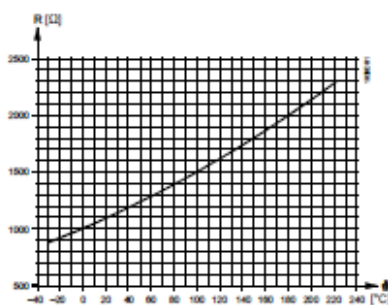
When ordering, please give name and type reference of the sensor.

Function

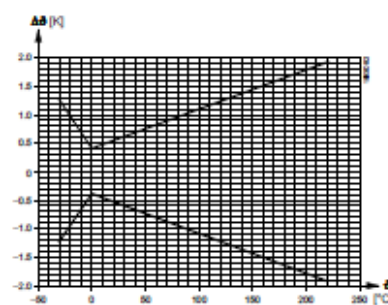
The sensor acquires the medium temperature in the solar panel with its nickel element. The resistance value of the element changes as a function of the temperature. It is delivered for further handling by a suitable controller.

Sensing element

Characteristic



Accuracy



Legend

- R Resistance value in Ohm
- θ Temperature in degrees Celsius
- $\Delta\theta$ Temperature differential in Kelvin

Mechanical design

The cable temperature sensor consists of a sleeve (6 mm diameter, 50 mm long), sensing element and connecting cable with ferrules.

The sensing element is accommodated in the sleeve which is flat on one side and to which the connecting cable is attached.

The sensor is not suited for direct immersion in liquid media (without using a protection pocket).

Engineering notes

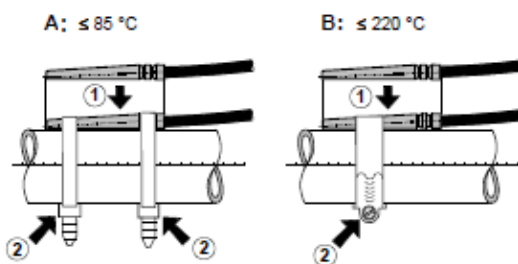
The permissible cable lengths are dependent on the type of controller used. For details, refer to the Data Sheet of the relevant controller.

Mounting notes

The following mounting choices exist:

On pipes

- Up to medium temperatures of 85 °C: with plastic cable tie (supplied by thirds)
- Up to medium temperatures of 220 °C: with stainless steel cable tie (supplied by thirds)



Indirect immersion

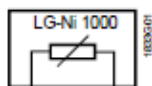
With the help of a protection pocket. The inside diameter of the pocket should match the diameter of the sensor's sleeve (e.g. 6.1 mm).

The sensor is supplied complete with Mounting Instructions.

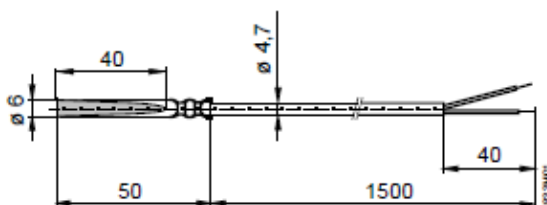
Technical data

Functional data	Measurement range	-30 ... +180 °C
	max. (1-2 h/d)	220 °C
	Sensing element	LG-Ni 1000
	Time constant $t_{\tau 3}$	
	When fitted to the pipe	<20 s
	With protection pocket	<30 s
Protective data	Measurement accuracy at 0 °C	± 0.4 K (refer to "Function")
	Measurement and output	passive
	Degree of protection	IP 67 to IEC 529
Connections	Safety class	III to EN 60 730
	Mechanically	cable tie or protection pocket (supplied by thirds)
	Electrical connections	
	Connecting cable	2-core, interchangeable, with ferrules
	Cable length	approx. 1.5 m
	Perm. cable length	refer to "Engineering notes"
Environmental conditions	Ambient temperature	
	Sensor sleeve	-30 ... +180 °C (220 °C for max. 1-2 h/d)
	Connecting cable	-50 ... +180 °C (220 °C for max. 1-2 h/d)
Materials	Sensor sleeve	stainless steel V4A (1.4571)
	Connecting cable	silicon
	Packaging (minigrip® bag)	PVC
Weight	Including packaging	0.056 kg

Internal diagram



Dimensions (in mm)



ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน [13-14]



