

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริมาณและการกระจายตัวของฝุ่นละอองในบรรยากาศบริเวณรอบ

โครงการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และ สจล.

CONCENTRATION AND DISTRIBUTION OF DUST IN THE AREA OF
SUARNABHUMI AIRPORT AND KMITL.



โดย

นาย ชภัทรนน ชรรมรัตน์ รหัสนี้ 45010060

นาย จอมพล จีรวรรณธร รหัสนี้ 45010094

นาย จักรพงษ์ พงษ์พจนธรรม รหัสนี้ 45010100

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **62732**
วัน,เดือน,ปี **21 ส.ค. 2549**

b. 11629174
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**CONCENTRATION AND DISTRIBUTION OF DUST IN THE AREA OF
SUARNABHUMI AIRPORT AND KMITL.**



MR. TAPATNON THAMMARATTANAKORN

MR. JOMPON JIRAWANTORN

MR. JAKRAPHONG PONGPOTGANATAM

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงการพิเศษ

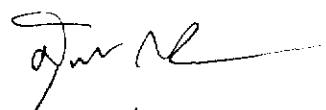
หัวข้อโครงการพิเศษ ปริมาณและการกระจายตัวของฝุ่นละอองในบรรยากาศบริเวณรอบโครงการ
ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และ สจล.

นักศึกษา นายชภัทรนน ธรรมรัตน์ รหัสนักศึกษา 45010060
นายจอมพล จีรวรรณธร รหัสนักศึกษา 45010094
นายจักรพงษ์ พงษ์พจน์ธรรม รหัสนักศึกษา 45010100

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา คร. อูมา สีนุญเรือง

| คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ | ลายมือชื่อ |
|--|--|
| ดร.สกุล ห่อวโนทยาน อาจารย์อุษะ สิริแก้ว ดร.อูมา สีนุญเรือง |  |

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว


(ผศ.สุพจน์ ศรีนิล)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อวันศึกษาเท่านั้น เดือนมกราคม พ.ศ. 2549 โยชนด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|--------------------|---|
| หัวข้อโครงการพิเศษ | ปริมาณและการกระจายตัวของฝุ่นละอองในบรรยากาศบริเวณรอบ โครงการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และ สจล. CONCENTRATION AND DISTRIBUTION OF DUST IN THE AREA OF SUVARNABHUMI AIRPORT AND KMITL. |
| นักศึกษา | นายจักรพงศ์ พงษ์พจนธรรม , นายชภัทรนน ธรรมรัตน์กร , นายจอมพล จีรวรรณธร |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ดร. อูมา สีนุญเรือง |
| ระดับการศึกษา | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา |
| ภาควิชา | วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ |
| ปีการศึกษา | 2548 |

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็น การศึกษาปริมาณและการกระจายตัวของฝุ่นละอองในบรรยากาศ ที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน(PM10) ในบริเวณโครงการพัฒนาท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ บริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและบริเวณพื้นที่โดยรอบ ด้วยวิธีการตรวจวัด Gravimetric high volume sampler ตามมาตรฐานขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : USEPA) Method 5 โดยจะแสดงถึง ปริมาณและการกระจายตัวของฝุ่นละอองในบรรยากาศในขณะก่อสร้างสนามบินฯ ในระหว่างเดือน กันยายน 2548 ถึง กุมภาพันธ์ 2549 พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงและทำนายลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยใช้ความเร็วและทิศทางลม เป็นตัวแปรในการคำนวณทำนายลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นละออง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : CONCENTRATION AND DISTRIBUTION OF DUST IN THE AREA OF SUVARNABHUMI AIRPORT AND KMITL.

Name : MR. TAPATNON THAMMARATTANAKORN ,
MR. JOMPON JIRAWANTORN ,MR. JAKRAPHONG PONGPOTGANATAM

Field : CIVIL ENGINEERING

Department : CIVIL ENGINEERING

Faculty : ENGINEERING

Advisor : DR. UMA SEEBOONRUANG

Abstract

The purpose of the research is to study the concentration and distribution of dust which is smaller than 10 micron (PM10) in the area of suvarnabhumi airport, KMITL, and the vicinity. The method of Gravimetric high volume sampler in standard of United States Environmental Protection Agency (USEPA) Method 5 is applied . The result will reveal the concentration and distribution of dust during the airport construction from September 2005 to February 2006. In addition, mathematic modeling which measured wind speed and direction as parameters, will be constructed in order to predict the dust distribution in the atmosphere in the future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษเรื่องปริมาณและการกระจายตัวของฝุ่นละอองในบรรยากาศ บริเวณรอบโครงการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และ สจล.นี้ บรรลุความสำเร็จด้วยดี ด้วยได้รับความเมตตากรุณาจาก คร. อูมา สีนุญเรือง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษและ คร. สกุต ท่อวโนทยาน อาจารย์อุบะ สิริแก้ว คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ ที่ท่านได้ให้คำแนะนำตั้งแต่เริ่มการศึกษา ให้คำปรึกษาเมื่อเกิดปัญหา จนกระทั่งโครงการพิเศษเสร็จสิ้นสมบูรณ์

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง บริษัทท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน), SHIMIZU CORPORATION AND VICHIPBHAN CONSTRUCTION CO.,LTD, THAINIPPON ROAD CO.,LTD, นางสาวชุติการ์ณ สิริคำ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำโครงการพิเศษ กรมอุตุนิยมวิทยา ที่เอื้อเฟื้อข้อมูล

ขอขอบคุณ บุพการี ที่เป็นจุดเริ่มต้นของความสำเร็จในทุกสิ่ง รวมถึงครอบครัวที่คอยให้ความอบอุ่นและกำลังใจตลอดมา

ขอขอบคุณคณาจารย์ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชา

การจัดทำโครงการพิเศษในครั้งนี้จะไม่ประสบความสำเร็จได้เลยถ้าหาก ไม่ได้รับความร่วมมือและสนับสนุนจากบุคคลที่กล่าวมาในข้างต้น อีกทั้งบุคคลที่ไม่ได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ หากผลที่ได้จากการทำโครงการพิเศษครั้งนี้ คณะผู้ศึกษาขอขอบคุณความดีให้บุพการี คณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทำโครงการพิเศษในครั้งนี้ คณะผู้จัดทำขอน้อมรับไว้เป็นแนวทางในการจัดทำครั้งต่อไป

นาย ชภัทรนน ธรรมรัตนากร

นาย จอมพล จีรวรรณธร

นาย จักรพงษ์ พงษ์พจนธรรม

ผู้ประพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

| | หน้า |
|--|-----------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | ข |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ค |
| สารบัญ..... | ง |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| สารบัญรูป..... | ช |
| บทที่ 1 | |
| บทนำ | 1 |
| 1.1 กล่าวนำ | 1 |
| 1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... | 2 |
| 1.4 ขอบเขตการศึกษา | 2 |
| 1.5 วิธีการศึกษา..... | 2 |
| 1.6 ประโยชน์ของการศึกษา | 5 |
| บทที่ 2 | |
| วรรณกรรมปริทัศน์ | 7 |
| 2.1 ผู้่นละออง | 7 |
| 2.1.1 แหล่งกำเนิดของผู้่นละออง | 7 |
| 2.1.2 การจำแนกผู้่นละออง | 8 |
| 2.1.3 ผลกระทบของผู้่นละออง | 8 |
| 2.2 มาตรฐานการควบคุมปริมาณผู้่นละออง..... | 12 |
| 2.3 หลักการตรวจวัดผู้่นละอองในบรรยากาศ | 14 |
| 2.4 ปังจัยที่มีผลต่อการตรวจวัดผู้่นละอองในบรรยากาศ..... | 14 |
| 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างงานวิจัยที่กำลังศึกษากับงานวิจัยที่ผ่านมา | 16 |
| บทที่ 3 | |
| วิธีดำเนินการวิจัย | 18 |
| 3.1 หลักการทำงานและวิธีการใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณผู้่น..... | 18 |
| 3.1.1 ส่วนประกอบตัวเครื่อง | 20 |
| 3.1.2 หลักการทำงาน | 24 |
| 3.1.3 วิธีการใช้ | 25 |
| 3.2 การเลือกจุดเก็บตัวอย่าง | 25 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่สามารถเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|-----------|
| บทที่ 4 | |
| ผลการศึกษา | 26 |
| 4.1 ปริมาณผู้ลงทะเบียน | 26 |
| 4.2 ขนาดและทิศทางการกระจายตัวของผู้ลงทะเบียน | 48 |
| 4.3 ความขึ้นสัมพันธ์ | 52 |
| บทที่ 5 | |
| วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา | 53 |
| 5.1 วิเคราะห์ผลการศึกษา | 53 |
| 5.1.1 เปรียบผลการศึกษาที่ได้กับการศึกษาที่ผ่านมา..... | 53 |
| 5.1.2 แหล่งกำเนิดและลักษณะการกระจายตัวของผู้ลงทะเบียน | 53 |
| 5.1.3 แบบจำลองแสดงการกระจายตัวของผู้ลงทะเบียน | 54 |
| 5.1.4 แบบจำลองทำนายลักษณะการกระจายตัวของผู้ลงทะเบียนในอนาคต... .. | 56 |
| 5.2 สรุปผลการศึกษา | 62 |
| ภาคผนวก | 63 |
| ภาคผนวก ก ตารางแสดงปริมาณผู้ลงทะเบียนทั้งหมด 16 จุด | 64 |
| บรรณานุกรม | 80 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

| | |
|--|----|
| 2.1 แสดงมาตรฐานปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ..... | 12 |
| 2.2 แสดงมาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศในประเทศไทยและต่างประเทศ | 13 |
| 2.3 คุณภาพอากาศในบริเวณพื้นที่ สจล. | 17 |
| 3.1 คำอธิบายสัญลักษณ์แทนส่วนประกอบของเครื่องวัดฝุ่น | 21 |
| 4.1 ปริมาณฝุ่นละอองขนาด PM10 ในพื้นที่ทำการศึกษา | 29 |
| 4.2 สถิติความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ของประเทศไทยในช่วงฤดูกาลต่างๆ..... | 52 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่

หน้า

| | | |
|------|--|----|
| 1.1 | แผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน | 3 |
| 1.2 | แนวโน้มฝุ่นขนาดเล็กทรายปีใน กรุงเทพมหานคร ปี 2537 – 2547 | 4 |
| 1.3 | แนวโน้มฝุ่นรวมรายปีใน กรุงเทพมหานคร ปี 2537 – 2547 | 4 |
| 1.4 | แผนที่แสดงพื้นที่ทำการศึกษาบริเวณ สจล. และท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ | 5 |
| 2.1 | แสดงขนาดของฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ | 11 |
| 2.2 | เครื่องเก็บฝุ่นละอองในบรรยากาศแบบ High Volume Sampler | 15 |
| 3.1 | เครื่องวัดปริมาณฝุ่น DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor | 19 |
| 3.2 | แสดงส่วนประกอบของตัวเครื่อง | 20 |
| 3.3 | Air inlet tubes | 22 |
| 3.4 | Air separators | 23 |
| 3.5 | แผนภูมิหลักการทำงานของ เครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง | 24 |
| 4.1 | แผนที่แสดงบริเวณที่ทำการตรวจวัดพร้อมแสดงตำแหน่งจุดตรวจวัด..... | 28 |
| 4.2 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลาบริเวณ อาคารCCA | 32 |
| 4.3 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ อาคาร ECC..... | 33 |
| 4.4 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ สนามบินช่างรัตนากร | 34 |
| 4.5 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ J&V..... | 35 |
| 4.6 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ Thai Nippon.... | 36 |
| 4.7 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ สวนเพาะต้นไม้ | 37 |
| 4.8 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ Terminal | 38 |
| 4.9 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ ป้อมยาม | 39 |
| 4.10 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ บทม. | 40 |
| 4.11 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ หน่วยดับเพลิง..... | 41 |
| 4.12 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ อาคารระบายน้ำฝ้ายตะวันออก..... | 42 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

| | | |
|------|---|----|
| 4.13 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ อาคารระบายน้ำฝ้ายตะวันตก..... | 43 |
| 4.14 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ ซอยจินดา..... | 44 |
| 4.15 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ ซอยอัสสัมชัญ..... | 45 |
| 4.16 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ ซอยเกิ้งาม 2..... | 46 |
| 4.17 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ หอราชพฤกษ์..... | 47 |
| 4.18 | แผนภาพวงกลมแสดงขนาดและทิศทางของกระแสลมเดือนสิงหาคม 2548..... | 49 |
| 4.19 | แผนภาพวงกลมแสดงขนาดและทิศทางของกระแสลมเดือนกันยายน 2548..... | 49 |
| 4.20 | แผนภาพวงกลมแสดงขนาดและทิศทางของกระแสลมเดือนตุลาคม 2548..... | 50 |
| 4.21 | แผนภาพวงกลมแสดงขนาดและทิศทางของกระแสลมเดือนพฤศจิกายน 2548..... | 50 |
| 4.22 | แผนภาพวงกลมแสดงขนาดและทิศทางของกระแสลมเดือนธันวาคม 2548..... | 51 |
| 4.23 | แผนภาพวงกลมแสดงขนาดและทิศทางของกระแสลมเดือนมกราคม 2549..... | 51 |
| 5.1 | แบบจำลองแสดงการกระจายตัวของฝุ่นละอองในสถานะคงที่..... | 55 |
| 5.2 | เปรียบเทียบแบบจำลองจากการคำนวณกับแบบจำลองจากข้อมูลจริง..... | 58 |
| 5.3 | แบบจำลองแสดงลักษณะการเคลื่อนตัวของฝุ่นละอองในเดือนมกราคม..... | 59 |
| 5.4 | แบบจำลองแสดงลักษณะการเคลื่อนตัวของฝุ่นละอองในเดือนสิงหาคม..... | 60 |
| 5.5 | กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองบริเวณ อาคาร CCA ในเดือนสิงหาคม..... | 61 |
| 5.6 | กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองบริเวณ ซอยจินดา ในเดือนสิงหาคม..... | 61 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 กล่าวนำ

ในปี 2539 กรุงเทพมหานคร ถูกกล่าวว่าเป็นเมืองมหานครที่มีปัญหาฝุ่นละอองในบรรยากาศสูงที่สุดเป็นอันดับ 1 ของโลกถึงแม้ว่าความเป็นจริงจะไม่เป็นเช่นนั้นก็ตาม แต่ปัญหามลพิษทางอากาศในขณะนั้นก็อยู่ในระดับรุนแรงและน่าวิตก นอกเหนือไปจากวิกฤตการณ์ของมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นในเมืองแล้ว ยังมีพื้นที่อื่นๆที่ประสบปัญหาภาวะมลพิษทางอากาศ ทำให้หน่วยงานต่างๆที่รับผิดชอบต่างเร่งแก้ไขปัญหาเพื่อลบภาพสะท้อนที่เกิดขึ้น

ปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นทั้งในระดับจังหวัดและท้องถิ่น ส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในเฉพาะบางจุดที่เป็นชุมชนหนาแน่น บริเวณริมถนน และบริเวณใกล้เคียงกับสถานประกอบการหรือโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งได้สร้างความเดือดร้อนรำคาญแก่ประชาชน รวมทั้งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในระยะยาวได้ ดังนั้นเราทุกคนจึงมีอาจละเลยในการช่วยกันหาแนวทางป้องกันแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ ซึ่งนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันปัญหามลพิษทางอากาศยังคงมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ดังรูปที่ 1.1 , 1.2 จากรายงานสรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2547 พบว่ามลพิษทางอากาศ ยังคงมีปัญหาลักษณะใหญ่อันเนื่องมาจาก ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ซึ่งมีปริมาณสูงเกินมาตรฐานในหลายพื้นที่ ซึ่งพบว่าสาเหตุใหญ่ของปัญหาฝุ่นละออง คือ อุตสาหกรรมการก่อสร้าง และยานพาหนะที่สัญจรไปมาบนท้องถนน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) เป็นมหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่งที่มีชื่อเสียงในการผลิตบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปัจจุบันได้มีการก่อสร้างโครงการขนาดใหญ่ขึ้นในพื้นที่บริเวณโดยรอบ สจล. เช่น โครงการพัฒนาท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ในพื้นที่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของ สจล. โครงการรถไฟฟ้าความเร็วสูง โครงการตัดถนนใหม่เข้าสู่ท่าอากาศยาน ฯลฯ โครงการเหล่านี้ล้วนก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องติดตามและหาแนวทางแก้ไข ผลกระทบต่อคุณภาพอากาศใน สจล. เพื่อเป็นหลักประกันว่าคุณภาพอากาศภายใน สจล. จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในสภาพที่ดีและสามารถดำเนินการตามมาตรฐานต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อรักษาความสามารถในการสร้างบุคลากรชั้นนำของ สจล. ต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาถึงปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ เทียบกับมาตรฐานของปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศที่ประเทศไทยกำหนด
2. เพื่อศึกษาการกระจายตัว ที่มาและแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง
3. เพื่อจัดทำ แผนที่แสดงการกระจายตัวของฝุ่นละอองในบรรยากาศ (Contour map)
4. เพื่อจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Model) แสดงและทำนายการกระจายตัวของฝุ่นละออง

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1. กำหนดพื้นที่ทำการศึกษาริเวณ โครงการพัฒนาท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ สจล. และเขตชุมชนใกล้เคียง สจล. รูปที่ 1.3
2. ทำการศึกษาเฉพาะปริมาณฝุ่นละอองภายในบรรยากาศขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เทียบกับมาตรฐาน PM10 ด้วยหลักการตรวจวัด Gravimetric Volume Sampler ตามมาตรฐาน องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : USEPA) Method 5 ด้วยเครื่องตรวจวัดฝุ่น DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor
3. ทำการเก็บข้อมูล ตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ ตั้งแต่ เดือน กันยายน พ.ศ. 2548 ถึง เดือน มกราคม พ.ศ. 2549

1.5 วิธีการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับมลพิษในอากาศ ในเรื่องของฝุ่นละออง
2. ศึกษาความรู้ในการใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่น DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor ด้วยหลักการตรวจวัด Gravimetric Volume Sampler ตามมาตรฐาน USEPA Method 5
3. ศึกษาแผนที่ภูมิศาสตร์และวางแผน กำหนดจุดตั้งการตรวจวัดปริมาณฝุ่น และวางแผนวันในการตั้งเครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่น
4. ตั้งเครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่น โดยทำการตรวจวัดสถานีละ 3 วันหาค่าเฉลี่ย
5. รวบรวมข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ประเทศไทยกำหนด

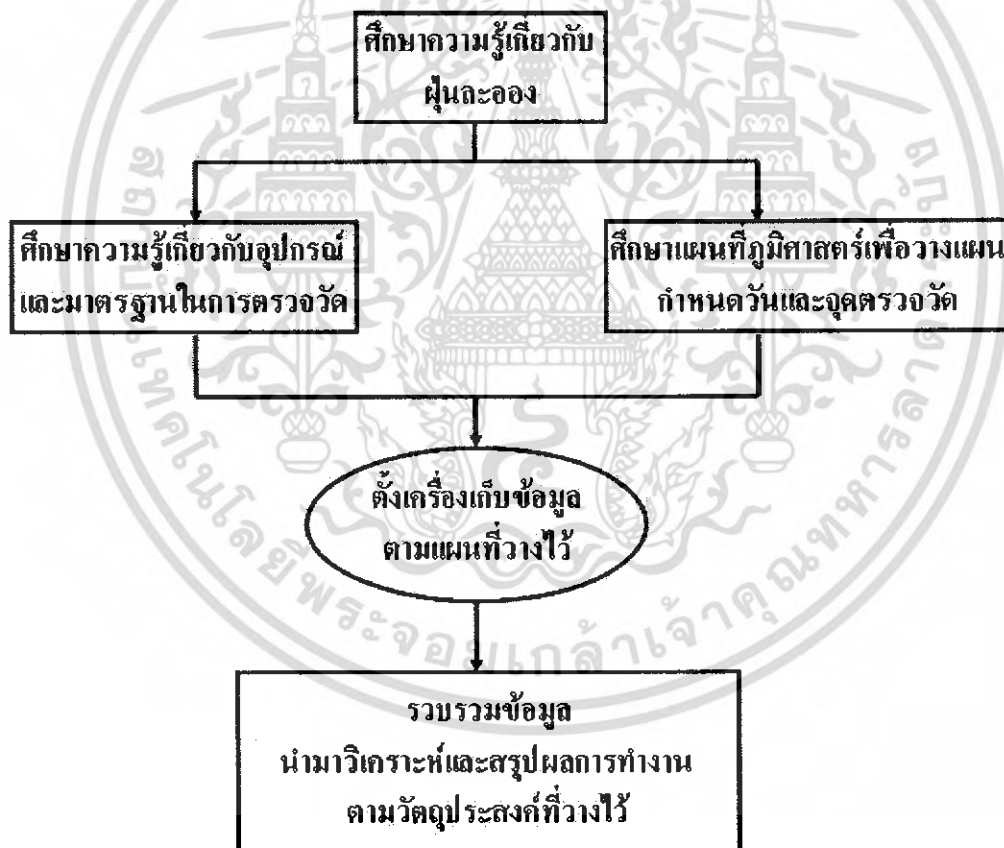
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จัดทำแผนที่แสดงการกระจายตัวของฝุ่นละออง (Contour map) วิเคราะห์ถึง ที่มาและ แหล่งกำเนิดของฝุ่น

7. จัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Model) แสดงการกระจายตัวของฝุ่นละออง

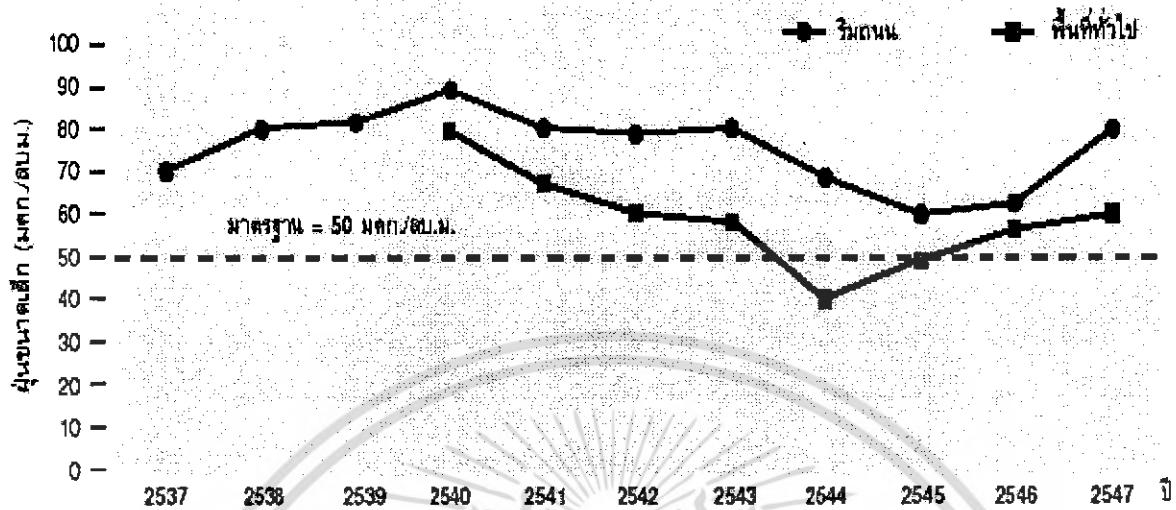
1.6 ประโยชน์ของการศึกษา

เพื่อทราบถึงปริมาณ ที่มา แหล่งกำเนิด และการกระจายตัว ของฝุ่นละอองในบรรยากาศ สำหรับเป็น ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำไปใช้ใน การวางแผนป้องกันและลดมลพิษทางอากาศเนื่องจากฝุ่นละออง หรือนำไปอ้างอิงเพื่อการศึกษาต่อไป

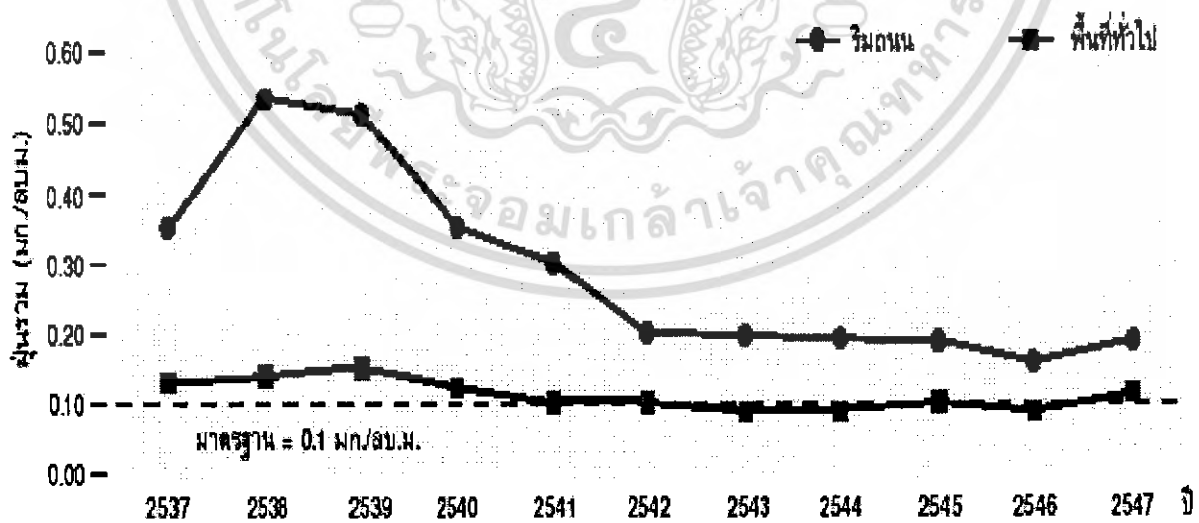


รูปที่ 1.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



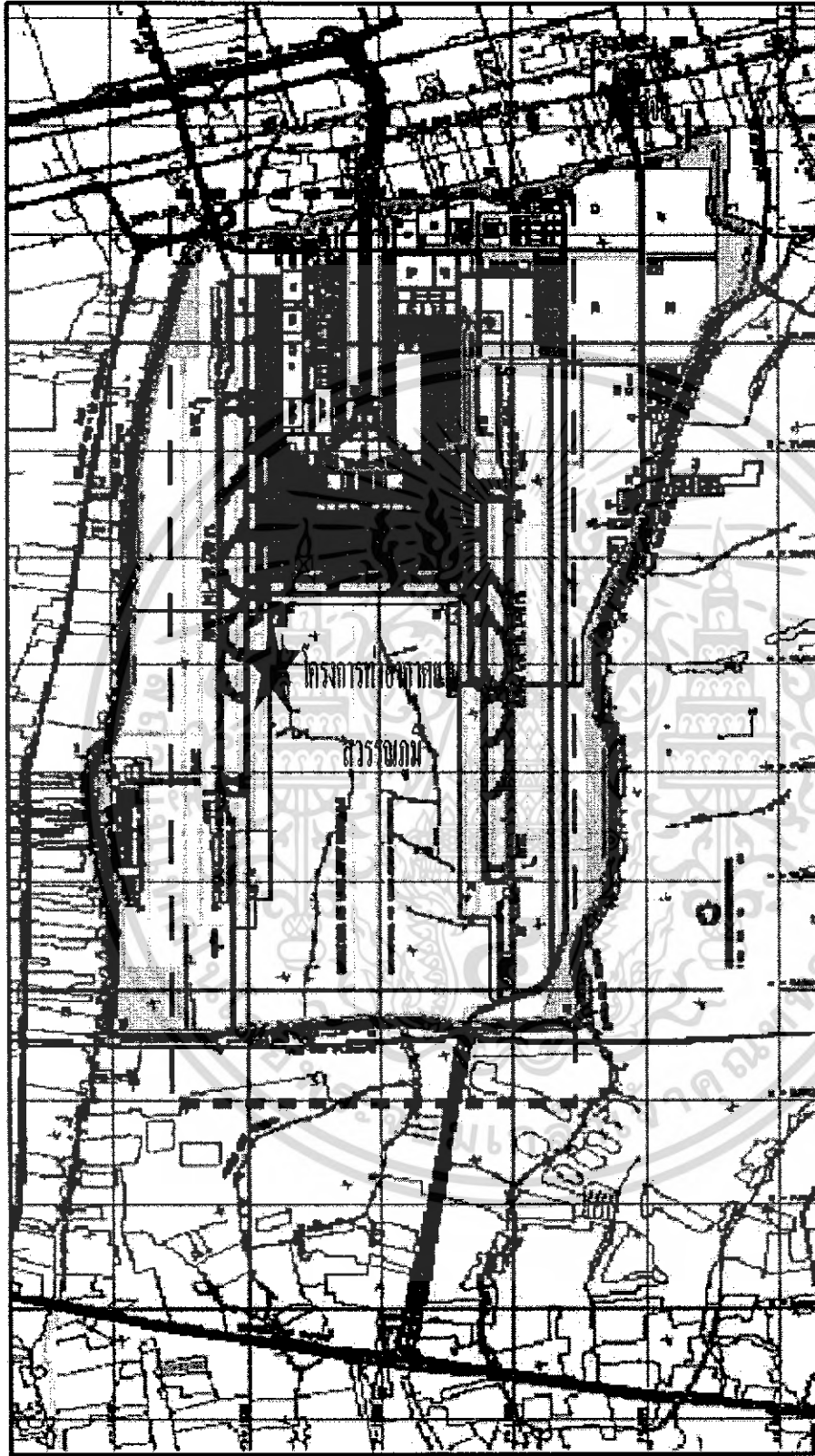
รูปที่ 1.2 แนวโน้มฝุ่นขนาดเล็กรายปีใน กรุงเทพมหานคร ปี 2537 – 2547
(ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)



รูปที่ 1.3 แนวโน้มฝุ่นรวมรายปีในกรุงเทพมหานคร ปี 2537 – 2547

(ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.4 แผนที่แสดงพื้นที่ทำการศึกษาระดับ สอ. และท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

(ที่มา : บริษัทท่าอากาศยานสากลกรุงเทพแห่งใหม่ จำกัด, พ.ศ. 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่จะกล่าวถึงในบทนี้ เกี่ยวข้องกับ ความหมาย ลักษณะ คุณสมบัติ แหล่งกำเนิด การจำแนก ผลกระทบ มาตรฐานการควบคุมปริมาณ หลักการและปัจจัยในการตรวจวัด ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยวิธี Gravimetric Volume Sampler และการศึกษาถึงความสัมพันธ์ ของงานวิจัยในเรื่องของฝุ่นละอองในบรรยากาศที่ผ่านมากับโครงการที่กำลังทำการศึกษา

2.1 ฝุ่นละออง

ฝุ่นละออง (Dust) หมายถึง กลุ่มของมลสารอนุภาคเล็กๆ อาจเป็นทั้งของแข็งหรือของเหลวที่ แฉวยลอยอยู่ในบรรยากาศ มีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ 0.0002 ไมครอน (โมเลกุลของสาร) ไปจนถึงขนาด ใหญ่กว่า 500 ไมครอน(ฝุ่นทรายขนาดใหญ่) ซึ่งอนุภาคเหล่านี้มีองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทาง ฟิสิกส์แตกต่างกันออกไป

2.1.1 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง

แหล่งที่มีของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ไฟป่า เช่น หิน ดิน ทราย เขม่าควัน ฝุ่นเกลือจากทะเล
- เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น แบ่งได้เป็น

- ฝุ่นจากการคมนาคมขนส่งและการจราจร เช่น ฝุ่นดินทรายที่ฟุ้งกระจายใน ถนน ขณะที่รถยนต์วิ่งผ่าน ฝุ่นดินทรายที่หล่นจากการบรรทุกขนส่ง การกองวัสดุสิ่งของบนทางเท้าหรือ บนเส้นทางการจราจร

- ฝุ่นจากการก่อสร้าง เช่น ฝุ่นจากการสร้างถนน/อาคาร การปรับปรุงผิว การจราจร การรื้อถอนอาคารและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ การก่อสร้างเพื่อติดตั้งหรือปรับปรุงระบบ สาธารณูปโภค

- ฝุ่นจากการประกอบการอุตสาหกรรม เช่น การทำปูนซีเมนต์ โรงงาน ประกอบกิจการเกี่ยวกับหิน กรวด ทราย หรือดิน สำหรับใช้ในการก่อสร้าง การไม่บดหรือย่อยหิน การ ร่อนหรือการคัดกรวดหรือทราย

- ฝุ่นจากการประกอบกิจกรรม อื่น ๆ เช่น การทำความสะอาด การทำอาหาร

การทาสี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การจำแนกฝุ่นละออง

การจำแนกฝุ่นละอองสามารถจำแนกออกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของฝุ่นละออง ซึ่งแบ่งได้ 2 ชนิดคือ ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศโดยทั่วไป มีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอน (Total Suspended Particulate Matter , TSP) หรือเรียกว่า ฝุ่นรวม และฝุ่นละอองที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา หรือ ฝุ่นละอองที่มีอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ (Respiratory Suspended Particulate Matter or Suspended Particulate Matter , SPM) ฝุ่นขนาดนี้สามารถเข้าสู่ระบบหายใจของมนุษย์ได้ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ โดยจะกล่าวถึงผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ในหัวข้อถัดไป

2.1.3 ผลกระทบของฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศโดยทั่วไป มีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา ซึ่งเป็นมลพิษทางอากาศ ล้วนก่อให้เกิดปัญหาผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของ คน สัตว์ พืช และความเสียหายต่อสิ่งของ ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญแก่ประชาชน จากการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้จำแนกผลกระทบของฝุ่นละอองในบรรยากาศไว้ดังนี้

- ผลกระทบต่อบรรยากาศทั่วไป

ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น ทำให้ทัศนวิสัยไม่ดี เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นอนุภาคของแข็งที่ดูดซับและหักเหแสงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นและองค์ประกอบของฝุ่นละออง

- ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

ฝุ่นละอองที่ตกลงมานอกจากจะทำให้เกิด ความสกปรกเลอะเทอะแก่บ้านเรือน อาคาร สิ่งก่อสร้างแล้ว ยังทำให้เกิดการทำลายและกัดกร่อนผิวหน้าของโลหะ หินอ่อน หรือวัตถุอื่นๆ เช่น รั้วเหล็ก หลังคาสังกะสี รูปปั้น

- ผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายของมนุษย์

ในการพิจารณาผลกระทบที่มีต่อมนุษย์จากฝุ่นขนาดต่างๆ นั้น จากการศึกษาต่างๆ สรุปว่า ฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน มักจะติดอยู่ในจมูกและทางเดินอากาศส่วนบนเกือบทั้งหมด ส่วนฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จะผ่านเข้าไปถึงหลอดลมในปอด บางส่วนเข้าถึงอวัยวะส่วนอื่นของปอดได้ (รูปที่ 2.1) และฝุ่นพวกนี้อาจจะถูกกำจัดออกไปโดยกลไกการทำงานของปอด สำหรับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอนจะสามารถผ่านเข้าออกปอดได้เช่นเดียวกับก๊าซ และอาจติดอยู่ในปอดบ้างเล็กน้อย ดังนั้นอาจแบ่งฝุ่นที่มีผลกระทบต่อร่างกายได้ 3 ขนาด คือ

1. ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน

2. ฝุ่นที่มีขนาดตั้งแต่ 0.1-10 ไมครอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้ที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน

การแบ่งขนาดของผู้มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอนนี้ แบ่งตามผลกระทบของผู้ที่มีต่อระบบหายใจ (ตั้งแต่ จมูก ปาก จนถึงปอด) แคนอกจากผู้จะมีอันตรายต่อระบบหายใจแล้ว ผู้ยังมีอันตรายต่อตาและผิวหนังด้วย และหากพิจารณาโดยภาพรวมทั้งอันตรายต่อระบบทางเดินอากาศ ตา และผิวหนัง ผลกระทบต่อร่างกายเหล่านี้ อาจจะทำให้ร่างกายของมนุษย์อ่อนแอลง ทำให้ภูมิคุ้มกันโรคต่างๆ มีประสิทธิภาพลดลงเป็นอันตรายต่อร่างกายโดยรวม นอกจากนี้หากอันตรายต่ออวัยวะต่างๆ ที่กล่าวถึงนั้นมีผลทำให้เกิดอาการเบื่ออาหาร ร่างกายก็จะยิ่งอ่อนแอลงมากขึ้น ผลกระทบกับร่างกายก็จะมีมากขึ้น

