สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การศึกษาการใช้ปล่องรังสีอาทิตย์เพื่อการระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ

# A STUDY OF UTILIZING SOLAR CHIMNEY ON INDUCED VENTILATION

T059981

อรินทร์ ศักดิ์เจริญชัยกุล

ARIN SAKJAROENCHAIGUL

วท.
อ3961ก
2547
ส.2

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 59981
วัน,เดือน,ปี 20 มิ.ย. 2549

.b 11424229
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1098-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# A STUDY OF UTILIZING SOLAR CHIMNEY ON INDUCED VENTILATION

ARIN SAKJAROENCHAIGUL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2004

ISBN 974-15-1098-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การศึกษาการใช้ปล่องรังสีอาทิตย์เพื่อการระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ |
| **นักศึกษา** | นายอรินทร์ ศักดิ์เจริญชัยกุล |
| **รหัสประจำตัว** | 42063103 |
| **ปริญญา** | สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | สถาปัตยกรรมเขตร้อน |
| **พ.ศ.** | 2547 |
| **อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์** | รองศาสตราจารย์ สุภาวดี รัตนมาศ |

# บทคัดย่อ


การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปล่องระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ เพื่อให้เกิดการระบายอากาศที่เหมาะสมโดยไม่ใช้เครื่องกล ใช้หลักการแบ่งชั้นความร้อนที่อากาศร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น อากาศเย็นจะเข้ามาแทนที่ทำให้เกิดกระแสลมและการไหลเวียนของอากาศ โดยการทดลองใช้ตัวปล่องทำด้วยโลหะทาสีดำเพื่อทำให้อุณหภูมิในปล่องส่วนบนสูงขึ้น และระบายอากาศได้เร็วขึ้น ทำให้เกิดกระแสลมเหนี่ยวนำอากาศส่วนล่าง ซึ่งอยู่ใต้ปล่องในห้องไหลเวียนออก เป็นคุณสมบัติของวิธี การระบายอากาศโดยการใช้ปล่องรังสีอาทิตย์เพื่อการระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ

จากปัญหาสภาพความเป็นอยู่ในสภาวะปัจจุบัน บ้านพักอาศัยที่อยู่ในเมือง เช่น บ้านแถว ขาดการระบายอากาศเนื่องจากไม่มีกระแสลมผ่านเข้ามาภายในบ้าน มีผลทำให้ภายในบ้านขาดสภาวะความสบาย โดยมีอุณหภูมิสูงนอกเขตความสบายและความชื้นสัมพัทธ์สูงเกิน 70% การเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายภายในบ้าน จึงเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบบ้าน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นแบบวิจัยทดลองเปรียบเทียบ โดยทำหน่วยทดสอบ 2 หลังมีขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร โครงสร้างเป็นเหล็กกล่องทาสีขาว ปิดทับด้วยโฟมหนา 2 นิ้ว ป้องกันรังสีอาทิตย์ ผนังเป็นคอนกรีตบล็อกฉาบปูนเรียบ ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ดและใช้แผ่นสะท้อนความร้อนอลูมิเนียมฟอยล์ที่หลังคามีค่าการนำความร้อน 0.1258 w/m k หลังคามุงด้วยกระเบื้องซีเมนต์ไยหิน(ลอนคู่)มีค่าการนำความร้อน 0.441 w/m k มุมของหลังคาเอียง 30 องศา ตัวปล่องรังสีอาทิตย์เป็นโลหะสังกะสีมีค่าการนำความร้อน 1.024 w/m k ทาสีดำ ตัวแปรที่นำมาใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบคือ อุณหภูมิและความเร็วลม ส่วนตัวแปรของปล่องรังสีอาทิตย์ที่นำมาเปรียบเทียบในการทดลองคือ ขนาดของช่องเปิดทางลมเข้าหน่วยทดสอบ สัดส่วนความสูง รูปทรง และขนาดของปล่องรังสีอาทิตย์ โดยมีรูปแบบปล่องรังสีอาทิตย์ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลวิจัยที่ผ่านมาเป็นตัวคงที่ในหน่วยทดสอบ 1 ส่วนหน่วยทดสอบ 2 และปรับเปลี่ยนรูปแบบไปตาม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมุติฐานการทดลองในแบบสภาวะปกติเปิดช่องให้มีลมเข้า และสภาวะปิดไม่ให้ลมเข้าหน่วยทดสอบ ทำการวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในปล่องรังสีอาทิตย์ และภายในหน่วยทดสอบทั้งสองตัว ส่วนภายนอกก็ทำการวัดค่าภูมิอากาศท้องถิ่น อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มรังสีอาทิตย์ และความเร็วลมทิศทางลม จากนั้นก็ทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 15 นาทีอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 24 ชม.ต่อการทดลอง ทำการบันทึกผล แล้วนำผลข้อมูลรายชั่วโมงและราย 15 นาทีมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกัน

จากผลการทดลองสรุปผลได้ว่า การใช้ปล่องรังสีอาทิตย์เพื่อการระบายอากาศในแต่ละรูปแบบมีผลทำให้อุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ ลดต่ำลงกว่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายนอกถึงแม้จะไม่มากเนื่องจากเป็นการทดสอบในช่วงฤดูหนาวก็ตาม และมีความเร็วลมเกิดขึ้นภายในหน่วยทดสอบก็ไม่เกิน 1.0 เมตรต่อวินาที ในด้านอุณหภูมิจากการทดสอบเปรียบเทียบขนาดช่องลมเข้าหน่วยทดสอบ ขนาดแบบหน้าต่างกับแบบประตู ช่องลมเข้าแบบหน้าต่างจะทำให้ปล่องรังสีอาทิตย์มีประสิทธิภาพดีกว่า สำหรับการทดสอบเปรียบเทียบความสูงของปล่องรังสีอาทิตย์ความสูงที่ได้รับรังสีแสงอาทิตย์โดยตรงที่ 1.00 เมตร จะให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่าปล่องที่มีขนาดความสูง 1.50 เมตร และ 0.50 เมตร ในการทดสอบเปรียบเทียบรูปทรงของปล่องรังสีอาทิตย์ แบบวงกลมมีประสิทธิภาพดีกว่าแบบสี่เหลี่ยม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร มีประสิทธิภาพดีกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ในด้านความเร็วลมเนื่องจากบริเวณทำการทดลองมีลมพัดแรงตลอดเวลา ทำให้มีผลกระทบต่อความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบและปล่องรังสีอาทิตย์ทำให้มีความคลาดเคลื่อนสูง

จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของปล่องรังสีอาทิตย์ที่ดี ควรมีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูง ช่วงเวลากลางคืนควรจะมีอุณหภูมิอากาศสูงเกิน 25 องศาเซลเซียส ช่วงเวลากลางวันควรจะมีอุณหภูมิอากาศสูงเกิน 30 องศาเซลเซียส และควรมีสภาพท้องฟ้าโปร่ง ปล่องรังสีอาทิตย์ควรมีความสูงประมาณ 1.00 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลม 0.15 เมตร เหมาะสำหรับอาคารที่มีช่องเปิดให้ลมเข้าได้น้อยแต่ต้องไม่ถึงกับปิดสนิท ลักษณะดังกล่าวนี้จะทำให้ปล่องรังสีอาทิตย์มีประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| Thesis Title | A Study of Utilizing Solar Chimney on Induced Ventilation |
| Student | Mr. Arin Sakjaroenchaigul |
| Student ID. | 42063103 |
| Degree | Master of Architecture |
| Programme | Tropical Architecture |
| Year | 2004 |
| Thesis Advisor | Assoc.Prof. Suphawadee Ratanamart |


## ABSTRACT

This paper studies the efficiency of solar chimney for inductive ventilation without resorting to mechanical devices. The chimney is based on the stratification principle in which hot air rises up and cool air comes in to replace it, resulting in air flow and ventilation. This experiment uses a metal chimney painted black to increase temperature in the upper portion and to increase ventilation speed by inducing an air flow in the room beneath the chimney, which is the prescribed method of using solar chimney to induce ventilation.

Contemporary urban residences such as rowhouses lack ventilation because there is no airflow into the houses, resulting in uncomfortable interior, with temperature beyond the comfort zone and relative humidity over 70%. Efficient interior ventilation is thus a critical design issue.

This thesis is a comparative experimental research on two test units with the dimensions of 1 meter x 1 meter and a height of 3 meter. The test units are box-shaped, made of steel structure, painted white and covered with a layer of foam insulation 2 inch thick to protect against sun radiation. The wall is made of concrete blocks smoothly covered by plastering mortar. The ceiling is made of gypsum board with aluminum foil as heat-reflective material, with thermal conductivity of 0.1258 w/mK. The roof is covered with asbestos-cement roof tiles, with thermal conductivity of 0.441 w/mK, pitched at $30^{o}$. The solar chimney is made of galvanized steel painted black, with thermal conductivity of 1.024 w/mK. Variables to be comparatively analyzed are temperature and wind speed. Solar chimney variables to be compared in the



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

experiments are the height, shape, and size of the chimney and the size of air intake into the test unit. The solar chimney form factor collected from previous researches is a constant for test unit 1, while test unit 2 changes its form factor according to the experimental hypothesis for normal condition (open the intake to let air in) and closed condition (close the intake to prevent air coming into test units). We measure the temperature and air speed inside the chimneys and inside both test units. We also take external measurements on ambient air temperature, relative humidity, solar intensity, wind speed and wind direction. Measurements are recorded every 15 minute continuously for 24 hours for each experiment. Hourly and 15-minute interval data are then compared and analyzed.

From the experimental results, we conclude that solar chimneys for ventilation in all form will reduce temperature inside test units from ambient temperature, although the effect is not significant due to the experiments being conducted in winter and wind speed inside test units is less than 1.0 m/sec. Window intake is found to be more efficient than door intake in reducing temperature. As for chimney height, a 1 meter high chimney receiving direct sunlight is better at reducing temperature than 1.50 meter and 0.5 meter chimneys. As for shape, a round chimney is more efficient than a square one. A chimney with a diameter of 0.15 meter is more efficient than those with a diameter of 0.30 meter. Strong wind in the experimental area had a distortion effect on wind speed inside test units and chimneys, resulting in inconclusive comparison.

From our analysis, a solar chimney will be most efficient when outside temperature is high, with nighttime temperature higher than 25$^{o}$C and daytime temperature higher than 30 $^{o}$C, and the sky is clear. The chimney should be 1.00-m high with a circular diameter of 0.15 m. A solar chimney is suitable for a building with small air intakes but the building must not be completely sealed. These factors will make a solar chimney attain its maximum efficiency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้อย่างดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาอันมีค่าตลอดเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์จาก รศ.สุภาวดี รัตนมาศ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ ผศ.ชัยยุทธ ศรีเผด็จ อาจารย์ประจำหลักสูตรปริญญาโทสาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน ผู้ซึ่งได้ให้คำแนะนำแก้ไข อาจารย์ภาควิชาสถาปัตยกรรมทุกท่านที่ให้ความรู้ ความเข้าใจ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบ พระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อพิสิฐ คุณแม่กนกลักษณ์ และครอบครัวศักดิ์เจริญชัยกุล ที่ให้การสนับสนุนทุกด้านในการศึกษา โดยเฉพาะเงินทุนในการวิจัยวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องสมุด ผลงานวิจัยข้อมูล และอาจารย์ทุกท่านที่ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและผลักดันให้กำลังใจต่อผู้วิจัยให้สามารถทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้

สุดท้ายขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำต่างๆ และสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

อรินทร์ ศักดิ์เจริญชัยกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....IX

สารบัญภาพ.....XIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....4

1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....4

1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....5

1.5 ระเบียบและวิธีการขั้นตอนการศึกษา.....5

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา.....7

บทที่ 2 หลักการทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....8

2.1 ทฤษฎีทั่วไปเกี่ยวกับการระบายอากาศ.....8

2.2 ภูมิอากาศในเมือง.....24

2.3 ทฤษฎีทั่วไปเกี่ยวกับความร้อนการถ่ายเทความร้อน.....27

2.4 ความร้อน (Heat).....33

2.5 ทฤษฎีทั่วไปเกี่ยวกับการระบายอากาศโดยใช้ปล่องความร้อนรังสีอาทิตย์.....46

2.6 การระบายอากาศด้วยวิธีการลอยตัวของอากาศ และแบบเหนี่ยวนำ.....55

2.7 หลักการของหลังคารับรังสีอาทิตย์ Root Solar Collector (RSC).....56

2.8 หลักการของผนังรับรังสีอาทิตย์ tromp wall (TW).....58

2.9 หลักการของปล่องรังสีอาทิตย์ Solar Chimneys or Thermal Chimneys (SC)...59

2.10 ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....62



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


บทที่ 3 หลักขั้นตอนและวิธีการวิจัยทดลอง.....67

3.1 หลักเกณฑ์ศึกษาที่ใช้ในการวิจัยทดสอบ.....67

3.2 การเตรียมการทดลองวิธีดำเนินการวิจัยการทดสอบ.....68

3.3 รายละเอียดโครงสร้างแบบหน่วยทดสอบ และปล่องรังสีอาทิตย์แบบต่างๆ.....70

3.3.1 หน่วยทดสอบแบบที่ 1.....70

3.3.2 หน่วยทดสอบแบบที่ 2.....71

3.3.3 หน่วยทดสอบแบบที่ 3.....72

3.3.4 หน่วยทดสอบแบบที่ 4.....73

3.3.5 หน่วยทดสอบแบบที่ 5.....74

3.3.6 หน่วยทดสอบแบบที่ 6.....75

3.4 เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....76

3.5 การเตรียมการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์การวัด.....80

3.6 การเตรียมติดตั้งทดสอบการก่อนทำการทดลอง.....84

3.7 วิธีการดำเนินการทดสอบ.....87

3.8 ลำดับวันเวลาและรูปแบบต่างๆ ในการทดสอบ.....88

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง.....90

4.1 ลำดับขั้นตอนในการทดสอบปล่องรังสีแสงอาทิตย์..... .....90

4.2 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 1.....92

4.3 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 2.....103

4.4 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 3.....114

4.5 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 4.....126

4.6 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 5.....137

4.7 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 6.....149

4.8 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 7.....161

4.9 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 8.....173

4.10 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 9.....185



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.11 วิเคราะห์สภาพตัวแปรที่มีผลต่อ การทดลอง จากหน่วยทดสอบ 1 สภาวะเปิด.....197
4.12 วิเคราะห์สภาพตัวแปรที่มีผลต่อ การทดลอง จากหน่วยทดสอบ 1 สภาวะปิด.....206

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....214
5.1 สรุปผลการวิจัย.....214
5.2 ปัญหาที่พบและความไม่สมบูรณ์ในการวิจัย.....217
5.3 ข้อเสนอแนะ.....218

บรรณานุกรม.....219

ภาคผนวก.....221
ภาคผนวก ก ค่ารังสีอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมกับทิศทางลมภายนอกราย 15 นาที ในการทดสอบเปรียบเทียบปล่องรังสีอาทิตย์ในสภาวะเปิด.....222
ภาคผนวก ข ค่ารังสีอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมกับทิศทางลมภายนอกราย 15 นาที ในการทดสอบเปรียบเทียบปล่องรังสีอาทิตย์ในสภาวะปิด .....238
ภาคผนวก ค ค่าความเร็วลมภายในแบบทดสอบปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 ตามจุดต่างๆ ที่ทำการวัดราย 15 นาที ในสภาวะสภาวะเปิดและปิด.....251

ประวัติผู้เขียน.....261

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงความรู้สึกของมนุษย์ต่ออัตราความเร็วลม ( เมตร / วินาที )....3

2.1 แสดงค่าความสูง Gradient Height และค่าดัชนีการเสียดทานที่พื้นผิว....9

2.2 แสดงสัดส่วนของอาคารที่มีผลต่อการเกิดส่วนที่อับลม....12

2.3 แสดงค่า Effectiveness Factor ระหว่างทางลมออกและทางลมเข้า....15

2.4 แสดงความต้องการอัตราการถ่ายเทอากาศบริสุทธิ์ขั้นต่ำ....20

2.5 แสดงผลระดับของลมที่ก่อให้เกิดความรู้สึกต่าง ๆ ไว้ 10 ระดับ....21

2.6 แสดงสภาวะอากาศเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในชนบท....25

2.7 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคารแต่ละชนิด....43

2.8 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคา และฝ้าเพดานแต่ละชนิดเข้าสู่อาคาร....43

2.9 แสดงค่าคุณสมบัติ Conductivity และ Resistively ของวัสดุก่อสร้างและฉนวน....44

2.10 แสดงสภาพสะท้อนความร้อน ของวัสดุต่างๆ ที่มีทั้งการทาสีที่ผิววัสดุและที่เป็นผิวธรรมชาติ....45

4.1 แสดงผลการวัดค่าสภาพภูมิอากาศ แบบทดสอบที่ 1 OUTDOOR แบบ OPEN....93

4.2 แสดงผลการวัดค่าอุณหภูมิ แบบทดสอบที่ 1 หน่วยทดสอบ 1 แบบ OPEN....93

4.3 แสดงผลการวัดค่าอุณหภูมิ แบบทดสอบที่ 1 หน่วยทดสอบ 2 แบบ OPEN....94

4.4 แสดงค่าความเร็วลมของ หน่วยทดสอบ1 และ หน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลองแบบเปิดช่องลมเข้า OPEN แบบการทดสอบที่ 1....100

4.5 แสดงผลการวัดค่าสภาพภูมิอากาศ แบบทดสอบที่ 2 OUTDOOR แบบ OPEN....104

4.6 แสดงผลการวัดค่าอุณหภูมิ แบบทดสอบที่ 2 หน่วยทดสอบ 1 แบบ OPEN....105

4.7 แสดงผลการวัดค่าอุณหภูมิ แบบทดสอบที่ 2 หน่วยทดสอบ 2 แบบ OPEN....105

4.8 แสดงค่าความเร็วลมของ หน่วยทดสอบ1 และ หน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลองแบบเปิดช่องลมเข้า OPEN แบบการทดสอบที่ 2....111

4.9 แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 3 สภาวะ CLOSE....115

4.10 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 3 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ CLOSE....116

4.11 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 3 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ CLOSE....116

4.12 แสดงค่าความเร็วลมของ หน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลองสภาวะปิดช่องลมเข้า CLOSE แบบการทดสอบที่ 3....123



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง (ต่อ)


ตารางที่ หน้า

4.13 แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 4 สภาวะ OPEN.....127

4.14 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 4 หน่วยทดสอบที่ 1 สภาวะ OPEN.....127

4.15 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 4 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN.....128

4.16 แสดงค่าความเร็วลมของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลอง สภาวะเปิดช่องลมเข้า OPEN แบบการทดสอบที่ 4.....134

4.17 แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 5 สภาวะ CLOSE.....138

4.18 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 5 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ CLOSE.....139

4.19 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 4 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ CLOSE.....139

4.20 แสดงค่าความเร็วของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลองสภาวะ เปิดช่องลมเข้า CLOSE แบบการทดสอบที่ 5.....145

4.21 แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 6 สภาวะ OPEN.....150

4.22 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 6 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN.....150

4.23 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 6 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN.....151

4.24 แสดงค่าความเร็วลมของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลอง สภาวะเปิดช่องลมเข้า OPEN แบบการทดสอบที่ 6.....158

4.25 แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 7 สภาวะ CLOSE.....162

4.26 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 7 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ CLOSE.....163

4.27 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 7 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ CLOSE.....163

4.28 แสดงค่าความเร็วลมของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลอง สภาวะเปิดช่องลมเข้า CLOSE แบบการทดสอบ 7.....170

4.29 แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศ การทดลองที่ 8 สภาวะ OPEN.....174

4.30 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิการทดลองที่ 8 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN.....175

4.31 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิการทดลองที่ 8 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN.....175

4.32 แสดงค่าความเร็วลมของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลอง สภาวะเปิดช่องลมเข้า OPEN แบบการทดสอบที่ 8.....182

4.33 แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 9 สภาวะ CLOSE.....186

4.34 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิการทดลองที่ 9 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ CLOSE.....187

4.35 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิการทดลองที่ 9 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ CLOSE.....187



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.36 แสดงค่าความเร็วลมของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลอง สภาวะปิดช่องลมเข้า CLOSE การทดลองที่ 9.....194
ก.1 แบบทดสอบที่ 1 OUTDOOR สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 1.....223
ก.2 แบบทดสอบที่ 1 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 1.....224
ก.3 แบบทดสอบที่ 1 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 1.....225
ก.4 แบบทดสอบที่ 2 OUTDOOR สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 2.....226
ก.5 แบบทดสอบที่ 2 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 2.....227
ก.6 แบบทดสอบที่ 2 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 2.....228
ก.7 แบบทดสอบที่ 3 OUTDOOR สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 4.....229
ก.8 แบบทดสอบที่ 3 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 4.....230
ก.9 แบบทดสอบที่ 3 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 4.....231
ก.10 แบบทดสอบที่ 4 OUTDOOR สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 6.....232
ก.11 แบบทดสอบที่ 4 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 6.....233
ก.12 แบบทดสอบที่ 4 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 6.....234
ก.13 แบบทดสอบที่ 5 OUTDOOR สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 8.....235
ก.14 แบบทดสอบที่ 5 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 8.....236
ก.15 แบบทดสอบที่ 5 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 8.....237
ข.1 แบบทดสอบที่ 2 OUTDOOR สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 3.....239
ข.2 แบบทดสอบที่ 2 หน่วยทดสอบ1 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 3.....240
ข.3 แบบทดสอบที่ 2 หน่วยทดสอบ2 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 3.....241
ข.4 แบบทดสอบที่ 3 OUTDOOR สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 5.....242
ข.5 แบบทดสอบที่ 3 หน่วยทดสอบ1 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 5.....243
ข.6 แบบทดสอบที่ 3 หน่วยทดสอบ2 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 5.....244
ข.7 แบบทดสอบที่ 4 OUTDOOR สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 7.....245
ข.8 แบบทดสอบที่ 4 หน่วยทดสอบ1 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 7.....246
ข.9 แบบทดสอบที่ 4 หน่วยทดสอบ2 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 7.....247
ข.10 แบบทดสอบที่ 5 OUTDOOR สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 9.....248
ข.11 แบบทดสอบที่ 5 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 9.....249

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ข.12 แบบทดสอบที่ 5 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 9.....250
ค.1 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ OPEN การทดลองที่ 1.....252
ค.2 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ OPEN การทดลองที่ 2.....253
ค.3 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ CLOSE การทดลองที่ 3.....254
ค.4 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ OPEN การทดลองที่ 4.....255
ค.5 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ CLOSE การทดลองที่ 5.....256
ค.6 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ OPEN การทดลองที่ 6.....257
ค.7 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ CLOSE การทดลองที่ 7.....258
ค.8 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ OPEN การทดลองที่ 8.....259
ค.9 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ CLOSE การทดลองที่ 9.....260

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 แสดงแผนภูมิ แสดงผลการขยายของเขตสภาวะน่าสบายเมื่อมีกระแสลม 1 และ 1.5 m/s.....2
2.1 แสดงอัตราความเร็วลม ตามสภาพต่างๆ.....8
2.2 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของลมและความกดอากาศกับอาคาร.....11
2.3 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของลมรอบอาคารหลังเดียว.....11
2.4 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของลมผ่านกลุ่มอาคาร.....12
2.5 แสดงความเร็วลมเฉลี่ย ภายในห้องที่มี Cross ventilation แต่ช่องเปิดขนาดไม่เท่ากัน.....14
2.6 แสดงกราฟค่า k (Effectiveness Factor) ระหว่างทางลมออกและทางลมเข้า.....15
2.7 แสดงสภาพภูมิอากาศในเมือง.....25
2.8 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนที่เกิดขึ้นบนผิวโลกในเวลากลางวัน.....30
2.9 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนที่เกิดขึ้นบนผิวโลกในเวลากลางคืน.....30
2.10 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่อาคารได้รับ.....31
2.11 แสดงการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ผ่านบรรยากาศที่ไม่มีเมฆและมีเมฆ.....32
2.12 ลักษณะของท้องฟ้าแบบ (a) clear sky และ (b) overcast sky.....32
2.13 แสดงการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์.....35
2.14 แสดงลักษณะการไหลของอากาศประเภทต่างๆ.....37
2.15 แสดงการดึงลมออกจากอาคารที่หลังคา โดยใช้ ปรากฏการณ์ลมลอยตัว.....38
2.16 แสดงการดึงลมออกจากอาคารที่หลังคาโดยใช้ปล่องรังสีอาทิตย์.....39
2.17 แสดงเตาแกลบหรือเตาถ่านแสดง การลอยตัวของอากาศร้อนที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ อันเป็นหลักการของ Stack effect.....46
2.18 แสดงการเปรียบเทียบแรงลม กับแรงลอยตัว.....46
2.19 แสดงแรงลอยตัวขึ้นของอากาศร้อน และอากาศเย็นไหลเข้ามาแทนที่ในอาคาร อันเป็นหลักการของ ปรากฏการณ์ลมลอยตัว.....47
2.20 แสดงลักษณะการไหลของอากาศเนื่องจากแรงลอยตัว และการระบายอากาศแบบปล่อง ขณะที่ไม่มีกระแสลมพัดผ่านอาคาร.....47
2.21 แสดงรูปตัวอย่างอาคารในประเทศอิหร่านซึ่งใช้ระบบ Stack Ventilation ในการระบายอากาศ ภายในอาคาร.....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)


ภาพที่ หน้า

2.22 แสดงรูปตัวอย่าง อาคาร Pantheon กรุงโรม ประเทศอิตาลี.....49

2.23 แสดงตัวอย่างอาคารสูงสมัยใหม่ที่นำระบบ Stack Ventilationมาใช้ภายในอาคาร ในรูปอาคารสำนักงาน Tchibo Holding AG.เมือง Humburg ประเทศเยอรมันนี.....49

2.24 แสดงการเปรียบเทียบรูปทางซ้ายซึ่งไม่ใช้ Stack Ventilation จะมีการไหลเวียนของกระแสลมด้านบนห้องได้น้อยกว่ารูปทางขวามือที่ใช้ Stack Ventilation.....50

2.25 แสดงลักษณะเรือนพักอาศัยที่ตลาดบ้านแพน อำเภอเสนา จังหวัดอยุธยา ซึ่งใช้การระบายอากาศทางปล่องหรือที่เรียกว่าระบบ Stack Ventilation.....50

2.26 แสดงหลักการทำงานของระบบ Stack Ventilation.....51

2.27 แสดงการทดลอง Stack Ventilation โดยเจาะช่องเปิดที่ผนังด้านล่างในลักษณะต่างๆ กัน.....52

2.28 แสดงในกรณีที่ปิดปากปล่องลม.....52

2.29 แสดงลักษณะหลังคารับรังสีอาทิตย์เพื่อระบายความร้อน.....56

2.30 แสดงทางเข้า ทางออกของหลังคารับรังสีอาทิตย์เพื่อระบายความร้อน.....57

2.31 แสดงรูปแบบการติดตั้งระบบหลังคารับรังสีอาทิตย์เพื่อสร้างการระบายความร้อน แบบ A และแบบ B.....58

2.32 แสดงระบบปล่องระบายอากาศรังสีอาทิตย์แบบผนัง.....58

2.33 แสดงการระบายอากาศของบ้านที่ใช้ผนังรับรังสีอาทิตย์ แบบ TW or MSW.....59

2.34 แสดงตัวอย่างของปล่องรังสีอาทิตย์ แบบปล่องประเภทต่างๆ.....60

2.35 แสดงตัวอย่างของปล่องรังสีอาทิตย์แบบ Roof Panel Type และ Stack Type.....61

2.36 แสดงลักษณะการทำงานของปล่องรังสีอาทิตย์.....61

3.1 แสดงรูปหน่วยทดสอบ บ้านจำลองที่ใช้ในการทำการทดสอบ.....69

3.2 แสดงรูปปล่องรังสีอาทิตย์รูปแบบต่างๆ ที่ใช้ในการทำการทดสอบ.....69

3.3 แสดงผังพื้น ผังหลังคาและรูปตัดหน้าตรง ด้านข้าง หน่วยทดสอบแบบที่ 1.....70

3.4 แสดงผังพื้น ผังหลังคาและรูปตัดหน้าตรง ด้านข้าง หน่วยทดสอบแบบที่ 2.....71

3.5 แสดงผังพื้น ผังหลังคาและรูปตัดหน้าตรง ด้านข้าง หน่วยทดสอบแบบที่ 3.....72

3.6 แสดงผังพื้น ผังหลังคาและรูปตัดหน้าตรง ด้านข้าง หน่วยทดสอบแบบที่ 4.....73



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)


ภาพที่ หน้า

3.7 แสดงผังพื้น ผังหลังคาและรูปตัดหน้าตรง ด้านข้าง หน่วยทดสอบแบบที่ 5.....74

3.8 แสดงผังพื้น ผังหลังคาและรูปตัดหน้าตรง ด้านข้าง หน่วยทดสอบแบบที่ 6.....75

3.9 เครื่องบันทึกข้อมูล (OPUS200) ต่อเชื่อมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ .....76

3.10 สายวัดอุณหภูมิ (Thermo Couple K ).....77

3.11 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น (Universal Use).....77

3.12 เครื่องวัดการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Paranometer ).....78

3.13 เครื่องวัดทิศทางและความเร็วลม (Usonic).....78

3.14 เครื่องวัดความเร็วลม (Hot wire anemometer).....79

3.15 ตู้สกรีนป้องกันรังสี.....79

3.16 แสดงตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิและตำแหน่งในการวัดความเร็วลม.....80

3.17 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ และภายในปล่องรังสีอาทิตย์ของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 ทั้งในสภาวะเปิดและปิด.....81

3.18 ตำแหน่งการวัดความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบ และภายในปล่องรังสีอาทิตย์การทดลองที่ 1 ทดสอบเรื่องช่องเปิดลมเข้าหน่วยทดสอบ.....82

3.19 ตำแหน่งการวัดความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบ และภายในปล่องรังสีอาทิตย์แบบสภาวะปกติเปิดช่องลมเข้าและแบบสภาวะไม่มีลมปิดช่องลมเข้าหน่วยทดสอบ.....83

3.20 แสดงการทดสอบอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทำการวัดค่าต่างๆ ในการวิจัย.....84

3.21 ทำการ Calibrate ให้ได้ค่าเดียวกันทำโดยการนำสายวัดอุณหภูมิ Thermo Couple K และอุปกรณ์ในการวัดค่ามาทำการทดสอบพร้อมกัน.....84

3.22 แสดงภาพประกอบการเตรียมติดตั้งหน่วยทดสอบและปล่องรังสีอาทิตย์.....85

3.23 แสดงภาพประกอบการเตรียมการวัดก่อนการทดสอบจริง.....86

3.24 แสดงผังการวางหน่วยทดสอบ บนพื้นที่ทำการทดลอง.....88

4.1 แสดงหน่วยทดสอบ 1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีแสงอาทิตย์ ในแบบการทดลองที่ 1..92

4.2 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกแบบเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 1.....94

4.3 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกแบบเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 1.....94

4.4 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกแบบเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 1.....95



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)


ภาพที่ หน้า

4.5 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 1.....95

4.6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทางสภาวะเปิด 15 นาที การทดลองที่ 1.....96

4.7 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 1.....97

4.8 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 1.....101

4.9 แสดงหน่วยทดสอบ 1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีแสงอาทิตย์ การทดลองที่ 2.....103

4.10 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 2.....106

4.11 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 2.....106

4.12 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 2.....106

4.13 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 2.....107

4.14 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทางสภาวะเปิด 15 นาที การทดลองที่ 2.....107

4.15 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 2.....108

4.16 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 2.....112

4.17 แสดงหน่วยทดสอบ 1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีแสงอาทิตย์ การทดลองที่ 3.....114

4.18 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 3.....117

4.19 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 3.....117

4.20 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 3.....117

4.21 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 3.....118

4.22 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทางสภาวะปิด 15 นาที การทดลองที่ 3.....118

4.23 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 3.....119



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า


4.24 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 3.....124

4.25 แสดงหน่วยทดสอบ 1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีแสงอาทิตย์ การทดลองที่ 4.....126

4.26 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 4.....128

4.27 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 4.....128

4.28 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 4.....129

4.29 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 4.....129

4.30 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทางสภาวะเปิด 15 นาที การทดลองที่ 4.....130

4.31 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 4.....131

4.32 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 4.....135

4.33 แสดงหน่วยทดสอบ 1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีแสงอาทิตย์ การทดลองที่ 5.....137

4.34 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 5.....140

4.35 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 5.....140

4.36 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 5.....140

4.37 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 5.....141

4.38 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทางสภาวะปิด 15 นาที การทดลองที่ 5.....141

4.39 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 5.....142

4.40 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 5.....147

4.41 แสดงหน่วยทดสอบ 1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีแสงอาทิตย์ การทดลองที่ 6.....149

4.42 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 6.....151

4.43 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 6.....151

4.44 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 6.....152


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)


ภาพที่ หน้า

4.45 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 6.....152

4.46 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทางสภาวะเปิด 15 นาที การทดลองที่ 6.....153

4.47 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 6.....154

4.48 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 6.....159

4.49 แสดงหน่วยทดสอบ 1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีแสงอาทิตย์ การทดลองที่ 7.....161

4.50 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 7.....164

4.51 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 7.....164

4.52 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 7.....164

4.53 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 7.....165

4.54 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทางสภาวะปิด 15 นาที การทดลองที่ 7.....165

4.55 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 7.....166

4.56 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 7.....171

4.57 แสดงหน่วยทดสอบ 1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีแสงอาทิตย์ การทดลองที่ 8.....173

4.58 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 8.....176

4.59 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 8.....176

4.60 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 8.....176

4.61 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 8.....177

4.62 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทางสภาวะเปิด 15 นาที การทดลองที่ 8.....177

4.63 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 8.....178



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.64 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 8.....183
4.65 แสดงหน่วยทดสอบ 1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีแสงอาทิตย์ การทดลองที่ 9.....185
4.66 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 9.....188
4.67 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 9.....188
4.68 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 9.....188
4.69 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 9.....189
4.70 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทางสภาวะปิด 15 นาที การทดลองที่ 9.....189
4.71 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่าง หน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 9.....190
4.72 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 9.....195
4.73 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายนอก สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 , 4 6 และ 8.....197
4.74 แสดงกราฟเปรียบเทียบความชื้นภายนอก สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 , 4 6 และ 8.....198
4.75 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเข้มรังสีอาทิตย์ สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 4 , 6 และ 8.....198
4.76 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายนอก สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 4 , 6 และ 8.....199
4.77 แสดงกราฟเปรียบเทียบทิศทางลมภายนอก สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 4 , 6 และ 8.....200
4.78 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิกับความเข้มรังสีอาทิตย์ภายนอก สภาวะเปิด ช่องลมเข้าการทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ 8.....201
4.79 แสดงกราฟเปรียบเทียบความชื้นกับความเข้มรังสีอาทิตย์ภายนอก สภาวะเปิด ช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ 8.....201

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.80 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิกับความชื้นภายนอก สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ 8.....202
4.81 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายนอก สภาวะปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9.....206
4.82 แสดงกราฟเปรียบเทียบความชื้นภายนอก สภาวะปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9.....206
4.83 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเข้มรังสีอาทิตย์ สภาวะปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9.....207
4.84 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายนอกหน่วยทดสอบ 1 สภาวะปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9.....207
4.85 แสดงกราฟเปรียบเทียบทิศทางลมภายนอก สภาวะปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9.....208
4.86 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิกับความเข้มรังสีอาทิตย์ภายนอกหน่วยทดสอบ 1 สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9.....209
4.87 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิกับความเข้มรังสีอาทิตย์ภายนอกหน่วยทดสอบ 1 สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9.....209
4.88 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิกับความเข้มรังสีอาทิตย์ภายนอกหน่วยทดสอบ 1 สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9.....210

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

สาเหตุแรกสุดที่ทำให้ต้องมีการวิจัยแก้ปัญหาต่างๆ เนื่องมาจากแหล่งพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัด บนโลกมีปริมาณลดลง และกำลังจะหมดไป อีกทั้งปัญหาการขัดแย้งระหว่างสหรัฐอเมริกากับอิรัก และตะวันออกกลางทวีความรุนแรงมากขึ้น มีการผลิตน้ำมันน้อยลง และแหล่งพลังงานบนโลกลดลง ทำให้เกิดวิกฤตสภาวะขาดแคลนพลังงานมากขึ้นไปอีก ทำให้ค่าไฟฟ้าปรับตัวสูงขึ้น ในด้านสถาปัตยกรรมปัญหาที่ได้รับผลกระทบมากก็คือ การใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อต้องการปรับอุณหภูมิในอาคารให้ผู้ใช้อาคารอยู่ในสภาวะน่าสบาย อันเนื่อง มาจากปัจจัยต่างๆ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก งานวิจัยนี้เน้นแก้ปัญหาในด้านที่อยู่อาศัยทางสถาปัตยกรรมเพื่อก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานให้ได้มากที่สุด

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากที่ได้กล่าวมาแล้ว ปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดปัญหากับที่อยู่อาศัยที่ในสภาวะปัจจุบันก็คือ การขยายตัวของเมือง ชุมชน มีการสร้างบ้านโดยไม่คำนึงการไหลเวียนระบายอากาศภายในบ้านที่ดี ทั้งในเรื่องของทิศทางลม ตำแหน่งช่องเปิด และรูปแบบช่องเปิด ที่เห็นได้ในสภาพปัจจุบันเนื่องมาจากสภาพเศรษฐกิจ มีธุรกิจเข้ามาเกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย เช่น การสร้างห้องแถว ตึกแถว อาคารพาณิชย์ และทาวน์เฮาส์เป็นอาคารที่มีลักษณะปลูกติดกันยาวตลอด โดยมีลมเข้าได้เฉพาะด้านหน้าอาคารหรือการปลูกบ้านตามแนวถนนหรือ เนื่องด้วยที่ดินบังคับถนนบังคับทางเข้าออก แหล่งเศรษฐกิจบังคับ โดยไม่สัมพันธ์กับทิศทางลมด้วยแล้วก็จะไม่มีลมพัดผ่านตัวอาคารนั้นเลยหรือ ถ้ามีก็ไม่เพียงพอ อีกทั้งบ้านพักอาศัยในสภาพปัจจุบัน ซึ่งมีลักษณะที่ไม่สามารถเปิดช่องเปิดให้ลมพัดผ่านได้ เนื่องมาจากความปลอดภัยของทรัพย์สินและชีวิตทำให้มีการสร้างรั้วสูง การจำกัดของพื้นที่ทำให้อาคารประเภทนี้มีอุปสรรคตามปัจจัยดังกล่าว ทำให้ไม่สามารถ ใช้วิธีการระบายอากาศตามธรรม ชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงนิยมหันไปใช้เครื่องปรับอากาศกันทุกหลัง เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานอย่างมาก เพราะอาคารที่พักอาศัยประเภทนี้มีอยู่เกลื่อนกลาดมากมายทั่วทั้งประเทศไทย อีกทั้งแนว โน้มสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป อุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงขึ้นทุกปี และมลภาวะในอากาศก็มีเพิ่มมากขึ้น เช่น อาคารพักอาศัยที่อยู่ในเขตชุมชนเมือง ( อาคารหนาแน่น )

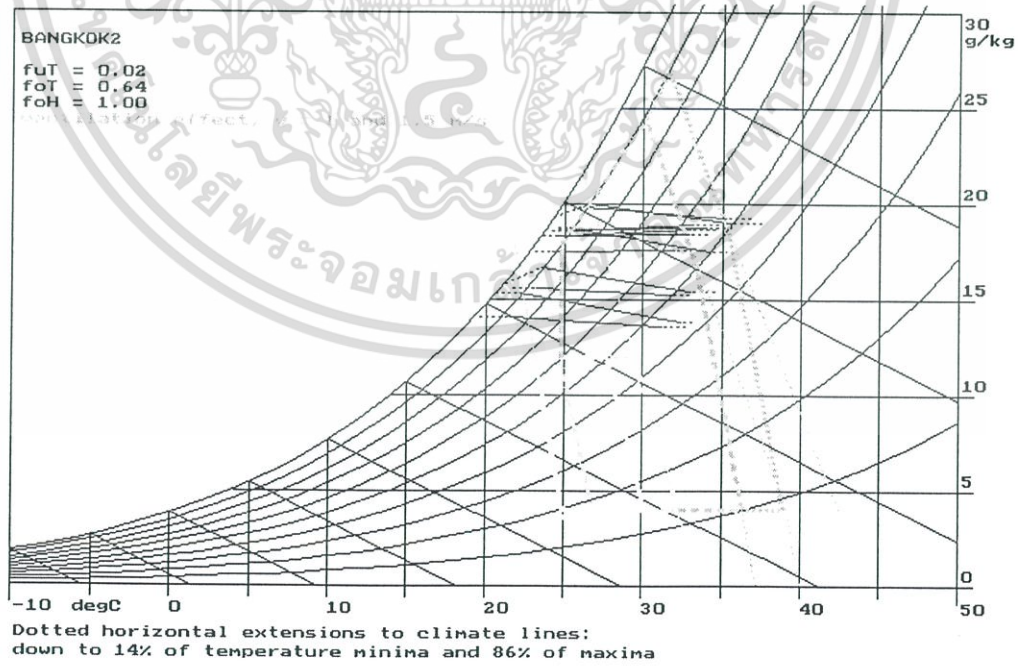
ตัวอย่างเมืองที่มีปัญหารุนแรงในเรื่อง ไม่มีกระแสลมพัดเข้าบ้านพักอาศัยได้แก่ กรุงเทพฯ , ตัวเมืองเชียงใหม่ หรือตัวเมืองหลัก มีปัญหาในการออกแบบระบบระบายอากาศ มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาค่อนข้างรุนแรงบ้านที่อยู่ในเขตชุมชนเมือง ไม่มีกระแสลม หรือ กระแสลมนิ่งในเขตเมือง เปิดช่องเปิดได้น้อย หรือไม่สามารถเปิดได้เลย เนื่องจากการสร้างบ้านในเขตชุมชนที่มีความหนาแน่น ขาดความเป็นระเบียบ มีการรื้อ และทำตึกสูง เป็นจำนวนมาก เป็นเหตุให้ทิศทางลมผันแปร การบังลมของอาคาร และทำให้เกิดสภาวะอากาศร้อนในเมือง ขาดต้นไม้เพื่อช่วยลดอุณหภูมิรอบๆ ตัวอาคาร มีมลพิษจากเขม่าควันรถยนต์ มีเสียงดังจากรถยนต์ รถบรรทุก เป็นสิ่งไม่พึงปรารถนาทั้งสิ้น ดั้งนั้นการระบายอากาศทางช่องเปิด ไม่เหมาะสมสำหรับเขตชุมชน เนื่องจากเราต้องป้องกันมลภาวะจากภายนอกบ้านและทิศทางลมที่ผันแปรเนื่องจากฤดูกาล หรือจากอาคารก่อสร้างที่สร้างขึ้นใหม่ ทำให้ยากในการระบายอากาศภายในบ้าน และไม่สามารถอยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบายได้เลย

ดังจะเห็นได้จากกราฟตัวอย่าง Psychometric Chart แสดงตำแหน่งอุณหภูมิของกรุงเทพฯ ของประเทศไทยจะเห็นได้ว่าอยู่เหนือของเขตของความสบาย จากการวิจัยและทำการทดสอบมีวิธีการแก้ปัญหาได้ 4 วิธี คือ (Program: ARCHIPAK)

1. with equatorial window 20% of floor area and efficiencies of 0.7 and 0.5
2. direct and indirect evaporative cooling
3. ventilation effect , v = 1 and v = 1.5 m/s
4. mass effect and same with night ventilation




**ภาพที่** 1.1 แสดงแผนภูมิผลของการขยายของเขตสภาวะน่าสบายเมื่อมีกระแสลม 1 และ 1.5 m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่จะเห็นได้ว่า วิธีที่ทำให้อยู่ในขอบเขตของความสบายคือการใช้ลมธรรมชาติเข้ามาช่วยจากกราฟแสดงการใช้ลมความเร็ว 1 m/s และ 1.5 m/s จะสามารถขยายขอบเขตความสบายขึ้นไปครอบคลุมตำแหน่งอุณหภูมิของกรุงเทพมหานครได้ ดังนั้นวิธีเพิ่มขอบเขตสภาวะน่าสบายที่เหมาะสมคือ Ventilation Effect เนื่องจากความเร็วลมเป็นตัวแปรตัวหนึ่งที่ช่วยทำให้เกิดสภาวะสบายเพราะการเคลื่อนที่ของลมช่วยเร่งการระเหยกลายเป็นไอจากผิวหนัง ทำให้อุณหภูมิที่ผิวลดลงเป็นการระบายความร้อนและมลพิษฝุ่นละอองไม่พึงประสงค์ให้ออกไปนอกอาคารด้วย เห็นได้จากอัตราความเร็วลม ที่เกิดกับมนุษย์จะรู้สึกเย็นลง 0.4 องศาเซนติเกรด เมื่อเพิ่มความเร็วลมประมาณ 0.25 m/s ( Victor Olgyay : 1969 )

**ตารางที่ 1.1** แสดงความรู้สึกของมนุษย์ต่ออัตราความเร็วลม ( เมตร / วินาที )

| อัตราความเร็วลม ( เมตร / วินาที ) | ความรู้สึกของมนุษย์ |
|---|---|
| 0.00 - 0.25 | ร่างกายไม่รู้สึกว่ามีลมปะทะหรือสังเกตได้ |
| 0.25 - 0.50 | ร่างกายรู้สึกสบายโดยไม่รู้ว่ามีลมปะทะ |
| 0.50 - 1.00 | ร่างกายรู้สึกสบาย โดยสามารถรับรู้ได้ว่ามีลมปะทะ |
| 1.00 – 1.50 | รู้สึกมีลมพัดเล็กน้อยจนถึงรู้สึกรบกวนได้ |
| > 1.50 | รู้สึกว่าถูกรบกวน |

จากการทดลองโดย Ajibola ศึกษาเปรียบเทียบช่องเปิดลักษณะต่างๆ ให้ลมพัดเข้ามาภายในอาคารสรุปได้ว่า การระบายอากาศแบบไหลข้ามกันจะให้การระบายอากาศแบบธรรมชาติได้ดีที่สุด แต่เนื่องจากปัญหาดังข้างต้นทำให้ไม่สามารถเปิดช่องเปิดแบบไหลข้ามกันได้ ดังนั้น

จึงเป็นที่มาของการศึกษาการระบายอากาศปรากฏการณ์ลมลอยตัว ที่อากาศร้อนจะลอยตัวสูงขึ้นแล้วอากาศเย็นจะเข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดกระแสลมและการไหลเวียนของอากาศเป็นการระบายอากาศในแนวตั้ง การใช้ปล่องรังสีอาทิตย์ก็ใช้เป็นหลักการเดียวกันแต่เป็นประยุกต์ให้มีการเหนี่ยวนำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศให้ดียิ่งขึ้นมาช่วยแก้ไขปัญหาที่กล่าวมาดังข้างต้น ซึ่งวิธีการแบบประยุกต์นี้มีอยู่ 3 แบบคือ ปล่องรังสีอาทิตย์ หลังคารับรังสีอาทิตย์ ผนังรับรังสีอาทิตย์ จากการทดสอบทั้ง3 แบบของ H.B.Awbi พบว่าปล่องรังสีอาทิตย์จะให้อัตราการระบายอากาศสูงที่สุด มาก กว่าผนังรับรังสีอาทิตย์ และหลังคารับรังสีอาทิตย์ จึงต้องมีการทำการศึกษาทดสอบประสิทธิภาพรูปแบบต่างๆ ของปล่องรังสีอาทิตย์ ที่เหมาะสมกับบ้านพักอาศัยในประเทศไทย เพื่อให้สามารถใช้วิธี Passive Ventilation ได้ประสิทธิภาพสูงสุด เพิ่มความน่าสบายให้กับที่อยู่อาศัยที่มีปัญหาดังที่กล่าวข้างต้น ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

จุดประสงค์หลักของการวิจัยนี้ คือมุ่งเน้นที่จะศึกษาประสิทธิภาพการระบายอากาศโดยใช้ปล่องรังสีอาทิตย์รูปแบบต่างๆ เป็นการระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำที่เหมาะกับบ้านพักอาศัยที่ไม่สามารถ ใช้ลมภายนอกเข้ามาในบ้านได้ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1.2.1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบหารูปแบบของปล่องรังสีอาทิตย์ที่เหมาะสมในการระบายอากาศให้กับบ้านพักอาศัย

1.2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพการระบายอากาศของปล่องรังสีอาทิตย์ คือ ความสูง ขนาด รูปทรง ช่องเปิด

1.2.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลคือ อุณหภูมิกับความเร็วลม ที่มีผล กระทบกับปล่องรังสีอาทิตย์

1.2.4 เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของปล่องรังสีอาทิตย์ต่อไปในด้านอัตราการระบายอากาศ และการลดอุณหภูมิในอาคาร

1.2.5 เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของปล่องรังสีอาทิตย์ในการระบายอากาศเพื่อนำไปประยุกต์ ใช้กับบ้านพักอาศัยต่อไป

## 1.3 สมมติฐานของการศึกษา

สำหรับในงานวิจัยนี้ ได้กำหนดสมมติฐานสำหรับการทดสอบปล่องรังสีอาทิตย์ อันเนื่องมาจากการทดสอบในสภาพแวดล้อมจริงในการทดลอง ดังนี้

1.3.1 รูปแบบของปล่องรังสีอาทิตย์ ขนาด ความยาว ที่ได้จากการศึกษาข้อมูลปล่องรังสีอาทิตย์ในแนวเอียงตามมุมองศาหลังคา น่าจะมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมในแนวตั้ง

1.3.2 การระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ โดยใช้ปล่องรังสีอาทิตย์ จะมีความสัมพันธ์กับขนาดช่องเปิดลมเข้าแบบหน้าต่างกับประตูของบ้านพักอาศัย

1.3.3 การระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ โดยใช้ปล่องรังสีอาทิตย์ จะมีความสัมพันธ์กับความสูงของปล่องในการรับรังสีแสงอาทิตย์

1.3.4 การระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ โดยใช้ปล่องรังสีอาทิตย์ จะมีความสัมพันธ์กับรูปทรงทางลมเข้าออกของปล่อง

1.3.5 การระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ โดยใช้ปล่องรังสีอาทิตย์ จะมีความสัมพันธ์กับขนาดความกว้างของปล่อง

1.3.6 การระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ โดยใช้ปล่องรังสีอาทิตย์ จะให้อัตราการระบายอากาศที่เหมาะสมกับสภาวะน่าสบายในบ้านพักอาศัยที่มีปัญหาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตของการวิจัยนี้ ที่มีผลต่อการทดสอบระบายอากาศแบบธรรมชาติด้วยปล่องรังสีอาทิตย์ โดยมีรายละเอียดของขอบเขตดังนี้

1.4.1 ทำการศึกษาระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ ด้วยปล่องโลหะระบายอากาศด้วยรังสีอาทิตย์ โดยใช้หุ่นจำลองทดสอบ จากหลักการความแตกต่างของอุณหภูมิทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ

1.4.2 เป็นการทดลองศึกษาเปรียบเทียบทั้งในแบบเปิดช่องลมเข้าและปิดช่องลมเข้าให้อากาศถ่ายเทได้ตามสภาวะอากาศจริงการทดสอบในสภาวะปิดในความเป็นจริง ไม่สามารถป้องกันการรั่วซึมของอากาศได้ 100% จึงมีการรั่วซึมของอากาศบ้างในสภาวะเปิด ความเร็วทิศทางลมที่เกิด ขึ้น เป็นไปตามสภาวะอากาศท้องถิ่น

1.4.3 ตัวปล่องรังสีอาทิตย์ที่ใช้ในการศึกษาเป็นโลหะสังกะสี ราคาไม่แพงหาง่ายและเป็นวัสดุที่มีการใช้ในก่อสร้างกันทั่วไป

1.4.4 ทำการศึกษาเฉพาะวิธีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ Passive Design โดยไม่คำนึงถึงการใช้ระบบปรับอากาศมาเป็นปัจจัยเกี่ยวข้อง

1.4.5 ผลการทดลองที่ได้ศึกษาเฉพาะผลที่เกิดจากการทดสอบปล่องรังสีอาทิตย์ ไม่ได้คำนึงถึง ปัจจัยตัวแปรด้านอื่น

## 1.5 ระเบียบและวิธีการขั้นตอนการศึกษา

ประเภทของการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงทดลองเป็นการศึกษาสิ่งต่างๆ เพื่อหาผลที่จะเกิดโดยการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงที่จะนำมาอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของปรากฏการณ์นั้น ลักษณะของการวิจัยเชิงทดลองเป็นดังนี้

วิธีการเก็บข้อมูลและวิธีการวิจัย ในการวิจัยนี้จะใช้หุ่นจำลองมาทำการทดสอบในรูปแบบต่างๆ พร้อมกับใช้อุปกรณ์วัดค่าต่างๆ ที่ได้จากแบบจำลองมาทำการวิเคราะห์เพื่อนำมาเปรียบเทียบหาข้อแตกต่างเพื่อนำไปสรุปหาวิธีในการแก้ไข ให้ใช้วิธีการระบายอากาศแบบธรรมชาติได้เหมาะสมต่อไปโดยทำการศึกษาตามขั้นตอนดังนี้

1.5.1 **ช่วงที่** 1 ศึกษาเบื้องต้นถึงปัญหาแนวทาง,ทฤษฎี,งานวิจัยที่เกี่ยวกับการระบายอากาศ

1.5.1.1 ศึกษาปัญหา ที่มา แนวความคิด และปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการระบายอากาศโดยใช้ปล่องรังสีอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.1.2 ศึกษาทฤษฎีการระบายอากาศแบบธรรมชาติ และแบบเหนี่ยวนำความร้อน

1.5.1.3 ศึกษาทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน

1.5.1.4 ศึกษากระบวนการระบายอากาศแบบธรรมชาติ ด้วยปล่องรังสีอาทิตย์แบบต่างๆ เช่น ปล่อง หลังคา ผนัง

1.5.2 **ช่วงที่ 2** ศึกษาสภาพภูมิอากาศ ที่มีผลต่อสภาวะความสบายในบ้านพักอาศัย

1.5.2.1 ศึกษาสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

1.5.2.2 ศึกษาสภาพภูมิอากาศท้องถิ่น จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา

1.5.2.3 ศึกษาวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศกับสภาวะน่าสบาย จากข้อมูลที่ได้รวบรวมมา

1.5.3 **ช่วงที่ 3** ศึกษารวบรวมข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.5.3.1 รวบรวมข้อมูลต่างๆ

1.5.3.2 วิเคราะห์หารูปแบบการระบายอากาศด้วยปล่องรังสีอาทิตย์แบบต่างๆ ในการนำมาทดสอบด้วยหุ่นจำลอง

1.5.4 **ช่วงที่ 4** ทำการออกแบบวิธีการทดสอบดำเนินการวิจัยและวิธีการวิเคราะห์เก็บข้อมูล

1.5.4.1 ทำหน่วยทดสอบและปล่องรังสีอาทิตย์รูปแบบต่างๆ จากการวิเคราะห์ข้อมูล และจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง

1.5.4.2 กำหนดตัวแปรที่ต้องการศึกษา คือ

- ขนาด รูปทรง ความสูง ของปล่องรังสีอาทิตย์
- ขนาดช่องเปิดลมเข้าหน่วยทดสอบแบบประตู และหน้าต่าง หน่วยทดสอบขนาด1.00 x 1.00 x 3.00 เมตร จำนวน 2 หลัง
- อุณหภูมิ และความเร็วลม เป็นตัวแปรที่ใช้เปรียบเทียบกัน

1.5.4.3 ตัวแปรทีควบคุมให้เหมือนกัน คือ

- โครงสร้าง ขนาด พื้นผิว และคุณสมบัติของวัสดุของ หน่วยทดสอบ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ความเข้มรังสีอาทิตย์ ในการทดลอง
- อุปกรณ์วัด และ เครื่องบันทึกผลการทดลอง
- สภาพแวดล้อม สถานที่ในการทดลอง

1.5.4.4 ทำการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์วัดค่า และทำการถ่ายภาพบันทึก

1.5.4.5 ทำการเก็บข้อมูล และบันทึกผล เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.5 **ช่วงที่** 5 สรุปผลการทดลอง วิเคราะห์โดยการนำมาเปรียบเทียบกัน

1.5.5.1 เปรียบเทียบข้อมูลผลการทดลองในรูปแบบต่างๆ ที่ได้แล้วมาวิเคราะห์ผล

1.5.5.2 ตรวจสอบข้อผิดพลาด ข้อจำกัด ปัญหาต่างๆ ในการวิจัยทดลอง

1.5.5.3 สรุปผลและเสนอแนะแนวทางเพื่อเป็นประโยชน์ในการวิจัยต่อไป

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

1.6.1 ได้ทราบถึงข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงออกแบบการระบายอากาศแบบธรรมชาติ ด้วยปล่องรังสีอาทิตย์

1.6.2 ได้ทราบถึงตัวแปรปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบกับประสิทธิภาพการระบายอากาศของปล่อง รังสีอาทิตย์ เพื่อสภาวะความน่าสบาย

1.6.3 เพื่อเป็นแนวทางในการนำปล่องรังสีอาทิตย์ไปประยุกต์ใช้กับ บ้านพักอาศัยให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6.4 เพื่อทราบถึงแนวทางในการพัฒนาปรับปรุง และแก้ไขปัญหาการออกแบบบ้านในชุมชนแออัดหนาแน่น กับการประยุกต์ใช้ปล่องรังสีอาทิตย์ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานและความสบายต่อผู้อาศัย

1.6.5 เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาและนำไปประยุกต์ใช้ ให้เหมาะสมกับอาคารประเภทอื่นที่ต้อง การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติแบบปล่องรังสีอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# หลักการทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ทฤษฎีทั่วไปเกี่ยวกับการระบายอากาศ

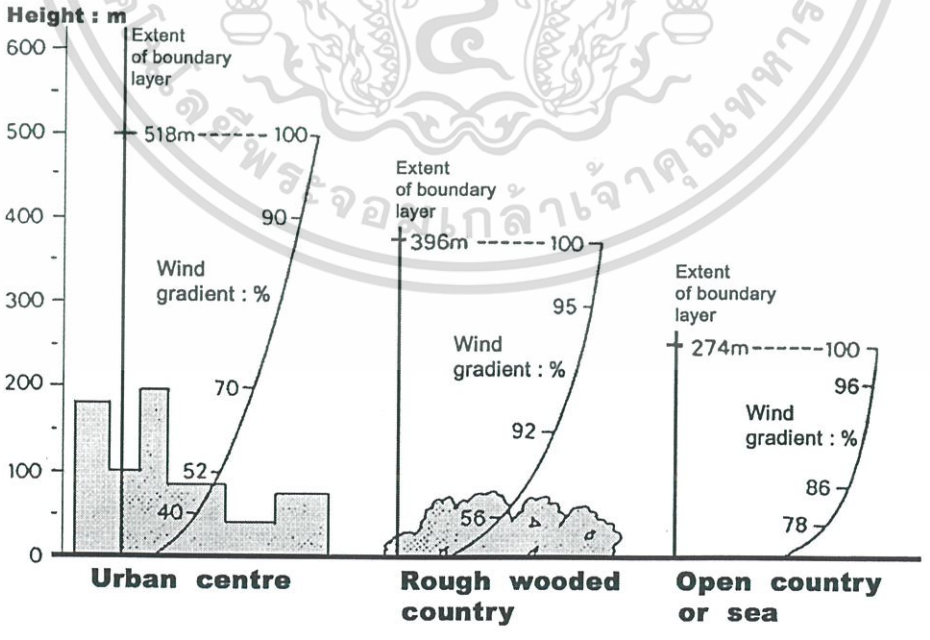
### 2.1.1 การเคลื่อนไหวของอากาศหรือลม

กระแสลม คือ อากาศที่เคลื่อนไหวจากบริเวณหนึ่งไปสู่บริเวณหนึ่งถ้าลมผ่านร่างกายจะทำให้ร่างกายถ่ายเทความร้อนได้เร็วขึ้นและเพิ่มความสบาย ซึ่งคุณสมบัติของลมหรือการเคลื่อนไหวของอากาศนั้นโดยทั่วไปเกิดจาก

- ความแตกต่างของความกดอากาศ คือการเคลื่อนที่ของอากาศจะเคลื่อนที่จากความกดอากาศสูงไปหาความกดอากาศต่ำ

- ความแตกต่างของอุณหภูมิ คือ เมื่ออากาศได้รับความร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้อากาศขยายตัวและมีมวลเบา จึงลอยตัวสูงขึ้นทำให้อากาศเย็นเคลื่อนเข้ามาแทนที่เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศ เห็นได้ชัดจากการเกิดลมบก ลมทะเล

ลักษณะการไหลของลมขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ รวมไปถึงสิ่งแวดล้อม เช่น ลมที่เกิดขึ้นในกรุงเทพฯ ที่มีอาคารปลูกใกล้กัน ชิดกันมาก อีกทั้งยังมีขนาดและความสูงที่ต่างกัน ทำให้แนวการไหลเวียนของกระแสลมจะต่างกับ ในชนบทที่เป็นทุ่งโล่งและไม่มีอาคารกีดขวางแนวทิศทางลมจึงมีความแตกต่างกัน




**ภาพที่** 2.1 แสดงอัตราความเร็วลม ตามสภาพต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วของกระแสลมจะสามารถลดลงได้หลังจากที่ลากไปกับพื้นดิน เช่น กระแสลมมีความเร็ว 100% ที่ระดับความสูง 1000 เมตร แล้วความเร็วลมจะลดลงเหลือเพียง 50% หรือหากลากไปกับพื้นดินเป็นระยะ 20 เท่าของความสูงคือ 2000 เมตร แล้วความเร็วลมจะลดลงเหลืออยู่เพียง 25% เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากผิวหน้าของดินมีความฝืด ดังนั้นลักษณะของหน้าผิวดินก็ดี ต้นไม้ใบหญ้าก็ดี หรือสิ่งปลูกสร้างก็ดี สิ่งเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เป็นสาเหตุในการลดความเร็วของลมลงทั้งสิ้น ลมที่ระดับผิวดินจะมีความเร็วต่ำกว่าลมที่ระดับสูงเสมอ และพื้นผิวที่ขรุขระจะเป็นตัวหน่วงความเร็วลมได้ดีกว่าผิวพื้นที่เรียบเช่นผิวหน้าของน้ำเป็นต้น

ความขรุขระของพื้นผิวโลกก็เป็นตัวถ่วงทำให้แรงลมลดลงได้ จากการทดลองวัดแรงลมที่ระดับความสูง 10 เมตร ซึ่งเป็นมาตรฐานของนานาชาติ สามารถทราบได้ว่าความเร็วลมจะเปลี่ยนไป 1/7 สำหรับเมืองที่ราบโล่ง ถึง 1/2 สำหรับเมืองใหญ่

2.1.1.1 **การเปลี่ยนอัตราแรงลม**

แรงลมในระดับต่ำจะช้าลงโดยผิวที่ขรุขระ แรงลมจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับสูงขึ้น การเปลี่ยนความเร็วของลมสัมพันธ์กับความสูง และสภาพภูมิประเทศ ได้มีการจำลองสมการเพื่อเปรียบเทียบหาความเร็วลม ณ ตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าความเร็วลมโดยมีสมการเรียกว่า Power Law ดังนี้

$$Vz = VG\,(Z/ZG)^{\alpha}$$

โดยที่ Vz = ความเร็วลม ณ ความสูง Z (km/hr)

VG = Gradient Velocity (km/hr)

Z = ความสูงจากผิวพื้นถึงจุด Z (m)

ZG = Gradient Height (m)

$\alpha$ = ดัชนีความเสียดทานที่พื้นผิว

ได้มีการศึกษา และกำหนดค่าความสูง Gradient Height ตามสภาพภูมิประเทศ รวมทั้งค่าดัชนีการเสียดทานที่พื้นผิวดังนี้

**ตารางที่** 2.1 แสดงค่าความสูง Gradient Height และค่าดัชนีการเสียดทานที่พื้นผิว

| | ZG | $\alpha$ |
|---|---|---|
| ทะเลโล่ง ทะเลทราย | 250 | 0.11 |
| ชนบท ทุ่งนา | 275 | 0.16 |
| เมืองเล็ก เมืองใหญ่ | 396 | 0.28 |
| ศูนย์กลางเมือง | 518 | 0.40 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ขึ้นอยู่กับความเร็วลมโดยรอบอาคาร จำเป็นที่จะต้องรู้ความเร็วลมโดยเฉลี่ยที่อยู่รอบอาคารโดยการคำนวณ จากสูตร Power Law ดังตัวอย่างต่อไปนี้

สถานีตรวจอากาศวัดความเร็วลมได้ที่ 3.2 Km/hr ที่ความสูง 21.3 เมตร ที่ตั้งอยู่ในทุ่งโล่ง เราสามารถหา Gradient Height ( VG) ได้ดังนี้

จากสูตร $Vz = VG\ (Z/ZG)^{\alpha}$

$VG = Vz\ (Z/ZG)^{\alpha}$

$= 3.2 / (21.3/274)^{0.16}$

$= 4.8$ Km/hr

ถ้าอยู่ในท้องถิ่นเดียวกัน Gradient Velocity ( VG ) จะมีค่าเท่ากัน เพียงแต่มีค่า Gradient Height ต่างกัน ดังนั้นเราสามารถทราบความเร็วที่ระดับความสูงต่างๆ ที่ใจกลางเมือง โดยแทนค่ากลับเข้าไปในสมการ Power Law

$Vz = VG\ (Z/ZG)^{\alpha}$

$Vz = 4.8/(Z/518)^{0.4}$

ซึ่งจะได้ผลออกมา ดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| Z = | 10 เมตร | Vz = | 0.99 เมตร |
| Z = | 20 เมตร | Vz = | 1.31 เมตร |
| Z = | 30 เมตร | Vz = | 1.54 เมตร |
| Z = | 40 เมตร | Vz = | 1.72 เมตร |
| Z = | 50 เมตร | Vz = | 1.88 เมตร |

ซึ่งจะเห็นได้ว่าความสูงของอาคารมีผลต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ นอกจากนี้ถ้ามีสิ่งกีดขวางทิศทางลม ความเร็วลมก็จะลดลง ถ้าลมมีความเร็วมากก็จะเป็นการรบกวนเนื่องจากสามารถทำให้สิ่งของปลิวได้ ความเร็วลมที่ทำให้คนสัมผัสแล้วรู้สึกสบายจะมีความเร็วระหว่าง 1.6 – 3.33 m/s หรือประมาณ 0.44 – 0.92 Km/hr

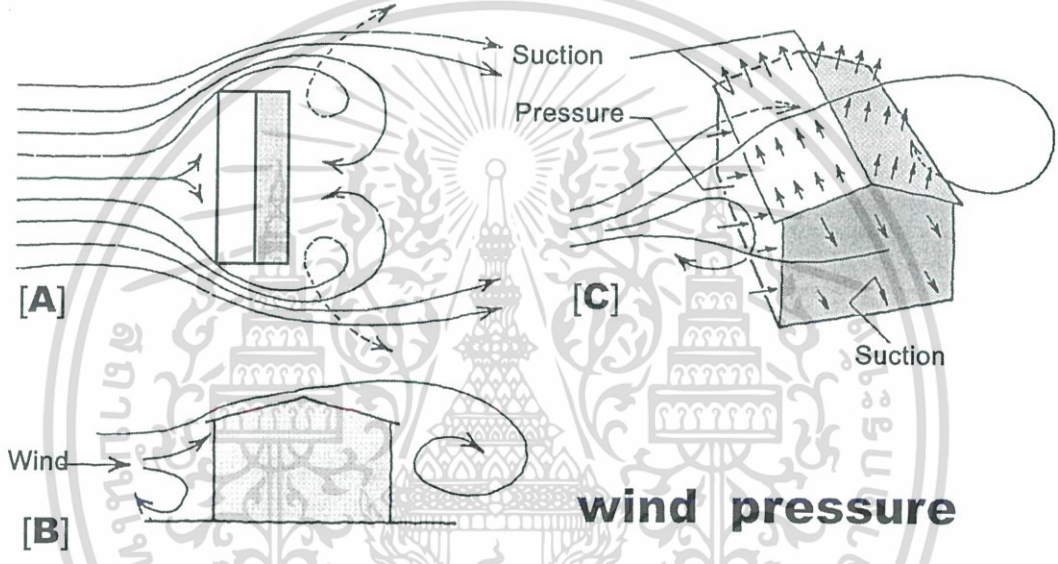
**2.1.1.2 การเปลี่ยนแปลงของลมแต่ละชั่วโมงใน 1 วัน**

ในเวลากลางวันดินจะคลายความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์อากาศ ในบริเวณใกล้พื้นดินเมื่อได้รับความร้อนจากพื้นดินจะลอยตัวสูงขึ้นผสมกับอากาศ ในระดับสูงอากาศที่เย็นกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ทำให้ความเร็วของลมเพิ่มขึ้น ในเวลากลางคืนอากาศบริเวณใกล้พื้นดินจะเย็นไม่ลอยตัวขึ้นสูงแรงลมในระดับต่ำจะลดลง

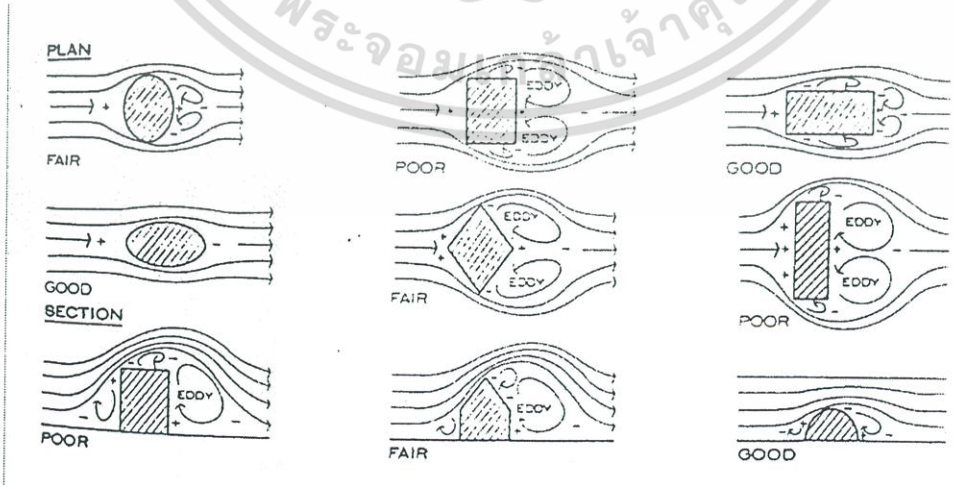
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.2 ลักษณะการเคลื่อนที่ของลมรอบอาคาร

อาคารที่กระแสลมพัดผ่าน จะทำให้ความเร็วลมลดลง และทำให้เกิดการปะทะคั่งตัวของกระแสลมทางด้านปะทะลม ทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูง และทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศต่ำ ขึ้นทางด้านประชิดของด้านปะทะลม ในขณะเดียวกันทางด้านใต้ลมจะเกิดบริเวณความกดต่ำเนื่องจากลมไหลข้ามไป ซึ่งบริเวณความกดอากาศต่ำจะมีเนื้อที่น้อยลงตามระยะห่างอันเกิดจากการที่อากาศค่อยๆ เข้ามาแทนที่ตามลำดับ จากการศึกษา ระยะห่างของช่วงความกดอากาศต่ำ จนถึงบริเวณที่อากาศค่อยๆ เข้ามาแทนที่ จะใช้ระยะห่างประมาณ 2 เท่าของความสูง และลมจะมีความเร็วเท่ากับความเร็วเดิมก่อนผ่านอาคาร จะใช้ระยะประมาณ 7 เท่าของความสูง



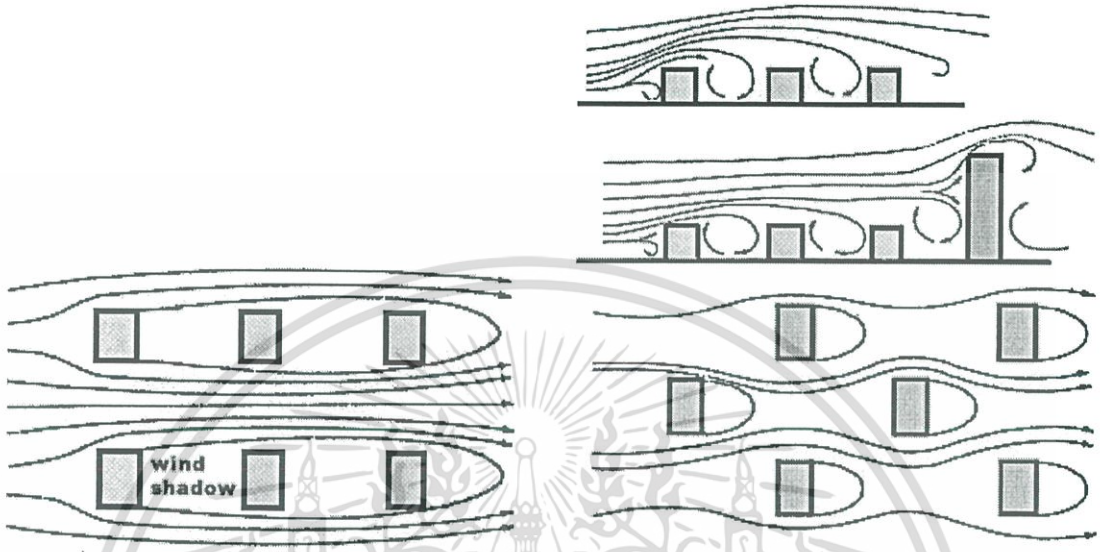

ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของลมและความกดอากาศกับอาคาร




ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของลมรอบอาคารหลังเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลมที่พัดผ่านกลุ่มอาคาร โดยเฉพาะในเขตเมืองที่มีหลายอาคารอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ลักษณะการพัดของกระแสลมที่ผ่านอาคารหลายหลัง ชั้นของลมจะข้ามหลังคาหลังแรกแล้วไปม้วนลงด้านหลังกลายเป็นลมหมุนอยู่ระหว่างช่องของอาคารถัดไป และหากมีอาคารสูงมาตั้งรับลมด้าน หลังกระแสลมที่ด้านหน้าและด้านหลังอาคารที่สูงกว่าจะแรงขึ้น




ภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของลมผ่านกลุ่มอาคาร

ถ้าบ้าน 2 ชั้นปลูกต่อกันเป็นแถว ลมจะพัดผ่านยาวเลยไปจนกว่าระยะห่างของแต่ละอาคารจะห่างเป็น 6 เท่าของความสูง แต่ถ้ามีการจัดวางแบบสลับกันรูปแบบลมที่ผ่านอาคารจะเปลี่ยนไปในรูปอิสระ ได้ลมทุกหลัง

ตารางที่ 2.2 แสดงสัดส่วนของอาคารที่มีผลต่อการเกิดส่วนที่อับลม

| Building form Width (W) | Height (H) | Roof pitch | Wind shadow length (xH) Length of the building (L) 2A | 4A | 8A | 16A | 24A | Wind direction |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | A | 0° | 2½ | 3½ | 5½ | 8 | 8½ | |
| 2A | A | 0° | 2 | 2½ | 3½ | 6 | 7 | |
| 3A | A | 0° | 2½ | 3½ | 4½ | 5½ | 5½ | |
| A | 2A | 0° | 5½ | 8½ | 11½ | 16½ | 18 | |
| A | 3A | 0° | 6½ | 11½ | 16½ | 18½ | 20½ | |
| 2A | 2A | 45° | 2½ | 5½ | 9½ | 13½ | 15 | |
| 2A | 1.6A | 30° | 3 | 4 | 8½ | 10 | 13 | |
| 2A | 1.5A | 15° | 3 | 5½ | 8½ | 11½ | 14½ | |
| 2A | 1.5A | 15° | 2½ | 4½ | 6½ | 11 | 13½ | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำลมเข้ามาช่วยปรับและควบคุมสภาวะน่าสบาย คำนึงจาก

1. ทิศทางของกระแสลม ( Wind Direction )

2. ความเร็วลม ( Wind Speed )

3. ความถี่ที่เกิด ( Wind Frequency )

ความเร็วลมในการพิจารณาการออกแบบในอาคารหน่วยของความเร็วลมจะเป็น เมตร ต่อ วินาที ( m/s ) ความเร็วลมจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความกดอากาศใน พื้นที่ว่ามีการต่างกันมาก หรือน้อยเพียงใด

2.1.3 **ความเร็วลมภายในห้องและทิศทางของลมที่สัมพันธ์กับช่องเปิด**

ขนาดช่องเปิดและจำนวนของช่องเปิดมีผลกับทิศทางของกระแสลม (Air Flow Pattern) และปริมาตรของกระแสลมที่เกิดขึ้นภายในห้อง B.Givoni ให้สมการสำหรับการคำนวณหาความเร็วลมภายในอาคารที่มีสภาพการระบายอากาศที่เกิดขึ้นในห้องสี่เหลี่ยมจัตุรัส สูตรในการคำนวณ หา ค่าความเร็วลมโดยเฉลี่ยภายในห้อง คือ

$$V_i = 0.45\,(1-Ke^{-3.84})\,V_o$$

โดยที่

Vi = ค่าเฉลี่ยความเร็วลมภายใน หน่วยเป็น (เมตร/วินาที)

K = สัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดรวมของผนังด้านที่มีช่องเปิดต่อพื้นที่หน้าตัดรวมของช่องเปิดทั้งทางลมเข้าและทางลมออก (กรณีที่ช่องลมเข้าออกขนาดเท่ากัน )

$e^{-3.84}$ = ค่าคงที่ทางกลศาสตร์ เท่ากับ 0.0215

Vo = ค่าความเร็วลมเฉลี่ยด้านนอก (เมตร/วินาที)

ตัวอย่างการหาค่าความเร็วลมเฉลี่ยจากสูตรการคำนวณในการหาค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องขนาด 3.00x3.00 เมตร สูง 3.00 เมตร โดยมีช่องเปิดอยู่กลางผนัง 2 ด้านคู่ตรงข้าม และกระแสลมพัดตั้งฉากกับช่องเปิดโดยช่องเปิดมีขนาดกว้าง ยาวเท่ากับ 1.00x1.00 เมตร กระแสลมด้านนอกเท่ากับ 5 เมตร/วินาที

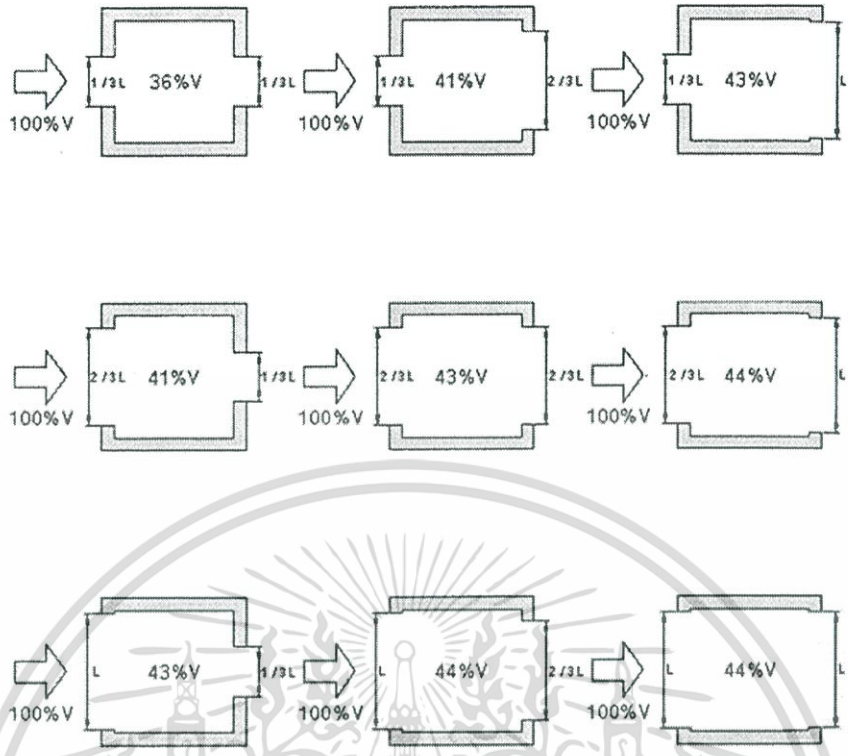
จากสูตร $V_i = 0.45\,(1-Ke^{-3.84})\,V_o$

แทนค่าลงในสูตร $V_i = 0.45\,[1-(9 \times 0.0215)]\,5$

$V_i = 0.45\,(1-0.1935)\,5$

ค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องจะเท่ากับ 1.815 เมตร/วินาที หรือเท่ากับ 36% ของความเร็วลมภายนอกห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 2.5** แสดงความเร็วลมเฉลี่ย ภายในห้องที่มี Cross ventilation แต่ช่องเปิดขนาดไม่เท่ากัน (หาค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องโดยการใช้สูตร $Vi = 0.45 (1-Ke^{-3.84}) Vo$)

ซึ่งค่าความเร็วลมเฉลี่ยที่ได้ จะเห็นว่ามีส่วนสัมพันธ์กันที่ว่ายิ่งถ้าช่องทางเข้าและทางออกต่างกันมาก ค่าความเร็วลมก็จะมีค่าที่มาก โดยเฉพาะถ้าช่องทางเข้าแคบและช่องทางออกกว้างลมจะมีค่าความเร็วเพิ่มขึ้น บริเวณปากทางเข้าซึ่งอาจจะสูงกว่าลมจากภายนอกอีก

อัตราการไหลเข้าแทนที่ของอากาศภายในห้องเมื่อความเร็วของกระแสลมภายนอกสม่ำเสมอ มีค่าเท่ากับ

$$Q = KAV$$

โดยที่ Q = อัตราการไหลของอากาศ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

K = สัมประสิทธิ์ประสิทธิผล ค่าคงที่ ซึ่งจะมีตัวเลขเปลี่ยนไปตามอัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดระหว่างทางลมออกและทางเข้า มีค่า Effectiveness Factor ดังตาราง

A = พื้นที่หน้าตัด ขนาดของช่องทางเข้า (ตารางเมตร)

V = ความเร็วของกระแสลม ภายนอก (เมตร/วินาที)

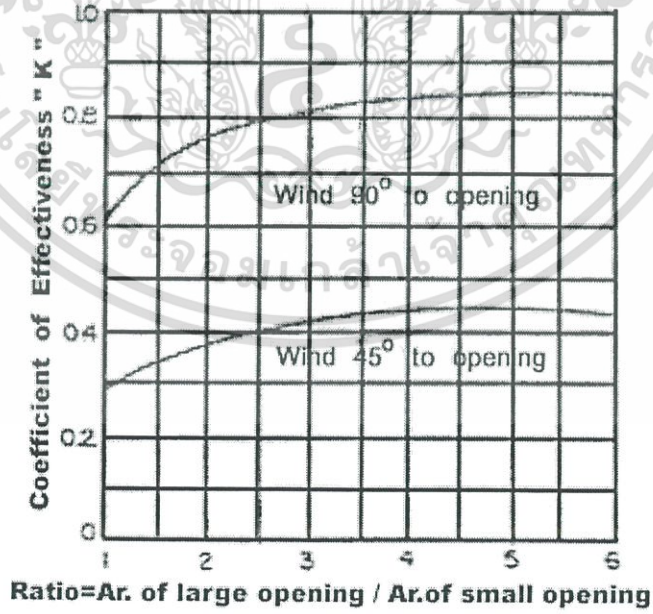
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 2.3 แสดงค่า Effectiveness Factor ระหว่างทางลมออกและทางลมเข้า มีค่าดังนี้

| พื้นที่หน้าตัดทางออก : พื้นที่หน้าตัดทางเข้า | ค่าของ K ที่ใช้ในการคำนวณ |
|---|---|
| 1:1 | 3150 |
| 2:1 | 4000 |
| 3:1 | 4250 |
| 4:1 | 4350 |
| 5:1 | 4400 |
| 3:4 | 2700 |
| 1:2 | 2000 |
| 1:4 | 1100 |

จากค่า K ที่ปรากฏนั้นสามารถวิเคราะห์ได้ว่า สำหรับอัตราการไหลของอากาศ ช่องเปิดทางให้อากาศออกจะสำคัญกว่าช่องเปิดที่ให้อากาศไหลเข้า ถ้าพื้นที่หน้าตัดของผนังด้านทางออกกับทางเข้าเท่ากัน และถ้านำเอา ค่า K ในแต่ละอัตราส่วน มาทำเป็นกราฟเราก็จะสามารถหาค่า K ในกรณีที่อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดทางออก กับ พื้นที่หน้าตัดทางเข้า ไม่เป็นจำนวนเต็มได้เช่นเดียวกัน

ค่า K หาได้จาก




**ภาพที่** 2.6 แสดงกราฟค่า k (Effectiveness Factor) ระหว่างทางลมออกและทางลมเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการหาอัตราการไหลเข้าแทนที่ของอากาศภายในห้อง ที่มีช่องเปิดทางเข้าและทางออกของกระแสลมขนาด 0.90X1.20 เมตร โดยที่กระแสลมมีความเร็ว 1.5 เมตร/วินาที

จากสูตร $Q = KAV$

โดยที่ Q = อัตราการไหลเข้าแทนที่ของอากาศภายในห้อง (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

K = 3150 (ช่องเปิดทางเข้าและออกขนาดเท่ากัน)

A = 0.90 x 1.20 = 1.08 ตารางเมตร

V = 1.5 เมตร/วินาที

แทนค่า

$Q = 3150 \times 1.08 \times 1.5$

อัตราการไหลของอากาศ 5103 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

ผลสรุปจากการวิเคราะห์ของ รศ.มาลินี ศรีสุวรรณ ศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสลม ความเร็วของกระแสลมที่ดีต้องไม่มากและไม่น้อยจนเกินไปโดยที่ถ้ามากเกินไป จะทำให้สิ่ง ของภายในห้องปลิวกระจัดกระจายได้หรือบางครั้งอาจนำฝุ่นเข้ามาภายในห้องได้ง่าย ส่วนถ้าน้อยเกินไปก็ทำให้การไหลเวียนของอากาศภายในห้องไม่ดี โดยส่วนใหญ่ค่าความเร็วของกระแสลมโดยเฉลี่ย (V) ภายในห้องจะต่ำกว่าภาย นอกอาคารเสมอ

2.1.4 การระบายอากาศ

การระบายอากาศ คือ การเคลื่อนที่ของอากาศที่เปลี่ยนเอาอากาศเก่าภายในออกไปและมีอากาศใหม่ซึ่งสดชื่นกว่าเข้ามาแทนที่ ไม่จำกัดว่าเป็นไปโดยธรรมชาติหรือใช้เครื่องจักรกล การระบายอากาศจะช่วยควบคุมสภาพแวดล้อมของตัวอาคารไว้ 3 ประการ คือ

1. เพื่อให้มีปริมาณอากาศบริสุทธิ์ เพียงพอกับความต้องการของผู้อาศัย ( การระบายอากาศสำหรับสุขภาพ )

2. เพื่อเพิ่มอัตราการระเหยของความร้อนออกจากร่างกาย ( การระบายอากาศสำหรับความสบายของร่างกาย )

3. เพื่อทำให้ภายในอาคารให้เย็น โดยการถ่ายเทความร้อนภายในอาคารกับอากาศภายนอกที่เย็นกว่า ( การระบายอากาศสำหรับโครงสร้างของอาคาร )

การระบายอากาศแบบธรรมชาติ คือการระบายอากาศโดยไม่มีการใช้พลังงานกลเข้ามาช่วยเป็นการระบายอากาศที่เกิดจากลมที่พัดเข้ามาภายในอาคาร หรือจากความแตกต่างของอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง


2.1.4.1 **การระบายอากาศที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ**

ความหนาแน่นและความกดดันอากาศจะลดลงตามความสูง อัตราการลดลงของความกด ดันอากาศนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอากาศ เมื่ออุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายในอาคารสูงกว่าภายนอก ณ ระดับความสูงเดียวกัน อากาศภายในอาคารซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่า จะมีความกดดันอากาศน้อยกว่าภายนอก ดังนั้น ถ้าเปิดช่องเปิด ณ ระดับความสูงที่แตกต่างกัน ความกดดันอากาศภาย ในบริเวณช่องเปิดที่อยู่สูง จะสูงกว่าช่องเปิดที่อยู่ต่ำ เมื่อเทียบกับความกดดันอากาศภายนอกในระดับความสูงเดียวกัน ความแตกต่างของความดันที่เกิดขึ้นนี้จะเหนี่ยวนำอากาศภายนอกเข้ามาสู่ภายในทางช่องเปิดด้านล่าง แล้วระบายออกทางช่องเปิดด้านบน เรียกการเคลื่อนที่ของอากาศแบบนี้ว่า "Thermosyphonic flow"

หากนำหลักการ การระบายอากาศด้วยวิธีดังกล่าวมาประยุกต์เข้ากับรูปแบบปล่องจะเรียกว่า Stack Effect ประสิทธิภาพของระบบจะแปรตามความแตกต่างของอุณหภูมิและความสูงระหว่างช่องอากาศเข้า และช่องอากาศออก และจะเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิของปล่องสูงกว่าอุณหภูมิอากาศเท่านั้น ถ้าอุณหภูมิภายในต่ำกว่าภายนอกเท่านั้น

**สูตรการคำนวณหาความแตกต่างของความกดดันอากาศที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ($\Delta p$) คือ**

$$\Delta p = h \times g \times (d_o - d_i)$$

เมื่อ $\Delta p$ = ความแตกต่างขอความกดดันอากาศ

$h$ = ความแตกต่างของความสูง (เมตร)

$g$ = แรงโน้มถ่วง ( 9.81 เมตร/วินาที$^2$)

$d$ = ความหนาแน่นของอากาศ ( กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

เมื่อความหนาแน่นของอากาศ (d) ณ อุณหภูมิ (T) คือ $d_T$

$$d_T = 1.293 \times 273/T$$

เมื่อ $T$ = อุณหภูมิองศาสัมบูรณ์ ($^\circ$K )

ดังนั้น $\Delta p = h \times 9.81 \times (1.293 \times 273/T_o - 1.293 \times 273/T_i)$

$$\Delta p = h \times 3462 \times (1/T_o - 1/T_i)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
59981

**สูตรการคำนวณอัตราระบายอากาศที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ** (vr) **คือ**

$$Vr = 0.827 \times A_{ปล่อง} \times \sqrt{\Delta p}$$

ยกตัวอย่างห้องที่มีการระบายอากาศแบบนี้ และมีความแตกต่างความสูงไม่เกิน 5 เมตร

ถ้า Ti = 28 + 273 = 301 °K

To = 20 + 273 = 293 °K

$\Delta p$ = 5 x 3462 x (1/293 – 1/301)

= 1.57 Pa

ถ้าปล่องมีขนาด 0.25 ตารางเมตร

ดังนั้น Vr = 0.827 x 0.25 x $\sqrt{1.57}$

= 0.26 ลบ.ม./วินาที

**2.1.4.2 การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ**

Passive หรือ Natural ventilation เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากกระแสลม และเกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ลมลอยตัวแบบธรรมชาติ การระบายอากาศโดยธรรมชาติเกิดขึ้นจากการผ่านเข้าของอากาศทางช่องเปิด " ที่จงใจ " ของกรอบอาคาร ( เช่น หน้าต่าง ) การระบายอากาศโดยธรรมชาติเป็นอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศ รวมทั้งลักษณะของอาคารและการก่อสร้าง ( Awbi : 1991 ) ถึงแม้ว่าบางครั้งการระบายอากาศโดยธรรมชาติอาจก่อให้เกิดภาระทำความร้อนและเย็น

ประเภทของการระบายอากาศโดยวิธีการธรรมชาติมีสาเหตุจากการเคลื่อนที่ของอากาศจากภายนอก สู่ภายในอาคารหรือจากภายนอกอาคารสู่ภายในอาคารจะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1. แบบควบคุมได้ คือ การระบายอากาศ แบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ การเคลื่อนที่ของอากาศโดยแรงกระทำของตัวเองหรือ ความแตกต่างของความดันอากาศการเคลื่อนที่ของอากาศโดยความแตกต่างของอุณหภูมิ

2. แบบควบคุมไม่ได้ คือ การแทรกซึมของอากาศ

การระบายอากาศแบบธรรมชาติที่พบเห็นโดยทั่วไปมีอยู่ด้วยกัน 5 รูปแบบ คือ

1. การระบายอากาศแบบช่องเปิดด้านเดียว คือมีช่องเปิดที่ผนังด้านใดด้านหนึ่ง ซึ่งอากาศจากภายจะไหลเข้าและไหลออกจากช่องเปิดเดียวกัน หรือจากช่องเปิดอื่นที่เหมาะสมบนผนังเดียวกัน แม้ว่าวิธีนี้จะเป็นวิธีที่ง่ายและประหยัดที่สุด เหมาะกับพื้นที่ที่มีความลึกไม่เกิน 6 เมตร จากช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การระบายอากาศแบบไหลข้ามกัน สำหรับพื้นที่ที่มีความลึกมากกว่า 6 เมตร คือ มีการติดตั้งช่องเปิดอย่างน้อย 2 ตำแหน่ง บนผนังที่ตรงข้ามกัน วิธีนี้สามารถใช้กับพื้นที่ที่มีความลึกถึง 12 เมตร และมีประสิทธิภาพสูงกว่า แบบช่องเปิดด้านเดียว

3. การระบายอากาศแบบผสม

4. การระบายอากาศแบบ Nocturnal Ventilation Cooling ในช่วงกลางคืน

5. การระบายอากาศแบบ Stack Effect โดยใช้ปล่อง

**2.1.4.3 ประโยชน์ที่เกิดสำหรับการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติต่อการเปลี่ยนสภาพภายในอาคาร**

1. เพื่อรักษาคุณภาพของอากาศภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการพื้นฐาน ในการใช้ชีวิตของมนุษย์ด้วยการถ่ายเทอากาศบริสุทธิ์ จากภายนอกอาคารเข้าแทนที่อากาศเสีย เช่น ก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ ที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ตั้งแต่การหายใจ จนกระทั่งเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆในการใช้งานในชีวิตประจำวัน ความสำ คัญของประเด็นแรกนี้ จะอยู่ที่การป้องกันการเกิดโรคภัยไข้เจ็บที่จะเกิดขึ้นจากสภาพมลภาวะจากอากาศภายในอาคาร การระบายอากาศในลักษณะนี้คือ การระบายอากาศเพื่อสุขภาพของมนุษย์ที่อยู่อาศัยเกณฑ์ขั้นต่ำของอัตรา การถ่ายเทอากาศบริสุทธิ์ ตัวอย่างในประเทศสิงคโปร์ได้มีการกำหนดอัตราการถ่ายเทอากาศขั้น ต่ำไว้สำหรับ ห้องนอน 13 $m^3$/hr/ คน

2. เพื่อเสริมสร้างสภาวะความน่าสบายในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในลักษณะของการถ่ายเทความร้อนในรูปแบบของการพาความร้อน ซึ่งการเคลื่อนที่ของอากาศที่พัดผ่านตัวมนุษย์จะช่วยเพิ่มอัตราของการสูญเสียความร้อน ที่เกิดขึ้นภายในร่างกายของมนุษย์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้การพัดพาความร้อนช่วยพัดเอาความอับชื้น อันเนื่องมาจากเหงื่อไคลบนผิวหนังออกไปทำให้เกิดความรู้สึกเย็นสบาย ซึ่งลักษณะการระบายอากาศแบบนี้เรียกว่าการระบายอากาศเพื่อสภาวะน่าสบาย

3. เพื่อรักษาสภาพความเย็นและระบายความร้อน ของโครงสร้างอาคาร โดยที่เมื่อสภาพอุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าภายนอก การพัดพาของอากาศสามารถป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ที่จะมีผลต่อผู้ใช้อาคารไม่ว่าจะเป็นการแผ่รังสีความร้อนหรือ การนำความร้อนที่เกิดจากการเก็บกักความร้อนในตัวมวลสารของวัสดุประกอบอาคารโดยมีความ มุ่งหมายหลักที่การลดอุณหภูมิเฉลี่ยที่เกิดจากการแผ่รังสี ซึ่งเกิดจากการแผ่รังสีของสภาพพื้นผิวของวัสดุประกอบอาคารในส่วนต่างๆ เช่น หลังคา พื้น และผนัง ที่ส่งผลต่อสภาพของอุณหภูมิภายในอาคาร ลักษณะการระบายอากาศในลักษณะนี้คือ การระบายอากาศสำหรับโครงสร้างอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.5 ความต้องการการระบายอากาศขั้นต่ำ

โดยทั่วไปแล้วมนุษย์เราต้องการอากาศตั้งแต่ 0.5 ถึง 5 $m^3/h$ และปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องการ ให้เพียงพอกับกิจกรรมภายในอาคารต่อพื้นที่ใช้งานและต่อจำนวนจำนวนคน เป็นสาเหตุที่ทำให้มีการศึกษาและกำหนดเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำของอัตราการถ่ายเทอากาศบริสุทธิ์ เช่น ในประเทศสิงคโปร์ ได้มีการกำหนดอัตราการถ่ายเทอากาศขั้นต่ำไว้ดังนี้

**ตารางที่** 2.4 แสดงความต้องการอัตราการถ่ายเทอากาศบริสุทธิ์ขั้นต่ำ

| ประเภทการใช้งาน | ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ขั้นต่ำ | |
|---|---|---|
| | $m^3/hr/คน$ | $m^3/hr/m^2$ ของพื้นที่ |
| ร้านอาหาร + สถานที่เต้นรำ | 17 | 10 |
| สำนักงาน | 13 | 1.2 |
| ร้านค้า ห้างสรรพสินค้า | 13 | 2.3 |
| โถง , ทางเดิน | 13 | 0.9 |
| ห้องเรียน , โรงภาพยนตร์ | 8.5 | 6.0 |
| โรงงาน | 13 | 1.8 |
| ห้องนอน , หอพัก | 13 | - |

ในอาคารบางประเภทจะอาศัยการถ่ายเทอากาศบริสุทธิ์โดยวิธีธรรมชาติไม่ได้ผลจำเป็น ต้องใช้การระบายอากาศโดยใช้อุปกรณ์ช่วย เช่น พัดลมดูดอากาศ เป็นต้น

### 2.1.6 การระบายอากาศของช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว

The British Building Research ได้สร้างสมการเพื่อหาความเร็วลม ของการระบายอากาศของช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว ดังนี้

$$Q = 0.025\ A \times Vr$$

โดยที่ Q = ปริมาณอากาศถ่ายเทในอัตรา (ลบ.ม./วินาที)

A = พื้นที่ของช่องเปิด (ตารางเมตร)

Vr = ความเร็วลมภายนอกระดับ ความสูงเดียวกับตำแหน่งหน้าต่าง (เมตร/วินาที)

ตัวอย่าง สมมุติว่าความเร็วลมภายนอกมีความเร็วลม 1 Km/hr ที่ระดับความสูง 10 เมตร จากพื้นดิน และช่องเปิดขนาด 1/3 ของผนัง ผนังมีพื้นที่ 3 x 4 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A = 1/3 x 3 x 4 = 4 ตารางเมตร

Vr = 1 km/hr = 0.28 เมตร/วินาที

จากสูตร Q = 0.025 A x Vr

Q = 0.025 x 4 x 0.28

= 0.028 $m^3/s$

### 2.1.7 การระบายอากาศเพื่อสภาวะน่าสบาย

#### 2.1.7.1 การระบายอากาศเพื่อความสบายกับมนุษย์

อัตราความเร็วลม ที่เกิดกับ มนุษย์จะรู้สึกเย็นลง 0.4 องศาเซ็นติเกรด เมื่อเพิ่มความเร็วลมประมาณ 0.25 m/s ( Victor Olgyay : 1969 )

ตารางแสดงความรู้สึกต่ออัตราความเร็วลม ( เมตร / วินาที )

0.00 - 0.25 m/s ร่างกายไม่รู้สึกว่ามีลมปะทะหรือสังเกตได้

0.25 - 0.50 m/s ร่างกายรู้สึกสบายโดยไม่รู้ว่ามีลมปะทะ

0.50 - 1.00 m/s ร่างกายรู้สึกสบาย โดยสามารถรับรู้ได้ว่ามีลมปะทะ

1.00 - 1.50 m/s รู้สึกมีลมพัดเล็กน้อยจนถึงรู้สึกรบกวนได้

> 1.50 m/s รู้สึกว่าถูกรบกวน

ในเขตร้อนชื้นอัตราความเร็วลม 1 เมตร/วินาที เป็นความเร็วลมที่รู้สึกสบาย และอัตราความเร็วลมภายในห้อง 1.5 เมตร/วินาที เป็นความเร็วลมที่ยอมรับได้แต่ถ้าเกิน 1.5 เมตร/วินาที จะรู้สึกว่าถูกรบกวน และกระดาษหรือวัตถุเบาๆ อาจปลิวได้

**ตารางที่** 2.5 แสดงผลระดับของลมที่ก่อให้เกิดความรู้สึกต่าง ๆ ไว้ 10 ระดับ คือ ค่าที่รู้สึกสบาย ( Beaufort number )

| ความเร็วลม ( m/hr ) ( mph ) | ผลกระทบกับความรู้สึกของมนุษย์ |
|---|---|
| 0 — 2 | ไม่รู้สึกว่ามีลม |
| 2 — 10 | รู้สึกว่าลมกระทบหน้า ทำให้ผมปลิว |
| 10 — 20 | ฝุ่นฟุ้ง กระดาษปลิว ทำให้ผมและเสื้อผ้าปลิว |
| 20 — 25 | รู้สึกเหมือนมีแรงลมมากระทบร่างกาย |
| 25 — 30 | ลมแรง ยากต่อการกางร่ม |
| 30 — 55 | ยากต่อการเดิน เหมือนถูกตีด้วยลม มีพายุ |
| 55 — 100 | เกิดพายุเฮอริเคน อันตราย |
| 100 ขึ้นไป | เกิดพายุเทอร์นาโด อันตรายอย่างร้ายแรง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัดของกระแสลม การเคลื่อนไหวของอากาศมีผลต่อสภาวะน่าสบาย คือ อากาศที่เคลื่อนไหวจะพัดพาเอาความร้อน ความชื้นที่อยู่รอบตัวออกไป ทำให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมทำให้ร่างกายระบายความร้อนด้วยการระเหยของน้ำด้วยตัวมันเองในรูปเหงื่อ และช่วยไม่ให้เกิดการสะสมของมลภาวะ กลิ่นไม่พึงประสงค์ ฝุ่นละออง ปริมาณของอากาศที่เคลื่อนที่เพื่อสร้างสภาวะที่พอเหมาะกับ ความต้องการอยู่ระหว่างความเร็ว 10–15 fl/s หรือ 0.051–0.077 m/s ถ้าความเร็วของอากาศที่ต่ำกว่านี้มีผลทำให้รู้สึกว่าอากาศไม่ถ่ายเท ถ้าอากาศในห้องมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับอุณหภูมิน่าสบาย แต่มีกระแสลมที่มีความเร็วระหว่าง 50–200 f/m และพัดเข้ามาอย่างไม่สม่ำเสมอก็สามารถทำให้เรารู้สึกสบายได้ แต่ถ้าอากาศที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากกว่า 200 f/m หรือ 1.02 m/s จะทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกว่าลมแรง และ จะรบกวนการทำงานและกิจกรรมต่าง ๆ

จากการพิจารณาสภาวะสบายทางสรีระศาสตร์ ความเร็วลมเป็นตัวแปรตัวหนึ่งที่ช่วยทำให้เกิดสภาวะสบาย ( จากการศึกษาของ Victor Olgyay ) พบว่า มนุษย์เราจะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 20-75 % โดยมีเงื่อนไขที่ความเร็วลมค่อนข้างสงบ 0-1 km/hr หรือ 0-50 fl/min อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังและอากาศมีค่าเท่ากัน แต่งกายแบบลำลองค่อนข้างเบาบาง และอยู่ในอิริยาบถปกติสบาย

นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อกระแสลมที่พัดผ่านผิวกายมีความเร็วเพิ่มขึ้นมนุษย์เราจะรู้สึกว่ามีอุณหภูมิที่ผิวกายเย็นกว่าอุณหภูมิจริง เป็นเพราะอัตราการระบายความร้อนออกจากผิวกายแปรผันตามความเร็วของกระแสลม ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่วัดได้จริงกับความรู้สึกเมื่อลมพัดผ่านผิวกาย สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์สร้างเป็นสมการถดถอย ( Regression Analysis) ได้ดังนี้

**ความรู้สึกเย็นลง** ( °C ) = 0.381 V + 0.016 RH

เมื่อ V คือ ความเร็วลม ( km/hr )
RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์ ( % )

จากสมการมีระดับของความเชื่อถือ ($R^2$) = 0.94 และค่าความผิดพลาดมาตรฐาน ( Standard Error, SE ) = 0.457

การใช้การถ่ายเทอากาศทำให้อยู่ในสภาวะน่าสบายด้านอุณหภูมิ คือ ใช้ความเร็วลมทำให้รู้สึกสบายและเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7.2 **การระบายอากาศเพื่อทำความเย็นแก่ตัวอาคาร**

เป็นการใช้การพาความร้อนซึ่งตัวกลางเป็นอากาศ เพื่อดึงความร้อนที่สะสมในวัสดุ ให้เย็นลง มักใช้กับประเทศในเขตร้อนแห้ง

Conduction – Convection เป็นปัจจัยสำคัญในการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อน คือ อัตราการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างผิวของวัสดุกับอากาศที่ผิวสัมผัส ซึ่งเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการนำ แต่เมื่ออากาศที่ผิววัสดุนั้นถูกทำให้ร้อนขึ้นก็จะเกิดการพาความร้อนเสมอเมื่ออากาศมีการเคลื่อนไหว มีอัตราการเปลี่ยนอากาศซึ่งจะมีผลกับอัตราการนำความร้อน

อากาศที่เคลื่อนที่ จะมีประสิทธิภาพในการรับหรือปล่อยความร้อนได้ดีกว่าอากาศนิ่ง ในการเปรียบเทียบการรับหรือปล่อยความร้อนของอากาศสามารถดูได้จากค่า "Wind Chill Index" ค่านี้หาได้จากสมการ

2.1.8 **ทิศทางกระแสลมและการระบายอากาศในอาคาร**

กระแสลมมีความสำคัญ สามารถช่วยระบายอากาศ และแลกเปลี่ยนถ่ายเทอากาศได้ ซึ่งกระแสลมมีทั้งที่ช่วยนำพาความร้อนออกไปจากอาคาร และอาจนำความร้อนเข้ามาสู่อาคารได้

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบอาคาร เพื่อให้เกิดการระบายอากาศที่ดีจะต้องพิจารณาถึง ตัวแปรที่เกี่ยวข้องที่ทำให้การระบายอากาศได้ผลตามที่ต้อง การ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- พลังงานจากกระแสลม ( แรงลม )
- อัตราความเร็วลมทั้งหมด และทิศทางของกระแสลม ตลอดปี
- อัตราความกดอากาศ
- ขนาดช่องเปิด ทั้งช่องทางเข้า และช่องทางออก
- จำนวนช่องเปิด และสิ่งกีดขวางภายใน เช่น ผนัง , เฟอร์นิเจอร์
- รูปร่างของช่องเปิด และชนิดของช่องเปิด รวมทั้งกันสาด
- ทิศทางของช่องเปิด กับทิศทางกระแสลมทั้งทางเข้าและทางออก
- ทิศทาง , รูปแบบ ของกระแสลมที่อยู่ภายในตัวอาคาร
- การกระจายของลมที่พัดผ่านตัวอาคาร
- ปริมาณกระแสลม ( ลูกบาศก์เมตร / ชม. )

สิ่งที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ เป็นสิ่งที่จะนำมาใช้ในการพิจารณาถึงปัจจัยและวิธีการที่ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนและพัดพาของกระแสลมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ภูมิอากาศในเมือง

Urban Climate เป็นภูมิอากาศที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้นภายหลัง เรียกได้ว่าเป็นภูมิอากาศที่เกิดจากประดิษฐ์กรรมของมนุษย์ เช่น อาคารที่มนุษย์สร้างขึ้นเป็นกลุ่มจนเรียกว่าเมือง มีลักษณะแตกต่างไปจากภูมิอากาศในแถบชนบทหรือภูมิอากาศโดยทั่วไป เพราะมีตัวแปรทำให้ภาวะของอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลง ภายในเมืองมีสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ประกอบไปด้วยลานคอนกรีตและถนน ประชากรหนาแน่น ภาวะของอากาศเต็มไปด้วยฝุ่นละออง เมฆหมอกควันมาก ความแรงลมต่ำ และเกิดอุณหภูมิสูงในเขตเมือง เรียกว่า " เกาะความร้อนในเมือง " ( Urban Heat Island )

### 2.2.1 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศธรรมชาติเป็นภูมิอากาศในเมืองได้ดังนี้

1. เปลี่ยนสภาพของผิวหน้าดิน เช่น สร้างถนน ทางเท้า ลานคอนกรีต ฯลฯ จะดูดความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ และเป็นตัวลดการระเหยความชื้นจากดิน

2. อาคารสิ่งปลูกสร้าง จะสร้างเงาให้เกิดขึ้นเกี่ยวกับลมอาคารจะเป็นตัวกีดขวางทิศทางลม หรือจะเป็นตัวที่เปลี่ยนทิศทางลม อาคารอาจสร้างช่องลมให้พัดแรงขึ้นหรือบางทีจะเป็นตัวหน่วงกระแสลมให้พัดช้าลง นอกจากนี้ตัวอาคารยังจะดูดความร้อนในเวลากลางวันไว้และ ค่อยๆ คายความร้อนให้แก่บรรยากาศในตอนกลางคืน

3. ผลิตพลังงานออกมา มีการระบายความร้อนออกทางช่องลมและผนังของอาคาร โดยเครื่องปรับอากาศหรือเครื่องตู้เย็นจะนำเอาความร้อนออกไปทิ้งนอกอาคาร มีพลังงานความร้อนจากการเผาสันดาปของเครื่องจักรเครื่องยนต์ มีการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน ตลอดจนความร้อนจากโรงงานอุตสาหกรรม

4. มีมลภาวะทางอากาศ บรรยากาศมีมลภาวะโดยการเผาไหม้ ไม่ว่าจะจากการหุงต้มอาหาร ปล่องไฟของโรงสี โรงงาน ไอพิษจากท่อไอเสีย ไอระเหยจากสารเคมี ซึ่งล้วนแต่จะกีดขวางการแผ่รังสีและปิดกั้นการกระจายรังสีความร้อนจากดิน ทำให้บรรยากาศสกปรก บริเวณตัวเมืองจึงมีโอกาสที่จะเกิดหมอก และทำให้ฝนตกผิดธรรมชาติ สิ่งที่จะพบเห็นได้จากสภาพดังกล่าวคือ

อุณหภูมิ ในเมืองจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบ้านนอกถึง 8 $^{\circ}$C และบางทีสูงกว่าถึง 11 $^{\circ}$C ก็มี

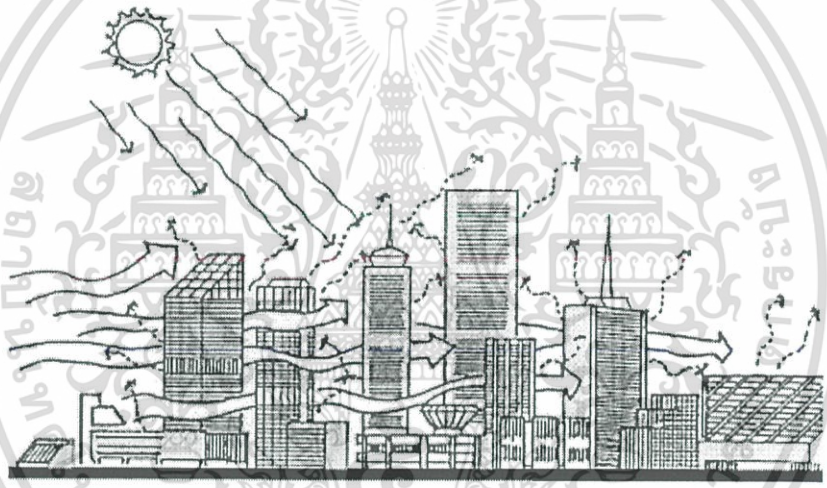
ความชื้นสัมพัทธ์ จะถูกลดลง 5 ถึง 10% ขึ้นอยู่กับระบบระบายน้ำฝนในเมืองและการขาดพืช ต้นไม้ที่ช่วยในการระเหยของน้ำในยามที่มีอุณหภูมิของอากาศสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วของลม กระแสลมภายในตัวเมืองจะลดลงไปกว่าครึ่งหนึ่ง ในบางจุดอาคารอาจจะรีดลม ให้เร็วขึ้นถึงเท่าตัว และเมื่อมีลมพัดผ่านอาคารจะเกิดมีลมม้วนตีกลับเกิดขึ้นที่ด้านหลังของอาคาร

**2.2.2 เนื่องมาจากสภาพแวดล้อมภูมิอากาศในเมืองและมลภาวะของอากาศ**

สภาวะแวดล้อมและมลภาวะที่เกิดขึ้นในเมืองนอกจากนั้น ยังมีความเกี่ยวข้องกับสภาพ แวดล้อม สภาพเศรษฐกิจความเป็นอยู่ของประชาชน ภายในเมืองเขตเมือง มีสิ่งก่อสร้างถนนประกอบไปด้วยลานคอนกรีตประชากรหนาแน่นกว่าในเขตชนบท ภาวะของอากาศเต็มไปด้วยฝุ่นละออง แรงของลมต่ำอุณหภูมิภายนอกสูงกว่าปกติ มลภาวะของอากาศที่เกิดขึ้นในเมืองมักจะเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากอาคารบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม และยวดยานพาหนะต่างๆ สิ่งเหล่านี้เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดมลภาวะในอากาศ



**ภาพที่** 2.7 แสดงสภาพภูมิอากาศในเมือง

ตัวอย่างจากการสำรวจและเก็บสถิติของลักษณะอากาศของเมืองวินเซอร์ ( Windsor ) ในประเทศแคนนาดาเปรียบเทียบกับลักษณะอากาศในชนบท สรุปเป็นตารางเปรียบเทียบได้ดังนี้

**ตารางที่** 2.6 แสดงสภาวะอากาศเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในชนบท

| สภาวะอากาศ | เปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในชนบท |
|---|---|
| อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี | มากกว่าชนบท 0.5-0.8 % |
| ความชื้นสัมพัทธ์ตลอดปี | น้อยกว่าชนบท 6% |
| ความเร็วลมตลอดปี | น้อยกว่าชนบท 20-30% |
| ฝุ่นละอองในอากาศ | มากกว่าชนบท 10 เท่า |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 2.6 (ต่อ)

| สภาวะอากาศ | เปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในชนบท |
|---|---|
| กำมะถันออกไซด์ | มากกว่าชนบท 5 เท่า |
| คาร์บอนไดออกไซด์ | มากกว่าชนบท 10 เท่า |
| คาร์บอนมอนอกไซด์ | มากกว่าชนบท 25 เท่า |

ภาพรวมของรูปแบบบ้านในประเทศไทย จะแบ่งลักษณะตามความหนาแน่นของตัวอาคารได้ออกเป็น 2 เขตใหญ่ๆ คือ

1. เขตชุมชน ( อาคารหนาแน่น ) เช่น ตัวเมืองกรุงเทพฯ , ตัวเมืองเชียงใหม่ ปัญหาในการออกแบบระบบระบายอากาศ มีปัญหาค่อนข้างรุนแรงเนื่องจากการสร้างบ้านในเขตชุมชนไม่มีผังเมือง ทำให้ขาดความเป็นระเบียบ มีการรื้อและทำตึกสูง เป็นจำนวนมาก เป็นเหตุให้ทิศทางลมผันแปร ขาดต้นไม้เพื่อช่วยลดอุณหภูมิรอบๆ ตัวอาคาร มีมลพิษจากเขม่าควันรถยนต์ มีเสียงดังจากรถยนต์ รถบรรทุก เพิ่มความรำคาญ เป็นสิ่งไม่พึงปรารถนาทั้งสิ้น ดังนั้นในการออกแบบหน้าต่างเพิ่มการระบายอากาศนั้นไม่เหมาะสมสำหรับเขตชุมชน เนื่องจากเราต้องป้องกันมลภาวะจากภายนอกบ้านและทิศทางลมที่ผันแปร เนื่องจากฤดูกาลหรือจากอาคารก่อสร้างที่สร้างขึ้นใหม่ ทำให้ยากในการระบายอากาศภายในบ้าน

2. เขตอาคารไม่หนาแน่น เช่น ต่างจังหวัดหรือนอกตัวเมือง หากเป็นบ้านไทยสมัยเก่าแล้วปัญหาในเรื่องการระบายอากาศน้อย เพราะบ้านสมัยเก่ายกพื้นสูงมีสภาวะแวดล้อมที่สะอาดและต้นไม้มีมากมายช่วยในการลดความร้อนรอบตัวบ้านและมีการระบายอากาศที่เหมาะสม แต่ในปัจจุบันการสร้างบ้านทรงไทยมีคนสร้างเป็นน้อย หรือค่าใช้จ่ายสูงจนไม่สามารถซื้อหามาได้

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่าปัญหาในการออกแบบระบายความร้อนในแต่ละที่มีความแตกต่างกันไป ปัจจัยในการออกแบบที่ต้องคำนึงก็ต้องแตกต่างกันไป ในตอนแรกบ้านที่สร้างใหม่ทำให้อยู่สบายได้ แต่เมื่อเวลาผ่านไปสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปทำให้บ้านที่เราอาศัยอยู่เดิมมีการเปลี่ยนแปลงและเราไม่สามารถรื้อบ้านได้ ดังนั้นเราต้องปรับเปลี่ยนบ้านเดิมให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป เปรียบเสมือนปรับปรุงบ้านเก่าให้เข้าสู่สภาวะสบายอยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 ทฤษฎีทั่วไปเกี่ยวกับความร้อนการถ่ายเทความร้อน

### 2.3.1 พลังงานรังสีดวงอาทิตย์

โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นระยะทาง 150 ล้านกิโลเมตร หรือ 93 ล้านไมล์ โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์เพียงส่วนน้อยเมื่อเทียบกับพลังงานทั้งหมดของดวงอาทิตย์ แต่มากกว่าร้อยละ 99.77 ของพลังงานนี้ทำให้เกิดลักษณะลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศของโลก ซึ่งในด้านการออกแบบอาคาร แสงแดด ความร้อนเป็นปัญหาสำคัญอย่างมาก ในการที่จะแก้ไขปัญหาและป้องกันให้กับอาคาร โดยการทำความเข้าใจกับพลังงานรังสีอาทิตย์ดังนี้

### 2.3.2 การแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์แผ่รังสีความร้อนและแสงสว่างให้กับโลก รังสีความร้อนที่ผ่านเข้ามาถึงผิวโลกประมาณ 420 บีทียู/ตารางฟุต/ชั่วโมง หรือเท่ากับ 1.94 แคลลอรี่/ตารางเซนติเมตร/นาที ทั้งนี้โลกจะได้รับรังสีความร้อนน้อยกว่านั้นเนื่องจากมีบรรยากาศของโลกกรองเอาไว้ ส่วนหนึ่งถูกดูดซึมไว้ในบรรยากาศ บางส่วนกระจายเพราะกระทบกับโมเลกุลของบรรยากาศ แล้วแผ่กลับโลกในสภาพของรังสีแผ่กระจาย ส่วนหนึ่งของรังสีที่พื้นดินได้รับจะเก็บความร้อนไว้และคายให้กับอากาศ ปริมาณรังสีอาทิตย์ที่พื้นผิวโลกจะได้รับมากน้อยต่างกันในแต่ละแห่งและต่างเวลานั้นขึ้นอยู่กับ

- ระยะทางของความใกล้และไกลจากผิวโลกถึงดวงอาทิตย์
- สภาพความแจ่มใสของท้องฟ้า
- มุมของแสงอาทิตย์ที่ตกลงยังผิวโลก
- ระยะเวลาที่แสงแดดตกลงสู่ผิวโลก
- กำลังของพลังงานของดวงอาทิตย์ที่ส่งลงมา

สำหรับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่บริเวณอาคาร ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และภูมิสภาปัตยกรรม ความร่มรื่นของต้นไม้บริเวณอาคารและบริเวณใกล้เคียง ขนาดรูปร่างลักษณะอาคาร และตำแหน่งอาคารใกล้เคียงโดยรอบ การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดหลัก คือ

1. รังสีคลื่นสั้น ( Short Wave ) ซึ่งมนุษย์สามารถมองเห็นได้ มีอยู่ถึงร้อยละ 44 ของรังสีทั้งหมด อยู่ในความยาวคลื่นระหว่าง 0.4-0.7 ไมโครเมตร เป็นความร้อนที่อยู่ในแสงสว่างเป็นรังสีจากดวงอาทิตย์ ซึ่งสะท้อนจากพื้นผิวที่มันและมีสีอ่อน รังสีนี้จะถูกดูดซึมได้ดี โดยวัตถุที่มีสีดำ

2. รังสีคลื่นยาว ( Long – Wave ) เป็นรังสีที่มนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ รังสีคลื่นยาวอยู่ในระหว่าง 0.7-1.5 ไมโครเมตร มีอยู่ถึงร้อยละ 37 ของรังสีทั้งหมด เมื่อดวงอาทิตย์ส่องแสงมาที่บริเวณส่วนของอาคาร เช่น ผนัง หลังคา เป็นต้นจะทำให้วัตถุเกิดความร้อนขึ้น และถ่ายเทต่อไปสู่วัตถุที่เย็นกว่า รังสีนี้จะสะท้อนวัตถุที่มีผิวมันเช่นกันและที่เป็นกระจกสำหรับวัตถุที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีผิวอ่อนจะสะท้อนความร้อนออกน้อยกว่าวัตถุผิวมันส่วนรังสีอินฟราเรดไกลจะมีความยาวคลื่นมากกว่า 1.5 ไมโครเมตรมีอยู่ร้อยละ 12 ของรังสีทั้งหมด

แหล่งกำเนิดความร้อนจากภายนอกอาคารที่สำคัญที่สุดคือ ดวงอาทิตย์ซึ่งถ่ายเทพลังงานมายังโลกโดยการแผ่รังสีรังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านบรรยากาศมายังพื้นผิวโลก แบ่งประเภทของรังสีอาทิตย์ที่มายังโลก เป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. รังสีโดยตรง ( Beam or Direct Radiation ) เป็นรังสีอาทิตย์คลื่นสั้นส่วนใหญ่ โดยมีช่วงความยาวคลื่นประมาณ 0.3–4 ไมครอน เป็นรังสีที่มาจากดวงอาทิตย์โดยตรงผ่านสภาพบรรยากาศมายังผิวโลก โดยมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของโลก และทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ที่ส่งผลทำให้ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์มากขึ้นหรือน้อยลง ตามระยะห่างระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ นอกจากนี้ยังจะมีปัจจัยเพิ่มเติมจากสภาพท้องฟ้าอีกด้วยถ้าสภาพท้องฟ้าโปร่งก็จะมีปริมาณของรังสีดวงอาทิตย์มากกว่าวันที่ท้องฟ้ามือครึ้ม

2. การแผ่รังสีโดยการกระจาย ( Diffuse Radiation ) เป็นรังสีอาทิตย์คลื่นสั้น ที่ถูกกระเจิง เป็นรังสีที่เกิดจากการแผ่รังสีโดยตรง ตกกระทบโมเลกุลของอากาศ ไอน้ำ และฝุ่นละอองในบรรยากาศ หรือกลุ่มเมฆหมอกในท้องฟ้า มีทิศทางไม่แน่นอน เหล่านี้แล้วสะท้อนกลับออกมาเป็นรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวโลกอีกครั้งหนึ่ง และนอกจากนี้การเกิดการแผ่รังสีโดยการกระจาย ยังขึ้นอยู่กับ ลักษณะสภาพภูมิอากาศ สภาพแวดล้อม ในบริเวณนั้นๆ ที่จะเอื้ออำนวยต่อการเกิดรังสีในลักษณะการกระจายข้างต้น การเกิดปรากฏการณ์นี้ในปริมาณมากจะทำให้ปริมาณของรังสีดวงอาทิตย์มีค่าลดลง

ผลรวมของรังสีตรงและรังสีกระจาย เรียกกันโดยทั่วไปว่า รังสีรวม ( Global Radiation , Total Radiation) เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบวัตถุต่างๆ บนพื้นผิวโลก จะทำให้วัตถุเหล่านั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้นและแผ่รังสีออกมาในรูปของรังสีความร้อน หรือรังสีอินฟราเรด ซึ่งเป็นรังสีคลื่นยาวโดยมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 4–50 ไมครอน

3. การแผ่รังสีโดยการสะท้อน ( Reflected Radiation ) เกิดขึ้นจากการที่รังสีโดยตรงและรังสีที่เกิดจากการกระจายทั้ง 2 ส่วนตกกระทบพื้นผิวและสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารในลักษณะต่างๆ เช่น คอนกรีต , ต้นไม้ , สนามหญ้า เหล่านี้เป็นต้น แล้วสะท้อนกลับเข้าสู่ตัวอาคาร ปริมาณการเกิดการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์นี้นอกจากจะสัมพันธ์กับปริมาณของการแผ่รังสี 2 ส่วนข้างต้นแล้วก็ยังขึ้นกับลักษณะพื้นผิวที่มีผลต่อค่าการสะท้อนของวัตถุอีกด้วย

### 2.3.3 รูปแบบของรังสีที่ได้รับจากดวงอาทิตย์

รังสีที่ได้รับจากดวงอาทิตย์นั้น เราสามารถแบ่งออกตามลักษณะที่ได้รับจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. รังสีคลื่นสั้นที่แผ่ลงมาโดยตรง (Direct Solar Short Wave Radiation)

2. รังสีคลื่นสั้นที่กระจายผ่ายเมฆหมอกออกมา (Diffuse Short Wave Red Sky Fault)

3. รังสีคลื่นสั้นที่สะท้อนออกมาจากพื้นดิน (Short Wave Reflected From Ground)

4. รังสีคลื่นยาวจากพื้นดินและวัตถุที่ร้อน (Long Wave Radiation From Heated Ground & Object)

5. รังสีคลื่นยาวเกิดจากการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างวัตถุกับท้องฟ้า (Out Going Long Wave Radiation Exchange Between Object & Sky ) ซึ่งเกิดจากหลักการสมดุลของรังสีจากดวงอาทิตย์ ( Radiation Balance )หมายถึงการสมดุลระหว่างรังสีที่ผิวพื้นโลกได้รับและรังสีที่ส่งออกไป

**2.3.4 ลักษณะรังสีที่รับจากดวงอาทิตย์รังสีดวงอาทิตย์เมื่อกระทบกับพื้นดิน วัสดุ บรรยากาศจะถูกเปลี่ยนรูปด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้**

1. การกระจาย ( Scattering ) เป็นกระบวนการที่อนุภาคเล็ก ๆ และโมเลกุลของก๊าซในอากาศแพร่กระจายในส่วนมีการกระจายเกิดขึ้นโดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนรูปพลังงาน

2. การดูดกลืน ( Absorption ) หมายถึง กระบวนการแผ่รังสีตกกระทบไปยังสสาร ส่วนหนึ่งยังคงอยู่ในสสารและเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานรูปอื่น โดยเฉพาะสสารชนิดที่ยอมแสงผ่านได้ ตัวอย่าง เช่น แสงอาทิตย์ที่ตกกระทบด้านใดด้านหนึ่งของอาคาร บริเวณส่วนนั้นจะดูดกลืนรังสีไว้ และกลายเป็นพลังงานที่ให้ความร้อนแก่วัตถุในส่วนต่าง ๆ ที่อยู่ภายนอก

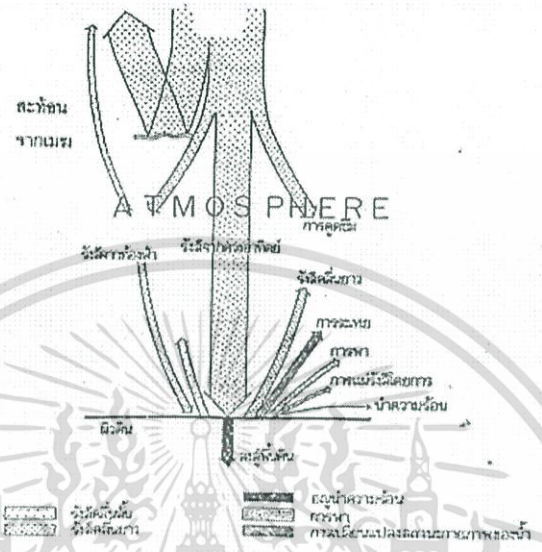
3. การสะท้อน ( Reflection ) การสะท้อนเกิดขึ้นเมื่อรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบกับวัตถุและถูกสะท้อนจากผิวพื้น โลกและบรรยากาศได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์เพียงร้อยละ 65 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 35 ถูกสะท้อนเข้าสู่อากาศ การสะท้อนแตกต่างกันไปตามผิวพื้นต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละของรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบ เมื่อรังสีนั้นตกถึงผิวพื้น เมฆเป็นตัวการที่สำคัญที่สุดในการสะท้อนรังสีของดวงอาทิตย์

**2.3.5 การแลกเปลี่ยนความร้อนที่เกิดขึ้นกับพื้นผิวโลก**

ในเวลากลางวัน เมื่อรังสีอาทิตย์นอกบรรยากาศโลกตกกระทบกับบรรยากาศของโลกส่วนหนึ่งจะถูกสะท้อนกลับออกไปนอกบรรยากาศของโลกโดยเมฆหมอก ส่วนที่เหลือจะผ่านเข้ามาในบรรยากาศและบางส่วนก็จะถูกกระเจิง (Scatter) และดูดกลืน (Absorption) โดนโมเลกุลของอากาศ ไอน้ำ และฝุ่นละออง สำหรับส่วนที่มาถึงผิวโลก ส่วนหนึ่งจะถูกผิวโลกสะท้อนกลับ ส่วนที่เหลือพื้นผิวโลกจะดูดกลืน ทำให้พื้นผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นและจะถ่ายเทความร้อนให้กับสิ่งแวด ล้อมด้วยการพาและการแผ่รังสี และมีบางส่วนถ่ายเทลงสู่ใต้พื้นผิวโลกโดยการนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

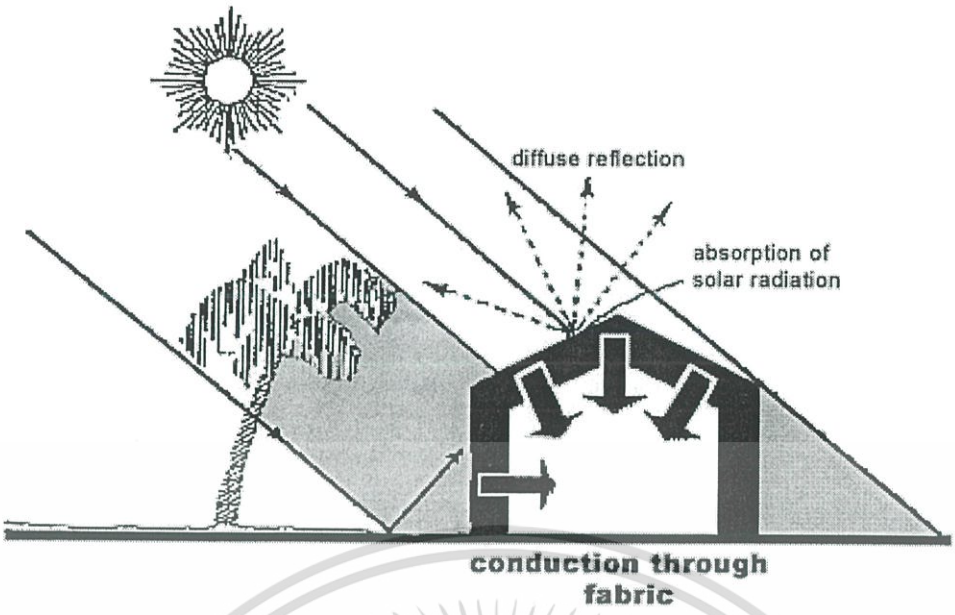
ในตอนกลางคืน ความร้อนจากพื้นผิวโลกจะถ่ายเทสู่ท้องฟ้าโดยการแผ่รังสี และถ่ายเทให้กับอากาศแวดล้อมโดยการพาความร้อน ส่วนความร้อนจากใต้พื้นผิวจะถ่ายเทขึ้นมายังผิวโลกโดยการนำความร้อน




**ภาพที่** 2.8 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนที่เกิดขึ้นบนผิวโลกในเวลากลางวัน

**ภาพที่** 2.9 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนที่เกิดขึ้นบนผิวโลกในเวลากลางคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 2.10 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่อาคารได้รับ

2.3.6 ลักษณะของสภาพท้องฟ้า( Sky Condition )

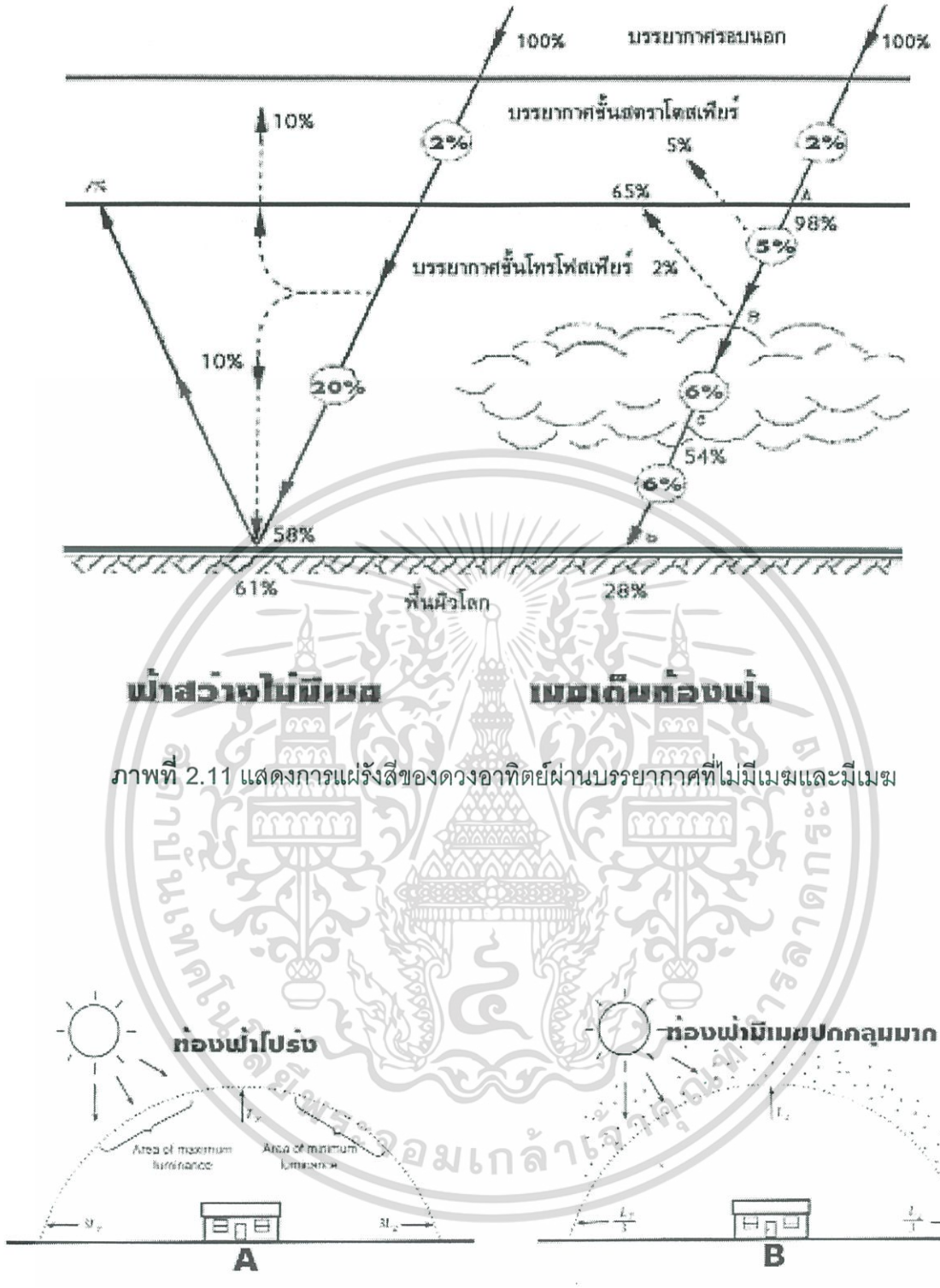
การแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิรายวันด้วย โดยขึ้นอยู่กับสภาพของท้องฟ้า ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสรังสีความร้อนจะผ่านบรรยากาศได้สะดวก ทำให้มีความแตกต่างขออุณหภูมิประจำวันนั้นมาก ส่วนในวันที่ครึ้มฟ้าครึ้มฝนเมฆมาก จะมีความแตกต่างของอุณหภูมิประจำวันน้อย

1. ท้องฟ้าโปร่ง ( Clear Sky ) สภาพท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมเป็นส่วนน้อย โดยมีปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้าประมาณ 0-30% ท้องฟ้าในลักษณะนี้ บริเวณที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์จะมีค่าความส่องสว่างมากที่สุด ส่วนบริเวณที่อยู่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์จะมีค่าความส่องสว่างน้อย

2. ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน ( Partly Cloudy Sky ) สภาพท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมเป็นบางส่วน โดยมีปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้าประมาณ 40-70% สภาพท้องฟ้าส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะมีลักษณะนี้

3. ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมมาก ( Overcast Sky ) สภาพท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมเป็นส่วนมาก โดยมีปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้าตั้งแต่ 80%ขึ้นไป ท้องฟ้าในลักษณะนี้บริเวณเหนือสุดของท้องฟ้า จะมีค่าความส่องสว่างมากที่สุด ในส่วนของท้องฟ้าที่อยู่ต่ำลงมาจากบริเวณเหนือสุด ระดับค่าความส่องสว่างจะมีค่าลดลงมา โดยที่ระดับความสูงเดียวกันจะมีค่าความส่องสว่างเท่ากัน ท้องฟ้าบริเวณแนวระนาบ จะมีค่าความส่องสว่างต่ำสุด คือ ประมาณ 1 ใน 3 ของค่าความส่องสว่างบริเวณเหนือสุดของท้องฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่** 2.11 แสดงการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ผ่านบรรยากาศที่ไม่มีเมฆและมีเมฆ

**ภาพที่** 2.12 ลักษณะของท้องฟ้าแบบ (a) Clear sky และ (b) overcast sky ( ดัดแปลงจาก Stein and Reinolds : 1992 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 ความร้อน ( Heat )

ความร้อน เป็นรูปแบบหนึ่งของพลังงานความร้อนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบ ( Lechner : 1991 ) ได้แก่ ความร้อนสัมผัส , ความร้อนแฝง และรังสีความร้อน

### 2.4.1 ความร้อนสัมผัส ( Sensible Heat )

เกิดขึ้นในระดับของโมเลกุลถูกกระตุ้นโดยพลังงาน ทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นหรือการเคลื่อนที่แบบไร้ทิศทาง ซึ่งการกระตุ้นเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น การได้รับรังสีความร้อน แรงเสียดทานระหว่างวัตถุ 2 ชิ้น ปฏิกิริยาเคมีหรือเกิดจากการถ่ายเทความร้อนของวัตถุที่ร้อนกว่า เมื่ออุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยน ความร้อนที่มีอยู่ในวัตถุก็จะเปลี่ยนตาม คือ เมื่อความร้อนในวัตถุเพิ่มขึ้น การสั่นของโมเลกุลก็จะเพิ่มขึ้นทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น การวัดอุณหภูมิเป็นการวัดความแรงของการสั่น ของโมเลกุลของวัตถุนั้น ไม่ใช่เป็นการวัดปริมาณความร้อนที่มีในวัตถุเท่านั้น ไม่ใช่เป็นการวัดปริมาณความร้อนที่มีในวัตถุนั้น ปริมาณความร้อนในวัตถุ จะขึ้นอยู่กับความจุความร้อนของวัตถุ และ อุณหภูมิของวัตถุ

### 2.4.2 ความร้อนแฝงในการเปลี่ยนสถานะ ( Latent Heat )

พลังงานความร้อนที่ใส่เข้าไปในวัตถุเพื่อให้วัตถุนั้นเปลี่ยนสถานะ ซึ่งค่าปริมาณความร้อนที่ทำให้เปลี่ยนสถานะของวัสดุแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น น้ำ ถ้าต้องการให้น้ำแข็งอุณหภูมิ 32°F (0°C) เปลี่ยนสถานะกลายเป็น ของเหลวที่อุณหภูมิ 32°F (0°C) จะต้องใส่พลังงานความร้อนเข้าไป 144 Btu ต่อน้ำ 1 lb และถ้าต้องการเปลี่ยนสถานะจากน้ำอุณหภูมิ 212°F (100°C) เปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำที่อุณหภูมิ 212°F (100°C) จะต้องใส่พลังงานความร้อนเข้าไป 1000 Btu ต่อน้ำ 1 lb เป็นคุณสมบัติของวัสดุวัดได้เป็น ค่าพลังงานต่อมวล ซึ่งถ้าเป็นอากาศก็คือ ค่าพลังงานต่อมวลของอากาศแห้ง ( Btu/lb of Dry Air ) ความร้อนแฝงในอากาศ คือความร้อนที่ต้องใส่เข้าไปเพื่อเปลี่ยนสถานะจากของเหลว ( น้ำ ) กลายเป็นไอ ( น้ำ )

ผลรวมของความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัส เรียกว่า เอนทัลปี (Enthalpy) มีหน่วยเป็น ซึ่งอากาศทั่วๆ ไปในสภาพแวดล้อม จะมีทั้งอากาศและไอน้ำ คือจะมีทั้งความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง

### 2.4.3 รังสีความร้อน ( Radiant Heat )

รังสีความร้อน เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในช่วงความยาวคลื่นที่เรียกว่า อินฟราเรด รังสีความร้อนนี้สามารถเดินทางผ่านอากาศ หรือสุญญากาศได้การเดินทางของรังสีความร้อนเรียกว่า การแผ่รังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.4 หลักการถ่ายเทความร้อน

ความร้อนเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับทุกสิ่งที่อยู่ในโลก ความร้อนจะเคลื่อนตัวไปหาความเย็นเสมอ วัตถุสองอย่างที่อยู่ใกล้กัน และอุณหภูมิแตกต่างความร้อนของวัตถุหนึ่งจะเคลื่อนตัวไปหาวัตถุหนึ่งที่มีความเย็นกว่าเร็วยิ่งขึ้น

### 2.4.5 กระบวนการถ่ายเทความร้อน

โดยแท้จริงแล้วเป็น การถ่ายเทพลังงานของสสารจากจุดที่มีพลังงานสูงกว่าไปยังจุดที่มีพลังงานต่ำกว่า ซึ่งอนุภาคของสสารที่มีพลังงานหรือในทางกายภาพที่สามารถตรวจสอบได้ คือ อุณหภูมิสูงกว่าจะมีการสั่นสะเทือนอนุภาคมากกว่าและอนุภาคของสสารที่มีพลังงาน (อุณหภูมิ) น้อยกว่า ก็จะมีการสั่นสะเทือนน้อยกว่า กระบวนการถ่ายเทพลังงาน (ความร้อน) นี้เกิดขึ้นเมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิ โดยการถ่ายเทจะเริ่มจากจุดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังจุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ ซึ่งกระบวนการนี้จะดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งอุณหภูมิของทั้ง 2 สสารเท่ากัน หรือที่เรียกว่าภาวะสมดุลของอุณหภูมิ อัตราของการถ่ายเทความร้อนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้

1. ความแตกต่างของอุณหภูมิ
2. พื้นที่ของผิวสัมผัส
3. ความต้านทานความร้อนของสสารที่เป็นตัวกลางการถ่ายเทความร้อน

( Bradshaw, 1993 )

### 2.4.6 การถ่ายเทความร้อนของสสาร

เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ ( Solar Radiation ) กระทบผิววัตถุทึบแสง บางส่วนจะถูกดูดกลืนและสะท้อนบางส่วนออกมา ส่วนที่ถูกดูดกลืนจะทำให้วัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้น และจะถ่ายเทความร้อนให้แก่สิ่งแวดล้อมโดยการแผ่รังสี การพาความร้อน และถ่ายเทเข้าไปภายในตัวของมันเองโดยการนำความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่** 2.13 แสดงการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์

การถ่ายเทความร้อนของสสารจะเกิดใน 3 ลักษณะดังนี้

1. การนำความร้อน (Conduction) เกิดขึ้นในสสารที่มีสภาพเป็นของแข็งที่มีการสัมผัสกัน

2. การพาความร้อน (Convection) เกิดขึ้นในสสารที่มีสภาพเป็นของไหล

3. การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) เกิดขึ้นจากการแผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยไม่ต้องมีตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน

**2.4.7 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร**

**2.4.7.1 การถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน** ( Heat transfer by conduction ) คือ การถ่ายเทความร้อนโดยผ่านตัวกลาง หรือมวลวัตถุ โดยความร้อนจะไหลผ่านผนังห้องหรือ กำแพงที่เป็นตัวกลาง ความร้อนจะไหลจากอุณหภูมิสูงไปอุณหภูมิที่ต่ำกว่า เกิดขึ้นในสสารที่มีสภาพเป็นของแข็งที่มีการสัมผัสกัน สิ่งที่มีผลต่อการนำความร้อน

1. สสาร ตัวนำความร้อนที่ดี เช่น โลหะ หิน และคอนกรีต ตัวนำความร้อนที่เลว เช่น ใยพืช ไม้ ฯลฯ

2. ความหนาแน่น ( Density )

3. ความชื้นในสสาร ( Mouisture content )

4. ความแตกต่างของระดับความร้อน

ปริมาณการถ่ายเทพลังงานรูปแบบนี้จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของอุณหภูมิ พื้นที่ผิวสัมผัส และค่าการนำความร้อนของวัตถุ ซึ่งจะเป็นตัวแสดงให้เห็นความ สามารถในการนำความร้อนของวัตถุนั้นๆ ว่ามีค่ามากหรือน้อยเพียงใด ถ้ามีค่ามากแสดงว่าวัตถุนั้นมีความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำความร้อนของวัตถุสูง หรือมีความเป็นฉนวนน้อย จากความสัมพันธ์ ข้างต้นจะได้รูปแบบของปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทโดยการนำความร้อนกับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องข้างต้นในรูปสมการดังนี้

$$Q = C * A * \Delta t$$

โดยที่ Q = ปริมาณของความร้อนที่ถ่ายเทโดยการนำความร้อน ( $W / m^2.c$)

C = ค่าการนำความร้อนของวัตถุ

A = พื้นที่หน้าตัดของวัตถุวัดในแนวตั้งฉากกับทิศทางการถ่ายเทความร้อน ( $m^2$ )

$\Delta t$ = ความแตกต่างของอุณหภูมิ ( $^{\circ}C$, $^{\circ}K$ )

จากสมการความสัมพันธ์ ( American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineering [ASHRAE], 1993)