Product Data Sheet

THERMOIL AND ESSOTHERM

HEAT TRANSFER FLUIDS

January 2009

Esso THERMOIL[®] and ESSOTHERM[®] heat transfer fluids are the products of extensive research and development at Imperial Oil's facilities in Sarnia. They are manufactured at either of our plants in Sarnia Ontario or Edmonton Alberta and are available throughout the country through our comprehensive distribution network. Esso THERMOIL and ESSOTHERM offer the following features and benefits:

- ◆ Range of viscosity grades for application needs
- ◆ Utilize highly refined base stocks and select additive technology for excellent thermal and oxidation stability
- ◆ Choice of excellent oxidation control and deposit control technology
- ◆ Optimized Flash Point and Volatility to minimize Vapour Pressure at elevated temperatures

Primary Applications

Imperial Oil THERMOIL and ESSOTHERM fluids are recommended in the appropriate grade whenever performance mineral oil heat transfer fluids are indicated. They have documented many years of successful long life service in many industries such as plastics, paint, rubber, paper mill calendars, board plants, roofing, textiles and refineries. Chemical compatibility with other heat transfer fluids should be verified. They are not recommended for addition to systems containing aromatic oils or some synthetics.

Performance Features

Oxidation Stability

A robust oxidation inhibitor additive system provides long service life at elevated bulk system temperatures with associated high "skin" temperatures. Efficient operation is maintained through reduction of oxidation sludge which would impede heat transfer. Many alternate heat transfer fluids have a high sludging tendency with attendant operating problems.

Excellent Thermal Efficiency

Specific Heat and Thermal Conductivity data are provided, documenting the ability of the fluids to absorb and conduct heat, ensuring the function of a true heat transfer fluid.

Volatility Control

Trouble-free operation is provided by reduction of "low boilers" in the fluid as well as minimizing vapour pressure at high temperatures. This reduces any pressure build-

up in systems, which in turn affects efficient operation.

High Thermal Stability

This quality provides long term operation, minimizing "cracking" within the fluid which lowers viscosity and flash point.

Viscosity Selection and High Viscosity Index ensures that the right fluid for a specific application and environment is available. Thus required pour points are available in addition to the right viscosity at operating temperatures providing necessary turbulent flow at operating temperatures.

Versatility

THERMOIL fluids are recommended as premium, high performance, long life, cost effective heat transfer fluids. When systems are subject to contamination or moisture due to cyclical operation, ESSOTHERM fluid is recommended to provide additional deposit formation control technology.

Precautions

THERMOIL and ESSOTHERM heat transfer fluids are manufactured from quality petroleum base stocks, blended with carefully selected additives. As with all petroleum products, good personal hygiene and careful handling should always be practiced. Avoid prolonged contact with the skin, splashing into the eyes, ingestion, or vapour inhalation. Please refer to the Esso Material Safety Data Sheet for further information.