จากการพิจารณาขนาดของผู้และคุณสมบัติของผู้มีขนาดต่างๆ กล่าวได้ว่าผู้ที่มีขนาดเล็ก การตกสู่พื้นดินก็จะลดลง ในทางตรงกันข้าม จำนวนเมื่อผู้มีต่อหน่วยปริมาตรจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และพื้นที่ของผิวผู้มีจะเพิ่มขึ้นด้วย (เมื่อขนาดของผู้มีลดลง) เป็นผลให้ผู้มีมีโอกาสสัมผัสกับอวัยวะในร่างกายและสิ่งอื่นๆ (เช่น ภาวะ หรือของเหลว) มากขึ้น ซึ่งจะทำให้มีโอกาสเป็นอันตรายต่อร่างกายมากขึ้น

- ผู้ที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน

ผู้ที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนนี้ ส่วนใหญ่จะติดอยู่ในจมูกและทางเดินอากาศส่วนบน ดังนั้นผู้ที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนนี้จะมีผลกระทบต่ออวัยวะในส่วนนี้รวมถึงผลกระทบต่อตาและผิวหนังด้วย ผลกระทบกับอวัยวะของระบบทางเดินอากาศส่วนบนนี้ก็จะทำให้มีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินอากาศได้ เช่น หายใจไม่สะดวก นอกจากนี้ก็จะมีผลต่อเวลาที่มีผู้มีส่วนผลกระทบกับตา ก็อาจทำให้มีการระคายเคืองตา สำหรับผิวหนังนั้น ผู้มีขนาดนี้อาจทำให้มีปัญหาที่ผิวหนัง หรือถึงกับเป็นโรคผิวหนังได้ ซึ่งก็มีรายงานเกี่ยวกับอาการเหล่านี้ในการสำรวจของกระทรวงสาธารณสุขด้วย นอกจากผลกระทบ ต่อร่างกายโดยตรงแล้ว ผู้มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน ที่มีจำนวนมากจะทำให้ระคายเคืองเห็นสัมผัส ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ เช่น การสัมผัสกับส่วนเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกลต่างๆ เนื่องจากมองไม่ชัดเจนหรือการถูกยานพาหนะเฉี่ยวชน เพราะความสามารถในการเห็นของทั้งผู้ขับรถและผู้โดนเฉี่ยวชนต่ำเนื่องจากผู้มี บวกกับความประมาทของฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งหรือทั้งสองฝ่าย

นอกจากผลกระทบที่กล่าวแล้วผู้ที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน (และอาจรวมถึงผู้มีขนาดอื่นๆในบางกรณีด้วย) นี้จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานลดลง ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความไม่พอใจ ส่งผลให้ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรสูงขึ้น หรือทำให้ประชาชนที่อยู่ใกล้เคียงกับผู้มีฟุ้งกระจายไปถึงเกิดความไม่พอใจ เหล่านี้จะทำให้กำไรจากการประกอบการลดลง เนื่องจากมีผลผลิตน้อยลงหรือมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำราเกือบทุกเล่มมักจะกล่าวว่าฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนนี้ จะไม่เป็นอันตรายต่อระบบหายใจ (ระบบทางเดินอากาศ) ของมนุษย์ แต่ตำราหลายเล่มนี้จะชี้ให้เห็นว่าหากร่างกายได้รับฝุ่นเหล่านี้เป็นจำนวนมากและติดต่อกันเป็นเวลานาน ผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์จะมีมากขึ้น แม้แต่ระบบหายใจก็อาจมีปัญหา ดังนั้นก่อนที่จะกล่าวว่าฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนนี้ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ จะต้องพิจารณาปริมาณฝุ่นและระยะเวลาที่ร่างกายสัมผัสก่อน รวมทั้งควรคำนึงถึงอันตรายส่วนอื่นนอกจากระบบหายใจและคำนึงถึงอันตรายโดยอ้อมด้วย

- ฝุ่นที่มีขนาด 0.1 -10 ไมครอน

เนื่องจากฝุ่นขนาดนี้สามารถเข้าไปถึงส่วนต่างๆ ของระบบทางเดินอากาศจึงเป็นฝุ่นที่อาจเป็นอันตรายต่ออวัยวะของระบบทางเดินอากาศ และอันตรายที่เกิดอาจไม่รุนแรงหรือรุนแรงมากก็ได้ นอกจากนี้อันตรายของฝุ่นขนาดนี้ก็อีกอย่างหนึ่งคือ ฝุ่นขนาด 0.1-10 ไมครอนนี้เป็นฝุ่นที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า จึงทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่าฝุ่นเหล่านี้จะมีในบริเวณไหนบ้าง เป็นผลให้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงฝุ่นเหล่านี้ได้ นอกจากนี้ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (แต่ละเม็ด) จะมีน้ำหนักน้อยมาก จึงทำให้สามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้เกือบตลอดไป หากไปอยู่ในบริเวณที่มีฝุ่นเหล่านี้ก็จะทำให้มีโอกาสที่จะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้ตลอดเวลา

ฝุ่นขนาด 0.1-10 ไมครอน นี้อาจแบ่งย่อยได้เป็นสองขนาด คือ ขนาดที่ใหญ่กว่า 5 ไมครอน และขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน โดยขนาดที่เล็กกว่า 5 ไมครอนนี้จะเรียกว่าฝุ่นหายใจ (Respirable Dust) โดยมักถือกันว่าฝุ่นหายใจนี้สามารถเคลื่อนตัวไปได้ในทุกๆ ส่วนของระบบทางเดินอากาศ อย่างไรก็ดี แม้ว่าฝุ่นหายใจจะสามารถเคลื่อนตัวไปถึงส่วนปลายสุดของทางเดินอากาศ (ถุงลมในปอด) แต่ก็ไม่ใช่ว่าฝุ่นหายใจที่เข้าถึงบริเวณนี้ทุกชนิดจะทำให้เกิดโรคในปอดมีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่ก่อให้เกิดโรคร้ายแรงในปอด อันได้แก่

ฝุ่นซิลิกา (Silica หรือ SiO₂) ส่วนใหญ่เป็นฝุ่นจากหินเขี้ยวหนุมาน (Quartz) อาจก่อให้เกิดโรคซิลิโคซิส (Silicosis)

ฝุ่นแอสเบสตอส (Asbestos) อาจก่อให้เกิดโรคแอสเบสโตซิส (Asbestosis)

ฝุ่นซิลิเกตอื่นๆ (Other Silicate) อาจก่อให้เกิดโรคซิลิเกตโตซิส (Silicatoses)

ฝุ่นเหล็กหรือฝุ่นแร่เหล็ก อาจก่อให้เกิดโรคซิเดอโรซิส (Siderosis)

ฝุ่นถ่านหิน (จากทั้งบิทูมินัสและแอนธราไซท์) อาจก่อให้เกิดโรคปอดดำ (Black Lung) หรือแอนธราโคซิลิโคซิส (Anthracosilicosis)

โรคเหล่านี้เรียกรวมกันว่าโรคปอดที่เกิดจากฝุ่น หรือโรคนิวโมโคนิโอซิส (Pneumoconiosis) ในจำพวกโรคปอดที่เกิดจากฝุ่นเหล่านี้ โรคซิลิโคซิสถือว่าร้ายแรงที่สุด อย่างไรก็ตามยังไม่ชัดเจนว่า
เอ็กส์โพสชันเป็นเอ็กส์โพสชันที่ลดลงหรือการป้องกันเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้พูดเห็นใบเซปาระชันตามการคำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคปอดที่เกิดขึ้นจากฝุ่นเหล่านี้ (แม้แต่โรคซิลิโคซิส) อย่างเดียวจะทำให้ถึงตายได้ โดยทั่วไปเมื่อเกิดโรคเหล่านี้ มักมีโรคอื่นแทรกซ้อน เช่น นิวโมเนีย (Pneumonia) หรือวัณโรค (Tuberculosis) แล้ว โรคปอดที่เกิดจากฝุ่นนี้จะเสริมให้อาการทรุดลงเรื่อยๆ จนอาจถึงตาย

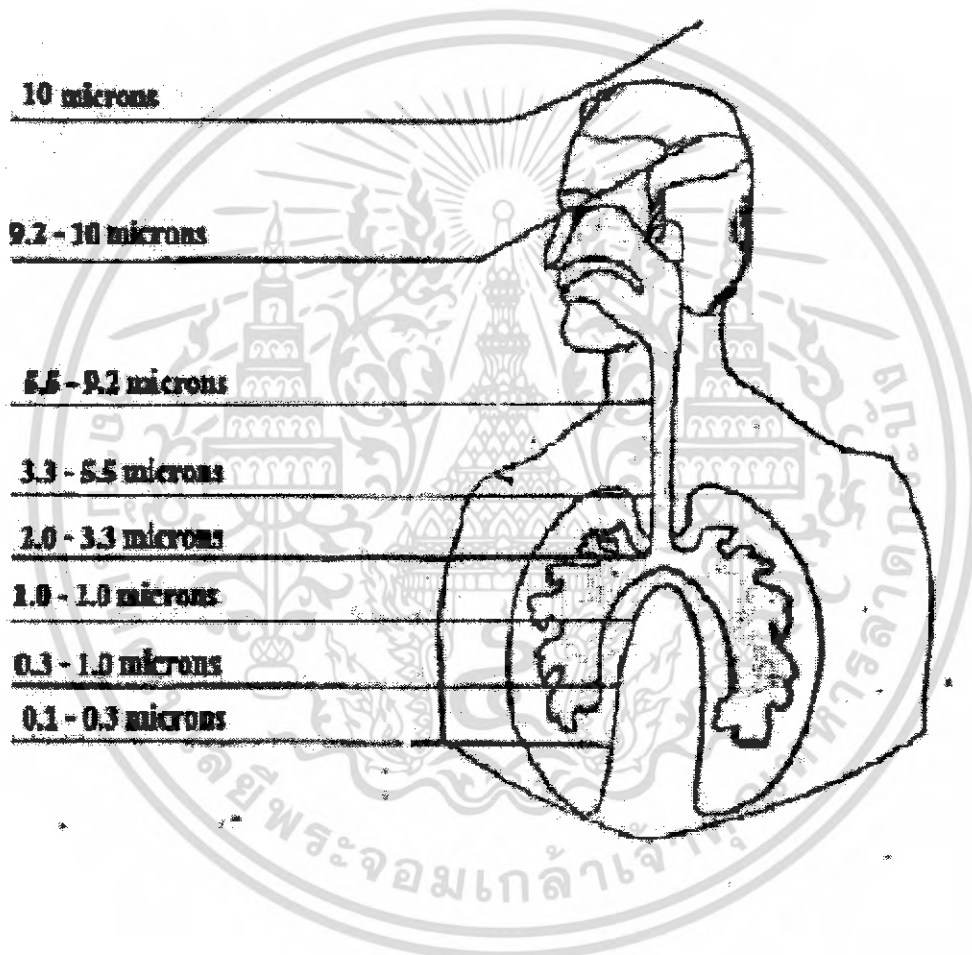
- ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน

ฝุ่นที่เล็กกว่า 0.1 ไมครอนนี้จะเป็นฝุ่นขนาดเล็กมาก โดยสามารถจะเคลื่อนตัวได้คล้ายก๊าซ(Mean Free Space) ระหว่างโมเลกุลของก๊าซ = 0.1 ไมครอน ดังนั้นฝุ่นขนาดนี้จะเข้าหรือออกจากปอดได้เหมือนกับก๊าซ และส่วนมากมักถือว่าไม่เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินอากาศ อย่างไรก็ตามไม่ควรลืมว่าหากมีความเข้มข้นของฝุ่นขนาดนี้สูงๆ อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้ เช่นเดียวกับฝุ่นขนาดอื่นๆ (ที่มีความเข้มข้น) แม้จะยังไม่มีหลักฐานยืนยันก็ตาม ดังนั้นจึงควรจะต้องพยายามป้องกันให้ฝุ่นทุกขนาดไม่ว่าเล็กหรือใหญ่ ให้มีความเข้มข้นต่ำสุดเท่าที่จะทำได้ โดยอย่างน้อยต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของฝุ่นละออง

ระบบทางเดินหายใจที่ฝุ่นเข้าถึง



รูปที่ 2.1 แสดงขนาดของฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ

(ที่มา : เอกสารประกอบการสัมมนา สถานการณ์ฝุ่นในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต และเทคโนโลยีการตรวจวัดฝุ่นในอากาศ โดย บริษัท สิทธิพรแอส โซซิเอต จำกัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 มาตรฐานการควบคุมปริมาณฝุ่นละออง

ค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศ ส่วนใหญ่การกำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยในระยะแรกจะดำเนินการตรวจวัด 24 ชั่วโมง และ 1 ปี ถัดมา ซึ่งเกือบทุกประเทศจะนิยมใช้วิธีการตรวจวัดเช่นนี้ ดังนั้น มาตรฐานของฝุ่นละอองในบรรยากาศ ของแต่ละหน่วยงาน/องค์การ ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ได้แสดงรายละเอียดตามตารางที่ 2.2 โดยภายในตารางจะแสดงถึงมาตรฐานปริมาณฝุ่นละอองของแต่ละประเทศ, มาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดต่างๆ ทั้ง 24 ชม. และ 1 ปี, มาตรฐานของแต่ละพื้นที่เช่น มาตรฐานในบริเวณเขตอุตสาหกรรม มาตรฐานบริเวณเขตที่พักอาศัย จำนวนข้อมูลที่ทำการศึกษา โดยจากข้อมูลล่าสุด เฉพาะในประเทศไทยจาก ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (ปี 2547) ได้กำหนดมาตรฐานปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงมาตรฐานปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ

| ขนาดของฝุ่นละออง | ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (mg/m^3) | ค่าเฉลี่ย 1 ปี (mg/m^3) |
|----------------------------------|--|--|
| ขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา (TSP) | 0.33 | 0.10 |
| ขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนลง (PM 10) | 0.12 | 0.05 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงมาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศในประเทศไทยและต่างประเทศ

| Standard | Measurement method | Standard | Guideline or standard ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | | Source (s) |
|--------------------|--------------------|------------------------|--|------------------|------------------|-----------------------|------------|
| | | | 8 hrs. | 24 hrs. | 1 year | Other averaging Times | |
| WHO | BS ⁿ | | | 125 ^a | 50 ^a | | 60 |
| | | | | 100- | 40-60 | | 59 |
| | | | | 150 | | | |
| | TSP | | | 120 ^a | | | 60 |
| | | | | 150- | 60-90 | | 59 |
| | | | 230 | | | | |
| | TP | | 70 ^a | | | 60 | |
| Argentina | TSP | | | | | 150(1month) | 31 |
| Brazil | BS ⁿ | Primary | | 150 | 60 | | 20 |
| | | Secondary | | 100 | 40 | | |
| | TSP | Primary | | 240 | 80 ⁱ | | |
| | | Secondary | | 150 | 60 ⁱ | | |
| | PM ₁₀ | | 150 | 50 ⁱ | | | |
| Sao Paulo | TSP | Attention | | 375 | | | |
| | | Alert | | 625 | | | |
| | TSP | Emergency | | 875 | | | |
| | | | | | | | |
| IP | Attention | | 250 | | | | |
| | Alert | | 420 | | | | |
| | Emergency | | 500 | | | | |
| China | TSP | Class I ^c | | 150 | | 300(notonce) | 24 |
| | | Class II ^d | 420 | 300 | | 1000(notonce) | |
| | | Class III ^e | 680 | 500 | | 1500(notonce) | |
| European Community | | | | | | | |
| UK | BS | 98 percentile | | 250 | | | 13 |
| | | 50 percentile | | 130 | | | |
| | | | | (Winter) | | | |
| | BS | 50 percentile | | 80 | | | |
| India | TSP | Sensitive area | 100 | 70 | | | 34 |
| | | Residential Area | 200 | 140 | | | |
| | TSP | Industrial area | 500 | 360 | | | |
| Indonesia | TSP | | | 260 | | | 15 |
| Japan | PM ₁₀ | | | 100 | | 200(1 hour) | 16 |
| Korea | TSP | | | 300 ^a | 150 | | 17 |
| Mexico | TSP | | | 275 | | | 25 |
| Philippines | TSP | | | 180 | | 250(1 hour) | 41 |
| Russia | TSP | | | 150 | | | 33 |
| Thailand | TSP | | | 330 | 100 ⁱ | | 38 |
| | | | | 120 ^c | 50 ^c | | |
| USA | | | | | | | |
| Federal | PM ₁₀ | | | 150 | 50 | | 57 |
| California | PM ₁₁ | | | 50 | 30 ⁱ | | 42 |

(ที่มา : UNEP/WHO, 1992 Urban Air Pollution)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลักการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ

การตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน โดยวิธี Gravimetric high volume (Suspended Particulates Matter PM-10) มาตรฐานของ องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Enviromental Protection Agency : USEPA) Method 5 มีหลักการดังนี้

- หลักการทำงาน

การเก็บตัวอย่างโดยการดูดผ่านเข้าหัวเก็บตัวอย่างอากาศที่ออกแบบเป็นพิเศษ (ดูรูปที่ 2.2) ให้ฝุ่นละอองที่มีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมาเท่านั้น ที่จะเก็บอยู่บนกระดาษกรองเก็บตัวอย่าง โดยควบคุมอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านปั๊มดูดอากาศ ให้คงที่ที่อัตรา 40 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (1.03 – 1.24 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที) และบังคับให้ตัวอย่างอากาศไหลเข้า Circumferential inlet ซึ่งเป็นช่องเปิดที่ขอบด้านบน โดยรอบของหัวเก็บตัวอย่างรูปทรงกลม และไหลเข้ารูเปิด Acceleration Jet ซึ่งเป็นช่องเปิดขนาดเล็กที่จะทำให้อากาศไหลผ่านเข้ารูเปิดด้วยความเร็วที่พอเหมาะทำให้ฝุ่นละอองขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนที่มากับอากาศ พุ่งเข้าชนและเกาะติดที่แผ่นคักฝุ่น Collection Shim เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นละอองที่ตกลงมาแล้วลอยฟุ้งขึ้นมาอีกอาจใช้ Silicone Grease Spray พ่นทา จากนั้นฝุ่นละอองที่เหลือซึ่งมีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน จะไหลผ่านเข้ารูเปิด Vent Tube ไหลเข้าไปเกาะติดที่กระดาษกรอง Filter จากนั้นจึงนำ Filter ที่เก็บฝุ่นละอองไว้ไปคำนวณหาปริมาณ

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ

การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ นั้นในการกำหนดช่วงเวลาในการศึกษาจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อผลในการตรวจวัด ดังนี้

- ความเร็วและทิศทางลม

ค่าความเร็วและทิศทางลม ที่เราสามารถตรวจวัดได้ จะเป็นข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์เพื่อหาที่มาและระบุแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง ได้ ทั้งยังเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการพิจารณาการกระจายตัวของฝุ่นละอองด้วย

- อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เป็นปัจจัยสำคัญต่อปริมาณของฝุ่นละอองในบรรยากาศ กล่าวคือ เช่น ในฤดูฝน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงฝุ่นละอองซึ่งมีความชื้นสูงจะทำให้อนุภาคมีน้ำหนักมากขึ้นทำให้ฝุ่นละอองตกลงสู่พื้นดิน เกิดการฟุ้งกระจายน้อยและส่งผลทำให้ค่าปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศลดลงกว่าในช่วงเวลาที่ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เช่น ในฤดูหนาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ความสัมพันธ์ของงานที่กำลังศึกษากับงานวิจัยที่ผ่านมา

ในการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา ในเรื่องของศึกษาการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ จาก รายงานฉบับสมบูรณ์ แผนแม่บทการจัดการและมาตรการลดและติดตามศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของ สจล. อันเนื่องมาจากโครงการพัฒนาท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ในส่วนของการศึกษาคุณภาพอากาศ ได้ทำการ ตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ ในบริเวณพื้นที่ของ สจล. ในปี พ.ศ. 2543 โดย บริษัท ทิม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด (ดูข้อมูลจาก ตารางที่ 2.3) พบว่าจากข้อมูลที่ศึกษามานั้นไม่สามารถบอกถึงแหล่งกำเนิด ที่มา และการกระจายตัวของฝุ่นได้ ทั้งยังมีได้คำนึงถึงปัจจัยที่มีผลในการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ ซึ่งปัจจัยในเรื่องของ ทิศทางลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ที่เปลี่ยนไปอาจทำให้ผลการศึกษาไม่มีความเที่ยงตรงเท่าที่ควรดังนั้นในโครงการที่ผู้เขียนกำลังศึกษานั้นจึงได้ คำนึงถึงปัจจัยต่างๆที่จะมีผลต่อการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุดเท่าที่จะมากได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณภาพอากาศในบริเวณพื้นที่ สจล.

| สถานีตรวจวัด | วันที่ตรวจวัด | พารามิเตอร์ | |
|-----------------------|---------------|--|--|
| | | ฝุ่น (TSP) mg/m ³ (24 ชั่วโมง) | PM10 mg/m ³ (24 ชั่วโมง) |
| หอพักนักศึกษา สจล. | 06/03/2543 | 0.111 | 0.060 |
| | 07/03/2543 | NA | 0.063 |
| | 08/03/2543 | NA | 0.051 |
| | 09/03/2543 | 0.143 | NA |
| | 10/03/2543 | 0.123 | NA |
| | เฉลี่ย | 0.125 | 0.058 |
| ศูนย์วิจัยคอมพิวเตอร์ | 06/03/2543 | 0.151 | 0.067 |
| | 07/03/2543 | 0.150 | 0.071 |
| | 08/03/2543 | 0.076 | 0.066 |
| | เฉลี่ย | 0.126 | 0.068 |
| สำนักหอสมุดกลาง | 09/03/2543 | 0.291 | 0.122 |
| | 10/03/2543 | 0.222 | 0.085 |
| | 11/03/2543 | 0.175 | 0.094 |
| | เฉลี่ย | 0.229 | 0.100 |
| คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ | 13/03/2543 | 0.229 | 0.177 |
| | 14/03/2543 | 0.145 | 0.103 |
| | 15/03/2543 | 0.127 | 0.097 |
| | เฉลี่ย | 0.167 | 0.127 |
| คณะเทคโนโลยีการเกษตร | 20/03/2543 | 0.118 | 0.067 |
| | 21/03/2543 | 0.078 | 0.044 |
| | 22/03/2543 | 0.138 | 0.077 |
| | เฉลี่ย | 0.111 | 0.063 |
| สำนักงานเขตลาดกระบัง | 17/03/2543 | 0.144 | 0.093 |
| | 18/03/2543 | 0.129 | 0.083 |
| | 19/03/2543 | 0.123 | 0.075 |
| | เฉลี่ย | 0.132 | 0.083 |
| มาตรฐาน | | 0.33 | 0.12 |

(ที่มา : บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด , พ.ศ. 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

62732

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยโครงการนี้ จะต้องใช้อุปกรณ์ , เครื่องมือ และทฤษฎีต่างๆช่วยในการวิเคราะห์ผล โดยในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการในการดำเนินการวิจัยดังนี้

- หลักการทำงานและวิธีการใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ เครื่อง Dustscan Scout Model 3020 Aerosol Monitor
- ขั้นตอนและวิธีการการเลือกจุดตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ

3.1 หลักการทำงานและวิธีการใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่น

เครื่องวัดปริมาณฝุ่นในบรรยากาศในปัจจุบันนี้มีหลากหลายชนิดและมีหลักการทำงานแตกต่างกันไป โดยจำแนกตามลักษณะการเก็บข้อมูลและแสดงผลข้อมูล โดยในที่นี้จะแนะนำเฉพาะเครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่น DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor (ดูรูปที่ 3.1) ที่ใช้ในการทำการศึกษาในโครงการนี้ โดยในเบื้องต้นจะแนะนำส่วนประกอบต่างๆของตัวเครื่อง และหน้าที่ในการทำงานก่อน

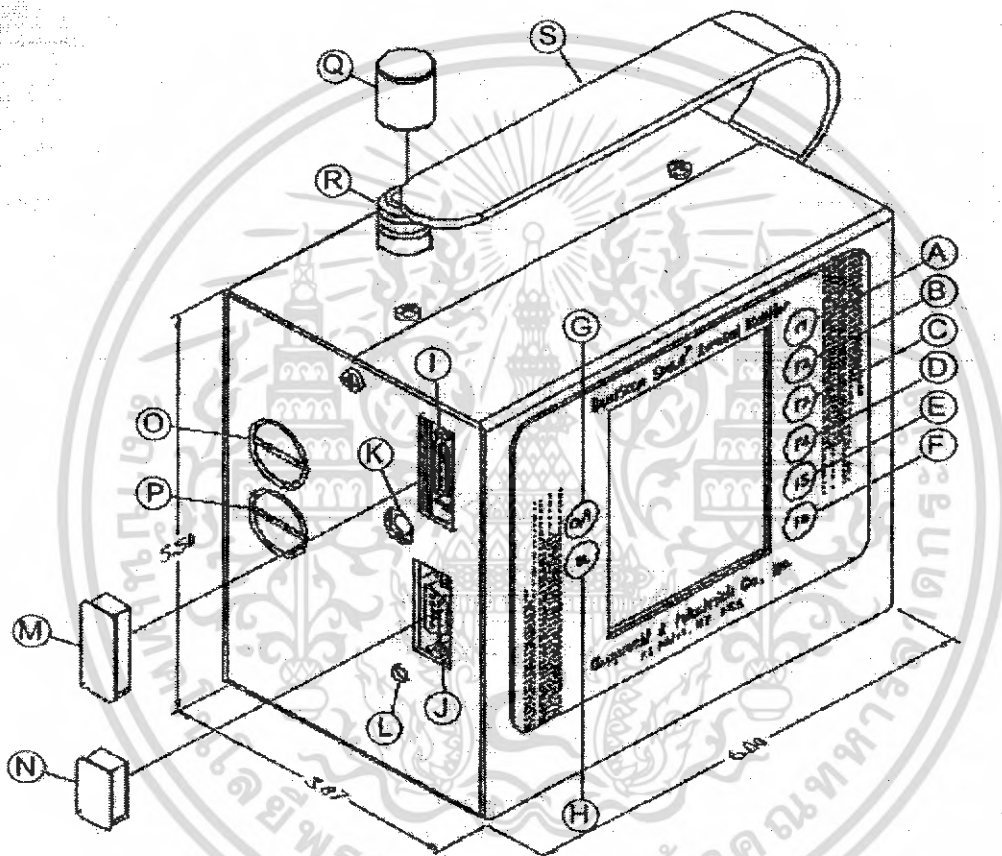


รูปที่ 3.1 เครื่องวัดปริมาณฝุ่น DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor
(ที่มา : Operating manual DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 19 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ส่วนประกอบตัวเครื่อง

ส่วนประกอบของตัวเครื่อง จะแสดงส่วนประกอบที่ใช้ในการควบคุมทำงานของตัวเครื่อง จากรูปที่ 3.2 และชื่อเรียกของส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องจาก ตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบของตัวเครื่อง

(ที่มา : Operating manual DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 คำอธิบายสัญลักษณ์แทนส่วนประกอบของเครื่องวัดฝุ่น

| DustScan Scout Controls and Attachments | |
|---|---|
| Symbol | Description |
| A | F1 Soft Function Key |
| B | F2 Soft Function Key |
| C | F3 Soft Function Key |
| D | F4 Soft Function Key |
| E | F5 Soft Function Key |
| F | F6 Soft Function Key |
| G | On/off Key |
| H | Backlight Control Key |
| I | Sentinel Outdoor Enclosure Connector |
| J | RS232 Connector |
| K | Power Connector |
| L | Display Contrast Adjustment |
| M | Protective Cap for Remote Outdoor Connector |
| N | Protective Cap for RS-232 Connector |
| O | Pump Filter Cartridge |
| P | Purge Filter Cartridge |
| Q | Protective Cap for Air Inlet |
| R | Air Inlet |
| S | Carring Handle |

(ที่มา : Operating manual DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับหน้าที่ในการทำงานของส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง ในที่นี้จะนำเสนอเฉพาะ ส่วนประกอบที่มีความสำคัญที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเท่านั้น โดยหากต้องการศึกษารายละเอียดการทำงานของ ส่วนประกอบอื่นๆ สามารถศึกษาได้จาก คู่มือการใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง Operating manual DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor (www.rpco.com)

- ส่วนประกอบสำคัญและหน้าที่ในการทำงาน

1. Air inlet tubes

อุปกรณ์ต่อเชื่อมกับตัวเครื่องมีหน้าที่เพื่อบรรจุไส้กรอง (Air separators) ไว้กับตัวและนำไป ประกอบเข้ากับตัวเครื่องโดยรายละเอียดของไส้กรองจะกล่าวในหัวข้อถัดไป โดยชนิดของ Air inlet tubes จะแบ่งเป็น 2 ชนิดตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (รูปที่ 3.3)

1. ขนาด Φ 10 mm. สำหรับบรรจุไส้กรอง PM2.5
2. ขนาด Φ 15 mm. สำหรับบรรจุไส้กรอง PM10 และ PM4.5



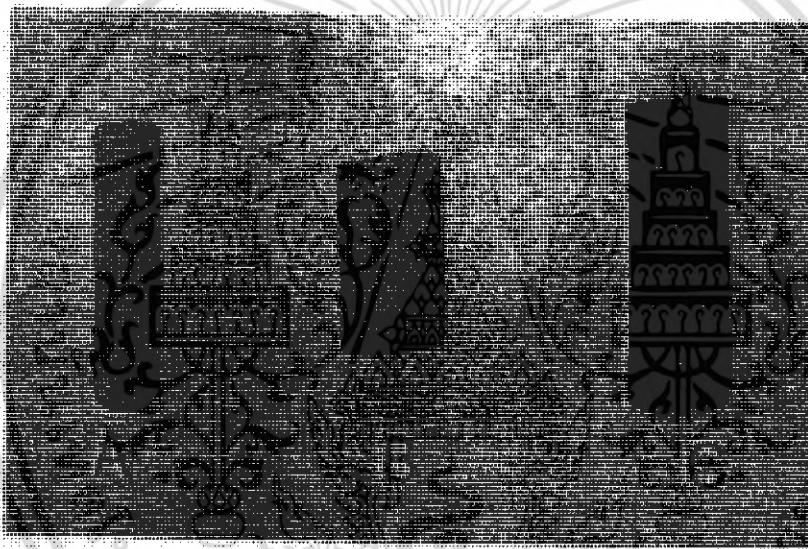
รูปที่ 3.3 Air inlet tubes A = 10 mm. , B = 15 mm.

(ที่มา : Operating manual DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Air separators

อุปกรณ์ที่ใช้ในการกรองขนาดของปริมาณฝุ่นละอองที่ต้องการนำไปใช้ในการวิเคราะห์โดยจะมีชื่อชนิดไส้กรองคือ PM xx โดย PM หมายถึง Particulate Matter คืออนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศหรือฝุ่นละออง xx แสดงถึงความสามารถในการกรองของไส้กรองชนิดนั้นๆ โดยมีหน่วยเป็นไมครอน ตัวอย่างเช่น ไส้กรองชนิด PM10 คือไส้กรองที่สามารถยอมให้อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนผ่านได้ (1 ไมครอน = 0.0001 ซม.) โดยจะแบ่งชนิดของไส้กรองออกได้เป็น 3 ชนิด คือ PM2.5 , PM4.5 และ PM10 (รูปที่ 3.4)

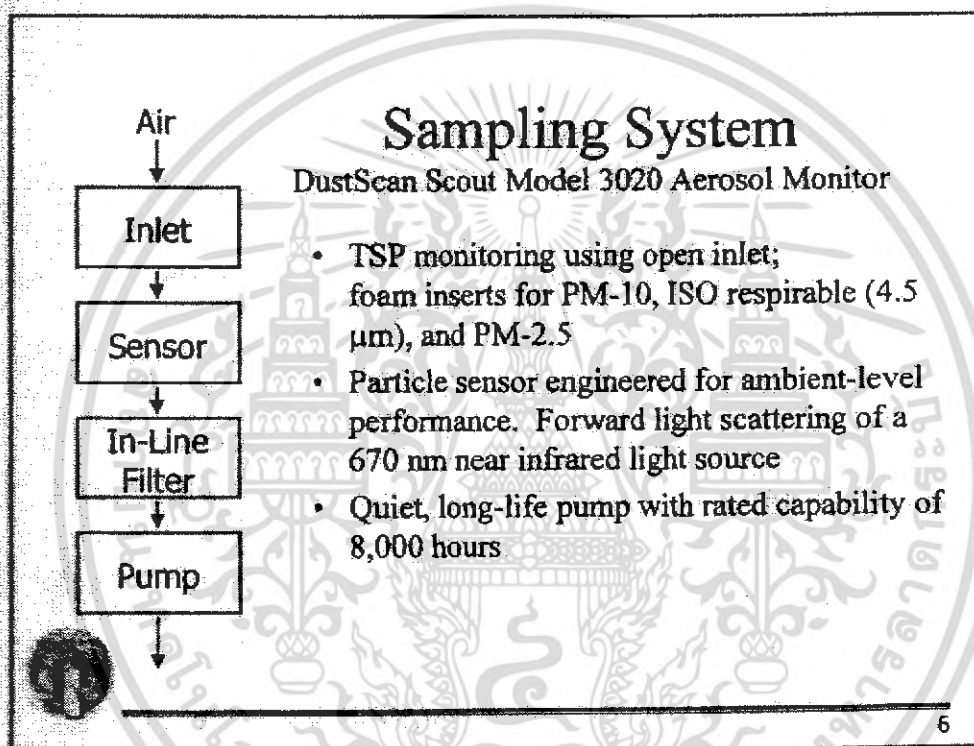


รูปที่ 3.4 Air separators A = PM2.5 , B = PM4.5 , C = PM10

(ที่มา : Operating manual DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor)

3.1.2 หลักการทำงานของเครื่องตรวจวัดฝุ่นละออง DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor

ใช้หลักการของระบบ sensors ภายใน ตรวจจับปริมาณฝุ่นละออง ที่ดูดเข้าไปภายในเครื่องแล้ว ประมวลผลเป็นตัวเลขออกสู่ monitor โดยแสดงหน่วยเป็น mg/m^3 และสามารถส่งออกข้อมูลในตัวเครื่องออกได้โดยทำการเชื่อมต่อกับ PC และใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการแสดงผล โดย รูปที่ 3.5 แสดงแผนภูมิหลักการทำงานของเครื่อง



รูปที่ 3.5 แผนภูมิหลักการทำงานของ เครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง Operating manual DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor

(ที่มา : Operating manual DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor)

3.1.3 วิธีการใช้เครื่องตรวจวัดฝุ่นละออง DustScan Scout Model 3020 Aerosol Monitor

1. หากไม่ได้ใช้เครื่องเป็นเวลานาน จำเป็นจะต้องทำการ Calibrate ตั้งค่ามาตรฐานต่างๆของตัวเครื่องก่อนซึ่งทำได้โดย ทำค่า Span โดยเครื่องจะทำการเป่าลมออก และจะทำการ Zero คือการล้างเครื่องโดยอัตโนมัติ

2. เมื่อ Calibrate เครื่องเสร็จขั้นต่อไปคือการตั้งค่าต่างๆของตัวเครื่อง

- กำหนดช่วงของปริมาณฝุ่นละอองที่จะทำการตรวจวัด
- กำหนดช่วงระยะเวลาในการแสดงผล
- ตั้งชื่อจุดเก็บข้อมูล

3. ติดตั้ง Air inlet tubes ที่ได้บรรจุ Air Separators ตามขนาดที่ต้องการจะศึกษาไว้แล้ว

4. กดให้เครื่องทำงาน โดยเครื่องจะทำการ Zero เองอัตโนมัติอีก 1 ครั้งและทำการเก็บข้อมูลทันที และจะแสดงค่าของปริมาณฝุ่นละอองทางหน้าจอ และบันทึกค่าไว้ตามช่วงระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้

3.2 การเลือกจุดเก็บตัวอย่าง

1. ส่วนเก็บตัวอย่าง (Sampling Inlet) ควรอยู่สูงประมาณระดับหายใจ
2. ถ้าตั้งเครื่องอยู่บนหลังคาควรจะต้องตั้งเครื่องห่างสิ่งกีดขวาง เช่น ผนังหรือ กำแพง อย่างน้อย 2 เมตร
3. เครื่องควรห่างจากกันสาด (Dripline) อย่างน้อย 20 เมตร แต่ถ้ามีต้นไม้ขวางระหว่าง Dripline กับเครื่อง ให้ห่างอย่างน้อย 10 เมตร