2.4.7.2 **การถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน** ( Heat transfer by convection ) คือ การถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยการเคลื่อนตัวของอากาศเป็นสื่อกลางเกิดขึ้นในสสารที่มีสภาพเป็นของไหลของเหลว หรือก๊าซ ซึ่งมีความหนาแน่นแตกต่างกัน ในเมื่อระดับความร้อนแตกต่างกัน ทำให้เกิดการเคลื่อน ไหวของของเหลว หรือก๊าซนั้นและการเคลื่อนไหวนี้เอง ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อน เช่น ภายในอาคารความร้อนจะผ่านผนังเข้ามาโดยการนำ จากนั้นผิวของผนังด้านในจะร้อนขึ้นทำให้อากาศรอบๆ กำแพงด้านในร้อนขึ้นอากาศที่ร้อนจะมีความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบาก็จะลอยตัวสูงขึ้นอากาศภายในห้องที่อุณหภูมิต่ำกว่า จะหมุนเวียนไปแทนที่เกิดการถ่ายเทความร้อนแบบการพา

การเคลื่อนที่ของอากาศในลักษณะนี้ก็อาจเกิดจากการมีแรงกระทำจากภายนอก เช่น การใช้พัดลมหรือเครื่องปรับอากาศเข้าเป็นตัวช่วยให้อากาศเคลื่อนที่ได้ การพาความร้อนนี้นับว่าเป็นแนวทางสำคัญในการระบายความร้อนจากจุดที่ไม่ต้องการออกไปได้ ปริมาณการถ่ายเทความร้อน โดยการถ่ายเทความร้อนสามารถหาได้จากสมการ ( ASHRAE : 1993 )

$$Q = h_c * \Delta t$$

โดยที่ Q = ปริมาณความร้อนที่ถูกถ่ายเทโดยการนำความร้อนในหน่วยพื้นที่ ($W/m^2/k$)

$h_c$ = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของอากาศ ($W/m^2/k$)

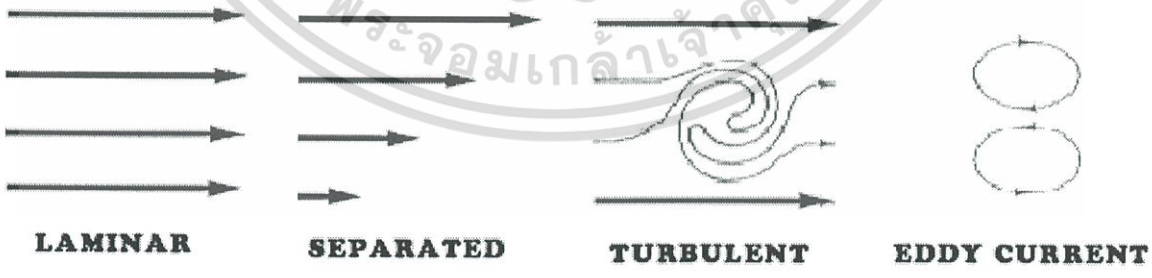
$\Delta t$ = ความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกกับภายใน ($^{\circ}C$, $^{\circ}K$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนของอากาศจะขึ้นอยู่กับ ความเร็วของลม อุณหภูมิของอากาศ อุณหภูมิพื้นผิวของระนาบ ลักษณะพื้นผิวของวัตถุ และตำแหน่งของส่วนประกอบอาคาร

การพาความร้อนที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิทำให้อากาศเคลื่อนที่สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีการถ่ายเทอากาศ ซึ่งในสภาวะที่มีการถ่ายเทอากาศจะเป็นการพาความร้อนแบบอิสระ (Free Convection) หรือการพาความร้อนตามธรรมชาติ (Natural Convection) ส่วนในสภาวะที่ไม่มีการถ่ายเทอากาศจะเรียกว่า "Thermosiphoning" หรือ Gravity Flow คือ อากาศร้อนซึ่งเบากว่าอากาศเย็นจะลอยสูงขึ้น ในขณะที่อากาศเย็นซึ่งหนักกว่าและมีลักษณะการไหลคล้ายน้ำก็จะไหลไปแทนที่ด้านล่าง และสร้างเป็นชั้นของอากาศที่มีอุณหภูมิแตก ต่างกัน ในห้องที่มีอากาศร้อนอากาศที่ร้อนจะสะสมอยู่ใกล้ๆ เพดานห้องและอากาศร้อนที่ระดับใกล้ๆ พื้นห้อง จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าเรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า การแบ่งชั้นอากาศตามอุณหภูมิ (Stratification) หลักพื้นฐานที่เกี่ยวกับการไหลของอากาศ มีดังนี้ (Lechner : 1991)

1. ปัจจัยที่ทำให้เกิดการไหลของอากาศตามธรรมชาติ คือ ความแตกต่างของอุณหภูมิของจุด 2 จุด หรือ ความแตกต่างระหว่างความดันอากาศของจุด 2 จุด
2. ประเภทของการไหลของอากาศแบ่งตามลักษณะการไหลได้ 4 ประเภท คือ
   - การไหลแบบตรงๆ กระแสสม่ำเสมอ (Laminar)
   - การไหลแบบตรงๆ แต่กระแสไม่สม่ำเสมอ (Separated)
   - การไหลแบบกระแสอลวน (Turbulent)
   - การไหลแบบกระแสวน (Eddy Current)




**ภาพที่** 2.14 แสดงลักษณะการไหลของอากาศประเภทต่างๆ

(Lechner , Heating Cooling Lighting 1991 : 184)

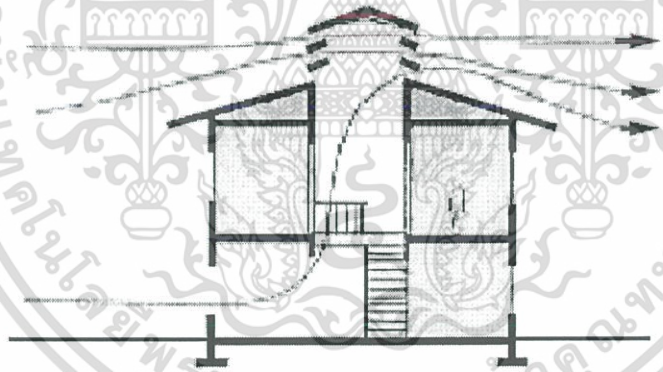
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แรงเฉื่อยของอากาศ (Inertia) อากาศมีลักษณะเป็นมวล การเคลื่อนที่ตามปกติจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง และเมื่อมีแรงมากระทำในทิศทางใหม่ อากาศจะเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง จะไม่เคลื่อนที่ในลักษณะที่หักเป็นมุม

4. ลักษณะของอากาศ (Conservation of Air) อากาศไม่มีการถูกสร้าง หรือถูกทำลายโดยอาคารหรือสิ่งก่อสร้างได้ คือ อากาศที่เข้า จะเท่ากับอากาศที่ออก

5. บริเวณพื้นที่ที่มีความดันสูงหรือต่ำ เมื่อมีลมเข้ามาปะทะอาคารจะทำให้มีแรงกดมากระทำที่ผนังอาคาร และบริเวณนั้นจะมีความดันเป็นบวก (Positive Pressure) และแนวผนังที่อยู่ด้านหลังของด้านที่ลมมาปะทะก็จะเกิดแรงดูด (Suction) บริเวณนั้นความดันจะเป็นลบ (Negative Pressure) ด้านข้างก็จะเกิดความดันเป็นลบ และส่วนที่ไม่มีความดันเป็นบวกหรือลบ อากาศก็ไม่นิ่งแต่จะเกิดกระแสลมวน

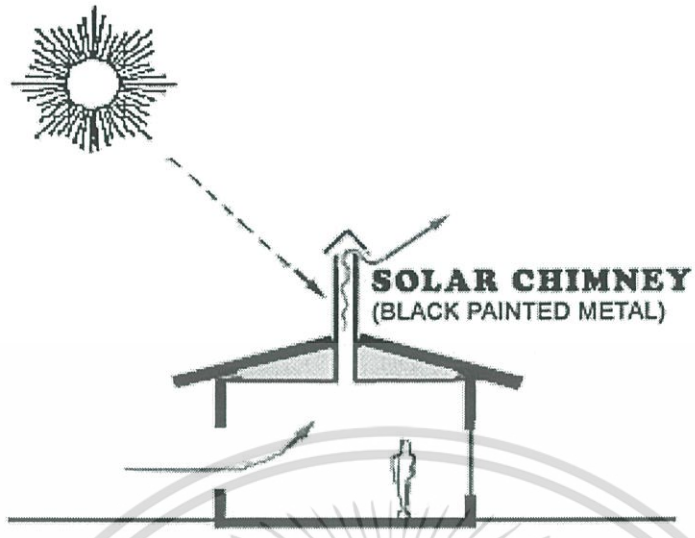
6. ปรากฏการณ์ลมลอยตัว (Stack Effect) ทำให้เกิดการดึงลมออกจากอาคารโดยใช้การพาความร้อนตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นการดึงลมออกจากความต่างของอุณหภูมิภายในที่ช่องเปิดด้านล่างและช่องเปิดด้านบน อากาศจะไหลจากช่องเปิดด้านล่างไปช่องเปิดด้าน บนอย่างอิสระถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางทางที่อากาศไหล



**ภาพที่** 2.15 แสดงการดึงลมออกจากอาคารที่หลังคา โดยใช้ ปรากฏการณ์ลมลอยตัว
( Lechner , Heating Cooling Lighting 1991 : 186 )

ปล่องรังสีอาทิตย์เป็นรูปแบบ Stack Effect อย่างหนึ่ง แต่เพิ่มความแตกต่างของอุณหภูมิภายในที่ช่องเปิดด้านล่างและด้านบนให้มากขึ้น โดยการทำเป็นปล่องขึ้นไป และทำให้ปล่องนั้นร้อนที่สุด เช่นใช้โลหะมาทำเป็นปล่องเพื่อทำให้เกิดความร้อนเพิ่มมากขึ้น ทำให้อัตราการไหลของอากาศเพิ่มขึ้น ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 2.16** แสดงการดึงลมออกจากอาคารที่หลังคาโดยใช้ ปล่องรังสีอาทิตย์
( Lechner , Heating Cooling Lighting 1991 : 186 )

อัตราการไหลของอากาศจากด้านล่างไปด้านบนของการเกิด Stack Effect สามารถหาได้จากสมการ ( Stein,Reynold Mechanical and Electrical Equipment for Building,Eight Edition 1992 : 127 )

$$Q = CA [ h( ti-to )/ti ]^{1/2}$$

โดยที่ Q คือ อัตราการไหลของอากาศ (cfm)

C คือ ค่าคงที่ขึ้นกับประสิทธิภาพของช่องเปิดตามจริง
= 313 เมื่อค่าประสิทธิภาพเป็น 65%
= 240 เมื่อค่าประสิทธิภาพเป็น 50%

A คือ พื้นที่ช่องเปิดที่ลมออก ซึ่งจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าช่องลมเข้า (sq.ft)

h คือ ความสูงจากช่องลมเข้า ถึงช่องลมออก (ft)

ti คือ อุณหภูมิภายใน ที่สูงกว่า หน่วยเป็น ($^{\circ}$F)

to คือ อุณหภูมิภายนอก ที่ต่ำกว่า หน่วยเป็น ($^{\circ}$F)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**อัตราการเคลื่อนย้ายความร้อนที่เกิดจากการพาความร้อน**

ปริมาณความร้อนที่อากาศสามารถนำพาไปได้นั้น สามารถคำนวณได้จากสมการของความจุความร้อนของอากาศ และอัตราการไหล (หน่วยปริมาตรต่อหน่วยเวลา) และความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างอากาศเข้ากับออกอัตราการถ่ายเทความร้อนของอากาศระหว่าง ภายในกับภาย นอก เป็นดังนี้ ( Btu / hr )

$$q \text{ conv.} = \text{CFM } (60) \text{ pc } (T_0 - T_1)$$

โดยที่ CFM = อัตราการไหลของอากาศ ($ft^3$/min)

60 = จำนวนนาทีใน 1 ชั่วโมง

P = ความหนาแน่นของอากาศ ($lb/ft^3$)

C = ความร้อนจำเพาะของอากาศ (Btu/(lb)F)

$T_0$ = อุณหภูมิของอากาศภายนอก ($^\circ$F)

$T_1$ = อุณหภูมิของอากาศภายใน ($^\circ$F)

2.4.7.3 **การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อน** ( Heat transfer by radiation ) คือ เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยผ่านอากาศหรือสุญญากาศจึงไม่มีตัวกลาง เกิดขึ้นในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือ เป็นขบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อความร้อนแผ่ออกจากวัตถุและเคลื่อนที่ไปในอากาศสู่วัตถุอีกชนิดหนึ่ง การแผ่รังสีความร้อนนี้ส่งออกเป็นคลื่น เพราะความถี่ของคลื่นนี้ขึ้น อยู่กับอุณหภูมิของวัตถุที่แผ่รังสีความร้อนออกมา สสารทุกชนิดสามารถแผ่รังสีความร้อนออกมาและความมากน้อยของการแผ่รังสีนี้ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัตถุและจากธรรมชาติของผิววัตถุ เช่น อาคารได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยการแผ่รังสีตรง และรังสีกระจาย ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ และรังสีคลื่นยาวที่แผ่มาจากวัตถุ หรืออาคารโดยรอบ เมื่อรังสีอาทิตย์ กระทบผิววัตถุทึบแสงบางส่วนจะถูกดูดกลืน และบางส่วนจะสะท้อนออกมา ส่วนที่ถูกดูดกลืนจะทำให้วัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้น และจะถ่ายเทความร้อนออกมาให้กับสภาพแวดล้อม โดยการแผ่รังสี

คลื่นช่วงยาว (Long Wave) คือ ดวงอาทิตย์ที่ให้แสงสว่างที่ทำให้เรามองเห็นสิ่งต่างๆ ได้เมื่อส่องผ่านบรรยากาศจะทำให้อากาศรอบๆ ตัวเราร้อนขึ้น

คลื่นช่วงสั้น (Short Wave) คือ รังสีความร้อน (Heat Radiation) เป็นคลื่นรังสีที่ไม่ให้แสงสว่างและไม่ทำให้อากาศรอบๆ ตัวเราร้อน แต่จะทำให้วัตถุที่คลื่นรังสีนี้กระทบร้อนขึ้น ตัวอย่างเช่น ถนนคอนกรีต ดาดฟ้า หรือแท่งโลหะที่นำไปวางกลางแดด จะเห็นว่าอุณหภูมิของคอนกรีตสูงถึง 60$^\circ$C และอุณหภูมิของแท่งโลหะที่นำไปวางกลางแดดสูงกว่าประมาณ 100$^\circ$C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิรอบๆ ตัวเราคลื่นสั้นนี้จะถูกดูดซึมโดยสีดำและจะสะท้อนกับวัตถุที่มีผิวมันและสีอ่อนรังสีคลื่นอันนี้สามารถผ่านทะลุกระจกได้

การดูดกลืนรังสีของวัสดุขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของผิววัสดุในการดูดกลืนรังสี หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า สภาพดูดกลืนรังสี (Absorptivity) โดยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0–1 วัตถุที่ดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบผิวได้ทั้งหมดจะมีค่าสภาพการดูดกลืนเท่ากับ 1 ถ้าวัตถุไม่สามารถดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบได้หมดบางส่วนก็จะสะท้อนออกไปซึ่งเราเรียกความสามารถนี้ว่า สภาพการสะท้อน (Reflectivity) วัตถุที่สะท้อนรังสีได้หมดจะมีค่าสภาพการสะท้อนเท่ากับ 1 ผลรวมของรังสีความร้อนที่ถูกดูดกลืน และรังสีที่ถูกสะท้อนจะเท่ากับ รังสีความร้อนที่ตกกระทบผิวหน้าวัตถุนั้น ถ้าวัตถุมีการดูดกลืนรังสีความร้อนได้ดีก็จะแผ่รังสีความร้อนได้ดีด้วย โดยการแผ่รังสีของวัตถุนั้นจะแปรตามอุณหภูมิ และสภาพการเปล่งรังสี (Emissivity) ขอผิววัตถุนั้น จากสมการ ( Givoni : 1976 )

$$Q = \varepsilon * C_s * ( T_0 / 100 )^4$$

โดยที่ Q = ปริมาณความร้อนจากการแผ่รังสี

$\varepsilon$ = ค่าคายความร้อน โดยการแผ่รังสีของวัตถุ

$C_s$ = ค่าคงที่ (5.67 $W/m^2K^4$)

$T_0$ = อุณหภูมิองศาสัมบูรณ์ของพื้นผิวภายนอก ($^\circ K$)

เมื่อรังสีความร้อนกระทบวัตถุทึบแสง บางส่วนจะถูกดูดซึมและสะท้อนออกมาเป็นบางส่วน ส่วนที่ดูดซึมจะทำให้วัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนสามารถถ่ายเทความร้อนให้แก่อากาศ โดยการแผ่รังสี การพาความร้อน และการถ่ายเทภายในตัวเองวัตถุของโดย กระบวนการนำความร้อน

วัตถุมีความสามารถในการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติดังนี้

ก. ความสามารถในการดูดซับความร้อน

ข. ความสามารถในการสะท้อน

ค. ความสามารถในการคายความร้อน โดยการแผ่รังสี

ความสามารถในการดูดซับความร้อนเป็นค่าที่ บอกให้ทราบถึงปริมาณรังสีความร้อนที่ถูกดูดซึมโดยผิววัตถุ วัตถุดำสนิท หรือ วัตถุที่ผิวดูดรังสีความร้อนหมดและไม่สะท้อนหรือถ่ายเทความร้อนออกมาเลย หน่วยของการดูดความร้อนเป็นจำนวนเต็มเท่ากับ 1.0 และผิวหน้าในลักษณะอื่นที่มีลักษณะต่างกันไปก็จะมีการดูดซึมรังสีความร้อนน้อยกว่า ก็จะมีค่าที่ลดลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามการป้องกันความร้อนจากการแผ่รังสี ไม่สามารถทำได้สมบูรณ์เต็มที่ ไม่ว่าจะใช้การควบคุม ปัจจัยจากการถ่ายเทความร้อน ในทางใดก็ตามข้างต้น ด้วยสาเหตุจากตามสภาพของทั้งวัสดุเองและจากสภาพแวดล้อม ทางที่ได้ที่สุดก็คือการทำให้ความร้อนผ่านได้ช้าลง โดยการเพิ่มขนาดหรือความหนาของวัสดุ ช่วงเวลาที่ความร้อนถ่ายเทจากผิวภายนอกสู่ภายใน หรือผิวบนสู่ผิวล่างเรียกว่า ค่าความหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time lag) ของวัสดุความหนาของวัสดุใดๆ ที่เพิ่มขึ้นจะเป็นการเพิ่มระยะเวลาของการถ่ายเทความร้อนให้มากขึ้น และเพิ่มระยะเวลาของการดูดซึมรังสีความร้อนของวัสดุอีกทางหนึ่งด้วย

**2.4.8 คุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างต่อการถ่ายเทความร้อน**

คุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างทั่วๆ ไปที่มีผลต่อประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านเนื้อวัสดุนั้นมี 3 ประการ คือ

1. สภาพการนำความร้อน ( Thermal Conductivity)
2. ความร้อนเฉพาะ ( Spectific Heat)
3. ความหนาแน่น (Density)

สภาพการนำความร้อน คือการวัดความสามารถ หรือประสิทธิภาพ การยอมให้ความร้อนผ่านเนื้อวัสดุไปได้มากเพียงใด มีคำย่อว่า K อธิบายตามหลักวิชาการแล้ว คือการวัดอัตราการไหลของความร้อนผ่านเนื้อวัตถุ สภาพการนำความร้อน มีหน่วยเป็น W/m.K

ค่าสภาพการนำของวัสดุก่อสร้างโดยทั่วไปมีช่วงต่างกันมาก ตามแต่ชนิดของวัสดุก่อสร้าง มีระหว่าง 0.14-200 W/m$^{\circ}$C สำหรับวัสดุก่อสร้างที่จัดเป็นฉนวนความร้อนโดยทั่วไปจะมีค่า K ระหว่าง 0.02-0.09 W/m$^{\circ}$C

ตรงข้ามกับสภาพการนำความร้อน คือ สภาพการต้านทานความร้อน วัสดุที่มีสภาพการนำความร้อนที่ดี ก็จะมีสภาพการต้านทานความร้อนที่ไม่ดี ในทางตรงข้ามถ้าวัตถุที่มีสภาพการนำความร้อนที่ไม่ดี ก็จัดได้ว่าเป็นวัสดุที่มีสภาพการต้านความร้อนที่ดี สภาพการต้านทานความร้อนนี้ใช้คำย่อว่า r

**r มีค่า = 1/k มีหน่วยเป็น (m°C)/W**

THERMAL CONDUCTANCE คือค่าการนำความร้อนผ่านเนื้อวัตถุจากผิวหนึ่งไปสู่อีกผิวหนึ่งของวัตถุนั้นๆ ใช้ตัวอักษรย่อ C มีหน่วยเป็น W/m$^{2\circ}$C ค่าการนำความร้อนจะเปลี่ยนแปลงไปตามความหนาของวัตถุ วัตถุที่มีความหนาลดลง ค่า C ก็จะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะความร้อนผ่านเนื้อวัตถุจากผิวหนึ่งไปสู่อีกผิวหนึ่งเร็วขึ้น เป็นเหตุให้อุณหภูมิผิวตรงข้ามกับด้านที่สัมผัสความร้อนเพิ่มเร็วขึ้น หรืออีกนัยหนึ่งอธิบายได้ว่าปริมาณความร้อนผ่านเนื้อวัสดุมากขึ้น เช่น วัตถุหนา 1 เมตรมีค่า C = 2 W/m$^{2\circ}$C เช่นเดียวกับสภาพการต้านความร้อน ค่าการต้านความร้อนมีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผกผันกับค่าการนำความร้อน มีตัวอักษรย่อ R มีค่าเท่ากับ 1/C มีหน่วยเป็น $m^{2o}C/W$ ใช้เป็นตัวเลขคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร

นอกจากคุณสมบัติหลักทั้ง 3 ข้อแล้ว ยังมีอีก 2ข้อ ที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มลดความสามารถการถ่ายเทความร้อนของวัตถุ โดยเฉพาะมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการนำ คุณสมบัติทั้ง 2 ข้อ คือ ความชื้นของวัตถุ และ อุณหภูมิของวัตถุ

**ตารางที่** 2.7 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคารแต่ละชนิด

| ชนิดของผนัง | ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ( U ) $W/m^{2o}C$ | ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) $W/m^2$ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ผนังสีอ่อน | ผนังสีปานกลาง | ผนังสีเข้ม |
| 1. ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น 20 ซม. | 1.01 | 10.1 | 11.1 | 12.1 |
| 2. ผนังก่ออิฐโปร่งฉาบปูนบุยิปซัม | 1.09 | 10.9 | 11.9 | 13.1 |
| 3. ผนังก่ออิฐโปร่งฉาบปูนเรียบ | 1.12 | 11.2 | 12.3 | 13.4 |
| 4. ผนังก่ออิฐซีเมนต์บล็อคฉาบปูนเรียบ | 1.14 | 13.68 | 14.82 | 15.92 |
| 5. ผนังก่ออิฐโปร่งฉาบปูนบุยิปซัมบอร์ด | 2.74 | 27.4 | 30.14 | 32.88 |
| 6. ผนังก่ออิฐฉาบปูนบุกระเบื้องโมเสค | 3.21 | 32.1 | 35.3 | 38.5 |
| 7. ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม. | 3.31 | 33.1 | 36.3 | 39.6 |
| 8. ผนังคอนกรีตหนา 10 ซม. | 3.89 | 38.9 | 42.79 | 46.68 |

ตารางที่ 2.8 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคา และฝ้าเพดานแต่ละชนิดเข้าสู่อาคาร

| ชนิดของหลังคา | ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ( U ) $W/m^{2o}C$ | ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) $W/m^2$ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ผนังสีอ่อน | ผนังสีปานกลาง | ผนังสีเข้ม |
| 1. หลังคาคอนกรีตปูกระเบื้องโมเสคบุอลูมินั่มฟอยล์กับยิบซัมบอร์ด | 0.56 | 11.14 | 13.37 | 15.59 |
| 2. หลังคากระเบื้องลอนคู่ ฝ้าเพดานอลูมินั่มฟอยล์กับยิบซัมบอร์ด | 0.56 | 11.2 | 13.4 | 15.7 |
| 3. หลังคา C-PAC ฝ้าเพดานอลูมินั่มฟอยล์กับยิบซัมบอร์ด | 0.67 | 13.4 | 16.1 | 18.8 |
| 4. หลังคาคอนกรีตบุยิบซัมบอร์ด | 2.06 | 32.96 | 41.2 | 49.4 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

| ชนิดของหลังคา | ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ( U ) $W/m^2{}^oC$ | ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) $W/m^2$ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ผนังสีอ่อน | ผนังสีปานกลาง | ผนังสีเข้ม |
| 5. หลังคากระเบื้องลอนคู่บุยิบซัมบอร์ด | 2.13 | 42.6 | 51.12 | 59.6 |
| 6. หลังคาคอนกรีตหนา 10 ซม. | 2.24 | 44.8 | 53.8 | 62.7 |
| 7. หลังคาคอนกรีต หนา 10 ซม. | 3.79 | 60.64 | 75.8 | 90.96 |

ตารางที่ 2.9 แสดงค่าคุณสมบัติ Conductivity และ Resistively ของวัสดุก่อสร้างและฉนวน

| วัสดุ | Conductivity(W/m.K) | Resistively($m^2$.K/W) |
|---|---|---|
| ใยแอสเบสตอส | 0.034 | 29.40 |
| แอสเบสตอสผสมซีเมนต์ ( เช่น กระเบื้องแผ่นเรียบ | 0.360 | 2.78 |
| | | 1.74 |
| แอสฟัสท์ | 0.576 | 0.83 |
| งานก่ออิฐมอญทั่วไป | 1.210 | 0.69 |
| คอนกรีต | 1.440 | 23.80 |
| ใยแก้ว ( เป็นผืนแล้ว ) | 0.042 | 6.33 |
| ยิบซัมบอร์ด | 0.159 | 2.17 |
| งานฉาบ : ฉาบพลาสเตอร์ | 0.461 | 4.98 |
| ฉาบเวอร์มิคูไลท์ | 0.201 | 1.88 |
| ฉาบปูนทราย | 0.532 | 7.25 |
| ไม้อัด | 0.138 | 7.25 |
| ไม้ : ไม้เนื้ออ่อน | 0.138 | 6.25 |
| ไม้เนื้อแข็ง | 0.160 | 0.34 |
| หิน : หินแกรนิต | 2.920 | 0.34 |
| หินทราย | 1.295 | 0.77 |
| ซิปบอร์ด ( จากฟาง ) | 0.093 | 10.75 |
| โลหะ : ตะกั่ว | 34 | 0.0294 |
| เหล็กหล่อ | 50 | 0.0200 |
| เหล็ก | 58 | 0.0172 |
| สังกะสี | 110 | 0.0091 |
| อลูมิเนียม | 220 | 0.0045 |
| ทองแดง | 35 | 0.002 |
| เงิน | 407 | 0.0024 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 2.9 (ต่อ)

| วัสดุ | Conductivity(W/m.K) | Resistively($m^2$.K/W) |
|---|---|---|
| อากาศ | 0.026 | 38.45 |
| น้ำ | 0.580 | 1.72 |
| กระเบื้องใยหิน thickness 0.005 | 0.198 | 0.025 |
| ยิบซัมบอร์ด 0.01 | 0.191 | 0.0524 |
| กระเบื้องซีเมนต์ใยหินลอนคู่ 0.005 m | 0.441 | 0.011 |
| ยิบซัมบอร์ด 0.009 m | 0.191 | 0.047 |

**การสะท้อนจากสีทา (Effect of Color)**

สีอ่อนจะทำให้สะท้อนรังสีความร้อนออกไปได้มาก ทำให้ลดปริมาณความร้อนที่เข้ามาในอาคารได้ดี สีผิวของวัสดุ ซึ่งจะเป็นสีทาก็ตาม มีความสำคัญในการสะท้อนมาก

ตารางที่ 2.10 แสดงสภาพสะท้อนความร้อน ของวัสดุต่างๆ ที่มีทั้งการทาสีที่ผิววัสดุและที่เป็นผิวธรรมชาติ

| สี ( Color ) | การสะท้อน ( % Total Incident Heat Reflected ) |
|---|---|
| ขาว | 75 |
| ครีม | 65 |
| เขียวอ่อน | 50 |
| แดง | 26 |
| เทา | 25 |
| ดำ | 7 |

**2.4.9 แหล่งที่มาของความร้อนภายในอาคาร**

พลังงานจากดวงอาทิตย์มายังโลกโดยการแผ่รังสี เมื่อเดินทางมากระทบกับผิววัสดุก็จะมีการถ่ายเทพลังงานให้กับพื้นผิว ในรูปของความร้อนปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นบนโลกจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ มีจำนวนสูงมากประมาณได้ว่าจำนวนถึง 650 W/$m^2$hr บางช่วง เวลาก็ยังอาจจะสูงกว่านี้อีก ปริมาณความร้อนจำนวนมากนี้ทำให้โลกอบอุ่นได้ในช่วงกลางคืน แต่ถ้าเป็นช่วงเวลากลางวันก็อาจทำให้ร้อนเกินไป

นอกจากรังสีที่ส่องมาโดยตรงจากดวงอาทิตย์แล้ว ยังได้รับจากการสะท้อนของพื้นดินและ อาคารข้างเคียง และจากความร้อนในอากาศที่นำความร้อนมาสู่ผนังและผ่านบานเปิดต่างๆ สู่ภายในอาคารโดยการพาความร้อนและนอกจากความร้อนโดยธรรมชาติแล้วยังเกิดจากไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

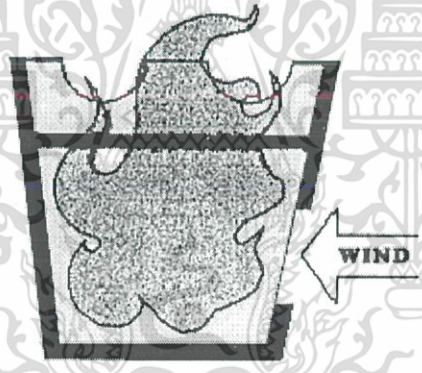
เช่น หลอดไฟให้แสงสว่าง และเกี่ยวกับจำนวนคน ถ้าอยู่รวมกันหนาแน่น ก็จะทำให้อากาศอบอ้าวได้ซึ่งเปงแหล่งที่มาที่ทำให้เกิดความร้อนภายในอาคารทั้งสิ้น

## 2.5 ทฤษฎีทั่วไปเกี่ยวกับการระบายอากาศโดยใช้ปล่องความร้อนรังสีอาทิตย์

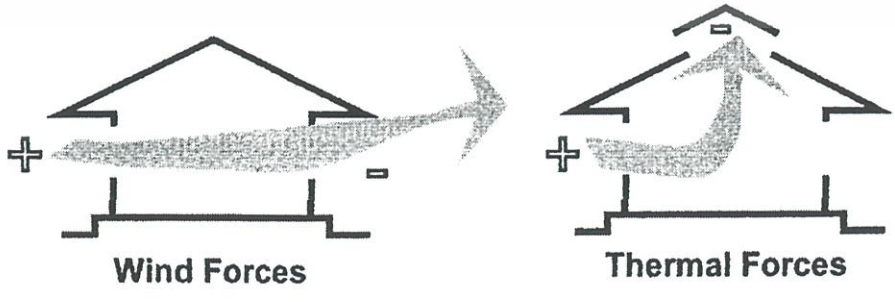
### 2.5.1 การระบายอากาศแบบธรรมชาติด้วย ( Stack Ventilation System )

เป็นการระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยใช้หลักการที่ว่าอากาศที่ระดับสูงกว่าและมีอุณหภูมิสูงกว่ามีความหนาแน่นของอากาศเบาบางกว่าอากาศด้านล่าง ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศจากบริเวณที่มีความหนาแน่นมากกว่าไปสู่บริเวณ ที่มีความหนาแน่นอากาศน้อยกว่า เรียกว่า ปรากฏการณ์ลมลอยตัว Stack Effect

ในประเทศไทยมีการใช้ทฤษฎีของ Stack Ventilation System มาใช้อยู่นานแล้ว สามารถพบเห็นได้ทั่วไป เช่น เตาแกลบ หรือ เตาถ่าน ในชนบทนั่นคือ การให้ความร้อนภายในเตา ซึ่งจะทำให้อากาศภายในเตาเคลื่อนตัวขึ้นด้านบนและอากาศจากข้างนอกจะเข้าไปแทนที่อากาศเดิม

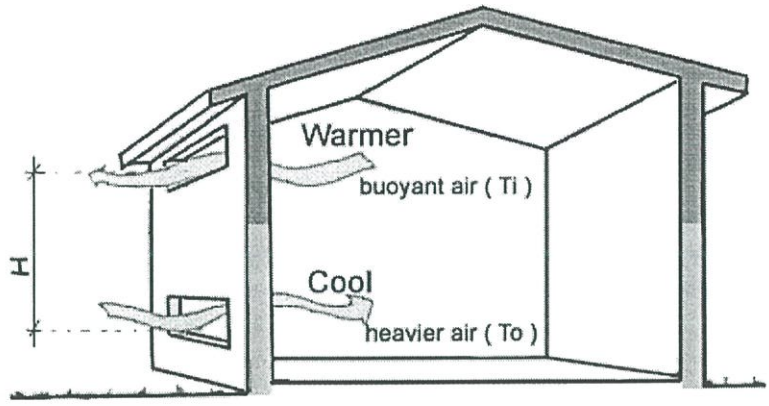



**ภาพที่** 2.17 แสดงเตาแกลบหรือเตาถ่านแสดง การลอยตัวของอากาศร้อนที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ อันเป็นหลักการของ Stack effect




**ภาพที่** 2.18 แสดงการเปรียบเทียบแรงลม กับแรงลอยตัว

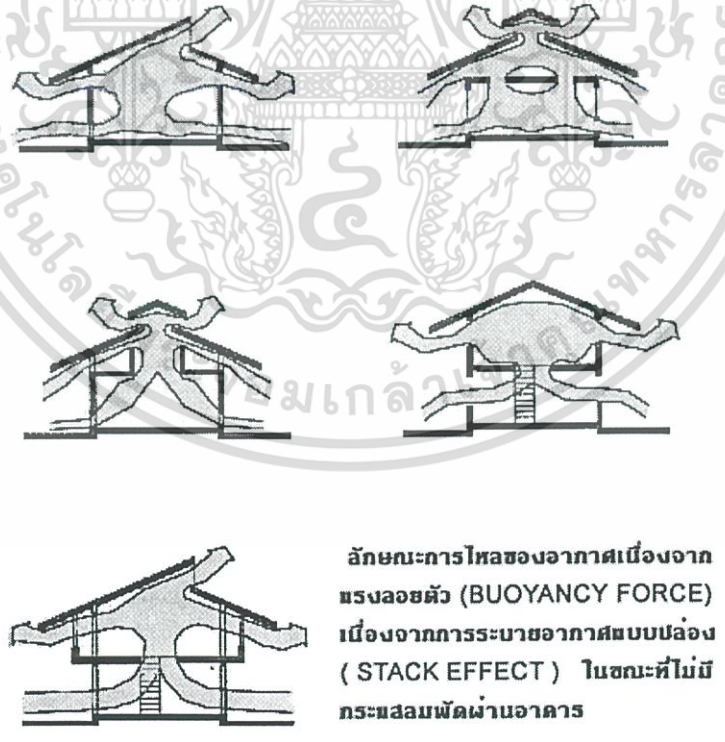
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่** 2.19 แสดงแรงลอยตัวขึ้นของอากาศร้อน และอากาศเย็นไหลเข้ามาแทนที่ในอาคาร อันเป็นหลักการของ ปรากฏการณ์ลมลอยตัว

2.5.2 **การระบายอากาศเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ**

การไหลของอากาศควรมีความเร็วลมภายในที่มีความเร็วสูงพอที่จะปรับสภาพบรรยากาศอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย และไม่มีความเร็วสูงเกินไปจนการทำงานภายในถูกรบกวน





**ลักษณะการไหลของอากาศเนื่องจากแรงลอยตัว (BUOYANCY FORCE) เนื่องจากการระบายอากาศแบบปล่อง ( STACK EFFECT ) ในขณะที่ไม่มีกระแสลมพัดผ่านอาคาร**

**ภาพที่** 2.20 แสดงลักษณะการไหลของอากาศเนื่องจากแรงลอยตัว และการระบายอากาศแบบปล่องขณะที่ไม่มีกระแสลมพัดผ่านอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

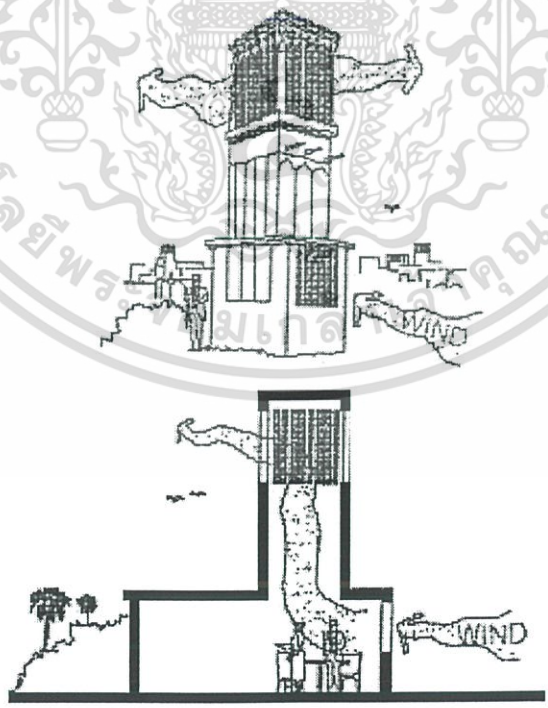
2.5.3 **การระบายอากาศโดยใช้ ปล่อง** Stack Ventilation

Stack Ventilation เกิดได้ 2 กรณี คือ

1. การไหลเวียนของอากาศภายในห้องอันเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ
2. การไหลเวียนของอากาศภายในห้องอันเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศ

ความแตกต่างของอุณหภูมิ นับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของการไหลเวียนของอากาศ เช่น เดียวกับความแตกต่างด้านความกดอากาศ

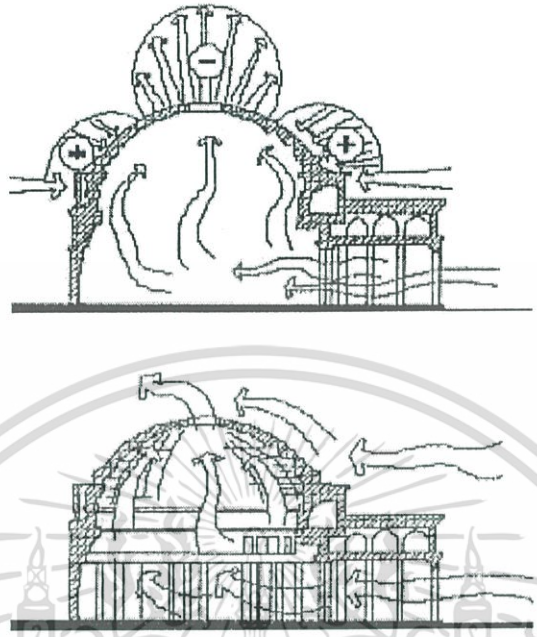
ตามคุณสมบัติของอากาศร้อนและเย็นคือ อากาศร้อนจะลอยตัวขึ้นสูง ส่วนอากาศเย็นจะเข้าไปแทนที่อากาศร้อน และยังจะช่วยลดไอน้ำในอากาศในช่วงที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศ และผนวกกับความแตกต่างของความกดอากาศแล้วคุณสมบัติ นี้จึงเหมาะสมอย่างยิ่งในการนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบกับอาคารที่อยู่ในเขตร้อน ซึ่งจากการศึกษาพบว่ามีการนำวิธีนี้มาใช้กับอาคารในสมัยก่อนมานานแล้ว เช่น อาคารในประเทศอิหร่าน ใช้ปล่องลมที่มีโพรงอากาศอยู่เหนือหลังคา โดยรูระบายอากาศมีลักษณะเป็นแนวยาวและอยู่รอบปล่องลม โดยจะทำหน้าที่ให้อากาศร้อนถ่ายเทออกไปและอากาศเย็นเข้ามาแทน และยังใช้ปล่องเป็นทางเข้าของลม ใสกรณีที่เกิดความแตกต่างของความกดอากาศภายในและ ภายนอกโดยเหนือปล่องมีความกดอากาศสูงกว่าภายในห้อง




**ภาพที่** 2.21 แสดงรูปตัวอย่างอาคารในประเทศอิหร่าน ซึ่งใช้ระบบ Stack Ventilation ในการระบายอากาศภายในอาคาร

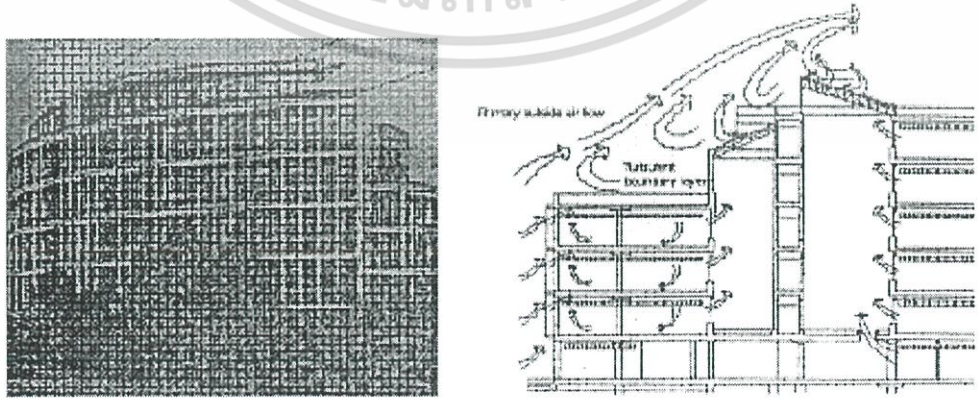
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pantheon ที่กรุงโรม ก็ใช้วิธีการคล้ายคลึงกัน นั่นคือ เจาะช่องด้านบนยอดโดมด้านล่างเป็นช่องเปิดโดยรอบ 3 ด้านเมื่ออากาศภายในและภายนอกมีอุณหภูมิที่ต่างกันก็จะเกิดการไหลเวียน



**ภาพที่** 2.22 แสดงรูปตัวอย่าง อาคาร Pantheon กรุงโรม ประเทศอิตาลี

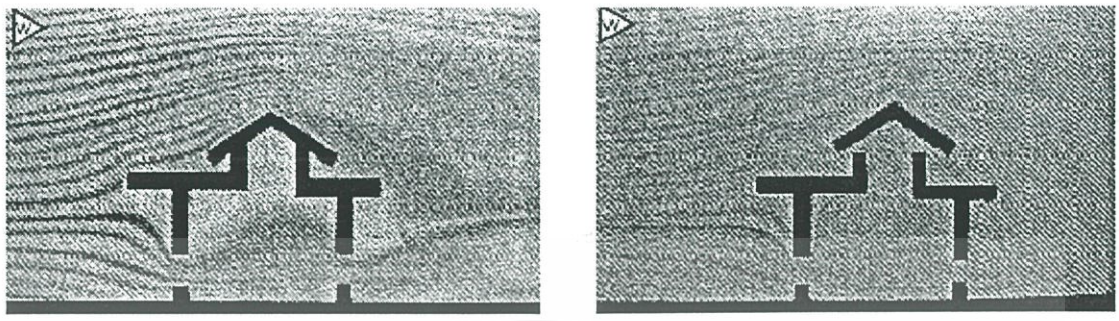
อาคารสมัยใหม่ ก็มีการนำวิธีการนี้มาใช้เช่นกันโดยเฉพาะอาคารสูงมีการคิดวิธีนำมาใช้โดยนำเอาช่องบันได และปล่องลิฟต์มาใช้แทนปล่องให้อากาศร้อนลอยตัวขึ้นและอากาศเย็นจากภายนอกเข้ามาแทนที่ และด้านบนก็ทำช่องเปิดไว้อากาศก็จะมีการไหลเวียนถ่ายเท รวมทั้งบริเวณด้าน บนยังมีความกดอากาศต่ำด้วย ก็จะยิ่งทำให้อากาศไหลเวียนได้ดียิ่งขึ้น ( แต่จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อด้านล่างอาคารมีช่องทางเข้าของลมด้วย หรือใช้กลไกในการทำให้เกิดความต่างของอากาศ )



**ภาพที่** 2.23 แสดงตัวอย่างอาคารสูงสมัยใหม่ที่นำระบบ Stack Ventilationมาใช้ภายในอาคาร ในรูปอาคารสำนักงาน Tchibo Holding AG.เมือง Humburg ประเทศเยอรมันนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับอาคารขนาดเล็ก ก็สามารถทำได้โดยทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศบริเวณใต้หลังคา อันจะทำให้อากาศภายในห้องมีการแทนที่กันของอากาศ

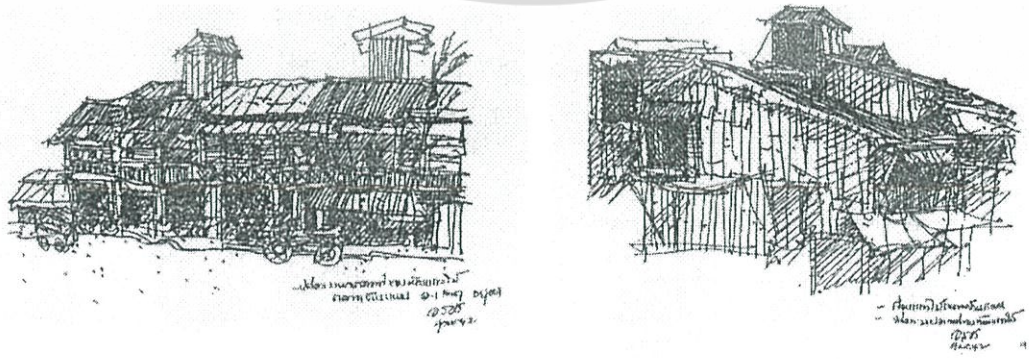


**ภาพที่** 2.24 แสดงการเปรียบเทียบรูปทางซ้ายซึ่งไม่ใช้ Stack Ventilation จะมีการไหลเวียนของกระแสลมด้านบนห้องได้น้อยกว่ารูปทางขวามือที่ใช้ Stack Ventilation

ซึ่งวิธีการข้างต้นลมจะย้อนกลับถ้าความกดอากาศเหนือปล่อง สูงกว่าภายในอาคารนั้นๆ ในการออกแบบนี้ T.S.Rosers ได้กล่าวถึงการระบายอากาศใช้ช่องหลังคาจั่ว ปั้นหยา หรือหลังคาแบนราบ กับอาคารพื้นที่น้อยกว่า 5,000 ตารางฟุต ว่าควรเป็น 1:150 สำหรับการลดความร้อนใต้หลังคาในฤดูร้อน และในกรุงเทพฯ หรือที่ใกล้เคียง ควรเป็น 1:100 หรือมากกว่านั้น

แนวทางการใช้ความแตกต่างของอุณหภูมิและความกดอากาศมาประยุกต์รวมกัน โดยใช้ปล่องอากาศในการระบายอากาศ เราจะเรียกว่า Stack Ventilation

ระบบ Stack Ventilation นี้เป็นระบบที่ใช้มาตั้งแต่ในอดีต โดยเฉพาะประเทศทางตะวันออกกลาง ซึ่งอยู่ในพื้นที่ที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง และในประเทศไทยก็มีการใช้ระบบนี้มานานแล้วเช่นกัน จากการศึกษาของ ศ.อรศิริ ปาณินท์ ,2542 พบว่ามีการใช้การระบายอากาศทางปล่องสำหรับเรือนพักอาศัยที่ตลาดบ้านแพน อำเภอเสนา จังหวัดอยุธยา ดังรูป



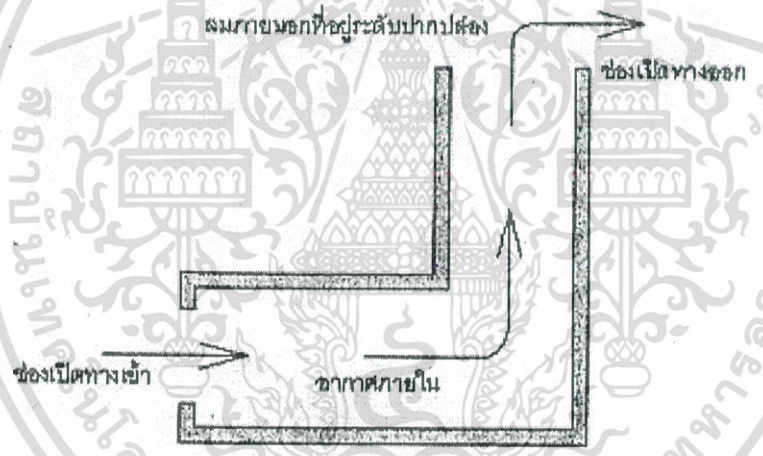
**ภาพที่** 2.25 แสดงลักษณะเรือนพักอาศัยที่ตลาดบ้านแพน อำเภอเสนา จังหวัดอยุธยา ซึ่งใช้การระบายอากาศทางปล่องหรือที่เรียกว่าระบบ Stack Ventilation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบนี้เหมาะในการใช้ระบายอากาศในพื้นที่ๆ ไม่มีบริเวณที่ว่างรอบๆ อาคารให้ลมเข้าออกได้จากด้านข้าง หรือมีแต่ไม่เพียงพอในการระบายอากาศ หรือจะใช้กับพื้นที่ๆ ต้องการความเป็นส่วนตัว ไม่ต้องการเปิดช่องเปิดด้านข้างมากนัก และในภูมิอากาศแบบร้อนแห้ง ก็จะไม่สามารถเปิดช่องด้านข้างได้กว้าง เพราะแสงแดดค่อนข้างแรง ก็จำเป็นต้องทำกำแพงหนาเพื่อกันความร้อนจากแสงแดด และใช้ปล่องช่วยในการระบายอากาศ อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาเรื่องฝุ่นที่มาในอากาศลงอีกด้วยระบบนี้จะประกอบไปด้วย

1. ช่องเปิดทางเข้า ( ด้านล่างอาคาร )
2. ความร้อนที่มีอยู่ภายในปล่องลม
3. ช่องเปิดทางออก ( ด้านบนเหนือปล่อง )

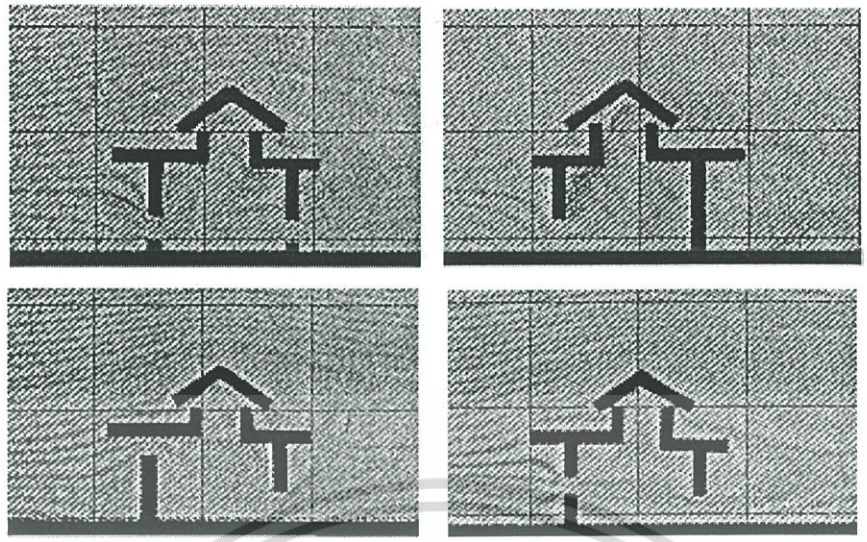
บริเวณช่องเปิดทางออกของการระบายอากาศวิธีนี้ อาจใช้พัดลมดูดอากาศก็จะช่วยให้การระบายอากาศดีขึ้นได้




**ภาพที่ 2.26** แสดงหลักการทำงานของระบบ Stack Ventilation

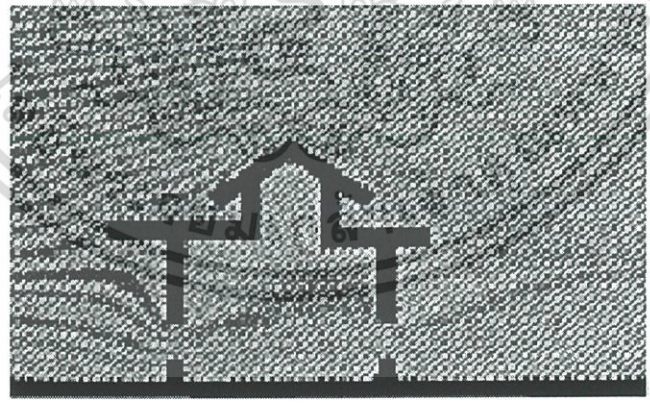
จากการทดลอง Stack Ventilation โดยการเจาะช่องเปิดทางเข้าและทางออกของกระแสลมบริเวณผนังห้องในลักษณะและตำแหน่งต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่** 2.27 แสดงการทดลอง Stack Ventilation โดยเจาะช่องเปิดที่ผนังด้านล่างในลักษณะต่างๆ กัน

จากรูปจะเห็นได้ว่า ถ้าด้านล่างมีช่องทางเข้าของกระแสลมเพียงด้านเดียว แล้วให้กระแสลมภายในห้องไปออกที่ปล่องลมปริมาณกระแสลมภายในห้องจะมาก และทั่วถึงภายในห้องมากที่สุด และถ้าเราปิดปากปล่องลมด้านบน ห้องก็จะไม่มีการไหลเวียนของอากาศภายในปล่องเลย โดยกระแสลมจะเหมือนลักษณะของห้องที่มีช่องเปิดทางเข้าและทางออกทั่วไป ดังรูป



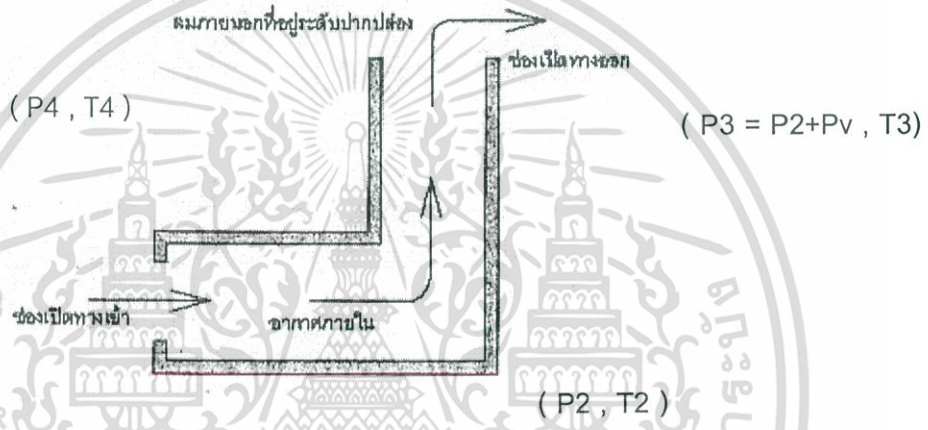
**ภาพที่** 2.28 แสดงในกรณีที่ปิดปากปล่องลมสังเกตว่าจะไม่มีกระแสลมบริเวณปากปล่องด้านบนเลยเนื่องจากปล่องด้านบนถูกปิดทำให้ด้านบนเกิดความกดอากาศสูงกระแสลมจึงไม่พัดขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stack Ventilation จะเกิดผลดีต้องใช้กับห้องที่มีความแตกต่างของความกดอากาศหรืออุณหภูมิค่อนข้างมาก ระหว่างในห้องกับบริเวณเหนือปล่อง Stack

สมการสำหรับการไหลของลมในปล่อง

เมื่อกระแสลมจากภายนอกไหลเข้าไปในห้องที่มีความร้อน การขยายตัวของอาคารเนื่องจากความร้อนทำให้ อากาศภายในมีความเบาผลักดันภายนอก ดังนั้นอากาศภายในจะถูกดูดขึ้นด้วย แรงลอยตัว F ซึ่งเท่ากับ น้ำหนักของอากาศภายนอก ที่ถูกทดแทนที่ด้วยการขยายตัว มีค่ามวลของอากาศ M lb และปริมาตรของอากาศทั้งหมด ซึ่งถ้าให้ $V_1$ เป็นค่าปริมาตรของอากาศภายนอก และ $V_2$ เป็นปริมาณของอากาศภายใน (สมสิทธ์ นิตยะ : 2541)




การเพิ่มของปริมาณอากาศ $= MV_2-MV_1$

จำนวนน้ำหนักของอากาศภายนอกซึ่งถูกแทนที่โดยการขยายตัวคิดเป็นแรง

$$\frac{F}{V_1} = MV_2-MV_1$$

จากสมการปริมาณแรงดันของแก๊ส $PV = MBT$

เราแทนค่าได้ว่า $V_2 = \frac{BT_2}{P_2}$

และ $V_1 = \frac{BT_1}{P_1}$

เมื่อ $T_1$ เป็นอุณหภูมิอากาศภายนอก

$T_2$ เป็นอุณหภูมิอากาศภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากว่าการไหลของอากาศมีความกดดันอากาศ ( PRESSURE ) สม่ำเสมอ

ดังนั้น $P_1 = P_2$ เอาไปแทนค่า $V_1$ และ $V_2$ สำหรับแรงลอยตัว ( Buoyancy Force )

ได้ $$F = \frac{(T_2 - T_1)}{T_1}$$

แรงลอยตัวมีผลตั้งแต่ระดับที่อากาศเริ่มเข้าทางช่องเปิด จนกระทั่งลอยออกไปจากปล่อง ซึ่งมีความสูง = L

งานหรือพลังงานทั้งหมดที่กระทำ ( แรง x ระยะทาง )

พลังงานแอบแฝง ( Potential Energy ) จึงมีค่าดังนี้ $Z = F(L) = \frac{L(T_2 - T_1)}{T_1}$

ในการเคลื่อนตัวขึ้นสู่ยอดปล่องอากาศที่ไหลออกไปใช้พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) เท่ากับพลังงานที่แอบแฝงอยู่ ซึ่งเมื่อแทนค่าด้วยอากาศ 1 lb จะได้ $\frac{W}{2g} = \frac{L(T_2 - T_1)}{T_1}$

ซึ่งเราจะได้ความเร็วในการไหลของอากาศตามทฤษฎี $W = \frac{\sqrt{2gL(T_2 - T_1)}}{T_1}$ ( โดยมีหน่วยที่ใช้มีค่าเป็น ft/s )

ถ้าหากว่าค่าของความหน่วงนำเข้ามาพิจารณาในการปรับความฝืดอันเกิดขึ้นในการไหลรวมทั้งค่าอื่นๆ และค่าความเร็วแตกหน่วยเป็น fl/s จะได้

$$V = 481.2\ \theta A \sqrt{\frac{L(T_2 - T_1)}{T_1}}$$

ซึ่ง V = อัตราความเร็วของการไหล ฟุต$^3$/นาที ( fl$^3$/min )

$\theta$ = อัตราส่วนการไหลโดยมีความฝืดของปล่อง รวมทั้งการสูญเสียอื่นๆ = 0.3 - 0.5

A = พื้นที่ภาคตัดขวางของปล่อง ฟุต2 ( ft2 )

L = ความสูงจากทางเข้าของอากาศ ถึงระดับปากปล่อง ฟุต ( fl )

$T_1$ = อุณหภูมิของอากาศภายนอกที่ปากทางเข้า ($^\circ$F )

$T_2$ = อุณหภูมิภายใน($^\circ$F )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์เชิงคำนวณ ทำให้สามารถสรุปหาวิธีการออกแบบที่ดีได้ ดังนี้

1. อุณหภูมิของปล่อง พยายามให้อากาศในปล่องมีอุณหภูมิสูง จะทำได้โดยวิธีให้ปล่องอยู่ในตำแหน่งที่ได้รับการแผ่รังสีความร้อนสูง ให้พื้นที่ปล่องได้รับความร้อนจากแสงแดดมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุณหภูมิวิกฤติ ( อุณหภูมิสูงทำให้แรงลอยตัวของอากาศมีมาก ) ให้มีการรั่วของอากาศในปล่องน้อยที่สุด รวมทั้งทางเข้าของอากาศเข้าสู่ตัวปล่องควรมีทางเดียว

2. ความฝืดของปล่อง ให้มีความฝืดในตัวปล่องน้อยที่สุด ไม่มีการหักมุมที่แหลมคม หรือการกีดขวางเนื้อทีหน้าตัดของปล่องควรใหญ่พอที่จะให้ลมผ่าน โดยมีความเร็วเปรียบเทียบต่ำและควรจะเป็นรูปวงกลม หรือใกล้เคียงจัตุรัส เพื่อให้อัตราส่วนของพื้นที่ผิวกับเนื้อที่หน้าตัดต่ำ

3. หลีกเลี่ยงจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูง การพัดของกระแสลมผ่านอาคาร ทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงขึ้นบริเวณชิดผิวอาคาร การที่เปิดปากปล่องออกสู่บริเวณดังกล่าวอาจทำให้บริเวณนั้นมีความกดอากาศมากกว่าความดันของอากาศภายในปล่องอาจทำให้เกิดการปรากฏการณ์ที่เรียกว่า " การดูดกลับ " เกิดขึ้นได้

ปล่องอากาศควรวางไว้ในตำแหน่งที่เปิดออกสู่บริเวณความกดอากาศต่ำ หรือไม่สูงมากจนเกินระดับความกดดันสูง ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงทิศทางในการพัดของลมในฤดูต่าง ๆ และคิดถึงอิทธิพลของภูมิสถาปัตยกรรมและอาคารข้างเคียงด้วย ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องในทางด้านอากาศพลศาสตร์

## 2.6 การระบายอากาศด้วยวิธีการลอยตัวของอากาศ และแบบเหนี่ยวนำ (Stack Effect / Chimney Effect)

บางครั้งสภาพอากาศก็ไม่มีลมพัดผ่านตามธรรมชาติ เราสามารถออกแบบอาคารให้เกิดการระบายอากาศด้วยวิธีการเหนี่ยวนำการระบายอากาศด้วยวิธีการทำเป็นปล่อง การออกแบบจะใช้หลักการของความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศเป็นตัวช่วยในการนำกระแสลม ตัวปล่องจะทำด้วยวัสดุที่รับความร้อนได้เร็ว มีมวลมากทำให้สามารถเก็บความร้อนได้นาน ด้านนอกของปล่องกระ.โจมควรหุ้มด้วยแผ่นโลหะ เช่น แผ่นทองแดง แผ่นเหล็ก และควรทาสีดำ แสงแดดจะทำให้อากาศในปล่องมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป อากาศร้อนจะลอยตัวสูงขึ้นไหลออกไปที่ตอนบน โดยจะดึงอากาศที่เย็นกว่าจากเบื้องล่าง หรือจากภายนอกอาคารเข้ามาแทนที่ ถ้าเราสามารถทำให้ปล่องมีมวลมากพอที่จะสะสมความร้อนไว้ในเนื้อมวลของปล่อง จะทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศอย่างต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน ๆ ถ้าอุณหภูมิในปล่องสูงกว่าอุณหภูมิภายในอาคารมากก็จะทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศมากขึ้นตามไปด้วย โดยปกติจะตอ้งทำให้อุณหภูมิในปล่องสูงกว่าอุณหภูมิทั่วไปภายในอาคาร 10 $^{\circ}$Cขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 **การระบายอากาศโดยวิธีเหนี่ยวนำ** ( Induced Ventilation )

บางเวลาสภาพอากาศไม่มีลมพัดผ่านตามธรรมชาติ สภาพอากาศนิ่ง เราสามารถออกแบบอาคารให้เกิดการระบายอากาศได้โดยวิธีเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสลมพัด เลียนแบบสภาพการเกิดลมตามธรรมชาติได้ ด้วยการออกแบบอาคารให้เกิดการระบายอากาศด้วย " ปล่องกระโจม " Stack Effect ตัวปล่องมีความหนามีมวล เก็บสะสมความร้อนไว้ได้นาน

2.6.2 **ระบายอากาศโดยวิธีเหนี่ยวนำแบบประยุกต์**

การระบายอากาศแบบการประยุกต์ใช้ปล่องรังสีอาทิตย์กับอาคารมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ ซึ่งประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับผลจากแรงลอยตัว คือ

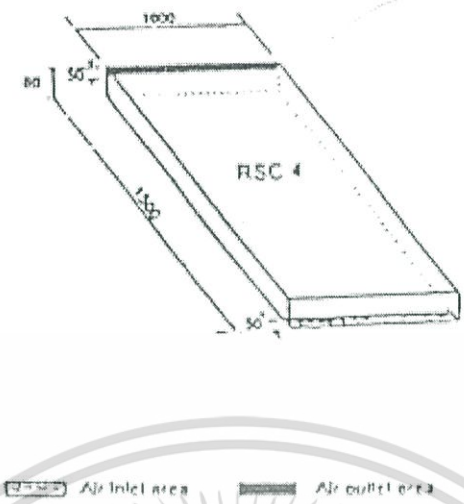
1. ระบบหลังคาระบายอากาศรังสีอาทิตย์ roof solar collector ( RSC )
2. ระบบผนังระบายอากาศรังสีอาทิตย์ tromp wall ( TW )
3. ระบบปล่องระบายอากาศรังสีอาทิตย์ Solar Chimney ( SC )

## 2.7 หลักการของหลังคารับรังสีอาทิตย์ Roof Solar Collector ( RSC )

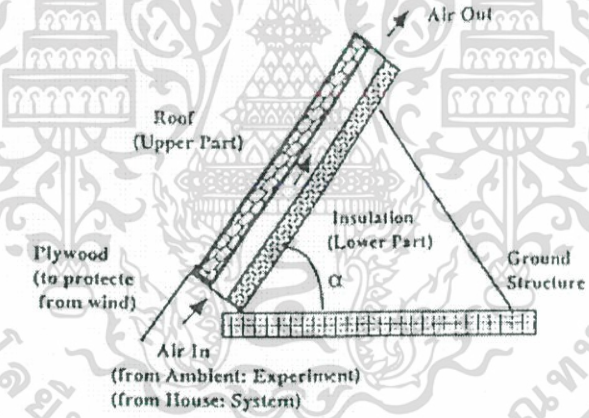
เป็นหลังคาที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกับ Solar Collector เพื่อนลดการส่งผ่านความร้อนจากหลังคาสู่พื้นที่พักอาศัยโดยการเหนี่ยวนำให้เกิดการหมุนเวียนอากาศแบบธรรมชาติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความสบายทางความร้อน หลังคาประกอบด้วย 2 ส่วนชั้นบนเป็นกระเบื้องโมเนียสีเข้มชั้นล่างเป็นแผ่นยิปซัมหนา 0.01 เมตร ตรงกลางเป็นช่องอากาศกว้าง 0.10 – 0.14 เมตร ปลายด้านบนเปิดให้อากาศร้อนถ่ายเทออกสู่อากาศภายนอก ดังแสดงในรูป

เมื่อแสงแดดกระทบกับกระเบื้องซึ่งเป็นคอนกรีตจะทำให้มีความร้อนสะสม และจะส่งผ่านความร้อนไปยังอากาศที่อยู่ตรงกลางระหว่างหลังคา และแผ่นฉนวนด้านล่าง อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะมีการลอยตัวออกสู่บรรยากาศภายนอก เนื่องจากมีความหนาแน่นต่ำ ดังนั้นอากาศใหม่ภายใต้โครงหลังคาจะถูกดึงมาแทนที่ส่งผลเกิดการไหลเวียนของอากาศ จากการทดลองโดยพบว่า ขนาดหลังคาที่มีความยาว 1.00 เมตร มุมเอียง 30° และช่องระหว่าง 0.15 เมตร จะเหมาะสมที่สุด โดยจะเหนี่ยวนำให้เกิดการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

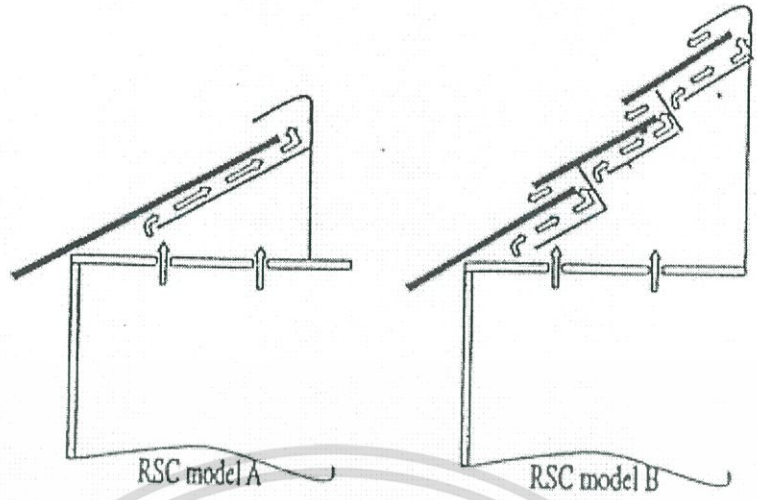



**ภาพที่** 2.29 แสดงลักษณะหลังคารับรังสีอาทิตย์เพื่อระบายความร้อน ( Roof Solar Collector )



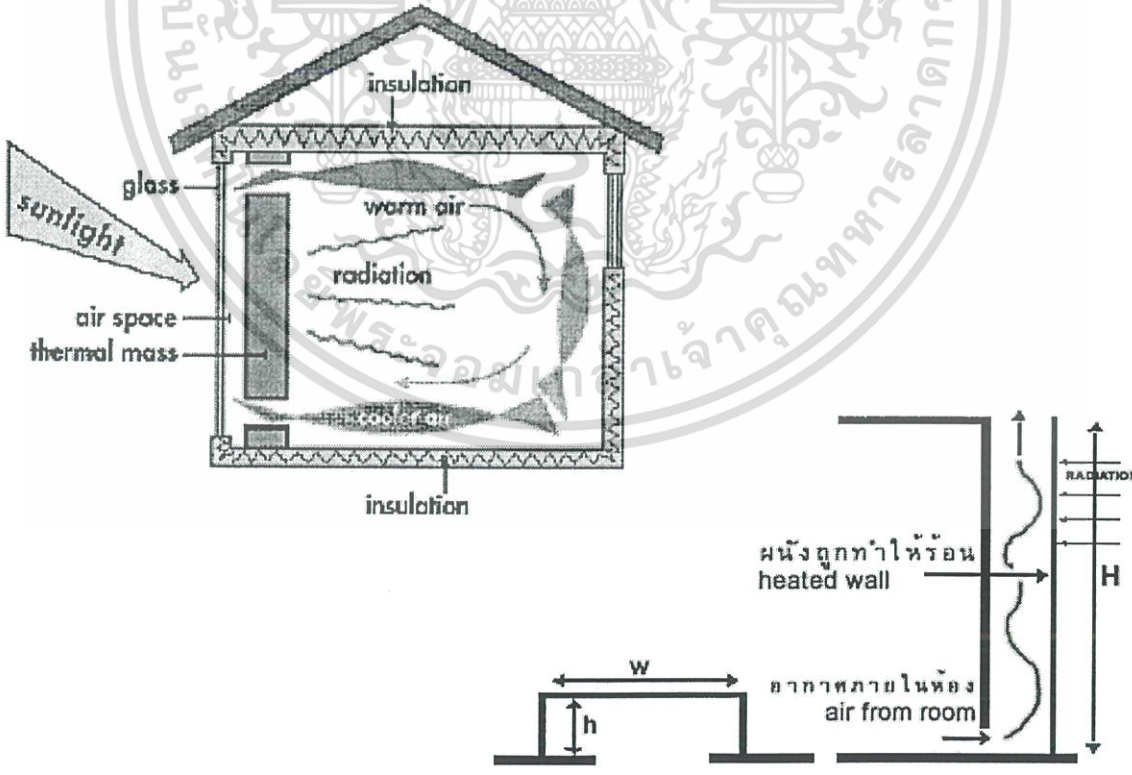

**ภาพที่** 2.30 แสดงทางเข้า ทางออกของหลังคารับรังสีอาทิตย์เพื่อระบายความร้อน ( Roof Solar Collector )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 2.31 แสดงรูปแบบการติดตั้งระบบหลังคารับรังสีอาทิตย์เพื่อสร้างการระบายความร้อน แบบ A และแบบ B

## 2.8 หลักการของผนังรับรังสีอาทิตย์ tromp wall ( TW )




**ภาพที่** 2.32 แสดงระบบปล่องระบายอากาศรังสีอาทิตย์แบบผนัง tromp wall ( TW )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังรับรังสีอาทิตย์ เป็น Solar Collector ที่ติดตั้งในแนวดิ่งด้านข้าง หันไปทางทิศใต้ เพื่อใช้ในการลดอุณหภูมิภายในบ้านและระบายอากาศในอาคาร ในเขตร้อนจะใช้ในการลดปริมาณความร้อน Tromp Wall เป็นอุปกรณ์ที่มีการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ที่และส่งผ่านเข้ามาในห้องโดยการพาความร้อนและมีส่วนประกอบดังรูป คือ จะใช้ผนังคอนกรีตพรุนทาสีด้านหน้าติดตั้งกระจกซึ่งจะมีช่องระหว่างกระจกกับผนัง เป็นช่องที่จะทำให้อากาศจากภายในห้องผ่านเข้าไปแล้วรับความร้อนจากรังสีอาทิตย์ ทำให้เกิดแรงลอยตัวของอากาศภายในช่องและชักนำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศภายในช่อง ผ่านช่องเปิดที่อยู่ด้านล่างของผนังคอนกรีต และเคลื่อนที่ออกสู่ภายนอกที่ทางออกด้านบนของผนังคอนกรีตทำให้เกิดการหมุนเวียนอากาศภายในบ้าน นอกจากดังที่กล่าวไปข้างต้นแล้ว ผนังรับรังสีอาทิตย์สามารถประยุกต์วัสดุ และรูปแบบต่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

**ภาพที่** 2.33 แสดงการระบายอากาศของบ้านที่ใช้ผนังรับรังสีอาทิตย์ แบบ TW or MSW

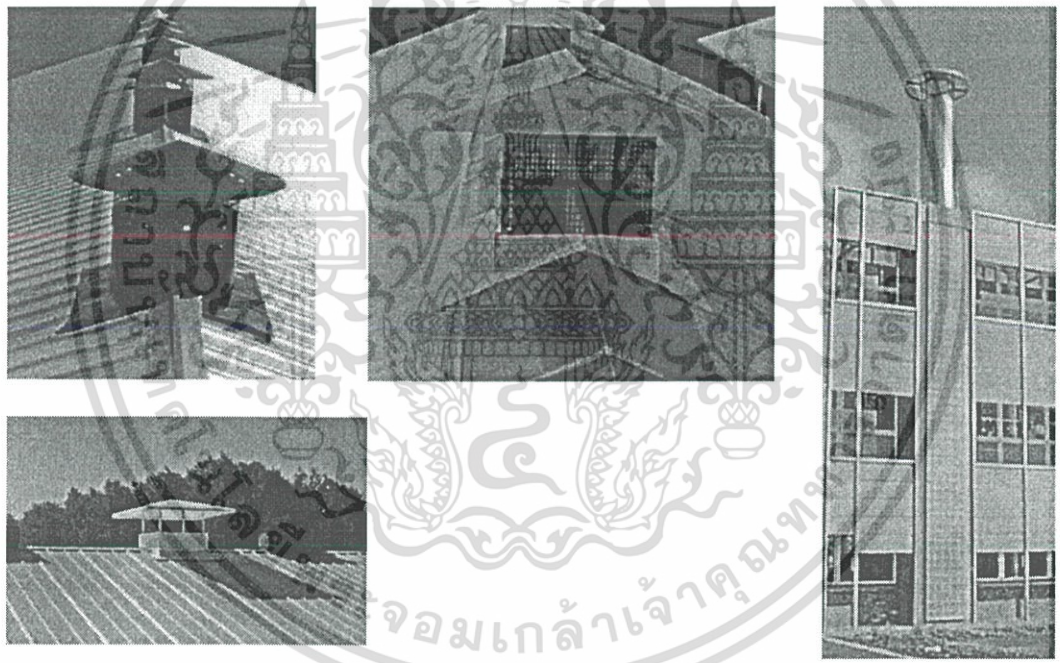
## 2.9 หลักการของปล่องรังสีอาทิตย์ Solar Chimneys or Thermal Chimneys ( SC )

ปล่องรังสีอาทิตย์ เป็นการประยุกต์มาจาก ปรากฏการณ์ลมลอยตัว มีลักษณะคือ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์จะติดตั้งอยู่ที่ด้านบน ของหลังคาซึ่งเชื่อมติดกับภายในบ้านตรงส่วนที่เป็นช่องเพดาน หรือ ผนัง เมื่ออากาศภายในบ้านร้อน อากาศร้อนจะลอยตัวสูงขึ้นออกสู่ภายนอกที่ส่วนบนของปล่องซึ่งเป็นส่วนที่ได้รับรังสีอาทิตย์ที่ผิวของปล่องทำให้มีอุณหภูมิสูง เกิดการเหนี่ยวนำอากาศให้มีความเร็วเพิ่มขึ้น และอากาศที่เย็นกว่าจะเข้ามาแทนที่โดยผ่านช่องเปิดต่างๆ ทำให้อากาศภายในบ้านมีอุณหภูมิลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หลักการของปล่องรังสีอาทิตย์**

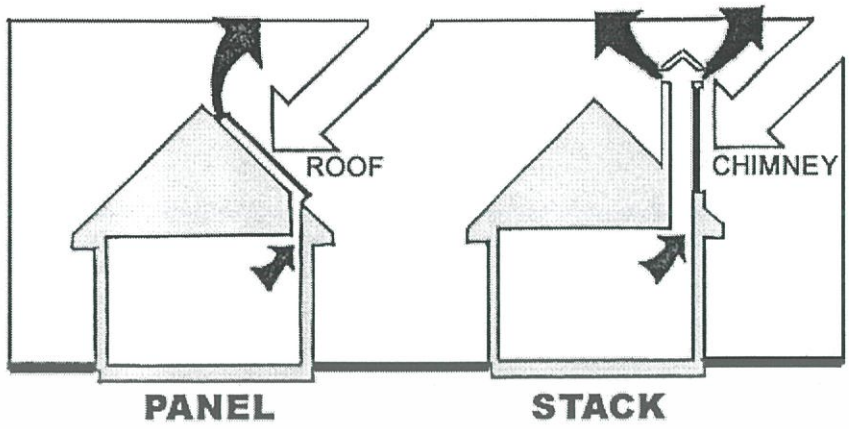
ปล่องรังสีอาทิตย์เป็นอีกแนวทางหนึ่ง ในการลดภาระความร้อนที่เข้าสู่บ้านเนื่องมาจากอิทธิพลของรังสีอาทิตย์ คือการประยุกต์ใช้หลักการของปล่องรังสีอาทิตย์ ทั้งผนัง และหลังคาเพื่อทำให้ ค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำลง หรือเป็นการเพิ่มความต้านทานต่อความร้อนให้กับทั้งผนังและหลังคา ซึ่งผลลัพธ์นี้เกิดจากการที่อากาศไหลผ่านช่องว่างของทั้งผนังและหลังคาด้วยอิทธิพลของแรงลอยตัวของอากาศที่อากาศไหลผ่านช่องว่างของทั้งผนัง และหลังคาด้วยอิทธิพลของแรงลอยตัวของอากาศที่สัมผัสกับผิวของผนังและหลังคาที่มีอุณหภูมิสูงภายในช่องว่าง เมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบผิวของผนังและหลังคาที่ประยุกต์ใช้หลักการของปล่องรังสีอาทิตย์ ทำให้อุณหภูมิผิวสูงขึ้น และอากาศภายในช่องที่สัมผัสกับผิวร้อนนี้ จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นจึงทำให้ความหนาแน่นของอากาศซึ่งแปรผกผันกับอุณหภูมิมีค่าต่ำลง



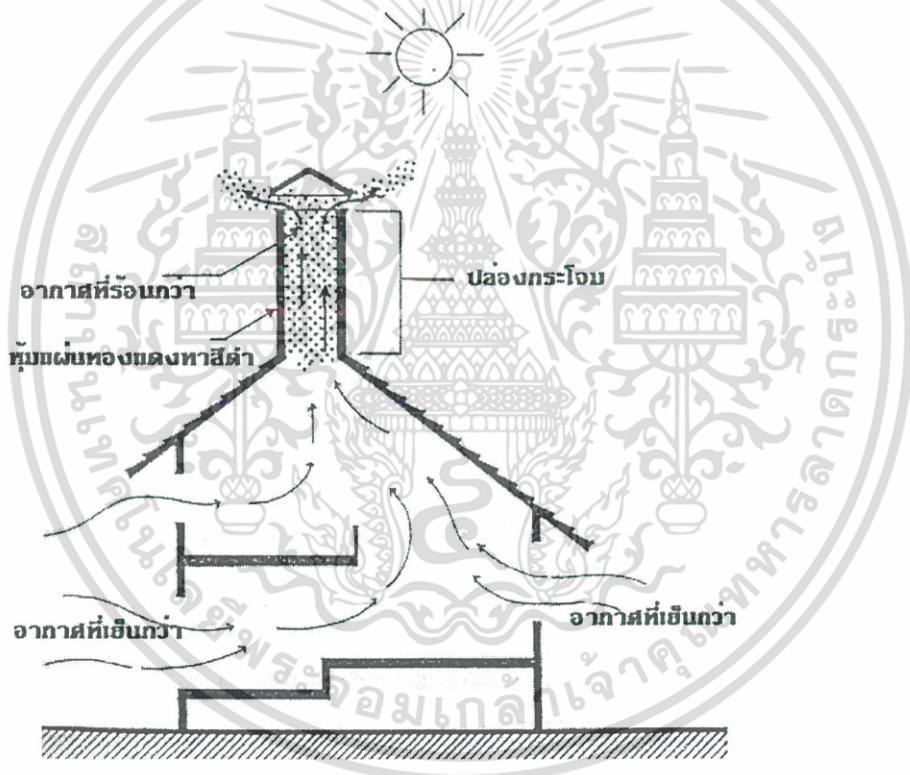
**ภาพที่** 2.34 แสดงตัวอย่างของปล่องรังสีอาทิตย์ แบบปล่องประเภทต่างๆ

ซึ่งการทำหน้าต่างเปิดให้ถูกวิธีเป็นการระบายอากาศที่ดี แต่ในขณะที่ไม่มีลมหรือมีลมนิ่งการระบายอากาศทางช่องสูง จะทำให้มีการระบายอากาศได้ดีขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ Stack Type และ Roof Panel Type โดยทั้ง 2 ชนิด อาศัยการลดอุณหภูมิภายในห้องโดยทำปล่องอากาศรังสีอาทิตย์เช่นกัน คือ ให้ผนังด้านนอกทำความร้อนดังรูปตัวอย่างทั้งสองแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

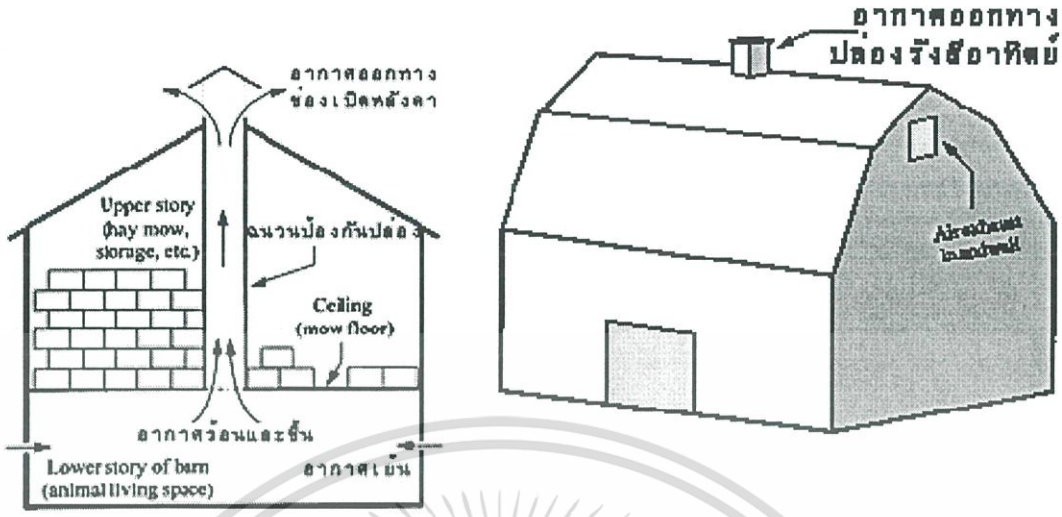



ภาพที่ 2.35 แสดงตัวอย่างของปล่องรังสีอาทิตย์แบบ Roof Panel Type และ Stack Type




ภาพที่ 2.36 แสดงลักษณะการทำงานของปล่องรังสีอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 2.36 (ต่อ)

ตึกสูงหลายชั้น ที่มีช่องระบายอากาศระหว่างพื้นห้องแต่ละชั้น ก็จะทำให้อากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้นและระบายออกไปทางช่องลมชั้นสูงสุดหรือทางหลังคา จะทำให้เกิดลมในอาคารแรงขึ้น และ ชั้นล่างๆ จะเย็นมากกว่าชั้นบน บ้านสองชั้นที่มีช่องระบายอากาศระหว่างพื้นชั้นล่างกับชั้นบนจะทำให้อากาศที่ชั้นล่างในเวลากลางวันเย็นกว่าบ้านชั้นเดียว เหมาะที่จะใช้เป็นที่พักผ่อนทำงานในเวลากลางวัน ส่วนห้องนอนเอาไว้ชั้นบนซึ่งอากาศจะเย็นลงในเวลากลางคืน

## 2.10 ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.10.1 งานวิจัยต่างประเทศ

1. N.K. Bansal ได้ทำการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานของการระบายอากาศโดยใช้ Solar Chimneys เพื่อการระบายอากาศสำหรับบ้านพักอาศัย คำนวณโดยใช้หลักความแตกต่างของความดันที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ ( Stack Pressure ) จะขึ้นอยู่กับความสูงของปล่อง ความหนาแน่นของอากาศภายในปล่อง และอากาศภายนอกปล่อง รวมถึงขนาดของช่องเปิดทาง เข้าและทางออกมีผลต่ออัตราการระบายอากาศ ซึ่งนำมาใช้คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศได้ จากการคำนวณพบว่าห้องขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 4 เมตร พื้นที่ของตัวรับรังสีอาทิตย์ของ Solar Chimneys มีขนาด 2.25 ตารางเมตร ระยะห่างของช่องอากาศมีค่าเท่ากับ 15 เซนติเมตร จะให้อัตราการระบายอากาศในช่วง 0.03-0.10 $m^3$ / s ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ 100 – 1000 w / $m^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. H.B. Awbi ได้ทำการศึกษาการออกแบบการพาความร้อนตามธรรมชาติของอาคาร โดยการเหนี่ยวนำจากรังสีอาทิตย์ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศและการระบายอากาศ ซึ่งต้องอาศัยแรงลมและแรงลอยตัว อีกทั้งยังได้ศึกษาความสัมพันธ์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระหว่างความสูงกับความดันแตกต่างที่ทางเข้า และทางออกของปล่องรังสีอาทิตย์ต่ออัตราการระบายอากาศแบบธรรมชาติพบว่า อัตราการระบายอากาศแบบธรรมชาติแปรผันตรงตามความดันแตกต่างที่ทางเข้าและทางออกของปล่องรังสีอาทิตย์ และแปรผันตามความสูงของปล่องรังสีอาทิตย์ จากผลที่ได้จึงนำไปคำนวณหาอัตราการระบายอากาศผ่านช่องเปิด และทำการศึกษาวิจัยวิธีการระบายอากาศของอาคารทั้งหมด 3 แบบ คือ Solar Chimneys , Trombe Wall และ Roof Collector จากการคำนวณพบว่า Solar Chimneys จะให้อัตราการระบายอากาศสูงที่สุด เนื่องจากมีความสูงมากว่า Trombe Wall และ Roof Collector จะมีอัตราการระบายที่อากาศใกล้เคียงกัน แต่ Roof Collector จะมีอัตราการระบายอากาศที่สูงกว่า Trombe Wall เล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจาก Roof Collector มีพื้นที่ผิวมากว่า Trombe Wall

3. Barozzi et al. ได้ทำการสร้างบ้านจำลองในอัตราส่วน 1:12 ของบ้านต้นแบบเป็นห้องเดี่ยวขนาด 3.5 x 5.5 x 3.0 เมตร โดยใช้วัสดุในการก่อสร้างเช่นเดียวกับบ้านต้นแบบ คือ หลังคาทำด้วยโลหะ เพดานทำด้วยแผ่นไฟเบอร์ สำหรับผนังสร้างจากไม้ที่มีน้ำหนักเบาทดสอบภายใต้แสงอาทิตย์เทียมให้ค่าอุณหภูมิหลังคาอยู่ในช่วง 35.5 – 44.5 $^{\circ}$C และอุณหภูมิสภาพแวดล้อม 23.8 $^{\circ}$C โดยการกำหนดเงื่อนไขขอบเขตที่เหมาะสมแทนลงในแบบจำลองเชิงตัวเลข จะได้ทิศทางการไหล ความเร็ว และอุณหภูมิของอากาศ ผลที่ได้จะเห็นว่าการเคลื่อนตัวของอากาศแบบจำลองเป็นไปตามทฤษฎี อากาศร้อนจะไหลออกทางปล่องระบายอากาศและจะดึงดูดอากาศเย็นให้เข้ามาทางหน้าต่าง อากาศที่เข้ามาจะไหลตรงไปยังช่องเปิดบนเพดาน

**2.10.2 งานวิจัยในประเทศไทย**

1. ไพบูลย์ รักษาสุทธิพันธ์ ทำการศึกษาผลของชั้นความร้อนในโถงที่มีความสูงโดยใช้หุ่นจำลอง โดยได้เลือกศึกษาตัวแปร 5 ตัว ที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมของความร้อนภายในโถง คือ อุณหภูมิภายนอก , ตำแหน่งความสูงของจุดต่างๆ ภายในโถง , ค่ารังสีอาทิตย์ , ขนาดช่องเปิดระบายอากาศและความหนาแน่นของมวลสารที่เป็นวัสดุภายในโถง ศึกษาจากหุ่นจำลองโถงขนาด 1 x 1 เมตร สูง 4 เมตร วัสดุเป็นอิฐและวัสดุเบา และวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS - PC$^{+}$ ผลการวิจัยสรุป ตัวแปรต่างๆ ทั้ง 5 ตัวมีความสัมพันธ์กันตามสมการคาดการณ์อุณหภูมิภายใน Atrium

2. สุภาวดี บุญถนอม ศึกษาแนวทางการเพิ่มการนำความร้อนออกที่ชั้นอากาศร้อนสูงสุด ได้ทำการทดลองโดยการสร้างหน่วยทดลอง 2 หน่วยเหมือนกันรูปทรงกระบอกผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนา 1 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 1เมตร สูง 4เมตร การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ชุด ชุดที่1 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองที่ลดและไม่ลดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทรงกระบอก ชุดที่ 2 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองที่เพิ่มและไม่เพิ่มความสูงผนังสี่เหลี่ยมด้านบนจากความสูง 0.90 เป็น 2.70 เมตร และชุดที่ 3 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองที่เปลี่ยนและไม่เปลี่ยนสี่เหลี่ยมด้านบนทิศเหนือและใต้เป็นกระจกใส 0.06 เมตร การทดลองได้หลีกเลี่ยงรังสีอาทิตย์โดยตรง พบว่าแนวทางการระบายความร้อนนี้จะได้ผลเมื่อระดับฝ้าเพดานสูงกว่า 2 เมตรขึ้นไป

3. รศ.ดร.โจเซฟ เคดารี และคณะที่ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ด้านอาคาร ( Building Scientific Research Center , BSRC ) คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จึงได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อนำปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้กับบ้านพักอาศัยให้เหมาะกับประเทศไทย โดยเริ่มทำการทดลองด้วยการสร้างเฉพาะโครงสร้างของหลังคาที่มีลักษณะเป็นหลังคา 2 ชั้น ประกอบด้วย หลังคาด้านบน ช่องว่างอากาศ และมีแผ่นปิดด้านล่าง โดยโครงสร้างหลังคาด้านบนจะใช้วัสดุ 3 ชนิด คือกระเบื้องซีแพคโมเนีย แผ่นกระเบื้องลอนคู่ แอสเบสทอส และสังกะสี ส่วนแผ่นปิดด้านล่างใช้วัสดุ 2 ชนิด คือ แผ่นยิปซั่มและไม้อัด จากการทดลองพบว่า หลังคาด้านบนควรเป็นกระเบื้อง CPAC สีเข้ม แผ่นปิดด้านล่างควรเป็นแผ่นยิปซั่ม นอกจากนี้ยังมีการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่ามุมเอียงของหลังคาที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 20-60° กับแนวระดับและความยาวที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.10-0.20 เมตรส่วนขนาดของช่องว่างอากาศไม่เกิน 0.14 เมตร

4. บุญเลิศ บุญศรี 2541 ได้ทำการศึกษา " อิทธิพลของรูปทรงหลังคาต่อลมที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศภายในอาคาร " โดยทำการศึกษาจากแบบจำลองทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics , CFD) ซึ่งเป็นการทำงานบนคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม FLUENT ทดลองกับอาคารแบบเดียวกัน แต่มีรูปทรงหลังคาแตกต่างกันจำนวน 10 รูปทรง เป็นบ้านรังสีอาทิตย์แบบจำลอง หลังเดี่ยวโดยมีปริมาตรประมาณ 25 $m^3$ ผนังด้านใต้ประกอบด้วยปล่องรังสีอาทิตย์ ที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ ซึ่งแต่ละแบบมีพื้นที่ 2 $m^2$ ในขณะเดียวกันหลังคาด้านทิศใต้ประกอบด้วยปล่องรังสีอาทิตย์จำนวน 2 ชุด แต่ล่ะชุดมีพื้นที่ 1.5 ซม. จากผลการวิจัยพบว่าเมื่อใช้ปล่องรังสีอาทิตย์ จะทำให้อุณหภูมิแตกต่างกันระหว่างอุณหภูมิภายในบ้านและอุณหภูมิอากาศแวดล้อม ลงประมาณ 2 °C ถึง 4 °C ซึ่งเป็นการแสดงความสามารถที่ดีของปล่องรังสีอาทิตย์ เพื่อใช้ในการลดภาระความร้อนของบ้าน และเหนี่ยวนำให้เกิดการถ่ายเทอากาศประมาณ 15 เท่าของปริมาตรบ้าน ต่อ ชม. ความสัมพันธ์เพื่อสมรรถนะที่เหมาะสมสำหรับการใช้ปล่องรังสีอาทิตย์ พบว่าเมื่อหน้าต่างเป็นช่องเปิด ควรใช้ช่องทางของปล่องรังสีอาทิตย์ ของผนังที่ระดับ 0.04 เมตร จากพื้นที่บ้าน และส่วนบนของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประตูเป็นช่องเปิด ควรใช้ช่องทางเข้าของปล่องรังสีอาทิตย์ของผนังที่ระดับ 1 เมตร จากพื้นบ้าน

5. S. wachirapuwadon ได้ทำการศึกษา โดยใช้ข้อมูลสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิ ความเร็วลม ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ของกรุงเทพฯ พบว่าสัดส่วนและเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมของหลังคา RSC คือ มุมเอียงควรอยู่ระหว่าง 20 –60 องศา ความยาวของหลังคา RSC ควรอยู่ระหว่าง 100-200 ซม. และขนาดความกว้างของช่องว่างอากาศระหว่างแผ่นทั้งสองไม่ควรเกิน 14 ซม.

6. T. Bunnag ได้ทำการทดลองหลังคา RSC เพื่อหาวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทยโดยใช้รูปแบบแตกต่างกัน 6 รูปแบบ แต่ละรูปแบบเป็นวัสดุแบบเดียวกับหลังคาทั่วไปในประเทศไทยซึ่งประกอบด้วย แผ่นบนเลือกใช้วัสดุ 3 ชนิด คือ กระเบื้องซีแพคโมเนีย แผ่นแอสเบสทอส ( Asbestos undulating sheet ) และแผ่นสังกะสี ( Small undulating zinc sheet ) ส่วนแผ่นล่างเลือกใช้วัสดุจาก 2 ชนิด คือ แผ่นยิปซั่ม และ ยิปซั่มแผ่นติดอลูมิเนียมฟอยล์ พบว่าวัสดุที่เหมาะสมสำหรับหลังคา RSC ประกอบด้วยแผ่นบนใช้กระเบื้องซีแพคโมเนีย และแผ่นล่างใช้วัสดุแผ่นยิปซั่มบอร์ด โดยที่ในการทดลองได้เลือกใช้ความยาวหลังคาที่ 100 ซม. ซึ่งจะให้อัตราการระบายอากาศแบบธรรมชาติโดยเฉลี่ยในช่วง 0.19-0.25 $m^3/s$

7. S.Chaima ได้ทำการศึกษาโดยใช้บ้านจำลองปริมาตรประมาณ 25 $m^3$ มีขนาดกว้าง 3.35 เมตร ยาว 3.45 เมตร และสูง 2 เมตร จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาถึงมุมเอียง ความยาว และช่องว่างอากาศที่เหมาะสมของหลังคา RSC โดยแบ่งหลังคารับรังสีอาทิตย์ออกเป็น 2 ชุด เพื่อพิจารณาถึงผลความแตกต่างของการระบายอากาศแบบธรรมชาติระหว่างช่องว่างอากาศขนาด 8 ซม. กับ 14 ซม. ซึ่งกำหนดขนาดความกว้างและยาวของหลังคารับรังสีอาทิตย์เท่ากับ 100 ซม. และ 150 ซม. ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าพื้นที่หลังคา RSC 1.5 m3 มุมเอียง 25 องศา ความยาว 150 ซม. และช่องว่างอากาศ 14 ซม. จะให้อัตราการระบายอากาศแบบธรรมชาติในช่วง 0.014-0.06 $m^3/s$ ซึ่งสูงกว่าอัตราการระบายอากาศแบบธรรมชาติเมื่อเลือกใช้ช่องว่างอากาศขนาด 8 ซม. ประมาณ 45%

8. กัมปนาท คงมีสุด ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากลมและช่องระบายอากาศที่มีต่ออัตราการระบายอากาศภายใต้หลังคารับรังสีอาทิตย์ เพื่อช่วยในการลดการสะสมของความร้อนภายในที่พักอาศัย โดยได้ทำการศึกษาหลังคารับรังสีอาทิตย์มีพื้นที่ 2 $m^2$ ประกอบด้วยกระเบื้องซี แพคโมเนียด้านบน แผ่นยิปซัมบอร์ดด้านล่าง มีช่องว่างอากาศ กว้าง 0.14 เมตร หลังคาทำมุมเอียง 30 ทดสอบโดยใช้ระบบแสงอาทิตย์เทียม ความเร็วลมที่ทำการทดลองมีค่าระหว่าง 0-3 m/s ภายใต้สภาวะความเข้มรังสีอาทิตย์เทียมคงที่ประมาณ 645 $w/m^2$ จากผลการศึกษาได้พบว่า ความเร็วลม 3.0 m/s จะให้อัตราการระบายอากาศสูงสุด ประมาณ 0.052

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$m^3/s$ ส่วนความเร็วลม 0 m/s เป็นการระบายอากาศโดยอาศัยแรงลอยตัวเพียงอย่างเดียวจะมีอัตราการระบายอากาศประมาณ 0.044 $m^3/s$ สำหรับการศึกษาพบว่าความเร็วลมยิ่งเพิ่มสูงขึ้นสามารถช่วยลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทสู่หลังคารับรังสีอาทิตย์ได้ดีขึ้น

9. นินนาท ราชประดิษฐ์ ทำการศึกษาสมรรถนะของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ในการใช้งานร่วมกับเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร โดยใช้ระบบหลังคารังสีอาทิตย์ RSC ประกอบ ด้วย กระเบื้องCPAC ช่องอากาศ 14 ซม. และแผ่นยิบซัมบอร์ด กับผนังรับรังสีอาทิตย์แบบดัดแปลง MTW ประกอบด้วย ผนังก่ออิฐ ช่องอากาศ 14 ซม. และยิบซัมบอร์ด มีการควบคุมปริมาณการระบายอากาศด้วยช่องเปิด หลังคา 3 ขนาด และผนัง 3 ขนาด จากผลการทดลองเมื่อนำหลักการปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ มาประยุกต์ใช้จะลดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับ อากาศ ได้ประมาณ 10-15% และช่องเปิดขนาด 5x5 ซม. เป็นขนาดที่มีการลดความร้อนต่อปริมาณการระบายอากาศมากที่สุด ซึ่งมีสมรรถนะการระบายอากาศ 3 – 8 $m^3/hr/Scunit$

10. พงศกร เกิดช้าง ทำการศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบหลังคาปล่องรังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและอัตราการไหลของอากาศ โดยการเปรียบเทียบกับบ้านแบบหลังคาไม่มีปล่องรังสีอาทิตย์ ซึ่งบ้านจำลอง 5 หลังมีขนาดปริมาตร 1.5 $m^3$ โดยใช้กระเบื้อง CPAC และแผ่น Gypsum board เป็นผนัง หลังคา และฝ้าเพดาน ส่วนโครงสร้างทำด้วยไม้ทั้งหมด ได้ผลว่าบ้านจำลอง 3 หลังที่มีปล่องรังสีอาทิตย์ ให้อัตราการไหลของอากาศเชิงปริมาตร ประมาณ 0.01 $m^3/min$ บ้านจำลองอีก 2 หลังนั้นมีหลังคาธรรมดาไม่มีการไหลของอากาศ และพบว่าล้านที่มีการไหลของอากาศมีอุณหภูมิต่ำกว่า บ้านที่ไม่มีการไหลของอากาศ บ้านที่มีการติดฝ้าเพดานมีอุณหภูมิต่ำกว่าบ้านที่ไม่มีฝ้าเพดาน บ้านที่นำฉนวนกันความร้อนมาปิดทับฝ้าเพดาน มีอุณหภูมิต่ำกว่าบ้านที่ไม่มีฉนวนกันความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# หลักขั้นตอนและวิธีการวิจัยทดลอง

## 3.1 หลักเกณฑ์ศึกษาที่ใช้ในการวิจัยทดสอบ

ปล่องรังสีอาทิตย์เป็นการประยุกต์มาจากปรากฏการณ์ลมลอยตัว มีลักษณะคือ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์จะติดตั้งอยู่ที่ด้านบน ของหลังคาซึ่งเชื่อมติดกับภายในบ้านตรงส่วนที่เป็นช่องเพดานหรือผนัง เมื่ออากาศภายในบ้านมีอุณหภูมิสูง อากาศร้อนจะลอยตัวสูงขึ้นออกสู่ภายนอกที่ส่วนบนของปล่องเป็นโลหะซึ่งเป็นส่วนที่ได้รับรังสีอาทิตย์ที่ผิวของปล่องทำให้มีอุณหภูมิสูง เกิดการเหนี่ยวนำอากาศให้มีความเร็วเพิ่มขึ้น และอากาศที่เย็นกว่าจะเข้ามาแทนที่โดยผ่านช่องเปิดต่างๆ ทำให้อากาศภายในบ้านมีอุณหภูมิลดลง

### 3.1.1 ขั้นตอนรายละเอียดการออกแบบปล่องรังสีอาทิตย์

จากข้อมูลที่ได้ทำการศึกษา ได้ผลสรุปจากการวิจัยที่เกี่ยวกับปล่องรังสีอาทิตย์แบบต่างๆ ในแนวเอียงตามมุมองศาหลังคา และแบบผนัง ปล่องรังสีอาทิตย์ควรมีช่องกว้าง 0.14 - 0.15 เมตร ยาวประมาณ 1.00 - 1.50 เมตร วัสดุที่ใช้เป็นกระเบื้องซีแพค กับแผ่นยิบซัมบอร์ด ได้นำมาทำการประยุกต์ใช้กับปล่องรังสีอาทิตย์ ในแนวตั้งโดยให้ตัวปล่องเป็นโลหะเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความร้อนเนื่องจำโลหะเป็นตัวนำความร้อนที่ดี ด้วยการทำเป็นตัวสมมุติฐานหลักใช้เปรียบเทียบกับตัวปล่องรังสีอาทิตย์รูปแบบอื่นๆ ที่ใช้ในการทดสอบ

### 3.1.2 ขั้นตอนรายละเอียดการออกแบบ หน่วยทดสอบ

เนื่องจาก ต้องการแก้ปัญหาในเรื่องการระบายอากาศแบบธรรมชาติให้กับบ้านพักอาศัยที่ไม่สามารถใช้ลมจากภายนอกเข้ามาช่วย เช่น บ้านในเมือง ชุมชนหนาแน่นแออัด จึงได้ทำการออกแบบหน่วยทดสอบขนาด 1.00x1.00 เมตรโดยมีที่บ้านทั่วไปใช้กันคือ 3.00 เมตร แทนบ้านทั่วไป โดยทำการศึกษาแบบ 2 สภาวะคือในสภาวะปกติที่เปิดช่องลมเข้าให้มีการถ่ายเทอากาศได้เองตามธรรมชาติ และแบบสภาพปิดช่องลมเข้า เป็นการจำลองสภาพบ้านที่มีอากาศถ่ายเทแบบปิดสนิทเพื่อเปรียบเทียบกัน เนื่องจากการวิจัยโดยใช้สภาพแวดล้อมภูมิอากาศจริง มีตัวแปรต่างๆ มากมาย จึงต้องใช้ตัวแปรหลักที่มีผลกับสภาวะน่าสบายมาใช้ในการเปรียบเทียบศึกษาซึ่งแต่ละตัวต่างมีความ สัมพันธ์ ซึ่งกันและกัน ดังนี้ อุณหภูมิอากาศภายนอก ค่ารังสีอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม ส่วนภายในศึกษาอิทธิพลของปล่องรังสีอาทิตย์แบบต่างๆ ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศและความเร็วลมภายในห้องที่มีอากาศผ่านเข้ามา กับไม่มีอากาศผ่านเข้ามา จึงต้องมีการเปิดและปิดช่องลมเข้าโดยตัวหน่วยทดสอบ ต้องมีระยะห่างไม่ให้มีการบังลมและบังแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาทิตย์กันนอกจากนั้นยังต้องมีการป้องกันความเร็วลมจากภายนอกด้วยการ ติดตั้งฉากกันลมบริเวณทางช่องลมเข้าภายในหน่วยทดสอบด้วย

## 3.2 การเตรียมการทดลองวิธีดำเนินการวิจัยการทดสอบ

### 3.2.1 สถานที่ทำการทดลอง

เริ่มต้นได้ทำการปลูกสร้างหน่วยทดสอบ เตรียมอุปกรณ์การวิจัยและติดตั้งขึ้นภายในพื้นที่ของ อ่าวอุดมการช่าง อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี เพื่อใช้เป็นที่ศึกษาวิจัยทดลอง โดยก่อสร้างหน่วยทดสอบขึ้น 2 หลังเหมือนกันและติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์แบบต่างๆ

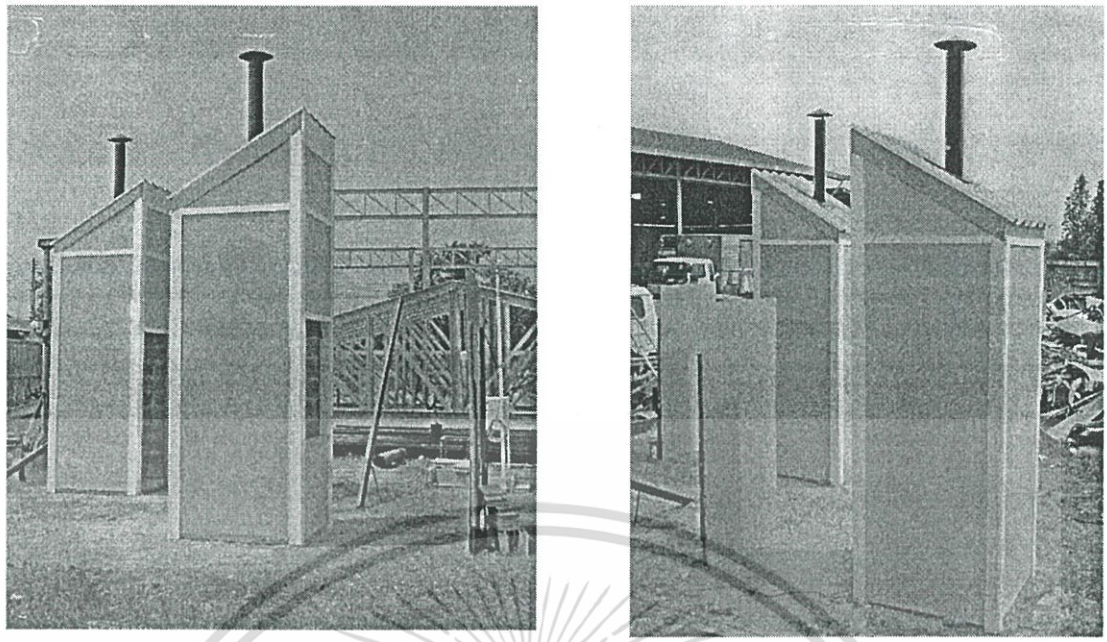
### 3.2.2 รายละเอียดลักษณะรูปแบบ หน่วยทดสอบ และปล่องรังสีอาทิตย์ที่ใช้ทำการทดลอง

3.2.2.1 ลักษณะของ หน่วยทดสอบที่สร้างขึ้นมีขนาดความกว้าง 1.00 เมตร ความยาว 1.00 เมตร และความสูง 3.00 เมตร โดยมีขนาดพื้นที่บ้าน 1 ตารางเมตร โครงสร้างเป็นเหล็ก ป้องกันรังสีอาทิตย์ด้วยการบุโฟมหนา 2 นิ้วป้องกันมีความหนาแน่น 9 $kg/m^3$มีค่าการนำความร้อน 0.047 $W/m^{\circ}C$ มีค่าความต้านทานความร้อน 0.522 $(m^{2\circ}C)/w$ ตัวหน่วยทดสอบก่อด้วยอิฐบล๊อคฉาบปูนเรียบมีค่าการนำความร้อน0.8797 $W/m^{\circ}C$ ส่วนบนของหลังคาเป็นแผ่นกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน(ลอนคู่)หนา 10 มม.มีความหนาแน่น 1800 $kg/m^3$มีค่าการนำความร้อน 0.441 w/m k มีค่าความต้านทานความร้อน 0.05 $(m^{2\circ}C)/w$ เอียงลาดไปทางทิศใต้ ฝ้าเพดานบุแผ่นยิบซัมบอร์ด12 มม.มีฟอยด์มีความหนาแน่น 800 $kg/m^3$มีค่าการนำความร้อน 0.1258 w/m k มีค่าความต้านทานความร้อน 0.047 $(m^{2\circ}C)/w$ Aluminum foil มีค่าการสะท้อนรังสี 0.95

3.2.2.2 สำหรับปล่องรังสีอาทิตย์ที่ใช้ทดสอบมี 5 ลักษณะ ทำมุม 90 องศาตั้งฉาก กับแนวราบ ซึ่งปล่องรังสีอาทิตย์ที่ใช้ทำการทดลอง มีลักษณะดังนี้

- ตัวปล่องทำด้วยโลหะสังกะสีค่าการนำความร้อน 1.024 w/m k ทาสีดำ
- รัศมีของปล่องภายใน 0.15 เมตรและ 0.30 เมตร
- ลักษณะปล่องมีแบบเป็นทรงกระบอกกลม และแบบเหลี่ยม
- ความสูงของปล่องมี 1.00 , 1.50 และ 2.00 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



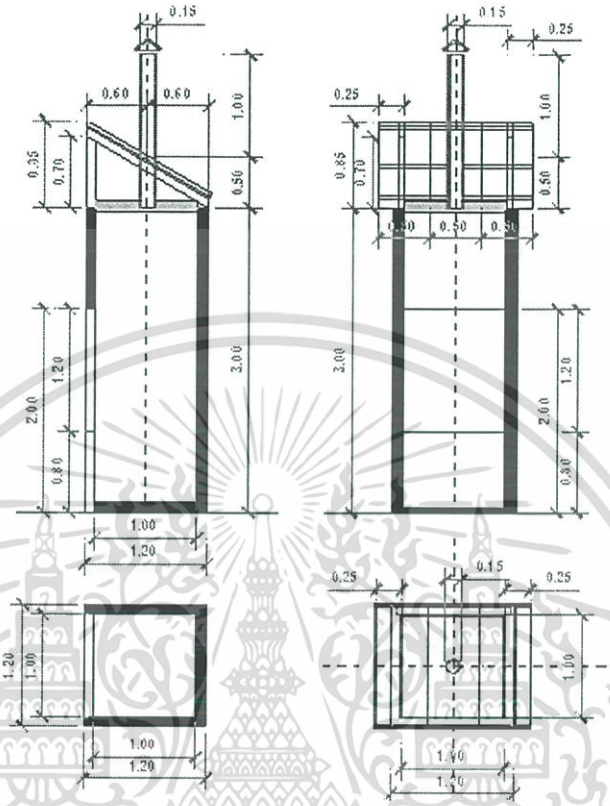
ภาพที่ 3.1 แสดงรูปหน่วยทดสอบ บ้านจำลองที่ใช้ในการทำการทดสอบ

ภาพที่ 3.2 แสดงรูปปล่องรังสีอาทิตย์รูปแบบต่างๆ ที่ใช้ในการทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.3 รายละเอียดโครงสร้างหน่วยทดสอบและปล่องรังสีอาทิตย์แบบต่างๆ

### 3.3.1 หน่วยทดสอบแบบที่ 1 เป็นตัวคงที่

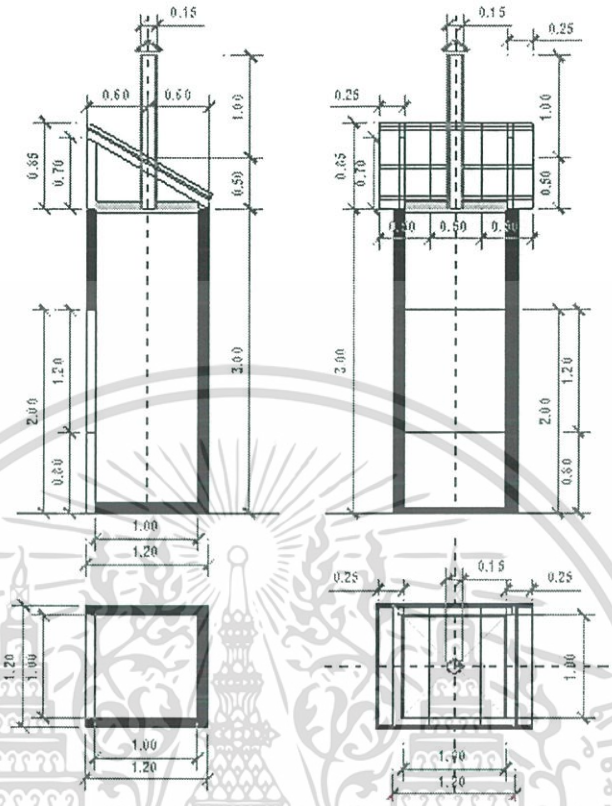



**ภาพที่ 3.3** แสดงผังพื้น ผังหลังคาและรูปตัดหน้าตรง ด้านข้าง หน่วยทดสอบแบบที่ 1

- หน่วยทดสอบมีขนาดภายใน 1.00 X 1.00 สูง 3.00 เมตร ระดับฝ้าเพดาน ผนังก่อคอนกรีตบล็อคฉาบปูนเรียบ พื้นคอนกรีตหนา 0.10 เมตร มีช่องลมเข้าแบบหน้าต่างขนาด 1.00 x 1.20 เมตร
- ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ด มีอลูมิเนียมฟอยล์สะท้อนรังสีความร้อน
- โครงหลังคาเป็นเหล็ก จันทัน 1 ½" x 3" x 0.02 เมตร
  แประแนง 1" x 1"
- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ไยหิน(ลอนคู่) มีมุมเอียง 30 องศาจากแนวระดับขนาด 0.50 x 1.20 เมตร หนา 0.05 เมตรน้ำหนักประมาณ 6.2 กิโลกรัม/ แผ่น
- ปล่องรังสีอาทิตย์ของหน่วยทดสอบที่ 1 เป็นปล่องโลหะทาสีดำ หน้าตัดวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.15 เมตร ปล่องสูง 1.50 เมตร แต่ความสูงที่รับรังสีอาทิตย์ 1.00 เมตร
- ชายคาด้านข้าง ยื่นออกมาแนวระดับ 0.25 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 หน่วยทดสอบแบบที่ 2 ทดสอบเรื่องช่องลมเข้าหน่วยทดสอบ



**ภาพที่ 3.4** แสดงผังพื้น ผังหลังคาและรูปตัดหน้าตรง ด้านข้าง หน่วยทดสอบแบบที่ 2

- หน่วยทดสอบมีขนาดภายใน 1.00 X 1.00 สูง 3.00 เมตร ระดับฝ้าเพดาน ผนังก่อคอนกรีตบล็อคฉาบปูนเรียบ พื้นคอนกรีตหนา 0.10 เมตร มีช่องลมเข้าแบบประตูขนาด 1.00 x 2.00 เมตร

- ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ด มีอลูมิเนียมฟอยล์สะท้อนรังสีความร้อน

- โครงหลังคาเป็นเหล็ก จันทัน 1 ½" x 3" x 0.02 เมตร

แปะแนง 1" x 1"

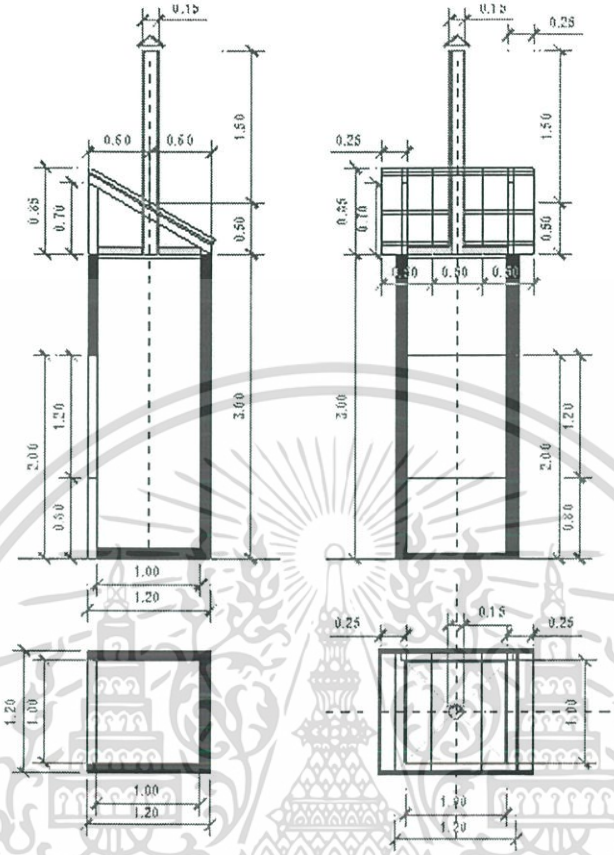
- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน(ลอนคู่) มีมุมเอียง 30 องศาจากแนวระดับขนาด 0.50 x 1.20 เมตร หนา 0.05 เมตรน้ำหนักประมาณ 6.2 กิโลกรัม/ แผ่น

- ปล่องรังสีอาทิตย์ของหน่วยทดสอบที่ 2 เป็นปล่องโลหะทาสีดำ หน้าตัดวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.15 เมตร ปล่องสูง 1.50 เมตร แต่ความสูงที่รับรังสีอาทิตย์ 1.00 เมตร

- ชายคาด้านข้าง ยื่นออกมาแนวระดับ 0.25 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.3 หน่วยทดสอบแบบที่ 3 ทดสอบเรื่องความสูง ครั้งที่ 1



**ภาพที่** 3.5 แสดงผังพื้น ผังหลังคาและรูปตัดหน้าตรง ด้านข้าง หน่วยทดสอบแบบที่ 3

- หน่วยทดสอบมีขนาดภายใน 1.00 X 1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ระดับฝ้าเพดาน ก่ออิฐบล็อค ฉาบปูนเรียบ พื้นคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตร มีช่องลมเข้าขนาดหน้าต่าง 1.00 x 1.20 เมตร

- ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ด มีอลูมิเนียมฟอยล์สะท้อนรังสีความร้อน

- โครงหลังคาเป็นเหล็ก จันทัน 1 ½" x 3" x 0.02 เมตร

แประแนง 1" x 1"

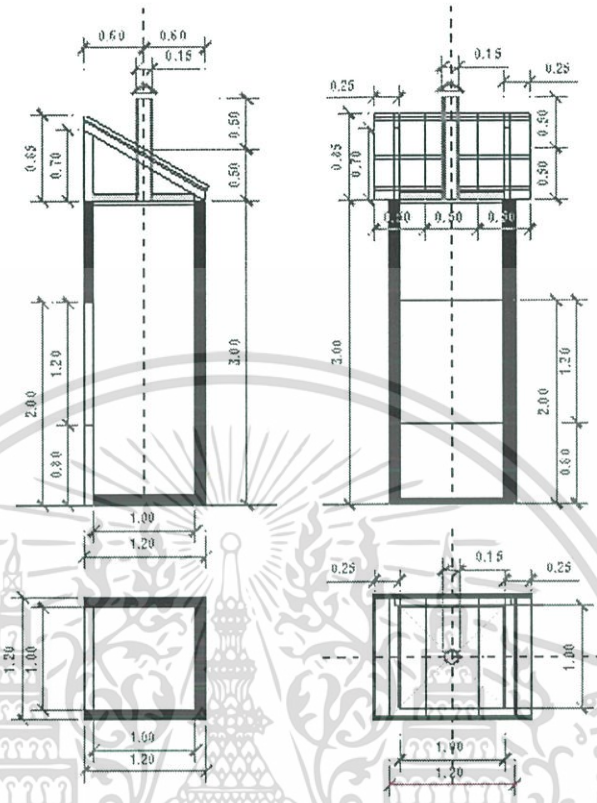
- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน(ลอนคู่) มีมุมเอียง 30 $^{\circ}$ จากแนวระดับ ขนาด 0.50 x 1.20 เมตร หนา 0.05 เมตร น้ำหนักประมาณ 6.2 kg/ แผ่น

- ปล่องรังสีอาทิตย์หน่วยทดสอบที่ 3 ที่เป็นปล่องโลหะหน้าตัดวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.15 เมตร ปล่องสูง 2.00 เมตร แต่ความสูงที่รับรังสีอาทิตย์ 1.50 เมตร

- ชายคาด้านข้าง ยื่นออกมาแนวระดับ 0.25 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.4 หน่วยทดสอบแบบที่ 4 ทดสอบเรื่องความสูง ครั้งที่ 2

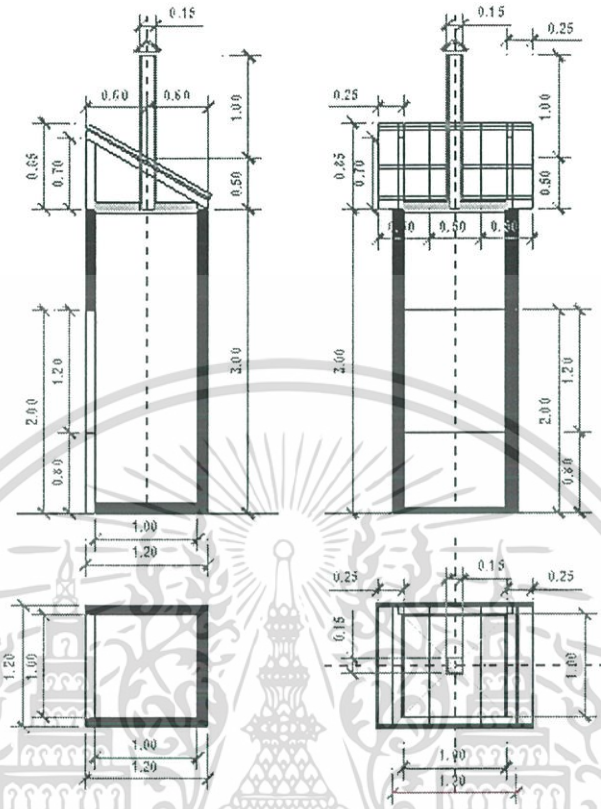


**ภาพที่ 3.6** แสดงผังพื้น ผังหลังคาและรูปตัดหน้าตรง ด้านข้าง หน่วยทดสอบแบบที่ 4

- หน่วยทดสอบมีขนาดภายใน 1.00 X 1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ระดับฝ้าเพดาน ก่ออิฐบล็อค ฉาบปูนเรียบ พื้นคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตร มีช่องลมเข้าขนาดหน้าต่าง 1.00 x 1.20 เมตร
- ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ด มีอลูมิเนียมฟอยล์สะท้อนรังสีความร้อน
- โครงหลังคาเป็นเหล็ก จันทัน 1 ½" x 3" x 0.02 เมตร
  แประแนง 1" x 1"
- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน(ลอนคู่) มีมุมเอียง 30 ° จากแนวระดับ ขนาด 0.50 x 1.20 เมตร หนา 0.05 เมตร น้ำหนักประมาณ 6.2 kg/ แผ่น
- ปล่องรังสีอาทิตย์หน่วยทดสอบที่ 4 ที่เป็นปล่องโลหะหน้าตัดวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.15 เมตร ปล่องสูง 1.00 เมตร แต่ความสูงที่รับรังสีอาทิตย์ 0.50 เมตร
- ชายคาด้านข้าง ยื่นออกมาแนวระดับ 0.25 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.5 หน่วยทดสอบแบบที่ 5 ทดสอบเรื่องรูปทรงทางเข้าออกของปล่องรังสีอาทิตย์



ภาพที่ 3.7 แสดงผังพื้น ผังหลังคาและรูปตัดหน้าตรง ด้านข้าง หน่วยทดสอบแบบที่ 5

- หน่วยทดสอบมีขนาดภายใน 1.00 X 1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ระดับฝ้าเพดาน ก่ออิฐบล็อค ฉาบปูนเรียบ พื้นคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตร มีช่องลมเข้าขนาดหน้าต่าง 1.00 x 1.20 เมตร

- ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ด มีอลูมิเนียมฟอยล์สะท้อนรังสีความร้อน

- โครงหลังคาเป็นเหล็ก จันทัน 1 ½" x 3" x 0.02 เมตร

แประแนง 1" x 1"

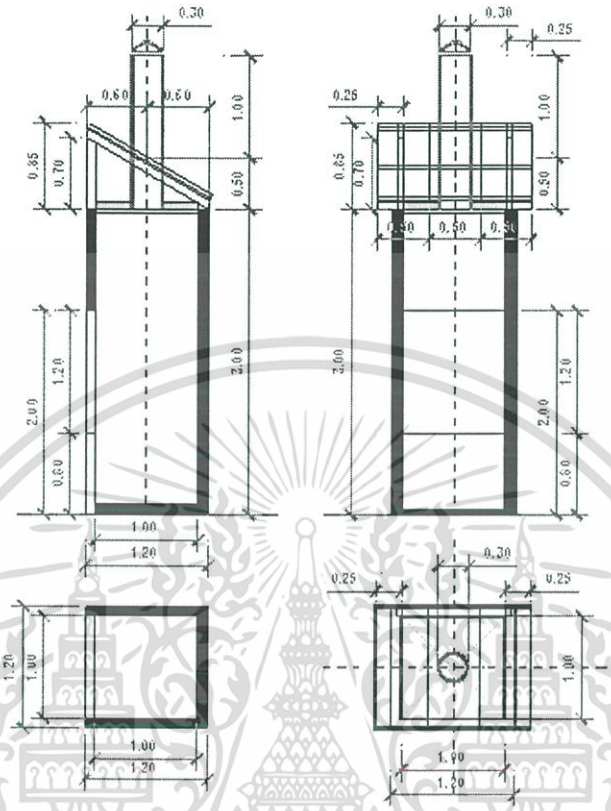
- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน(ลอนคู่) มีมุมเอียง 30 ° จากแนวระดับ ขนาด 0.50 x 1.20 เมตร หนา 5 มิลลิเมตร น้ำหนักประมาณ 6.2 kg/ แผ่น

- ปล่องรังสีอาทิตย์หน่วยทดสอบที่ 5 ที่เป็นปล่องโลหะหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีขนาด 0.15 x 0.15 เมตร ปล่องสูง 1.50 เมตร แต่ความสูงที่รับรังสีอาทิตย์ 1.00 เมตร

- ชายคาด้านข้าง ยื่นออกมาแนวระดับ 0.25 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.6 หน่วยทดสอบแบบที่ 6 ทดสอบเรื่องขนาดทางเข้าออกของปล่องรังสีอาทิตย์



ภาพที่ 3.8 แสดงผังพื้น ผังหลังคาและรูปตัดหน้าตรง ด้านข้าง หน่วยทดสอบแบบที่ 6

- หน่วยทดสอบมีขนาดภายใน 1.00 X 1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ระดับฝ้าเพดาน ก่ออิฐบล็อค ฉาบปูนเรียบ พื้นคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตร มีช่องลมเข้าขนาดหน้าต่าง 1.00 x 1.20 เมตร
- ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ด มีอลูมิเนียมฟอยล์สะท้อนรังสีความร้อน
- โครงหลังคาเป็นเหล็ก จันทัน 1 ½" x 3" x 0.02 เมตร
  แปะแนง 1" x 1"
- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ไยหิน(ลอนคู่) มีมุมเอียง 30 ° จากแนวระดับ ขนาด 0.50 x 1.20 เมตร หนา 0.05 เมตร น้ำหนักประมาณ 6.2 kg/ แผ่น
- ปล่องรังสีอาทิตย์หน่วยทดสอบที่ 6 ที่เป็นปล่องโลหะหน้าตัดวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 เมตร ปล่องสูง 1.50 เมตร แต่ความสูงที่รับรังสีอาทิตย์ 1.00 เมตร
- ชายคาด้านข้าง ยื่นออกมาแนวระดับ 0.25 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

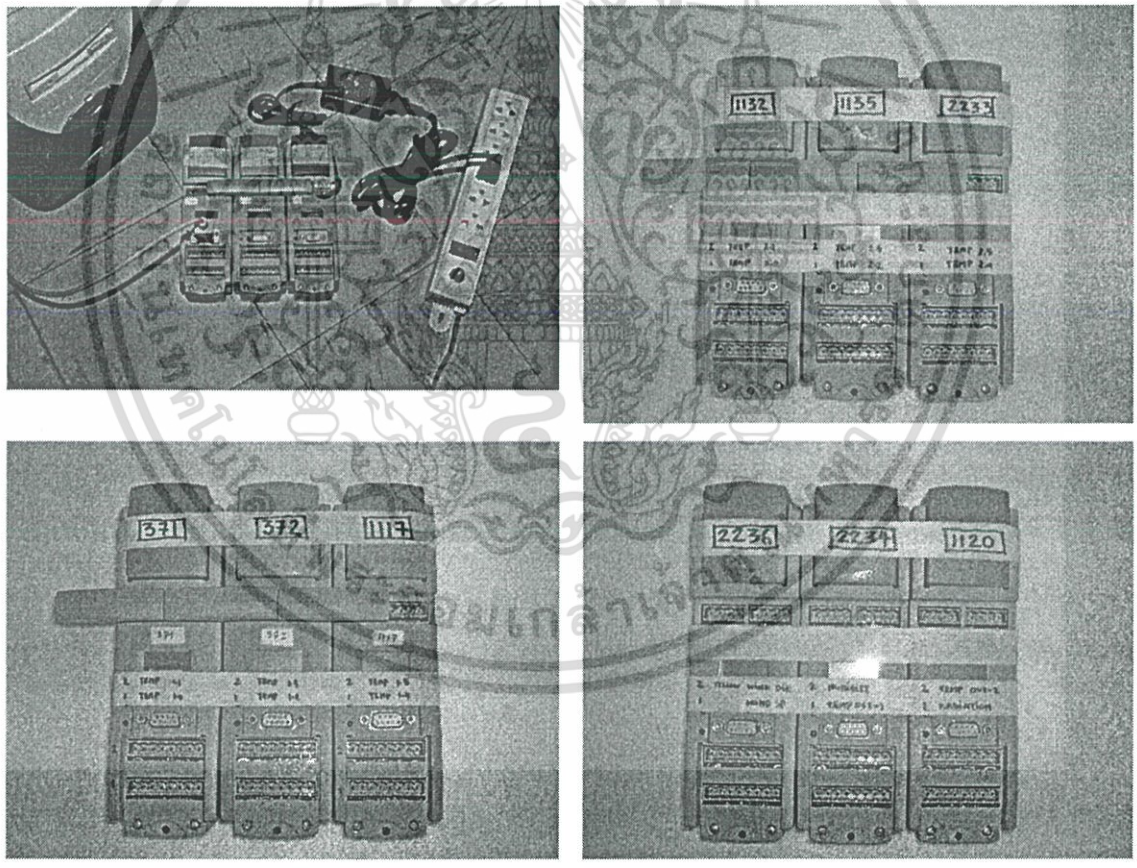
## 3.4 เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือวัดสำหรับใช้ในการเก็บข้อมูล ซึ่งมีลักษณะการใช้งานต่างกันตามวัตถุประสงค์ ซึ่งต้องทราบถึงคุณสมบัติ ความสามารถของเครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในการทำการทดลองเก็บข้อมูล แสดงตามลำดับดังนี้

**เครื่องมือวัดผลและบันทึกข้อมูล**

3.4.1 **เครื่องบันทึกข้อมูล** ( OPUS200 ) Data Logger , Portable Hybrid Recorder

เป็นเครื่องมือบันทึกข้อมูล ซึ่งใช้สำหรับต่อกับสายวัดอุณหภูมิ , ความชื้น , อุปกรณ์วัดค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ , อุปกรณ์วัดทิศทางลมและความเร็วลม โดยต่อกับขั้วด้านหลังซึ่งมีทั้งหมด 2 ช่องสัญญาณ ข้อมูลที่ได้สามารถแสดงเป็นตัวเลข หรือ กราฟโดยใช้ Software Smart Control 1.0 ในการดึงข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์

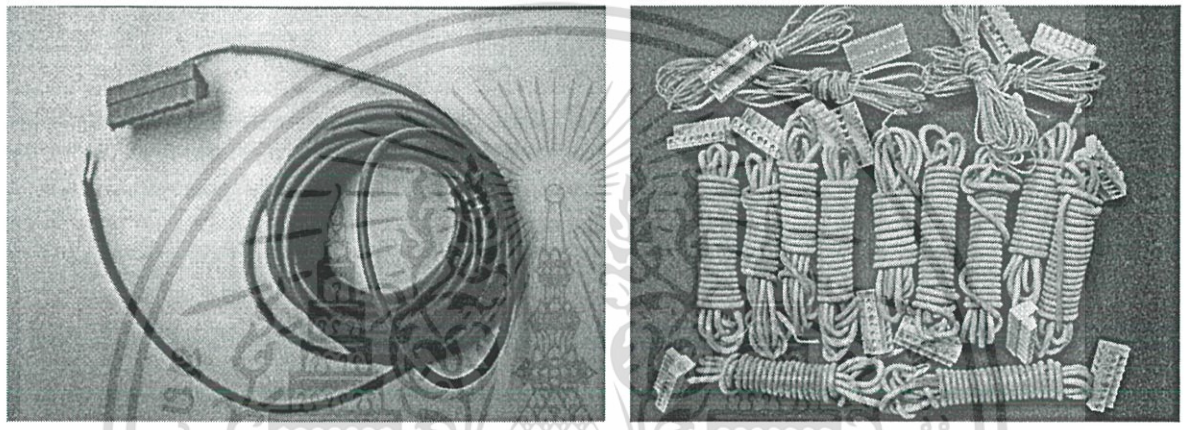



**ภาพที่** 3.9 เครื่องบันทึกข้อมูล ( OPUS200 ) ต่อเชื่อมกับเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 **สายวัดอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K ( Thermocouple Wire Type K )**

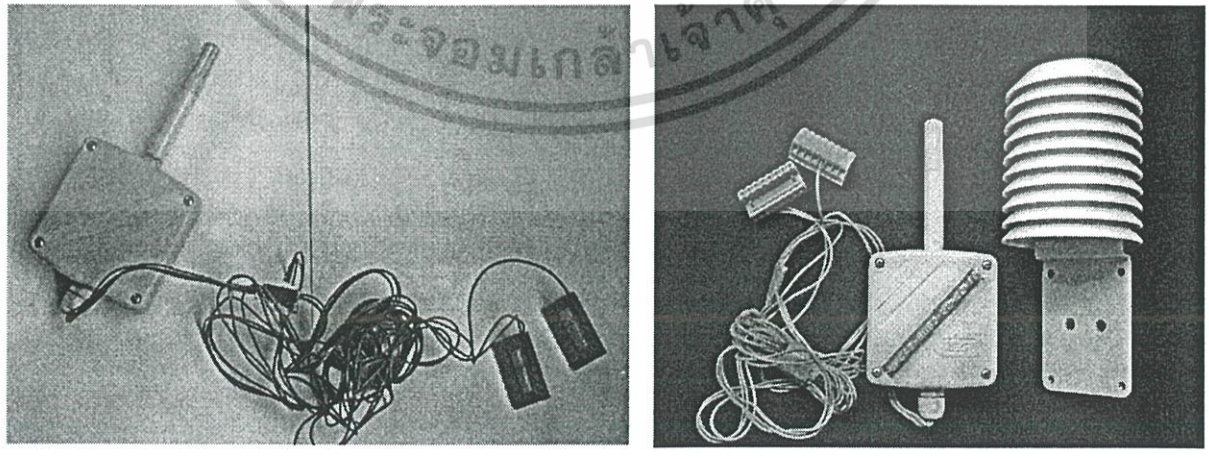
เป็นสายวัดอุณหภูมิที่ใช้กับเครื่องบันทึกข้อมูล OPUS เป็นสาย Thermo Couple ชนิด Type K โดยปลายสายที่ใช้วัดอุณหภูมิจะต้องปลอกที่หุ้มสายออก แล้วพันลวดทั้งสองสายเชื่อมกัน ซึ่งสามารถใช้งานในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ –20 ถึง 90 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของสายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K CA WCA-G วัสดุที่เป็นฉนวนภายนอกสายเป็นไวนีล ซึ่งสอบเทียบกับเครื่องสอบเทียบอุณหภูมิ Temperature Calibrator ( Comak : model D55SE ) โดยช่วงอุณหภูมิที่ใช้สำหรับสอบเทียบตั้งแต่ 20 – 70 องศาเซลเซียส มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง -0.50 ถึง +0.1°C



**ภาพที่** 3.10 สายวัดอุณหภูมิ ( Thermo Couple K )

3.4.3 **เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น** ( Universal Use )

เป็นเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นที่ใช้กับเครื่องบันทึกข้อมูล OPUS200 โดยใช้ประกอบกับอุปกรณ์ป้องกันรังสีอาทิตย์ Radiation Shield

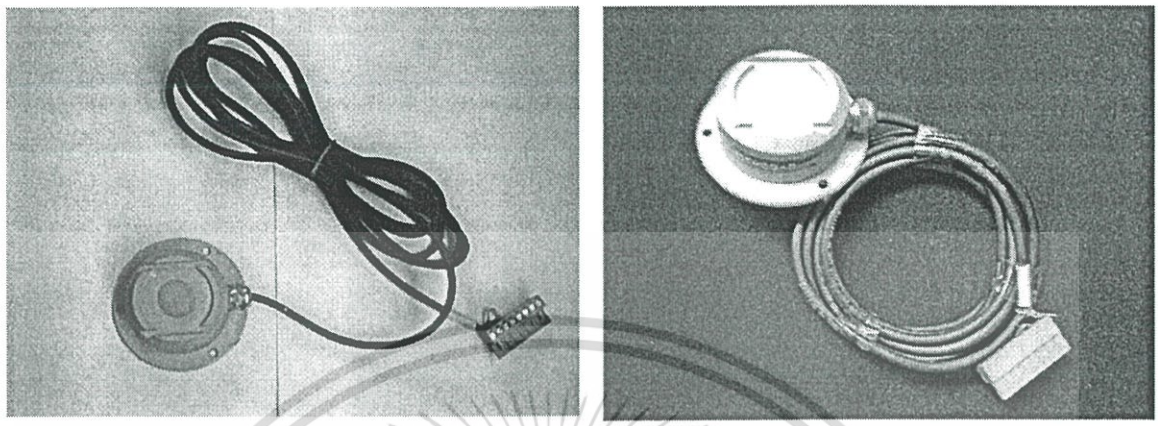


**ภาพที่** 3.11 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น ( Universal Use )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 **เครื่องวัดการแผ่รังสีดวงอาทิตย์** ( Paranometer )

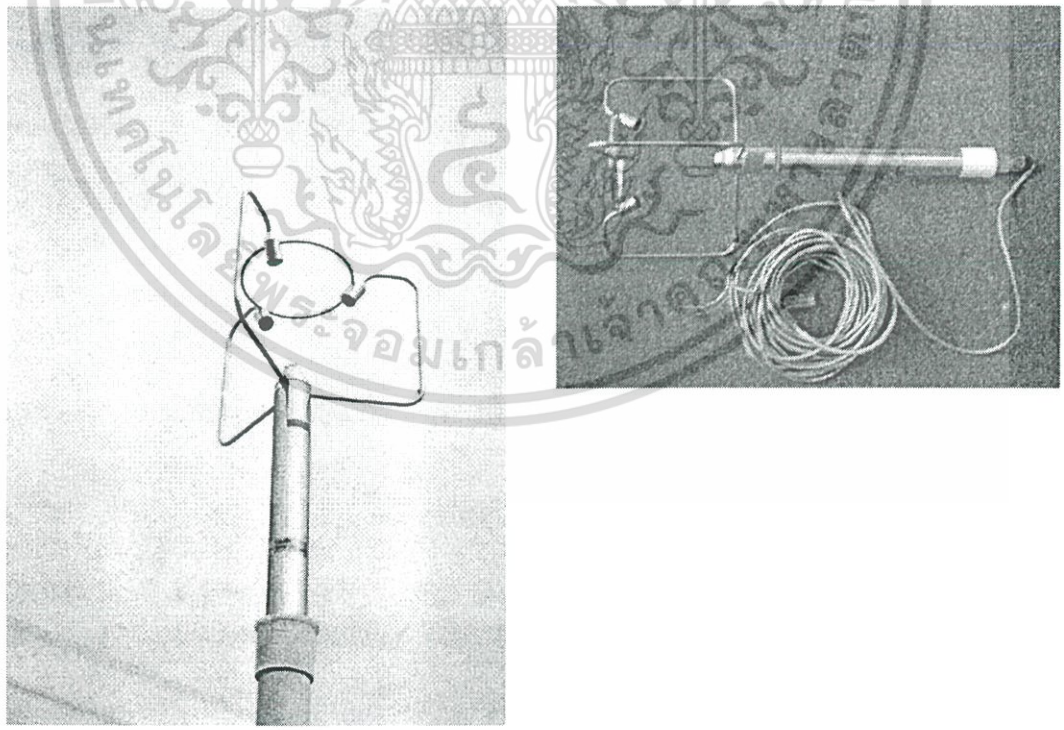
เป็นเครื่องวัดค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์บนพื้น โดยใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์เครื่องบันทึกข้อมูล OPUS200



**ภาพที่** 3.12 เครื่องวัดการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ( Paranometer )

3.4.5 **เครื่องวัดทิศทางและความเร็วลมภายนอก** ( Usonic )

เป็นเครื่องวัดทิศทางลมและความเร็วลม โดยใช้ต่อเข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูล OPUS200 โดยต้องติดตั้งในที่โล่งกลางแจ้งสูงจากพื้นดินอย่างน้อย 2.5 เมตร



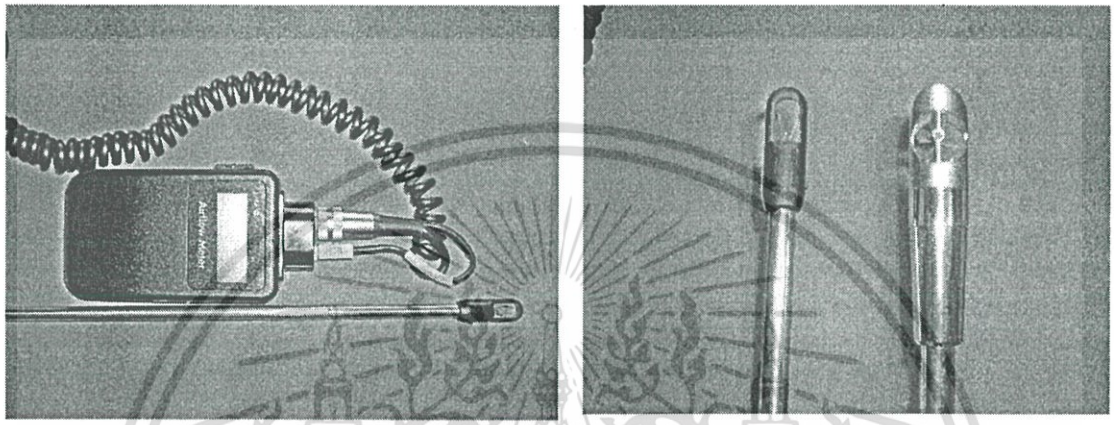
**ภาพที่** 3.13 เครื่องวัดทิศทางและความเร็วลม ( Usonic )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 **เครื่องวัดความเร็วลมฮอทวายร์แอนนีโมมิเตอร์** (Hot Wire Anemometer)

ใช้ในการวัดความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบ และภายในปล่องรังสีอาทิตย์แบบต่างๆ และสามารถวัดความเร็วลมได้ตั้งแต่ 0 - 50 m/s ซึ่งมีความละเอียดในการแสดงผลทศนิยมได้ถึง 2 ตำแหน่ง โดยมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.5% ของ full scale

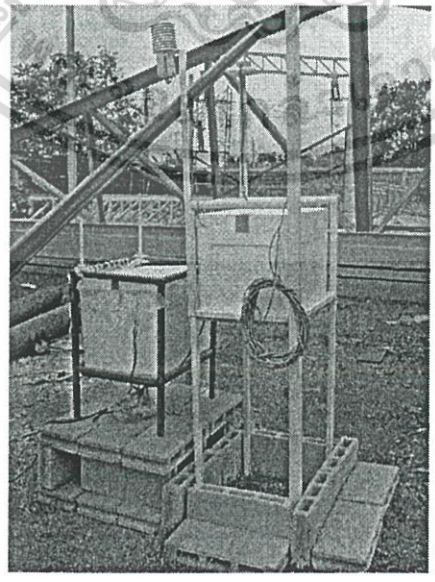
เป็นเครื่องวัดความเร็วลมแบบใช้คนวัด โดยใช้หัวที่มีเซนเซอร์วัดความเร็วลม ติดอยู่ยื่นเข้าไปตั้งฉากกับลมภายในหน่วยทดสอบและปล่องรังสีอาทิตย์ที่ทำการทดลอง



**ภาพที่** 3.14 เครื่องวัดความเร็วลม ( Hot Wire Anemometer )

3.4.7 **ตู้สกรีนป้องกันรังสีภายนอก** ( Meteorological Screen )

เป็นตู้โฟมโครงเหล็ก 4 ขาทาสีขาวทุกส่วน ไว้ใส่อุปกรณ์ในการวัดค่าต่างๆ ภายนอก เพื่อป้องกันรังสีจากดวงอาทิตย์ ลมฝน และตัวแปรอื่นที่จะมีผลกระทบกับค่าที่ทำการวัด โดยติดตั้งพื้นตู้สูงจากพื้นดิน 1.2เมตร ส่วนขายึดติดให้แน่น ป้องกันการเคลื่อนที่