Note: This product is not controlled under Canadian WHMIS legislation

Typical Properties

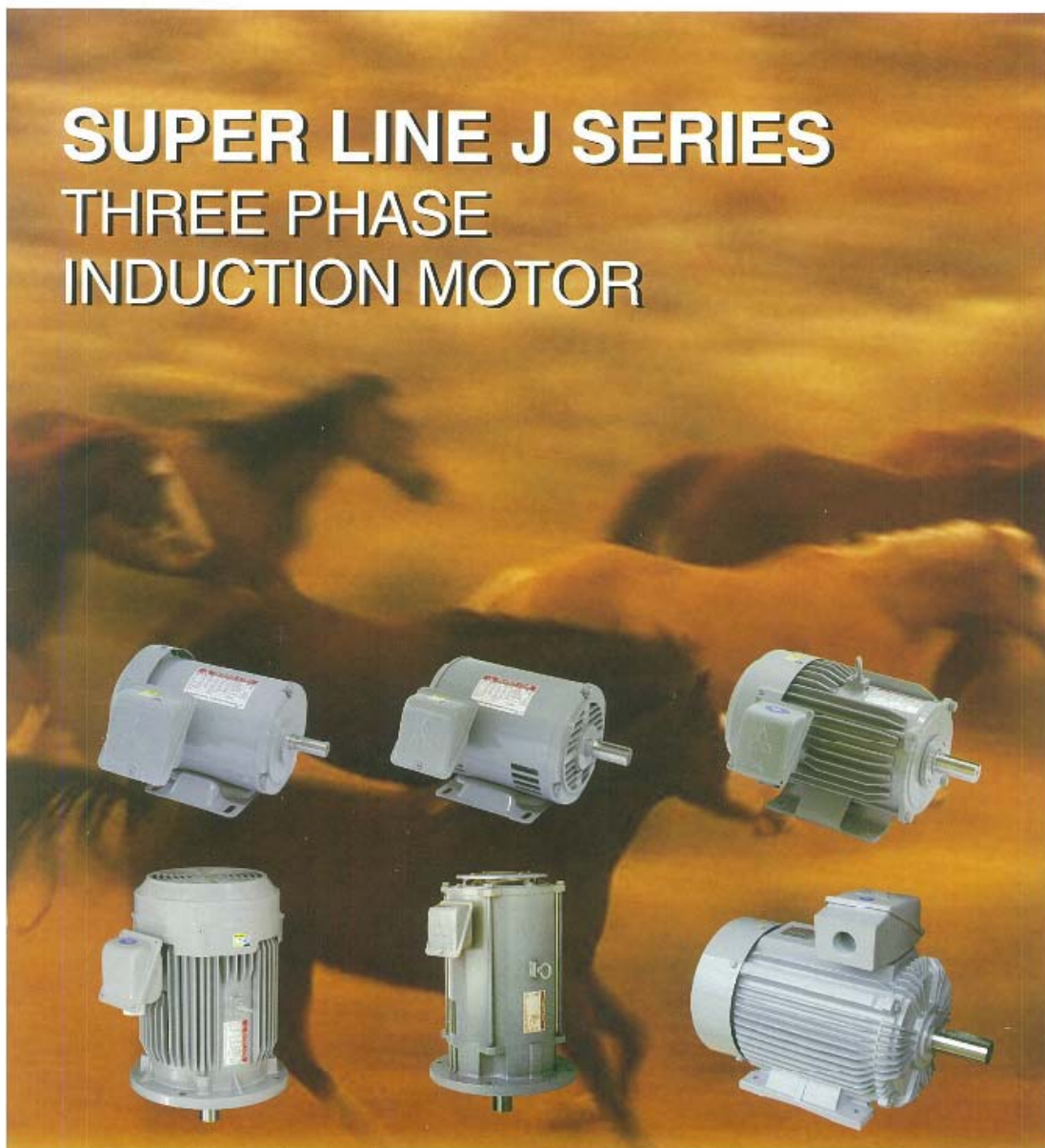
	Essotherm N 100	Thermoil 32	Thermoil 46	Thermoil 100
Colour, ASTM	2.0	<1.5	<1.5	<3.0
Viscosity, cSt				
@ 40°C	108	32.	46.	100
@ 100°C	11.8	5.31	6.67	10.78
@ 200°C	2.3			
Pour Point, °C	-18	<-24	<-24	<-12
Flash Point, °C	261	204	212	252
Copper Corrosion 3hr@100C	1a	1a	1a	1a
Density, kg/m ³				
@ 15°C	880.3	872.4	874.1	882.5
@ 38°C	864.1	856.4	857.9	866.5
@ 100°C	819.8	811.8	813.5	822.1
@ 200°C	747.1	738.8	740.5	749.4
@ 260°C	703.1	694.7	696.5	705.5
@ 316°C	662.3	653.8	655.6	664.6
Thermal Conductivity, W/m.K				
@ 38°C	0.130	0.132	0.131	0.130
@ 100°C	0.126	0.127	0.127	0.126
@ 200°C	0.117	0.120	0.120	0.118
@ 260°C	0.113	0.115	0.115	0.114
@ 316°C	0.109	0.111	0.111	0.110
Specific Heat, kJ/kg.K				
@ 38°C	1.93	1.94	1.94	1.93
@ 100°C	2.16	2.17	2.16	2.15
@ 200°C	2.52	2.53	2.53	2.52
@ 260°C	2.73	2.75	2.75	2.73
@ 316°C	2.94	2.95	2.95	2.93
Vapour Pressure, mm Hg				
@ 50°C	1.20x10 ⁻⁷	5.86x10 ⁻⁵	1.32x10 ⁻⁶	1.54x10 ⁻⁷
@ 100°C	1.42x10 ⁻⁴	0.016	5.35x10 ⁻³	1.74x10 ⁻⁴
@ 150°C	0.017	0.654	0.300	0.021
@ 200°C	0.472	8.13	4.57	0.552
@ 260°C	6.84	58	38.7	7.77
@ 288°C	16.8	109.0	78.0	18.9
@ 316°C	35.2	181	135	39.1
@ 343°C	63.1	266	207	69.5
Distillation Range, °C				
IBP	372	334	322	349
10%	453	374	376	437
50%	499	417	440	491
90%	560	459	516	542
Maximum Recommended Bulk Oil Temperature, °C				
Open System	225	185	200	225
Closed System	330	285	300	325
Intermittent	315			
Oxidation Test, Rotary Bomb (minutes)	400+	400+	400+	400+
Coefficient of Thermal Expansion (per °C)	0.00079	0.00080	0.00080	0.00079
Maximum Recommended Skin Temperature, °C	350	325	330	350
Minimum Pump Start Up Temperature °C	10	-20	-20	5