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาที่จะแสดงในบทนี้จะแสดงให้เห็นถึง ปริมาณฝุ่นละอองที่ได้ทำการตรวจวัดตามจุดต่างๆในบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โครงการก่อสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และบริเวณโดยรอบ ทั้งสิ้น 16 จุด โดยแบ่งออกเป็น

- บริเวณภายใน สจล. 2 จุด
- บริเวณโครงการก่อสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ 10 จุด
- บริเวณโดยรอบ 4 จุด

รวมทั้งข้อมูลขนาดและทิศทางลม ในช่วงเวลาที่ได้ทำการศึกษาคือ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2548 ถึง เดือนมกราคม 2549 รวมทั้งสิ้นเป็นเวลา 6 เดือน และข้อมูลสถิติความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี

4.1 ปริมาณฝุ่นละออง

ในการศึกษาได้ทำการตั้งเครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองตามจุดที่วางแผนไว้ทั้งสิ้น 16 จุดดังที่กล่าวไว้โดยทำการตั้งเครื่องเก็บข้อมูลตลอด 24 ชม. 3 ครั้งต่อ 1 จุดแล้วหาค่าเฉลี่ย โดยมีรายละเอียดดังนี้

บริเวณภายใน สจล. 2 จุด

- อาคาร CCA
- อาคาร ECC

บริเวณโครงการก่อสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ 10 จุด

- สนามบินช่างรัตนาคาร
- J&V
- That Nippon
- สวนเพาะต้นไม้
- Terminal
- ป้อมยาม
- บทม.
- หน่วยดับเพลิง
- อาคารระบายน้ำฝายตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อาคารระบายน้ำฝ้ายตะวันตก

บริเวณโดยรอบ 4 จุด

- ซอยจินดา

- ซอยอัสสามมือทอง

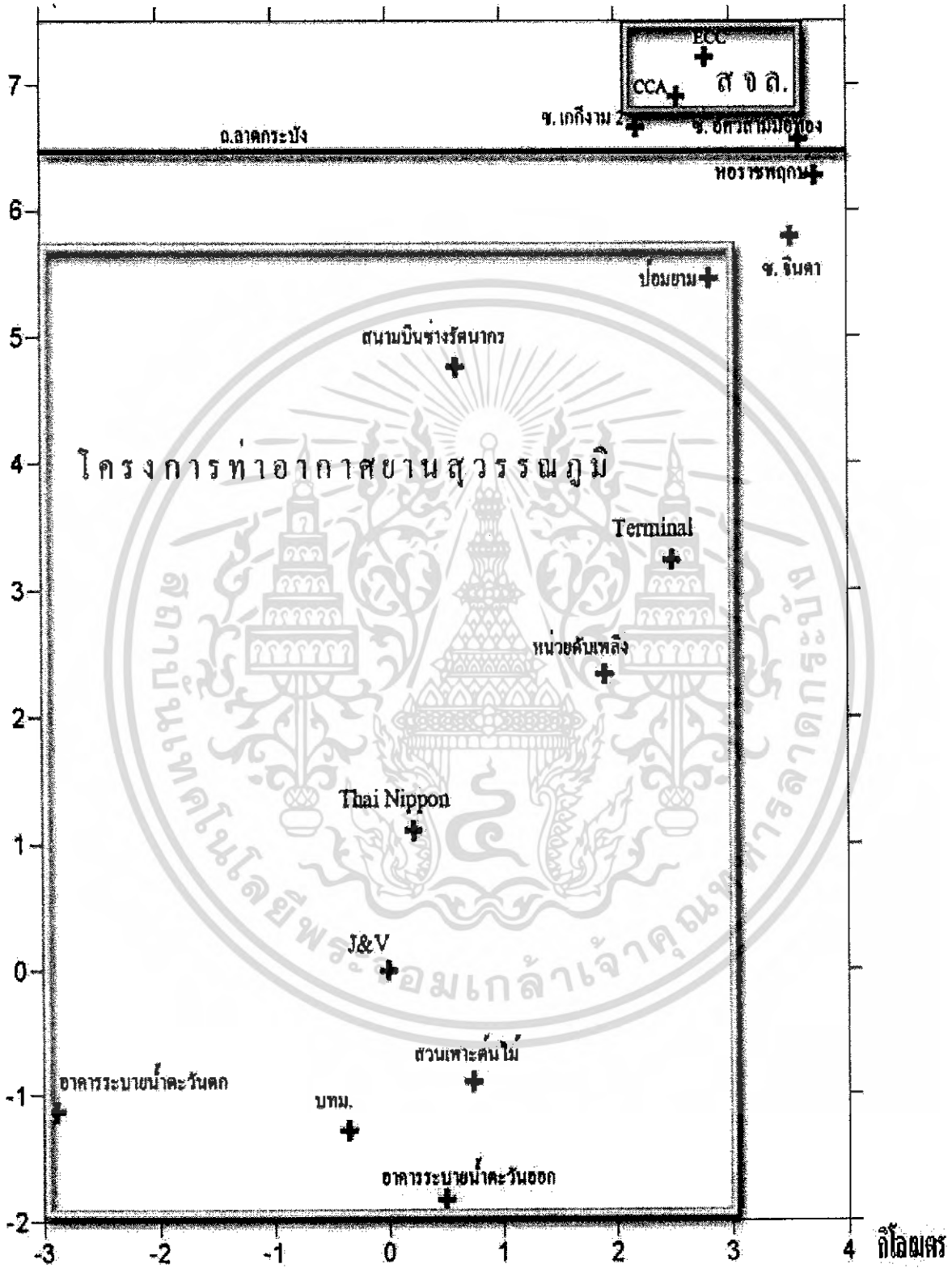
- ซอยเก็กงาม 2

- หอราชพฤกษ์

ในการทำงาน ได้ทำการตั้งเครื่องตรวจวัดที่จุดตรวจวัดแต่ละจุดเป็นเวลา 3 วันติดต่อกัน จากนั้นจึงนำข้อมูลมาแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ช่วงละ 24 ชม. หากค่าเฉลี่ยในแต่ละช่วงออกมารวมทั้งค่าเฉลี่ยทั้งหมดด้วย จากกราฟข้อมูลที่ได้ทั้งหมดนั้นพบว่าฝุ่นละอองจะมีปริมาณสูงกว่าในตอนกลางคืนและจะมีค่าสูงสุดอยู่ในช่วงเวลา ประมาณ 18.00 น. – 7.00 น. และจะลดลงในช่วงเวลากลางวัน โดยลักษณะของกราฟทั้ง 4 เส้นจะแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ การกระจายมีลักษณะใกล้เคียงกันคือที่จุดตรวจวัด CCA,ECC,สนามบินช่างรัตนกร,ป้อมขาม,บทม.,หน่วยดับเพลิง,ซอย จินดา,ซอย อัสสามมือทอง,ซอย เก็กงาม 2 และกราฟที่มีลักษณะการกระจายตัวค่อนข้างแตกต่างกันคือที่จุดตรวจวัด J&V,Thai Nippon,สวนเพาะต้นไม้,Terminal,อาคารระบายน้ำฝ้ายตะวันออก,อาคารระบายน้ำฝ้ายตะวันตก,หอราชพฤกษ์ โดยพบว่า บริเวณภายใน โครงการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิซึ่งมีการก่อสร้างหนาแน่นจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองสูงกว่า เมื่อเทียบกับบริเวณโดยรอบและจะมีค่าลดลงเมื่อห่างจาก โครงการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิมากขึ้น โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.036 mg/m^3 บริเวณภายในโครงการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งยังน้อยกว่าค่ามาตรฐานคือ 0.12 mg/m^3

โดยข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจวัดทั้งหมด จะแสดงดัง ตารางที่ 4.1 และกราฟแสดงค่าการกระจายปริมาณฝุ่นละอองในช่วงเวลาต่างๆตลอด 24 ชม. แต่ละจุดดัง รูปที่ 4.2 – 4.17 รวมทั้งแผนที่แสดงจุดที่ทำการตรวจวัดพร้อมแสดงตำแหน่งจุดตรวจวัดต่างๆไว้ดัง รูปที่ 4.1

กิโลเมตร



รูปที่ 4.1 แผนที่แสดงบริเวณที่ทำการตรวจวัดพร้อมแสดงตำแหน่งจุดตรวจวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาด PM10 ในพื้นที่ทำการศึกษา

| สถานีตรวจวัด | วันที่ตรวจวัด | พารามิเตอร์ PM10 mg/m ³ (24 ชั่วโมง) | พิกัด | |
|-----------------------------|---------------|---|-------|------|
| | | | X | Y |
| Site 1 : ตึก CCA | 19 / 10 / 48 | 0.015 | 2.5 | 6.9 |
| | 20 / 10 / 48 | 0.014 | | |
| | 21 / 10 / 48 | 0.014 | | |
| | เฉลี่ย | 0.015 | | |
| Site 2 : ตึก ECC | 22 / 10 / 48 | 0.005 | 2.7 | 7.2 |
| | 23 / 10 / 48 | 0.005 | | |
| | 24 / 10 / 48 | 0.005 | | |
| | เฉลี่ย | 0.005 | | |
| Site 3 : สนามบินช่างรัตนากร | 26 / 10 / 48 | 0.021 | 0.6 | 4.7 |
| | 27 / 10 / 48 | 0.021 | | |
| | 28 / 10 / 48 | 0.021 | | |
| | เฉลี่ย | 0.021 | | |
| Site 4 : J&V | 1 / 11 / 48 | 0.028 | 0 | 0 |
| | 2 / 11 / 48 | 0.056 | | |
| | 3 / 11 / 48 | 0.024 | | |
| | เฉลี่ย | 0.036 | | |
| Site 5 : That Nippon | 5 / 11 / 48 | 0.015 | 0.2 | 1.1 |
| | 6 / 11 / 48 | 0.015 | | |
| | 7 / 11 / 48 | 0.014 | | |
| | เฉลี่ย | 0.015 | | |
| Site 6 : สวนเพาะต้นไม้ | 9 / 11 / 48 | 0.011 | 0.7 | -0.8 |
| | 10 / 11 / 48 | 0.016 | | |
| | 11 / 11 / 48 | 0.019 | | |
| | เฉลี่ย | 0.016 | | |
| Site 7 : Terminal | 12 / 11 / 48 | 0.013 | 2.4 | 3.2 |
| | 13 / 11 / 48 | 0.010 | | |
| | 14 / 11 / 48 | 0.004 | | |
| | เฉลี่ย | 0.009 | | |
| มาตรฐาน | | 0.12 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

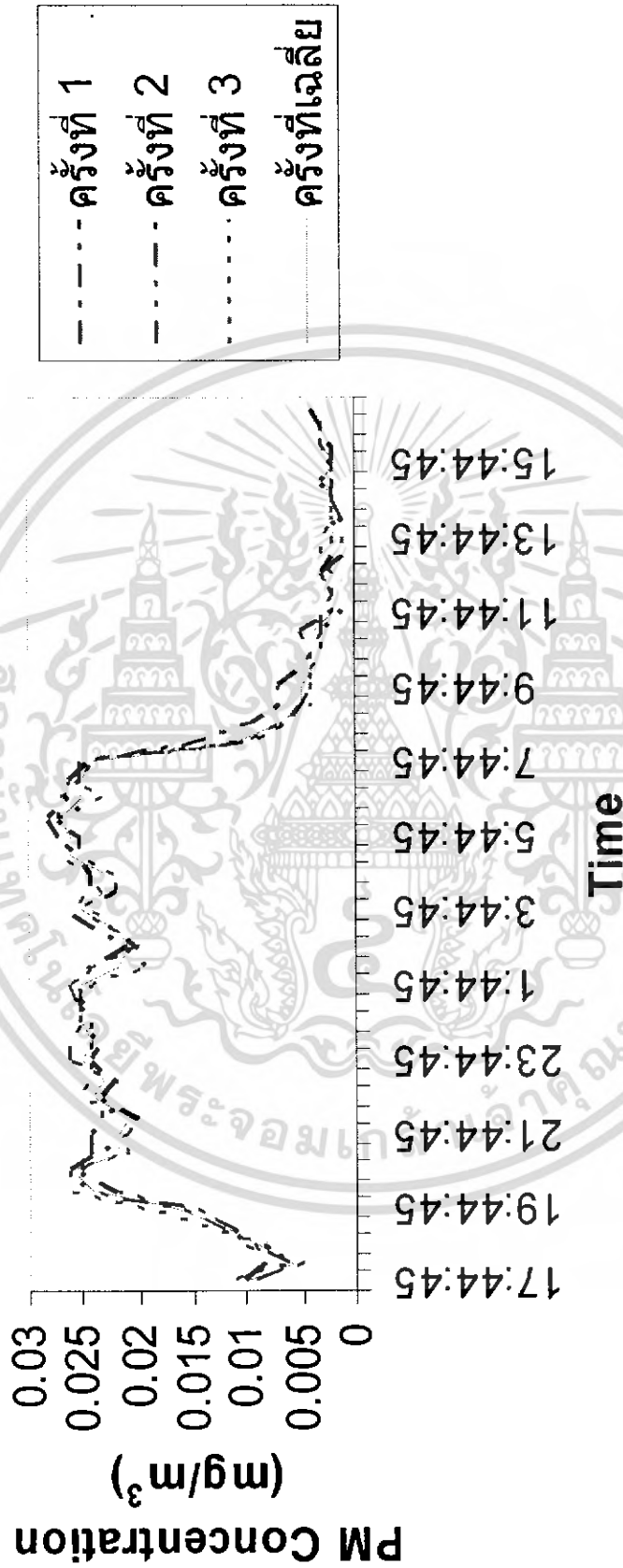
| สถานีตรวจวัด | วันที่ตรวจวัด | พารามิเตอร์ PM10 mg/m ³ (24 ชั่วโมง) | ทิศทาง | |
|-----------------------------------|---------------|---|--------|------|
| | | | X | Y |
| Site 8 : ป้อมยาม | 17 / 11 / 48 | 0.012 | 2.8 | 5.4 |
| | 18 / 11 / 48 | 0.010 | | |
| | 19 / 11 / 48 | 0.012 | | |
| | เฉลี่ย | 0.012 | | |
| Site 9 : บทม. | 21 / 11 / 48 | 0.005 | -0.3 | -1.2 |
| | 22 / 11 / 48 | 0.004 | | |
| | 23 / 11 / 48 | 0.006 | | |
| | เฉลี่ย | 0.005 | | |
| Site 10 : หน่วยดับเพลิง | 2 / 12 / 48 | 0.005 | 1.9 | 2.3 |
| | 3 / 12 / 48 | 0.005 | | |
| | 4 / 12 / 48 | 0.009 | | |
| | เฉลี่ย | 0.005 | | |
| Site 11 : อาคารระบายน้ำฝายตะวันตก | 7 / 12 / 48 | 0.009 | 0.5 | -1.8 |
| | 8 / 12 / 48 | 0.009 | | |
| | 9 / 12 / 48 | 0.006 | | |
| | เฉลี่ย | 0.009 | | |
| Site 12 : อาคารระบายน้ำฝายตะวันตก | 12 / 12 / 48 | 0.005 | -2.9 | -1.1 |
| | 13 / 12 / 48 | 0.003 | | |
| | 14 / 12 / 48 | 0.012 | | |
| | เฉลี่ย | 0.004 | | |
| Site 13 : ซอยจินดา | 16 / 12 / 48 | 0.011 | 3.5 | 5.7 |
| | 17 / 12 / 48 | 0.011 | | |
| | 18 / 12 / 48 | 0.011 | | |
| | เฉลี่ย | 0.011 | | |
| Site 14 : ซอยอัสสามมื่อทอง | 22 / 12 / 48 | 0.006 | 3.5 | 6.5 |
| | 23 / 12 / 48 | 0.006 | | |
| | 24 / 12 / 48 | 0.006 | | |
| | เฉลี่ย | 0.006 | | |
| มาตรฐาน | | 0.12 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| สถานีตรวจวัด | วันที่ตรวจวัด | พารามิเตอร์ PM10 mg/m ³ (24 ชั่วโมง) | พิกัด | |
|------------------------|---------------|---|-------|-----|
| | | | X | Y |
| Site 15 : ซอยเก็กงาม 2 | 12 / 1 / 49 | 0.004 | 2.1 | 6.6 |
| | 13 / 1 / 49 | 0.004 | | |
| | 14 / 1 / 49 | 0.003 | | |
| | เฉลี่ย | 0.004 | | |
| Site 16 : ทอราชพฤกษ์ | 21 / 1 / 49 | 0.005 | 3.7 | 6.2 |
| | 22 / 1 / 49 | 0.003 | | |
| | 23 / 1 / 49 | 0.002 | | |
| | เฉลี่ย | 0.003 | | |
| มาตรฐาน | | 0.12 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

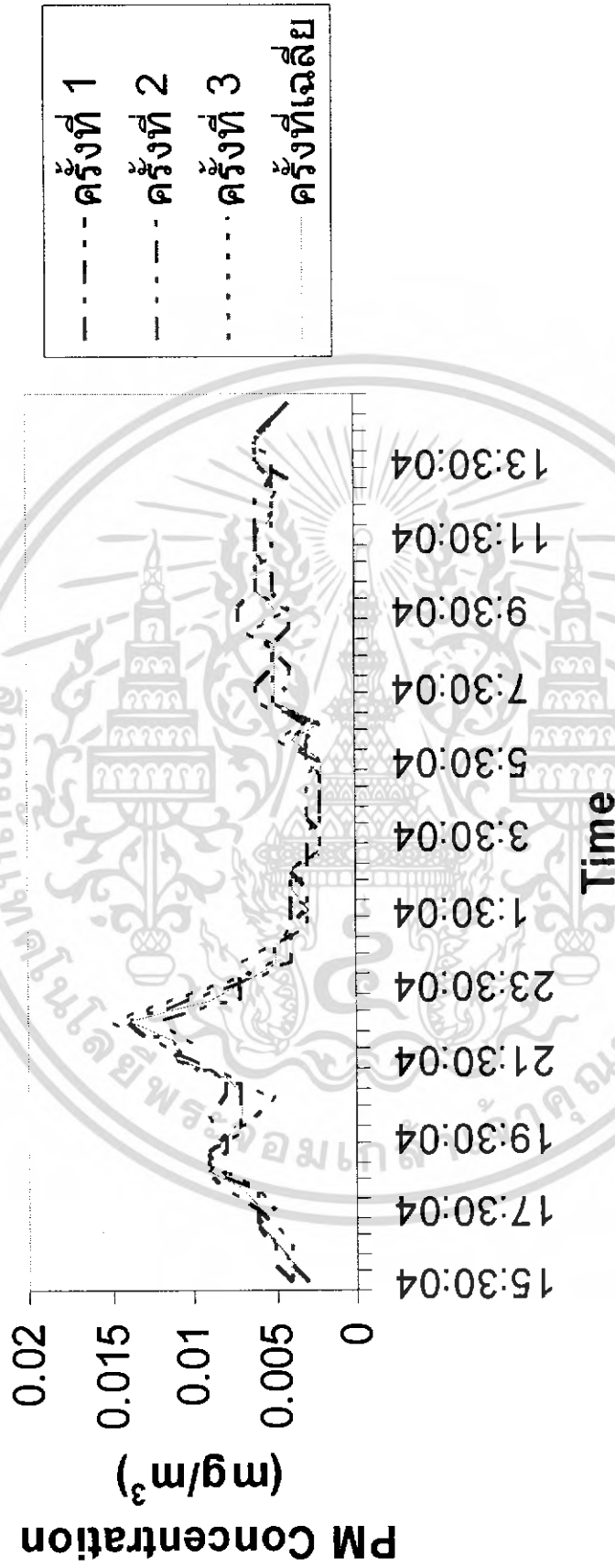
Data: Urban Air Quality(CCA)



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

บริเวณ อาคารCCA

Data: Urban Air Quality(อาคาร ECC)



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

บริเวณ อาคาร ECC

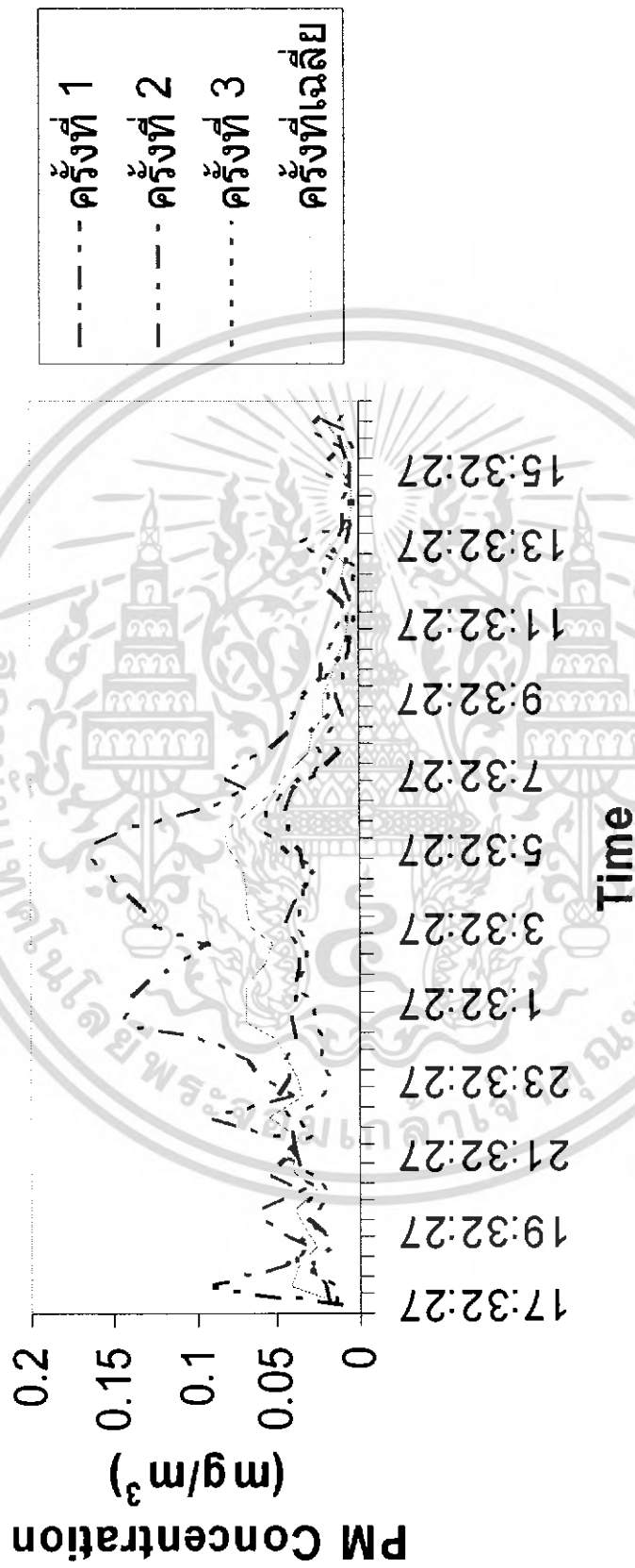
Data: Urban Air Quality (สนามบินช่วงรัตนगर)



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

บริเวณ สนามบินช่วงรัตนगर

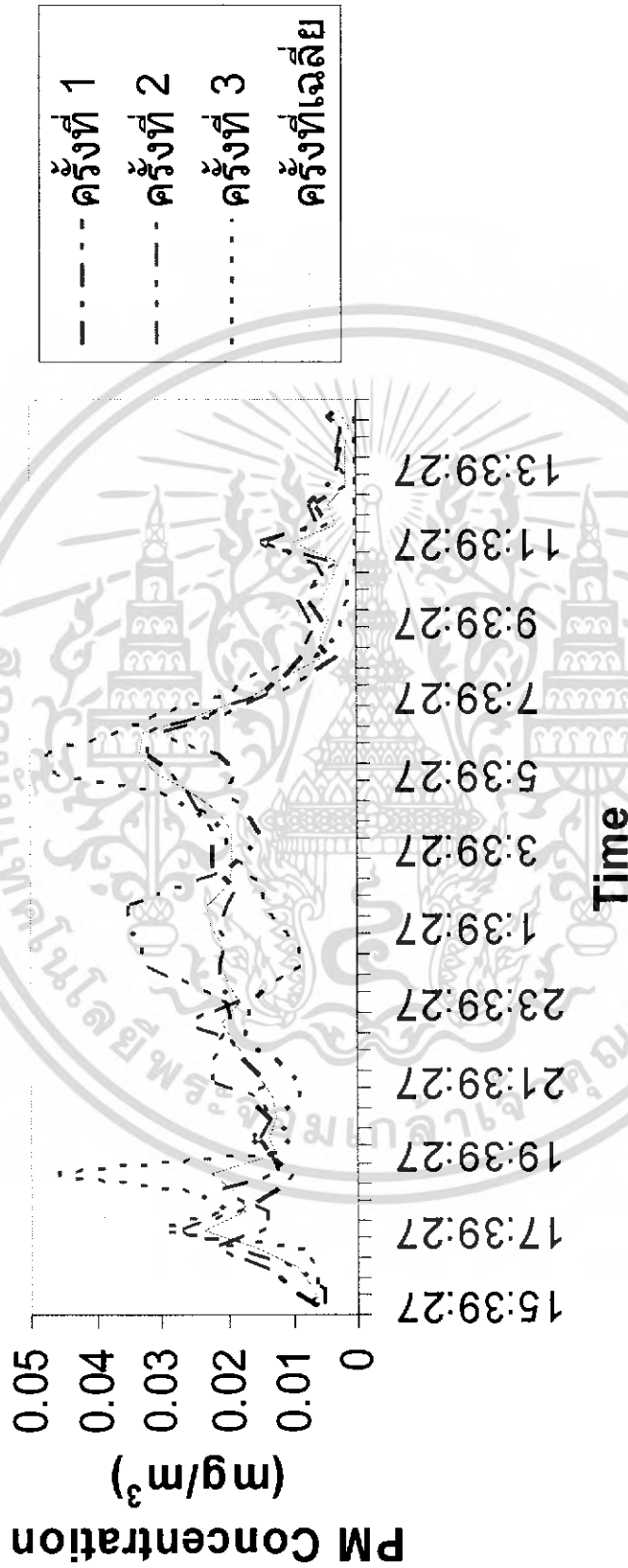
Data: Urban Air Quality(J&V)



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

บริเวณ J&V

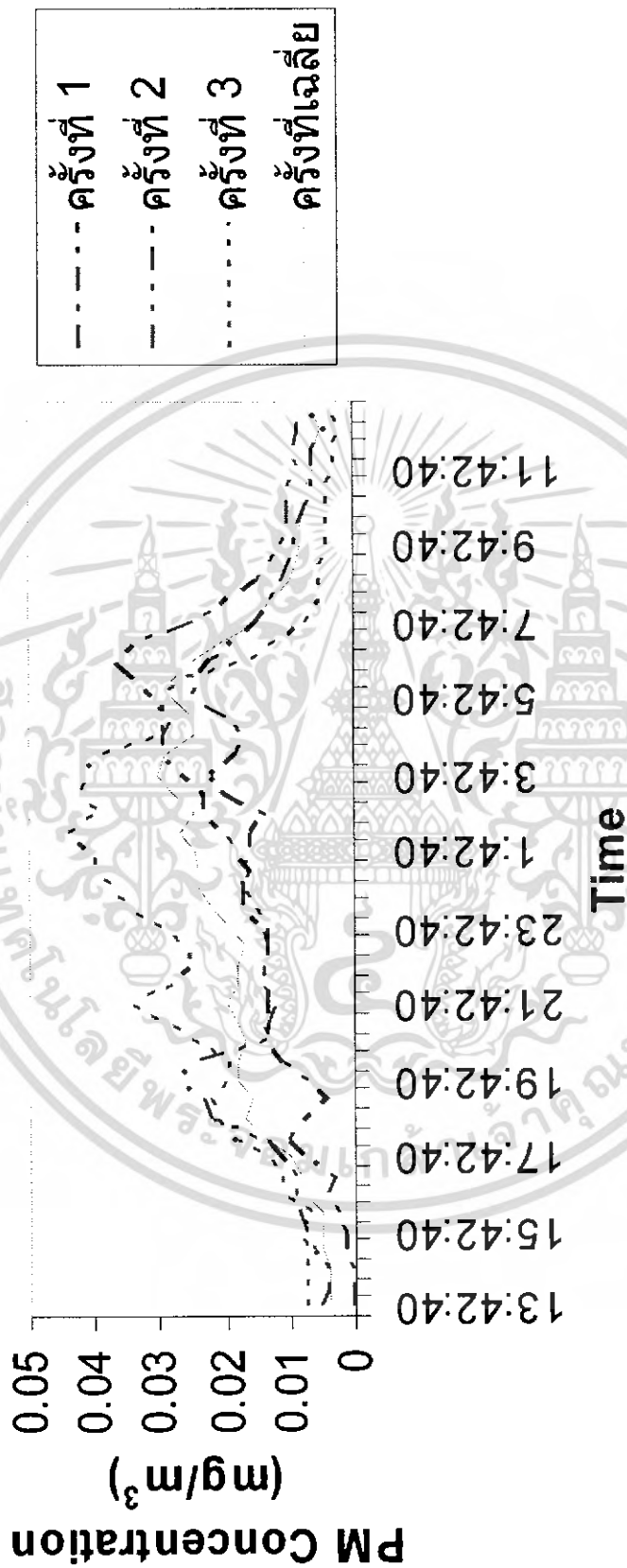
Data: Urban Air Quality(Thai Nippon)



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

บริเวณ Thai Nippon

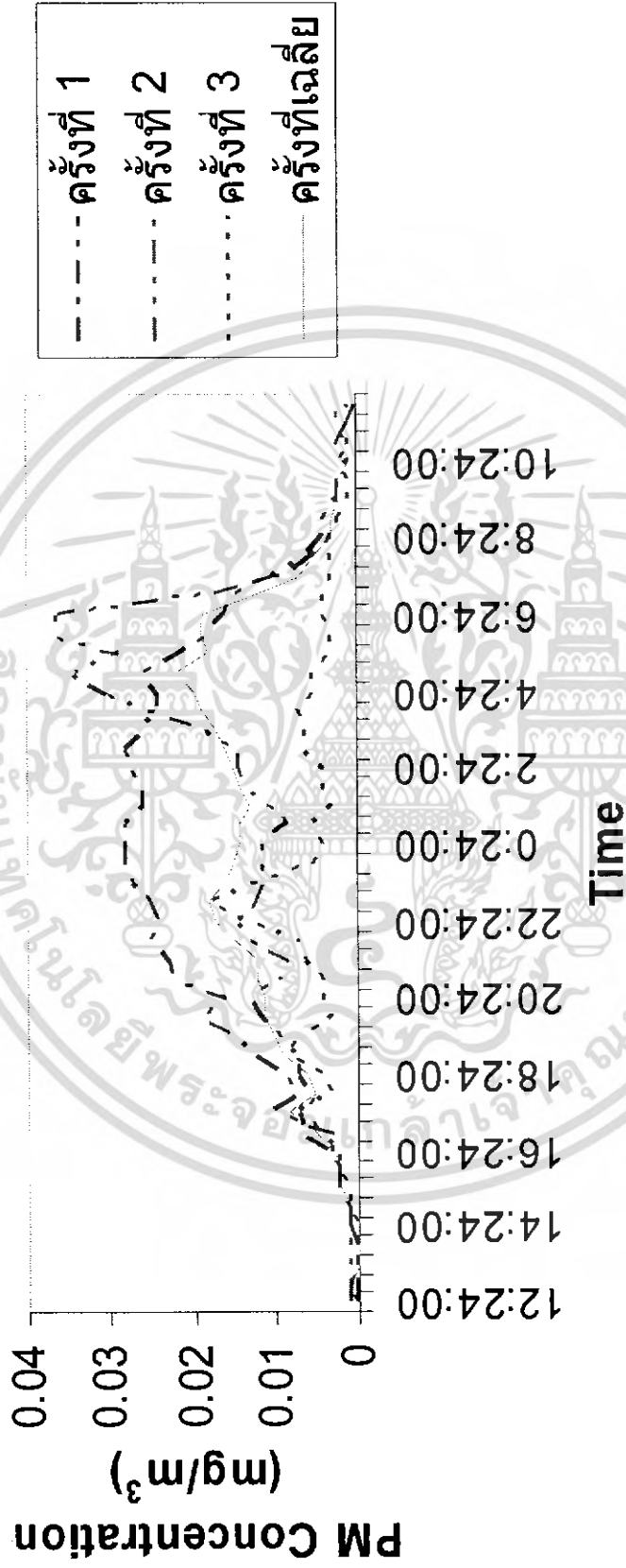
Data: Urban Air Quality(สวนเพาะต้นไม้)



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความเข้มข้นระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา บริเวณ สวนเพาะต้นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

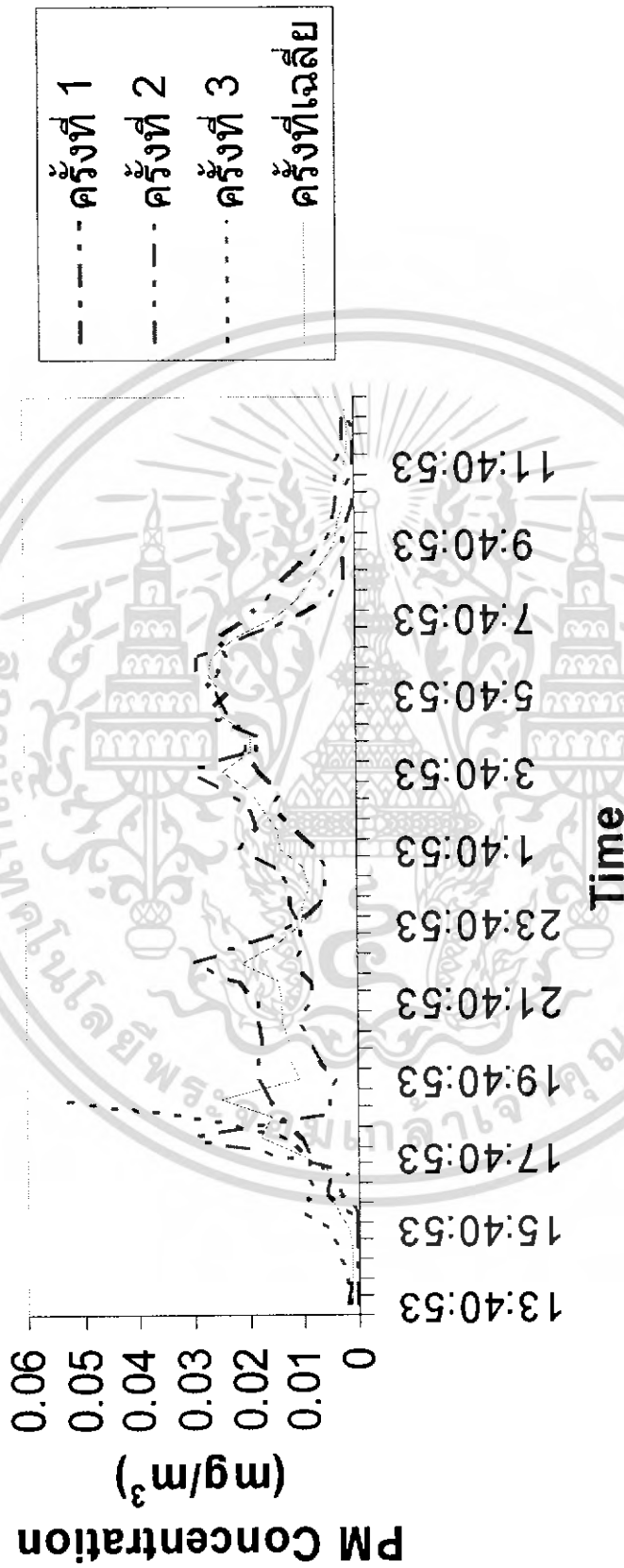
Data: Urban Air Quality(Terminal)