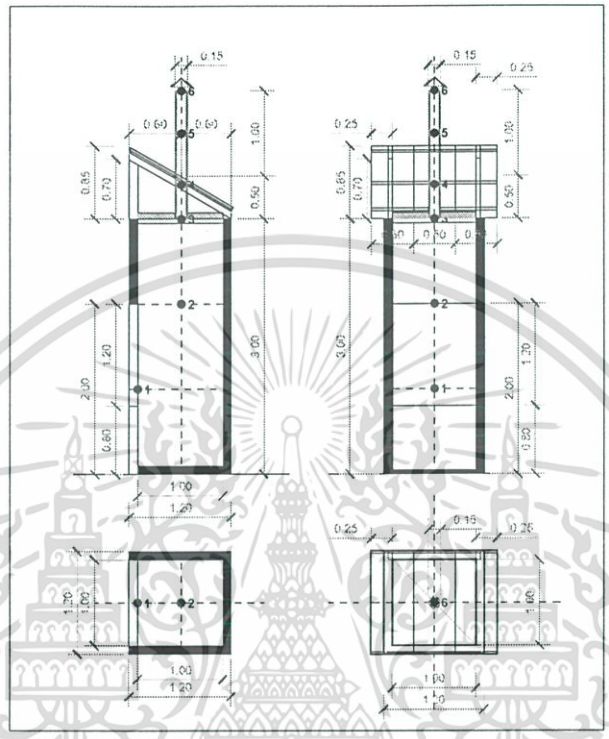


**ภาพที่** 3.15 ตู้สกรีนป้องกันรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.5 การเตรียมการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์การวัด

ตำแหน่งในการติดตั้งเซนเซอร์เพื่อใช้วัดอุณหภูมิและตำแหน่งในการวัดความเร็วลมภายใน หน่วยทดสอบและปล่องรังสีอาทิตย์



**ภาพที่** 3.16 แสดงตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิและตำแหน่งในการวัดความเร็วลม

**ในการวัดค่าอุณหภูมิแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลักดังนี้**

1. จุดที่วัดอุณหภูมิและความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบ

ติดตั้งเซนซอร์วัดอุณหภูมิจุดกลางของหน่วยทดสอบ ส่วนกานวัดความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบวัดที่ช่องลมเข้าหน่วยทดสอบและระดับพื้นล่างในกรณีที่ ทำการทดสอบในสภาวะเปิด ในระดับความสูงจากพื้น 1.50 เมตร

2. จุดที่วัดอุณหภูมิและความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์

- จุดช่องทางเข้าปล่อง ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่ช่องทางเข้าปล่องระดับใต้ฝ้าเพดาน ส่วนความเร็วลมวัดที่ช่องทางเข้าปล่องสูงจากพื้น 3.00 เมตร
- จุดตรงกลางปล่อง ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิไว้ที่กลางของปล่อง ส่วนความเร็วลมวัดจากช่องตรงกลางที่ตัวปล่องรังสีอาทิตย์โดยทำการเจาะช่องแล้วมีที่ปิดไว้
- จุดที่ผิวปล่อง ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิไว้ที่ผิวภายในตรงกลางของปล่องรังสีอาทิตย์ด้านที่หันไปทางทิศใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จุดช่องทางออกปล่อง ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิไว้ที่ช่องทางออกของปล่องรังสีอาทิตย์ ส่วนความเร็วลมวัดที่ช่องทางออกด้านบนสุดของปล่องรังสีอาทิตย์ และมีการวัดลมภายนอกระดับเดียวกับช่องทางออกของปล่องรังสีอาทิตย์ด้วย

### 3.5.1 ตำแหน่งการติดตั้ง sensor วัดอุณหภูมิ

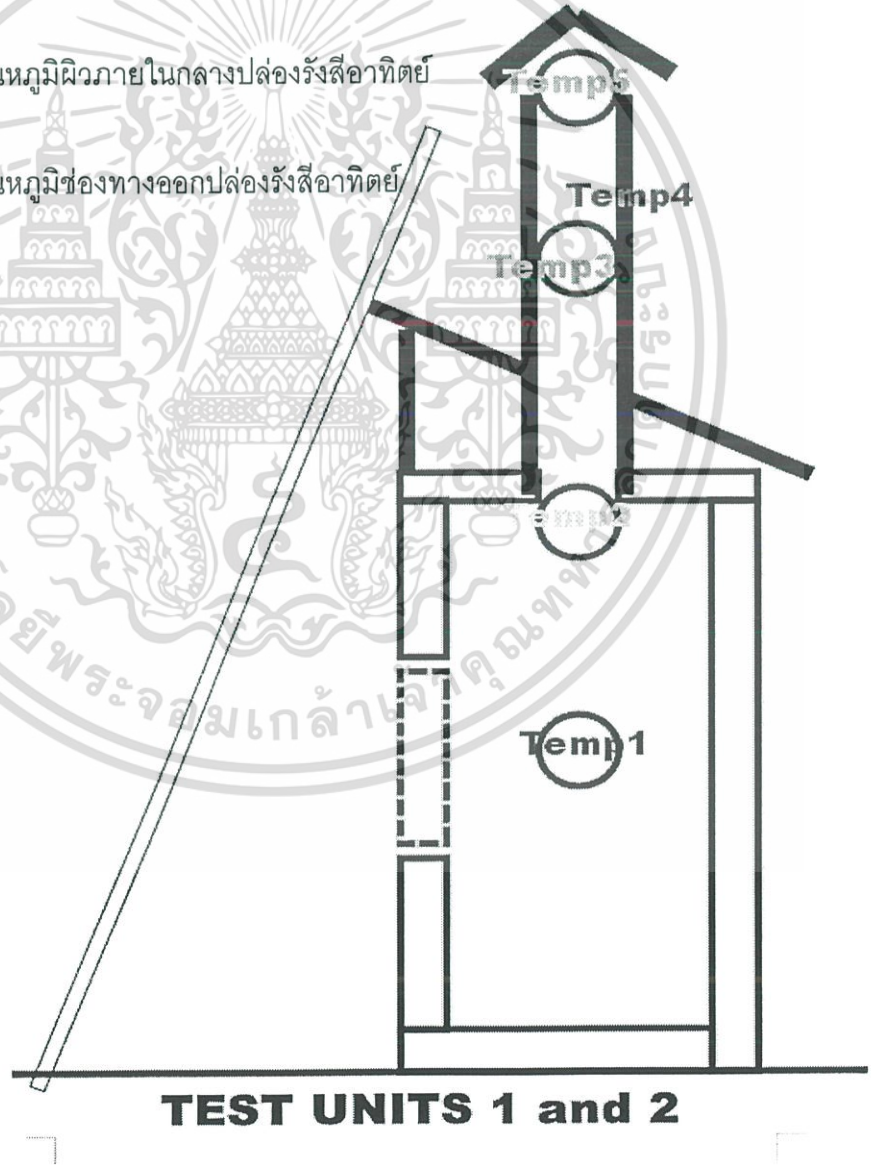
**Temp1**
คือ ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ

**Temp2**
คือ ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิช่องทางเข้าปล่องรังสีอาทิตย์

**Temp3**
คือ ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิภายในตรงกลางปล่องรังสีอาทิตย์

**Temp4**
คือ ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิผิวภายในกลางปล่องรังสีอาทิตย์

**Temp5**
คือ ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิช่องทางออกปล่องรังสีอาทิตย์




**ภาพที่** 3.17 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ และภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ของหน่วยทดสอบ1 และ หน่วยทดสอบ 2 ทั้งในสภาวะเปิดและปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ตำแหน่งการวัดความเร็วลมการทดลองแบบที่ 1

**Point 1**

คือ การวัดความเร็วลมที่ช่องทางเข้าหน่วยทดสอบ

**Point 2**

คือ การวัดความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบที่ระดับพื้น

**Point 3**

คือ การวัดความเร็วลมภายในปล่องที่ทางเข้าปล่องรังสีอาทิตย์

**Point 4**

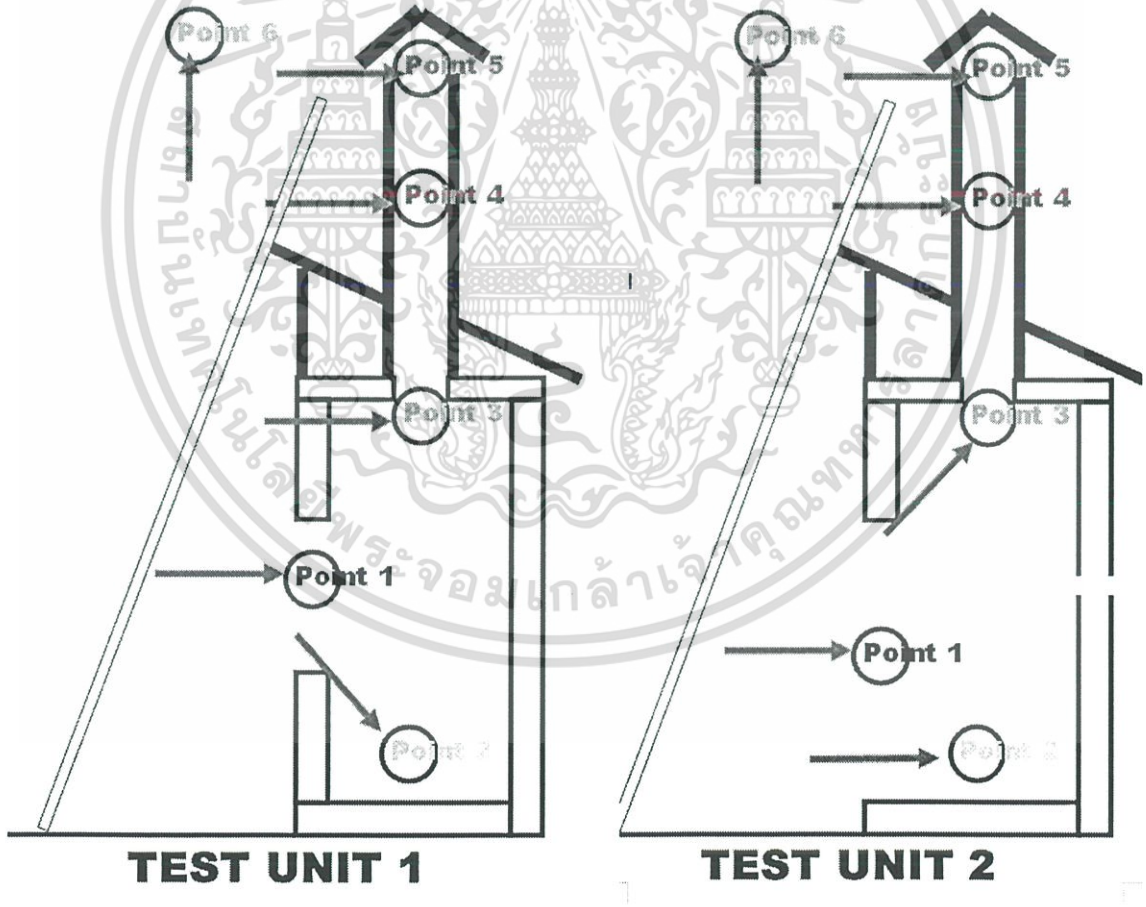
คือ การวัดความเร็วลมภายในตรงกลางตรงกลางปล่องรังสีอาทิตย์

**Point 5**

คือ การวัดความเร็วลมภายในที่ทางออกปล่องรังสีอาทิตย์

**Point 6 outside**

คือ การวัดความเร็วลมภายนอกปล่องในระดับตอนปลายของปล่องรังสีอาทิตย์




**ภาพที่** 3.18 ตำแหน่งการวัดความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบ และภายในปล่องรังสีอาทิตย์ การทดลองที่ 1 ทดสอบเรื่องขนาดช่องเปิดลมเข้าหน่วยทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 ตำแหน่งการวัดความเร็วลมการทดลองแบบที่ 2 - 9

**Point 1**

คือ การวัดความเร็วลมที่ช่องทางเข้าหน่วยทดสอบ

**Point 2**

คือ การวัดความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบที่ระดับพื้น

**Point 3**

คือ การวัดความเร็วลมภายในปล่องที่ทางเข้าปล่องรังสีอาทิตย์

**Point 4**

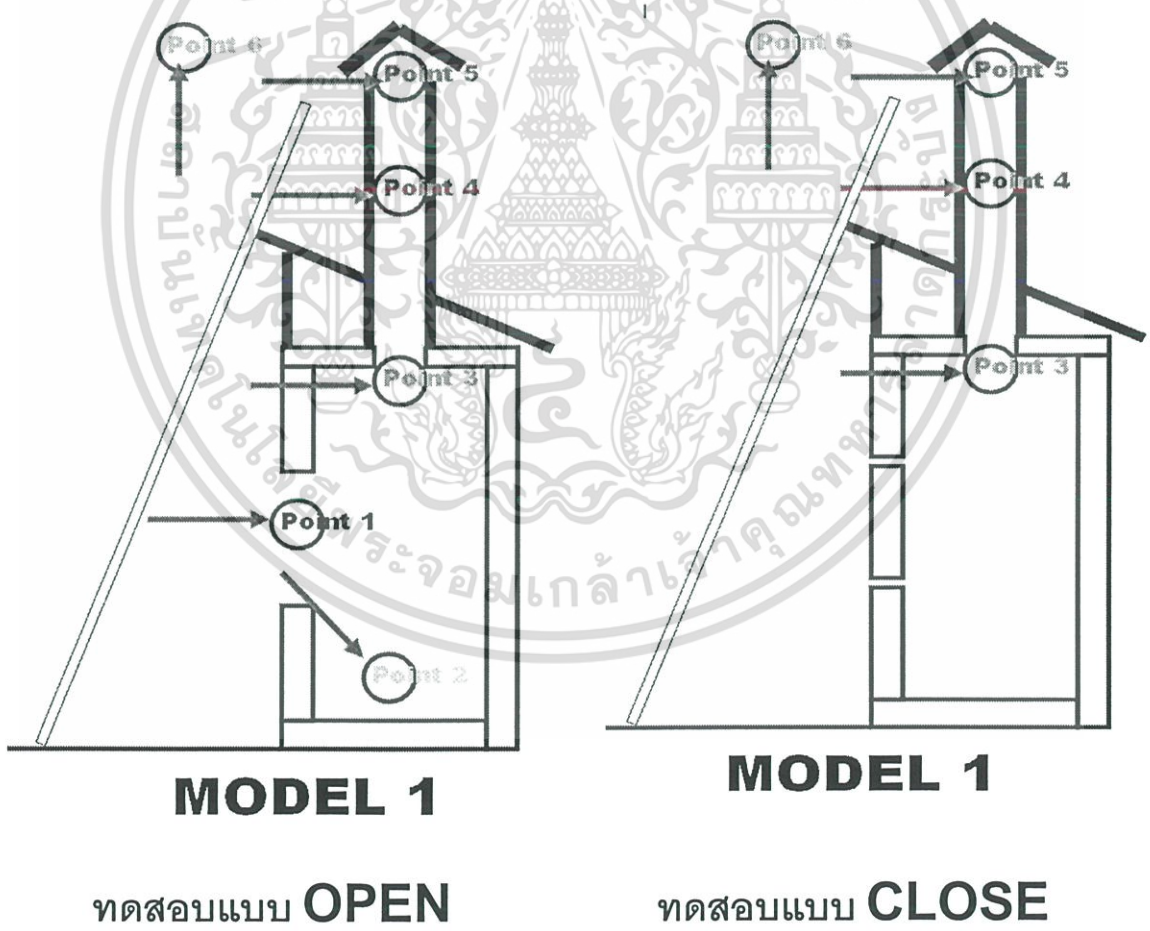
คือ การวัดความเร็วลมภายในตรงกลางตรงกลางปล่องรังสีอาทิตย์

**Point 5**

คือ การวัดความเร็วลมภายในที่ทางออกปล่องรังสีอาทิตย์

**Point 6 outside**

คือ การวัดความเร็วลมภายนอกปล่องในระดับตอนปลายของปล่องรังสีอาทิตย์



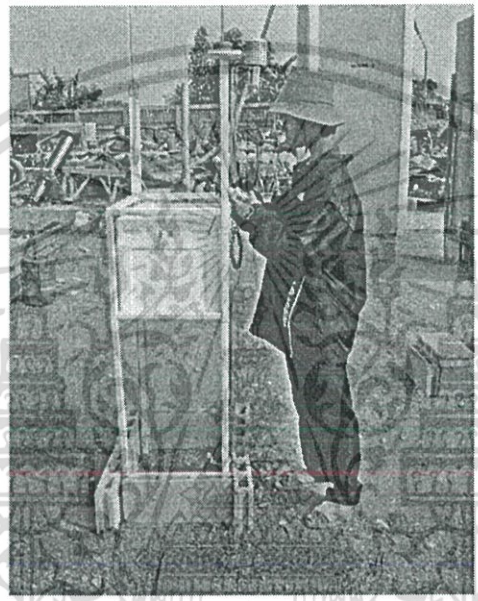

**ภาพที่** 3.19 ตำแหน่งการวัดความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบ และภายในปล่องรังสีอาทิตย์ แบบสภาวะปกติเปิดช่องลมเข้าและแบบสภาวะไม่มีลมปิดช่องลมเข้าหน่วยทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

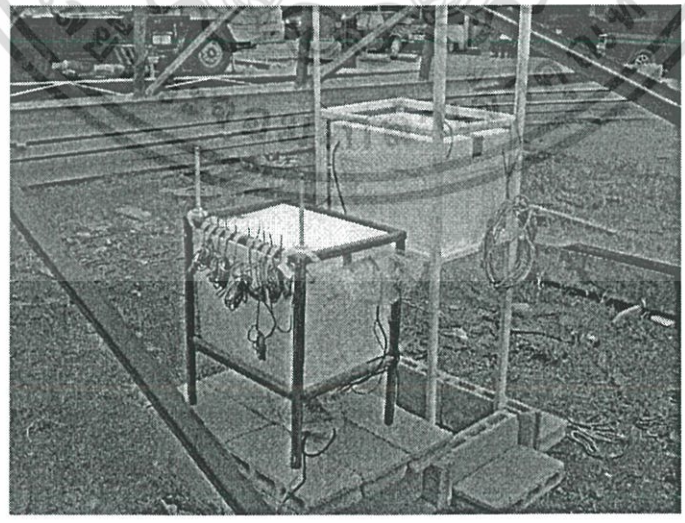
## 3.6 การเตรียมติดตั้งทดสอบก่อนทำการทดลอง

### 3.6.1 การทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง

เครื่องมือที่นำมาทำการวัดค่าในการทดลองต้องทำการ Calibrate ให้อุปกรณ์ที่วัดประเภทเดียวกันให้ได้ค่าเดียวกันหรือใกล้เคียงกันที่สุด ทำการทดสอบโดยการนำสายวัดอุณหภูมิ Thermo Couple K ทุกเส้นและเครื่องวัดอุณหภูมิ Universal Use มาวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งเดียวกัน ทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 1 นาที ใช้ระยะเวลา 3 วันแล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการปรับค่าที่โปรแกรม Software Smart Control 1.0 ในเครื่องคอมพิวเตอร์



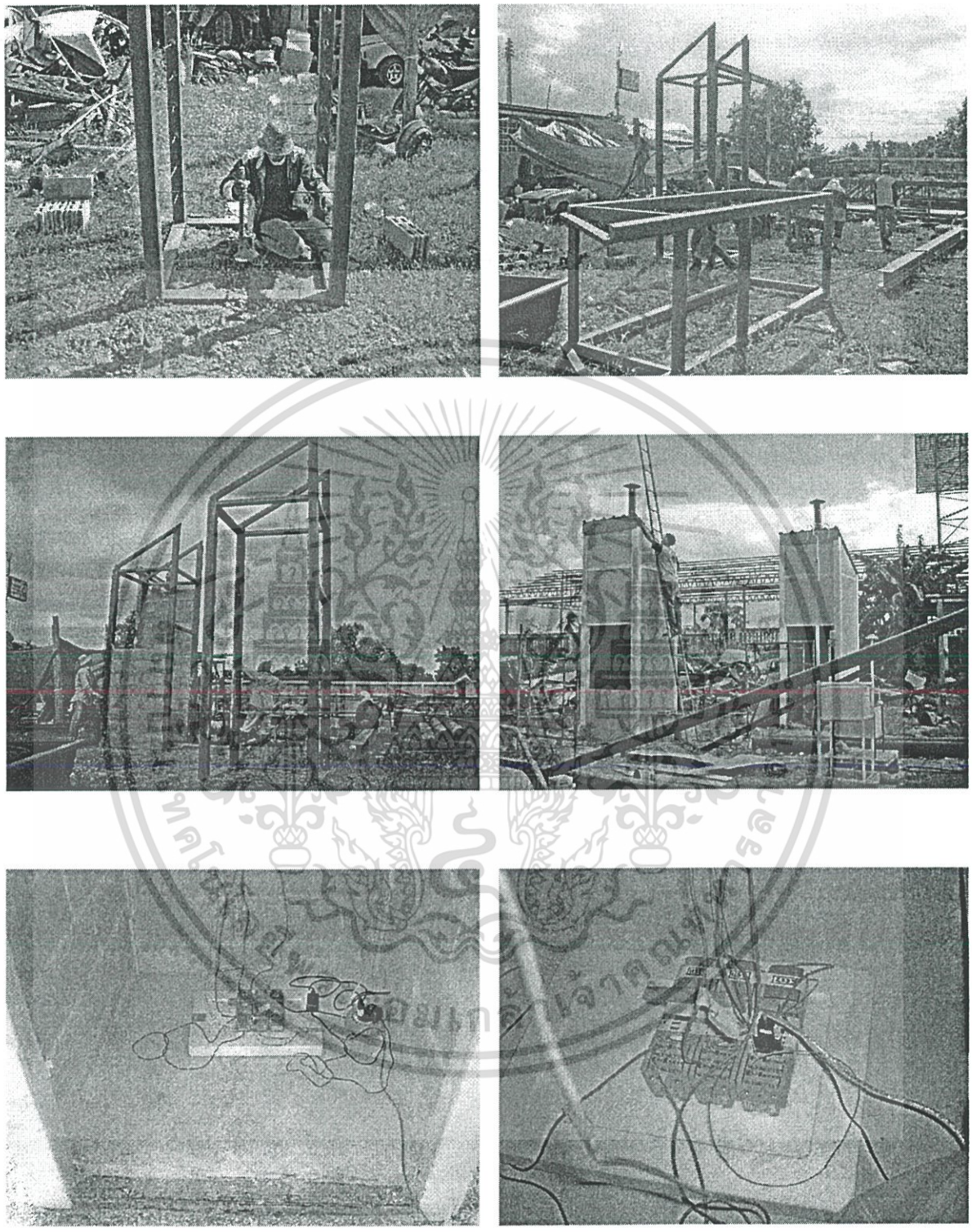
**ภาพที่** 3.20 แสดงการทดสอบอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทำการวัดค่าต่างๆ ในการวิจัย



**ภาพที่** 3.21 ทำการ Calibrate ให้ได้ค่าเดียวกันทำโดยการนำสายวัดอุณหภูมิ Thermo Couple K และอุปกรณ์ในการวัดค่ามาทำการทดสอบพร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

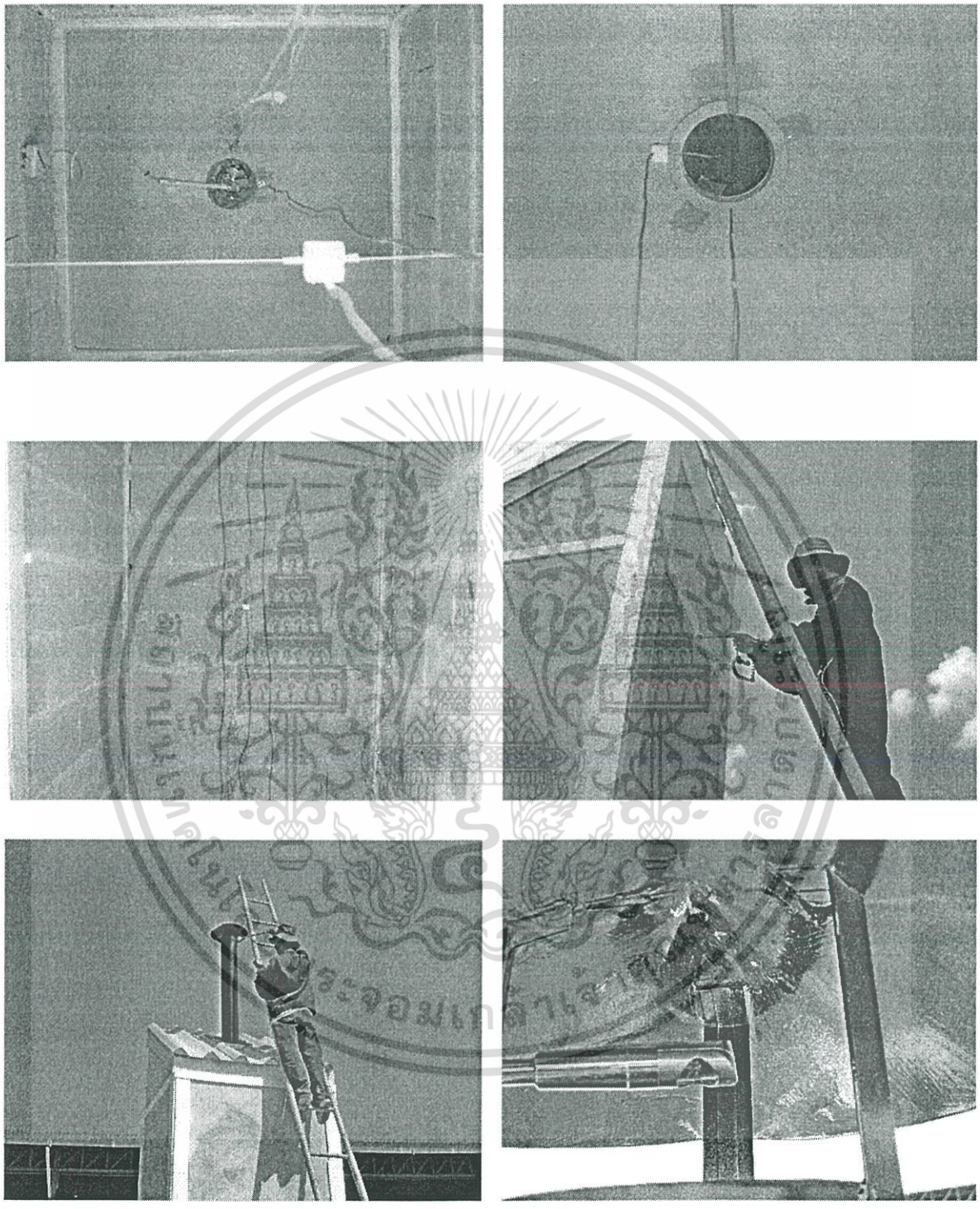
### 3.6.2 ขั้นตอนการเตรียมการสร้างหน่วยทดสอบ



**ภาพที่** 3.22 แสดงภาพประกอบการเตรียมติดตั้งหน่วยทดสอบและปล่องรังสีอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.3 ขั้นตอนการเตรียมการวัดค่าต่างๆ



**ภาพที่** 3.23 แสดงภาพประกอบการเตรียมการวัดก่อนการทดสอบจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.7 วิธีการดำเนินการทดสอง

วิธีการดำเนินการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย จึงได้ทำการจัดลำดับขั้นตอนการทำการเก็บข้อมูลตามลักษณะงานหรือกรณีศึกษา ได้ดังต่อไปนี้

3.7.1 ทำการหันหลังคาที่มีปล่องรังสีอาทิตย์ด้านที่เอียงของหน่วยทดสอบไปทางทิศใต้

3.7.2 ให้ด้านที่มีช่องเปิดลมเข้าหน่วยทดสอบ หันไปทางทิศเหนือ

3.7.3 ติดตั้งฉากบังลมหน้าห่าง 1.00 เมตรช่องทางเข้าหน่วยทดสอบ เพื่อป้องกันลมท้องถิ่นอาจมีผลกระทบกับการทดสอง

3.7.4 ติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์บนหลังคาแนวตั้งมีการซีลรอยต่อกันการรั่วไหลของอากาศ

3.7.5 ติดตั้งสายเซนเซอร์เทอร์โมคัปเปิล K ตามจุดต่างที่ต้องการวัด แล้วนำมาต่อเข้ากับเครื่องบันทึกอุณหภูมิ ( OPUS200 ) พร้อมทั้งเตรียม ฮอทวายร์แอนนีโมมิเตอร์ เพื่อวัดค่าความเร็วของอากาศ

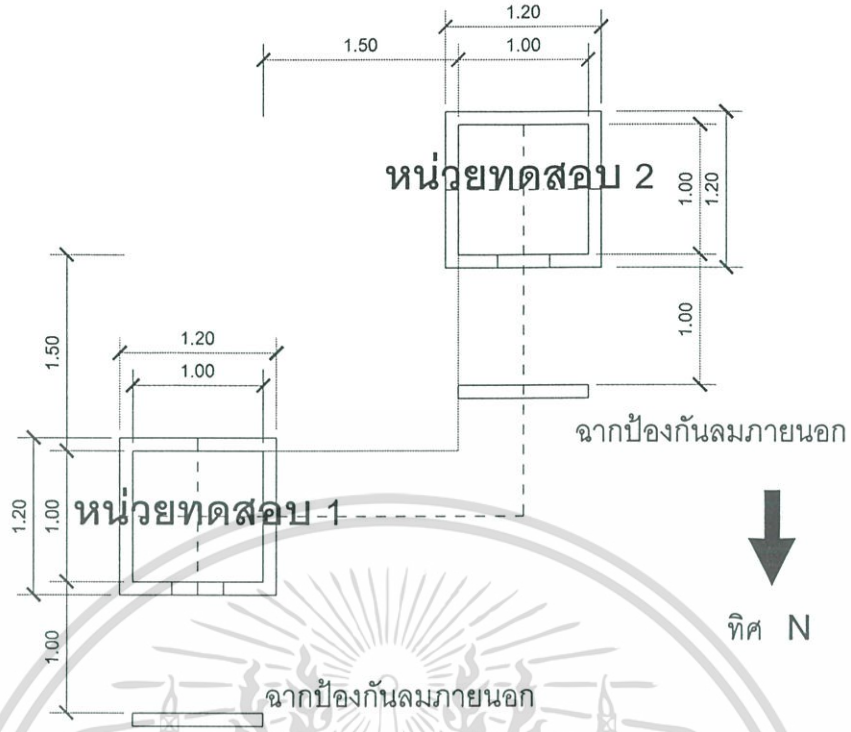
3.7.6 เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เวลาเที่ยงคืน ถึง เที่ยงคืน ของอีกวันเป็นเวลา 24 ชม.

3.7.7 ในการทดสอบมีแบบสภาวะปกติเปิดช่องลมเข้าและแบบสภาวะไม่มีลมปิดช่องลมเข้าด้วยการใช้แผ่นไม้อัดบุด้านนอกด้วยแผ่นโฟมหนา 3 นิ้ว

3.7.8 ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความเร็วลม ณ ตำแหน่งต่างๆ ทุก 15 นาที รวมทั้งเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอก บริเวณสถานที่ทำการทดสอบด้วย

3.7.9 นำผลการทดลอง ไปวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่** 3.24 แสดงผังการวางหน่วยทดสอบ บนพื้นที่ทำการทดลอง

## 3.8 ลำดับวันเวลาและรูปแบบต่างๆในการทดสอบ

เป็นการทดสองเชิงเปรียบเทียบ โดยการสร้างหน่วยทดสอบ 2 หลังทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติและตัวแปรต่างๆ ทำการวัดตัวแปร อุณหภูมิและความเร็วลม ตั้งแต่เวลา แบ่งเป็นช่วงกลางวัน 6.00–18.00 น. และช่วงกลางคืนแบ่งเป็นช่วงก่อนเช้า 0.00 - 6.00 น. กับหลังเย็น 18.00 –0.00น. ทำการวัดทุกๆ 15 นาทีเป็นเวลา 24 ชม.ต่อการทดลอง เป็นเวลาทั้งหมด 9 วัน แล้วทำการบันทึกผลการวัดที่ได้นำไปวิเคราะห์ เปรียบเทียบเพื่อศึกษารูปแบบและประสิทธิภาพปล่องรังสีอาทิตย์ระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ

วันที่ 1 หน่วยทดสอบ 1 กับ 2 ทดสอบเปรียบเทียบช่องเปิดระดับประตู 1.00 x 2.00 เมตร กับ หน้าต่าง 1.00 x 1.20 เมตร ในสภาวะเปิด ทำการวัดค่า

วันที่ 2 หน่วยทดสอบ 1 กับ 2 ทดสอบเปรียบเทียบความสูงของปล่อง 1.00 กับ 0.50 เมตร ในสภาวะเปิดทำการวัดค่า

วันที่ 3 หน่วยทดสอบ 1 กับ 2 ทดสอบเปรียบเทียบความสูงของปล่อง 1.00 กับ 0.50 เมตร ในสภาวะปิดทำการวัดค่า

วันที่ 4 หน่วยทดสอบ 1 กับ 2 ทดสอบเปรียบเทียบความสูงของปล่อง 1.00 กับ 1.50 เมตร ในสภาวะเปิดทำการวัดค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 5 หน่วยทดสอบ 1 กับ 2 ทดสอบเปรียบเทียบความสูงของปล่อง 1.00 กับ 1.50 เมตร ในสภาวะปิดทำการวัดค่า

วันที่ 6 หน่วยทดสอบ 1 กับ 2 ทดสอบเปรียบเทียบรูปทรงของปล่อง วงกลมกับสี่เหลี่ยม ในสภาวะเปิดทำการวัดค่า

วันที่ 7 หน่วยทดสอบ 1 กับ 2 ทดสอบเปรียบเทียบรูปทรงของปล่อง วงกลมกับสี่เหลี่ยม ในสภาวะปิด ทำการวัดค่า

วันที่ 8 หน่วยทดสอบ 1 กับ 2 ทดสอบเปรียบเทียบขนาดหน้าตัดปล่อง 0.15 กับ 0.30 ในสภาวะเปิดทำการวัดค่า

วันที่ 9 หน่วยทดสอบ 1 กับ 2 ทดสอบเปรียบเทียบขนาดหน้าตัดปล่อง 0.15 กับ 0.30 ในสภาวะปิดทำการวัดค่า

ในการสร้างสภาวะความน่าสบาย โดยที่ความเร็วลมไม่ควรเกิน 1.5 – 2 m/s เพราะจะเป็นการรบกวนผู้ใช้สอยภายในอาคารและอัตราการระบายอากาศภายในอาคารที่เหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ได้นำมาศึกษาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพรูปแบบต่างๆ ที่เหมาะสมของปล่องรังสีอาทิตย์ ในการระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำประยุกต์ใช้กับอาคารที่พักอาศัย เพื่อให้ภายในอยู่ในสภาวะน่าสบายเป็นการประหยัดพลังงานรูปแบบหนึ่ง ทำการทดลองเตรียมการในช่วงเดือน ตุลาคม ถึงมกราคม เป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบโดยเปรียบเทียบจาก หน่วยทดสอบ 2 หลัง ที่มีปล่องรังสีอาทิตย์ต่างกันตามการทดลอง มีลำดับขั้นตอนดังนี้

## 4.1 ลำดับขั้นตอนในการทดสอบปล่องรังสีแสงอาทิตย์

**การทดลองที่ 1** ทดสอบในสภาวะปกติแบบเปิดลมเข้า เปรียบเทียบ หน่วยทดสอบ 1 ช่องเปิดลมเข้าแบบหน้าต่างขนาด 1.00 x 1.20 เมตร กับ หน่วยทดสอบ2 ช่องเปิดลมเข้าแบบประตู 1.00 x 2.00 เมตร โดยที่ปล่องรังสีอาทิตย์เหมือนกัน

**การทดลองที่ 2** ทดสอบในสภาวะปกติแบบเปิดลมเข้า เปรียบเทียบ หน่วยทดสอบ 1 ความสูงของปล่อง 1.50 เมตร พื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร กับ หน่วยทดสอบ2 ความสูงของปล่อง 2.00 เมตร พื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.71 ตารางเมตร โดยที่ หน่วยทดสอบ หน่วยทดสอบทั้งสองเหมือนกัน

**การทดลองที่ 3** ทดสอบในสภาวะแบบปิดไม่ให้ลมเข้า เปรียบเทียบ หน่วยทดสอบ1 ความสูงของปล่อง 1.50 เมตร พื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร กับ หน่วยทดสอบ2 ความสูงของปล่อง 2.00 เมตร พื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.71 ตารางเมตร โดยที่ หน่วยทดสอบ หน่วยทดสอบทั้งสองเหมือนกัน แต่ปิดช่องลมเข้าด้วยไม้อัดบุโฟมหนา 3"

**การทดลองที่ 4** ทดสอบในสภาวะปกติแบบเปิดลมเข้า เปรียบเทียบ หน่วยทดสอบ 1 ความสูงของปล่อง 1.50 เมตร พื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร กับ หน่วยทดสอบ2 ความสูงของปล่อง 1.00 เมตร พื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.24 ตารางเมตร โดยที่ หน่วยทดสอบ หน่วยทดสอบทั้งสองเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การทดลองที่ 5** ทดสอบในสภาวะแบบปิดไม่ให้ลมเข้า เปรียบเทียบ หน่วยทดสอบ 1 ความสูงของปล่อง 1.50 เมตร พื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร กับ หน่วยทดสอบ 2 ความสูงของปล่อง 1.00 เมตร พื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.24 ตารางเมตร โดยที่ หน่วยทดสอบ หน่วยทดสอบทั้งสองเหมือนกัน แต่ปิดช่องลมเข้าด้วยไม้อัดบุโฟมหนา 3"

**การทดลองที่ 6** ทดสอบในสภาวะปกติแบบเปิดลมเข้า เปรียบเทียบ หน่วยทดสอบ 1 รูปทรงทางเข้าออกของปล่องรังสีอาทิตย์เป็นวงกลม และมีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร กับ หน่วยทดสอบ 2 รูปทรงทางเข้าออกของปล่องรังสีอาทิตย์เป็นสี่เหลี่ยม และมีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.6 ตารางเมตร โดยที่ หน่วยทดสอบ หน่วยทดสอบทั้งสองเหมือนกัน

**การทดลองที่ 7** ทดสอบในสภาวะแบบปิดไม่ให้ลมเข้า เปรียบเทียบ หน่วยทดสอบ1 รูปทรงทางเข้าออกของปล่องรังสีอาทิตย์เป็นวงกลม และมีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร กับ หน่วยทดสอบ2 รูปทรงทางเข้าออกของปล่องรังสีอาทิตย์เป็นสี่เหลี่ยม และมีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.6 ตารางเมตร โดยที่ หน่วยทดสอบ หน่วยทดสอบทั้งสองเหมือนกัน แต่ปิดช่องลมเข้าด้วยไม้อัดบุโฟมหนา 3"

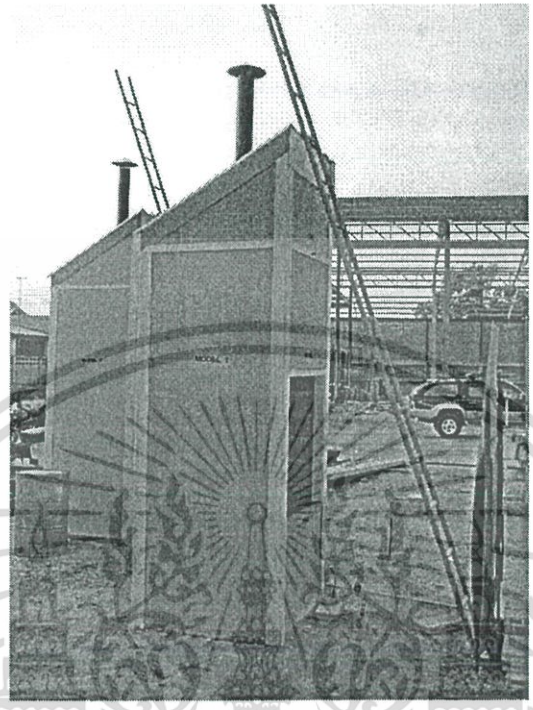
**การทดลองที่ 8** ทดสอบในสภาวะปกติแบบเปิดลมเข้า เปรียบเทียบ หน่วยทดสอบ 1 ปล่องรังสีอาทิตย์มีขนาดช่องลมเข้าออก เส้นผ่าศูนย์กลาง0.15 เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร กับ หน่วยทดสอบ 2 ปล่องรังสีอาทิตย์มีขนาดช่องลมเข้าออก เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.94 ตารางเมตร โดยที่หน่วยทดสอบ หน่วยทดสอบทั้งสองเหมือนกัน

**การทดลองที่ 9** ทดสอบในสภาวะแบบปิดไม่ให้ลมเข้า เปรียบเทียบ หน่วยทดสอบ1 ปล่องรังสีอาทิตย์มีขนาดช่องลมเข้าออก เส้นผ่าศูนย์กลาง0.15 เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร กับ หน่วยทดสอบ 2 ปล่องรังสีอาทิตย์มีขนาดช่องลมเข้าออก เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.94 ตารางเมตร โดยที่หน่วยทดสอบ หน่วยทดสอบทั้งสองเหมือนกัน แต่ปิดช่องลมเข้าด้วยไม้อัดบุโฟมหนา 3"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 1

### 4.2.1 รายละเอียดหน่วยทดสอบที่ทำการทดลองที่ 1 สภาวะ OPEN



**ภาพที่** 4.1 แสดงหน่วยทดสอบที่ 1 และที่ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ ในการทดลองที่ 1

**หน่วยทดสอบที่** 1 ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องมีความสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00x1.20 เมตร

**หน่วยทดสอบที่** 2 ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องมีความสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบประตูขนาด 1.00 x 2.00 เมตร

**ทำการทดลองโดย** วัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในแบบจำลอง และในปล่องโดยที่หน่วยทดสอบมีการเปิดช่องลมเข้าปกติภายในตัวแบบจำลองทั้งสอง

**สภาพภูมิอากาศภายนอกบริเวณที่ตั้งหน่วยทดสอบ** วันที่ 28 พฤศจิกายน 2546

- ความเข้มรังสีอาทิตย์ สูงสุด 577.82 w/$m^2$ ที่เวลา 12.15น. เฉลี่ย 150.10 w/$m^2$
- สภาพอุณหภูมิภายนอกมีค่าสูงสุดที่ 35.33 ˚C เวลา 14.45 น. และมีค่าต่ำสุดที่ 20.69 ˚C ที่เวลา 06.45น. เฉลี่ย 27.80 ˚C
- สภาพความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก มีค่าสูงสุดที่ 81.43 % เวลา 00.15น.และมีค่าต่ำสุดที่ 34.49 % เวลา 13.45น. เฉลี่ย 58.75 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความเร็วลมภายนอกสูงสุด 4.38 m/s ที่เวลา 9.45น. ลมมาทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

**ตารางที่ 4.1** แสดงผลการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 1 สภาวะ OPEN

| | Description | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 1120 | 2234 | 2234 | 2236 | 2236 |
| | Sensor: | Voltage 0(-100).100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| | Unit: | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| | Mean | 146.53 | 27.71 | 59.43 | 0.50 | |
| | Max | 563.10 | 34.85 | 80.96 | 3.83 | |
| | Min | 0.08 | 21.03 | 35.20 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temp Outside | Humidity Outside | Wind Speed Outside | Wind Direction Outside |
| 0 | 28.11.2003 00:00:00 | 0.15 | 23.90 | 80.96 | 0 | 0 |
| 1 | 28.11.2003 01:00:00 | 0.15 | 23.69 | 75.78 | 0 | 0 |
| 2 | 28.11.2003 02:00:00 | 0.17 | 22.87 | 74.73 | 0 | 0 |
| 3 | 28.11.2003 03:00:00 | 0.14 | 22.77 | 71.61 | 0 | 0 |
| 4 | 28.11.2003 04:00:00 | 0.15 | 21.44 | 79.46 | 0 | 0 |
| 5 | 28.11.2003 05:00:00 | 0.15 | 21.43 | 79.26 | 0 | 0 |
| 6 | 28.11.2003 06:00:00 | 0.15 | 21.03 | 78.73 | 0 | 0 |
| 7 | 28.11.2003 07:00:00 | 14.65 | 21.35 | 76.25 | 0 | 0 |
| 8 | 28.11.2003 08:00:00 | 132.91 | 25.91 | 56.10 | 0.65 | 72 |
| 9 | 28.11.2003 09:00:00 | 281.64 | 29.72 | 43.18 | 0.65 | 165 |
| 10 | 28.11.2003 10:00:00 | 416.35 | 31.18 | 40.62 | 0 | 0 |
| 11 | 28.11.2003 11:00:00 | 514.79 | 32.66 | 39.64 | 3.83 | 68 |
| 12 | 28.11.2003 12:00:00 | 563.10 | 34.38 | 36.16 | 1.09 | 261 |
| 13 | 28.11.2003 13:00:00 | 555.95 | 34.85 | 35.20 | 0.63 | 139 |
| 14 | 28.11.2003 14:00:00 | 494.78 | 34.51 | 36.16 | 0 | 0 |
| 15 | 28.11.2003 15:00:00 | 368.21 | 34.18 | 37.55 | 1.00 | 300 |
| 16 | 28.11.2003 16:00:00 | 238.63 | 33.57 | 44.43 | 1.63 | 292 |
| 17 | 28.11.2003 17:00:00 | 77.18 | 31.90 | 48.28 | 0 | 0 |
| 18 | 28.11.2003 18:00:00 | 3.21 | 30.36 | 54.33 | 1.01 | 302 |
| 19 | 28.11.2003 19:00:00 | 0.06 | 29.48 | 53.06 | 0.56 | 325 |
| 20 | 28.11.2003 20:00:00 | 0.11 | 27.90 | 59.49 | 0 | 0 |
| 21 | 28.11.2003 21:00:00 | 0.11 | 27.64 | 64.19 | 0.91 | 90 |
| 22 | 28.11.2003 22:00:00 | 0.11 | 25.80 | 70.21 | 0 | 0 |
| 23 | 28.11.2003 23:00:00 | 0.12 | 25.29 | 74.26 | 0.57 | 272 |
| 24 | 29.11.2003 00:00:00 | 0.14 | 24.86 | 76.01 | 0 | 0 |

**ตารางที่ 4.2** แสดงผลการวัดค่าอุณหภูมิการทดลองที่ 1 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN

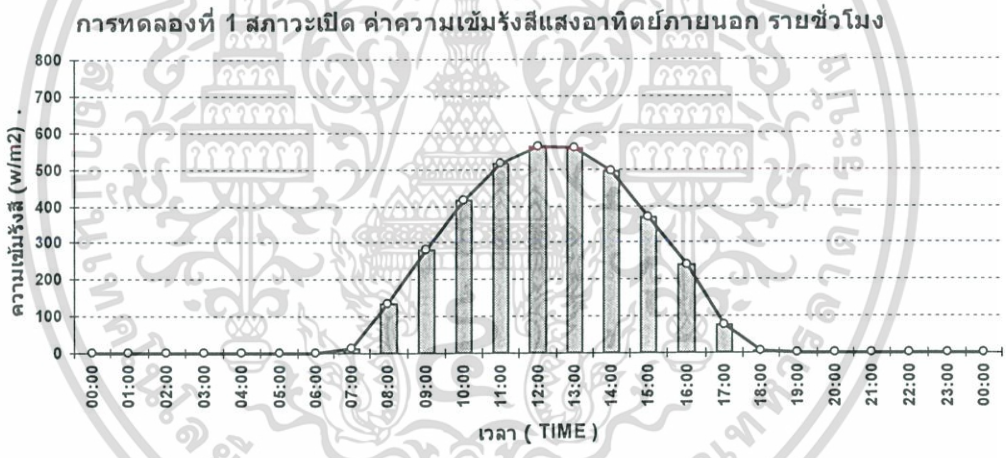
| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Numbers: | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 27.26 | 27.95 | 28.43 | 30.47 | 27.93 |
| | Max | 34.57 | 36.90 | 37.75 | 49.25 | 37.62 |
| | Min | 20.83 | 19.91 | 20.06 | 18.6 | 19.91 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Outside |
| 0 | 28.11.2003 00:00:00 | 23.89 | 24.72 | 24.77 | 22.29 | 23.67 |
| 1 | 28.11.2003 01:00:00 | 23.59 | 22.71 | 22.91 | 21.41 | 22.61 |
| 2 | 28.11.2003 02:00:00 | 22.56 | 21.86 | 22.19 | 20.73 | 21.84 |
| 3 | 28.11.2003 03:00:00 | 22.46 | 22.19 | 21.61 | 20.43 | 20.86 |
| 4 | 28.11.2003 04:00:00 | 21.51 | 21.69 | 21.54 | 19.51 | 20.48 |
| 5 | 28.11.2003 05:00:00 | 21.31 | 20.03 | 20.63 | 18.98 | 20.41 |
| 6 | 28.11.2003 06:00:00 | 20.86 | 19.91 | 20.06 | 18.60 | 19.91 |
| 7 | 28.11.2003 07:00:00 | 21.03 | 20.36 | 20.93 | 21.43 | 20.91 |
| 8 | 28.11.2003 08:00:00 | 24.14 | 23.92 | 26.67 | 36.97 | 30.18 |
| 9 | 28.11.2003 09:00:00 | 27.63 | 27.30 | 28.30 | 38.83 | 28.65 |
| 10 | 28.11.2003 10:00:00 | 29.96 | 29.78 | 30.56 | 38.30 | 30.43 |
| 11 | 28.11.2003 11:00:00 | 31.71 | 31.84 | 32.84 | 42.19 | 32.96 |
| 12 | 28.11.2003 12:00:00 | 33.94 | 34.69 | 36.02 | 49.25 | 36.00 |
| 13 | 28.11.2003 13:00:00 | 34.17 | 35.69 | 36.87 | 48.45 | 37.10 |
| 14 | 28.11.2003 14:00:00 | 34.34 | 36.40 | 37.75 | 45.39 | 37.62 |
| 15 | 28.11.2003 15:00:00 | 34.57 | 36.90 | 37.75 | 41.61 | 37.02 |
| 16 | 28.11.2003 16:00:00 | 33.34 | 35.69 | 36.27 | 39.78 | 34.02 |
| 17 | 28.11.2003 17:00:00 | 31.86 | 33.39 | 33.54 | 34.47 | 32.31 |
| 18 | 28.11.2003 18:00:00 | 30.21 | 32.31 | 32.24 | 29.73 | 30.36 |
| 19 | 28.11.2003 19:00:00 | 29.18 | 31.08 | 31.11 | 28.50 | 30.08 |
| 20 | 28.11.2003 20:00:00 | 27.27 | 29.63 | 29.68 | 26.87 | 28.68 |
| 21 | 28.11.2003 21:00:00 | 27.10 | 28.00 | 27.93 | 26.10 | 26.50 |
| 22 | 28.11.2003 22:00:00 | 25.62 | 27.17 | 27.25 | 24.74 | 26.37 |
| 23 | 28.11.2003 23:00:00 | 25.14 | 25.97 | 25.95 | 23.89 | 24.92 |
| 24 | 29.11.2003 00:00:00 | 24.39 | 25.44 | 25.47 | 23.26 | 24.34 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

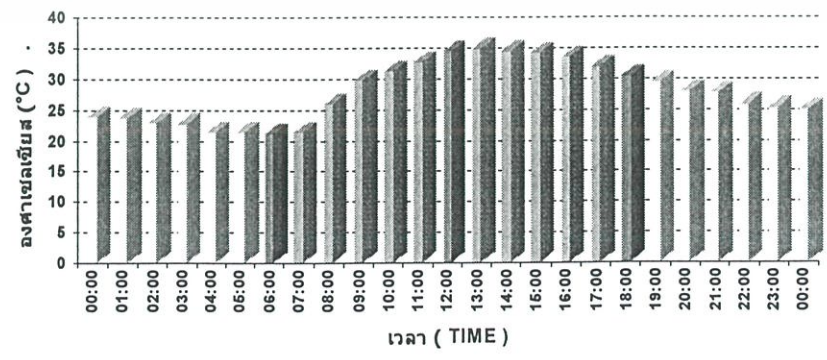
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวัดค่าอุณหภูมิการทดลองที่ 1 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN

| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 27.95 | 28.18 | 27.84 | 29.99 | 28.50 |
| | Max | 35.39 | 36.15 | 36.62 | 48.35 | 37.32 |
| | Min | 21.21 | 20.48 | 19.58 | 18.53 | 20.31 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Outside |
| 0 | 28.11.2003 00:00:00 | 24.24 | 25.12 | 24.17 | 21.96 | 24.54 |
| 1 | 28.11.2003 01:00:00 | 24.04 | 23.72 | 22.64 | 21.33 | 23.26 |
| 2 | 28.11.2003 02:00:00 | 23.14 | 22.84 | 21.33 | 20.58 | 22.19 |
| 3 | 28.11.2003 03:00:00 | 22.89 | 22.81 | 21.56 | 20.36 | 22.01 |
| 4 | 28.11.2003 04:00:00 | 21.96 | 22.16 | 21.08 | 19.25 | 21.51 |
| 5 | 28.11.2003 05:00:00 | 21.61 | 20.61 | 20.08 | 18.70 | 21.13 |
| 6 | 28.11.2003 06:00:00 | 21.23 | 20.48 | 19.58 | 18.53 | 20.31 |
| 7 | 28.11.2003 07:00:00 | 21.21 | 20.81 | 20.36 | 21.43 | 21.61 |
| 8 | 28.11.2003 08:00:00 | 24.94 | 24.14 | 25.62 | 36.82 | 29.45 |
| 9 | 28.11.2003 09:00:00 | 28.45 | 27.80 | 28.40 | 37.22 | 29.58 |
| 10 | 28.11.2003 10:00:00 | 30.56 | 30.08 | 30.26 | 36.87 | 30.96 |
| 11 | 28.11.2003 11:00:00 | 32.09 | 31.74 | 32.46 | 39.93 | 32.89 |
| 12 | 28.11.2003 12:00:00 | 34.44 | 34.54 | 36.00 | 48.35 | 36.55 |
| 13 | 28.11.2003 13:00:00 | 34.99 | 35.04 | 36.12 | 46.92 | 36.47 |
| 14 | 28.11.2003 14:00:00 | 34.97 | 35.54 | 36.62 | 45.12 | 37.32 |
| 15 | 28.11.2003 15:00:00 | 35.39 | 36.15 | 36.15 | 40.78 | 36.85 |
| 16 | 28.11.2003 16:00:00 | 34.54 | 35.69 | 35.47 | 39.10 | 34.52 |
| 17 | 28.11.2003 17:00:00 | 32.94 | 33.97 | 33.26 | 34.32 | 33.34 |
| 18 | 28.11.2003 18:00:00 | 31.38 | 32.16 | 31.43 | 30.08 | 31.89 |
| 19 | 28.11.2003 19:00:00 | 30.23 | 31.26 | 30.33 | 28.45 | 30.73 |
| 20 | 28.11.2003 20:00:00 | 28.30 | 29.96 | 29.05 | 26.62 | 29.55 |
| 21 | 28.11.2003 21:00:00 | 27.80 | 28.45 | 27.47 | 25.87 | 28.00 |
| 22 | 28.11.2003 22:00:00 | 26.25 | 27.35 | 26.45 | 24.44 | 26.90 |
| 23 | 28.11.2003 23:00:00 | 25.85 | 26.15 | 25.24 | 23.69 | 25.75 |
| 24 | 29.11.2003 00:00:00 | 25.22 | 25.82 | 24.82 | 23.01 | 25.22 |

4.2.2 สภาพภูมิอากาศภายนอกของการทดลองที่ 1 สภาวะเปิด

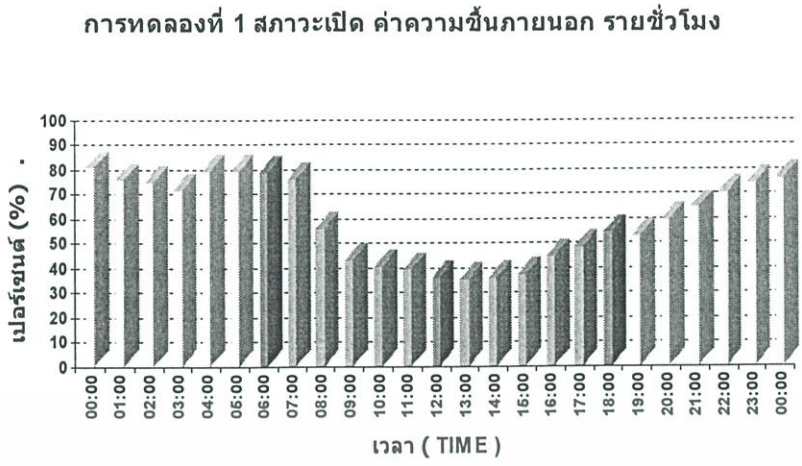



ภาพที่ 4.2 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 1




ภาพที่ 4.3 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

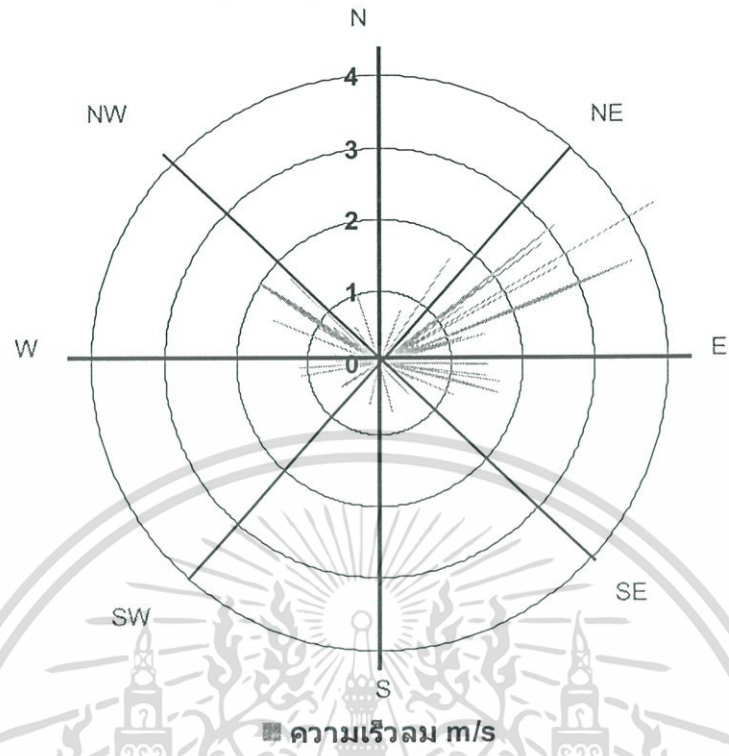



ภาพที่ 4.4 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 1

การทดลองที่ 1 สภาวะเปิด

ภาพที่ 4.5 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 1

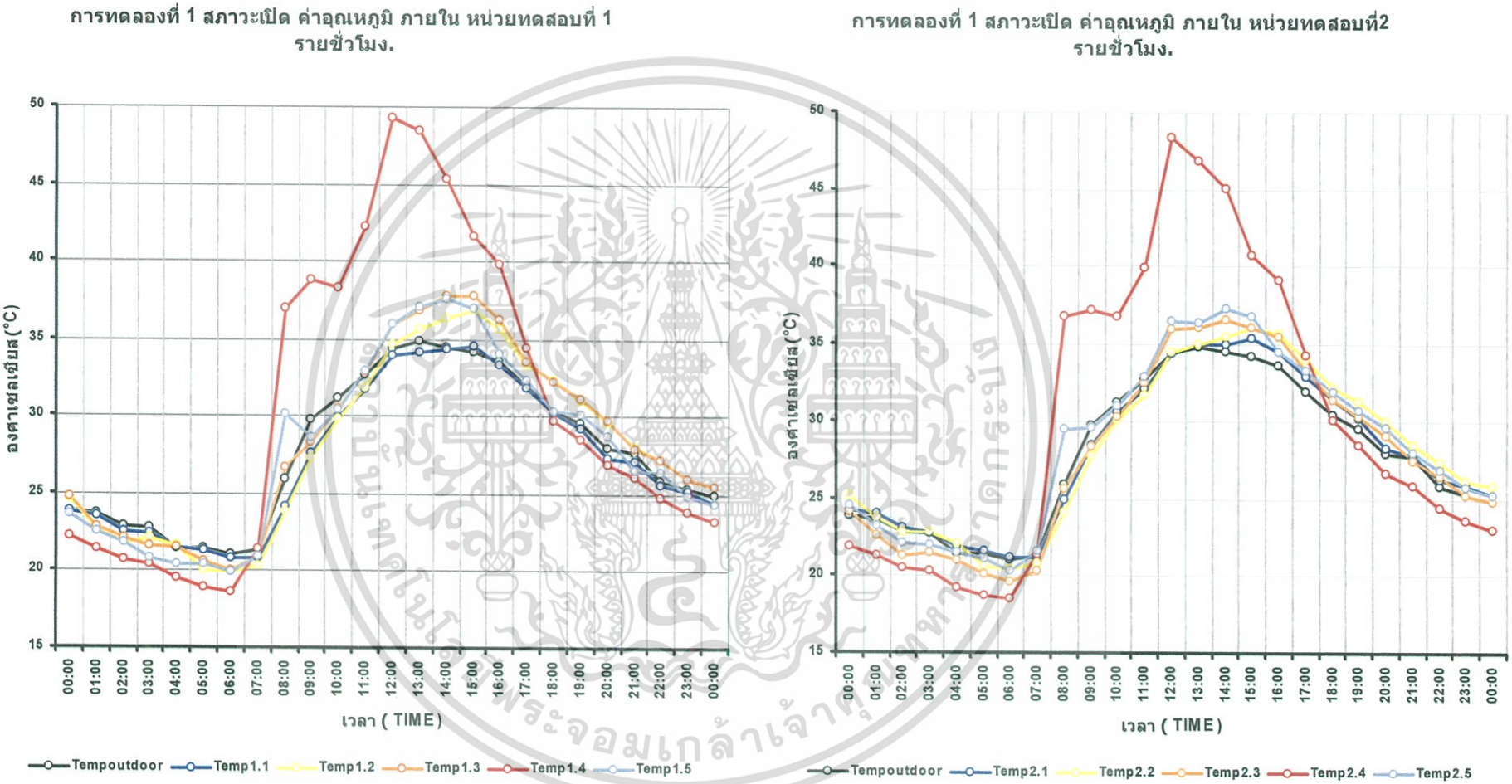
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 4.6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทางสภาวะเปิดราย 15 นาที การทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.2.3 ผลการทดสอบเปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 1 สภาวะเปิด




**ภาพที่** 4.7 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 1

**4.2.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 1**

**4.2.4.1 สภาพภูมิอากาศและอุณหภูมิภายนอก การทดลองที่ 1 สภาพเปิด จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน**

**0.00-6.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.15 w/$m^2$ ความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สูงต่ำสลับกันเล็กน้อยสูงสุด 81% เวลา 0.00น. เฉลี่ย 77% อุณหภูมิภายนอกลดลงเรื่อยๆ ต่ำสุด 21°c เวลา 6.00น. เฉลี่ย 22°c ลมน้อยมากถึงไม่มีเฉลี่ย 0 m/s **18.00-0.00น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยเป็น 0.55 w/$m^2$ ความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆสลับสูงต่ำเฉลี่ย 65% อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ เฉลี่ย 27 °c ลมน้อยเฉลี่ย 0.44 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน**

**6.00-18.00น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุด 563.10 w/$m^2$ ในตอนเที่ยงเฉลี่ยความเข้มรังสี 281.66 w/$m^2$ สภาพท้องฟ้าโปร่งตลอด ความชื้นลดลงสลับสูงต่ำ ต่ำสุด 35% เวลา 13.00 น. แล้วจึงสูงขึ้นเฉลี่ย 48% อุณหภูมิภายนอกเพิ่มขึ้นสลับสูงต่ำเล็กน้อยสูงสุด 34.85 °c เวลา 13.00 น.แล้วลดลงเฉลี่ย 30 °c มีลมเฉลี่ย 0.81 m/s แรงสุด 3.83 m/s เวลา 11.00น. ลมแรงปานกลาง ถึงน้อย

**4.2.4.2 อุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบตำแหน่งTEMP1.1 และ TEMP 2.1 จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน**

**0.00-6.00น. และ 18.00-0.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก ในช่วงแรกและในช่วงหลังอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ1 ที่มีช่องเปิดแบบหน้าต่าง T1.1 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ส่วนอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ2 ที่มีช่องเปิดแบบประตู T2.1 ในช่วงแรกและช่วงหลังมีอุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลาง คืน T1.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T2.1

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน**

**6.00-18.00น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ1 ที่มีช่องเปิดแบบหน้าต่าง จะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ( Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 30.43 °c,T1.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.81 °c ต่ำกว่า 0.62 °c ) ส่วนอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ2 ที่มีช่องเปิดแบบประตู จะต่ำกว่าในช่วงก่อนเที่ยงแต่หลังเที่ยงจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ( Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 30.43 °c, T2.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.55 °c สูงกว่า 0.12 °c ) ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางวัน T1.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T2.1 ต่างกัน 0.5 °c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.2.4.3 อุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์ ( SOLAR CHIMNEY )**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน**

**0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.** ในช่วงแรกอุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์ของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก มีเฉพาะ T2.2 ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าภายนอก แต่ใจช่วงเวลาหลังมีเฉพาะอุณหภูมิที่ผิวภายในปล่องรังสีอาทิตย์ของหน่วยทดสอบ1 และ หน่วยทดสอบ2 เท่านั้นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

อุณหภูมิทางเข้าปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 เท่ากันกับ หน่วยทดสอบ 2 ( T1.2 = T2.2 ) คือ 30.63 °c และมีรูปแบบเหมือนกันคือจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกก่อนเที่ยง หลังเที่ยงจะสูงกว่า

อุณหภูมิกลางปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ 2 ( T1.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 31.52 °c, T2.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.90 °c )

อุณหภูมิทางออกปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ 2 ( T1.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 31.34 °c, T2.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 31.67 °c )

อุณหภูมิที่ผิวภายในปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ 2 ( T1.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 37.31 °c, T2.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 36.57 °c )

**4.2.4.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของช่องเปิดลมเขแบบหน้าต่างกับแบบประตู โดยที่ปล่องรังสีอาทิตย์เหมือนกัน**

อุณหภูมิภายในแบบจำลอง หน่วยทดสอบ 1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ 2 และต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกมีผลมาจากประสิทธิภาพของ ปล่องรังสีอาทิตย์

ปล่องรังสีอาทิตย์ใน หน่วยทดสอบ 1 มีประสิทธิภาพดีกว่า หน่วยทดสอบ 2 เป็นผลเนื่องมาจากช่องลมเข้าแบบหน้าต่างมีขนาดน้อยกว่าช่องลมเข้าแบบประตู ทำให้อากาศร้อนจากภายนอกเข้ามาภายในได้น้อย และทำให้ปล่องรังสีอาทิตย์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จึงเหมาะสมกับในกรณีที่บ้านไม่สามารถเปิดช่องเปิดให้ลมเข้ามาภายในบ้านได้มากโดยเฉพาะบ้านที่อยู่ในเมืองชุมชนหนาแน่น

**4.2.4.5 สรุปผลการวัดสภาพภูมิอากาศของการทดลองที่ 1 สภาวะเปิด**

0.00-6.00 น.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Radiation Outside | 0.15 w/m$^2$ | | |
| Humidity Outside | 77 % | max 81 % | เวลา 00.00 |
| Temperature Outside | 22 °c | min 21.03 °c | เวลา 06.00 |
| Wind Speed Outside | 0 m/s | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18.00-0.00 น. Radiation Outside 0.55 w/m$^2$

Humidity Outside 65 %

Temperature Outside 27 °c

Wind Speed Outside 0.44 m/s

6.00-18.00น. Radiation Outside 281.66 w/m$^2$max 14

563.10 w/m$^2$ เวลา 12.00

Humidity Outside 48 % min 35 % เวลา 13.00

Temperature Outside 30 °c max 34.85 °c เวลา 13.00

Wind Speed Outside 0.81 m/s max 3.83 m/s เวลา 11.00

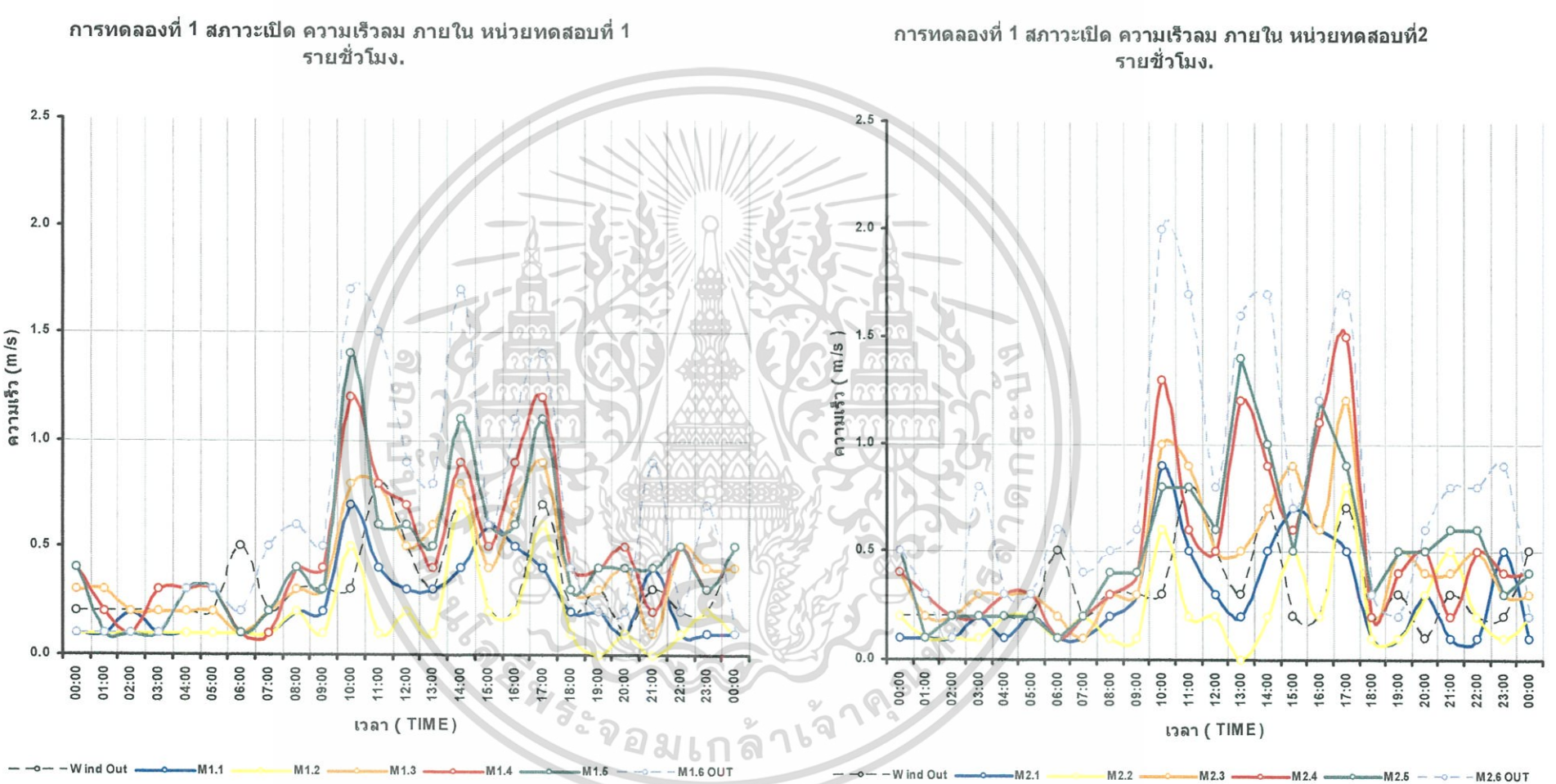
### 4.2.5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความเร็วลมของ หน่วยทดสอบ 1 และ หน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลอง สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 วันพฤหัสบดีที่ 28 พฤศจิกายน 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | หน่วยทดสอบ 1 | | | | | | | หน่วยทดสอบ 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0.2 | 00.00 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 00.00 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 |
| 0 | 0.2 | 01.00 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 01.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 02.00 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 02.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 03.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 03.00 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.8 |
| 0 | 0.2 | 04.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 04.00 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 05.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 05.00 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.5 | 06.00 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 06.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.6 |
| 0 | 0.2 | 07.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 07.00 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 0.7 | 0.3 | 08.00 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 08.00 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| 0.7 | 0.3 | 09.00 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 09.00 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.6 |
| 0 | 0.3 | 10.00 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 1.7 | 10.00 | 0.9 | 0.6 | 1.0 | 1.3 | 0.8 | 2.0 |
| 3.8 | 0.8 | 11.00 | 0.4 | 0.1 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 1.5 | 11.00 | 0.5 | 0.2 | 0.9 | 0.6 | 0.8 | 1.7 |
| 1.1 | 0.5 | 12.00 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 12.00 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.8 |
| 0.6 | 0.3 | 13.00 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 13.00 | 0.2 | 0.0 | 0.5 | 1.2 | 1.4 | 1.6 |
| 0 | 0.7 | 14.00 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1.7 | 14.00 | 0.5 | 0.2 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 1.7 |
| 1.0 | 0.2 | 15.00 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 15.00 | 0.7 | 0.5 | 0.9 | 0.6 | 0.5 | 0.7 |
| 1.6 | 0.2 | 16.00 | 0.5 | 0.2 | 0.7 | 0.9 | 0.6 | 1.1 | 16.00 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 1.1 | 1.2 | 1.2 |
| 0 | 0.7 | 17.00 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.1 | 1.4 | 17.00 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 1.5 | 0.9 | 1.7 |
| 1.0 | 0.2 | 18.00 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 18.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| 0.6 | 0.3 | 19.00 | 0.2 | 0.0 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 19.00 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.2 |
| 0 | 0.1 | 20.00 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 20.00 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |
| 0.9 | 0.3 | 21.00 | 0.4 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 21.00 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.8 |
| 0 | 0.2 | 22.00 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 22.00 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.8 |
| 0.6 | 0.2 | 23.00 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 23.00 | 0.5 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.9 |
| 0 | 0.5 | 00.00 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 00.00 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1 สภาวะเปิด




**ภาพที่** 4.8 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 1

**4.2.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ1 กับ หน่วยทดสอบ2**

**การทดลองที่ 1**

การหาความเร็วลมเฉลี่ย = ( ผลรวมของความเร็วลมในช่วงเวลานั้น) / จำนวนครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล ในช่วงเวลานั้น

**4.2.6.1 ความเร็วลมภายนอก** WINDOUTSIDE

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น.และ 18.00-0.00 น.**

windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3m/s ,wind1.6 out ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

Windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4m/s ,wind1.6out ความเร็วลมเฉลี่ย 0.9m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 1.1m/s

**4.2.6.2 ความเร็วลมภายใน หน่วยทดสอบ ในสภาวะเปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น.และ 18.00-0.00 น.**

wind1.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1m/s ,wind2.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมน้อยกว่า

wind1.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1m/s ,wind2.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมน้อยกว่า

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

wind1.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3m/s ,wind2.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมน้อยกว่า

wind1.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2m/s ,wind2.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s หน่วยทดสอบ1มีแรงลมน้อยกว่า

**4.2.6.3 ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ในสภาวะเปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3m/s ทั้งสองเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s หน่วยทดสอบ1 มีแรงลมน้อยกว่า

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s หน่วยทดสอบ1 มีแรงลมน้อยกว่า

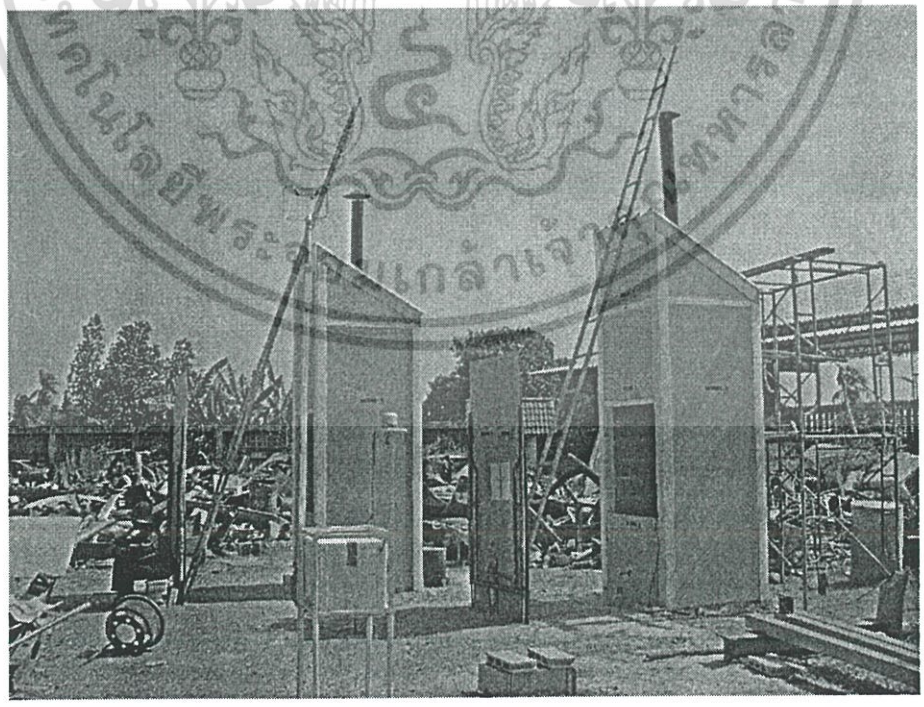
wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s หน่วยทดสอบ1 มีแรงลมน้อยกว่า

**4.2.6.4 สรุปผลการวิเคราะห์ เปรียบเทียบผลของความต่างของช่องเปิดลมเข้าสภาวะหน้าต่างหน่วยทดสอบที่1 กับช่องเปิดแบบประตูหน่วยทดสอบที่2 จากความเร็วลมโดยที่ปล่องรังสีอาทิตย์เหมือนกัน ในสภาวะเปิด**

การทดลองหน่วยทดสอบ1 มีความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบโดยรวมน้อยกว่า การทดลองหน่วยทดสอบ2 ทั้งกลางวันและกลางคืน ส่วนความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์โดยรวมกลางคืนเท่ากัน แต่กลางวัน การทดลอง หน่วยทดสอบ1 แรงลมกว่า แบบ หน่วยทดสอบ 1 โดยที่ความเร็วลมภายในอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 0-0.25m/s ไม่รู้ว่ามีลมมาปะทะหรือสังเกตได้

## 4.3 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 2

### 4.3.1 รายละเอียดหน่วยทดสอบที่ทำการทดลองที่ 2 สภาวะ OPEN



**ภาพที่** 4.9 แสดง หน่วยทดสอบ1 และ2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ ในแบบการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หน่วยทดสอบที่ 1** ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องมีความสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00 x 1.20 เมตร

**หน่วยทดสอบที่ 2** ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องมีความสูงทั้งหมด 2.00 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.50 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00x1.20 เมตร

**ทำการทดลองโดย** วัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในแบบจำลอง และในปล่อง โดยที่หน่วยทดสอบมีการเปิดช่องลมเข้าปกติภายในตัวแบบจำลองทั้งสอง

**สภาพภูมิอากาศภายนอกบริเวณที่ตั้งหน่วยทดสอบ** วันที่ 2 ธันวาคม 2546

- ความเข้มรังสีอาทิตย์ สูงสุด 597.27 w/m$^2$ ที่เวลา 12.15น. เฉลี่ย 151.09 w/m$^2$
- สภาพอุณหภูมิภายนอกมีค่าสูงสุดที่ 32.34 ˚C เวลา 14.45น.และมีค่าต่ำสุดที่ 21.77 ˚C ที่เวลา 23.00น. เฉลี่ย 26.37 ˚C
- สภาพความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก มีค่าสูงสุดที่ 73.42 % เวลา 23.00น.และมีค่าต่ำสุดที่ 34 % เวลา 13.30น. เฉลี่ย 52.53 %
- ความเร็วลมภายนอกสูงสุด 5.51 m/s ที่เวลา 7.45น. ลมมาทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

**ตารางที่ 4.5** แสดงผลการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 2 สภาวะ OPEN

| Description | | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Channel Number: | | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| Sensor: | | Voltage 0(-100).100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| Unit: | | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| Mean | | 147.60 | 26.28 | 52.95 | 1.60 | |
| Max | | 571.70 | 31.52 | 73.42 | 4.48 | |
| Min | | 0.08 | 21.77 | 34.74 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temperature Outside | Humidity Outside | Wind Sp Outside | Wind Dir Outside |
| 0 | 02.12.2003 00:00:00 | 0.12 | 24.10 | 65.78 | 0 | 0 |
| 1 | 02.12.2003 01:00:00 | 0.14 | 23.81 | 66.50 | 0 | 0 |
| 2 | 02.12.2003 02:00:00 | 0.14 | 24.09 | 63.30 | 1.65 | 72 |
| 3 | 02.12.2003 03:00:00 | 0.14 | 24.52 | 60.74 | 1.20 | 355 |
| 4 | 02.12.2003 04:00:00 | 0.14 | 23.97 | 61.01 | 3.50 | 57 |
| 5 | 02.12.2003 05:00:00 | 0.15 | 23.78 | 59.26 | 1.47 | 69 |
| 6 | 02.12.2003 06:00:00 | 0.14 | 23.32 | 57.06 | 4.41 | 68 |
| 7 | 02.12.2003 07:00:00 | 24.51 | 23.53 | 55.42 | 2.67 | 64 |
| 8 | 02.12.2003 08:00:00 | 157.91 | 24.71 | 52.34 | 1.02 | 119 |
| 9 | 02.12.2003 09:00:00 | 291.27 | 25.86 | 50.91 | 3.31 | 98 |
| 10 | 02.12.2003 10:00:00 | 438.52 | 27.84 | 45.12 | 2.02 | 60 |
| 11 | 02.12.2003 11:00:00 | 542.32 | 29.28 | 40.04 | 4.48 | 77 |
| 12 | 02.12.2003 12:00:00 | 571.70 | 30.96 | 36.18 | 3.11 | 69 |
| 13 | 02.12.2003 13:00:00 | 557.66 | 31.52 | 34.74 | 1.45 | 149 |
| 14 | 02.12.2003 14:00:00 | 477.66 | 31.48 | 35.01 | 2.01 | 93 |
| 15 | 02.12.2003 15:00:00 | 339.22 | 31.10 | 36.82 | 1.54 | 58 |
| 16 | 02.12.2003 16:00:00 | 221.03 | 31.22 | 35.88 | 2.18 | 90 |
| 17 | 02.12.2003 17:00:00 | 65.25 | 29.91 | 39.34 | 1.28 | 82 |
| 18 | 02.12.2003 18:00:00 | 1.18 | 28.21 | 45.17 | 1.01 | 94 |
| 19 | 02.12.2003 19:00:00 | 0.08 | 26.77 | 51.49 | 0.87 | 83 |
| 20 | 02.12.2003 20:00:00 | 0.09 | 25.73 | 56.03 | 0 | 0 |
| 21 | 02.12.2003 21:00:00 | 0.12 | 23.26 | 66.53 | 0 | 0 |
| 22 | 02.12.2003 22:00:00 | 0.15 | 22.33 | 70.95 | 0 | 0 |
| 23 | 02.12.2003 23:00:00 | 0.15 | 21.77 | 73.42 | 0 | 0 |
| 24 | 03.12.2003 00:00:00 | 0.17 | 23.96 | 64.75 | 0.83 | 94 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 4.6 แสดงผลการวัดค่าอุณหภูมิการทดลองที่ 2 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN

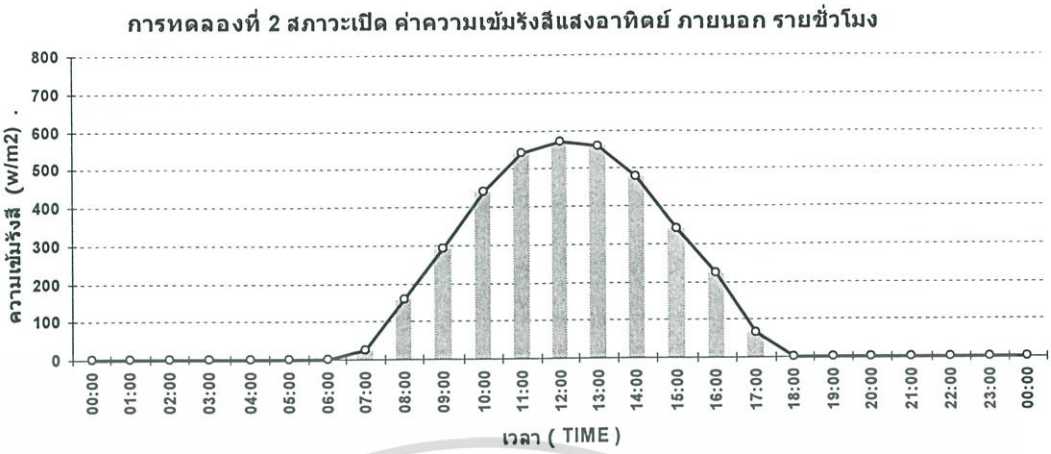
| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 25.80 | 26.56 | 26.92 | 27.74 | 26.16 |
| | Max | 30.88 | 32.44 | 33.16 | 39.15 | 32.76 |
| | Min | 21.89 | 22.69 | 23.01 | 20.58 | 21.89 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Outside |
| 0 | 02.12.2003 00:00:00 | 23.67 | 24.17 | 24.17 | 22.16 | 23.14 |
| 1 | 02.12.2003 01:00:00 | 23.39 | 23.57 | 23.44 | 21.69 | 22.29 |
| 2 | 02.12.2003 02:00:00 | 23.49 | 23.26 | 23.41 | 22.66 | 22.76 |
| 3 | 02.12.2003 03:00:00 | 23.72 | 23.64 | 23.92 | 23.16 | 23.04 |
| 4 | 02.12.2003 04:00:00 | 23.26 | 23.31 | 23.57 | 22.76 | 22.74 |
| 5 | 02.12.2003 05:00:00 | 23.04 | 23.01 | 23.24 | 22.46 | 22.39 |
| 6 | 02.12.2003 06:00:00 | 22.74 | 22.79 | 23.04 | 22.19 | 22.19 |
| 7 | 02.12.2003 07:00:00 | 22.74 | 22.89 | 23.01 | 22.89 | 22.24 |
| 8 | 02.12.2003 08:00:00 | 23.94 | 23.62 | 24.17 | 28.88 | 24.02 |
| 9 | 02.12.2003 09:00:00 | 25.34 | 25.47 | 26.27 | 33.19 | 26.05 |
| 10 | 02.12.2003 10:00:00 | 27.42 | 27.85 | 28.65 | 35.34 | 28.15 |
| 11 | 02.12.2003 11:00:00 | 28.80 | 29.33 | 29.93 | 35.90 | 29.63 |
| 12 | 02.12.2003 12:00:00 | 30.33 | 30.98 | 31.89 | 39.15 | 31.41 |
| 13 | 02.12.2003 13:00:00 | 30.68 | 31.38 | 32.16 | 37.95 | 31.61 |
| 14 | 02.12.2003 14:00:00 | 30.81 | 32.01 | 32.71 | 37.30 | 32.19 |
| 15 | 02.12.2003 15:00:00 | 30.88 | 32.39 | 33.16 | 36.50 | 32.76 |
| 16 | 02.12.2003 16:00:00 | 30.68 | 32.44 | 33.01 | 34.02 | 32.49 |
| 17 | 02.12.2003 17:00:00 | 29.53 | 31.71 | 32.06 | 31.68 | 31.61 |
| 18 | 02.12.2003 18:00:00 | 27.90 | 29.93 | 30.16 | 27.42 | 28.95 |
| 19 | 02.12.2003 19:00:00 | 26.37 | 28.45 | 28.45 | 25.57 | 27.20 |
| 20 | 02.12.2003 20:00:00 | 25.12 | 27.05 | 27.07 | 24.32 | 26.05 |
| 21 | 02.12.2003 21:00:00 | 23.62 | 24.99 | 25.34 | 22.29 | 24.02 |
| 22 | 02.12.2003 22:00:00 | 22.51 | 23.97 | 23.84 | 21.11 | 22.74 |
| 23 | 02.12.2003 23:00:00 | 21.89 | 22.96 | 23.01 | 20.58 | 21.89 |
| 24 | 03.12.2003 00:00:00 | 23.16 | 23.14 | 23.31 | 22.44 | 22.46 |

**ตารางที่** 4.7 แสดงผลการวัดค่าอุณหภูมิการทดลองที่ 2 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN

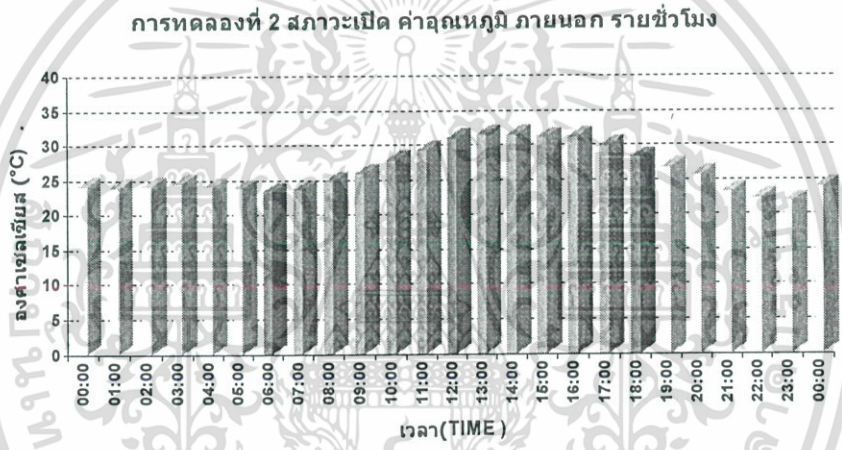
| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 25.80 | 26.56 | 26.92 | 27.74 | 26.16 |
| | Max | 30.88 | 32.44 | 33.16 | 39.15 | 32.76 |
| | Min | 21.89 | 22.69 | 23.01 | 20.58 | 21.89 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Outside |
| 0 | 02.12.2003 00:00:00 | 24.19 | 24.64 | 23.84 | 21.66 | 24.12 |
| 1 | 02.12.2003 01:00:00 | 24.02 | 24.19 | 23.39 | 21.26 | 23.64 |
| 2 | 02.12.2003 02:00:00 | 24.72 | 23.74 | 24.72 | 22.19 | 24.72 |
| 3 | 02.12.2003 03:00:00 | 24.12 | 23.99 | 23.44 | 22.54 | 23.87 |
| 4 | 02.12.2003 04:00:00 | 23.69 | 23.46 | 22.94 | 22.14 | 23.49 |
| 5 | 02.12.2003 05:00:00 | 23.39 | 23.14 | 22.59 | 21.79 | 23.19 |
| 6 | 02.12.2003 06:00:00 | 23.06 | 22.81 | 22.31 | 21.51 | 22.94 |
| 7 | 02.12.2003 07:00:00 | 23.11 | 22.61 | 22.21 | 22.04 | 22.89 |
| 8 | 02.12.2003 08:00:00 | 24.34 | 23.52 | 23.29 | 24.07 | 22.16 |
| 9 | 02.12.2003 09:00:00 | 25.75 | 24.87 | 24.89 | 30.48 | 25.97 |
| 10 | 02.12.2003 10:00:00 | 27.70 | 27.32 | 27.65 | 33.26 | 28.05 |
| 11 | 02.12.2003 11:00:00 | 29.15 | 28.85 | 28.70 | 33.89 | 29.63 |
| 12 | 02.12.2003 12:00:00 | 30.78 | 30.58 | 30.58 | 38.45 | 31.41 |
| 13 | 02.12.2003 13:00:00 | 31.01 | 30.98 | 30.98 | 37.72 | 31.66 |
| 14 | 02.12.2003 14:00:00 | 31.48 | 31.36 | 31.26 | 37.93 | 31.94 |
| 15 | 02.12.2003 15:00:00 | 31.51 | 31.79 | 31.83 | 37.45 | 32.26 |
| 16 | 02.12.2003 16:00:00 | 31.53 | 31.81 | 31.58 | 36.10 | 32.09 |
| 17 | 02.12.2003 17:00:00 | 30.41 | 31.36 | 30.98 | 28.28 | 27.75 |
| 18 | 02.12.2003 18:00:00 | 28.63 | 30.18 | 29.43 | 26.25 | 29.43 |
| 19 | 02.12.2003 19:00:00 | 27.12 | 28.43 | 27.55 | 24.47 | 27.42 |
| 20 | 02.12.2003 20:00:00 | 25.80 | 27.22 | 26.47 | 23.52 | 26.37 |
| 21 | 02.12.2003 21:00:00 | 24.09 | 25.42 | 24.84 | 21.26 | 24.92 |
| 22 | 02.12.2003 22:00:00 | 23.34 | 24.29 | 23.49 | 20.33 | 23.67 |
| 23 | 02.12.2003 23:00:00 | 22.55 | 23.31 | 22.66 | 19.80 | 22.81 |
| 24 | 03.12.2003 00:00:00 | 23.69 | 23.54 | 22.96 | 21.76 | 23.36 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

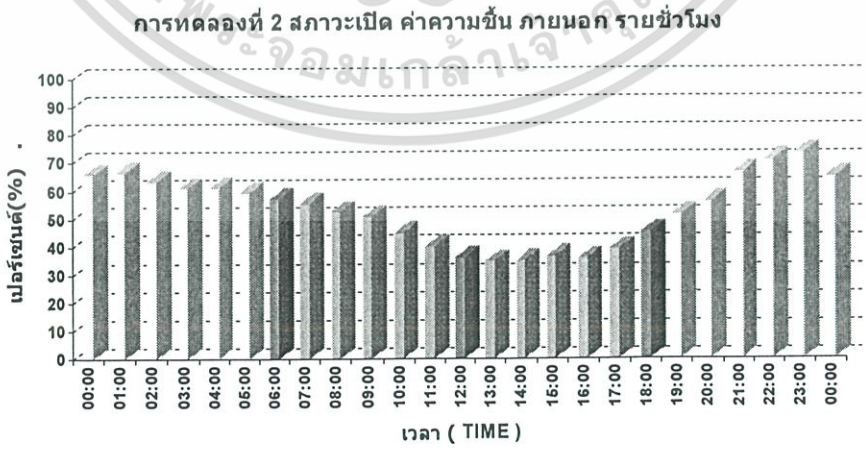
### 4.3.2 สภาพภูมิอากาศภายนอกของการทดลองที่ 2 สภาวะเปิด




ภาพที่ 4.10 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 2



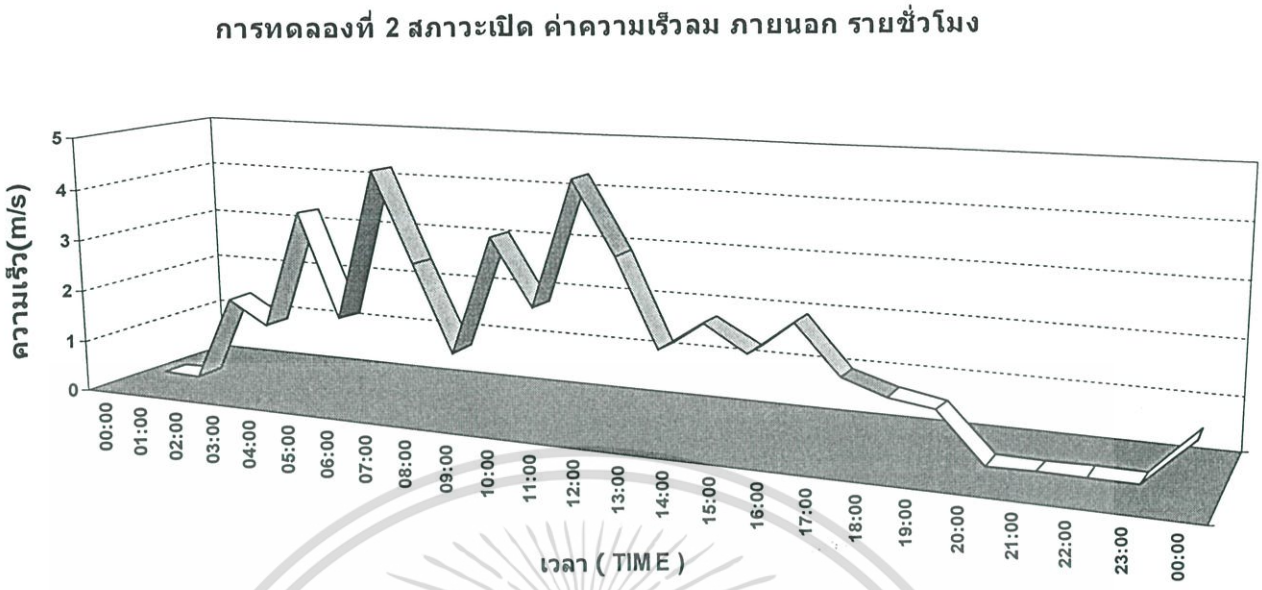

ภาพที่ 4.11 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 2



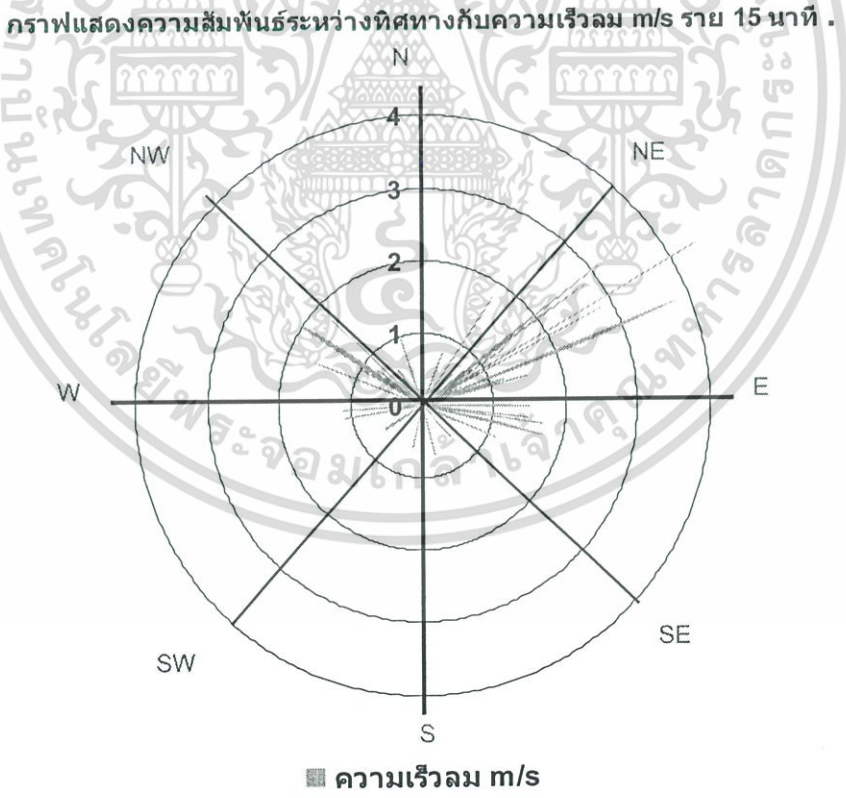

ภาพที่ 4.12 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 สภาวะเปิด

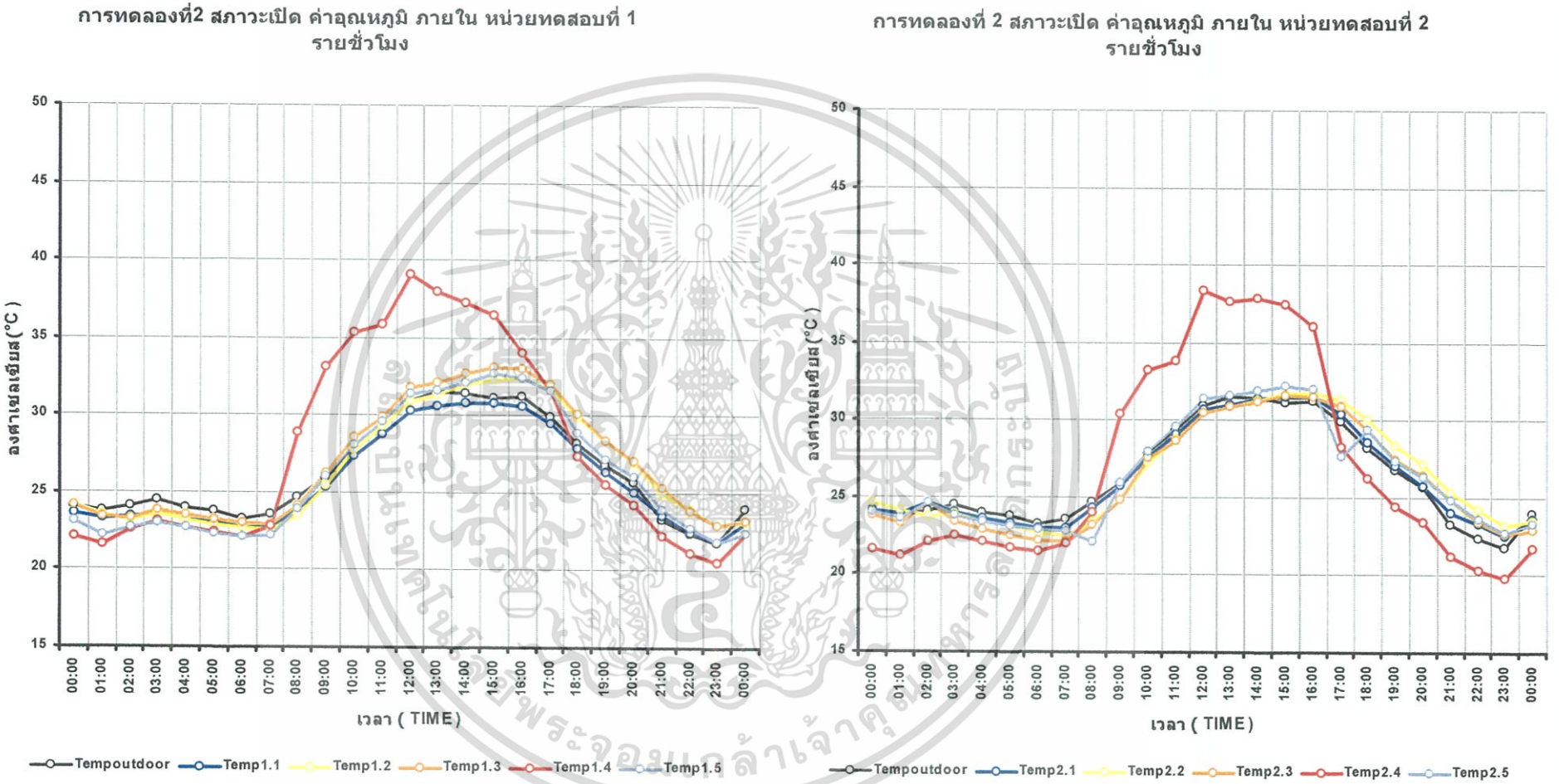



**ภาพที่** 4.13 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 2




**ภาพที่** 4.14 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทางสภาวะเปิดราย 15 นาที การทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่** 4.15 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 2

**4.3.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 2 สภาวะเปิด**

**4.3.4.1 สภาพภูมิอากาศและอุณหภูมิภายนอก**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน**

0.00-6.00 น. ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.14 w/m$^2$ ความชื้นลดต่ำลงเรื่อยๆ เฉลี่ย 62% อุณหภูมิภายนอกเพิ่มขึ้นแล้วก็ต่ำลงเล็กน้อยเฉลี่ย 24°c แรงลมเฉลี่ย 1.75 m/s ลมแรงปานกลางถึงมาก 18.00-0.00 น. ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยเป็น 0.28 w/m$^2$ ความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆสูงสุดที่ 73% เวลา 23.00น.เฉลี่ย 61% อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ ต่ำสุด 21.77°c เวลา 23.00 น.เฉลี่ย 25°c แรงลมเฉลี่ย 0.39 m/sลมสงบ

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน**

6.00-18.00 น. ความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุด 571.70 w/m$^2$ ตอนเที่ยงเฉลี่ยความเข้มรังสี 283.72 w/m$^2$ สภาพท้องฟ้าโปร่งตลอด ความชื้นลดลงเรื่อยๆต่ำสุด 35% เวลา13.00น. แล้วจึงสูงขึ้นเฉลี่ย 43% อุณหภูมิภายนอกเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สูงสุด 31.52°c เวลา 13.00น.แล้วลดลงเฉลี่ย 28°c แรงลมเฉลี่ย 2.35 m/s แรงสุด 4.48 m/s เวลา 11.00น.ลมแรงมีลมตลอดเป็นช่วงๆ

**4.3.4.2 อุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ ตำแหน่งTEMP1.1 และ TEMP2.1**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน**

0.00-6.00น.และ18.00-0.00น. วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก ในช่วงแรกและในช่วงหลังอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ1 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์สูง 1.00 เมตร T1.1 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ส่วนอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ2 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์สูง 1.50 เมตร T2.1 ในช่วงแรกจะต่ำกว่าแต่ในช่วงหลังจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ในช่วงแรก T1.1 ต่ำกว่า T2.1 ด้วย ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลาง คืน T1.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T2.1

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน**

6.00-18.00น. วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ1 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์สูง 1.00 เมตร จะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ( Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 28.38 °c,T1.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 27.83 °c ต่ำกว่า 0.55 °c ) ส่วนอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ2 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์สูง 1.50 เมตร จะต่ำกว่าถึงช่วงเวลา 14.00น.แต่หลังจากนั้นจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ( Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 28.38 °c, T2.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 28.34 °c ต่ำกว่า 0.04 °c ) ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางวัน T1.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T2.1 ต่างกัน 0.51 °c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.3.4.3 อุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์ ( SOLAR CHIMNEY )**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน**

**0.00-6.00น.และ18.00-0.00น.** ในช่วงแรกอุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์ของหน่วยทดสอบ 1 และ หน่วยทดสอบ 2 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก แต่ในช่วงเวลาหลังมีเฉพาะอุณหภูมิที่ผิวภายในปล่องรังสีอาทิตย์ของ หน่วยทดสอบ1 และ หน่วยทดสอบ 2 เท่านั้นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก โดยที่ T2.4 มีอุณหภูมิต่ำกว่า T1.4 ทั้งในช่วงเวลาแรกและเวลาหลัง

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00น.**

อุณหภูมิทางเข้าปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ2 ( T1.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 28.66 °c, T2.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 28.31 °c ต่างกัน 0.35 °c ) และมีรูปแบบต่างกัน คือ T1.2 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 10.00น. แต่ T2.2 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 14.00น.

อุณหภูมิกลางปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ2 ( T1.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.25 °c, T2.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 28.11 °c ต่างกัน 1.14 °c ) และมีรูปแบบต่างกัน คือ T1.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 9.00น. แต่ T2.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 15.00น.

อุณหภูมิทางออกปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ 2 ( T1.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 28.72 °c, T2.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 28.32 °c ต่างกัน 0.40 °c ) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.5 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 9.00น. แต่ T2.5 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 11.00น.

อุณหภูมิที่ผิวภายในปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ2 ( T1.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 32.49 °c, T2.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 31.34 °c ต่างกัน 1.15 °c )

**4.3.4.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของความสูงของปล่องที่รับรังสีแสงอาทิตย์ระหว่าง 1.00 เมตร กับ 1.50 เมตร ในระบบเปิด**

อุณหภูมิภายในแบบจำลอง หน่วยทดสอบ 1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ 2 และต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกมีผลมาจากประสิทธิภาพของ ปล่องรังสีอาทิตย์สูง 1.50 เมตร มีความสูงในการรับรังสีอาทิตย์ 1.00 เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร ได้ดีกว่าปล่องรังสีอาทิตย์สูง 2.00 เมตร มีความสูงในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 1.50 เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.71 ตารางเมตร ในสภาวะปกติ เนื่องมาจากปล่องทำความร้อนได้สูงกว่า จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างๆภายในปล่องรังสีอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4.5 สรุปผลการวัดสภาพภูมิอากาศของการทดลองที่ 2 สภาวะเปิด

0.00-6.00 น. Radiation Outside 0.14 w/m$^2$

Humidity Outside 62 %

Temperature Outside 24 °c

Wind Speed Outside 1.75 m/s

18.00-0.00 น. Radiation Outside 0.28 w/m$^2$

Humidity Outside 61 % max 73 % เวลา 23.00

Temperature Outside 25 °c min 21.77 °c เวลา 23.00

Wind Speed Outside 0.39 m/s

6.00-18.00 น. Radiation Outside 284.72 w/m$^2$ max 571.70 w/m$^2$ เวลา 12.00

Humidity Outside 43 % min 35 % เวลา 13.00

Temperature Outside 28 °c max 31.52 °c เวลา 13.00

Wind Speed Outside 2.35 m/s max 4.48 m/s เวลา 11.00

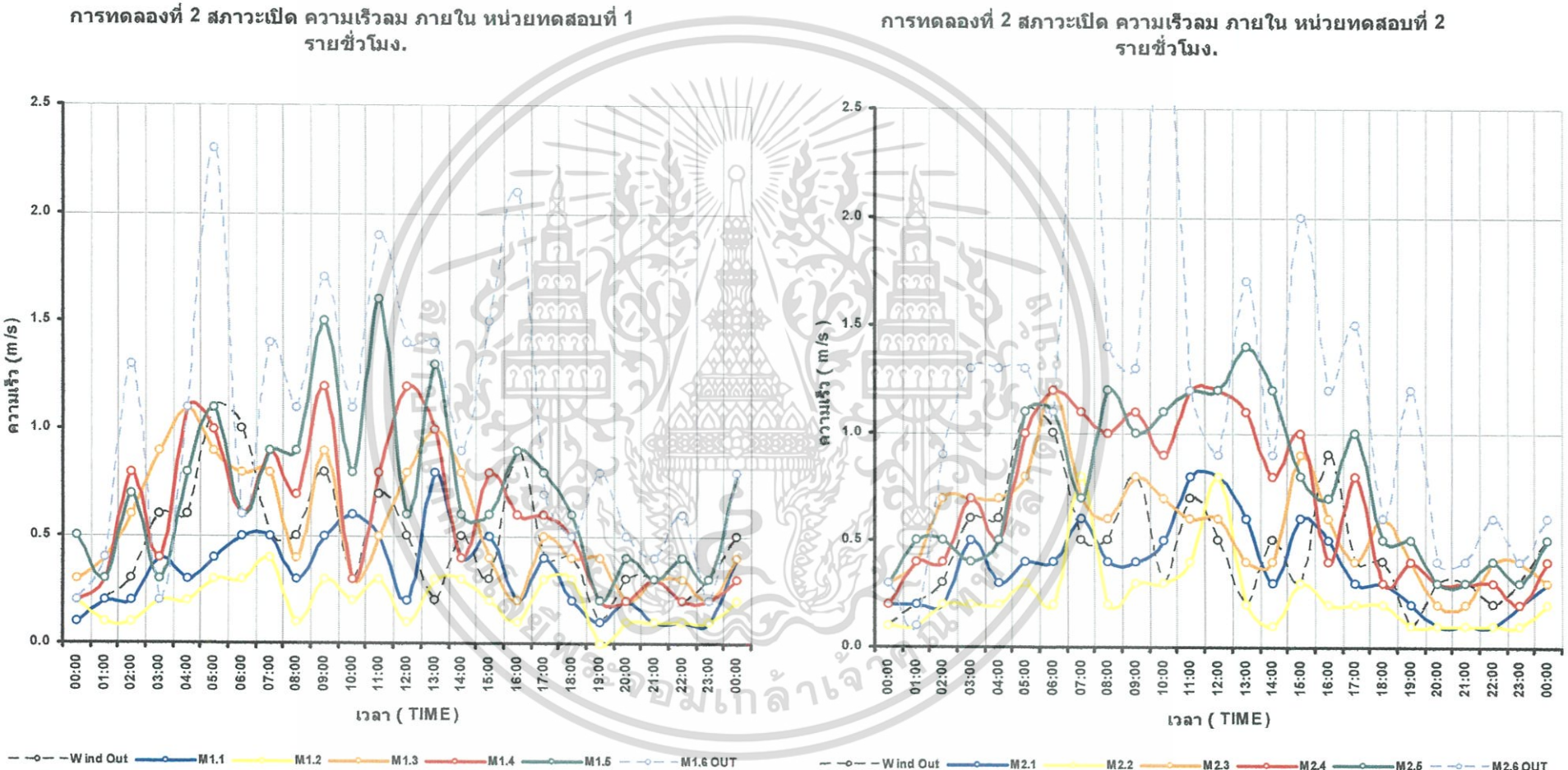
4.3.5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความเร็วลมของ หน่วยทดสอบ 1 และ หน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิดช่องลม เข้าการทดสอบที่ 2 วันอังคารที่ 2 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | หน่วยทดสอบ 1 | | | | | | | หน่วยทดสอบ 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0.1 | 00.00 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 00.00 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 01.00 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 01.00 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.1 |
| 1.7 | 0.3 | 02.00 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 1.3 | 02.00 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 0.4 | 0.5 | 0.9 |
| 1.2 | 0.6 | 03.00 | 0.4 | 0.2 | 0.9 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 03.00 | 0.5 | 0.2 | 0.7 | 0.7 | 0.4 | 1.3 |
| 3.5 | 0.6 | 04.00 | 0.3 | 0.2 | 1.1 | 1.1 | 0.8 | 1.1 | 04.00 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 1.3 |
| 1.5 | 1.1 | 05.00 | 0.4 | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 2.3 | 05.00 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.3 |
| 4.4 | 1.0 | 06.00 | 0.5 | 0.3 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 06.00 | 0.4 | 0.2 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.1 |
| 2.7 | 0.5 | 07.00 | 0.5 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.4 | 07.00 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 1.1 | 0.7 | 3.3 |
| 1.0 | 0.5 | 08.00 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 08.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 1.2 | 1.4 |
| 3.3 | 0.8 | 09.00 | 0.5 | 0.3 | 0.9 | 1.2 | 1.5 | 1.7 | 09.00 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 1.1 | 1.0 | 1.3 |
| 2.0 | 0.3 | 10.00 | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 1.1 | 10.00 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 3.0 |
| 4.5 | 0.7 | 11.00 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.6 | 1.9 | 11.00 | 0.8 | 0.4 | 0.6 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| 3.1 | 0.5 | 12.00 | 0.2 | 0.1 | 0.8 | 1.2 | 0.6 | 1.4 | 12.00 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 1.2 | 1.2 | 0.9 |
| 1.5 | 0.2 | 13.00 | 0.8 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 1.3 | 1.4 | 13.00 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 1.1 | 1.4 | 1.7 |
| 2.0 | 0.5 | 14.00 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 14.00 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 0.9 |
| 1.5 | 0.3 | 15.00 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.6 | 1.5 | 15.00 | 0.6 | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 0.8 | 2.0 |
| 2.2 | 0.9 | 16.00 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 2.1 | 16.00 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.7 | 1.2 |
| 1.3 | 0.4 | 17.00 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 17.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.5 |
| 1.0 | 0.4 | 18.00 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 18.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.3 | 0.5 | 0.6 |
| 0.9 | 0.1 | 19.00 | 0.1 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 19.00 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 1.2 |
| 0 | 0.3 | 20.00 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 20.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.3 | 21.00 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 21.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 22.00 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 22.00 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.6 |
| 0 | 0.3 | 23.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 23.00 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.4 |
| 0.8 | 0.5 | 00.00 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 00.00 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 สภาวะเปิด




**ภาพที่** 4.16 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 2

**4.3.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 2 สภาวะเปิด**

การหาความเร็วลมเฉลี่ย = ( ผลรวมของความเร็วลมในช่วงเวลานั้น) / จำนวนครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล ในช่วงเวลานั้น

**4.3.6.1 ความเร็วลมภายนอก** WINDOUTSIDE

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.**

windout ความเร็วลมเฉลี่ย0.4m/s ,wind1.6 out ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.8 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

Windout ความเร็วลมเฉลี่ย0.5m/s ,wind1.6out ความเร็วลมเฉลี่ย 1.3 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 1.5 m/s

**4.3.6.2 ความเร็วลมภายใน หน่วยทดสอบ ในสภาวะเปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.**

wind1.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s , wind2.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s หน่วยทดสอบ1มีแรงลมน้อยกว่า

wind1.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s , wind2.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ทั้งสองเท่ากัน

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

wind1.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s , wind2.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s หน่วยทดสอบ1มีแรงลมน้อยกว่า

wind1.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s , wind2.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s หน่วยทดสอบ1มีแรงลมน้อยกว่า

**4.3.6.3 ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ในสภาวะเปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน0.00-6.00 น.และ 18.00-0.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ทั้งสองเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s , wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s หน่วยทดสอบ1มีแรงลมน้อยกว่า

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s , wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.9 m/s หน่วยทดสอบ1มีแรงลมน้อยกว่า

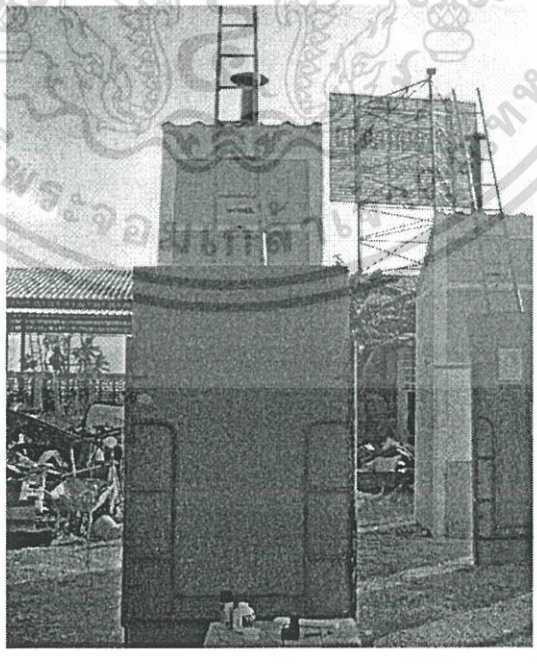
wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.9 m/s , wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 1.0 m/s หน่วยทดสอบ1มีแรงลมน้อยกว่า

**4.3.6.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของความสูงของปล่องรังสีอาทิตย์ในหน่วยทดสอบที่1 สูง 1.50 เมตร กับในหน่วยทดสอบที่2 สูง 2.00 เมตร จากความเร็วลม ในสภาวะเปิด**

การทดลองหน่วยทดสอบ1 มีความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบโดยรวมน้อยกว่าการทดลอง หน่วยทดสอบ2 ทั้งกลางวันและกลางคืน ส่วนความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์โดยรวมกลางคืนเท่ากัน แต่กลางวัน การทดลองหน่วยทดสอบ1 แรงลมน้อยกว่า การทดลองหน่วยทดสอบ2 โดยที่ความเร็วลมภายในอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 0.25-0.50m/s ร่างกายรู้สึกสบายโดยไม่รู้ว่ามีลมมาปะทะ

## 4.4 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 3

### 4.4.1 รายละเอียดหน่วยทดสอบที่ทำการทดลองที่ 3 สภาวะ CLOSE



**ภาพที่** 4.17 แสดงหน่วยทดสอบ1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ ในแบบการทดลองที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หน่วยทดสอบที่ 1** ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องมีความสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00x1.20 เมตร

**หน่วยทดสอบที่ 2** ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องมีความสูงทั้งหมด 2.00 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.50 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00x1.20 เมตร

**ทำการทดลองโดย** วัดค่าอุณหภูมิ และความเร็วลมภายในแบบจำลอง และในปล่องโดยที่หน่วยทดสอบมีการปิดช่องลมเข้าภายในตัวแบบจำลองทั้งสอง

**สภาพภูมิอากาศภายนอกบริเวณที่ตั้งหน่วยทดสอบ** วันที่ 4 ธันวาคม 2546

- ความเข้มรังสีอาทิตย์ สูงสุด 800.31 w/m$^2$ ที่เวลา 13.00น. เฉลี่ย 149.74 w/m$^2$
- สภาพอุณหภูมิภายนอกมีค่าสูงสุดที่ 34.01 ˚C เวลา 13.15น.และมีค่าต่ำสุดที่ 21.09 ˚C ที่เวลา 03.15น. เฉลี่ย 26.84 ˚C
- สภาพความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก มีค่าสูงสุดที่ 93.13 % เวลา 00.00น.และมีค่าต่ำสุดที่ 40.91 % เวลา 15.15น. เฉลี่ย 70.92 %
- ความเร็วลมภายนอกสูงสุด 3.38 m/s ที่เวลา 11.15น. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

**ตารางที่** 4.9 แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 3 สภาวะ CLOSE

| | Description | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| | Sensor: | Voltage 0(-100).100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| | Unit: | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| | Mean | 165.64 | 26.69 | 71.80 | 0.61 | |
| | Max | 800.31 | 33.59 | 93.13 | 2.55 | |
| | Min | 0.08 | 21.15 | 41.56 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temperature Outside | Humidity Outside | Wind Sp Outside | Wind Dir Outside |
| 0 | 04.12.2003 00:00:00 | 0.12 | 22.64 | 84.72 | 0 | 0 |
| 1 | 04.12.2003 01:00:00 | 0.15 | 21.93 | 87.29 | 0 | 0 |
| 2 | 04.12.2003 02:00:00 | 0.15 | 21.45 | 91.22 | 0 | 0 |
| 3 | 04.12.2003 03:00:00 | 0.14 | 21.28 | 90.12 | 0 | 0 |
| 4 | 04.12.2003 04:00:00 | 0.15 | 21.15 | 91.22 | 0 | 0 |
| 5 | 04.12.2003 05:00:00 | 0.15 | 21.50 | 91.78 | 0 | 0 |
| 6 | 04.12.2003 06:00:00 | 0.15 | 21.81 | 89.19 | 0 | 0 |
| 7 | 04.12.2003 07:00:00 | 27.23 | 21.66 | 89.66 | 0 | 0 |
| 8 | 04.12.2003 08:00:00 | 211.66 | 26.82 | 67.28 | 0.72 | 42 |
| 9 | 04.12.2003 09:00:00 | 374.34 | 29.30 | 57.43 | 1.73 | 73 |
| 10 | 04.12.2003 10:00:00 | 515.54 | 31.64 | 51.34 | 0.81 | 95 |
| 11 | 04.12.2003 11:00:00 | 623.60 | 32.06 | 50.06 | 2.55 | 81 |
| 12 | 04.12.2003 12:00:00 | 703.94 | 31.45 | 50.09 | 0.91 | 104 |
| 13 | 04.12.2003 13:00:00 | 800.31 | 33.52 | 43.08 | 0.63 | 62 |
| 14 | 04.12.2003 14:00:00 | 173.75 | 32.57 | 44.95 | 0.72 | 120 |
| 15 | 04.12.2003 15:00:00 | 417.80 | 33.59 | 41.56 | 0.54 | 51 |
| 16 | 04.12.2003 16:00:00 | 249.18 | 32.24 | 43.97 | 0.90 | 51 |
| 17 | 04.12.2003 17:00:00 | 41.87 | 31.18 | 49.12 | 1.27 | 89 |
| 18 | 04.12.2003 18:00:00 | 0.11 | 29.46 | 59.38 | 1.29 | 169 |
| 19 | 04.12.2003 19:00:00 | 0.09 | 27.41 | 77.74 | 1.29 | 124 |
| 20 | 04.12.2003 20:00:00 | 0.09 | 26.31 | 82.76 | 0.91 | 84 |
| 21 | 04.12.2003 21:00:00 | 0.11 | 25.18 | 86.43 | 0.92 | 325 |
| 22 | 04.12.2003 22:00:00 | 0.12 | 24.30 | 90.18 | 0 | 0 |
| 23 | 04.12.2003 23:00:00 | 0.15 | 23.87 | 91.34 | 0 | 0 |
| 24 | 05.12.2003 00:00:00 | 0.14 | 23.20 | 93.13 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 3 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ CLOSE

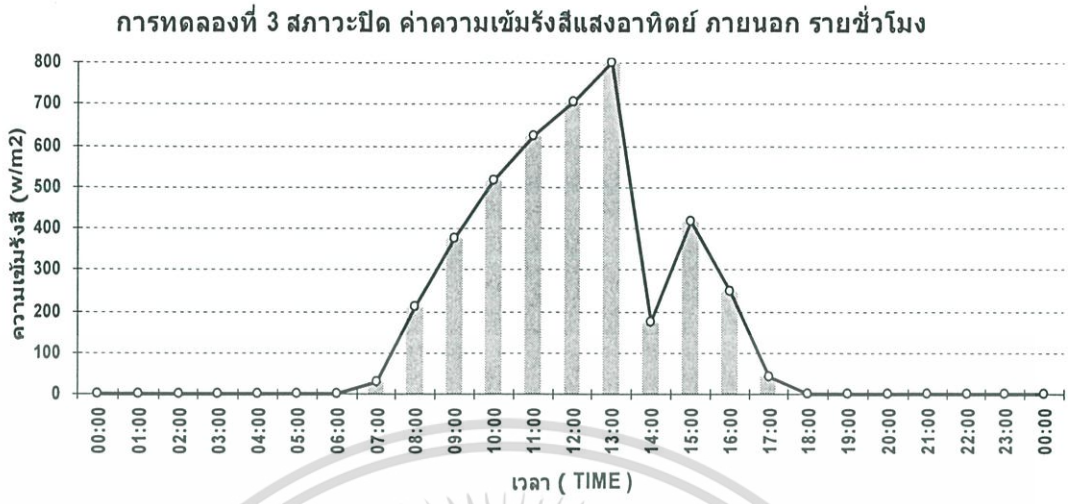
| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 28.27 | 28.48 | 28.49 | 30.76 | 28.05 |
| | Max | 36.00 | 37.22 | 38.55 | 51.78 | 40.36 |
| | Min | 21.46 | 20.88 | 19.48 | 18.65 | 19.08 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Outside |
| 0 | 04.12.2003 00:00:00 | 24.77 | 23.54 | 21.56 | 20.16 | 20.11 |
| 1 | 04.12.2003 01:00:00 | 24.02 | 22.89 | 21.11 | 19.83 | 19.81 |
| 2 | 04.12.2003 02:00:00 | 23.24 | 22.39 | 20.56 | 19.10 | 19.09 |
| 3 | 04.12.2003 03:00:00 | 22.66 | 21.89 | 20.13 | 18.98 | 19.08 |
| 4 | 04.12.2003 04:00:00 | 22.14 | 20.93 | 19.48 | 18.65 | 19.48 |
| 5 | 04.12.2003 05:00:00 | 21.74 | 21.03 | 20.21 | 19.78 | 19.91 |
| 6 | 04.12.2003 06:00:00 | 21.66 | 20.88 | 20.03 | 19.38 | 19.81 |
| 7 | 04.12.2003 07:00:00 | 21.46 | 21.36 | 23.64 | 28.25 | 25.04 |
| 8 | 04.12.2003 08:00:00 | 22.69 | 23.49 | 26.70 | 41.43 | 31.28 |
| 9 | 04.12.2003 09:00:00 | 25.92 | 27.65 | 31.01 | 45.82 | 33.87 |
| 10 | 04.12.2003 10:00:00 | 29.65 | 31.66 | 33.36 | 47.17 | 34.94 |
| 11 | 04.12.2003 11:00:00 | 32.71 | 34.39 | 35.82 | 46.20 | 35.34 |
| 12 | 04.12.2003 12:00:00 | 34.67 | 35.85 | 36.42 | 41.51 | 34.84 |
| 13 | 04.12.2003 13:00:00 | 35.29 | 37.05 | 38.55 | 51.78 | 40.36 |
| 14 | 04.12.2003 14:00:00 | 35.54 | 36.80 | 37.55 | 40.93 | 37.02 |
| 15 | 04.12.2003 15:00:00 | 36.00 | 37.22 | 38.48 | 45.42 | 37.77 |
| 16 | 04.12.2003 16:00:00 | 35.85 | 36.30 | 36.17 | 36.87 | 36.87 |
| 17 | 04.12.2003 17:00:00 | 34.79 | 35.09 | 34.74 | 34.52 | 33.89 |
| 18 | 04.12.2003 18:00:00 | 33.01 | 32.79 | 31.89 | 28.63 | 29.00 |
| 19 | 04.12.2003 19:00:00 | 31.13 | 31.16 | 30.58 | 26.80 | 28.35 |
| 20 | 04.12.2003 20:00:00 | 29.78 | 29.86 | 29.25 | 25.70 | 27.22 |
| 21 | 04.12.2003 21:00:00 | 28.53 | 28.53 | 28.08 | 24.32 | 26.50 |
| 22 | 04.12.2003 22:00:00 | 27.42 | 27.40 | 26.65 | 23.31 | 24.79 |
| 23 | 04.12.2003 23:00:00 | 26.45 | 26.40 | 25.65 | 22.64 | 23.87 |
| 24 | 05.12.2003 00:00:00 | 25.62 | 25.42 | 24.69 | 21.79 | 23.06 |

ตารางที่ 4.11 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 3 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ CLOSE

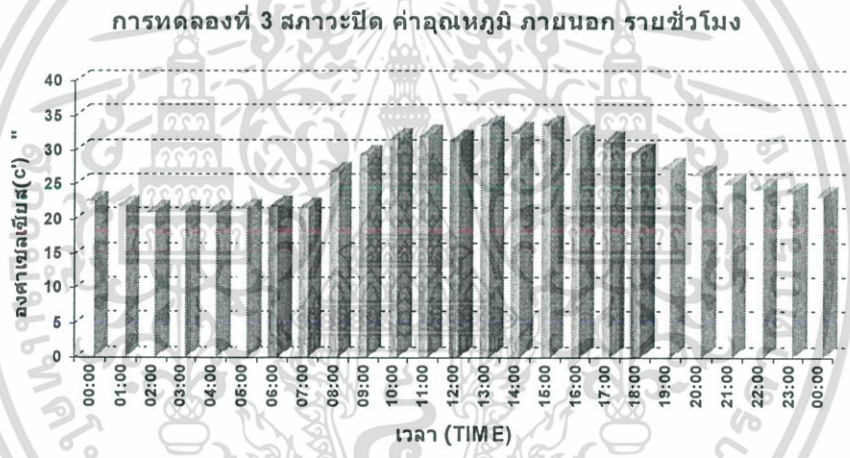
| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 28.48 | 28.44 | 27.46 | 29.88 | 28.42 |
| | Max | 35.90 | 36.30 | 36.52 | 48.90 | 38.30 |
| | Min | 21.96 | 21.26 | 18.85 | 18.68 | 20.28 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Outside |
| 0 | 04.12.2003 00:00:00 | 25.39 | 24.97 | 22.34 | 20.58 | 21.81 |
| 1 | 04.12.2003 01:00:00 | 24.57 | 24.22 | 21.54 | 20.06 | 21.06 |
| 2 | 04.12.2003 02:00:00 | 23.92 | 23.21 | 20.88 | 19.35 | 20.48 |
| 3 | 04.12.2003 03:00:00 | 23.16 | 23.04 | 20.68 | 19.28 | 20.03 |
| 4 | 04.12.2003 04:00:00 | 22.59 | 21.31 | 19.85 | 18.82 | 20.31 |
| 5 | 04.12.2003 05:00:00 | 22.29 | 21.56 | 19.73 | 19.61 | 20.53 |
| 6 | 04.12.2003 06:00:00 | 22.21 | 21.26 | 19.56 | 19.30 | 20.81 |
| 7 | 04.12.2003 07:00:00 | 21.96 | 21.69 | 22.01 | 26.25 | 27.32 |
| 8 | 04.12.2003 08:00:00 | 22.96 | 23.36 | 25.39 | 38.65 | 32.76 |
| 9 | 04.12.2003 09:00:00 | 25.65 | 27.05 | 28.98 | 41.41 | 34.82 |
| 10 | 04.12.2003 10:00:00 | 28.83 | 30.86 | 31.61 | 43.54 | 34.12 |
| 11 | 04.12.2003 11:00:00 | 31.63 | 33.66 | 33.94 | 43.96 | 35.59 |
| 12 | 04.12.2003 12:00:00 | 32.74 | 33.89 | 33.69 | 39.63 | 34.74 |
| 13 | 04.12.2003 13:00:00 | 34.04 | 35.02 | 35.47 | 48.90 | 37.05 |
| 14 | 04.12.2003 14:00:00 | 34.67 | 35.64 | 35.24 | 35.54 | 35.64 |
| 15 | 04.12.2003 15:00:00 | 35.49 | 35.30 | 35.52 | 46.20 | 38.30 |
| 16 | 04.12.2003 16:00:00 | 35.90 | 35.82 | 35.57 | 40.41 | 36.80 |
| 17 | 04.12.2003 17:00:00 | 35.52 | 35.07 | 34.77 | 35.90 | 35.37 |
| 18 | 04.12.2003 18:00:00 | 34.19 | 32.54 | 31.94 | 28.43 | 30.53 |
| 19 | 04.12.2003 19:00:00 | 32.41 | 31.01 | 29.81 | 26.30 | 28.60 |
| 20 | 04.12.2003 20:00:00 | 30.78 | 30.08 | 27.83 | 25.04 | 26.77 |
| 21 | 04.12.2003 21:00:00 | 29.40 | 29.03 | 27.17 | 23.92 | 26.40 |
| 22 | 04.12.2003 22:00:00 | 28.25 | 27.90 | 25.60 | 22.81 | 24.62 |
| 23 | 04.12.2003 23:00:00 | 27.20 | 26.80 | 24.44 | 22.09 | 23.67 |
| 24 | 05.12.2003 00:00:00 | 26.27 | 25.72 | 23.06 | 21.11 | 22.24 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

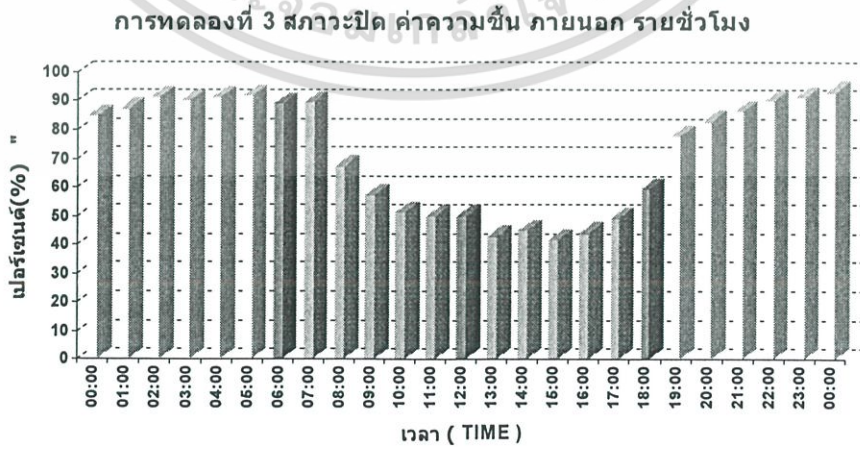
### 4.4.2 สภาพภูมิอากาศภายนอกของการทดลองที่ 3 สภาวะปิด




ภาพที่ 4.18 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 3



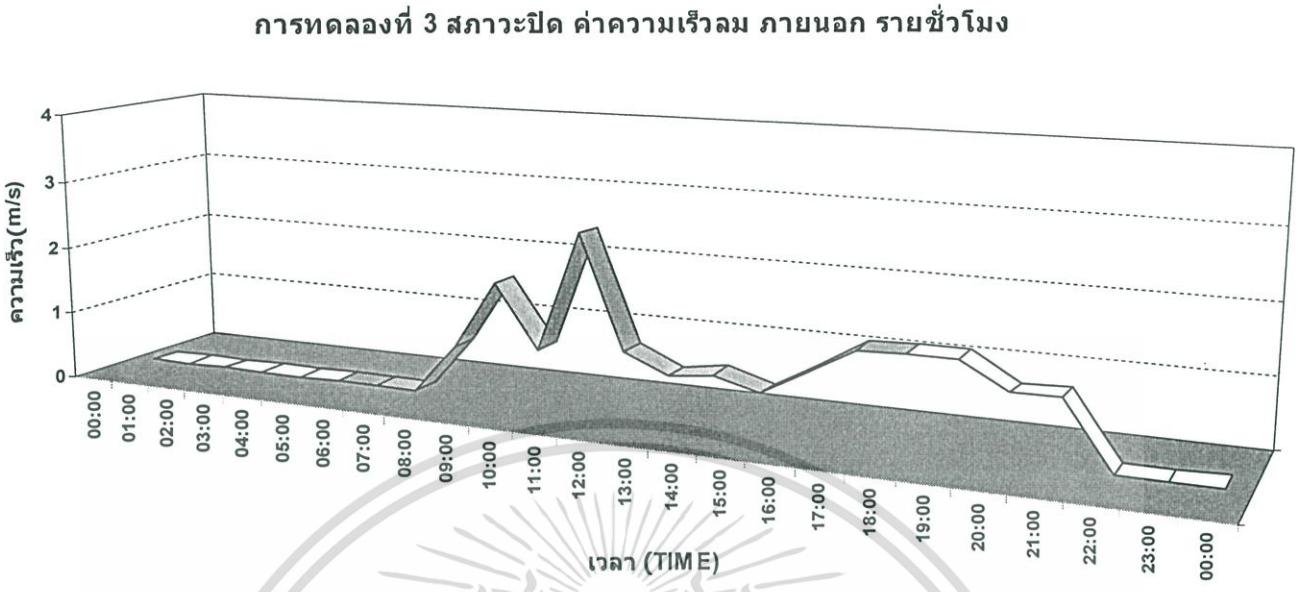

ภาพที่ 4.19 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 3



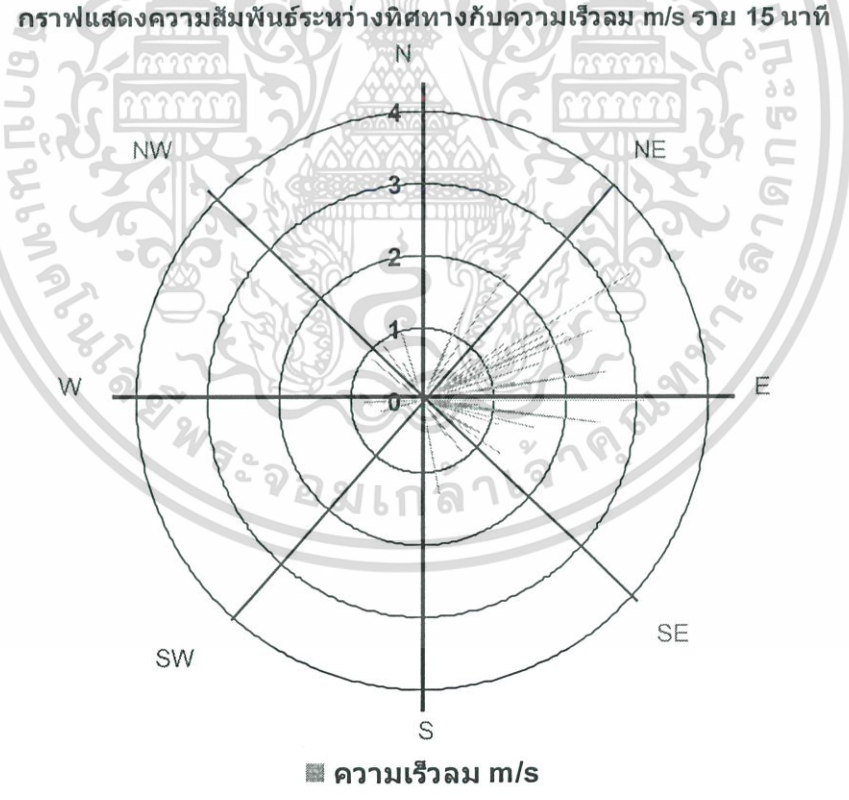

ภาพที่ 4.20 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3 สภาวะปิด



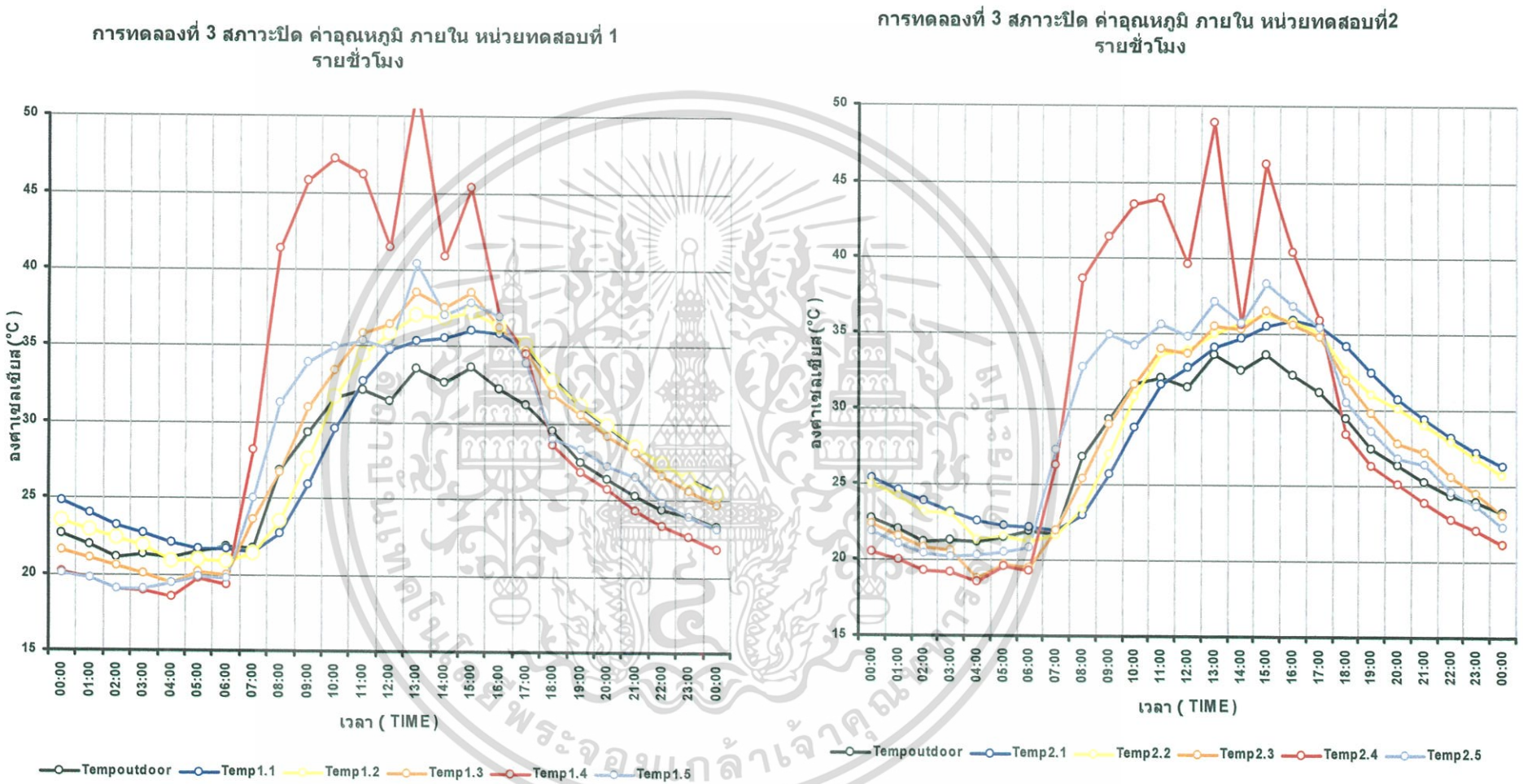

**ภาพที่ 4.21** แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 3




**ภาพที่** 4.22 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทาง สภาวะปิดราย 15 นาที การทดลองที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 ผลการทดสอบเปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 3 สภาวะปิด




**ภาพที่** 4.23 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 3

**4.4.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 3**

**4.4.4.1 สภาพภูมิอากาศและอุณหภูมิภายนอก TEMPOUT การทดลองที่ 3 ปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

**0.00-6.00น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.14 w/$m^2$ ความชื้นสูงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แล้วนิ่งเฉลี่ย 89% อุณหภูมิภายนอกลดและเพิ่มเล็กน้อยนิ่งอุณหภูมิต่ำสุด 21.15°c เวลา 2.00 และ4.00น.เฉลี่ย 22°c ไม่มีลมเลย 0 m/s **18.00-0.00น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.11 w/$m^2$ ความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆสูงสุดที่ 93%เวลา 0.00น.เฉลี่ย 83% อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ เฉลี่ย 26°c แรงลมเฉลี่ย 0.63 m/sลมไม่แรง 0

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

**6.00-18.00น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุด 800.31 w/$m^2$ ในตอนบ่ายเฉลี่ยความเข้มรังสี 318.42 w/$m^2$สภาพท้องฟ้าโปร่งหลังเที่ยงมีเมฆมาก ความชื้นลดลงเรื่อยๆ ต่ำสุด 42% เวลา 15.0 0น.แล้วจึงสูงขึ้นเฉลี่ย 57% อุณหภูมิภายนอกสูงสุด 33.59°c เวลา 15.00น.แล้วลดลงเฉลี่ย 30°c แรงลมเฉลี่ย 0.93 m/s แรงสุด 2.55 m/s เวลา 11.00น.มีลมตลอดแต่ไม่แรงมาก

**4.4.4.2 อุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ ตำแหน่ง TEMP1.1 และ TEMP2.1**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะ CLOSE ช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก ในช่วงแรกและในช่วงหลังอุณหภูมิภายในของ **หน่วยทดสอบ** 1 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์สูง 1.00 เมตร T1.1 มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ส่วนอุณหภูมิภายในของ **หน่วยทดสอบ** 2 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์สูง 1.50 เมตร T2.1 ในช่วงแรกและในช่วงหลังจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ในช่วงแรก T1.1 ต่ำกว่า T2.1 เฉลี่ย 0.56 °c ในช่วงหลัง T1.1 ต่ำกว่า T2.1 เฉลี่ย 0.94 °c ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางคืน T1.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T2.1

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

**6.00-18.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ1 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์สูง 1.00 เมตร จะต่ำกว่าถึงเวลา 11.00น.ก็จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 29.79 °c,T1.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.71 °c สูงกว่า 0.92 °c) ส่วนอุณหภูมิภายในของ **หน่วยทดสอบ** 2 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์สูง 1.50 เมตร จะต่ำกว่าถึงเวลา 11.00น.ก็จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 29.79 °c,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T2.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.45 °c สูงกว่า 0.66 °c) ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางวัน T2.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T1.1 เฉลี่ย 0.26 °c

**4.4.4.3 อุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์ ( SOLAR CHIMNEY )**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น. และ18.00-0.00 น.** ในช่วงแรกอุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์ของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก มีเฉพาะอุณหภูมิทางเข้าปล่อง T1.2 และ T2.2 ที่มากกว่า แต่ในช่วงเวลาหลังมีเฉพาะอุณหภูมิที่ผิวภายในปล่องรังสีอาทิตย์ของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 เท่านั้นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก โดยที่ T2.4 มีอุณหภูมิต่ำกว่า T1.4

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00น. สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

อุณหภูมิทางเข้าปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ2 (T1.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 31.58 °c, T2.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.94 °c ต่างกัน 0.64 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.2 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 10.00น. แต่ T2.2 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 10.30น.

อุณหภูมิกลางปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ2 (T1.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 32.64 °c, T2.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 31.13 °c ต่างกัน 1.51 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 8.00น. แต่ T2.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 7.00น.

อุณหภูมิทางออกปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 ต่ำกว่าหน่วยทดสอบ 2 (T1.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 33.08 °c, T2.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 33.37 °c ต่างกัน 0.29 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.5 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 6.30น. แต่ T2.5 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 6.00น.