The values shown above are representative of current production. Some are controlled by manufacturing and performance specifications while others are not. All may vary within modest ranges.

ปั๊มน้ำมันร้อน



SUPER LINE J SERIES THREE PHASE INDUCTION MOTOR



Feature and Benefits

Compact Size and Light Weight

Size and weight reductions have been achieved by the use of steel-plate frame and aluminium brackets in the small-capacity motors.

Highly Reliable Insulation Systems

Class B and F insulation systems are characterized by superior resistance to heat, humidity and chemicals for top-notch reliability.

Full Lineup

We have produced variety types of motors, ranged from 1/4 HP to 125 HP, thus providing a full lineup of motors ideal for any application.

Superlative Characteristics and High Reliability

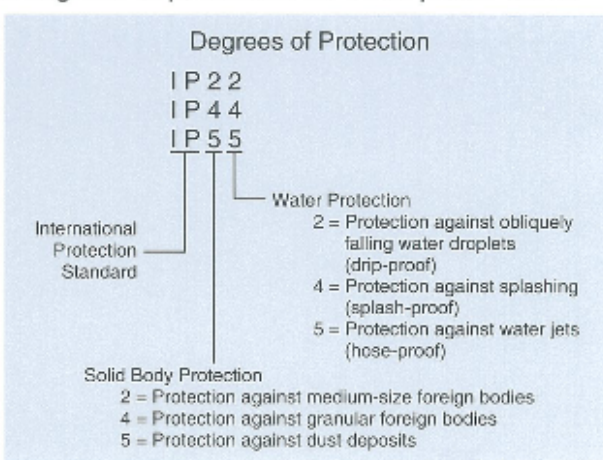
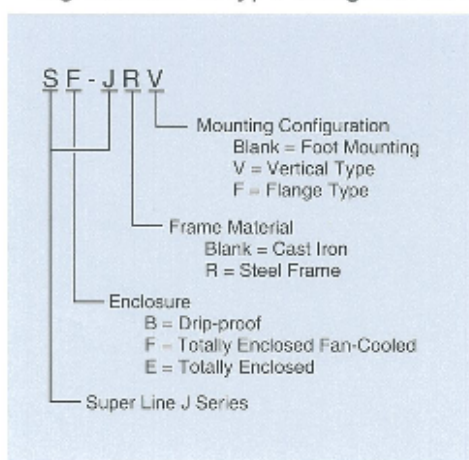
Based on experience and technology accumulated over many years, along with an exacting quality-control system, each motor is ensured to exhibit only the finest characteristics.

Safety: All the rotating parts and the "live" areas are made sure that it cannot be accidentally touched directly.