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

บริเวณ Terminal

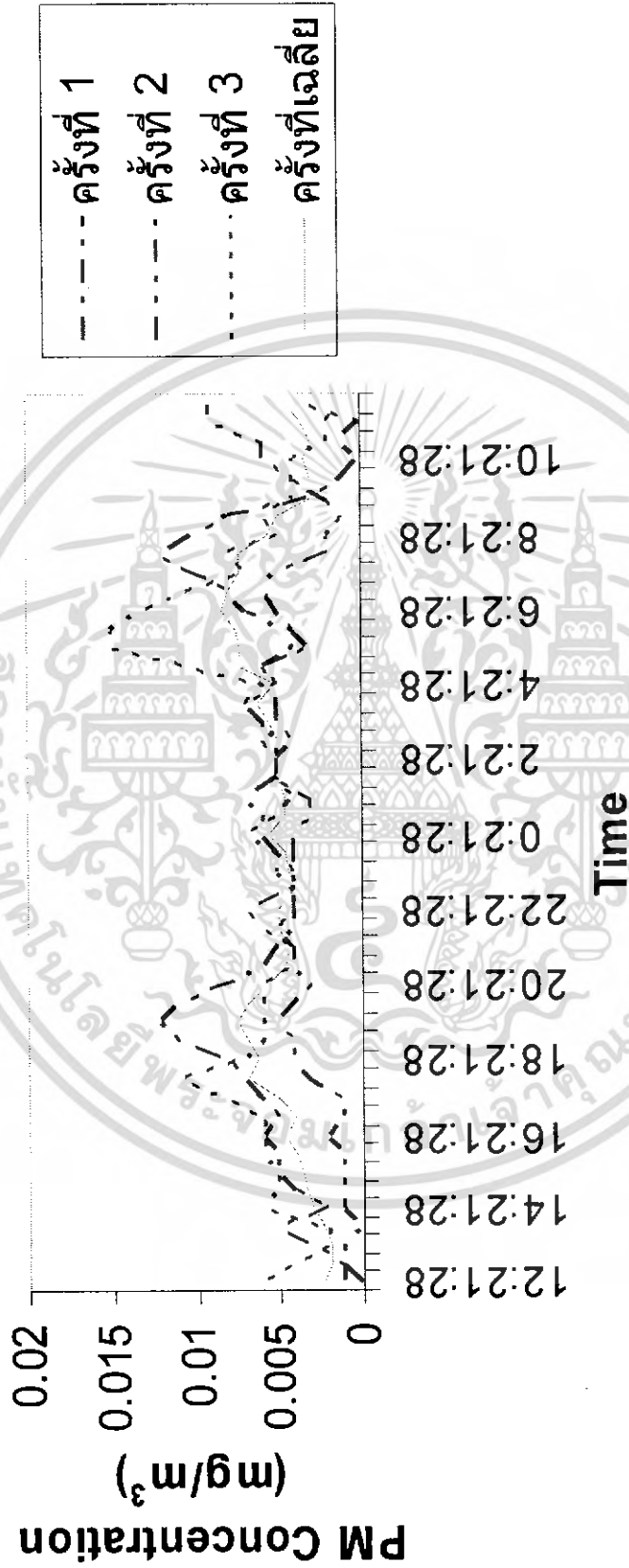
Data: Urban Air Quality (ป้อมยาม)



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

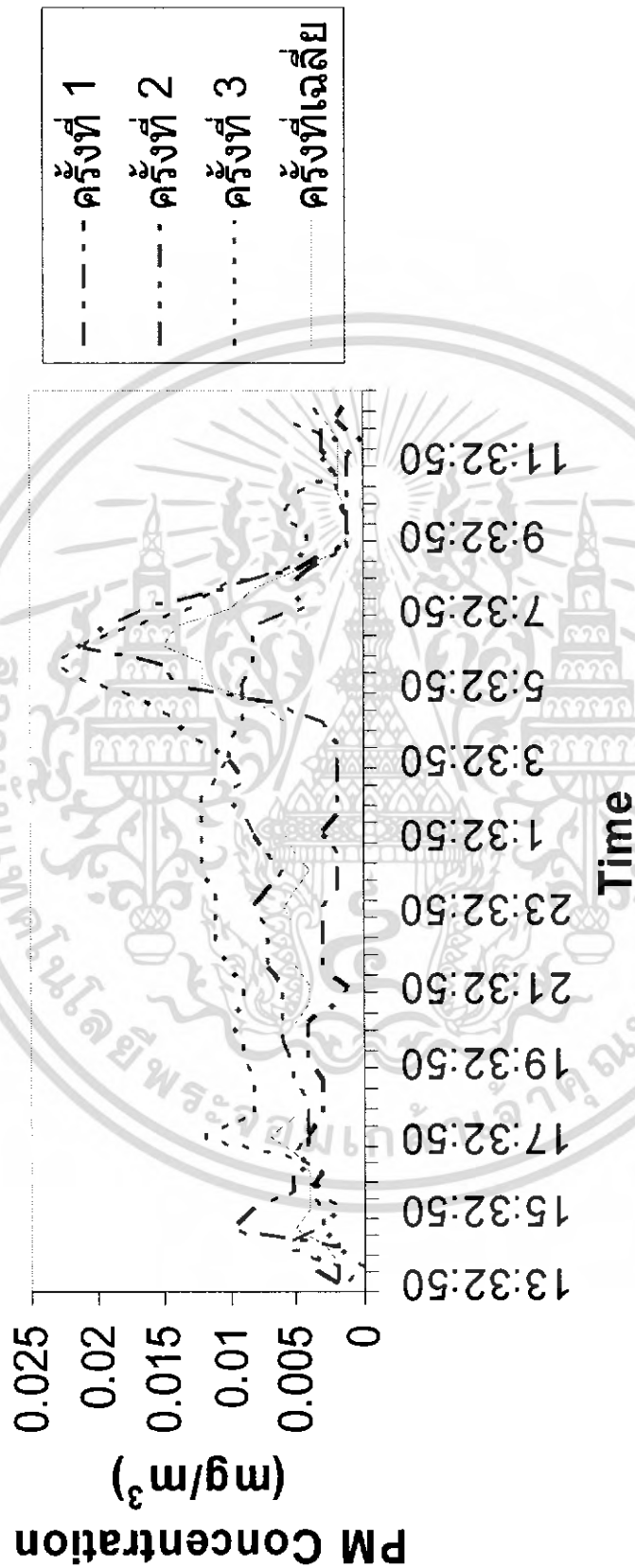
บริเวณ ป้อมยาม

Data: Urban Air Quality(บพม.)



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา
บริเวณ บพม.

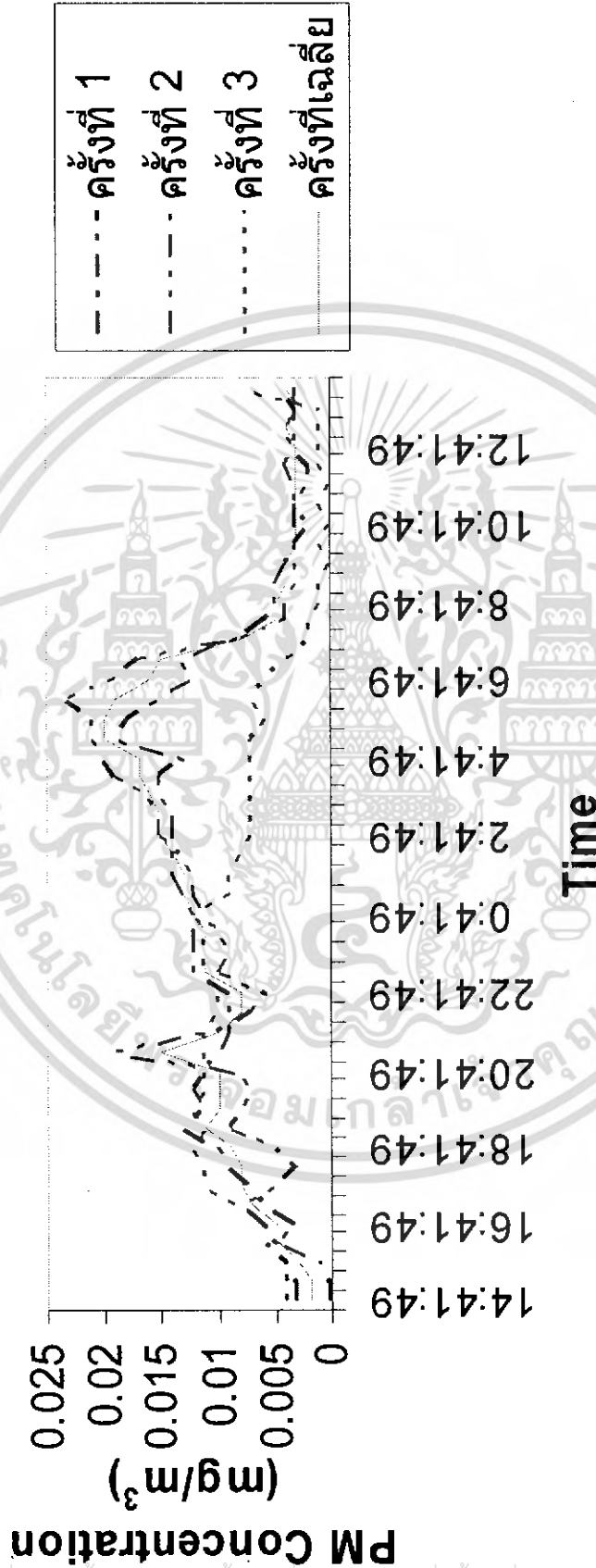
Data: Urban Air Quality(หน่วยดับเพลิง)



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

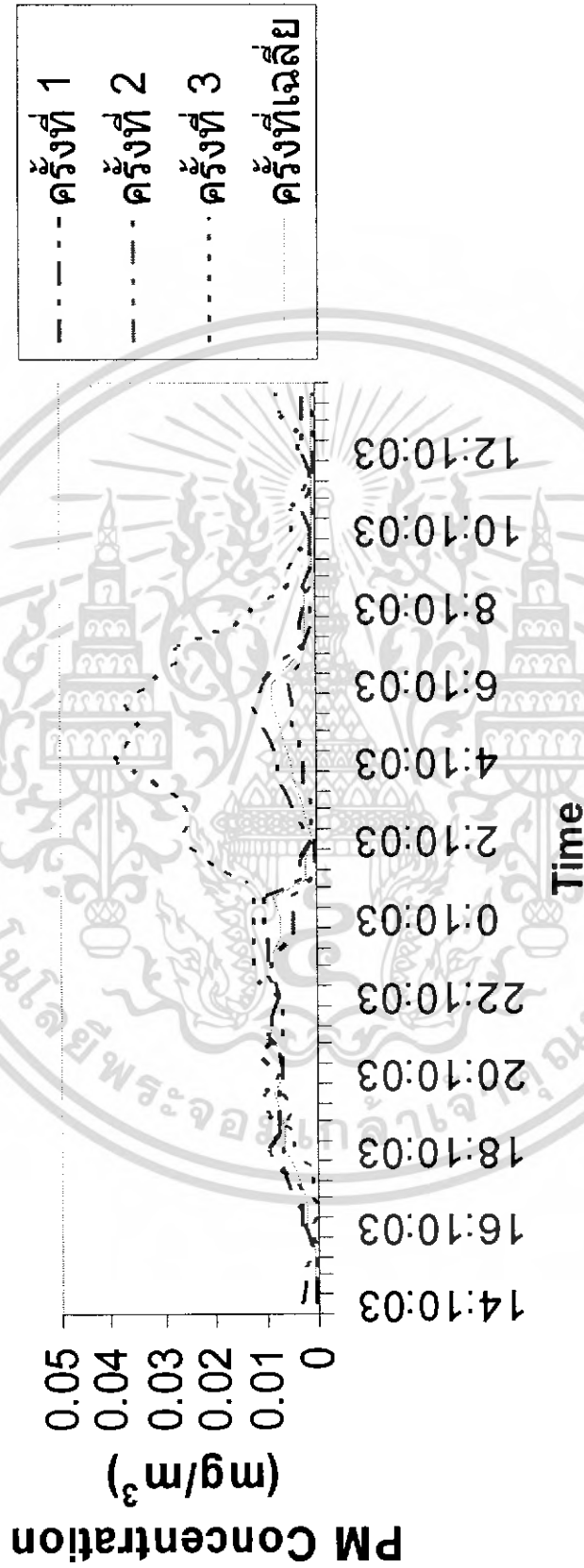
บริเวณ หน่วยดับเพลิง

Data: Urban Air Quality (อาคารระบายน้ำฝัองตะวันออก)



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา
บริเวณ อาคารระบายน้ำฝัองตะวันออก

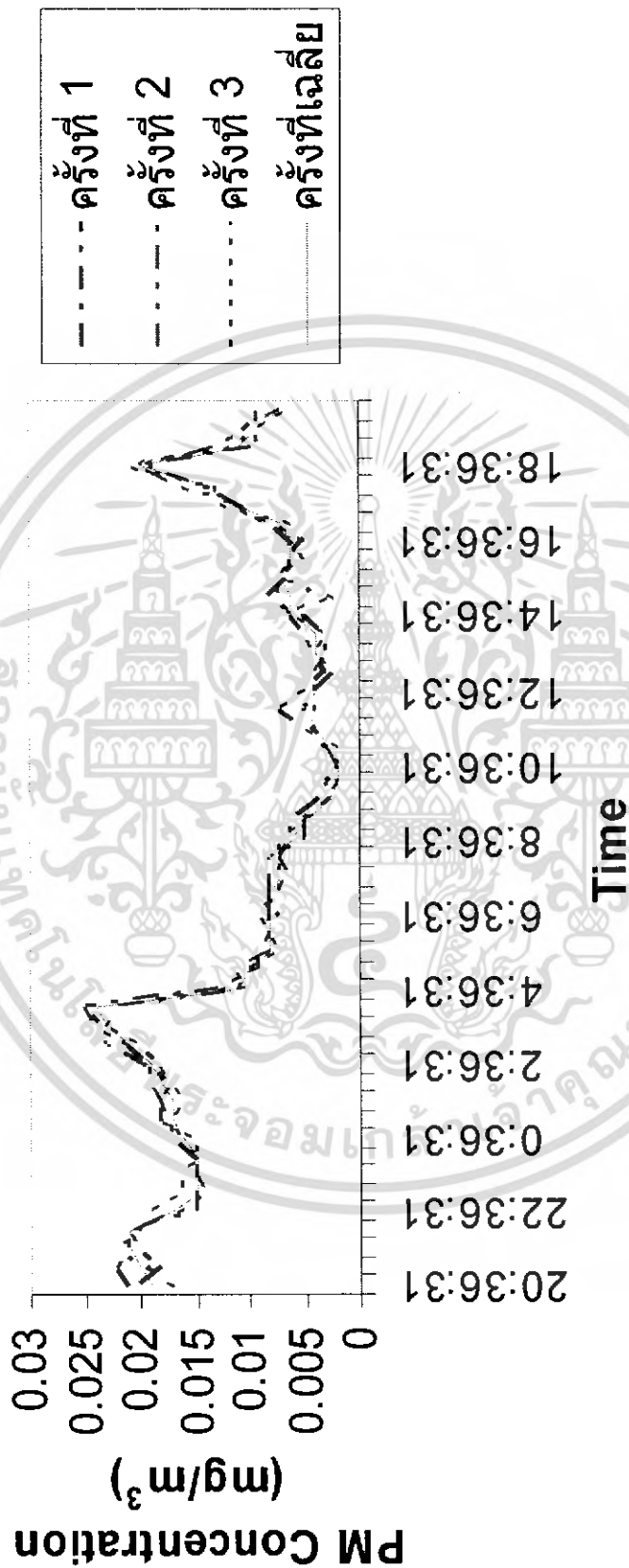
Data: Urban Air Quality (อาคารระบายน้ำฝัองตะวันตก)



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

บริเวณ อาคารระบายน้ำฝัองตะวันตก

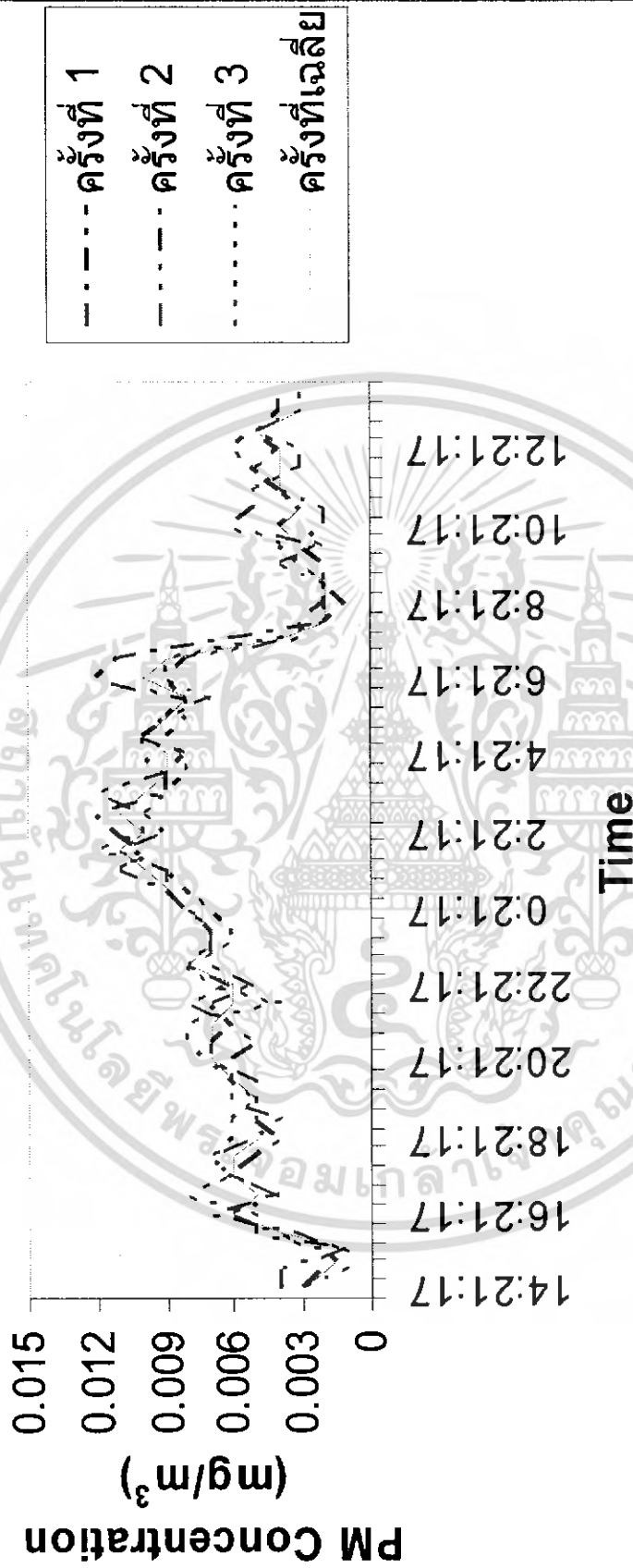
Data: Urban Air Quality(ขอยจินดา)



รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

บริเวณ ขอยจินดา

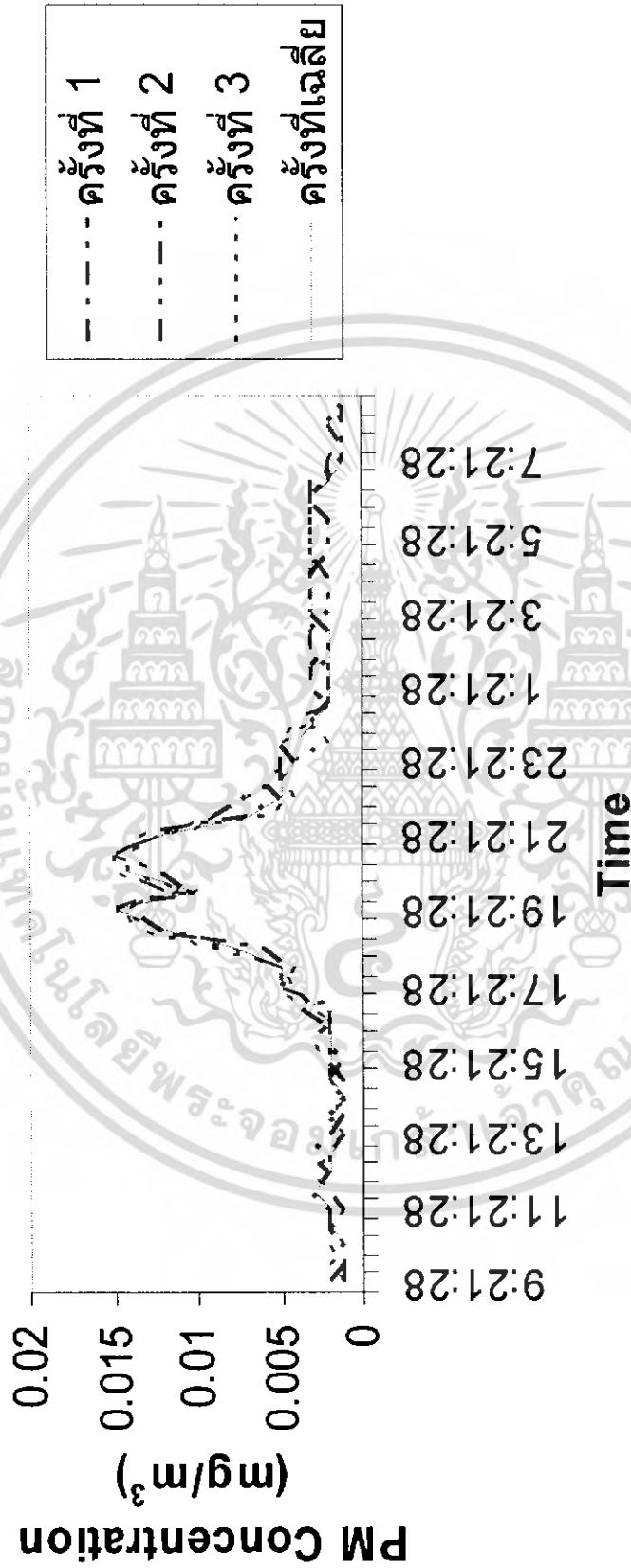
Data: Urban Air Quality(ขอย้อศวสามมื่อทอง)



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

บริเวณ ขอย้อศวสามมื่อทอง

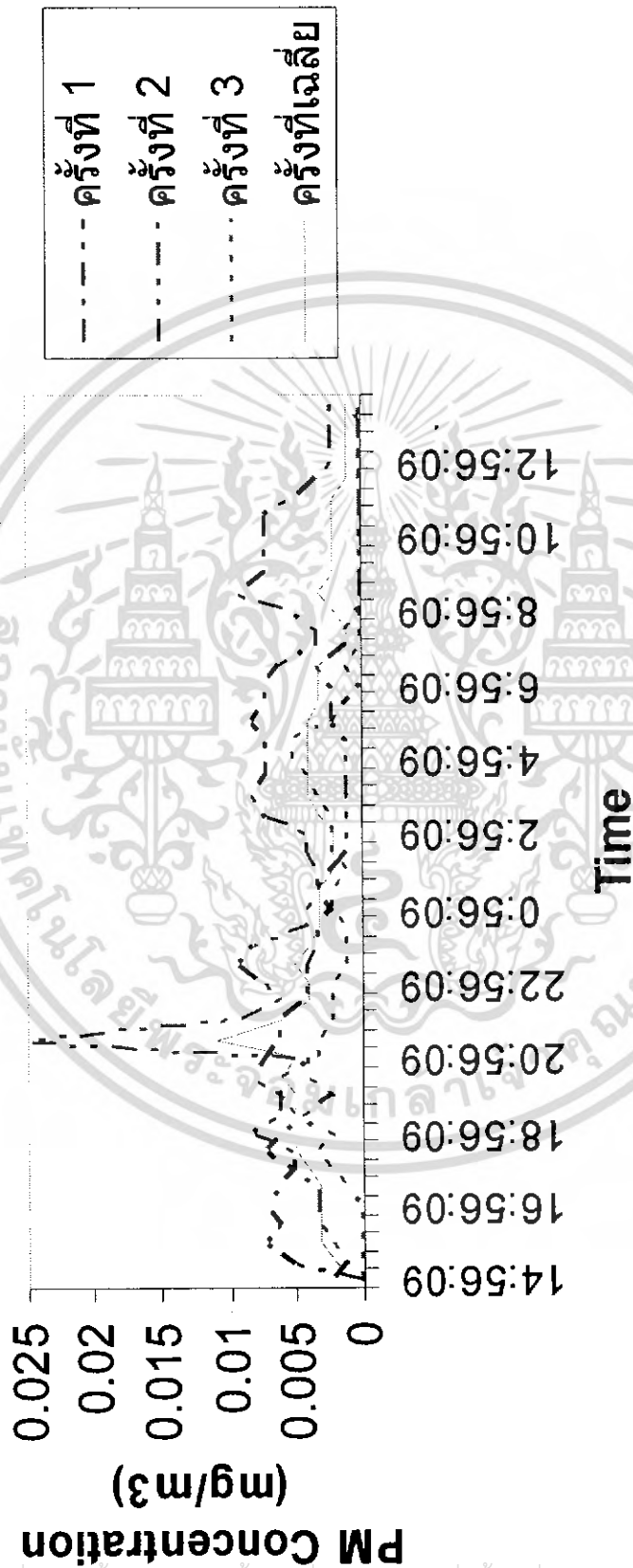
Data: Urban Air Quality(ชอยเก็กงาม 2)



รูปที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

บริเวณ :ชอยเก็กงาม 2

Data: Urban Air Quality(หอรราชพฤษ)



รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

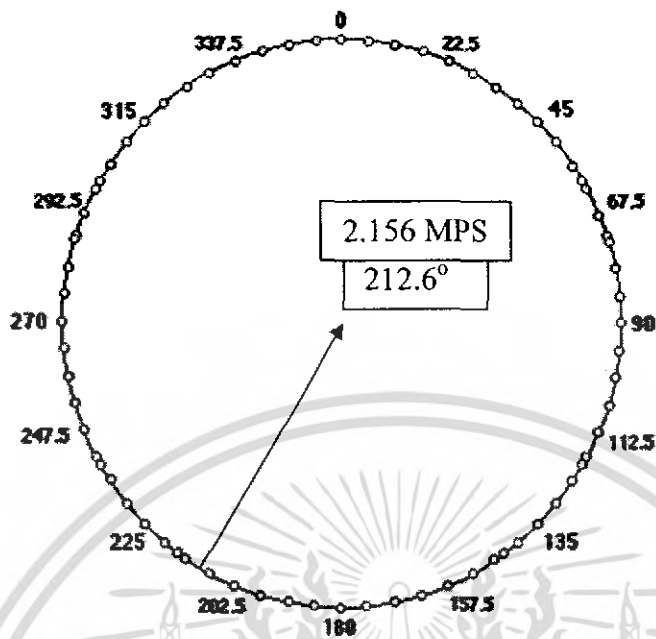
บริเวณ หอราชพฤษ

4.2 ขนาดและทิศทางลม

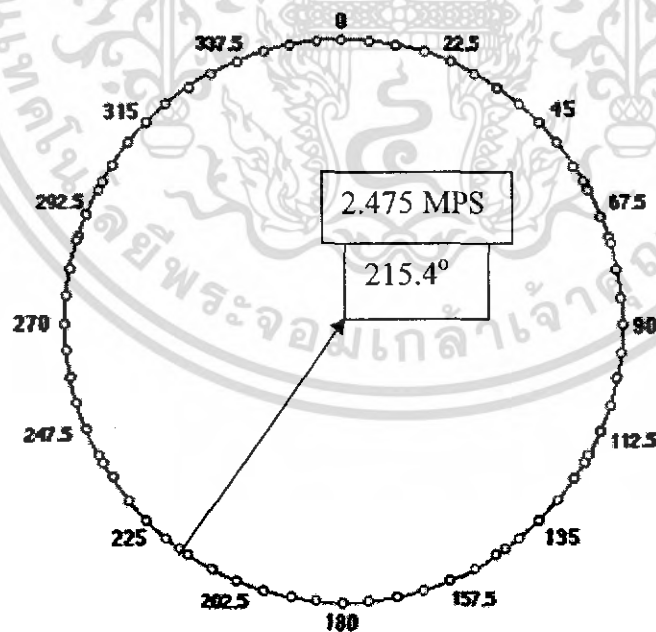
ในการศึกษาได้ทำการเก็บข้อมูลขนาดและทิศทางลมไว้เพื่อเป็นตัวแปรในการคำนวณ เพื่อทำนายลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นละอองโดยจะกล่าวถึงรายละเอียดในบทต่อไป โดยจะแสดงค่าเป็นรูปภาพวงกลมที่ 0 องศาเป็นทิศเหนือ โดยมีทิศทางของลูกศรที่พุ่งเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลมแสดงถึงทิศทางของลม และหน่วยความเร็วแสดงเป็น เมตรต่อวินาที โดยในเดือนสิงหาคมถึงกันยายนจะมีทิศทางลมไปทางทิศตะวันออก และในเดือนตุลาคมจะมีทิศทางไปทางทิศตะวันตกและกลับมามีทิศทางไปทางทิศตะวันออกในเดือนพฤศจิกายน และจะมีทิศทางไปทางทิศตะวันตกอีกครั้งในเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม หรืออาจสรุปได้คือลมจะมีทิศทางไปทางทิศตะวันออกซึ่งเป็นทิศทางที่มุ่งเข้าสู่ สจล. ในเดือน สิงหาคม กันยายนและพฤศจิกายน และมีทิศทางไปทางทิศตะวันตกในเดือน ตุลาคม ธันวาคม และมกราคม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



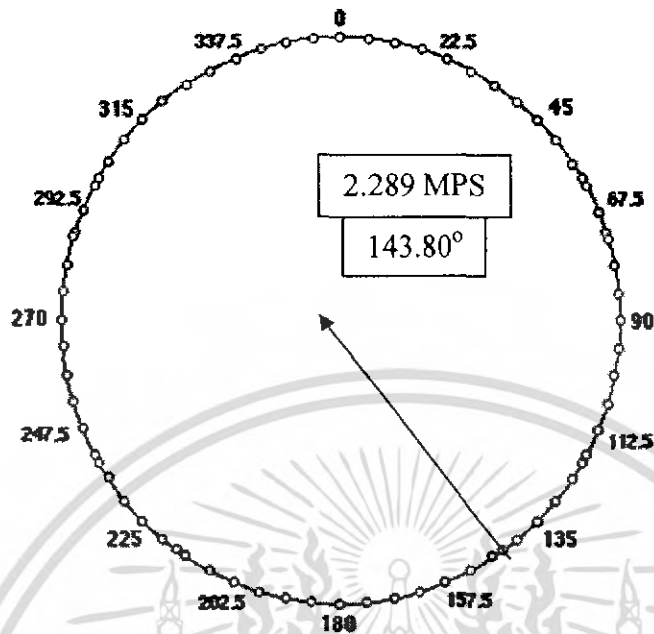
รูปที่ 4.18 แผนภาพวงกลมแสดงขนาดและทิศทางของกระแสลม
เดือนสิงหาคม 2548



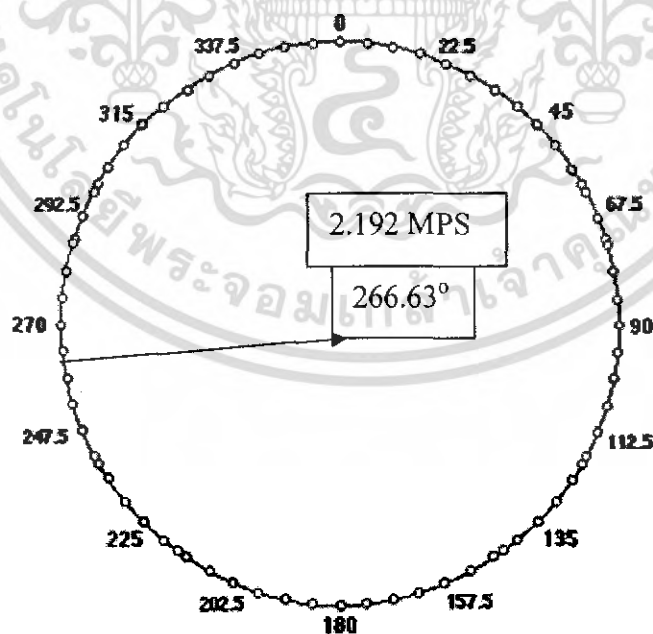
รูปที่ 4.19 แผนภาพวงกลมแสดงขนาดและทิศทางของกระแสลม

เดือนกันยายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

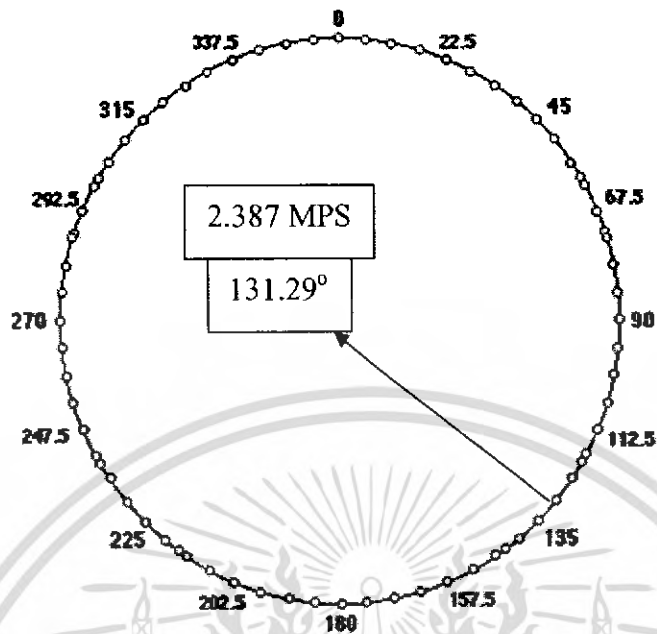


รูปที่ 4.20 แผนภาพวงกลมแสดงขนาดและทิศทางของกระแสลม
เดือนตุลาคม 2548

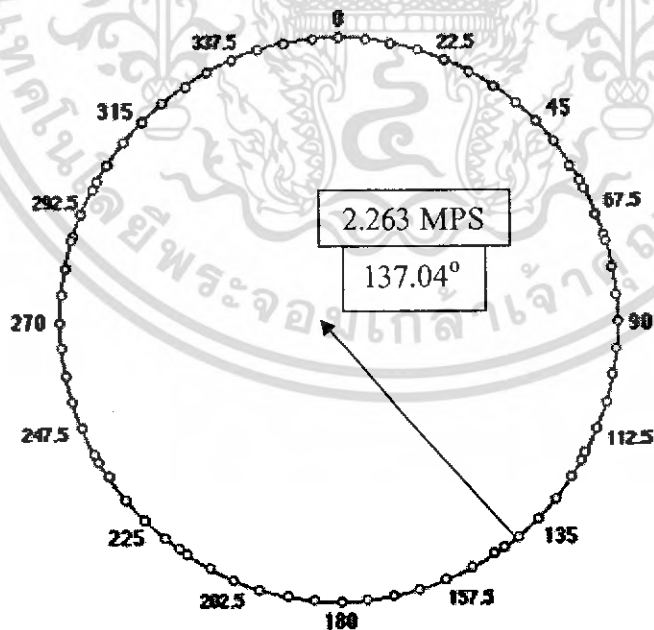


รูปที่ 4.21 แผนภาพวงกลมแสดงขนาดและทิศทางของกระแสลม

เดือนพฤศจิกายน 2548
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 แผนภาพวงกลมแสดงขนาดและทิศทางของกระแสนลม
เดือนธันวาคม 2548



รูปที่ 4.23 แผนภาพวงกลมแสดงขนาดและทิศทางของกระแสนลม
เดือนมกราคม 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการกระจายตัวของฝุ่นละอองในบรรยากาศอีกปัจจัยหนึ่ง เป็นต้นว่า ในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศสูงนั้น ความสามารถในการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองก็จะน้อยลงเนื่องจากฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศนั้นจะมี น้ำหนักมากและจะตกลงสู่พื้นดินได้เร็ว ซึ่งต่างจากในฤดูหนาวซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำฝุ่นละอองจะสามารถฟุ้งกระจายได้มากกว่า โดยความชื้นสัมพัทธ์จะแสดงค่าเป็นตัวลบ (เป็นร้อยละ) ซึ่งแสดงถึงความสามารถของอากาศที่จะรับจำนวนไอน้ำไว้ได้ ณ อุณหภูมิที่เป็นอยู่ขณะนั้น หรือแสดงว่าในขณะนั้นอากาศอยู่ใกล้กับการ อิ่มตัวเพียงใด เมื่อมีไอน้ำอยู่ในบรรยากาศเต็มที่ เราเรียกว่า "อากาศอิ่มตัว" (saturation) คือ อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 โดยข้อมูลที่ได้ทำการศึกษายาจะแสดงไว้ ดัง ตารางที่ 4.2