อุณหภูมิที่ผิวภายในปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 39.07 °c สูงสุด 51.78°c ที่เวลา 13.00น. , T2.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 37.55 °c สูงสุด 48.90°c ที่เวลา 13.00น. ต่างกัน 1.52 °c)

**4.4.4.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของความสูงของปล่องที่รับรังสีแสงอาทิตย์ระหว่าง 1.00เมตร ของหน่วยทดสอบ1 กับ 1.50เมตร ของหน่วยทดสอบ2 สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

ปล่องรังสีอาทิตย์ (Solar Chimney) สูง 1.50 เมตร มีความสูงในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร หน่วยทดสอบ 1 ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงกลางคืน ปล่องรังสีอาทิตย์ (Solar Chimney) สูง 2.00 เมตร มีความสูงในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 1.50 เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.71 ตารางเมตร หน่วยทดสอบ 2 ดีกว่าในช่วงกลางวัน แต่ไม่ต่างกันมาก เป็นผลเนื่องมาจากสภาวะปิด ปล่องที่สูงกว่ากลางคืนอุณหภูมิต่ำกว่าทำให้ ตอนกลางวันปล่องจึงร้อนช้ากว่า ปล่องที่สูงกว่าจึงมีประสิทธิภาพการทำความร้อนได้น้อยกว่า

#### 4.4.4.5 สรุปผลการวัดสภาพภูมิอากาศของการทดลองที่ 3 สภาวะปิด

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0.00-6.00 น. | Radiation | 0.14 w/m$^2$ | | |
| | Humidity Outside | 89 % | | |
| | Temperature Outside | 22 °c | min 21.15 °c | เวลา 02.00 - 4.00 |
| | Wind Speed Outside | 0 m/s | | |
| 18.00-0.00 น. | Radiation | 0.11 w/m$^2$ | | |
| | Humidity Outside | 83 % | max 93 % | เวลา 00.00 |
| | Temperature Outside | 26 °c | | |
| | Wind Speed Outside | 0.63 m/s | | |
| 6.00-18.00น. | Radiation | 318.42 w/m$^2$ | max 800.31 w/m$^2$ | เวลา 13.00 |
| | Humidity Outside | 57 % | min 42 % | เวลา 15.00 |
| | Temperature Outside | 30 °c | max 33.59 °c | เวลา 15.00 |
| | Wind Speed Outside | 0.93 m/s | max 2.55 m/s | เวลา 11.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

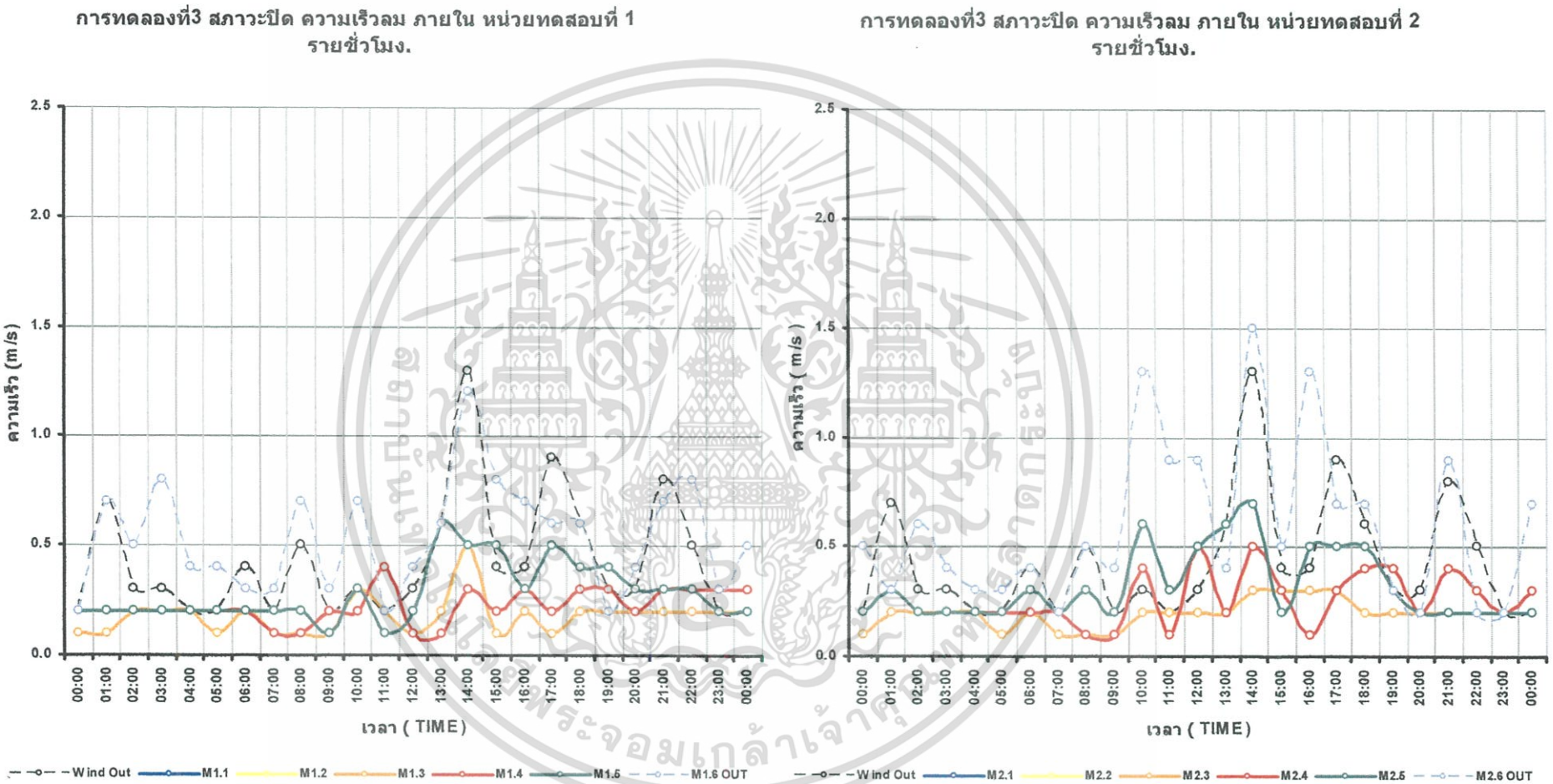
### 4.4.5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 3

**ตารางที่** 4.12 แสดงค่าความเร็วลมของ หน่วยทดสอบ1 และ หน่วยทดสอบ2 เป็นการทดลองสภาวะปิดช่องลมเข้า CLOSE แบบการทดสอบที่ 3 วันพฤหัสบดีที่ 4 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | หน่วยทดสอบ 1 | | | | | | | หน่วยทดสอบ 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0.2 | 00.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 00.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.7 | 01.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 01.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 02.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 02.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.6 |
| 0 | 0.3 | 03.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 03.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 04.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 04.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 05.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 05.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.4 | 06.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 06.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 07.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 07.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0.7 | 0.5 | 08.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.7 | 08.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.5 |
| 1.7 | 0.2 | 09.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 09.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 |
| 0.8 | 0.3 | 10.00 | | | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 10.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 1.3 |
| 2.6 | 0.2 | 11.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 11.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.9 |
| 0.9 | 0.3 | 12.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 12.00 | | | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.9 |
| 0.6 | 0.6 | 13.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.6 | 13.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.4 |
| 0.7 | 1.3 | 14.00 | | | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 1.2 | 14.00 | | | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 1.5 |
| 0.5 | 0.4 | 15.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 15.00 | | | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.5 |
| 0.9 | 0.4 | 16.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 16.00 | | | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 1.3 |
| 1.3 | 0.9 | 17.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 17.00 | | | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.7 |
| 1.3 | 0.6 | 18.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 18.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.7 |
| 1.3 | 0.3 | 19.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 19.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |
| 0.9 | 0.3 | 20.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 20.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0.9 | 0.8 | 21.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 21.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.9 |
| 0 | 0.5 | 22.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 22.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 23.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 23.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 00.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 00.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.7 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3 สภาวะปิด




**ภาพที่** 4.24 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 3

**4.4.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 3 สภาวะปิด**

การหาความเร็วลมเฉลี่ย = ( ผลรวมของความเร็วลมในช่วงเวลานั้น) / จำนวนครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล ในช่วงเวลานั้น

**4.4.6.1 ความเร็วลมภายนอก WINDOUTSIDE**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น.และ 18.00-0.00 น.**

windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s ,wind1.6 out ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

Windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind1.6 out ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s

**4.4.6.2 ความเร็วลมภายใน หน่วยทดสอบ ในสภาวะปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น.และ 18.00-0.00 น.**

เป็นการทดสอบในสภาวะปิดช่องลมเข้า ไม่สามารถทำการวัดได้

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

เป็นการทดสอบในสภาวะปิดช่องลมเข้า ไม่สามารถทำการวัดได้

**4.4.6.3 ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ในสภาวะปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน0.00-6.00 น.และ 18.00-0.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s หน่วยทดสอบ1มีแรงลมน้อยกว่า wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s , wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมมากกว่า

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมน้อยกว่า

wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมน้อยกว่า

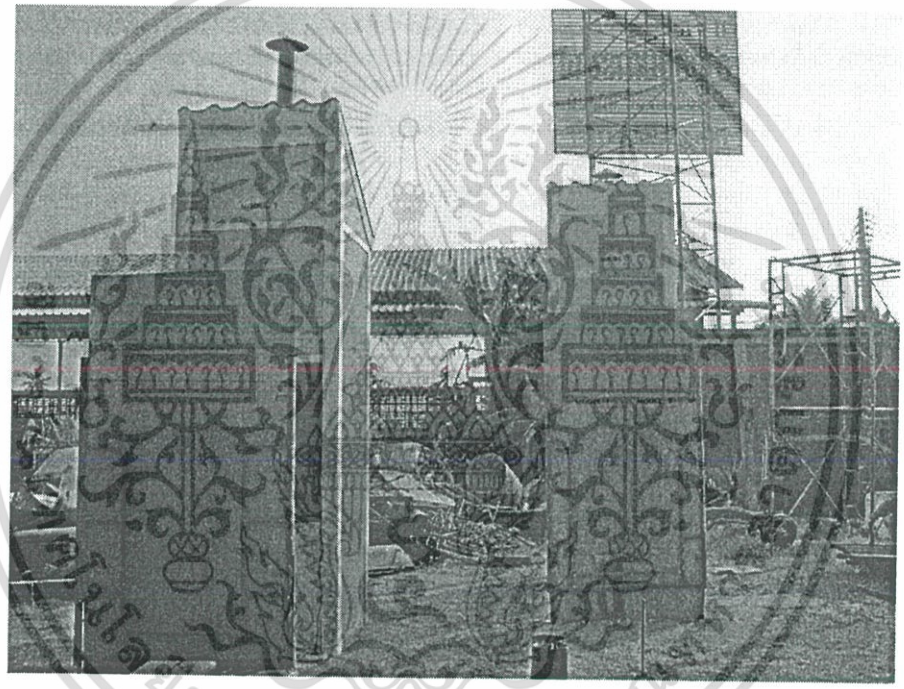
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.4.6.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของความสูงของปล่องรังสีอาทิตย์ในหน่วยทดสอบที่1 สูง 1.50เมตร กับในหน่วยทดสอบที่2 สูง 2.00 เมตร จากความเร็วลม ในสภาวะปิด**

ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์โดยรวม ตามจุดที่วัดต่างๆ ในช่วงเวลากลางคืน มีความแตกต่างกันที่ทางลมเข้า กลางปล่อง และ ทางลมออก แต่ในช่วงเวลากลางวัน การทดลองหน่วยทดสอบ1 มีแรงลมน้อยกว่า การทดลองหน่วยทดสอบ2

## 4.5 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 4

### 4.5.1 รายละเอียดหน่วยทดสอบที่ทำการทดลองที่ 4 สภาวะ OPEN



**ภาพที่** 4.25 แสดงหน่วยทดสอบ 1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ ในสภาวะการทดลองที่ 4

**หน่วยทดสอบที่** 1 ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00x1.20 เมตร

**หน่วยทดสอบที่** 2 ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องสูงทั้งหมด 1.00 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.50 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00 x 1.20 เมตร

**ทำการทดลองโดย** วัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในแบบจำลอง และในปล่องโดยที่หน่วยทดสอบมีการเปิดช่องลมเข้าปกติภายในตัวแบบจำลองทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สภาพภูมิอากาศภายนอกบริเวณที่ตั้งหน่วยทดสอบ** วันที่ 9 ธันวาคม 2546

- ความเข้มรังสีอาทิตย์ สูงสุด 680.98 w/m$^2$ ที่เวลา 12.45 น. เฉลี่ย 112.32 w/m$^2$

- สภาพอุณหภูมิภายนอกมีค่าสูงสุดที่ 33.75 ˚C เวลา 13.15 น. และมีค่าต่ำสุดที่ 25.71 ˚C ที่เวลา 06.30 น. เฉลี่ย 28.72 ˚C

- สภาพความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก มีค่าสูงสุดที่ 77.51 % เวลา 03.45 น.และมีค่าต่ำสุดที่ 52.69 % เวลา 13.15 น. เฉลี่ย 68.63 %

- ความเร็วลมภายนอกสูงสุด 3.21 m/s ที่เวลา 02.30น. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

**ตารางที่** 4.13 แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 4 สภาวะ OPEN

| | Description | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| | Sensor: | Voltage 0(-100)..100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| | Unit: | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| | Mean | 104.76 | 28.58 | 69.04 | 0.50 | |
| | Max | 613.60 | 32.56 | 76.89 | 2.38 | |
| | Min | 0.08 | 25.82 | 56.06 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temperature Outside | Humidity Outside | Wind Sp Outside | Wind Dir Outside |
| 0 | 09.12.2003 00:00:00 | 0.11 | 26.95 | 74.21 | 1.55 | 72 |
| 1 | 09.12.2003 01:00:00 | 0.11 | 27.36 | 71.93 | 1.01 | 103 |
| 2 | 09.12.2003 02:00:00 | 0.09 | 27.01 | 74.66 | 1.56 | 76 |
| 3 | 09.12.2003 03:00:00 | 0.12 | 26.59 | 76.14 | 2.20 | 43 |
| 4 | 09.12.2003 04:00:00 | 0.11 | 26.06 | 76.89 | 2.11 | 88 |
| 5 | 09.12.2003 05:00:00 | 0.11 | 26.06 | 75.52 | 1.65 | 100 |
| 6 | 09.12.2003 06:00:00 | 0.11 | 25.82 | 75.98 | 2.38 | 63 |
| 7 | 09.12.2003 07:00:00 | 23.79 | 25.90 | 76.51 | 0 | 0 |
| 8 | 09.12.2003 08:00:00 | 92.87 | 26.54 | 74.29 | 0 | 0 |
| 9 | 09.12.2003 09:00:00 | 185.42 | 27.70 | 70.78 | 0 | 0 |
| 10 | 09.12.2003 10:00:00 | 220.50 | 28.95 | 67.14 | 0 | 0 |
| 11 | 09.12.2003 11:00:00 | 517.26 | 30.36 | 63.20 | 0 | 0 |
| 12 | 09.12.2003 12:00:00 | 613.60 | 31.08 | 60.04 | 0 | 0 |
| 13 | 09.12.2003 13:00:00 | 184.14 | 32.41 | 58.52 | 0 | 0 |
| 14 | 09.12.2003 14:00:00 | 494.55 | 32.01 | 56.99 | 0 | 0 |
| 15 | 09.12.2003 15:00:00 | 155.14 | 32.56 | 55.66 | 0 | 0 |
| 16 | 09.12.2003 16:00:00 | 95.73 | 32.26 | 57.05 | 0 | 0 |
| 17 | 09.12.2003 17:00:00 | 34.19 | 31.49 | 59.69 | 0 | 0 |
| 18 | 09.12.2003 18:00:00 | 0.38 | 30.28 | 62.88 | 0 | 0 |
| 19 | 09.12.2003 19:00:00 | 0.08 | 29.92 | 63.43 | 0 | 0 |
| 20 | 09.12.2003 20:00:00 | 0.09 | 28.15 | 72.88 | 0 | 0 |
| 21 | 09.12.2003 21:00:00 | 0.11 | 27.15 | 76.21 | 0 | 0 |
| 22 | 09.12.2003 22:00:00 | 0.11 | 27.36 | 75.09 | 0 | 0 |
| 23 | 09.12.2003 23:00:00 | 0.11 | 27.57 | 73.70 | 0 | 0 |
| 24 | 10.12.2003 00:00:00 | 0.12 | 27.00 | 76.25 | 0 | 0 |

**ตารางที่** 4.14 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 4 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN

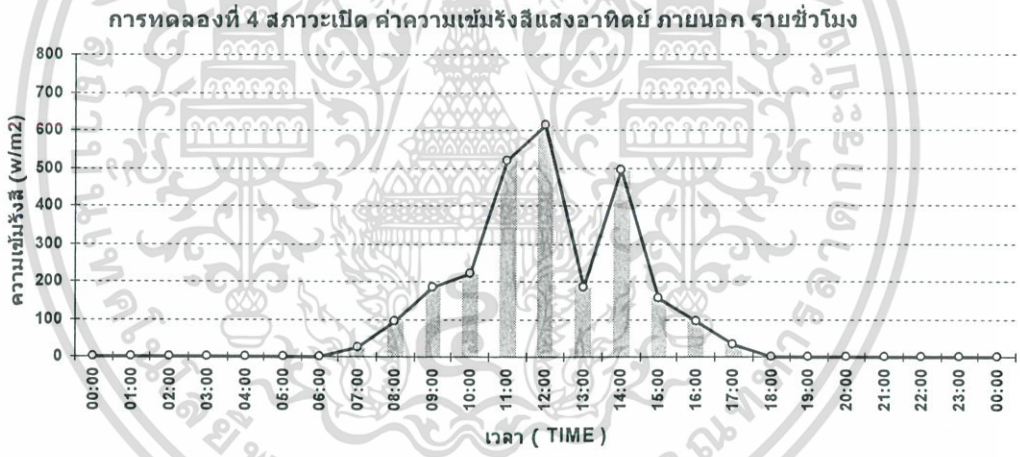
| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 28.05 | 28.31 | 29.02 | 29.60 | 28.18 |
| | Max | 32.44 | 32.71 | 34.57 | 42.89 | 33.99 |
| | Min | 25.19 | 25.90 | 25.52 | 24.97 | 24.72 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Outside |
| 0 | 09.12.2003 00:00:00 | 26.27 | 26.40 | 26.65 | 25.85 | 25.87 |
| 1 | 09.12.2003 01:00:00 | 26.47 | 26.50 | 26.80 | 26.22 | 26.00 |
| 2 | 09.12.2003 02:00:00 | 26.20 | 26.80 | 26.60 | 25.95 | 25.75 |
| 3 | 09.12.2003 03:00:00 | 25.92 | 26.45 | 26.32 | 25.70 | 25.52 |
| 4 | 09.12.2003 04:00:00 | 25.54 | 26.17 | 25.95 | 25.24 | 25.14 |
| 5 | 09.12.2003 05:00:00 | 25.39 | 26.12 | 25.75 | 25.22 | 24.92 |
| 6 | 09.12.2003 06:00:00 | 25.19 | 25.90 | 25.52 | 24.97 | 24.72 |
| 7 | 09.12.2003 07:00:00 | 25.24 | 25.90 | 25.60 | 25.34 | 24.82 |
| 8 | 09.12.2003 08:00:00 | 25.77 | 26.22 | 26.05 | 26.90 | 25.39 |
| 9 | 09.12.2003 09:00:00 | 26.82 | 27.10 | 27.25 | 30.33 | 26.70 |
| 10 | 09.12.2003 10:00:00 | 28.20 | 28.28 | 28.88 | 31.91 | 28.45 |
| 11 | 09.12.2003 11:00:00 | 29.53 | 29.65 | 30.36 | 39.28 | 29.83 |
| 12 | 09.12.2003 12:00:00 | 30.46 | 30.48 | 32.81 | 42.89 | 32.54 |
| 13 | 09.12.2003 13:00:00 | 31.53 | 31.48 | 33.56 | 37.32 | 32.79 |
| 14 | 09.12.2003 14:00:00 | 32.19 | 32.39 | 33.51 | 35.49 | 32.64 |
| 15 | 09.12.2003 15:00:00 | 32.44 | 32.71 | 34.57 | 36.00 | 33.99 |
| 16 | 09.12.2003 16:00:00 | 31.81 | 32.04 | 33.31 | 33.29 | 31.63 |
| 17 | 09.12.2003 17:00:00 | 31.18 | 31.38 | 33.14 | 31.96 | 32.09 |
| 18 | 09.12.2003 18:00:00 | 29.98 | 30.13 | 31.96 | 29.58 | 30.93 |
| 19 | 09.12.2003 19:00:00 | 29.43 | 29.55 | 30.51 | 29.03 | 29.35 |
| 20 | 09.12.2003 20:00:00 | 28.15 | 28.15 | 29.68 | 27.30 | 28.55 |
| 21 | 09.12.2003 21:00:00 | 27.10 | 27.20 | 28.80 | 26.42 | 27.83 |
| 22 | 09.12.2003 22:00:00 | 27.00 | 27.07 | 27.73 | 26.37 | 26.52 |
| 23 | 09.12.2003 23:00:00 | 26.97 | 27.02 | 27.45 | 26.12 | 26.67 |
| 24 | 10.12.2003 00:00:00 | 26.50 | 26.55 | 26.70 | 25.39 | 25.90 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

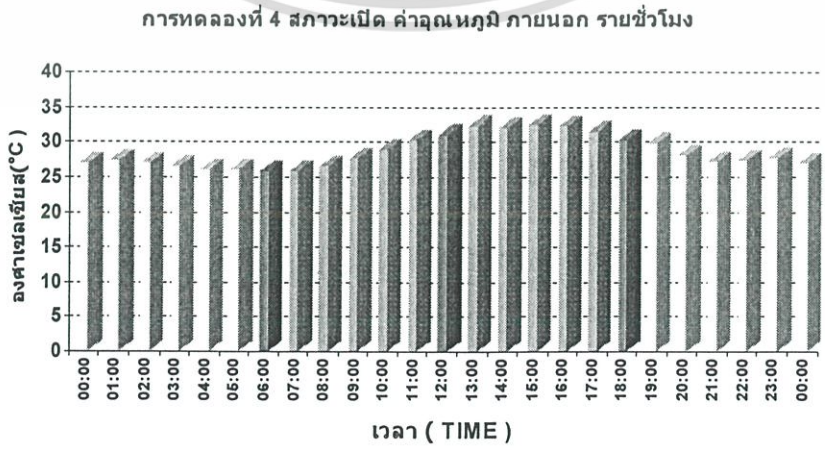
**ตารางที่ 4.15** แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 4 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN

| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 28.62 | 28.86 | 28.60 | 29.54 | 29.02 |
| | Max | 32.96 | 34.22 | 33.87 | 43.84 | 34.42 |
| | Min | 25.57 | 25.60 | 25.07 | 24.64 | 25.47 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Outside |
| 0 | 09.12.2003 00:00:00 | 31.13 | 26.77 | 31.13 | 25.52 | 31.13 |
| 1 | 09.12.2003 01:00:00 | 26.90 | 26.87 | 26.35 | 25.90 | 26.70 |
| 2 | 09.12.2003 02:00:00 | 26.60 | 26.62 | 26.12 | 25.62 | 26.45 |
| 3 | 09.12.2003 03:00:00 | 26.30 | 26.32 | 25.82 | 25.34 | 26.27 |
| 4 | 09.12.2003 04:00:00 | 25.92 | 26.05 | 25.49 | 24.92 | 25.85 |
| 5 | 09.12.2003 05:00:00 | 25.77 | 25.77 | 25.29 | 24.87 | 25.62 |
| 6 | 09.12.2003 06:00:00 | 25.57 | 25.62 | 25.07 | 24.64 | 25.47 |
| 7 | 09.12.2003 07:00:00 | 25.60 | 25.60 | 25.09 | 25.07 | 25.47 |
| 8 | 09.12.2003 08:00:00 | 26.12 | 25.97 | 25.49 | 26.67 | 26.02 |
| 9 | 09.12.2003 09:00:00 | 27.20 | 26.97 | 26.62 | 30.41 | 27.07 |
| 10 | 09.12.2003 10:00:00 | 28.45 | 28.40 | 28.25 | 32.19 | 28.78 |
| 11 | 09.12.2003 11:00:00 | 29.71 | 29.71 | 29.91 | 39.90 | 30.63 |
| 12 | 09.12.2003 12:00:00 | 30.63 | 31.06 | 30.83 | 43.84 | 31.63 |
| 13 | 09.12.2003 13:00:00 | 31.86 | 32.54 | 32.46 | 37.42 | 33.01 |
| 14 | 09.12.2003 14:00:00 | 32.51 | 33.14 | 32.74 | 36.75 | 33.11 |
| 15 | 09.12.2003 15:00:00 | 32.96 | 34.22 | 33.87 | 36.72 | 34.42 |
| 16 | 09.12.2003 16:00:00 | 32.29 | 33.26 | 32.81 | 33.59 | 33.24 |
| 17 | 09.12.2003 17:00:00 | 31.68 | 32.84 | 32.39 | 31.79 | 32.79 |
| 18 | 09.12.2003 18:00:00 | 30.48 | 32.04 | 31.46 | 29.00 | 31.79 |
| 19 | 09.12.2003 19:00:00 | 29.88 | 30.73 | 30.13 | 28.60 | 30.58 |
| 20 | 09.12.2003 20:00:00 | 28.45 | 29.81 | 29.23 | 26.72 | 29.48 |
| 21 | 09.12.2003 21:00:00 | 27.85 | 28.48 | 27.93 | 26.00 | 28.30 |
| 22 | 09.12.2003 22:00:00 | 27.40 | 27.98 | 27.22 | 26.05 | 27.50 |
| 23 | 09.12.2003 23:00:00 | 27.42 | 27.65 | 27.05 | 25.80 | 27.47 |
| 24 | 10.12.2003 00:00:00 | 26.85 | 27.02 | 26.25 | 25.14 | 26.62 |

## 4.5.2 สภาพภูมิอากาศภายนอกของ การทดลองที่ 4 สภาวะเปิด

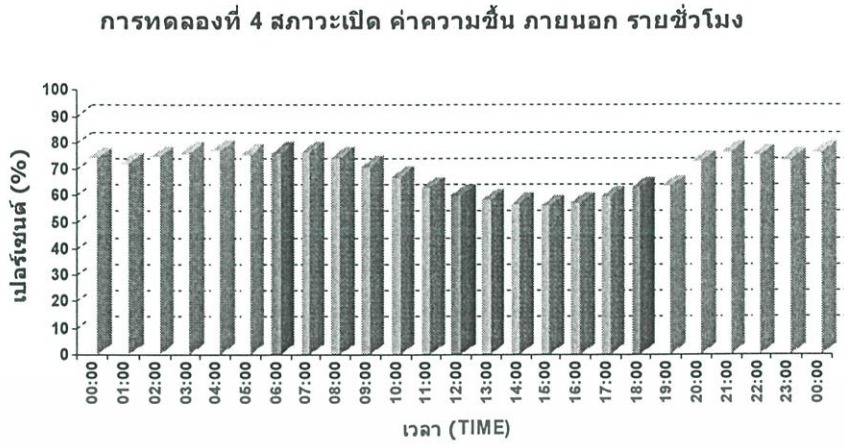



**ภาพที่ 4.26** แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 4




**ภาพที่ 4.27** แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

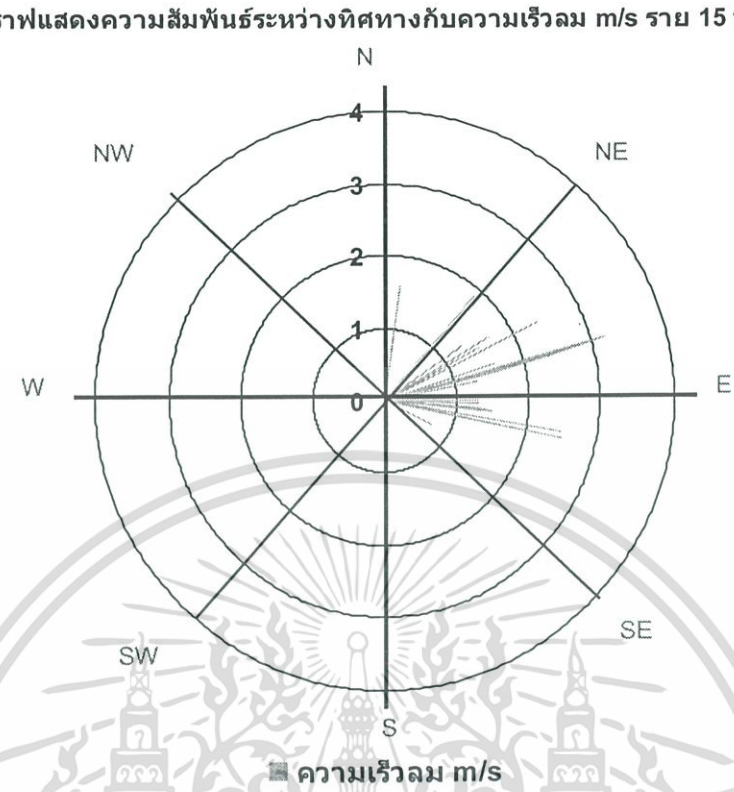



ภาพที่ 4.28 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 4

การทดลองที่ 4 สภาวะเปิด

ภาพที่ 4.29 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 4

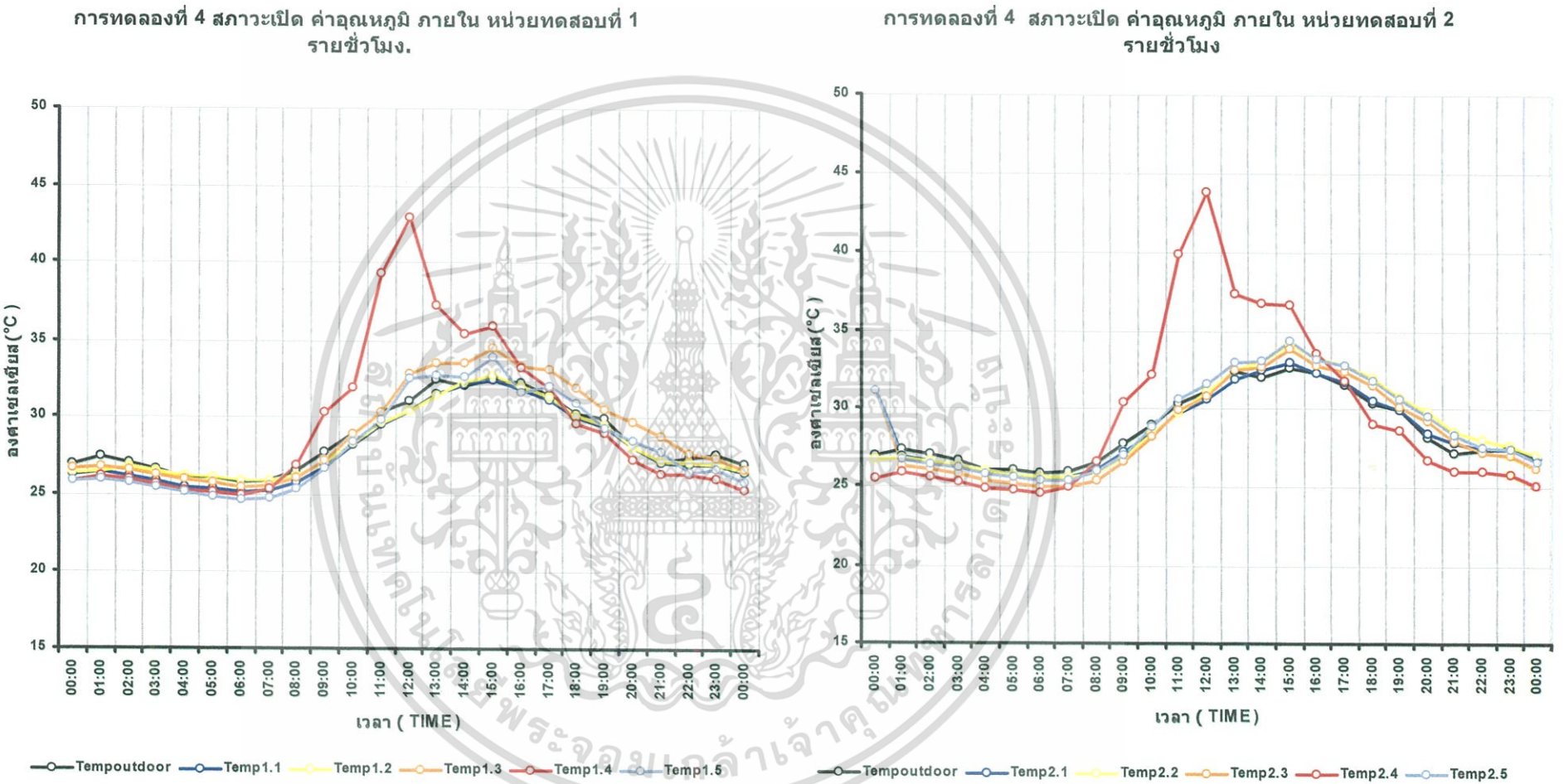
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 4.30 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทาง สภาวะเปิดราย 15 นาที การทดลองที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.5.3 ผลการทดสอบเปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 4 สภาวะเปิด




**ภาพที่** 4.31 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 4

**4.5.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 4 สภาวะเปิด**

**4.5.4.1 สภาพภูมิอากาศและอุณหภูมิภายนอก**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะOPENช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.11 $w/m^2$ ความชื้นสูงต่ำเล็กน้อย สูงสุด 77%เวลา 4.00 น. เฉลี่ย 75% อุณหภูมิภายนอกสูงแล้วต่ำเล็กน้อยอุณหภูมิต่ำสุด 25.82 °c เวลา 6.00 น. เฉลี่ย 27°c ลมแรงปานกลางความเร็วลมสูงสุด 2.38 m/s เวลา 6.00 น. เฉลี่ย 1.78 m/s 18.00-0.00น. ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.14 $w/m^2$ ความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เฉลี่ย 71% อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ เฉลี่ย 28°c ไม่มีลม 0 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน สภาวะOPENช่องลมเข้า**

**6.00-18.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุด 613.60 $w/m^2$ ในตอนเที่ยงเฉลี่ยความเข้มรังสี 201.36 $w/m^2$สภาพท้องฟ้าเมฆปานกลางหลังเที่ยงมีเมฆไม่มาก ความชื้นลดลงเรื่อยๆ ต่ำสุด 56% เวลา15.00น.สูงต่ำสลับกันแล้วจึงสูงขึ้นเฉลี่ย 65% อุณหภูมิภายนอกสูงสุด 32.56°c เวลา 15.00น.สูงต่ำสลับกันแล้วลดลงเฉลี่ย 30°c แรงลมเฉลี่ย 0 m/s ไม่มีลม

**4.5.4.2 อุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ ตำแหน่ง TEMP1.1 และ TEMP2.1**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะOPENช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น. และ18.00-0.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก ในช่วงแรกและในช่วงหลังอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ1 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์สูง 1.00 เมตร T1.1 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ส่วนอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ2 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์สูง 0.50 เมตร T2.1 ในช่วงแรกต่ำกว่าและในช่วงหลังสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ในช่วงแรก T1.1 ต่ำกว่า T2.1 เฉลี่ย 1.03 °c ในช่วงหลัง T1.1 ต่ำกว่า T2.1 เฉลี่ย 0.45 °c ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางคืน T1.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T2.1

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน สภาวะOPENช่องลมเข้า**

**6.00-18.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ1 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์สูง 1.00 เมตร จะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 29.80 °c,T1.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.26 °c ต่ำกว่า 0.54 °c) ส่วนอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ 2 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์สูง 0.50 เมตร จะต่ำกว่าถึงเวลา 13.30 น.ก็จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 29.80 °c, T2.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.62 °c ต่ำกว่า 0.18 °c) ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางวัน T1.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T2.1 ต่างกันเฉลี่ย 0.36 °c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4.3 **อุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์ ( SOLAR CHIMNEY )**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะOPENช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.** ในช่วงแรกอุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์ของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก แต่ในช่วงเวลาหลังของหน่วยทดสอบ 1 มีเฉพาะอุณหภูมิกลางปล่องและบางเวลาของอุณหภูมิทางออกปล่องที่สูงกว่าอุณหภูมิภายนอกของ ส่วนในช่วงเวลาหลังของ หน่วยทดสอบ 2 มีอุณหภูมิผิวภายในกลางปล่องเท่านั้นที่ต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก โดยที่มี T2.4 เท่านั้นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า T1.4

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00น. สภาวะOPENช่องลมเข้า**

อุณหภูมิทางเข้าปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.51 °c, T2.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.11 °c ต่างกัน 0.6 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T2.2 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 13.00 น.

อุณหภูมิกลางปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ2 (T1.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.50 °c, T2.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.77 °c ต่างกัน 0.73 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 11.00 น. แต่ T2.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 13.00 น.

อุณหภูมิทางออกปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ2 (T1.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.73 °c, T2.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.26 °c ต่างกัน 0.53 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.5 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 7.00น. แต่ T2.5 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 10.30 น.

อุณหภูมิที่ผิวภายในปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ2 (T1.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 32.71 °c สูงสุด 42.89 °c ที่เวลา 12.00น. , T2.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 32.92 °c สูงสุด 43.84 °c ที่เวลา 12.00 น. ต่างกัน 0.21 °c)

4.5.4.4 **สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของความสูงของปล่องที่มีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47ตารางเมตรสูง 1.50 เมตร ของหน่วยทดสอบ1 กับความสูงของปล่องที่มีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.24 ตารางเมตรสูง 0.50 เมตร ของหน่วยทดสอบ2 สภาวะOPENช่องลมเข้า**

อุณหภูมิภายในแบบจำลอง หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ2 และต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกมีผลมาจากประสิทธิภาพของ ปล่องรังสีอาทิตย์สูง 1.50เมตร มีความสูงในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร ได้ดีกว่า ปล่องรังสีอาทิตย์สูง 1.00 เมตร มีความสูงในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.50 เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.225 ตารางเมตร ในสภาวะปกติ แต่ประสิทธิภาพการทำความร้อนของปล่องรังสีอาทิตย์ที่สั้นกว่า ทำความร้อนได้ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4.5 สรุปผลการวัดสภาพภูมิอากาศของการทดลองที่ 4 สภาวะเปิด

0.00-6.00 น. Radiation Outside 0.11 $w/m^2$

Humidity Outside 75 % max 77 % เวลา 04.00

Temperature Outside 27 °c min 25.82 °c เวลา 06.00

Wind Speed Outside 1.78 m/s max 2.38 m/s เวลา 06.00

18.00-0.00 น. Radiation Outside 0.14 $w/m^2$

Humidity Outside 71 %

Temperature Outside 28 °c

Wind Speed Outside 0 m/s

6.00-18.00 น. Radiation Outside 201.36 $w/m^2$ max 613.60 $w/m^2$ เวลา 12.00

Humidity Outside 65 % min 56 % เวลา 15.00

Temperature Outside 30 °c max 32.56 °c เวลา 15.00

Wind Speed Outside 0 m/s

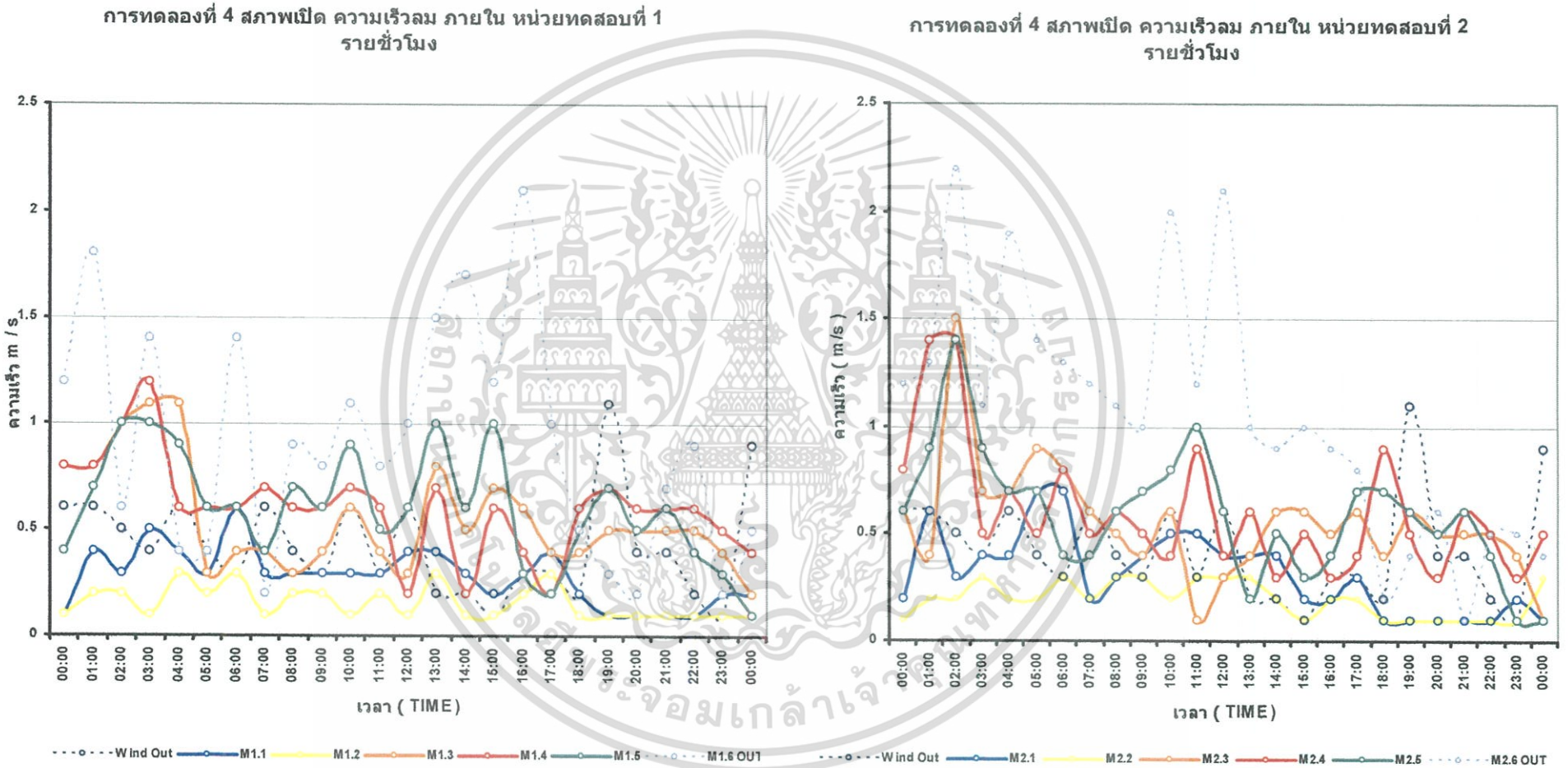
4.5.5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 4

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าความเร็วลมของ หน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลอง สภาวะเปิดช่องลมเข้า OPEN แบบการทดสอบที่ 4 วันอังคารที่ 9 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | หน่วยทดสอบ 1 | | | | | | | หน่วยทดสอบ 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1.6 | 0.6 | 00.00 | 0.6 | 0.1 | 0.1 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 00.00 | 0.6 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.8 | 0.6 |
| 1.0 | 0.6 | 01.00 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 01.00 | 0.6 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 1.4 | 0.9 |
| 1.6 | 0.5 | 02.00 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 02.00 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 1.5 | 1.4 | 1.4 |
| 2.2 | 0.4 | 03.00 | 0.4 | 0.5 | 0.1 | 1.1 | 1.2 | 1.0 | 03.00 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.7 | 0.5 | 0.9 |
| 2.1 | 0.6 | 04.00 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 1.1 | 0.6 | 0.9 | 04.00 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| 1.7 | 0.4 | 05.00 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 05.00 | 0.4 | 0.7 | 0.2 | 0.9 | 0.5 | 0.7 |
| 2.4 | 0.3 | 06.00 | 0.3 | 0.6 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 06.00 | 0.3 | 0.7 | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 0.4 |
| 0 | 0.6 | 07.00 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.7 | 0.4 | 07.00 | 0.6 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 0.4 |
| 0 | 0.4 | 08.00 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 08.00 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.6 |
| 0 | 0.3 | 09.00 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 09.00 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.7 |
| 0 | 0.6 | 10.00 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 10.00 | 0.6 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.8 |
| 0 | 0.3 | 11.00 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 11.00 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.9 | 1.0 |
| 0 | 0.6 | 12.00 | 0.6 | 0.4 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 12.00 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.6 |
| 0 | 0.2 | 13.00 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 1.0 | 13.00 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 14.00 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 14.00 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.3 | 0.5 |
| 0 | 0.1 | 15.00 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.7 | 0.6 | 1.0 | 15.00 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.5 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 16.00 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 16.00 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.3 | 17.00 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 17.00 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.7 |
| 0 | 0.2 | 18.00 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 18.00 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.9 | 0.7 |
| 0 | 1.1 | 19.00 | 1.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 19.00 | 1.1 | 0.1 | 0.1 | 0.6 | 0.5 | 0.6 |
| 0 | 0.4 | 20.00 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 20.00 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.5 |
| 0 | 0.4 | 21.00 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 21.00 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.6 |
| 0 | 0.2 | 22.00 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.4 | 22.00 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.4 |
| 0 | 0.1 | 23.00 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 23.00 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.1 |
| 0 | 0.9 | 00.00 | 0.9 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 00.00 | 0.9 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.1 |

เอกสารนี้เป็นเอกสาร
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4 สภาวะเปิด




**ภาพที่** 4.32 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 4

**4.5.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 4 สภาวะเปิด**

การหาความเร็วลมเฉลี่ย = ( ผลรวมของความเร็วลมในช่วงเวลานั้น) / จำนวนครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล ในช่วงเวลานั้น

**4.5.6.1 ความเร็วลมภายนอก** WINDOUTSIDE

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น.และ 18.00-0.00 น.**

windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind1.6 out ความเร็วลมเฉลี่ย 0.8 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.9 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

Windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s ,wind1.6 out ความเร็วลมเฉลี่ย 1.1 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 1.1 m/s

**4.5.6.2 ความเร็วลมภายใน หน่วยทดสอบ**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น.และ 18.00-0.00 น.**

wind1.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s , wind2.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s , wind2.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ทั้งสองเท่ากัน

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

wind1.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s ,wind2.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมน้อยกว่า

wind1.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ทั้งสองเท่ากัน

**4.5.6.3 ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน0.00-6.00 น.และ 18.00-0.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s ทั้งสองเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ทั้งสองเท่ากัน

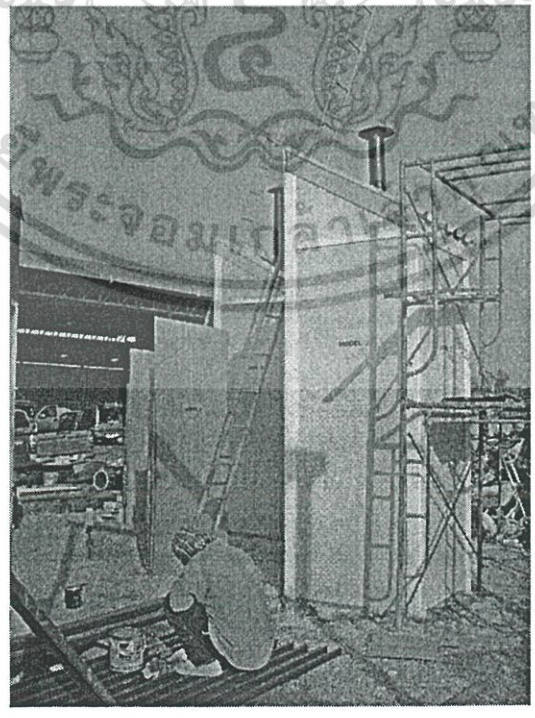
wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s ทั้งสองเท่ากัน

**4.5.6.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของความสูงของปล่องรังสีอาทิตย์ในหน่วยทดสอบที่1 สูง 1.50เมตร กับในหน่วยทดสอบที่2 สูง 1.00เมตร จากความเร็วลม**

ในสภาวะเปิดการทดลองหน่วยทดสอบ 1 มีความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบโดยรวมเท่ากันกับ การทดลอง **หน่วยทดสอบ** 2 กลางคืนแต่กลางวัน การทดลอง **หน่วยทดสอบ 1** แรงลมน้อยกว่า ส่วนความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์โดยรวมกลางคืนกลางวันเท่ากัน โดยที่ความเร็วลมภายในอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 0.25-0.50 m/s ร่างกายรู้สึกสบายโดยไม่รู้ว่ามีลมมาปะทะ

## 4.6 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 5

### 4.6.1 รายละเอียดหน่วยทดสอบที่ทำการทดลองที่ 5 สภาวะ CLOSE



**ภาพที่** 4.33 แสดง หน่วยทดสอบ 1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ ในแบบการทดลองที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หน่วยทดสอบที่ 1** ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องมีความสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00x1.20 เมตร

**หน่วยทดสอบที่ 2** ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องสูงทั้งหมด 1.00 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.50 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00x1.20 เมตร

**ทำการทดลองโดย** วัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในแบบจำลอง และในปล่องโดยที่หน่วยทดสอบมีการปิดช่องลมเข้าภายในตัวแบบจำลองทั้งสอง

**สภาพภูมิอากาศภายนอกบริเวณที่ตั้งหน่วยทดสอบ** วันที่ 11 ธันวาคม 2546

- ความเข้มรังสีอาทิตย์ สูงสุด 707.11 w/m$^2$ ที่เวลา 13.15น. เฉลี่ย 118.97 w/m$^2$
- สภาพอุณหภูมิภายนอกมีค่าสูงสุดที่ 34.20 ˚C เวลา 13.45น.และมีค่าต่ำสุดที่ 24.99 ˚C ที่เวลา 03.30น. เฉลี่ย 28.45 ˚C
- สภาพความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก มีค่าสูงสุดที่ 83.60 % เวลา 03.00น.และมีค่าต่ำสุดที่ 51.94 % เวลา 15.00น. เฉลี่ย 70.55 %
- ความเร็วลมภายนอกสูงสุด 3.40 m/s ที่เวลา 08.45น. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

**ตารางที่ 4.17** แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 5 สภาวะ CLOSE

| Description | | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Channel Number: | | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| Sensor: | | Voltage 0(-100),100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| Unit: | | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| Mean | | 114.48 | 28.40 | 70.77 | 0.68 | |
| Max | | 535.78 | 34.06 | 83.60 | 2.10 | |
| Mini | | 0.06 | 25.15 | 51.94 | 0 | |
| No: | Date/Time: | Radiation | Temperature Outside | Humidity Outside | Wind Sp Outside | Wind Dir Outside |
| 0 | 11.12.2003 00:00:00 | 0.12 | 27.00 | 76.25 | 0 | 0 |
| 1 | 11.12.2003 01:00:00 | 0.11 | 26.79 | 75.20 | 0 | 0 |
| 2 | 11.12.2003 02:00:00 | 0.12 | 26.03 | 79.28 | 0 | 0 |
| 3 | 11.12.2003 03:00:00 | 0.14 | [illegible] | [illegible] | 0 | 0 |
| 4 | 11.12.2003 04:00:00 | 0.14 | 25.19 | 80.48 | 0 | 0 |
| 5 | 11.12.2003 05:00:00 | 0.12 | 25.93 | 76.59 | 0 | 0 |
| 6 | 11.12.2003 06:00:00 | 0.12 | 26.27 | 75.08 | 0 | 0 |
| 7 | 11.12.2003 07:00:00 | 26.33 | 25.93 | 78.16 | 1.29 | 80 |
| 8 | 11.12.2003 08:00:00 | 64.27 | 26.86 | 74.44 | 0.73 | 82 |
| 9 | 11.12.2003 09:00:00 | 88.57 | 27.02 | 73.86 | 1.74 | 84 |
| 10 | 11.12.2003 10:00:00 | 241.36 | 28.80 | 69.09 | 1.10 | 96 |
| 11 | 11.12.2003 11:00:00 | 314.71 | 30.79 | 61.29 | 1.28 | 135 |
| 12 | 11.12.2003 12:00:00 | 417.32 | 31.40 | 60.36 | 0.64 | 158 |
| 13 | 11.12.2003 13:00:00 | 535.78 | 31.85 | 59.25 | 0.91 | 265 |
| 14 | 11.12.2003 14:00:00 | 487.90 | 33.32 | 54.74 | 1.36 | 91 |
| 15 | 11.12.2003 15:00:00 | 423.17 | 34.06 | [illegible] | 1.36 | 81 |
| 16 | 11.12.2003 16:00:00 | 208.41 | 32.59 | 56.62 | 2.00 | 65 |
| 17 | 11.12.2003 17:00:00 | 52.09 | 30.93 | 60.39 | 2.10 | 78 |
| 18 | 11.12.2003 18:00:00 | 0.09 | 29.79 | 65.16 | 1.19 | 66 |
| 19 | 11.12.2003 19:00:00 | 0.08 | 28.64 | 71.80 | 0 | 0 |
| 20 | 11.12.2003 20:00:00 | 0.08 | 27.81 | 76.16 | 0.64 | 14 |
| 21 | 11.12.2003 22:00:00 | 0.09 | 27.61 | 76.33 | 0.65 | 111 |
| 22 | 11.12.2003 23:00:00 | 0.09 | 27.06 | 77.47 | 0 | 0 |
| 23 | 11.12.2003 24:00:00 | 0.11 | 26.68 | 78.01 | 0 | 0 |
| 24 | 12.12.2003 00:00:00 | 0.12 | 26.62 | 77.59 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.18** แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 5 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ CLOSE

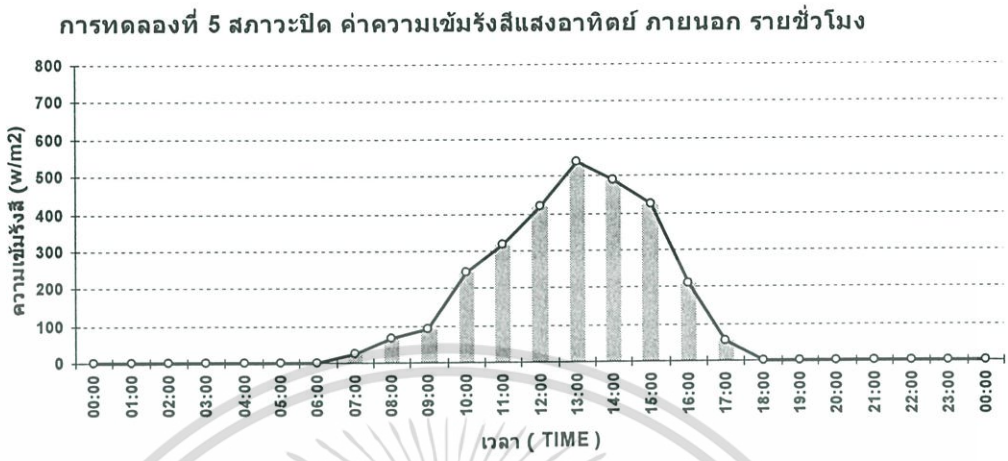
| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 29.13 | 28.63 | 29.06 | 29.68 | 27.77 |
| | Max | 36.07 | 33.31 | 38.68 | 45.12 | 37.12 |
| | Min | 25.14 | 25.19 | 24.07 | 23.16 | 23.44 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Outside |
| 0 | 11.12.2003 00:00:00 | 26.50 | 26.55 | 26.70 | 25.39 | 25.90 |
| 1 | 11.12.2003 01:00:00 | 26.85 | 26.92 | 25.87 | 24.84 | 24.92 |
| 2 | 11.12.2003 02:00:00 | 26.45 | 26.50 | 24.39 | 23.69 | 24.07 |
| 3 | 11.12.2003 03:00:00 | 26.07 | 26.07 | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 4 | 11.12.2003 04:00:00 | 25.82 | 25.82 | 24.09 | 23.31 | 23.59 |
| 5 | 11.12.2003 05:00:00 | 25.27 | 25.27 | 25.19 | 24.59 | 24.52 |
| 6 | 11.12.2003 06:00:00 | 25.19 | [illegible] | 25.34 | 24.82 | 24.74 |
| 7 | 11.12.2003 07:00:00 | [illegible] | 25.52 | 25.52 | 26.87 | 25.14 |
| 8 | 11.12.2003 08:00:00 | 25.47 | 25.82 | 26.02 | 27.25 | 25.92 |
| 9 | 11.12.2003 09:00:00 | 25.95 | 26.27 | 26.45 | 27.90 | 26.02 |
| 10 | 11.12.2003 10:00:00 | 26.75 | 26.90 | 28.20 | 32.66 | 28.88 |
| 11 | 11.12.2003 11:00:00 | 28.38 | 28.18 | 30.83 | 37.27 | 31.03 |
| 12 | 11.12.2003 12:00:00 | 30.56 | 29.60 | 32.56 | 37.67 | 31.56 |
| 13 | 11.12.2003 13:00:00 | 32.66 | 31.13 | 35.90 | 42.59 | 35.34 |
| 14 | 11.12.2003 14:00:00 | 34.87 | 32.56 | 37.98 | 42.56 | 36.17 |
| 15 | 11.12.2003 15:00:00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 16 | 11.12.2003 16:00:00 | 35.92 | 33.24 | 37.20 | 36.92 | 34.12 |
| 17 | 11.12.2003 17:00:00 | 34.77 | 32.74 | 35.04 | 31.99 | 29.93 |
| 18 | 11.12.2003 18:00:00 | 33.34 | 31.99 | 32.51 | 29.10 | 28.25 |
| 19 | 11.12.2003 19:00:00 | 31.89 | 31.13 | 29.60 | 27.17 | 26.55 |
| 20 | 11.12.2003 20:00:00 | 30.58 | 30.38 | 28.48 | 26.45 | 26.07 |
| 21 | 11.12.2003 22:00:00 | 29.63 | 29.73 | 27.73 | 26.05 | 25.75 |
| 22 | 11.12.2003 23:00:00 | 28.80 | 29.00 | 26.90 | 25.29 | 25.34 |
| 23 | 11.12.2003 24:00:00 | 28.10 | 28.43 | 25.90 | 24.69 | 24.99 |
| 24 | 12.12.2003 00:00:00 | 27.47 | 27.78 | 25.44 | 24.57 | 24.79 |

**ตารางที่ 4.19** แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 5 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ CLOSE

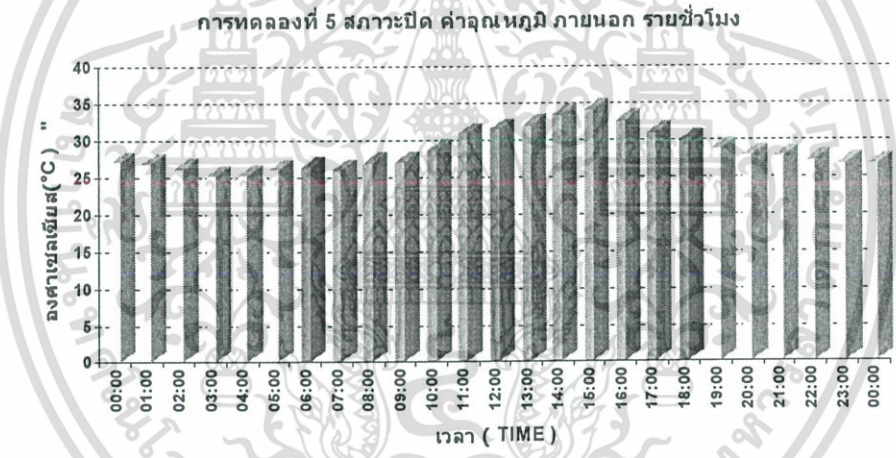
| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 29.38 | 29.00 | 28.63 | 30.19 | 29.09 |
| | Max | 36.02 | 36.82 | 36.32 | 51.76 | 38.00 |
| | Min | 25.52 | 24.09 | 24.32 | 23.01 | 24.44 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Outside |
| 0 | 11.12.2003 00:00:00 | 26.85 | 27.02 | 26.25 | 25.14 | 26.82 |
| 1 | 11.12.2003 01:00:00 | 27.22 | 26.86 | 25.92 | 24.57 | 26.07 |
| 2 | 11.12.2003 02:00:00 | 26.77 | 26.27 | 25.09 | 23.41 | 24.94 |
| 3 | 11.12.2003 03:00:00 | 26.32 | 25.85 | 24.59 | [illegible] | 24.59 |
| 4 | 11.12.2003 04:00:00 | 25.85 | [illegible] | [illegible] | 23.11 | [illegible] |
| 5 | 11.12.2003 05:00:00 | 25.54 | 25.44 | 24.89 | 24.27 | 25.32 |
| 6 | 11.12.2003 06:00:00 | 25.54 | 25.42 | 24.92 | 24.47 | 25.44 |
| 7 | 11.12.2003 07:00:00 | [illegible] | 25.37 | 24.89 | 25.92 | 25.57 |
| 8 | 11.12.2003 08:00:00 | 25.82 | 25.80 | 25.29 | 26.95 | 26.20 |
| 9 | 11.12.2003 09:00:00 | 26.25 | 26.22 | 25.70 | 27.83 | 26.42 |
| 10 | 11.12.2003 10:00:00 | 26.90 | 27.17 | 26.80 | 32.69 | 28.50 |
| 11 | 11.12.2003 11:00:00 | 28.35 | 29.10 | 28.85 | 37.20 | 30.38 |
| 12 | 11.12.2003 12:00:00 | 30.28 | 31.13 | 30.61 | 39.18 | 31.68 |
| 13 | 11.12.2003 13:00:00 | 32.26 | 33.61 | 33.19 | 45.32 | 35.09 |
| 14 | 11.12.2003 14:00:00 | 34.37 | 36.05 | 35.42 | 45.79 | 36.90 |
| 15 | 11.12.2003 15:00:00 | 35.69 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 16 | 11.12.2003 16:00:00 | [illegible] | 36.40 | 35.95 | 40.78 | 36.27 |
| 17 | 11.12.2003 17:00:00 | 35.27 | 34.77 | 34.52 | 31.58 | 34.14 |
| 18 | 11.12.2003 18:00:00 | 33.82 | 32.74 | 32.71 | 28.48 | 31.91 |
| 19 | 11.12.2003 19:00:00 | 32.34 | 30.26 | 30.71 | 26.92 | 30.48 |
| 20 | 11.12.2003 20:00:00 | 31.11 | 29.65 | 29.55 | 26.32 | 29.23 |
| 21 | 11.12.2003 22:00:00 | 30.11 | 28.83 | 28.53 | 25.87 | 28.35 |
| 22 | 11.12.2003 23:00:00 | 29.25 | 27.57 | 27.65 | 25.22 | 27.52 |
| 23 | 11.12.2003 24:00:00 | 28.58 | 27.22 | 26.85 | 24.72 | 26.85 |
| 24 | 12.12.2003 00:00:00 | 27.93 | 26.90 | 26.22 | 24.49 | 26.22 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

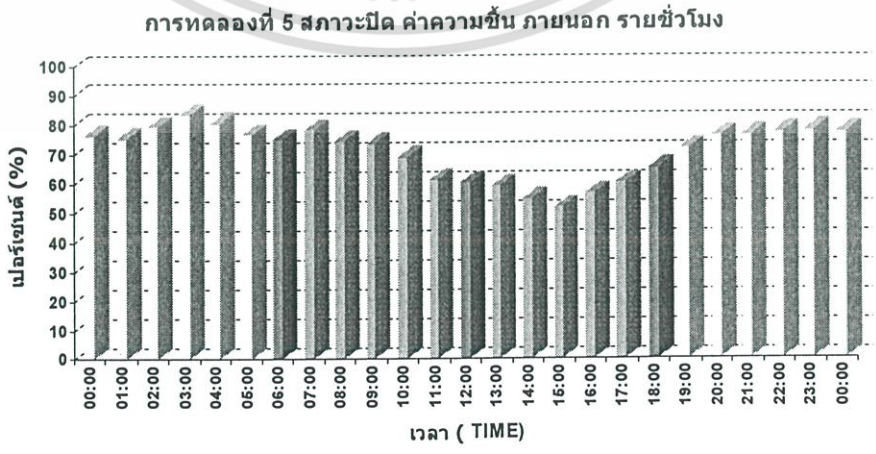
### 4.6.2 สภาพภูมิอากาศภายนอกของการทดลองที่ 5 สภาวะปิด




ภาพที่ 4.34 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 5



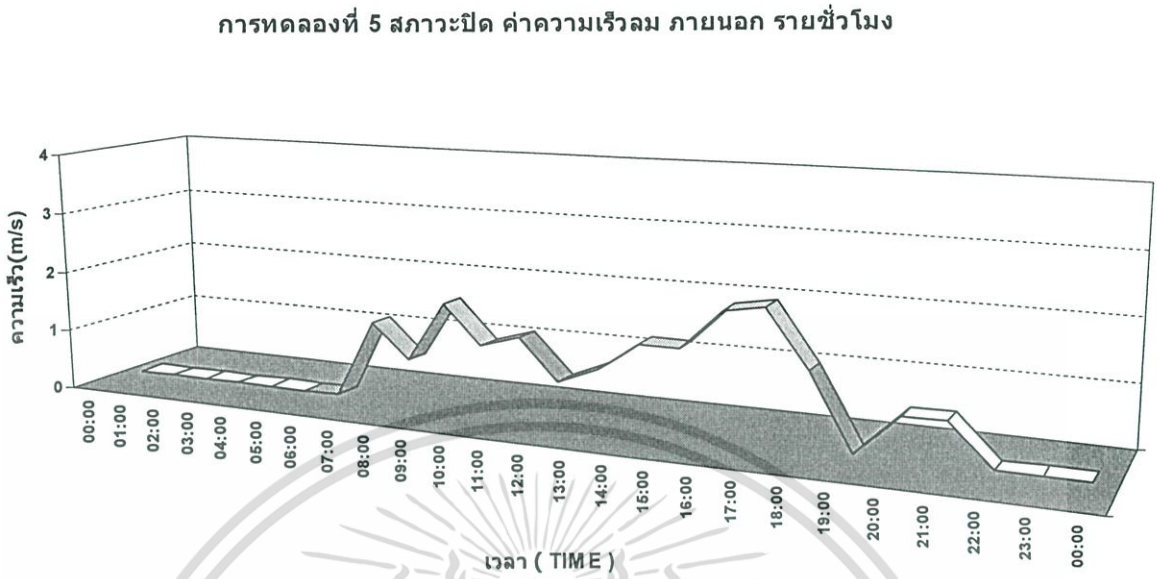

ภาพที่ 4.35 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 5




ภาพที่ 4.36 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 5 สภาวะปิด

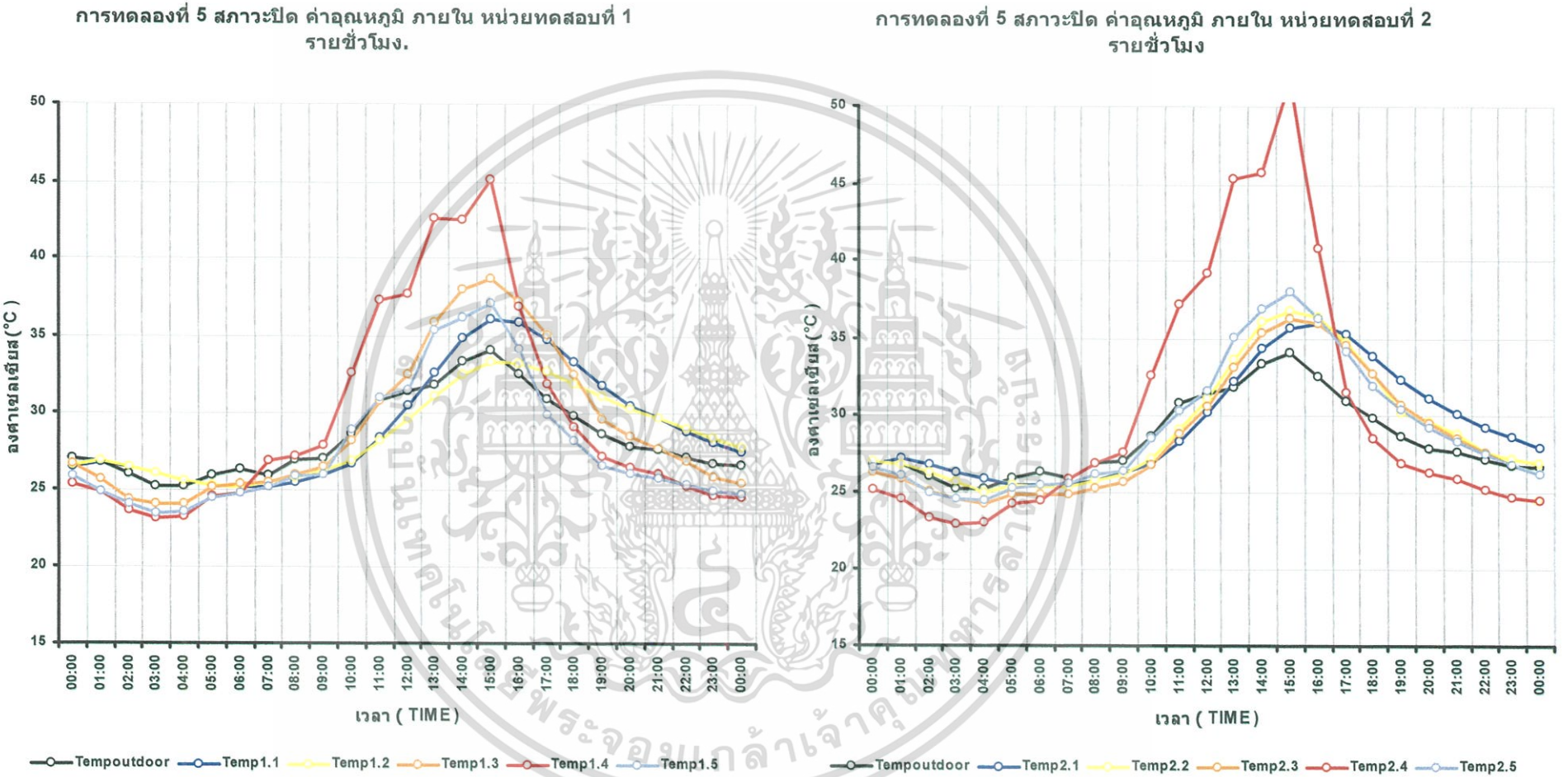



ภาพที่ 4.37 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 5

**ภาพที่** 4.38 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทาง สภาวะปิดราย 15 นาที การทดลองที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.6.3 ผลการทดสอบเปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 5 สภาวะปิด




**ภาพที่** 4.39 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 5

**4.6.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 5 สภาวะปิด**

**4.6.4.1 สภาพภูมิอากาศและอุณหภูมิภายนอก**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะ CLOSE ช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.12 w/m$^2$ ความชื้นสูงๆ ต่ำๆ สลับกันสูงสุด 84 % เวลา 3.00 น. เฉลี่ย 78% อุณหภูมิภายนอกสูงๆ ต่ำๆ สลับกันอุณหภูมิต่ำสุด 25.15 °c เวลา 3.00 น.เฉลี่ย 26° c ไม่มีลม 0 m/s **18.00-0.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.09 w/m$^2$ ความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เฉลี่ย 75% อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ เฉลี่ย 28 °c ลมไม่แรงมากเฉลี่ย 0.35 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน สภาวะ CLOSE ช่องลมเข้า**

6.00-18.00น. ความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุด 535.78 w/m$^2$ ในตอนบ่ายเฉลี่ยความเข้มรังสี 220.01 w/m$^2$ สภาพท้องฟ้าเมฆกระจายหลังเที่ยงมีเมฆ ความชื้นลดลงเรื่อยๆ สลับสูงต่ำบ้างเล็กน้อยต่ำสุด 52% เวลา15.00 น. แล้วจึงสูงขึ้นเฉลี่ย 65% อุณหภูมิภายนอกสูงต่ำสลับเล็กน้อยสูงสุด 34.06 °c เวลา 15.00 น.แล้วลดลงเฉลี่ย 30 °c แรงลมเฉลี่ย 1.21 m/s แรงสุด 2.10 m/s เวลา 17.00น. มีลมตลอดแรงปานกลาง

**4.6.4.2 อุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ ตำแหน่ง TEMP 1.1 และ TEMP 2.1**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น. และ18.00-0.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอกในช่วงแรกและในช่วงหลังอุณหภูมิภายในของหน่วยทดสอบ 1 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47ตารางเมตรสูง 1.50 เมตร T1.1 มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก โดยในช่วงแรกอุณหภูมิเริ่มต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 4.30 น. ส่วนอุณหภูมิภายในของหน่วยทดสอบ 2 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.24 ตารางเมตรสูง 1.00 เมตร T2.1 ในช่วงแรกและในช่วงหลังจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก โดยในช่วงแรกอุณหภูมิเริ่มต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 4.30 น.ในช่วงแรก T1.1 ต่ำกว่า T2.1 เฉลี่ย 0.31 °c ในช่วงหลัง T1.1 ต่ำกว่า T2.1 เฉลี่ย 0.47 °c ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงเวลากลางคืนปล่องแบบหน่วยทดสอบ1จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่าปล่องแบบหน่วยทดสอบ 2

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน สภาวะ CLOSE ช่องลมเข้า**

**6.00-18.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในของหน่วยทดสอบ1 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตรสูง 1.50 เมตร ต่ำกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนถึงเวลา 12.30 น. ก็จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 29.95 °c,T1.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.39 °c สูงกว่า 0.44 °c) ส่วนอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ 2 ที่ปล่องมีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.24 ตารางเมตรสูง 1.00 เมตรต่ำกว่าจนถึงเวลา 13.00 น. ก็จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 29.95 °c, T2.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.47 °c สูงกว่า 0.52 °c) ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงเวลากลางวัน ปล่องแบบหน่วยทดสอบ 1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า ปล่องแบบหน่วยทดสอบ 2 ต่างกัน 0.08 °c

4.6.4.3 **อุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์** (SOLAR CHIMNEY)

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.** ในช่วงแรกอุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์ของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก มีเฉพาะอุณหภูมิทางเข้าปล่อง T1.2 และ T2.2 ที่สูงกว่าถึงแค่ช่วงเวลา 4.00 น. แล้วก็ลดต่ำกว่า แต่ในช่วงเวลาหลังของหน่วยทดสอบ 1 มี T1.3 T1.4 T1.5 โดยที่ T1.3 เริ่มต่ำกว่าเมื่อเวลา 21.00 น. ส่วนในช่วงเวลาหลังของหน่วยทดสอบ 2 มี T1.4 เท่านั้นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00น. สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

อุณหภูมิทางเข้าปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ2 (T1.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.42 °c, T2.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.82 °c ต่างกัน 1.4 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.2 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 15.30 น. แต่ T2.2 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 12.00น.

อุณหภูมิกลางปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 31.71 °c, T2.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.40 °c ต่างกัน 1.31 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 11.00 น. แต่ T2.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 12.30 น.

อุณหภูมิทางออกปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 สูงกว่าหน่วยทดสอบ 2 (T1.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 33.32 °c, T2.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 31.27 °c ต่างกัน 2.05 °c ) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.5 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 10.00 น.แล้วกลับมาลดต่ำกว่าอีกเวลา 16.30 น. แต่ T2.5 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 11.30 น.

อุณหภูมิที่ผิวภายในปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 34.06 °c สูงสุด 45.12 °c ที่เวลา 15.00 น. , T2.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 35.21 °c สูงสุด 51.76 °c ที่เวลา 15.00 น. ต่างกัน 1.15 °c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.6.4.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของความสูงของปล่องที่มีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47ตารางเมตรสูง 1.50 เมตร ของหน่วยทดสอบ1 กับความสูงของปล่องที่มีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 0.24 ตารางเมตรสูง 0.50 เมตร ของหน่วยทดสอบ 2 สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

ปล่องรังสีอาทิตย์สูง 1.50 เมตร มีความสูงในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร หน่วยทดสอบ 1 ดีกว่าในช่วงกลางคืนและช่วงกลางวันแต่ใกล้เคียงกัน ปล่องรังสีอาทิตย์สูง 1.00 เมตร มีความสูงในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.50เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.24 ตารางเมตร หน่วยทดสอบ 2 แต่ปล่องสั้นทำความร้อนได้ดีกว่า

**4.6.4.5 สรุปผลการวัดสภาพภูมิอากาศของการทดลองที่ 5 สภาวะปิด**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0.00-6.00 น. | Radiation Outside | 0.12 $w/m^2$ | | |
| | Humidity Outside | 78 % | max 84 % | เวลา 03.00 |
| | Temperature Outside | 26 °c | min 25.15 °c | เวลา 03.00 |
| | Wind Speed Outside | 0 m/s | | |
| 18.00-0.00 น. | Radiation Outside | 0.09 $w/m^2$ | | |
| | Humidity Outside | 75 % | | |
| | Temperature Outside | 28 °c | | |
| | Wind Speed Outside | 0.35 m/s | | |
| 6.00-18.00น. | Radiation Outside | 220.01 $w/m^2$ | max 535.78 $w/m^2$ | เวลา 12.00 |
| | Humidity Outside | 65 % | min 52 % | เวลา 15.00 |
| | Temperature Outside | 30 °c | max 34.06 °c | เวลา 15.00 |
| | Wind Speed Outside | 1.21 m/s | max 2.10 m/s | เวลา 17.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

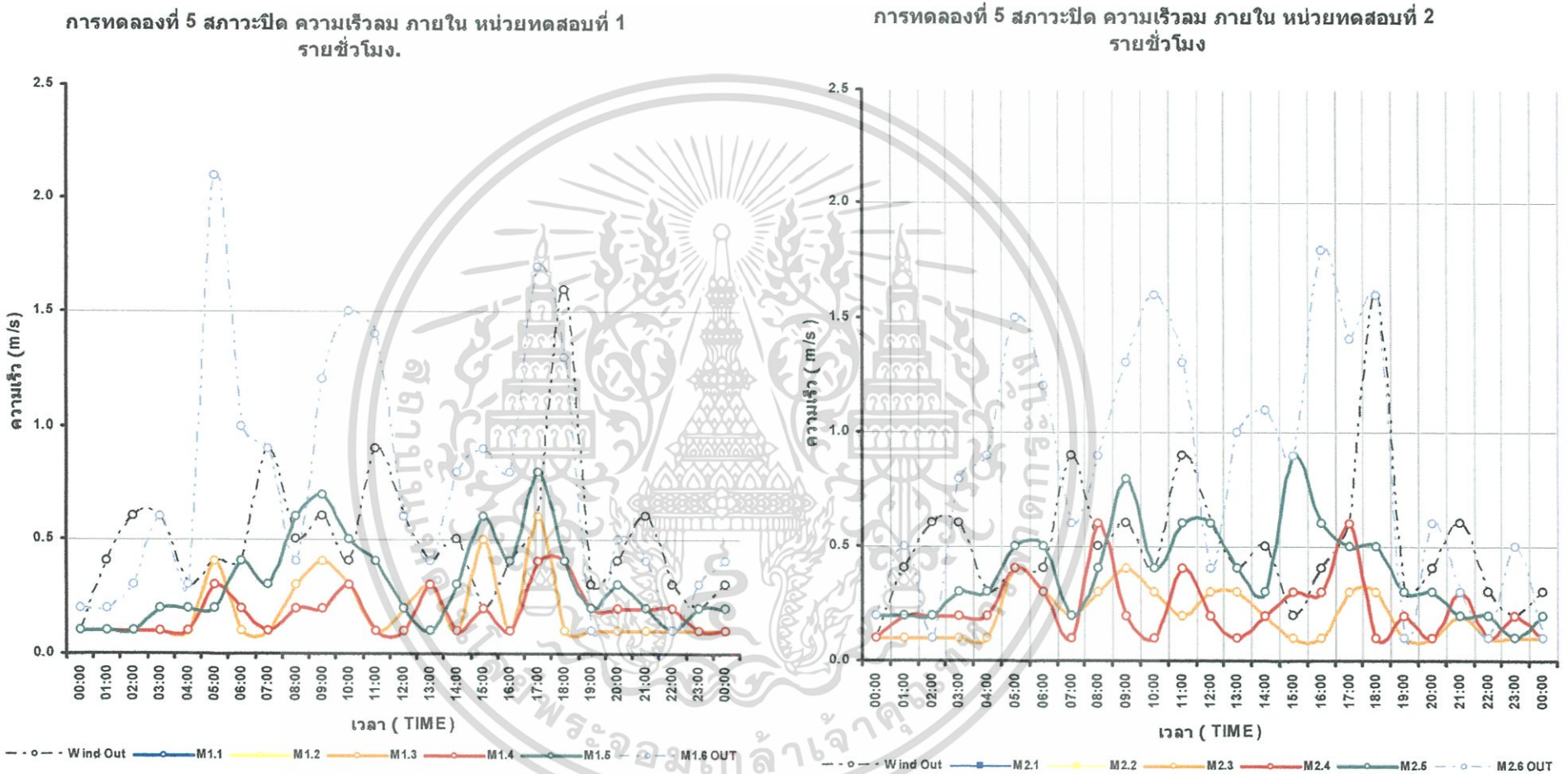
### 4.6.5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับ หน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 5

**ตารางที่** 4.20 แสดงค่าความเร็วลมของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลองสภาวะเปิดช่องลมเข้า CLOSE แบบการทดสอบที่ 5 วันพฤหัสบดีที่ 11 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | หน่วยทดสอบ 1 | | | | | | | หน่วยทดสอบ 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0.1 | 00.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 00.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.4 | 01.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 01.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.6 | 02.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 02.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.6 | 03.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 03.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.8 |
| 0 | 0.3 | 04.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 04.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.9 |
| 0 | 0.4 | 05.00 | | | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 2.1 | 05.00 | | | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 1.5 |
| 0 | 0.4 | 06.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 1.0 | 06.00 | | | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 1.2 |
| 1.3 | 0.9 | 07.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.9 | 07.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.6 |
| 0.7 | 0.5 | 08.00 | | | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 08.00 | | | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.9 |
| 1.7 | 0.6 | 09.00 | | | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 1.2 | 09.00 | | | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 1.3 |
| 1.1 | 0.4 | 10.00 | | | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 1.5 | 10.00 | | | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 1.6 |
| 1.3 | 0.9 | 11.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 1.4 | 11.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 1.3 |
| 0.6 | 0.6 | 12.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 12.00 | | | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 |
| 0.9 | 0.4 | 13.00 | | | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 13.00 | | | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 1.0 |
| 1.4 | 0.5 | 14.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.8 | 14.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 1.1 |
| 1.4 | 0.2 | 15.00 | | | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 15.00 | | | 0.1 | 0.3 | 0.9 | 0.9 |
| 2.0 | 0.4 | 16.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 16.00 | | | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 1.8 |
| 2.1 | 0.6 | 17.00 | | | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.7 | 17.00 | | | 0.3 | 0.6 | 0.5 | 1.4 |
| 1.2 | 1.6 | 18.00 | | | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 1.3 | 18.00 | | | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 1.6 |
| 0 | 0.3 | 19.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 19.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| 0.6 | 0.4 | 20.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 20.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.6 |
| 0.7 | 0.6 | 21.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 21.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 22.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 22.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 23.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 23.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.5 |
| 0 | 0.3 | 00.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 00.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 5 สภาวะปิด




**ภาพที่** 4.40 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 5

**4.6.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 5 สภาวะปิด**

การหาความเร็วลมเฉลี่ย = (ผลรวมของความเร็วลมในช่วงเวลานั้น) / จำนวนครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล ในช่วงเวลานั้น

**4.6.6.1 ความเร็วลมภายนอก** WINDOUTSIDE

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น.และ 18.00-0.00 น.**

windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind1.6 out ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

Windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s , wind1.6 out ความเร็วลมเฉลี่ย 1.0 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 1.2 m/s

**4.6.6.2 ความเร็วลมภายใน หน่วยทดสอบ ในสภาวะปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.**

เป็นการทดสอบในสภาวะปิดช่องลมเข้า ไม่สามารถทำการวัดได้

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

เป็นการทดสอบในสภาวะปิดช่องลมเข้า ไม่สามารถทำการวัดได้

**4.6.6.3 ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ในสภาวะปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s หน่วยทดสอบ1 มีแรงลมน้อยกว่า

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมน้อยกว่า

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมน้อยกว่า

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมน้อยกว่า

wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s หน่วยทดสอบ1 มีแรงลมน้อยกว่า

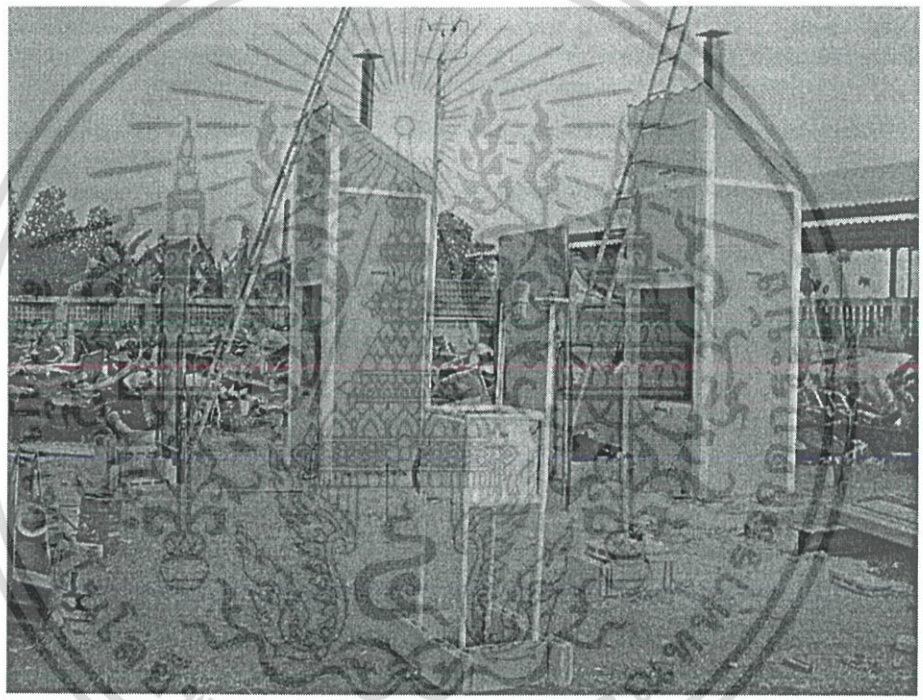
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.6.6.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของความสูงของปล่องรังสีอาทิตย์ในหน่วยทดสอบที่1 สูง 1.50 เมตร กับในหน่วยทดสอบที่2 สูง 1.00 เมตร จากความเร็วลม ในสภาวะปิด**

ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์โดยรวม ตามจุดที่วัดต่างๆ ในช่วงเวลากลางคืนและช่วงเวลากลางวัน การทดลองหน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมน้อยกว่า การทดลองหน่วยทดสอบ 2

## 4.7 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 6

### 4.7.1 รายละเอียดหน่วยทดสอบที่ทำการทดลองที่ 6 สภาวะ OPEN



**ภาพที่** 4.41 แสดงหน่วยทดสอบ1 และ2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ ในแบบการทดลองที่ 6

**หน่วยทดสอบที่** 1 ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องมีความสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00x1.20 เมตร

**หน่วยทดสอบที่** 2 ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องมีความสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นสี่เหลี่ยม 0.15x0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00x1.20 เมตร

**ทำการทดลองโดย** วัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในแบบจำลอง และในปล่องโดยที่หน่วยทดสอบมีการเปิดช่องลมเข้าปกติภายในตัวแบบจำลองทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สภาพภูมิอากาศภายนอกบริเวณที่ตั้งหน่วยทดสอบ** วันที่ 16 ธันวาคม 2546

- ความเข้มรังสีอาทิตย์ สูงสุด 629.79 w/m$^2$ ที่เวลา 12.00น. เฉลี่ย 164.18 w/m$^2$
- สภาพอุณหภูมิภายนอกมีค่าสูงสุดที่ 32.43 ˚C เวลา 15.45น.และมีค่าต่ำสุดที่ 23.16 ˚C ที่เวลา 06.15น. เฉลี่ย 27.01 ˚C
- สภาพความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก มีค่าสูงสุดที่ 74.84% เวลา 05.45น.และมีค่าต่ำสุดที่ 45.43 % เวลา 15.45น. เฉลี่ย 61.94 %
- ความเร็วลมภายนอกสูงสุด 5.11 m/s ที่เวลา 13.15น. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

**ตารางที่** 4.21 แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 6 สภาวะ OPEN

| | Description | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| | Sensor: | Voltage 0(-100)-100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| | Unit: | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| | Mean | 164.13 | 27.00 | 61.96 | 1.63 | |
| | Max | 629.79 | 32.13 | 74.08 | 4.22 | |
| | Min | 0.08 | 23.26 | 46.35 | 0 | |
| No. | Date/Time | Radiation | Temperature Outside | Humidity Outside | Wind Sp Outside | Wind Dir Outside |
| 0 | 16.12.2003 00:00:00 | 0.08 | 27.65 | 64.85 | 1.84 | 81 |
| 1 | 16.12.2003 01:00:00 | 0.12 | 26.83 | 68.38 | 1.29 | 71 |
| 2 | 16.12.2003 02:00:00 | 0.11 | 26.19 | 68.04 | 2.11 | 70 |
| 3 | 16.12.2003 03:00:00 | 0.11 | 25.39 | 69.65 | 2.2 | 74 |
| 4 | 16.12.2003 04:00:00 | 0.12 | 24.59 | 71.00 | 1.93 | 54 |
| 5 | 16.12.2003 05:00:00 | 0.14 | 23.80 | 73.63 | 1.79 | 63 |
| 6 | 16.12.2003 06:00:00 | 0.15 | 23.28 | 74.84 | 1.47 | 88 |
| 7 | 16.12.2003 07:00:00 | 24.66 | [illegible] | 71.99 | 2.57 | 33 |
| 8 | 16.12.2003 08:00:00 | 205.20 | 24.39 | 68.21 | 1.84 | 98 |
| 9 | 16.12.2003 09:00:00 | 345.30 | 25.71 | 63.14 | 3.49 | 51 |
| 10 | 16.12.2003 10:00:00 | 505.51 | 27.55 | 58.63 | [illegible] | 60 |
| 11 | 16.12.2003 11:00:00 | 592.18 | 29.27 | 54.89 | 0 | 0 |
| 12 | 16.12.2003 12:00:00 | [illegible] | 30.28 | 52.31 | 1.54 | 54 |
| 13 | 16.12.2003 13:00:00 | 597.19 | 31.10 | 50.00 | 2.83 | 60 |
| 14 | 16.12.2003 14:00:00 | 525.69 | 32.03 | 48.02 | 4.02 | 61 |
| 15 | 16.12.2003 15:00:00 | 372.30 | 31.91 | 47.18 | 2.18 | 73 |
| 16 | 16.12.2003 16:00:00 | 248.66 | [illegible] | 46.55 | 2.09 | 83 |
| 17 | 16.12.2003 17:00:00 | 55.02 | 30.49 | 49.93 | 0.65 | 247 |
| 18 | 16.12.2003 18:00:00 | 0.34 | 28.17 | 56.14 | 0 | 0 |
| 19 | 16.12.2003 19:00:00 | 0.09 | 27.31 | 58.99 | 1.28 | 44 |
| 20 | 16.12.2003 20:00:00 | [illegible] | 26.06 | 63.71 | 0 | 0 |
| 21 | 16.12.2003 21:00:00 | 0.14 | 25.24 | 66.36 | 0.73 | 76 |
| 22 | 16.12.2003 22:00:00 | 0.11 | 24.79 | 67.45 | 0 | 0 |
| 23 | 16.12.2003 23:00:00 | 0.12 | 23.95 | 70.27 | 0.57 | 295 |
| 24 | 17.12.2003 00:00:00 | 0.12 | 23.60 | 70.82 | 0 | 0 |

**ตารางที่** 4.22 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 6 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN

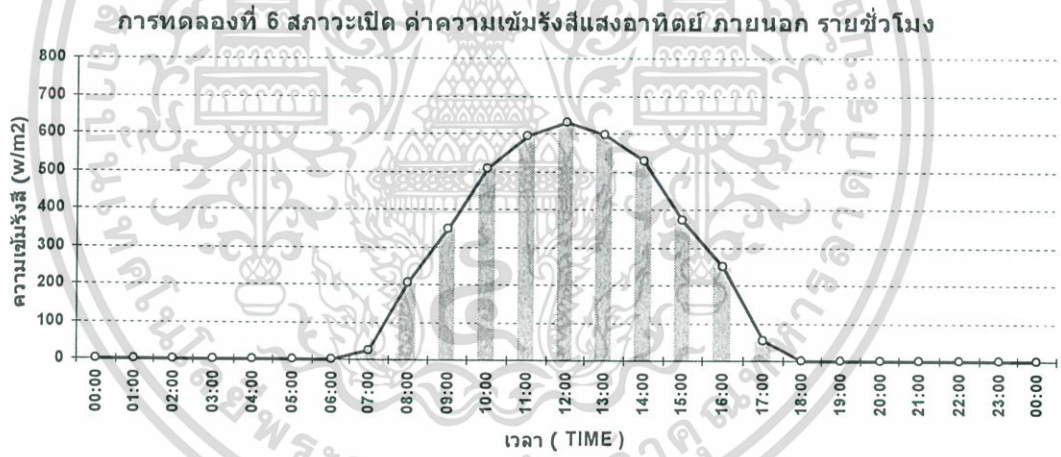
| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 26.78 | 26.74 | 27.81 | 29.24 | 26.89 |
| | Max | 31.74 | 31.53 | 33.61 | 41.08 | 32.04 |
| | Min | 22.98 | 23.09 | 23.21 | 21.89 | 22.11 |
| No. | Date/Time | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Outside |
| 0 | 16.12.2003 00:00:00 | 26.90 | 27.07 | 27.15 | 26.32 | 26.35 |
| 1 | 16.12.2003 01:00:00 | 26.22 | 26.40 | 26.50 | 25.52 | 25.65 |
| 2 | 16.12.2003 02:00:00 | 25.67 | 25.82 | 26.00 | 25.02 | 25.12 |
| 3 | 16.12.2003 03:00:00 | 25.04 | 25.17 | 25.37 | 24.42 | 24.39 |
| 4 | 16.12.2003 04:00:00 | 24.29 | 24.59 | 24.64 | 23.62 | 23.64 |
| 5 | 16.12.2003 05:00:00 | 23.52 | 23.92 | 23.82 | 22.59 | 22.54 |
| 6 | 16.12.2003 06:00:00 | 22.99 | 23.41 | 23.29 | 22.24 | |
| 7 | 16.12.2003 07:00:00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 23.69 | 22.31 |
| 8 | 16.12.2003 08:00:00 | 23.97 | 23.84 | 24.42 | 31.33 | 23.79 |
| 9 | 16.12.2003 09:00:00 | 25.67 | 25.24 | 26.40 | 34.82 | 25.37 |
| 10 | 16.12.2003 10:00:00 | 27.25 | 26.72 | 28.03 | 36.62 | 27.50 |
| 11 | 16.12.2003 11:00:00 | 29.13 | 28.48 | 30.93 | [illegible] | 30.11 |
| 12 | 16.12.2003 12:00:00 | 30.06 | 29.55 | 31.71 | 38.48 | 29.96 |
| 13 | 16.12.2003 13:00:00 | 30.73 | 30.38 | 32.54 | 39.18 | 30.73 |
| 14 | 16.12.2003 14:00:00 | [illegible] | 31.28 | 33.34 | 38.80 | 31.56 |
| 15 | 16.12.2003 15:00:00 | 30.86 | [illegible] | 33.21 | 37.55 | 30.83 |
| 16 | 16.12.2003 16:00:00 | 30.58 | 31.18 | [illegible] | 35.69 | [illegible] |
| 17 | 16.12.2003 17:00:00 | 29.88 | 30.38 | 32.81 | 33.31 | 31.89 |
| 18 | 16.12.2003 18:00:00 | 28.85 | 28.45 | 30.68 | 27.80 | 29.50 |
| 19 | 16.12.2003 19:00:00 | 27.95 | 27.45 | 29.28 | 26.42 | 28.38 |
| 20 | 16.12.2003 20:00:00 | 27.12 | 26.37 | 27.93 | 25.12 | 27.00 |
| 21 | 16.12.2003 21:00:00 | 27.02 | 25.52 | 26.62 | 24.07 | 25.67 |
| 22 | 16.12.2003 22:00:00 | 24.54 | 24.82 | 25.57 | 23.11 | 24.57 |
| 23 | 16.12.2003 23:00:00 | 23.84 | 24.07 | 24.54 | 22.21 | 23.59 |
| 24 | 17.12.2003 00:00:00 | 23.39 | 23.89 | 23.67 | [illegible] | 22.59 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

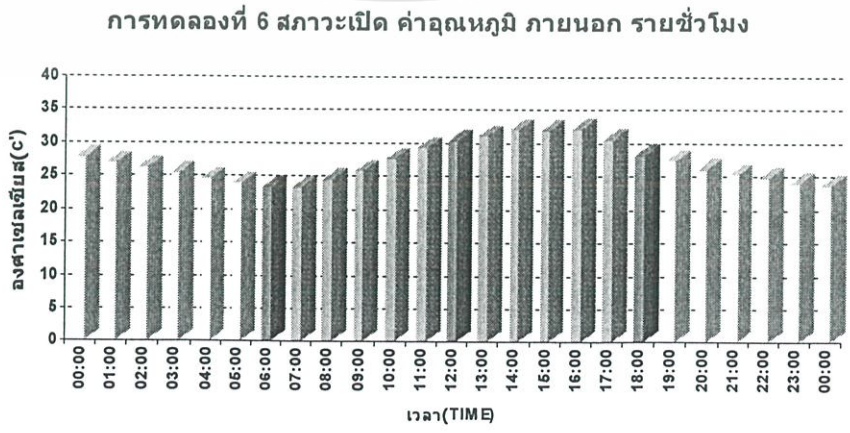
**ตารางที่ 4.23** แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 6 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN

| Description | | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Channel Number: | | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| Sensor: | | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| Unit: | | °C | °C | °C | °C | °C |
| Mean | | 27.10 | 27.63 | 27.28 | 29.99 | 27.84 |
| Max | | 32.39 | 33.31 | 33.56 | 43.81 | 34.64 |
| Min | | 23.11 | 23.06 | 22.59 | 21.61 | 23.16 |
| No. | Date/Time | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Outside |
| 0 | 16.12.2003 00:00:00 | 27.17 | 27.02 | 26.42 | 25.85 | 27.00 |
| 1 | 16.12.2003 01:00:00 | 26.42 | 26.50 | 25.90 | 25.14 | 26.40 |
| 2 | 16.12.2003 02:00:00 | 25.87 | 26.02 | 25.42 | 24.54 | 25.77 |
| 3 | 16.12.2003 03:00:00 | 25.27 | 25.32 | 24.77 | 23.99 | 25.24 |
| 4 | 16.12.2003 04:00:00 | 24.49 | 24.69 | 24.07 | 23.24 | 24.49 |
| 5 | 16.12.2003 05:00:00 | 23.77 | 23.99 | 23.29 | 22.29 | 23.72 |
| 6 | 16.12.2003 06:00:00 | 23.21 | 23.24 | [illegible] | 21.94 | [illegible] |
| 7 | 16.12.2003 07:00:00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 22.96 | 23.36 |
| 8 | 16.12.2003 08:00:00 | 24.27 | 24.07 | 24.12 | 29.43 | 25.95 |
| 9 | 16.12.2003 09:00:00 | 25.85 | 25.52 | 25.60 | 32.96 | 26.57 |
| 10 | 16.12.2003 10:00:00 | 27.47 | 27.50 | 27.68 | 36.85 | 28.45 |
| 11 | 16.12.2003 11:00:00 | 29.43 | 29.86 | 30.28 | 42.29 | 30.96 |
| 12 | 16.12.2003 12:00:00 | 30.28 | 30.88 | 31.13 | 41.61 | 31.71 |
| 13 | 16.12.2003 13:00:00 | 31.21 | 31.71 | 31.89 | 43.66 | 32.44 |
| 14 | 16.12.2003 14:00:00 | 32.09 | 32.89 | 33.09 | [illegible] | 33.09 |
| 15 | 16.12.2003 15:00:00 | 32.24 | 32.81 | 32.94 | 42.16 | 33.66 |
| 16 | 16.12.2003 16:00:00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 42.66 | [illegible] |
| 17 | 16.12.2003 17:00:00 | 31.08 | 32.94 | 32.76 | 36.40 | 33.69 |
| 18 | 16.12.2003 18:00:00 | 28.90 | 30.78 | 30.18 | 27.27 | 30.21 |
| 19 | 16.12.2003 19:00:00 | 27.85 | 29.50 | 28.78 | 25.92 | 28.88 |
| 20 | 16.12.2003 20:00:00 | 26.47 | 27.88 | 27.17 | 24.79 | 27.47 |
| 21 | 16.12.2003 21:00:00 | 25.62 | 26.87 | 26.12 | 23.67 | 26.52 |
| 22 | 16.12.2003 22:00:00 | 25.09 | 25.85 | 25.02 | 22.81 | 25.32 |
| 23 | 16.12.2003 23:00:00 | 24.19 | 24.47 | 23.67 | 21.91 | 23.89 |
| 24 | 17.12.2003 00:00:00 | 23.77 | 23.97 | 23.09 | [illegible] | 23.39 |

## 4.7.2 สภาพภูมิอากาศภายนอกของการทดลองที่ 6 สภาวะเปิด

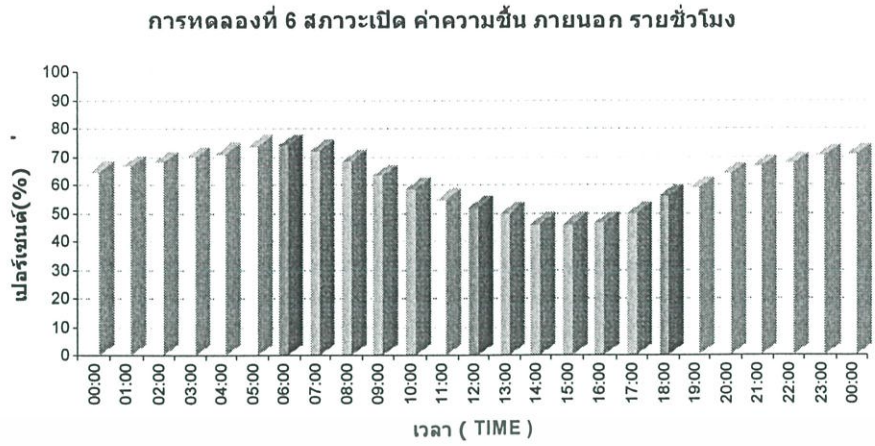



**ภาพที่ 4.42** แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 6



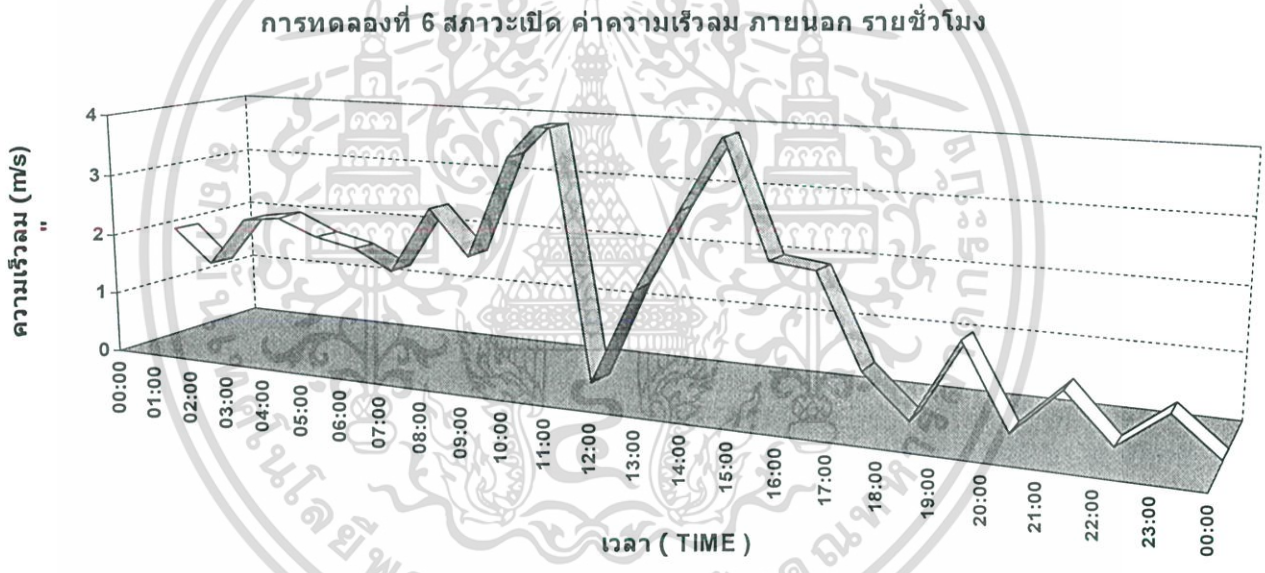

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ 4.43** แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 6



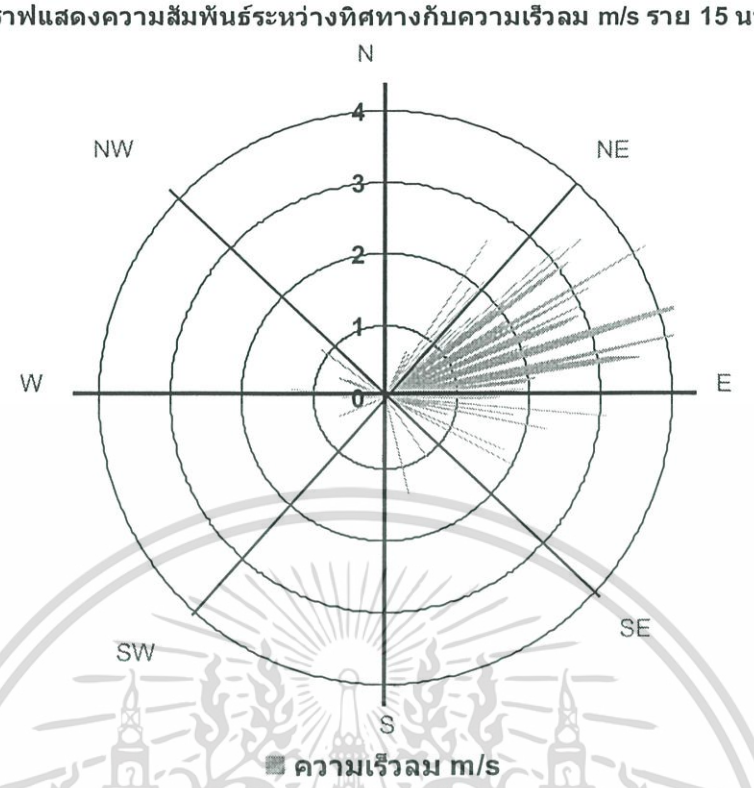

ภาพที่ 4.44 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 6

การทดลองที่ 6 สภาวะเปิด




ภาพที่ 4.45 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 6

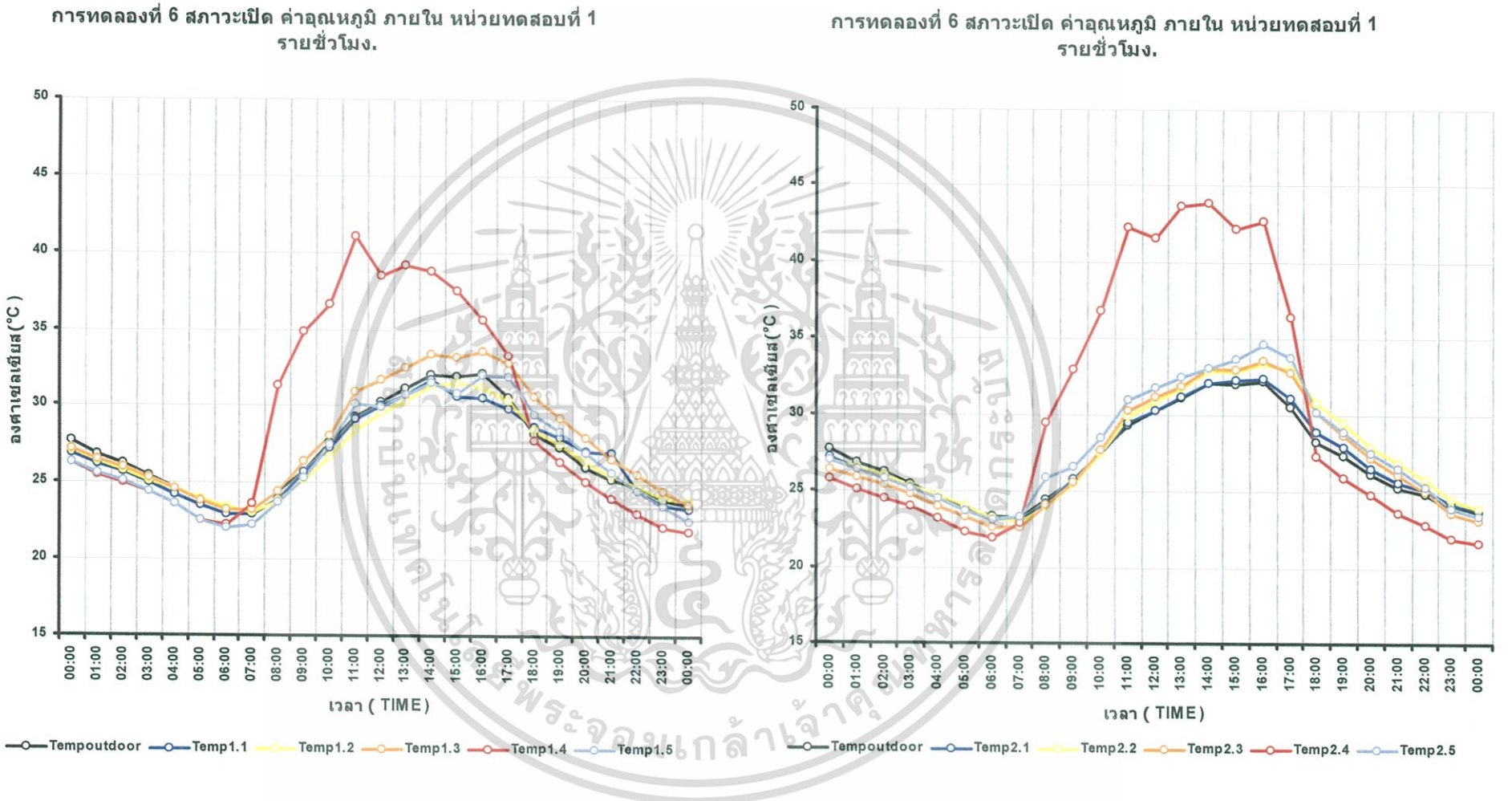
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่** 4.46 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทาง สภาวะเปิดราย 15 นาที การทดลองที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.7.3 ผลการทดสอบเปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 6 สภาวะเปิด




**ภาพที่** 4.47 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิดรายชั่วโมง การทดลองที่ 6

**4.7.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 6 สภาวะเปิด**

**4.7.4.1 สภาพภูมิอากาศและอุณหภูมิภายนอก**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน**

**0.00-6.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.12 w/m$^2$ ความชื้นค่อยเพิ่มขึ้นสูงๆ ต่ำๆ สลับกันเล็กน้อยสูงสุด 74% เวลา 6.00 น. เฉลี่ย 70% อุณหภูมิภายนอกลดลงเรื่อยๆ เฉลี่ย 25 °c ลมแรงปานกลางเฉลี่ย 1.80 m/s **18.00-0.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.14 w/m$^2$ ความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สลับสูงต่ำเล็กน้อยเฉลี่ย 65% อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ เฉลี่ย 26°c ลมไม่แรงมากเฉลี่ย 0.37 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน**

**6.00-18.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุด 629.79 w/m$^2$ ในตอนเที่ยงเฉลี่ยความเข้มรังสี 315.54 w/m$^2$ สภาพท้องฟ้าโปร่งหลังเที่ยงมีเมฆน้อย ความชื้นลดลงสลับสูงต่ำบ้างเล็กน้อยต่ำสุด 46% เวลา 14.00 และ 15.00 น.แล้วจึงสูงขึ้นเฉลี่ย 57% อุณหภูมิภายนอกเพิ่มขึ้นสูงต่ำสลับเล็กน้อยสูงสุด 32.13 °c เวลา 16.00น.และต่ำสุด 23.26 °c เวลา 7.00 น. แล้วลดลงเฉลี่ย 28 °c มีลมเฉลี่ย 2.07 m/s แรงสุด 4.22 m/s เวลา 10.00 น. ลมแรงมากสลับปานกลาง

**4.7.4.2 อุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ ตำแหน่ง** TEMP1.1 **และ** TEMP2.1

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะ**OPEN**ช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก ในช่วงแรกอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ 1 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์เป็นวงกลม T1.1 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก แต่ในช่วงหลังกลับสูงกว่า ส่วนอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ 2 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์เป็นสี่เหลี่ยม T2.1 ในช่วงแรกต่ำกว่าและในช่วงหลังสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ในช่วงแรก T1.1 ต่ำกว่า T2.1 เฉลี่ย 0.22 °c ในช่วงหลัง T1.1 สูงกว่า T2.1 เฉลี่ย 0.06 °c ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางคืน T1.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T2.1 แม้ช่วงหลังจะสูงกว่าแต่ใกล้เคียงกันมาก

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน สภาวะ**OPEN**ช่องลมเข้า**

**6.00-18.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในของหน่วยทดสอบ 1 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์เป็นวงกลม จะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 28.43 °c, T1.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 28.02 °c ต่ำกว่า 0.41 °c ) ส่วนอุณหภูมิภายในของหน่วยทดสอบ 2 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์เป็นสี่เหลี่ยม จะต่ำกว่าถึงเวลา 14.00น.ก็จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 28.43 °c, T2.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 28.58 °c สูงกว่า 0.15 °c ) ผลจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางวัน T1.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T2.1 ต่างกันเฉลี่ย 0.26 °c

4.7.4.3 **อุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์** (SOLAR CHIMNEY)

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะ OPEN ช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.** ในช่วงแรกอุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์ของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ในช่วงเวลาหลังอุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์ของ หน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ2 สูงกว่าอุณหภูมิภายนอก นอกจากอุณหภูมิผิวภายในกลางปล่องรังสีอาทิตย์ที่ ต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก โดยที่มี T2.4 มีอุณหภูมิต่ำกว่า T1.4

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น. สภาวะ OPEN ช่องลมเข้า**

อุณหภูมิทางเข้าปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ2 (T1.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 27.96, T2.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 29..12 °c ต่างกัน 1.16 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T2.2 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 9.30 น.

อุณหภูมิกลางปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.55 °c, T2.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.11 °c ต่างกัน 0.44 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 8.00 น. แต่ T2.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 10.00 น.

อุณหภูมิทางออกปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 28.28 °c, T2.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.84 °c ต่างกัน 1.56 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.5 เริ่มมีอุณหภูมิสูงต่ำสลับกันกว่าอุณหภูมิภายนอก แต่ T2.5 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 7.00 น.

อุณหภูมิที่ผิวภายในปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 33.89 °c สูงสุด 41.08 °c ที่เวลา 11.00น. , T2.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 35.68 °c สูงสุด 43.81 °c ที่เวลา 14.00น. ต่างกัน 1.8 °c)

4.7.4.4 **สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของรูปทรงปล่องรังสีอาทิตย์แบบวงกลมของ หน่วยทดสอบ 1 กับแบบสี่เหลี่ยม ของหน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN ช่องลมเข้า**

อุณหภูมิภายในแบบจำลอง หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ2 และต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกมีผลมาจากประสิทธิภาพของปล่องรังสีอาทิตย์ที่มีทางเข้าออกปล่องเป็นวงกลม มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร ได้ดีกว่าปล่องรังสีอาทิตย์ ที่มีทางเข้าออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปล่องเป็นสี่เหลี่ยม มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.6 ตารางเมตร ในสภาวะปกติ แต่ปล่องแบบสี่เหลี่ยมทำความร้อนได้ดีกว่า แบบวงกลมเนื่องมาจากพื้นที่ได้รับรังสีอาทิตย์มีมากกว่า แต่การไหลของอากาศภายในปล่องแบบกลมไหลได้ดีกว่า

#### 4.7.4.5 สรุปผลการวัดสภาพภูมิอากาศของการทดลองที่ 6 สภาวะเปิด

| | | |
|---|---|---|
| 0.00-6.00 น. | Radiation Outside | 0.12 $w/m^2$ |
| | Humidity Outside | 70 % max 74 % เวลา 06.00 |
| | Temperature Outside | 25 °c |
| | Wind Speed Outside | 1.80 m/s |
| 18.00-0.00น. | Radiation Outside | 0.14 $w/m^2$ |
| | Humidity Outside | 65 % |
| | Temperature Outside | 26 °c |
| | Wind Speed Outside | 0.37 m/s |
| 6.00-18.00น. | Radiation Outside | 315.54 $w/m^2$ max 629.79 $w/m^2$ เวลา 12.00 |
| | Humidity Outside | 57 % min 46 % เวลา 14.00 - 15.00 |
| | Temperature Outside | 28 °c max 32.13 °c เวลา 16.00 |
| | | min 23.26 °c เวลา 07.00 |
| | Wind Speed Outside | 2.07 m/s max 4.22 m/s เวลา 10.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

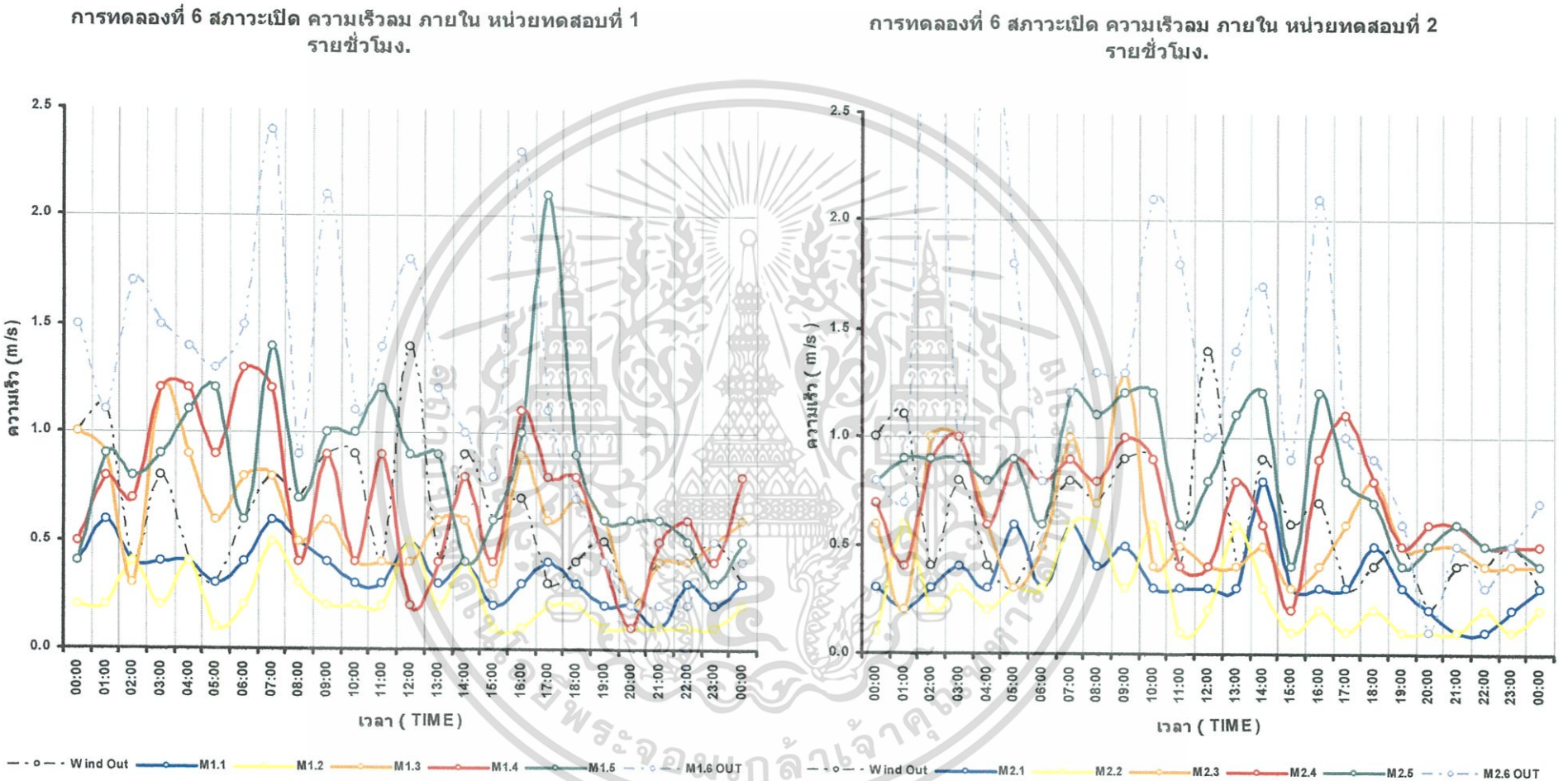
### 4.7.5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 6

**ตารางที่** 4.24 แสดงค่าความเร็วลมของ หน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลองสภาวะเปิดช่องลมเข้า OPEN แบบการทดสอบที่ 6 วันอังคารที่ 16 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | หน่วยทดสอบ 1 | | | | | | | หน่วยทดสอบ 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1.8 | 1.0 | 00.00 | 0.4 | 0.2 | 1.0 | 0.5 | 0.4 | 1.5 | 00.00 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.8 |
| 1.3 | 1.1 | 01.00 | 0.6 | 0.2 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 01.00 | 0.2 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 0.7 |
| 2.1 | 0.4 | 02.00 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.7 | 0.8 | 1.7 | 02.00 | 0.3 | 0.2 | 1.0 | 0.9 | 0.9 | 3.4 |
| 2.2 | 0.8 | 03.00 | 0.4 | 0.2 | 1.2 | 1.2 | 0.9 | 1.5 | 03.00 | 0.4 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.9 |
| 1.9 | 0.4 | 04.00 | 0.4 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 1.1 | 1.4 | 04.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 3.0 |
| 1.8 | 0.3 | 05.00 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.3 | 05.00 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.9 | 0.9 | 1.8 |
| 1.5 | 0.6 | 06.00 | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 1.3 | 0.6 | 1.5 | 06.00 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 0.6 | 0.8 |
| 2.6 | 0.8 | 07.00 | 0.6 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 2.4 | 07.00 | 0.6 | 0.6 | 1.0 | 0.9 | 1.2 | 1.2 |
| 1.8 | 0.7 | 08.00 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 08.00 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.3 |
| 3.5 | 0.9 | 09.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 2.1 | 09.00 | 0.5 | 0.3 | 1.3 | 1.0 | 1.2 | 1.3 |
| 4.2 | 0.9 | 10.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 1.0 | 1.1 | 10.00 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 2.1 |
| 0 | 0.4 | 11.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 1.4 | 11.00 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 1.8 |
| 1.5 | 1.4 | 12.00 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.9 | 1.8 | 12.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 1.0 |
| 2.8 | 0.4 | 13.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 13.00 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.1 | 1.4 |
| 4.0 | 0.9 | 14.00 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.4 | 1.0 | 14.00 | 0.8 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 1.2 | 1.7 |
| 2.2 | 0.6 | 15.00 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 15.00 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.9 |
| 2.1 | 0.7 | 16.00 | 0.3 | 0.1 | 0.9 | 1.1 | 1.0 | 2.3 | 16.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 2.1 |
| 0.7 | 0.3 | 17.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 2.1 | 1.1 | 17.00 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 1.1 | 0.8 | 1.0 |
| 0 | 0.4 | 18.00 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.7 | 18.00 | 0.5 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.9 |
| 1.3 | 0.5 | 19.00 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 19.00 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.6 |
| 0 | 0.2 | 20.00 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.2 | 20.00 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.1 |
| 0.7 | 0.4 | 21.00 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.2 | 21.00 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.5 |
| 0 | 0.4 | 22.00 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 0.2 | 22.00 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.3 |
| 0.6 | 0.5 | 23.00 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 23.00 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 0 | 0.3 | 00.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.5 | 0.4 | 00.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.7 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 6 สภาวะเปิด




**ภาพที่** 4.48 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 6

**4.7.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับ หน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 6 สภาวะเปิด**

การหาความเร็วลมเฉลี่ย = (ผลรวมของความเร็วลมในช่วงเวลานั้น) / จำนวนครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล ในช่วงเวลานั้น

**4.7.6.1 ความเร็วลมภายนอก WINDOUTSIDE**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.**

windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind1.6 out ความเร็วลมเฉลี่ย 0.9 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 1.1 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

Windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s ,wind1.6out ความเร็วลมเฉลี่ย 1.4 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 1.3 m/s

**4.7.6.2 ความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบ ในสภาวะเปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น.และ 18.00-0.00 น.**

wind1.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s ,wind2.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ทั้งสองเท่ากัน

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

wind1.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s ,wind2.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s ,wind2.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s ทั้งสองเท่ากัน

**4.7.6.3 ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ในสภาวะเปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s หน่วยทดสอบ1 มีแรงลมมากกว่า

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s ทั้งสองเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s ทั้งสองเท่ากัน

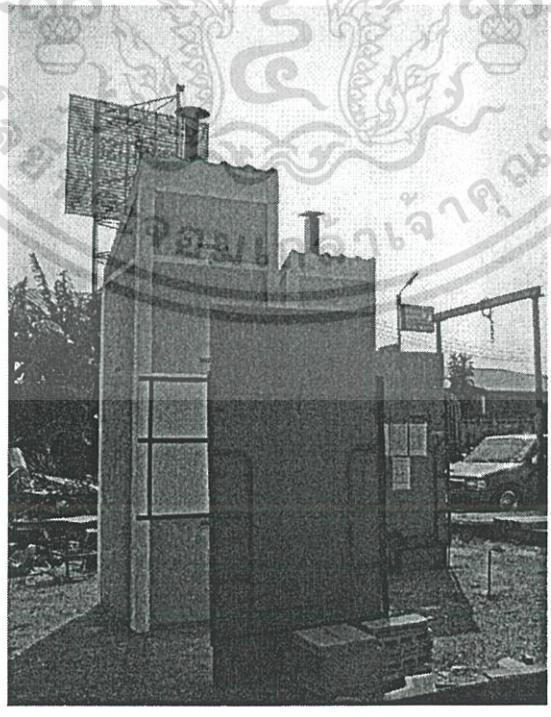
wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 1.0 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.9 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมมากกว่า

**4.7.6.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของรูปทรงของปล่องรังสีอาทิตย์ในหน่วยทดสอบที่ 1 เป็นวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง0.15เมตร กับในหน่วยทดสอบที่ 2 เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส 0.15x0.15 เมตร จากความเร็วลม ในสภาวะเปิด**

การทดลองหน่วยทดสอบ 1 มีความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบโดยรวมเท่ากันกับการทดลองหน่วยทดสอบ 2 ทั้งกลางวันและกลางคืน ส่วนความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์โดยรวม การทดลองหน่วยทดสอบ 1 แรงลมมากกว่า การทดลองหน่วยทดสอบ 2 โดยที่ความเร็วลมภายในอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 0.25-0.50 m/s ร่างกายรู้สึกสบายโดยไม่รู้ว่ามีลมมาปะทะ

## 4.8 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 7

### 4.8.1 รายละเอียดหน่วยทดสอบที่ทำการทดลองที่ 7 สภาวะ CLOSE



**ภาพที่ 4.49** แสดง หน่วยทดสอบ 1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ ในแบบการทดลองที่ 7

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หน่วยทดสอบที่ 1** ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00 x 1.20 เมตร

**หน่วยทดสอบที่ 2** ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นสี่เหลี่ยม 0.15 x 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00 x 1.20 เมตร

**ทำการทดลองโดย** วัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในแบบจำลองและในปล่อง โดยที่หน่วยทดสอบมีการปิดช่องลมเข้าปกติภายในตัวแบบจำลองทั้งสอง

**สภาพภูมิอากาศภายนอกบริเวณที่ตั้งหน่วยทดสอบ** วันที่ 18 ธันวาคม 2546

- ความเข้มรังสีอาทิตย์ สูงสุด 619.09 w/m$^2$ ที่เวลา 12.15น. เฉลี่ย 161.14 w/m$^2$
- สภาพอุณหภูมิภายนอกมีค่าสูงสุดที่ 29.70 ˚C เวลา 12.45 น. และมีค่าต่ำสุดที่ 19.63 ˚C ที่เวลา 03.00 น. เฉลี่ย 24.25 ˚C
- สภาพความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก มีค่าสูงสุดที่ 76.35 % เวลา 03.00 น.และมีค่าต่ำสุดที่ 43.62 % เวลา 14.15 น. เฉลี่ย 63.45 %
- ความเร็วลมภายนอกสูงสุด 4.48 m/s ที่เวลา 13.45น. ทิศตะวันตกเฉียงใต้

**ตารางที่ 4.25** แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 7 สภาวะ CLOSE

| Description: | | Pyranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Channel Number: | | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2238 | 2-2238 |
| Sensor: | | Voltage 0(-100)..100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| Unit: | | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| Mean | | 151.51 | 24.17 | 63.78 | 0.72 | |
| Max | | 611.00 | 28.92 | 76.35 | 3.12 | |
| Min | | 0.11 | 19.63 | 45.20 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temperature Outside | Humidity Outside | Wind Sp Outside | Wind Dir Outside |
| 0 | 18.12.2003 00:00:00 | 0.17 | 20.18 | 75.58 | 0 | 0 |
| 1 | 18.12.2003 01:00:00 | 0.15 | 20.43 | 73.08 | 0 | 0 |
| 2 | 18.12.2003 02:00:00 | 0.17 | 20.15 | 73.85 | 0.92 | 78 |
| 3 | 18.12.2003 03:00:00 | 0.17 | [illegible] | [illegible] | 0 | 0 |
| 4 | 18.12.2003 04:00:00 | 0.17 | 20.35 | 72.97 | 0 | 0 |
| 5 | 18.12.2003 05:00:00 | 0.17 | 20.60 | 72.22 | 0.57 | 120 |
| 6 | 18.12.2003 06:00:00 | 0.17 | 20.51 | 71.22 | 0.74 | 77 |
| 7 | 18.12.2003 07:00:00 | 29.52 | 20.15 | 72.83 | 1.21 | 52 |
| 8 | 18.12.2003 08:00:00 | 177.55 | 22.11 | 66.07 | 2.57 | 77 |
| 9 | 18.12.2003 09:00:00 | 333.90 | 24.21 | 59.66 | [illegible] | 81 |
| 10 | 18.12.2003 10:00:00 | 469.67 | 25.26 | 57.63 | 1.19 | 75 |
| 11 | 18.12.2003 11:00:00 | 565.95 | 27.39 | 50.50 | 1.48 | 74 |
| 12 | 18.12.2003 12:00:00 | [illegible] | 28.80 | [illegible] | 0.72 | 68 |
| 13 | 18.12.2003 13:00:00 | 525.12 | 28.45 | 51.60 | 2.11 | 317 |
| 14 | 18.12.2003 14:00:00 | 508.82 | 28.79 | 47.57 | 1.38 | 287 |
| 15 | 18.12.2003 15:00:00 | 264.42 | 28.56 | 52.19 | 1.29 | 348 |
| 16 | 18.12.2003 16:00:00 | 227.43 | 28.25 | 54.44 | 0 | 0 |
| 17 | 18.12.2003 17:00:00 | 71.60 | [illegible] | 48.03 | 0 | 0 |
| 18 | 18.12.2003 18:00:00 | 0.95 | 26.78 | 54.88 | 0 | 0 |
| 19 | 18.12.2003 19:00:00 | [illegible] | 24.88 | 65.63 | 0 | 0 |
| 20 | 18.12.2003 20:00:00 | [illegible] | 24.23 | 67.56 | 0.66 | 347 |
| 21 | 18.12.2003 22:00:00 | 0.12 | 24.05 | 69.39 | 0 | 0 |
| 22 | 18.12.2003 23:00:00 | 0.12 | 23.68 | 73.05 | 0 | 0 |
| 23 | 18.12.2003 24:00:00 | 0.11 | 24.10 | 71.05 | 0 | 0 |
| 24 | 19.12.2003 00:00:00 | 0.14 | 23.85 | 71.51 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 4.26 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 7 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ CLOSE

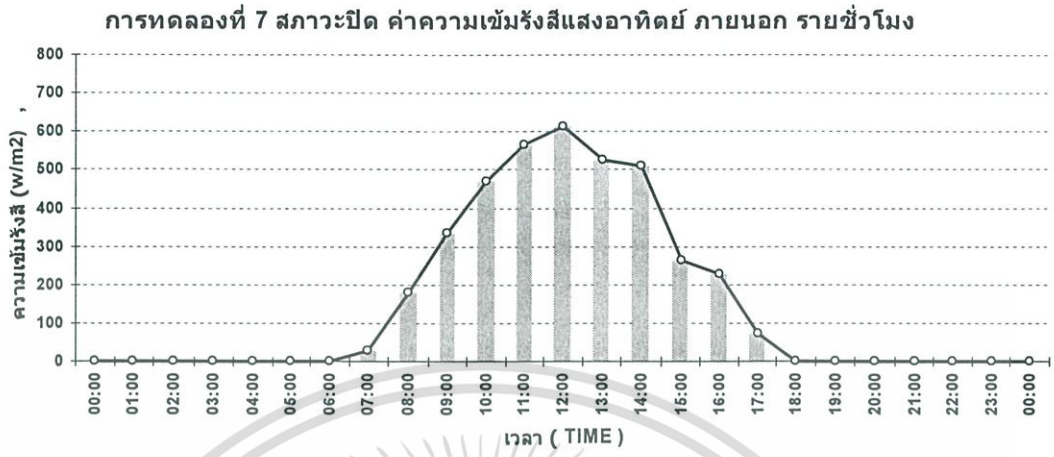
| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 25.92 | 25.82 | 25.23 | 27.10 | 24.16 |
| | Max | 33.74 | 34.67 | 35.54 | 44.39 | 33.89 |
| | Min | 19.51 | 18.93 | 17.68 | 16.90 | 17.80 |
| No. | Date/Time | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Outside |
| 0 | 18.12.2003 00:00:00 | 22.54 | 21.64 | 19.08 | 17.70 | 18.43 |
| 1 | 18.12.2003 01:00:00 | 21.76 | 20.66 | 18.63 | 17.48 | 18.43 |
| 2 | 18.12.2003 02:00:00 | 21.13 | 20.11 | 18.28 | 17.32 | 18.10 |
| 3 | 18.12.2003 03:00:00 | 20.58 | 19.63 | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 4 | 18.12.2003 04:00:00 | 20.13 | [illegible] | 18.48 | 17.70 | 18.73 |
| 5 | 18.12.2003 05:00:00 | 19.81 | 19.38 | 18.95 | 18.30 | 18.78 |
| 6 | 18.12.2003 06:00:00 | 19.63 | 19.28 | 19.30 | 18.58 | 19.08 |
| 7 | 18.12.2003 07:00:00 | [illegible] | 19.41 | 19.81 | 22.24 | 19.98 |
| 8 | 18.12.2003 08:00:00 | 20.41 | 20.68 | 21.66 | 30.01 | 22.61 |
| 9 | 18.12.2003 09:00:00 | 22.89 | 23.74 | 24.89 | 36.02 | 25.19 |
| 10 | 18.12.2003 10:00:00 | 25.72 | 26.90 | 28.13 | 39.10 | 27.98 |
| 11 | 18.12.2003 11:00:00 | 28.33 | 29.63 | 30.83 | 39.73 | 30.31 |
| 12 | 18.12.2003 12:00:00 | 30.63 | 32.31 | 33.87 | [illegible] | 33.34 |
| 13 | 18.12.2003 13:00:00 | 32.26 | 33.69 | 34.52 | 39.40 | 31.86 |
| 14 | 18.12.2003 14:00:00 | 33.01 | 34.39 | [illegible] | 43.06 | [illegible] |
| 15 | 18.12.2003 15:00:00 | [illegible] | [illegible] | 35.12 | 36.00 | 30.21 |
| 16 | 18.12.2003 16:00:00 | 33.31 | 34.04 | 33.97 | 32.96 | 29.96 |
| 17 | 18.12.2003 17:00:00 | 32.31 | 32.66 | 32.31 | 31.81 | 30.78 |
| 18 | 18.12.2003 18:00:00 | 30.93 | 28.71 | 27.10 | 24.69 | 24.49 |
| 19 | 18.12.2003 19:00:00 | 29.33 | 28.10 | 25.62 | 23.44 | 23.24 |
| 20 | 18.12.2003 20:00:00 | 27.93 | 26.60 | 24.82 | 22.56 | 22.71 |
| 21 | 18.12.2003 22:00:00 | 26.65 | 25.49 | 23.77 | 22.59 | 22.34 |
| 22 | 18.12.2003 23:00:00 | 25.80 | 25.14 | 23.09 | 22.01 | 21.84 |
| 23 | 18.12.2003 24:00:00 | 25.19 | 24.62 | 23.11 | 22.26 | 22.18 |
| 24 | 19.12.2003 00:00:00 | 24.68 | 23.90 | 22.19 | 21.31 | 21.84 |

**ตารางที่** 4.27 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ การทดลองที่ 7 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ CLOSE

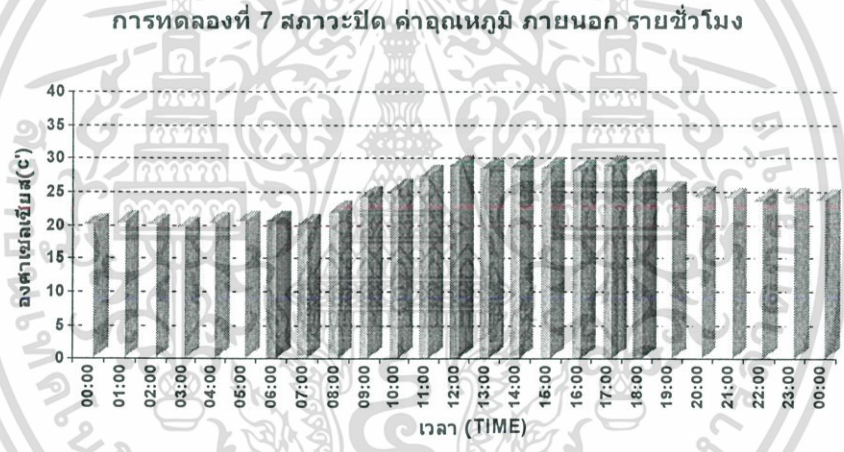
| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 26.24 | 25.94 | 24.61 | 27.75 | 24.84 |
| | Max | 33.79 | 34.54 | 34.59 | 48.60 | 33.21 |
| | Min | 19.86 | 19.41 | 17.20 | 16.75 | 18.55 |
| No. | Date/Time | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Outside |
| 0 | 18.12.2003 00:00:00 | 23.14 | 22.16 | 18.48 | 17.65 | 19.13 |
| 1 | 18.12.2003 01:00:00 | 22.34 | 21.48 | 18.50 | 17.53 | 19.00 |
| 2 | 18.12.2003 02:00:00 | 21.64 | 20.18 | 17.83 | 17.20 | 19.00 |
| 3 | 18.12.2003 03:00:00 | 20.93 | 19.76 | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 4 | 18.12.2003 04:00:00 | 20.51 | [illegible] | 17.76 | 17.65 | 19.58 |
| 5 | 18.12.2003 05:00:00 | 20.18 | 19.73 | 18.40 | 18.05 | 19.58 |
| 6 | 18.12.2003 06:00:00 | 19.93 | 19.61 | 18.60 | 18.45 | 19.88 |
| 7 | 18.12.2003 07:00:00 | [illegible] | 19.46 | 19.18 | 20.63 | 21.23 |
| 8 | 18.12.2003 08:00:00 | 20.61 | 20.61 | 21.23 | 28.13 | 24.24 |
| 9 | 18.12.2003 09:00:00 | 22.74 | 23.24 | 24.47 | 34.92 | 26.82 |
| 10 | 18.12.2003 10:00:00 | 25.32 | 26.30 | 27.27 | 38.20 | 28.83 |
| 11 | 18.12.2003 11:00:00 | 27.83 | 29.03 | 30.03 | 42.01 | 29.65 |
| 12 | 18.12.2003 12:00:00 | 30.16 | 31.71 | 33.46 | 48.00 | [illegible] |
| 13 | 18.12.2003 13:00:00 | 31.99 | 33.01 | 33.61 | 43.79 | 31.81 |
| 14 | 18.12.2003 14:00:00 | 32.75 | 33.82 | [illegible] | [illegible] | 33.21 |
| 15 | 18.12.2003 15:00:00 | 33.64 | [illegible] | 34.12 | 39.28 | 31.08 |
| 16 | 18.12.2003 16:00:00 | [illegible] | 34.42 | 33.56 | 35.77 | 31.28 |
| 17 | 18.12.2003 17:00:00 | 33.31 | 33.41 | 32.29 | 35.42 | 32.04 |
| 18 | 18.12.2003 18:00:00 | 32.06 | 30.46 | 26.10 | 24.22 | 25.07 |
| 19 | 18.12.2003 19:00:00 | 30.18 | 28.30 | 24.37 | 22.44 | 23.57 |
| 20 | 18.12.2003 20:00:00 | 28.60 | 27.12 | 23.84 | 22.09 | 23.29 |
| 21 | 18.12.2003 22:00:00 | 27.25 | 26.40 | 23.31 | 22.29 | 22.84 |
| 22 | 18.12.2003 23:00:00 | 26.32 | 25.44 | 22.64 | 21.86 | 22.61 |
| 23 | 18.12.2003 24:00:00 | 25.67 | 24.92 | 22.59 | 22.01 | 22.94 |
| 24 | 19.12.2003 00:00:00 | 25.19 | 24.07 | 21.74 | 21.18 | 22.59 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

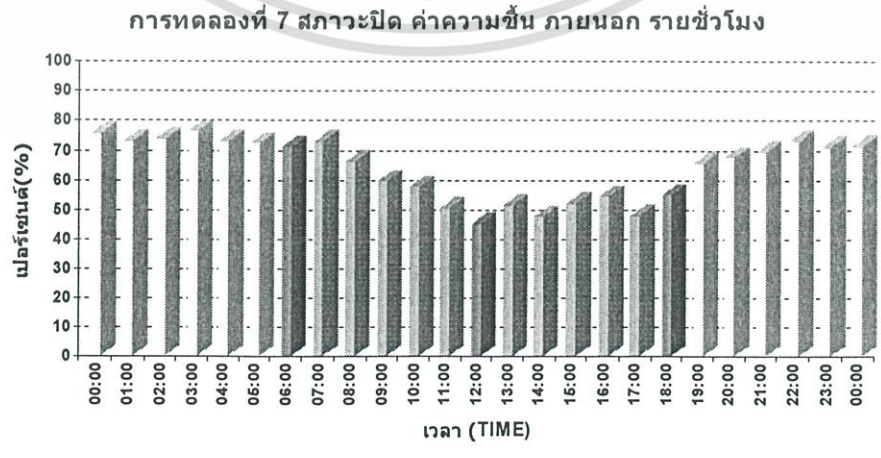
### 4.8.2 สภาพภูมิอากาศภายนอกของการทดลองที่ 7 สภาวะปิด




ภาพที่ 4.50 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 7



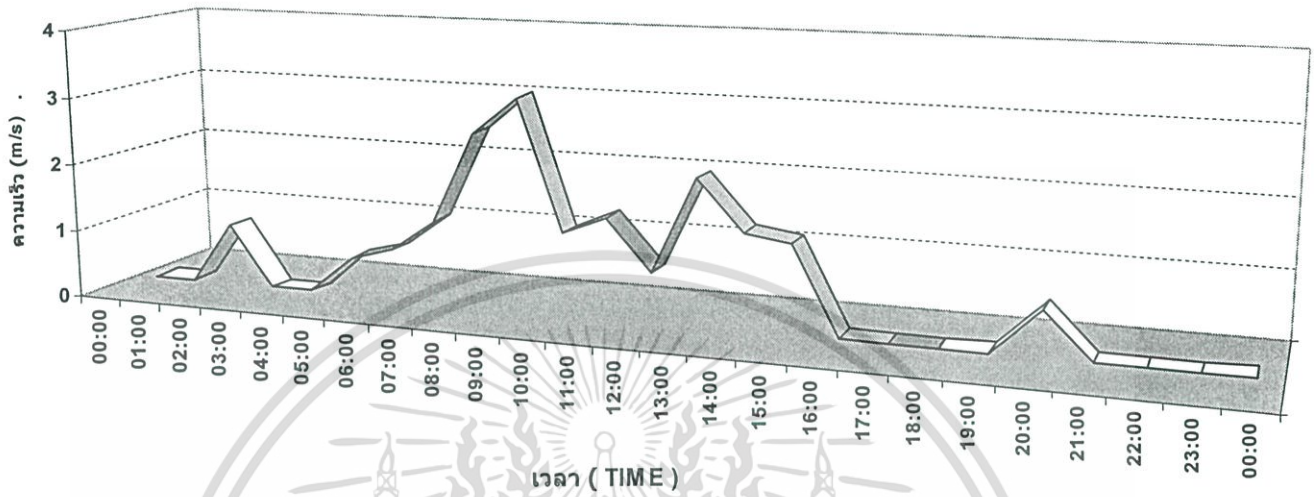

ภาพที่ 4.51 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 7



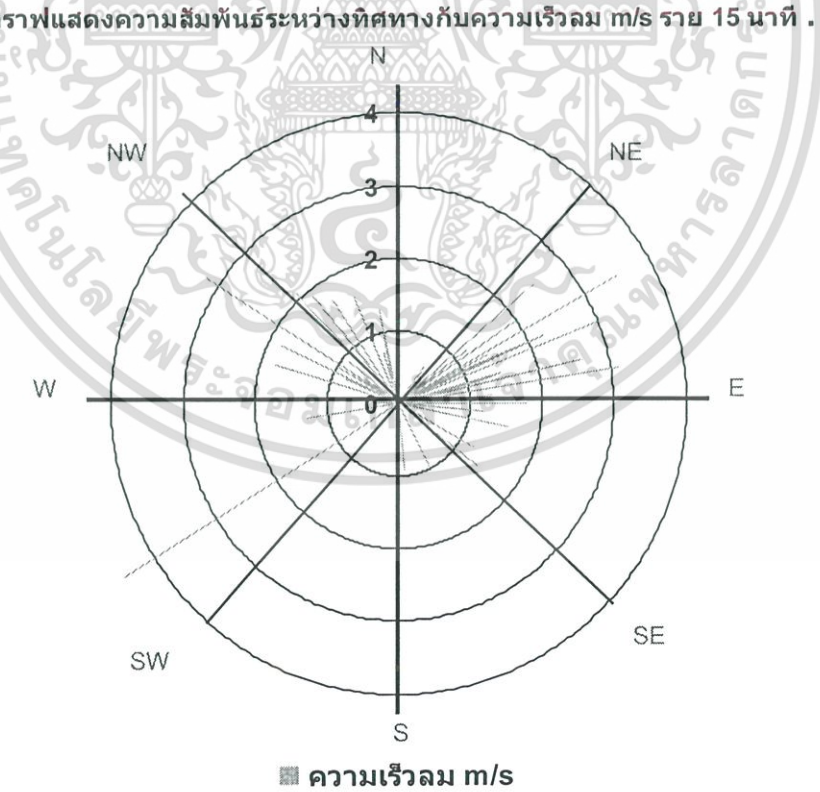

ภาพที่ 4.52 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 7 สภาวะปิด



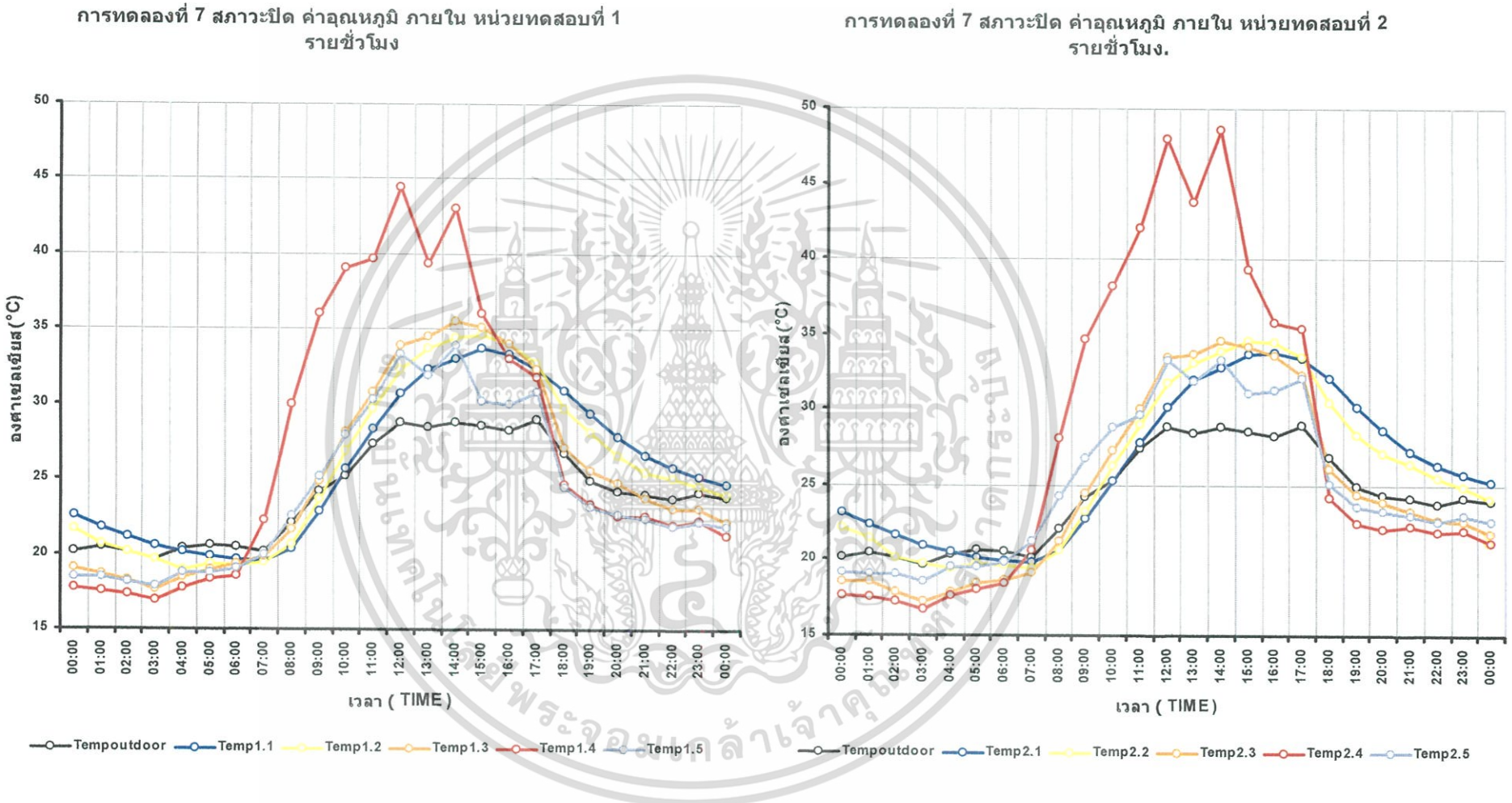

ภาพที่ 4.53 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 7




**ภาพที่** 4.54 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทาง สภาวะปิดราย 15 นาที การทดลองที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.8.3 ผลการทดสอบเปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 7 สภาวะปิด




**ภาพที่** 4.55 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิดรายชั่วโมง การทดลองที่ 7

**4.8.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2**

**การทดลองที่ 7 สภาวะปิด**

**4.8.4.1 สภาพภูมิอากาศและอุณหภูมิภายนอก**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะ CLOSE ช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.17 $w/m^2$ ความชื้นค่อยเพิ่มขึ้นสูงๆ ต่ำๆ สลับกันสูงสุด 76% เวลา 3.00 น. เฉลี่ย 74% อุณหภูมิภายนอกนิ่งสลับสูงต่ำเล็กน้อยต่ำสุด 19.63 °c เวลา 3.00 น. เฉลี่ย 20 °c ลมไม่แรงมากเฉลี่ย 0.32 m/s **18.00-0.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.24 $w/m^2$ ความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สลับสูงต่ำเฉลี่ย 68% อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ เฉลี่ย 25 °c ลมน้อยมากเฉลี่ย 0.09 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

**6.00-18.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุด 611 $w/m^2$ ในตอนเที่ยงเฉลี่ยความเข้มรังสี 291.24 $w/m^2$ สภาพท้องฟ้าโปร่งหลังเที่ยงมีเมฆน้อย ความชื้นลดลงสลับสูงต่ำ ต่ำสุด 45% เวลา 12.00 น. แล้วจึงสูงขึ้นเฉลี่ย 56% อุณหภูมิภายนอกเพิ่มขึ้นสูงต่ำสลับกันสูงสุด 28.92 °c เวลา 17.00 น.แล้วลดลงเฉลี่ย 26 °cมีลมเฉลี่ย 1.21 m/sแรงสุด 3.12 m/sเวลา 9.00น.ลมแรงปานกลาง

**4.8.4.2 อุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ ตำแหน่ง TEMP1.1 และ TEMP2.1**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะCLOSE ช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น. และ18.00-0.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก ในช่วงแรกและในช่วงหลังอุณหภูมิภายในของหน่วยทดสอบ1 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์เป็นรูปวงกลม T1.1 มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก โดยในช่วงแรกอุณหภูมิเริ่มต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 4.00 น. ส่วนอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ 2 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์เป็นรูปสี่เหลี่ยม T2.1 ในช่วงแรกและช่วงหลังจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก โดยในช่วงแรกอุณหภูมิเริ่มต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 4.00 น. ในช่วงแรก T1.1 ต่ำกว่า T2.1 เฉลี่ย 0.44 °c ในช่วงหลัง T1.1 ต่ำกว่า T2.1 เฉลี่ย 0.7 °c ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงเวลากลางคืน ปล่องวงกลมแบบหน่วยทดสอบ 1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า ปล่องสี่เหลี่ยมแบบหน่วยทดสอบ 2

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน สภาวะ CLOSE ช่องลมเข้า**

**6.00-18.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในของหน่วยทดสอบ1 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์เป็นรูปวงกลม ต่ำกว่าจนถึงเวลา 10.00 น. ก็จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 26.01 °c,T1.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 27.90 °c สูงกว่า 1.89 °c) ส่วนอุณหภูมิภายในของหน่วยทดสอบ 2 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์เป็นรูปสี่เหลี่ยม ต่ำกว่าจนถึงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.00 น. ก็จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 26.01 °c, T2.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 28 °c สูงกว่า 1.99 °c) ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงเวลากลางวันปล่องวงกลมแบบหน่วยทดสอบ 1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า ปล่องสี่เหลี่ยมแบบหน่วยทดสอบ 2 ต่างกัน 0.1 °c

**4.8.4.3 อุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.** ในช่วงแรกอุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์ของหน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก มีเฉพาะอุณหภูมิทางเข้าปล่อง T1.2 และ T2.2 ที่สูงกว่าถึงแค่ช่วงเวลา 1.00 น.แล้วก็ลดต่ำกว่า แต่ในช่วงเวลาหลังของหน่วยทดสอบ 1 มี T1.3 T1.4 T1.5 โดยที่ T1.3 เริ่มต่ำกว่าเมื่อเวลา 21.00 น. ส่วนในช่วงเวลาหลังของหน่วยทดสอบ 2 มี T1.2 เท่านั้นที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00น. สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

อุณหภูมิทางเข้าปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ2 (T1.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 28.55 °c, T2.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 28.43 °c ต่างกัน 0.12 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.2 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 9.00 น. แต่ T2.2 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 9.30 น.

อุณหภูมิกลางปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 29 °c, T2.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 28.35 °c ต่างกัน 0.65 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 8.30 น. แต่ T2.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 9.30 น.

อุณหภูมิทางออกปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 27.67 °c, T2.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 28.33 °c ต่างกัน 0.66 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.5 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 7.30 น.แล้วกลับมาลดต่ำกว่าอีกเวลา 13.00 น. แต่ T2.5 อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกมาลดต่ำลงเวลา 13.00 น.

อุณหภูมิที่ผิวภายในปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 33.69 °c สูงสุด 44.39 °c ที่เวลา 12.00น. , T2.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 35.16 °c สูงสุด 48.60 °c ที่เวลา 14.00น. ต่างกัน 1.47 °c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.8.4.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของรูปทรงปล่องรังสีอาทิตย์แบบวงกลมของ หน่วยทดสอบ 1 กับแบบสี่เหลี่ยม ของหน่วยทดสอบ2 สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

อุณหภูมิภายในแบบจำลอง หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ2 และต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกมีผลมาจากประสิทธิภาพของ ปล่องรังสีอาทิตย์ ที่มีทางเข้าออกปล่องเป็นวงกลมมีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.47 ตารางเมตร ได้ดีกว่าปล่องรังสีอาทิตย์ที่มีทางเข้าออกปล่องเป็นสี่เหลี่ยม มีพื้นที่ในการรับรังสีแสงอาทิตย์ 0.6 ตารางเมตร ในสภาวะปิดช่องลมเข้าแต่ใกล้เคียงกันมาก แต่ปล่องแบบสี่เหลี่ยมทำความร้อนที่ผิวได้ดีกว่า แบบวงกลม เนื่องมาจากพื้นที่ได้รับรังสีอาทิตย์มีมากกว่า แต่กลางปล่องแบบวงกลมทำความร้อนได้ดีกว่า

**4.8.4.5 สรุปผลการวัดสภาพภูมิอากาศของการทดลองที่ 7 สภาวะปิด**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0.00-6.00น. | Radiation Outside | 0.17 w/m$^2$ | |
| | Humidity Outside | 74 % max 76 % | เวลา 03.00 |
| | Temperature Outside | 20 °c min 19.63 °c | เวลา 03.00 |
| | Wind Speed Outside | 0.32 m/s | |
| 18.00-0.00น. | Radiation Outside | 0.24 w/m$^2$ | |
| | Humidity Outside | 68 % | |
| | Temperature Outside | 25 °c | |
| | Wind Speed Outside | 0.09 m/s | |
| 6.00-18.00น. | Radiation Outside | 291.24 w/m$^2$ max 611 w/m$^2$ | เวลา 12.00 |
| | Humidity Outside | 56 % min 45 % | เวลา 12.00 |
| | Temperature Outside | 26 °c max 28.92 °c | เวลา 17.00 |
| | Wind Speed Outside | 1.21 m/s max 3.12 m/s | เวลา 09.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

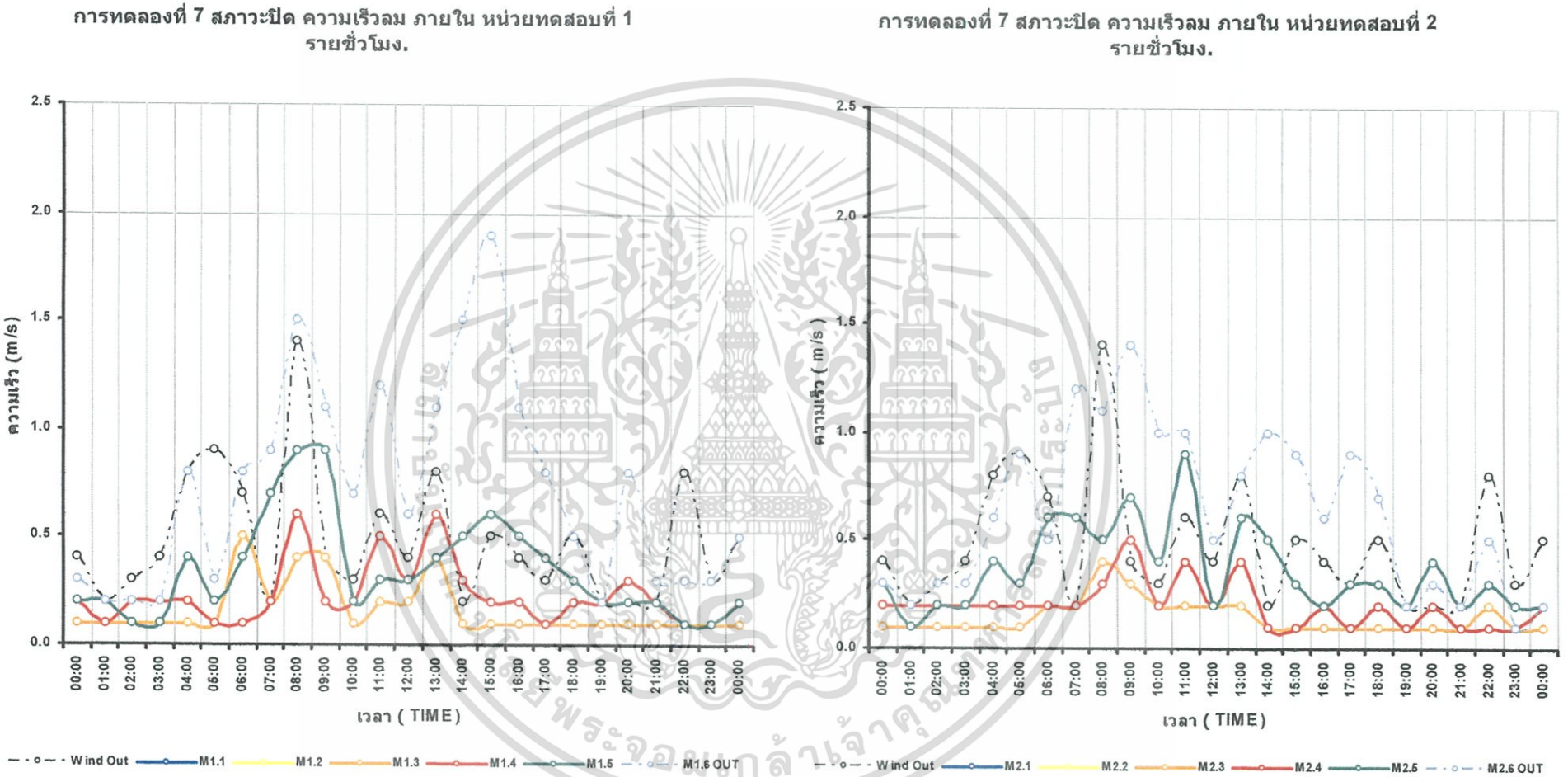
### 4.8.5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 7

**ตารางที่** 4.28 แสดงค่าความเร็วลมของ หน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลอง สภาวะเปิดช่องลมเข้า CLOSE แบบการทดสอบที่ 7 วันพฤหัสบดีที่ 18 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | หน่วยทดสอบ 1 | | | | | | | หน่วยทดสอบ 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0.4 | 00.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 00.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 01.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 01.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 |
| 0.9 | 0.3 | 02.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 02.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.4 | 03.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 03.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.8 | 04.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 04.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 |
| 0.6 | 0.9 | 05.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 05.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.9 |
| 0.7 | 0.7 | 06.00 | | | 0.5 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 06.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.5 |
| 1.2 | 0.2 | 07.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 0.9 | 07.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 1.2 |
| 2.6 | 1.4 | 08.00 | | | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.5 | 08.00 | | | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 1.1 |
| 3.1 | 0.4 | 09.00 | | | 0.4 | 0.2 | 0.9 | 1.1 | 09.00 | | | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 1.4 |
| 1.2 | 0.3 | 10.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 10.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.0 |
| 1.5 | 0.6 | 11.00 | | | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 1.2 | 11.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 1.0 |
| 0.7 | 0.4 | 12.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 12.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 2.1 | 0.8 | 13.00 | | | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 1.1 | 13.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
| 1.4 | 0.2 | 14.00 | | | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 1.5 | 14.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 1.0 |
| 1.3 | 0.5 | 15.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 1.9 | 15.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.9 |
| 0 | 0.4 | 16.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 1.1 | 16.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.6 |
| 0 | 0.3 | 17.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 17.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.9 |
| 0 | 0.5 | 18.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 18.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.7 |
| 0 | 0.2 | 19.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 19.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0.7 | 0.2 | 20.00 | | | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 20.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 21.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 21.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.8 | 22.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 22.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.5 |
| 0 | 0.3 | 23.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 23.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.5 | 00.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 00.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การทดลองที่ 7 สภาวะปิด




**ภาพที่** 4.56 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 7

**4.8.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 7 สภาวะปิด**

การหาความเร็วลมเฉลี่ย = ( ผลรวมของความเร็วลมในช่วงเวลานั้น) / จำนวนครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล ในช่วงเวลานั้น

**4.8.6.1 ความเร็วลมภายนอก WINDOUTSIDE**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.**

windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind1.6 out ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

Windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind1.6 out ความเร็วลมเฉลี่ย 1.1 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.9 m/s

**4.8.6.2 ความเร็วลมภายใน หน่วยทดสอบ ในสภาวะปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน 0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.**

เป็นการทดสอบในสภาวะปิดช่องลมเข้า ไม่สามารถทำการวัดได้

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

เป็นการทดสอบในสภาวะปิดช่องลมเข้า ไม่สามารถทำการวัดได้

**4.8.6.3 ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ในสภาวะปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน0.00-6.00 น.และ 18.00-0.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s หน่วยทดสอบ1 มีแรงลมน้อยกว่า

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

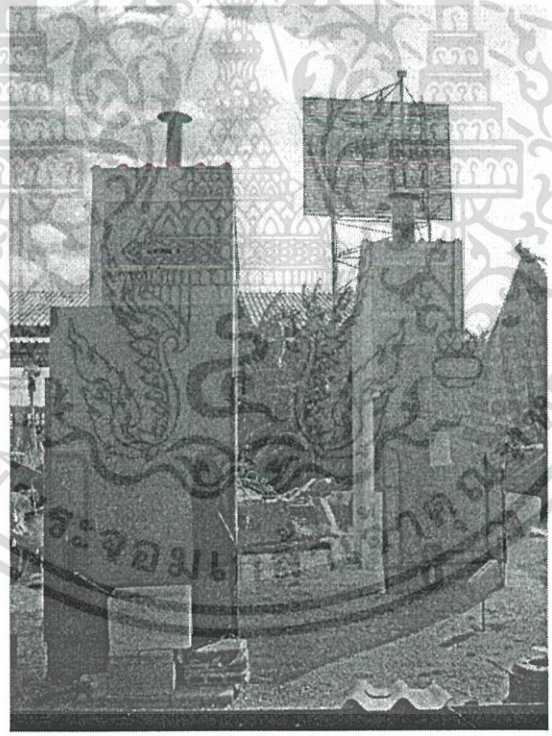
wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ทั้งสองเท่ากัน

**4.8.6.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของรูปทรงของปล่องรังสีอาทิตย์ในหน่วยทดสอบที่ 1 เป็นวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร กับในหน่วยทดสอบที่ 2 เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส 0.15x0.15 เมตร จากความเร็วลม ในสภาวะปิด**

ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์โดยรวม เท่ากันในช่วงเวลากลางคืนแต่ทางลมออกของปล่องรังสีอาทิตย์หน่วยทดสอบ1 มีแรงลมน้อยกว่า หน่วยทดสอบ2 ในช่วงเวลากลางวันโดยรวมเท่ากันแต่ช่วงกลางปล่องรังสีอาทิตย์หน่วยทดสอบ1 มีแรงลมมากกว่า การทดลองหน่วยทดสอบ

## 4.9 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 8

### 4.9.1 รายละเอียดหน่วยทดสอบที่ทำการทดลองที่ 8 สภาวะ OPEN



**ภาพที่** 4.57 แสดง หน่วยทดสอบ1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ ในแบบการทดลองที่ 8

**หน่วยทดสอบที่** 1 ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00x1.20 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หน่วยทดสอบที่** 2 ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00x1.20 เมตร

**ทำการทดลองโดย** วัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในแบบจำลอง และในปล่องโดยที่หน่วยทดสอบมีการเปิดช่องลมเข้าปกติภายในตัวแบบจำลองทั้งสอง

**สภาพภูมิอากาศภายนอกบริเวณที่ตั้งหน่วยทดสอบ** วันที่ 23 ธันวาคม 2546

- ความเข้มรังสีอาทิตย์ สูงสุด 640.03 $w/m^2$ ที่เวลา 12.00น. เฉลี่ย 137.84 $w/m^2$
- สภาพอุณหภูมิภายนอกมีค่าสูงสุดที่ 28.45 ˚C เวลา 15.30น.และมีค่าต่ำสุดที่ 19.95 ˚C ที่เวลา 06.45 น. เฉลี่ย 23.51 ˚C
- สภาพความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก มีค่าสูงสุดที่ 64.77% เวลา 06.15 น.และมีค่าต่ำสุดที่ 41.87 % เวลา 13.45น. เฉลี่ย 55.60 %
- ความเร็วลมภายนอกสูงสุด 4.31 m/s ที่เวลา 14.15 น. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

**ตารางที่ 4.29** แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศ การทดลองที่ 8 สภาวะ OPEN

| Descripcion | | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Channel Number | | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2238 | 2-2238 |
| Sensor | | Voltage 0(-100),100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| Unit | | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| Mean | | 140.97 | 23.52 | 55.54 | 1.03 | |
| Max | | 640.03 | 28.42 | 64.66 | 2.76 | |
| Min | | 0.12 | 20.06 | 42.47 | 0 | |
| No. | Date/Time | Radiation | Temperature Outside | Humidity Outside | Wind Sp Outside | Wind Dir Outside |
| 0 | 23.12.2003 00:00:00 | 0.17 | 23.81 | 58.60 | 0.83 | 139 |
| 1 | 23.12.2003 01:00:00 | 0.17 | 23.24 | 59.56 | 0.92 | 104 |
| 2 | 23.12.2003 02:00:00 | 0.18 | 22.57 | 59.78 | 1.11 | 103 |
| 3 | 23.12.2003 03:00:00 | 0.18 | 21.78 | 60.41 | 2.3 | 55 |
| 4 | 23.12.2003 04:00:00 | 0.20 | 20.88 | 62.71 | 2.3 | 75 |
| 5 | 23.12.2003 05:00:00 | 0.21 | 20.65 | 63.53 | 2.3 | 60 |
| 6 | 23.12.2003 06:00:00 | 0.21 | [illegible] | [illegible] | 2.3 | 59 |
| 7 | 23.12.2003 07:00:00 | 24.04 | 20.13 | 64.35 | 0.57 | 24 |
| 8 | 23.12.2003 08:00:00 | 147.65 | 20.89 | 61.92 | [illegible] | 43 |
| 9 | 23.12.2003 09:00:00 | 276.02 | 22.38 | 58.10 | 0 | 0 |
| 10 | 23.12.2003 10:00:00 | 278.34 | 24.31 | 52.57 | 1.74 | 38 |
| 11 | 23.12.2003 11:00:00 | 525.12 | 25.73 | 48.96 | 1.74 | 117 |
| 12 | 23.12.2003 12:00:00 | [illegible] | 26.31 | 47.68 | 2.19 | 87 |
| 13 | 23.12.2003 13:00:00 | 608.21 | 27.20 | 45.05 | 1.19 | 59 |
| 14 | 23.12.2003 14:00:00 | 526.54 | [illegible] | [illegible] | 0.55 | 230 |
| 15 | 23.12.2003 15:00:00 | 277.23 | 28.16 | 43.79 | 0 | 0 |
| 16 | 23.12.2003 16:00:00 | 168.45 | 27.13 | 46.18 | 0.91 | 152 |
| 17 | 23.12.2003 17:00:00 | 49.47 | 25.81 | 50.93 | 0 | 0 |
| 18 | 23.12.2003 18:00:00 | 1.08 | 24.06 | 54.79 | 0 | 0 |
| 19 | 23.12.2003 19:00:00 | [illegible] | 23.08 | 57.28 | 0.74 | 140 |
| 20 | 23.12.2003 20:00:00 | [illegible] | 22.60 | 59.37 | 0 | 0 |
| 21 | 23.12.2003 21:00:00 | 0.14 | 22.84 | 55.74 | 0.73 | 1 |
| 22 | 23.12.2003 22:00:00 | 0.14 | 21.99 | 58.01 | 0 | 0 |
| 23 | 23.12.2003 23:00:00 | 0.14 | 22.36 | 55.38 | 0.83 | 41 |
| 24 | 24.12.2003 00:00:00 | 0.15 | 21.83 | 56.45 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 4.30 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิการทดลองที่ 8 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN

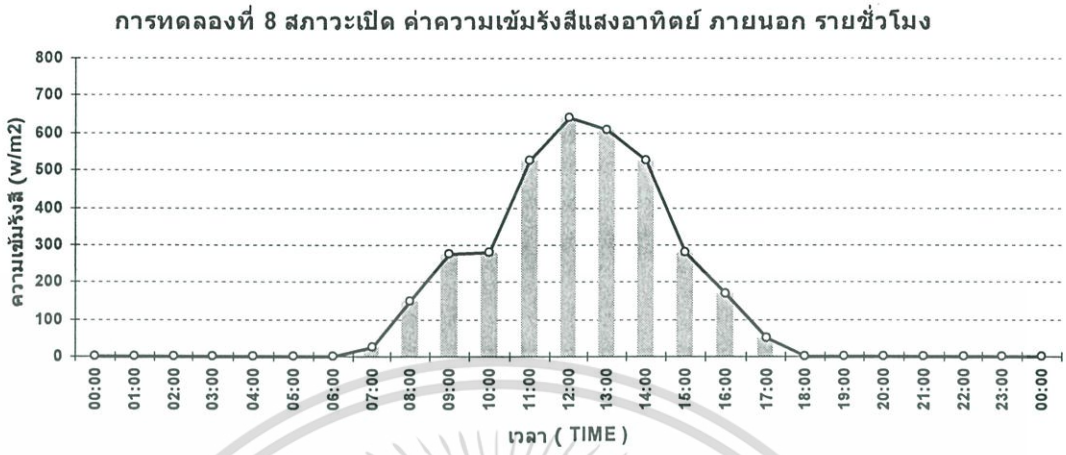
| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 23.34 | 23.48 | 24.36 | 25.66 | 23.60 |
| | Max | 28.73 | 28.43 | 31.31 | 39.68 | 31.16 |
| | Min | 19.91 | 20.01 | 20.33 | 19.58 | 19.30 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Outside |
| 0 | 23.12.2003 00:00:00 | 23.39 | 23.89 | 23.97 | 23.11 | 23.09 |
| 1 | 23.12.2003 01:00:00 | 22.89 | 23.18 | 23.44 | 22.58 | 22.58 |
| 2 | 23.12.2003 02:00:00 | 22.31 | 22.54 | 22.79 | 21.96 | 21.79 |
| 3 | 23.12.2003 03:00:00 | 21.54 | 21.74 | 22.09 | 21.26 | 21.18 |
| 4 | 23.12.2003 04:00:00 | 20.78 | 21.11 | 21.43 | 20.48 | 20.48 |
| 5 | 23.12.2003 05:00:00 | 20.53 | 20.71 | 21.06 | 20.16 | 20.11 |
| 6 | 23.12.2003 06:00:00 | 19.96 | 20.21 | 20.53 | [illegible] | 19.56 |
| 7 | 23.12.2003 07:00:00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 19.76 | [illegible] |
| 8 | 23.12.2003 08:00:00 | 20.53 | 20.41 | 20.88 | 24.24 | 20.36 |
| 9 | 23.12.2003 09:00:00 | 22.44 | 22.41 | 23.31 | 31.13 | 23.11 |
| 10 | 23.12.2003 10:00:00 | 23.79 | 23.72 | 24.79 | 29.58 | 24.27 |
| 11 | 23.12.2003 11:00:00 | 25.57 | 25.32 | 26.57 | 34.89 | 26.17 |
| 12 | 23.12.2003 12:00:00 | 26.52 | 26.30 | 28.05 | 36.05 | 27.90 |
| 13 | 23.12.2003 13:00:00 | 27.07 | 26.57 | 28.68 | 35.57 | 28.33 |
| 14 | 23.12.2003 14:00:00 | [illegible] | 28.05 | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 15 | 23.12.2003 15:00:00 | 28.48 | [illegible] | 31.21 | 35.49 | 30.08 |
| 16 | 23.12.2003 16:00:00 | 27.15 | 27.50 | 29.38 | 30.68 | 28.48 |
| 17 | 23.12.2003 17:00:00 | 25.87 | 26.02 | 27.90 | 27.42 | 27.25 |
| 18 | 23.12.2003 18:00:00 | 24.24 | 24.57 | 26.12 | 23.57 | 25.12 |
| 19 | 23.12.2003 19:00:00 | 22.99 | 23.57 | 24.94 | 21.96 | 23.94 |
| 20 | 23.12.2003 20:00:00 | 22.31 | 22.74 | 23.54 | 21.03 | 22.41 |
| 21 | 23.12.2003 21:00:00 | 22.38 | 22.79 | 22.64 | 21.06 | 21.64 |
| 22 | 23.12.2003 22:00:00 | 21.49 | 21.89 | 21.13 | 19.71 | 20.43 |
| 23 | 23.12.2003 23:00:00 | 21.59 | 21.96 | 21.69 | 20.48 | 20.86 |
| 24 | 24.12.2003 00:00:00 | 21.18 | 21.56 | 21.28 | 20.03 | 20.53 |

**ตารางที่** 4.31 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิการทดลองที่ 8 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN

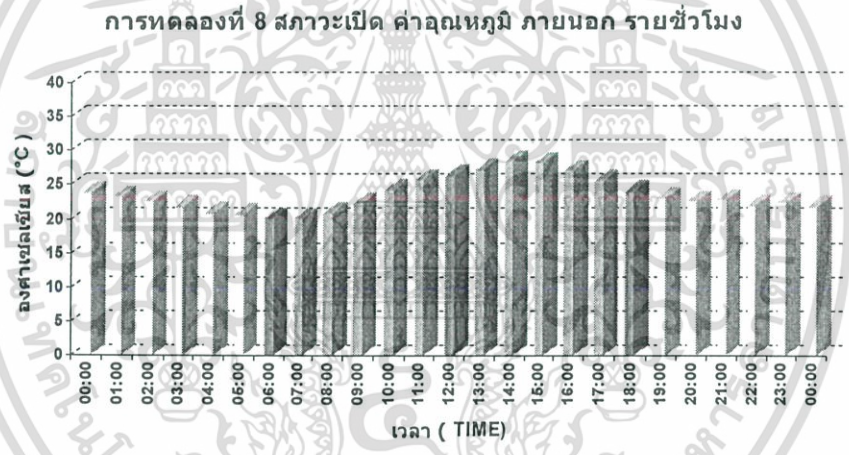
| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 23.85 | 23.99 | 23.58 | 25.26 | 24.01 |
| | Max | 29.08 | 29.60 | 29.86 | 41.43 | 31.18 |
| | Min | 20.28 | 20.43 | 19.91 | 18.96 | 20.23 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Outside |
| 0 | 23.12.2003 00:00:00 | 23.72 | 23.77 | 23.24 | 22.46 | 23.74 |
| 1 | 23.12.2003 01:00:00 | 23.24 | 23.28 | 22.74 | 21.99 | 23.16 |
| 2 | 23.12.2003 02:00:00 | 22.81 | 22.64 | 22.04 | 21.33 | 22.56 |
| 3 | 23.12.2003 03:00:00 | 21.84 | 21.99 | 21.49 | 20.68 | 21.84 |
| 4 | 23.12.2003 04:00:00 | 21.08 | 21.46 | 20.93 | 19.81 | 21.23 |
| 5 | 23.12.2003 05:00:00 | 20.81 | 21.06 | 20.53 | 19.51 | 20.86 |
| 6 | 23.12.2003 06:00:00 | 20.28 | 20.58 | 20.03 | [illegible] | 20.31 |
| 7 | 23.12.2003 07:00:00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 19.20 | [illegible] |
| 8 | 23.12.2003 08:00:00 | 20.86 | 20.81 | 20.48 | 22.34 | 21.01 |
| 9 | 23.12.2003 09:00:00 | 22.59 | 22.59 | 22.64 | 27.07 | 23.04 |
| 10 | 23.12.2003 10:00:00 | 23.94 | 24.07 | 23.97 | 28.25 | 24.09 |
| 11 | 23.12.2003 11:00:00 | 25.72 | 25.85 | 26.00 | 34.12 | 26.15 |
| 12 | 23.12.2003 12:00:00 | 26.70 | 26.70 | 26.70 | 36.15 | 27.45 |
| 13 | 23.12.2003 13:00:00 | 27.32 | 27.63 | 27.52 | 37.75 | 27.98 |
| 14 | 23.12.2003 14:00:00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 15 | 23.12.2003 15:00:00 | 28.63 | 29.53 | 29.38 | 36.62 | 29.91 |
| 16 | 23.12.2003 16:00:00 | 27.42 | 28.38 | 28.05 | 31.74 | 27.98 |
| 17 | 23.12.2003 17:00:00 | 26.07 | 27.65 | 27.05 | 29.10 | 27.88 |
| 18 | 23.12.2003 18:00:00 | 24.69 | 25.42 | 24.99 | 22.54 | 25.24 |
| 19 | 23.12.2003 19:00:00 | 23.36 | 24.34 | 23.79 | 21.13 | 24.14 |
| 20 | 23.12.2003 20:00:00 | 22.74 | 23.59 | 22.81 | 20.41 | 23.09 |
| 21 | 23.12.2003 21:00:00 | 22.74 | 22.89 | 22.16 | 20.43 | 22.49 |
| 22 | 23.12.2003 22:00:00 | 21.89 | 22.09 | 21.21 | 19.20 | 21.66 |
| 23 | 23.12.2003 23:00:00 | 22.01 | 21.89 | 21.23 | 19.81 | 21.69 |
| 24 | 24.12.2003 00:00:00 | 21.61 | 21.51 | 20.83 | 19.41 | 21.36 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

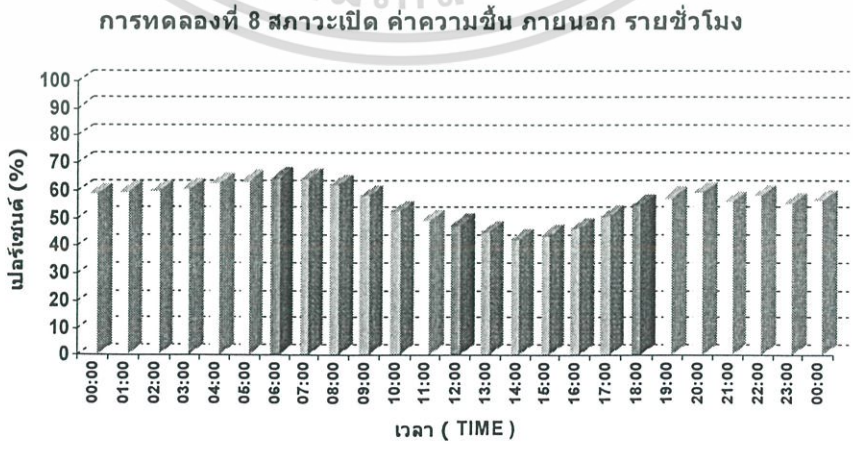
### 4.9.2 ภาพภูมิอากาศภายนอกของการทดลองที่ 8 สภาวะเปิด




ภาพที่ 4.58 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 8



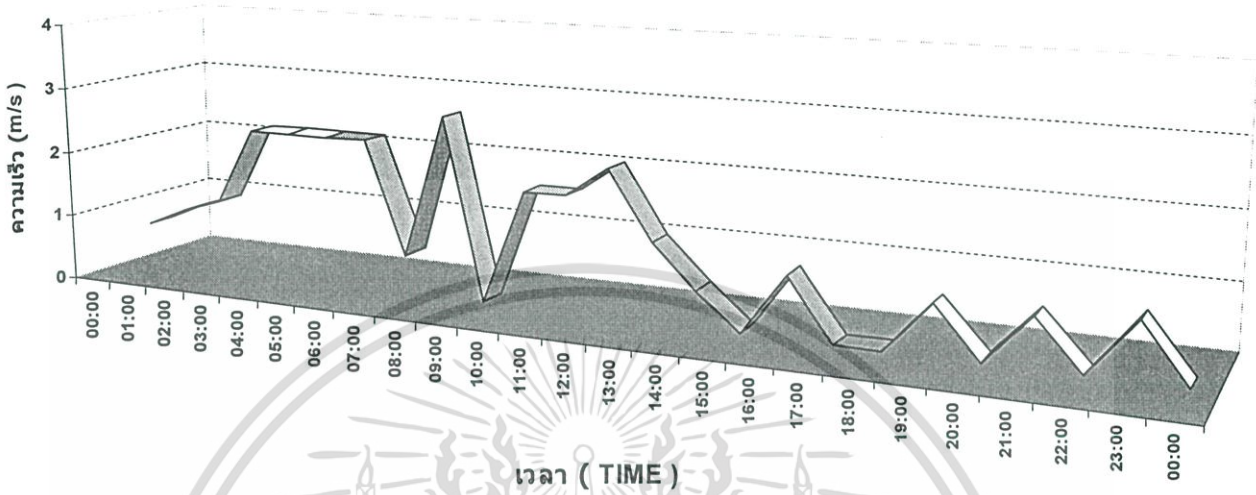

ภาพที่ 4.59 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 8



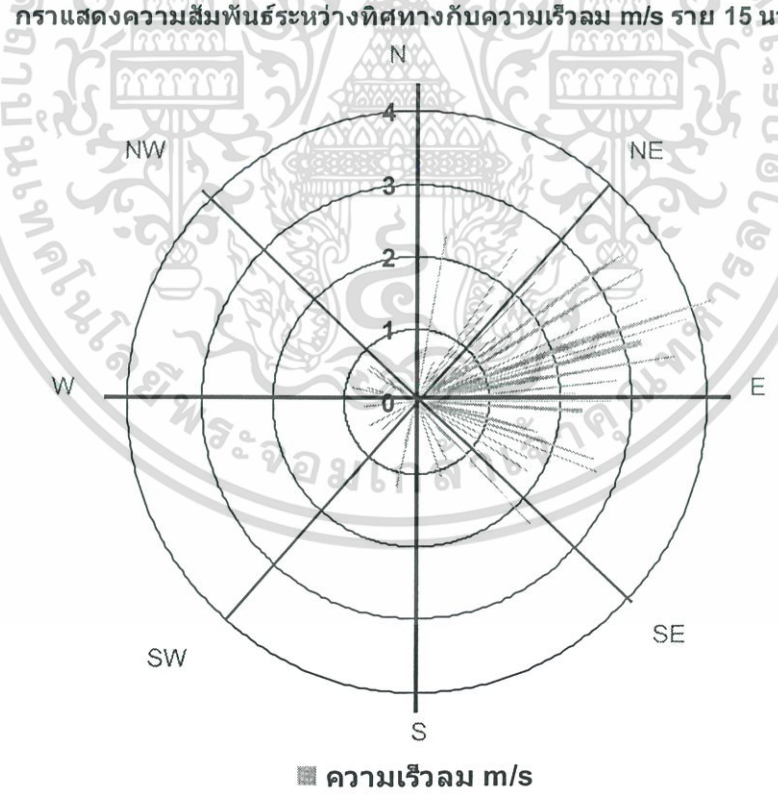

**ภาพที่** 4.60 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 8 สภาวะเปิด



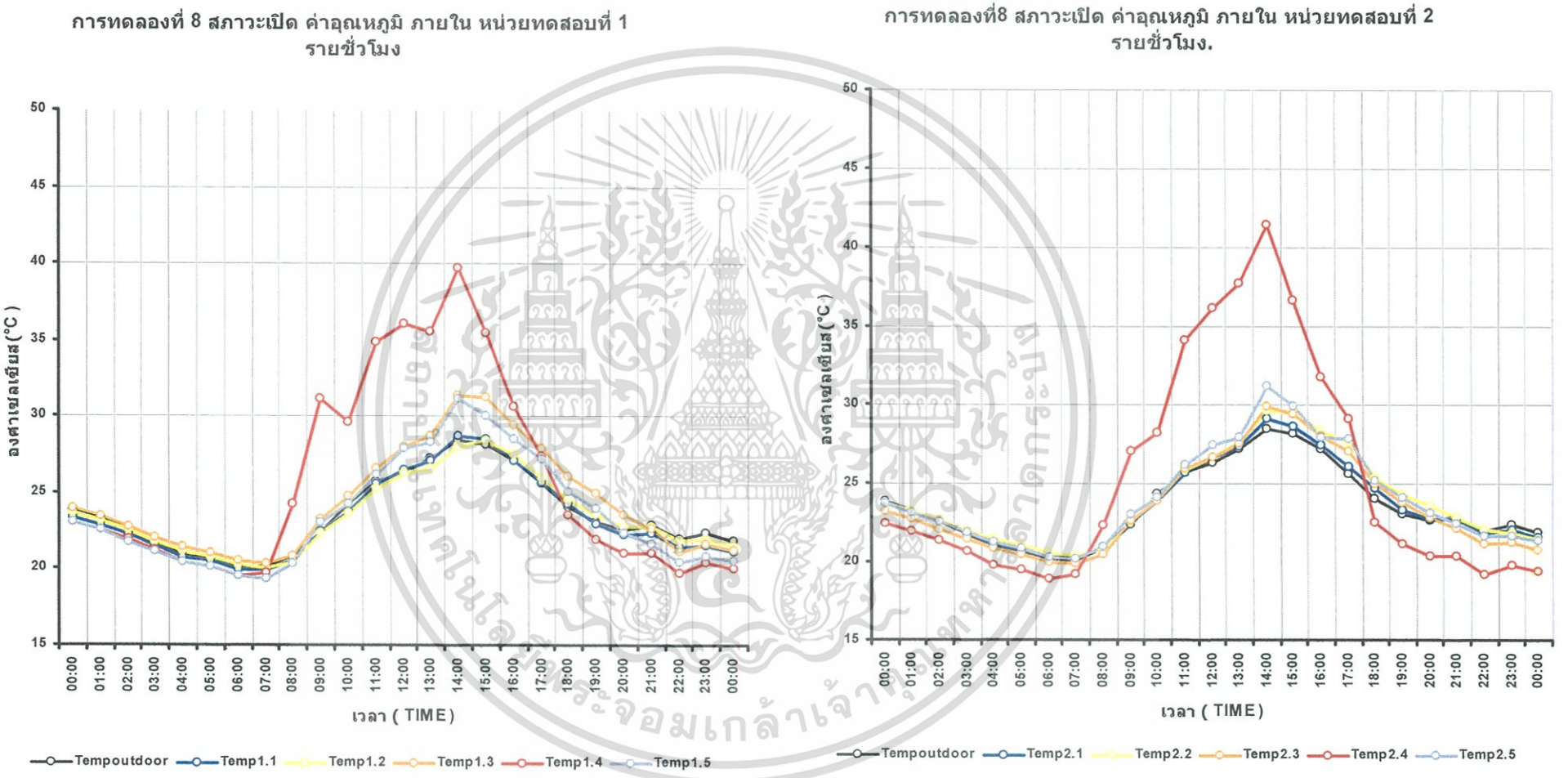

ภาพที่ 4.61 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 8




**ภาพที่** 4.62 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทาง สภาวะเปิดราย 15 นาที การทดลองที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.3 ผลการทดสอบเปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 8 สภาวะเปิด




**ภาพที่** 4.63 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 8

**4.9.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ 1 กับ หน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 8 สภาวะเปิด**

**4.9.4.1 สภาพภูมิอากาศและอุณหภูมิภายนอก**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน**

**0.00-6.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.19 $w/m^2$ ความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สูงสุด 65% เวลา 6.00น.เฉลี่ย 61% อุณหภูมิภายนอกลดลงเรื่อยๆ ต่ำสุด 20.08 °c เวลา 6.00 น. เฉลี่ย 22 °c ลมแรงปานกลางเฉลี่ย 1.69 m/s **18.00-0.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.27 $w/m^2$ ความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สลับสูงต่ำเฉลี่ย 57% อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ เฉลี่ย 23 °c ลมน้อย เฉลี่ย 0.33 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน**

**6.00-18.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุด 640.03 $w/m^2$ ในตอนเที่ยงเฉลี่ย ความเข้มรังสี 270.95 $w/m^2$ สภาพท้องฟ้ามีเมฆปานกลางหลังเที่ยงมีเมฆปานกลาง ความชื้นลดลงสลับสูงต่ำเล็กน้อยต่ำสุด 42% เวลา 14.00 น.แล้วจึงสูงขึ้นเฉลี่ย 52% อุณหภูมิภายนอกเพิ่มขึ้นสลับสูงต่ำสูงสุด 28.42 °c เวลา 14.00 น.แล้วลดลงเฉลี่ย 25 °c มีลมเฉลี่ย 1.07 m/s แรงสุด 2.76 m/s เวลา 8.00 น. ลมแรงปานกลาง

**4.9.4.2 อุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ ตำแหน่ง TEMP1.1 และ TEMP2.1**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะOPENช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก ในช่วงแรกและช่วงหลังอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ 1 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ที่จุด T1.1 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ส่วนอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ 2 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ที่จุด T2.1 ในช่วงแรกสูงกว่าและในช่วงหลังสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกแล้วเริ่มต่ำกว่าเวลา 21.00 น. ในช่วงแรก T1.1 ต่ำกว่า T2.1 เฉลี่ย 0.31 °c ในช่วงหลัง T1.1 ต่ำกว่า T2.1 เฉลี่ย 0.41 °c ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางคืน T1.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T2.1

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน สภาวะ OPEN ช่องลมเข้า**

**6.00-18.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในของหน่วยทดสอบ 1 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร จะต่ำกว่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 24.65 °c,T1.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 24.62 °c ต่ำกว่า 0.03 °c) ส่วนอุณหภูมิภายในของหน่วยทดสอบ 2 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 24.65 °c, T2.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 24.89 °c สูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.24 °c) ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางวัน T1.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T2.1 ต่างกันเฉลี่ย 0.27 °c

**4.9.4.3 อุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์** ( SOLAR CHIMNEY )

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะOPENช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.** ในช่วงแรกอุณหภูมิที่ปล่องรังสีอาทิตย์มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ของหน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก มี T1.3 ที่สูงกว่าในช่วงหลังมี T1.4 ที่ต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก หลังจาก 20.00 น. จุดอื่นเริ่มต่ำกว่าตามลำดับส่วนหน่วยทดสอบ 2 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ในช่วงแรกโดยรวมต่ำกว่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก ในช่วงหลังมี T2.4 ที่ต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกโดยหลังจาก 20.00 น.จุดอื่นเริ่มต่ำกว่าตามลำดับ โดยที่ T2.4 มีอุณหภูมิต่ำกว่า T1.4

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00น. สภาวะOPENช่องลมเข้า**

อุณหภูมิทางเข้าปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ2 (T1.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 24.58 °c, T2.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 25.33 °c ต่างกัน 0.75 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.2 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 14.30 น. ส่วน T2.2 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 11.00 น.

อุณหภูมิกลางปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ2 (T1.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 26.08 °c, T2.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 25.12 °c ต่างกัน 0.96 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 8.00น. แต่ T2.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 11.00น.

อุณหภูมิทางออกปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 25.47 °c, T2.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 25.57 °c ต่างกัน 0.1 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.5 มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 8.30น. แต่ T2.5 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 8.00 น.

อุณหภูมิที่ผิวภายในปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.82 °c สูงสุด 39.68 °c ที่เวลา 14.00 น. , T2.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.64 °c สูงสุด 41.43 °c ที่เวลา 14.00 น. ต่างกัน 0.18 °c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.9.4.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของขนาดปล่องรังสีอาทิตย์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ของหน่วยทดสอบ 1 กับขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ของหน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN ช่องลมเข้า**

อุณหภูมิภายในแบบจำลอง หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ2 แสดงว่าปล่องรังสีอาทิตย์ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร มีประสิทธิภาพดีกว่า ปล่องรังสีอาทิตย์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ปล่องมีพื้นที่มากกว่าทำความร้อนที่ผิวได้สูงกว่า กลางปล่องก็ทำความร้อนได้สูงกว่าแต่ทางเข้าอุณหภูมิต่ำกว่า

**4.9.4.5 สรุปผลการวัดสภาพภูมิอากาศของการทดลองที่ 8 สภาวะเปิด**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0.00-6.00น. | Radiation Outside | 0.19 w/m$^2$ | | |
| | Humidity Outside | 61 % | max 65 % | เวลา 06.00 |
| | Temperature Outside | 22 °c | min 20.08 °c | เวลา 06.00 |
| | Wind Speed Outside | 1.69 m/s | | |
| 18.00-0.00น. | Radiation Outside | 0.27 w/m$^2$ | | |
| | Humidity Outside | 57 % | | |
| | Temperature Outside | 23 °c | | |
| | Wind Speed Outside | 0.33 m/s | | |
| 6.00-18.00น. | Radiation Outside | 270.95 w/m$^2$ | max 640.03 w/m$^2$ | เวลา 12.00 |
| | Humidity Outside | 52 % | min 42 % | เวลา 14.00 |
| | Temperature Outside | 25 °c | max 28.42 °c | เวลา 14.00 |
| | Wind Speed Outside | 1.07 m/s | max 2.76 m/s | เวลา 08.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

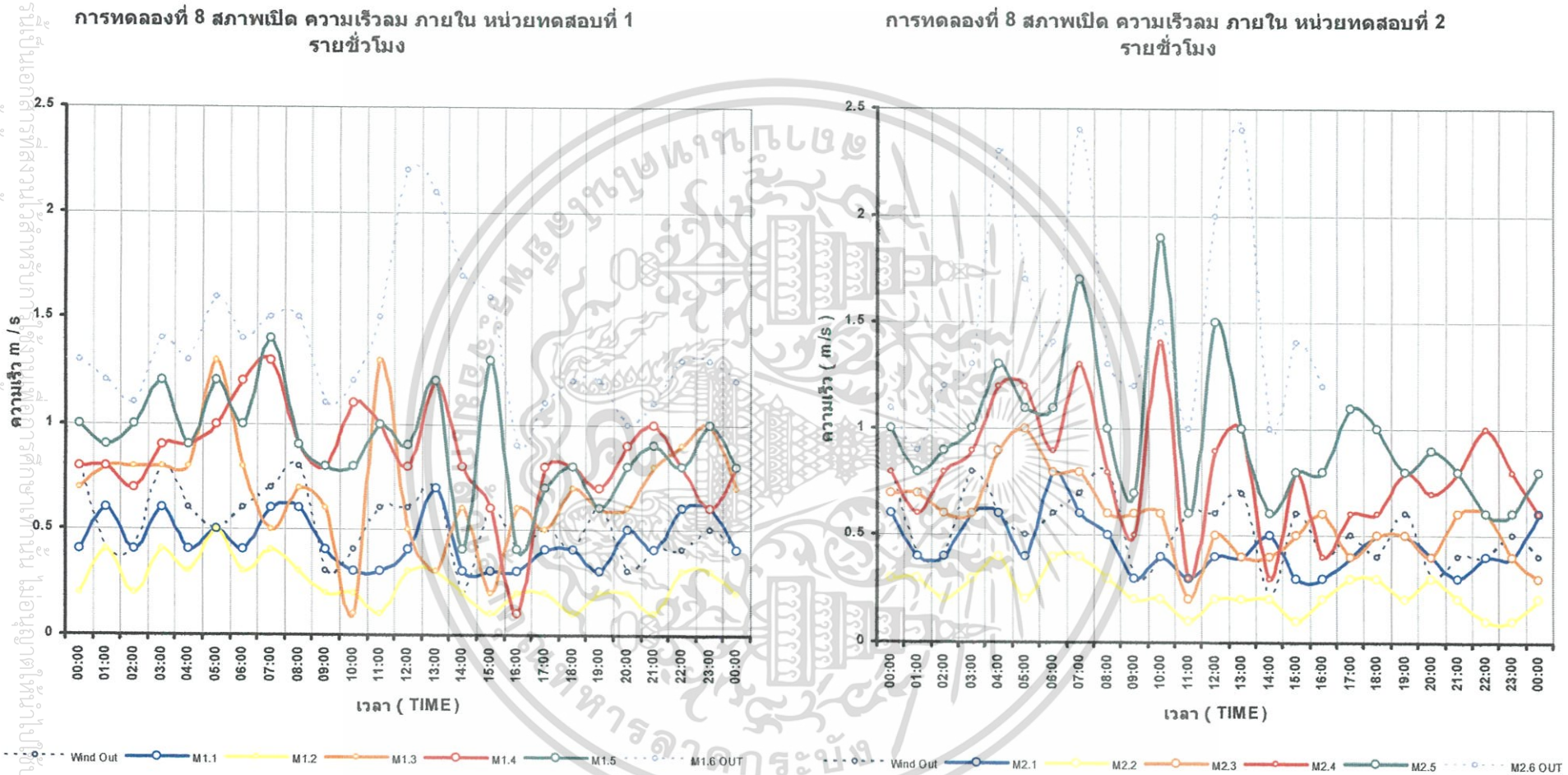
### 4.9.5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 8

**ตารางที่** 4.32 แสดงค่าความเร็วลมของ หน่วยทดสอบ 1 และ หน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลอง สภาวะเปิดช่องลมเข้า OPEN แบบการทดสอบที่ 8 วันอังคารที่ 23 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | หน่วยทดสอบ 1 | | | | | | | หน่วยทดสอบ 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0.6 | 0.8 | 00.00 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 00.00 | 0.6 | 0.3 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.1 |
| 0.9 | 0.4 | 01.00 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 01.00 | 0.4 | 0.3 | 0.7 | 0.6 | 0.8 | 0.9 |
| 1.1 | 0.4 | 02.00 | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 0.7 | 1.0 | 1.1 | 02.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1.2 |
| 2.3 | 0.8 | 03.00 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 1.4 | 03.00 | 0.6 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 1.3 |
| 2.3 | 0.6 | 04.00 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.3 | 04.00 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 1.3 | 2.3 |
| 2.3 | 0.5 | 05.00 | 0.5 | 0.5 | 1.3 | 1.0 | 1.2 | 1.6 | 05.00 | 0.4 | 0.2 | 1.0 | 1.2 | 1.1 | 1.7 |
| 2.3 | 0.6 | 06.00 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 1.2 | 1.0 | 1.4 | 06.00 | 0.8 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1.4 |
| 0.6 | 0.7 | 07.00 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 07.00 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.3 | 1.7 | 2.4 |
| 2.8 | 0.8 | 08.00 | 0.6 | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.5 | 08.00 | 0.5 | 0.3 | 0.8 | 1.2 | 0.8 | 1.3 |
| 0 | 0.3 | 09.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 09.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 1.2 |
| 1.7 | 0.4 | 10.00 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 1.1 | 0.8 | 1.2 | 10.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 1.4 | 1.9 | 1.5 |
| 1.7 | 0.6 | 11.00 | 0.3 | 0.1 | 1.3 | 1.0 | 1.0 | 1.5 | 11.00 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 1.0 |
| 2.2 | 0.6 | 12.00 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 2.2 | 12.00 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 1.0 | 0.8 | 2.0 |
| 1.2 | 0.7 | 13.00 | 0.7 | 0.3 | 0.3 | 1.2 | 1.2 | 2.1 | 13.00 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 1.0 | 1.0 | 2.4 |
| 0.6 | 0.2 | 14.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.4 | 1.7 | 14.00 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 1.0 |
| 0 | 0.6 | 15.00 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 1.3 | 1.6 | 15.00 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 1.4 |
| 0.9 | 0.4 | 16.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.1 | 0.4 | 0.9 | 16.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.2 |
| 0 | 0.5 | 17.00 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 0.7 | 1.1 | 17.00 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 1.1 | 1.3 |
| 0 | 0.4 | 18.00 | 0.4 | 0.1 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 1.2 | 18.00 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 1.2 |
| 0.7 | 0.6 | 19.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 1.2 | 19.00 | 0.5 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 1.1 |
| 0 | 0.3 | 20.00 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 0.8 | 1.0 | 20.00 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 1.3 |
| 0.7 | 0.4 | 21.00 | 0.4 | 0.1 | 0.8 | 1.0 | 0.9 | 1.1 | 21.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.2 |
| 0 | 0.4 | 22.00 | 0.6 | 0.3 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 1.3 | 22.00 | 0.4 | 0.1 | 0.6 | 1.0 | 0.6 | 1.4 |
| 0.8 | 0.5 | 23.00 | 0.6 | 0.3 | 1.0 | 0.6 | 1.0 | 1.3 | 23.00 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 0.6 | 1.0 |
| 0 | 0.4 | 00.00 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 1.2 | 00.00 | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 1.2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 8 สภาวะเปิด




**ภาพที่** 4.64 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ระหว่างหน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะเปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 8

**4.9.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับ หน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 8 สภาวะเปิด**

การหาความเร็วลมเฉลี่ย = (ผลรวมของความเร็วลมในช่วงเวลานั้น) / จำนวนครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล ในช่วงเวลานั้น

**4.9.6.1 ความเร็วลมภายนอก** WINDOUTSIDE

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน** 0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.

windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s ,wind1.6 out ความเร็วลมเฉลี่ย 0.8 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.9 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน** 6.00-18.00 น.

Windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s ,wind1.6out ความเร็วลมเฉลี่ย 1.4 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 1.5 m/s

**4.9.6.2 ความเร็วลมภายใน หน่วยทดสอบในสภาวะเปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน** 0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.

wind1.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s ,wind2.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมน้อยกว่า

wind1.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ทั้งสองเท่ากัน

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน** 6.00-18.00 น.

wind1.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s ,wind2.1 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.4 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind2.2 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ทั้งสองเท่ากัน

**4.9.6.3 ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ในสภาวะเปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน**0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.8 m/s หน่วยทดสอบ1มีแรงลมน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น.**

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมมากกว่า

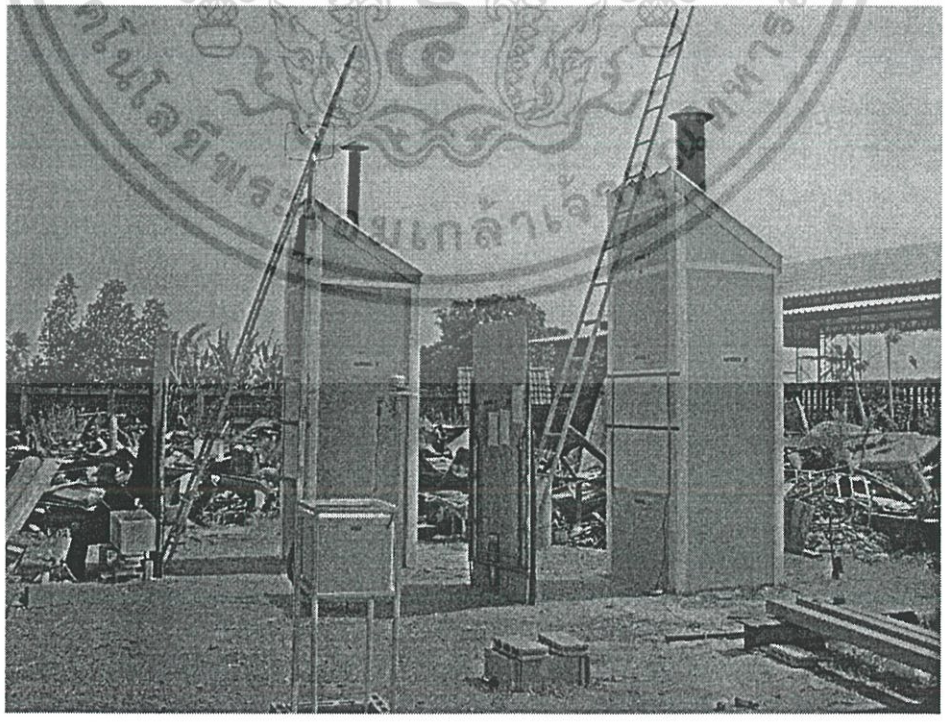
wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.8 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.7 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมมากกว่า wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.9 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 1.0 m/s หน่วยทดสอบ1 มีแรงลมน้อยกว่า

4.9.6.4 **สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของขนาดของปล่องรังสีอาทิตย์ในหน่วยทดสอบที่ 1 ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร กับในหน่วยทดสอบที่ 2 ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร จากความเร็วลม ในสภาวะเปิด**

หน่วยทดสอบ1 โดยรวมมีความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบน้อยกว่า การทดลองหน่วยทดสอบ2 ทั้งกลางวันและกลางคืน สวนความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์กลางคืนน้อยกว่า แต่กลางวันการทดลองหน่วยทดสอบ1 แรงลมกว่า แบบหน่วยทดสอบ2 แต่ความเร็วทางลมออกปล่องหน่วยทดสอบ1 น้อยกว่าหน่วยทดสอบ2 ทั้งกลางวันและกลางคืน โดยที่ความเร็วลมภายในอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย0.25-0.50m/s

## 4.10 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลม การทดลองที่ 9

### 4.10.1 รายละเอียดหน่วยทดสอบที่ทำการทดลองที่ 9 สภาวะ CLOSE



**ภาพที่ 4.65** แสดงหน่วยทดสอบ 1 และ 2 พร้อมติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ ในแบบการทดลองที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หน่วยทดสอบที่ 1** ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องมีความสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00x1.20 เมตร

**หน่วยทดสอบที่ 2** ตัวหน่วยทดสอบมีขนาด 1.00x1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ปล่องมีความสูงทั้งหมด 1.50 เมตร ความสูงที่รับรังสีแสงอาทิตย์ 1.00 เมตร ทางเข้าออกเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ช่องเปิดแบบหน้าต่างขนาด 1.00x1.20 เมตร

**ทำการทดลองโดย** วัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในแบบจำลอง และในปล่องโดยที่หน่วยทดสอบมีการปิดช่องลมเข้าปกติภายในตัวแบบจำลองทั้งสอง

**สภาพภูมิอากาศภายนอกบริเวณที่ตั้งหน่วยทดสอบ** วันที่ 25 ธันวาคม 2546

- ความเข้มรังสีอาทิตย์ สูงสุด 546.38 w/m$^2$ ที่เวลา 12.15 น. เฉลี่ย 143.27 w/m$^2$
- สภาพอุณหภูมิภายนอกมีค่าสูงสุดที่ 32.24 ˚C เวลา 15.15 น. และมีค่าต่ำสุดที่ 19.49 ˚C ที่เวลา 06.45 น. เฉลี่ย 25.53 ˚C
- สภาพความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก มีค่าสูงสุดที่ 98.32 % เวลา 05.15น.และมีค่าต่ำสุดที่ 47.76 % เวลา 15.30 น. เฉลี่ย 77.81 %
- ความเร็วลมภายนอกสูงสุด 3.30 m/s ที่เวลา 13.15 น. ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

**ตารางที่ 4.33** แสดงการวัดค่าสภาพภูมิอากาศภายนอก การทดลองที่ 9 สภาวะ CLOSE

| | Description: | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| | Sensor: | Voltage 0(-100),100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| | Unit: | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| | Mean | 138.15 | 25.39 | 78.45 | 0.47 | 138.15 |
| | Max | 525.41 | 31.63 | 98.25 | 2.28 | 525.41 |
| | Min | 0.08 | 19.52 | 51.21 | 0 | 0.08 |
| No. | Date/Time | Radiation | Temperature Outside | Humidity Outside | Wind Sp Outside | Wind Dir Outside |
| 0 | 25.12.2003 00:00:00 | 0.17 | 21.54 | 92.84 | 0 | 0 |
| 1 | 25.12.2003 01:00:00 | 0.17 | 21.51 | 92.31 | 0 | 0 |
| 2 | 25.12.2003 02:00:00 | 0.16 | 20.98 | 95.05 | 0.57 | 299 |
| 3 | 25.12.2003 03:00:00 | 0.18 | 21.01 | 93.27 | 0 | 0 |
| 4 | 25.12.2003 04:00:00 | 0.17 | 20.34 | 96.43 | 0 | 0 |
| 5 | 25.12.2003 05:00:00 | 0.16 | 19.86 | 97.81 | 0 | 0 |
| 6 | 25.12.2003 06:00:00 | 0.18 | [illegible] | [illegible] | 0 | 0 |
| 7 | 25.12.2003 07:00:00 | 21.38 | 19.82 | 95.13 | 0 | 0 |
| 8 | 25.12.2003 08:00:00 | 156.82 | 23.29 | 82.85 | 0 | 0 |
| 9 | 25.12.2003 09:00:00 | 286.92 | 28.24 | 68.56 | 0.64 | 105 |
| 10 | 25.12.2003 10:00:00 | 397.86 | 29.08 | 71.83 | 1.93 | 306 |
| 11 | 25.12.2003 11:00:00 | 491.80 | 29.74 | 64.38 | 1.19 | 256 |
| 12 | 25.12.2003 12:00:00 | [illegible] | 30.64 | 62.36 | 1.83 | 315 |
| 13 | 25.12.2003 13:00:00 | 503.22 | 31.33 | 59.17 | 0.82 | 305 |
| 14 | 25.12.2003 14:00:00 | 453.18 | 31.29 | 52.10 | [illegible] | 266 |
| 15 | 25.12.2003 15:00:00 | 351.40 | 31.31 | 51.58 | 1.00 | 319 |
| 16 | 25.12.2003 16:00:00 | 211.89 | [illegible] | [illegible] | 1.46 | 273 |
| 17 | 25.12.2003 17:00:00 | 50.49 | 29.82 | 59.91 | 0 | 0 |
| 18 | 25.12.2003 18:00:00 | 1.40 | 27.70 | 72.34 | 0 | 0 |
| 19 | 25.12.2003 19:00:00 | [illegible] | 26.70 | 77.47 | 0 | 0 |
| 20 | 25.12.2003 20:00:00 | 0.09 | 25.61 | 80.40 | 0 | 0 |
| 21 | 25.12.2003 21:00:00 | 0.11 | 24.18 | 86.38 | 0 | 0 |
| 22 | 25.12.2003 22:00:00 | 0.12 | 23.97 | 83.23 | 0 | 0 |
| 23 | 25.12.2003 23:00:00 | 0.14 | 23.15 | 86.57 | 0 | 0 |
| 24 | 26.12.2003 00:00:00 | 0.14 | 22.56 | 89.91 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.34** แสดงการวัดค่าอุณหภูมิการทดลองที่ 9 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ CLOSE

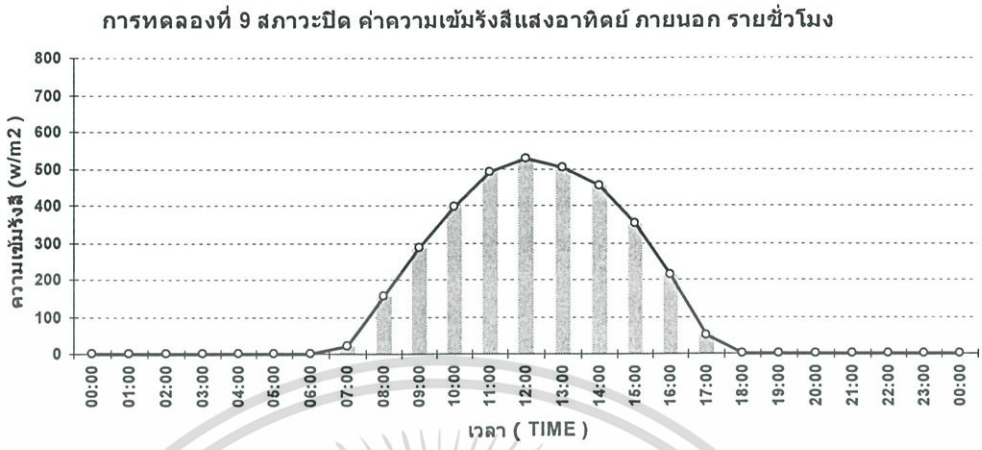
| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 27.46 | 27.23 | 27.24 | 29.43 | 26.31 |
| | Max | 35.92 | 37.27 | 38.23 | 47.87 | 39.73 |
| | Min | 20.43 | 19.46 | 18.18 | 17.27 | 17.90 |
| No. | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Outside |
| 0 | 25.12.2003 00:00:00 | 24.42 | 22.79 | 20.46 | 19.25 | 19.53 |
| 1 | 25.12.2003 01:00:00 | 23.62 | 22.11 | 20.23 | 19.20 | 19.58 |
| 2 | 25.12.2003 02:00:00 | 22.84 | 21.46 | 19.71 | 18.78 | 19.13 |
| 3 | 25.12.2003 03:00:00 | 22.28 | 20.78 | 19.20 | 18.33 | 18.85 |
| 4 | 25.12.2003 04:00:00 | 21.76 | 20.33 | 18.75 | 18.10 | 18.13 |
| 5 | 25.12.2003 05:00:00 | 21.31 | 20.16 | 18.38 | 17.48 | 17.98 |
| 6 | 25.12.2003 06:00:00 | 20.73 | 19.73 | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 7 | 25.12.2003 07:00:00 | [illegible] | [illegible] | 20.03 | 21.91 | 20.48 |
| 8 | 25.12.2003 08:00:00 | 20.93 | 21.49 | 30.23 | 38.88 | 32.74 |
| 9 | 25.12.2003 09:00:00 | 23.57 | 25.37 | 36.87 | [illegible] | [illegible] |
| 10 | 25.12.2003 10:00:00 | 27.05 | 29.08 | 31.41 | 43.34 | 32.91 |
| 11 | 25.12.2003 11:00:00 | 30.38 | 32.58 | 34.79 | 46.45 | 34.74 |
| 12 | 25.12.2003 12:00:00 | 32.86 | 34.84 | 36.22 | 45.74 | 34.32 |
| 13 | 25.12.2003 13:00:00 | 34.19 | 35.77 | 37.07 | 45.14 | 35.74 |
| 14 | 25.12.2003 14:00:00 | 34.99 | 36.47 | 37.62 | 44.92 | 35.59 |
| 15 | 25.12.2003 15:00:00 | 35.79 | [illegible] | [illegible] | 42.94 | 35.34 |
| 16 | 25.12.2003 16:00:00 | [illegible] | 37.15 | 37.37 | 38.38 | 35.24 |
| 17 | 25.12.2003 17:00:00 | 34.84 | 34.87 | 34.02 | 31.91 | 30.88 |
| 18 | 25.12.2003 18:00:00 | 33.01 | 31.96 | 29.03 | 28.32 | 25.77 |
| 19 | 25.12.2003 19:00:00 | 31.01 | 29.53 | 26.72 | 24.64 | 24.34 |
| 20 | 25.12.2003 20:00:00 | 29.35 | 28.00 | 25.34 | 23.72 | 23.49 |
| 21 | 25.12.2003 21:00:00 | 27.93 | 26.65 | 24.27 | 22.26 | 22.04 |
| 22 | 25.12.2003 22:00:00 | 26.70 | 25.57 | 23.11 | 21.79 | 21.89 |
| 23 | 25.12.2003 23:00:00 | 25.67 | 24.14 | 22.14 | 20.93 | 20.86 |
| 24 | 26.12.2003 00:00:00 | 24.82 | 23.49 | 21.43 | 20.26 | 20.48 |

**ตารางที่ 4.35** แสดงการวัดค่าอุณหภูมิการทดลองที่ 9 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ CLOSE

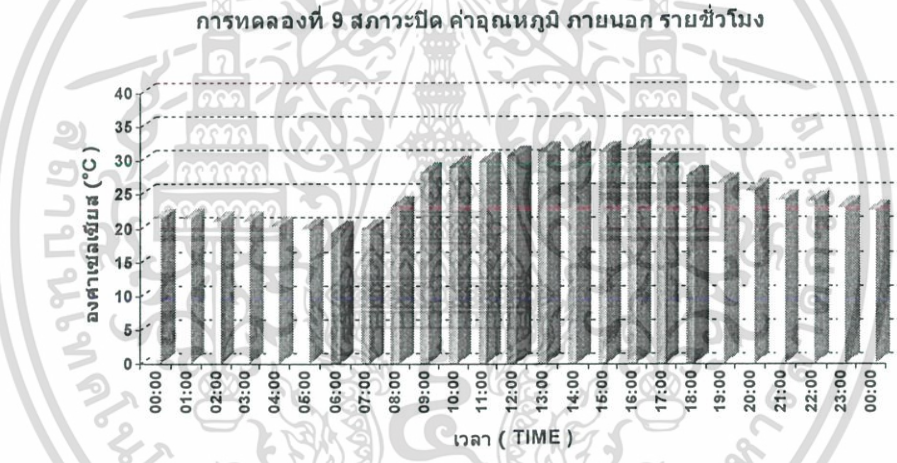
| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 27.86 | 27.41 | 26.60 | 28.52 | 26.77 |
| | Max | 36.30 | 36.75 | 35.87 | 46.04 | 36.15 |
| | Min | 20.81 | 20.11 | 18.25 | 17.15 | 18.60 |
| No. | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Outside |
| 0 | 25.12.2003 00:00:00 | 26.07 | 23.87 | 21.01 | 19.35 | 20.78 |
| 1 | 25.12.2003 01:00:00 | 24.14 | 22.89 | 20.68 | 19.20 | 20.53 |
| 2 | 25.12.2003 02:00:00 | 23.36 | 22.36 | 19.93 | 18.80 | 20.16 |
| 3 | 25.12.2003 03:00:00 | 22.74 | 21.56 | 19.53 | 18.38 | 19.78 |
| 4 | 25.12.2003 04:00:00 | 22.19 | 21.31 | 19.16 | 17.85 | 19.15 |
| 5 | 25.12.2003 05:00:00 | 21.74 | 20.46 | 18.80 | 17.40 | 18.80 |
| 6 | 25.12.2003 06:00:00 | 21.21 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 7 | 25.12.2003 07:00:00 | [illegible] | 20.16 | 19.41 | 19.53 | 21.08 |
| 8 | 25.12.2003 08:00:00 | 21.33 | 21.79 | 27.52 | 31.48 | 29.88 |
| 9 | 25.12.2003 09:00:00 | 23.52 | 25.04 | 33.14 | 40.33 | [illegible] |
| 10 | 25.12.2003 10:00:00 | 26.75 | 28.85 | 32.66 | 38.40 | 32.94 |
| 11 | 25.12.2003 11:00:00 | 29.88 | 31.79 | 34.09 | 41.81 | 34.42 |
| 12 | 25.12.2003 12:00:00 | 32.34 | 33.99 | 34.39 | 42.04 | 34.02 |
| 13 | 25.12.2003 13:00:00 | 33.76 | 34.97 | 34.97 | 44.87 | 35.44 |
| 14 | 25.12.2003 14:00:00 | 34.77 | 35.79 | [illegible] | [illegible] | 35.44 |
| 15 | 25.12.2003 15:00:00 | 35.89 | 36.40 | 34.89 | 44.29 | 35.84 |
| 16 | 25.12.2003 16:00:00 | [illegible] | [illegible] | 35.52 | 42.94 | 35.62 |
| 17 | 25.12.2003 17:00:00 | 36.05 | 35.17 | 32.41 | 33.87 | 32.21 |
| 18 | 25.12.2003 18:00:00 | 34.19 | 31.84 | 28.68 | 28.15 | 27.07 |
| 19 | 25.12.2003 19:00:00 | 32.04 | 29.60 | 26.85 | 24.82 | 26.15 |
| 20 | 25.12.2003 20:00:00 | 30.33 | 28.28 | 25.47 | 23.52 | 25.12 |
| 21 | 25.12.2003 21:00:00 | 28.83 | 27.20 | 24.22 | 22.24 | 23.39 |
| 22 | 25.12.2003 22:00:00 | 27.55 | 25.90 | 23.44 | 21.81 | 23.01 |
| 23 | 25.12.2003 23:00:00 | 26.45 | 25.19 | 22.39 | 20.83 | 22.11 |
| 24 | 26.12.2003 00:00:00 | 25.52 | 24.02 | 21.79 | 20.23 | 21.69 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

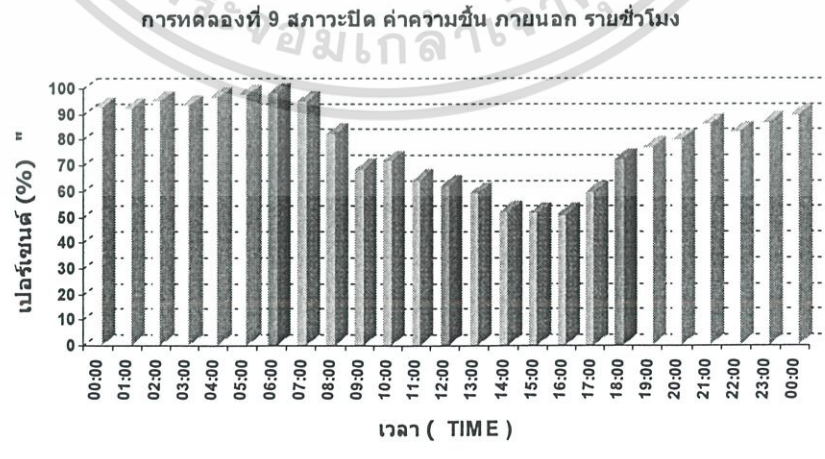
### 4.10.2 สภาพภูมิอากาศภายนอกของการทดลองที่ 9 สภาวะปิด




ภาพที่ 4.66 แสดงกราฟค่ารังสีแสงอาทิตย์ภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 9



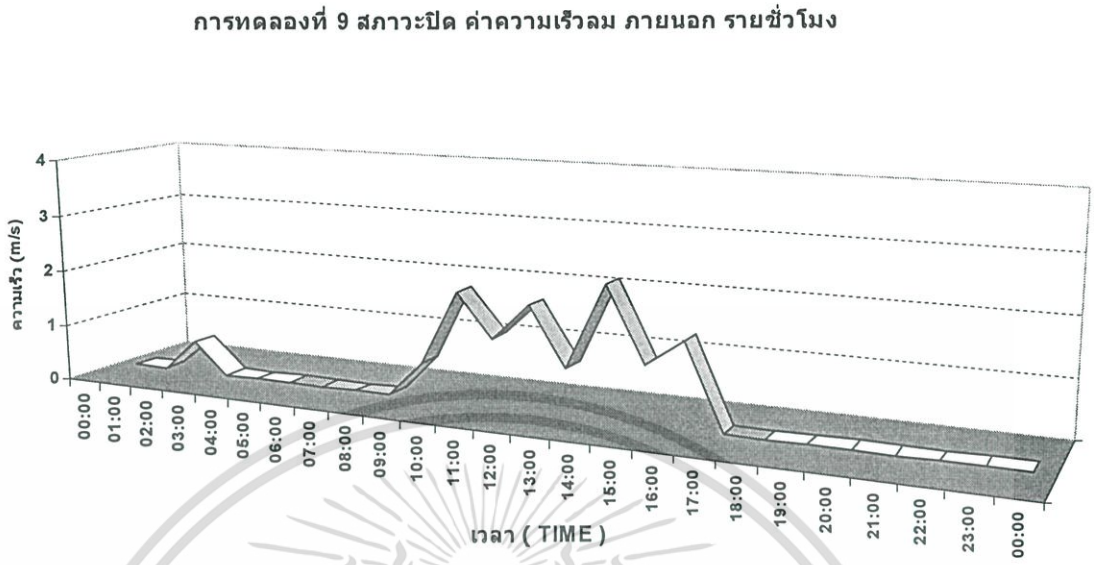

ภาพที่ 4.67 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 9



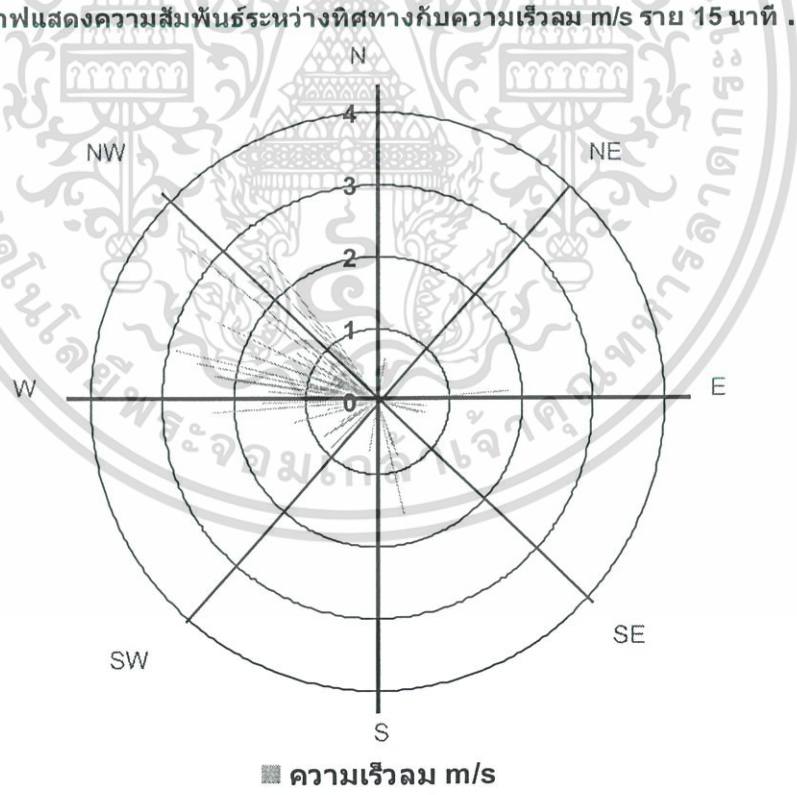

**ภาพที่** 4.68 แสดงกราฟค่าความชื้นภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 9 สภาวะปิด



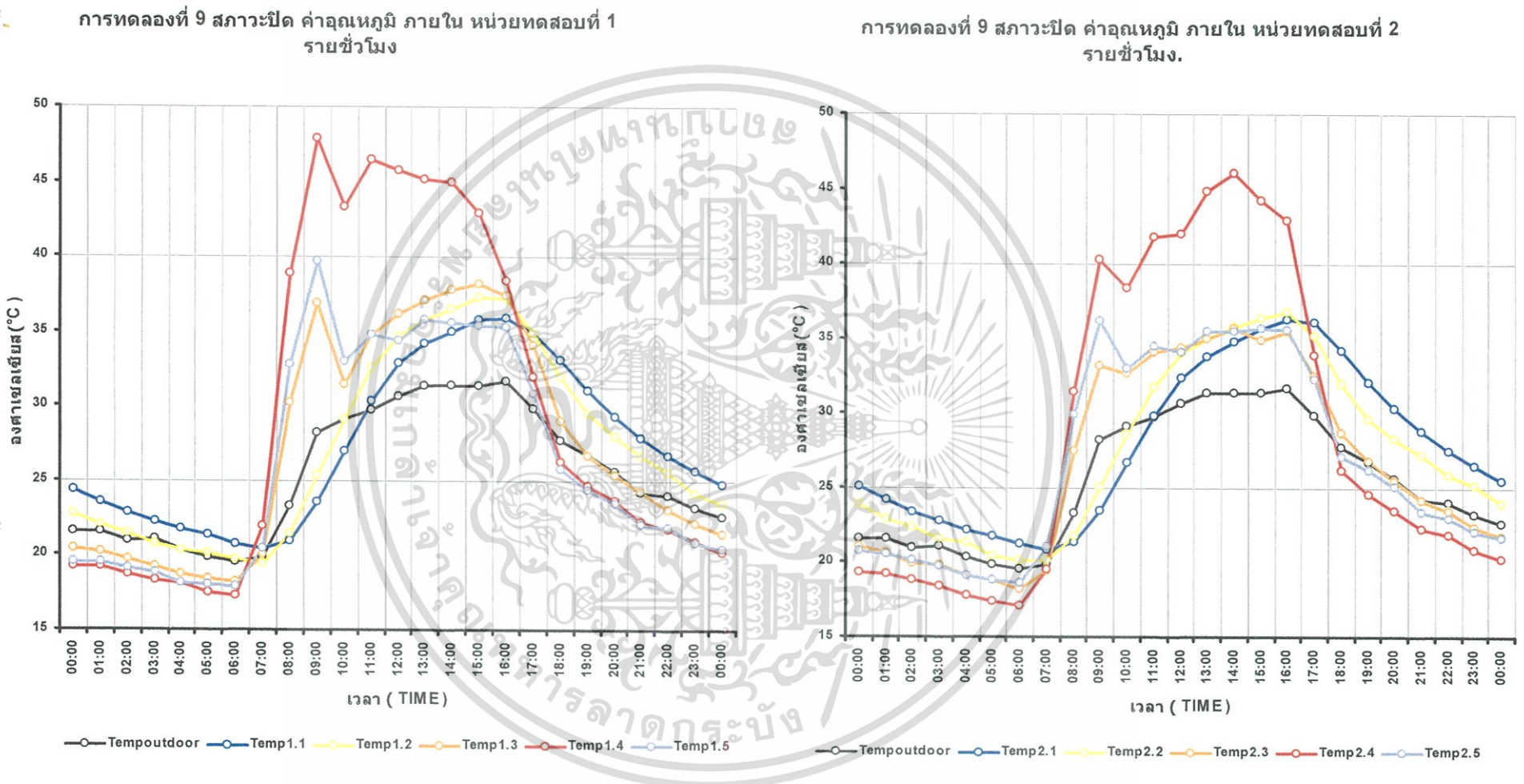

**ภาพที่** 4.69 แสดงกราฟค่าความเร็วลมภายนอกสภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 9




**ภาพที่** 4.70 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับทิศทาง สภาวะปิดราย 15 นาที การทดลองที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10.3 ผลการทดสอบเปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 9 สภาวะปิด




**ภาพที่** 4.71 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ 2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 9

**4.10.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิ หน่วยทดสอบ 1 กับ หน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 9 สภาวะปิด**

**4.10.4.1 สภาพภูมิอากาศและอุณหภูมิภายนอก**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะ CLOSE ช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 0.18 $w/m^2$ ความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เล็กน้อยสูงสุด 98% เวลา 6.00 น.เฉลี่ย 95% อุณหภูมิภายนอกลดลงเรื่อยๆ เล็กน้อยต่ำสุด 19.52 °c เวลา 6.00 น. เฉลี่ย21 °c ลมน้อยมากเฉลี่ย0.08 m/s **18.00-0.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย0.30 $w/m^2$ ความชื้น เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สลับสูงต่ำเฉลี่ย82%อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ เฉลี่ย 25 °c ลมน้อยมากถึงไม่มีเฉลี่ย 0 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน สภาวะ LOSE ช่องลมเข้า**

**6.00-18.00 น.** ความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุด 525.41 $w/m^2$ ในตอนเที่ยงเฉลี่ยความเข้มรังสี 265.53 $w/m^2$ สภาพท้องฟ้าโปร่งตลอด ความชื้นลดลงสลับสูงต่ำ ต่ำสุด 51% เวลา 16.00 น.แล้วจึงสูงขึ้นเฉลี่ย 68% อุณหภูมิภายนอกเพิ่มขึ้นสลับสูงต่ำเล็กน้อยสูงสุด 31.63 °c เวลา 16.00 น.แล้วลดลงเฉลี่ย 28 °c มีลมเฉลี่ย 0.86 m/s แรงสุด 2.28 m/s เวลา 14.00 น. ลมแรงน้อยถึงปานกลาง

**4.10.4.2 อุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ ตำแหน่ง TEMP1.1 และ TEMP2.1**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะCLOSEช่องลมเข้า**

**0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก ในช่วงแรกและช่วงหลังอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ1 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ที่จุด T1.1 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ส่วนอุณหภูมิภายในของหน่วยทดสอบ 2 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ที่จุด T2.1 ในช่วงแรกสูงกว่าและในช่วงหลังสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกแล้วเริ่มต่ำกว่าเวลา 21.00 น. ในช่วงแรก T1.1 ต่ำกว่า T2.1 เฉลี่ย 0.31 °c ในช่วงหลัง T1.1 ต่ำกว่า T2.1 เฉลี่ย 0.41 °c ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางคืน T1.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T2.1 แต่ทั้งในช่วงแรกและช่วงหลังทั้งสองไม่สามารถทำให้อุณหภูมิภายในต่ำกว่าภายนอกได้เลย ในกรณีที่ปิดช่องลมเข้า

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน สภาวะ CLOSE ช่องลมเข้า**

**6.00-18.00 น.** วิเคราะห์เทียบกับอุณหภูมิภายนอก จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในของหน่วยทดสอบ 1 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร เริ่มต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 7.00 น. และเริ่มสูงกว่าในเวลา 11.00 น. (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 27.95 °c, T1.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.59 °c สูงกว่า 1.64 °c ) ส่วนอุณหภูมิภายในของ หน่วยทดสอบ2 ที่ปล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังสีอาทิตย์มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร เริ่มต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 7.00 น.และเริ่มสูงกว่าในเวลา 11.00 น. เช่นกัน (Tout อุณหภูมิเฉลี่ย 27.95 °c, T2.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.74 °c สูงกว่า 1.79 °c) ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางวัน T1.1 จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า T2.1 ต่างกันเฉลี่ย 0.15 °c แต่ทั้งสองไม่สามารถทำให้อุณหภูมิภายในลดต่ำกว่าภายนอกได้ตลอด ในกรณีที่ปิดช่องลมเข้า

**4.10.4.3 อุณหภูมิปล่องรังสีอาทิตย์ ( SOLAR CHIMNEY )**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน สภาวะ CLOSE ช่องลมเข้า**

0.00-6.00 น. และ18.00-0.00 น. ในช่วงแรกอุณหภูมิที่ปล่องรังสีอาทิตย์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ของ หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก มี T1.3 ที่สูงกว่า ในช่วงหลังมี T1.4 ที่ต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก หลังจาก 20.00 น.จุดอื่นเริ่มต่ำกว่าตามลำดับ ส่วน หน่วยทดสอบ2 ที่ปล่องรังสีอาทิตย์มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ในช่วงแรกโดยรวมต่ำกว่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก ในช่วงหลังมี T2.4 ที่ต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกโดยหลังจาก 20.00 น. จุดอื่นเริ่มต่ำกว่าตามลำดับ โดยที่ T2.4 มีอุณหภูมิต่ำกว่า T1.4

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน 6.00-18.00 น. สภาวะ CLOSE ช่องลมเข้า**

อุณหภูมิทางเข้าปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.45 °c, T2.2 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.20 °c ต่างกัน 0.25 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.2 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 10.00น. ส่วน T2.2 เริ่มมีอุณหภูมิต่ำกว่าเวลา 7.00 น.แล้วเริ่มสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 10.00 น.

อุณหภูมิกลางปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 32.41 °c, T2.3 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.89 °c ต่างกัน 1.52 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 7.00 น. แต่ T2.3 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 7.00 น.

อุณหภูมิทางออกปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 31.64 °c, T2.5 อุณหภูมิเฉลี่ย 31.42 °c ต่างกัน 0.22 °c) และมีรูปแบบต่างกันคือ T1.5 มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 7.00น. แต่ T2.5 เริ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเวลา 6.30 น.

อุณหภูมิที่ผิวภายในปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สูงกว่า หน่วยทดสอบ 2 (T1.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 37.77 °c สูงสุด 47.87 °c ที่เวลา 9.00 น. , T2.4 อุณหภูมิเฉลี่ย 36.07 °c สูงสุด 46.04 °c ที่เวลา 14.00น. ต่างกัน 1.7 °c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.10.4.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของขนาดปล่องรังสีอาทิตย์เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร ของหน่วยทดสอบ 1 กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ของหน่วยทดสอบ2 สภาวะ CLOSE ช่องลมเข้า**

อุณหภูมิภายในแบบจำลอง หน่วยทดสอบ 1 ต่ำกว่า หน่วยทดสอบ 2 ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน แสดงว่าปล่องรังสีอาทิตย์ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร มีประสิทธิภาพดีกว่า ปล่องรังสีอาทิตย์ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ในสภาวะปิดช่องลมเข้า ปล่องขนาดเล็กกว่าทำความร้อนได้ดีกว่า แต่ทั้งสองก็ทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าภายนอกในช่วงกลางวันไม่ได้

**4.10.4.5 สรุปผลการวัดสภาพภูมิอากาศของการทดลองที่ 9 สภาวะปิด**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0.00-6.00 น. | Radiation Outside | 0.18 w/m$^2$ | | |
| | Humidity Outside | 95 % | max 98 % | เวลา 06.00 |
| | Temperature Outside | 21 °c | min 19.52 °c | เวลา 06.00 |
| | Wind Speed Outside | 0.08 m/s | | |
| 18.00-0.00 น. | Radiation Outside | 0.30 w/m$^2$ | | |
| | Humidity Outside | 82 % | | |
| | Temperature Outside | 25 °c | | |
| | Wind Speed Outside | 0 m/s | | |
| 6.00-18.00น. | Radiation Outside | 265.53 w/m$^2$ | max 525.41 w/m$^2$ | เวลา 12.00 |
| | Humidity Outside | 68 % | min 51 % | เวลา 16.00 |
| | Temperature Outside | 28 °c | max 31.63 °c | เวลา 16.00 |
| | Wind Speed Outside | 0.86 m/s | max 2.28 m/s | เวลา 14.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

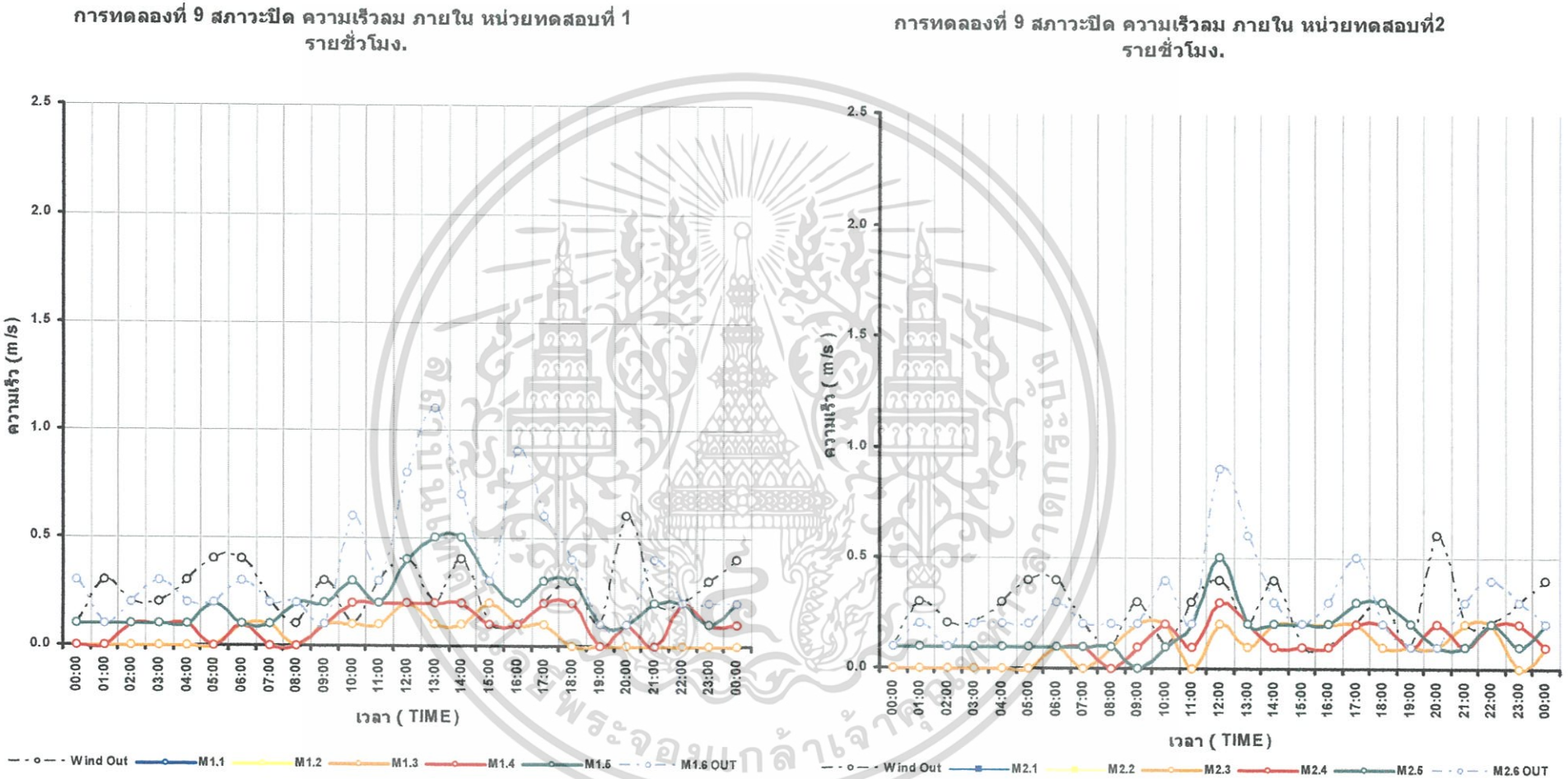
### 4.10.5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ 1 กับหน่วยทดสอบ 2 การทดลองที่ 9

**ตารางที่** 4.36 แสดงค่าความเร็วลมของ หน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 เป็นการทดลองสภาวะเปิดช่องลมเข้า CLOSE แบบการทดสอบที่ 9 วันพฤหัสบดีที่ 25 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | หน่วยทดสอบ 1 | | | | | | | หน่วยทดสอบ 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0.1 | 00.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 00.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 0 | 0.3 | 01.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 01.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0.6 | 0.2 | 02.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 02.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 03.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 03.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.3 | 04.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 04.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.4 | 05.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 05.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.4 | 06.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 06.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 07.00 | | | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 07.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.1 | 08.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 08.00 | | | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 |
| 0.6 | 0.3 | 09.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 09.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.2 |
| 1.9 | 0.1 | 10.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 10.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.4 |
| 1.2 | 0.3 | 11.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 11.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 1.8 | 0.4 | 12.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 12.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.9 |
| 0.8 | 0.2 | 13.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 1.1 | 13.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.6 |
| 2.3 | 0.4 | 14.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 14.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 1.0 | 0.1 | 15.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 15.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 1.5 | 0.1 | 16.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.9 | 16.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 17.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 17.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.5 |
| 0 | 0.3 | 18.00 | | | 0.0 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 18.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| 0 | 0.1 | 19.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 19.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.6 | 20.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 20.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 21.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.4 | 21.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 22.00 | | | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 22.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.3 | 23.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 23.00 | | | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.4 | 00.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 00.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 9 สภาวะปิด




**ภาพที่** 4.72 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ ระหว่างหน่วยทดสอบ1 กับหน่วยทดสอบ2 สภาวะปิด รายชั่วโมง การทดลองที่ 9

**4.10.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วลม หน่วยทดสอบ1 กับ หน่วยทดสอบ2 การทดลองที่ 9 สภาวะปิด**

การหาความเร็วลมเฉลี่ย = ( ผลรวมของความเร็วลมในช่วงเวลานั้น) / จำนวนครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล ในช่วงเวลานั้น

**4.10.6.1 ความเร็วลมภายนอก** WINDOUTSIDE

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน** 0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.

windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s ,wind1.6 out ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน** 6.00-18.00 น.

Windout ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s ,wind1.6out ความเร็วลมเฉลี่ย 0.5 m/s และ wind2.6 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s

**4.10.6.2 ความเร็วลมภายใน หน่วยทดสอบ ในสภาวะปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน** 0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.

เป็นการทดสอบในสภาวะปิดช่องลมเข้า ไม่สามารถทำการวัดได้

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน** 6.00-18.00 น.

เป็นการทดสอบในสภาวะปิดช่องลมเข้า ไม่สามารถทำการวัดได้

**4.10.6.3 ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์** ( SOLAR CHIMNEY ) **ในสภาวะปิด**

**จากกราฟในช่วงเวลากลางคืน** 0.00-6.00 น. และ 18.00-0.00 น.

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.0 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1 m/s หน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมมากกว่า

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1 m/s ทั้งสองเท่ากัน

**จากกราฟในช่วงเวลากลางวัน** 6.00-18.00 น.

wind1.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1 m/s ,wind2.3 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1 m/s ทั้งสองเท่ากัน

wind1.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1 m/s ,wind2.4 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1 m/s ทั้งสองเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

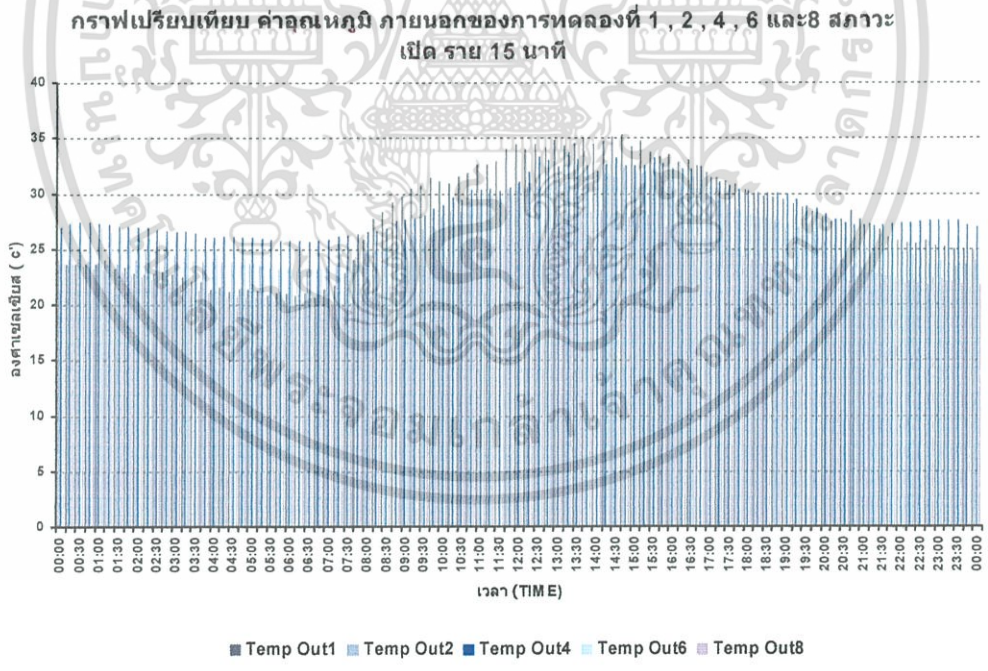
wind1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.3 m/s ,wind2.5 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.2 m/s หน่วยทดสอบ1มีแรงลมมากกว่า

**4.10.6.4 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความต่างของขนาดของปล่องรังสีอาทิตย์ในหน่วยทดสอบที่1 ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง0.15เมตร กับในหน่วยทดสอบที่ 2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร จากความเร็วลม ในสภาวะปิด**

ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์โดยรวม ตามจุดที่วัดต่างๆ ในช่วงเวลากลางคืนและในช่วงเวลากลางวัน การทดลองหน่วยทดสอบ 1 มีแรงลมมากกว่า การทดลองหน่วยทดสอบ 2

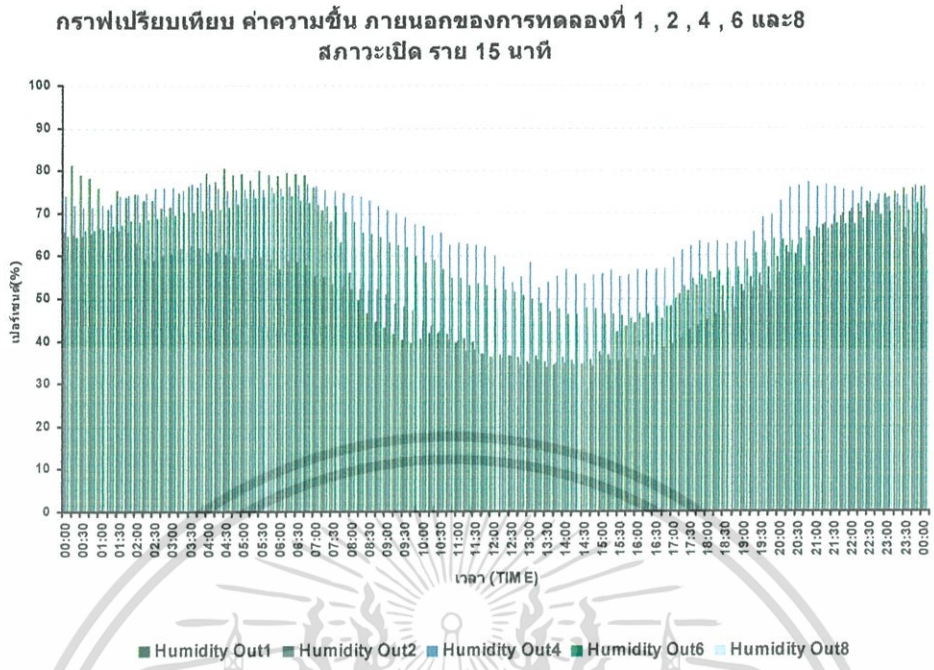
## 4.11 วิเคราะห์สภาพตัวแปรที่มีผลต่อการทดลอง จากหน่วยทดสอบ 1 ในสภาวะเปิด

**4.11.1 กราฟเปรียบเทียบสภาพภูมิอากาศภายนอก สภาวะเปิดช่องลมเข้าการทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ 8**

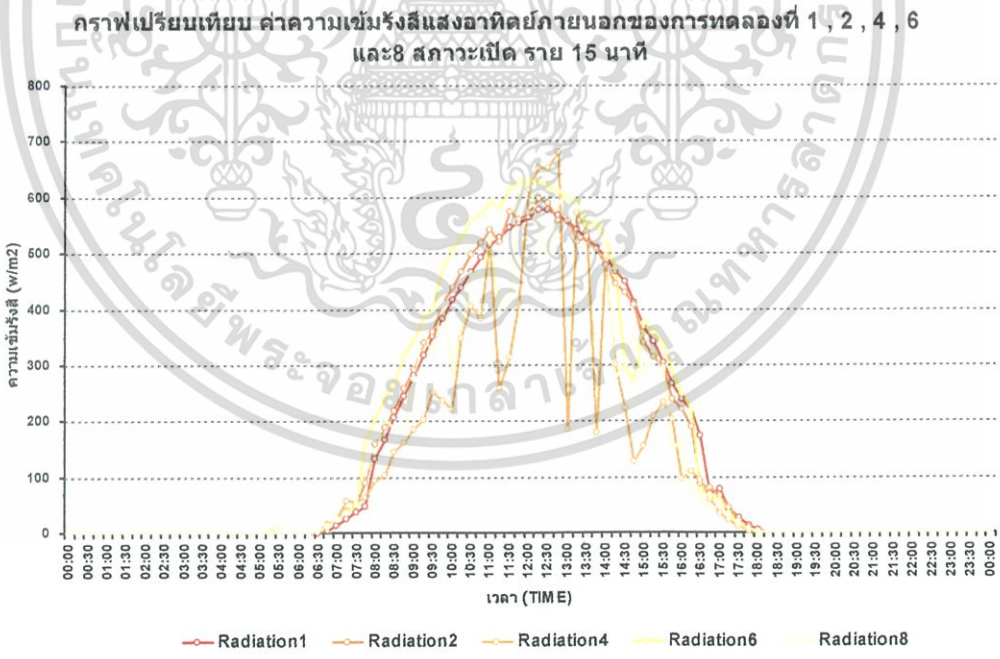



**ภาพที่** 4.73 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายนอก สภาวะเปิดช่องลมเข้าการทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

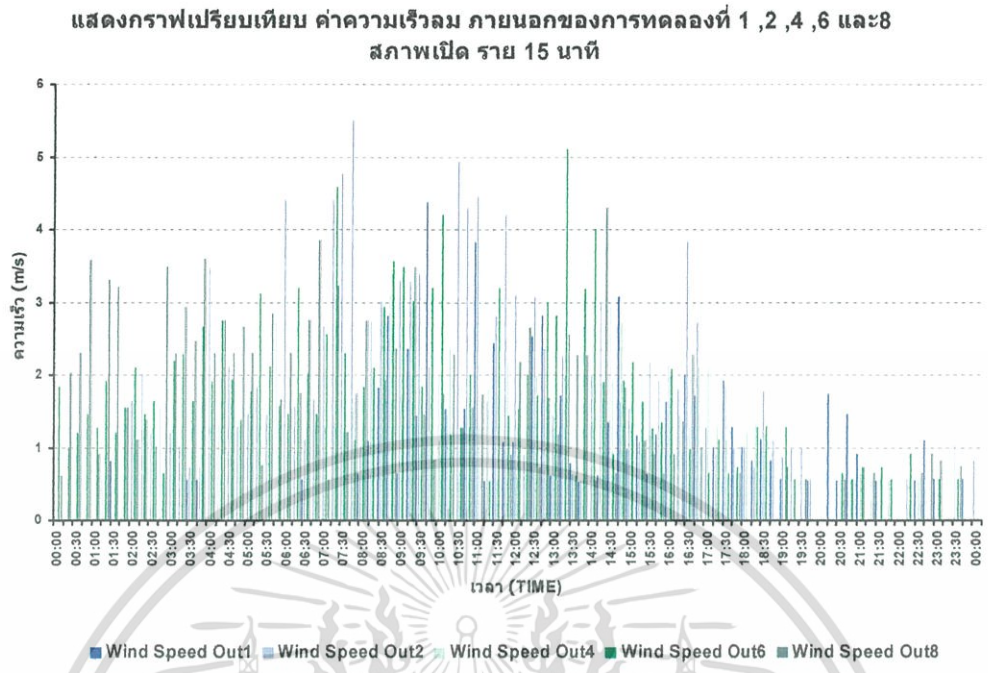



**ภาพที่** 4.74 แสดงกราฟเปรียบเทียบความชื้นภายนอก สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ 8



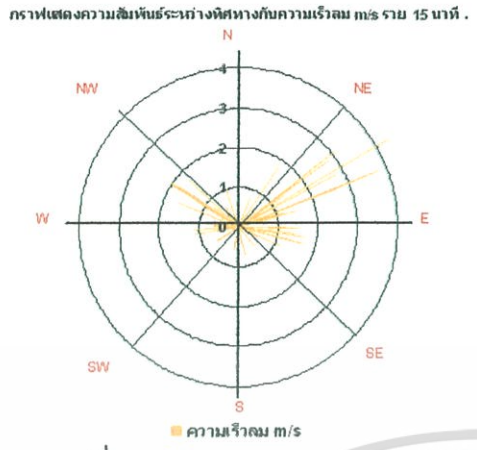

**ภาพที่** 4.75 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเข้มรังสีอาทิตย์ สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

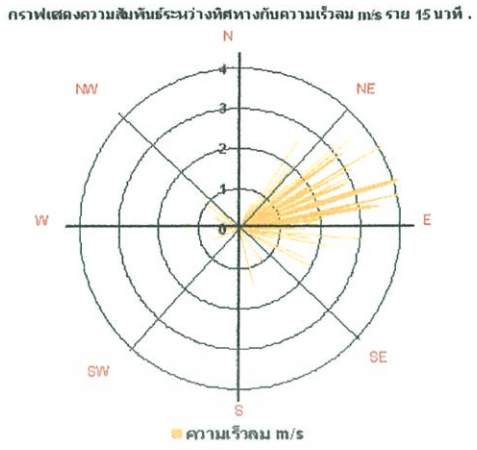



**ภาพที่** 4.76 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายนอก สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

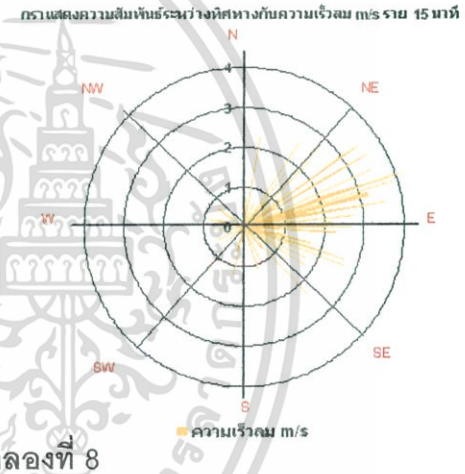



การทดลองที่ 1




การทดลองที่ 6

การทดลองที่ 2



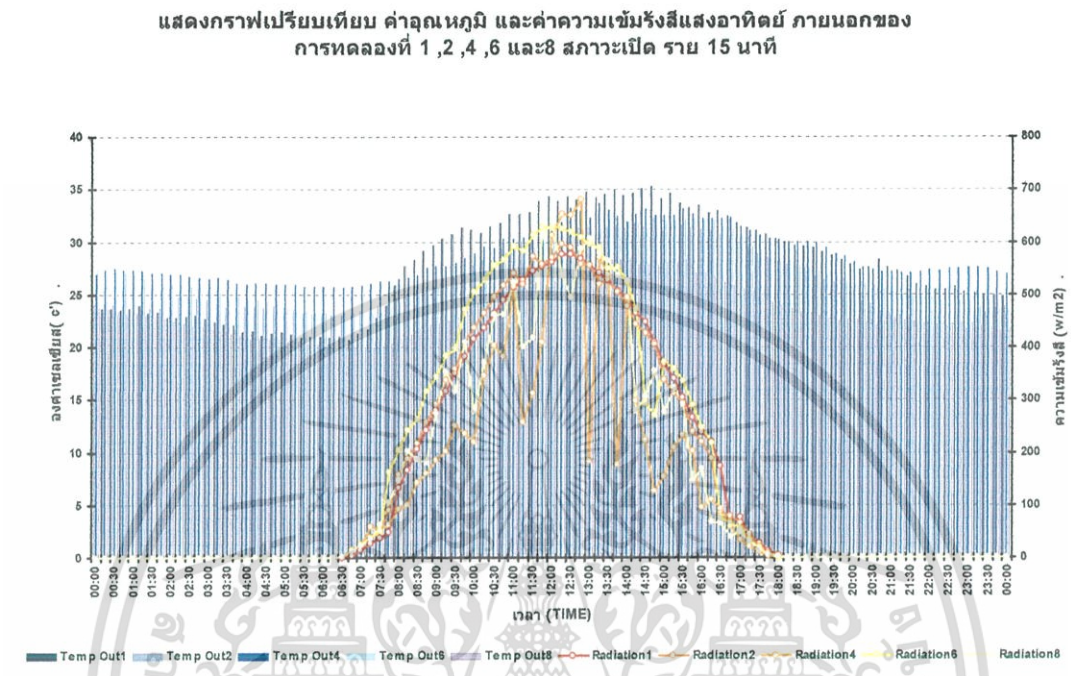

การทดลองที่ 8

การทดลองที่ 4

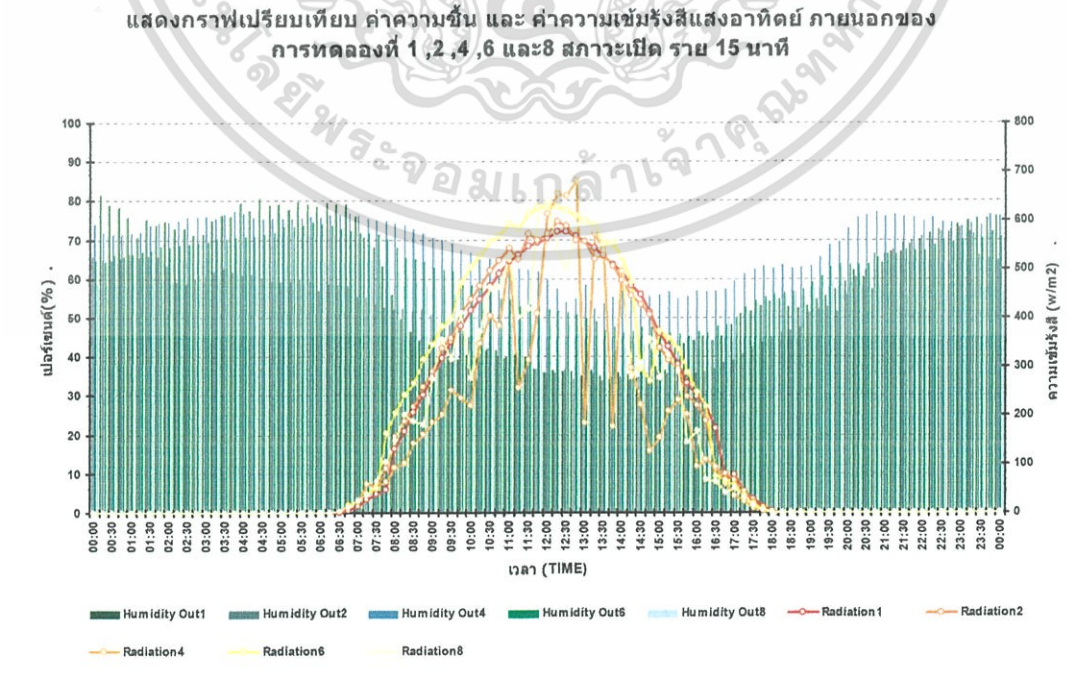
**ภาพที่** 4.77 แสดงกราฟเปรียบเทียบทิศทางลมภายนอก สภาวะเปิดช่องลมเข้า
การทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.11.2 กราฟเปรียบเทียบสภาพภูมิอากาศภายนอก สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ 8

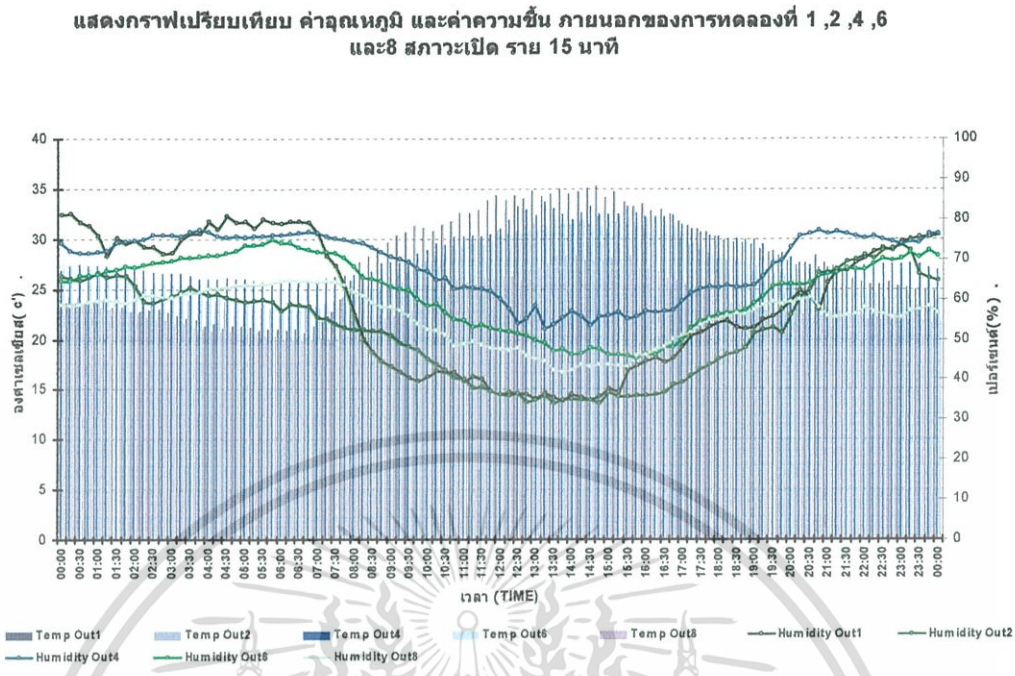



ภาพที่ 4.78 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิกับความเข้มรังสีอาทิตย์ภายนอก สภาวะเปิดช่อง ลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ 8




ภาพที่ 4.79 แสดงกราฟเปรียบเทียบความชื้นกับความเข้มรังสีอาทิตย์ภายนอก สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ 8

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ ขอสงวนสิทธิ์ในการดำเนินการทางกฎหมายกับผู้ละเมิดลิขสิทธิ์ทุกกรณี

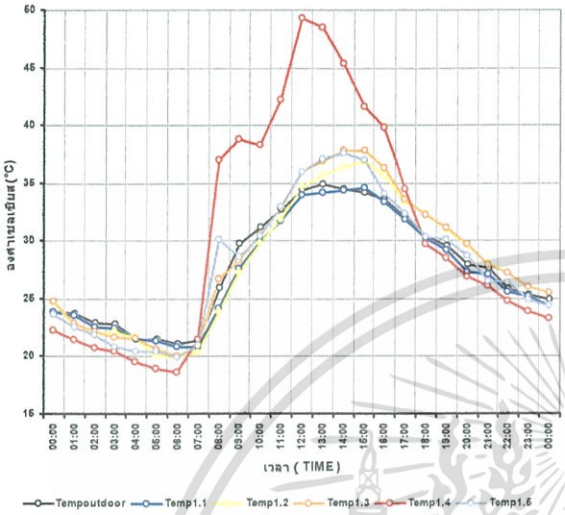



**ภาพที่** 4.80 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิกับความชื้นภายนอก สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ 8

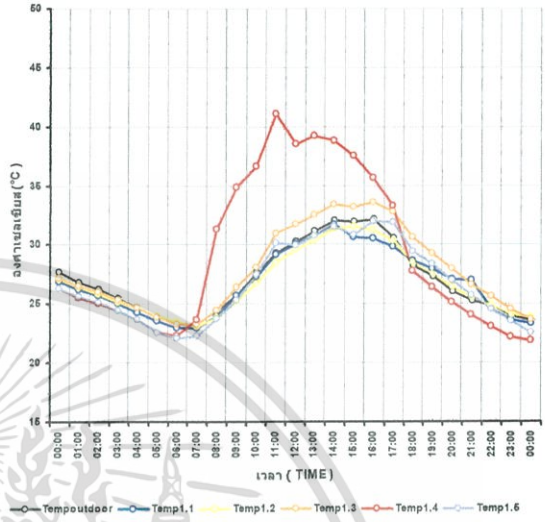
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.11.3 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน หน่วยทดสอบ1 และปล่องรังสีอาทิตย์ สภาวะ เปิด ช่องลมเข้า การทดลองที่1 , 2 , 4 , 6 และ8

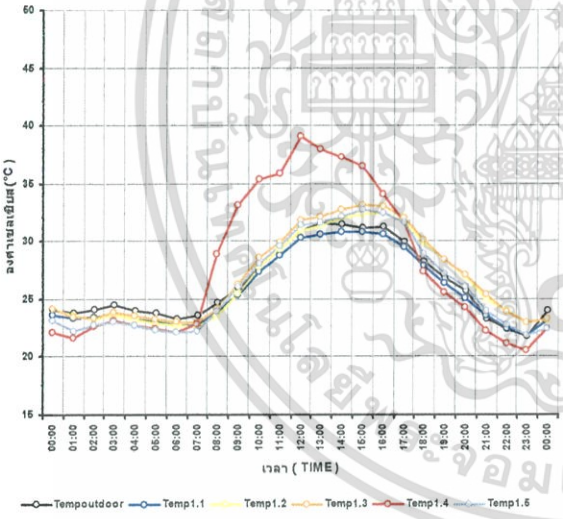
การทดลองที่ 1 สภาวะเปิด ค่าอุณหภูมิ ภายใน หน่วยทดสอบที่ 1
รายชั่วโมง.



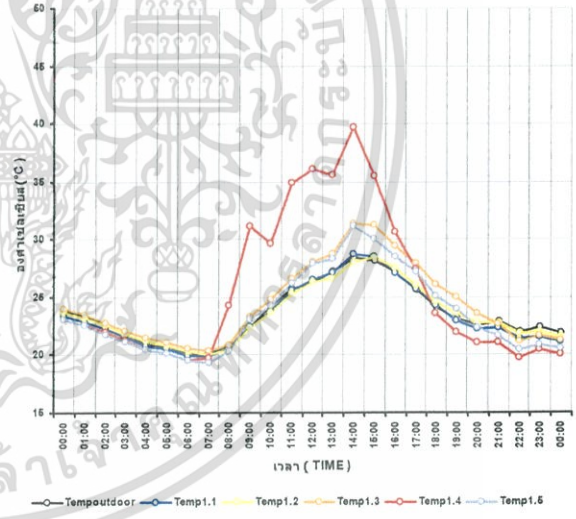

การทดลองที่ 6 สภาวะเปิด ค่าอุณหภูมิ ภายใน หน่วยทดสอบที่ 1
รายชั่วโมง.



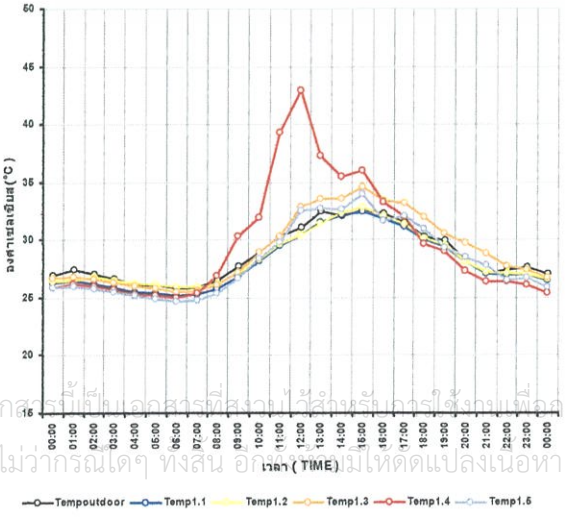

การทดลองที่2 สภาวะเปิด ค่าอุณหภูมิ ภายใน หน่วยทดสอบที่ 1
รายชั่วโมง




การทดลองที่ 8 สภาวะเปิด ค่าอุณหภูมิ ภายใน หน่วยทดสอบที่ 1
รายชั่วโมง



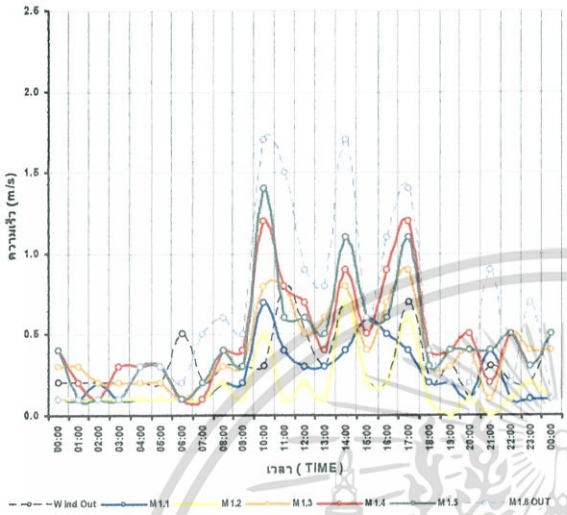

การทดลองที่ 4 สภาวะเปิด ค่าอุณหภูมิ ภายใน หน่วยทดสอบที่ 1
รายชั่วโมง.



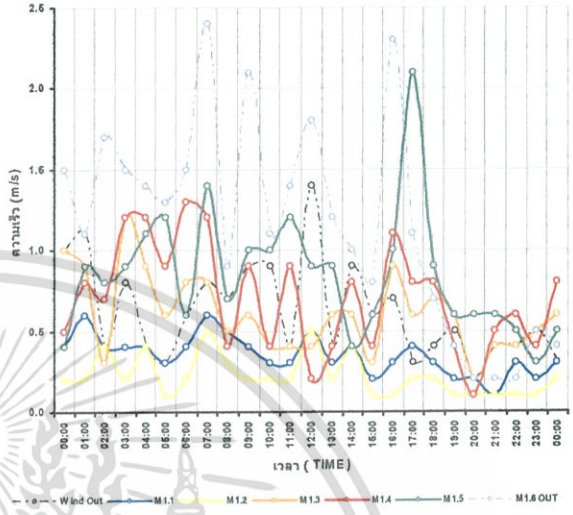

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.11.4 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สภาวะ เปิด ช่องลมเข้า การทดลองที่1 , 2 , 4 , 6 และ 8

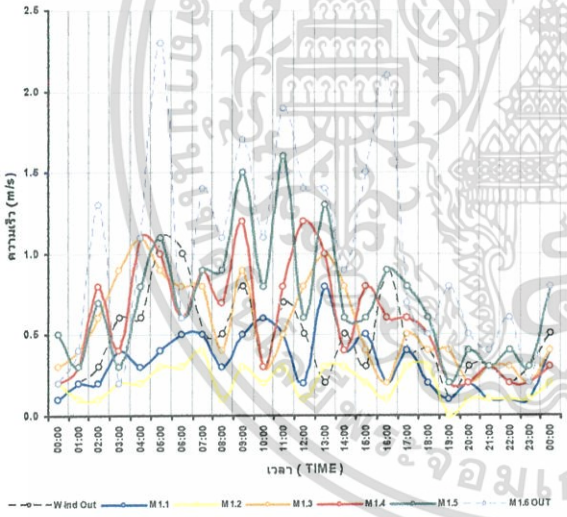
การทดลองที่ 1 สภาวะเปิด ความเร็วลม ภายใน หน่วยทดสอบที่ 1
รายชั่วโมง.



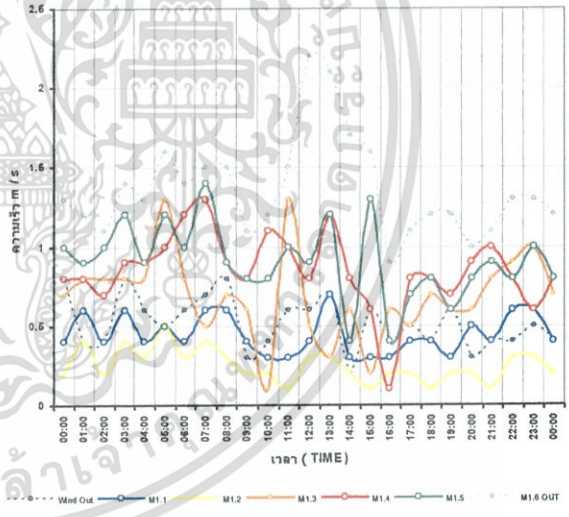

การทดลองที่ 6 สภาวะเปิด ความเร็วลม ภายใน หน่วยทดสอบที่ 1
รายชั่วโมง.



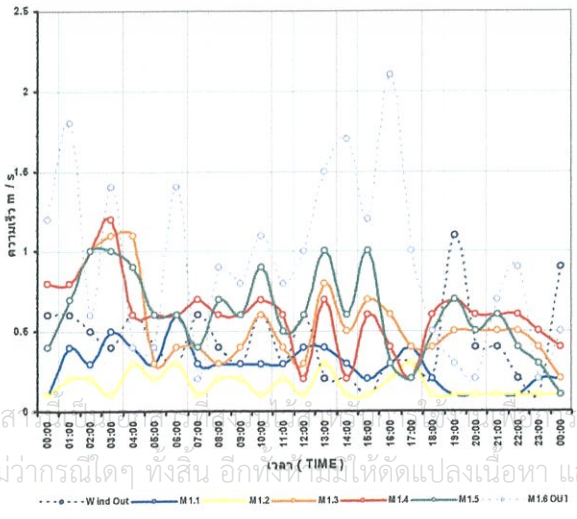

การทดลองที่ 2 สภาวะเปิด ความเร็วลม ภายใน หน่วยทดสอบที่ 1
รายชั่วโมง.