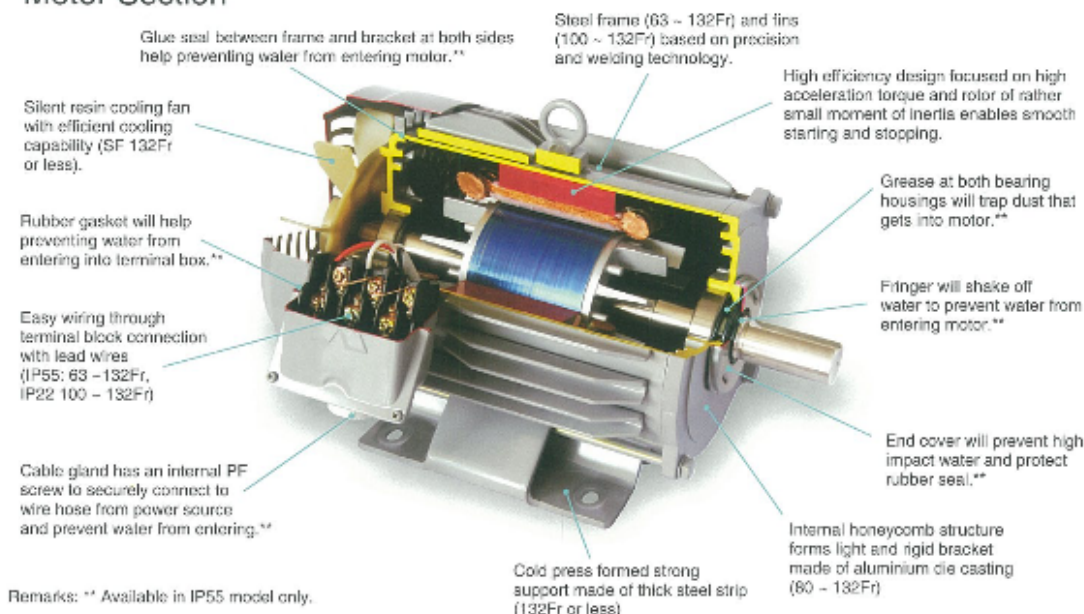
Smooth Acceleration: The low moment of inertia of the rotor combined with the motor's high acceleration torque, contributes to smooth starting and stopping.

Low Noise and Vibration Levels: This feature has been achieved due to our highly individualized electrical design, the ample rigidity and the precise machining of the motor frames and brackets, and the exact balancing of the rotor.

Significance of type designations and degrees of protection for three phase motor



Motor Section



Three Phase Motor Characteristics

LT (220/ 380~415V 50Hz, 220/ 440V 60Hz)

SF-JR IP44 63M~90L 4P (Thermal Class B)

SF-JR(V) IP55 63M~132M (Thermal Class F)

Pole	Output		Frame No.	Full Load Current(A) / Full Load Revolution(r/min)				
	HP	kW		220V 50Hz	380V 50Hz	415V 50Hz	220V 60Hz	440V 60Hz
2	1/4	0.2	63M	0.97 / 2810	0.58 / 2810	0.58 / 2840	0.94 / 3390	0.53 / 3380
	1/2	0.4	71M	1.73 / 2830	1.0 / 2830	1.0 / 2860	1.65 / 3420	0.9 / 3440
	1	0.75	80M	3.1 / 2830	1.9 / 2830	1.8 / 2860	2.9 / 3400	1.8 / 3430
	2	1.5	90L	5.6 / 2860	3.2 / 2860	3.1 / 2870	5.2 / 3440	2.9 / 3460
	3	2.2	90L	7.8 / 2850	4.5 / 2850	4.3 / 2870	7.6 / 3430	4.0 / 3460
	5	3.7	112M	12.8 / 2890	7.4 / 2890	7.2 / 2910	12.6 / 3470	6.5 / 3490
	7.5	5.5	132S	20.1 / 2900	11.8 / 2900	11.6 / 2910	18.9 / 3480	10 / 3500
	10	7.5	132S	25 / 2910	14.5 / 2910	14.1 / 2920	24.5 / 3490	12.4 / 3510
4	1/4	0.2	63M	1.11 / 1430	0.84 / 1430	0.69 / 1440	0.97 / 1730	0.61 / 1750
	1/2	0.4	71M	2.0 / 1410	1.15 / 1410	1.2 / 1430	1.8 / 1700	1.0 / 1730
	1	0.75	80M	3.3 / 1400	1.9 / 1400	1.95 / 1410	3.0 / 1700	1.7 / 1720
	2	1.5	90L	5.9 / 1430	3.4 / 1430	3.4 / 1440	5.5 / 1710	3.1 / 1730
	3	2.2	100L	8.7 / 1420	5.0 / 1420	4.9 / 1430	8.5 / 1710	4.6 / 1730
	5	3.7	112M	13.7 / 1420	7.9 / 1420	7.7 / 1430	13.5 / 1710	7.2 / 1730
	7.5	5.5	132S	20.4 / 1430	11.8 / 1430	11.1 / 1440	19.9 / 1720	10.9 / 1740
	10	7.5	132M	27 / 1430	15.4 / 1430	14.8 / 1440	26 / 1720	13.5 / 1740
6	1/4	0.2	71M	1.21 / 920	0.7 / 920	0.7 / 930	1.12 / 1100	0.66 / 1120
	1/2	0.4	80M	2.25 / 920	1.3 / 920	1.3 / 930	2.1 / 1100	1.2 / 1110
	1	0.75	90L	3.6 / 940	2.1 / 940	2.2 / 950	3.5 / 1130	2.0 / 1150
	2	1.5	100L	7.0 / 930	4.0 / 930	4.0 / 940	6.9 / 1110	3.6 / 1120
	3	2.2	112M	9.5 / 940	5.5 / 940	5.4 / 950	9.0 / 1120	5.1 / 1140
	5	3.7	132S	15.2 / 940	8.8 / 940	8.4 / 950	14.2 / 1130	7.8 / 1150
	7.5	5.5	132M	22 / 950	12.8 / 950	13 / 960	21 / 1140	11.5 / 1150