จะเห็นว่าจากข้อมูลที่มี ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในภาคกลางในแต่ละฤดูนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน เราจึงสามารถนำข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจวัดมาวิเคราะห์ร่วมกันได้

ตารางที่ 4.2 แสดงสถิติความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ของประเทศไทยในช่วงฤดูกาลต่างๆ

| ภาค | ฤดูหนาว | ฤดูร้อน | ฤดูฝน | ตลอดปี |
|--------------------|---------|---------|-------|--------|
| เหนือ | 73 | 62 | 81 | 74 |
| ตะวันออกเฉียงเหนือ | 69 | 65 | 80 | 72 |
| กลาง | 71 | 69 | 79 | 73 |
| ตะวันออก | 71 | 74 | 81 | 76 |
| ใต้ฝั่งตะวันออก | 81 | 77 | 78 | 79 |
| ใต้ฝั่งตะวันตก | 77 | 76 | 84 | 80 |

(ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

บทที่ 5

วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

ในบทนี้จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อ ระบุแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง , ลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นละออง พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองและทำนายลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นละอองในอนาคตได้ โดยใช้สมการการกระจายตัว Gaussian Distribution เป็นสมมติฐานในการคำนวณเพื่อสร้างแบบจำลอง แสดงการกระจายตัวของฝุ่นละออง (Modeling) ดังนี้

5.1 วิเคราะห์ผลการศึกษา

5.1.1 เปรียบผลการศึกษาที่ได้กับการศึกษาที่ผ่านมา

ในการศึกษาที่ผ่านมาดังข้อมูลตามตาราง 2.3 ได้ทำการตรวจวัดเฉพาะบริเวณภายใน สจล. ซึ่งพบว่าสามารถนำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาได้คือบริเวณจุดตรวจวัดซอยเก็กงาม 2 ของโครงการนี้กับจุดตรวจวัด หอพักนักศึกษา สจล. ของการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งเป็นจุดที่ใกล้เคียงกัน พบว่า จุดตรวจวัด ซอยเก็กงาม 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.004 mg/m^3 จุดตรวจวัด หอพักนักศึกษา สจล. เท่ากับ 0.058 mg/m^3 จะเห็นว่าค่าที่ได้จาก โครงการนี้มีค่าน้อยกว่าการศึกษาที่ผ่านมา ทั้งนี้อาจเนื่องจากสาเหตุหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ทิศทางกระแสลมที่ก่อให้เกิดผลกระทบ เป็นต้น

5.1.2 แหล่งกำเนิดและลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นละออง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทำการตรวจวัดทั้งหมด สามารถระบุจุดซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองได้โดยพบว่าจุดที่มีปริมาณฝุ่นละอองหนาแน่นที่สุดคือ บริเวณภายในโครงการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ที่จุดตรวจวัด J&V โดยมีค่าปริมาณฝุ่นละอองเท่ากับ 0.036 mg/m^3 และจุดตรวจวัดที่มีค่าปริมาณฝุ่นละอองน้อยที่สุดคือ จุดตรวจวัด หอราชพฤกษ์ โดยมีค่าเท่ากับ 0.003 mg/m^3

จากกราฟซึ่งแสดงให้เห็นปริมาณฝุ่นละออง ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยทุกๆ 2 ชั่วโมง ตลอด 24 ชั่วโมง พบว่า ช่วงเวลาที่มีปริมาณฝุ่นละอองน้อยกว่าเมื่อเทียบกับปริมาณฝุ่นละอองในช่วงเวลาอื่นๆที่จุดตรวจวัดเดียวกันคือช่วงเวลา 9.00 – 16.00 น. และมีค่าสูงในช่วงเวลา 18.00 – 5.00 ทุกจุดตรวจวัดทั้งหมด 16 จุด ซึ่งจากผลที่ได้นี้จึงสามารถบอกได้ว่าในช่วงเวลากลางวันนั้นจะมีปริมาณฝุ่นละอองน้อยกว่าในตอนกลางคืน โดยตั้งสมมติฐานได้ 2 ข้อ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่ 1 ในช่วงเวลากลางวันซึ่งเป็นช่วงที่มีหึ่งรดและผู้คน พลุกพล่านนั้นอาจทำให้ฝุ่นละอองขนาด PM10 ซึ่งมีน้ำหนักเบาที่ฟุ้งกระจายและลอยตัวสูง ดังนั้นผลที่ได้จากการตรวจวัดจึงมีค่าน้อย และในช่วงเวลากลางคืนนั้นฝุ่นละอองที่ฟุ้งกระจายในตอนกลางวันที่จะเริ่มลอยตัวตกลงสู่พื้นดิน จึงทำให้ผลที่ได้จากการตรวจวัดในตอนกลางคืนมีค่ามากกว่าในตอนกลางวัน

ข้อที่ 2 พบว่าในเขตพื้นที่ศึกษานั้น มีการขนส่งวัสดุอุปกรณ์ในการก่อสร้างเข้าสู่โครงการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิโดยรถบรรทุกในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งรถบรรทุกที่วิ่งนั้นอาจสันนิษฐานได้ว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้ฝุ่นละอองที่ตรวจวัดได้ในตอนกลางคืนมีค่าสูงกว่าในเวลากลางวัน

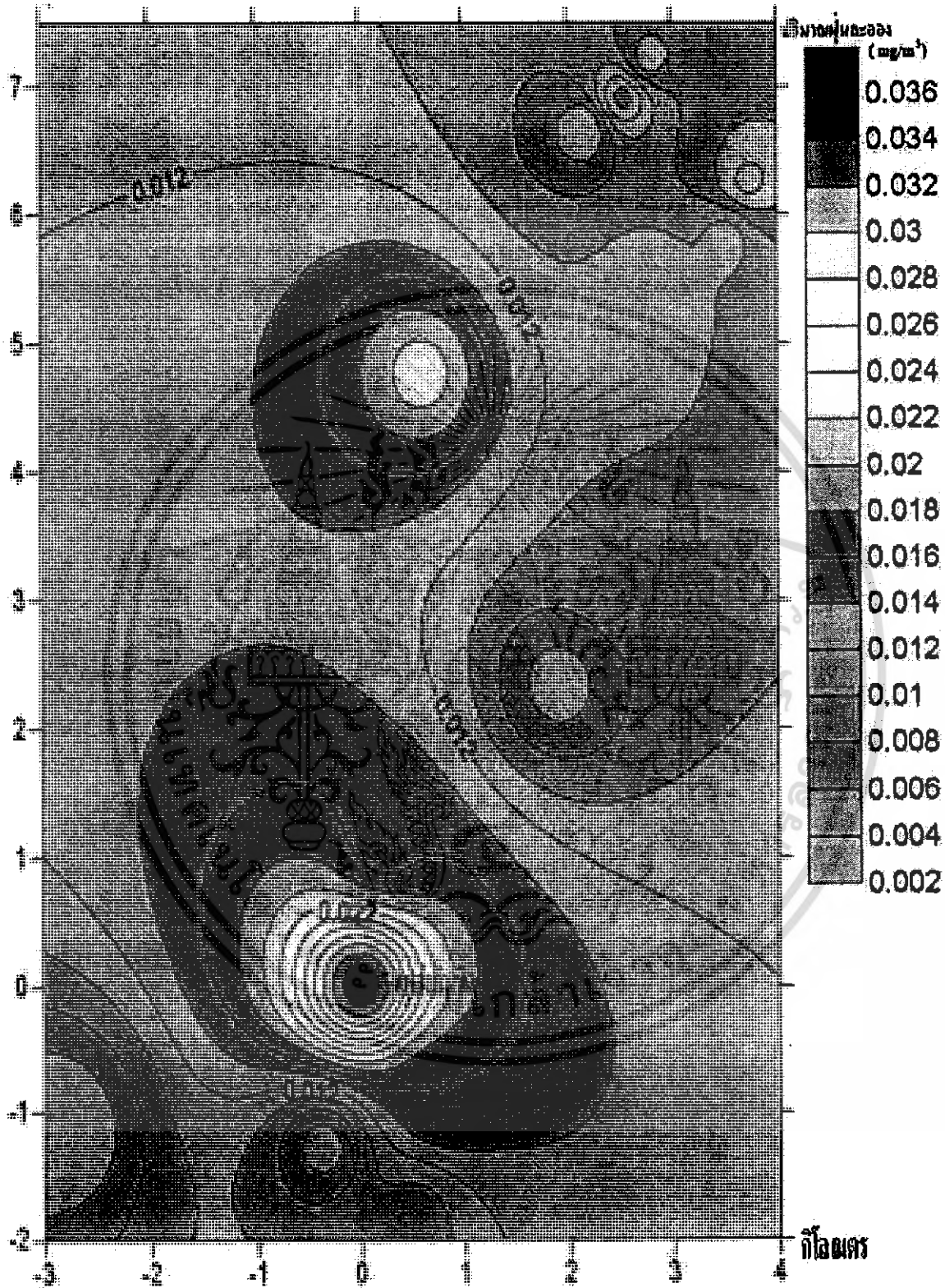
จากสมมติฐานทั้ง 2 ข้อ เมื่อพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมของจุดตรวจวัดแต่ละจุดแล้วพบว่าในบางจุดอาจจะได้รับผลกระทบจากการขนส่งของรถบรรทุก ซึ่งตรงตามสมมติฐานในข้อ 2 แต่บางจุดก็ไม่ได้รับกระทบจากการขนส่ง เช่น บริเวณจุดตรวจวัด ซอยเก็กงาม 2 และอาคาร ECC ซึ่งไม่ได้อยู่ในเส้นทางที่มีการขนส่ง ซึ่งขัดแย้งกับสมมติฐานในข้อ 2 ดังนั้นหากพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมร่วมกันทุกจุดแล้วนั้น สาเหตุที่ทำให้มีปริมาณฝุ่นละอองในเวลากลางคืนมากกว่าในเวลากลางวัน ควรจะเป็นไปตามสมมติฐานในข้อ 1 เพราะทุกจุดนั้น ในกลางคืนจะเป็นช่วงที่มีกิจกรรมน้อยเหมือนกันทั้งหมด ซึ่งไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

5.1.3 แบบจำลองแสดงการกระจายตัวของฝุ่นละออง

การสร้างแบบจำลองแสดงการกระจายตัวของฝุ่นละอองนั้นแบบจำลองที่แสดง (รูปที่ 5.1) จะเป็นค่าปริมาณฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่ศึกษา ที่ทำการเก็บข้อมูลและหาค่าเฉลี่ยในช่วงเวลา 6 เดือนคือ ตั้งแต่ เดือน กันยายน 2548 ถึง เดือน มีนาคม 2549 ซึ่งช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลนั้นจะมีกลไก 2 ตัวที่มีผลกับฝุ่นละอองเกิดขึ้นคือ แหล่งกำเนิดสร้างฝุ่นละอองขึ้น และ ฝุ่นละอองถูกพัดพาโดยกระแสลม โดยค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ได้นั้นเป็นค่าในช่วงที่เกิดกลไกทั้ง 2 ตัวอยู่ตลอด ดังนั้นค่าที่แสดงนั้นจะเป็นค่าซึ่งอยู่ในสถานะคงที่ (Steady state) ซึ่งหมายความว่า ณ จุดใดๆในพื้นที่ศึกษานั้นจะมีค่าปริมาณฝุ่นละอองคงที่เท่ากับแบบจำลองที่สร้างขึ้นตลอดเวลา โดยที่จะต้องไม่มีสิ่งใดรบกวนกลไกทั้ง 2 ตัว

ในการสร้างแบบจำลองได้ใช้โปรแกรม Surfer ในการคำนวณสร้างแบบจำลองโดย ขั้นแรกจะต้องทำการเตรียมข้อมูลที่จะทำการสร้างแบบจำลองทั้งหมดโดยมีค่าปริมาณฝุ่นละอองค่าพิกัดจุด ของจุดตรวจวัดทุกจุด จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างแบบจำลองในโปรแกรม โดยเลือกวิธีการคำนวณให้ได้ผลที่ใกล้เคียงกับลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นละอองมากที่สุด

กิโลเมตร



รูปที่ 5.1 แบบจำลองแสดงการกระจายตัวของฝุ่นละอองในสถานะคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 แบบจำลองทำนายลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นละอองในอากาศ

การสร้างแบบจำลองทำนายลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นละอองในอากาศ ได้ใช้สมมติฐานการกระจายตัวแบบ Gaussian Distribution ในการคำนวณตามสมการดังนี้

$$p(x, y) := \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y \cdot \sqrt{1 - R^2}} \cdot e^{-\frac{1}{2 \cdot (1 - R^2)} \left[\frac{(x - mx)^2}{\sigma_x^2} - \frac{2 \cdot R \cdot (x - mx) \cdot (y - my)}{\sigma_x \cdot \sigma_y} + \frac{(y - my)^2}{\sigma_y^2} \right]}$$

| | | |
|----------------------|---|---|
| $P(x,y)$ | = | ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ |
| x, y | = | พิกัดของจุดที่ต้องการทราบปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ |
| R | = | $\frac{Cov}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$ |
| mx | = | U_{xt} , $my = U_{yt}$ |
| x_0, y_0 | = | พิกัดของจุดที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง |
| U_x, U_y | = | ความเร็วลม |
| t | = | เวลา |
| σ_x, σ_y | = | ค่าคงที่ของการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นละออง |

โดยการคำนวณขั้นแรกทำการแทนค่าที่ทราบจากการตรวจวัดคือ ค่าปริมาณฝุ่นละออง และพิกัดจุด ทั้งหมด 16 จุด และทำการคำนวณเพื่อหาตัวแปรค่าคงที่คือ σ_x , σ_y , R ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณฝุ่นละอองใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด โดยจะต้องสอดคล้องกับข้อมูลทั้งหมด 16 จุดที่ได้จากการศึกษา ในการคำนวณได้ใช้โปรแกรม Excel ในการสร้างสมการขึ้นและป้อนข้อมูลจริงที่ได้จากการทำงานลงไปและใช้ฟังก์ชัน Solver ซึ่งอยู่ภายในโปรแกรม Excel ในการคำนวณหาตัวแปรค่าคงที่ให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดคือ ค่าสัมบูรณ์ของผลรวมของปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการศึกษาลบด้วยปริมาณในละอองที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ไปแทนลงในสูตรและจึงคำนวณหา ปริมาณฝุ่นละอองในพิกัดจุดที่ต้องการทราบได้ โดยการแทนค่าพิกัด X , Y ความเร็วลมและเวลา ที่ต้องการทราบจากนั้นจึงนำค่าที่ได้ไปจัดทำแผนที่แสดงการกระจายตัวของฝุ่นละออง โดยในการคำนวณสามารถหาค่าตัวแปรค่าคงที่ได้ดังนี้

$$\sigma_x = 1.57769$$

$$\sigma_y = 6.28163$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R = 0.8552$$

$$\text{Cov} = 711210$$

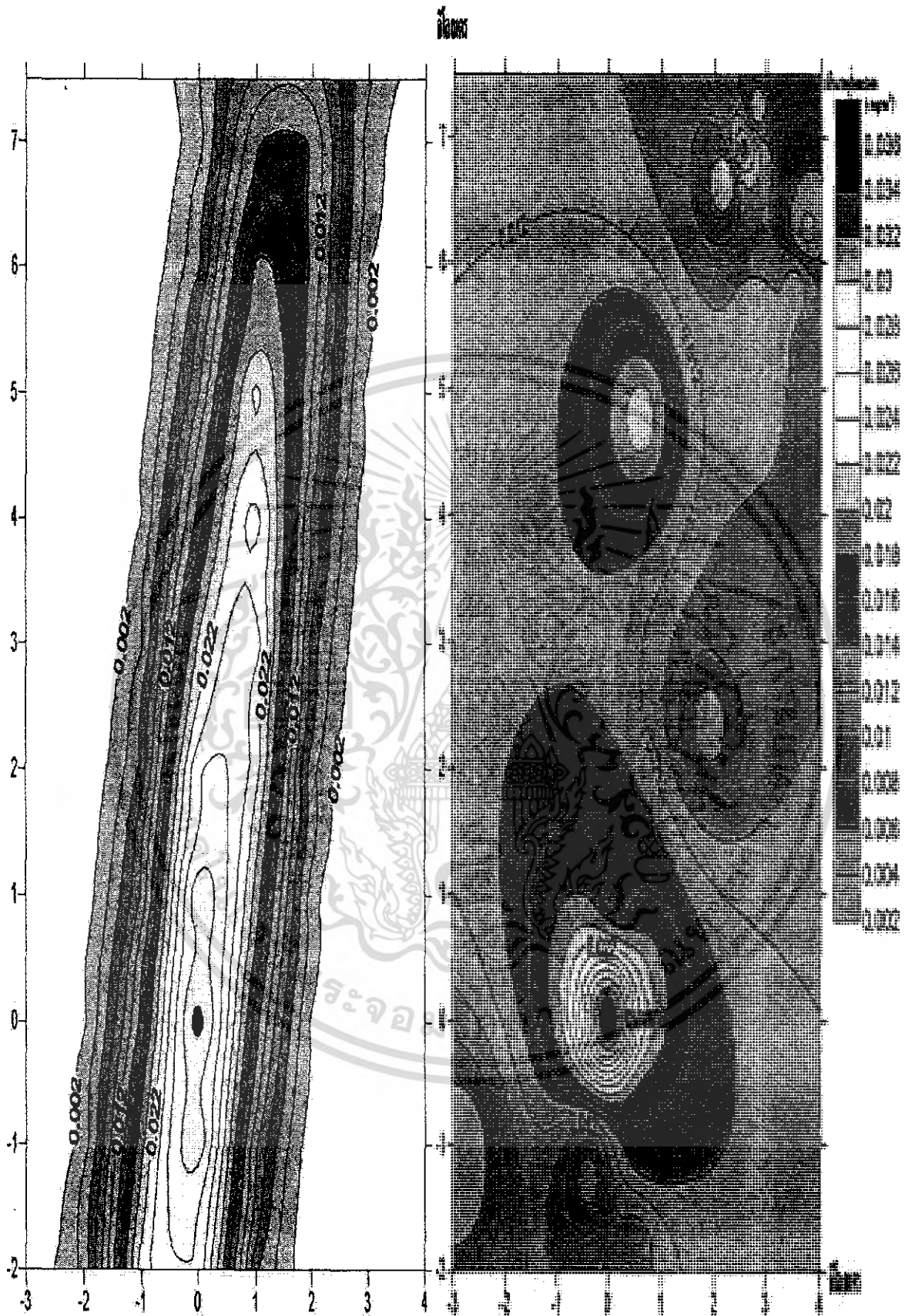
ในการสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นละอองตามสมการนี้ จะเป็นการทำนายเพื่อให้ทราบถึง ลักษณะการเคลื่อนตัวของฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดภายในโครงการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ในพื้นที่ศึกษา เมื่อการก่อสร้างสิ้นสุดลง โดยตั้งอยู่บนสมมติฐาน 2 ข้อคือ

- แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองหยุดการสร้างฝุ่นละออง
- ฝุ่นละอองเคลื่อนที่ในแกน x, y ตามความเร็วและทิศทางลมและไม่มีการตกลงสู่พื้นดิน

ได้ทำการสร้างแบบจำลองจากข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ ดังรูปที่ 5.2 เปรียบเทียบกับแบบจำลองที่ได้จากข้อมูลจริง พบว่าแบบจำลองทั้ง 2 อันสามารถระบุแหล่งกำเนิดได้ที่จุดเดียวกันที่พิกัด $(0,0)$ คือบริเวณจุดตรวจวัด J&V และมีการกระจายออกจากแหล่งกำเนิดโดยมีค่าลดลงเมื่อห่างออกจากแหล่งกำเนิดมากขึ้น

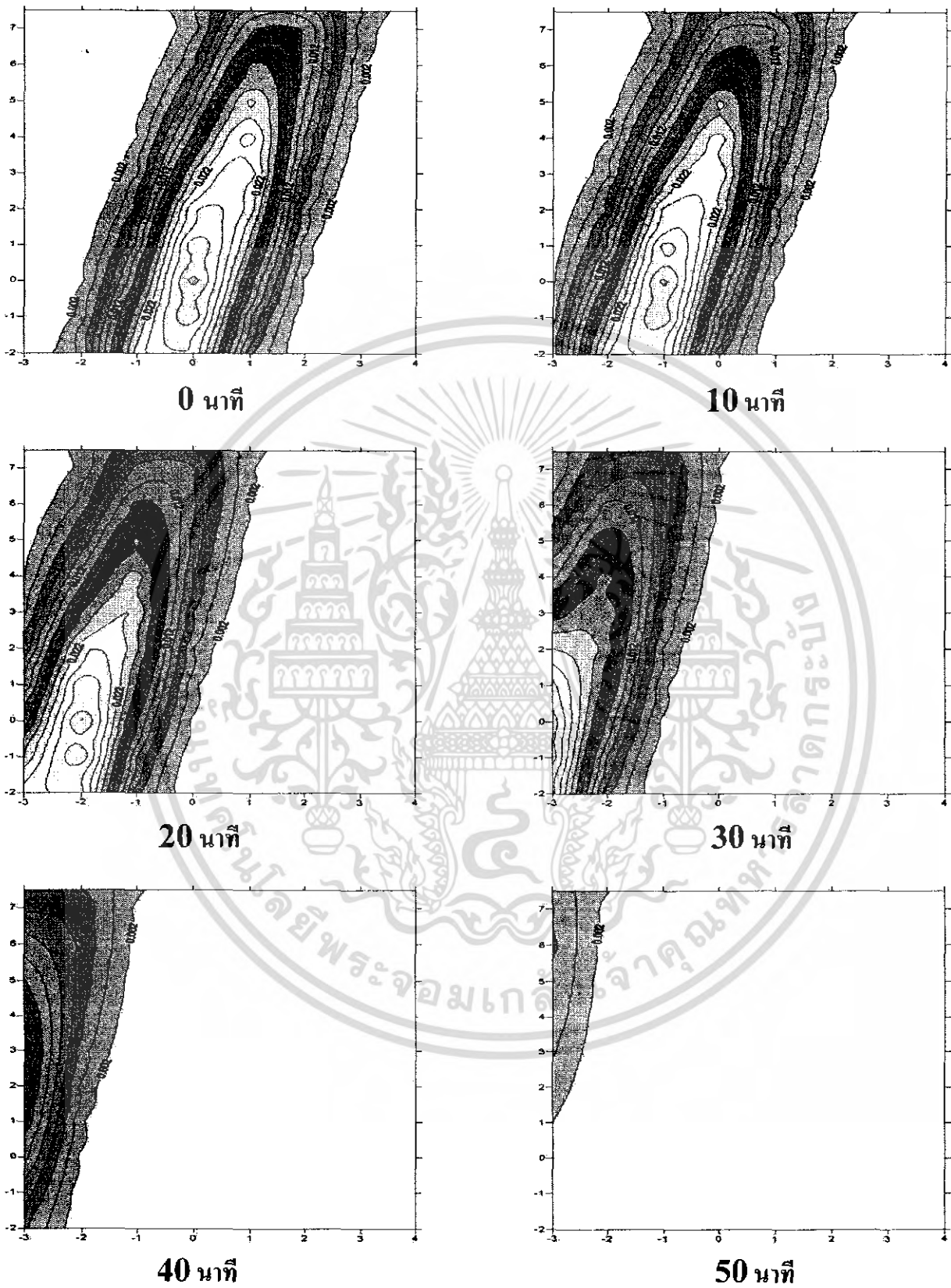
โดยในการทำนายได้สมมติว่าการก่อสร้างได้เสร็จสิ้นในเดือนมกราคมหรือเดือนสิงหาคม และสร้างแบบจำลองโดยเลือกใช้ขนาดและทิศทางของกระแสลมในเดือนมกราคมและเดือนสิงหาคม

ผลที่ได้จากการคำนวณพบว่าทั้งเดือนมกราคมและเดือนสิงหาคม ฝุ่นละอองจะใช้เวลาในการกระจายและเคลื่อนตัวออกจากบริเวณพื้นที่ศึกษาประมาณ 50 นาทีเท่านั้น โดยในเดือนมกราคมฝุ่นละอองจะเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกและ ในเดือนสิงหาคมฝุ่นละอองจะเคลื่อนตัวออกไปทางทิศตะวันออก ดัง รูปที่ 5.2 และ รูปที่ 5.3 ซึ่งแสดงลักษณะการเคลื่อนตัวของฝุ่นละอองในช่วงเวลา 50 นาที



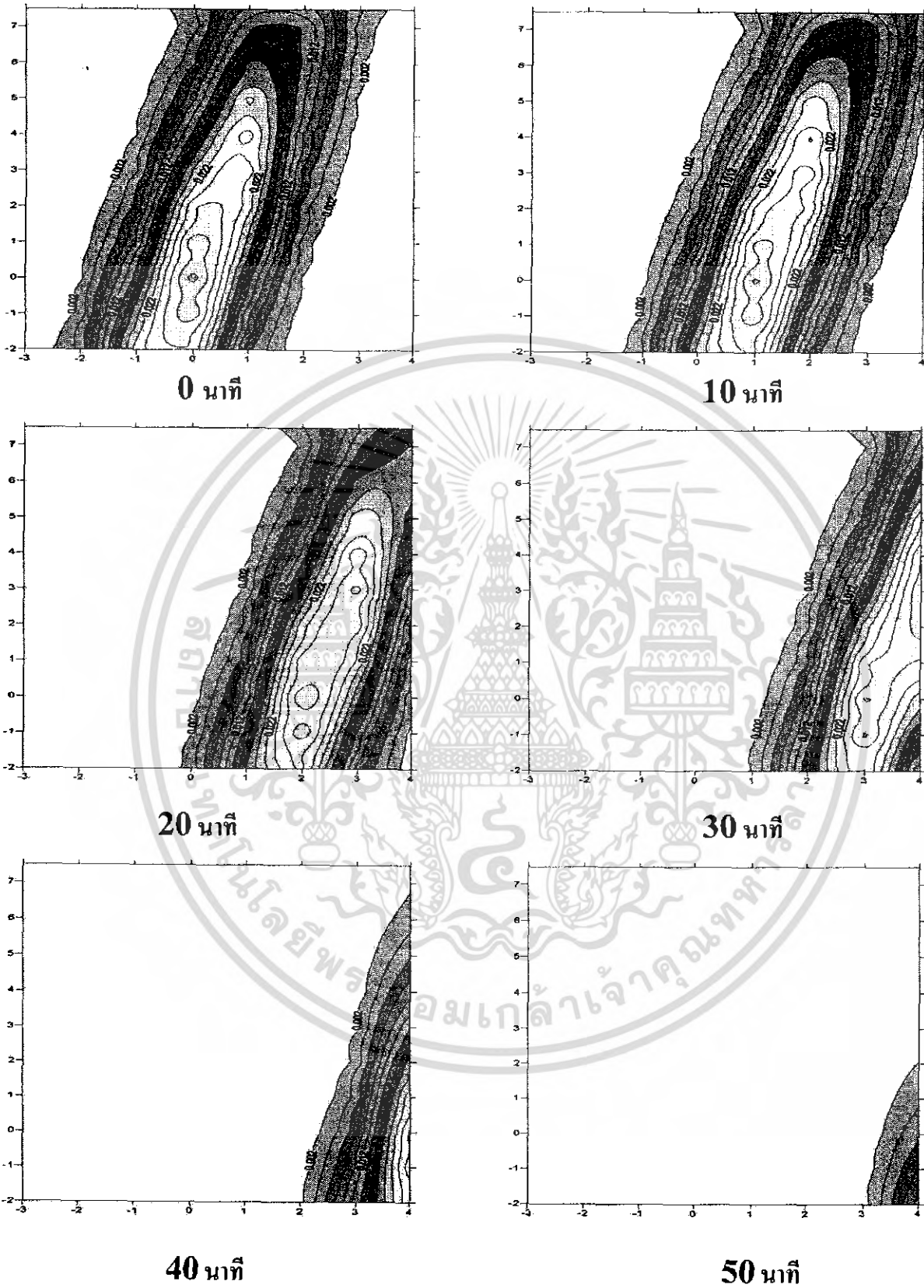
รูปที่ 5.2 เปรียบแบบจำลองจากการคำนวณกับแบบจำลองจากข้อมูลจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 แบบจำลองแสดงลักษณะการเคลื่อนตัวของฝุ่นละอองในเดือนมกราคม

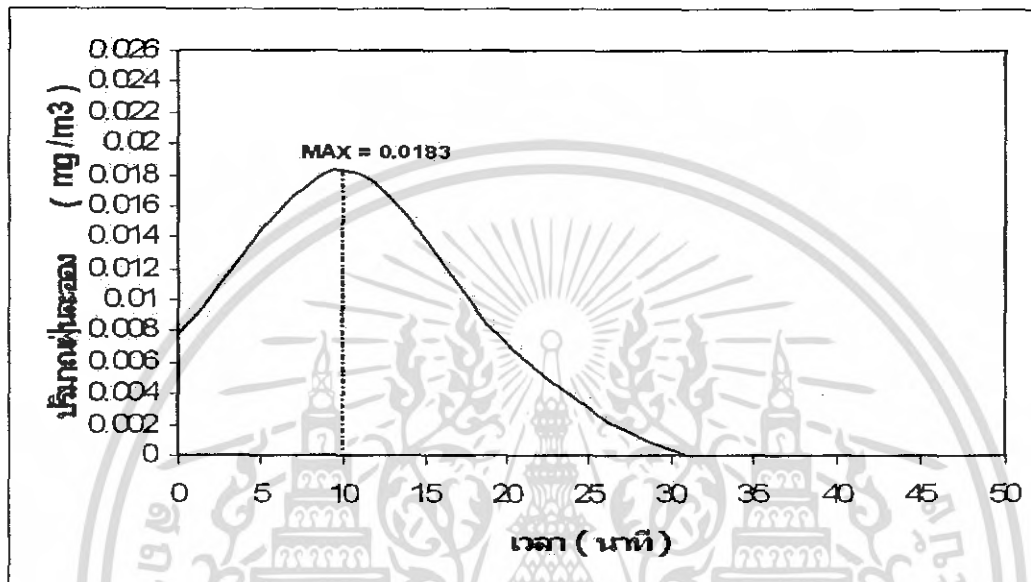
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



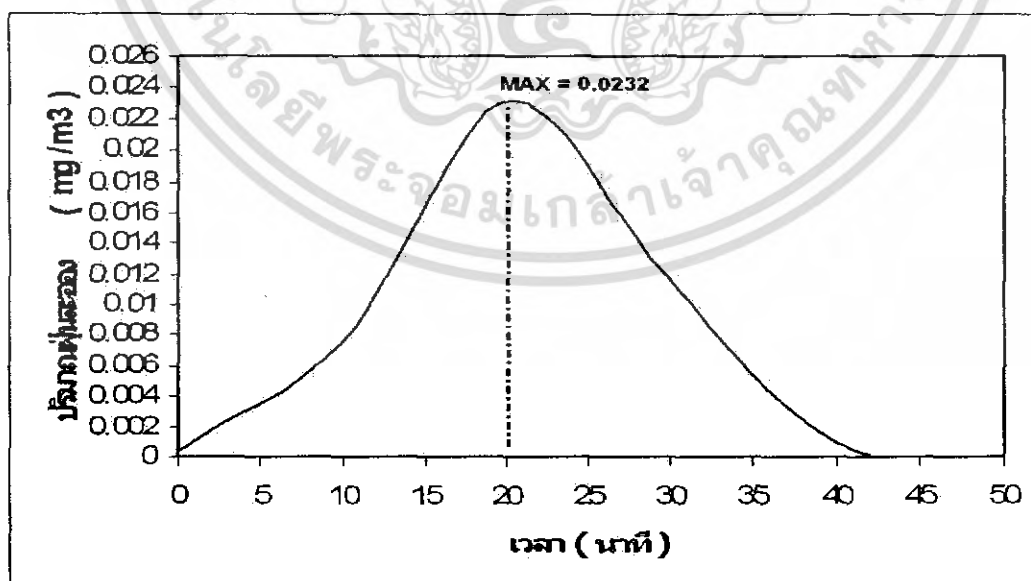
รูปที่ 5.4 แบบจำลองแสดงลักษณะการเคลื่อนตัวของฝุ่นละอองในเดือนสิงหาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นได้ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้น ในเดือนสิงหาคมซึ่งฝุ่นละอองมีทิศทางเคลื่อนตัวมาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้เข้าสู่บริเวณสถาบันและแหล่งที่พักอาศัยของผู้คน โดยเลือกจุดสังเกต 2 จุดคือ บริเวณอาคาร CCA และบริเวณ ซอยจินดา ดังรูปที่ 5.4 , 5.5



รูปที่ 5.5 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองบริเวณ อาคาร CCA ในเดือนสิงหาคม



รูปที่ 5.6 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองบริเวณ ซอย จินดา ในเดือนสิงหาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าที่บริเวณอาคาร CCA มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.0183 mg/m^3 ที่เวลา 10 นาที และบริเวณชอยจินดา มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.0232 mg/m^3 ที่เวลา 20 นาที โดยที่อาคาร CCA ฝุ่นละอองจะเคลื่อนตัวผ่านจนหมดมีค่าเท่ากับศูนย์เร็วกว่าที่ชอยจินดา โดยมีค่าเท่ากับศูนย์ที่เวลาประมาณ 30 นาที และที่ชอยจินดา เวลาประมาณ 42 นาที

5.2 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาทั้งหมดนั้นทำให้สามารถระบุได้ว่า จุดใดเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองโดยพิจารณาจากจุดที่มีปริมาณฝุ่นละอองสูงสุด โดยพบว่า เป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐานไว้คือแหล่งกำเนิดอยู่ในบริเวณ โครงการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และสามารถทราบถึงลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นละอองในพื้นที่ทำการศึกษาในสถานะคงที่ (Steady state) ได้ และจากการสร้างแบบจำลองทำให้สามารถคาดคะเนลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นละอองในอนาคตได้และ ทราบถึงผลกระทบจากฝุ่นละอองที่จะมีต่อสถานที่ต่างๆในพื้นที่ศึกษาได้โดยใช้หลักการการกระจายตัวของ Gaussian Distribution เป็นสมมติฐานในการคำนวณ

ในส่วนของอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบหายใจของคนที่อยู่อาศัยอยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษา คือ บริเวณ โครงการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ สจล. และบริเวณโดยรอบนั้นพบว่าผลข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าที่ต่ำกว่ามาตรฐานปริมาณของฝุ่นละอองซึ่งเท่ากับ 0.12 mg/m^3 อยู่มากโดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่วัดได้เท่ากับ 0.036 mg/m^3 เท่านั้นคือบริเวณ จุดตรวจวัด J&V และ ดังนั้นฝุ่นละอองในพื้นที่ศึกษาจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายกับระบบทางเดินหายใจ แต่เพียงก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทำให้เสียทัศนียภาพเท่านั้น

บรรณานุกรม

- เครื่องวัดปริมาณฝุ่น กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

http://www.pmt.co.th/th/t_pmsaerosol.htm

- Ruppecht & Patashnick Co., Inc. Operating Manual Dustscan Scout Model 3020 Aerosol Monitor , 2000.