การทดลองที่ 8 สภาพเปิด ความเร็วลม ภายใน หน่วยทดสอบที่ 1
รายชั่วโมง




การทดลองที่ 4 สภาพเปิด ความเร็วลม ภายใน หน่วยทดสอบที่ 1
รายชั่วโมง




เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.11.5 จากกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมของหน่วยทดสอบ1 การทดลองที่ 1 , 2 , 4 , 6 และ 8 ในสภาวะเปิดช่องลมเข้าหน่วยทดสอบวิเคราะห์ได้ว่า**

สภาพหน่วยทดสอบที่ 1 เหมือนกันและปล่องรังสีอาทิตย์ก็เหมือนกัน เป็นตัวเดียวกัน แต่จากกราฟที่เห็น พบว่า กราฟที่ได้มีรูปแบบต่างกัน เนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไปในแต่ละวันต่างกัน แสดงให้เห็นถึงว่าสภาพภูมิอากาศภายนอก ตัวแปร ที่นำมาเปรียบเทียบคือ

ความเข้มรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิภายนอก

ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ความเร็วลมภายนอก

จากกราฟเปรียบเทียบความเข้มรังสีอาทิตย์จะเห็นได้ว่าการทดลองที่ 3 กราฟมีความแปรปรวนมากที่สุด ทำให้อุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบต่ำกว่าเล็กน้อยเกือบใกล้เคียงอีกทั้งในช่วงหลังอุณหภูมิภายในกลับสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกอีกด้วย

ในการทดสอบได้ทำการเทียบอุณหภูมิภายใน หน่วยทดสอบจากประสิทธิภาพของปล่องรังสีอาทิตย์กับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายนอก เห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในของหน่วยทดสอบที่ 1 แต่ละการทดลองจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าไม่มาก คือยิ่งอุณหภูมิภายนอกต่ำ ประสิทธิภาพปล่องรังสีในการทดความร้อนให้อุณหภูมิภายในก็จะลดลงเห็นได้จาก การทดลองที่ 5 สภาวะเปิด ที่อุณหภูมิสูงสุดต่ำกว่า 30 องศา ส่วนการทดลองที่ 1 อุณหภูมิสูงกว่าเกือบถึง 35 องศาจะเห็นถึงความแตกต่างของอุณหภูมิได้มากกว่า

ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกันมากในแต่ละวันมีผลทำให้ประสิทธิภาพการของปล่องรังสีอาทิตย์ดีขึ้นเช่นกัน ดังจะเห็นได้จากการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 จะมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม มากกว่าการทดลองอื่น ซึ่งก็มีผลเนื่องมาจากสภาพอุณหภูมิ และความเข้มรังสีอาทิตย์เช่นกัน

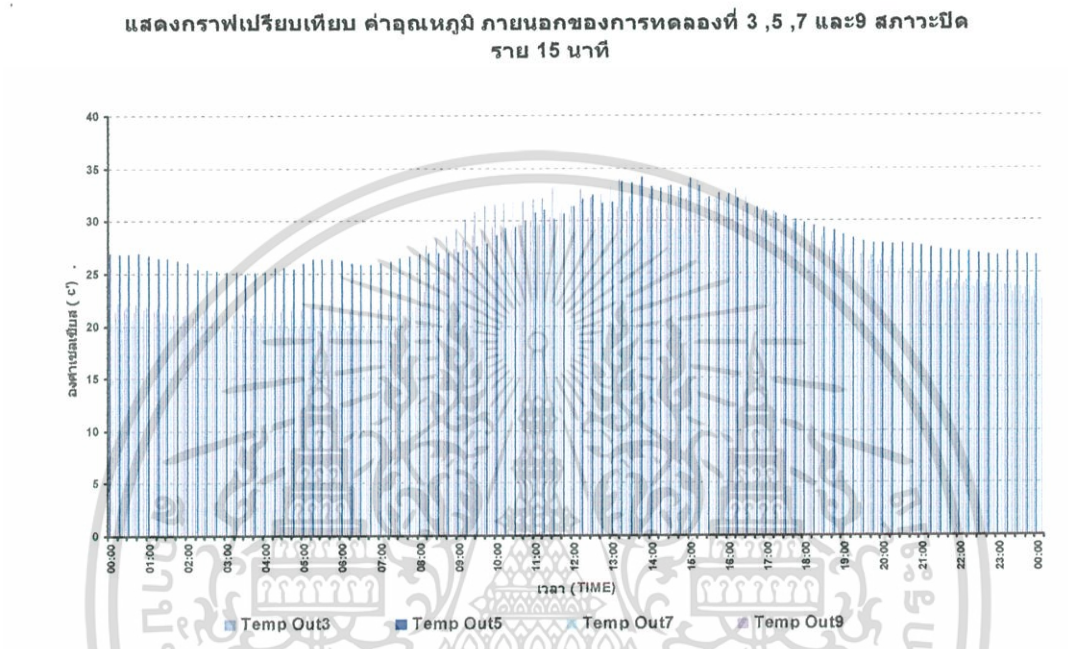
ความเร็วลมมีผลต่อการวิจัยอย่างมากเนื่องจากกราฟลมที่วัดได้ มีลมแรง และมีลมตลอดจึงทำให้การวัดค่าความเร็วลม มีการคลาดเคลื่อนไป แต่แรงลมภายในหน่วยทดสอบก็อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่รบกวนกับผู้อยู่ภายใน เนื่องมาจากการทดลองมีการทำแผ่นบังช่องลมเข้าหน่วยทดสอบไว้ แต่แรงลมมีผลทางออกของปล่องรังสีอาทิตย์ ซึ่งทำให้แรงลมส่วนบน แรงกว่าแรงลมที่อยู่ด้านล่าง

จากการทดลอง นอกจากนี้ยังมีตัวแปรอีกตัวที่มีผลกับปล่องรังสีอาทิตย์คือ สภาพท้องฟ้า เมฆปกคลุมท้องฟ้า มีผลทำให้ปล่องรังสีอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำความร้อนลดลง ดังจะเห็นได้จากกราฟจุด temp 1.4 วัดอุณหภูมิผิวภายในกลางปล่องรังสีอาทิตย์ กราฟจะมีอุณหภูมิ มีการเพิ่ม มีการลดตามสภาพรังสีอาทิตย์ที่มากระทำกับปล่อง ดังจะเห็นได้จาก อุณหภูมิของปล่องในแต่ละจุดที่ทำการวัด ถ้าสภาพท้องฟ้าโล่ง อุณหภูมิของปล่องส่วนใหญ่จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก

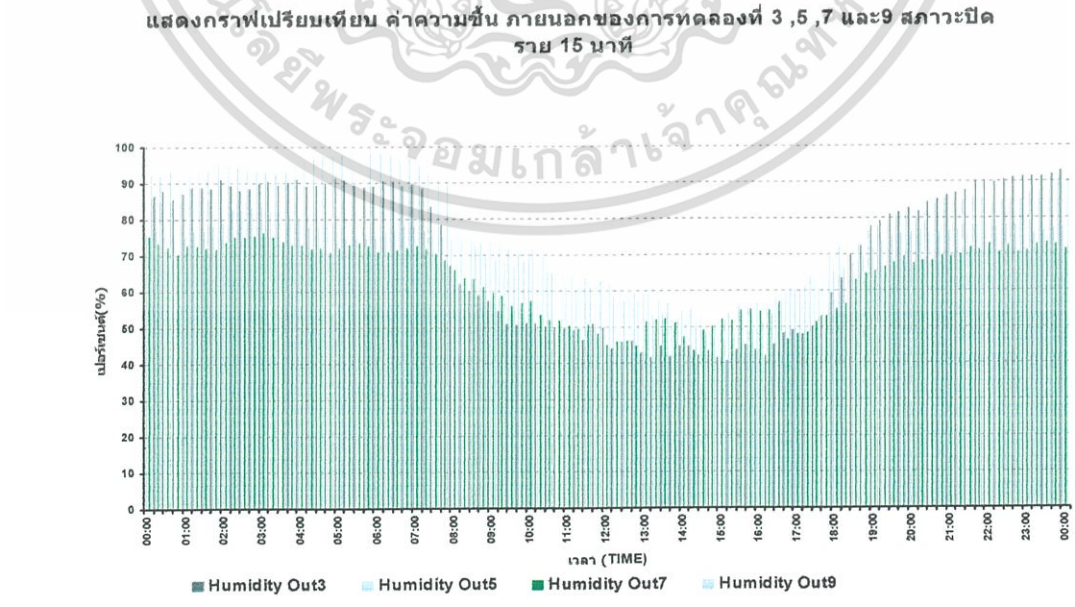
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.12 วิเคราะห์สภาพตัวแปรที่มีผลต่อการทดลอง จากหน่วยทดสอบ 1 ในสภาวะปิด

### 4.12.1 กราฟเปรียบเทียบสภาพภูมิอากาศภายนอก สภาวะปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9

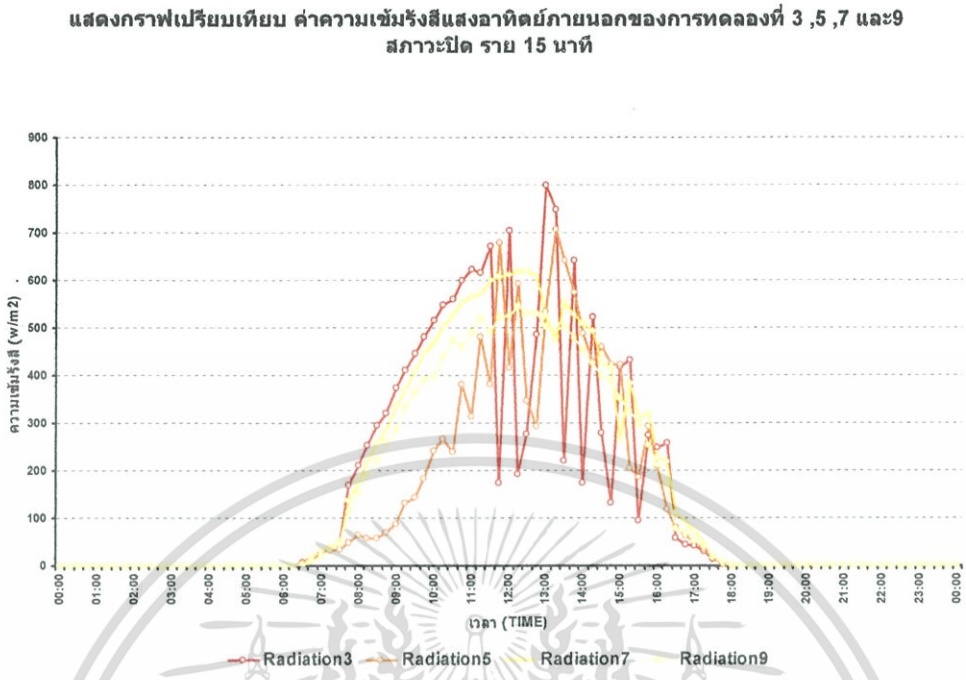



ภาพที่ 4.81 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายนอก สภาวะปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9

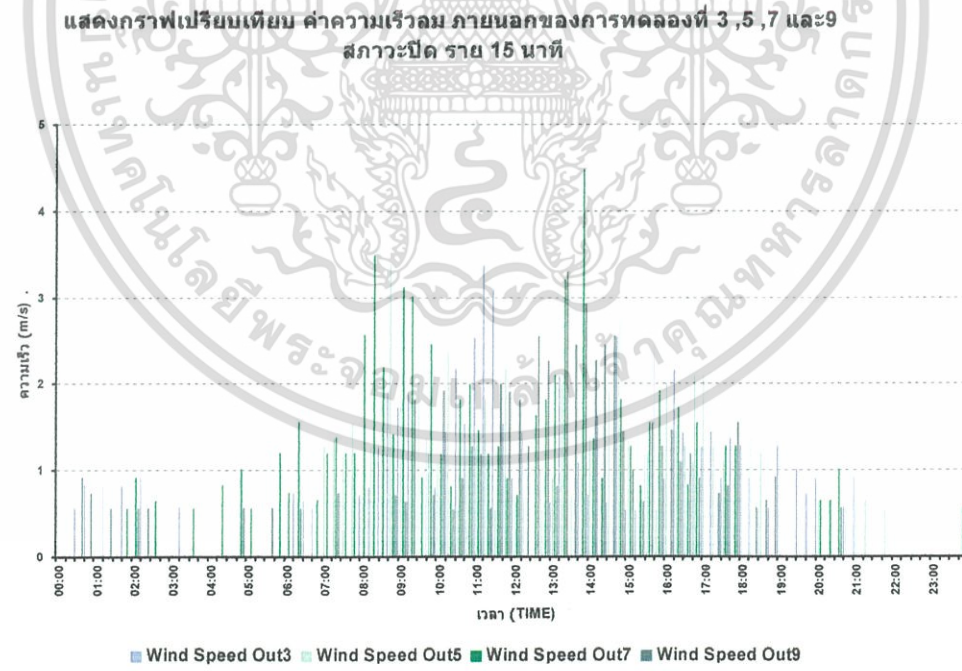



ภาพที่ 4.82 แสดงกราฟเปรียบเทียบความชื้นภายนอก สภาวะปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

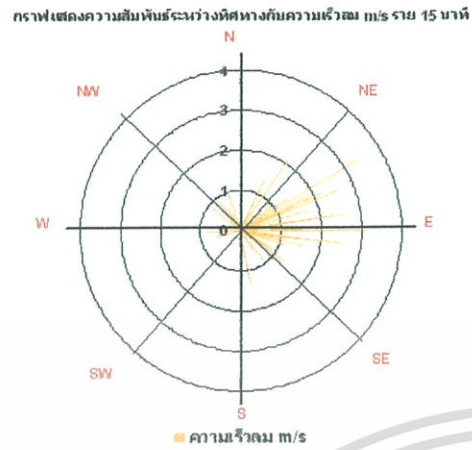



**ภาพที่** 4.83 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเข้มรังสีอาทิตย์ สภาวะปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9

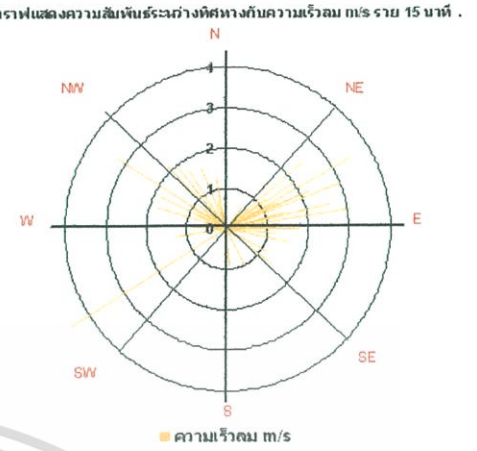



**ภาพที่** 4.84 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายนอกหน่วยทดสอบ1 สภาวะปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9

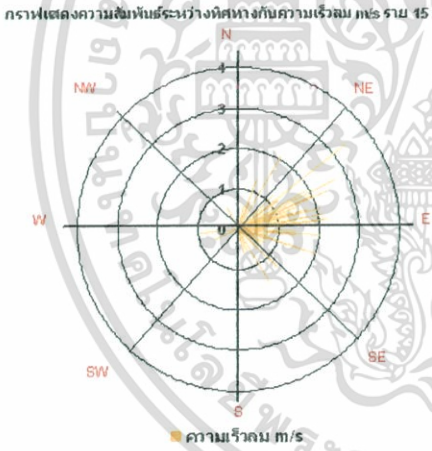
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



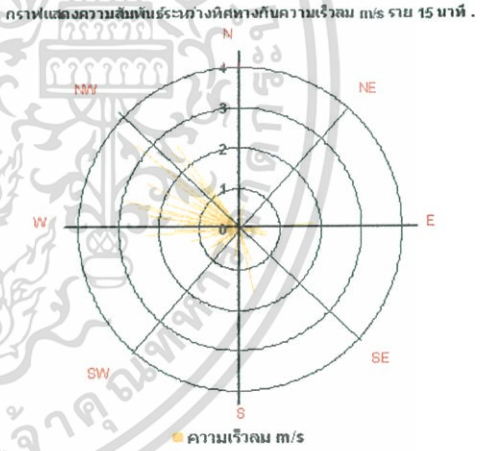

การทดลองที่ 2




การทดลองที่ 4




การทดลองที่ 3

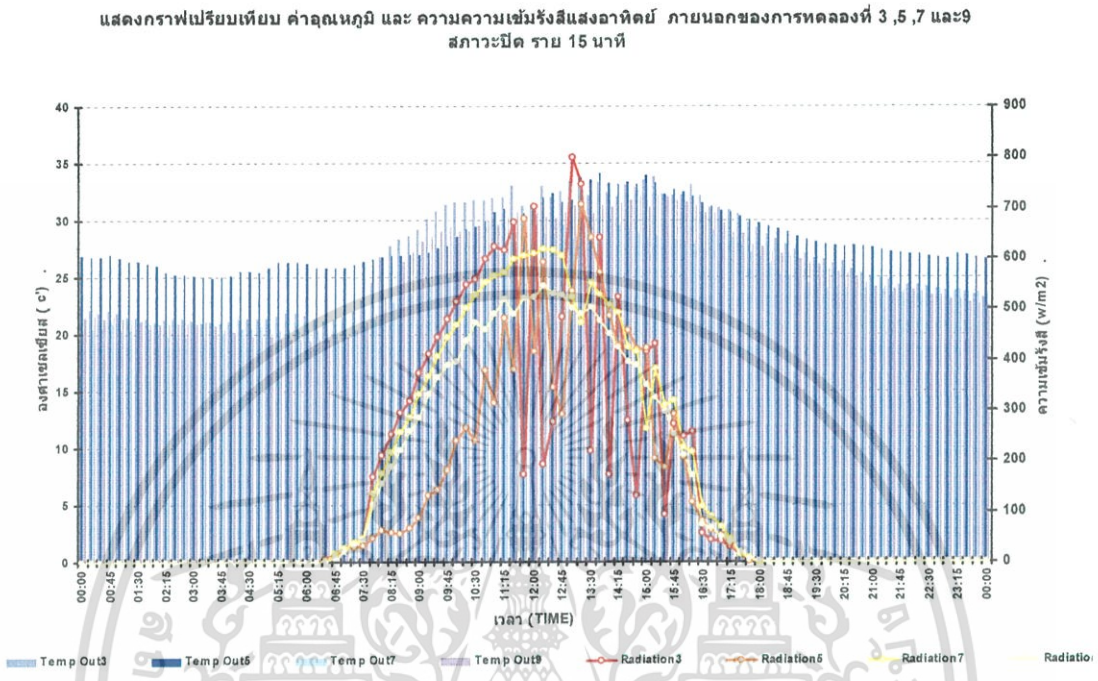



การทดลองที่ 5

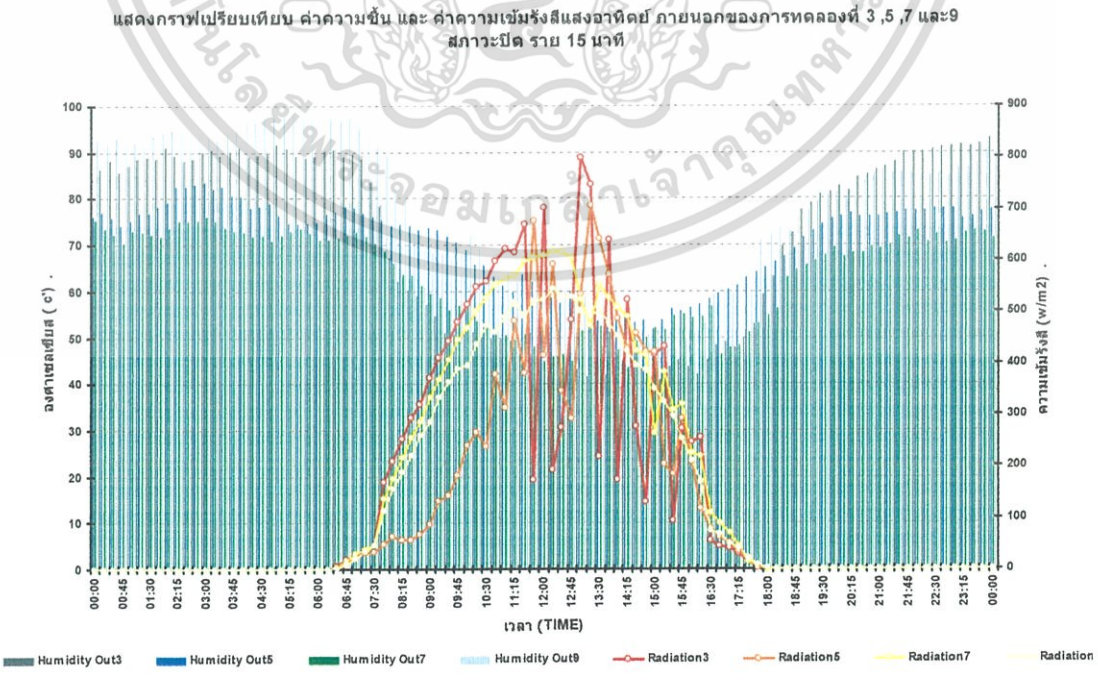
**ภาพที่** 4.85 แสดงกราฟเปรียบเทียบทิศทางลมภายนอก สภาวะปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.12.2 กราฟเปรียบเทียบสภาพภูมิอากาศภายนอก สภาวะปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9

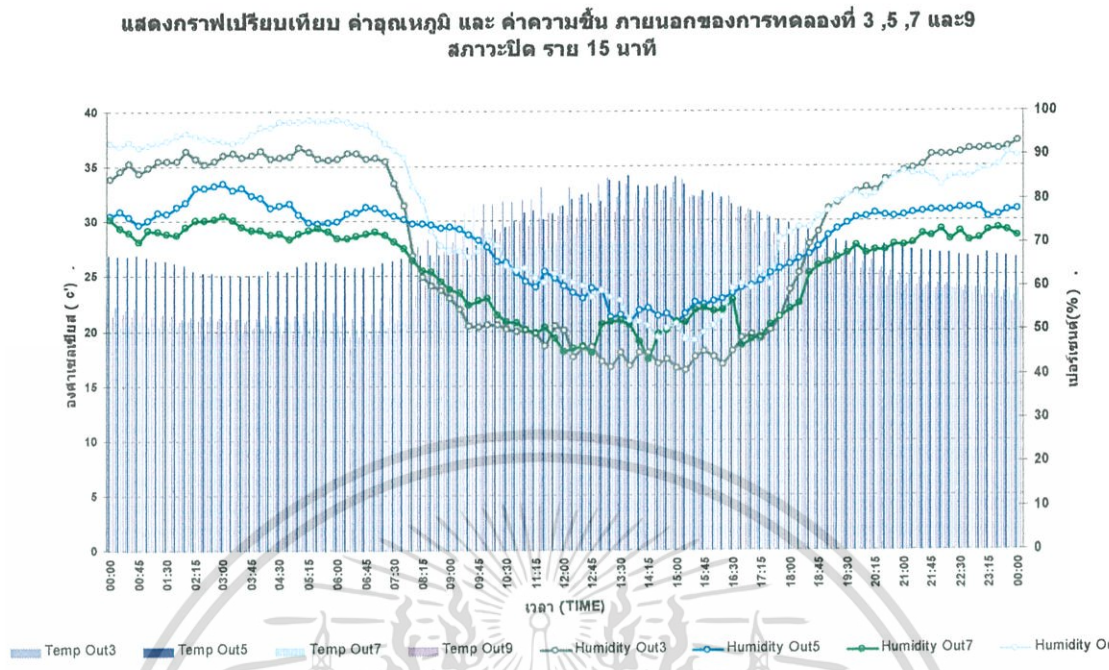



**ภาพที่** 4.86 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิกับความเข้มรังสีอาทิตย์ภายนอกหน่วยทดสอบ 1 สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9




**ภาพที่** 4.87 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิกับความเข้มรังสีอาทิตย์ภายนอกหน่วยทดสอบ 1 สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9

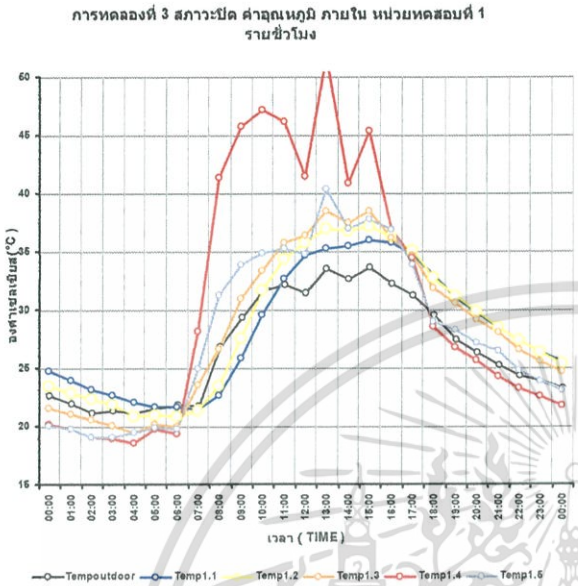
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

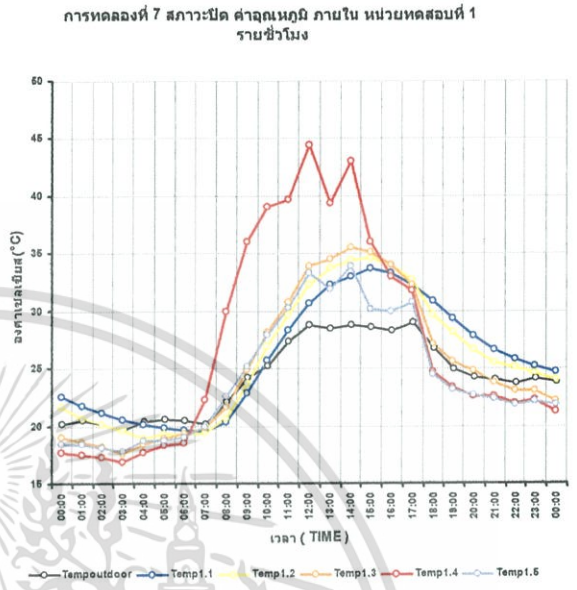


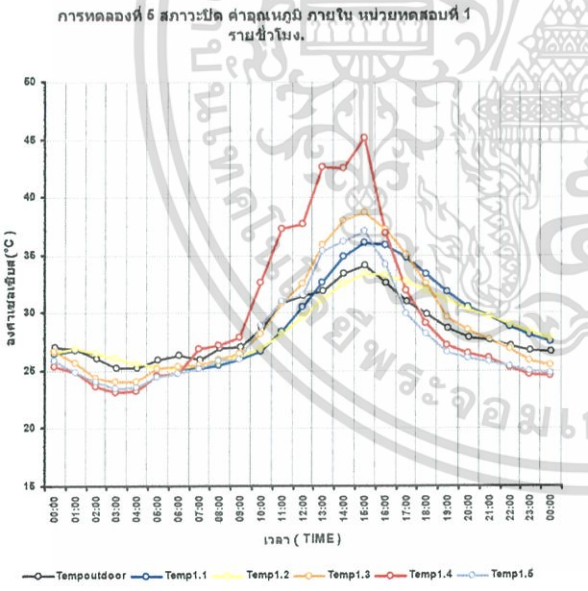

**ภาพที่** 4.88 แสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิกับความเข้มรังสีอาทิตย์ภายนอกหน่วยทดสอบ 1 สภาวะเปิดช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9

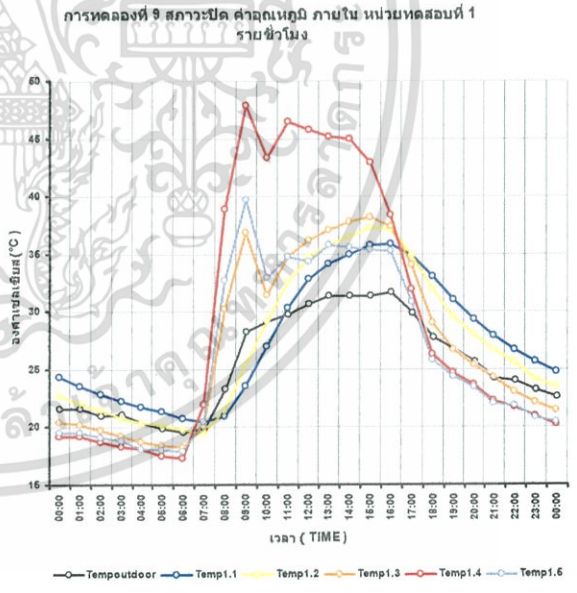
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.12.3 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ 1 และปล่องรังสีอาทิตย์ สภาวะ ปิด ช่องลมเข้าการทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9



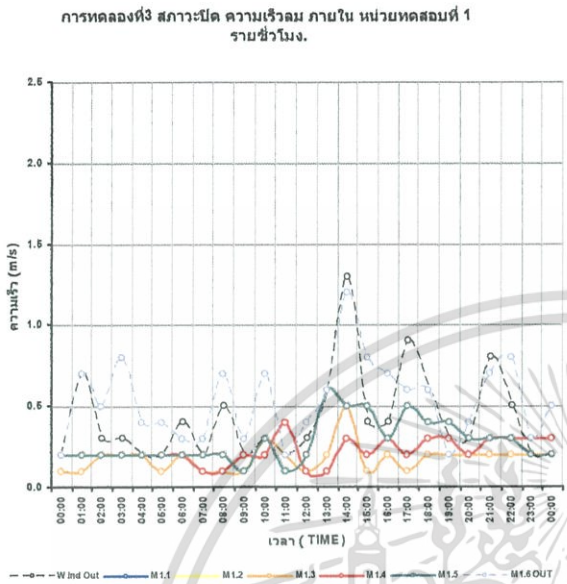



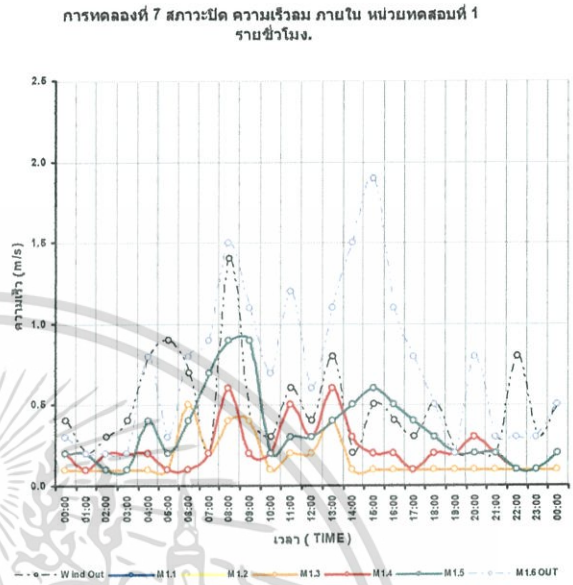



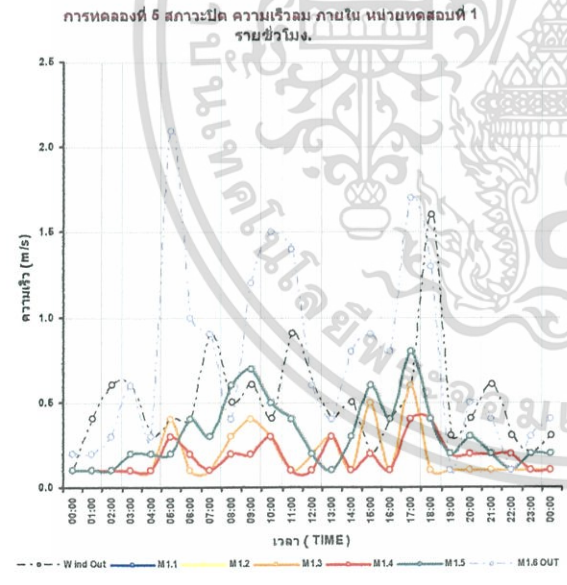



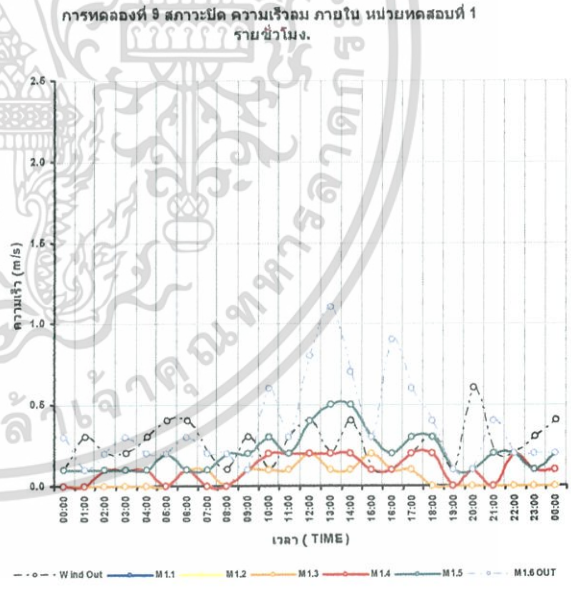

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.12.4 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ1 สภาวะ ปิด ช่องลมเข้า การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.12.5 จากกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมของหน่วยทดสอบ 1 การทดลองที่ 3 , 5 , 7 และ 9 ในสภาวะปิดช่องลมเข้าหน่วยทดสอบ วิเคราะห์ได้ว่า**

สภาพหน่วยทดสอบที่ 1 เหมือนกันและปล่องรังสีอาทิตย์ก็เหมือนกัน เป็นตัวเดียวกัน แต่จากกราฟที่เห็น พบว่า กราฟที่ได้มีรูปแบบต่างกัน เนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไปในแต่ละวันต่างกัน แสดงให้เห็นถึงว่าสภาพภูมิอากาศภายนอก ตัวแปร ที่นำมาเปรียบเทียบคือ

ความเข้มรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิภายนอก

ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ความเร็วลมภายนอก

จากกราฟเปรียบเทียบความเข้มรังสีอาทิตย์จะเห็นได้ว่าการทดลองที่ 2 อุณหภูมิที่จุด temp1.4 สูงกว่าการทดลองอื่น เนื่องจากวันที่ทำการวัดมีความเข้มรังสีสูงมาก แม้สภาพท้องฟ้าจะไม่โปร่งก็ตาม ซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำความร้อนของปล่องรังสีอาทิตย์ดีมากกว่าการทดลองอื่น

ในการทดสอบได้ทำการเทียบอุณหภูมิภายใน หน่วยทดสอบ จากประสิทธิภาพของปล่องรังสีอาทิตย์กับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายนอก เห็นได้ว่าอุณหภูมิภายใน ของหน่วยทดสอบที่ 1 และ 2 มีอุณหภูมิสูงเกือบ 35 องศาในช่วงเวลากลางวัน แต่อุณหภูมิภายในของการทดลองที่ 2 กลับต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกได้ในช่วงเวลาที่น้อยกว่า การทดลองที่ 3 รวมถึงการทดลองแบบอื่นด้วยเนื่องมาจากอุณหภูมิในตอนกลางคืน การทดลองที่ 3 สูงกว่า 25 องศา แต่การทดลองอื่นต่ำกว่า 25 องศาทั้งหมด อุณหภูมิในช่วงกลางคืนมีผลต่อประสิทธิภาพการปล่องรังสีอาทิตย์เช่นกัน

ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกันมากในแต่ละวันมีผล ทำให้ประสิทธิภาพการของปล่องรังสีอาทิตย์ดี ขึ้นเช่นกัน ดังจะเห็นได้จากการทดลองที่ 2 และ 5 ที่ปล่องสามารถทำความร้อนได้เร็วและสูงกว่าการทดลองอื่น ซึ่งก็มีผลเนื่องมาจากสภาพอุณหภูมิ และความเข้มรังสีอาทิตย์เช่นกัน

ความเร็วลมมีผลต่อการวิจัยอย่างมากเนื่องจากกราฟลมที่วัดได้ มีลมแรง และมีลมตลอดแต่ในการทดลองส่วนนี้เป็นระบบปิดช่องลมเข้าหน่วยทดสอบ ทำให้ลมไม่มีผลกระทบด้านลมเข้า แต่มีผลกระทบกับช่องลมออกของปล่องรังสีอาทิตย์ทำให้ทางลมออกปล่องมีลมแรงกว่าส่วนอื่น แต่ไม่มาก

จากการทดลอง นอกจากนี้ยังมีตัวแปรอีกตัวที่มีผลกับปล่องรังสีอาทิตย์คือ สภาพท้องฟ้าเมฆปกคลุมท้องฟ้า มีผลทำให้ปล่องรังสีอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำความร้อนลดลง ดังจะเห็นได้จากกราฟจุด temp 1.4 วัดอุณหภูมิผิวภายในกลางปล่องรังสีอาทิตย์ กราฟจะมีอุณหภูมิ มีการเพิ่มมีการลดตามสภาพรังสีอาทิตย์ที่มากระทำกับปล่อง ดังจะเห็นได้จาก การทดลองที่ 5 แม้ความเข้มรังสีอาทิตย์น้อยกว่าการทดลองอื่นแต่ อุณหภูมิผิวกลางของปล่องสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบของปล่องรังสีอาทิตย์ เพื่อหาความเป็นไปได้ในการใช้วิธีการเหนี่ยวนำอากาศให้เกิดการลดอุณหภูมิ และก่อให้เกิดการระบายอากาศ โดยมีความเร็วลมเป็นตัวช่วยในการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับ ภายในที่พักอาศัย พบว่าอิทธิพลที่ทำให้ปล่องรังสีมีอุณหภูมิสูง คือ รังสีความร้อนที่เกิดจากแสงอาทิตย์ อุณหภูมิสภาพแวดล้อม ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมจากการพิจารณาสรุปผลการทดลองพบว่า การศึกษารูปแบบของปล่องรังสีอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่สุด โดยการศึกษารูปแบบและทดสอบสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 **ผลสรุปการทดลองด้านอุณหภูมิและความเร็วลมในสภาวะเปิด ในการเปรียบเทียบช่องเปิดลมเข้าหน่วยทดสอบแบบหน้าต่างและแบบประตู**

เปรียบเทียบผลของความต่างของช่องเปิดลมเข้าแบบหน้าต่างกับแบบประตู โดยที่ปล่องรังสีอาทิตย์เหมือนกัน ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลาง คืน ช่องลมเข้าแบบหน้าต่าง จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า ช่องลมเข้าแบบประตู ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางวัน ช่องลมเข้าแบบหน้าต่าง จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่าช่องลมเข้าแบบประตู ต่างกัน 0.5 °c เนื่องมาจากช่องลมเข้าแบบหน้าต่างมีขนาดน้อยกว่าช่องลมเข้าแบบประตู ทำให้อากาศร้อนจากภายนอกเข้ามาภายในได้น้อย และทำให้ปล่องรังสีอาทิตย์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จึงเหมาะสมกับในกรณีที่ บ้านไม่สามารถเปิดช่องเปิดให้ลมเข้ามาภายในบ้านได้มากโดยเฉพาะบ้านที่อยู่ในเมือง ชุมชนหนาแน่น ความเร็วลมภายในก็น้อยกว่า โดยที่ความเร็วลมภายในอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 0 - 0.25m/s ไม่รู้ว่ามีลมมาปะทะหรือสังเกตได้

5.1.2 **ผลสรุปการทดลองด้านอุณหภูมิและความเร็วลมในสภาวะเปิดและปิด ในการเปรียบเทียบความสูงของปล่อง 1.50 เมตร มีความสูงที่รับรังสีอาทิตย์ 1.00 เมตร กับความสูงของปล่อง 2.00 เมตร มีความสูงที่รับรังสีอาทิตย์ 1.50 เมตร**

เปรียบเทียบผลของความต่างของความสูงของปล่องรังสีอาทิตย์ยาว 1.50 เมตร มีความสูงในการรับรังสีอาทิตย์ 1.00 เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีอาทิตย์ 0.47 เมตร$^2$ กับ ปล่องรังสีอาทิตย์ยาว 2.00เมตร มีความสูงในการรับรังสีอาทิตย์ 1.50เมตร มีพื้นที่ในการรับรังสีอาทิตย์ 0.71m$^2$ ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางคืน ปล่องสูง 1.50เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า ปล่องสูง 2.00 เมตร ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางวัน

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปล่องสูง 1.50เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า ปล่องสูง 2.00เมตร ต่างกัน 0.51 °c ความเร็วลมภายในก็น้อยกว่า โดยที่ความเร็วลมภายในอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 0.25-0.50 m/s ร่างกายรู้สึกสบายโดยไม่รู้ว่ามีลมมาปะทะ และการเปรียบเทียบ แบบ CLOSE ช่องลมเข้า ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางคืน ปล่องสูง 1.50 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า ปล่องสูง 2.00 เมตร แต่ช่วงกลางวัน ปล่องสูง 2.00 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า ปล่องสูง 1.50 เมตร เฉลี่ย 0.26 °c

**5.1.3 ผลสรุปการทดลองด้านอุณหภูมิและความเร็วลมในสภาวะเปิดและปิด ในการเปรียบเทียบความสูงของปล่อง 1.50 เมตร มีความสูงที่รับรังสีอาทิตย์ 1.00 เมตร กับความสูงของปล่อง 1.00 เมตร มีความสูงที่รับรังสีอาทิตย์ 0.50 เมตร**

เปรียบเทียบผลของความต่างของความสูงของปล่องที่มีพื้นที่รับรังสีอาทิตย์ 0.47 $m^2$ สูง 1.50 เมตร ของหน่วยทดสอบ1 กับความสูงของปล่องที่มีพื้นที่รับรังสีอาทิตย์ 0.24 $m^2$ สูง 0.50 เมตร ของหน่วยทดสอบ2 ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางคืน ปล่องสูง 1.50 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า ปล่องสูง 1.00เมตร ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางวัน ปล่องสูง 1.50 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่าปล่องสูง 1.00 เมตร ต่างกันเฉลี่ย 0.36 °c

ความเร็วลมภายในก็น้อยกว่าในช่วงเวลากลางวัน โดยที่ความเร็วลมภายในอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 0.25 - 0.50 m/s ร่างกายรู้สึกสบายโดยไม่รู้ว่ามีลมมาปะทะ และการเปรียบเทียบแบบ CLOSE ช่องลมเข้า ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางคืน ปล่องสูง 1.50 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า ปล่องสูง 1.00 เมตร แต่ช่วงกลางวัน ปล่องสูง 1.00 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า ปล่องสูง 1.00 เมตร เฉลี่ย 0.08 °c ซึ่งไม่ต่างกันมาก

**5.1.4 ผลสรุปการทดลองด้านอุณหภูมิและความเร็วลมในสภาวะเปิดและปิด ในการเปรียบเทียบรูปทรงช่องลมเข้าออกของปล่องรังสีอาทิตย์ แบบวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร กับ แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส 0.15 x 0.15 เมตร**

ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบปล่องรังสีอาทิตย์ แบบเปิดช่องลมเข้าช่วงกลางคืน แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า สี่เหลี่ยมจัตุรัส 0.15 x 0.15 เมตร แม้ช่วงหลังจะสูงกว่าแต่ใกล้เคียงกันมาก ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางวัน แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า สี่เหลี่ยมจัตุรัส 0.15 x 0.15 เมตร ต่างกันเฉลี่ย 0.26 °c ทางเข้าออกปล่องเป็นสี่เหลี่ยม มีพื้นที่ในการรับรังสีอาทิตย์ 0.6 $m^2$ ในสภาวะปกติ แต่ปล่องแบบสี่เหลี่ยมทำความร้อนได้ดีกว่า แบบวงกลมเนื่องมาจากพื้นที่ได้รับรังสีอาทิตย์มีมากกว่า แต่การไหลของอากาศภายในปล่องแบบกลมไหลได้ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์โดยรวม ตามจุดที่วัดต่างๆ ในช่วงเวลากลางคืน แบบทดสอบแบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร มีแรงลมน้อยกว่า แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส 0.15x0.15 เมตร แต่ในช่วงเวลากลางวัน แบบทดสอบหน่วยทดสอบ1 มีแรงลมมากกว่า แบบทดสอบหน่วยทดสอบ2

การเปรียบเทียบ แบบ CLOSE ช่องลมเข้า ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางคืน ปล่องสูง 1.50 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า ปล่องสูง 1.00 เมตร แต่ช่วงกลางวัน ปล่องสูง 1.00 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า ปล่องสูง 1.00 เมตร เฉลี่ย 0.08 °c ซึ่งไม่ต่างกันมาก ทางเข้าออกปล่องเป็นสี่เหลี่ยม มีพื้นที่ในการรับรังสีอาทิตย์ 0.6 $m^2$ ในสภาวะปิดช่องลมเข้าแต่ใกล้เคียงกันมาก แต่ปล่องแบบสี่เหลี่ยมทำความร้อนที่ผิวได้ดีกว่า แบบวงกลมเนื่องมาจากพื้นที่ได้รับรังสีอาทิตย์มีมากกว่า แต่กลางปล่องแบบวงกลมทำความร้อนได้ดีกว่า

**5.1.5 ผลสรุปการทดลองด้านอุณหภูมิและความเร็วลมในสภาวะเปิดและปิด ในการเปรียบเทียบขนาดช่องลมเข้าออกของปล่องรังสีอาทิตย์ แบบวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร กับแบบวงกลมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง0.30เมตร**

ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบปล่องรังสีอาทิตย์ แบบเปิดช่องลมเข้าช่วงกลางคืน แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางวัน แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ต่างกันเฉลี่ย 0.27 °c ปล่องมีพื้นที่มากกว่าทำความร้อนที่ผิวได้สูงกว่า กลางปล่องก็ทำความร้อนได้สูงกว่าแต่ทางเข้าอุณหภูมิต่ำกว่า

แบบทดสอบหน่วยทดสอบ 1 แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร โดยรวมมีความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบน้อยกว่าแบบทดสอบหน่วยทดสอบ 2 แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ทั้งกลางวันและกลางคืนแต่ใกล้เคียงกัน ส่วนความเร็วลมภายในปล่องรังสีอาทิตย์กลางคืนน้อยกว่า แต่กลางวันแบบทดสอบหน่วยทดสอบ1แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร แรงลมกว่าแบบหน่วยทดสอบ 2 แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร โดยที่ความเร็วลมภายในอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 0.25-0.50 m/s ร่างกายรู้สึกสบายโดยไม่รู้ว่ามีลมมาปะทะ

การเปรียบเทียบแบบ CLOSE ช่องลมเข้า ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันช่วงกลางคืน แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร แต่ทั้งในช่วงแรกและช่วงหลัง ทั้งสองไม่สามารถทำให้อุณหภูมิภายในต่ำกว่าภายนอกได้เลย ในกรณีที่ปิดช่องลมเข้า แต่ช่วงกลางวัน แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่า แบบวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.30 เมตร เฉลี่ย 0.15 °c ซึ่งไม่ต่างกันมาก แต่ทั้งสองไม่สามารถทำให้อุณหภูมิภายในลดต่ำกว่าภายนอกได้ตลอด ในกรณีที่ปิดช่องลมเข้า

**5.1.6 ผลสรุปการวิเคราะห์ตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอก บริเวณสถานที่ทำการทดสอบปล่องรังสีอาทิตย์**

เนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไปในแต่ละวันต่างกัน แสดงให้เห็นถึงว่าสภาพภูมิอากาศภายนอก ตัวแปร ที่นำมาเปรียบเทียบคือ

ความเข้มรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิภายนอก

ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ความเร็วลมภายนอก

อีกตัวแปรที่มีผลกระทบกับปล่องรังสีอาทิตย์ในการทดสอบทำให้ปล่องทำความร้อนได้ลดลงเมื่อมีเมฆมาบังเงา ทำให้รังสีอาทิตย์ไม่กระทบกับผิวปล่อง คือ สภาพท้องฟ้าซึ่งได้มีการแบ่งลักษณะสภาพท้องฟ้าออกเป็น 3 ลักษณะคือ ท้องฟ้าโปร่งมีเมฆ 0-30% ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วนมีเมฆ 40-70% จากข้อมูลสภาพท้องฟ้าส่วนใหญ่ในประเทศไทยเป็นลักษณะนี้ ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมมากมีเมฆ 80% ขึ้นไปเห็นได้จากการทดสอบที่3แบบเปิดช่องลมเข้ามีเมฆปกคลุมมากทำให้ช่วยหลังเที่ยงประสิทธิภาพ การทำความร้อนของปล่องลดลงอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองจึงสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก

ถ้าอุณหภูมิสูง จะทำให้ประสิทธิภาพของปล่องรังสีอาทิตย์ดีมากขึ้น โดยที่อุณหภูมิต่ำสุดควรจะมากกว่า 25 องศาเซลเซียส อีกทั้งความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลากลางวันกับกลางคืนต่างกันมาก ก็มีผลทำให้ประสิทธิภาพของปล่องรังสีอาทิตย์ดีมากขึ้นเช่นกัน

จากการทดสอบช่องเปิด ปล่องรังสีอาทิตย์เหมาะสำหรับช่องเปิดน้อย แต่ถ้าปิดช่องเปิดลมเข้าหมด ประสิทธิภาพของปล่องรังสีอาทิตย์จะลดลง ไม่สามารถทำให้อุณหภูมิภายในลดต่ำกว่าภายนอกได้ตลอดในช่วงเวลากลางวัน

## 5.2 ปัญหาที่พบและความไม่สมบูรณ์ในการวิจัย

เนื่องจากการวิจัยศึกษาประสิทธิภาพของปล่องรังสีอาทิตย์ ที่เหมาะสมที่สุดควรอยู่ในสภาพภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิสูง ในฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหาสภาพแวดล้อมเกินขอบเขตสภาวะน่าสบายของประเทศไทย ปัญหาที่เกิดในทำการวิจัยนี้ต้องทำการทดลองในช่วงอุณหภูมิไม่สูงมาก จึงเปรียบเทียบได้เฉพาะในช่วงฤดูหนาวเท่านั้น เนื่องมาจากด้านเวลา อุปกรณ์และสถานที่ จำกัด ปัญหาจากสภาพพื้นที่ทำการทดลองมีลมแรง ต้องมีการป้องกันแรงลมภายนอกด้วยการสร้างฉากมาบัง ช่องลมเข้าภายในหน่วยทดสอบ แต่ก็ยังมีลมที่ผ่านเข้ามาทำให้ผลการทดลองในด้านความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบ และภายในปล่องรังสีอาทิตย์มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคลาดเคลื่อน ผันผวนมาก เพราะการวิจัยต้องการ แก้ไขปัญหาที่พักอาศัยในสภาพที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแรงลมภายนอกได้ หรือลมภายนอกน้อย ปัญหาในด้านอุปกรณ์การวัดความเร็วลมที่ไม่สามารถวัดตามจุดต่าง โดยใช้การบันทึกอัตโนมัติได้ จึงต้องมีการใช้คนทำการวัด ซึ่งมีผลต่อการวัดทำให้ค่าที่ออกมามีการคลาดเคลื่อนได้

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยศึกษาหารูปแบบที่เหมาะสมของปล่องรังสีอาทิตย์ ในวิจัยฉบับนี้ได้ทำการทดลองในสภาวะอุณหภูมิต่ำ ช่วงเข้าฤดูหนาวแต่ฤดูหนาวของไทยจากที่ทำการวิจัยบางวันก็อุณหภูมิสูงเกือบถึง 35 องศาเซลเซียส งานวิจัยต่อไปควรวิจัยในสภาพที่ภูมิอากาศมีอุณหภูมิสูงในฤดูร้อนเพื่อเป็นการเปรียบเทียบ และเป็นข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างในด้านประสิทธิภาพของปล่องรังสีอาทิตย์ต่อไป

การวิจัยควรศึกษาทดลองในสภาวะที่มีการควบคุมแรงลม และสภาพความเข้มของรังสีอาทิตย์ หรืออุณหภูมิได้ จะทำให้ผลการทดลองที่ได้มีค่าที่แน่นอน กว่าในการทดสอบในสภาวะแวดล้อมที่ ควบคุมได้ยาก

การวิจัยควรศึกษาทดสอบหารูปแบบอื่นๆ ตัวแปรอื่นๆ ในการหาประสิทธิภาพที่เหมาะสมของปล่องรังสีอาทิตย์ทำการเปรียบเทียบวิเคราะห์ เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการใช้งานกับบ้านพักอาศัยที่ดีที่สุด อย่างแท้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


[1] สมสิทธิ์ นิตยะ. 2514. **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[2] ตรึงใจ บูรณะสมภพ. 2514. **การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์.

[3] สุนทร บุญญาธิการ. 2542. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า**, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[4] ธนิต จินดาวณิค. 2540. **สถาปัตยกรรมและเทคโนโลยี** , กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[5] คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542. รายงานความก้าวหน้า ฉบับที่1 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ , กรุงเทพฯ.

[6] ไพศาล จันเตยูร. 2539. CLIMATE DESIGN in tropical housing & building, คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาคโยธา , มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[7] มาลินี ศรีสุวรรณ. 2543. การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสลมกับการเจาะช่องเปิดที่ผนังอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้นในประเทศไทย, กรุงเทพฯ , คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปกร : บริษัท j.Print .

[8] ศุภลักษณ์ ใจเรือง. 2542. การออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพของหลังคาเพื่อการระบายอากาศและลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร : กรณีศึกษา อาคารบ้านพักอาศัย 2 ชั้น วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเข้าคุณทหารลาดกระบัง.

[9] ผศ.วิเชียร สุวรรณรัตน์ ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเข้าคุณทหารลาดกระบัง ภูมิอากาศวิทยาและการออกแบบสถาปัตยกรรม.

[10] สงกรานต์ อักษร, อากาศวิทยาทั่วไป (กรุงเทพฯ : กองพยากรณ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา 2526) หน้า 5.

[11] ผศ. ธีรมน ไวโรจนกิจ, เอกสารประกอบการสอนปริญญาโท สถาปัตยกรรมเขตร้อน, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ , สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[12] สมาคมสภาปนิกสยาม, สร้างสรรค์ อาคารสบาย , กรุงเทพฯ , ห้างหุ้นส่วนจำกัดอุดมศึกษา , 2547

[13] Ajibola, 1997, " Ventilation of Spaces in a Warm, Humid Climate – Case Study of Some Housing Types, "Renewable – Energy, Vol. 10 , No. 1 , pp. 61 – 70.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[14] Awbi , H.B., 1994, Design Consideration For Naturally Ventilated Buildings, Renewable Energy , Vol. 5,pt.2,pp.1081-1090

[15] Awbi, H.B., 1991, Ventilation of Buildings. Spon , London.

[16] Bansal, N.K.,1993, "Solar Chimney for Enhan Stack Ventilation" Building and Environment, Vol.28,No.3,pp.373-377

[17] Givoni,B., 1976, Man Climate and Architecture , London, U.K.., Applied Science Publishers Ltd., pp. 289 – 306.

[18] Givoni,B , 1998, Climate considerations in building and urban design , U.S.A ,

[19] Givoni,B, 1994, Passive and low energy cooling of building , U.S.A. ,

[20] Olgyay,V 1992, Design with Climate , 2nd ed, New York : Van Nostrand Reinhold.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความเร็วลม
กับทิศทางลมของสภาพภูมิอากาศภายนอกราย 15 นาที ในการทดสอบเปรียบเทียบ
ปล่องรังสีอาทิตย์ ในสภาวะปกติ แบบเปิดช่องให้ลมเข้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก.1** แบบทดสอบที่ 1 OUTDOOR สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 1

| | Description | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 1120 | 2234 | 2234 | 2236 | 2236 |
| | Sensor: | Voltage 0(-100).100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| | Unit: | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| | Mean | 146.53 | 27.71 | 59.43 | 0.50 | |
| | Max | 563.10 | 34.85 | 80.96 | 3.83 | |
| | Min | 0.08 | 21.03 | 35.20 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temp Out | Humidity Out | Wind Speed Out | Wind Direction Out |
| 0 | 28.11.2003 00:00:00 | 0.15 | 23.90 | 80.96 | 0 | 0 |
| 1 | 28.11.2003 00:15:00 | 0.15 | 23.73 | 81.43 | 0 | 0 |
| 2 | 28.11.2003 00:30:00 | 0.15 | 23.73 | 79.04 | 0 | 0 |
| 3 | 28.11.2003 00:45:00 | 0.15 | 23.65 | 78.33 | 0 | 0 |
| 4 | 28.11.2003 01:00:00 | 0.15 | 23.69 | 75.78 | 0 | 0 |
| 5 | 28.11.2003 01:15:00 | 0.14 | 24.06 | 70.87 | 0 | 0 |
| 6 | 28.11.2003 01:30:00 | 0.15 | 23.32 | 75.31 | 0.83 | 103 |
| 7 | 28.11.2003 01:45:00 | 0.15 | 23.34 | 73.82 | 0 | 0 |
| 8 | 28.11.2003 02:00:00 | 0.17 | 22.87 | 74.73 | 0 | 0 |
| 9 | 28.11.2003 02:15:00 | 0.14 | 22.81 | 72.98 | 0 | 0 |
| 10 | 28.11.2003 02:30:00 | 0.15 | 22.93 | 73.07 | 0 | 0 |
| 11 | 28.11.2003 02:45:00 | 0.15 | 23.03 | 71.32 | 0 | 0 |
| 12 | 28.11.2003 03:00:00 | 0.14 | 22.77 | 71.61 | 0 | 0 |
| 13 | 28.11.2003 03:15:00 | 0.15 | 22.44 | 75.00 | 0 | 0 |
| 14 | 28.11.2003 03:30:00 | 0.14 | 22.22 | 76.41 | 0.57 | 359 |
| 15 | 28.11.2003 03:45:00 | 0.15 | 22.09 | 76.20 | 0.57 | 276 |
| 16 | 28.11.2003 04:00:00 | 0.15 | 21.44 | 79.46 | 0 | 0 |
| 17 | 28.11.2003 04:15:00 | 0.14 | 21.64 | 77.52 | 0 | 0 |
| 18 | 28.11.2003 04:30:00 | 0.15 | 21.17 | 80.68 | 0 | 0 |
| 19 | 28.11.2003 04:45:00 | 0.17 | 21.39 | 79.09 | 0 | 0 |
| 20 | 28.11.2003 05:00:00 | 0.15 | 21.43 | 79.26 | 0 | 0 |
| 21 | 28.11.2003 05:15:00 | 0.17 | 21.30 | 77.70 | 0 | 0 |
| 22 | 28.11.2003 05:30:00 | 0.15 | 20.93 | 79.95 | 0 | 0 |
| 23 | 28.11.2003 05:45:00 | 0.17 | 21.05 | 79.12 | 0 | 0 |
| 24 | 28.11.2003 06:00:00 | 0.15 | 21.03 | 78.73 | 0 | 0 |
| 25 | 28.11.2003 06:15:00 | 0.15 | 20.92 | 79.51 | 0 | 0 |
| 26 | 28.11.2003 06:30:00 | 0.58 | 21.11 | 79.32 | 0.57 | 237 |
| 27 | 28.11.2003 06:45:00 | 4.88 | 20.68 | 79.13 | 0 | 0 |
| 28 | 28.11.2003 07:00:00 | 14.65 | 21.35 | 76.25 | 0 | 0 |
| 29 | 28.11.2003 07:15:00 | 26.71 | 21.82 | 70.74 | 0 | 0 |
| 30 | 28.11.2003 07:30:00 | 37.81 | 22.86 | 68.15 | 0 | 0 |
| 31 | 28.11.2003 07:45:00 | 48.41 | 24.04 | 63.30 | 0 | 0 |
| 32 | 28.11.2003 08:00:00 | 132.91 | 25.91 | 56.10 | 0.65 | 72 |
| 33 | 28.11.2003 08:15:00 | 167.54 | 27.74 | 49.75 | 1.10 | 113 |
| 34 | 28.11.2003 08:30:00 | 206.46 | 28.36 | 46.68 | 1.83 | 34 |
| 35 | 28.11.2003 08:45:00 | 243.50 | 29.24 | 44.45 | 2.83 | 54 |
| 36 | 28.11.2003 09:00:00 | 281.64 | 29.72 | 43.18 | 0.65 | 165 |
| 37 | 28.11.2003 09:15:00 | 317.63 | 30.40 | 41.78 | 2.37 | 68 |
| 38 | 28.11.2003 09:30:00 | 351.56 | 30.75 | 40.34 | 1.45 | 75 |
| 39 | 28.11.2003 09:45:00 | 383.56 | 31.44 | 39.51 | 4.38 | 60 |
| 40 | 28.11.2003 10:00:00 | 416.35 | 31.18 | 40.62 | 0 | 0 |
| 41 | 28.11.2003 10:15:00 | 437.81 | 30.91 | 42.00 | 1.54 | 41 |
| 42 | 28.11.2003 10:30:00 | 465.57 | 31.50 | 41.85 | 0 | 0 |
| 43 | 28.11.2003 10:45:00 | 491.39 | 31.87 | 41.69 | 1.54 | 91 |
| 44 | 28.11.2003 11:00:00 | 514.79 | 32.66 | 39.64 | 3.83 | 68 |
| 45 | 28.11.2003 11:15:00 | 528.79 | 32.65 | 40.76 | 0.55 | 193 |
| 46 | 28.11.2003 11:30:00 | 546.87 | 32.93 | 40.01 | 2.45 | 52 |
| 47 | 28.11.2003 11:45:00 | 553.53 | 33.99 | 37.00 | 1.08 | 103 |
| 48 | 28.11.2003 12:00:00 | 563.10 | 34.38 | 36.16 | 1.09 | 261 |
| 49 | 28.11.2003 12:15:00 | 577.82 | 34.00 | 36.77 | 0 | 0 |
| 50 | 28.11.2003 12:30:00 | 577.18 | 34.40 | 36.49 | 2.54 | 69 |
| 51 | 28.11.2003 12:45:00 | 568.36 | 34.10 | 36.27 | 2.82 | 62 |
| 52 | 28.11.2003 13:00:00 | 555.95 | 34.85 | 35.20 | 0.63 | 139 |
| 53 | 28.11.2003 13:15:00 | 542.43 | 34.29 | 36.54 | 1.72 | 99 |
| 54 | 28.11.2003 13:30:00 | 526.37 | 34.57 | 35.34 | 0.80 | 22 |
| 55 | 28.11.2003 13:45:00 | 508.27 | 35.01 | 34.49 | 0.54 | 115 |
| 56 | 28.11.2003 14:00:00 | 494.78 | 34.51 | 36.16 | 0 | 0 |
| 57 | 28.11.2003 14:15:00 | 466.39 | 34.73 | 35.47 | 0.63 | 238 |
| 58 | 28.11.2003 14:30:00 | 448.49 | 35.13 | 34.80 | 1.36 | 56 |
| 59 | 28.11.2003 14:45:00 | 410.24 | 35.33 | 35.66 | 3.09 | 52 |
| 60 | 28.11.2003 15:00:00 | 368.21 | 34.18 | 37.55 | 1.00 | 300 |
| 61 | 28.11.2003 15:15:00 | 341.58 | 34.73 | 36.73 | 1.17 | 73 |
| 62 | 28.11.2003 15:30:00 | 304.33 | 33.71 | 42.25 | 0.64 | 280 |
| 63 | 28.11.2003 15:45:00 | 266.45 | 33.32 | 43.59 | 1.19 | 303 |
| 64 | 28.11.2003 16:00:00 | 238.63 | 33.57 | 44.43 | 1.63 | 292 |
| 65 | 28.11.2003 16:15:00 | 219.12 | 32.84 | 45.44 | 0 | 0 |
| 66 | 28.11.2003 16:30:00 | 172.50 | 33.01 | 44.24 | 2.01 | 303 |
| 67 | 28.11.2003 16:45:00 | 69.18 | 32.53 | 45.33 | 1.73 | 313 |
| 68 | 28.11.2003 17:00:00 | 77.18 | 31.90 | 48.28 | 0 | 0 |
| 69 | 28.11.2003 17:15:00 | 41.22 | 31.42 | 51.10 | 1.01 | 342 |
| 70 | 28.11.2003 17:30:00 | 26.79 | 31.13 | 51.73 | 1.92 | 304 |
| 71 | 28.11.2003 17:45:00 | 11.98 | 30.80 | 53.08 | 1.29 | 305 |
| 72 | 28.11.2003 18:00:00 | 3.21 | 30.36 | 54.33 | 1.01 | 302 |
| 73 | 28.11.2003 18:15:00 | 0.20 | 30.02 | 54.73 | 0.83 | 318 |
| 74 | 28.11.2003 18:30:00 | 0.08 | 29.78 | 52.88 | 1.11 | 267 |
| 75 | 28.11.2003 18:45:00 | 0.08 | 29.68 | 52.58 | 0.83 | 308 |
| 76 | 28.11.2003 19:00:00 | 0.08 | 29.48 | 53.06 | 0.56 | 325 |
| 77 | 28.11.2003 19:15:00 | 0.09 | 29.05 | 54.82 | 0 | 0 |
| 78 | 28.11.2003 19:30:00 | 0.09 | 28.74 | 55.80 | 0 | 0 |
| 79 | 28.11.2003 19:45:00 | 0.09 | 28.37 | 57.29 | 0.55 | 65 |
| 80 | 28.11.2003 20:00:00 | 0.11 | 27.90 | 59.49 | 0 | 0 |
| 81 | 28.11.2003 20:15:00 | 0.09 | 27.45 | 62.17 | 1.74 | 104 |
| 82 | 28.11.2003 20:30:00 | 0.09 | 27.64 | 60.42 | 0.55 | 74 |
| 83 | 28.11.2003 20:45:00 | 0.09 | 28.41 | 57.52 | 1.46 | 97 |
| 84 | 28.11.2003 21:00:00 | 0.11 | 27.64 | 64.19 | 0.91 | 90 |
| 85 | 28.11.2003 21:15:00 | 0.09 | 27.30 | 67.15 | 0 | 0 |
| 86 | 28.11.2003 21:30:00 | 0.11 | 26.72 | 67.15 | 0.55 | 46 |
| 87 | 28.11.2003 21:45:00 | 0.11 | 26.04 | 69.13 | 0 | 0 |
| 88 | 28.11.2003 22:00:00 | 0.11 | 25.80 | 70.21 | 0 | 0 |
| 89 | 28.11.2003 22:15:00 | 0.11 | 25.54 | 71.99 | 0 | 0 |
| 90 | 28.11.2003 22:30:00 | 0.12 | 25.50 | 72.59 | 0.55 | 58 |
| 91 | 28.11.2003 22:45:00 | 0.12 | 25.79 | 72.05 | 1.10 | 53 |
| 92 | 28.11.2003 23:00:00 | 0.12 | 25.29 | 74.26 | 0.57 | 272 |
| 93 | 28.11.2003 23:15:00 | 0.15 | 25.19 | 74.98 | 0 | 0 |
| 94 | 28.11.2003 23:30:00 | 0.15 | 25.01 | 75.53 | 0 | 0 |
| 95 | 28.11.2003 23:45:00 | 0.14 | 24.94 | 75.62 | 0.56 | 41 |
| 96 | 29.11.2003 00:00:00 | 0.14 | 24.86 | 76.01 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก.2** แบบทดสอบที่ 1 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 1

| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 27.35 | 28.06 | 28.52 | 30.51 | 28.01 |
| | Max | 34.89 | 37.35 | 38.23 | 49.25 | 37.72 |
| | Min | 20.48 | 19.88 | 20.06 | 18.55 | 19.28 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Out |
| 0 | 28.11.2003 00:00:00 | 23.89 | 24.72 | 24.77 | 22.29 | 23.67 |
| 1 | 28.11.2003 00:15:00 | 23.49 | 24.49 | 24.49 | 22.04 | 23.44 |
| 2 | 28.11.2003 00:30:00 | 23.69 | 24.29 | 24.22 | 21.94 | 22.89 |
| 3 | 28.11.2003 00:45:00 | 23.46 | 24.07 | 23.89 | 21.71 | 22.74 |
| 4 | 28.11.2003 01:00:00 | 23.59 | 22.71 | 22.91 | 21.41 | 22.61 |
| 5 | 28.11.2003 01:15:00 | 23.57 | 23.11 | 22.76 | 21.23 | 22.41 |
| 6 | 28.11.2003 01:30:00 | 22.96 | 23.44 | 23.41 | 21.46 | 22.39 |
| 7 | 28.11.2003 01:45:00 | 23.24 | 21.91 | 22.06 | 20.66 | 22.26 |
| 8 | 28.11.2003 02:00:00 | 22.56 | 21.86 | 22.19 | 20.73 | 21.84 |
| 9 | 28.11.2003 02:15:00 | 22.99 | 21.94 | 22.21 | 20.73 | 21.81 |
| 10 | 28.11.2003 02:30:00 | 22.86 | 22.96 | 22.86 | 20.58 | 21.64 |
| 11 | 28.11.2003 02:45:00 | 22.56 | 22.01 | 21.96 | 20.46 | 21.36 |
| 12 | 28.11.2003 03:00:00 | 22.46 | 22.19 | 21.61 | 20.43 | 20.86 |
| 13 | 28.11.2003 03:15:00 | 22.09 | 20.83 | 21.08 | 19.86 | 20.51 |
| 14 | 28.11.2003 03:30:00 | 22.01 | 21.56 | 20.96 | 19.51 | 20.16 |
| 15 | 28.11.2003 03:45:00 | 21.89 | 21.54 | 21.36 | 19.76 | 20.71 |
| 16 | 28.11.2003 04:00:00 | 21.51 | 21.69 | 21.54 | 19.51 | 20.48 |
| 17 | 28.11.2003 04:15:00 | 21.59 | 21.16 | 21.13 | 19.58 | 20.76 |
| 18 | 28.11.2003 04:30:00 | 21.13 | 20.51 | 20.61 | 19.41 | 19.91 |
| 19 | 28.11.2003 04:45:00 | 21.26 | 20.21 | 20.58 | 19.00 | 20.61 |
| 20 | 28.11.2003 05:00:00 | 21.31 | 20.03 | 20.63 | 18.98 | 20.41 |
| 21 | 28.11.2003 05:15:00 | 21.01 | 20.78 | 20.46 | 19.03 | 19.48 |
| 22 | 28.11.2003 05:30:00 | 20.88 | 20.73 | 20.38 | 18.88 | 19.35 |
| 23 | 28.11.2003 05:45:00 | 20.91 | 19.88 | 20.36 | 19.03 | 19.93 |
| 24 | 28.11.2003 06:00:00 | 20.86 | 19.91 | 20.06 | 18.60 | 19.91 |
| 25 | 28.11.2003 06:15:00 | 20.78 | 19.91 | 20.23 | 18.55 | 19.88 |
| 26 | 28.11.2003 06:30:00 | 20.71 | 20.51 | 20.23 | 18.78 | 19.28 |
| 27 | 28.11.2003 06:45:00 | 20.48 | 20.41 | 20.33 | 18.80 | 19.30 |
| 28 | 28.11.2003 07:00:00 | 20.83 | 20.36 | 20.93 | 21.43 | 20.91 |
| 29 | 28.11.2003 07:15:00 | 21.16 | 20.98 | 22.06 | 26.07 | 23.39 |
| 30 | 28.11.2003 07:30:00 | 21.89 | 21.43 | 23.84 | 30.11 | 26.30 |
| 31 | 28.11.2003 07:45:00 | 22.76 | 22.79 | 23.94 | 33.99 | 25.24 |
| 32 | 28.11.2003 08:00:00 | 24.14 | 23.92 | 26.67 | 36.97 | 30.18 |
| 33 | 28.11.2003 08:15:00 | 25.39 | 24.64 | 25.95 | 35.12 | 26.65 |
| 34 | 28.11.2003 08:30:00 | 26.12 | 25.22 | 26.00 | 35.57 | 25.92 |
| 35 | 28.11.2003 08:45:00 | 27.07 | 26.35 | 27.27 | 38.43 | 27.30 |
| 36 | 28.11.2003 09:00:00 | 27.63 | 27.30 | 28.30 | 38.83 | 28.65 |
| 37 | 28.11.2003 09:15:00 | 28.63 | 28.43 | 30.61 | 39.70 | 31.08 |
| 38 | 28.11.2003 09:30:00 | 29.10 | 28.58 | 29.50 | 39.03 | 29.58 |
| 39 | 28.11.2003 09:45:00 | 29.98 | 29.50 | 30.38 | 40.91 | 30.81 |
| 40 | 28.11.2003 10:00:00 | 29.96 | 29.78 | 30.56 | 38.30 | 30.43 |
| 41 | 28.11.2003 10:15:00 | 29.93 | 30.16 | 31.11 | 37.93 | 30.86 |
| 42 | 28.11.2003 10:30:00 | 30.83 | 31.01 | 31.91 | 40.71 | 31.94 |
| 43 | 28.11.2003 10:45:00 | 31.06 | 31.03 | 32.04 | 41.26 | 31.96 |
| 44 | 28.11.2003 11:00:00 | 31.71 | 31.84 | 32.84 | 42.19 | 32.96 |
| 45 | 28.11.2003 11:15:00 | 31.94 | 32.21 | 33.34 | 42.99 | 33.04 |
| 46 | 28.11.2003 11:30:00 | 32.24 | 32.81 | 33.87 | 43.44 | 33.49 |
| 47 | 28.11.2003 11:45:00 | 33.26 | 34.04 | 35.34 | 47.75 | 36.02 |
| 48 | 28.11.2003 12:00:00 | 33.94 | 34.69 | 36.02 | 49.25 | 36.00 |
| 49 | 28.11.2003 12:15:00 | 33.54 | 34.42 | 35.62 | 46.60 | 35.49 |
| 50 | 28.11.2003 12:30:00 | 33.76 | 34.62 | 35.95 | 45.82 | 35.57 |
| 51 | 28.11.2003 12:45:00 | 33.19 | 34.59 | 35.52 | 42.81 | 34.57 |
| 52 | 28.11.2003 13:00:00 | 34.17 | 35.69 | 36.87 | 48.45 | 37.10 |
| 53 | 28.11.2003 13:15:00 | 34.24 | 35.69 | 37.22 | 46.37 | 37.27 |
| 54 | 28.11.2003 13:30:00 | 33.89 | 35.62 | 36.62 | 43.96 | 36.57 |
| 55 | 28.11.2003 13:45:00 | 34.89 | 36.32 | 37.42 | 46.17 | 37.22 |
| 56 | 28.11.2003 14:00:00 | 34.34 | 36.40 | 37.75 | 45.39 | 37.62 |
| 57 | 28.11.2003 14:15:00 | 34.37 | 36.52 | 37.88 | 45.34 | 37.72 |
| 58 | 28.11.2003 14:30:00 | 34.57 | 36.87 | 37.77 | 45.32 | 37.60 |
| 59 | 28.11.2003 14:45:00 | 34.64 | 36.40 | 37.52 | 43.84 | 37.07 |
| 60 | 28.11.2003 15:00:00 | 34.57 | 36.90 | 37.75 | 41.61 | 37.02 |
| 61 | 28.11.2003 15:15:00 | 34.79 | 37.35 | 38.23 | 43.26 | 36.72 |
| 62 | 28.11.2003 15:30:00 | 33.82 | 36.30 | 36.82 | 39.55 | 36.00 |
| 63 | 28.11.2003 15:45:00 | 33.49 | 35.09 | 35.62 | 38.43 | 35.24 |
| 64 | 28.11.2003 16:00:00 | 33.34 | 35.69 | 36.27 | 39.78 | 34.02 |
| 65 | 28.11.2003 16:15:00 | 32.89 | 35.07 | 35.49 | 36.45 | 34.82 |
| 66 | 28.11.2003 16:30:00 | 32.89 | 35.04 | 35.57 | 37.17 | 34.64 |
| 67 | 28.11.2003 16:45:00 | 32.14 | 33.97 | 34.52 | 35.72 | 33.76 |
| 68 | 28.11.2003 17:00:00 | 31.86 | 33.39 | 33.54 | 34.47 | 32.31 |
| 69 | 28.11.2003 17:15:00 | 31.46 | 33.59 | 33.89 | 33.21 | 33.31 |
| 70 | 28.11.2003 17:30:00 | 31.11 | 33.14 | 33.26 | 31.94 | 32.36 |
| 71 | 28.11.2003 17:45:00 | 30.61 | 33.16 | 33.06 | 30.98 | 32.01 |
| 72 | 28.11.2003 18:00:00 | 30.21 | 32.31 | 32.24 | 29.73 | 30.36 |
| 73 | 28.11.2003 18:15:00 | 29.86 | 32.59 | 32.64 | 29.38 | 31.31 |
| 74 | 28.11.2003 18:30:00 | 29.63 | 31.58 | 31.51 | 28.78 | 30.38 |
| 75 | 28.11.2003 18:45:00 | 29.33 | 31.41 | 31.51 | 28.68 | 30.41 |
| 76 | 28.11.2003 19:00:00 | 29.18 | 31.08 | 31.11 | 28.50 | 30.08 |
| 77 | 28.11.2003 19:15:00 | 28.88 | 30.81 | 30.83 | 28.05 | 29.71 |
| 78 | 28.11.2003 19:30:00 | 28.40 | 30.21 | 30.43 | 27.73 | 29.23 |
| 79 | 28.11.2003 19:45:00 | 27.80 | 30.03 | 30.13 | 27.25 | 29.20 |
| 80 | 28.11.2003 20:00:00 | 27.27 | 29.63 | 29.68 | 26.87 | 28.68 |
| 81 | 28.11.2003 20:15:00 | 27.30 | 29.00 | 28.68 | 26.52 | 27.88 |
| 82 | 28.11.2003 20:30:00 | 27.40 | 28.90 | 29.08 | 26.67 | 28.20 |
| 83 | 28.11.2003 20:45:00 | 27.68 | 28.30 | 28.38 | 26.97 | 27.52 |
| 84 | 28.11.2003 21:00:00 | 27.10 | 28.00 | 27.93 | 26.10 | 26.50 |
| 85 | 28.11.2003 21:15:00 | 26.60 | 28.20 | 28.28 | 25.90 | 27.32 |
| 86 | 28.11.2003 21:30:00 | 26.25 | 27.80 | 27.88 | 25.49 | 26.85 |
| 87 | 28.11.2003 21:45:00 | 25.67 | 27.45 | 27.55 | 24.94 | 26.57 |
| 88 | 28.11.2003 22:00:00 | 25.62 | 27.17 | 27.25 | 24.74 | 26.37 |
| 89 | 28.11.2003 22:15:00 | 25.34 | 26.87 | 26.97 | 24.52 | 26.10 |
| 90 | 28.11.2003 22:30:00 | 25.34 | 26.60 | 26.67 | 24.27 | 25.80 |
| 91 | 28.11.2003 22:45:00 | 25.62 | 26.40 | 26.52 | 24.69 | 25.57 |
| 92 | 28.11.2003 23:00:00 | 25.14 | 25.97 | 25.95 | 23.89 | 24.92 |
| 93 | 28.11.2003 23:15:00 | 24.97 | 26.02 | 26.02 | 23.84 | 24.97 |
| 94 | 28.11.2003 23:30:00 | 24.72 | 25.67 | 25.87 | 23.74 | 24.99 |
| 95 | 28.11.2003 23:45:00 | 24.92 | 25.65 | 25.75 | 23.62 | 24.67 |
| 96 | 29.11.2003 00:00:00 | 24.39 | 25.44 | 25.47 | 23.26 | 24.34 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก.3** แบบทดสอบที่ 1 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 1

| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 27.96 | 28.16 | 27.86 | 30.03 | 28.58 |
| | Max | 35.49 | 36.15 | 36.95 | 48.35 | 37.62 |
| | Min | 20.86 | 19.88 | 19.10 | 18.43 | 19.93 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Out |
| 0 | 28.11.2003 00:00:00 | 24.24 | 25.12 | 24.17 | 21.96 | 24.54 |
| 1 | 28.11.2003 00:15:00 | 24.04 | 24.97 | 24.02 | 21.86 | 24.39 |
| 2 | 28.11.2003 00:30:00 | 24.17 | 24.87 | 23.89 | 21.81 | 24.22 |
| 3 | 28.11.2003 00:45:00 | 23.97 | 24.49 | 23.46 | 21.59 | 23.79 |
| 4 | 28.11.2003 01:00:00 | 24.04 | 23.72 | 22.64 | 21.33 | 23.26 |
| 5 | 28.11.2003 01:15:00 | 23.92 | 24.22 | 22.86 | 21.28 | 23.21 |
| 6 | 28.11.2003 01:30:00 | 23.52 | 23.84 | 22.89 | 21.31 | 23.29 |
| 7 | 28.11.2003 01:45:00 | 23.41 | 22.39 | 21.59 | 20.46 | 22.91 |
| 8 | 28.11.2003 02:00:00 | 23.14 | 22.84 | 21.33 | 20.58 | 22.19 |
| 9 | 28.11.2003 02:15:00 | 23.39 | 22.26 | 21.79 | 20.53 | 22.79 |
| 10 | 28.11.2003 02:30:00 | 23.09 | 23.34 | 22.31 | 20.41 | 22.54 |
| 11 | 28.11.2003 02:45:00 | 22.91 | 22.16 | 21.51 | 20.28 | 22.29 |
| 12 | 28.11.2003 03:00:00 | 22.89 | 22.81 | 21.56 | 20.36 | 22.01 |
| 13 | 28.11.2003 03:15:00 | 22.44 | 21.26 | 20.56 | 19.73 | 21.36 |
| 14 | 28.11.2003 03:30:00 | 22.39 | 22.29 | 20.93 | 19.35 | 21.61 |
| 15 | 28.11.2003 03:45:00 | 22.29 | 22.09 | 20.83 | 19.56 | 21.21 |
| 16 | 28.11.2003 04:00:00 | 21.96 | 22.16 | 21.08 | 19.25 | 21.51 |
| 17 | 28.11.2003 04:15:00 | 21.96 | 21.56 | 20.56 | 19.41 | 21.79 |
| 18 | 28.11.2003 04:30:00 | 21.61 | 20.73 | 20.13 | 19.08 | 20.76 |
| 19 | 28.11.2003 04:45:00 | 21.64 | 21.38 | 20.36 | 18.90 | 20.86 |
| 20 | 28.11.2003 05:00:00 | 21.61 | 20.61 | 20.08 | 18.70 | 21.13 |
| 21 | 28.11.2003 05:15:00 | 21.59 | 21.46 | 20.26 | 18.85 | 20.63 |
| 22 | 28.11.2003 05:30:00 | 21.38 | 20.36 | 19.68 | 18.63 | 20.28 |
| 23 | 28.11.2003 05:45:00 | 21.31 | 19.88 | 19.38 | 18.70 | 20.63 |
| 24 | 28.11.2003 06:00:00 | 21.23 | 20.48 | 19.58 | 18.53 | 20.31 |
| 25 | 28.11.2003 06:15:00 | 21.08 | 20.56 | 19.58 | 18.43 | 20.31 |
| 26 | 28.11.2003 06:30:00 | 21.08 | 20.63 | 19.46 | 18.58 | 20.06 |
| 27 | 28.11.2003 06:45:00 | 20.86 | 20.23 | 19.10 | 18.60 | 19.93 |
| 28 | 28.11.2003 07:00:00 | 21.21 | 20.81 | 20.36 | 21.43 | 21.61 |
| 29 | 28.11.2003 07:15:00 | 21.89 | 21.26 | 21.94 | 26.07 | 24.42 |
| 30 | 28.11.2003 07:30:00 | 22.36 | 21.61 | 24.17 | 30.31 | 28.50 |
| 31 | 28.11.2003 07:45:00 | 23.52 | 23.04 | 23.89 | 34.07 | 26.47 |
| 32 | 28.11.2003 08:00:00 | 24.94 | 24.14 | 25.62 | 36.82 | 29.45 |
| 33 | 28.11.2003 08:15:00 | 26.00 | 25.09 | 25.65 | 34.79 | 27.12 |
| 34 | 28.11.2003 08:30:00 | 26.77 | 25.62 | 25.95 | 33.82 | 26.97 |
| 35 | 28.11.2003 08:45:00 | 27.85 | 26.85 | 27.65 | 38.03 | 29.78 |
| 36 | 28.11.2003 09:00:00 | 28.45 | 27.80 | 28.40 | 37.22 | 29.58 |
| 37 | 28.11.2003 09:15:00 | 29.20 | 28.25 | 29.13 | 39.80 | 30.31 |
| 38 | 28.11.2003 09:30:00 | 29.63 | 28.93 | 29.20 | 36.25 | 29.78 |
| 39 | 28.11.2003 09:45:00 | 30.58 | 29.93 | 30.31 | 38.20 | 31.08 |
| 40 | 28.11.2003 10:00:00 | 30.56 | 30.08 | 30.26 | 36.87 | 30.96 |
| 41 | 28.11.2003 10:15:00 | 30.73 | 30.43 | 30.58 | 37.62 | 31.58 |
| 42 | 28.11.2003 10:30:00 | 31.68 | 31.31 | 31.71 | 40.36 | 32.81 |
| 43 | 28.11.2003 10:45:00 | 31.43 | 31.18 | 31.53 | 38.20 | 32.11 |
| 44 | 28.11.2003 11:00:00 | 32.09 | 31.74 | 32.46 | 39.93 | 32.89 |
| 45 | 28.11.2003 11:15:00 | 32.46 | 32.39 | 32.86 | 41.01 | 33.46 |
| 46 | 28.11.2003 11:30:00 | 32.71 | 32.74 | 33.21 | 41.78 | 33.87 |
| 47 | 28.11.2003 11:45:00 | 33.51 | 33.64 | 34.94 | 47.62 | 35.97 |
| 48 | 28.11.2003 12:00:00 | 34.44 | 34.54 | 36.00 | 48.35 | 36.55 |
| 49 | 28.11.2003 12:15:00 | 33.69 | 34.14 | 35.02 | 46.55 | 36.42 |
| 50 | 28.11.2003 12:30:00 | 34.22 | 34.34 | 35.09 | 45.44 | 35.95 |
| 51 | 28.11.2003 12:45:00 | 34.04 | 34.12 | 34.74 | 41.33 | 35.22 |
| 52 | 28.11.2003 13:00:00 | 34.99 | 35.04 | 36.12 | 46.92 | 36.47 |
| 53 | 28.11.2003 13:15:00 | 34.87 | 35.04 | 36.25 | 46.07 | 36.47 |
| 54 | 28.11.2003 13:30:00 | 34.39 | 34.87 | 35.54 | 43.54 | 36.37 |
| 55 | 28.11.2003 13:45:00 | 35.14 | 35.37 | 36.50 | 45.64 | 36.65 |
| 56 | 28.11.2003 14:00:00 | 34.97 | 35.54 | 36.62 | 45.12 | 37.32 |
| 57 | 28.11.2003 14:15:00 | 35.39 | 36.12 | 36.77 | 43.84 | 37.55 |
| 58 | 28.11.2003 14:30:00 | 35.34 | 36.12 | 36.95 | 45.27 | 37.62 |
| 59 | 28.11.2003 14:45:00 | 35.49 | 35.79 | 36.52 | 42.44 | 36.70 |
| 60 | 28.11.2003 15:00:00 | 35.39 | 36.15 | 36.15 | 40.78 | 36.85 |
| 61 | 28.11.2003 15:15:00 | 35.39 | 36.10 | 36.42 | 42.06 | 37.27 |
| 62 | 28.11.2003 15:30:00 | 34.64 | 35.92 | 35.39 | 39.65 | 35.19 |
| 63 | 28.11.2003 15:45:00 | 33.82 | 34.27 | 34.34 | 36.35 | 34.97 |
| 64 | 28.11.2003 16:00:00 | 34.54 | 35.69 | 35.47 | 39.10 | 34.52 |
| 65 | 28.11.2003 16:15:00 | 33.54 | 34.72 | 34.44 | 37.32 | 34.99 |
| 66 | 28.11.2003 16:30:00 | 33.56 | 34.34 | 34.29 | 36.02 | 34.89 |
| 67 | 28.11.2003 16:45:00 | 32.99 | 33.97 | 33.71 | 35.07 | 34.54 |
| 68 | 28.11.2003 17:00:00 | 32.94 | 33.97 | 33.26 | 34.32 | 33.34 |
| 69 | 28.11.2003 17:15:00 | 32.16 | 33.26 | 32.76 | 32.99 | 33.31 |
| 70 | 28.11.2003 17:30:00 | 31.91 | 32.59 | 32.09 | 31.81 | 32.61 |
| 71 | 28.11.2003 17:45:00 | 31.84 | 32.84 | 32.06 | 31.06 | 32.49 |
| 72 | 28.11.2003 18:00:00 | 31.38 | 32.16 | 31.43 | 30.08 | 31.89 |
| 73 | 28.11.2003 18:15:00 | 31.13 | 32.24 | 31.26 | 29.05 | 31.63 |
| 74 | 28.11.2003 18:30:00 | 30.81 | 31.48 | 30.63 | 28.85 | 30.63 |
| 75 | 28.11.2003 18:45:00 | 30.28 | 31.51 | 30.41 | 28.25 | 30.41 |
| 76 | 28.11.2003 19:00:00 | 30.23 | 31.26 | 30.33 | 28.45 | 30.73 |
| 77 | 28.11.2003 19:15:00 | 29.88 | 31.01 | 29.98 | 27.68 | 30.46 |
| 78 | 28.11.2003 19:30:00 | 29.05 | 30.38 | 29.48 | 27.32 | 29.78 |
| 79 | 28.11.2003 19:45:00 | 28.78 | 30.31 | 29.33 | 26.95 | 29.68 |
| 80 | 28.11.2003 20:00:00 | 28.30 | 29.96 | 29.05 | 26.62 | 29.55 |
| 81 | 28.11.2003 20:15:00 | 28.25 | 28.98 | 27.90 | 26.22 | 28.25 |
| 82 | 28.11.2003 20:30:00 | 28.13 | 29.10 | 28.28 | 26.32 | 28.73 |
| 83 | 28.11.2003 20:45:00 | 28.43 | 28.68 | 27.83 | 26.62 | 28.30 |
| 84 | 28.11.2003 21:00:00 | 27.80 | 28.45 | 27.47 | 25.87 | 28.00 |
| 85 | 28.11.2003 21:15:00 | 27.27 | 28.38 | 27.57 | 25.54 | 28.00 |
| 86 | 28.11.2003 21:30:00 | 26.85 | 28.00 | 27.10 | 25.19 | 27.73 |
| 87 | 28.11.2003 21:45:00 | 26.17 | 27.45 | 26.67 | 24.69 | 27.25 |
| 88 | 28.11.2003 22:00:00 | 26.25 | 27.35 | 26.45 | 24.44 | 26.90 |
| 89 | 28.11.2003 22:15:00 | 25.87 | 26.92 | 26.20 | 24.32 | 26.77 |
| 90 | 28.11.2003 22:30:00 | 25.80 | 26.55 | 25.82 | 24.07 | 26.40 |
| 91 | 28.11.2003 22:45:00 | 26.17 | 26.55 | 25.70 | 24.39 | 26.27 |
| 92 | 28.11.2003 23:00:00 | 25.85 | 26.15 | 25.24 | 23.69 | 25.75 |
| 93 | 28.11.2003 23:15:00 | 25.60 | 26.35 | 25.44 | 23.57 | 25.82 |
| 94 | 28.11.2003 23:30:00 | 25.12 | 26.07 | 25.22 | 23.44 | 25.62 |
| 95 | 28.11.2003 23:45:00 | 25.44 | 26.05 | 25.14 | 23.24 | 25.60 |
| 96 | 29.11.2003 00:00:00 | 25.22 | 25.82 | 24.82 | 23.01 | 25.22 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ก.4 แบบทดสอบที่ 2 OUTDOOR สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 2

| Description | | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Channel Number: | | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| Sensor: | | Voltage 0(-100).100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| Unit: | | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| Mean | | 151.09 | 26.37 | 52.53 | 1.62 | |
| Max | | 597.27 | 32.34 | 73.42 | 5.51 | |
| Min | | 0.00 | 21.77 | 34.00 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temp Out | Humidity Out | Wind Sp Out | Wind Dir Out |
| 0 | 02.12.2003 00:00:00 | 0.12 | 24.10 | 65.78 | 0 | 0 |
| 1 | 02.12.2003 00:15:00 | 0.12 | 24.27 | 65.12 | 0 | 0 |
| 2 | 02.12.2003 00:30:00 | 0.14 | 24.17 | 64.76 | 0 | 0 |
| 3 | 02.12.2003 00:45:00 | 0.15 | 23.98 | 65.40 | 0 | 0 |
| 4 | 02.12.2003 01:00:00 | 0.14 | 23.81 | 66.50 | 0 | 0 |
| 5 | 02.12.2003 01:15:00 | 0.15 | 23.81 | 65.59 | 0.56 | 104 |
| 6 | 02.12.2003 01:30:00 | 0.14 | 23.83 | 66.02 | 0 | 0 |
| 7 | 02.12.2003 01:45:00 | 0.15 | 23.76 | 65.87 | 0 | 0 |
| 8 | 02.12.2003 02:00:00 | 0.14 | 24.09 | 63.30 | 1.65 | 72 |
| 9 | 02.12.2003 02:15:00 | 0.14 | 24.82 | 59.43 | 2.03 | 63 |
| 10 | 02.12.2003 02:30:00 | 0.15 | 24.87 | 58.94 | 1.20 | 69 |
| 11 | 02.12.2003 02:45:00 | 0.14 | 24.66 | 60.09 | 1.56 | 66 |
| 12 | 02.12.2003 03:00:00 | 0.14 | 24.52 | 60.74 | 1.20 | 355 |
| 13 | 02.12.2003 03:15:00 | 0.14 | 24.25 | 61.82 | 1.03 | 280 |
| 14 | 02.12.2003 03:30:00 | 0.15 | 23.93 | 62.82 | 0.75 | 295 |
| 15 | 02.12.2003 03:45:00 | 0.14 | 23.89 | 61.87 | 0.74 | 95 |
| 16 | 02.12.2003 04:00:00 | 0.14 | 23.97 | 61.01 | 3.50 | 57 |
| 17 | 02.12.2003 04:15:00 | 0.14 | 23.87 | 61.25 | 1.32 | 61 |
| 18 | 02.12.2003 04:30:00 | 0.15 | 23.84 | 60.40 | 2.12 | 73 |
| 19 | 02.12.2003 04:45:00 | 0.15 | 23.88 | 59.80 | 1.30 | 70 |
| 20 | 02.12.2003 05:00:00 | 0.15 | 23.78 | 59.26 | 1.47 | 69 |
| 21 | 02.12.2003 05:15:00 | 0.15 | 23.56 | 59.51 | 1.85 | 73 |
| 22 | 02.12.2003 05:30:00 | 0.15 | 23.31 | 59.81 | 1.47 | 16 |
| 23 | 02.12.2003 05:45:00 | 0.12 | 23.16 | 59.29 | 2.76 | 92 |
| 24 | 02.12.2003 06:00:00 | 0.14 | 23.32 | 57.06 | 4.41 | 68 |
| 25 | 02.12.2003 06:15:00 | 0.18 | 23.09 | 58.70 | 1.57 | 88 |
| 26 | 02.12.2003 06:30:00 | 2.52 | 23.08 | 58.61 | 1.11 | 61 |
| 27 | 02.12.2003 06:45:00 | 12.09 | 23.14 | 58.10 | 1.66 | 93 |
| 28 | 02.12.2003 07:00:00 | 24.51 | 23.53 | 55.42 | 2.67 | 64 |
| 29 | 02.12.2003 07:15:00 | 39.59 | 23.62 | 55.29 | 4.41 | 62 |
| 30 | 02.12.2003 07:30:00 | 52.64 | 24.01 | 53.66 | 4.78 | 55 |
| 31 | 02.12.2003 07:45:00 | 90.16 | 24.26 | 52.93 | 5.51 | 72 |
| 32 | 02.12.2003 08:00:00 | 157.91 | 24.71 | 52.34 | 1.02 | 119 |
| 33 | 02.12.2003 08:15:00 | 188.81 | 24.83 | 52.45 | 2.75 | 62 |
| 34 | 02.12.2003 08:30:00 | 218.44 | 25.13 | 52.13 | 3.03 | 59 |
| 35 | 02.12.2003 08:45:00 | 258.12 | 25.28 | 52.21 | 3.12 | 111 |
| 36 | 02.12.2003 09:00:00 | 291.27 | 25.86 | 50.91 | 3.31 | 98 |
| 37 | 02.12.2003 09:15:00 | 338.95 | 26.56 | 48.95 | 3.30 | 67 |
| 38 | 02.12.2003 09:30:00 | 359.36 | 26.77 | 48.24 | 3.40 | 74 |
| 39 | 02.12.2003 09:45:00 | 410.90 | 27.21 | 47.39 | 2.11 | 90 |
| 40 | 02.12.2003 10:00:00 | 438.52 | 27.84 | 45.12 | 2.02 | 60 |
| 41 | 02.12.2003 10:15:00 | 466.10 | 28.47 | 43.74 | 1.46 | 112 |
| 42 | 02.12.2003 10:30:00 | 497.41 | 28.47 | 42.39 | 4.95 | 72 |
| 43 | 02.12.2003 10:45:00 | 518.09 | 29.38 | 40.34 | 4.31 | 80 |
| 44 | 02.12.2003 11:00:00 | 542.32 | 29.28 | 40.04 | 4.48 | 77 |
| 45 | 02.12.2003 11:15:00 | 520.04 | 30.03 | 37.81 | 1.64 | 104 |
| 46 | 02.12.2003 11:30:00 | 573.58 | 30.24 | 38.13 | 2.83 | 65 |
| 47 | 02.12.2003 11:45:00 | 559.52 | 30.49 | 37.07 | 4.21 | 90 |
| 48 | 02.12.2003 12:00:00 | 571.70 | 30.96 | 36.18 | 3.11 | 69 |
| 49 | 02.12.2003 12:15:00 | 597.27 | 30.65 | 36.05 | 0.91 | 90 |
| 50 | 02.12.2003 12:30:00 | 589.47 | 30.72 | 36.51 | 3.08 | 77 |
| 51 | 02.12.2003 12:45:00 | 558.26 | 31.47 | 34.35 | 2.36 | 67 |
| 52 | 02.12.2003 13:00:00 | 557.66 | 31.52 | 34.74 | 1.45 | 149 |
| 53 | 02.12.2003 13:15:00 | 520.04 | 31.07 | 35.85 | 2.28 | 86 |
| 54 | 02.12.2003 13:30:00 | 529.41 | 31.58 | 34.00 | 0.64 | 110 |
| 55 | 02.12.2003 13:45:00 | 505.78 | 31.66 | 34.95 | 0.55 | 324 |
| 56 | 02.12.2003 14:00:00 | 477.66 | 31.48 | 35.01 | 2.01 | 93 |
| 57 | 02.12.2003 14:15:00 | 444.80 | 31.79 | 34.81 | 3.01 | 81 |
| 58 | 02.12.2003 14:30:00 | 427.98 | 31.57 | 34.95 | 3.01 | 56 |
| 59 | 02.12.2003 14:45:00 | 406.20 | 32.34 | 34.08 | 1.63 | 181 |
| 60 | 02.12.2003 15:00:00 | 339.22 | 31.10 | 36.82 | 1.54 | 58 |
| 61 | 02.12.2003 15:15:00 | 313.93 | 31.81 | 35.66 | 1.09 | 119 |
| 62 | 02.12.2003 15:30:00 | 295.04 | 31.74 | 35.55 | 2.18 | 67 |
| 63 | 02.12.2003 15:45:00 | 238.42 | 31.40 | 36.05 | 1.92 | 98 |
| 64 | 02.12.2003 16:00:00 | 221.03 | 31.22 | 35.88 | 2.18 | 90 |
| 65 | 02.12.2003 16:15:00 | 188.90 | 31.08 | 36.33 | 1.82 | 74 |
| 66 | 02.12.2003 16:30:00 | 87.59 | 30.84 | 36.89 | 3.84 | 70 |
| 67 | 02.12.2003 16:45:00 | 78.82 | 30.28 | 38.63 | 2.74 | 82 |
| 68 | 02.12.2003 17:00:00 | 65.25 | 29.91 | 39.34 | 1.28 | 82 |
| 69 | 02.12.2003 17:15:00 | 44.23 | 29.48 | 40.93 | 0.91 | 82 |
| 70 | 02.12.2003 17:30:00 | 20.73 | 28.96 | 42.72 | 1.83 | 77 |
| 71 | 02.12.2003 17:45:00 | 7.72 | 28.58 | 43.80 | 1.01 | 133 |
| 72 | 02.12.2003 18:00:00 | 1.18 | 28.21 | 45.17 | 1.01 | 94 |
| 73 | 02.12.2003 18:15:00 | 0.00 | 27.98 | 46.26 | 0.73 | 61 |
| 74 | 02.12.2003 18:30:00 | 0.00 | 27.79 | 46.92 | 1.78 | 48 |
| 75 | 02.12.2003 18:45:00 | 0.00 | 27.60 | 47.85 | 1.10 | 81 |
| 76 | 02.12.2003 19:00:00 | 0.08 | 26.77 | 51.49 | 0.87 | 83 |
| 77 | 02.12.2003 19:15:00 | 0.09 | 26.46 | 52.23 | 1.01 | 96 |
| 78 | 02.12.2003 19:30:00 | 0.09 | 26.25 | 52.97 | 1.01 | 95 |
| 79 | 02.12.2003 19:45:00 | 0.11 | 26.61 | 51.60 | 0.56 | 89 |
| 80 | 02.12.2003 20:00:00 | 0.09 | 25.73 | 56.03 | 0 | 0 |
| 81 | 02.12.2003 20:15:00 | 0.09 | 24.49 | 60.52 | 0 | 0 |
| 82 | 02.12.2003 20:30:00 | 0.12 | 24.11 | 62.34 | 0 | 0 |
| 83 | 02.12.2003 20:45:00 | 0.11 | 23.40 | 66.59 | 0 | 0 |
| 84 | 02.12.2003 21:00:00 | 0.12 | 23.26 | 66.53 | 0 | 0 |
| 85 | 02.12.2003 21:15:00 | 0.12 | 23.04 | 67.52 | 0 | 0 |
| 86 | 02.12.2003 21:30:00 | 0.12 | 22.67 | 69.40 | 0 | 0 |
| 87 | 02.12.2003 21:45:00 | 0.12 | 22.56 | 70.01 | 0 | 0 |
| 88 | 02.12.2003 22:00:00 | 0.15 | 22.33 | 70.95 | 0 | 0 |
| 89 | 02.12.2003 22:15:00 | 0.14 | 22.20 | 70.30 | 0.56 | 22 |
| 90 | 02.12.2003 22:30:00 | 0.14 | 21.99 | 72.13 | 0 | 0 |
| 91 | 02.12.2003 22:45:00 | 0.14 | 21.79 | 72.81 | 0 | 0 |
| 92 | 02.12.2003 23:00:00 | 0.15 | 21.77 | 73.42 | 0 | 0 |
| 93 | 02.12.2003 23:15:00 | 0.15 | 22.04 | 72.27 | 0 | 0 |
| 94 | 02.12.2003 23:30:00 | 0.17 | 23.43 | 66.27 | 1.11 | 179 |
| 95 | 02.12.2003 23:45:00 | 0.17 | 23.67 | 65.26 | 0 | 0 |
| 96 | 03.12.2003 00:00:00 | 0.17 | 23.96 | 64.75 | 0.83 | 94 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก.5** แบบทดสอบที่ 2 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 2

| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 25.92 | 26.60 | 26.96 | 28.00 | 26.25 |
| | Max | 31.84 | 32.96 | 33.92 | 39.83 | 33.71 |
| | Min | 21.89 | 22.41 | 22.64 | 20.58 | 21.81 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Out |
| 0 | 02.12.2003 00:00:00 | 23.67 | 24.17 | 24.17 | 22.16 | 23.14 |
| 1 | 02.12.2003 00:15:00 | 23.49 | 24.02 | 24.04 | 22.26 | 23.19 |
| 2 | 02.12.2003 00:30:00 | 23.67 | 23.87 | 23.77 | 22.06 | 22.81 |
| 3 | 02.12.2003 00:45:00 | 23.62 | 23.39 | 22.94 | 21.69 | 22.06 |
| 4 | 02.12.2003 01:00:00 | 23.39 | 23.57 | 23.44 | 21.69 | 22.29 |
| 5 | 02.12.2003 01:15:00 | 23.54 | 23.64 | 23.67 | 22.29 | 22.81 |
| 6 | 02.12.2003 01:30:00 | 23.24 | 23.34 | 23.41 | 21.89 | 22.64 |
| 7 | 02.12.2003 01:45:00 | 23.19 | 23.24 | 23.29 | 22.09 | 22.49 |
| 8 | 02.12.2003 02:00:00 | 23.49 | 23.26 | 23.41 | 22.66 | 22.76 |
| 9 | 02.12.2003 02:15:00 | 23.87 | 23.67 | 23.94 | 23.39 | 23.26 |
| 10 | 02.12.2003 02:30:00 | 23.92 | 23.82 | 24.12 | 23.36 | 23.41 |
| 11 | 02.12.2003 02:45:00 | 23.77 | 23.62 | 23.89 | 23.24 | 23.14 |
| 12 | 02.12.2003 03:00:00 | 23.72 | 23.64 | 23.92 | 23.16 | 23.04 |
| 13 | 02.12.2003 03:15:00 | 23.39 | 23.44 | 23.72 | 22.81 | 22.86 |
| 14 | 02.12.2003 03:30:00 | 23.21 | 23.26 | 23.52 | 22.59 | 22.64 |
| 15 | 02.12.2003 03:45:00 | 23.19 | 23.16 | 23.49 | 22.64 | 22.64 |
| 16 | 02.12.2003 04:00:00 | 23.26 | 23.31 | 23.57 | 22.76 | 22.74 |
| 17 | 02.12.2003 04:15:00 | 23.19 | 23.19 | 23.49 | 22.59 | 22.64 |
| 18 | 02.12.2003 04:30:00 | 23.14 | 23.11 | 23.39 | 22.49 | 22.54 |
| 19 | 02.12.2003 04:45:00 | 23.09 | 23.06 | 23.31 | 22.41 | 22.44 |
| 20 | 02.12.2003 05:00:00 | 23.04 | 23.01 | 23.24 | 22.46 | 22.39 |
| 21 | 02.12.2003 05:15:00 | 22.81 | 22.81 | 23.06 | 22.21 | 22.21 |
| 22 | 02.12.2003 05:30:00 | 22.69 | 22.71 | 22.96 | 22.01 | 22.04 |
| 23 | 02.12.2003 05:45:00 | 22.54 | 22.59 | 22.84 | 21.84 | 21.96 |
| 24 | 02.12.2003 06:00:00 | 22.74 | 22.79 | 23.04 | 22.19 | 22.19 |
| 25 | 02.12.2003 06:15:00 | 22.44 | 22.46 | 22.71 | 21.74 | 21.84 |
| 26 | 02.12.2003 06:30:00 | 22.46 | 22.44 | 22.69 | 21.84 | 21.81 |
| 27 | 02.12.2003 06:45:00 | 22.46 | 22.41 | 22.71 | 22.29 | 21.91 |
| 28 | 02.12.2003 07:00:00 | 22.74 | 22.69 | 23.01 | 22.89 | 22.24 |
| 29 | 02.12.2003 07:15:00 | 22.94 | 22.79 | 23.14 | 24.79 | 22.61 |
| 30 | 02.12.2003 07:30:00 | 23.34 | 23.06 | 23.46 | 26.07 | 22.96 |
| 31 | 02.12.2003 07:45:00 | 23.62 | 23.36 | 23.84 | 27.73 | 23.49 |
| 32 | 02.12.2003 08:00:00 | 23.94 | 23.62 | 24.17 | 28.88 | 24.02 |
| 33 | 02.12.2003 08:15:00 | 24.14 | 23.97 | 24.54 | 29.78 | 24.19 |
| 34 | 02.12.2003 08:30:00 | 24.49 | 24.37 | 24.94 | 30.36 | 24.69 |
| 35 | 02.12.2003 08:45:00 | 24.77 | 24.62 | 25.22 | 30.76 | 25.02 |
| 36 | 02.12.2003 09:00:00 | 25.34 | 25.47 | 26.27 | 33.19 | 26.05 |
| 37 | 02.12.2003 09:15:00 | 26.37 | 26.25 | 26.90 | 33.16 | 26.62 |
| 38 | 02.12.2003 09:30:00 | 26.17 | 26.27 | 26.97 | 32.36 | 26.77 |
| 39 | 02.12.2003 09:45:00 | 26.82 | 26.65 | 27.35 | 33.66 | 27.05 |
| 40 | 02.12.2003 10:00:00 | 27.42 | 27.85 | 28.65 | 35.34 | 28.15 |
| 41 | 02.12.2003 10:15:00 | 28.18 | 28.33 | 29.23 | 37.72 | 29.45 |
| 42 | 02.12.2003 10:30:00 | 28.00 | 28.18 | 28.83 | 34.44 | 28.38 |
| 43 | 02.12.2003 10:45:00 | 29.00 | 29.58 | 30.48 | 37.55 | 29.91 |
| 44 | 02.12.2003 11:00:00 | 28.80 | 29.33 | 29.93 | 35.90 | 29.63 |
| 45 | 02.12.2003 11:15:00 | 29.43 | 30.06 | 30.83 | 39.05 | 30.63 |
| 46 | 02.12.2003 11:30:00 | 30.03 | 30.21 | 31.06 | 39.83 | 30.91 |
| 47 | 02.12.2003 11:45:00 | 29.96 | 30.63 | 31.38 | 38.50 | 31.16 |
| 48 | 02.12.2003 12:00:00 | 30.33 | 30.98 | 31.89 | 39.15 | 31.41 |
| 49 | 02.12.2003 12:15:00 | 30.21 | 30.93 | 31.66 | 37.82 | 31.26 |
| 50 | 02.12.2003 12:30:00 | 30.26 | 30.98 | 31.71 | 38.18 | 31.33 |
| 51 | 02.12.2003 12:45:00 | 30.73 | 31.51 | 32.34 | 39.40 | 32.04 |
| 52 | 02.12.2003 13:00:00 | 30.68 | 31.38 | 32.16 | 37.95 | 31.61 |
| 53 | 02.12.2003 13:15:00 | 30.11 | 31.23 | 31.96 | 35.82 | 31.51 |
| 54 | 02.12.2003 13:30:00 | 30.88 | 31.76 | 32.61 | 38.35 | 32.29 |
| 55 | 02.12.2003 13:45:00 | 31.21 | 32.09 | 32.86 | 38.43 | 32.71 |
| 56 | 02.12.2003 14:00:00 | 30.81 | 32.01 | 32.71 | 37.30 | 32.19 |
| 57 | 02.12.2003 14:15:00 | 31.21 | 32.24 | 32.96 | 37.77 | 32.59 |
| 58 | 02.12.2003 14:30:00 | 30.81 | 32.01 | 32.74 | 36.82 | 32.19 |
| 59 | 02.12.2003 14:45:00 | 31.84 | 32.96 | 33.92 | 39.75 | 33.71 |
| 60 | 02.12.2003 15:00:00 | 30.88 | 32.39 | 33.16 | 36.50 | 32.76 |
| 61 | 02.12.2003 15:15:00 | 31.43 | 32.39 | 33.16 | 37.65 | 32.69 |
| 62 | 02.12.2003 15:30:00 | 31.03 | 32.51 | 33.26 | 36.42 | 32.71 |
| 63 | 02.12.2003 15:45:00 | 30.96 | 32.56 | 33.24 | 36.05 | 32.81 |
| 64 | 02.12.2003 16:00:00 | 30.68 | 32.44 | 33.01 | 34.02 | 32.49 |
| 65 | 02.12.2003 16:15:00 | 30.96 | 32.74 | 33.19 | 34.92 | 32.81 |
| 66 | 02.12.2003 16:30:00 | 30.31 | 31.94 | 32.49 | 33.64 | 31.89 |
| 67 | 02.12.2003 16:45:00 | 29.76 | 31.51 | 31.96 | 32.49 | 31.51 |
| 68 | 02.12.2003 17:00:00 | 29.53 | 31.71 | 32.06 | 31.68 | 31.61 |
| 69 | 02.12.2003 17:15:00 | 29.08 | 30.81 | 31.16 | 30.06 | 30.46 |
| 70 | 02.12.2003 17:30:00 | 28.63 | 30.53 | 30.78 | 28.80 | 29.76 |
| 71 | 02.12.2003 17:45:00 | 28.13 | 30.33 | 30.38 | 27.73 | 29.10 |
| 72 | 02.12.2003 18:00:00 | 27.90 | 29.93 | 30.16 | 27.42 | 28.95 |
| 73 | 02.12.2003 18:15:00 | 27.75 | 29.43 | 29.48 | 26.95 | 28.33 |
| 74 | 02.12.2003 18:30:00 | 27.42 | 28.58 | 28.73 | 26.50 | 27.68 |
| 75 | 02.12.2003 18:45:00 | 27.02 | 28.65 | 28.78 | 26.40 | 27.73 |
| 76 | 02.12.2003 19:00:00 | 26.37 | 28.45 | 28.45 | 25.57 | 27.20 |
| 77 | 02.12.2003 19:15:00 | 26.22 | 27.70 | 27.73 | 25.34 | 26.67 |
| 78 | 02.12.2003 19:30:00 | 26.05 | 27.60 | 27.57 | 25.07 | 26.45 |
| 79 | 02.12.2003 19:45:00 | 25.97 | 27.22 | 27.12 | 25.12 | 25.92 |
| 80 | 02.12.2003 20:00:00 | 25.12 | 27.05 | 27.07 | 24.32 | 26.05 |
| 81 | 02.12.2003 20:15:00 | 24.67 | 26.72 | 26.65 | 23.49 | 25.49 |
| 82 | 02.12.2003 20:30:00 | 24.24 | 26.00 | 26.15 | 22.99 | 25.27 |
| 83 | 02.12.2003 20:45:00 | 23.87 | 25.67 | 25.67 | 22.64 | 24.49 |
| 84 | 02.12.2003 21:00:00 | 23.62 | 24.99 | 25.34 | 22.29 | 24.02 |
| 85 | 02.12.2003 21:15:00 | 23.31 | 24.77 | 24.97 | 22.06 | 23.92 |
| 86 | 02.12.2003 21:30:00 | 23.24 | 24.37 | 24.57 | 21.84 | 23.46 |
| 87 | 02.12.2003 21:45:00 | 22.79 | 24.22 | 24.32 | 21.56 | 23.16 |
| 88 | 02.12.2003 22:00:00 | 22.51 | 23.97 | 23.84 | 21.11 | 22.74 |
| 89 | 02.12.2003 22:15:00 | 22.39 | 23.57 | 23.74 | 21.08 | 22.84 |
| 90 | 02.12.2003 22:30:00 | 22.21 | 23.36 | 23.49 | 20.88 | 22.44 |
| 91 | 02.12.2003 22:45:00 | 21.91 | 23.09 | 23.16 | 20.66 | 22.06 |
| 92 | 02.12.2003 23:00:00 | 21.89 | 22.96 | 23.01 | 20.58 | 21.89 |
| 93 | 02.12.2003 23:15:00 | 22.24 | 22.84 | 22.86 | 20.86 | 21.89 |
| 94 | 02.12.2003 23:30:00 | 22.74 | 22.66 | 22.64 | 21.36 | 21.84 |
| 95 | 02.12.2003 23:45:00 | 23.04 | 23.01 | 23.09 | 22.09 | 22.19 |
| 96 | 03.12.2003 00:00:00 | 23.16 | 23.14 | 23.31 | 22.44 | 22.46 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก.6** แบบทดสอบที่ 2 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 2

| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 26.44 | 26.62 | 26.22 | 27.32 | 26.65 |
| | Max | 32.26 | 32.46 | 32.66 | 41.83 | 33.87 |
| | Min | 22.56 | 22.46 | 21.96 | 19.43 | 22.19 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Out |
| 0 | 02.12.2003 00:00:00 | 24.19 | 24.64 | 23.84 | 21.66 | 24.12 |
| 1 | 02.12.2003 00:15:00 | 24.17 | 24.54 | 23.57 | 21.74 | 23.89 |
| 2 | 02.12.2003 00:30:00 | 24.27 | 24.42 | 23.67 | 21.79 | 23.97 |
| 3 | 02.12.2003 00:45:00 | 24.12 | 24.34 | 23.41 | 21.49 | 23.67 |
| 4 | 02.12.2003 01:00:00 | 24.02 | 24.19 | 23.39 | 21.26 | 23.64 |
| 5 | 02.12.2003 01:15:00 | 24.12 | 24.17 | 23.36 | 21.79 | 23.79 |
| 6 | 02.12.2003 01:30:00 | 23.74 | 23.84 | 23.09 | 21.43 | 23.49 |
| 7 | 02.12.2003 01:45:00 | 23.72 | 23.67 | 22.81 | 21.54 | 23.24 |
| 8 | 02.12.2003 02:00:00 | 24.72 | 23.74 | 24.72 | 22.19 | 24.72 |
| 9 | 02.12.2003 02:15:00 | 24.27 | 24.14 | 23.59 | 22.84 | 24.14 |
| 10 | 02.12.2003 02:30:00 | 24.34 | 24.19 | 23.62 | 22.84 | 24.17 |
| 11 | 02.12.2003 02:45:00 | 24.22 | 24.09 | 23.49 | 22.66 | 23.97 |
| 12 | 02.12.2003 03:00:00 | 24.12 | 23.99 | 23.44 | 22.54 | 23.87 |
| 13 | 02.12.2003 03:15:00 | 23.87 | 23.79 | 23.24 | 22.24 | 23.67 |
| 14 | 02.12.2003 03:30:00 | 23.62 | 23.49 | 22.96 | 21.96 | 23.46 |
| 15 | 02.12.2003 03:45:00 | 23.62 | 23.44 | 22.89 | 21.99 | 23.44 |
| 16 | 02.12.2003 04:00:00 | 23.69 | 23.46 | 22.94 | 22.14 | 23.49 |
| 17 | 02.12.2003 04:15:00 | 23.57 | 23.31 | 22.79 | 21.99 | 23.39 |
| 18 | 02.12.2003 04:30:00 | 23.49 | 23.21 | 22.66 | 21.84 | 23.26 |
| 19 | 02.12.2003 04:45:00 | 23.49 | 23.16 | 22.59 | 21.76 | 23.16 |
| 20 | 02.12.2003 05:00:00 | 23.39 | 23.14 | 22.59 | 21.79 | 23.19 |
| 21 | 02.12.2003 05:15:00 | 23.19 | 22.94 | 22.41 | 21.56 | 23.01 |
| 22 | 02.12.2003 05:30:00 | 23.06 | 22.86 | 22.31 | 21.36 | 22.89 |
| 23 | 02.12.2003 05:45:00 | 22.94 | 22.69 | 22.14 | 21.18 | 22.76 |
| 24 | 02.12.2003 06:00:00 | 23.06 | 22.81 | 22.31 | 21.51 | 22.94 |
| 25 | 02.12.2003 06:15:00 | 22.84 | 22.66 | 22.11 | 19.43 | 22.19 |
| 26 | 02.12.2003 06:30:00 | 22.86 | 22.51 | 22.04 | 21.18 | 22.59 |
| 27 | 02.12.2003 06:45:00 | 22.86 | 22.46 | 21.96 | 21.51 | 22.56 |
| 28 | 02.12.2003 07:00:00 | 23.11 | 22.61 | 22.21 | 22.04 | 22.89 |
| 29 | 02.12.2003 07:15:00 | 23.34 | 22.74 | 22.36 | 23.34 | 23.21 |
| 30 | 02.12.2003 07:30:00 | 23.72 | 22.99 | 22.66 | 24.42 | 23.64 |
| 31 | 02.12.2003 07:45:00 | 24.02 | 23.21 | 22.96 | 25.82 | 23.99 |
| 32 | 02.12.2003 08:00:00 | 24.34 | 23.52 | 23.29 | 24.07 | 22.19 |
| 33 | 02.12.2003 08:15:00 | 24.52 | 23.89 | 23.72 | 27.30 | 24.74 |
| 34 | 02.12.2003 08:30:00 | 24.92 | 24.14 | 24.02 | 28.08 | 24.99 |
| 35 | 02.12.2003 08:45:00 | 25.14 | 24.32 | 24.24 | 27.32 | 25.52 |
| 36 | 02.12.2003 09:00:00 | 25.75 | 24.87 | 24.89 | 30.48 | 25.97 |
| 37 | 02.12.2003 09:15:00 | 26.70 | 25.85 | 25.82 | 31.18 | 26.85 |
| 38 | 02.12.2003 09:30:00 | 26.62 | 25.92 | 25.87 | 30.43 | 26.87 |
| 39 | 02.12.2003 09:45:00 | 27.07 | 26.50 | 26.42 | 31.46 | 27.52 |
| 40 | 02.12.2003 10:00:00 | 27.70 | 27.32 | 27.65 | 33.26 | 28.05 |
| 41 | 02.12.2003 10:15:00 | 28.45 | 27.95 | 28.05 | 35.92 | 29.05 |
| 42 | 02.12.2003 10:30:00 | 28.33 | 28.10 | 27.95 | 32.34 | 28.65 |
| 43 | 02.12.2003 10:45:00 | 29.28 | 29.00 | 29.18 | 35.69 | 29.96 |
| 44 | 02.12.2003 11:00:00 | 29.15 | 28.85 | 28.70 | 33.89 | 29.63 |
| 45 | 02.12.2003 11:15:00 | 29.96 | 29.65 | 29.71 | 37.55 | 30.63 |
| 46 | 02.12.2003 11:30:00 | 30.38 | 30.08 | 30.16 | 38.70 | 31.16 |
| 47 | 02.12.2003 11:45:00 | 30.36 | 30.53 | 30.48 | 37.45 | 30.91 |
| 48 | 02.12.2003 12:00:00 | 30.78 | 30.58 | 30.58 | 38.45 | 31.41 |
| 49 | 02.12.2003 12:15:00 | 30.61 | 30.53 | 30.43 | 37.70 | 30.98 |
| 50 | 02.12.2003 12:30:00 | 30.63 | 30.63 | 30.51 | 37.62 | 31.31 |
| 51 | 02.12.2003 12:45:00 | 30.96 | 31.03 | 31.06 | 38.98 | 31.84 |
| 52 | 02.12.2003 13:00:00 | 31.01 | 30.98 | 30.98 | 37.72 | 31.66 |
| 53 | 02.12.2003 13:15:00 | 30.53 | 30.76 | 30.63 | 35.97 | 31.21 |
| 54 | 02.12.2003 13:30:00 | 31.28 | 31.36 | 31.43 | 38.95 | 32.06 |
| 55 | 02.12.2003 13:45:00 | 31.66 | 31.56 | 31.61 | 40.11 | 32.16 |
| 56 | 02.12.2003 14:00:00 | 31.48 | 31.36 | 31.26 | 37.93 | 31.94 |
| 57 | 02.12.2003 14:15:00 | 31.51 | 32.04 | 31.89 | 39.35 | 32.71 |
| 58 | 02.12.2003 14:30:00 | 31.51 | 31.51 | 31.38 | 37.85 | 32.04 |
| 59 | 02.12.2003 14:45:00 | 32.26 | 32.46 | 32.66 | 41.83 | 33.87 |
| 60 | 02.12.2003 15:00:00 | 31.51 | 31.79 | 31.63 | 37.45 | 32.26 |
| 61 | 02.12.2003 15:15:00 | 31.96 | 32.09 | 32.14 | 39.70 | 32.69 |
| 62 | 02.12.2003 15:30:00 | 31.71 | 31.91 | 31.86 | 38.30 | 32.71 |
| 63 | 02.12.2003 15:45:00 | 31.74 | 32.01 | 32.01 | 37.93 | 32.41 |
| 64 | 02.12.2003 16:00:00 | 31.53 | 31.81 | 31.58 | 36.10 | 32.09 |
| 65 | 02.12.2003 16:15:00 | 31.68 | 32.26 | 32.04 | 36.72 | 32.81 |
| 66 | 02.12.2003 16:30:00 | 31.11 | 31.74 | 31.58 | 36.00 | 32.24 |
| 67 | 02.12.2003 16:45:00 | 30.71 | 31.53 | 31.26 | 33.59 | 31.79 |
| 68 | 02.12.2003 17:00:00 | 30.41 | 31.36 | 30.98 | 28.28 | 27.75 |
| 69 | 02.12.2003 17:15:00 | 29.86 | 31.31 | 30.76 | 30.43 | 31.16 |
| 70 | 02.12.2003 17:30:00 | 29.40 | 30.66 | 30.01 | 28.25 | 30.08 |
| 71 | 02.12.2003 17:45:00 | 28.88 | 30.33 | 29.65 | 26.80 | 29.55 |
| 72 | 02.12.2003 18:00:00 | 28.63 | 30.18 | 29.43 | 26.25 | 29.43 |
| 73 | 02.12.2003 18:15:00 | 28.35 | 29.60 | 28.90 | 25.92 | 29.03 |
| 74 | 02.12.2003 18:30:00 | 28.10 | 29.10 | 28.25 | 25.67 | 28.13 |
| 75 | 02.12.2003 18:45:00 | 27.75 | 28.58 | 27.90 | 25.39 | 28.13 |
| 76 | 02.12.2003 19:00:00 | 27.12 | 28.43 | 27.55 | 24.47 | 27.42 |
| 77 | 02.12.2003 19:15:00 | 26.85 | 28.05 | 27.37 | 24.22 | 27.42 |
| 78 | 02.12.2003 19:30:00 | 26.75 | 27.57 | 26.87 | 23.99 | 27.07 |
| 79 | 02.12.2003 19:45:00 | 26.70 | 27.50 | 26.70 | 24.14 | 26.77 |
| 80 | 02.12.2003 20:00:00 | 25.80 | 27.22 | 26.47 | 23.52 | 26.37 |
| 81 | 02.12.2003 20:15:00 | 25.39 | 26.82 | 25.95 | 22.44 | 25.90 |
| 82 | 02.12.2003 20:30:00 | 24.99 | 26.35 | 25.70 | 21.99 | 25.75 |
| 83 | 02.12.2003 20:45:00 | 24.42 | 25.85 | 25.17 | 21.61 | 24.77 |
| 84 | 02.12.2003 21:00:00 | 24.09 | 25.42 | 24.84 | 21.26 | 24.92 |
| 85 | 02.12.2003 21:15:00 | 23.87 | 25.17 | 24.52 | 20.98 | 24.72 |
| 86 | 02.12.2003 21:30:00 | 23.54 | 24.52 | 24.02 | 20.93 | 24.02 |
| 87 | 02.12.2003 21:45:00 | 23.36 | 24.32 | 23.74 | 20.66 | 23.72 |
| 88 | 02.12.2003 22:00:00 | 23.34 | 24.29 | 23.49 | 20.33 | 23.67 |
| 89 | 02.12.2003 22:15:00 | 22.99 | 23.89 | 23.31 | 20.26 | 23.52 |
| 90 | 02.12.2003 22:30:00 | 22.71 | 23.64 | 23.04 | 20.03 | 23.06 |
| 91 | 02.12.2003 22:45:00 | 22.81 | 23.21 | 22.39 | 19.73 | 22.36 |
| 92 | 02.12.2003 23:00:00 | 22.56 | 23.31 | 22.66 | 19.88 | 22.81 |
| 93 | 02.12.2003 23:15:00 | 22.84 | 23.19 | 22.46 | 20.21 | 22.71 |
| 94 | 02.12.2003 23:30:00 | 23.31 | 23.16 | 22.39 | 20.88 | 22.81 |
| 95 | 02.12.2003 23:45:00 | 23.54 | 23.34 | 22.69 | 21.33 | 23.16 |
| 96 | 03.12.2003 00:00:00 | 23.69 | 23.54 | 22.96 | 21.76 | 23.36 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 แบบทดสอบที่ 3 OUTDOOR สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 4

| | Description | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| | Sensor: | Voltage 0(-100).100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| | Unit: | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| | Mean | 112.32 | 28.72 | 68.63 | 0.44 | |
| | Max | 680.98 | 33.75 | 77.51 | 3.21 | |
| | Min | 0.05 | 25.71 | 52.69 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temp Out | Humidity Out | Wind Sp Out | Wind Dir Out |
| 0 | 09.12.2003 00:00:00 | 0.11 | 26.95 | 74.21 | 1.55 | 72 |
| 1 | 09.12.2003 00:15:00 | 0.09 | 27.40 | 72.08 | 0.65 | 76 |
| 2 | 09.12.2003 00:30:00 | 0.11 | 27.50 | 71.62 | 0.65 | 117 |
| 3 | 09.12.2003 00:45:00 | 0.11 | 27.46 | 71.52 | 1.29 | 92 |
| 4 | 09.12.2003 01:00:00 | 0.11 | 27.36 | 71.93 | 1.01 | 103 |
| 5 | 09.12.2003 01:15:00 | 0.09 | 27.30 | 72.26 | 1.29 | 90 |
| 6 | 09.12.2003 01:30:00 | 0.11 | 27.05 | 73.97 | 2.38 | 75 |
| 7 | 09.12.2003 01:45:00 | 0.09 | 27.08 | 74.31 | 2.38 | 63 |
| 8 | 09.12.2003 02:00:00 | 0.09 | 27.01 | 74.66 | 1.56 | 76 |
| 9 | 09.12.2003 02:15:00 | 0.11 | 26.95 | 74.87 | 1.29 | 78 |
| 10 | 09.12.2003 02:30:00 | 0.11 | 26.75 | 75.91 | 3.21 | 74 |
| 11 | 09.12.2003 02:45:00 | 0.12 | 26.68 | 76.09 | 1.74 | 59 |
| 12 | 09.12.2003 03:00:00 | 0.12 | 26.59 | 76.14 | 2.20 | 43 |
| 13 | 09.12.2003 03:15:00 | 0.11 | 26.65 | 75.71 | 1.46 | 61 |
| 14 | 09.12.2003 03:30:00 | 0.12 | 26.43 | 76.83 | 2.47 | 100 |
| 15 | 09.12.2003 03:45:00 | 0.12 | 26.11 | 77.51 | 1.29 | 95 |
| 16 | 09.12.2003 04:00:00 | 0.11 | 26.06 | 76.89 | 2.11 | 88 |
| 17 | 09.12.2003 04:15:00 | 0.11 | 26.12 | 75.84 | 1.47 | 96 |
| 18 | 09.12.2003 04:30:00 | 0.12 | 26.14 | 75.50 | 1.91 | 41 |
| 19 | 09.12.2003 04:45:00 | 0.11 | 26.05 | 75.70 | 0.56 | 85 |
| 20 | 09.12.2003 05:00:00 | 0.11 | 26.06 | 75.52 | 1.65 | 100 |
| 21 | 09.12.2003 05:15:00 | 0.09 | 25.98 | 75.68 | 0 | 0 |
| 22 | 09.12.2003 05:30:00 | 0.11 | 25.87 | 75.74 | 1.56 | 8 |
| 23 | 09.12.2003 05:45:00 | 0.09 | 25.82 | 76.17 | 1.29 | 55 |
| 24 | 09.12.2003 06:00:00 | 0.11 | 25.82 | 75.98 | 2.38 | 63 |
| 25 | 09.12.2003 06:15:00 | 0.17 | 25.77 | 76.42 | 0.73 | 85 |
| 26 | 09.12.2003 06:30:00 | 2.69 | 25.71 | 76.72 | 2.47 | 102 |
| 27 | 09.12.2003 06:45:00 | 15.40 | 25.77 | 76.87 | 0 | 0 |
| 28 | 09.12.2003 07:00:00 | 23.79 | 25.90 | 76.51 | 0 | 0 |
| 29 | 09.12.2003 07:15:00 | 58.42 | 26.14 | 75.71 | 0 | 0 |
| 30 | 09.12.2003 07:30:00 | 54.78 | 26.31 | 75.33 | 0 | 0 |
| 31 | 09.12.2003 07:45:00 | 64.15 | 26.39 | 74.91 | 0 | 0 |
| 32 | 09.12.2003 08:00:00 | 92.87 | 26.54 | 74.29 | 0 | 0 |
| 33 | 09.12.2003 08:15:00 | 102.37 | 26.67 | 74.08 | 0 | 0 |
| 34 | 09.12.2003 08:30:00 | 144.25 | 26.89 | 72.95 | 0 | 0 |
| 35 | 09.12.2003 08:45:00 | 161.42 | 27.61 | 71.78 | 0 | 0 |
| 36 | 09.12.2003 09:00:00 | 185.42 | 27.70 | 70.78 | 0 | 0 |
| 37 | 09.12.2003 09:15:00 | 202.20 | 27.73 | 70.30 | 0 | 0 |
| 38 | 09.12.2003 09:30:00 | 252.88 | 28.08 | 69.24 | 0 | 0 |
| 39 | 09.12.2003 09:45:00 | 236.00 | 28.62 | 67.70 | 0 | 0 |
| 40 | 09.12.2003 10:00:00 | 220.50 | 28.95 | 67.14 | 0 | 0 |
| 41 | 09.12.2003 10:15:00 | 347.48 | 29.65 | 64.96 | 0 | 0 |
| 42 | 09.12.2003 10:30:00 | 404.33 | 29.49 | 65.42 | 0 | 0 |
| 43 | 09.12.2003 10:45:00 | 383.03 | 30.34 | 62.76 | 0 | 0 |
| 44 | 09.12.2003 11:00:00 | 517.26 | 30.36 | 63.20 | 0 | 0 |
| 45 | 09.12.2003 11:15:00 | 257.54 | 30.46 | 62.86 | 0 | 0 |
| 46 | 09.12.2003 11:30:00 | 312.87 | 30.28 | 62.57 | 0 | 0 |
| 47 | 09.12.2003 11:45:00 | 409.92 | 30.54 | 62.07 | 0 | 0 |
| 48 | 09.12.2003 12:00:00 | 613.60 | 31.08 | 60.04 | 0 | 0 |
| 49 | 09.12.2003 12:15:00 | 653.69 | 31.93 | 57.58 | 0 | 0 |
| 50 | 09.12.2003 12:30:00 | 650.95 | 33.36 | 53.93 | 0 | 0 |
| 51 | 09.12.2003 12:45:00 | 680.98 | 33.03 | 55.19 | 0 | 0 |
| 52 | 09.12.2003 13:00:00 | 184.14 | 32.41 | 58.52 | 0 | 0 |
| 53 | 09.12.2003 13:15:00 | 571.92 | 33.75 | 52.69 | 0 | 0 |
| 54 | 09.12.2003 13:30:00 | 538.02 | 33.11 | 53.83 | 0 | 0 |
| 55 | 09.12.2003 13:45:00 | 177.79 | 32.50 | 55.46 | 0 | 0 |
| 56 | 09.12.2003 14:00:00 | 494.55 | 32.01 | 56.99 | 0 | 0 |
| 57 | 09.12.2003 14:15:00 | 298.84 | 32.65 | 55.66 | 0 | 0 |
| 58 | 09.12.2003 14:30:00 | 223.11 | 33.27 | 53.51 | 0 | 0 |
| 59 | 09.12.2003 14:45:00 | 127.18 | 32.58 | 55.65 | 0 | 0 |
| 60 | 09.12.2003 15:00:00 | 155.14 | 32.56 | 56.06 | 0 | 0 |
| 61 | 09.12.2003 15:15:00 | 209.26 | 32.58 | 56.71 | 0 | 0 |
| 62 | 09.12.2003 15:30:00 | 232.77 | 33.27 | 55.16 | 0 | 0 |
| 63 | 09.12.2003 15:45:00 | 202.58 | 32.70 | 55.71 | 0 | 0 |
| 64 | 09.12.2003 16:00:00 | 95.73 | 32.26 | 57.05 | 0 | 0 |
| 65 | 09.12.2003 16:15:00 | 109.17 | 32.26 | 56.86 | 0 | 0 |
| 66 | 09.12.2003 16:30:00 | 93.76 | 32.28 | 56.97 | 0 | 0 |
| 67 | 09.12.2003 16:45:00 | 59.02 | 32.39 | 57.25 | 0 | 0 |
| 68 | 09.12.2003 17:00:00 | 34.19 | 31.49 | 59.69 | 0 | 0 |
| 69 | 09.12.2003 17:15:00 | 22.04 | 31.09 | 61.43 | 0 | 0 |
| 70 | 09.12.2003 17:30:00 | 9.58 | 30.74 | 62.55 | 0 | 0 |
| 71 | 09.12.2003 17:45:00 | 1.98 | 30.39 | 63.37 | 0 | 0 |
| 72 | 09.12.2003 18:00:00 | 0.38 | 30.28 | 62.88 | 0 | 0 |
| 73 | 09.12.2003 18:15:00 | 0.05 | 30.08 | 63.51 | 0 | 0 |
| 74 | 09.12.2003 18:30:00 | 0.06 | 30.05 | 62.82 | 0 | 0 |
| 75 | 09.12.2003 18:45:00 | 0.08 | 30.02 | 63.11 | 0 | 0 |
| 76 | 09.12.2003 19:00:00 | 0.08 | 29.92 | 63.43 | 0 | 0 |
| 77 | 09.12.2003 19:15:00 | 0.08 | 29.49 | 65.63 | 0 | 0 |
| 78 | 09.12.2003 19:30:00 | 0.08 | 28.88 | 68.89 | 0 | 0 |
| 79 | 09.12.2003 19:45:00 | 0.06 | 28.66 | 69.65 | 0 | 0 |
| 80 | 09.12.2003 20:00:00 | 0.09 | 28.15 | 72.88 | 0 | 0 |
| 81 | 09.12.2003 20:15:00 | 0.08 | 27.63 | 75.89 | 0 | 0 |
| 82 | 09.12.2003 20:30:00 | 0.09 | 27.36 | 76.30 | 0 | 0 |
| 83 | 09.12.2003 20:45:00 | 0.09 | 27.19 | 77.19 | 0 | 0 |
| 84 | 09.12.2003 21:00:00 | 0.11 | 27.15 | 76.21 | 0 | 0 |
| 85 | 09.12.2003 21:15:00 | 0.11 | 27.07 | 76.76 | 0 | 0 |
| 86 | 09.12.2003 21:30:00 | 0.09 | 27.12 | 76.24 | 0 | 0 |
| 87 | 09.12.2003 21:45:00 | 0.08 | 27.24 | 75.73 | 0 | 0 |
| 88 | 09.12.2003 22:00:00 | 0.11 | 27.36 | 75.09 | 0 | 0 |
| 89 | 09.12.2003 22:15:00 | 0.09 | 27.34 | 75.83 | 0 | 0 |
| 90 | 09.12.2003 22:30:00 | 0.09 | 27.48 | 74.84 | 0 | 0 |
| 91 | 09.12.2003 22:45:00 | 0.11 | 27.53 | 74.29 | 0 | 0 |
| 92 | 09.12.2003 23:00:00 | 0.11 | 27.57 | 73.70 | 0 | 0 |
| 93 | 09.12.2003 23:15:00 | 0.09 | 27.58 | 74.31 | 0 | 0 |
| 94 | 09.12.2003 23:30:00 | 0.11 | 27.55 | 73.97 | 0 | 0 |
| 95 | 09.12.2003 23:45:00 | 0.12 | 27.17 | 76.41 | 0 | 0 |
| 96 | 10.12.2003 00:00:00 | 0.12 | 27.00 | 76.25 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก.8** แบบทดสอบที่ 3 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 4

| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 28.18 | 28.45 | 29.21 | 30.18 | 28.44 |
| | Max | 33.24 | 33.31 | 35.69 | 48.25 | 35.17 |
| | Min | 25.09 | 25.82 | 25.49 | 24.87 | 24.64 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Out |
| 0 | 09.12.2003 00:00:00 | 26.27 | 26.40 | 26.65 | 25.85 | 25.87 |
| 1 | 09.12.2003 00:15:00 | 26.52 | 26.55 | 26.80 | 26.20 | 25.97 |
| 2 | 09.12.2003 00:30:00 | 26.55 | 26.57 | 26.87 | 26.17 | 25.97 |
| 3 | 09.12.2003 00:45:00 | 26.50 | 26.55 | 26.82 | 26.15 | 25.90 |
| 4 | 09.12.2003 01:00:00 | 26.47 | 26.50 | 26.80 | 26.22 | 26.00 |
| 5 | 09.12.2003 01:15:00 | 26.47 | 26.97 | 26.80 | 26.17 | 26.02 |
| 6 | 09.12.2003 01:30:00 | 26.17 | 26.75 | 26.55 | 25.87 | 25.72 |
| 7 | 09.12.2003 01:45:00 | 26.30 | 26.77 | 26.67 | 25.92 | 25.75 |
| 8 | 09.12.2003 02:00:00 | 26.20 | 26.80 | 26.60 | 25.95 | 25.75 |
| 9 | 09.12.2003 02:15:00 | 26.17 | 26.70 | 26.55 | 25.97 | 25.72 |
| 10 | 09.12.2003 02:30:00 | 26.05 | 26.67 | 26.42 | 25.82 | 25.60 |
| 11 | 09.12.2003 02:45:00 | 25.97 | 26.57 | 26.37 | 25.77 | 25.57 |
| 12 | 09.12.2003 03:00:00 | 25.92 | 26.45 | 26.32 | 25.70 | 25.52 |
| 13 | 09.12.2003 03:15:00 | 25.95 | 26.52 | 26.35 | 25.77 | 25.54 |
| 14 | 09.12.2003 03:30:00 | 25.75 | 26.42 | 26.15 | 25.24 | 25.24 |
| 15 | 09.12.2003 03:45:00 | 25.54 | 26.15 | 25.97 | 25.32 | 25.14 |
| 16 | 09.12.2003 04:00:00 | 25.54 | 26.17 | 25.95 | 25.24 | 25.14 |
| 17 | 09.12.2003 04:15:00 | 25.47 | 26.20 | 25.85 | 25.24 | 25.02 |
| 18 | 09.12.2003 04:30:00 | 25.47 | 26.15 | 25.87 | 25.27 | 25.04 |
| 19 | 09.12.2003 04:45:00 | 25.42 | 26.20 | 25.80 | 25.14 | 24.99 |
| 20 | 09.12.2003 05:00:00 | 25.39 | 26.12 | 25.75 | 25.22 | 24.92 |
| 21 | 09.12.2003 05:15:00 | 25.32 | 26.02 | 25.70 | 25.04 | 24.87 |
| 22 | 09.12.2003 05:30:00 | 25.24 | 25.85 | 25.65 | 24.89 | 24.64 |
| 23 | 09.12.2003 05:45:00 | 25.19 | 25.92 | 25.60 | 24.97 | 24.79 |
| 24 | 09.12.2003 06:00:00 | 25.19 | 25.90 | 25.52 | 24.97 | 24.72 |
| 25 | 09.12.2003 06:15:00 | 25.14 | 25.82 | 25.54 | 24.87 | 24.64 |
| 26 | 09.12.2003 06:30:00 | 25.09 | 25.82 | 25.49 | 24.92 | 24.67 |
| 27 | 09.12.2003 06:45:00 | 25.14 | 25.87 | 25.49 | 25.09 | 24.72 |
| 28 | 09.12.2003 07:00:00 | 25.24 | 25.90 | 25.60 | 25.34 | 24.82 |
| 29 | 09.12.2003 07:15:00 | 25.47 | 26.15 | 25.80 | 26.32 | 25.14 |
| 30 | 09.12.2003 07:30:00 | 25.54 | 26.27 | 26.02 | 26.65 | 25.34 |
| 31 | 09.12.2003 07:45:00 | 25.65 | 26.30 | 26.05 | 26.80 | 25.42 |
| 32 | 09.12.2003 08:00:00 | 25.77 | 26.22 | 26.05 | 26.90 | 25.39 |
| 33 | 09.12.2003 08:15:00 | 25.97 | 26.60 | 26.37 | 27.57 | 25.82 |
| 34 | 09.12.2003 08:30:00 | 26.12 | 26.55 | 26.45 | 28.43 | 25.77 |
| 35 | 09.12.2003 08:45:00 | 26.70 | 26.90 | 27.05 | 30.43 | 26.65 |
| 36 | 09.12.2003 09:00:00 | 26.82 | 27.10 | 27.25 | 30.33 | 26.70 |
| 37 | 09.12.2003 09:15:00 | 26.95 | 27.25 | 27.37 | 29.45 | 26.92 |
| 38 | 09.12.2003 09:30:00 | 27.40 | 27.45 | 27.85 | 32.14 | 27.45 |
| 39 | 09.12.2003 09:45:00 | 27.83 | 27.90 | 28.55 | 32.36 | 28.20 |
| 40 | 09.12.2003 10:00:00 | 28.20 | 28.28 | 28.88 | 31.91 | 28.45 |
| 41 | 09.12.2003 10:15:00 | 28.78 | 28.83 | 29.30 | 35.49 | 29.05 |
| 42 | 09.12.2003 10:30:00 | 28.95 | 28.98 | 30.38 | 36.72 | 30.41 |
| 43 | 09.12.2003 10:45:00 | 29.38 | 29.53 | 30.13 | 36.70 | 29.91 |
| 44 | 09.12.2003 11:00:00 | 29.53 | 29.65 | 30.36 | 39.28 | 29.83 |
| 45 | 09.12.2003 11:15:00 | 29.65 | 29.73 | 30.81 | 36.90 | 30.26 |
| 46 | 09.12.2003 11:30:00 | 29.91 | 29.98 | 30.96 | 38.73 | 30.58 |
| 47 | 09.12.2003 11:45:00 | 30.03 | 30.08 | 31.38 | 38.53 | 31.13 |
| 48 | 09.12.2003 12:00:00 | 30.46 | 30.48 | 32.81 | 42.89 | 32.54 |
| 49 | 09.12.2003 12:15:00 | 30.91 | 31.11 | 33.01 | 45.39 | 32.89 |
| 50 | 09.12.2003 12:30:00 | 32.61 | 32.64 | 34.29 | 48.25 | 34.17 |
| 51 | 09.12.2003 12:45:00 | 32.61 | 32.74 | 34.54 | 46.50 | 34.34 |
| 52 | 09.12.2003 13:00:00 | 31.53 | 31.48 | 33.56 | 37.32 | 32.79 |
| 53 | 09.12.2003 13:15:00 | 33.24 | 33.31 | 35.69 | 45.49 | 34.17 |
| 54 | 09.12.2003 13:30:00 | 32.54 | 32.81 | 34.27 | 38.35 | 33.56 |
| 55 | 09.12.2003 13:45:00 | 32.39 | 32.49 | 34.59 | 36.55 | 33.82 |
| 56 | 09.12.2003 14:00:00 | 32.19 | 32.39 | 33.51 | 35.49 | 32.64 |
| 57 | 09.12.2003 14:15:00 | 32.64 | 32.76 | 34.27 | 37.72 | 33.92 |
| 58 | 09.12.2003 14:30:00 | 32.56 | 32.71 | 35.17 | 41.81 | 35.17 |
| 59 | 09.12.2003 14:45:00 | 32.39 | 32.49 | 34.62 | 35.42 | 34.07 |
| 60 | 09.12.2003 15:00:00 | 32.44 | 32.71 | 34.57 | 36.00 | 33.99 |
| 61 | 09.12.2003 15:15:00 | 32.41 | 32.71 | 34.44 | 38.90 | 34.34 |
| 62 | 09.12.2003 15:30:00 | 32.36 | 32.59 | 34.39 | 36.87 | 33.71 |
| 63 | 09.12.2003 15:45:00 | 32.09 | 32.39 | 33.99 | 35.95 | 33.46 |
| 64 | 09.12.2003 16:00:00 | 31.81 | 32.04 | 33.31 | 33.29 | 31.63 |
| 65 | 09.12.2003 16:15:00 | 32.06 | 32.21 | 33.61 | 34.29 | 32.89 |
| 66 | 09.12.2003 16:30:00 | 31.89 | 32.14 | 33.74 | 33.89 | 33.09 |
| 67 | 09.12.2003 16:45:00 | 31.76 | 31.91 | 33.34 | 33.34 | 32.46 |
| 68 | 09.12.2003 17:00:00 | 31.18 | 31.38 | 33.14 | 31.96 | 32.09 |
| 69 | 09.12.2003 17:15:00 | 30.98 | 31.18 | 33.14 | 31.36 | 32.06 |
| 70 | 09.12.2003 17:30:00 | 30.58 | 30.76 | 32.84 | 30.61 | 31.84 |
| 71 | 09.12.2003 17:45:00 | 30.11 | 30.41 | 32.24 | 29.60 | 31.13 |
| 72 | 09.12.2003 18:00:00 | 29.98 | 30.13 | 31.96 | 29.58 | 30.93 |
| 73 | 09.12.2003 18:15:00 | 29.78 | 29.91 | 31.63 | 29.33 | 30.33 |
| 74 | 09.12.2003 18:30:00 | 29.68 | 29.81 | 31.01 | 29.18 | 29.76 |
| 75 | 09.12.2003 18:45:00 | 29.60 | 29.73 | 30.91 | 29.10 | 29.83 |
| 76 | 09.12.2003 19:00:00 | 29.43 | 29.55 | 30.51 | 29.03 | 29.35 |
| 77 | 09.12.2003 19:15:00 | 29.13 | 29.20 | 30.73 | 28.60 | 29.53 |
| 78 | 09.12.2003 19:30:00 | 28.63 | 28.63 | 30.11 | 27.88 | 28.50 |
| 79 | 09.12.2003 19:45:00 | 28.45 | 28.58 | 30.08 | 27.73 | 29.08 |
| 80 | 09.12.2003 20:00:00 | 28.15 | 28.15 | 29.68 | 27.30 | 28.55 |
| 81 | 09.12.2003 20:15:00 | 27.73 | 27.78 | 29.30 | 26.85 | 27.95 |
| 82 | 09.12.2003 20:30:00 | 27.60 | 27.63 | 29.05 | 26.75 | 27.83 |
| 83 | 09.12.2003 20:45:00 | 27.20 | 27.20 | 28.78 | 26.55 | 27.80 |
| 84 | 09.12.2003 21:00:00 | 27.10 | 27.20 | 28.80 | 26.42 | 27.83 |
| 85 | 09.12.2003 21:15:00 | 26.92 | 26.95 | 28.45 | 26.45 | 27.50 |
| 86 | 09.12.2003 21:30:00 | 27.12 | 27.20 | 28.28 | 26.32 | 27.25 |
| 87 | 09.12.2003 21:45:00 | 26.87 | 26.90 | 28.23 | 26.42 | 27.35 |
| 88 | 09.12.2003 22:00:00 | 27.00 | 27.07 | 27.73 | 26.37 | 26.52 |
| 89 | 09.12.2003 22:15:00 | 27.02 | 27.05 | 27.95 | 26.37 | 26.95 |
| 90 | 09.12.2003 22:30:00 | 26.97 | 26.97 | 27.88 | 26.45 | 27.05 |
| 91 | 09.12.2003 22:45:00 | 27.07 | 27.10 | 27.75 | 26.37 | 26.92 |
| 92 | 09.12.2003 23:00:00 | 26.97 | 27.02 | 27.45 | 26.12 | 26.67 |
| 93 | 09.12.2003 23:15:00 | 26.85 | 26.92 | 27.47 | 26.10 | 26.65 |
| 94 | 09.12.2003 23:30:00 | 26.77 | 26.82 | 27.47 | 25.97 | 26.62 |
| 95 | 09.12.2003 23:45:00 | 26.47 | 26.57 | 27.22 | 25.72 | 26.35 |
| 96 | 10.12.2003 00:00:00 | 26.50 | 26.55 | 26.70 | 25.39 | 25.90 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก.9** แบบทดสอบที่ 3 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 4

| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 28.62 | 28.97 | 28.59 | 30.40 | 29.06 |
| | Max | 33.56 | 34.22 | 33.87 | 53.34 | 34.82 |
| | Min | 25.49 | 25.54 | 25.02 | 24.57 | 25.39 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Out |
| 0 | 09.12.2003 00:00:00 | 31.13 | 26.77 | 31.13 | 25.52 | 31.13 |
| 1 | 09.12.2003 00:15:00 | 26.90 | 26.85 | 26.30 | 25.92 | 26.72 |
| 2 | 09.12.2003 00:30:00 | 26.95 | 26.90 | 26.37 | 25.90 | 26.80 |
| 3 | 09.12.2003 00:45:00 | 26.90 | 26.90 | 26.37 | 25.85 | 26.72 |
| 4 | 09.12.2003 01:00:00 | 26.90 | 26.87 | 26.35 | 25.90 | 26.70 |
| 5 | 09.12.2003 01:15:00 | 26.85 | 26.85 | 26.32 | 25.87 | 26.72 |
| 6 | 09.12.2003 01:30:00 | 26.57 | 26.62 | 26.07 | 25.54 | 26.42 |
| 7 | 09.12.2003 01:45:00 | 26.67 | 26.70 | 26.17 | 25.70 | 26.52 |
| 8 | 09.12.2003 02:00:00 | 26.60 | 26.62 | 26.12 | 25.62 | 26.45 |
| 9 | 09.12.2003 02:15:00 | 26.55 | 26.57 | 26.15 | 25.60 | 26.42 |
| 10 | 09.12.2003 02:30:00 | 26.40 | 26.42 | 25.92 | 25.42 | 26.32 |
| 11 | 09.12.2003 02:45:00 | 26.37 | 26.40 | 25.87 | 25.44 | 26.25 |
| 12 | 09.12.2003 03:00:00 | 26.30 | 26.32 | 25.82 | 25.34 | 26.27 |
| 13 | 09.12.2003 03:15:00 | 26.32 | 26.32 | 25.87 | 25.44 | 26.20 |
| 14 | 09.12.2003 03:30:00 | 26.15 | 26.20 | 25.65 | 25.07 | 26.02 |
| 15 | 09.12.2003 03:45:00 | 25.95 | 26.07 | 25.57 | 24.94 | 25.87 |
| 16 | 09.12.2003 04:00:00 | 25.92 | 26.05 | 25.49 | 24.92 | 25.85 |
| 17 | 09.12.2003 04:15:00 | 25.87 | 26.00 | 25.42 | 24.89 | 25.77 |
| 18 | 09.12.2003 04:30:00 | 25.85 | 25.95 | 25.39 | 24.94 | 25.82 |
| 19 | 09.12.2003 04:45:00 | 25.77 | 25.82 | 25.29 | 24.82 | 25.72 |
| 20 | 09.12.2003 05:00:00 | 25.77 | 25.77 | 25.29 | 24.87 | 25.62 |
| 21 | 09.12.2003 05:15:00 | 25.70 | 25.67 | 25.14 | 24.77 | 25.57 |
| 22 | 09.12.2003 05:30:00 | 25.62 | 25.60 | 25.07 | 24.64 | 25.52 |
| 23 | 09.12.2003 05:45:00 | 25.60 | 25.67 | 25.17 | 24.67 | 25.49 |
| 24 | 09.12.2003 06:00:00 | 25.57 | 25.62 | 25.07 | 24.64 | 25.47 |
| 25 | 09.12.2003 06:15:00 | 25.49 | 25.60 | 25.09 | 24.59 | 25.44 |
| 26 | 09.12.2003 06:30:00 | 25.49 | 25.54 | 25.07 | 24.57 | 25.39 |
| 27 | 09.12.2003 06:45:00 | 25.52 | 25.57 | 25.02 | 24.74 | 25.39 |
| 28 | 09.12.2003 07:00:00 | 25.60 | 25.60 | 25.09 | 25.07 | 25.47 |
| 29 | 09.12.2003 07:15:00 | 25.82 | 25.77 | 25.29 | 26.02 | 25.75 |
| 30 | 09.12.2003 07:30:00 | 25.92 | 25.87 | 25.44 | 26.27 | 25.97 |
| 31 | 09.12.2003 07:45:00 | 25.97 | 25.92 | 25.44 | 26.52 | 25.97 |
| 32 | 09.12.2003 08:00:00 | 26.12 | 25.97 | 25.49 | 26.67 | 26.02 |
| 33 | 09.12.2003 08:15:00 | 26.35 | 26.20 | 25.75 | 27.42 | 26.22 |
| 34 | 09.12.2003 08:30:00 | 26.45 | 26.27 | 25.90 | 28.15 | 26.35 |
| 35 | 09.12.2003 08:45:00 | 27.02 | 26.70 | 26.30 | 30.06 | 26.85 |
| 36 | 09.12.2003 09:00:00 | 27.20 | 26.97 | 26.62 | 30.41 | 27.07 |
| 37 | 09.12.2003 09:15:00 | 27.27 | 27.25 | 26.92 | 29.83 | 27.30 |
| 38 | 09.12.2003 09:30:00 | 27.80 | 27.57 | 27.22 | 32.51 | 27.83 |
| 39 | 09.12.2003 09:45:00 | 28.13 | 27.88 | 27.55 | 32.54 | 28.23 |
| 40 | 09.12.2003 10:00:00 | 28.45 | 28.40 | 28.25 | 32.19 | 28.78 |
| 41 | 09.12.2003 10:15:00 | 29.00 | 28.75 | 28.65 | 35.57 | 29.65 |
| 42 | 09.12.2003 10:30:00 | 29.30 | 28.98 | 28.78 | 36.97 | 29.58 |
| 43 | 09.12.2003 10:45:00 | 29.73 | 29.43 | 29.20 | 37.20 | 29.81 |
| 44 | 09.12.2003 11:00:00 | 29.71 | 29.71 | 29.91 | 39.90 | 30.63 |
| 45 | 09.12.2003 11:15:00 | 30.03 | 30.03 | 29.81 | 37.25 | 30.61 |
| 46 | 09.12.2003 11:30:00 | 30.03 | 30.18 | 29.86 | 38.83 | 30.53 |
| 47 | 09.12.2003 11:45:00 | 30.21 | 30.41 | 30.28 | 39.48 | 30.88 |
| 48 | 09.12.2003 12:00:00 | 30.63 | 31.06 | 30.83 | 43.84 | 31.63 |
| 49 | 09.12.2003 12:15:00 | 31.18 | 31.76 | 31.84 | 48.68 | 32.59 |
| 50 | 09.12.2003 12:30:00 | 32.91 | 32.84 | 32.89 | 53.34 | 33.89 |
| 51 | 09.12.2003 12:45:00 | 32.89 | 33.24 | 33.39 | 51.28 | 34.82 |
| 52 | 09.12.2003 13:00:00 | 31.86 | 32.54 | 32.46 | 37.42 | 33.01 |
| 53 | 09.12.2003 13:15:00 | 33.56 | 33.87 | 33.64 | 48.30 | 34.09 |
| 54 | 09.12.2003 13:30:00 | 32.96 | 33.39 | 33.16 | 40.28 | 33.76 |
| 55 | 09.12.2003 13:45:00 | 32.66 | 33.64 | 33.41 | 36.47 | 33.87 |
| 56 | 09.12.2003 14:00:00 | 32.51 | 33.14 | 32.74 | 36.75 | 33.11 |
| 57 | 09.12.2003 14:15:00 | 33.01 | 33.34 | 33.14 | 41.23 | 33.89 |
| 58 | 09.12.2003 14:30:00 | 32.96 | 33.92 | 33.82 | 45.37 | 34.67 |
| 59 | 09.12.2003 14:45:00 | 32.71 | 33.92 | 33.56 | 36.07 | 34.04 |
| 60 | 09.12.2003 15:00:00 | 32.96 | 34.22 | 33.87 | 36.72 | 34.42 |
| 61 | 09.12.2003 15:15:00 | 33.19 | 33.94 | 33.61 | 43.86 | 34.39 |
| 62 | 09.12.2003 15:30:00 | 32.91 | 33.71 | 33.39 | 38.63 | 34.07 |
| 63 | 09.12.2003 15:45:00 | 32.66 | 33.31 | 33.01 | 38.80 | 33.59 |
| 64 | 09.12.2003 16:00:00 | 32.29 | 33.26 | 32.81 | 33.59 | 33.24 |
| 65 | 09.12.2003 16:15:00 | 32.64 | 33.41 | 33.01 | 36.07 | 33.71 |
| 66 | 09.12.2003 16:30:00 | 32.51 | 33.09 | 32.81 | 35.07 | 33.44 |
| 67 | 09.12.2003 16:45:00 | 32.16 | 33.21 | 32.79 | 34.04 | 33.36 |
| 68 | 09.12.2003 17:00:00 | 31.68 | 32.84 | 32.39 | 31.79 | 32.79 |
| 69 | 09.12.2003 17:15:00 | 31.36 | 32.84 | 32.36 | 30.93 | 32.66 |
| 70 | 09.12.2003 17:30:00 | 30.98 | 32.81 | 32.24 | 30.03 | 32.66 |
| 71 | 09.12.2003 17:45:00 | 30.56 | 32.09 | 31.46 | 28.88 | 31.76 |
| 72 | 09.12.2003 18:00:00 | 30.48 | 32.04 | 31.46 | 29.00 | 31.79 |
| 73 | 09.12.2003 18:15:00 | 30.28 | 31.56 | 30.96 | 28.63 | 31.28 |
| 74 | 09.12.2003 18:30:00 | 30.18 | 30.96 | 30.41 | 28.55 | 30.78 |
| 75 | 09.12.2003 18:45:00 | 30.08 | 30.93 | 30.26 | 28.50 | 30.63 |
| 76 | 09.12.2003 19:00:00 | 29.88 | 30.73 | 30.13 | 28.60 | 30.58 |
| 77 | 09.12.2003 19:15:00 | 29.58 | 30.78 | 30.18 | 28.05 | 30.56 |
| 78 | 09.12.2003 19:30:00 | 29.10 | 30.21 | 29.65 | 27.40 | 30.06 |
| 79 | 09.12.2003 19:45:00 | 28.80 | 30.18 | 29.65 | 27.15 | 30.03 |
| 80 | 09.12.2003 20:00:00 | 28.45 | 29.81 | 29.23 | 26.72 | 29.48 |
| 81 | 09.12.2003 20:15:00 | 28.35 | 29.05 | 28.50 | 26.35 | 28.90 |
| 82 | 09.12.2003 20:30:00 | 28.20 | 28.95 | 28.50 | 26.22 | 28.85 |
| 83 | 09.12.2003 20:45:00 | 27.50 | 28.80 | 28.38 | 26.07 | 28.78 |
| 84 | 09.12.2003 21:00:00 | 27.85 | 28.48 | 27.93 | 26.00 | 28.30 |
| 85 | 09.12.2003 21:15:00 | 27.57 | 28.43 | 27.90 | 25.97 | 28.25 |
| 86 | 09.12.2003 21:30:00 | 27.57 | 28.28 | 27.75 | 25.87 | 28.10 |
| 87 | 09.12.2003 21:45:00 | 27.27 | 28.23 | 27.75 | 26.00 | 28.18 |
| 88 | 09.12.2003 22:00:00 | 27.40 | 27.98 | 27.22 | 26.05 | 27.50 |
| 89 | 09.12.2003 22:15:00 | 27.35 | 28.05 | 27.45 | 25.95 | 27.88 |
| 90 | 09.12.2003 22:30:00 | 27.37 | 27.95 | 27.40 | 25.97 | 27.85 |
| 91 | 09.12.2003 22:45:00 | 27.50 | 27.83 | 27.27 | 25.97 | 27.70 |
| 92 | 09.12.2003 23:00:00 | 27.42 | 27.65 | 27.05 | 25.80 | 27.47 |
| 93 | 09.12.2003 23:15:00 | 27.25 | 27.63 | 27.07 | 25.72 | 27.52 |
| 94 | 09.12.2003 23:30:00 | 27.20 | 27.52 | 26.90 | 25.60 | 27.32 |
| 95 | 09.12.2003 23:45:00 | 26.90 | 27.40 | 26.82 | 25.29 | 27.22 |
| 96 | 10.12.2003 00:00:00 | 26.85 | 27.02 | 26.25 | 25.14 | 26.62 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก.10** แบบทดสอบที่ 4 OUTDOOR สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 6