SB-JR(V) IP22 80M~90L(Thermal Class B), 100L~132M (Thermal Class F)

Pole	Output		Frame No.	Full Load Current(A) / Full Load Revolution(r/min)				
	HP	kW		220V 50Hz	380V 50Hz	415V 50Hz	220V 60Hz	440V 60Hz
4	1	0.75	80M	3.5 / 1400	2.0 / 1400	2.3 / 1410	2.9 / 1700	1.7 / 1720
	2	1.5	90L	6.2 / 1450	3.6 / 1450	4.0 / 1460	5.6 / 1720	3.2 / 1740
	3	2.2	100L	8.7 / 1420	5.0 / 1420	4.9 / 1430	8.5 / 1710	4.8 / 1730
	5	3.7	112M	13.7 / 1420	7.8 / 1420	7.7 / 1430	13.5 / 1710	7.2 / 1730
	7.5	5.5	132S	20.4 / 1430	11.8 / 1430	11.8 / 1440	19.4 / 1720	11.2 / 1730
	10	7.5	132M	26.4 / 1440	15.2 / 1440	15.2 / 1450	25.4 / 1730	13.7 / 1740

Three Phase Motor Characteristics

HT (380~415V 50Hz, 380~440V 60Hz)

SF-JR(V) IP55 112M~132M (Thermal Class F), SF-J(V) 160M~250M (Thermal Class F)

Pole	Output		Frame No.	Full Load Current(A) / Full Load Revolution(r/min)			
	HP	kW		380V 50Hz	415V 50Hz	380V 60Hz	440V 60Hz
2	5	3.7	112M	7.5 / 2890	7.9 / 2910	7.8 / 3470	6.5 / 3490
	7.5	5.5	132S	11.6 / 2900	11.6 / 2910	10.9 / 3490	10 / 3600
	10	7.5	132S	14.4 / 2900	14.0 / 2920	14.2 / 3490	12.4 / 3610
	15	11	160M	21.5 / 2910	20.5 / 2920	21 / 3490	18.5 / 3610
	20	15	160M	28 / 2910	27 / 2920	27 / 3490	24 / 3610
	25	18.5	160L	34 / 2910	33 / 2930	33 / 3490	29 / 3610
	30	22	160M	42 / 2810	39 / 2900	41 / 3490	36 / 3610
	40	30	160L	55 / 2820	52 / 2840	54 / 3490	47 / 3620
	50	37	200L	69 / 2820	67 / 2840	67 / 3610	60 / 3630
	80	45	200L	83 / 2820	80.5 / 2840	81 / 3610	72 / 3630
75	55	225S	108 / 2830	101 / 2840	101 / 3620	89 / 3640	
4	5	3.7	112M	7.8 / 1420	7.7 / 1430	7.6 / 1710	7.2 / 1730
	7.5	5.5	132S	11.8 / 1430	11.1 / 1440	11.5 / 1720	10.3 / 1740
	10	7.5	132M	15.5 / 1430	14.5 / 1440	15.0 / 1720	13.4 / 1740
	15	11	160M	22.5 / 1430	21.5 / 1440	21.5 / 1720	19 / 1740
	20	15	190L	30 / 1460	31 / 1460	28.5 / 1740	26 / 1780
	25	18.5	160M	36 / 1460	35 / 1470	35 / 1750	32 / 1780
	30	22	160M	43 / 1460	42 / 1470	42 / 1750	38 / 1780
	40	30	160L	58 / 1460	58 / 1470	56 / 1750	49 / 1780
	50	37	200L	69 / 1450	65 / 1460	69 / 1760	60 / 1770
	80	45	200L	83.5 / 1450	82 / 1460	82 / 1760	72 / 1770
	75	55	225S	104 / 1460	102 / 1470	101 / 1760	90 / 1770
	100	75	250S	140 / 1470	130 / 1470	140 / 1780	123 / 1790
	125	90	250M	178 / 1470	174 / 1470	176 / 1720	155 / 1740
6	5	3.7	132S	8.8 / 940	8.5 / 950	8.3 / 1130	7.9 / 1150
	7.5	5.5	132M	12.8 / 960	13 / 980	12.1 / 1140	11.5 / 1160
	10	7.5	160M	18.5 / 960	18.5 / 960	18 / 1130	14.5 / 1150
	15	11	160L	24 / 960	24 / 970	23 / 1140	21 / 1180
	20	15	160M	32 / 960	32 / 970	31 / 1150	28 / 1170
	25	18.5	160L	39 / 960	37 / 970	39 / 1150	33 / 1170
	30	22	160L	46 / 960	43 / 970	44 / 1150	38 / 1170
	40	30	200L	60 / 960	59 / 970	59 / 1150	51 / 1170
	50	37	200L	74 / 960	74 / 970	72 / 1150	64 / 1170
	60	45	225S	89 / 960	90 / 975	86 / 1160	78 / 1170