- บริษัท สิทธีพรแอส โซซิเอต จำกัด. เอกสารประกอบการณ์สัมมนาสถานการณ์ฝุ่นในปัจจุบัน และแนวโน้มในอดีตและเทคโนโลยีการตรวจวัดฝุ่นในอากาศ , 2546

- รายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การศึกษาปัญหามลพิษทางอากาศด้านฝุ่นละออง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองทั้งหมด 16 จุด

| Site 1 อาคาร CCA | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|---------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|----------|
| | | 17:44:45 | 0.009 | 17:44:45 | 0.01 | 17:44:45 | 0.011 | 17:44:45 |
| | 18:14:45 | 0.005 | 18:14:45 | 0.008 | 18:14:45 | 0.006 | 18:14:45 | 0.006 |
| | 18:44:45 | 0.01 | 18:44:45 | 0.009 | 18:44:45 | 0.008 | 18:44:45 | 0.009 |
| | 19:14:45 | 0.011 | 19:14:45 | 0.012 | 19:14:45 | 0.013 | 19:14:45 | 0.012 |
| | 19:44:45 | 0.015 | 19:44:45 | 0.016 | 19:44:45 | 0.019 | 19:44:45 | 0.017 |
| | 20:14:45 | 0.022 | 20:14:45 | 0.024 | 20:14:45 | 0.026 | 20:14:45 | 0.024 |
| | 20:44:45 | 0.025 | 20:44:45 | 0.026 | 20:44:45 | 0.026 | 20:44:45 | 0.026 |
| | 21:14:45 | 0.024 | 21:14:45 | 0.023 | 21:14:45 | 0.021 | 21:14:45 | 0.022 |
| | 21:44:45 | 0.024 | 21:44:45 | 0.021 | 21:44:45 | 0.021 | 21:44:45 | 0.022 |
| | 22:14:45 | 0.023 | 22:14:45 | 0.02 | 22:14:45 | 0.02 | 22:14:45 | 0.021 |
| | 22:44:45 | 0.023 | 22:44:45 | 0.023 | 22:44:45 | 0.025 | 22:44:45 | 0.024 |
| | 23:14:45 | 0.022 | 23:14:45 | 0.022 | 23:14:45 | 0.024 | 23:14:45 | 0.023 |
| | 23:44:45 | 0.026 | 23:44:45 | 0.024 | 23:44:45 | 0.024 | 23:44:45 | 0.025 |
| | 0:14:45 | 0.026 | 0:14:45 | 0.023 | 0:14:45 | 0.024 | 0:14:45 | 0.024 |
| | 0:44:45 | 0.025 | 0:44:45 | 0.025 | 0:44:45 | 0.024 | 0:44:45 | 0.025 |
| | 1:14:45 | 0.025 | 1:14:45 | 0.025 | 1:14:45 | 0.025 | 1:14:45 | 0.025 |
| | 1:44:45 | 0.025 | 1:44:45 | 0.026 | 1:44:45 | 0.024 | 1:44:45 | 0.025 |
| | 2:14:45 | 0.024 | 2:14:45 | 0.024 | 2:14:45 | 0.019 | 2:14:45 | 0.022 |
| | 2:44:45 | 0.021 | 2:44:45 | 0.02 | 2:44:45 | 0.021 | 2:44:45 | 0.021 |
| | 3:14:45 | 0.023 | 3:14:45 | 0.022 | 3:14:45 | 0.022 | 3:14:45 | 0.022 |
| | 3:44:45 | 0.026 | 3:44:45 | 0.024 | 3:44:45 | 0.025 | 3:44:45 | 0.025 |
| | 4:14:45 | 0.024 | 4:14:45 | 0.022 | 4:14:45 | 0.023 | 4:14:45 | 0.023 |
| | 4:44:45 | 0.024 | 4:44:45 | 0.022 | 4:44:45 | 0.024 | 4:44:45 | 0.023 |
| | 5:14:45 | 0.025 | 5:14:45 | 0.025 | 5:14:45 | 0.027 | 5:14:45 | 0.026 |
| | 5:44:45 | 0.027 | 5:44:45 | 0.025 | 5:44:45 | 0.025 | 5:44:45 | 0.026 |
| | 6:14:45 | 0.028 | 6:14:45 | 0.027 | 6:14:45 | 0.027 | 6:14:45 | 0.027 |
| | 6:44:45 | 0.026 | 6:44:45 | 0.027 | 6:44:45 | 0.023 | 6:44:45 | 0.025 |
| | 7:14:45 | 0.026 | 7:14:45 | 0.025 | 7:14:45 | 0.025 | 7:14:45 | 0.025 |
| | 7:44:45 | 0.024 | 7:44:45 | 0.025 | 7:44:45 | 0.024 | 7:44:45 | 0.024 |
| | 8:14:45 | 0.015 | 8:14:45 | 0.009 | 8:14:45 | 0.01 | 8:14:45 | 0.011 |
| | 8:44:45 | 0.009 | 8:44:45 | 0.006 | 8:44:45 | 0.007 | 8:44:45 | 0.007 |
| | 9:14:45 | 0.007 | 9:14:45 | 0.005 | 9:14:45 | 0.004 | 9:14:45 | 0.005 |
| | 9:44:45 | 0.007 | 9:44:45 | 0.004 | 9:44:45 | 0.004 | 9:44:45 | 0.005 |
| | 10:14:45 | 0.005 | 10:14:45 | 0.004 | 10:14:45 | 0.004 | 10:14:45 | 0.004 |
| | 10:44:45 | 0.004 | 10:44:45 | 0.004 | 10:44:45 | 0.003 | 10:44:45 | 0.004 |
| | 11:14:45 | 0.003 | 11:14:45 | 0.005 | 11:14:45 | 0.003 | 11:14:45 | 0.004 |
| | 11:44:45 | 0.003 | 11:44:45 | 0.002 | 11:44:45 | 0.001 | 11:44:45 | 0.002 |
| | 12:14:45 | 0.002 | 12:14:45 | 0.002 | 12:14:45 | 0.002 | 12:14:45 | 0.002 |
| | 12:44:45 | 0.003 | 12:44:45 | 0.003 | 12:44:45 | 0.002 | 12:44:45 | 0.003 |
| | 13:14:45 | 0.002 | 13:14:45 | 0.001 | 13:14:45 | 0.003 | 13:14:45 | 0.002 |
| | 13:44:45 | 0.002 | 13:44:45 | 0.001 | 13:44:45 | 0.003 | 13:44:45 | 0.002 |
| | 14:14:45 | 0.001 | 14:14:45 | 0.002 | 14:14:45 | 0.002 | 14:14:45 | 0.002 |
| | 14:44:45 | 0.002 | 14:44:45 | 0.002 | 14:44:45 | 0.002 | 14:44:45 | 0.002 |
| | 15:14:45 | 0.003 | 15:14:45 | 0.002 | 15:14:45 | 0.002 | 15:14:45 | 0.003 |
| | 15:44:45 | 0.002 | 15:44:45 | 0.002 | 15:44:45 | 0.002 | 15:44:45 | 0.002 |
| | 16:14:45 | 0.002 | 16:14:45 | 0.003 | 16:14:45 | 0.003 | 16:14:45 | 0.003 |
| | 16:44:45 | 0.003 | 16:44:45 | 0.003 | 16:44:45 | 0.003 | 16:44:45 | 0.003 |
| | 17:14:45 | 0.003 | 17:14:45 | 0.004 | 17:14:45 | 0.004 | 17:14:45 | 0.004 |
| | เฉลี่ย | 0.015 | เฉลี่ย | 0.014 | เฉลี่ย | 0.014 | เฉลี่ย | 0.015 |
| | Min | 0.001 | Min | 0.001 | Min | 0.001 | Min | 0.002 |
| | Max | 0.028 | Max | 0.027 | Max | 0.027 | Max | 0.027 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่...
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 2 อาคาร ECC | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|---------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|----------|
| | | 15:30:04 | 0.004 | 15:30:04 | 0.003 | 15:30:04 | 0.004 | 15:30:04 |
| | 16:00:04 | 0.005 | 16:00:04 | 0.004 | 16:00:04 | 0.004 | 16:00:04 | 0.004 |
| | 16:30:04 | 0.005 | 16:30:04 | 0.004 | 16:30:04 | 0.005 | 16:30:04 | 0.005 |
| | 17:00:04 | 0.006 | 17:00:04 | 0.005 | 17:00:04 | 0.006 | 17:00:04 | 0.006 |
| | 17:30:04 | 0.006 | 17:30:04 | 0.006 | 17:30:04 | 0.005 | 17:30:04 | 0.006 |
| | 18:00:04 | 0.006 | 18:00:04 | 0.008 | 18:00:04 | 0.006 | 18:00:04 | 0.007 |
| | 18:30:04 | 0.009 | 18:30:04 | 0.009 | 18:30:04 | 0.008 | 18:30:04 | 0.009 |
| | 19:00:04 | 0.008 | 19:00:04 | 0.009 | 19:00:04 | 0.009 | 19:00:04 | 0.009 |
| | 19:30:04 | 0.008 | 19:30:04 | 0.007 | 19:30:04 | 0.008 | 19:30:04 | 0.008 |
| | 20:00:04 | 0.009 | 20:00:04 | 0.007 | 20:00:04 | 0.006 | 20:00:04 | 0.007 |
| | 20:30:04 | 0.008 | 20:30:04 | 0.007 | 20:30:04 | 0.005 | 20:30:04 | 0.007 |
| | 21:00:04 | 0.008 | 21:00:04 | 0.007 | 21:00:04 | 0.008 | 21:00:04 | 0.008 |
| | 21:30:04 | 0.01 | 21:30:04 | 0.011 | 21:30:04 | 0.011 | 21:30:04 | 0.011 |
| | 22:00:04 | 0.012 | 22:00:04 | 0.01 | 22:00:04 | 0.011 | 22:00:04 | 0.011 |
| | 22:30:04 | 0.014 | 22:30:04 | 0.012 | 22:30:04 | 0.015 | 22:30:04 | 0.014 |
| | 23:00:04 | 0.01 | 23:00:04 | 0.007 | 23:00:04 | 0.011 | 23:00:04 | 0.009 |
| | 23:30:04 | 0.007 | 23:30:04 | 0.007 | 23:30:04 | 0.008 | 23:30:04 | 0.007 |
| | 0:00:04 | 0.004 | 0:00:04 | 0.007 | 0:00:04 | 0.005 | 0:00:04 | 0.005 |
| | 0:30:04 | 0.004 | 0:30:04 | 0.005 | 0:30:04 | 0.005 | 0:30:04 | 0.005 |
| | 1:00:04 | 0.004 | 1:00:04 | 0.003 | 1:00:04 | 0.004 | 1:00:04 | 0.004 |
| | 1:30:04 | 0.004 | 1:30:04 | 0.003 | 1:30:04 | 0.003 | 1:30:04 | 0.003 |
| | 2:00:04 | 0.004 | 2:00:04 | 0.003 | 2:00:04 | 0.004 | 2:00:04 | 0.004 |
| | 2:30:04 | 0.003 | 2:30:04 | 0.004 | 2:30:04 | 0.004 | 2:30:04 | 0.004 |
| | 3:00:04 | 0.003 | 3:00:04 | 0.002 | 3:00:04 | 0.002 | 3:00:04 | 0.002 |
| | 3:30:04 | 0.003 | 3:30:04 | 0.002 | 3:30:04 | 0.002 | 3:30:04 | 0.002 |
| | 4:00:04 | 0.002 | 4:00:04 | 0.003 | 4:00:04 | 0.002 | 4:00:04 | 0.002 |
| | 4:30:04 | 0.002 | 4:30:04 | 0.003 | 4:30:04 | 0.002 | 4:30:04 | 0.002 |
| | 5:00:04 | 0.002 | 5:00:04 | 0.003 | 5:00:04 | 0.002 | 5:00:04 | 0.002 |
| | 5:30:04 | 0.003 | 5:30:04 | 0.002 | 5:30:04 | 0.002 | 5:30:04 | 0.002 |
| | 6:00:04 | 0.003 | 6:00:04 | 0.005 | 6:00:04 | 0.004 | 6:00:04 | 0.004 |
| | 6:30:04 | 0.002 | 6:30:04 | 0.003 | 6:30:04 | 0.002 | 6:30:04 | 0.002 |
| | 7:00:04 | 0.006 | 7:00:04 | 0.005 | 7:00:04 | 0.005 | 7:00:04 | 0.005 |
| | 7:30:04 | 0.006 | 7:30:04 | 0.004 | 7:30:04 | 0.005 | 7:30:04 | 0.005 |
| | 8:00:04 | 0.005 | 8:00:04 | 0.004 | 8:00:04 | 0.005 | 8:00:04 | 0.005 |
| | 8:30:04 | 0.005 | 8:30:04 | 0.005 | 8:30:04 | 0.005 | 8:30:04 | 0.005 |
| | 9:00:04 | 0.004 | 9:00:04 | 0.007 | 9:00:04 | 0.006 | 9:00:04 | 0.006 |
| | 9:30:04 | 0.004 | 9:30:04 | 0.007 | 9:30:04 | 0.004 | 9:30:04 | 0.005 |
| | 10:00:04 | 0.005 | 10:00:04 | 0.006 | 10:00:04 | 0.006 | 10:00:04 | 0.006 |
| | 10:30:04 | 0.005 | 10:30:04 | 0.006 | 10:30:04 | 0.006 | 10:30:04 | 0.006 |
| | 11:00:04 | 0.006 | 11:00:04 | 0.006 | 11:00:04 | 0.005 | 11:00:04 | 0.006 |
| | 11:30:04 | 0.006 | 11:30:04 | 0.006 | 11:30:04 | 0.005 | 11:30:04 | 0.006 |
| | 12:00:04 | 0.006 | 12:00:04 | 0.005 | 12:00:04 | 0.005 | 12:00:04 | 0.005 |
| | 12:30:04 | 0.006 | 12:30:04 | 0.005 | 12:30:04 | 0.005 | 12:30:04 | 0.005 |
| | 13:00:04 | 0.005 | 13:00:04 | 0.004 | 13:00:04 | 0.005 | 13:00:04 | 0.005 |
| | 13:30:04 | 0.005 | 13:30:04 | 0.006 | 13:30:04 | 0.006 | 13:30:04 | 0.006 |
| | 14:00:04 | 0.006 | 14:00:04 | 0.006 | 14:00:04 | 0.006 | 14:00:04 | 0.006 |
| | 14:30:04 | 0.005 | 14:30:04 | 0.005 | 14:30:04 | 0.005 | 14:30:04 | 0.005 |
| | 15:00:04 | 0.004 | 15:00:04 | 0.004 | 15:00:04 | 0.004 | 15:00:04 | 0.004 |
| | เฉลี่ย | 0.005 | เฉลี่ย | 0.005 | เฉลี่ย | 0.005 | เฉลี่ย | 0.005 |
| | min | 0.002 | min | 0.002 | min | 0.002 | min | 0.002 |
| | max | 0.014 | Max | 0.012 | max | 0.015 | max | 0.014 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 3 สนามบินข้างวัดนากร | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|------------------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|----------|
| | | 11:24:19 | 0.012 | 11:24:19 | 0.01 | 11:24:19 | 0.012 | 11:24:19 |
| | 11:54:19 | 0.011 | 11:54:19 | 0.018 | 11:54:19 | 0.014 | 11:54:19 | 0.014 |
| | 12:24:19 | 0.011 | 12:24:19 | 0.012 | 12:24:19 | 0.011 | 12:24:19 | 0.011 |
| | 12:54:19 | 0.022 | 12:54:19 | 0.021 | 12:54:19 | 0.015 | 12:54:19 | 0.019 |
| | 13:24:19 | 0.014 | 13:24:19 | 0.014 | 13:24:19 | 0.012 | 13:24:19 | 0.013 |
| | 13:54:19 | 0.014 | 13:54:19 | 0.011 | 13:54:19 | 0.014 | 13:54:19 | 0.013 |
| | 14:24:19 | 0.02 | 14:24:19 | 0.014 | 14:24:19 | 0.019 | 14:24:19 | 0.018 |
| | 14:54:19 | 0.022 | 14:54:19 | 0.018 | 14:54:19 | 0.019 | 14:54:19 | 0.02 |
| | 15:24:19 | 0.016 | 15:24:19 | 0.018 | 15:24:19 | 0.016 | 15:24:19 | 0.017 |
| | 15:54:19 | 0.015 | 15:54:19 | 0.016 | 15:54:19 | 0.015 | 15:54:19 | 0.015 |
| | 16:24:19 | 0.013 | 16:24:19 | 0.014 | 16:24:19 | 0.015 | 16:24:19 | 0.014 |
| | 16:54:19 | 0.016 | 16:54:19 | 0.013 | 16:54:19 | 0.014 | 16:54:19 | 0.014 |
| | 17:24:19 | 0.028 | 17:24:19 | 0.018 | 17:24:19 | 0.019 | 17:24:19 | 0.022 |
| | 17:54:19 | 0.022 | 17:54:19 | 0.02 | 17:54:19 | 0.022 | 17:54:19 | 0.021 |
| | 18:24:19 | 0.023 | 18:24:19 | 0.023 | 18:24:19 | 0.028 | 18:24:19 | 0.025 |
| | 18:54:19 | 0.021 | 18:54:19 | 0.024 | 18:54:19 | 0.026 | 18:54:19 | 0.024 |
| | 19:24:19 | 0.027 | 19:24:19 | 0.029 | 19:24:19 | 0.028 | 19:24:19 | 0.028 |
| | 19:54:19 | 0.025 | 19:54:19 | 0.029 | 19:54:19 | 0.028 | 19:54:19 | 0.027 |
| | 20:24:19 | 0.024 | 20:24:19 | 0.025 | 20:24:19 | 0.024 | 20:24:19 | 0.024 |
| | 20:54:19 | 0.024 | 20:54:19 | 0.025 | 20:54:19 | 0.024 | 20:54:19 | 0.024 |
| | 21:24:19 | 0.025 | 21:24:19 | 0.027 | 21:24:19 | 0.026 | 21:24:19 | 0.026 |
| | 21:54:19 | 0.027 | 21:54:19 | 0.026 | 21:54:19 | 0.027 | 21:54:19 | 0.027 |
| | 22:24:19 | 0.026 | 22:24:19 | 0.031 | 22:24:19 | 0.03 | 22:24:19 | 0.029 |
| | 22:54:19 | 0.029 | 22:54:19 | 0.032 | 22:54:19 | 0.031 | 22:54:19 | 0.031 |
| | 23:24:19 | 0.03 | 23:24:19 | 0.032 | 23:24:19 | 0.03 | 23:24:19 | 0.031 |
| | 23:54:19 | 0.03 | 23:54:19 | 0.031 | 23:54:19 | 0.03 | 23:54:19 | 0.03 |
| | 0:24:19 | 0.026 | 0:24:19 | 0.028 | 0:24:19 | 0.028 | 0:24:19 | 0.027 |
| | 0:54:19 | 0.028 | 0:54:19 | 0.03 | 0:54:19 | 0.03 | 0:54:19 | 0.029 |
| | 1:24:19 | 0.028 | 1:24:19 | 0.026 | 1:24:19 | 0.028 | 1:24:19 | 0.027 |
| | 1:54:19 | 0.029 | 1:54:19 | 0.025 | 1:54:19 | 0.029 | 1:54:19 | 0.028 |
| | 2:24:19 | 0.025 | 2:24:19 | 0.028 | 2:24:19 | 0.026 | 2:24:19 | 0.026 |
| | 2:54:19 | 0.026 | 2:54:19 | 0.028 | 2:54:19 | 0.026 | 2:54:19 | 0.027 |
| | 3:24:19 | 0.027 | 3:24:19 | 0.029 | 3:24:19 | 0.027 | 3:24:19 | 0.028 |
| | 3:54:19 | 0.026 | 3:54:19 | 0.025 | 3:54:19 | 0.025 | 3:54:19 | 0.025 |
| | 4:24:19 | 0.025 | 4:24:19 | 0.027 | 4:24:19 | 0.024 | 4:24:19 | 0.025 |
| | 4:54:19 | 0.024 | 4:54:19 | 0.023 | 4:54:19 | 0.023 | 4:54:19 | 0.023 |
| | 5:24:19 | 0.024 | 5:24:19 | 0.024 | 5:24:19 | 0.023 | 5:24:19 | 0.024 |
| | 5:54:19 | 0.028 | 5:54:19 | 0.024 | 5:54:19 | 0.025 | 5:54:19 | 0.026 |
| | 6:24:19 | 0.026 | 6:24:19 | 0.025 | 6:24:19 | 0.026 | 6:24:19 | 0.026 |
| | 6:54:19 | 0.022 | 6:54:19 | 0.021 | 6:54:19 | 0.022 | 6:54:19 | 0.022 |
| | 7:24:19 | 0.02 | 7:24:19 | 0.019 | 7:24:19 | 0.019 | 7:24:19 | 0.019 |
| | 7:54:19 | 0.018 | 7:54:19 | 0.017 | 7:54:19 | 0.017 | 7:54:19 | 0.017 |
| | 8:24:19 | 0.012 | 8:24:19 | 0.01 | 8:24:19 | 0.009 | 8:24:19 | 0.01 |
| | 8:54:19 | 0.023 | 8:54:19 | 0.026 | 8:54:19 | 0.022 | 8:54:19 | 0.024 |
| | 9:24:19 | 0.028 | 9:24:19 | 0.03 | 9:24:19 | 0.028 | 9:24:19 | 0.029 |
| | 9:54:19 | 0.014 | 9:54:19 | 0.019 | 9:54:19 | 0.016 | 9:54:19 | 0.026 |
| | 10:24:19 | 0.012 | 10:24:19 | 0.014 | 10:24:19 | 0.011 | 10:24:19 | 0.012 |
| | 10:54:19 | 0.004 | 10:54:19 | 0.004 | 10:54:19 | 0.005 | 10:54:19 | 0.004 |
| | เฉลี่ย | 0.021 | เฉลี่ย | 0.021 | เฉลี่ย | 0.0212 | เฉลี่ย | 0.021 |
| | min | 0.004 | min | 0.006 | min | 0.01 | min | 0.007 |
| | max | 0.031 | Max | 0.032 | max | 0.032 | max | 0.031 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 4 J&V | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|---------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|----------|
| | | 17:32:27 | 0.011 | 17:32:27 | 0.018 | 17:32:27 | 0.013 | 17:32:27 |
| | 18:02:27 | 0.091 | 18:02:27 | 0.02 | 18:02:27 | 0.014 | 18:02:27 | 0.042 |
| | 18:32:27 | 0.045 | 18:32:27 | 0.029 | 18:32:27 | 0.037 | 18:32:27 | 0.037 |
| | 19:02:27 | 0.029 | 19:02:27 | 0.015 | 19:02:27 | 0.038 | 19:02:27 | 0.027 |
| | 19:32:27 | 0.051 | 19:32:27 | 0.023 | 19:32:27 | 0.027 | 19:32:27 | 0.034 |
| | 20:02:27 | 0.061 | 20:02:27 | 0.034 | 20:02:27 | 0.025 | 20:02:27 | 0.04 |
| | 20:32:27 | 0.034 | 20:32:27 | 0.026 | 20:32:27 | 0.02 | 20:32:27 | 0.027 |
| | 21:02:27 | 0.055 | 21:02:27 | 0.036 | 21:02:27 | 0.029 | 21:02:27 | 0.04 |
| | 21:32:27 | 0.037 | 21:32:27 | 0.038 | 21:32:27 | 0.048 | 21:32:27 | 0.041 |
| | 22:02:27 | 0.039 | 22:02:27 | 0.043 | 22:02:27 | 0.029 | 22:02:27 | 0.037 |
| | 22:32:27 | 0.041 | 22:32:27 | 0.09 | 22:32:27 | 0.037 | 22:32:27 | 0.056 |
| | 23:02:27 | 0.049 | 23:02:27 | 0.036 | 23:02:27 | 0.023 | 23:02:27 | 0.036 |
| | 23:32:27 | 0.042 | 23:32:27 | 0.054 | 23:32:27 | 0.018 | 23:32:27 | 0.038 |
| | 0:02:27 | 0.044 | 0:02:27 | 0.065 | 0:02:27 | 0.021 | 0:02:27 | 0.043 |
| | 0:32:27 | 0.038 | 0:32:27 | 0.091 | 0:32:27 | 0.021 | 0:32:27 | 0.05 |
| | 1:02:27 | 0.039 | 1:02:27 | 0.142 | 1:02:27 | 0.024 | 1:02:27 | 0.068 |
| | 1:32:27 | 0.038 | 1:32:27 | 0.141 | 1:32:27 | 0.028 | 1:32:27 | 0.069 |
| | 2:02:27 | 0.038 | 2:02:27 | 0.129 | 2:02:27 | 0.037 | 2:02:27 | 0.068 |
| | 2:32:27 | 0.035 | 2:32:27 | 0.109 | 2:32:27 | 0.031 | 2:32:27 | 0.058 |
| | 3:02:27 | 0.037 | 3:02:27 | 0.09 | 3:02:27 | 0.03 | 3:02:27 | 0.052 |
| | 3:32:27 | 0.044 | 3:32:27 | 0.122 | 3:32:27 | 0.036 | 3:32:27 | 0.067 |
| | 4:02:27 | 0.039 | 4:02:27 | 0.132 | 4:02:27 | 0.036 | 4:02:27 | 0.069 |
| | 4:32:27 | 0.03 | 4:32:27 | 0.142 | 4:32:27 | 0.033 | 4:32:27 | 0.068 |
| | 5:02:27 | 0.032 | 5:02:27 | 0.156 | 5:02:27 | 0.025 | 5:02:27 | 0.071 |
| | 5:32:27 | 0.035 | 5:32:27 | 0.162 | 5:32:27 | 0.043 | 5:32:27 | 0.08 |
| | 6:02:27 | 0.042 | 6:02:27 | 0.143 | 6:02:27 | 0.058 | 6:02:27 | 0.081 |
| | 6:32:27 | 0.045 | 6:32:27 | 0.095 | 6:32:27 | 0.056 | 6:32:27 | 0.065 |
| | 7:02:27 | 0.04 | 7:02:27 | 0.067 | 7:02:27 | 0.044 | 7:02:27 | 0.05 |
| | 7:32:27 | 0.022 | 7:32:27 | 0.083 | 7:32:27 | 0.026 | 7:32:27 | 0.044 |
| | 8:02:27 | 0.012 | 8:02:27 | 0.055 | 8:02:27 | 0.022 | 8:02:27 | 0.03 |
| | 8:32:27 | 0.018 | 8:32:27 | 0.042 | 8:32:27 | 0.028 | 8:32:27 | 0.029 |
| | 9:02:27 | 0.008 | 9:02:27 | 0.039 | 9:02:27 | 0.018 | 9:02:27 | 0.022 |
| | 9:32:27 | 0.013 | 9:32:27 | 0.033 | 9:32:27 | 0.017 | 9:32:27 | 0.021 |
| | 10:02:27 | 0.009 | 10:02:27 | 0.023 | 10:02:27 | 0.02 | 10:02:27 | 0.017 |
| | 10:32:27 | 0.007 | 10:32:27 | 0.022 | 10:32:27 | 0.01 | 10:32:27 | 0.013 |
| | 11:02:27 | 0.004 | 11:02:27 | 0.015 | 11:02:27 | 0.006 | 11:02:27 | 0.008 |
| | 11:32:27 | 0.002 | 11:32:27 | 0.01 | 11:32:27 | 0.007 | 11:32:27 | 0.006 |
| | 12:02:27 | 0.004 | 12:02:27 | 0.009 | 12:02:27 | 0.004 | 12:02:27 | 0.006 |
| | 12:32:27 | 0.008 | 12:32:27 | 0.019 | 12:32:27 | 0.003 | 12:32:27 | 0.01 |
| | 13:02:27 | 0.007 | 13:02:27 | 0.02 | 13:02:27 | 0.001 | 13:02:27 | 0.009 |
| | 13:32:27 | 0.007 | 13:32:27 | 0.011 | 13:32:27 | 0.037 | 13:32:27 | 0.018 |
| | 14:02:27 | 0.005 | 14:02:27 | 0.008 | 14:02:27 | 0.008 | 14:02:27 | 0.007 |
| | 14:32:27 | 0.003 | 14:32:27 | 0.008 | 14:32:27 | 0.005 | 14:32:27 | 0.005 |
| | 15:02:27 | 0.005 | 15:02:27 | 0.007 | 15:02:27 | 0.004 | 15:02:27 | 0.005 |
| | 15:32:27 | 0.005 | 15:32:27 | 0.004 | 15:32:27 | 0.021 | 15:32:27 | 0.01 |
| | 16:02:27 | 0.003 | 16:02:27 | 0.009 | 16:02:27 | 0.008 | 16:02:27 | 0.007 |
| | 16:32:27 | 0.009 | 16:32:27 | 0.011 | 16:32:27 | 0.03 | 16:32:27 | 0.017 |
| | 17:02:27 | 0.031 | 17:02:27 | 0.009 | 17:02:27 | 0.016 | 17:02:27 | 0.019 |
| | เฉลี่ย | 0.028 | เฉลี่ย | 0.056 | เฉลี่ย | 0.024 | เฉลี่ย | 0.036 |
| | Min | 0.002 | Min | 0.004 | Min | 0.001 | Min | 0.005 |
| | Max | 0.091 | Max | 0.162 | Max | 0.058 | Max | 0.081 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 5 Thai Nippon | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|-----------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|-------|
| | 15:39:27 | 0.006 | 15:39:27 | 0.005 | 15:39:27 | 0.007 | 15:39:27 | 0.006 |
| 16:09:27 | 0.01 | 16:09:27 | 0.005 | 16:09:27 | 0.006 | 16:09:27 | 0.007 | |
| 16:39:27 | 0.013 | 16:39:27 | 0.009 | 16:39:27 | 0.006 | 16:39:27 | 0.009 | |
| 17:09:27 | 0.022 | 17:09:27 | 0.018 | 17:09:27 | 0.008 | 17:09:27 | 0.016 | |
| 17:39:27 | 0.014 | 17:39:27 | 0.027 | 17:39:27 | 0.03 | 17:39:27 | 0.024 | |
| 18:09:27 | 0.014 | 18:09:27 | 0.017 | 18:09:27 | 0.02 | 18:09:27 | 0.017 | |
| 18:39:27 | 0.021 | 18:39:27 | 0.012 | 18:39:27 | 0.024 | 18:39:27 | 0.019 | |
| 19:09:27 | 0.012 | 19:09:27 | 0.01 | 19:09:27 | 0.046 | 19:09:27 | 0.023 | |
| 19:39:27 | 0.013 | 19:39:27 | 0.013 | 19:39:27 | 0.012 | 19:39:27 | 0.013 | |
| 20:09:27 | 0.016 | 20:09:27 | 0.015 | 20:09:27 | 0.01 | 20:09:27 | 0.014 | |
| 20:39:27 | 0.013 | 20:39:27 | 0.013 | 20:39:27 | 0.012 | 20:39:27 | 0.013 | |
| 21:09:27 | 0.016 | 21:09:27 | 0.015 | 21:09:27 | 0.009 | 21:09:27 | 0.013 | |
| 21:39:27 | 0.014 | 21:39:27 | 0.022 | 21:39:27 | 0.009 | 21:39:27 | 0.015 | |
| 22:09:27 | 0.017 | 22:09:27 | 0.022 | 22:09:27 | 0.012 | 22:09:27 | 0.017 | |
| 22:39:27 | 0.019 | 22:39:27 | 0.021 | 22:39:27 | 0.017 | 22:39:27 | 0.019 | |
| 23:09:27 | 0.026 | 23:09:27 | 0.019 | 23:09:27 | 0.017 | 23:09:27 | 0.021 | |
| 23:39:27 | 0.018 | 23:39:27 | 0.02 | 23:39:27 | 0.016 | 23:39:27 | 0.018 | |
| 0:09:27 | 0.021 | 0:09:27 | 0.025 | 0:09:27 | 0.013 | 0:09:27 | 0.020 | |
| 0:39:27 | 0.021 | 0:39:27 | 0.033 | 0:39:27 | 0.008 | 0:39:27 | 0.021 | |
| 1:09:27 | 0.02 | 1:09:27 | 0.033 | 1:09:27 | 0.009 | 1:09:27 | 0.021 | |
| 1:39:27 | 0.021 | 1:39:27 | 0.035 | 1:39:27 | 0.012 | 1:39:27 | 0.023 | |
| 2:09:27 | 0.02 | 2:09:27 | 0.035 | 2:09:27 | 0.014 | 2:09:27 | 0.023 | |
| 2:39:27 | 0.018 | 2:39:27 | 0.026 | 2:39:27 | 0.015 | 2:39:27 | 0.020 | |
| 3:09:27 | 0.022 | 3:09:27 | 0.019 | 3:09:27 | 0.017 | 3:09:27 | 0.019 | |
| 3:39:27 | 0.022 | 3:39:27 | 0.016 | 3:39:27 | 0.02 | 3:39:27 | 0.019 | |
| 4:09:27 | 0.022 | 4:09:27 | 0.015 | 4:09:27 | 0.02 | 4:09:27 | 0.019 | |
| 4:39:27 | 0.024 | 4:39:27 | 0.017 | 4:39:27 | 0.023 | 4:39:27 | 0.021 | |
| 5:09:27 | 0.026 | 5:09:27 | 0.02 | 5:09:27 | 0.031 | 5:09:27 | 0.026 | |
| 5:39:27 | 0.028 | 5:39:27 | 0.018 | 5:39:27 | 0.046 | 5:39:27 | 0.031 | |
| 6:09:27 | 0.032 | 6:09:27 | 0.021 | 6:09:27 | 0.047 | 6:09:27 | 0.033 | |
| 6:39:27 | 0.032 | 6:39:27 | 0.03 | 6:39:27 | 0.037 | 6:39:27 | 0.033 | |
| 7:09:27 | 0.023 | 7:09:27 | 0.021 | 7:09:27 | 0.03 | 7:09:27 | 0.025 | |
| 7:39:27 | 0.015 | 7:39:27 | 0.013 | 7:39:27 | 0.019 | 7:39:27 | 0.016 | |
| 8:09:27 | 0.011 | 8:09:27 | 0.007 | 8:09:27 | 0.017 | 8:09:27 | 0.012 | |
| 8:39:27 | 0.008 | 8:39:27 | 0.003 | 8:39:27 | 0.006 | 8:39:27 | 0.006 | |
| 9:09:27 | 0.007 | 9:09:27 | 0.007 | 9:09:27 | 0.003 | 9:09:27 | 0.006 | |
| 9:39:27 | 0.007 | 9:39:27 | 0.005 | 9:39:27 | 0.002 | 9:39:27 | 0.005 | |
| 10:09:27 | 0.009 | 10:09:27 | 0.007 | 10:09:27 | 0.001 | 10:09:27 | 0.006 | |
| 10:39:27 | 0.005 | 10:39:27 | 0.006 | 10:39:27 | 0.001 | 10:39:27 | 0.004 | |
| 11:09:27 | 0.006 | 11:09:27 | 0.003 | 11:09:27 | 0 | 11:09:27 | 0.003 | |
| 11:39:27 | 0.014 | 11:39:27 | 0.016 | 11:39:27 | 0 | 11:39:27 | 0.010 | |
| 12:09:27 | 0.006 | 12:09:27 | 0.004 | 12:09:27 | 0 | 12:09:27 | 0.003 | |
| 12:39:27 | 0.007 | 12:39:27 | 0.006 | 12:39:27 | 0 | 12:39:27 | 0.004 | |
| 13:09:27 | 0.004 | 13:09:27 | 0.001 | 13:09:27 | 0 | 13:09:27 | 0.002 | |
| 13:39:27 | 0.003 | 13:39:27 | 0.002 | 13:39:27 | 0 | 13:39:27 | 0.002 | |
| 14:09:27 | 0.002 | 14:09:27 | 0.003 | 14:09:27 | 0 | 14:09:27 | 0.002 | |
| 14:39:27 | 0.002 | 14:39:27 | 0.002 | 14:39:27 | 0 | 14:39:27 | 0.001 | |
| 15:09:27 | 0.004 | 15:09:27 | 0.005 | 15:09:27 | 0 | 15:09:27 | 0.003 | |
| เฉลี่ย | 0.015 | เฉลี่ย | 0.015 | เฉลี่ย | 0.014 | เฉลี่ย | 0.015 | |
| Min | 0.002 | Min | 0.001 | Min | 0 | Min | 0.001 | |
| Max | 0.032 | Max | 0.035 | Max | 0.047 | Max | 0.033 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 6 สวนเพาะต้นไม้ | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|-------------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|-------|
| | 13:42:40 | 0 | 13:42:40 | 0.005 | 13:42:40 | 0.007 | 13:42:40 | 0.004 |
| 14:12:40 | 0 | 14:12:40 | 0.004 | 14:12:40 | 0.007 | 14:12:40 | 0.004 | |
| 14:42:40 | 0 | 14:42:40 | 0.004 | 14:42:40 | 0.007 | 14:42:40 | 0.004 | |
| 15:12:40 | 0.001 | 15:12:40 | 0.006 | 15:12:40 | 0.007 | 15:12:40 | 0.005 | |
| 15:42:40 | 0.001 | 15:42:40 | 0.007 | 15:42:40 | 0.008 | 15:42:40 | 0.005 | |
| 16:12:40 | 0.002 | 16:12:40 | 0.008 | 16:12:40 | 0.006 | 16:12:40 | 0.005 | |
| 16:42:40 | 0.004 | 16:42:40 | 0.009 | 16:42:40 | 0.011 | 16:42:40 | 0.008 | |
| 17:12:40 | 0.003 | 17:12:40 | 0.009 | 17:12:40 | 0.011 | 17:12:40 | 0.008 | |
| 17:42:40 | 0.007 | 17:42:40 | 0.011 | 17:42:40 | 0.013 | 17:42:40 | 0.01 | |
| 18:12:40 | 0.01 | 18:12:40 | 0.013 | 18:12:40 | 0.018 | 18:12:40 | 0.014 | |
| 18:42:40 | 0.007 | 18:42:40 | 0.022 | 18:42:40 | 0.021 | 18:42:40 | 0.017 | |
| 19:12:40 | 0.004 | 19:12:40 | 0.023 | 19:12:40 | 0.022 | 19:12:40 | 0.016 | |
| 19:42:40 | 0.006 | 19:42:40 | 0.027 | 19:42:40 | 0.02 | 19:42:40 | 0.018 | |
| 20:12:40 | 0.011 | 20:12:40 | 0.025 | 20:12:40 | 0.019 | 20:12:40 | 0.018 | |
| 20:42:40 | 0.013 | 20:42:40 | 0.013 | 20:42:40 | 0.024 | 20:42:40 | 0.017 | |
| 21:12:40 | 0.014 | 21:12:40 | 0.013 | 21:12:40 | 0.028 | 21:12:40 | 0.018 | |
| 21:42:40 | 0.013 | 21:42:40 | 0.012 | 21:42:40 | 0.034 | 21:42:40 | 0.02 | |
| 22:12:40 | 0.013 | 22:12:40 | 0.014 | 22:12:40 | 0.028 | 22:12:40 | 0.018 | |
| 22:42:40 | 0.014 | 22:42:40 | 0.014 | 22:42:40 | 0.025 | 22:42:40 | 0.018 | |
| 23:12:40 | 0.013 | 23:12:40 | 0.013 | 23:12:40 | 0.026 | 23:12:40 | 0.017 | |
| 23:42:40 | 0.014 | 23:42:40 | 0.013 | 23:42:40 | 0.029 | 23:42:40 | 0.019 | |
| 0:12:40 | 0.017 | 0:12:40 | 0.015 | 0:12:40 | 0.034 | 0:12:40 | 0.022 | |
| 0:42:40 | 0.017 | 0:42:40 | 0.017 | 0:42:40 | 0.037 | 0:42:40 | 0.024 | |
| 1:12:40 | 0.017 | 1:12:40 | 0.016 | 1:12:40 | 0.039 | 1:12:40 | 0.024 | |
| 1:42:40 | 0.016 | 1:42:40 | 0.018 | 1:42:40 | 0.04 | 1:42:40 | 0.025 | |
| 2:12:40 | 0.016 | 2:12:40 | 0.02 | 2:12:40 | 0.044 | 2:12:40 | 0.027 | |
| 2:42:40 | 0.014 | 2:42:40 | 0.023 | 2:42:40 | 0.039 | 2:42:40 | 0.025 | |
| 3:12:40 | 0.02 | 3:12:40 | 0.023 | 3:12:40 | 0.042 | 3:12:40 | 0.028 | |
| 3:42:40 | 0.022 | 3:42:40 | 0.026 | 3:42:40 | 0.041 | 3:42:40 | 0.03 | |
| 4:12:40 | 0.018 | 4:12:40 | 0.029 | 4:12:40 | 0.039 | 4:12:40 | 0.029 | |
| 4:42:40 | 0.017 | 4:42:40 | 0.029 | 4:42:40 | 0.029 | 4:42:40 | 0.025 | |
| 5:12:40 | 0.019 | 5:12:40 | 0.028 | 5:12:40 | 0.029 | 5:12:40 | 0.025 | |
| 5:42:40 | 0.025 | 5:42:40 | 0.03 | 5:42:40 | 0.029 | 5:42:40 | 0.028 | |
| 6:12:40 | 0.024 | 6:12:40 | 0.033 | 6:12:40 | 0.027 | 6:12:40 | 0.028 | |
| 6:42:40 | 0.022 | 6:42:40 | 0.036 | 6:42:40 | 0.016 | 6:42:40 | 0.025 | |
| 7:12:40 | 0.018 | 7:12:40 | 0.032 | 7:12:40 | 0.011 | 7:12:40 | 0.02 | |
| 7:42:40 | 0.015 | 7:42:40 | 0.024 | 7:42:40 | 0.007 | 7:42:40 | 0.015 | |
| 8:12:40 | 0.013 | 8:12:40 | 0.02 | 8:12:40 | 0.005 | 8:12:40 | 0.013 | |
| 8:42:40 | 0.011 | 8:42:40 | 0.015 | 8:42:40 | 0.005 | 8:42:40 | 0.01 | |
| 9:12:40 | 0.01 | 9:12:40 | 0.013 | 9:12:40 | 0.005 | 9:12:40 | 0.009 | |
| 9:42:40 | 0.009 | 9:42:40 | 0.011 | 9:42:40 | 0.004 | 9:42:40 | 0.008 | |
| 10:12:40 | 0.009 | 10:12:40 | 0.01 | 10:12:40 | 0.004 | 10:12:40 | 0.008 | |
| 10:42:40 | 0.007 | 10:42:40 | 0.01 | 10:42:40 | 0.004 | 10:42:40 | 0.007 | |
| 11:12:40 | 0.006 | 11:12:40 | 0.01 | 11:12:40 | 0.004 | 11:12:40 | 0.007 | |
| 11:42:40 | 0.006 | 11:42:40 | 0.008 | 11:42:40 | 0.003 | 11:42:40 | 0.006 | |
| 12:12:40 | 0.006 | 12:12:40 | 0.009 | 12:12:40 | 0.003 | 12:12:40 | 0.006 | |
| 12:42:40 | 0.004 | 12:42:40 | 0.008 | 12:42:40 | 0.002 | 12:42:40 | 0.005 | |
| 13:12:40 | 0.006 | 13:12:40 | 0.008 | 13:12:40 | 0.003 | 13:12:40 | 0.006 | |
| เฉลี่ย | 0.011 | เฉลี่ย | 0.016 | เฉลี่ย | 0.019 | เฉลี่ย | 0.016 | |
| Min | 0 | Min | 0.004 | Min | 0.002 | Min | 0.004 | |
| Max | 0.025 | Max | 0.036 | Max | 0.044 | Max | 0.03 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 7 Terminal | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|--------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|---|
| | 12:24:00 | 0 | 12:24:00 | 0.001 | 12:24:00 | 0 | 12:24:00 | 0 |
| 12:54:00 | 0 | 12:54:00 | 0.001 | 12:54:00 | 0.001 | 12:54:00 | 0.001 | |
| 13:24:00 | 0 | 13:24:00 | 0.001 | 13:24:00 | 0 | 13:24:00 | 0 | |
| 13:54:00 | 0 | 13:54:00 | 0.001 | 13:54:00 | 0 | 13:54:00 | 0 | |
| 14:24:00 | 0.001 | 14:24:00 | 0.001 | 14:24:00 | 0 | 14:24:00 | 0.001 | |
| 14:54:00 | 0.001 | 14:54:00 | 0.001 | 14:54:00 | 0.001 | 14:54:00 | 0.001 | |
| 15:24:00 | 0.002 | 15:24:00 | 0.002 | 15:24:00 | 0.001 | 15:24:00 | 0.002 | |
| 15:54:00 | 0.002 | 15:54:00 | 0.002 | 15:54:00 | 0.002 | 15:54:00 | 0.002 | |
| 16:24:00 | 0.003 | 16:24:00 | 0.003 | 16:24:00 | 0.002 | 16:24:00 | 0.003 | |
| 16:54:00 | 0.003 | 16:54:00 | 0.007 | 16:54:00 | 0.004 | 16:54:00 | 0.005 | |
| 17:24:00 | 0.01 | 17:24:00 | 0.006 | 17:24:00 | 0.007 | 17:24:00 | 0.008 | |
| 17:54:00 | 0.007 | 17:54:00 | 0.005 | 17:54:00 | 0.003 | 17:54:00 | 0.005 | |
| 18:24:00 | 0.008 | 18:24:00 | 0.007 | 18:24:00 | 0.004 | 18:24:00 | 0.006 | |
| 18:54:00 | 0.012 | 18:54:00 | 0.007 | 18:54:00 | 0.008 | 18:54:00 | 0.009 | |
| 19:24:00 | 0.014 | 19:24:00 | 0.009 | 19:24:00 | 0.007 | 19:24:00 | 0.01 | |
| 19:54:00 | 0.019 | 19:54:00 | 0.011 | 19:54:00 | 0.003 | 19:54:00 | 0.011 | |
| 20:24:00 | 0.016 | 20:24:00 | 0.013 | 20:24:00 | 0.004 | 20:24:00 | 0.011 | |
| 20:54:00 | 0.022 | 20:54:00 | 0.009 | 20:54:00 | 0.004 | 20:54:00 | 0.012 | |
| 21:24:00 | 0.023 | 21:24:00 | 0.008 | 21:24:00 | 0.006 | 21:24:00 | 0.012 | |
| 21:54:00 | 0.025 | 21:54:00 | 0.013 | 21:54:00 | 0.007 | 21:54:00 | 0.015 | |
| 22:24:00 | 0.024 | 22:24:00 | 0.014 | 22:24:00 | 0.012 | 22:24:00 | 0.017 | |
| 22:54:00 | 0.025 | 22:54:00 | 0.012 | 22:54:00 | 0.018 | 22:54:00 | 0.018 | |
| 23:24:00 | 0.027 | 23:24:00 | 0.011 | 23:24:00 | 0.011 | 23:24:00 | 0.016 | |
| 23:54:00 | 0.028 | 23:54:00 | 0.011 | 23:54:00 | 0.005 | 23:54:00 | 0.015 | |
| 0:24:00 | 0.028 | 0:24:00 | 0.011 | 0:24:00 | 0.004 | 0:24:00 | 0.014 | |
| 0:54:00 | 0.028 | 0:54:00 | 0.008 | 0:54:00 | 0.005 | 0:54:00 | 0.014 | |
| 1:24:00 | 0.026 | 1:24:00 | 0.01 | 1:24:00 | 0.003 | 1:24:00 | 0.013 | |
| 1:54:00 | 0.026 | 1:54:00 | 0.013 | 1:54:00 | 0.004 | 1:54:00 | 0.014 | |
| 2:24:00 | 0.027 | 2:24:00 | 0.014 | 2:24:00 | 0.004 | 2:24:00 | 0.015 | |
| 2:54:00 | 0.028 | 2:54:00 | 0.014 | 2:54:00 | 0.006 | 2:54:00 | 0.016 | |
| 3:24:00 | 0.026 | 3:24:00 | 0.018 | 3:24:00 | 0.006 | 3:24:00 | 0.017 | |
| 3:54:00 | 0.024 | 3:54:00 | 0.025 | 3:54:00 | 0.007 | 3:54:00 | 0.019 | |
| 4:24:00 | 0.024 | 4:24:00 | 0.03 | 4:24:00 | 0.005 | 4:24:00 | 0.02 | |
| 4:54:00 | 0.026 | 4:54:00 | 0.034 | 4:54:00 | 0.005 | 4:54:00 | 0.022 | |
| 5:24:00 | 0.021 | 5:24:00 | 0.029 | 5:24:00 | 0.003 | 5:24:00 | 0.018 | |
| 5:54:00 | 0.018 | 5:54:00 | 0.036 | 5:54:00 | 0.003 | 5:54:00 | 0.019 | |
| 6:24:00 | 0.016 | 6:24:00 | 0.036 | 6:24:00 | 0.004 | 6:24:00 | 0.019 | |
| 6:54:00 | 0.015 | 6:54:00 | 0.018 | 6:54:00 | 0.004 | 6:54:00 | 0.012 | |
| 7:24:00 | 0.01 | 7:24:00 | 0.009 | 7:24:00 | 0.003 | 7:24:00 | 0.007 | |
| 7:54:00 | 0.006 | 7:54:00 | 0.005 | 7:54:00 | 0.003 | 7:54:00 | 0.005 | |
| 8:24:00 | 0.004 | 8:24:00 | 0.003 | 8:24:00 | 0.003 | 8:24:00 | 0.003 | |
| 8:54:00 | 0.004 | 8:54:00 | 0.002 | 8:54:00 | 0.002 | 8:54:00 | 0.003 | |
| 9:24:00 | 0.002 | 9:24:00 | 0.002 | 9:24:00 | 0.001 | 9:24:00 | 0.002 | |
| 9:54:00 | 0.002 | 9:54:00 | 0.002 | 9:54:00 | 0.001 | 9:54:00 | 0.002 | |
| 10:24:00 | 0.001 | 10:24:00 | 0.001 | 10:24:00 | 0.002 | 10:24:00 | 0.001 | |
| 10:54:00 | 0.002 | 10:54:00 | 0.001 | 10:54:00 | 0.001 | 10:54:00 | 0.001 | |
| 11:24:00 | 0.001 | 11:24:00 | 0.001 | 11:24:00 | 0.002 | 11:24:00 | 0.001 | |
| 11:54:00 | 0.001 | 11:54:00 | 0 | 11:54:00 | 0.002 | 11:54:00 | 0.001 | |
| เฉลี่ย | 0.013 | เฉลี่ย | 0.010 | เฉลี่ย | 0.004 | เฉลี่ย | 0.009 | |
| Min | 0 | Min | 0 | Min | 0 | Min | 0 | |
| Max | 0.028 | Max | 0.036 | Max | 0.018 | Max | 0.022 | |