| | Description | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| | Sensor: | Voltage 0(-100).100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| | Unit: | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| | Mean | 164.18 | 27.01 | 61.94 | 1.53 | |
| | Max | 629.79 | 32.43 | 74.84 | 5.11 | |
| | Min | 0.05 | 23.16 | 45.43 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temp Out | Humidity Out | Wind Sp Out | Wind Dir Out |
| 0 | 16.12.2003 00:00:00 | 0.08 | 27.65 | 64.65 | 1.84 | 81 |
| 1 | 16.12.2003 00:15:00 | 0.11 | 27.63 | 64.50 | 1.01 | 55 |
| 2 | 16.12.2003 00:30:00 | 0.09 | 27.22 | 66.12 | 1.20 | 72 |
| 3 | 16.12.2003 00:45:00 | 0.11 | 27.07 | 65.99 | 1.46 | 52 |
| 4 | 16.12.2003 01:00:00 | 0.12 | 26.83 | 66.38 | 1.29 | 71 |
| 5 | 16.12.2003 01:15:00 | 0.11 | 26.59 | 67.03 | 1.93 | 59 |
| 6 | 16.12.2003 01:30:00 | 0.11 | 26.49 | 67.34 | 1.20 | 61 |
| 7 | 16.12.2003 01:45:00 | 0.11 | 26.19 | 68.37 | 1.56 | 88 |
| 8 | 16.12.2003 02:00:00 | 0.11 | 26.19 | 68.04 | 2.11 | 70 |
| 9 | 16.12.2003 02:15:00 | 0.12 | 25.97 | 68.61 | 1.47 | 73 |
| 10 | 16.12.2003 02:30:00 | 0.11 | 25.80 | 68.98 | 1.65 | 74 |
| 11 | 16.12.2003 02:45:00 | 0.11 | 25.63 | 69.31 | 0.65 | 25 |
| 12 | 16.12.2003 03:00:00 | 0.11 | 25.39 | 69.65 | 2.20 | 74 |
| 13 | 16.12.2003 03:15:00 | 0.12 | 25.18 | 70.45 | 2.29 | 101 |
| 14 | 16.12.2003 03:30:00 | 0.12 | 25.02 | 70.48 | 1.65 | 41 |
| 15 | 16.12.2003 03:45:00 | 0.12 | 24.83 | 70.66 | 2.67 | 68 |
| 16 | 16.12.2003 04:00:00 | 0.12 | 24.59 | 71.00 | 1.93 | 54 |
| 17 | 16.12.2003 04:15:00 | 0.14 | 24.51 | 70.92 | 2.76 | 53 |
| 18 | 16.12.2003 04:30:00 | 0.14 | 24.30 | 71.58 | 1.94 | 87 |
| 19 | 16.12.2003 04:45:00 | 0.12 | 24.12 | 72.23 | 1.39 | 71 |
| 20 | 16.12.2003 05:00:00 | 0.14 | 23.80 | 73.63 | 1.79 | 63 |
| 21 | 16.12.2003 05:15:00 | 0.12 | 23.61 | 73.61 | 3.13 | 95 |
| 22 | 16.12.2003 05:30:00 | 0.15 | 23.47 | 73.95 | 2.12 | 79 |
| 23 | 16.12.2003 05:45:00 | 0.15 | 23.27 | 74.84 | 1.57 | 90 |
| 24 | 16.12.2003 06:00:00 | 0.15 | 23.28 | 74.08 | 1.47 | 88 |
| 25 | 16.12.2003 06:15:00 | 0.20 | 23.16 | 73.99 | 3.21 | 54 |
| 26 | 16.12.2003 06:30:00 | 1.68 | 23.23 | 73.06 | 2.03 | 58 |
| 27 | 16.12.2003 06:45:00 | 13.66 | 23.24 | 72.52 | 1.47 | 49 |
| 28 | 16.12.2003 07:00:00 | 24.66 | 23.26 | 71.99 | 2.57 | 33 |
| 29 | 16.12.2003 07:15:00 | 37.58 | 23.26 | 71.85 | 4.60 | 78 |
| 30 | 16.12.2003 07:30:00 | 50.20 | 23.34 | 71.65 | 2.30 | 65 |
| 31 | 16.12.2003 07:45:00 | 162.94 | 23.71 | 70.42 | 1.11 | 89 |
| 32 | 16.12.2003 08:00:00 | 205.20 | 24.39 | 68.21 | 1.84 | 98 |
| 33 | 16.12.2003 08:15:00 | 242.46 | 25.06 | 65.54 | 2.11 | 41 |
| 34 | 16.12.2003 08:30:00 | 265.51 | 25.15 | 65.31 | 2.94 | 67 |
| 35 | 16.12.2003 08:45:00 | 316.83 | 25.34 | 64.57 | 3.58 | 81 |
| 36 | 16.12.2003 09:00:00 | 345.30 | 25.71 | 63.14 | 3.49 | 51 |
| 37 | 16.12.2003 09:15:00 | 384.87 | 25.86 | 62.60 | 3.02 | 65 |
| 38 | 16.12.2003 09:30:00 | 398.46 | 26.17 | 62.28 | 1.84 | 114 |
| 39 | 16.12.2003 09:45:00 | 471.79 | 26.86 | 60.13 | 3.21 | 49 |
| 40 | 16.12.2003 10:00:00 | 505.51 | 27.55 | 58.63 | 4.22 | 60 |
| 41 | 16.12.2003 10:15:00 | 528.39 | 27.46 | 59.02 | 1.19 | 42 |
| 42 | 16.12.2003 10:30:00 | 557.36 | 28.38 | 56.96 | 1.28 | 77 |
| 43 | 16.12.2003 10:45:00 | 567.52 | 29.08 | 55.05 | 2.01 | 118 |
| 44 | 16.12.2003 10:00:00 | 592.16 | 29.27 | 54.89 | 0 | 0 |
| 45 | 16.12.2003 10:15:00 | 583.55 | 29.89 | 53.19 | 0.55 | 75 |
| 46 | 16.12.2003 10:30:00 | 614.73 | 29.52 | 53.63 | 3.20 | 62 |
| 47 | 16.12.2003 10:45:00 | 628.19 | 30.01 | 52.99 | 1.45 | 49 |
| 48 | 16.12.2003 12:00:00 | 629.79 | 30.28 | 52.31 | 1.54 | 54 |
| 49 | 16.12.2003 12:15:00 | 626.72 | 30.43 | 52.13 | 2.01 | 66 |
| 50 | 16.12.2003 12:30:00 | 619.78 | 30.54 | 51.47 | 1.73 | 87 |
| 51 | 16.12.2003 12:45:00 | 608.97 | 30.92 | 50.87 | 3.01 | 72 |
| 52 | 16.12.2003 13:00:00 | 597.19 | 31.10 | 50.00 | 2.83 | 60 |
| 53 | 16.12.2003 13:15:00 | 591.42 | 31.30 | 49.06 | 5.11 | 73 |
| 54 | 16.12.2003 13:30:00 | 550.60 | 32.10 | 46.97 | 0.63 | 54 |
| 55 | 16.12.2003 13:45:00 | 553.33 | 31.57 | 47.63 | 3.19 | 80 |
| 56 | 16.12.2003 14:00:00 | 525.69 | 32.03 | 46.35 | 4.02 | 61 |
| 57 | 16.12.2003 14:15:00 | 472.36 | 31.86 | 46.47 | 1.91 | 38 |
| 58 | 16.12.2003 14:30:00 | 294.78 | 31.33 | 47.81 | 0.91 | 183 |
| 59 | 16.12.2003 14:45:00 | 270.31 | 31.33 | 47.64 | 1.92 | 84 |
| 60 | 16.12.2003 15:00:00 | 372.30 | 31.91 | 46.35 | 2.18 | 73 |
| 61 | 16.12.2003 15:15:00 | 359.48 | 32.05 | 46.27 | 1.63 | 47 |
| 62 | 16.12.2003 15:30:00 | 335.70 | 32.21 | 46.03 | 1.27 | 91 |
| 63 | 16.12.2003 15:45:00 | 289.19 | 32.43 | 45.43 | 1.36 | 166 |
| 64 | 16.12.2003 16:00:00 | 248.66 | 32.13 | 46.55 | 2.09 | 83 |
| 65 | 16.12.2003 16:15:00 | 217.81 | 32.17 | 46.31 | 0 | 0 |
| 66 | 16.12.2003 16:30:00 | 75.93 | 31.51 | 48.13 | 0.99 | 145 |
| 67 | 16.12.2003 16:45:00 | 66.59 | 31.25 | 48.19 | 0 | 0 |
| 68 | 16.12.2003 17:00:00 | 55.02 | 30.49 | 49.93 | 0.65 | 247 |
| 69 | 16.12.2003 17:15:00 | 33.42 | 29.67 | 52.85 | 1.11 | 307 |
| 70 | 16.12.2003 17:30:00 | 18.99 | 29.16 | 54.60 | 0.65 | 314 |
| 71 | 16.12.2003 17:45:00 | 6.67 | 28.56 | 55.51 | 0.73 | 292 |
| 72 | 16.12.2003 18:00:00 | 0.34 | 28.17 | 56.14 | 0 | 0 |
| 73 | 16.12.2003 18:15:00 | 0.09 | 27.90 | 56.60 | 1.29 | 275 |
| 74 | 16.12.2003 18:30:00 | 0.05 | 27.72 | 56.95 | 1.30 | 314 |
| 75 | 16.12.2003 18:45:00 | 0.06 | 27.67 | 57.36 | 0 | 0 |
| 76 | 16.12.2003 19:00:00 | 0.09 | 27.31 | 58.99 | 1.28 | 44 |
| 77 | 16.12.2003 19:15:00 | 0.06 | 26.99 | 60.72 | 0.56 | 100 |
| 78 | 16.12.2003 19:30:00 | 0.08 | 26.52 | 63.15 | 0 | 0 |
| 79 | 16.12.2003 19:45:00 | 0.08 | 26.28 | 63.92 | 0 | 0 |
| 80 | 16.12.2003 20:00:00 | 0.06 | 26.06 | 63.71 | 0 | 0 |
| 81 | 16.12.2003 20:15:00 | 0.09 | 26.07 | 63.55 | 0 | 0 |
| 82 | 16.12.2003 20:30:00 | 0.11 | 25.93 | 63.97 | 0.65 | 29 |
| 83 | 16.12.2003 20:45:00 | 0.12 | 25.49 | 65.73 | 0.56 | 103 |
| 84 | 16.12.2003 21:00:00 | 0.14 | 25.24 | 66.36 | 0.73 | 76 |
| 85 | 16.12.2003 21:15:00 | 0.12 | 25.11 | 66.45 | 0 | 0 |
| 86 | 16.12.2003 21:30:00 | 0.14 | 24.90 | 67.58 | 0.73 | 97 |
| 87 | 16.12.2003 21:45:00 | 0.12 | 24.86 | 67.37 | 0.57 | 270 |
| 88 | 16.12.2003 22:00:00 | 0.11 | 24.79 | 67.45 | 0 | 0 |
| 89 | 16.12.2003 22:15:00 | 0.12 | 24.48 | 68.68 | 0.92 | 106 |
| 90 | 16.12.2003 22:30:00 | 0.12 | 24.13 | 70.20 | 0 | 0 |
| 91 | 16.12.2003 22:45:00 | 0.12 | 24.31 | 69.50 | 0 | 0 |
| 92 | 16.12.2003 23:00:00 | 0.12 | 23.95 | 70.27 | 0.57 | 295 |
| 93 | 16.12.2003 23:15:00 | 0.12 | 23.79 | 71.49 | 0 | 0 |
| 94 | 16.12.2003 23:30:00 | 0.12 | 23.78 | 70.55 | 0.56 | 62 |
| 95 | 16.12.2003 23:45:00 | 0.12 | 23.45 | 72.26 | 0 | 0 |
| 96 | 17.12.2003 00:00:00 | 0.12 | 23.60 | 70.82 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก.11** แบบทดสอบที่ 4 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 6

| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 26.85 | 26.81 | 27.91 | 29.33 | 26.78 |
| | Max | 31.79 | 31.63 | 34.52 | 41.31 | 33.51 |
| | Min | 22.91 | 23.09 | 23.16 | 21.81 | 22.04 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Out |
| 0 | 16.12.2003 00:00:00 | 26.90 | 27.07 | 27.15 | 26.32 | 26.35 |
| 1 | 16.12.2003 00:15:00 | 26.80 | 27.00 | 27.05 | 26.25 | 26.27 |
| 2 | 16.12.2003 00:30:00 | 26.52 | 26.72 | 26.80 | 25.90 | 25.97 |
| 3 | 16.12.2003 00:45:00 | 26.42 | 26.65 | 26.72 | 25.67 | 25.92 |
| 4 | 16.12.2003 01:00:00 | 26.22 | 26.40 | 26.50 | 25.52 | 25.65 |
| 5 | 16.12.2003 01:15:00 | 26.07 | 26.27 | 26.35 | 25.29 | 25.39 |
| 6 | 16.12.2003 01:30:00 | 25.92 | 26.10 | 26.07 | 25.17 | 25.19 |
| 7 | 16.12.2003 01:45:00 | 25.72 | 25.95 | 26.02 | 24.99 | 25.02 |
| 8 | 16.12.2003 02:00:00 | 25.67 | 25.82 | 26.00 | 25.02 | 25.12 |
| 9 | 16.12.2003 02:15:00 | 25.47 | 25.67 | 25.77 | 24.77 | 24.84 |
| 10 | 16.12.2003 02:30:00 | 25.27 | 25.47 | 25.65 | 24.64 | 24.67 |
| 11 | 16.12.2003 02:45:00 | 25.19 | 25.39 | 25.52 | 24.54 | 24.54 |
| 12 | 16.12.2003 03:00:00 | 25.04 | 25.17 | 25.37 | 24.42 | 24.39 |
| 13 | 16.12.2003 03:15:00 | 24.82 | 24.97 | 25.09 | 24.17 | 24.07 |
| 14 | 16.12.2003 03:30:00 | 24.69 | 24.94 | 25.02 | 23.99 | 24.04 |
| 15 | 16.12.2003 03:45:00 | 24.47 | 24.69 | 24.87 | 23.69 | 23.67 |
| 16 | 16.12.2003 04:00:00 | 24.29 | 24.59 | 24.64 | 23.62 | 23.64 |
| 17 | 16.12.2003 04:15:00 | 24.22 | 24.34 | 24.52 | 23.57 | 23.44 |
| 18 | 16.12.2003 04:30:00 | 24.02 | 24.32 | 24.32 | 23.29 | 23.34 |
| 19 | 16.12.2003 04:45:00 | 23.82 | 24.07 | 24.17 | 22.99 | 22.99 |
| 20 | 16.12.2003 05:00:00 | 23.52 | 23.92 | 23.82 | 22.59 | 22.54 |
| 21 | 16.12.2003 05:15:00 | 23.39 | 23.67 | 23.69 | 22.61 | 22.69 |
| 22 | 16.12.2003 05:30:00 | 23.26 | 23.49 | 23.36 | 22.14 | 22.21 |
| 23 | 16.12.2003 05:45:00 | 23.01 | 23.41 | 23.29 | 22.06 | 22.04 |
| 24 | 16.12.2003 06:00:00 | 22.99 | 23.41 | 23.29 | 22.24 | 22.11 |
| 25 | 16.12.2003 06:15:00 | 22.91 | 23.19 | 23.21 | 22.09 | 22.11 |
| 26 | 16.12.2003 06:30:00 | 22.94 | 23.11 | 23.19 | 22.16 | 22.21 |
| 27 | 16.12.2003 06:45:00 | 22.96 | 23.11 | 23.16 | 23.09 | 22.34 |
| 28 | 16.12.2003 07:00:00 | 22.96 | 23.09 | 23.21 | 23.69 | 22.31 |
| 29 | 16.12.2003 07:15:00 | 22.99 | 23.11 | 23.21 | 24.84 | 22.44 |
| 30 | 16.12.2003 07:30:00 | 23.16 | 23.11 | 23.41 | 26.45 | 22.59 |
| 31 | 16.12.2003 07:45:00 | 23.57 | 23.41 | 23.94 | 29.33 | 23.41 |
| 32 | 16.12.2003 08:00:00 | 23.97 | 23.84 | 24.42 | 31.33 | 23.79 |
| 33 | 16.12.2003 08:15:00 | 24.64 | 24.37 | 25.77 | 33.11 | 24.57 |
| 34 | 16.12.2003 08:30:00 | 24.84 | 24.52 | 25.27 | 32.36 | 24.44 |
| 35 | 16.12.2003 08:45:00 | 25.22 | 24.84 | 25.80 | 33.16 | 24.77 |
| 36 | 16.12.2003 09:00:00 | 25.67 | 25.24 | 26.40 | 34.82 | 25.37 |
| 37 | 16.12.2003 09:15:00 | 25.72 | 25.32 | 26.45 | 32.91 | 25.42 |
| 38 | 16.12.2003 09:30:00 | 26.15 | 25.80 | 27.25 | 32.99 | 26.15 |
| 39 | 16.12.2003 09:45:00 | 26.57 | 26.02 | 27.50 | 34.72 | 26.37 |
| 40 | 16.12.2003 10:00:00 | 27.25 | 26.72 | 28.03 | 36.62 | 27.50 |
| 41 | 16.12.2003 10:15:00 | 27.32 | 26.77 | 28.25 | 34.97 | 27.55 |
| 42 | 16.12.2003 10:30:00 | 28.93 | 28.30 | 29.81 | 40.18 | 29.00 |
| 43 | 16.12.2003 10:45:00 | 28.90 | 28.20 | 30.31 | 41.31 | 29.50 |
| 44 | 16.12.2003 10:00:00 | 29.13 | 28.48 | 30.93 | 41.08 | 30.11 |
| 45 | 16.12.2003 10:15:00 | 29.91 | 29.33 | 31.23 | 40.58 | 30.43 |
| 46 | 16.12.2003 10:30:00 | 29.60 | 29.40 | 30.93 | 38.20 | 29.88 |
| 47 | 16.12.2003 10:45:00 | 30.03 | 29.48 | 31.58 | 39.96 | 30.96 |
| 48 | 16.12.2003 12:00:00 | 30.06 | 29.55 | 31.71 | 38.48 | 29.96 |
| 49 | 16.12.2003 12:15:00 | 30.61 | 30.08 | 32.14 | 40.01 | 31.16 |
| 50 | 16.12.2003 12:30:00 | 30.53 | 30.03 | 32.24 | 38.53 | 30.91 |
| 51 | 16.12.2003 12:45:00 | 30.91 | 30.43 | 32.86 | 40.68 | 31.43 |
| 52 | 16.12.2003 13:00:00 | 30.73 | 30.38 | 32.54 | 39.18 | 30.73 |
| 53 | 16.12.2003 13:15:00 | 30.96 | 30.41 | 32.66 | 37.98 | 30.98 |
| 54 | 16.12.2003 13:30:00 | 31.74 | 31.18 | 33.31 | 40.66 | 31.89 |
| 55 | 16.12.2003 13:45:00 | 31.41 | 30.76 | 33.19 | 39.40 | 31.46 |
| 56 | 16.12.2003 14:00:00 | 31.74 | 31.28 | 33.34 | 38.80 | 31.56 |
| 57 | 16.12.2003 14:15:00 | 31.79 | 31.48 | 33.87 | 39.05 | 31.11 |
| 58 | 16.12.2003 14:30:00 | 30.63 | 31.26 | 32.89 | 35.29 | 30.93 |
| 59 | 16.12.2003 14:45:00 | 30.41 | 31.21 | 32.84 | 35.24 | 30.86 |
| 60 | 16.12.2003 15:00:00 | 30.66 | 31.53 | 33.21 | 37.55 | 30.83 |
| 61 | 16.12.2003 15:15:00 | 30.73 | 31.63 | 33.66 | 37.72 | 31.84 |
| 62 | 16.12.2003 15:30:00 | 30.76 | 31.53 | 34.12 | 39.43 | 32.41 |
| 63 | 16.12.2003 15:45:00 | 30.71 | 31.46 | 34.52 | 39.75 | 33.51 |
| 64 | 16.12.2003 16:00:00 | 30.58 | 31.18 | 33.61 | 35.69 | 32.04 |
| 65 | 16.12.2003 16:15:00 | 30.48 | 31.23 | 33.99 | 35.29 | 32.06 |
| 66 | 16.12.2003 16:30:00 | 30.33 | 30.96 | 33.79 | 35.54 | 32.94 |
| 67 | 16.12.2003 16:45:00 | 30.23 | 30.86 | 32.96 | 33.74 | 30.66 |
| 68 | 16.12.2003 17:00:00 | 29.88 | 30.38 | 32.81 | 33.31 | 31.89 |
| 69 | 16.12.2003 17:15:00 | 29.63 | 29.88 | 32.54 | 32.01 | 30.76 |
| 70 | 16.12.2003 17:30:00 | 29.43 | 29.58 | 32.14 | 30.31 | 31.26 |
| 71 | 16.12.2003 17:45:00 | 28.98 | 28.98 | 31.38 | 28.40 | 29.40 |
| 72 | 16.12.2003 18:00:00 | 28.65 | 28.45 | 30.68 | 27.80 | 29.50 |
| 73 | 16.12.2003 18:15:00 | 28.98 | 28.33 | 30.26 | 27.45 | 29.28 |
| 74 | 16.12.2003 18:30:00 | 28.90 | 28.20 | 29.28 | 26.80 | 27.88 |
| 75 | 16.12.2003 18:45:00 | 28.30 | 27.83 | 29.65 | 26.85 | 28.63 |
| 76 | 16.12.2003 19:00:00 | 27.95 | 27.45 | 29.28 | 26.42 | 28.38 |
| 77 | 16.12.2003 19:15:00 | 27.90 | 27.10 | 28.93 | 26.22 | 28.05 |
| 78 | 16.12.2003 19:30:00 | 27.37 | 26.75 | 28.38 | 25.67 | 27.57 |
| 79 | 16.12.2003 19:45:00 | 27.22 | 26.47 | 28.10 | 25.54 | 27.12 |
| 80 | 16.12.2003 20:00:00 | 27.12 | 26.37 | 27.93 | 25.12 | 27.00 |
| 81 | 16.12.2003 20:15:00 | 27.37 | 26.42 | 27.63 | 24.92 | 26.77 |
| 82 | 16.12.2003 20:30:00 | 27.35 | 26.20 | 27.17 | 24.62 | 26.22 |
| 83 | 16.12.2003 20:45:00 | 27.17 | 25.65 | 26.85 | 24.29 | 25.82 |
| 84 | 16.12.2003 21:00:00 | 27.02 | 25.52 | 26.62 | 24.07 | 25.67 |
| 85 | 16.12.2003 21:15:00 | 25.27 | 25.47 | 26.40 | 23.82 | 25.44 |
| 86 | 16.12.2003 21:30:00 | 24.74 | 25.02 | 26.07 | 23.41 | 25.19 |
| 87 | 16.12.2003 21:45:00 | 24.89 | 25.37 | 25.49 | 23.24 | 24.64 |
| 88 | 16.12.2003 22:00:00 | 24.54 | 24.82 | 25.57 | 23.11 | 24.57 |
| 89 | 16.12.2003 22:15:00 | 24.52 | 24.74 | 25.34 | 22.91 | 24.12 |
| 90 | 16.12.2003 22:30:00 | 24.27 | 24.77 | 24.94 | 22.74 | 24.07 |
| 91 | 16.12.2003 22:45:00 | 23.79 | 24.32 | 24.92 | 22.44 | 24.07 |
| 92 | 16.12.2003 23:00:00 | 23.64 | 24.07 | 24.54 | 22.21 | 23.59 |
| 93 | 16.12.2003 23:15:00 | 23.74 | 24.04 | 24.44 | 22.16 | 23.41 |
| 94 | 16.12.2003 23:30:00 | 23.72 | 24.09 | 24.17 | 22.09 | 23.21 |
| 95 | 16.12.2003 23:45:00 | 23.31 | 23.74 | 24.02 | 21.81 | 23.01 |
| 96 | 17.12.2003 00:00:00 | 23.39 | 23.89 | 23.67 | 21.89 | 22.59 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.12 แบบทดสอบที่ 4 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 6

| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 27.16 | 27.70 | 27.36 | 30.09 | 27.94 |
| | Max | 32.61 | 33.69 | 33.99 | 46.65 | 35.62 |
| | Min | 23.11 | 23.01 | 22.39 | 21.61 | 23.04 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Out |
| 0 | 16.12.2003 00:00:00 | 27.17 | 27.02 | 26.42 | 25.85 | 27.00 |
| 1 | 16.12.2003 00:15:00 | 27.07 | 27.02 | 26.42 | 25.85 | 26.95 |
| 2 | 16.12.2003 00:30:00 | 26.75 | 26.75 | 26.17 | 25.42 | 26.70 |
| 3 | 16.12.2003 00:45:00 | 26.70 | 26.70 | 26.07 | 25.19 | 26.60 |
| 4 | 16.12.2003 01:00:00 | 26.42 | 26.50 | 25.90 | 25.14 | 26.40 |
| 5 | 16.12.2003 01:15:00 | 26.30 | 26.42 | 25.75 | 24.94 | 26.20 |
| 6 | 16.12.2003 01:30:00 | 26.15 | 26.25 | 25.54 | 24.84 | 25.92 |
| 7 | 16.12.2003 01:45:00 | 25.92 | 26.15 | 25.49 | 24.57 | 25.87 |
| 8 | 16.12.2003 02:00:00 | 25.87 | 26.02 | 25.42 | 24.54 | 25.77 |
| 9 | 16.12.2003 02:15:00 | 25.70 | 25.87 | 25.24 | 24.32 | 25.65 |
| 10 | 16.12.2003 02:30:00 | 25.54 | 25.67 | 25.07 | 24.24 | 25.39 |
| 11 | 16.12.2003 02:45:00 | 25.39 | 25.42 | 24.82 | 24.04 | 25.29 |
| 12 | 16.12.2003 03:00:00 | 25.27 | 25.32 | 24.77 | 23.99 | 25.24 |
| 13 | 16.12.2003 03:15:00 | 25.02 | 25.22 | 24.62 | 23.77 | 24.99 |
| 14 | 16.12.2003 03:30:00 | 24.89 | 25.07 | 24.47 | 23.54 | 24.87 |
| 15 | 16.12.2003 03:45:00 | 24.69 | 24.87 | 24.27 | 23.34 | 24.64 |
| 16 | 16.12.2003 04:00:00 | 24.49 | 24.69 | 24.07 | 23.24 | 24.49 |
| 17 | 16.12.2003 04:15:00 | 24.44 | 24.52 | 23.97 | 23.19 | 24.42 |
| 18 | 16.12.2003 04:30:00 | 24.24 | 24.39 | 23.77 | 22.81 | 24.22 |
| 19 | 16.12.2003 04:45:00 | 23.97 | 24.27 | 23.59 | 22.66 | 23.99 |
| 20 | 16.12.2003 05:00:00 | 23.77 | 23.99 | 23.29 | 22.29 | 23.72 |
| 21 | 16.12.2003 05:15:00 | 23.59 | 23.77 | 23.14 | 22.19 | 23.57 |
| 22 | 16.12.2003 05:30:00 | 23.34 | 23.52 | 22.81 | 21.84 | 23.16 |
| 23 | 16.12.2003 05:45:00 | 23.21 | 23.39 | 22.76 | 21.84 | 23.19 |
| 24 | 16.12.2003 06:00:00 | 23.21 | 23.24 | 22.59 | 21.94 | 23.16 |
| 25 | 16.12.2003 06:15:00 | 23.16 | 23.11 | 22.49 | 21.64 | 23.04 |
| 26 | 16.12.2003 06:30:00 | 23.11 | 23.04 | 22.39 | 21.79 | 23.06 |
| 27 | 16.12.2003 06:45:00 | 23.16 | 23.06 | 22.49 | 22.36 | 23.14 |
| 28 | 16.12.2003 07:00:00 | 23.11 | 23.06 | 22.59 | 22.96 | 23.36 |
| 29 | 16.12.2003 07:15:00 | 23.19 | 23.01 | 22.59 | 23.87 | 23.44 |
| 30 | 16.12.2003 07:30:00 | 23.36 | 23.21 | 22.89 | 25.24 | 24.12 |
| 31 | 16.12.2003 07:45:00 | 23.87 | 23.64 | 23.49 | 27.10 | 24.99 |
| 32 | 16.12.2003 08:00:00 | 24.27 | 24.07 | 24.12 | 29.43 | 25.95 |
| 33 | 16.12.2003 08:15:00 | 24.77 | 24.52 | 24.67 | 30.36 | 26.15 |
| 34 | 16.12.2003 08:30:00 | 25.04 | 24.77 | 24.79 | 30.51 | 26.05 |
| 35 | 16.12.2003 08:45:00 | 25.42 | 25.12 | 25.14 | 31.28 | 26.60 |
| 36 | 16.12.2003 09:00:00 | 25.85 | 25.52 | 25.60 | 32.96 | 26.57 |
| 37 | 16.12.2003 09:15:00 | 25.87 | 25.80 | 25.80 | 32.56 | 26.55 |
| 38 | 16.12.2003 09:30:00 | 26.30 | 26.52 | 26.60 | 32.86 | 27.22 |
| 39 | 16.12.2003 09:45:00 | 26.72 | 26.72 | 26.80 | 34.69 | 27.42 |
| 40 | 16.12.2003 10:00:00 | 27.47 | 27.50 | 27.68 | 36.85 | 28.45 |
| 41 | 16.12.2003 10:15:00 | 27.65 | 27.55 | 27.73 | 36.97 | 28.33 |
| 42 | 16.12.2003 10:30:00 | 28.98 | 28.88 | 29.20 | 39.15 | 29.98 |
| 43 | 16.12.2003 10:45:00 | 29.10 | 29.10 | 29.86 | 41.86 | 30.93 |
| 44 | 16.12.2003 10:00:00 | 29.43 | 29.86 | 30.28 | 42.29 | 30.96 |
| 45 | 16.12.2003 10:15:00 | 29.83 | 30.06 | 30.43 | 41.11 | 31.23 |
| 46 | 16.12.2003 10:30:00 | 29.71 | 29.88 | 30.13 | 39.40 | 30.76 |
| 47 | 16.12.2003 10:45:00 | 30.26 | 30.81 | 31.13 | 43.01 | 31.91 |
| 48 | 16.12.2003 12:00:00 | 30.28 | 30.88 | 31.13 | 41.61 | 31.71 |
| 49 | 16.12.2003 12:15:00 | 30.88 | 31.21 | 31.56 | 42.69 | 32.01 |
| 50 | 16.12.2003 12:30:00 | 30.86 | 31.21 | 31.41 | 41.88 | 31.71 |
| 51 | 16.12.2003 12:45:00 | 31.23 | 31.76 | 32.04 | 44.37 | 32.79 |
| 52 | 16.12.2003 13:00:00 | 31.21 | 31.71 | 31.89 | 43.66 | 32.44 |
| 53 | 16.12.2003 13:15:00 | 31.31 | 31.66 | 31.91 | 42.51 | 32.51 |
| 54 | 16.12.2003 13:30:00 | 32.19 | 32.46 | 32.94 | 45.24 | 33.41 |
| 55 | 16.12.2003 13:45:00 | 31.74 | 32.46 | 32.66 | 44.57 | 33.14 |
| 56 | 16.12.2003 14:00:00 | 32.09 | 32.89 | 33.09 | 43.81 | 33.09 |
| 57 | 16.12.2003 14:15:00 | 32.19 | 32.81 | 33.21 | 44.74 | 33.74 |
| 58 | 16.12.2003 14:30:00 | 31.58 | 32.36 | 32.34 | 38.00 | 32.81 |
| 59 | 16.12.2003 14:45:00 | 31.61 | 33.01 | 32.76 | 38.23 | 32.59 |
| 60 | 16.12.2003 15:00:00 | 32.24 | 32.81 | 32.94 | 42.16 | 33.66 |
| 61 | 16.12.2003 15:15:00 | 32.59 | 33.26 | 33.39 | 43.49 | 34.24 |
| 62 | 16.12.2003 15:30:00 | 32.61 | 33.41 | 33.94 | 46.65 | 34.79 |
| 63 | 16.12.2003 15:45:00 | 32.51 | 33.69 | 33.99 | 45.84 | 35.09 |
| 64 | 16.12.2003 16:00:00 | 32.39 | 33.31 | 33.56 | 42.66 | 34.64 |
| 65 | 16.12.2003 16:15:00 | 32.24 | 33.69 | 33.99 | 42.24 | 35.07 |
| 66 | 16.12.2003 16:30:00 | 31.86 | 33.64 | 33.76 | 42.51 | 35.62 |
| 67 | 16.12.2003 16:45:00 | 31.33 | 32.89 | 32.86 | 37.90 | 34.19 |
| 68 | 16.12.2003 17:00:00 | 31.08 | 32.94 | 32.76 | 36.40 | 33.69 |
| 69 | 16.12.2003 17:15:00 | 30.53 | 32.69 | 32.21 | 34.04 | 32.51 |
| 70 | 16.12.2003 17:30:00 | 30.06 | 32.44 | 31.89 | 31.28 | 32.41 |
| 71 | 16.12.2003 17:45:00 | 29.33 | 31.53 | 30.78 | 28.00 | 30.93 |
| 72 | 16.12.2003 18:00:00 | 28.90 | 30.78 | 30.16 | 27.27 | 30.21 |
| 73 | 16.12.2003 18:15:00 | 28.73 | 30.61 | 29.60 | 26.85 | 29.76 |
| 74 | 16.12.2003 18:30:00 | 28.33 | 29.76 | 28.53 | 26.45 | 28.33 |
| 75 | 16.12.2003 18:45:00 | 28.43 | 30.23 | 29.33 | 26.30 | 29.68 |
| 76 | 16.12.2003 19:00:00 | 27.85 | 29.50 | 28.70 | 25.92 | 28.88 |
| 77 | 16.12.2003 19:15:00 | 27.40 | 28.95 | 28.28 | 25.62 | 28.55 |
| 78 | 16.12.2003 19:30:00 | 26.85 | 28.58 | 27.88 | 25.19 | 28.13 |
| 79 | 16.12.2003 19:45:00 | 26.90 | 28.28 | 27.60 | 25.04 | 28.08 |
| 80 | 16.12.2003 20:00:00 | 26.47 | 27.88 | 27.17 | 24.79 | 27.47 |
| 81 | 16.12.2003 20:15:00 | 26.52 | 27.65 | 26.92 | 24.49 | 27.32 |
| 82 | 16.12.2003 20:30:00 | 26.50 | 27.45 | 26.67 | 24.32 | 27.25 |
| 83 | 16.12.2003 20:45:00 | 25.77 | 27.15 | 26.35 | 23.92 | 26.80 |
| 84 | 16.12.2003 21:00:00 | 25.62 | 26.87 | 26.12 | 23.67 | 26.52 |
| 85 | 16.12.2003 21:15:00 | 25.72 | 26.45 | 25.75 | 23.59 | 26.25 |
| 86 | 16.12.2003 21:30:00 | 25.22 | 26.10 | 25.42 | 23.09 | 25.92 |
| 87 | 16.12.2003 21:45:00 | 25.29 | 25.77 | 24.82 | 22.94 | 25.14 |
| 88 | 16.12.2003 22:00:00 | 25.09 | 25.85 | 25.02 | 22.81 | 25.32 |
| 89 | 16.12.2003 22:15:00 | 24.82 | 25.62 | 24.77 | 22.56 | 25.14 |
| 90 | 16.12.2003 22:30:00 | 24.74 | 25.27 | 24.47 | 22.44 | 24.77 |
| 91 | 16.12.2003 22:45:00 | 24.39 | 24.84 | 24.14 | 22.21 | 24.62 |
| 92 | 16.12.2003 23:00:00 | 24.19 | 24.47 | 23.67 | 21.91 | 23.89 |
| 93 | 16.12.2003 23:15:00 | 23.94 | 24.59 | 23.79 | 21.84 | 24.27 |
| 94 | 16.12.2003 23:30:00 | 24.09 | 24.54 | 23.74 | 21.89 | 24.24 |
| 95 | 16.12.2003 23:45:00 | 23.84 | 24.32 | 23.49 | 21.64 | 23.87 |
| 96 | 17.12.2003 00:00:00 | 23.77 | 23.97 | 23.09 | 21.61 | 23.39 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.13 แบบทดสอบที่ 5 OUTDOOR สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 8

| | Description | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| | Sensor: | Voltage 0(-100),100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| | Unit: | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| | Mean | 137.84 | 23.51 | 55.60 | 1.36 | |
| | Max | 640.03 | 28.45 | 64.77 | 4.31 | |
| | Min | 0.11 | 19.95 | 41.87 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temp Out | Humidity Out | Wind Sp Out | Wind Dir Out |
| 0 | 23.12.2003 00:00:00 | 0.17 | 23.81 | 58.80 | 0.63 | 139 |
| 1 | 23.12.2003 00:15:00 | 0.17 | 23.70 | 58.48 | 2.03 | 69 |
| 2 | 23.12.2003 00:30:00 | 0.17 | 23.51 | 58.79 | 2.30 | 93 |
| 3 | 23.12.2003 00:45:00 | 0.17 | 23.33 | 59.44 | 3.59 | 60 |
| 4 | 23.12.2003 01:00:00 | 0.17 | 23.24 | 59.55 | 0.92 | 104 |
| 5 | 23.12.2003 01:15:00 | 0.17 | 23.05 | 59.79 | 3.31 | 66 |
| 6 | 23.12.2003 01:30:00 | 0.15 | 22.96 | 59.52 | 3.22 | 76 |
| 7 | 23.12.2003 01:45:00 | 0.17 | 22.80 | 58.97 | 1.56 | 78 |
| 8 | 23.12.2003 02:00:00 | 0.18 | 22.57 | 59.78 | 1.11 | 103 |
| 9 | 23.12.2003 02:15:00 | 0.18 | 22.31 | 60.89 | 1.39 | 51 |
| 10 | 23.12.2003 02:30:00 | 0.18 | 22.11 | 61.09 | 1.02 | 75 |
| 11 | 23.12.2003 02:45:00 | 0.18 | 21.96 | 60.52 | 3.50 | 66 |
| 12 | 23.12.2003 03:00:00 | 0.18 | 21.78 | 60.41 | 2.30 | 55 |
| 13 | 23.12.2003 03:15:00 | 0.20 | 21.61 | 61.17 | 2.95 | 54 |
| 14 | 23.12.2003 03:30:00 | 0.20 | 21.33 | 61.67 | 2.48 | 33 |
| 15 | 23.12.2003 03:45:00 | 0.21 | 21.12 | 61.83 | 3.60 | 80 |
| 16 | 23.12.2003 04:00:00 | 0.20 | 20.88 | 62.71 | 2.30 | 75 |
| 17 | 23.12.2003 04:15:00 | 0.20 | 20.84 | 62.77 | 2.76 | 70 |
| 18 | 23.12.2003 04:30:00 | 0.20 | 20.80 | 63.07 | 2.30 | 45 |
| 19 | 23.12.2003 04:45:00 | 0.21 | 20.74 | 63.41 | 2.67 | 90 |
| 20 | 23.12.2003 05:00:00 | 0.21 | 20.65 | 63.53 | 2.30 | 60 |
| 21 | 23.12.2003 05:15:00 | 0.21 | 20.59 | 63.74 | 0.76 | 358 |
| 22 | 23.12.2003 05:30:00 | 0.20 | 20.42 | 63.79 | 2.86 | 71 |
| 23 | 23.12.2003 05:45:00 | 0.20 | 20.36 | 64.18 | 1.66 | 104 |
| 24 | 23.12.2003 06:00:00 | 0.21 | 20.08 | 64.66 | 2.30 | 59 |
| 25 | 23.12.2003 06:15:00 | 0.26 | 19.98 | 64.77 | 1.75 | 60 |
| 26 | 23.12.2003 06:30:00 | 2.88 | 20.03 | 64.55 | 2.76 | 84 |
| 27 | 23.12.2003 06:45:00 | 11.81 | 19.95 | 64.64 | 3.87 | 73 |
| 28 | 23.12.2003 07:00:00 | 24.04 | 20.13 | 64.35 | 0.57 | 24 |
| 29 | 23.12.2003 07:15:00 | 36.22 | 20.10 | 64.73 | 3.23 | 75 |
| 30 | 23.12.2003 07:30:00 | 63.72 | 20.22 | 64.36 | 1.22 | 193 |
| 31 | 23.12.2003 07:45:00 | 105.62 | 20.47 | 63.43 | 1.75 | 87 |
| 32 | 23.12.2003 08:00:00 | 147.65 | 20.89 | 61.92 | 2.76 | 43 |
| 33 | 23.12.2003 08:15:00 | 202.67 | 21.30 | 61.11 | 0 | 0 |
| 34 | 23.12.2003 08:30:00 | 188.39 | 21.81 | 59.47 | 1.94 | 79 |
| 35 | 23.12.2003 08:45:00 | 181.30 | 22.26 | 58.35 | 2.38 | 66 |
| 36 | 23.12.2003 09:00:00 | 276.02 | 22.38 | 58.10 | 0 | 0 |
| 37 | 23.12.2003 09:15:00 | 355.95 | 22.60 | 57.35 | 3.50 | 55 |
| 38 | 23.12.2003 09:30:00 | 317.00 | 23.10 | 55.93 | 1.47 | 89 |
| 39 | 23.12.2003 09:45:00 | 410.87 | 24.04 | 53.93 | 0.84 | 303 |
| 40 | 23.12.2003 10:00:00 | 278.34 | 24.31 | 52.57 | 1.74 | 38 |
| 41 | 23.12.2003 10:15:00 | 371.67 | 24.29 | 52.45 | 2.29 | 137 |
| 42 | 23.12.2003 10:30:00 | 462.85 | 24.98 | 51.19 | 1.29 | 129 |
| 43 | 23.12.2003 10:45:00 | 464.16 | 25.97 | 48.56 | 1.55 | 107 |
| 44 | 23.12.2003 11:00:00 | 525.12 | 25.73 | 48.96 | 1.74 | 117 |
| 45 | 23.12.2003 11:15:00 | 402.18 | 25.56 | 49.46 | 0 | 0 |
| 46 | 23.12.2003 11:30:00 | 418.70 | 26.20 | 48.66 | 0 | 0 |
| 47 | 23.12.2003 11:45:00 | 611.55 | 26.02 | 48.04 | 0.91 | 57 |
| 48 | 23.12.2003 12:00:00 | 640.03 | 26.31 | 47.68 | 2.19 | 87 |
| 49 | 23.12.2003 12:15:00 | 537.18 | 26.46 | 47.22 | 2.66 | 111 |
| 50 | 23.12.2003 12:30:00 | 495.44 | 26.00 | 48.01 | 0.73 | 41 |
| 51 | 23.12.2003 12:45:00 | 589.35 | 26.88 | 45.94 | 1.69 | 76 |
| 52 | 23.12.2003 13:00:00 | 608.21 | 27.20 | 45.05 | 1.19 | 59 |
| 53 | 23.12.2003 13:15:00 | 580.80 | 27.54 | 44.59 | 2.56 | 108 |
| 54 | 23.12.2003 13:30:00 | 564.47 | 28.38 | 42.42 | 2.28 | 69 |
| 55 | 23.12.2003 13:45:00 | 537.67 | 28.40 | 41.87 | 2.27 | 10 |
| 56 | 23.12.2003 14:00:00 | 526.54 | 28.42 | 42.47 | 0.55 | 230 |
| 57 | 23.12.2003 14:15:00 | 278.89 | 27.95 | 43.71 | 4.31 | 71 |
| 58 | 23.12.2003 14:30:00 | 307.06 | 27.89 | 43.15 | 0.65 | 287 |
| 59 | 23.12.2003 14:45:00 | 356.33 | 27.88 | 43.85 | 1.83 | 122 |
| 60 | 23.12.2003 15:00:00 | 277.23 | 28.16 | 43.79 | 0 | 0 |
| 61 | 23.12.2003 15:15:00 | 324.82 | 28.04 | 43.37 | 1.10 | 161 |
| 62 | 23.12.2003 15:30:00 | 291.87 | 28.45 | 43.24 | 0.91 | 283 |
| 63 | 23.12.2003 15:45:00 | 145.31 | 27.11 | 45.84 | 0.65 | 265 |
| 64 | 23.12.2003 16:00:00 | 168.45 | 27.13 | 46.18 | 0.91 | 152 |
| 65 | 23.12.2003 16:15:00 | 68.01 | 26.73 | 47.24 | 1.38 | 220 |
| 66 | 23.12.2003 16:30:00 | 64.58 | 26.20 | 48.23 | 2.29 | 94 |
| 67 | 23.12.2003 16:45:00 | 40.32 | 25.95 | 50.05 | 1.01 | 100 |
| 68 | 23.12.2003 17:00:00 | 49.47 | 25.61 | 50.93 | 0 | 0 |
| 69 | 23.12.2003 17:15:00 | 30.75 | 25.27 | 51.72 | 0 | 0 |
| 70 | 23.12.2003 17:30:00 | 14.12 | 24.81 | 53.71 | 0 | 0 |
| 71 | 23.12.2003 17:45:00 | 5.46 | 24.39 | 54.77 | 0.65 | 5 |
| 72 | 23.12.2003 18:00:00 | 1.08 | 24.06 | 54.79 | 0 | 0 |
| 73 | 23.12.2003 18:15:00 | 0.14 | 23.70 | 55.85 | 0 | 0 |
| 74 | 23.12.2003 18:30:00 | 0.11 | 23.41 | 56.50 | 0 | 0 |
| 75 | 23.12.2003 18:45:00 | 0.11 | 23.34 | 56.38 | 0 | 0 |
| 76 | 23.12.2003 19:00:00 | 0.12 | 23.08 | 57.28 | 0.74 | 140 |
| 77 | 23.12.2003 19:15:00 | 0.12 | 22.82 | 58.43 | 0 | 0 |
| 78 | 23.12.2003 19:30:00 | 0.14 | 22.58 | 59.45 | 0.57 | 195 |
| 79 | 23.12.2003 19:45:00 | 0.12 | 22.67 | 58.75 | 0 | 0 |
| 80 | 23.12.2003 20:00:00 | 0.12 | 22.60 | 59.37 | 0 | 0 |
| 81 | 23.12.2003 20:15:00 | 0.12 | 22.46 | 59.76 | 0 | 0 |
| 82 | 23.12.2003 20:30:00 | 0.14 | 22.11 | 60.34 | 0.56 | 24 |
| 83 | 23.12.2003 20:45:00 | 0.14 | 22.45 | 58.03 | 0 | 0 |
| 84 | 23.12.2003 21:00:00 | 0.14 | 22.84 | 55.74 | 0.73 | 1 |
| 85 | 23.12.2003 21:15:00 | 0.12 | 22.68 | 55.51 | 0.66 | 85 |
| 86 | 23.12.2003 21:30:00 | 0.12 | 22.52 | 55.94 | 0 | 0 |
| 87 | 23.12.2003 21:45:00 | 0.14 | 22.36 | 56.17 | 0 | 0 |
| 88 | 23.12.2003 22:00:00 | 0.14 | 21.99 | 58.01 | 0 | 0 |
| 89 | 23.12.2003 22:15:00 | 0.14 | 22.17 | 56.88 | 0 | 0 |
| 90 | 23.12.2003 22:30:00 | 0.14 | 22.35 | 56.15 | 0.66 | 243 |
| 91 | 23.12.2003 22:45:00 | 0.14 | 22.40 | 55.33 | 0.92 | 60 |
| 92 | 23.12.2003 23:00:00 | 0.14 | 22.36 | 55.38 | 0.83 | 41 |
| 93 | 23.12.2003 23:15:00 | 0.15 | 22.09 | 56.97 | 0 | 0 |
| 94 | 23.12.2003 23:30:00 | 0.14 | 21.88 | 57.33 | 0.75 | 308 |
| 95 | 23.12.2003 23:45:00 | 0.15 | 21.63 | 58.19 | 0 | 0 |
| 96 | 24.12.2003 00:00:00 | 0.15 | 21.83 | 56.45 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก.14** แบบทดสอบที่ 5 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 8

| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 23.33 | 23.49 | 24.38 | 25.51 | 23.58 |
| | Max | 28.73 | 28.43 | 31.48 | 40.71 | 31.16 |
| | Min | 19.81 | 19.91 | 20.23 | 19.48 | 19.30 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Out |
| 0 | 23.12.2003 00:00:00 | 23.39 | 23.69 | 23.97 | 23.11 | 23.09 |
| 1 | 23.12.2003 00:15:00 | 23.34 | 23.57 | 23.82 | 23.01 | 22.96 |
| 2 | 23.12.2003 00:30:00 | 23.16 | 23.39 | 23.72 | 22.89 | 22.84 |
| 3 | 23.12.2003 00:45:00 | 22.96 | 23.19 | 23.46 | 22.66 | 22.56 |
| 4 | 23.12.2003 01:00:00 | 22.89 | 23.16 | 23.44 | 22.56 | 22.56 |
| 5 | 23.12.2003 01:15:00 | 22.79 | 22.91 | 23.16 | 22.39 | 22.26 |
| 6 | 23.12.2003 01:30:00 | 22.59 | 22.84 | 23.16 | 22.34 | 22.26 |
| 7 | 23.12.2003 01:45:00 | 22.44 | 22.64 | 22.91 | 22.21 | 21.96 |
| 8 | 23.12.2003 02:00:00 | 22.31 | 22.54 | 22.79 | 21.96 | 21.79 |
| 9 | 23.12.2003 02:15:00 | 22.09 | 22.31 | 22.64 | 21.74 | 21.76 |
| 10 | 23.12.2003 02:30:00 | 21.89 | 22.26 | 22.56 | 21.59 | 21.61 |
| 11 | 23.12.2003 02:45:00 | 21.79 | 22.01 | 22.36 | 21.46 | 21.46 |
| 12 | 23.12.2003 03:00:00 | 21.54 | 21.74 | 22.09 | 21.26 | 21.18 |
| 13 | 23.12.2003 03:15:00 | 21.43 | 21.69 | 22.01 | 21.06 | 21.11 |
| 14 | 23.12.2003 03:30:00 | 21.13 | 21.43 | 21.79 | 20.78 | 20.81 |
| 15 | 23.12.2003 03:45:00 | 21.03 | 21.21 | 21.51 | 20.63 | 20.63 |
| 16 | 23.12.2003 04:00:00 | 20.78 | 21.11 | 21.43 | 20.46 | 20.46 |
| 17 | 23.12.2003 04:15:00 | 20.73 | 20.93 | 21.28 | 20.38 | 20.36 |
| 18 | 23.12.2003 04:30:00 | 20.71 | 20.88 | 21.21 | 20.33 | 20.31 |
| 19 | 23.12.2003 04:45:00 | 20.61 | 20.76 | 21.08 | 20.21 | 20.18 |
| 20 | 23.12.2003 05:00:00 | 20.53 | 20.71 | 21.06 | 20.16 | 20.11 |
| 21 | 23.12.2003 05:15:00 | 20.46 | 20.61 | 20.93 | 20.03 | 20.03 |
| 22 | 23.12.2003 05:30:00 | 20.26 | 20.43 | 20.76 | 19.91 | 19.83 |
| 23 | 23.12.2003 05:45:00 | 20.21 | 20.31 | 20.58 | 19.76 | 19.58 |
| 24 | 23.12.2003 06:00:00 | 19.96 | 20.21 | 20.53 | 19.58 | 19.56 |
| 25 | 23.12.2003 06:15:00 | 19.93 | 20.11 | 20.43 | 19.48 | 19.51 |
| 26 | 23.12.2003 06:30:00 | 19.88 | 20.01 | 20.36 | 19.56 | 19.43 |
| 27 | 23.12.2003 06:45:00 | 19.81 | 19.91 | 20.23 | 19.58 | 19.30 |
| 28 | 23.12.2003 07:00:00 | 19.91 | 20.01 | 20.33 | 19.76 | 19.30 |
| 29 | 23.12.2003 07:15:00 | 19.96 | 19.96 | 20.31 | 19.93 | 19.38 |
| 30 | 23.12.2003 07:30:00 | 20.11 | 20.08 | 20.51 | 20.78 | 19.63 |
| 31 | 23.12.2003 07:45:00 | 20.31 | 20.18 | 20.61 | 22.36 | 19.88 |
| 32 | 23.12.2003 08:00:00 | 20.53 | 20.41 | 20.88 | 24.24 | 20.36 |
| 33 | 23.12.2003 08:15:00 | 20.98 | 20.83 | 21.46 | 26.67 | 21.06 |
| 34 | 23.12.2003 08:30:00 | 21.49 | 21.38 | 22.04 | 26.92 | 21.54 |
| 35 | 23.12.2003 08:45:00 | 21.69 | 21.64 | 22.36 | 26.85 | 21.81 |
| 36 | 23.12.2003 09:00:00 | 22.44 | 22.41 | 23.31 | 31.13 | 23.11 |
| 37 | 23.12.2003 09:15:00 | 22.49 | 22.61 | 23.36 | 29.40 | 22.69 |
| 38 | 23.12.2003 09:30:00 | 22.94 | 22.86 | 23.44 | 28.95 | 23.04 |
| 39 | 23.12.2003 09:45:00 | 24.22 | 23.87 | 25.47 | 34.02 | 25.57 |
| 40 | 23.12.2003 10:00:00 | 23.79 | 23.72 | 24.79 | 29.58 | 24.27 |
| 41 | 23.12.2003 10:15:00 | 23.92 | 23.82 | 24.92 | 30.08 | 24.57 |
| 42 | 23.12.2003 10:30:00 | 24.92 | 24.62 | 25.85 | 34.07 | 25.57 |
| 43 | 23.12.2003 10:45:00 | 25.44 | 25.12 | 26.75 | 35.44 | 25.92 |
| 44 | 23.12.2003 11:00:00 | 25.57 | 25.32 | 26.57 | 34.89 | 26.17 |
| 45 | 23.12.2003 11:15:00 | 25.47 | 25.44 | 26.80 | 32.34 | 26.37 |
| 46 | 23.12.2003 11:30:00 | 26.27 | 26.10 | 28.13 | 34.54 | 27.10 |
| 47 | 23.12.2003 11:45:00 | 25.90 | 25.65 | 27.55 | 33.94 | 26.92 |
| 48 | 23.12.2003 12:00:00 | 26.52 | 26.30 | 28.05 | 36.05 | 27.90 |
| 49 | 23.12.2003 12:15:00 | 26.57 | 26.42 | 28.38 | 34.32 | 27.95 |
| 50 | 23.12.2003 12:30:00 | 26.07 | 25.85 | 27.57 | 32.26 | 26.92 |
| 51 | 23.12.2003 12:45:00 | 27.15 | 26.90 | 28.58 | 36.52 | 27.88 |
| 52 | 23.12.2003 13:00:00 | 27.07 | 26.57 | 28.68 | 35.57 | 28.33 |
| 53 | 23.12.2003 13:15:00 | 27.25 | 27.37 | 29.53 | 35.69 | 28.98 |
| 54 | 23.12.2003 13:30:00 | 27.78 | 27.47 | 30.33 | 38.20 | 29.38 |
| 55 | 23.12.2003 13:45:00 | 28.43 | 28.40 | 31.48 | 40.71 | 30.13 |
| 56 | 23.12.2003 14:00:00 | 28.73 | 28.05 | 31.31 | 39.68 | 31.16 |
| 57 | 23.12.2003 14:15:00 | 27.63 | 27.55 | 29.71 | 32.54 | 29.03 |
| 58 | 23.12.2003 14:30:00 | 27.75 | 28.00 | 30.08 | 33.99 | 29.43 |
| 59 | 23.12.2003 14:45:00 | 27.80 | 28.00 | 30.41 | 34.49 | 29.73 |
| 60 | 23.12.2003 15:00:00 | 28.48 | 28.43 | 31.21 | 35.49 | 30.06 |
| 61 | 23.12.2003 15:15:00 | 28.45 | 28.28 | 30.76 | 35.24 | 30.33 |
| 62 | 23.12.2003 15:30:00 | 28.40 | 28.43 | 30.78 | 36.10 | 30.48 |
| 63 | 23.12.2003 15:45:00 | 27.52 | 27.45 | 29.40 | 30.38 | 28.78 |
| 64 | 23.12.2003 16:00:00 | 27.15 | 27.50 | 29.38 | 30.66 | 28.48 |
| 65 | 23.12.2003 16:15:00 | 26.60 | 27.00 | 29.10 | 28.33 | 28.25 |
| 66 | 23.12.2003 16:30:00 | 26.40 | 26.65 | 28.08 | 28.10 | 27.57 |
| 67 | 23.12.2003 16:45:00 | 25.80 | 26.65 | 27.90 | 26.70 | 26.92 |
| 68 | 23.12.2003 17:00:00 | 25.67 | 26.02 | 27.90 | 27.42 | 27.25 |
| 69 | 23.12.2003 17:15:00 | 25.34 | 25.75 | 27.55 | 25.97 | 26.70 |
| 70 | 23.12.2003 17:30:00 | 24.84 | 25.47 | 26.87 | 24.67 | 25.67 |
| 71 | 23.12.2003 17:45:00 | 24.42 | 24.97 | 26.75 | 24.02 | 25.85 |
| 72 | 23.12.2003 18:00:00 | 24.24 | 24.57 | 26.12 | 23.57 | 25.12 |
| 73 | 23.12.2003 18:15:00 | 23.74 | 24.32 | 26.10 | 23.01 | 24.99 |
| 74 | 23.12.2003 18:30:00 | 23.54 | 24.02 | 25.65 | 22.61 | 24.64 |
| 75 | 23.12.2003 18:45:00 | 23.36 | 23.99 | 24.77 | 22.24 | 23.52 |
| 76 | 23.12.2003 19:00:00 | 22.99 | 23.57 | 24.94 | 21.96 | 23.94 |
| 77 | 23.12.2003 19:15:00 | 22.86 | 23.26 | 24.52 | 21.74 | 23.49 |
| 78 | 23.12.2003 19:30:00 | 22.41 | 22.74 | 24.27 | 21.41 | 23.24 |
| 79 | 23.12.2003 19:45:00 | 22.66 | 23.06 | 23.82 | 21.21 | 22.56 |
| 80 | 23.12.2003 20:00:00 | 22.31 | 22.74 | 23.54 | 21.03 | 22.41 |
| 81 | 23.12.2003 20:15:00 | 22.36 | 22.66 | 23.26 | 20.88 | 22.26 |
| 82 | 23.12.2003 20:30:00 | 22.14 | 22.54 | 23.09 | 20.78 | 22.16 |
| 83 | 23.12.2003 20:45:00 | 21.91 | 22.41 | 22.89 | 20.68 | 21.96 |
| 84 | 23.12.2003 21:00:00 | 22.36 | 22.79 | 22.64 | 21.06 | 21.64 |
| 85 | 23.12.2003 21:15:00 | 22.29 | 22.71 | 22.56 | 21.01 | 21.61 |
| 86 | 23.12.2003 21:30:00 | 22.04 | 22.44 | 22.16 | 20.63 | 21.06 |
| 87 | 23.12.2003 21:45:00 | 21.84 | 22.24 | 21.66 | 20.06 | 20.86 |
| 88 | 23.12.2003 22:00:00 | 21.49 | 21.89 | 21.13 | 19.71 | 20.43 |
| 89 | 23.12.2003 22:15:00 | 21.66 | 22.06 | 21.86 | 20.46 | 20.98 |
| 90 | 23.12.2003 22:30:00 | 21.64 | 21.99 | 21.51 | 20.08 | 20.53 |
| 91 | 23.12.2003 22:45:00 | 21.71 | 22.09 | 21.69 | 20.56 | 20.88 |
| 92 | 23.12.2003 23:00:00 | 21.59 | 21.96 | 21.69 | 20.48 | 20.86 |
| 93 | 23.12.2003 23:15:00 | 21.31 | 21.69 | 21.51 | 19.96 | 20.66 |
| 94 | 23.12.2003 23:30:00 | 21.18 | 21.74 | 21.13 | 19.83 | 20.43 |
| 95 | 23.12.2003 23:45:00 | 20.98 | 21.46 | 21.03 | 19.58 | 19.96 |
| 96 | 24.12.2003 00:00:00 | 21.18 | 21.56 | 21.28 | 20.03 | 20.53 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก.15** แบบทดสอบที่ 5 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ OPEN ราย 15 นาที การทดลองที่ 8

| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 23.63 | 23.97 | 23.56 | 25.06 | 23.87 |
| | Max | 29.08 | 29.63 | 29.86 | 42.34 | 31.16 |
| | Min | 20.13 | 20.33 | 19.81 | 15.24 | 16.80 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Out |
| 0 | 23.12.2003 00:00:00 | 23.72 | 23.77 | 23.24 | 22.46 | 23.74 |
| 1 | 23.12.2003 00:15:00 | 23.64 | 23.59 | 23.09 | 22.39 | 23.62 |
| 2 | 23.12.2003 00:30:00 | 23.46 | 23.41 | 22.91 | 22.24 | 23.49 |
| 3 | 23.12.2003 00:45:00 | 23.31 | 23.24 | 22.74 | 22.06 | 23.19 |
| 4 | 23.12.2003 01:00:00 | 23.24 | 23.26 | 22.74 | 21.99 | 23.16 |
| 5 | 23.12.2003 01:15:00 | 23.09 | 23.11 | 22.46 | 21.79 | 22.94 |
| 6 | 23.12.2003 01:30:00 | 22.94 | 22.91 | 22.41 | 21.69 | 22.84 |
| 7 | 23.12.2003 01:45:00 | 22.79 | 22.71 | 22.16 | 21.56 | 22.66 |
| 8 | 23.12.2003 02:00:00 | 22.61 | 22.64 | 22.04 | 21.33 | 22.56 |
| 9 | 23.12.2003 02:15:00 | 22.44 | 22.44 | 21.91 | 21.13 | 22.49 |
| 10 | 23.12.2003 02:30:00 | 22.24 | 22.31 | 21.74 | 20.96 | 22.19 |
| 11 | 23.12.2003 02:45:00 | 22.04 | 22.11 | 21.59 | 20.81 | 22.09 |
| 12 | 23.12.2003 03:00:00 | 21.84 | 21.99 | 21.49 | 20.68 | 21.84 |
| 13 | 23.12.2003 03:15:00 | 21.74 | 21.81 | 21.26 | 20.46 | 21.74 |
| 14 | 23.12.2003 03:30:00 | 21.46 | 21.59 | 21.03 | 20.13 | 21.31 |
| 15 | 23.12.2003 03:45:00 | 21.31 | 21.51 | 20.96 | 19.98 | 21.31 |
| 16 | 23.12.2003 04:00:00 | 21.08 | 21.46 | 20.93 | 19.81 | 21.23 |
| 17 | 23.12.2003 04:15:00 | 20.98 | 21.31 | 20.76 | 19.71 | 21.08 |
| 18 | 23.12.2003 04:30:00 | 20.98 | 21.26 | 20.68 | 19.71 | 20.93 |
| 19 | 23.12.2003 04:45:00 | 20.86 | 21.21 | 20.66 | 19.61 | 20.96 |
| 20 | 23.12.2003 05:00:00 | 20.81 | 21.06 | 20.53 | 19.51 | 20.86 |
| 21 | 23.12.2003 05:15:00 | 20.71 | 20.96 | 20.46 | 19.48 | 20.78 |
| 22 | 23.12.2003 05:30:00 | 20.56 | 20.76 | 20.28 | 19.30 | 20.56 |
| 23 | 23.12.2003 05:45:00 | 20.46 | 20.71 | 20.11 | 19.18 | 20.26 |
| 24 | 23.12.2003 06:00:00 | 20.28 | 20.58 | 20.03 | 18.98 | 20.31 |
| 25 | 23.12.2003 06:15:00 | 20.23 | 20.48 | 19.91 | 15.24 | 16.80 |
| 26 | 23.12.2003 06:30:00 | 20.23 | 20.43 | 19.91 | 18.90 | 20.18 |
| 27 | 23.12.2003 06:45:00 | 20.13 | 20.33 | 19.81 | 18.98 | 20.13 |
| 28 | 23.12.2003 07:00:00 | 20.26 | 20.43 | 19.91 | 19.20 | 20.23 |
| 29 | 23.12.2003 07:15:00 | 20.23 | 20.41 | 19.88 | 19.35 | 20.21 |
| 30 | 23.12.2003 07:30:00 | 20.38 | 20.51 | 20.01 | 19.96 | 20.41 |
| 31 | 23.12.2003 07:45:00 | 20.61 | 20.63 | 20.21 | 21.38 | 20.63 |
| 32 | 23.12.2003 08:00:00 | 20.86 | 20.81 | 20.48 | 22.34 | 21.01 |
| 33 | 23.12.2003 08:15:00 | 21.28 | 21.28 | 21.21 | 23.97 | 21.91 |
| 34 | 23.12.2003 08:30:00 | 21.54 | 21.64 | 21.49 | 24.39 | 21.84 |
| 35 | 23.12.2003 08:45:00 | 21.91 | 21.89 | 21.81 | 25.29 | 22.19 |
| 36 | 23.12.2003 09:00:00 | 22.59 | 22.59 | 22.64 | 27.07 | 23.04 |
| 37 | 23.12.2003 09:15:00 | 22.74 | 22.79 | 22.66 | 26.55 | 22.81 |
| 38 | 23.12.2003 09:30:00 | 23.21 | 23.11 | 22.91 | 27.15 | 23.36 |
| 39 | 23.12.2003 09:45:00 | 24.44 | 24.59 | 24.67 | 30.56 | 25.37 |
| 40 | 23.12.2003 10:00:00 | 23.94 | 24.07 | 23.97 | 28.25 | 24.09 |
| 41 | 23.12.2003 10:15:00 | 24.07 | 24.29 | 24.32 | 28.95 | 24.72 |
| 42 | 23.12.2003 10:30:00 | 25.04 | 25.12 | 25.12 | 32.59 | 25.52 |
| 43 | 23.12.2003 10:45:00 | 25.60 | 25.75 | 25.87 | 34.82 | 26.15 |
| 44 | 23.12.2003 11:00:00 | 25.72 | 25.85 | 26.00 | 34.12 | 26.15 |
| 45 | 23.12.2003 11:15:00 | 25.70 | 25.95 | 25.90 | 31.38 | 26.00 |
| 46 | 23.12.2003 11:30:00 | 26.52 | 26.80 | 26.82 | 35.12 | 27.25 |
| 47 | 23.12.2003 11:45:00 | 26.12 | 26.82 | 26.45 | 34.17 | 26.70 |
| 48 | 23.12.2003 12:00:00 | 26.70 | 26.70 | 26.70 | 36.15 | 27.45 |
| 49 | 23.12.2003 12:15:00 | 26.70 | 27.02 | 26.97 | 35.24 | 27.70 |
| 50 | 23.12.2003 12:30:00 | 26.20 | 26.57 | 26.30 | 32.74 | 26.72 |
| 51 | 23.12.2003 12:45:00 | 27.32 | 27.47 | 27.45 | 37.40 | 27.70 |
| 52 | 23.12.2003 13:00:00 | 27.32 | 27.63 | 27.52 | 37.75 | 27.98 |
| 53 | 23.12.2003 13:15:00 | 27.73 | 28.10 | 28.28 | 38.93 | 28.98 |
| 54 | 23.12.2003 13:30:00 | 27.95 | 28.73 | 28.80 | 42.34 | 28.73 |
| 55 | 23.12.2003 13:45:00 | 28.60 | 29.63 | 29.40 | 41.76 | 29.48 |
| 56 | 23.12.2003 14:00:00 | 29.08 | 29.60 | 29.86 | 41.43 | 31.16 |
| 57 | 23.12.2003 14:15:00 | 27.88 | 28.83 | 28.80 | 33.69 | 29.10 |
| 58 | 23.12.2003 14:30:00 | 28.05 | 28.93 | 28.75 | 33.51 | 27.47 |
| 59 | 23.12.2003 14:45:00 | 28.08 | 28.90 | 29.03 | 37.25 | 29.35 |
| 60 | 23.12.2003 15:00:00 | 28.63 | 29.53 | 29.38 | 36.62 | 29.91 |
| 61 | 23.12.2003 15:15:00 | 28.40 | 28.90 | 29.00 | 37.02 | 29.40 |
| 62 | 23.12.2003 15:30:00 | 28.95 | 29.25 | 29.35 | 38.53 | 29.65 |
| 63 | 23.12.2003 15:45:00 | 27.47 | 28.30 | 28.15 | 30.71 | 28.53 |
| 64 | 23.12.2003 16:00:00 | 27.42 | 28.38 | 28.05 | 31.74 | 27.98 |
| 65 | 23.12.2003 16:15:00 | 26.97 | 28.00 | 27.52 | 27.90 | 27.47 |
| 66 | 23.12.2003 16:30:00 | 26.75 | 27.22 | 27.00 | 29.13 | 27.42 |
| 67 | 23.12.2003 16:45:00 | 26.42 | 27.15 | 25.90 | 26.77 | 25.67 |
| 68 | 23.12.2003 17:00:00 | 26.07 | 27.65 | 27.05 | 29.10 | 27.88 |
| 69 | 23.12.2003 17:15:00 | 25.80 | 26.67 | 26.35 | 26.15 | 26.77 |
| 70 | 23.12.2003 17:30:00 | 25.24 | 26.42 | 25.90 | 23.99 | 26.12 |
| 71 | 23.12.2003 17:45:00 | 24.82 | 25.85 | 25.29 | 21.86 | 25.14 |
| 72 | 23.12.2003 18:00:00 | 24.69 | 25.42 | 24.99 | 22.54 | 25.24 |
| 73 | 23.12.2003 18:15:00 | 24.14 | 25.37 | 24.84 | 22.09 | 25.09 |
| 74 | 23.12.2003 18:30:00 | 23.74 | 24.84 | 24.44 | 21.76 | 24.72 |
| 75 | 23.12.2003 18:45:00 | 23.79 | 24.87 | 23.99 | 21.51 | 23.99 |
| 76 | 23.12.2003 19:00:00 | 23.36 | 24.34 | 23.79 | 21.13 | 24.14 |
| 77 | 23.12.2003 19:15:00 | 23.11 | 24.07 | 23.62 | 20.88 | 23.92 |
| 78 | 23.12.2003 19:30:00 | 22.94 | 23.87 | 23.21 | 20.66 | 23.49 |
| 79 | 23.12.2003 19:45:00 | 23.01 | 23.82 | 23.14 | 20.56 | 23.49 |
| 80 | 23.12.2003 20:00:00 | 22.74 | 23.59 | 22.81 | 20.41 | 23.09 |
| 81 | 23.12.2003 20:15:00 | 22.54 | 23.06 | 22.46 | 20.26 | 22.86 |
| 82 | 23.12.2003 20:30:00 | 22.56 | 22.96 | 22.36 | 19.91 | 22.74 |
| 83 | 23.12.2003 20:45:00 | 22.29 | 22.84 | 22.06 | 19.88 | 22.49 |
| 84 | 23.12.2003 21:00:00 | 22.74 | 22.89 | 22.16 | 20.43 | 22.49 |
| 85 | 23.12.2003 21:15:00 | 22.69 | 22.74 | 22.06 | 20.23 | 22.41 |
| 86 | 23.12.2003 21:30:00 | 22.41 | 22.41 | 21.74 | 19.98 | 22.01 |
| 87 | 23.12.2003 21:45:00 | 22.24 | 22.04 | 21.43 | 19.48 | 21.71 |
| 88 | 23.12.2003 22:00:00 | 21.89 | 22.09 | 21.21 | 19.20 | 21.66 |
| 89 | 23.12.2003 22:15:00 | 22.14 | 22.16 | 21.49 | 19.73 | 21.79 |
| 90 | 23.12.2003 22:30:00 | 22.01 | 21.96 | 21.11 | 19.56 | 21.23 |
| 91 | 23.12.2003 22:45:00 | 22.09 | 22.04 | 21.31 | 19.78 | 21.69 |
| 92 | 23.12.2003 23:00:00 | 22.01 | 21.89 | 21.23 | 19.81 | 21.69 |
| 93 | 23.12.2003 23:15:00 | 21.69 | 21.71 | 20.98 | 19.33 | 21.41 |
| 94 | 23.12.2003 23:30:00 | 21.56 | 21.49 | 20.73 | 19.33 | 21.18 |
| 95 | 23.12.2003 23:45:00 | 21.38 | 21.38 | 20.61 | 19.03 | 20.98 |
| 96 | 24.12.2003 00:00:00 | 21.61 | 21.51 | 20.83 | 19.41 | 21.36 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข

ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความเร็วลมกับทิศทางลมของสภาพภูมิอากาศภายนอกราย 15 นาที ในการทดสอบเปรียบเทียบปล่องรังสีอาทิตย์ ในสภาวะแบบปิด ไม่เปิดช่องให้ลมเข้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ข.1 แบบทดสอบที่ 2 OUTDOOR สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 3

| | Description | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| | Sensor: | Voltage 0(-100).100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| | Unit: | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| | Mean | 149.74 | 26.84 | 70.92 | 0.72 | |
| | Max | 800.31 | 34.01 | 93.13 | 3.38 | |
| | Min | 0.00 | 21.09 | 40.91 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temp Out | Humidity Out | Wind Sp Out | Wind Dir Out |
| 0 | 04.12.2003 00:00:00 | 0.12 | 22.64 | 84.72 | 0 | 0 |
| 1 | 04.12.2003 00:15:00 | 0.14 | 22.27 | 86.58 | 0 | 0 |
| 2 | 04.12.2003 00:30:00 | 0.14 | 21.97 | 88.19 | 0.57 | 254 |
| 3 | 04.12.2003 00:45:00 | 0.14 | 22.17 | 85.93 | 0.83 | 95 |
| 4 | 04.12.2003 01:00:00 | 0.15 | 21.93 | 87.29 | 0 | 0 |
| 5 | 04.12.2003 01:15:00 | 0.14 | 21.58 | 88.77 | 0.83 | 94 |
| 6 | 04.12.2003 01:30:00 | 0.14 | 21.55 | 88.86 | 0 | 0 |
| 7 | 04.12.2003 01:45:00 | 0.14 | 21.51 | 88.70 | 0.83 | 99 |
| 8 | 04.12.2003 02:00:00 | 0.15 | 21.15 | 91.22 | 0 | 0 |
| 9 | 04.12.2003 02:15:00 | 0.15 | 21.40 | 89.36 | 0.93 | 309 |
| 10 | 04.12.2003 02:30:00 | 0.15 | 21.51 | 88.14 | 0 | 0 |
| 11 | 04.12.2003 02:45:00 | 0.15 | 21.43 | 88.75 | 0 | 0 |
| 12 | 04.12.2003 03:00:00 | 0.14 | 21.28 | 90.12 | 0 | 0 |
| 13 | 04.12.2003 03:15:00 | 0.17 | 21.09 | 90.54 | 0.58 | 334 |
| 14 | 04.12.2003 03:30:00 | 0.17 | 21.21 | 89.48 | 0 | 0 |
| 15 | 04.12.2003 03:45:00 | 0.15 | 21.10 | 90.14 | 0 | 0 |
| 16 | 04.12.2003 04:00:00 | 0.15 | 21.15 | 91.22 | 0 | 0 |
| 17 | 04.12.2003 04:15:00 | 0.17 | 21.44 | 89.19 | 0 | 0 |
| 18 | 04.12.2003 04:30:00 | 0.17 | 21.43 | 89.46 | 0 | 0 |
| 19 | 04.12.2003 04:45:00 | 0.15 | 21.49 | 89.93 | 0 | 0 |
| 20 | 04.12.2003 05:00:00 | 0.15 | 21.50 | 91.78 | 0 | 0 |
| 21 | 04.12.2003 05:15:00 | 0.15 | 21.71 | 90.96 | 0 | 0 |
| 22 | 04.12.2003 05:30:00 | 0.15 | 21.93 | 89.31 | 0 | 0 |
| 23 | 04.12.2003 05:45:00 | 0.14 | 22.00 | 88.95 | 0 | 0 |
| 24 | 04.12.2003 06:00:00 | 0.15 | 21.81 | 89.19 | 0 | 0 |
| 25 | 04.12.2003 06:15:00 | 0.27 | 21.45 | 90.51 | 0.75 | 268 |
| 26 | 04.12.2003 06:30:00 | 5.91 | 21.30 | 90.53 | 0.66 | 84 |
| 27 | 04.12.2003 06:45:00 | 18.36 | 21.42 | 89.31 | 0.57 | 100 |
| 28 | 04.12.2003 07:00:00 | 27.23 | 21.66 | 89.66 | 0 | 0 |
| 29 | 04.12.2003 07:15:00 | 39.44 | 22.18 | 88.68 | 0 | 0 |
| 30 | 04.12.2003 07:30:00 | 48.18 | 23.14 | 83.64 | 0 | 0 |
| 31 | 04.12.2003 07:45:00 | 170.44 | 24.57 | 78.64 | 0 | 0 |
| 32 | 04.12.2003 08:00:00 | 211.66 | 26.82 | 67.28 | 0.72 | 42 |
| 33 | 04.12.2003 08:15:00 | 254.35 | 27.80 | 62.36 | 0.81 | 24 |
| 34 | 04.12.2003 08:30:00 | 295.59 | 28.44 | 60.40 | 1.28 | 79 |
| 35 | 04.12.2003 08:45:00 | 320.94 | 28.69 | 59.27 | 1.92 | 62 |
| 36 | 04.12.2003 09:00:00 | 374.34 | 29.30 | 57.43 | 1.73 | 73 |
| 37 | 04.12.2003 09:15:00 | 412.21 | 30.23 | 54.84 | 1.92 | 90 |
| 38 | 04.12.2003 09:30:00 | 445.65 | 30.89 | 51.16 | 0 | 0 |
| 39 | 04.12.2003 09:45:00 | 480.98 | 31.46 | 50.83 | 1.37 | 25 |
| 40 | 04.12.2003 10:00:00 | 515.54 | 31.64 | 51.34 | 0.81 | 95 |
| 41 | 04.12.2003 10:15:00 | 549.89 | 31.70 | 51.29 | 1.45 | 98 |
| 42 | 04.12.2003 10:30:00 | 560.91 | 31.84 | 50.31 | 2.18 | 65 |
| 43 | 04.12.2003 10:45:00 | 599.39 | 31.86 | 49.90 | 1.54 | 59 |
| 44 | 04.12.2003 11:00:00 | 623.60 | 32.06 | 50.06 | 2.55 | 81 |
| 45 | 04.12.2003 11:15:00 | 616.93 | 32.18 | 49.47 | 3.38 | 59 |
| 46 | 04.12.2003 11:30:00 | 671.92 | 33.16 | 46.64 | 3.10 | 90 |
| 47 | 04.12.2003 11:45:00 | 175.00 | 31.39 | 51.16 | 1.54 | 90 |
| 48 | 04.12.2003 12:00:00 | 703.94 | 31.45 | 50.09 | 0.91 | 104 |
| 49 | 04.12.2003 12:15:00 | 193.74 | 33.13 | 44.06 | 1.44 | 89 |
| 50 | 04.12.2003 12:30:00 | 277.27 | 32.20 | 46.20 | 0 | 0 |
| 51 | 04.12.2003 12:45:00 | 484.89 | 32.63 | 46.27 | 1.01 | 343 |
| 52 | 04.12.2003 13:00:00 | 800.31 | 33.52 | 43.08 | 0.63 | 62 |
| 53 | 04.12.2003 13:15:00 | 748.12 | 34.01 | 41.64 | 2.09 | 34 |
| 54 | 04.12.2003 13:30:00 | 220.57 | 32.29 | 44.96 | 0 | 0 |
| 55 | 04.12.2003 13:45:00 | 641.71 | 33.45 | 42.05 | 1.09 | 107 |
| 56 | 04.12.2003 14:00:00 | 173.75 | 32.57 | 44.95 | 0.72 | 120 |
| 57 | 04.12.2003 14:15:00 | 524.04 | 32.17 | 45.12 | 1.63 | 104 |
| 58 | 04.12.2003 14:30:00 | 279.20 | 33.26 | 42.48 | 0.63 | 146 |
| 59 | 04.12.2003 14:45:00 | 131.87 | 32.92 | 43.50 | 2.55 | 68 |
| 60 | 04.12.2003 15:00:00 | 417.80 | 33.59 | 41.56 | 0.54 | 51 |
| 61 | 04.12.2003 15:15:00 | 433.39 | 33.91 | 40.91 | 0.54 | 255 |
| 62 | 04.12.2003 15:30:00 | 94.61 | 32.37 | 43.95 | 1.18 | 66 |
| 63 | 04.12.2003 15:45:00 | 274.37 | 32.30 | 45.28 | 2.46 | 97 |
| 64 | 04.12.2003 16:00:00 | 249.18 | 32.24 | 43.97 | 0.90 | 51 |
| 65 | 04.12.2003 16:15:00 | 257.46 | 33.21 | 42.25 | 2.17 | 81 |
| 66 | 04.12.2003 16:30:00 | 57.01 | 32.30 | 45.32 | 1.44 | 56 |
| 67 | 04.12.2003 16:45:00 | 45.04 | 31.21 | 48.37 | 1.09 | 68 |
| 68 | 04.12.2003 17:00:00 | 41.87 | 31.18 | 49.12 | 1.27 | 89 |
| 69 | 04.12.2003 17:15:00 | 31.24 | 30.94 | 48.02 | 1.45 | 88 |
| 70 | 04.12.2003 17:30:00 | 14.76 | 30.57 | 50.18 | 0.91 | 119 |
| 71 | 04.12.2003 17:45:00 | 3.95 | 29.79 | 53.08 | 1.38 | 98 |
| 72 | 04.12.2003 18:00:00 | 0.11 | 29.46 | 59.38 | 1.29 | 169 |
| 73 | 04.12.2003 18:15:00 | 0.00 | 28.83 | 63.21 | 0.91 | 142 |
| 74 | 04.12.2003 18:30:00 | 0.00 | 28.40 | 69.72 | 0.56 | 124 |
| 75 | 04.12.2003 18:45:00 | 0.06 | 27.91 | 72.58 | 0.56 | 118 |
| 76 | 04.12.2003 19:00:00 | 0.08 | 27.41 | 77.74 | 1.29 | 124 |
| 77 | 04.12.2003 19:15:00 | 0.08 | 27.15 | 79.24 | 0 | 0 |
| 78 | 04.12.2003 19:30:00 | 0.09 | 26.79 | 81.04 | 1.01 | 80 |
| 79 | 04.12.2003 19:45:00 | 0.09 | 26.64 | 81.59 | 0.73 | 27 |
| 80 | 04.12.2003 20:00:00 | 0.09 | 26.31 | 82.76 | 0.91 | 84 |
| 81 | 04.12.2003 20:15:00 | 0.11 | 26.43 | 81.88 | 0 | 0 |
| 82 | 04.12.2003 20:30:00 | 0.08 | 25.75 | 84.58 | 0 | 0 |
| 83 | 04.12.2003 20:45:00 | 0.09 | 25.43 | 85.38 | 0.57 | 321 |
| 84 | 04.12.2003 21:00:00 | 0.11 | 25.18 | 86.43 | 0.92 | 325 |
| 85 | 04.12.2003 21:15:00 | 0.11 | 25.02 | 86.97 | 0 | 0 |
| 86 | 04.12.2003 21:30:00 | 0.11 | 24.83 | 87.91 | 0 | 0 |
| 87 | 04.12.2003 21:45:00 | 0.11 | 24.35 | 90.05 | 0 | 0 |
| 88 | 04.12.2003 22:00:00 | 0.12 | 24.30 | 90.18 | 0 | 0 |
| 89 | 04.12.2003 22:15:00 | 0.14 | 24.27 | 90.06 | 0 | 0 |
| 90 | 04.12.2003 22:30:00 | 0.14 | 24.20 | 90.62 | 0 | 0 |
| 91 | 04.12.2003 22:45:00 | 0.14 | 23.99 | 91.23 | 0 | 0 |
| 92 | 04.12.2003 23:00:00 | 0.15 | 23.87 | 91.34 | 0 | 0 |
| 93 | 04.12.2003 23:15:00 | 0.14 | 23.78 | 91.49 | 0 | 0 |
| 94 | 04.12.2003 23:30:00 | 0.14 | 23.73 | 91.32 | 0 | 0 |
| 95 | 04.12.2003 23:45:00 | 0.14 | 23.55 | 91.94 | 0 | 0 |
| 96 | 05.12.2003 00:00:00 | 0.14 | 23.20 | 93.13 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.2** แบบทดสอบที่ 2 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 3

| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 28.26 | 28.56 | 28.77 | 30.49 | 28.11 |
| | Max | 36.17 | 37.57 | 38.93 | 51.78 | 40.36 |
| | Min | 21.46 | 20.73 | 19.48 | 18.65 | 19.08 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Out |
| 0 | 04.12.2003 00:00:00 | 24.77 | 23.54 | 21.56 | 20.16 | 20.11 |
| 1 | 04.12.2003 00:15:00 | 24.52 | 23.39 | 21.64 | 19.98 | 19.88 |
| 2 | 04.12.2003 00:30:00 | 24.39 | 23.34 | 21.84 | 20.13 | 20.21 |
| 3 | 04.12.2003 00:45:00 | 24.14 | 23.39 | 21.51 | 20.16 | 20.38 |
| 4 | 04.12.2003 01:00:00 | 24.02 | 22.89 | 21.11 | 19.83 | 19.81 |
| 5 | 04.12.2003 01:15:00 | 23.77 | 22.79 | 22.01 | 20.03 | 20.18 |
| 6 | 04.12.2003 01:30:00 | 23.59 | 22.84 | 21.41 | 19.78 | 19.93 |
| 7 | 04.12.2003 01:45:00 | 23.41 | 22.24 | 20.96 | 19.48 | 19.51 |
| 8 | 04.12.2003 02:00:00 | 23.24 | 22.39 | 20.56 | 19.10 | 19.08 |
| 9 | 04.12.2003 02:15:00 | 23.04 | 21.79 | 20.21 | 19.08 | 19.51 |
| 10 | 04.12.2003 02:30:00 | 22.89 | 21.76 | 20.33 | 19.38 | 19.76 |
| 11 | 04.12.2003 02:45:00 | 22.76 | 21.94 | 20.23 | 19.15 | 19.41 |
| 12 | 04.12.2003 03:00:00 | 22.66 | 21.89 | 20.13 | 18.98 | 19.08 |
| 13 | 04.12.2003 03:15:00 | 22.49 | 21.79 | 20.68 | 19.13 | 19.33 |
| 14 | 04.12.2003 03:30:00 | 22.36 | 21.31 | 19.66 | 18.83 | 19.33 |
| 15 | 04.12.2003 03:45:00 | 22.29 | 21.21 | 19.51 | 18.68 | 19.33 |
| 16 | 04.12.2003 04:00:00 | 22.14 | 20.93 | 19.48 | 18.65 | 19.48 |
| 17 | 04.12.2003 04:15:00 | 22.04 | 20.98 | 19.63 | 18.95 | 19.66 |
| 18 | 04.12.2003 04:30:00 | 21.89 | 20.98 | 19.88 | 19.28 | 19.71 |
| 19 | 04.12.2003 04:45:00 | 21.84 | 20.96 | 20.11 | 19.46 | 19.76 |
| 20 | 04.12.2003 05:00:00 | 21.74 | 21.03 | 20.21 | 19.78 | 19.91 |
| 21 | 04.12.2003 05:15:00 | 21.74 | 21.13 | 20.58 | 20.11 | 20.11 |
| 22 | 04.12.2003 05:30:00 | 21.74 | 21.03 | 20.71 | 20.03 | 20.36 |
| 23 | 04.12.2003 05:45:00 | 21.69 | 20.81 | 20.46 | 19.88 | 20.28 |
| 24 | 04.12.2003 06:00:00 | 21.66 | 20.88 | 20.03 | 19.38 | 19.81 |
| 25 | 04.12.2003 06:15:00 | 21.66 | 20.73 | 19.63 | 18.95 | 19.68 |
| 26 | 04.12.2003 06:30:00 | 21.64 | 20.86 | 19.73 | 19.18 | 19.46 |
| 27 | 04.12.2003 06:45:00 | 21.51 | 20.81 | 20.98 | 22.84 | 21.76 |
| 28 | 04.12.2003 07:00:00 | 21.46 | 21.36 | 23.64 | 28.25 | 25.04 |
| 29 | 04.12.2003 07:15:00 | 21.49 | 21.66 | 25.39 | 32.01 | 30.06 |
| 30 | 04.12.2003 07:30:00 | 21.76 | 22.41 | 27.98 | 38.53 | 31.33 |
| 31 | 04.12.2003 07:45:00 | 22.09 | 23.01 | 32.54 | 43.34 | 34.87 |
| 32 | 04.12.2003 08:00:00 | 22.69 | 23.49 | 26.70 | 41.43 | 31.28 |
| 33 | 04.12.2003 08:15:00 | 23.39 | 24.47 | 29.86 | 43.34 | 33.31 |
| 34 | 04.12.2003 08:30:00 | 24.19 | 25.37 | 27.70 | 42.19 | 30.31 |
| 35 | 04.12.2003 08:45:00 | 25.04 | 26.60 | 29.33 | 43.24 | 31.84 |
| 36 | 04.12.2003 09:00:00 | 25.92 | 27.65 | 31.01 | 45.82 | 33.87 |
| 37 | 04.12.2003 09:15:00 | 26.87 | 28.93 | 32.74 | 47.75 | 35.17 |
| 38 | 04.12.2003 09:30:00 | 27.80 | 29.78 | 32.39 | 45.04 | 32.36 |
| 39 | 04.12.2003 09:45:00 | 28.68 | 30.91 | 34.12 | 46.40 | 35.02 |
| 40 | 04.12.2003 10:00:00 | 29.65 | 31.66 | 33.36 | 47.17 | 34.94 |
| 41 | 04.12.2003 10:15:00 | 30.48 | 32.36 | 34.27 | 44.84 | 34.19 |
| 42 | 04.12.2003 10:30:00 | 31.23 | 33.19 | 34.89 | 46.62 | 34.42 |
| 43 | 04.12.2003 10:45:00 | 32.09 | 33.84 | 35.27 | 47.50 | 34.92 |
| 44 | 04.12.2003 11:00:00 | 32.71 | 34.39 | 35.82 | 46.20 | 35.34 |
| 45 | 04.12.2003 11:15:00 | 33.34 | 34.84 | 36.10 | 44.72 | 35.22 |
| 46 | 04.12.2003 11:30:00 | 33.94 | 35.95 | 37.90 | 47.87 | 37.75 |
| 47 | 04.12.2003 11:45:00 | 34.44 | 35.77 | 36.35 | 36.17 | 33.66 |
| 48 | 04.12.2003 12:00:00 | 34.67 | 35.85 | 36.42 | 41.51 | 34.84 |
| 49 | 04.12.2003 12:15:00 | 34.87 | 36.42 | 37.93 | 42.94 | 35.69 |
| 50 | 04.12.2003 12:30:00 | 35.12 | 36.20 | 36.75 | 37.52 | 35.49 |
| 51 | 04.12.2003 12:45:00 | 35.14 | 36.45 | 37.45 | 43.69 | 37.20 |
| 52 | 04.12.2003 13:00:00 | 35.29 | 37.05 | 38.55 | 51.78 | 40.36 |
| 53 | 04.12.2003 13:15:00 | 34.04 | 35.39 | 36.40 | 46.10 | 36.25 |
| 54 | 04.12.2003 13:30:00 | 32.71 | 34.14 | 34.82 | 36.35 | 34.27 |
| 55 | 04.12.2003 13:45:00 | 33.59 | 35.27 | 36.42 | 45.42 | 36.02 |
| 56 | 04.12.2003 14:00:00 | 35.54 | 36.80 | 37.55 | 40.93 | 37.02 |
| 57 | 04.12.2003 14:15:00 | 35.57 | 36.82 | 37.52 | 38.73 | 36.30 |
| 58 | 04.12.2003 14:30:00 | 35.59 | 36.77 | 37.47 | 40.36 | 36.42 |
| 59 | 04.12.2003 14:45:00 | 35.54 | 36.55 | 37.15 | 36.55 | 36.20 |
| 60 | 04.12.2003 15:00:00 | 36.00 | 37.22 | 38.48 | 45.42 | 37.77 |
| 61 | 04.12.2003 15:15:00 | 36.12 | 37.57 | 38.93 | 44.07 | 38.13 |
| 62 | 04.12.2003 15:30:00 | 36.17 | 36.97 | 36.87 | 34.37 | 33.56 |
| 63 | 04.12.2003 15:45:00 | 36.07 | 36.70 | 36.85 | 39.20 | 36.30 |
| 64 | 04.12.2003 16:00:00 | 35.85 | 36.30 | 36.17 | 36.87 | 36.87 |
| 65 | 04.12.2003 16:15:00 | 35.54 | 36.37 | 36.77 | 37.15 | 36.10 |
| 66 | 04.12.2003 16:30:00 | 35.34 | 36.17 | 36.20 | 36.70 | 35.34 |
| 67 | 04.12.2003 16:45:00 | 35.09 | 35.47 | 35.07 | 32.41 | 32.29 |
| 68 | 04.12.2003 17:00:00 | 34.79 | 35.09 | 34.74 | 34.52 | 33.89 |
| 69 | 04.12.2003 17:15:00 | 34.44 | 34.54 | 33.89 | 32.14 | 31.89 |
| 70 | 04.12.2003 17:30:00 | 32.74 | 33.94 | 33.71 | 30.48 | 31.53 |
| 71 | 04.12.2003 17:45:00 | 33.34 | 33.69 | 32.99 | 29.03 | 30.66 |
| 72 | 04.12.2003 18:00:00 | 33.01 | 32.79 | 31.89 | 28.63 | 29.00 |
| 73 | 04.12.2003 18:15:00 | 30.43 | 32.31 | 32.24 | 28.30 | 30.76 |
| 74 | 04.12.2003 18:30:00 | 31.51 | 32.34 | 31.61 | 27.55 | 29.73 |
| 75 | 04.12.2003 18:45:00 | 31.48 | 31.81 | 30.96 | 27.12 | 28.93 |
| 76 | 04.12.2003 19:00:00 | 31.13 | 31.16 | 30.58 | 26.80 | 28.35 |
| 77 | 04.12.2003 19:15:00 | 30.81 | 31.06 | 30.38 | 26.45 | 28.40 |
| 78 | 04.12.2003 19:30:00 | 30.46 | 30.63 | 30.11 | 26.17 | 28.20 |
| 79 | 04.12.2003 19:45:00 | 30.08 | 30.26 | 29.73 | 25.87 | 27.95 |
| 80 | 04.12.2003 20:00:00 | 29.78 | 29.86 | 29.25 | 25.70 | 27.22 |
| 81 | 04.12.2003 20:15:00 | 29.48 | 29.53 | 28.83 | 25.44 | 26.80 |
| 82 | 04.12.2003 20:30:00 | 29.15 | 29.18 | 28.50 | 24.92 | 26.55 |
| 83 | 04.12.2003 20:45:00 | 28.83 | 28.85 | 28.35 | 24.64 | 26.55 |
| 84 | 04.12.2003 21:00:00 | 28.53 | 28.53 | 28.08 | 24.32 | 26.50 |
| 85 | 04.12.2003 21:15:00 | 28.25 | 28.20 | 27.65 | 24.12 | 25.85 |
| 86 | 04.12.2003 21:30:00 | 27.95 | 27.93 | 27.25 | 23.82 | 25.49 |
| 87 | 04.12.2003 21:45:00 | 27.68 | 27.65 | 26.97 | 23.57 | 25.29 |
| 88 | 04.12.2003 22:00:00 | 27.42 | 27.40 | 26.65 | 23.31 | 24.79 |
| 89 | 04.12.2003 22:15:00 | 27.15 | 27.15 | 26.42 | 23.24 | 24.49 |
| 90 | 04.12.2003 22:30:00 | 26.92 | 26.90 | 26.17 | 22.94 | 24.37 |
| 91 | 04.12.2003 22:45:00 | 26.65 | 26.65 | 25.92 | 22.81 | 24.24 |
| 92 | 04.12.2003 23:00:00 | 26.45 | 26.40 | 25.65 | 22.64 | 23.87 |
| 93 | 04.12.2003 23:15:00 | 26.20 | 26.20 | 25.32 | 22.51 | 23.64 |
| 94 | 04.12.2003 23:30:00 | 26.02 | 25.87 | 24.97 | 22.21 | 23.21 |
| 95 | 04.12.2003 23:45:00 | 25.82 | 25.65 | 24.89 | 22.09 | 23.19 |
| 96 | 05.12.2003 00:00:00 | 25.62 | 25.42 | 24.69 | 21.79 | 23.06 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 แบบทดสอบที่ 2 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 3

| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 28.58 | 28.62 | 27.73 | 29.74 | 28.57 |
| | Max | 36.02 | 36.72 | 36.95 | 48.90 | 38.30 |
| | Min | 21.96 | 21.03 | 18.85 | 18.68 | 20.03 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Out |
| 0 | 04.12.2003 00:00:00 | 25.39 | 24.97 | 22.34 | 20.58 | 21.81 |
| 1 | 04.12.2003 00:15:00 | 25.19 | 24.74 | 22.41 | 20.36 | 21.71 |
| 2 | 04.12.2003 00:30:00 | 24.92 | 24.47 | 22.26 | 20.38 | 21.64 |
| 3 | 04.12.2003 00:45:00 | 24.82 | 24.32 | 22.01 | 20.26 | 21.56 |
| 4 | 04.12.2003 01:00:00 | 24.57 | 24.22 | 21.54 | 20.06 | 21.06 |
| 5 | 04.12.2003 01:15:00 | 24.37 | 23.79 | 22.16 | 20.08 | 21.46 |
| 6 | 04.12.2003 01:30:00 | 24.12 | 23.77 | 21.76 | 19.91 | 21.56 |
| 7 | 04.12.2003 01:45:00 | 24.04 | 23.16 | 21.18 | 19.73 | 20.98 |
| 8 | 04.12.2003 02:00:00 | 23.92 | 23.21 | 20.88 | 19.35 | 20.48 |
| 9 | 04.12.2003 02:15:00 | 23.62 | 23.21 | 20.71 | 19.38 | 20.28 |
| 10 | 04.12.2003 02:30:00 | 23.39 | 22.91 | 20.53 | 19.68 | 20.71 |
| 11 | 04.12.2003 02:45:00 | 23.26 | 22.99 | 20.46 | 19.51 | 20.41 |
| 12 | 04.12.2003 03:00:00 | 23.16 | 23.04 | 20.68 | 19.28 | 20.28 |
| 13 | 04.12.2003 03:15:00 | 23.06 | 22.91 | 21.51 | 19.43 | 21.01 |
| 14 | 04.12.2003 03:30:00 | 22.89 | 22.46 | 19.71 | 19.00 | 20.06 |
| 15 | 04.12.2003 03:45:00 | 22.76 | 21.81 | 19.33 | 18.83 | 20.03 |
| 16 | 04.12.2003 04:00:00 | 22.59 | 21.31 | 18.85 | 18.68 | 20.31 |
| 17 | 04.12.2003 04:15:00 | 22.51 | 21.41 | 19.15 | 19.03 | 20.56 |
| 18 | 04.12.2003 04:30:00 | 22.44 | 21.56 | 19.41 | 19.25 | 20.51 |
| 19 | 04.12.2003 04:45:00 | 22.34 | 21.46 | 19.58 | 19.51 | 20.51 |
| 20 | 04.12.2003 05:00:00 | 22.29 | 21.56 | 19.73 | 19.61 | 20.53 |
| 21 | 04.12.2003 05:15:00 | 22.29 | 21.99 | 20.36 | 20.03 | 20.66 |
| 22 | 04.12.2003 05:30:00 | 22.24 | 21.36 | 20.21 | 20.06 | 21.08 |
| 23 | 04.12.2003 05:45:00 | 22.16 | 21.23 | 19.96 | 19.98 | 21.26 |
| 24 | 04.12.2003 06:00:00 | 22.21 | 21.26 | 19.56 | 19.30 | 20.81 |
| 25 | 04.12.2003 06:15:00 | 22.14 | 21.46 | 19.30 | 18.93 | 20.06 |
| 26 | 04.12.2003 06:30:00 | 22.04 | 21.63 | 19.03 | 18.98 | 20.31 |
| 27 | 04.12.2003 06:45:00 | 22.01 | 21.46 | 20.43 | 21.94 | 22.74 |
| 28 | 04.12.2003 07:00:00 | 21.96 | 21.69 | 22.01 | 26.25 | 27.32 |
| 29 | 04.12.2003 07:15:00 | 22.09 | 21.61 | 23.69 | 29.78 | 31.71 |
| 30 | 04.12.2003 07:30:00 | 22.24 | 22.04 | 26.07 | 35.69 | 35.24 |
| 31 | 04.12.2003 07:45:00 | 22.54 | 22.61 | 28.30 | 38.70 | 37.45 |
| 32 | 04.12.2003 08:00:00 | 22.96 | 23.36 | 25.39 | 38.65 | 32.76 |
| 33 | 04.12.2003 08:15:00 | 23.59 | 24.14 | 28.68 | 38.58 | 34.07 |
| 34 | 04.12.2003 08:30:00 | 24.19 | 25.04 | 25.90 | 39.08 | 28.85 |
| 35 | 04.12.2003 08:45:00 | 24.94 | 26.22 | 27.80 | 39.48 | 32.79 |
| 36 | 04.12.2003 09:00:00 | 25.65 | 27.05 | 28.98 | 41.41 | 34.82 |
| 37 | 04.12.2003 09:15:00 | 26.45 | 28.33 | 31.21 | 43.24 | 36.82 |
| 38 | 04.12.2003 09:30:00 | 27.22 | 29.63 | 30.13 | 41.51 | 31.03 |
| 39 | 04.12.2003 09:45:00 | 28.05 | 30.23 | 31.46 | 43.49 | 35.34 |
| 40 | 04.12.2003 10:00:00 | 28.83 | 30.86 | 31.61 | 43.54 | 34.12 |
| 41 | 04.12.2003 10:15:00 | 29.58 | 31.89 | 32.54 | 41.21 | 33.74 |
| 42 | 04.12.2003 10:30:00 | 30.36 | 32.44 | 33.04 | 42.71 | 35.92 |
| 43 | 04.12.2003 10:45:00 | 31.11 | 32.84 | 33.39 | 44.82 | 35.27 |
| 44 | 04.12.2003 11:00:00 | 31.63 | 33.66 | 33.94 | 43.96 | 35.59 |
| 45 | 04.12.2003 11:15:00 | 32.19 | 33.97 | 34.14 | 42.34 | 35.42 |
| 46 | 04.12.2003 11:30:00 | 32.96 | 35.17 | 35.64 | 45.19 | 36.82 |
| 47 | 04.12.2003 11:45:00 | 31.76 | 32.96 | 32.94 | 34.22 | 33.51 |
| 48 | 04.12.2003 12:00:00 | 32.74 | 33.89 | 33.69 | 39.63 | 34.74 |
| 49 | 04.12.2003 12:15:00 | 33.54 | 34.49 | 34.82 | 40.06 | 35.72 |
| 50 | 04.12.2003 12:30:00 | 33.64 | 34.54 | 34.37 | 36.25 | 34.97 |
| 51 | 04.12.2003 12:45:00 | 33.99 | 35.09 | 35.57 | 42.79 | 36.00 |
| 52 | 04.12.2003 13:00:00 | 34.04 | 35.02 | 35.47 | 48.90 | 37.05 |
| 53 | 04.12.2003 13:15:00 | 34.39 | 35.44 | 35.85 | 47.52 | 36.95 |
| 54 | 04.12.2003 13:30:00 | 34.54 | 35.34 | 35.07 | 36.22 | 35.74 |
| 55 | 04.12.2003 13:45:00 | 34.69 | 35.87 | 36.10 | 47.37 | 37.82 |
| 56 | 04.12.2003 14:00:00 | 34.67 | 35.64 | 35.24 | 35.54 | 35.64 |
| 57 | 04.12.2003 14:15:00 | 34.97 | 35.54 | 35.02 | 36.25 | 35.64 |
| 58 | 04.12.2003 14:30:00 | 35.04 | 35.92 | 35.92 | 40.86 | 36.52 |
| 59 | 04.12.2003 14:45:00 | 35.07 | 35.92 | 35.57 | 36.57 | 36.00 |
| 60 | 04.12.2003 15:00:00 | 35.49 | 36.30 | 36.52 | 46.20 | 38.30 |
| 61 | 04.12.2003 15:15:00 | 35.74 | 36.72 | 36.95 | 46.37 | 38.30 |
| 62 | 04.12.2003 15:30:00 | 35.95 | 36.15 | 35.54 | 34.09 | 35.44 |
| 63 | 04.12.2003 15:45:00 | 36.02 | 35.97 | 35.85 | 41.08 | 36.87 |
| 64 | 04.12.2003 16:00:00 | 35.90 | 35.82 | 35.57 | 40.41 | 36.80 |
| 65 | 04.12.2003 16:15:00 | 35.69 | 35.92 | 35.79 | 40.53 | 36.55 |
| 66 | 04.12.2003 16:30:00 | 35.67 | 35.95 | 35.72 | 39.05 | 36.75 |
| 67 | 04.12.2003 16:45:00 | 35.64 | 35.52 | 34.77 | 32.69 | 34.67 |
| 68 | 04.12.2003 17:00:00 | 35.52 | 35.07 | 34.77 | 35.90 | 35.37 |
| 69 | 04.12.2003 17:15:00 | 35.19 | 34.59 | 34.09 | 32.84 | 34.14 |
| 70 | 04.12.2003 17:30:00 | 35.02 | 34.47 | 33.21 | 29.93 | 32.11 |
| 71 | 04.12.2003 17:45:00 | 34.62 | 33.59 | 32.49 | 28.78 | 31.41 |
| 72 | 04.12.2003 18:00:00 | 34.19 | 32.54 | 31.94 | 28.43 | 30.53 |
| 73 | 04.12.2003 18:15:00 | 33.76 | 32.26 | 31.26 | 27.60 | 29.81 |
| 74 | 04.12.2003 18:30:00 | 33.31 | 32.96 | 30.56 | 27.02 | 29.23 |
| 75 | 04.12.2003 18:45:00 | 32.84 | 32.34 | 30.06 | 26.62 | 28.85 |
| 76 | 04.12.2003 19:00:00 | 32.41 | 31.01 | 29.81 | 26.30 | 28.60 |
| 77 | 04.12.2003 19:15:00 | 31.99 | 31.58 | 29.13 | 25.92 | 28.00 |
| 78 | 04.12.2003 19:30:00 | 31.58 | 30.86 | 28.80 | 25.60 | 27.68 |
| 79 | 04.12.2003 19:45:00 | 31.16 | 30.73 | 28.68 | 25.29 | 27.57 |
| 80 | 04.12.2003 20:00:00 | 30.78 | 30.08 | 27.83 | 25.04 | 26.77 |
| 81 | 04.12.2003 20:15:00 | 30.46 | 29.96 | 27.45 | 24.87 | 26.50 |
| 82 | 04.12.2003 20:30:00 | 30.11 | 29.68 | 27.17 | 24.44 | 26.22 |
| 83 | 04.12.2003 20:45:00 | 29.73 | 29.35 | 27.37 | 24.27 | 26.55 |
| 84 | 04.12.2003 21:00:00 | 29.40 | 29.03 | 27.17 | 23.92 | 26.40 |
| 85 | 04.12.2003 21:15:00 | 29.10 | 28.73 | 26.47 | 23.54 | 25.62 |
| 86 | 04.12.2003 21:30:00 | 28.78 | 28.43 | 25.92 | 23.26 | 24.84 |
| 87 | 04.12.2003 21:45:00 | 28.55 | 28.18 | 25.72 | 22.91 | 24.69 |
| 88 | 04.12.2003 22:00:00 | 28.25 | 27.90 | 25.60 | 22.81 | 24.62 |
| 89 | 04.12.2003 22:15:00 | 27.95 | 27.25 | 25.07 | 22.84 | 24.07 |
| 90 | 04.12.2003 22:30:00 | 27.70 | 27.40 | 24.84 | 22.41 | 23.99 |
| 91 | 04.12.2003 22:45:00 | 27.50 | 26.85 | 24.44 | 22.19 | 23.62 |
| 92 | 04.12.2003 23:00:00 | 27.20 | 26.80 | 24.44 | 22.09 | 23.67 |
| 93 | 04.12.2003 23:15:00 | 26.95 | 26.32 | 24.09 | 21.99 | 23.34 |
| 94 | 04.12.2003 23:30:00 | 26.72 | 26.32 | 23.54 | 21.56 | 22.71 |
| 95 | 04.12.2003 23:45:00 | 26.50 | 26.02 | 23.34 | 21.54 | 22.59 |
| 96 | 05.12.2003 00:00:00 | 26.27 | 25.72 | 23.06 | 21.11 | 22.24 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 แบบทดสอบที่ 3 OUTDOOR สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 5

| | Description | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| | Sensor: | Voltage 0(-100).100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| | Unit: | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| | Mean | 118.97 | 28.45 | 70.55 | 0.68 | |
| | Max | 707.11 | 34.20 | 83.60 | 3.40 | |
| | Min | 0.06 | 24.99 | 51.94 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temp Out | Humidity Out | Wind Sp Out | Wind Dir Out |
| 0 | 11.12.2003 00:00:00 | 0.12 | 27.00 | 76.25 | 0 | 0 |
| 1 | 11.12.2003 00:15:00 | 0.11 | 26.88 | 77.32 | 0 | 0 |
| 2 | 11.12.2003 00:30:00 | 0.09 | 26.85 | 76.05 | 0 | 0 |
| 3 | 11.12.2003 00:45:00 | 0.11 | 27.01 | 74.40 | 0 | 0 |
| 4 | 11.12.2003 01:00:00 | 0.11 | 26.79 | 75.20 | 0 | 0 |
| 5 | 11.12.2003 01:15:00 | 0.11 | 26.51 | 76.99 | 0 | 0 |
| 6 | 11.12.2003 01:30:00 | 0.11 | 26.50 | 76.87 | 0 | 0 |
| 7 | 11.12.2003 01:45:00 | 0.12 | 26.26 | 78.45 | 0 | 0 |
| 8 | 11.12.2003 02:00:00 | 0.12 | 26.03 | 79.28 | 0 | 0 |
| 9 | 11.12.2003 02:15:00 | 0.12 | 25.50 | 82.76 | 0 | 0 |
| 10 | 11.12.2003 02:30:00 | 0.12 | 25.34 | 82.77 | 0 | 0 |
| 11 | 11.12.2003 02:45:00 | 0.14 | 25.30 | 83.24 | 0 | 0 |
| 12 | 11.12.2003 03:00:00 | 0.14 | 25.15 | 83.60 | 0 | 0 |
| 13 | 11.12.2003 03:15:00 | 0.12 | 25.14 | 82.26 | 0 | 0 |
| 14 | 11.12.2003 03:30:00 | 0.12 | 24.99 | 82.71 | 0 | 0 |
| 15 | 11.12.2003 03:45:00 | 0.14 | 25.10 | 80.89 | 0 | 0 |
| 16 | 11.12.2003 04:00:00 | 0.14 | 25.19 | 80.48 | 0 | 0 |
| 17 | 11.12.2003 04:15:00 | 0.14 | 25.56 | 78.14 | 0 | 0 |
| 18 | 11.12.2003 04:30:00 | 0.14 | 25.55 | 78.53 | 0 | 0 |
| 19 | 11.12.2003 04:45:00 | 0.14 | 25.46 | 79.21 | 0 | 0 |
| 20 | 11.12.2003 05:00:00 | 0.12 | 25.93 | 76.59 | 0 | 0 |
| 21 | 11.12.2003 05:15:00 | 0.12 | 26.35 | 74.77 | 0 | 0 |
| 22 | 11.12.2003 05:30:00 | 0.12 | 26.40 | 74.68 | 0 | 0 |
| 23 | 11.12.2003 05:45:00 | 0.12 | 26.35 | 74.72 | 0 | 0 |
| 24 | 11.12.2003 06:00:00 | 0.12 | 26.27 | 75.08 | 0 | 0 |
| 25 | 11.12.2003 06:15:00 | 0.24 | 25.93 | 76.79 | 0 | 0 |
| 26 | 11.12.2003 06:30:00 | 1.63 | 25.86 | 77.21 | 0 | 0 |
| 27 | 11.12.2003 06:45:00 | 10.33 | 25.86 | 78.34 | 0 | 0 |
| 28 | 11.12.2003 07:00:00 | 26.33 | 25.93 | 78.16 | 1.29 | 80 |
| 29 | 11.12.2003 07:15:00 | 31.87 | 26.22 | 77.03 | 1.38 | 91 |
| 30 | 11.12.2003 07:30:00 | 33.79 | 26.46 | 76.25 | 1.20 | 55 |
| 31 | 11.12.2003 07:45:00 | 49.56 | 26.65 | 75.63 | 1.56 | 70 |
| 32 | 11.12.2003 08:00:00 | 64.27 | 26.86 | 74.44 | 0.73 | 82 |
| 33 | 11.12.2003 08:15:00 | 58.55 | 26.94 | 74.57 | 1.29 | 81 |
| 34 | 11.12.2003 08:30:00 | 58.00 | 26.97 | 74.37 | 0 | 0 |
| 35 | 11.12.2003 08:45:00 | 69.25 | 27.01 | 73.48 | 3.40 | 52 |
| 36 | 11.12.2003 09:00:00 | 88.57 | 27.02 | 73.86 | 1.74 | 84 |
| 37 | 11.12.2003 09:15:00 | 132.81 | 27.30 | 73.30 | 0.82 | 73 |
| 38 | 11.12.2003 09:30:00 | 143.74 | 27.68 | 71.92 | 2.11 | 30 |
| 39 | 11.12.2003 09:45:00 | 183.01 | 27.86 | 70.83 | 1.20 | 107 |
| 40 | 11.12.2003 10:00:00 | 241.36 | 28.60 | 69.09 | 1.10 | 96 |
| 41 | 11.12.2003 10:15:00 | 267.96 | 29.36 | 65.86 | 2.37 | 67 |
| 42 | 11.12.2003 10:30:00 | 239.99 | 29.47 | 65.67 | 0.55 | 167 |
| 43 | 11.12.2003 10:45:00 | 380.36 | 30.03 | 63.29 | 1.28 | 133 |
| 44 | 11.12.2003 10:00:00 | 314.71 | 30.79 | 61.29 | 1.28 | 135 |
| 45 | 11.12.2003 10:15:00 | 482.48 | 31.07 | 60.04 | 1.82 | 74 |
| 46 | 11.12.2003 10:30:00 | 382.26 | 30.19 | 63.73 | 0.55 | 106 |
| 47 | 11.12.2003 10:45:00 | 678.42 | 30.72 | 62.14 | 2.18 | 83 |
| 48 | 11.12.2003 12:00:00 | 417.32 | 31.40 | 60.36 | 0.64 | 158 |
| 49 | 11.12.2003 12:15:00 | 593.06 | 32.10 | 58.68 | 0.71 | 23 |
| 50 | 11.12.2003 12:30:00 | 347.39 | 32.45 | 57.52 | 2.00 | 108 |
| 51 | 11.12.2003 12:45:00 | 293.82 | 31.70 | 59.91 | 0.55 | 246 |
| 52 | 11.12.2003 13:00:00 | 535.78 | 31.85 | 59.25 | 0.91 | 265 |
| 53 | 11.12.2003 13:15:00 | 707.11 | 33.79 | 53.23 | 2.00 | 94 |
| 54 | 11.12.2003 13:30:00 | 642.89 | 33.66 | 53.62 | 0.71 | 126 |
| 55 | 11.12.2003 13:45:00 | 574.16 | 34.20 | 52.25 | 0 | 0 |
| 56 | 11.12.2003 14:00:00 | 487.90 | 33.32 | 54.74 | 1.36 | 91 |
| 57 | 11.12.2003 14:15:00 | 428.88 | 33.22 | 55.24 | 0 | 0 |
| 58 | 11.12.2003 14:30:00 | 459.52 | 33.42 | 53.53 | 1.91 | 61 |
| 59 | 11.12.2003 14:45:00 | 422.41 | 33.22 | 53.99 | 2.73 | 63 |
| 60 | 11.12.2003 15:00:00 | 423.17 | 34.06 | 51.94 | 1.36 | 81 |
| 61 | 11.12.2003 15:15:00 | 205.59 | 33.36 | 53.90 | 2.00 | 108 |
| 62 | 11.12.2003 15:30:00 | 186.46 | 32.31 | 56.45 | 1.18 | 45 |
| 63 | 11.12.2003 15:45:00 | 294.15 | 32.73 | 55.87 | 0.55 | 334 |
| 64 | 11.12.2003 16:00:00 | 208.41 | 32.59 | 56.62 | 2.00 | 65 |
| 65 | 11.12.2003 16:15:00 | 118.33 | 32.18 | 57.27 | 1.45 | 149 |
| 66 | 11.12.2003 16:30:00 | 80.71 | 31.56 | 58.55 | 1.28 | 20 |
| 67 | 11.12.2003 16:45:00 | 62.94 | 31.28 | 59.80 | 2.10 | 80 |
| 68 | 11.12.2003 17:00:00 | 52.09 | 30.93 | 60.39 | 2.10 | 76 |
| 69 | 11.12.2003 17:15:00 | 34.95 | 30.74 | 61.38 | 1.28 | 86 |
| 70 | 11.12.2003 17:30:00 | 15.69 | 30.38 | 63.10 | 1.10 | 76 |
| 71 | 11.12.2003 17:45:00 | 2.49 | 30.09 | 64.21 | 0.65 | 115 |
| 72 | 11.12.2003 18:00:00 | 0.06 | 29.79 | 65.16 | 1.19 | 66 |
| 73 | 11.12.2003 18:15:00 | 0.08 | 29.53 | 66.35 | 1.38 | 96 |
| 74 | 11.12.2003 18:30:00 | 0.06 | 29.29 | 67.55 | 1.19 | 54 |
| 75 | 11.12.2003 18:45:00 | 0.06 | 29.02 | 69.20 | 0 | 0 |
| 76 | 11.12.2003 19:00:00 | 0.08 | 28.64 | 71.80 | 0 | 0 |
| 77 | 11.12.2003 19:15:00 | 0.08 | 28.32 | 73.26 | 0 | 0 |
| 78 | 11.12.2003 19:30:00 | 0.08 | 28.09 | 74.67 | 0 | 0 |
| 79 | 11.12.2003 19:45:00 | 0.06 | 27.90 | 75.70 | 0 | 0 |
| 80 | 11.12.2003 20:00:00 | 0.08 | 27.81 | 76.16 | 0.64 | 14 |
| 81 | 11.12.2003 20:15:00 | 0.08 | 27.73 | 76.95 | 0 | 0 |
| 82 | 11.12.2003 20:30:00 | 0.08 | 27.84 | 76.22 | 0 | 0 |
| 83 | 11.12.2003 20:45:00 | 0.06 | 27.78 | 76.18 | 0.56 | 122 |
| 84 | 11.12.2003 21:00:00 | 0.06 | 27.61 | 76.33 | 0.65 | 111 |
| 85 | 11.12.2003 21:15:00 | 0.08 | 27.41 | 76.78 | 0.65 | 100 |
| 86 | 11.12.2003 21:30:00 | 0.09 | 27.28 | 77.02 | 0 | 0 |
| 87 | 11.12.2003 21:45:00 | 0.09 | 27.18 | 77.45 | 0.55 | 71 |
| 88 | 11.12.2003 22:00:00 | 0.09 | 27.08 | 77.47 | 0 | 0 |
| 89 | 11.12.2003 22:15:00 | 0.09 | 27.04 | 77.45 | 0 | 0 |
| 90 | 11.12.2003 22:30:00 | 0.09 | 26.88 | 77.93 | 0.57 | 333 |
| 91 | 11.12.2003 22:45:00 | 0.09 | 26.78 | 77.96 | 0 | 0 |
| 92 | 11.12.2003 23:00:00 | 0.11 | 26.68 | 78.01 | 0 | 0 |
| 93 | 11.12.2003 23:15:00 | 0.11 | 27.06 | 75.78 | 0 | 0 |
| 94 | 11.12.2003 23:30:00 | 0.11 | 26.92 | 76.30 | 0 | 0 |
| 95 | 11.12.2003 23:45:00 | 0.12 | 26.75 | 77.31 | 0 | 0 |
| 96 | 12.12.2003 00:00:00 | 0.12 | 26.62 | 77.59 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 แบบทดสอบที่ 3 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 5

| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 29.21 | 28.68 | 29.22 | 29.86 | 27.79 |
| | Max | 36.12 | 33.31 | 39.90 | 50.31 | 38.68 |
| | Min | 25.14 | 25.17 | 23.89 | 23.11 | 23.31 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Out |
| 0 | 11.12.2003 00:00:00 | 26.50 | 26.55 | 26.70 | 25.39 | 25.90 |
| 1 | 11.12.2003 00:15:00 | 27.15 | 27.20 | 26.10 | 25.07 | 25.07 |
| 2 | 11.12.2003 00:30:00 | 27.07 | 27.10 | 25.60 | 25.04 | 25.34 |
| 3 | 11.12.2003 00:45:00 | 26.97 | 27.02 | 25.75 | 24.94 | 25.19 |
| 4 | 11.12.2003 01:00:00 | 26.85 | 26.92 | 25.67 | 24.84 | 24.92 |
| 5 | 11.12.2003 01:15:00 | 26.80 | 26.82 | 25.97 | 24.79 | 24.92 |
| 6 | 11.12.2003 01:30:00 | 26.67 | 26.70 | 24.94 | 24.29 | 24.84 |
| 7 | 11.12.2003 01:45:00 | 26.57 | 26.60 | 24.64 | 23.99 | 24.72 |
| 8 | 11.12.2003 02:00:00 | 26.45 | 26.50 | 24.39 | 23.69 | 24.07 |
| 9 | 11.12.2003 02:15:00 | 26.40 | 26.42 | 24.52 | 23.57 | 23.64 |
| 10 | 11.12.2003 02:30:00 | 26.27 | 26.27 | 24.24 | 23.36 | 23.54 |
| 11 | 11.12.2003 02:45:00 | 26.15 | 26.17 | 24.42 | 23.36 | 23.41 |
| 12 | 11.12.2003 03:00:00 | 26.07 | 26.07 | 24.07 | 23.16 | 23.44 |
| 13 | 11.12.2003 03:15:00 | 25.92 | 25.95 | 24.19 | 23.31 | 23.41 |
| 14 | 11.12.2003 03:30:00 | 25.80 | 25.85 | 23.89 | 23.11 | 23.31 |
| 15 | 11.12.2003 03:45:00 | 25.70 | 25.70 | 24.09 | 23.29 | 23.82 |
| 16 | 11.12.2003 04:00:00 | 25.62 | 25.62 | 24.09 | 23.31 | 23.59 |
| 17 | 11.12.2003 04:15:00 | 25.49 | 25.49 | 25.04 | 24.19 | 24.34 |
| 18 | 11.12.2003 04:30:00 | 25.39 | 25.39 | 24.82 | 23.97 | 24.09 |
| 19 | 11.12.2003 04:45:00 | 25.37 | 25.34 | 24.19 | 23.59 | 23.69 |
| 20 | 11.12.2003 05:00:00 | 25.27 | 25.27 | 25.19 | 24.59 | 24.52 |
| 21 | 11.12.2003 05:15:00 | 25.22 | 25.22 | 25.34 | 24.99 | 24.82 |
| 22 | 11.12.2003 05:30:00 | 25.22 | 25.22 | 25.32 | 24.94 | 24.74 |
| 23 | 11.12.2003 05:45:00 | 25.19 | 25.19 | 25.34 | 24.84 | 24.74 |
| 24 | 11.12.2003 06:00:00 | 25.19 | 25.19 | 25.34 | 24.82 | 24.74 |
| 25 | 11.12.2003 06:15:00 | 25.17 | 25.19 | 25.12 | 24.24 | 24.27 |
| 26 | 11.12.2003 06:30:00 | 25.17 | 25.17 | 25.17 | 24.59 | 24.39 |
| 27 | 11.12.2003 06:45:00 | 25.19 | 25.49 | 25.14 | 24.92 | 24.37 |
| 28 | 11.12.2003 07:00:00 | 25.14 | 25.52 | 25.52 | 26.87 | 25.14 |
| 29 | 11.12.2003 07:15:00 | 25.19 | 25.52 | 25.67 | 26.82 | 25.27 |
| 30 | 11.12.2003 07:30:00 | 25.22 | 25.52 | 25.75 | 26.62 | 25.39 |
| 31 | 11.12.2003 07:45:00 | 25.34 | 25.62 | 25.87 | 26.97 | 25.62 |
| 32 | 11.12.2003 08:00:00 | 25.47 | 25.82 | 26.02 | 27.25 | 25.92 |
| 33 | 11.12.2003 08:15:00 | 25.60 | 25.95 | 26.15 | 27.40 | 26.00 |
| 34 | 11.12.2003 08:30:00 | 25.70 | 25.97 | 26.27 | 27.30 | 25.90 |
| 35 | 11.12.2003 08:45:00 | 25.85 | 26.17 | 26.27 | 27.27 | 25.82 |
| 36 | 11.12.2003 09:00:00 | 25.95 | 26.27 | 26.45 | 27.90 | 26.02 |
| 37 | 11.12.2003 09:15:00 | 26.07 | 26.40 | 27.12 | 29.33 | 27.00 |
| 38 | 11.12.2003 09:30:00 | 26.27 | 26.52 | 27.17 | 29.83 | 26.90 |
| 39 | 11.12.2003 09:45:00 | 26.47 | 26.67 | 27.32 | 29.65 | 27.20 |
| 40 | 11.12.2003 10:00:00 | 26.75 | 26.90 | 28.20 | 32.66 | 28.88 |
| 41 | 11.12.2003 10:15:00 | 27.07 | 27.20 | 28.60 | 33.44 | 28.70 |
| 42 | 11.12.2003 10:30:00 | 27.47 | 27.52 | 29.76 | 33.44 | 29.71 |
| 43 | 11.12.2003 10:45:00 | 27.90 | 27.88 | 30.66 | 36.50 | 30.53 |
| 44 | 11.12.2003 10:00:00 | 28.38 | 28.18 | 30.83 | 37.27 | 31.03 |
| 45 | 11.12.2003 10:15:00 | 28.95 | 28.55 | 31.76 | 39.18 | 31.66 |
| 46 | 11.12.2003 10:30:00 | 29.53 | 28.88 | 31.61 | 35.72 | 30.66 |
| 47 | 11.12.2003 10:45:00 | 30.03 | 29.25 | 32.61 | 41.53 | 31.91 |
| 48 | 11.12.2003 12:00:00 | 30.56 | 29.60 | 32.56 | 37.67 | 31.56 |
| 49 | 11.12.2003 12:15:00 | 31.18 | 30.08 | 36.00 | 45.84 | 36.17 |
| 50 | 11.12.2003 12:30:00 | 31.76 | 30.46 | 35.69 | 42.61 | 33.76 |
| 51 | 11.12.2003 12:45:00 | 32.31 | 30.81 | 35.14 | 38.70 | 33.71 |
| 52 | 11.12.2003 13:00:00 | 32.66 | 31.13 | 35.90 | 42.59 | 35.34 |
| 53 | 11.12.2003 13:15:00 | 33.01 | 31.31 | 36.22 | 45.72 | 35.54 |
| 54 | 11.12.2003 13:30:00 | 33.64 | 31.76 | 39.90 | 50.31 | 38.33 |
| 55 | 11.12.2003 13:45:00 | 34.22 | 32.11 | 38.50 | 50.10 | 38.68 |
| 56 | 11.12.2003 14:00:00 | 34.87 | 32.56 | 37.98 | 42.56 | 36.17 |
| 57 | 11.12.2003 14:15:00 | 35.32 | 32.76 | 37.50 | 39.00 | 34.57 |
| 58 | 11.12.2003 14:30:00 | 35.64 | 32.96 | 37.93 | 43.04 | 35.49 |
| 59 | 11.12.2003 14:45:00 | 35.79 | 32.96 | 37.67 | 41.23 | 35.32 |
| 60 | 11.12.2003 15:00:00 | 36.07 | 33.31 | 38.68 | 45.12 | 37.12 |
| 61 | 11.12.2003 15:15:00 | 36.12 | 33.26 | 38.20 | 39.93 | 34.84 |
| 62 | 11.12.2003 15:30:00 | 36.12 | 33.31 | 37.45 | 36.07 | 33.94 |
| 63 | 11.12.2003 15:45:00 | 36.05 | 33.31 | 37.60 | 39.25 | 34.44 |
| 64 | 11.12.2003 16:00:00 | 35.92 | 33.24 | 37.20 | 36.92 | 34.12 |
| 65 | 11.12.2003 16:15:00 | 35.69 | 33.21 | 36.72 | 35.07 | 32.86 |
| 66 | 11.12.2003 16:30:00 | 35.52 | 33.09 | 36.17 | 33.34 | 30.31 |
| 67 | 11.12.2003 16:45:00 | 35.22 | 33.01 | 35.54 | 32.76 | 30.13 |
| 68 | 11.12.2003 17:00:00 | 34.77 | 32.74 | 35.04 | 31.99 | 29.93 |
| 69 | 11.12.2003 17:15:00 | 34.39 | 32.54 | 34.57 | 31.31 | 29.48 |
| 70 | 11.12.2003 17:30:00 | 34.07 | 32.44 | 33.71 | 30.43 | 28.88 |
| 71 | 11.12.2003 17:45:00 | 33.71 | 32.24 | 32.61 | 29.50 | 28.48 |
| 72 | 11.12.2003 18:00:00 | 33.34 | 31.99 | 32.51 | 29.10 | 28.25 |
| 73 | 11.12.2003 18:15:00 | 32.94 | 31.79 | 31.61 | 28.65 | 27.90 |
| 74 | 11.12.2003 18:30:00 | 32.49 | 31.53 | 31.36 | 28.53 | 27.85 |
| 75 | 11.12.2003 18:45:00 | 32.24 | 31.33 | 30.28 | 27.65 | 27.20 |
| 76 | 11.12.2003 19:00:00 | 31.89 | 31.13 | 29.60 | 27.17 | 26.55 |
| 77 | 11.12.2003 19:15:00 | 31.56 | 30.91 | 29.45 | 27.15 | 26.55 |
| 78 | 11.12.2003 19:30:00 | 31.21 | 30.73 | 29.15 | 26.90 | 26.42 |
| 79 | 11.12.2003 19:45:00 | 30.86 | 30.56 | 28.88 | 26.67 | 26.12 |
| 80 | 11.12.2003 20:00:00 | 30.58 | 30.38 | 28.48 | 26.45 | 26.07 |
| 81 | 11.12.2003 20:15:00 | 30.36 | 30.18 | 28.28 | 26.45 | 26.20 |
| 82 | 11.12.2003 20:30:00 | 30.13 | 30.01 | 28.18 | 26.47 | 26.10 |
| 83 | 11.12.2003 20:45:00 | 29.88 | 29.88 | 28.40 | 26.47 | 26.10 |
| 84 | 11.12.2003 21:00:00 | 29.68 | 29.73 | 27.73 | 26.05 | 25.75 |
| 85 | 11.12.2003 21:15:00 | 29.43 | 29.53 | 27.40 | 25.87 | 25.70 |
| 86 | 11.12.2003 21:30:00 | 29.23 | 29.38 | 27.47 | 25.62 | 25.62 |
| 87 | 11.12.2003 21:45:00 | 29.03 | 29.20 | 26.80 | 25.37 | 25.34 |
| 88 | 11.12.2003 22:00:00 | 28.80 | 29.00 | 26.90 | 25.29 | 25.34 |
| 89 | 11.12.2003 22:15:00 | 28.60 | 28.88 | 26.32 | 25.04 | 25.09 |
| 90 | 11.12.2003 22:30:00 | 28.43 | 28.73 | 26.40 | 24.94 | 25.09 |
| 91 | 11.12.2003 22:45:00 | 28.28 | 28.53 | 26.20 | 24.87 | 25.04 |
| 92 | 11.12.2003 23:00:00 | 28.10 | 28.43 | 25.90 | 24.69 | 24.99 |
| 93 | 11.12.2003 23:15:00 | 27.93 | 28.28 | 26.10 | 24.92 | 25.37 |
| 94 | 11.12.2003 23:30:00 | 27.78 | 28.13 | 25.87 | 24.84 | 25.24 |
| 95 | 11.12.2003 23:45:00 | 27.60 | 27.95 | 25.87 | 24.89 | 25.12 |
| 96 | 12.12.2003 00:00:00 | 27.47 | 27.78 | 25.44 | 24.57 | 24.79 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.6** แบบทดสอบที่ 3 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 5

| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 29.44 | 29.16 | 28.76 | 30.31 | 29.13 |
| | Max | 36.12 | 36.82 | 36.32 | 54.39 | 38.00 |
| | Min | 25.52 | 24.89 | 24.09 | 22.89 | 24.44 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Out |
| 0 | 11.12.2003 00:00:00 | 26.85 | 27.02 | 26.25 | 25.14 | 26.62 |
| 1 | 11.12.2003 00:15:00 | 27.88 | 27.40 | 26.77 | 25.07 | 27.25 |
| 2 | 11.12.2003 00:30:00 | 27.40 | 27.07 | 26.17 | 24.92 | 26.10 |
| 3 | 11.12.2003 00:45:00 | 27.35 | 27.05 | 25.92 | 24.67 | 26.00 |
| 4 | 11.12.2003 01:00:00 | 27.22 | 26.85 | 25.92 | 24.57 | 26.07 |
| 5 | 11.12.2003 01:15:00 | 27.12 | 26.75 | 26.00 | 24.42 | 26.00 |
| 6 | 11.12.2003 01:30:00 | 27.02 | 26.32 | 25.39 | 24.17 | 25.52 |
| 7 | 11.12.2003 01:45:00 | 26.90 | 26.17 | 25.09 | 23.77 | 25.17 |
| 8 | 11.12.2003 02:00:00 | 26.77 | 26.27 | 25.09 | 23.41 | 24.94 |
| 9 | 11.12.2003 02:15:00 | 26.75 | 26.37 | 25.14 | 23.34 | 25.02 |
| 10 | 11.12.2003 02:30:00 | 26.55 | 25.62 | 24.87 | 23.16 | 24.74 |
| 11 | 11.12.2003 02:45:00 | 26.45 | 26.15 | 24.99 | 23.16 | 24.82 |
| 12 | 11.12.2003 03:00:00 | 26.32 | 25.65 | 24.59 | 23.01 | 24.59 |
| 13 | 11.12.2003 03:15:00 | 26.22 | 25.57 | 24.84 | 23.14 | 24.64 |
| 14 | 11.12.2003 03:30:00 | 26.10 | 25.19 | 24.42 | 22.89 | 24.47 |
| 15 | 11.12.2003 03:45:00 | 25.97 | 25.17 | 24.52 | 23.16 | 24.72 |
| 16 | 11.12.2003 04:00:00 | 25.85 | 24.99 | 24.32 | 23.11 | 24.44 |
| 17 | 11.12.2003 04:15:00 | 25.77 | 25.54 | 24.97 | 23.84 | 25.32 |
| 18 | 11.12.2003 04:30:00 | 25.72 | 25.19 | 24.77 | 23.62 | 24.99 |
| 19 | 11.12.2003 04:45:00 | 25.65 | 24.89 | 24.09 | 23.36 | 24.44 |
| 20 | 11.12.2003 05:00:00 | 25.54 | 25.44 | 24.89 | 24.27 | 25.32 |
| 21 | 11.12.2003 05:15:00 | 25.54 | 25.37 | 24.89 | 24.69 | 25.52 |
| 22 | 11.12.2003 05:30:00 | 25.52 | 25.44 | 24.94 | 24.67 | 25.52 |
| 23 | 11.12.2003 05:45:00 | 25.54 | 25.42 | 24.89 | 24.49 | 25.44 |
| 24 | 11.12.2003 06:00:00 | 25.54 | 25.42 | 24.92 | 24.47 | 25.44 |
| 25 | 11.12.2003 06:15:00 | 25.60 | 25.19 | 24.82 | 23.89 | 25.12 |
| 26 | 11.12.2003 06:30:00 | 25.60 | 25.24 | 24.79 | 24.32 | 25.19 |
| 27 | 11.12.2003 06:45:00 | 25.52 | 25.12 | 24.64 | 24.54 | 25.12 |
| 28 | 11.12.2003 07:00:00 | 25.52 | 25.37 | 24.89 | 25.92 | 25.57 |
| 29 | 11.12.2003 07:15:00 | 25.54 | 25.42 | 24.97 | 26.17 | 25.70 |
| 30 | 11.12.2003 07:30:00 | 25.67 | 25.49 | 25.04 | 26.17 | 25.95 |
| 31 | 11.12.2003 07:45:00 | 25.72 | 25.65 | 25.14 | 26.60 | 26.00 |
| 32 | 11.12.2003 08:00:00 | 25.82 | 25.80 | 25.29 | 26.95 | 26.20 |
| 33 | 11.12.2003 08:15:00 | 25.90 | 25.85 | 25.34 | 27.07 | 26.27 |
| 34 | 11.12.2003 08:30:00 | 26.02 | 26.00 | 25.49 | 26.85 | 26.40 |
| 35 | 11.12.2003 08:45:00 | 26.12 | 26.10 | 25.54 | 27.05 | 26.27 |
| 36 | 11.12.2003 09:00:00 | 26.25 | 26.22 | 25.70 | 27.63 | 26.42 |
| 37 | 11.12.2003 09:15:00 | 26.40 | 26.40 | 25.95 | 28.90 | 26.95 |
| 38 | 11.12.2003 09:30:00 | 26.52 | 26.57 | 26.15 | 29.58 | 27.15 |
| 39 | 11.12.2003 09:45:00 | 26.67 | 26.80 | 26.32 | 29.58 | 27.30 |
| 40 | 11.12.2003 10:00:00 | 26.90 | 27.17 | 26.80 | 32.69 | 28.50 |
| 41 | 11.12.2003 10:15:00 | 27.22 | 27.65 | 27.25 | 33.51 | 28.63 |
| 42 | 11.12.2003 10:30:00 | 27.55 | 28.08 | 27.73 | 33.59 | 29.55 |
| 43 | 11.12.2003 10:45:00 | 27.93 | 28.53 | 28.23 | 36.70 | 29.98 |
| 44 | 11.12.2003 10:00:00 | 28.35 | 29.10 | 28.85 | 37.20 | 30.38 |
| 45 | 11.12.2003 10:15:00 | 28.85 | 29.86 | 29.76 | 39.73 | 31.68 |
| 46 | 11.12.2003 10:30:00 | 29.30 | 30.06 | 29.60 | 36.65 | 30.78 |
| 47 | 11.12.2003 10:45:00 | 29.76 | 30.58 | 30.13 | 42.91 | 31.51 |
| 48 | 11.12.2003 12:00:00 | 30.26 | 31.13 | 30.61 | 39.18 | 31.68 |
| 49 | 11.12.2003 12:15:00 | 30.81 | 32.54 | 34.62 | 48.90 | 36.92 |
| 50 | 11.12.2003 12:30:00 | 31.36 | 32.91 | 32.71 | 44.57 | 34.14 |
| 51 | 11.12.2003 12:45:00 | 31.86 | 33.06 | 32.61 | 39.28 | 34.27 |
| 52 | 11.12.2003 13:00:00 | 32.26 | 33.61 | 33.19 | 45.32 | 35.09 |
| 53 | 11.12.2003 13:15:00 | 32.61 | 33.92 | 33.51 | 50.53 | 34.87 |
| 54 | 11.12.2003 13:30:00 | 33.16 | 35.22 | 35.39 | 54.39 | 37.93 |
| 55 | 11.12.2003 13:45:00 | 33.79 | 35.49 | 35.02 | 54.24 | 36.65 |
| 56 | 11.12.2003 14:00:00 | 34.37 | 36.05 | 35.42 | 45.79 | 36.90 |
| 57 | 11.12.2003 14:15:00 | 34.82 | 36.05 | 35.44 | 41.43 | 35.77 |
| 58 | 11.12.2003 14:30:00 | 35.14 | 36.20 | 35.64 | 48.12 | 36.42 |
| 59 | 11.12.2003 14:45:00 | 35.34 | 36.17 | 35.54 | 46.25 | 36.37 |
| 60 | 11.12.2003 15:00:00 | 35.69 | 36.82 | 36.32 | 51.76 | 38.00 |
| 61 | 11.12.2003 15:15:00 | 35.87 | 36.75 | 36.05 | 43.36 | 36.50 |
| 62 | 11.12.2003 15:30:00 | 36.07 | 36.55 | 35.97 | 37.40 | 35.57 |
| 63 | 11.12.2003 15:45:00 | 36.12 | 36.60 | 36.10 | 44.34 | 36.35 |
| 64 | 11.12.2003 16:00:00 | 36.02 | 36.40 | 35.95 | 40.78 | 36.27 |
| 65 | 11.12.2003 16:15:00 | 36.05 | 36.25 | 35.85 | 35.85 | 35.32 |
| 66 | 11.12.2003 16:30:00 | 35.97 | 35.87 | 35.52 | 33.14 | 34.82 |
| 67 | 11.12.2003 16:45:00 | 35.74 | 35.24 | 35.09 | 32.51 | 34.59 |
| 68 | 11.12.2003 17:00:00 | 35.27 | 34.77 | 34.52 | 31.58 | 34.14 |
| 69 | 11.12.2003 17:15:00 | 34.87 | 34.37 | 34.14 | 30.73 | 33.66 |
| 70 | 11.12.2003 17:30:00 | 34.54 | 33.71 | 33.64 | 29.81 | 32.64 |
| 71 | 11.12.2003 17:45:00 | 34.17 | 32.96 | 32.96 | 28.88 | 32.14 |
| 72 | 11.12.2003 18:00:00 | 33.82 | 32.74 | 32.71 | 28.48 | 31.91 |
| 73 | 11.12.2003 18:15:00 | 33.39 | 32.01 | 32.11 | 28.08 | 31.61 |
| 74 | 11.12.2003 18:30:00 | 32.99 | 31.63 | 31.74 | 27.88 | 30.58 |
| 75 | 11.12.2003 18:45:00 | 32.69 | 30.63 | 31.21 | 27.40 | 30.81 |
| 76 | 11.12.2003 19:00:00 | 32.34 | 30.26 | 30.71 | 26.92 | 30.48 |
| 77 | 11.12.2003 19:15:00 | 32.01 | 30.01 | 30.46 | 26.75 | 30.11 |
| 78 | 11.12.2003 19:30:00 | 31.71 | 29.81 | 30.11 | 26.57 | 29.91 |
| 79 | 11.12.2003 19:45:00 | 31.41 | 29.60 | 29.93 | 26.42 | 29.20 |
| 80 | 11.12.2003 20:00:00 | 31.11 | 29.65 | 29.55 | 26.32 | 29.23 |
| 81 | 11.12.2003 20:15:00 | 30.81 | 29.63 | 29.20 | 26.25 | 28.73 |
| 82 | 11.12.2003 20:30:00 | 30.56 | 29.43 | 28.98 | 26.22 | 28.70 |
| 83 | 11.12.2003 20:45:00 | 30.33 | 28.93 | 28.98 | 26.17 | 28.70 |
| 84 | 11.12.2003 21:00:00 | 30.11 | 28.83 | 28.53 | 25.87 | 28.35 |
| 85 | 11.12.2003 21:15:00 | 29.91 | 28.73 | 28.28 | 25.72 | 28.00 |
| 86 | 11.12.2003 21:30:00 | 29.68 | 28.13 | 28.25 | 25.49 | 28.03 |
| 87 | 11.12.2003 21:45:00 | 29.45 | 27.88 | 27.78 | 25.34 | 27.75 |
| 88 | 11.12.2003 22:00:00 | 29.25 | 27.57 | 27.65 | 25.22 | 27.52 |
| 89 | 11.12.2003 22:15:00 | 29.10 | 27.93 | 27.45 | 25.04 | 27.15 |
| 90 | 11.12.2003 22:30:00 | 28.88 | 27.25 | 27.22 | 24.87 | 27.10 |
| 91 | 11.12.2003 22:45:00 | 28.73 | 27.32 | 27.10 | 24.82 | 27.00 |
| 92 | 11.12.2003 23:00:00 | 28.58 | 27.22 | 26.85 | 24.72 | 26.85 |
| 93 | 11.12.2003 23:15:00 | 28.38 | 26.90 | 26.35 | 24.89 | 26.30 |
| 94 | 11.12.2003 23:30:00 | 28.25 | 26.87 | 26.42 | 24.79 | 26.45 |
| 95 | 11.12.2003 23:45:00 | 28.08 | 27.30 | 26.57 | 24.74 | 26.35 |
| 96 | 12.12.2003 00:00:00 | 27.93 | 26.90 | 26.22 | 24.49 | 26.22 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 แบบทดสอบที่ 4 OUTDOOR สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 7