SB-JR(V) IP22 112M~132M (Thermal Class F)

Pole	Output		Frame No.	Full Load Current(A) / Full Load Revolution(r/min)			
	HP	kW		380V 60Hz	415V 50Hz	380V 60Hz	440V 60Hz
4	5	3.7	112M	7.9 / 1420	7.7 / 1430	7.8 / 1710	7.2 / 1730
	7.5	5.5	132S	11.8 / 1430	11.8 / 1440	11.2 / 1720	10.6 / 1730
	10	7.5	132M	15.4 / 1440	15.2 / 1450	14.7 / 1730	13.6 / 1750

SF-JR 63M~90L HORIZONTAL TYPE

Totally-Enclosed Fan-Cooled Type, IP 44 Degrees of Protection



SF-JR 1HP 4P 80M

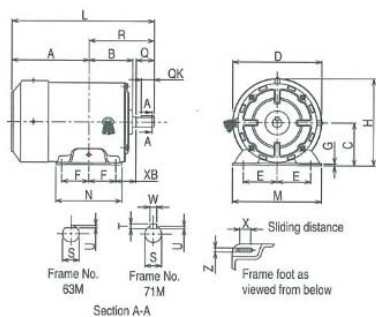


Fig. 6

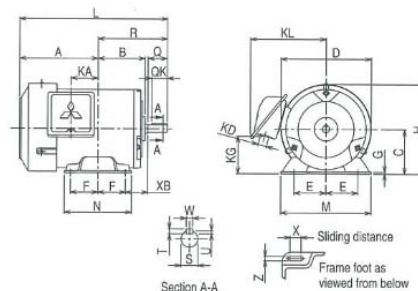


Fig. 7

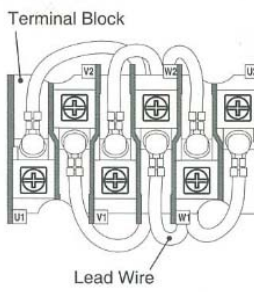
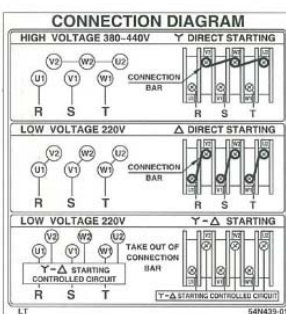
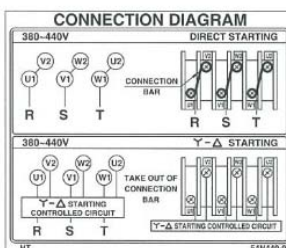
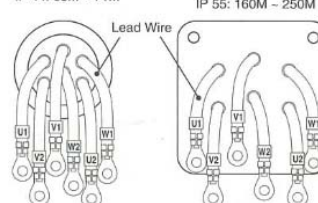
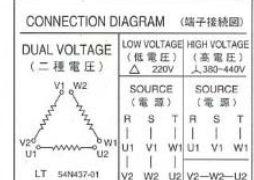
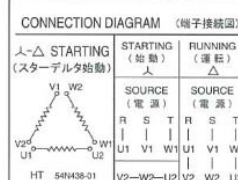
Dimensions (mm)