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 8 ป้อมยาม | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|-------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|-------|
| | 13:40:53 | 0 | 13:40:53 | 0.002 | 13:40:53 | 0.001 | 13:40:53 | 0.001 |
| 14:10:53 | 0 | 14:10:53 | 0.001 | 14:10:53 | 0.002 | 14:10:53 | 0.001 | |
| 14:40:53 | 0 | 14:40:53 | 0 | 14:40:53 | 0.002 | 14:40:53 | 0.001 | |
| 15:10:53 | 0 | 15:10:53 | 0 | 15:10:53 | 0.004 | 15:10:53 | 0.001 | |
| 15:40:53 | 0 | 15:40:53 | 0 | 15:40:53 | 0.005 | 15:40:53 | 0.002 | |
| 16:10:53 | 0.001 | 16:10:53 | 0 | 16:10:53 | 0.011 | 16:10:53 | 0.004 | |
| 16:40:53 | 0.006 | 16:40:53 | 0.003 | 16:40:53 | 0.008 | 16:40:53 | 0.006 | |
| 17:10:53 | 0.005 | 17:10:53 | 0.002 | 17:10:53 | 0.009 | 17:10:53 | 0.005 | |
| 17:40:53 | 0.009 | 17:40:53 | 0.012 | 17:40:53 | 0.009 | 17:40:53 | 0.010 | |
| 18:10:53 | 0.01 | 18:10:53 | 0.03 | 18:10:53 | 0.013 | 18:10:53 | 0.018 | |
| 18:40:53 | 0.014 | 18:40:53 | 0.006 | 18:40:53 | 0.029 | 18:40:53 | 0.016 | |
| 19:10:53 | 0.016 | 19:10:53 | 0.005 | 19:10:53 | 0.054 | 19:10:53 | 0.025 | |
| 19:40:53 | 0.018 | 19:40:53 | 0.004 | 19:40:53 | - | 19:40:53 | 0.011 | |
| 20:10:53 | 0.018 | 20:10:53 | 0.007 | 20:10:53 | - | 20:10:53 | 0.013 | |
| 20:40:53 | 0.017 | 20:40:53 | 0.008 | 20:40:53 | - | 20:40:53 | 0.013 | |
| 21:10:53 | 0.018 | 21:10:53 | 0.01 | 21:10:53 | - | 21:10:53 | 0.014 | |
| 21:40:53 | 0.018 | 21:40:53 | 0.009 | 21:40:53 | - | 21:40:53 | 0.014 | |
| 22:10:53 | 0.021 | 22:10:53 | 0.008 | 22:10:53 | - | 22:10:53 | 0.015 | |
| 22:40:53 | 0.03 | 22:40:53 | 0.011 | 22:40:53 | - | 22:40:53 | 0.021 | |
| 23:10:53 | 0.019 | 23:10:53 | 0.01 | 23:10:53 | - | 23:10:53 | 0.015 | |
| 23:40:53 | 0.01 | 23:40:53 | 0.01 | 23:40:53 | - | 23:40:53 | 0.01 | |
| 0:10:53 | 0.012 | 0:10:53 | 0.007 | 0:10:53 | - | 0:10:53 | 0.01 | |
| 0:40:53 | 0.012 | 0:40:53 | 0.006 | 0:40:53 | - | 0:40:53 | 0.009 | |
| 1:10:53 | 0.014 | 1:10:53 | 0.006 | 1:10:53 | - | 1:10:53 | 0.01 | |
| 1:40:53 | 0.021 | 1:40:53 | 0.007 | 1:40:53 | - | 1:40:53 | 0.014 | |
| 2:10:53 | 0.018 | 2:10:53 | 0.011 | 2:10:53 | - | 2:10:53 | 0.015 | |
| 2:40:53 | 0.019 | 2:40:53 | 0.015 | 2:40:53 | - | 2:40:53 | 0.017 | |
| 3:10:53 | 0.023 | 3:10:53 | 0.014 | 3:10:53 | - | 3:10:53 | 0.019 | |
| 3:40:53 | 0.03 | 3:40:53 | 0.017 | 3:40:53 | - | 3:40:53 | 0.024 | |
| 4:10:53 | 0.018 | 4:10:53 | 0.02 | 4:10:53 | - | 4:10:53 | 0.019 | |
| 4:40:53 | 0.017 | 4:40:53 | 0.02 | 4:40:53 | - | 4:40:53 | 0.019 | |
| 5:10:53 | 0.027 | 5:10:53 | 0.023 | 5:10:53 | - | 5:10:53 | 0.025 | |
| 5:40:53 | 0.023 | 5:40:53 | 0.025 | 5:40:53 | - | 5:40:53 | 0.024 | |
| 6:10:53 | 0.029 | 6:10:53 | 0.025 | 6:10:53 | - | 6:10:53 | 0.027 | |
| 6:40:53 | 0.029 | 6:40:53 | 0.023 | 6:40:53 | - | 6:40:53 | 0.026 | |
| 7:10:53 | 0.02 | 7:10:53 | 0.024 | 7:10:53 | - | 7:10:53 | 0.022 | |
| 7:40:53 | 0.01 | 7:40:53 | 0.019 | 7:40:53 | - | 7:40:53 | 0.015 | |
| 8:10:53 | 0.005 | 8:10:53 | 0.016 | 8:10:53 | - | 8:10:53 | 0.011 | |
| 8:40:53 | 0.002 | 8:40:53 | 0.013 | 8:40:53 | - | 8:40:53 | 0.008 | |
| 9:10:53 | 0.002 | 9:10:53 | 0.009 | 9:10:53 | - | 9:10:53 | 0.006 | |
| 9:40:53 | 0.002 | 9:40:53 | 0.005 | 9:40:53 | - | 9:40:53 | 0.004 | |
| 10:10:53 | 0.001 | 10:10:53 | 0.004 | 10:10:53 | - | 10:10:53 | 0.003 | |
| 10:40:53 | 0 | 10:40:53 | 0.003 | 10:40:53 | - | 10:40:53 | 0.002 | |
| 11:10:53 | 0.001 | 11:10:53 | 0.003 | 11:10:53 | - | 11:10:53 | 0.002 | |
| 11:40:53 | 0 | 11:40:53 | 0.003 | 11:40:53 | - | 11:40:53 | 0.002 | |
| 12:10:53 | 0 | 12:10:53 | 0.002 | 12:10:53 | - | 12:10:53 | 0.001 | |
| 12:40:53 | 0 | 12:40:53 | 0.002 | 12:40:53 | - | 12:40:53 | 0.001 | |
| 13:10:53 | 0.001 | 13:10:53 | 0.002 | 13:10:53 | - | 13:10:53 | 0.002 | |
| เฉลี่ย | 0.012 | เฉลี่ย | 0.010 | เฉลี่ย | 0.012 | เฉลี่ย | 0.012 | |
| Min | 0 | Min | 0 | Min | 0.001 | Min | 0.001 | |
| Max | 0.029 | Max | 0.025 | Max | 0.054 | Max | 0.027 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 9 บพม | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|---------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|-------|
| | 12:21:28 | 0.001 | 12:21:28 | 0 | 12:21:28 | 0.006 | 12:21:28 | 0.002 |
| 12:51:28 | 0.001 | 12:51:28 | 0.001 | 12:51:28 | 0.004 | 12:51:28 | 0.002 | |
| 13:21:28 | 0.003 | 13:21:28 | 0.001 | 13:21:28 | 0.002 | 13:21:28 | 0.002 | |
| 13:51:28 | 0.005 | 13:51:28 | 0 | 13:51:28 | 0.002 | 13:51:28 | 0.002 | |
| 14:21:28 | 0.002 | 14:21:28 | 0.001 | 14:21:28 | 0.006 | 14:21:28 | 0.003 | |
| 14:51:28 | 0.004 | 14:51:28 | 0.001 | 14:51:28 | 0.005 | 14:51:28 | 0.003 | |
| 15:21:28 | 0.005 | 15:21:28 | 0.001 | 15:21:28 | 0.005 | 15:21:28 | 0.004 | |
| 15:51:28 | 0.005 | 15:51:28 | 0.001 | 15:51:28 | 0.006 | 15:51:28 | 0.004 | |
| 16:21:28 | 0.006 | 16:21:28 | 0.002 | 16:21:28 | 0.006 | 16:21:28 | 0.005 | |
| 16:51:28 | 0.005 | 16:51:28 | 0.001 | 16:51:28 | 0.006 | 16:51:28 | 0.004 | |
| 17:21:28 | 0.006 | 17:21:28 | 0.001 | 17:21:28 | 0.008 | 17:21:28 | 0.005 | |
| 17:51:28 | 0.007 | 17:51:28 | 0.003 | 17:51:28 | 0.011 | 17:51:28 | 0.007 | |
| 18:21:28 | 0.008 | 18:21:28 | 0.004 | 18:21:28 | 0.007 | 18:21:28 | 0.006 | |
| 18:51:28 | 0.011 | 18:51:28 | 0.004 | 18:51:28 | 0.006 | 18:51:28 | 0.007 | |
| 19:21:28 | 0.012 | 19:21:28 | 0.005 | 19:21:28 | 0.006 | 19:21:28 | 0.008 | |
| 19:51:28 | 0.011 | 19:51:28 | 0.004 | 19:51:28 | 0.006 | 19:51:28 | 0.007 | |
| 20:21:28 | 0.008 | 20:21:28 | 0.003 | 20:21:28 | 0.006 | 20:21:28 | 0.006 | |
| 20:51:28 | 0.006 | 20:51:28 | 0.004 | 20:51:28 | 0.004 | 20:51:28 | 0.005 | |
| 21:21:28 | 0.005 | 21:21:28 | 0.004 | 21:21:28 | 0.004 | 21:21:28 | 0.004 | |
| 21:51:28 | 0.004 | 21:51:28 | 0.006 | 21:51:28 | 0.005 | 21:51:28 | 0.005 | |
| 22:21:28 | 0.004 | 22:21:28 | 0.007 | 22:21:28 | 0.004 | 22:21:28 | 0.005 | |
| 22:51:28 | 0.004 | 22:51:28 | 0.004 | 22:51:28 | 0.004 | 22:51:28 | 0.004 | |
| 23:21:28 | 0.004 | 23:21:28 | 0.004 | 23:21:28 | 0.005 | 23:21:28 | 0.004 | |
| 23:51:28 | 0.004 | 23:51:28 | 0.005 | 23:51:28 | 0.005 | 23:51:28 | 0.005 | |
| 0:21:28 | 0.004 | 0:21:28 | 0.006 | 0:21:28 | 0.007 | 0:21:28 | 0.006 | |
| 0:51:28 | 0.003 | 0:51:28 | 0.006 | 0:51:28 | 0.005 | 0:51:28 | 0.005 | |
| 1:21:28 | 0.003 | 1:21:28 | 0.007 | 1:21:28 | 0.004 | 1:21:28 | 0.005 | |
| 1:51:28 | 0.005 | 1:51:28 | 0.005 | 1:51:28 | 0.005 | 1:51:28 | 0.005 | |
| 2:21:28 | 0.005 | 2:21:28 | 0.005 | 2:21:28 | 0.005 | 2:21:28 | 0.005 | |
| 2:51:28 | 0.004 | 2:51:28 | 0.006 | 2:51:28 | 0.005 | 2:51:28 | 0.005 | |
| 3:21:28 | 0.005 | 3:21:28 | 0.006 | 3:21:28 | 0.006 | 3:21:28 | 0.006 | |
| 3:51:28 | 0.005 | 3:51:28 | 0.007 | 3:51:28 | 0.007 | 3:51:28 | 0.006 | |
| 4:21:28 | 0.005 | 4:21:28 | 0.005 | 4:21:28 | 0.006 | 4:21:28 | 0.005 | |
| 4:51:28 | 0.006 | 4:51:28 | 0.006 | 4:51:28 | 0.01 | 4:51:28 | 0.007 | |
| 5:21:28 | 0.003 | 5:21:28 | 0.004 | 5:21:28 | 0.015 | 5:21:28 | 0.007 | |
| 5:51:28 | 0.004 | 5:51:28 | 0.004 | 5:51:28 | 0.015 | 5:51:28 | 0.008 | |
| 6:21:28 | 0.007 | 6:21:28 | 0.005 | 6:21:28 | 0.013 | 6:21:28 | 0.008 | |
| 6:51:28 | 0.008 | 6:51:28 | 0.006 | 6:51:28 | 0.01 | 6:51:28 | 0.008 | |
| 7:21:28 | 0.01 | 7:21:28 | 0.005 | 7:21:28 | 0.007 | 7:21:28 | 0.007 | |
| 7:51:28 | 0.012 | 7:51:28 | 0.002 | 7:51:28 | 0.008 | 7:51:28 | 0.007 | |
| 8:21:28 | 0.01 | 8:21:28 | 0.002 | 8:21:28 | 0.005 | 8:21:28 | 0.006 | |
| 8:51:28 | 0.008 | 8:51:28 | 0.001 | 8:51:28 | 0.006 | 8:51:28 | 0.005 | |
| 9:21:28 | 0.003 | 9:21:28 | 0.002 | 9:21:28 | 0.004 | 9:21:28 | 0.003 | |
| 9:51:28 | 0.001 | 9:51:28 | 0.004 | 9:51:28 | 0.004 | 9:51:28 | 0.003 | |
| 10:21:28 | 0 | 10:21:28 | 0.006 | 10:21:28 | 0.004 | 10:21:28 | 0.003 | |
| 10:51:28 | 0.001 | 10:51:28 | 0.006 | 10:51:28 | 0.002 | 10:51:28 | 0.003 | |
| 11:21:28 | 0 | 11:21:28 | 0.009 | 11:21:28 | 0.002 | 11:21:28 | 0.004 | |
| 11:51:28 | 0.003 | 11:51:28 | 0.009 | 11:51:28 | 0.001 | 11:51:28 | 0.004 | |
| เฉลี่ย | 0.005 | เฉลี่ย | 0.004 | เฉลี่ย | 0.006 | เฉลี่ย | 0.241 | |
| Min | 0 | Min | 0 | Min | 0.001 | Min | 0.002 | |
| Max | 0.012 | Max | 0.009 | Max | 0.015 | Max | 0.008 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 10 หน่วยดับเพลิง | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|--------------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|----------|
| | | 13:32:50 | 0.002 | 13:32:50 | 0.002 | 13:32:50 | 0.001 | 13:32:50 |
| | 14:02:50 | 0.004 | 14:02:50 | 0.002 | 14:02:50 | 0 | 14:02:50 | 0.002 |
| | 14:32:50 | 0.002 | 14:32:50 | 0.006 | 14:32:50 | 0.002 | 14:32:50 | 0.003 |
| | 15:02:50 | 0.01 | 15:02:50 | 0.003 | 15:02:50 | 0.003 | 15:02:50 | 0.005 |
| | 15:32:50 | 0.008 | 15:32:50 | 0.003 | 15:32:50 | 0.002 | 15:32:50 | 0.004 |
| | 16:02:50 | 0.005 | 16:02:50 | 0.004 | 16:02:50 | 0.003 | 16:02:50 | 0.004 |
| | 16:32:50 | 0.005 | 16:32:50 | 0.003 | 16:32:50 | 0.004 | 16:32:50 | 0.004 |
| | 17:02:50 | 0.004 | 17:02:50 | 0.005 | 17:02:50 | 0.006 | 17:02:50 | 0.005 |
| | 17:32:50 | 0.004 | 17:32:50 | 0.004 | 17:32:50 | 0.012 | 17:32:50 | 0.007 |
| | 18:02:50 | 0.003 | 18:02:50 | 0.004 | 18:02:50 | 0.008 | 18:02:50 | 0.005 |
| | 18:32:50 | 0.003 | 18:32:50 | 0.004 | 18:32:50 | 0.008 | 18:32:50 | 0.005 |
| | 19:02:50 | 0.003 | 19:02:50 | 0.005 | 19:02:50 | 0.008 | 19:02:50 | 0.005 |
| | 19:32:50 | 0.004 | 19:32:50 | 0.005 | 19:32:50 | 0.009 | 19:32:50 | 0.005 |
| | 20:02:50 | 0.004 | 20:02:50 | 0.006 | 20:02:50 | 0.009 | 20:02:50 | 0.005 |
| | 20:32:50 | 0.004 | 20:32:50 | 0.006 | 20:32:50 | 0.01 | 20:32:50 | 0.005 |
| | 21:02:50 | 0.002 | 21:02:50 | 0.006 | 21:02:50 | 0.009 | 21:02:50 | 0.004 |
| | 21:32:50 | 0.001 | 21:32:50 | 0.006 | 21:32:50 | 0.009 | 21:32:50 | 0.004 |
| | 22:02:50 | 0.003 | 22:02:50 | 0.007 | 22:02:50 | 0.01 | 22:02:50 | 0.005 |
| | 22:32:50 | 0.003 | 22:32:50 | 0.007 | 22:32:50 | 0.011 | 22:32:50 | 0.005 |
| | 23:02:50 | 0.003 | 23:02:50 | 0.007 | 23:02:50 | 0.011 | 23:02:50 | 0.005 |
| | 23:32:50 | 0.003 | 23:32:50 | 0.008 | 23:32:50 | 0.011 | 23:32:50 | 0.006 |
| | 0:02:50 | 0.002 | 0:02:50 | 0.007 | 0:02:50 | 0.011 | 0:02:50 | 0.005 |
| | 0:32:50 | 0.002 | 0:32:50 | 0.006 | 0:32:50 | 0.012 | 0:32:50 | 0.004 |
| | 1:02:50 | 0.002 | 1:02:50 | 0.007 | 1:02:50 | 0.012 | 1:02:50 | 0.005 |
| | 1:32:50 | 0.003 | 1:32:50 | 0.008 | 1:32:50 | 0.012 | 1:32:50 | 0.006 |
| | 2:02:50 | 0.002 | 2:02:50 | 0.009 | 2:02:50 | 0.012 | 2:02:50 | 0.006 |
| | 2:32:50 | 0.002 | 2:32:50 | 0.01 | 2:32:50 | 0.012 | 2:32:50 | 0.006 |
| | 3:02:50 | 0.002 | 3:02:50 | 0.009 | 3:02:50 | 0.011 | 3:02:50 | 0.006 |
| | 3:32:50 | 0.002 | 3:32:50 | 0.01 | 3:32:50 | 0.01 | 3:32:50 | 0.006 |
| | 4:02:50 | 0.002 | 4:02:50 | 0.01 | 4:02:50 | 0.012 | 4:02:50 | 0.006 |
| | 4:32:50 | 0.003 | 4:32:50 | 0.009 | 4:32:50 | 0.014 | 4:32:50 | 0.006 |
| | 5:02:50 | 0.007 | 5:02:50 | 0.009 | 5:02:50 | 0.016 | 5:02:50 | 0.008 |
| | 5:32:50 | 0.014 | 5:32:50 | 0.009 | 5:32:50 | 0.02 | 5:32:50 | 0.012 |
| | 6:02:50 | 0.015 | 6:02:50 | 0.008 | 6:02:50 | 0.023 | 6:02:50 | 0.012 |
| | 6:32:50 | 0.021 | 6:32:50 | 0.008 | 6:32:50 | 0.021 | 6:32:50 | 0.015 |
| | 7:02:50 | 0.019 | 7:02:50 | 0.008 | 7:02:50 | 0.017 | 7:02:50 | 0.014 |
| | 7:32:50 | 0.016 | 7:32:50 | 0.004 | 7:32:50 | 0.013 | 7:32:50 | 0.010 |
| | 8:02:50 | 0.01 | 8:02:50 | 0.005 | 8:02:50 | 0.011 | 8:02:50 | 0.008 |
| | 8:32:50 | 0.005 | 8:32:50 | 0.004 | 8:32:50 | 0.006 | 8:32:50 | 0.005 |
| | 9:02:50 | 0.002 | 9:02:50 | 0.001 | 9:02:50 | 0.004 | 9:02:50 | 0.002 |
| | 9:32:50 | 0.001 | 9:32:50 | 0.001 | 9:32:50 | 0.004 | 9:32:50 | 0.001 |
| | 10:02:50 | 0.001 | 10:02:50 | 0.001 | 10:02:50 | 0.006 | 10:02:50 | 0.001 |
| | 10:32:50 | 0.001 | 10:32:50 | 0.002 | 10:32:50 | 0.005 | 10:32:50 | 0.002 |
| | 11:02:50 | 0.001 | 11:02:50 | 0.002 | 11:02:50 | 0.002 | 11:02:50 | 0.002 |
| | 11:32:50 | 0.001 | 11:32:50 | 0.003 | 11:32:50 | 0.003 | 11:32:50 | 0.002 |
| | 12:02:50 | 0 | 12:02:50 | 0.003 | 12:02:50 | 0.002 | 12:02:50 | 0.002 |
| | 12:32:50 | 0.002 | 12:32:50 | 0.003 | 12:32:50 | 0.006 | 12:32:50 | 0.003 |
| | 13:02:50 | 0.001 | 13:02:50 | 0.004 | 13:02:50 | - | 13:02:50 | 0.003 |
| | เฉลี่ย | 0.005 | เฉลี่ย | 0.005 | เฉลี่ย | 0.009 | เฉลี่ย | 0.005 |
| | Min | 0 | Min | 0.001 | Min | 0 | Min | 0.002 |
| | Max | 0.021 | Max | 0.01 | Max | 0.023 | Max | 0.015 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 11 อาคารระบายน้ำ ฝั่งตะวันออก | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|--|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|-------|
| | 14:41:49 | 0 | 14:41:49 | 0.003 | 14:41:49 | 0.004 | 14:41:49 | 0.002 |
| 15:11:49 | 0 | 15:11:49 | 0.003 | 15:11:49 | 0.004 | 15:11:49 | 0.002 | |
| 15:41:49 | 0.001 | 15:41:49 | 0.004 | 15:41:49 | 0.004 | 15:41:49 | 0.003 | |
| 16:11:49 | 0.005 | 16:11:49 | 0.005 | 16:11:49 | 0.006 | 16:11:49 | 0.005 | |
| 16:41:49 | 0.003 | 16:41:49 | 0.006 | 16:41:49 | 0.006 | 16:41:49 | 0.005 | |
| 17:11:49 | 0.006 | 17:11:49 | 0.008 | 17:11:49 | 0.008 | 17:11:49 | 0.007 | |
| 17:41:49 | 0.007 | 17:41:49 | 0.005 | 17:41:49 | 0.011 | 17:41:49 | 0.008 | |
| 18:11:49 | 0.009 | 18:11:49 | 0.003 | 18:11:49 | 0.011 | 18:11:49 | 0.008 | |
| 18:41:49 | 0.01 | 18:41:49 | 0.005 | 18:41:49 | 0.012 | 18:41:49 | 0.009 | |
| 19:11:49 | 0.013 | 19:11:49 | 0.009 | 19:11:49 | 0.011 | 19:11:49 | 0.011 | |
| 19:41:49 | 0.011 | 19:41:49 | 0.008 | 19:41:49 | 0.012 | 19:41:49 | 0.010 | |
| 20:11:49 | 0.012 | 20:11:49 | 0.007 | 20:11:49 | 0.011 | 20:11:49 | 0.010 | |
| 20:41:49 | 0.011 | 20:41:49 | 0.008 | 20:41:49 | 0.011 | 20:41:49 | 0.010 | |
| 21:11:49 | 0.01 | 21:11:49 | 0.019 | 21:11:49 | 0.011 | 21:11:49 | 0.015 | |
| 21:41:49 | 0.009 | 21:41:49 | 0.01 | 21:41:49 | 0.011 | 21:41:49 | 0.010 | |
| 22:11:49 | 0.009 | 22:11:49 | 0.007 | 22:11:49 | 0.01 | 22:11:49 | 0.008 | |
| 22:41:49 | 0.009 | 22:41:49 | 0.006 | 22:41:49 | 0.01 | 22:41:49 | 0.008 | |
| 23:11:49 | 0.012 | 23:11:49 | 0.01 | 23:11:49 | 0.011 | 23:11:49 | 0.011 | |
| 23:41:49 | 0.012 | 23:41:49 | 0.009 | 23:41:49 | 0.011 | 23:41:49 | 0.011 | |
| 0:11:49 | 0.012 | 0:11:49 | 0.01 | 0:11:49 | 0.011 | 0:11:49 | 0.011 | |
| 0:41:49 | 0.012 | 0:41:49 | 0.011 | 0:41:49 | 0.012 | 0:41:49 | 0.012 | |
| 1:11:49 | 0.013 | 1:11:49 | 0.012 | 1:11:49 | 0.009 | 1:11:49 | 0.013 | |
| 1:41:49 | 0.014 | 1:41:49 | 0.012 | 1:41:49 | 0.009 | 1:41:49 | 0.013 | |
| 2:11:49 | 0.014 | 2:11:49 | 0.013 | 2:11:49 | 0.008 | 2:11:49 | 0.014 | |
| 2:41:49 | 0.014 | 2:41:49 | 0.015 | 2:41:49 | 0.007 | 2:41:49 | 0.015 | |
| 3:11:49 | 0.014 | 3:11:49 | 0.015 | 3:11:49 | 0.007 | 3:11:49 | 0.015 | |
| 3:41:49 | 0.015 | 3:41:49 | 0.016 | 3:41:49 | 0.007 | 3:41:49 | 0.016 | |
| 4:11:49 | 0.015 | 4:11:49 | 0.019 | 4:11:49 | 0.007 | 4:11:49 | 0.017 | |
| 4:41:49 | 0.013 | 4:41:49 | 0.02 | 4:41:49 | 0.007 | 4:41:49 | 0.017 | |
| 5:11:49 | 0.019 | 5:11:49 | 0.021 | 5:11:49 | 0.007 | 5:11:49 | 0.020 | |
| 5:41:49 | 0.018 | 5:41:49 | 0.021 | 5:41:49 | 0.006 | 5:41:49 | 0.020 | |
| 6:11:49 | 0.015 | 6:11:49 | 0.023 | 6:11:49 | 0.007 | 6:11:49 | 0.019 | |
| 6:41:49 | 0.012 | 6:41:49 | 0.019 | 6:41:49 | 0.006 | 6:41:49 | 0.016 | |
| 7:11:49 | 0.013 | 7:11:49 | 0.017 | 7:11:49 | 0.004 | 7:11:49 | 0.015 | |
| 7:41:49 | 0.008 | 7:41:49 | 0.008 | 7:41:49 | 0.002 | 7:41:49 | 0.008 | |
| 8:11:49 | 0.006 | 8:11:49 | 0.004 | 8:11:49 | 0.002 | 8:11:49 | 0.005 | |
| 8:41:49 | 0.005 | 8:41:49 | 0.004 | 8:41:49 | 0.001 | 8:41:49 | 0.005 | |
| 9:11:49 | 0.005 | 9:11:49 | 0.003 | 9:11:49 | 0.001 | 9:11:49 | 0.004 | |
| 9:41:49 | 0.004 | 9:41:49 | 0.003 | 9:41:49 | 0 | 9:41:49 | 0.004 | |
| 10:11:49 | 0.003 | 10:11:49 | 0.003 | 10:11:49 | 0.001 | 10:11:49 | 0.003 | |
| 10:41:49 | 0.003 | 10:41:49 | 0.002 | 10:41:49 | 0 | 10:41:49 | 0.003 | |
| 11:11:49 | 0.003 | 11:11:49 | 0.003 | 11:11:49 | 0.001 | 11:11:49 | 0.003 | |
| 11:41:49 | 0.002 | 11:41:49 | 0.003 | 11:41:49 | 0 | 11:41:49 | 0.003 | |
| 12:11:49 | 0.002 | 12:11:49 | 0.004 | 12:11:49 | 0.001 | 12:11:49 | 0.003 | |
| 12:41:49 | 0.003 | 12:41:49 | 0.003 | 12:41:49 | 0.001 | 12:41:49 | 0.003 | |
| 13:11:49 | 0.003 | 13:11:49 | 0.004 | 13:11:49 | 0.001 | 13:11:49 | 0.004 | |
| 13:41:49 | 0.003 | 13:41:49 | 0.003 | 13:41:49 | 0.001 | 13:41:49 | 0.003 | |
| 14:11:49 | 0.004 | 14:11:49 | 0.003 | 14:11:49 | 0.008 | 14:11:49 | 0.004 | |
| เฉลี่ย | 0.009 | เฉลี่ย | 0.009 | เฉลี่ย | 0.006 | เฉลี่ย | 0.009 | |
| Min | 0 | Min | 0.002 | Min | 0 | Min | 0.002 | |
| Max | 0.019 | Max | 0.023 | Max | 0.012 | Max | 0.02 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 12 อาคารระฆังน้ำ ฝั่งตะวันตก | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|---|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|-------|
| | 14:10:03 | 0 | 14:10:03 | 0.003 | 14:10:03 | 0 | 14:10:03 | 0.001 |
| 14:40:03 | 0 | 14:40:03 | 0.002 | 14:40:03 | 0 | 14:40:03 | 0.001 | |
| 15:10:03 | 0 | 15:10:03 | 0.002 | 15:10:03 | 0 | 15:10:03 | 0.001 | |
| 15:40:03 | 0.001 | 15:40:03 | 0.001 | 15:40:03 | 0 | 15:40:03 | 0.001 | |
| 16:10:03 | 0.002 | 16:10:03 | 0.003 | 16:10:03 | 0.001 | 16:10:03 | 0.002 | |
| 16:40:03 | 0.003 | 16:40:03 | 0.003 | 16:40:03 | 0 | 16:40:03 | 0.002 | |
| 17:10:03 | 0.005 | 17:10:03 | 0.003 | 17:10:03 | 0.001 | 17:10:03 | 0.003 | |
| 17:40:03 | 0.006 | 17:40:03 | 0.006 | 17:40:03 | 0.001 | 17:40:03 | 0.004 | |
| 18:10:03 | 0.006 | 18:10:03 | 0.009 | 18:10:03 | 0.004 | 18:10:03 | 0.006 | |