| Description | | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Channel Number: | | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| Sensor: | | Voltage 0(-100).100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| Unit: | | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| Mean | | 161.14 | 24.25 | 63.45 | 0.80 | |
| Max | | 619.09 | 29.70 | 76.35 | 4.48 | |
| Min | | 0.08 | 19.63 | 43.62 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temp Out | Humidity Out | Wind Sp Out | Wind Dir Out |
| 0 | 18.12.2003 00:00:00 | 0.17 | 20.18 | 75.58 | 0 | 0 |
| 1 | 18.12.2003 00:15:00 | 0.17 | 20.49 | 73.59 | 0 | 0 |
| 2 | 18.12.2003 00:30:00 | 0.17 | 20.71 | 72.46 | 0 | 0 |
| 3 | 18.12.2003 00:45:00 | 0.17 | 20.98 | 70.52 | 0 | 0 |
| 4 | 18.12.2003 01:00:00 | 0.15 | 20.43 | 73.08 | 0 | 0 |
| 5 | 18.12.2003 01:15:00 | 0.15 | 20.46 | 72.84 | 0 | 0 |
| 6 | 18.12.2003 01:30:00 | 0.17 | 20.54 | 72.34 | 0 | 0 |
| 7 | 18.12.2003 01:45:00 | 0.15 | 20.55 | 72.02 | 0.57 | 83 |
| 8 | 18.12.2003 02:00:00 | 0.17 | 20.15 | 73.85 | 0.92 | 78 |
| 9 | 18.12.2003 02:15:00 | 0.17 | 19.87 | 75.24 | 0 | 0 |
| 10 | 18.12.2003 02:30:00 | 0.18 | 19.84 | 75.26 | 0.66 | 90 |
| 11 | 18.12.2003 02:45:00 | 0.18 | 19.77 | 75.63 | 0 | 0 |
| 12 | 18.12.2003 03:00:00 | 0.17 | 19.63 | 76.35 | 0 | 0 |
| 13 | 18.12.2003 03:15:00 | 0.18 | 19.78 | 75.22 | 0 | 0 |
| 14 | 18.12.2003 03:30:00 | 0.17 | 20.07 | 73.77 | 0.57 | 37 |
| 15 | 18.12.2003 03:45:00 | 0.17 | 20.24 | 73.15 | 0 | 0 |
| 16 | 18.12.2003 04:00:00 | 0.17 | 20.35 | 72.97 | 0 | 0 |
| 17 | 18.12.2003 04:15:00 | 0.17 | 20.58 | 71.97 | 0.84 | 273 |
| 18 | 18.12.2003 04:30:00 | 0.17 | 20.55 | 72.14 | 0 | 0 |
| 19 | 18.12.2003 04:45:00 | 0.17 | 20.82 | 71.06 | 1.02 | 154 |
| 20 | 18.12.2003 05:00:00 | 0.17 | 20.60 | 72.22 | 0.57 | 120 |
| 21 | 18.12.2003 05:15:00 | 0.17 | 20.40 | 73.07 | 0 | 0 |
| 22 | 18.12.2003 05:30:00 | 0.17 | 20.26 | 73.54 | 0 | 0 |
| 23 | 18.12.2003 05:45:00 | 0.15 | 20.36 | 72.68 | 1.21 | 95 |
| 24 | 18.12.2003 06:00:00 | 0.17 | 20.51 | 71.22 | 0.74 | 77 |
| 25 | 18.12.2003 06:15:00 | 0.29 | 20.46 | 71.18 | 1.57 | 43 |
| 26 | 18.12.2003 06:30:00 | 4.04 | 20.30 | 71.79 | 0 | 0 |
| 27 | 18.12.2003 06:45:00 | 18.22 | 20.18 | 72.29 | 0.67 | 343 |
| 28 | 18.12.2003 07:00:00 | 29.52 | 20.15 | 72.83 | 1.21 | 52 |
| 29 | 18.12.2003 07:15:00 | 39.39 | 20.45 | 71.91 | 1.39 | 128 |
| 30 | 18.12.2003 07:30:00 | 48.53 | 20.86 | 70.53 | 1.21 | 64 |
| 31 | 18.12.2003 07:45:00 | 137.12 | 21.36 | 68.92 | 1.21 | 88 |
| 32 | 18.12.2003 08:00:00 | 177.55 | 22.11 | 66.07 | 2.57 | 77 |
| 33 | 18.12.2003 08:15:00 | 218.04 | 22.90 | 63.80 | 3.49 | 60 |
| 34 | 18.12.2003 08:30:00 | 257.34 | 22.98 | 63.61 | 2.20 | 65 |
| 35 | 18.12.2003 08:45:00 | 286.19 | 23.63 | 61.35 | 1.43 | 62 |
| 36 | 18.12.2003 09:00:00 | 333.90 | 24.21 | 59.66 | 3.12 | 81 |
| 37 | 18.12.2003 09:15:00 | 368.70 | 24.47 | 58.81 | 3.02 | 68 |
| 38 | 18.12.2003 09:30:00 | 408.81 | 25.38 | 56.09 | 0.92 | 175 |
| 39 | 18.12.2003 09:45:00 | 445.77 | 25.14 | 57.05 | 2.47 | 49 |
| 40 | 18.12.2003 10:00:00 | 469.67 | 25.26 | 57.63 | 1.19 | 75 |
| 41 | 18.12.2003 10:15:00 | 502.70 | 26.49 | 53.64 | 0.82 | 77 |
| 42 | 18.12.2003 10:30:00 | 528.37 | 26.76 | 52.25 | 1.83 | 90 |
| 43 | 18.12.2003 10:45:00 | 554.35 | 26.88 | 51.94 | 2.01 | 55 |
| 44 | 18.12.2003 11:00:00 | 565.95 | 27.39 | 50.50 | 1.46 | 74 |
| 45 | 18.12.2003 11:15:00 | 572.79 | 27.83 | 49.73 | 1.19 | 120 |
| 46 | 18.12.2003 11:30:00 | 600.06 | 27.51 | 50.83 | 1.29 | 261 |
| 47 | 18.12.2003 11:45:00 | 606.73 | 28.15 | 48.23 | 0.91 | 275 |
| 48 | 18.12.2003 12:00:00 | 611.00 | 28.80 | 45.20 | 0.72 | 68 |
| 49 | 18.12.2003 12:15:00 | 619.09 | 28.95 | 46.06 | 0 | 0 |
| 50 | 18.12.2003 12:30:00 | 618.13 | 28.94 | 46.52 | 1.64 | 337 |
| 51 | 18.12.2003 12:45:00 | 606.26 | 29.70 | 45.11 | 1.83 | 287 |
| 52 | 18.12.2003 13:00:00 | 525.12 | 28.45 | 51.60 | 2.11 | 317 |
| 53 | 18.12.2003 13:15:00 | 474.42 | 28.21 | 52.15 | 3.21 | 303 |
| 54 | 18.12.2003 13:30:00 | 552.81 | 27.97 | 52.40 | 0 | 0 |
| 55 | 18.12.2003 13:45:00 | 528.56 | 28.67 | 51.31 | 4.48 | 238 |
| 56 | 18.12.2003 14:00:00 | 508.82 | 28.79 | 47.57 | 1.38 | 287 |
| 57 | 18.12.2003 14:15:00 | 493.16 | 29.69 | 43.62 | 0.91 | 310 |
| 58 | 18.12.2003 14:30:00 | 425.21 | 29.30 | 49.29 | 0 | 0 |
| 59 | 18.12.2003 14:45:00 | 416.67 | 28.89 | 50.20 | 1.83 | 296 |
| 60 | 18.12.2003 15:00:00 | 264.42 | 28.56 | 52.19 | 1.29 | 348 |
| 61 | 18.12.2003 15:15:00 | 383.10 | 28.68 | 51.82 | 0.82 | 294 |
| 62 | 18.12.2003 15:30:00 | 311.37 | 28.48 | 54.83 | 1.55 | 296 |
| 63 | 18.12.2003 15:45:00 | 320.77 | 28.31 | 55.10 | 1.93 | 321 |
| 64 | 18.12.2003 16:00:00 | 227.43 | 28.25 | 54.44 | 0 | 0 |
| 65 | 18.12.2003 16:15:00 | 219.22 | 27.94 | 54.66 | 1.74 | 327 |
| 66 | 18.12.2003 16:30:00 | 111.05 | 27.66 | 56.90 | 0.83 | 322 |
| 67 | 18.12.2003 16:45:00 | 90.86 | 29.24 | 46.59 | 1.55 | 102 |
| 68 | 18.12.2003 17:00:00 | 71.60 | 28.92 | 48.03 | 0 | 0 |
| 69 | 18.12.2003 17:15:00 | 45.60 | 28.53 | 48.53 | 0 | 0 |
| 70 | 18.12.2003 17:30:00 | 16.00 | 27.80 | 51.33 | 1.29 | 85 |
| 71 | 18.12.2003 17:45:00 | 8.04 | 27.24 | 53.17 | 1.29 | 77 |
| 72 | 18.12.2003 18:00:00 | 0.95 | 26.78 | 54.88 | 0 | 0 |
| 73 | 18.12.2003 18:15:00 | 0.09 | 26.30 | 56.33 | 0 | 0 |
| 74 | 18.12.2003 18:30:00 | 0.08 | 25.32 | 63.09 | 0 | 0 |
| 75 | 18.12.2003 18:45:00 | 0.09 | 25.20 | 64.85 | 0 | 0 |
| 76 | 18.12.2003 19:00:00 | 0.11 | 24.88 | 65.63 | 0 | 0 |
| 77 | 18.12.2003 19:15:00 | 0.09 | 24.51 | 66.72 | 0 | 0 |
| 78 | 18.12.2003 19:30:00 | 0.09 | 24.28 | 67.75 | 0 | 0 |
| 79 | 18.12.2003 19:45:00 | 0.09 | 24.04 | 69.43 | 0 | 0 |
| 80 | 18.12.2003 20:00:00 | 0.11 | 24.23 | 67.56 | 0.66 | 347 |
| 81 | 18.12.2003 20:15:00 | 0.11 | 23.99 | 68.43 | 0.66 | 312 |
| 82 | 18.12.2003 20:30:00 | 0.11 | 24.09 | 68.46 | 1.02 | 301 |
| 83 | 18.12.2003 20:45:00 | 0.11 | 23.98 | 69.82 | 0 | 0 |
| 84 | 18.12.2003 21:00:00 | 0.12 | 24.05 | 69.39 | 0 | 0 |
| 85 | 18.12.2003 21:15:00 | 0.11 | 23.95 | 69.99 | 0 | 0 |
| 86 | 18.12.2003 21:30:00 | 0.12 | 23.71 | 71.94 | 0 | 0 |
| 87 | 18.12.2003 21:45:00 | 0.12 | 23.63 | 71.41 | 0 | 0 |
| 88 | 18.12.2003 22:00:00 | 0.12 | 23.68 | 73.05 | 0 | 0 |
| 89 | 18.12.2003 22:15:00 | 0.12 | 23.82 | 70.63 | 0 | 0 |
| 90 | 18.12.2003 22:30:00 | 0.12 | 23.86 | 72.43 | 0 | 0 |
| 91 | 18.12.2003 22:45:00 | 0.12 | 24.01 | 70.44 | 0 | 0 |
| 92 | 18.12.2003 23:00:00 | 0.11 | 24.10 | 71.05 | 0 | 0 |
| 93 | 18.12.2003 23:15:00 | 0.12 | 23.92 | 72.67 | 0 | 0 |
| 94 | 18.12.2003 23:30:00 | 0.12 | 23.66 | 73.24 | 0 | 0 |
| 95 | 18.12.2003 23:45:00 | 0.12 | 23.68 | 72.83 | 0.57 | 307 |
| 96 | 19.12.2003 00:00:00 | 0.14 | 23.85 | 71.51 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.8** แบบทดสอบที่ 4 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 7

| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 26.01 | 25.94 | 25.51 | 27.79 | 24.56 |
| | Max | 33.74 | 35.09 | 36.97 | 49.23 | 36.57 |
| | Min | 19.51 | 18.88 | 17.68 | 16.90 | 17.70 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Out |
| 0 | 18.12.2003 00:00:00 | 22.54 | 21.64 | 19.08 | 17.70 | 18.43 |
| 1 | 18.12.2003 00:15:00 | 22.36 | 21.03 | 18.90 | 17.75 | 18.60 |
| 2 | 18.12.2003 00:30:00 | 22.14 | 21.13 | 18.90 | 17.80 | 18.65 |
| 3 | 18.12.2003 00:45:00 | 21.99 | 20.81 | 18.85 | 17.93 | 18.83 |
| 4 | 18.12.2003 01:00:00 | 21.76 | 20.66 | 18.63 | 17.48 | 18.43 |
| 5 | 18.12.2003 01:15:00 | 21.66 | 20.61 | 18.73 | 17.55 | 18.50 |
| 6 | 18.12.2003 01:30:00 | 21.46 | 20.41 | 18.75 | 17.68 | 18.70 |
| 7 | 18.12.2003 01:45:00 | 21.28 | 20.43 | 18.93 | 17.83 | 18.50 |
| 8 | 18.12.2003 02:00:00 | 21.13 | 20.11 | 18.28 | 17.32 | 18.10 |
| 9 | 18.12.2003 02:15:00 | 21.01 | 19.81 | 17.70 | 17.00 | 18.18 |
| 10 | 18.12.2003 02:30:00 | 20.86 | 19.58 | 17.78 | 17.17 | 17.98 |
| 11 | 18.12.2003 02:45:00 | 20.66 | 19.93 | 17.88 | 17.02 | 17.70 |
| 12 | 18.12.2003 03:00:00 | 20.58 | 19.63 | 17.58 | 16.90 | 17.80 |
| 13 | 18.12.2003 03:15:00 | 20.43 | 19.30 | 17.78 | 17.10 | 18.38 |
| 14 | 18.12.2003 03:30:00 | 20.33 | 19.41 | 18.53 | 17.43 | 18.50 |
| 15 | 18.12.2003 03:45:00 | 20.16 | 19.05 | 18.18 | 17.43 | 18.75 |
| 16 | 18.12.2003 04:00:00 | 20.13 | 18.93 | 18.48 | 17.70 | 18.73 |
| 17 | 18.12.2003 04:15:00 | 20.01 | 18.88 | 18.50 | 17.75 | 18.88 |
| 18 | 18.12.2003 04:30:00 | 19.93 | 19.15 | 18.80 | 18.13 | 18.93 |
| 19 | 18.12.2003 04:45:00 | 19.88 | 19.35 | 19.33 | 18.55 | 19.15 |
| 20 | 18.12.2003 05:00:00 | 19.81 | 19.38 | 18.95 | 18.30 | 18.78 |
| 21 | 18.12.2003 05:15:00 | 19.76 | 19.13 | 18.83 | 18.15 | 18.80 |
| 22 | 18.12.2003 05:30:00 | 19.76 | 19.33 | 18.83 | 17.95 | 18.58 |
| 23 | 18.12.2003 05:45:00 | 19.68 | 19.23 | 19.08 | 18.20 | 18.65 |
| 24 | 18.12.2003 06:00:00 | 19.63 | 19.28 | 19.30 | 18.58 | 19.08 |
| 25 | 18.12.2003 06:15:00 | 19.63 | 19.48 | 19.58 | 18.83 | 18.93 |
| 26 | 18.12.2003 06:30:00 | 19.61 | 19.35 | 19.43 | 18.63 | 18.75 |
| 27 | 18.12.2003 06:45:00 | 19.51 | 19.28 | 19.20 | 19.33 | 19.08 |
| 28 | 18.12.2003 07:00:00 | 19.51 | 19.41 | 19.81 | 22.24 | 19.98 |
| 29 | 18.12.2003 07:15:00 | 19.58 | 19.46 | 20.21 | 25.09 | 21.28 |
| 30 | 18.12.2003 07:30:00 | 19.73 | 19.71 | 20.46 | 27.45 | 21.41 |
| 31 | 18.12.2003 07:45:00 | 20.01 | 20.16 | 21.01 | 29.53 | 22.41 |
| 32 | 18.12.2003 08:00:00 | 20.41 | 20.68 | 21.66 | 30.01 | 22.61 |
| 33 | 18.12.2003 08:15:00 | 20.96 | 21.33 | 22.69 | 33.19 | 23.74 |
| 34 | 18.12.2003 08:30:00 | 21.56 | 22.14 | 23.14 | 32.89 | 23.89 |
| 35 | 18.12.2003 08:45:00 | 22.21 | 23.01 | 24.49 | 34.84 | 25.19 |
| 36 | 18.12.2003 09:00:00 | 22.89 | 23.74 | 24.89 | 36.02 | 25.19 |
| 37 | 18.12.2003 09:15:00 | 23.57 | 24.62 | 26.72 | 37.12 | 26.60 |
| 38 | 18.12.2003 09:30:00 | 24.37 | 25.62 | 28.15 | 40.43 | 29.71 |
| 39 | 18.12.2003 09:45:00 | 25.04 | 26.20 | 27.37 | 36.55 | 26.72 |
| 40 | 18.12.2003 10:00:00 | 25.72 | 26.90 | 28.13 | 39.10 | 27.98 |
| 41 | 18.12.2003 10:15:00 | 26.52 | 27.90 | 29.50 | 40.48 | 29.18 |
| 42 | 18.12.2003 10:30:00 | 27.20 | 28.63 | 30.31 | 40.23 | 29.45 |
| 43 | 18.12.2003 10:45:00 | 27.70 | 28.98 | 30.18 | 39.13 | 29.55 |
| 44 | 18.12.2003 11:00:00 | 28.33 | 29.63 | 30.83 | 39.73 | 30.31 |
| 45 | 18.12.2003 11:15:00 | 28.98 | 30.56 | 32.29 | 42.76 | 31.06 |
| 46 | 18.12.2003 11:30:00 | 29.63 | 31.38 | 33.26 | 46.42 | 34.74 |
| 47 | 18.12.2003 11:45:00 | 30.16 | 31.76 | 33.41 | 46.55 | 33.44 |
| 48 | 18.12.2003 12:00:00 | 30.63 | 32.31 | 33.87 | 44.39 | 33.34 |
| 49 | 18.12.2003 12:15:00 | 31.23 | 33.24 | 35.44 | 49.23 | 36.57 |
| 50 | 18.12.2003 12:30:00 | 31.66 | 33.59 | 35.14 | 45.99 | 33.74 |
| 51 | 18.12.2003 12:45:00 | 32.09 | 33.94 | 35.52 | 47.27 | 35.29 |
| 52 | 18.12.2003 13:00:00 | 32.26 | 33.69 | 34.52 | 39.40 | 31.86 |
| 53 | 18.12.2003 13:15:00 | 32.56 | 33.76 | 34.49 | 38.45 | 31.31 |
| 54 | 18.12.2003 13:30:00 | 32.69 | 33.89 | 34.69 | 41.68 | 33.19 |
| 55 | 18.12.2003 13:45:00 | 32.84 | 34.24 | 35.39 | 42.24 | 32.19 |
| 56 | 18.12.2003 14:00:00 | 33.01 | 34.39 | 35.54 | 43.06 | 33.89 |
| 57 | 18.12.2003 14:15:00 | 33.21 | 34.94 | 36.97 | 45.57 | 36.55 |
| 58 | 18.12.2003 14:30:00 | 33.46 | 35.09 | 36.30 | 40.71 | 32.59 |
| 59 | 18.12.2003 14:45:00 | 33.66 | 35.07 | 36.10 | 41.63 | 34.09 |
| 60 | 18.12.2003 15:00:00 | 33.74 | 34.67 | 35.12 | 36.00 | 30.21 |
| 61 | 18.12.2003 15:15:00 | 33.74 | 34.69 | 35.27 | 39.20 | 32.31 |
| 62 | 18.12.2003 15:30:00 | 33.64 | 34.54 | 34.97 | 36.00 | 31.68 |
| 63 | 18.12.2003 15:45:00 | 33.46 | 34.32 | 34.69 | 36.30 | 31.86 |
| 64 | 18.12.2003 16:00:00 | 33.31 | 34.04 | 33.97 | 32.96 | 29.96 |
| 65 | 18.12.2003 16:15:00 | 33.14 | 33.64 | 33.66 | 33.29 | 30.21 |
| 66 | 18.12.2003 16:30:00 | 32.81 | 33.04 | 33.06 | 31.23 | 30.51 |
| 67 | 18.12.2003 16:45:00 | 32.61 | 33.06 | 32.99 | 32.64 | 30.88 |
| 68 | 18.12.2003 17:00:00 | 32.31 | 32.66 | 32.31 | 31.81 | 30.78 |
| 69 | 18.12.2003 17:15:00 | 32.04 | 32.09 | 31.63 | 30.28 | 28.70 |
| 70 | 18.12.2003 17:30:00 | 31.71 | 31.33 | 30.31 | 27.17 | 26.65 |
| 71 | 18.12.2003 17:45:00 | 31.33 | 30.68 | 29.60 | 26.47 | 26.07 |
| 72 | 18.12.2003 18:00:00 | 30.93 | 29.71 | 27.10 | 24.69 | 24.49 |
| 73 | 18.12.2003 18:15:00 | 30.48 | 29.30 | 26.67 | 24.17 | 24.19 |
| 74 | 18.12.2003 18:30:00 | 30.06 | 28.45 | 25.82 | 23.44 | 23.24 |
| 75 | 18.12.2003 18:45:00 | 29.65 | 28.55 | 26.77 | 25.22 | 24.87 |
| 76 | 18.12.2003 19:00:00 | 29.33 | 28.10 | 25.62 | 23.44 | 23.24 |
| 77 | 18.12.2003 19:15:00 | 28.90 | 27.73 | 25.29 | 23.04 | 22.89 |
| 78 | 18.12.2003 19:30:00 | 28.55 | 27.63 | 24.67 | 22.46 | 22.39 |
| 79 | 18.12.2003 19:45:00 | 28.20 | 26.85 | 23.89 | 22.01 | 22.01 |
| 80 | 18.12.2003 20:00:00 | 27.83 | 26.60 | 24.82 | 22.56 | 22.71 |
| 81 | 18.12.2003 20:15:00 | 27.57 | 26.12 | 23.72 | 21.94 | 21.96 |
| 82 | 18.12.2003 20:30:00 | 27.20 | 25.80 | 23.97 | 22.34 | 22.31 |
| 83 | 18.12.2003 20:45:00 | 26.92 | 25.97 | 23.79 | 22.46 | 22.21 |
| 84 | 18.12.2003 21:00:00 | 26.65 | 25.49 | 23.77 | 22.59 | 22.34 |
| 85 | 18.12.2003 21:15:00 | 26.42 | 25.80 | 23.36 | 22.11 | 21.89 |
| 86 | 18.12.2003 21:30:00 | 26.22 | 25.44 | 23.01 | 21.79 | 21.76 |
| 87 | 18.12.2003 21:45:00 | 26.00 | 24.92 | 23.04 | 21.94 | 22.16 |
| 88 | 18.12.2003 22:00:00 | 25.80 | 25.14 | 23.09 | 22.01 | 21.84 |
| 89 | 18.12.2003 22:15:00 | 25.62 | 25.02 | 22.91 | 22.01 | 21.96 |
| 90 | 18.12.2003 22:30:00 | 25.49 | 24.64 | 23.01 | 22.09 | 21.94 |
| 91 | 18.12.2003 22:45:00 | 25.34 | 24.62 | 23.46 | 22.49 | 22.34 |
| 92 | 18.12.2003 23:00:00 | 25.19 | 24.62 | 23.11 | 22.26 | 22.16 |
| 93 | 18.12.2003 23:15:00 | 25.09 | 24.29 | 22.99 | 22.16 | 22.14 |
| 94 | 18.12.2003 23:30:00 | 24.94 | 24.07 | 22.76 | 21.86 | 21.86 |
| 95 | 18.12.2003 23:45:00 | 24.84 | 23.97 | 22.51 | 21.66 | 22.01 |
| 96 | 19.12.2003 00:00:00 | 24.69 | 23.99 | 22.19 | 21.31 | 21.84 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.9** แบบทดสอบที่ 4 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 7

| | Description | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 26.29 | 26.05 | 24.99 | 28.38 | 25.20 |
| | Max | 33.79 | 34.62 | 37.37 | 51.93 | 37.90 |
| | Min | 19.86 | 19.30 | 17.20 | 16.75 | 18.33 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Out |
| 0 | 18.12.2003 00:00:00 | 23.14 | 22.16 | 18.48 | 17.65 | 19.13 |
| 1 | 18.12.2003 00:15:00 | 22.89 | 21.49 | 18.55 | 17.63 | 19.20 |
| 2 | 18.12.2003 00:30:00 | 22.71 | 20.91 | 18.33 | 17.65 | 19.13 |
| 3 | 18.12.2003 00:45:00 | 22.49 | 21.46 | 18.63 | 17.93 | 19.58 |
| 4 | 18.12.2003 01:00:00 | 22.34 | 21.46 | 18.50 | 17.53 | 19.00 |
| 5 | 18.12.2003 01:15:00 | 22.09 | 21.08 | 18.25 | 17.45 | 19.10 |
| 6 | 18.12.2003 01:30:00 | 21.89 | 20.93 | 18.23 | 17.63 | 19.48 |
| 7 | 18.12.2003 01:45:00 | 21.71 | 20.93 | 18.48 | 17.60 | 19.25 |
| 8 | 18.12.2003 02:00:00 | 21.64 | 20.18 | 17.83 | 17.20 | 19.00 |
| 9 | 18.12.2003 02:15:00 | 21.38 | 19.98 | 17.43 | 16.87 | 18.65 |
| 10 | 18.12.2003 02:30:00 | 21.23 | 20.41 | 17.63 | 17.02 | 18.50 |
| 11 | 18.12.2003 02:45:00 | 21.11 | 20.21 | 17.50 | 16.90 | 18.33 |
| 12 | 18.12.2003 03:00:00 | 20.93 | 19.76 | 17.20 | 16.75 | 18.55 |
| 13 | 18.12.2003 03:15:00 | 20.78 | 19.96 | 17.43 | 17.15 | 18.83 |
| 14 | 18.12.2003 03:30:00 | 20.68 | 19.88 | 17.83 | 17.22 | 19.03 |
| 15 | 18.12.2003 03:45:00 | 20.56 | 19.30 | 17.48 | 17.30 | 19.41 |
| 16 | 18.12.2003 04:00:00 | 20.51 | 19.41 | 17.78 | 17.65 | 19.56 |
| 17 | 18.12.2003 04:15:00 | 20.36 | 19.56 | 17.80 | 17.65 | 19.41 |
| 18 | 18.12.2003 04:30:00 | 20.33 | 19.61 | 18.20 | 17.98 | 19.53 |
| 19 | 18.12.2003 04:45:00 | 20.23 | 19.78 | 18.73 | 18.40 | 19.93 |
| 20 | 18.12.2003 05:00:00 | 20.18 | 19.73 | 18.40 | 18.05 | 19.56 |
| 21 | 18.12.2003 05:15:00 | 20.16 | 19.51 | 18.43 | 18.10 | 19.48 |
| 22 | 18.12.2003 05:30:00 | 20.11 | 19.43 | 18.30 | 17.80 | 19.30 |
| 23 | 18.12.2003 05:45:00 | 20.03 | 19.46 | 18.23 | 18.03 | 19.46 |
| 24 | 18.12.2003 06:00:00 | 19.93 | 19.61 | 18.60 | 18.45 | 19.86 |
| 25 | 18.12.2003 06:15:00 | 19.91 | 19.63 | 18.83 | 18.55 | 19.86 |
| 26 | 18.12.2003 06:30:00 | 19.91 | 19.53 | 18.70 | 18.40 | 19.61 |
| 27 | 18.12.2003 06:45:00 | 19.93 | 19.33 | 18.35 | 18.65 | 19.81 |
| 28 | 18.12.2003 07:00:00 | 19.86 | 19.46 | 19.18 | 20.63 | 21.23 |
| 29 | 18.12.2003 07:15:00 | 19.91 | 19.61 | 19.66 | 22.64 | 22.49 |
| 30 | 18.12.2003 07:30:00 | 20.08 | 19.86 | 20.23 | 25.07 | 23.49 |
| 31 | 18.12.2003 07:45:00 | 20.23 | 20.18 | 20.83 | 27.02 | 24.07 |
| 32 | 18.12.2003 08:00:00 | 20.61 | 20.61 | 21.23 | 28.13 | 24.24 |
| 33 | 18.12.2003 08:15:00 | 21.01 | 21.13 | 22.34 | 29.91 | 24.89 |
| 34 | 18.12.2003 08:30:00 | 21.59 | 21.79 | 22.56 | 30.76 | 25.57 |
| 35 | 18.12.2003 08:45:00 | 22.14 | 22.59 | 23.87 | 32.24 | 26.40 |
| 36 | 18.12.2003 09:00:00 | 22.74 | 23.24 | 24.47 | 34.62 | 26.82 |
| 37 | 18.12.2003 09:15:00 | 23.31 | 24.09 | 25.77 | 34.99 | 28.10 |
| 38 | 18.12.2003 09:30:00 | 24.02 | 24.94 | 27.70 | 36.90 | 29.86 |
| 39 | 18.12.2003 09:45:00 | 24.67 | 25.54 | 26.45 | 36.27 | 27.40 |
| 40 | 18.12.2003 10:00:00 | 25.32 | 26.30 | 27.27 | 38.20 | 28.83 |
| 41 | 18.12.2003 10:15:00 | 25.97 | 27.07 | 28.95 | 39.90 | 29.91 |
| 42 | 18.12.2003 10:30:00 | 26.60 | 27.85 | 29.48 | 39.90 | 29.55 |
| 43 | 18.12.2003 10:45:00 | 27.20 | 28.35 | 29.28 | 39.88 | 29.40 |
| 44 | 18.12.2003 11:00:00 | 27.83 | 29.03 | 30.03 | 42.01 | 29.65 |
| 45 | 18.12.2003 11:15:00 | 28.40 | 29.83 | 31.96 | 43.56 | 31.56 |
| 46 | 18.12.2003 11:30:00 | 29.03 | 30.51 | 33.64 | 47.17 | 34.92 |
| 47 | 18.12.2003 11:45:00 | 29.58 | 31.11 | 34.17 | 47.62 | 32.24 |
| 48 | 18.12.2003 12:00:00 | 30.16 | 31.71 | 33.46 | 48.00 | 33.21 |
| 49 | 18.12.2003 12:15:00 | 30.71 | 32.29 | 37.37 | 51.58 | 35.92 |
| 50 | 18.12.2003 12:30:00 | 31.18 | 32.44 | 34.47 | 49.23 | 33.31 |
| 51 | 18.12.2003 12:45:00 | 31.66 | 33.01 | 36.17 | 51.46 | 34.74 |
| 52 | 18.12.2003 13:00:00 | 31.99 | 33.01 | 33.61 | 43.79 | 31.81 |
| 53 | 18.12.2003 13:15:00 | 32.24 | 33.09 | 33.26 | 42.11 | 30.21 |
| 54 | 18.12.2003 13:30:00 | 32.46 | 33.44 | 33.92 | 44.87 | 33.44 |
| 55 | 18.12.2003 13:45:00 | 32.61 | 33.61 | 34.27 | 46.62 | 33.51 |
| 56 | 18.12.2003 14:00:00 | 32.76 | 33.82 | 34.59 | 48.60 | 33.21 |
| 57 | 18.12.2003 14:15:00 | 33.01 | 34.39 | 36.70 | 51.93 | 37.90 |
| 58 | 18.12.2003 14:30:00 | 33.26 | 34.42 | 35.19 | 46.62 | 33.94 |
| 59 | 18.12.2003 14:45:00 | 33.51 | 34.62 | 35.32 | 48.18 | 34.52 |
| 60 | 18.12.2003 15:00:00 | 33.64 | 34.54 | 34.12 | 39.28 | 31.08 |
| 61 | 18.12.2003 15:15:00 | 33.69 | 34.57 | 34.52 | 44.72 | 31.99 |
| 62 | 18.12.2003 15:30:00 | 33.71 | 34.44 | 34.22 | 40.41 | 32.69 |
| 63 | 18.12.2003 15:45:00 | 33.74 | 34.52 | 34.12 | 41.46 | 32.31 |
| 64 | 18.12.2003 16:00:00 | 33.79 | 34.42 | 33.56 | 35.77 | 31.28 |
| 65 | 18.12.2003 16:15:00 | 33.76 | 34.37 | 33.49 | 37.82 | 31.91 |
| 66 | 18.12.2003 16:30:00 | 33.54 | 33.94 | 32.84 | 35.42 | 30.73 |
| 67 | 18.12.2003 16:45:00 | 33.46 | 33.87 | 33.09 | 37.15 | 31.81 |
| 68 | 18.12.2003 17:00:00 | 33.31 | 33.41 | 32.29 | 35.42 | 32.04 |
| 69 | 18.12.2003 17:15:00 | 33.14 | 33.24 | 31.56 | 32.56 | 30.16 |
| 70 | 18.12.2003 17:30:00 | 32.86 | 32.64 | 29.91 | 27.05 | 27.50 |
| 71 | 18.12.2003 17:45:00 | 32.49 | 31.81 | 29.20 | 26.10 | 26.82 |
| 72 | 18.12.2003 18:00:00 | 32.06 | 30.46 | 26.10 | 24.22 | 25.07 |
| 73 | 18.12.2003 18:15:00 | 31.56 | 29.68 | 25.87 | 23.74 | 24.87 |
| 74 | 18.12.2003 18:30:00 | 31.06 | 28.95 | 25.07 | 23.01 | 23.84 |
| 75 | 18.12.2003 18:45:00 | 30.61 | 28.60 | 25.65 | 23.36 | 24.62 |
| 76 | 18.12.2003 19:00:00 | 30.18 | 28.30 | 24.37 | 22.44 | 23.57 |
| 77 | 18.12.2003 19:15:00 | 29.78 | 27.85 | 24.07 | 22.11 | 23.29 |
| 78 | 18.12.2003 19:30:00 | 29.38 | 27.55 | 23.59 | 21.74 | 22.81 |
| 79 | 18.12.2003 19:45:00 | 28.95 | 27.30 | 23.31 | 21.64 | 22.61 |
| 80 | 18.12.2003 20:00:00 | 28.60 | 27.12 | 23.84 | 22.09 | 23.29 |
| 81 | 18.12.2003 20:15:00 | 28.20 | 27.02 | 23.57 | 21.66 | 22.74 |
| 82 | 18.12.2003 20:30:00 | 27.85 | 27.07 | 24.02 | 22.06 | 23.04 |
| 83 | 18.12.2003 20:45:00 | 27.50 | 26.32 | 23.19 | 22.11 | 22.86 |
| 84 | 18.12.2003 21:00:00 | 27.25 | 26.40 | 23.31 | 22.29 | 22.94 |
| 85 | 18.12.2003 21:15:00 | 27.02 | 25.97 | 22.84 | 21.86 | 22.54 |
| 86 | 18.12.2003 21:30:00 | 26.75 | 25.65 | 22.54 | 21.61 | 22.49 |
| 87 | 18.12.2003 21:45:00 | 26.57 | 25.57 | 22.61 | 21.74 | 22.81 |
| 88 | 18.12.2003 22:00:00 | 26.32 | 25.44 | 22.64 | 21.86 | 22.61 |
| 89 | 18.12.2003 22:15:00 | 26.17 | 25.34 | 22.51 | 21.79 | 22.66 |
| 90 | 18.12.2003 22:30:00 | 26.00 | 25.37 | 22.59 | 21.94 | 22.66 |
| 91 | 18.12.2003 22:45:00 | 25.80 | 24.97 | 22.86 | 22.31 | 22.99 |
| 92 | 18.12.2003 23:00:00 | 25.67 | 24.92 | 22.59 | 22.01 | 22.94 |
| 93 | 18.12.2003 23:15:00 | 25.52 | 24.62 | 22.41 | 21.94 | 22.74 |
| 94 | 18.12.2003 23:30:00 | 25.39 | 24.77 | 22.39 | 21.69 | 22.61 |
| 95 | 18.12.2003 23:45:00 | 25.29 | 24.32 | 21.94 | 21.43 | 22.64 |
| 96 | 19.12.2003 00:00:00 | 25.19 | 24.07 | 21.74 | 21.18 | 22.59 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.10** แบบทดสอบที่ 5 OUTDOOR สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 9

| | Description | Paranometer | Universal Use | Universal Use | Usonic | Usonic |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 1-1120 | 1-2234 | 2-2234 | 1-2236 | 2-2236 |
| | Sensor: | Voltage 0(-100),100mV | Current 4..20mA | Current 4..20mA | U-Sonic Speed | U-Sonic Dir |
| | Unit: | W/m2 | °C | % | m/s | direction |
| | Mean | 143.27 | 25.53 | 77.81 | 0.63 | |
| | Max | 546.38 | 32.24 | 98.32 | 3.30 | |
| | Min | 0.05 | 19.49 | 47.76 | 0 | |
| No.: | Date/Time: | Radiation | Temp Out | Humidity Out | Wind Sp Out | Wind Dir Out |
| 0 | 25.12.2003 00:00:00 | 0.17 | 21.54 | 92.84 | 0 | 0 |
| 1 | 25.12.2003 00:15:00 | 0.17 | 21.71 | 92.09 | 0 | 0 |
| 2 | 25.12.2003 00:30:00 | 0.18 | 21.45 | 93.21 | 0.93 | 310 |
| 3 | 25.12.2003 00:45:00 | 0.17 | 21.61 | 91.96 | 0.74 | 305 |
| 4 | 25.12.2003 01:00:00 | 0.17 | 21.51 | 92.31 | 0 | 0 |
| 5 | 25.12.2003 01:15:00 | 0.15 | 21.34 | 93.10 | 0.57 | 293 |
| 6 | 25.12.2003 01:30:00 | 0.17 | 21.25 | 93.49 | 0 | 0 |
| 7 | 25.12.2003 01:45:00 | 0.17 | 20.99 | 94.58 | 0 | 0 |
| 8 | 25.12.2003 02:00:00 | 0.18 | 20.98 | 95.05 | 0.57 | 299 |
| 9 | 25.12.2003 02:15:00 | 0.17 | 21.03 | 94.41 | 0.57 | 291 |
| 10 | 25.12.2003 02:30:00 | 0.18 | 21.04 | 93.84 | 0 | 0 |
| 11 | 25.12.2003 02:45:00 | 0.17 | 21.10 | 93.53 | 0 | 0 |
| 12 | 25.12.2003 03:00:00 | 0.18 | 21.01 | 93.27 | 0 | 0 |
| 13 | 25.12.2003 03:15:00 | 0.17 | 21.13 | 92.84 | 0 | 0 |
| 14 | 25.12.2003 03:30:00 | 0.17 | 20.84 | 93.57 | 0 | 0 |
| 15 | 25.12.2003 03:45:00 | 0.18 | 20.48 | 94.97 | 0 | 0 |
| 16 | 25.12.2003 04:00:00 | 0.17 | 20.34 | 96.43 | 0 | 0 |
| 17 | 25.12.2003 04:15:00 | 0.15 | 20.20 | 96.56 | 0 | 0 |
| 18 | 25.12.2003 04:30:00 | 0.17 | 19.86 | 97.75 | 0 | 0 |
| 19 | 25.12.2003 04:45:00 | 0.18 | 19.82 | 97.77 | 0.57 | 242 |
| 20 | 25.12.2003 05:00:00 | 0.18 | 19.86 | 97.81 | 0 | 0 |
| 21 | 25.12.2003 05:15:00 | 0.18 | 19.67 | 98.32 | 0 | 0 |
| 22 | 25.12.2003 05:30:00 | 0.18 | 19.68 | 98.05 | 0.57 | 291 |
| 23 | 25.12.2003 05:45:00 | 0.18 | 19.56 | 98.03 | 0 | 0 |
| 24 | 25.12.2003 06:00:00 | 0.18 | 19.52 | 98.25 | 0 | 0 |
| 25 | 25.12.2003 06:15:00 | 0.23 | 19.57 | 97.71 | 0.57 | 291 |
| 26 | 25.12.2003 06:30:00 | 1.94 | 19.58 | 96.87 | 0 | 0 |
| 27 | 25.12.2003 06:45:00 | 9.20 | 19.49 | 97.29 | 0 | 0 |
| 28 | 25.12.2003 07:00:00 | 21.38 | 19.82 | 95.13 | 0 | 0 |
| 29 | 25.12.2003 07:15:00 | 34.62 | 20.46 | 92.84 | 0.74 | 281 |
| 30 | 25.12.2003 07:30:00 | 46.96 | 21.17 | 91.30 | 0 | 0 |
| 31 | 25.12.2003 07:45:00 | 113.63 | 21.97 | 89.55 | 0 | 0 |
| 32 | 25.12.2003 08:00:00 | 156.82 | 23.29 | 82.85 | 0 | 0 |
| 33 | 25.12.2003 08:15:00 | 189.87 | 24.24 | 79.78 | 0 | 0 |
| 34 | 25.12.2003 08:30:00 | 223.35 | 26.45 | 72.79 | 0 | 0 |
| 35 | 25.12.2003 08:45:00 | 261.39 | 27.38 | 69.57 | 0.72 | 103 |
| 36 | 25.12.2003 09:00:00 | 286.92 | 28.24 | 68.56 | 0.64 | 105 |
| 37 | 25.12.2003 09:15:00 | 333.91 | 28.69 | 68.26 | 1.82 | 86 |
| 38 | 25.12.2003 09:30:00 | 365.58 | 29.11 | 66.87 | 0 | 0 |
| 39 | 25.12.2003 09:45:00 | 390.43 | 29.54 | 68.23 | 0.72 | 260 |
| 40 | 25.12.2003 10:00:00 | 397.86 | 29.08 | 71.83 | 1.93 | 306 |
| 41 | 25.12.2003 10:15:00 | 438.86 | 29.11 | 69.59 | 0.55 | 291 |
| 42 | 25.12.2003 10:30:00 | 474.10 | 29.59 | 64.88 | 0.91 | 282 |
| 43 | 25.12.2003 10:45:00 | 460.90 | 30.09 | 63.81 | 1.28 | 282 |
| 44 | 25.12.2003 11:00:00 | 491.80 | 29.74 | 64.38 | 1.19 | 256 |
| 45 | 25.12.2003 11:15:00 | 521.11 | 30.41 | 62.08 | 0.57 | 218 |
| 46 | 25.12.2003 11:30:00 | 492.60 | 30.79 | 61.00 | 2.01 | 278 |
| 47 | 25.12.2003 11:45:00 | 522.10 | 30.57 | 63.03 | 1.92 | 290 |
| 48 | 25.12.2003 12:00:00 | 525.41 | 30.64 | 62.36 | 1.83 | 315 |
| 49 | 25.12.2003 12:15:00 | 546.38 | 30.42 | 61.05 | 1.29 | 326 |
| 50 | 25.12.2003 12:30:00 | 530.75 | 30.29 | 60.33 | 2.56 | 282 |
| 51 | 25.12.2003 12:45:00 | 530.36 | 30.79 | 57.64 | 2.28 | 279 |
| 52 | 25.12.2003 13:00:00 | 503.22 | 31.33 | 59.17 | 0.82 | 305 |
| 53 | 25.12.2003 13:15:00 | 492.14 | 30.98 | 57.75 | 3.30 | 309 |
| 54 | 25.12.2003 13:30:00 | 504.30 | 30.67 | 56.98 | 2.46 | 296 |
| 55 | 25.12.2003 13:45:00 | 479.50 | 31.36 | 52.40 | 2.93 | 284 |
| 56 | 25.12.2003 14:00:00 | 453.16 | 31.29 | 52.10 | 2.28 | 266 |
| 57 | 25.12.2003 14:15:00 | 425.02 | 31.54 | 51.05 | 2.46 | 319 |
| 58 | 25.12.2003 14:30:00 | 396.75 | 31.91 | 48.53 | 2.56 | 323 |
| 59 | 25.12.2003 14:45:00 | 389.44 | 32.15 | 50.52 | 1.45 | 321 |
| 60 | 25.12.2003 15:00:00 | 351.40 | 31.31 | 51.58 | 1.00 | 319 |
| 61 | 25.12.2003 15:15:00 | 326.57 | 32.24 | 48.06 | 0.64 | 236 |
| 62 | 25.12.2003 15:30:00 | 297.22 | 32.16 | 47.76 | 1.55 | 269 |
| 63 | 25.12.2003 15:45:00 | 254.26 | 31.87 | 49.53 | 1.28 | 300 |
| 64 | 25.12.2003 16:00:00 | 211.89 | 31.63 | 51.21 | 1.46 | 273 |
| 65 | 25.12.2003 16:15:00 | 171.46 | 31.38 | 53.29 | 1.10 | 275 |
| 66 | 25.12.2003 16:30:00 | 75.72 | 30.70 | 59.48 | 1.19 | 221 |
| 67 | 25.12.2003 16:45:00 | 69.46 | 30.64 | 60.44 | 0.91 | 237 |
| 68 | 25.12.2003 17:00:00 | 50.49 | 29.82 | 59.91 | 0 | 0 |
| 69 | 25.12.2003 17:15:00 | 40.46 | 28.99 | 63.93 | 0.73 | 190 |
| 70 | 25.12.2003 17:30:00 | 20.56 | 28.89 | 60.54 | 0.82 | 159 |
| 71 | 25.12.2003 17:45:00 | 7.65 | 27.99 | 70.94 | 1.56 | 166 |
| 72 | 25.12.2003 18:00:00 | 1.40 | 27.70 | 72.34 | 0 | 0 |
| 73 | 25.12.2003 18:15:00 | 0.14 | 27.40 | 73.53 | 0.56 | 160 |
| 74 | 25.12.2003 18:30:00 | 0.05 | 27.16 | 73.41 | 0.65 | 95 |
| 75 | 25.12.2003 18:45:00 | 0.05 | 26.85 | 76.18 | 0.92 | 225 |
| 76 | 25.12.2003 19:00:00 | 0.08 | 26.70 | 77.47 | 0 | 0 |
| 77 | 25.12.2003 19:15:00 | 0.09 | 26.42 | 79.37 | 0 | 0 |
| 78 | 25.12.2003 19:30:00 | 0.09 | 26.20 | 80.93 | 0 | 0 |
| 79 | 25.12.2003 19:45:00 | 0.11 | 25.67 | 81.45 | 0 | 0 |
| 80 | 25.12.2003 20:00:00 | 0.09 | 25.61 | 80.40 | 0 | 0 |
| 81 | 25.12.2003 20:15:00 | 0.11 | 25.40 | 81.23 | 0 | 0 |
| 82 | 25.12.2003 20:30:00 | 0.09 | 24.97 | 83.87 | 0.56 | 10 |
| 83 | 25.12.2003 20:45:00 | 0.11 | 24.48 | 85.42 | 0 | 0 |
| 84 | 25.12.2003 21:00:00 | 0.11 | 24.18 | 86.38 | 0 | 0 |
| 85 | 25.12.2003 21:15:00 | 0.11 | 24.17 | 85.65 | 0 | 0 |
| 86 | 25.12.2003 21:30:00 | 0.11 | 24.03 | 85.75 | 0 | 0 |
| 87 | 25.12.2003 21:45:00 | 0.12 | 23.86 | 85.56 | 0 | 0 |
| 88 | 25.12.2003 22:00:00 | 0.12 | 23.97 | 83.23 | 0 | 0 |
| 89 | 25.12.2003 22:15:00 | 0.11 | 23.67 | 84.93 | 0 | 0 |
| 90 | 25.12.2003 22:30:00 | 0.14 | 23.47 | 85.27 | 0 | 0 |
| 91 | 25.12.2003 22:45:00 | 0.14 | 23.46 | 84.87 | 0 | 0 |
| 92 | 25.12.2003 23:00:00 | 0.14 | 23.15 | 86.57 | 0 | 0 |
| 93 | 25.12.2003 23:15:00 | 0.15 | 23.17 | 87.14 | 0 | 0 |
| 94 | 25.12.2003 23:30:00 | 0.15 | 22.89 | 87.74 | 0 | 0 |
| 95 | 25.12.2003 23:45:00 | 0.14 | 22.63 | 90.56 | 0 | 0 |
| 96 | 26.12.2003 00:00:00 | 0.14 | 22.56 | 89.91 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.11** แบบทดสอบที่ 5 หน่วยทดสอบ 1 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 9

| | Description | OPUS200 : 371 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 372 | OPUS200 : 1117 | OPUS200 : 1117 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Channel Number: | 2-371 | 1-372 | 2-372 | 1-1117 | 2-1117 |
| | Sensor: | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| | Unit: | °C | °C | °C | °C | °C |
| | Mean | 27.54 | 27.37 | 27.51 | 29.78 | 26.57 |
| | Max | 36.05 | 37.60 | 38.83 | 48.43 | 39.73 |
| | Min | 20.31 | 19.13 | 17.93 | 17.12 | 17.68 |
| No.: | Date/Time: | Temp 1.1 | Temp 1.2 | Temp 1.3 | Temp 1.4 | Temp 1.5 Out |
| 0 | 25.12.2003 00:00:00 | 24.42 | 22.79 | 20.46 | 19.25 | 19.53 |
| 1 | 25.12.2003 00:15:00 | 24.17 | 23.04 | 20.31 | 19.20 | 19.38 |
| 2 | 25.12.2003 00:30:00 | 23.97 | 22.49 | 20.41 | 19.20 | 19.41 |
| 3 | 25.12.2003 00:45:00 | 23.82 | 22.56 | 20.93 | 19.66 | 19.78 |
| 4 | 25.12.2003 01:00:00 | 23.62 | 22.11 | 20.23 | 19.20 | 19.58 |
| 5 | 25.12.2003 01:15:00 | 23.41 | 21.81 | 20.11 | 19.13 | 19.43 |
| 6 | 25.12.2003 01:30:00 | 23.21 | 21.56 | 19.83 | 18.73 | 19.10 |
| 7 | 25.12.2003 01:45:00 | 23.06 | 21.49 | 19.83 | 18.55 | 18.93 |
| 8 | 25.12.2003 02:00:00 | 22.84 | 21.46 | 19.71 | 18.78 | 19.13 |
| 9 | 25.12.2003 02:15:00 | 22.69 | 21.33 | 19.33 | 18.45 | 18.88 |
| 10 | 25.12.2003 02:30:00 | 22.54 | 21.01 | 19.41 | 18.55 | 19.05 |
| 11 | 25.12.2003 02:45:00 | 22.44 | 20.93 | 19.28 | 18.35 | 19.08 |
| 12 | 25.12.2003 03:00:00 | 22.26 | 20.76 | 19.20 | 18.33 | 18.85 |
| 13 | 25.12.2003 03:15:00 | 22.11 | 20.43 | 19.30 | 18.55 | 19.13 |
| 14 | 25.12.2003 03:30:00 | 21.99 | 20.63 | 19.25 | 18.40 | 18.45 |
| 15 | 25.12.2003 03:45:00 | 21.81 | 20.61 | 18.88 | 18.13 | 18.38 |
| 16 | 25.12.2003 04:00:00 | 21.76 | 20.33 | 18.75 | 18.10 | 18.13 |
| 17 | 25.12.2003 04:15:00 | 21.61 | 20.68 | 18.60 | 17.75 | 18.13 |
| 18 | 25.12.2003 04:30:00 | 21.54 | 20.16 | 18.63 | 17.68 | 18.13 |
| 19 | 25.12.2003 04:45:00 | 21.41 | 20.18 | 18.60 | 17.60 | 17.95 |
| 20 | 25.12.2003 05:00:00 | 21.31 | 20.16 | 18.38 | 17.48 | 17.98 |
| 21 | 25.12.2003 05:15:00 | 21.13 | 19.93 | 18.33 | 17.58 | 17.75 |
| 22 | 25.12.2003 05:30:00 | 21.03 | 19.63 | 18.30 | 17.43 | 17.93 |
| 23 | 25.12.2003 05:45:00 | 20.93 | 19.61 | 18.38 | 17.40 | 17.68 |
| 24 | 25.12.2003 06:00:00 | 20.73 | 19.73 | 18.18 | 17.27 | 17.90 |
| 25 | 25.12.2003 06:15:00 | 20.66 | 19.35 | 18.03 | 17.22 | 17.80 |
| 26 | 25.12.2003 06:30:00 | 20.58 | 19.13 | 17.93 | 17.12 | 17.75 |
| 27 | 25.12.2003 06:45:00 | 20.43 | 19.61 | 18.50 | 17.88 | 18.10 |
| 28 | 25.12.2003 07:00:00 | 20.43 | 19.46 | 20.03 | 21.91 | 20.48 |
| 29 | 25.12.2003 07:15:00 | 20.31 | 19.78 | 22.46 | 26.20 | 23.11 |
| 30 | 25.12.2003 07:30:00 | 20.36 | 20.21 | 24.49 | 30.48 | 25.92 |
| 31 | 25.12.2003 07:45:00 | 20.66 | 20.81 | 27.78 | 35.17 | 28.88 |
| 32 | 25.12.2003 08:00:00 | 20.93 | 21.49 | 30.23 | 38.88 | 32.74 |
| 33 | 25.12.2003 08:15:00 | 21.41 | 22.29 | 31.58 | 40.36 | 34.42 |
| 34 | 25.12.2003 08:30:00 | 22.01 | 23.24 | 34.12 | 44.24 | 37.02 |
| 35 | 25.12.2003 08:45:00 | 22.74 | 24.17 | 35.07 | 43.74 | 36.20 |
| 36 | 25.12.2003 09:00:00 | 23.57 | 25.37 | 36.87 | 47.87 | 39.73 |
| 37 | 25.12.2003 09:15:00 | 24.42 | 26.37 | 36.22 | 46.75 | 37.12 |
| 38 | 25.12.2003 09:30:00 | 25.37 | 27.30 | 34.64 | 48.25 | 36.85 |
| 39 | 25.12.2003 09:45:00 | 26.25 | 28.30 | 33.21 | 46.35 | 35.19 |
| 40 | 25.12.2003 10:00:00 | 27.05 | 29.08 | 31.41 | 43.34 | 32.91 |
| 41 | 25.12.2003 10:15:00 | 27.93 | 30.23 | 34.29 | 47.72 | 36.00 |
| 42 | 25.12.2003 10:30:00 | 28.80 | 31.11 | 34.64 | 48.43 | 35.74 |
| 43 | 25.12.2003 10:45:00 | 29.60 | 31.81 | 34.47 | 46.45 | 35.19 |
| 44 | 25.12.2003 11:00:00 | 30.38 | 32.56 | 34.79 | 46.45 | 34.74 |
| 45 | 25.12.2003 11:15:00 | 31.11 | 33.34 | 36.20 | 48.10 | 36.65 |
| 46 | 25.12.2003 11:30:00 | 31.76 | 33.84 | 36.07 | 46.80 | 35.79 |
| 47 | 25.12.2003 11:45:00 | 32.34 | 34.24 | 35.92 | 44.89 | 34.97 |
| 48 | 25.12.2003 12:00:00 | 32.86 | 34.64 | 36.22 | 45.74 | 34.32 |
| 49 | 25.12.2003 12:15:00 | 33.26 | 34.87 | 36.22 | 43.79 | 33.11 |
| 50 | 25.12.2003 12:30:00 | 33.64 | 35.14 | 36.35 | 42.96 | 34.27 |
| 51 | 25.12.2003 12:45:00 | 33.92 | 35.37 | 36.55 | 43.51 | 34.37 |
| 52 | 25.12.2003 13:00:00 | 34.19 | 35.77 | 37.07 | 45.14 | 35.74 |
| 53 | 25.12.2003 13:15:00 | 34.42 | 35.77 | 36.92 | 43.41 | 34.42 |
| 54 | 25.12.2003 13:30:00 | 34.59 | 35.90 | 37.07 | 42.66 | 34.57 |
| 55 | 25.12.2003 13:45:00 | 34.74 | 36.12 | 37.35 | 43.59 | 35.17 |
| 56 | 25.12.2003 14:00:00 | 34.99 | 36.47 | 37.82 | 44.92 | 35.59 |
| 57 | 25.12.2003 14:15:00 | 35.17 | 36.67 | 37.75 | 42.99 | 35.69 |
| 58 | 25.12.2003 14:30:00 | 35.39 | 36.97 | 38.40 | 44.47 | 37.02 |
| 59 | 25.12.2003 14:45:00 | 35.67 | 37.27 | 38.83 | 44.62 | 36.92 |
| 60 | 25.12.2003 15:00:00 | 35.79 | 37.27 | 38.23 | 42.94 | 35.34 |
| 61 | 25.12.2003 15:15:00 | 35.97 | 37.50 | 38.75 | 44.82 | 37.62 |
| 62 | 25.12.2003 15:30:00 | 36.05 | 37.60 | 38.73 | 44.64 | 37.42 |
| 63 | 25.12.2003 15:45:00 | 36.02 | 37.42 | 37.88 | 39.33 | 36.17 |
| 64 | 25.12.2003 16:00:00 | 35.92 | 37.15 | 37.37 | 38.38 | 35.24 |
| 65 | 25.12.2003 16:15:00 | 35.74 | 37.00 | 37.22 | 38.63 | 34.64 |
| 66 | 25.12.2003 16:30:00 | 35.49 | 36.37 | 36.22 | 35.74 | 32.64 |
| 67 | 25.12.2003 16:45:00 | 35.22 | 35.69 | 35.44 | 35.42 | 33.97 |
| 68 | 25.12.2003 17:00:00 | 34.84 | 34.87 | 34.02 | 31.91 | 30.88 |
| 69 | 25.12.2003 17:15:00 | 34.42 | 34.04 | 32.99 | 30.31 | 29.81 |
| 70 | 25.12.2003 17:30:00 | 33.99 | 33.41 | 31.74 | 28.98 | 27.98 |
| 71 | 25.12.2003 17:45:00 | 33.51 | 32.71 | 29.93 | 27.25 | 26.42 |
| 72 | 25.12.2003 18:00:00 | 33.01 | 31.96 | 29.03 | 26.32 | 25.77 |
| 73 | 25.12.2003 18:15:00 | 32.49 | 31.38 | 28.20 | 25.72 | 25.22 |
| 74 | 25.12.2003 18:30:00 | 31.99 | 30.73 | 27.83 | 25.57 | 25.04 |
| 75 | 25.12.2003 18:45:00 | 31.48 | 30.33 | 27.35 | 25.09 | 24.79 |
| 76 | 25.12.2003 19:00:00 | 31.01 | 29.53 | 26.72 | 24.64 | 24.34 |
| 77 | 25.12.2003 19:15:00 | 30.56 | 29.03 | 26.30 | 24.39 | 24.24 |
| 78 | 25.12.2003 19:30:00 | 30.13 | 28.80 | 25.82 | 24.07 | 23.77 |
| 79 | 25.12.2003 19:45:00 | 29.73 | 28.28 | 25.62 | 23.82 | 23.67 |
| 80 | 25.12.2003 20:00:00 | 29.35 | 28.00 | 25.34 | 23.72 | 23.49 |
| 81 | 25.12.2003 20:15:00 | 28.93 | 27.52 | 24.59 | 22.94 | 22.81 |
| 82 | 25.12.2003 20:30:00 | 28.60 | 27.20 | 25.44 | 23.06 | 22.94 |
| 83 | 25.12.2003 20:45:00 | 28.25 | 26.85 | 24.29 | 22.51 | 22.39 |
| 84 | 25.12.2003 21:00:00 | 27.93 | 26.65 | 24.27 | 22.26 | 22.04 |
| 85 | 25.12.2003 21:15:00 | 27.60 | 26.47 | 23.77 | 22.19 | 22.11 |
| 86 | 25.12.2003 21:30:00 | 27.30 | 26.22 | 23.92 | 22.31 | 22.31 |
| 87 | 25.12.2003 21:45:00 | 26.95 | 25.72 | 23.24 | 21.64 | 21.76 |
| 88 | 25.12.2003 22:00:00 | 26.70 | 25.57 | 23.11 | 21.79 | 21.89 |
| 89 | 25.12.2003 22:15:00 | 26.42 | 25.42 | 22.74 | 21.49 | 21.49 |
| 90 | 25.12.2003 22:30:00 | 26.15 | 24.87 | 22.44 | 21.23 | 21.36 |
| 91 | 25.12.2003 22:45:00 | 25.90 | 24.67 | 22.41 | 21.11 | 21.31 |
| 92 | 25.12.2003 23:00:00 | 25.67 | 24.14 | 22.14 | 20.93 | 20.86 |
| 93 | 25.12.2003 23:15:00 | 25.44 | 23.99 | 22.16 | 20.91 | 21.06 |
| 94 | 25.12.2003 23:30:00 | 25.22 | 24.07 | 21.94 | 20.63 | 20.71 |
| 95 | 25.12.2003 23:45:00 | 25.07 | 23.92 | 21.91 | 20.48 | 20.78 |
| 96 | 26.12.2003 00:00:00 | 24.82 | 23.49 | 21.43 | 20.26 | 20.46 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.12** แบบทดสอบที่ 5 หน่วยทดสอบ 2 สภาวะ CLOSE ราย 15 นาที การทดลองที่ 9

| Description | | OPUS200 : 1132 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 1135 | OPUS200 : 2233 | OPUS200 : 2233 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Channel Number: | | 2-1132 | 1-1135 | 2-1135 | 1-2233 | 2-2233 |
| Sensor: | | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K | Thermocouple K |
| Unit: | | °C | °C | °C | °C | °C |
| Mean | | 27.93 | 27.50 | 26.77 | 28.99 | 26.92 |
| Max | | 36.37 | 36.92 | 36.37 | 48.75 | 36.95 |
| Min | | 20.78 | 19.88 | 18.13 | 16.92 | 18.40 |
| No.: | Date/Time: | Temp 2.1 | Temp 2.2 | Temp 2.3 | Temp 2.4 | Temp 2.5 Out |
| 0 | 25.12.2003 00:00:00 | 25.07 | 23.87 | 21.01 | 19.35 | 20.78 |
| 1 | 25.12.2003 00:15:00 | 24.77 | 23.24 | 21.11 | 19.30 | 20.73 |
| 2 | 25.12.2003 00:30:00 | 24.64 | 23.34 | 20.71 | 19.25 | 20.63 |
| 3 | 25.12.2003 00:45:00 | 24.34 | 22.96 | 20.51 | 19.48 | 20.73 |
| 4 | 25.12.2003 01:00:00 | 24.14 | 22.89 | 20.68 | 19.20 | 20.53 |
| 5 | 25.12.2003 01:15:00 | 23.97 | 22.99 | 20.61 | 19.18 | 20.38 |
| 6 | 25.12.2003 01:30:00 | 23.77 | 22.54 | 20.16 | 18.78 | 20.21 |
| 7 | 25.12.2003 01:45:00 | 23.57 | 22.56 | 20.08 | 18.63 | 19.91 |
| 8 | 25.12.2003 02:00:00 | 23.36 | 22.36 | 19.93 | 18.80 | 20.16 |
| 9 | 25.12.2003 02:15:00 | 23.19 | 22.11 | 20.11 | 18.58 | 19.98 |
| 10 | 25.12.2003 02:30:00 | 23.09 | 21.84 | 19.96 | 18.55 | 20.01 |
| 11 | 25.12.2003 02:45:00 | 22.94 | 21.56 | 19.71 | 18.55 | 19.98 |
| 12 | 25.12.2003 03:00:00 | 22.74 | 21.56 | 19.83 | 18.38 | 19.78 |
| 13 | 25.12.2003 03:15:00 | 22.56 | 21.69 | 19.68 | 18.48 | 19.98 |
| 14 | 25.12.2003 03:30:00 | 22.46 | 21.41 | 19.46 | 18.18 | 19.48 |
| 15 | 25.12.2003 03:45:00 | 22.31 | 21.54 | 19.35 | 17.83 | 19.30 |
| 16 | 25.12.2003 04:00:00 | 22.19 | 21.31 | 19.10 | 17.85 | 19.15 |
| 17 | 25.12.2003 04:15:00 | 22.06 | 20.88 | 19.10 | 17.78 | 19.13 |
| 18 | 25.12.2003 04:30:00 | 21.96 | 21.01 | 18.95 | 17.63 | 18.98 |
| 19 | 25.12.2003 04:45:00 | 21.79 | 20.96 | 18.95 | 17.55 | 18.83 |
| 20 | 25.12.2003 05:00:00 | 21.74 | 20.46 | 18.80 | 17.40 | 18.80 |
| 21 | 25.12.2003 05:15:00 | 21.56 | 20.46 | 18.63 | 17.25 | 18.58 |
| 22 | 25.12.2003 05:30:00 | 21.46 | 20.46 | 18.50 | 17.32 | 18.58 |
| 23 | 25.12.2003 05:45:00 | 21.33 | 20.61 | 18.35 | 17.30 | 18.48 |
| 24 | 25.12.2003 06:00:00 | 21.21 | 20.11 | 18.25 | 17.15 | 18.60 |
| 25 | 25.12.2003 06:15:00 | 21.06 | 20.01 | 18.28 | 18.88 | 20.03 |
| 26 | 25.12.2003 06:30:00 | 20.98 | 19.88 | 18.13 | 16.92 | 18.40 |
| 27 | 25.12.2003 06:45:00 | 20.86 | 19.91 | 18.30 | 17.58 | 18.78 |
| 28 | 25.12.2003 07:00:00 | 20.81 | 20.16 | 19.41 | 19.53 | 21.08 |
| 29 | 25.12.2003 07:15:00 | 20.78 | 20.36 | 21.38 | 22.09 | 22.99 |
| 30 | 25.12.2003 07:30:00 | 20.88 | 20.78 | 23.14 | 25.62 | 24.72 |
| 31 | 25.12.2003 07:45:00 | 21.11 | 21.38 | 25.62 | 30.36 | 27.98 |
| 32 | 25.12.2003 08:00:00 | 21.33 | 21.79 | 27.52 | 31.46 | 29.88 |
| 33 | 25.12.2003 08:15:00 | 21.69 | 22.39 | 28.65 | 33.21 | 31.28 |
| 34 | 25.12.2003 08:30:00 | 22.19 | 23.26 | 30.78 | 36.50 | 32.66 |
| 35 | 25.12.2003 08:45:00 | 22.81 | 24.12 | 31.68 | 38.25 | 34.54 |
| 36 | 25.12.2003 09:00:00 | 23.52 | 25.04 | 33.14 | 40.33 | 36.15 |
| 37 | 25.12.2003 09:15:00 | 24.27 | 26.00 | 32.66 | 41.06 | 34.97 |
| 38 | 25.12.2003 09:30:00 | 25.09 | 27.00 | 33.46 | 41.43 | 34.67 |
| 39 | 25.12.2003 09:45:00 | 25.97 | 27.88 | 32.89 | 40.56 | 33.54 |
| 40 | 25.12.2003 10:00:00 | 26.75 | 28.65 | 32.66 | 38.40 | 32.94 |
| 41 | 25.12.2003 10:15:00 | 27.60 | 29.68 | 33.84 | 41.96 | 34.92 |
| 42 | 25.12.2003 10:30:00 | 28.38 | 30.46 | 34.59 | 43.14 | 35.17 |
| 43 | 25.12.2003 10:45:00 | 29.15 | 31.21 | 34.67 | 41.86 | 34.89 |
| 44 | 25.12.2003 11:00:00 | 29.86 | 31.79 | 34.09 | 41.81 | 34.42 |
| 45 | 25.12.2003 11:15:00 | 30.58 | 32.61 | 35.19 | 45.17 | 35.95 |
| 46 | 25.12.2003 11:30:00 | 31.23 | 33.14 | 35.12 | 43.81 | 35.24 |
| 47 | 25.12.2003 11:45:00 | 31.79 | 33.44 | 34.37 | 41.83 | 34.59 |
| 48 | 25.12.2003 12:00:00 | 32.34 | 33.99 | 34.39 | 42.04 | 34.02 |
| 49 | 25.12.2003 12:15:00 | 32.71 | 33.94 | 33.54 | 41.93 | 33.51 |
| 50 | 25.12.2003 12:30:00 | 33.09 | 34.29 | 33.61 | 41.41 | 33.69 |
| 51 | 25.12.2003 12:45:00 | 33.44 | 34.47 | 33.94 | 42.29 | 34.09 |
| 52 | 25.12.2003 13:00:00 | 33.76 | 34.97 | 34.97 | 44.87 | 35.44 |
| 53 | 25.12.2003 13:15:00 | 33.99 | 34.92 | 34.47 | 43.51 | 34.04 |
| 54 | 25.12.2003 13:30:00 | 34.27 | 35.07 | 34.07 | 42.86 | 33.87 |
| 55 | 25.12.2003 13:45:00 | 34.49 | 35.39 | 34.87 | 44.64 | 34.62 |
| 56 | 25.12.2003 14:00:00 | 34.77 | 35.79 | 35.67 | 46.04 | 35.44 |
| 57 | 25.12.2003 14:15:00 | 34.99 | 36.00 | 35.02 | 44.22 | 35.27 |
| 58 | 25.12.2003 14:30:00 | 35.22 | 36.25 | 36.05 | 47.00 | 36.37 |
| 59 | 25.12.2003 14:45:00 | 35.44 | 36.62 | 36.37 | 46.80 | 36.60 |
| 60 | 25.12.2003 15:00:00 | 35.69 | 36.40 | 34.89 | 44.29 | 35.64 |
| 61 | 25.12.2003 15:15:00 | 35.90 | 36.70 | 36.20 | 48.00 | 36.95 |
| 62 | 25.12.2003 15:30:00 | 36.07 | 36.92 | 36.22 | 48.75 | 36.92 |
| 63 | 25.12.2003 15:45:00 | 36.20 | 36.90 | 35.69 | 45.84 | 36.60 |
| 64 | 25.12.2003 16:00:00 | 36.30 | 36.75 | 35.52 | 42.94 | 35.62 |
| 65 | 25.12.2003 16:15:00 | 36.35 | 36.52 | 34.67 | 41.63 | 34.84 |
| 66 | 25.12.2003 16:30:00 | 36.37 | 36.07 | 33.16 | 37.72 | 33.29 |
| 67 | 25.12.2003 16:45:00 | 36.30 | 35.69 | 33.29 | 37.07 | 31.94 |
| 68 | 25.12.2003 17:00:00 | 36.05 | 35.17 | 32.41 | 33.87 | 32.21 |
| 69 | 25.12.2003 17:15:00 | 35.69 | 34.42 | 31.53 | 31.99 | 30.46 |
| 70 | 25.12.2003 17:30:00 | 35.27 | 33.49 | 30.28 | 29.43 | 29.20 |
| 71 | 25.12.2003 17:45:00 | 34.74 | 32.74 | 28.45 | 26.75 | 27.47 |
| 72 | 25.12.2003 18:00:00 | 34.19 | 31.94 | 28.68 | 26.15 | 27.07 |
| 73 | 25.12.2003 18:15:00 | 33.64 | 31.26 | 28.03 | 25.37 | 26.82 |
| 74 | 25.12.2003 18:30:00 | 33.04 | 30.56 | 27.75 | 25.37 | 26.87 |
| 75 | 25.12.2003 18:45:00 | 32.49 | 30.21 | 27.35 | 24.84 | 26.12 |
| 76 | 25.12.2003 19:00:00 | 32.04 | 29.60 | 26.85 | 24.62 | 26.15 |
| 77 | 25.12.2003 19:15:00 | 31.58 | 29.15 | 26.70 | 24.39 | 25.97 |
| 78 | 25.12.2003 19:30:00 | 31.11 | 28.78 | 26.22 | 24.07 | 25.70 |
| 79 | 25.12.2003 19:45:00 | 30.73 | 28.63 | 25.70 | 23.67 | 25.07 |
| 80 | 25.12.2003 20:00:00 | 30.33 | 28.28 | 25.47 | 23.52 | 25.12 |
| 81 | 25.12.2003 20:15:00 | 29.91 | 28.13 | 25.12 | 23.04 | 24.74 |
| 82 | 25.12.2003 20:30:00 | 29.53 | 27.70 | 24.79 | 22.94 | 24.17 |
| 83 | 25.12.2003 20:45:00 | 29.18 | 27.30 | 24.49 | 22.56 | 23.89 |
| 84 | 25.12.2003 21:00:00 | 28.83 | 27.20 | 24.22 | 22.24 | 23.39 |
| 85 | 25.12.2003 21:15:00 | 28.45 | 26.52 | 24.19 | 22.19 | 23.34 |
| 86 | 25.12.2003 21:30:00 | 28.15 | 26.42 | 23.89 | 22.16 | 23.34 |
| 87 | 25.12.2003 21:45:00 | 27.85 | 26.12 | 23.54 | 21.59 | 22.94 |
| 88 | 25.12.2003 22:00:00 | 27.55 | 25.90 | 23.44 | 21.81 | 23.01 |
| 89 | 25.12.2003 22:15:00 | 27.17 | 25.34 | 23.24 | 21.38 | 22.81 |
| 90 | 25.12.2003 22:30:00 | 26.95 | 25.24 | 23.11 | 21.28 | 22.61 |
| 91 | 25.12.2003 22:45:00 | 26.70 | 25.12 | 22.86 | 21.13 | 22.51 |
| 92 | 25.12.2003 23:00:00 | 26.45 | 25.19 | 22.39 | 20.83 | 22.11 |
| 93 | 25.12.2003 23:15:00 | 26.12 | 24.84 | 22.24 | 20.86 | 22.19 |
| 94 | 25.12.2003 23:30:00 | 25.92 | 24.37 | 21.81 | 20.46 | 21.76 |
| 95 | 25.12.2003 23:45:00 | 25.70 | 24.37 | 22.09 | 20.36 | 21.81 |
| 96 | 26.12.2003 00:00:00 | 25.52 | 24.02 | 21.79 | 20.23 | 21.69 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ค

ค่าความเร็วลมภายในแบบทดสอบปล่องรังสีอาทิตย์ หน่วยทดสอบ 1 และหน่วยทดสอบ 2 ตามจุดต่างๆ ทำการวัดราย 15 นาที ในสภาวะแบบเปิดให้ลมเข้า และ ปิดไม่ให้ลมเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ OPEN การทดลองที่ 1 วันพฤหัสบดีที่ 28 พฤศจิกายน 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | Model 1 | | | | | | | Model 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0.2 | 00.00 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 00.00 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 |
| 0 | 0.2 | 00.15 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 00.15 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.2 |
| 0 | 0.3 | 00.30 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 00.30 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 00.45 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 00.45 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 01.00 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 01.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 01.15 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 01.15 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.2 |
| 0.8 | 0.6 | 01.30 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 01.30 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.5 |
| 0 | 0.3 | 01.45 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 01.45 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 02.00 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 02.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 02.15 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 02.15 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 02.30 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 02.30 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 02.45 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 02.45 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 03.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 03.00 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.8 |
| 0 | 0.3 | 03.15 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 03.15 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.4 |
| 0.6 | 0.6 | 03.30 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 03.30 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0.6 | 0.3 | 03.45 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 03.45 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 04.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 04.00 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 04.15 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 04.15 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 04.30 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 04.30 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| 0 | 0.3 | 04.45 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 04.45 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 05.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 05.00 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 05.15 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 05.15 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.5 |
| 0 | 0.6 | 05.30 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 05.30 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.5 |
| 0 | 0.3 | 05.45 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 05.45 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.5 | 06.00 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 06.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.6 |
| 0 | 0.3 | 06.15 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 06.15 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.4 |
| 0.6 | 0.6 | 06.30 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 06.30 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.6 |
| 0 | 0.2 | 06.45 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 06.45 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.2 | 07.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 07.00 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 07.15 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 07.15 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 07.30 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 07.30 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 07.45 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 07.45 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| 0.7 | 0.3 | 08.00 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 08.00 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| 1.1 | 0.4 | 08.15 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 08.15 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.8 |
| 1.8 | 0.6 | 08.30 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 1.2 | 08.30 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 1.0 |
| 2.8 | 0.7 | 08.45 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 1.4 | 08.45 | 0.7 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.6 |
| 0.7 | 0.3 | 09.00 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 09.00 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.6 |
| 2.4 | 0.6 | 09.15 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 1.5 | 09.15 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.7 |
| 1.5 | 0.4 | 09.30 | 0.2 | 0.1 | 0.8 | 1.0 | 1.0 | 1.4 | 09.30 | 0.6 | 0.1 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 2.4 |
| 4.4 | 0.8 | 09.45 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.7 | 1.1 | 09.45 | 0.5 | 0.3 | 0.9 | 0.6 | 1.0 | 1.4 |
| 0 | 0.3 | 10.00 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 1.7 | 10.00 | 0.9 | 0.6 | 1.0 | 1.3 | 0.8 | 2.0 |
| 1.5 | 1.0 | 10.15 | 0.9 | 0.7 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 0.8 | 10.15 | 1.0 | 0.7 | 1.2 | 1.5 | 1.2 | 2.2 |
| 0 | 0.9 | 10.30 | 0.7 | 0.3 | 0.8 | 1.3 | 1.2 | 2.7 | 10.30 | 0.8 | 0.2 | 1.2 | 0.9 | 1.3 | 1.7 |
| 1.5 | 0.6 | 10.45 | 0.3 | 0.2 | 0.9 | 0.7 | 1.3 | 2.9 | 10.45 | 0.6 | 0.4 | 0.7 | 1.4 | 0.7 | 1.3 |
| 3.8 | 0.8 | 11.00 | 0.4 | 0.1 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 1.5 | 11.00 | 0.5 | 0.2 | 0.9 | 0.6 | 0.8 | 1.7 |
| 0.6 | 0.7 | 11.15 | 0.6 | 0.4 | 1.1 | 1.8 | 1.6 | 2.1 | 11.15 | 0.6 | 0.2 | 1.0 | 1.2 | 0.9 | 1.6 |
| 2.5 | 0.6 | 11.30 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.4 | 11.30 | 0.7 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 2.9 |
| 1.1 | 0.7 | 11.45 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 0.5 | 0.7 | 1.2 | 11.45 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 0.9 |
| 1.1 | 0.5 | 12.00 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 12.00 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.8 |
| 0 | 0.2 | 12.15 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 1.1 | 1.2 | 12.15 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 1.4 |
| 2.5 | 0.6 | 12.30 | 0.4 | 0.1 | 0.6 | 1.0 | 0.9 | 1.4 | 12.30 | 0.4 | 0.1 | 0.8 | 1.1 | 0.2 | 1.6 |
| 2.8 | 0.7 | 12.45 | 0.7 | 0.4 | 0.8 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 12.45 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.6 |
| 0.6 | 0.3 | 13.00 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 13.00 | 0.2 | 0.0 | 0.5 | 1.2 | 1.4 | 1.6 |
| 1.7 | 1.4 | 13.15 | 0.5 | 0.1 | 0.4 | 0.9 | 0.6 | 0.8 | 13.15 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 0.2 | 0.8 |
| 0.8 | 1.1 | 13.30 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1.2 | 13.30 | 0.7 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 1.0 |
| 0.5 | 0.4 | 13.45 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.9 | 0.9 | 1.2 | 13.45 | 0.3 | 0.7 | 0.5 | 0.6 | 0.9 | 1.3 |
| 0 | 0.7 | 14.00 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1.7 | 14.00 | 0.5 | 0.2 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 1.7 |
| 0.6 | 0.8 | 14.15 | 0.5 | 0.1 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 14.15 | 0.4 | 0.3 | 0.9 | 0.6 | 0.8 | 1.2 |
| 1.4 | 0.5 | 14.30 | 0.7 | 0.4 | 0.5 | 0.9 | 1.0 | 1.7 | 14.30 | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 0.9 | 1.2 | 1.4 |
| 3.1 | 0.5 | 14.45 | 0.5 | 0.3 | 1.2 | 1.1 | 0.9 | 1.7 | 14.45 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 0.7 | 1.5 |
| 1.0 | 0.2 | 15.00 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 15.00 | 0.7 | 0.5 | 0.9 | 0.6 | 0.5 | 0.7 |
| 1.2 | 0.4 | 15.15 | 0.9 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 1.4 | 15.15 | 0.8 | 0.7 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 2.0 |
| 0.6 | 0.1 | 15.30 | 0.8 | 0.4 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 15.30 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 0.7 | 0.8 | 1.0 |
| 1.2 | 0.7 | 15.45 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 15.45 | 0.9 | 1.0 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 1.4 |
| 1.6 | 0.2 | 16.00 | 0.5 | 0.2 | 0.7 | 0.9 | 0.6 | 1.1 | 16.00 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 1.1 | 1.2 | 1.2 |
| 0 | 0.5 | 16.15 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 1.1 | 0.7 | 1.6 | 16.15 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 2.0 | 0.7 | 16.30 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.7 | 1.0 | 1.7 | 16.30 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 1.1 | 1.2 | 1.9 |
| 1.7 | 0.8 | 16.45 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 0.8 | 16.45 | 0.3 | 0.5 | 1.0 | 1.2 | 0.6 | 1.2 |
| 0 | 0.7 | 17.00 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.1 | 1.4 | 17.00 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 1.5 | 0.9 | 1.7 |
| 1.0 | 0.2 | 17.15 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 17.15 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |
| 1.9 | 0.4 | 17.30 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 17.30 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 |
| 1.3 | 0.3 | 17.45 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 17.45 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.5 |
| 1.0 | 0.2 | 18.00 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 18.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| 0.8 | 0.1 | 18.15 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 18.15 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.8 | 0.3 | 0.1 |
| 1.1 | 0.3 | 18.30 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.2 | 18.30 | 0.1 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.7 | 0.2 |
| 0.8 | 0.2 | 18.45 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 18.45 | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.3 |
| 0.6 | 0.3 | 19.00 | 0.2 | 0.0 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 19.00 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.2 |
| 0 | 0.1 | 19.15 | 0.1 | 0.0 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 19.15 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 19.30 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.1 | 19.30 | 0.1 | 0.0 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.4 |
| 0.6 | 0.2 | 19.45 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 0.2 | 19.45 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.3 |
| 0 | 0.1 | 20.00 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 20.00 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |
| 1.7 | 0.2 | 20.15 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.9 | 20.15 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 1.3 |
| 0.6 | 0.3 | 20.30 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 20.30 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 0.5 | 1.2 |
| 1.5 | 0.2 | 20.45 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 20.45 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.8 | 0.8 | 1.3 |
| 0.9 | 0.3 | 21.00 | 0.4 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 21.00 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.8 |
| 0 | 0.2 | 21.15 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 21.15 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.2 |
| 0.6 | 0.3 | 21.30 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 21.30 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 21.45 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 21.45 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 22.00 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 22.00 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.8 |
| 0 | 0.2 | 22.15 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 22.15 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.4 |
| 0.6 | 0.1 | 22.30 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.1 | 22.30 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.1 |
| 1.1 | 0.2 | 22.45 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 22.45 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.2 |
| 0.6 | 0.2 | 23.00 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 23.00 | 0.5 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.9 |
| 0 | 0.2 | 23.15 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 23.15 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.5 |
| 0 | 0.2 | 23.30 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 23.30 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.2 |
| 0.6 | 0.2 | 23.45 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 23.45 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.2 |
| 0 | 0.5 | 00.00 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 00.00 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ OPEN การทดลองที่ 2 วันอังคารที่ 2 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | Model 1 | | | | | | | Model 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0.1 | 00.00 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 00.00 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| 0 | 0.1 | 00.15 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 00.15 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| 0 | 0.1 | 00.30 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 00.30 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.6 |
| 0 | 0.1 | 00.45 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 00.45 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 01.00 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 01.00 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.1 |
| 0.6 | 0.2 | 01.15 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 01.15 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.8 | 0.5 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 01.30 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 01.30 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 0.4 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 01.45 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 01.45 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 1.7 | 0.3 | 02.00 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 1.3 | 02.00 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 0.4 | 0.5 | 0.9 |
| 2.0 | 0.8 | 02.15 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.2 | 0.3 | 0.9 | 02.15 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 0.5 |
| 1.2 | 0.3 | 02.30 | 0.3 | 0.3 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 1.3 | 02.30 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.9 | 1.1 |
| 1.6 | 0.6 | 02.45 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 1.0 | 02.45 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 0.6 | 0.9 | 1.2 |
| 1.2 | 0.6 | 03.00 | 0.4 | 0.2 | 0.9 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 03.00 | 0.5 | 0.2 | 0.7 | 0.7 | 0.4 | 1.3 |
| 1.0 | 0.5 | 03.15 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 0.3 | 0.7 | 0.8 | 03.15 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 1.0 |
| 0.8 | 1.2 | 03.30 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 1.2 | 03.30 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 1.3 |
| 0.7 | 1.0 | 03.45 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 1.1 | 03.45 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 1.1 |
| 3.5 | 0.6 | 04.00 | 0.3 | 0.2 | 1.1 | 1.1 | 0.8 | 1.1 | 04.00 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 1.3 |
| 1.3 | 0.8 | 04.15 | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 04.15 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 0.5 | 1.4 |
| 2.1 | 0.6 | 04.30 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 0.8 | 1.0 | 04.30 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 1.0 |
| 1.3 | 0.6 | 04.45 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 04.45 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 0.8 |
| 1.5 | 1.1 | 05.00 | 0.4 | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 2.3 | 05.00 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.3 |
| 1.9 | 0.6 | 05.15 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 1.1 | 05.15 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 1.0 |
| 1.5 | 0.7 | 05.30 | 0.4 | 0.3 | 0.7 | 0.9 | 1.2 | 1.4 | 05.30 | 0.2 | 0.3 | 0.8 | 1.2 | 1.1 | 1.6 |
| 2.8 | 0.4 | 05.45 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.9 | 0.8 | 1.2 | 05.45 | 0.6 | 0.2 | 0.8 | 1.1 | 1.1 | 0.6 |
| 4.4 | 1.0 | 06.00 | 0.5 | 0.3 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 06.00 | 0.4 | 0.2 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.1 |
| 1.6 | 0.6 | 06.15 | 0.5 | 0.3 | 1.1 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 06.15 | 0.4 | 0.2 | 1.0 | 0.9 | 0.7 | 3.1 |
| 1.1 | 0.3 | 06.30 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.5 | 1.0 | 5.7 | 06.30 | 0.8 | 0.3 | 0.8 | 1.2 | 0.9 | 0.9 |
| 1.7 | 0.4 | 06.45 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 1.4 | 06.45 | 0.6 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 0.6 | 0.8 |
| 2.7 | 0.5 | 07.00 | 0.5 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.4 | 07.00 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 1.1 | 0.7 | 3.3 |
| 4.4 | 1.0 | 07.15 | 0.7 | 0.3 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 3.0 | 07.15 | 0.5 | 0.3 | 0.8 | 1.0 | 1.5 | 3.6 |
| 4.8 | 1.2 | 07.30 | 0.8 | 0.2 | 1.2 | 0.9 | 1.5 | 2.2 | 07.30 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 2.2 |
| 5.5 | 1.5 | 07.45 | 0.8 | 0.6 | 1.1 | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 07.45 | 0.7 | 0.4 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.7 |
| 1.0 | 0.5 | 08.00 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 08.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 1.2 | 1.4 |
| 2.8 | 0.7 | 08.15 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 1.6 | 2.0 | 08.15 | 0.5 | 0.3 | 0.8 | 0.6 | 1.0 | 2.1 |
| 3.0 | 0.5 | 08.30 | 0.6 | 0.3 | 0.7 | 0.6 | 1.5 | 1.8 | 08.30 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.5 | 2.6 |
| 3.1 | 0.7 | 08.45 | 0.7 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 08.45 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 1.2 | 2.0 |
| 3.3 | 0.8 | 09.00 | 0.5 | 0.3 | 0.9 | 1.2 | 1.5 | 1.7 | 09.00 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 1.1 | 1.0 | 1.3 |
| 3.3 | 0.2 | 09.15 | 0.3 | 0.1 | 1.0 | 0.6 | 0.8 | 2.1 | 09.15 | 0.5 | 0.1 | 1.1 | 0.9 | 1.2 | 2.2 |
| 3.4 | 0.3 | 09.30 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.7 | 1.2 | 1.6 | 09.30 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.3 | 1.4 |
| 2.1 | 0.3 | 09.45 | 0.8 | 0.3 | 0.9 | 0.8 | 1.0 | 2.1 | 09.45 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 1.0 |
| 2.0 | 0.3 | 10.00 | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 1.1 | 10.00 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 3.0 |
| 1.5 | 0.5 | 10.15 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.6 | 1.4 | 10.15 | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 1.2 | 0.6 | 1.8 |
| 5.0 | 0.2 | 10.30 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 0.6 | 0.9 | 10.30 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 1.0 | 0.9 | 1.1 |
| 4.3 | 0.2 | 10.45 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 1.1 | 1.5 | 10.45 | 0.3 | 0.2 | 0.9 | 0.6 | 0.8 | 1.2 |
| 4.5 | 0.7 | 11.00 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.6 | 1.9 | 11.00 | 0.8 | 0.4 | 0.6 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| 1.6 | 1.0 | 11.15 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 0.4 | 1.6 | 11.15 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 1.0 | 0.9 | 1.0 |
| 2.8 | 0.3 | 11.30 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 11.30 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 0.6 | 1.1 |
| 4.2 | 0.3 | 11.45 | 0.5 | 0.2 | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 2.0 | 11.45 | 0.3 | 0.4 | 0.9 | 0.6 | 0.8 | 1.3 |
| 3.1 | 0.5 | 12.00 | 0.2 | 0.1 | 0.8 | 1.2 | 0.6 | 1.4 | 12.00 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 1.2 | 1.2 | 0.9 |
| 0.9 | 0.4 | 12.15 | 0.5 | 0.1 | 1.5 | 0.9 | 1.2 | 2.1 | 12.15 | 0.4 | 0.1 | 1.1 | 0.7 | 0.9 | 2.2 |
| 3.1 | 0.2 | 12.30 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 1.5 | 12.30 | 0.5 | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 0.8 | 1.0 |
| 2.4 | 0.5 | 12.45 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 1.4 | 12.45 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 2.1 |
| 1.5 | 0.2 | 13.00 | 0.8 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 1.3 | 1.4 | 13.00 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 1.1 | 1.4 | 1.7 |
| 2.3 | 0.3 | 13.15 | 0.3 | 0.1 | 1.3 | 0.8 | 1.4 | 1.4 | 13.15 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.2 |
| 0.6 | 0.5 | 13.30 | 0.3 | 0.1 | 0.8 | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 13.30 | 0.8 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.5 |
| 0.6 | 0.8 | 13.45 | 0.2 | 0.1 | 0.8 | 0.6 | 1.1 | 1.4 | 13.45 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 0.6 |
| 2.0 | 0.5 | 14.00 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 14.00 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 0.9 |
| 3.0 | 0.2 | 14.15 | 0.2 | 0.1 | 0.8 | 0.3 | 0.9 | 1.4 | 14.15 | 0.5 | 0.5 | 0.8 | 0.2 | 0.6 | 1.0 |
| 3.0 | 0.3 | 14.30 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.4 | 0.9 | 14.30 | 0.6 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.4 |
| 1.6 | 0.2 | 14.45 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 14.45 | 0.7 | 0.4 | 0.7 | 0.6 | 1.2 | 0.9 |
| 1.5 | 0.3 | 15.00 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.6 | 1.5 | 15.00 | 0.6 | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 0.8 | 2.0 |
| 1.1 | 0.3 | 15.15 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.9 | 1.6 | 1.0 | 15.15 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 1.6 | 2.0 |
| 2.2 | 0.4 | 15.30 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.9 | 15.30 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 0.9 | 1.2 | 0.3 |
| 1.9 | 0.2 | 15.45 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.9 | 1.2 | 1.7 | 15.45 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.7 | 0.8 | 2.1 |
| 2.2 | 0.9 | 16.00 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 2.1 | 16.00 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.7 | 1.2 |
| 1.8 | 0.4 | 16.15 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.9 | 1.6 | 0.9 | 16.15 | 0.8 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.2 |
| 3.8 | 1.0 | 16.30 | 0.6 | 0.6 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 2.1 | 16.30 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.6 |
| 2.7 | 0.3 | 16.45 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 16.45 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 0.8 | 1.4 |
| 1.3 | 0.4 | 17.00 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 17.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.5 |
| 0.9 | 0.3 | 17.15 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 1.3 | 17.15 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.2 |
| 1.8 | 0.7 | 17.30 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 17.30 | 0.4 | 0.1 | 0.5 | 0.7 | 0.5 | 0.4 |
| 1.0 | 0.6 | 17.45 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 17.45 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.5 |
| 1.0 | 0.4 | 18.00 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 18.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.3 | 0.5 | 0.6 |
| 0.7 | 0.3 | 18.15 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.3 | 18.15 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.4 |
| 1.8 | 0.8 | 18.30 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.6 | 18.30 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 0.6 | 0.7 |
| 1.1 | 0.4 | 18.45 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 18.45 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| 0.9 | 0.1 | 19.00 | 0.1 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 19.00 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 1.2 |
| 1.0 | 0.2 | 19.15 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 19.15 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.6 |
| 1.0 | 0.1 | 19.30 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 19.30 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0.6 | 0.5 | 19.45 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 19.45 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 20.00 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 20.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 20.15 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.7 | 20.15 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.5 |
| 0 | 0.1 | 20.30 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 20.30 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.6 | 20.45 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 20.45 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.5 |
| 0 | 0.3 | 21.00 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 21.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.6 | 21.15 | 0.1 | 0.1 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 0.1 | 21.15 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.2 |
| 0 | 0.1 | 21.30 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 21.30 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.5 |
| 0 | 0.1 | 21.45 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 21.45 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 22.00 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 22.00 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.6 |
| 0.6 | 0.6 | 22.15 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.5 | 0.3 | 22.15 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 22.30 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 22.30 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 0.5 |
| 0 | 0.2 | 22.45 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 22.45 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 23.00 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 23.00 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.4 | 23.15 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 23.15 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.7 | 0.8 |
| 1.1 | 0.6 | 23.30 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 23.30 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.7 |
| 0 | 0.6 | 23.45 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 23.45 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 1.0 |
| 0.8 | 0.5 | 00.00 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 00.00 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ CLOSE การทดลองที่ 3 วันพฤหัสบดีที่ 4 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | Model 1 | | | | | | | Model 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0.2 | 00.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 00.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.2 | 00.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 00.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 0.6 | 0.3 | 00.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 00.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| 0.8 | 0.3 | 00.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 00.45 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.7 | 01.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 01.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 0.8 | 0.3 | 01.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 01.15 | | | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.8 |
| 0 | 0.3 | 01.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 01.30 | | | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 0.8 | 0.2 | 01.45 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 01.45 | | | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 02.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 02.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.6 |
| 0.9 | 0.3 | 02.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 02.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 02.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 02.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 02.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 02.45 | | | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.7 |
| 0 | 0.3 | 03.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 03.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 0.6 | 0.8 | 03.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 03.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.4 | 03.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 03.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.6 |
| 0 | 0.4 | 03.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 03.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.2 | 04.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 04.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 04.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 04.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 04.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 04.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.7 |
| 0 | 0.3 | 04.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 04.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 05.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 05.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 05.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 05.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 0 | 0.6 | 05.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 05.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.6 |
| 0 | 0.6 | 05.45 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 05.45 | | | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.5 |
| 0 | 0.4 | 06.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 06.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 |
| 0.8 | 0.3 | 06.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 06.15 | | | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0.7 | 0.2 | 06.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 06.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.4 |
| 0.6 | 0.3 | 06.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 06.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 07.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 07.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 07.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 07.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| 0 | 0.4 | 07.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 07.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 07.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 07.45 | | | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0.7 | 0.5 | 08.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.7 | 08.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.5 |
| 0.8 | 0.5 | 08.15 | | | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 08.15 | | | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 1.0 |
| 1.3 | 0.3 | 08.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 08.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.6 | 0.4 |
| 1.9 | 0.2 | 08.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.9 | 08.45 | | | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 1.7 | 0.2 | 09.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 09.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 |
| 1.9 | 0.2 | 09.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 1.1 | 09.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.9 |
| 0 | 0.3 | 09.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.7 | 0.9 | 09.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 1.3 |
| 1.4 | 0.4 | 09.45 | | | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 1.2 | 09.45 | | | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 1.2 |
| 0.8 | 0.3 | 10.00 | | | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 10.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 1.3 |
| 1.5 | 0.1 | 10.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 10.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 1.4 |
| 2.2 | 0.3 | 10.30 | | | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 1.3 | 10.30 | | | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 1.8 |
| 1.5 | 0.3 | 10.45 | | | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 1.2 | 10.45 | | | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 1.3 |
| 2.6 | 0.2 | 11.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 11.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.9 |
| 3.4 | 0.4 | 11.15 | | | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 1.2 | 11.15 | | | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 1.3 |
| 3.1 | 0.3 | 11.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 11.30 | | | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.6 |
| 1.5 | 0.4 | 11.45 | | | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 11.45 | | | 0.2 | 0.6 | 0.6 | 0.7 |
| 0.9 | 0.3 | 12.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 12.00 | | | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.9 |
| 1.4 | 0.6 | 12.15 | | | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 1.2 | 12.15 | | | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 1.0 |
| 0 | 0.7 | 12.30 | | | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 12.30 | | | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 1.5 |
| 1.0 | 0.6 | 12.45 | | | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 12.45 | | | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.8 |
| 0.6 | 0.6 | 13.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.6 | 13.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.4 |
| 2.1 | 0.4 | 13.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 13.15 | | | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 1.5 |
| 0 | 0.7 | 13.30 | | | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 13.30 | | | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.8 |
| 1.1 | 1.0 | 13.45 | | | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 1.0 | 13.45 | | | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 1.2 |
| 0.7 | 1.3 | 14.00 | | | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 1.2 | 14.00 | | | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 1.5 |
| 1.6 | 1.0 | 14.15 | | | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 1.3 | 14.15 | | | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.7 |
| 0.6 | 0.7 | 14.30 | | | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.7 | 14.30 | | | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.9 |
| 2.6 | 1.1 | 14.45 | | | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 1.3 | 14.45 | | | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 1.0 |
| 0.5 | 0.4 | 15.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 15.00 | | | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.5 |
| 0.5 | 1.2 | 15.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 1.5 | 15.15 | | | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 1.3 |
| 1.2 | 0.7 | 15.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 15.30 | | | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 1.1 |
| 2.5 | 1.0 | 15.45 | | | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 15.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 1.5 |
| 0.9 | 0.4 | 16.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 16.00 | | | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 1.3 |
| 2.2 | 0.5 | 16.15 | | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 1.5 | 16.15 | | | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.7 |
| 1.4 | 0.8 | 16.30 | | | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 1.4 | 16.30 | | | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.9 |
| 1.1 | 0.7 | 16.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 16.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 1.1 |
| 1.3 | 0.9 | 17.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 17.00 | | | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.7 |
| 1.5 | 0.6 | 17.15 | | | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 1.0 | 17.15 | | | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.6 |
| 0.9 | 0.5 | 17.30 | | | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 17.30 | | | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.2 |
| 1.4 | 0.7 | 17.45 | | | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.9 | 17.45 | | | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.9 |
| 1.3 | 0.6 | 18.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 18.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.7 |
| 0.9 | 0.5 | 18.15 | | | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 18.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 |
| 0.6 | 0.5 | 18.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 18.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0.6 | 0.2 | 18.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 18.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 1.0 |
| 1.3 | 0.3 | 19.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 19.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |
| 0 | 0.6 | 19.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 19.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| 1.0 | 0.2 | 19.30 | | | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 19.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.6 |
| 0.7 | 0.6 | 19.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 19.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.1 |
| 0.9 | 0.3 | 20.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 20.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.4 | 20.15 | | | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 20.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 20.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 20.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.5 |
| 0.6 | 0.2 | 20.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 20.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 |
| 0.9 | 0.8 | 21.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 21.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.9 |
| 0 | 0.2 | 21.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 21.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.7 |
| 0 | 0.2 | 21.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 21.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 |
| 0 | 0.1 | 21.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 21.45 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.5 | 22.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 22.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 22.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 22.15 | | | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 22.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 22.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.6 |
| 0 | 0.1 | 22.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 22.45 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.2 | 23.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 23.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.1 | 23.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 23.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.5 | 23.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 23.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 23.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 23.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 00.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 00.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.7 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ OPEN การทดลองที่ 4 วันอังคารที่ 9 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | Model 1 | | | | | | | Model 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1.6 | 0.6 | 00.00 | 0.1 | 0.1 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 1.2 | 00.00 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 1.2 |
| 0.7 | 0.3 | 00.15 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 1.2 | 00.15 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 1.1 |
| 0.7 | 0.3 | 00.30 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.5 | 1.1 | 1.0 | 00.30 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 1.4 |
| 1.3 | 0.4 | 00.45 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 1.3 | 00.45 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 1.3 |
| 1.0 | 0.6 | 01.00 | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 1.8 | 01.00 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 1.4 | 0.9 | 1.3 |
| 1.3 | 0.6 | 01.15 | 0.4 | 0.3 | 0.9 | 0.7 | 1.0 | 1.6 | 01.15 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.0 | 1.6 |
| 2.4 | 0.5 | 01.30 | 0.2 | 0.1 | 0.8 | 0.7 | 0.4 | 0.8 | 01.30 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 2.1 |
| 2.4 | 0.5 | 01.45 | 0.5 | 0.3 | 0.8 | 1.2 | 0.6 | 0.8 | 01.45 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.6 |
| 1.6 | 0.5 | 02.00 | 0.3 | 0.2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.6 | 02.00 | 0.3 | 0.2 | 1.5 | 1.4 | 1.4 | 2.2 |
| 1.3 | 0.4 | 02.15 | 0.2 | 0.2 | 1.0 | 1.0 | 1.4 | 0.9 | 02.15 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1.0 | 1.4 |
| | 0.4 | 02.30 | 0.3 | 0.1 | 0.9 | 1.1 | 1.0 | 1.6 | 02.30 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 0.7 | 1.6 |
| 1.7 | 0.4 | 02.45 | 0.5 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 0.8 | 1.5 | 02.45 | 0.3 | 0.3 | 0.9 | 1.1 | 1.7 | 2.3 |
| 2.2 | 0.4 | 03.00 | 0.5 | 0.1 | 1.1 | 1.2 | 1.0 | 1.4 | 03.00 | 0.4 | 0.3 | 0.7 | 0.5 | 0.9 | 1.1 |
| 1.5 | 0.7 | 03.15 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 03.15 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.5 | 0.8 | 1.2 |
| 2.5 | 0.9 | 03.30 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 1.0 | 0.7 | 1.3 | 03.30 | 0.3 | 0.2 | 1.0 | 1.0 | 0.7 | 1.5 |
| 1.3 | 0.4 | 03.45 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 03.45 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1.4 |
| 2.1 | 0.6 | 04.00 | 0.4 | 0.3 | 1.1 | 0.6 | 0.9 | 0.4 | 04.00 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 1.9 |
| 1.5 | 0.4 | 04.15 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 0.8 | 0.7 | 04.15 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 1.0 |
| 1.9 | 0.4 | 04.30 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 1.3 | 1.1 | 2.3 | 04.30 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 1.0 | 0.6 | 0.6 |
| 0.6 | 0.6 | 04.45 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 04.45 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.9 |
| 1.7 | 0.4 | 05.00 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 05.00 | 0.7 | 0.2 | 0.9 | 0.5 | 0.7 | 1.4 |
| 0 | 0.3 | 05.15 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 05.15 | 0.3 | 0.3 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 1.3 |
| 1.6 | 0.6 | 05.30 | 0.3 | 0.2 | 1.0 | 1.2 | 0.8 | 0.6 | 05.30 | 0.4 | 0.2 | 1.1 | 1.1 | 0.9 | 1.5 |
| 1.3 | 0.4 | 05.45 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 05.45 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 1.2 |
| 2.4 | 0.3 | 06.00 | 0.6 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 1.4 | 06.00 | 0.7 | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 1.3 |
| 0.7 | 0.4 | 06.15 | 0.8 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 1.0 | 0.6 | 06.15 | 0.5 | 0.3 | 1.2 | 0.5 | 0.6 | 1.6 |
| 2.5 | 0.7 | 06.30 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 1.4 | 06.30 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 1.0 | 0.6 | 1.4 |
| 0 | 0.8 | 06.45 | 0.3 | 0.4 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 06.45 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 2.0 |
| 0 | 0.6 | 07.00 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.7 | 0.4 | 0.2 | 07.00 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 1.2 |
| 0 | 0.8 | 07.15 | 0.6 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 1.2 | 07.15 | 0.5 | 0.3 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.8 |
| 0 | 0.6 | 07.30 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 07.30 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 1.2 |
| 0 | 0.6 | 07.45 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 1.2 | 07.45 | 0.7 | 0.4 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.7 |
| 0 | 0.4 | 08.00 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 08.00 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 1.1 |
| 0 | 0.5 | 08.15 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 0.8 | 08.15 | 0.5 | 0.3 | 0.8 | 0.6 | 1.0 | 1.5 |
| 0 | 0.3 | 08.30 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.6 | 0.8 | 08.30 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.6 | 1.1 |
| 0 | 0.4 | 08.45 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 08.45 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 1.2 | 1.6 |
| 0 | 0.3 | 09.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 1.0 | 09.00 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 1 |
| 0 | 0.4 | 09.15 | 0.4 | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 0.6 | 0.9 | 09.15 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 0.8 | 0.4 | 1.5 |
| 0 | 0.3 | 09.30 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.5 | 09.30 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.7 |
| 0 | 0.3 | 09.45 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.9 | 0.7 | 09.45 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.0 |
| 0 | 0.6 | 10.00 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 10.00 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 2.0 |
| 0 | 0.3 | 10.15 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 10.15 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 0.6 |
| 0 | 0.4 | 10.30 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.4 | 1.4 | 10.30 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 1.0 | 0.9 | 1.3 |
| 0 | 0.2 | 10.45 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 10.45 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 2.1 |
| 0 | 0.3 | 11.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 0.8 | 11.00 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.9 | 1.0 | 1.2 |
| 0 | 0.3 | 11.15 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 11.15 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.6 |
| 0 | 0.5 | 11.30 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 11.30 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.8 |
| 0 | 0.2 | 11.45 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.1 | 0.1 | 1.5 | 11.45 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.3 | 0.6 |
| 0 | 0.6 | 12.00 | 0.4 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 12.00 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 2.1 |
| 0 | 0.4 | 12.15 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 1.2 | 12.15 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 1.2 |
| 0 | 0.3 | 12.30 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 1.1 | 12.30 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 1.1 |
| 0 | 0.4 | 12.45 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 12.45 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 1.2 |
| 0 | 0.2 | 13.00 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 1.0 | 1.5 | 13.00 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.2 | 1.0 |
| 0 | 0.4 | 13.15 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 13.15 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.7 |
| 0 | 0.3 | 13.30 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 1.3 | 13.30 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.9 |
| 0 | 0.3 | 13.45 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 1.2 | 13.45 | 0.4 | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 0.6 | 1.0 |
| 0 | 0.2 | 14.00 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 1.7 | 14.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.3 | 0.5 | 0.9 |
| 0 | 0.3 | 14.15 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.9 | 14.15 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 1.1 |
| 0 | 0.3 | 14.30 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 14.30 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.8 | 0.9 |
| 0 | 0.2 | 14.45 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 14.45 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 0.2 | 1.6 |
| 0 | 0.1 | 15.00 | 0.2 | 0.1 | 0.7 | 0.6 | 1.0 | 1.2 | 15.00 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | 1.0 |
| 0 | 0.2 | 15.15 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 1.5 | 15.15 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 2.0 |
| 0 | 0.2 | 15.30 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 15.30 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.9 |
| 0 | 0.4 | 15.45 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 15.45 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 1.2 |
| 0 | 0.3 | 16.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 2.1 | 16.00 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 0.9 |
| 0 | 0.3 | 16.15 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 16.15 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 1.3 |
| 0 | 0.4 | 16.30 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.2 | 16.30 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 1.0 |
| 0 | 0.3 | 16.45 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 1.4 | 16.45 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.7 |
| 0 | 0.3 | 17.00 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 1.0 | 17.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.7 | 0.8 |
| 0 | 0.2 | 17.15 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 1.1 | 17.15 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 1.0 |
| 0 | 0.4 | 17.30 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 1.0 | 17.30 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.9 |
| 0 | 0.3 | 17.45 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 17.45 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 1.1 |
| 0 | 0.2 | 18.00 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 18.00 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.9 | 0.7 | 0.2 |
| 0 | 1.0 | 18.15 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.9 | 18.15 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 0.5 |
| 0 | 1.2 | 18.30 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.7 | 0.4 | 0.6 | 18.30 | 0.1 | 0.1 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 1.4 |
| 0 | 1.1 | 18.45 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 18.45 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.4 |
| 0 | 1.1 | 19.00 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 0.3 | 19.00 | 0.1 | 0.1 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.4 |
| 0 | 0.5 | 19.15 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 19.15 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 1.0 |
| 0 | 0.7 | 19.30 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 0.8 | 19.30 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.3 | 19.45 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.3 | 19.45 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.5 |
| 0 | 0.4 | 20.00 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.2 | 20.00 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.6 |
| 0 | 0.6 | 20.15 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 20.15 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.7 |
| 0 | 0.4 | 20.30 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.8 | 20.30 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.5 | 0.3 |
| 0 | 0.8 | 20.45 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 20.45 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 0.9 |
| 0 | 0.4 | 21.00 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 21.00 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.1 |
| 0 | 0.6 | 21.15 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 21.15 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 0 | 0.7 | 21.30 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.1 | 21.30 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.7 |
| 0 | 0.3 | 21.45 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.9 | 21.45 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 1.1 |
| 0 | 0.2 | 22.00 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 22.00 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.5 |
| 0 | 0.8 | 22.15 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.8 | 22.15 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.2 |
| 0 | 0.4 | 22.30 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 22.30 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.1 |
| 0 | 0.7 | 22.45 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 22.45 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.7 |
| 0 | 0.1 | 23.00 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 23.00 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.5 |
| 0 | 0.5 | 23.15 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 23.15 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.8 |
| 0 | 0.5 | 23.30 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 0.2 | 23.30 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.2 |
| 0 | 0.4 | 23.45 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 23.45 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 0 | 0.9 | 00.00 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.5 | 00.00 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.4 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ CLOSE การทดลองที่ 5 วันพฤหัสบดีที่ 11 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | Model 1 | | | | | | | Model 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0.1 | 00.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 00.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.3 | 00.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.7 | 00.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.6 |
| 0 | 0.9 | 00.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 00.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.9 |
| 0 | 0.6 | 00.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 00.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.7 |
| 0 | 0.4 | 01.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 01.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.3 | 01.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.9 | 01.15 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.9 |
| 0 | 0.4 | 01.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 01.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 01.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 01.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.7 |
| 0 | 0.6 | 02.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 02.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.4 | 02.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 02.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.1 | 02.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 02.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.6 | 02.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 02.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.6 | 03.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 03.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.8 |
| 0 | 0.4 | 03.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 03.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.6 | 03.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 03.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 |
| 0 | 0.3 | 03.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 03.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 04.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 04.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.9 |
| 0 | 0.3 | 04.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 04.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 04.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 04.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| 0 | 0.4 | 04.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 04.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.6 |
| 0 | 0.4 | 05.00 | | | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 2.1 | 05.00 | | | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 1.5 |
| 0 | 0.5 | 05.15 | | | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 1.6 | 05.15 | | | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 1.5 |
| 0 | 0.6 | 05.30 | | | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 1.4 | 05.30 | | | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 1.9 |
| 0 | 0.5 | 05.45 | | | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 1.8 | 05.45 | | | 0.2 | 0.6 | 0.6 | 1.4 |
| 0 | 0.4 | 06.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 1.0 | 06.00 | | | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 1.2 |
| 0 | 0.5 | 06.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 1.4 | 06.15 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.8 |
| 0 | 0.6 | 06.30 | | | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 06.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 1.1 |
| 0 | 0.5 | 06.45 | | | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 1.5 | 06.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 1.3 | 0.9 | 07.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.9 | 07.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.6 |
| 1.4 | 1.0 | 07.15 | | | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 1.0 | 07.15 | | | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.7 |
| 1.2 | 0.8 | 07.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 07.30 | | | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 |
| 1.6 | 1.2 | 07.45 | | | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 07.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.6 |
| 0.7 | 0.5 | 08.00 | | | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 08.00 | | | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.9 |
| 1.3 | 0.2 | 08.15 | | | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 08.15 | | | 0.4 | 0.9 | 1.0 | 1.2 |
| 0 | 0.4 | 08.30 | | | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 1.2 | 08.30 | | | 0.3 | 0.8 | 0.6 | 1.1 |
| 3.4 | 0.5 | 08.45 | | | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 1.2 | 08.45 | | | 0.3 | 0.7 | 0.4 | 1.2 |
| 1.7 | 0.6 | 09.00 | | | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 1.2 | 09.00 | | | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 1.3 |
| 0.8 | 0.3 | 09.15 | | | 0.1 | 0.3 | 0.7 | 1.5 | 09.15 | | | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 1.3 |
| 2.1 | 0.4 | 09.30 | | | 0.1 | 0.3 | 0.9 | 1.2 | 09.30 | | | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 1.4 |
| 1.2 | 0.4 | 09.45 | | | 0.2 | 0.6 | 0.6 | 1.6 | 09.45 | | | 0.2 | 0.5 | 0.9 | 1.2 |
| 1.1 | 0.4 | 10.00 | | | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 1.5 | 10.00 | | | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 1.6 |
| 2.4 | 0.5 | 10.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 1.1 | 10.15 | | | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 1.9 |
| 0.6 | 0.2 | 10.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 1.6 | 10.30 | | | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 1.0 |
| 1.3 | 0.6 | 10.45 | | | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.4 | 10.45 | | | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 0.7 |
| 1.3 | 0.9 | 11.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 1.4 | 11.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 1.3 |
| 1.8 | 0.8 | 11.15 | | | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.7 | 11.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.8 |
| 0.6 | 0.5 | 11.30 | | | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.9 | 11.30 | | | 0.6 | 0.3 | 0.9 | 1.7 |
| 2.2 | 0.4 | 11.45 | | | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 2.1 | 11.45 | | | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 1.1 |
| 0.6 | 0.6 | 12.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 12.00 | | | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 |
| 0.7 | 0.5 | 12.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 1.8 | 12.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.0 |
| 2.0 | 1.6 | 12.30 | | | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 1.7 | 12.30 | | | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 0.9 |
| 0.6 | 0.5 | 12.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 12.45 | | | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 1.1 |
| 0.9 | 0.4 | 13.00 | | | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 13.00 | | | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 1.0 |
| 2.0 | 0.2 | 13.15 | | | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 13.15 | | | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.2 |
| 0.7 | 0.2 | 13.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 1.1 | 13.30 | | | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.7 |
| 0 | 0.3 | 13.45 | | | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 13.45 | | | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.4 |
| 1.4 | 0.5 | 14.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.8 | 14.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 1.1 |
| 0 | 0.7 | 14.15 | | | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.7 | 14.15 | | | 0.3 | 0.2 | 0.9 | 1.7 |
| 1.9 | 0.3 | 14.30 | | | 0.7 | 0.3 | 0.4 | 1.2 | 14.30 | | | 0.3 | 0.2 | 0.9 | 1.6 |
| 2.7 | 0.2 | 14.45 | | | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.3 | 14.45 | | | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.7 |
| 1.4 | 0.2 | 15.00 | | | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 15.00 | | | 0.1 | 0.3 | 0.9 | 0.9 |
| 2.0 | 0.4 | 15.15 | | | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 1.3 | 15.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.8 |
| 1.2 | 0.6 | 15.30 | | | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 15.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.0 |
| 0.6 | 0.3 | 15.45 | | | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 15.45 | | | 0.4 | 0.9 | 0.8 | 0.9 |
| 2.0 | 0.4 | 16.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 16.00 | | | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 1.8 |
| 1.5 | 0.6 | 16.15 | | | 0.2 | 0.8 | 0.6 | 0.9 | 16.15 | | | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 1.1 |
| 1.3 | 0.2 | 16.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 1.3 | 16.30 | | | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 1.4 |
| 2.1 | 0.3 | 16.45 | | | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 16.45 | | | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.4 |
| 2.1 | 0.6 | 17.00 | | | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.7 | 17.00 | | | 0.3 | 0.6 | 0.5 | 1.4 |
| 1.3 | 0.9 | 17.15 | | | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 17.15 | | | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 0.9 |
| 1.1 | 0.7 | 17.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 17.30 | | | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 1.1 |
| 0.7 | 0.5 | 17.45 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 17.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| 1.2 | 1.6 | 18.00 | | | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 1.3 | 18.00 | | | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 1.6 |
| 1.4 | 0.4 | 18.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 18.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.6 |
| 1.2 | 0.8 | 18.30 | | | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 18.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.6 |
| 0 | 0.7 | 18.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 18.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.8 |
| 0 | 0.3 | 19.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 19.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| 0 | 0.6 | 19.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.8 | 0.1 | 19.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.3 | 19.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 19.30 | | | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 19.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 19.45 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.7 |
| 0.6 | 0.4 | 20.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 20.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.6 |
| 0 | 0.3 | 20.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 20.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 20.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 20.30 | | | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.2 |
| 0.6 | 0.4 | 20.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 20.45 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 0.7 | 0.6 | 21.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 21.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| 0.7 | 0.7 | 21.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 21.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.7 |
| 0 | 0.2 | 21.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 21.30 | | | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.6 |
| 0.6 | 0.7 | 21.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 21.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.3 | 22.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 22.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.6 | 22.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 22.15 | | | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.4 |
| 0.6 | 0.3 | 22.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 22.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.7 | 22.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 22.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 23.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 23.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.5 |
| 0 | 0.6 | 23.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 23.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.6 |
| 0 | 0.5 | 23.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.8 | 23.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.3 | 23.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 23.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.3 | 00.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 00.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานเอกสารนี้ต้องได้รับอนุญาตเท่านั้น ห้ามนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ OPEN การทดลองที่ 6 วันอังคารที่ 16 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | Model 1 | | | | | | | Model 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1.8 | 1.0 | 00.00 | 0.4 | 0.2 | 1.0 | 0.5 | 0.4 | 1.5 | 00.00 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.8 |
| 1.0 | 0.5 | 00.15 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.1 | 0.4 | 1.4 | 00.15 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 1.6 |
| 1.2 | 0.4 | 00.30 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 00.30 | 0.5 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 1.2 |
| 1.5 | 0.8 | 00.45 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 1.1 | 1.0 | 1.8 | 00.45 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.4 | 0.7 | 1.5 |
| 1.3 | 1.1 | 01.00 | 0.6 | 0.2 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 01.00 | 0.2 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 0.7 |
| 1.9 | 1.4 | 01.15 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 1.2 | 0.6 | 1.6 | 01.15 | 0.3 | 0.4 | 0.9 | 0.6 | 0.7 | 2.0 |
| 1.2 | 0.6 | 01.30 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 01.30 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 2.3 |
| 1.6 | 0.4 | 01.45 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 2.5 | 01.45 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 1.5 |
| 2.1 | 0.4 | 02.00 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.7 | 0.8 | 1.7 | 02.00 | 0.3 | 0.2 | 1.0 | 0.9 | 0.9 | 3.4 |
| 1.5 | 0.6 | 02.15 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.5 | 02.15 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 0.7 | 0.9 |
| 1.7 | 0.6 | 02.30 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 1.1 | 0.4 | 1.0 | 02.30 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 1.1 | 0.7 | 1.3 |
| 0.7 | 0.6 | 02.45 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 02.45 | 0.6 | 0.3 | 0.6 | 1.0 | 0.8 | 1.1 |
| 2.2 | 0.8 | 03.00 | 0.4 | 0.2 | 1.2 | 1.2 | 0.9 | 1.5 | 03.00 | 0.4 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.9 |
| 2.3 | 0.9 | 03.15 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 03.15 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 1.2 | 0.5 | 4.6 |
| 1.7 | 0.5 | 03.30 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 0.6 | 1.4 | 1.6 | 03.30 | 0.6 | 0.4 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 1.7 |
| 2.7 | 0.7 | 03.45 | 0.5 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 1.0 | 0.9 | 03.45 | 0.4 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.7 |
| 1.9 | 0.4 | 04.00 | 0.4 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 1.1 | 1.4 | 04.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 3.0 |
| 2.8 | 0.8 | 04.15 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 1.2 | 1.2 | 1.8 | 04.15 | 0.8 | 0.9 | 0.6 | 0.6 | 0.9 | 1.4 |
| 1.9 | 1.1 | 04.30 | 0.5 | 0.4 | 1.3 | 1.5 | 1.3 | 5.3 | 04.30 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 0.8 | 1.3 |
| 1.4 | 0.9 | 04.45 | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 0.7 | 1.1 | 1.3 | 04.45 | 0.4 | 0.3 | 0.9 | 0.5 | 0.4 | 0.8 |
| 1.8 | 0.3 | 05.00 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.3 | 05.00 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.9 | 0.9 | 1.8 |
| 3.1 | 0.4 | 05.15 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 05.15 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 0.9 | 1.3 |
| 2.1 | 1.2 | 05.30 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 05.30 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 1.4 |
| 1.6 | 0.6 | 05.45 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 0.5 | 0.8 | 05.45 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.6 | 1.0 |
| 1.5 | 0.6 | 06.00 | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 1.3 | 0.6 | 1.5 | 06.00 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 0.6 | 0.8 |
| 3.2 | 0.4 | 06.15 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 0.6 | 0.9 | 06.15 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.9 |
| 2.0 | 0.6 | 06.30 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 1.3 | 1.6 | 1.2 | 06.30 | 0.6 | 0.4 | 1.0 | 1.2 | 1.1 | 1.5 |
| 1.5 | 0.9 | 06.45 | 0.6 | 0.4 | 1.1 | 1.2 | 1.1 | 1.5 | 06.45 | 0.8 | 0.5 | 1.1 | 1.6 | 1.1 | 5.5 |
| 2.6 | 0.8 | 07.00 | 0.6 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 2.4 | 07.00 | 0.6 | 0.6 | 1.0 | 0.9 | 1.2 | 1.2 |
| 4.6 | 1.5 | 07.15 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 1.9 | 07.15 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 1.5 |
| 2.3 | 0.8 | 07.30 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 07.30 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 1.2 |
| 1.1 | 0.5 | 07.45 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 07.45 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 1.5 |
| 1.8 | 0.7 | 08.00 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 08.00 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.3 |
| 2.1 | 0.6 | 08.15 | 0.4 | 0.3 | 1.1 | 0.9 | 1.0 | 1.6 | 08.15 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 2.0 |
| 2.9 | 0.9 | 08.30 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 08.30 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.6 | 1.1 |
| 3.6 | 0.6 | 08.45 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 1.6 | 08.45 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 1.2 |
| 3.5 | 0.9 | 09.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 2.1 | 09.00 | 0.5 | 0.3 | 1.3 | 1.0 | 1.2 | 1.3 |
| 3.0 | 0.6 | 09.15 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 09.15 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.5 | 2.0 |
| 1.8 | 0.4 | 09.30 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 1.6 | 09.30 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.0 |
| 3.2 | 0.5 | 09.45 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.9 | 2.2 | 09.45 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 1.1 |
| 4.2 | 0.9 | 10.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 1.0 | 1.1 | 10.00 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 2.1 |
| 1.2 | 0.4 | 10.15 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 10.15 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.7 | 0.2 | 0.6 |
| 1.3 | 0.3 | 10.30 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 10.30 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.7 | 2.0 |
| 2.0 | 0.5 | 10.45 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 10.45 | 0.6 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.3 |
| 0 | 0.4 | 11.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 1.4 | 11.00 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 1.8 |
| 0.6 | 0.7 | 11.15 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.2 | 0.9 | 11.15 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 2.1 |
| 3.2 | 0.7 | 11.30 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 0.8 | 11.30 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 1.1 | 2.1 |
| 1.5 | 0.5 | 11.45 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 11.45 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 2.0 |
| 1.5 | 1.4 | 12.00 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.9 | 1.8 | 12.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 1.0 |
| 2.0 | 1.3 | 12.15 | 0.6 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 1.0 | 1.3 | 12.15 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 1.3 | 1.9 |
| 1.7 | 0.7 | 12.30 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.1 | 2.3 | 12.30 | 0.6 | 0.3 | 0.9 | 1.2 | 1.5 | 1.3 |
| 3.0 | 1.5 | 12.45 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 12.45 | 0.7 | 0.5 | 0.9 | 1.1 | 1.8 | 2.1 |
| 2.8 | 0.4 | 13.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 13.00 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.1 | 1.4 |
| 5.1 | 0.7 | 13.15 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 1.7 | 13.15 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 1.8 |
| 0.6 | 0.3 | 13.30 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.9 | 13.30 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 1.0 | 0.8 | 1.3 |
| 3.2 | 0.3 | 13.45 | 0.5 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 2.0 | 13.45 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 1.1 |
| 4.0 | 0.9 | 14.00 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.4 | 1.0 | 14.00 | 0.8 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 1.2 | 1.7 |
| 1.9 | 0.5 | 14.15 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 14.15 | 0.5 | 0.2 | 1.0 | 0.4 | 0.6 | 2.1 |
| 0.9 | 0.2 | 14.30 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 1.2 | 1.1 | 2.2 | 14.30 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
| 1.9 | 0.4 | 14.45 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.8 | 14.45 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 1.2 | 1.1 | 2.2 |
| 2.2 | 0.6 | 15.00 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 15.00 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.9 |
| 1.6 | 0.2 | 15.15 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 1.3 | 15.15 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.9 | 1.0 |
| 1.3 | 0.7 | 15.30 | 0.7 | 0.5 | 1.0 | 1.1 | 1.0 | 1.2 | 15.30 | 0.6 | 0.5 | 1.0 | 1.1 | 1.0 | 1.1 |
| 1.4 | 0.3 | 15.45 | 0.5 | 0.2 | 0.7 | 1.0 | 0.9 | 1.3 | 15.45 | 0.7 | 0.5 | 0.9 | 1.1 | 1.8 | 2.0 |
| 2.1 | 0.7 | 16.00 | 0.3 | 0.1 | 0.9 | 1.1 | 1.0 | 2.3 | 16.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 2.1 |
| 0 | 0.5 | 16.15 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 16.15 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 1.3 |
| 1.0 | 0.8 | 16.30 | 0.4 | 0.1 | 0.8 | 0.6 | 1.0 | 1.5 | 16.30 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.8 | 1.4 |
| 0 | 0.3 | 16.45 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 16.45 | 0.2 | 0.1 | 0.7 | 1.1 | 1.0 | 2.0 |
| 0.7 | 0.3 | 17.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 2.1 | 1.1 | 17.00 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 1.1 | 0.8 | 1.0 |
| 1.1 | 0.7 | 17.15 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 17.15 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 |
| 0.7 | 0.3 | 17.30 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 17.30 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |
| 0.7 | 0.6 | 17.45 | 0.6 | 0.5 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.4 | 17.45 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 2.2 |
| 0 | 0.4 | 18.00 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.7 | 18.00 | 0.5 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.9 |
| 1.3 | 0.8 | 18.15 | 0.4 | 0.1 | 0.8 | 0.5 | 0.4 | 0.9 | 18.15 | 0.4 | 0.1 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 1.0 |
| 1.3 | 0.4 | 18.30 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 18.30 | 0.5 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.3 |
| 0 | 0.6 | 18.45 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 18.45 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 0.6 |
| 1.3 | 0.5 | 19.00 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 19.00 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.6 |
| 0.6 | 0.4 | 19.15 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 19.15 | 0.3 | 0.1 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 19.30 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.2 | 0.8 | 0.5 | 19.30 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.8 |
| 0 | 0.5 | 19.45 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.2 | 19.45 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 20.00 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.2 | 20.00 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.1 |
| 0 | 0.3 | 20.15 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 20.15 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.9 |
| 0.7 | 0.4 | 20.30 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 20.30 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.7 |
| 0.6 | 0.2 | 20.45 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 20.45 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.2 |
| 0.7 | 0.4 | 21.00 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.2 | 21.00 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.5 |
| 0 | 0.2 | 21.15 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 21.15 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.5 |
| 0.7 | 0.4 | 21.30 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 0.2 | 21.30 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.2 |
| 0.6 | 0.6 | 21.45 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 21.45 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| 0 | 0.4 | 22.00 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 0.2 | 22.00 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.3 |
| 0.9 | 0.2 | 22.15 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 22.15 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.4 |
| 0 | 0.3 | 22.30 | 0.4 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.7 | 22.30 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.4 | 22.45 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.1 | 22.45 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.2 |
| 0.6 | 0.5 | 23.00 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 23.00 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 0 | 0.2 | 23.15 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.4 | 23.15 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.4 | 0.4 |
| 0.6 | 0.2 | 23.30 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 23.30 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.2 |
| 0 | 0.6 | 23.45 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 23.45 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.4 |
| 0 | 0.3 | 00.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.5 | 0.4 | 00.00 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.7 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ CLOSE การทดลองที่ 7 วันพฤหัสบดีที่ 18 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | Model 1 | | | | | | | Model 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0.4 | 00.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 00.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| 0 | 0.4 | 00.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 00.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.3 | 00.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 00.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.3 | 00.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 00.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 01.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 01.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.3 | 01.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 01.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 01.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 01.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 0.6 | 0.3 | 01.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 01.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0.9 | 0.3 | 02.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 02.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.5 | 02.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 02.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |
| 0.7 | 0.4 | 02.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.8 | 02.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 02.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 02.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.4 |
| 0 | 0.4 | 03.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 03.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.6 | 03.15 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 03.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 0.6 | 0.4 | 03.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 03.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.5 | 03.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 03.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.8 | 04.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 04.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 |
| 0.8 | 0.4 | 04.15 | | | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 04.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 |
| 0 | 0.3 | 04.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 04.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 1.0 | 0.4 | 04.45 | | | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 04.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 |
| 0.6 | 0.9 | 05.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 05.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.9 |
| 0 | 0.4 | 05.15 | | | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 1.0 | 05.15 | | | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.4 | 05.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.7 | 05.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| 1.2 | 0.6 | 05.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 05.45 | | | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.6 |
| 0.7 | 0.7 | 06.00 | | | 0.5 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 06.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.5 |
| 1.6 | 0.6 | 06.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 06.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.8 |
| 0 | 0.7 | 06.30 | | | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 06.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 |
| 0.7 | 0.8 | 06.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 06.45 | | | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 |
| 1.2 | 0.2 | 07.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 0.9 | 07.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 1.2 |
| 1.4 | 1.0 | 07.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 0.8 | 07.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.4 |
| 1.2 | 0.8 | 07.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 07.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 0.8 |
| 1.2 | 0.7 | 07.45 | | | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 07.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.7 |
| 2.6 | 1.4 | 08.00 | | | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.5 | 08.00 | | | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 1.1 |
| 3.5 | 0.4 | 08.15 | | | 0.2 | 0.8 | 0.6 | 1.2 | 08.15 | | | 0.2 | 0.4 | 1.1 | 1.2 |
| 2.2 | 0.2 | 08.30 | | | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 08.30 | | | 0.3 | 0.3 | 0.9 | 0.7 |
| 1.4 | 0.4 | 08.45 | | | 0.2 | 0.8 | 0.4 | 1.0 | 08.45 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.8 |
| 3.1 | 0.4 | 09.00 | | | 0.4 | 0.2 | 0.9 | 1.1 | 09.00 | | | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 1.4 |
| 3.0 | 0.9 | 09.15 | | | 0.3 | 0.4 | 1.1 | 2.2 | 09.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 1.4 |
| 0.9 | 0.7 | 09.30 | | | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 09.30 | | | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.8 |
| 2.5 | 0.3 | 09.45 | | | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 1.7 | 09.45 | | | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.9 |
| 1.2 | 0.3 | 10.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 10.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.0 |
| 0.8 | 0.6 | 10.15 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 10.15 | | | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 1.2 |
| 1.8 | 0.6 | 10.30 | | | 0.3 | 0.2 | 0.9 | 0.8 | 10.30 | | | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.6 |
| 2.0 | 0.3 | 10.45 | | | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 1.4 | 10.45 | | | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.9 |
| 1.5 | 0.6 | 11.00 | | | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 1.2 | 11.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 1.0 |
| 1.2 | 0.3 | 11.15 | | | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 11.15 | | | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.4 |
| 1.3 | 0.3 | 11.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.7 | 1.1 | 11.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.5 |
| 0.9 | 0.5 | 11.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.8 | 11.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.5 |
| 0.7 | 0.4 | 12.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 12.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.1 | 12.15 | | | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 12.15 | | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.9 |
| 1.6 | 1.0 | 12.30 | | | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 1.0 | 12.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 1.0 |
| 1.8 | 1.2 | 12.45 | | | 0.3 | 0.5 | 1.2 | 2.0 | 12.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 1.2 |
| 2.1 | 0.8 | 13.00 | | | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 1.1 | 13.00 | | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
| 3.2 | 0.4 | 13.15 | | | 0.1 | 0.3 | 0.7 | 1.3 | 13.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 1.8 |
| 0 | 0.2 | 13.30 | | | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 1.5 | 13.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 1.5 |
| 4.5 | 0.2 | 13.45 | | | 0.1 | 0.3 | 0.9 | 1.2 | 13.45 | | | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 1.6 |
| 1.4 | 0.2 | 14.00 | | | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 1.5 | 14.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 1.0 |
| 0.9 | 0.3 | 14.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 2.0 | 14.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.2 |
| 0 | 0.4 | 14.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 1.4 | 14.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 1.0 |
| 1.8 | 0.2 | 14.45 | | | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 1.5 | 14.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 1.2 |
| 1.3 | 0.5 | 15.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 1.9 | 15.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.9 |
| 0.8 | 0.4 | 15.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 1.1 | 15.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 1.7 |
| 1.6 | 0.4 | 15.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 1.3 | 15.30 | | | 0.1 | 0.4 | 0.9 | 1.4 |
| 1.9 | 0.3 | 15.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 1.6 | 15.45 | | | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 1.5 |
| 0 | 0.4 | 16.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 1.1 | 16.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.6 |
| 1.7 | 0.4 | 16.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.6 | 1.0 | 16.15 | | | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.8 |
| 0.8 | 0.2 | 16.30 | | | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 1.0 | 16.30 | | | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 1.3 |
| 1.6 | 0.4 | 16.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.9 | 16.45 | | | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.8 |
| 0 | 0.3 | 17.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 17.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.9 |
| 0 | 0.5 | 17.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 17.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 |
| 1.3 | 0.4 | 17.30 | | | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 1.5 | 17.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 1.4 |
| 1.3 | 0.4 | 17.45 | | | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 17.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.9 |
| 0 | 0.5 | 18.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 18.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.7 |
| 0 | 0.9 | 18.15 | | | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 18.15 | | | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.2 |
| 0 | 0.5 | 18.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.9 | 18.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.8 |
| 0 | 0.3 | 18.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 18.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 19.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 19.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.4 | 19.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 19.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 19.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 19.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.3 | 19.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 19.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.4 |
| 0.7 | 0.2 | 20.00 | | | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 20.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.3 |
| 0.7 | 0.2 | 20.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 20.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 1.0 | 0.3 | 20.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 20.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.4 | 20.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 20.45 | | | 0.1 | 0.2 | .3 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 21.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 21.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.6 | 21.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 21.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.3 | 21.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 21.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.4 |
| 0 | 0.4 | 21.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 21.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| 0 | 0.8 | 22.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 22.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.5 |
| 0 | 0.3 | 22.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 22.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.4 | 22.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 22.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.5 | 22.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 22.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.5 |
| 0 | 0.3 | 23.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 23.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.3 | 23.15 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 23.15 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 23.30 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 23.30 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0.6 | 0.1 | 23.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 23.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 |
| 0 | 0.5 | 00.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 00.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 เปรียบเทียบ WIND สภาวะ OPEN การทดลองที่ 8 วันอังคารที่ 23 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | Model 1 | | | | | | | Model 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0.6 | 0.8 | 00.00 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 00.00 | 0.6 | 0.3 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.1 |
| 2.0 | 0.4 | 00.15 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 00.15 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1.0 |
| 2.3 | 0.4 | 00.30 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 00.30 | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.1 |
| 3.6 | 0.5 | 00.45 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 00.45 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.8 |
| 0.9 | 0.4 | 01.00 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 01.00 | 0.4 | 0.3 | 0.7 | 0.6 | 0.8 | 0.9 |
| 3.3 | 0.4 | 01.15 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 01.15 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.9 |
| 3.2 | 0.6 | 01.30 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1.2 | 01.30 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.4 | 0.9 |
| 1.6 | 0.8 | 01.45 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1.4 | 01.45 | 0.6 | 0.3 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.5 |
| 1.1 | 0.4 | 02.00 | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 0.7 | 1.0 | 1.1 | 02.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1.2 |
| 1.4 | 0.6 | 02.15 | 0.4 | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 02.15 | 0.6 | 0.3 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.5 |
| 1.0 | 0.8 | 02.30 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 1.0 | 02.30 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1.3 | 1.4 |
| 3.5 | 0.6 | 02.45 | 0.4 | 0.2 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.6 | 02.45 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.7 |
| 2.3 | 0.8 | 03.00 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 1.4 | 03.00 | 0.6 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 1.3 |
| 3.0 | 0.8 | 03.15 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 03.15 | 0.6 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 1.2 | 1.5 |
| 2.5 | 0.7 | 03.30 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 03.30 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.3 |
| 3.6 | 0.8 | 03.45 | 0.6 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 0.9 | 1.0 | 03.45 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.5 |
| 2.3 | 0.6 | 04.00 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.3 | 04.00 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 1.3 | 2.3 |
| 2.8 | 0.4 | 04.15 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 0.7 | 1.0 | 1.2 | 04.15 | 0.4 | 0.4 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 1.0 |
| 2.3 | 0.6 | 04.30 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 0.8 | 04.30 | 0.7 | 0.3 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.0 |
| 2.7 | 0.4 | 04.45 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 04.45 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 0.8 | 1.3 |
| 2.3 | 0.5 | 05.00 | 0.5 | 0.5 | 1.3 | 1.0 | 1.2 | 1.6 | 05.00 | 0.4 | 0.2 | 1.0 | 1.2 | 1.1 | 1.7 |
| 0.8 | 0.6 | 05.15 | 0.4 | 0.3 | 1.0 | 1.3 | 1.2 | 1.8 | 05.15 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 1.3 | 1.0 | 2.3 |
| 2.9 | 0.6 | 05.30 | 0.4 | 0.4 | 1.0 | 1.4 | 1.6 | 2.3 | 05.30 | 0.4 | 0.2 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 2.4 |
| 1.7 | 0.7 | 05.45 | 0.6 | 0.5 | 0.9 | 0.7 | 1.2 | 1.7 | 05.45 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 1.7 |
| 2.3 | 0.6 | 06.00 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 1.2 | 1.0 | 1.4 | 06.00 | 0.8 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1.4 |
| 1.8 | 0.6 | 06.15 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.4 | 06.15 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.3 | 1.2 |
| 2.8 | 0.8 | 06.30 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.9 | 1.3 | 1.5 | 06.30 | 0.6 | 0.4 | 1.0 | 0.9 | 1.2 | 1.7 |
| 3.9 | 0.6 | 06.45 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 2.4 | 06.45 | 0.8 | 0.5 | 1.3 | 1.4 | 1.2 | 2.8 |
| 0.6 | 0.7 | 07.00 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 07.00 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.3 | 1.7 | 2.4 |
| 3.2 | 0.9 | 07.15 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 07.15 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.3 | 1.7 | 2.4 |
| 1.2 | 0.4 | 07.30 | 0.7 | 0.4 | 0.4 | 1.0 | 1.2 | 1.3 | 07.30 | 0.5 | 0.4 | 0.9 | 0.8 | 1.3 | 1.1 |
| 1.8 | 0.6 | 07.45 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 07.45 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 1.2 | 1.4 | 1.5 |
| 2.8 | 0.8 | 08.00 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 1.4 | 08.00 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 1.1 | 1.2 | 1.4 |
| 0 | 0.3 | 08.15 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.3 | 08.15 | 0.5 | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.0 |
| 1.9 | 0.5 | 08.30 | 0.5 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 0.7 | 1.2 | 08.30 | 0.3 | 0.7 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 1.0 |
| 2.4 | 0.6 | 08.45 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.9 | 08.45 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 1.2 |
| 0 | 0.3 | 09.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 09.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 1.2 |
| 3.5 | 0.2 | 09.15 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.5 | 1.1 | 09.15 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.7 |
| 1.5 | 0.6 | 09.30 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 1.2 | 09.30 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 1.0 |
| 0.8 | 0.7 | 09.45 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 1.7 | 09.45 | 0.3 | 0.7 | 0.2 | 0.3 | 0.9 | 1.4 |
| 1.7 | 0.4 | 10.00 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 1.1 | 0.8 | 1.2 | 10.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 1.4 | 1.9 | 1.5 |
| 2.3 | 0.3 | 10.15 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 10.15 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 1.7 |
| 1.3 | 0.4 | 10.30 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 1.2 | 10.30 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 0.9 |
| 1.6 | 0.4 | 10.45 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 10.45 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 1.4 |
| 1.7 | 0.6 | 11.00 | 0.3 | 0.1 | 1.3 | 1.0 | 1.0 | 1.5 | 11.00 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 1.0 |
| 0 | 0.6 | 11.15 | 0.4 | 0.1 | 0.9 | 0.9 | 1.2 | 1.5 | 11.15 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 1.6 |
| 0 | 0.6 | 11.30 | 0.5 | 0.1 | 1.1 | 1.2 | 1.1 | 1.4 | 11.30 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 1.8 | 1.0 | 2.0 |
| 0.9 | 0.8 | 11.45 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 1.2 | 1.9 | 11.45 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 1.8 |
| 2.2 | 0.6 | 12.00 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 2.2 | 12.00 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 2.0 |
| 2.7 | 0.8 | 12.15 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.5 | 12.15 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.6 |
| 0.7 | 0.5 | 12.30 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 12.30 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 1.8 |
| 1.7 | 0.7 | 12.45 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 1.6 | 12.45 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 2.0 |
| 1.2 | 0.7 | 13.00 | 0.7 | 0.3 | 0.3 | 1.2 | 1.2 | 2.1 | 13.00 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 1.0 | 1.0 | 2.4 |
| 2.6 | 0.3 | 13.15 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 1.2 | 13.15 | 0.4 | 0.1 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 1.4 |
| 2.3 | 0.4 | 13.30 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 1.6 | 13.30 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 1.2 | 1.0 | 1.4 |
| 2.3 | 0.4 | 13.45 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 13.45 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 1.3 |
| 0.6 | 0.2 | 14.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.4 | 1.7 | 14.00 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 1.0 |
| 4.3 | 0.6 | 14.15 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.4 | 1.0 | 1.5 | 14.15 | 0.3 | 0.2 | 1.0 | 0.4 | 0.8 | 1.7 |
| 0.7 | 0.8 | 14.30 | 0.5 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 1.1 | 1.3 | 14.30 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.9 |
| 1.8 | 0.4 | 14.45 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 1.0 | 1.7 | 14.45 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.2 |
| 0 | 0.6 | 15.00 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 1.3 | 1.6 | 15.00 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 1.4 |
| 1.1 | 0.4 | 15.15 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 1.4 | 15.15 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.2 |
| 0.9 | 0.3 | 15.30 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.3 | 0.7 | 1.3 | 15.30 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.0 |
| 0.7 | 0.4 | 15.45 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 15.45 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.7 | 0.7 | 1.1 |
| 0.9 | 0.4 | 16.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.1 | 0.4 | 0.9 | 16.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.2 |
| 1.4 | 0.3 | 16.15 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 16.15 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.4 | 1.0 |
| 2.3 | 0.6 | 16.30 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 1.2 | 16.30 | 0.3 | 0.3 | 0.9 | 0.6 | 0.5 | 1.1 |
| 1.0 | 0.3 | 16.45 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 16.45 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 0.5 | 1.4 |
| 0 | 0.5 | 17.00 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 0.7 | 1.1 | 17.00 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 1.1 | 1.3 |
| 0 | 0.5 | 17.15 | 0.4 | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 1.2 | 17.15 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.4 |
| 0 | 0.4 | 17.30 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 1.2 | 17.30 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.6 | 0.9 | 1.4 |
| 0.7 | 0.3 | 17.45 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 1.0 | 17.45 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 1.2 |
| 0 | 0.4 | 18.00 | 0.4 | 0.1 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 1.2 | 18.00 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 1.2 |
| 0 | 0.3 | 18.15 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 0.6 | 1.0 | 1.3 | 18.15 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 1.5 |
| 0 | 0.4 | 18.30 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 18.30 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 1.2 |
| 0 | 0.6 | 18.45 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 0.9 | 1.3 | 18.45 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 1.3 |
| 0.7 | 0.6 | 19.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.2 | 19.00 | 0.5 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 1.1 |
| 0 | 0.5 | 19.15 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 1.1 | 19.15 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.9 | 1.0 | 1.4 |
| 0.6 | 0.4 | 19.30 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 1.2 | 19.30 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.7 | 0.9 | 1.2 |
| 0 | 0.4 | 19.45 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.9 | 0.8 | 1.2 | 19.45 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.2 |
| 0 | 0.3 | 20.00 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 0.8 | 1.0 | 20.00 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 1.3 |
| 0 | 0.5 | 20.15 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 1.0 | 1.3 | 20.15 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 1.3 |
| 0.6 | 0.5 | 20.30 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 1.2 | 20.30 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.6 | 1.1 | 1.2 |
| 0 | 0.4 | 20.45 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.2 | 20.45 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 1.2 | 1.4 |
| 0.7 | 0.4 | 21.00 | 0.4 | 0.1 | 0.8 | 1.0 | 0.9 | 1.1 | 21.00 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.1 |
| 0.7 | 0.3 | 21.15 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 0.7 | 1.2 | 21.15 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 1.0 | 0.9 | 1.2 |
| 0 | 0.3 | 21.30 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 1.0 | 21.30 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 1.3 |
| 0 | 0.4 | 21.45 | 0.2 | 0.1 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 21.45 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.9 | 0.9 | 1.3 |
| 0 | 0.4 | 22.00 | 0.6 | 0.3 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 1.3 | 22.00 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 0.6 | 1.4 |
| 0 | 0.5 | 22.15 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 1.1 | 1.6 | 22.15 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.3 |
| 0.7 | 0.4 | 22.30 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 1.5 | 22.30 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.9 | 0.8 | 1.4 |
| 0.9 | 0.6 | 22.45 | 0.5 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 1.0 | 1.4 | 22.45 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1.2 |
| 0.8 | 0.5 | 23.00 | 0.6 | 0.3 | 1.0 | 0.6 | 1.0 | 1.3 | 23.00 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 0.6 | 1.0 |
| 0 | 0.4 | 23.15 | 0.3 | 0.2 | 0.9 | 0.7 | 1.2 | 1.5 | 23.15 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1.3 |
| 0.8 | 0.6 | 23.30 | 0.4 | 0.1 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.4 | 23.30 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 1.4 |
| 0 | 0.6 | 23.45 | 0.5 | 0.1 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 23.45 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.2 |
| 0 | 0.4 | 00.00 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 1.2 | 00.00 | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 1.2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.9 เปรียบเทียบ WIND แบบ CLOSE การทดลองที่ 9 วันพฤหัสบดีที่ 25 ธันวาคม 2003

| WIND USONIC | WIND OUT | Model 1 | | | | | | | Model 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | TIME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0.1 | 00.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 00.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 00.15 | | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 00.15 | | | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.2 |
| 0.9 | 0.2 | 00.30 | | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 00.30 | | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 |
| 0.7 | 0.2 | 00.45 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 00.45 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 01.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 01.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0.6 | 0.2 | 01.15 | | | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 01.15 | | | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 01.30 | | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 01.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.4 |
| 0 | 0.1 | 01.45 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 01.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0.6 | 0.2 | 02.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 02.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 0.6 | 0.2 | 02.15 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 02.15 | | | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.3 | 02.30 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 02.30 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 0 | 0.1 | 02.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 02.45 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 03.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 03.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 03.15 | | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 03.15 | | | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 03.30 | | | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 03.30 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.4 | 03.45 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 03.45 | | | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.3 | 04.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 04.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 04.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 04.15 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.1 | 04.30 | | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 04.30 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0.6 | 0.2 | 04.45 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 04.45 | | | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.4 | 05.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 05.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.3 | 05.15 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 05.15 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0.6 | 0.2 | 05.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 05.30 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 05.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 05.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 0 | 0.4 | 06.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 06.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 |
| 0.6 | 0.2 | 06.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 06.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 06.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 06.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 06.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 06.45 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 07.00 | | | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 07.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0.7 | 0.3 | 07.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 07.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.1 | 07.30 | | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 07.30 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 07.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 07.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.1 | 08.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 08.00 | | | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 08.15 | | | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 08.15 | | | 0.1 | 0.0 | 0.3 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 08.30 | | | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 08.30 | | | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 |
| 0.7 | 0.4 | 08.45 | | | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.4 | 08.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 0.6 | 0.3 | 09.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 09.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.2 |
| 1.8 | 0.1 | 09.15 | | | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.9 | 09.15 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 09.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 1.3 | 09.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.9 |
| 0.7 | 0.2 | 09.45 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 09.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 1.0 |
| 1.9 | 0.1 | 10.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 10.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.4 |
| 0.6 | 0.2 | 10.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 10.15 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.4 |
| 0.9 | 0.2 | 10.30 | | | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 10.30 | | | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.8 |
| 1.3 | 0.2 | 10.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 10.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 1.2 | 0.3 | 11.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 11.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0.6 | 0.5 | 11.15 | | | 0.0 | 0.2 | 0.5 | 1.8 | 11.15 | | | 0.0 | 0.2 | 0.4 | 0.9 |
| 2.0 | 0.3 | 11.30 | | | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.6 | 11.30 | | | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.6 |
| 1.9 | 0.2 | 11.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.7 | 1.8 | 11.45 | | | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 1.7 |
| 1.8 | 0.4 | 12.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 12.00 | | | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.9 |
| 1.3 | 0.4 | 12.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.2 | 12.15 | | | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 1.4 |
| 2.6 | 0.5 | 12.30 | | | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 1.5 | 12.30 | | | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 1.7 |
| 2.3 | 0.6 | 12.45 | | | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 1.3 | 12.45 | | | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 1.5 |
| 0.8 | 0.2 | 13.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 1.1 | 13.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.6 |
| 3.3 | 0.2 | 13.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 1.2 | 13.15 | | | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 1.2 |
| 2.5 | 0.2 | 13.30 | | | 0.1 | 0.0 | 0.5 | 1.0 | 13.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 1.2 |
| 2.9 | 0.3 | 13.45 | | | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1.4 | 13.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.6 |
| 2.3 | 0.4 | 14.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 14.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 2.5 | 0.1 | 14.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 14.15 | | | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.4 |
| 2.6 | 0.1 | 14.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 14.30 | | | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 1.5 | 0.2 | 14.45 | | | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 14.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |
| 1.0 | 0.1 | 15.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 15.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0.6 | 0.2 | 15.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 15.15 | | | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 1.6 | 0.1 | 15.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 15.30 | | | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 1.3 | 0.2 | 15.45 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 15.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 |
| 1.5 | 0.1 | 16.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.9 | 16.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 1.1 | 0.3 | 16.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.9 | 16.15 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.7 |
| 1.2 | 0.3 | 16.30 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 16.30 | | | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.5 |
| 0.9 | 0.1 | 16.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.9 | 16.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 17.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 17.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.5 |
| 0.7 | 0.3 | 17.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.8 | 17.15 | | | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 |
| 0.8 | 0.4 | 17.30 | | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 17.30 | | | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 |
| 1.6 | 0.9 | 17.45 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 17.45 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.6 |
| 0 | 0.3 | 18.00 | | | 0.0 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 18.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| 0.6 | 0.8 | 18.15 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 18.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 |
| 0.7 | 0.2 | 18.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 18.30 | | | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.5 |
| 0.9 | 0.2 | 18.45 | | | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 18.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.1 | 19.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 19.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 19.15 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 19.15 | | | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 19.30 | | | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 19.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 19.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 19.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.6 | 20.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 20.00 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| 0 | 0.4 | 20.15 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 20.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0.6 | 0.3 | 20.30 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 20.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 0 | 0.4 | 20.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 20.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 0 | 0.2 | 21.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.4 | 21.00 | | | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 21.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 21.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.3 | 21.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 21.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 21.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 21.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 22.00 | | | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 22.00 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.1 | 22.15 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 22.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 22.30 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 22.30 | | | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 22.45 | | | 0.0 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 22.45 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0 | 0.3 | 23.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 23.00 | | | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.2 | 23.15 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 23.15 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 0 | 0.2 | 23.30 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 23.30 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 |
| 0 | 0.2 | 23.45 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 23.45 | | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.3 |
| 0 | 0.4 | 00.00 | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 00.00 | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

นายอรินทร์ ศักดิ์เจริญชัยกุล เกิดเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2517 ที่จังหวัดชลบุรี ศึกษาสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยรังสิต ( B.Arch ) ปีการศึกษา 2539 ประกาศนียบัตรการศึกษาต่อเนื่อง จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2 ภาค ปี 2541 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สาขา สถาปัตยกรรมเขตร้อน ปีการศึกษา 2546 ( M.Arch )

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับเป็นรางวัลชมเชย การประกวดออกแบบบ้านไทยร่วมสมัยของเครือซีเมนต์ไทย

**ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้**

อาคารอ่าวอุดมการช่าง 166/56 หมู่ 7 ต.ทุ่งสุขลา อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20230
เบอร์โทร (038) 351735
แฟกซ์ (038) 351777
มือถือ 01 - 9292662

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้