Model	Frame No.	Output HP (kW)	Pole	Fig.	Motor													Terminal Box				
					A	B	C*	D	E	F	G	H	L	M	N	X	XB	Z	KA	KG	KD	KL
SF-JR	63M	1/4(0.2)	4	6	113	77	63	127	50	40	2.3	127	216	135	100	12	40	7	-	-	-	-
	71M	1/2(0.4)			118	87	71	148	56	45	3.2	145	238	148	110	18	45	7	-	-	-	-
	80M	1(0.75)		7	122	95	80	166	62.5	50	3.2	166	262	160	125	15	50	9	39.5	63	27	145
	90L	2(1.5)			143	114	90	188	70	62.5	4	187	311.5	175	150	15	56	9	53	76	27	158

* The perpendicular variation of tolerance for the shaft center is $\begin{matrix} 0 \\ -0.5 \end{matrix}$

Model	Frame No.	Shaft End						Bearing No.		Approximate Weight (kg)	Approximate Packing Dimensions (LxWxH)	Packing Weight (kg)	
		Q	QK	R	S	T	U	W	Drive End				Opposite
SF-JR	63M	23	-	103	11 h6	-	1	-	6201ZZ	6201ZZ	5.6	245 x 165 x 170	6
	71M	30	25	120	14 j6	5	3	5	6202ZZ	6201ZZ	8.2	270 x 200 x 185	7.5
	80M	40	32	140	19 j6	6	3.5	6	6204ZZ	6203ZZ	11	315 x 270 x 206	11.7
	90L	50	40	168.5	24 j6	7	4	8	6205ZZ	6204ZZ	20	368 x 280 x 226	20

Connection

Construction of Lead Wires	Connection Diagram	
 <p>Terminal Block</p> <p>Lead Wire</p>	<p style="text-align: center;">LT</p>  <p style="text-align: center;">CONNECTION DIAGRAM</p> <p style="text-align: center;">HIGH VOLTAGE 380-440V Y DIRECT STARTING</p> <p style="text-align: center;">LOW VOLTAGE 220V Δ DIRECT STARTING</p> <p style="text-align: center;">LOW VOLTAGE 220V Y-Δ STARTING CONTROLLED CIRCUIT</p> <p style="text-align: center;">LT 54N439-01</p>	<p style="text-align: center;">HT *</p>  <p style="text-align: center;">CONNECTION DIAGRAM</p> <p style="text-align: center;">380-440V DIRECT STARTING</p> <p style="text-align: center;">380-440V Y-Δ STARTING CONTROLLED CIRCUIT</p> <p style="text-align: center;">HT 54N438-01</p>
<p>Lead Wire</p> <p>IP 22: 63M - 71M</p> <p>IP 44: 80M - 90L</p> <p>IP 55: 160M - 250M</p>  <p>Lead Wire</p>	<p style="text-align: center;">CONNECTION DIAGRAM (端子接続図)</p> <p style="text-align: center;">DUAL VOLTAGE (二種電圧)</p>  <p style="text-align: center;">LOW VOLTAGE (低電圧) Δ 220V</p> <p style="text-align: center;">HIGH VOLTAGE (高電圧) Y 380-440V</p> <p style="text-align: center;">SOURCE (電源)</p> <p style="text-align: center;">R S T R S T</p> <p style="text-align: center;">U1 V1 W1 U1 V1 W1</p> <p style="text-align: center;">V2 W2 U2 V2-W2-U2</p> <p style="text-align: center;">LT 54N437-01</p>	<p style="text-align: center;">CONNECTION DIAGRAM (端子接続図)</p>  <p style="text-align: center;">Y-Δ STARTING (スターデルタ始動)</p> <p style="text-align: center;">STARTING (始動) Δ</p> <p style="text-align: center;">RUNNING (運転) Y</p> <p style="text-align: center;">SOURCE (電源)</p> <p style="text-align: center;">R S T R S T</p> <p style="text-align: center;">U1 V1 W1 U1 V1 W1</p> <p style="text-align: center;">V2-W2-U2 V2 W2 U2</p> <p style="text-align: center;">HT 54N438-01</p>

* HT can be used only with motors 5HP and above.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายปรัชญา แก้วแหวน เกิดเมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2529 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต เมื่อปีการศึกษา 2550 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บัณฑิตวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน ในปีการศึกษา 2553 ปัจจุบันทำงานอยู่ที่บริษัท เอชจีเอสที (ประเทศไทย) จำกัด