| 18:40:03 | 0.007 | 18:40:03 | 0.007 | 18:40:03 | 0.004 | 18:40:03 | 0.006 | |
| 19:10:03 | 0.007 | 19:10:03 | 0.005 | 19:10:03 | 0.009 | 19:10:03 | 0.007 | |
| 19:40:03 | 0.007 | 19:40:03 | 0.006 | 19:40:03 | 0.01 | 19:40:03 | 0.008 | |
| 20:10:03 | 0.006 | 20:10:03 | 0.006 | 20:10:03 | 0.007 | 20:10:03 | 0.006 | |
| 20:40:03 | 0.007 | 20:40:03 | 0.006 | 20:40:03 | 0.011 | 20:40:03 | 0.007 | |
| 21:10:03 | 0.009 | 21:10:03 | 0.009 | 21:10:03 | 0.006 | 21:10:03 | 0.009 | |
| 21:40:03 | 0.008 | 21:40:03 | 0.008 | 21:40:03 | 0.006 | 21:40:03 | 0.008 | |
| 22:10:03 | 0.007 | 22:10:03 | 0.007 | 22:10:03 | 0.007 | 22:10:03 | 0.007 | |
| 22:40:03 | 0.009 | 22:40:03 | 0.008 | 22:40:03 | 0.012 | 22:40:03 | 0.009 | |
| 23:10:03 | 0.009 | 23:10:03 | 0.008 | 23:10:03 | 0.012 | 23:10:03 | 0.009 | |
| 23:40:03 | 0.009 | 23:40:03 | 0.004 | 23:40:03 | 0.012 | 23:40:03 | 0.007 | |
| 0:10:03 | 0.01 | 0:10:03 | 0.004 | 0:10:03 | 0.012 | 0:10:03 | 0.007 | |
| 0:40:03 | 0.01 | 0:40:03 | 0.005 | 0:40:03 | 0.012 | 0:40:03 | 0.008 | |
| 1:10:03 | 0.003 | 1:10:03 | 0.001 | 1:10:03 | 0.013 | 1:10:03 | 0.002 | |
| 1:40:03 | 0.003 | 1:40:03 | 0 | 1:40:03 | 0.022 | 1:40:03 | 0.002 | |
| 2:10:03 | 0.001 | 2:10:03 | 0 | 2:10:03 | 0.026 | 2:10:03 | 0.001 | |
| 2:40:03 | 0.003 | 2:40:03 | 0.001 | 2:40:03 | 0.025 | 2:40:03 | 0.002 | |
| 3:10:03 | 0.005 | 3:10:03 | 0.001 | 3:10:03 | 0.026 | 3:10:03 | 0.003 | |
| 3:40:03 | 0.006 | 3:40:03 | 0.002 | 3:40:03 | 0.031 | 3:40:03 | 0.004 | |
| 4:10:03 | 0.007 | 4:10:03 | 0.002 | 4:10:03 | 0.039 | 4:10:03 | 0.005 | |
| 4:40:03 | 0.008 | 4:40:03 | 0.003 | 4:40:03 | 0.036 | 4:40:03 | 0.006 | |
| 5:10:03 | 0.01 | 5:10:03 | 0.004 | 5:10:03 | 0.034 | 5:10:03 | 0.007 | |
| 5:40:03 | 0.012 | 5:40:03 | 0.004 | 5:40:03 | 0.037 | 5:40:03 | 0.008 | |
| 6:10:03 | 0.01 | 6:10:03 | 0.005 | 6:10:03 | 0.032 | 6:10:03 | 0.008 | |
| 6:40:03 | 0.007 | 6:40:03 | 0.003 | 6:40:03 | 0.027 | 6:40:03 | 0.005 | |
| 7:10:03 | 0.002 | 7:10:03 | 0.002 | 7:10:03 | 0.027 | 7:10:03 | 0.002 | |
| 7:40:03 | 0.001 | 7:40:03 | 0.003 | 7:40:03 | 0.015 | 7:40:03 | 0.002 | |
| 8:10:03 | 0.001 | 8:10:03 | 0.002 | 8:10:03 | 0.011 | 8:10:03 | 0.002 | |
| 8:40:03 | 0.002 | 8:40:03 | 0.001 | 8:40:03 | 0.005 | 8:40:03 | 0.002 | |
| 9:10:03 | 0.001 | 9:10:03 | 0.001 | 9:10:03 | 0.005 | 9:10:03 | 0.001 | |
| 9:40:03 | 0.001 | 9:40:03 | 0.001 | 9:40:03 | 0.002 | 9:40:03 | 0.001 | |
| 10:10:03 | 0.001 | 10:10:03 | 0.001 | 10:10:03 | 0.004 | 10:10:03 | 0.001 | |
| 10:40:03 | 0.002 | 10:40:03 | 0 | 10:40:03 | 0.004 | 10:40:03 | 0.001 | |
| 11:10:03 | 0.001 | 11:10:03 | 0.001 | 11:10:03 | 0.002 | 11:10:03 | 0.001 | |
| 11:40:03 | 0.001 | 11:40:03 | 0 | 11:40:03 | 0.001 | 11:40:03 | 0.001 | |
| 12:10:03 | 0.002 | 12:10:03 | 0 | 12:10:03 | 0.003 | 12:10:03 | 0.001 | |
| 12:40:03 | 0.002 | 12:40:03 | 0 | 12:40:03 | 0.003 | 12:40:03 | 0.001 | |
| 13:10:03 | 0.002 | 13:10:03 | 0 | 13:10:03 | 0.006 | 13:10:03 | 0.001 | |
| 13:40:03 | 0.002 | 13:40:03 | 0 | 13:40:03 | 0.007 | 13:40:03 | 0.001 | |
| เฉลี่ย | 0.005 | เฉลี่ย | 0.003 | เฉลี่ย | 0.012 | เฉลี่ย | 0.004 | |
| Min | 0 | Min | 0 | Min | 0 | Min | 0.001 | |
| Max | 0.012 | Max | 0.009 | Max | 0.039 | Max | 0.009 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 13 ชอยจินดา | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|---------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|-------|
| | 20:36:31 | 0.021 | 20:36:31 | 0.02 | 20:36:31 | 0.017 | 20:36:31 | 0.019 |
| 21:06:31 | 0.022 | 21:06:31 | 0.018 | 21:06:31 | 0.019 | 21:06:31 | 0.02 | |
| 21:36:31 | 0.021 | 21:36:31 | 0.02 | 21:36:31 | 0.022 | 21:36:31 | 0.021 | |
| 22:06:31 | 0.021 | 22:06:31 | 0.021 | 22:06:31 | 0.02 | 22:06:31 | 0.021 | |
| 22:36:31 | 0.015 | 22:36:31 | 0.016 | 22:36:31 | 0.019 | 22:36:31 | 0.017 | |
| 23:06:31 | 0.015 | 23:06:31 | 0.014 | 23:06:31 | 0.016 | 23:06:31 | 0.015 | |
| 23:36:31 | 0.015 | 23:36:31 | 0.015 | 23:36:31 | 0.016 | 23:36:31 | 0.015 | |
| 0:06:31 | 0.015 | 0:06:31 | 0.015 | 0:06:31 | 0.015 | 0:06:31 | 0.015 | |
| 0:36:31 | 0.017 | 0:36:31 | 0.015 | 0:36:31 | 0.016 | 0:36:31 | 0.016 | |
| 1:06:31 | 0.017 | 1:06:31 | 0.018 | 1:06:31 | 0.017 | 1:06:31 | 0.017 | |
| 1:36:31 | 0.018 | 1:36:31 | 0.018 | 1:36:31 | 0.016 | 1:36:31 | 0.017 | |
| 2:06:31 | 0.019 | 2:06:31 | 0.017 | 2:06:31 | 0.017 | 2:06:31 | 0.018 | |
| 2:36:31 | 0.019 | 2:36:31 | 0.019 | 2:36:31 | 0.018 | 2:36:31 | 0.019 | |
| 3:06:31 | 0.021 | 3:06:31 | 0.023 | 3:06:31 | 0.02 | 3:06:31 | 0.021 | |
| 3:36:31 | 0.024 | 3:36:31 | 0.023 | 3:36:31 | 0.023 | 3:36:31 | 0.023 | |
| 4:06:31 | 0.025 | 4:06:31 | 0.022 | 4:06:31 | 0.025 | 4:06:31 | 0.024 | |
| 4:36:31 | 0.013 | 4:36:31 | 0.01 | 4:36:31 | 0.011 | 4:36:31 | 0.011 | |
| 5:06:31 | 0.009 | 5:06:31 | 0.011 | 5:06:31 | 0.01 | 5:06:31 | 0.01 | |
| 5:36:31 | 0.009 | 5:36:31 | 0.008 | 5:36:31 | 0.007 | 5:36:31 | 0.008 | |
| 6:06:31 | 0.008 | 6:06:31 | 0.008 | 6:06:31 | 0.008 | 6:06:31 | 0.008 | |
| 6:36:31 | 0.008 | 6:36:31 | 0.007 | 6:36:31 | 0.009 | 6:36:31 | 0.008 | |
| 7:06:31 | 0.008 | 7:06:31 | 0.008 | 7:06:31 | 0.007 | 7:06:31 | 0.008 | |
| 7:36:31 | 0.006 | 7:36:31 | 0.008 | 7:36:31 | 0.007 | 7:36:31 | 0.007 | |
| 8:06:31 | 0.007 | 8:06:31 | 0.008 | 8:06:31 | 0.007 | 8:06:31 | 0.007 | |
| 8:36:31 | 0.006 | 8:36:31 | 0.005 | 8:36:31 | 0.007 | 8:36:31 | 0.006 | |
| 9:06:31 | 0.006 | 9:06:31 | 0.005 | 9:06:31 | 0.005 | 9:06:31 | 0.005 | |
| 9:36:31 | 0.004 | 9:36:31 | 0.003 | 9:36:31 | 0.003 | 9:36:31 | 0.003 | |
| 10:06:31 | 0.003 | 10:06:31 | 0.002 | 10:06:31 | 0.002 | 10:06:31 | 0.002 | |
| 10:36:31 | 0.002 | 10:36:31 | 0.002 | 10:36:31 | 0.002 | 10:36:31 | 0.002 | |
| 11:06:31 | 0.003 | 11:06:31 | 0.003 | 11:06:31 | 0.002 | 11:06:31 | 0.003 | |
| 11:36:31 | 0.005 | 11:36:31 | 0.004 | 11:36:31 | 0.004 | 11:36:31 | 0.004 | |
| 12:06:31 | 0.007 | 12:06:31 | 0.005 | 12:06:31 | 0.004 | 12:06:31 | 0.005 | |
| 12:36:31 | 0.005 | 12:36:31 | 0.004 | 12:36:31 | 0.004 | 12:36:31 | 0.004 | |
| 13:06:31 | 0.003 | 13:06:31 | 0.002 | 13:06:31 | 0.004 | 13:06:31 | 0.003 | |
| 13:36:31 | 0.004 | 13:36:31 | 0.004 | 13:36:31 | 0.003 | 13:36:31 | 0.004 | |
| 14:06:31 | 0.003 | 14:06:31 | 0.005 | 14:06:31 | 0.003 | 14:06:31 | 0.004 | |
| 14:36:31 | 0.005 | 14:36:31 | 0.006 | 14:36:31 | 0.006 | 14:36:31 | 0.006 | |
| 15:06:31 | 0.008 | 15:06:31 | 0.007 | 15:06:31 | 0.002 | 15:06:31 | 0.006 | |
| 15:36:31 | 0.006 | 15:36:31 | 0.007 | 15:36:31 | 0.007 | 15:36:31 | 0.007 | |
| 16:06:31 | 0.006 | 16:06:31 | 0.006 | 16:06:31 | 0.005 | 16:06:31 | 0.006 | |
| 16:36:31 | 0.006 | 16:36:31 | 0.005 | 16:36:31 | 0.006 | 16:36:31 | 0.006 | |
| 17:06:31 | 0.008 | 17:06:31 | 0.008 | 17:06:31 | 0.006 | 17:06:31 | 0.007 | |
| 17:36:31 | 0.011 | 17:36:31 | 0.011 | 17:36:31 | 0.013 | 17:36:31 | 0.012 | |
| 18:06:31 | 0.014 | 18:06:31 | 0.016 | 18:06:31 | 0.013 | 18:06:31 | 0.014 | |
| 18:36:31 | 0.019 | 18:36:31 | 0.02 | 18:36:31 | 0.021 | 18:36:31 | 0.02 | |
| 19:06:31 | 0.009 | 19:06:31 | 0.013 | 19:06:31 | 0.011 | 19:06:31 | 0.011 | |
| 19:36:31 | 0.009 | 19:36:31 | 0.01 | 19:36:31 | 0.009 | 19:36:31 | 0.009 | |
| 20:06:31 | 0.009 | 20:06:31 | 0.007 | 20:06:31 | 0.006 | 20:06:31 | 0.007 | |
| เฉลี่ย | 0.011 | เฉลี่ย | 0.011 | เฉลี่ย | 0.011 | เฉลี่ย | 0.011 | |
| Min | 0.002 | Min | 0.002 | Min | 0.002 | Min | 0.002 | |
| Max | 0.025 | Max | 0.023 | Max | 0.025 | Max | 0.024 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 14 ขอย้อสามมือทอง | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|---------------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|----------|
| | | 14:21:17 | 0.004 | 14:21:17 | 0.003 | 14:21:17 | 0.003 | 14:21:17 |
| | 14:51:17 | 0.004 | 14:51:17 | 0.002 | 14:51:17 | 0.001 | 14:51:17 | 0.002 |
| | 15:21:17 | 0.001 | 15:21:17 | 0.001 | 15:21:17 | 0.002 | 15:21:17 | 0.001 |
| | 15:51:17 | 0.003 | 15:51:17 | 0.004 | 15:51:17 | 0.005 | 15:51:17 | 0.004 |
| | 16:21:17 | 0.007 | 16:21:17 | 0.006 | 16:21:17 | 0.005 | 16:21:17 | 0.006 |
| | 16:51:17 | 0.004 | 16:51:17 | 0.004 | 16:51:17 | 0.008 | 16:51:17 | 0.005 |
| | 17:21:17 | 0.006 | 17:21:17 | 0.006 | 17:21:17 | 0.006 | 17:21:17 | 0.006 |
| | 17:51:17 | 0.005 | 17:51:17 | 0.007 | 17:51:17 | 0.007 | 17:51:17 | 0.006 |
| | 18:21:17 | 0.004 | 18:21:17 | 0.005 | 18:21:17 | 0.006 | 18:21:17 | 0.005 |
| | 18:51:17 | 0.005 | 18:51:17 | 0.004 | 18:51:17 | 0.006 | 18:51:17 | 0.005 |
| | 19:21:17 | 0.005 | 19:21:17 | 0.006 | 19:21:17 | 0.005 | 19:21:17 | 0.005 |
| | 19:51:17 | 0.005 | 19:51:17 | 0.006 | 19:51:17 | 0.006 | 19:51:17 | 0.006 |
| | 20:21:17 | 0.007 | 20:21:17 | 0.006 | 20:21:17 | 0.007 | 20:21:17 | 0.007 |
| | 20:51:17 | 0.007 | 20:51:17 | 0.005 | 20:51:17 | 0.008 | 20:51:17 | 0.007 |
| | 21:21:17 | 0.006 | 21:21:17 | 0.006 | 21:21:17 | 0.008 | 21:21:17 | 0.007 |
| | 21:51:17 | 0.007 | 21:51:17 | 0.008 | 21:51:17 | 0.004 | 21:51:17 | 0.006 |
| | 22:21:17 | 0.005 | 22:21:17 | 0.006 | 22:21:17 | 0.007 | 22:21:17 | 0.006 |
| | 22:51:17 | 0.007 | 22:51:17 | 0.008 | 22:51:17 | 0.008 | 22:51:17 | 0.008 |
| | 23:21:17 | 0.007 | 23:21:17 | 0.007 | 23:21:17 | 0.006 | 23:21:17 | 0.007 |
| | 23:51:17 | 0.007 | 23:51:17 | 0.007 | 23:51:17 | 0.006 | 23:51:17 | 0.007 |
| | 0:21:17 | 0.008 | 0:21:17 | 0.008 | 0:21:17 | 0.007 | 0:21:17 | 0.008 |
| | 0:51:17 | 0.009 | 0:51:17 | 0.009 | 0:51:17 | 0.008 | 0:51:17 | 0.009 |
| | 1:21:17 | 0.011 | 1:21:17 | 0.009 | 1:21:17 | 0.009 | 1:21:17 | 0.010 |
| | 1:51:17 | 0.01 | 1:51:17 | 0.011 | 1:51:17 | 0.012 | 1:51:17 | 0.011 |
| | 2:21:17 | 0.011 | 2:21:17 | 0.009 | 2:21:17 | 0.01 | 2:21:17 | 0.010 |
| | 2:51:17 | 0.012 | 2:51:17 | 0.01 | 2:51:17 | 0.01 | 2:51:17 | 0.011 |
| | 3:21:17 | 0.009 | 3:21:17 | 0.012 | 3:21:17 | 0.009 | 3:21:17 | 0.010 |
| | 3:51:17 | 0.009 | 3:51:17 | 0.009 | 3:51:17 | 0.008 | 3:51:17 | 0.009 |
| | 4:21:17 | 0.01 | 4:21:17 | 0.008 | 4:21:17 | 0.008 | 4:21:17 | 0.009 |
| | 4:51:17 | 0.01 | 4:51:17 | 0.01 | 4:51:17 | 0.009 | 4:51:17 | 0.010 |
| | 5:21:17 | 0.009 | 5:21:17 | 0.009 | 5:21:17 | 0.008 | 5:21:17 | 0.009 |
| | 5:51:17 | 0.008 | 5:51:17 | 0.007 | 5:51:17 | 0.008 | 5:51:17 | 0.008 |
| | 6:21:17 | 0.012 | 6:21:17 | 0.009 | 6:21:17 | 0.009 | 6:21:17 | 0.010 |
| | 6:51:17 | 0.011 | 6:51:17 | 0.008 | 6:51:17 | 0.009 | 6:51:17 | 0.009 |
| | 7:21:17 | 0.006 | 7:21:17 | 0.003 | 7:21:17 | 0.004 | 7:21:17 | 0.004 |
| | 7:51:17 | 0.002 | 7:51:17 | 0.003 | 7:51:17 | 0.002 | 7:51:17 | 0.002 |
| | 8:21:17 | 0.001 | 8:21:17 | 0.002 | 8:21:17 | 0.002 | 8:21:17 | 0.002 |
| | 8:51:17 | 0.002 | 8:51:17 | 0.002 | 8:51:17 | 0.002 | 8:51:17 | 0.002 |
| | 9:21:17 | 0.002 | 9:21:17 | 0.004 | 9:21:17 | 0.003 | 9:21:17 | 0.003 |
| | 9:51:17 | 0.003 | 9:51:17 | 0.002 | 9:51:17 | 0.004 | 9:51:17 | 0.003 |
| | 10:21:17 | 0.002 | 10:21:17 | 0.006 | 10:21:17 | 0.004 | 10:21:17 | 0.004 |
| | 10:51:17 | 0.002 | 10:51:17 | 0.005 | 10:51:17 | 0.003 | 10:51:17 | 0.003 |
| | 11:21:17 | 0.004 | 11:21:17 | 0.005 | 11:21:17 | 0.004 | 11:21:17 | 0.004 |
| | 11:51:17 | 0.005 | 11:51:17 | 0.003 | 11:51:17 | 0.005 | 11:51:17 | 0.004 |
| | 12:21:17 | 0.004 | 12:21:17 | 0.003 | 12:21:17 | 0.006 | 12:21:17 | 0.004 |
| | 12:51:17 | 0.005 | 12:51:17 | 0.005 | 12:51:17 | 0.005 | 12:51:17 | 0.005 |
| | 13:21:17 | 0.004 | 13:21:17 | 0.003 | 13:21:17 | 0.003 | 13:21:17 | 0.003 |
| | 13:51:17 | 0.004 | 13:51:17 | 0.003 | 13:51:17 | 0.003 | 13:51:17 | 0.003 |
| | เฉลี่ย | 0.006 | เฉลี่ย | 0.006 | เฉลี่ย | 0.006 | เฉลี่ย | 0.006 |
| | min | 0.001 | min | 0.001 | min | 0.001 | min | 0.001 |
| | max | 0.012 | max | 0.012 | max | 0.012 | max | 0.011 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 15 ซอยเก็กงาม2 | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|----------|---------|
| | | 9:21:28 | 0.001 | 9:21:28 | 0.002 | 9:21:28 | 0.001 | 9:21:28 |
| | 9:51:28 | 0.001 | 9:51:28 | 0.001 | 9:51:28 | 0.002 | 9:51:28 | 0.001 |
| | 10:21:28 | 0.001 | 10:21:28 | 0.002 | 10:21:28 | 0.001 | 10:21:28 | 0.001 |
| | 10:51:28 | 0.002 | 10:51:28 | 0.002 | 10:51:28 | 0.002 | 10:51:28 | 0.002 |
| | 11:21:28 | 0.002 | 11:21:28 | 0.001 | 11:21:28 | 0.002 | 11:21:28 | 0.002 |
| | 11:51:28 | 0.003 | 11:51:28 | 0.002 | 11:51:28 | 0.003 | 11:51:28 | 0.003 |
| | 12:21:28 | 0.002 | 12:21:28 | 0.003 | 12:21:28 | 0.002 | 12:21:28 | 0.002 |
| | 12:51:28 | 0.003 | 12:51:28 | 0.002 | 12:51:28 | 0.002 | 12:51:28 | 0.002 |
| | 13:21:28 | 0.002 | 13:21:28 | 0.001 | 13:21:28 | 0.001 | 13:21:28 | 0.001 |
| | 13:51:28 | 0.001 | 13:51:28 | 0.002 | 13:51:28 | 0.002 | 13:51:28 | 0.002 |
| | 14:21:28 | 0.001 | 14:21:28 | 0.001 | 14:21:28 | 0.001 | 14:21:28 | 0.001 |
| | 14:51:28 | 0.002 | 14:51:28 | 0.001 | 14:51:28 | 0.002 | 14:51:28 | 0.002 |
| | 15:21:28 | 0.001 | 15:21:28 | 0.002 | 15:21:28 | 0.002 | 15:21:28 | 0.002 |
| | 15:51:28 | 0.002 | 15:51:28 | 0.003 | 15:51:28 | 0.002 | 15:51:28 | 0.002 |
| | 16:21:28 | 0.002 | 16:21:28 | 0.002 | 16:21:28 | 0.002 | 16:21:28 | 0.002 |
| | 16:51:28 | 0.002 | 16:51:28 | 0.004 | 16:51:28 | 0.003 | 16:51:28 | 0.003 |
| | 17:21:28 | 0.005 | 17:21:28 | 0.005 | 17:21:28 | 0.004 | 17:21:28 | 0.005 |
| | 17:51:28 | 0.004 | 17:51:28 | 0.005 | 17:51:28 | 0.005 | 17:51:28 | 0.005 |
| | 18:21:28 | 0.006 | 18:21:28 | 0.008 | 18:21:28 | 0.009 | 18:21:28 | 0.008 |
| | 18:51:28 | 0.012 | 18:51:28 | 0.012 | 18:51:28 | 0.013 | 18:51:28 | 0.012 |
| | 19:21:28 | 0.014 | 19:21:28 | 0.015 | 19:21:28 | 0.015 | 19:21:28 | 0.015 |
| | 19:51:28 | 0.01 | 19:51:28 | 0.011 | 19:51:28 | 0.01 | 19:51:28 | 0.01 |
| | 20:21:28 | 0.012 | 20:21:28 | 0.015 | 20:21:28 | 0.014 | 20:21:28 | 0.014 |
| | 20:51:28 | 0.015 | 20:51:28 | 0.015 | 20:51:28 | 0.014 | 20:51:28 | 0.015 |
| | 21:21:28 | 0.013 | 21:21:28 | 0.012 | 21:21:28 | 0.012 | 21:21:28 | 0.012 |
| | 21:51:28 | 0.007 | 21:51:28 | 0.009 | 21:51:28 | 0.006 | 21:51:28 | 0.007 |
| | 22:21:28 | 0.005 | 22:21:28 | 0.007 | 22:21:28 | 0.004 | 22:21:28 | 0.005 |
| | 22:51:28 | 0.006 | 22:51:28 | 0.005 | 22:51:28 | 0.005 | 22:51:28 | 0.005 |
| | 23:21:28 | 0.004 | 23:21:28 | 0.005 | 23:21:28 | 0.004 | 23:21:28 | 0.004 |
| | 23:51:28 | 0.005 | 23:51:28 | 0.005 | 23:51:28 | 0.002 | 23:51:28 | 0.004 |
| | 0:21:28 | 0.004 | 0:21:28 | 0.003 | 0:21:28 | 0.003 | 0:21:28 | 0.003 |
| | 0:51:28 | 0.002 | 0:51:28 | 0.002 | 0:51:28 | 0.002 | 0:51:28 | 0.002 |
| | 1:21:28 | 0.003 | 1:21:28 | 0.002 | 1:21:28 | 0.002 | 1:21:28 | 0.002 |
| | 1:51:28 | 0.003 | 1:51:28 | 0.002 | 1:51:28 | 0.002 | 1:51:28 | 0.002 |
| | 2:21:28 | 0.002 | 2:21:28 | 0.003 | 2:21:28 | 0.002 | 2:21:28 | 0.002 |
| | 2:51:28 | 0.002 | 2:51:28 | 0.003 | 2:51:28 | 0.002 | 2:51:28 | 0.002 |
| | 3:21:28 | 0.003 | 3:21:28 | 0.002 | 3:21:28 | 0.003 | 3:21:28 | 0.003 |
| | 3:51:28 | 0.003 | 3:51:28 | 0.002 | 3:51:28 | 0.003 | 3:51:28 | 0.003 |
| | 4:21:28 | 0.003 | 4:21:28 | 0.002 | 4:21:28 | 0.003 | 4:21:28 | 0.003 |
| | 4:51:28 | 0.002 | 4:51:28 | 0.003 | 4:51:28 | 0.003 | 4:51:28 | 0.003 |
| | 5:21:28 | 0.002 | 5:21:28 | 0.003 | 5:21:28 | 0.003 | 5:21:28 | 0.003 |
| | 5:51:28 | 0.002 | 5:51:28 | 0.003 | 5:51:28 | 0.003 | 5:51:28 | 0.003 |
| | 6:21:28 | 0.003 | 6:21:28 | 0.003 | 6:21:28 | 0.003 | 6:21:28 | 0.003 |
| | 6:51:28 | 0.002 | 6:51:28 | 0.003 | 6:51:28 | 0.002 | 6:51:28 | 0.002 |
| | 7:21:28 | 0.002 | 7:21:28 | 0.001 | 7:21:28 | 0.001 | 7:21:28 | 0.001 |
| | 7:51:28 | 0.001 | 7:51:28 | 0.001 | 7:51:28 | 0.001 | 7:51:28 | 0.001 |
| | 8:21:28 | 0.001 | 8:21:28 | 0.002 | 8:21:28 | 0.001 | 8:21:28 | 0.001 |
| | 8:51:28 | 0.001 | 8:51:28 | 0.001 | 8:51:28 | 0.002 | 8:51:28 | 0.001 |
| | เฉลี่ย | 0.004 | เฉลี่ย | 0.004 | เฉลี่ย | 0.0038 | เฉลี่ย | 0.004 |
| | min | 0.001 | min | 0.001 | min | 0.001 | min | 0.001 |
| | max | 0.015 | max | 0.015 | max | 0.014 | max | 0.015 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Site 16 หอราชพฤกษ์ | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | ครั้งที่ 3 | | เฉลี่ย | |
|-----------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|-------|
| | 14:56:09 | 0 | 14:56:09 | 0.002 | 14:56:09 | 0 | 14:56:09 | 0.001 |
| 15:26:09 | 0.005 | 15:26:09 | 0.001 | 15:26:09 | 0 | 15:26:09 | 0.002 | |
| 15:56:09 | 0.007 | 15:56:09 | 0.002 | 15:56:09 | 0 | 15:56:09 | 0.003 | |
| 16:26:09 | 0.006 | 16:26:09 | 0.003 | 16:26:09 | 0 | 16:26:09 | 0.003 | |
| 16:56:09 | 0.007 | 16:56:09 | 0.003 | 16:56:09 | 0 | 16:56:09 | 0.003 | |
| 17:26:09 | 0.006 | 17:26:09 | 0.003 | 17:26:09 | 0.001 | 17:26:09 | 0.003 | |
| 17:56:09 | 0.005 | 17:56:09 | 0.005 | 17:56:09 | 0.002 | 17:56:09 | 0.004 | |
| 18:26:09 | 0.005 | 18:26:09 | 0.007 | 18:26:09 | 0.003 | 18:26:09 | 0.005 | |
| 18:56:09 | 0.008 | 18:56:09 | 0.006 | 18:56:09 | 0.002 | 18:56:09 | 0.005 | |
| 19:26:09 | 0.006 | 19:26:09 | 0.004 | 19:26:09 | 0.005 | 19:26:09 | 0.005 | |
| 19:56:09 | 0.006 | 19:56:09 | 0.002 | 19:56:09 | 0.006 | 19:56:09 | 0.005 | |
| 20:26:09 | 0.008 | 20:26:09 | 0.004 | 20:26:09 | 0.006 | 20:26:09 | 0.006 | |
| 20:56:09 | 0.007 | 20:56:09 | 0.004 | 20:56:09 | 0.003 | 20:56:09 | 0.005 | |
| 21:26:09 | 0.006 | 21:26:09 | 0.025 | 21:26:09 | 0.003 | 21:26:09 | 0.011 | |
| 21:56:09 | 0.006 | 21:56:09 | 0.009 | 21:56:09 | 0.002 | 21:56:09 | 0.006 | |
| 22:26:09 | 0.004 | 22:26:09 | 0.006 | 22:26:09 | 0.002 | 22:26:09 | 0.004 | |
| 22:56:09 | 0.004 | 22:56:09 | 0.007 | 22:56:09 | 0.002 | 22:56:09 | 0.004 | |
| 23:26:09 | 0.004 | 23:26:09 | 0.009 | 23:26:09 | 0.001 | 23:26:09 | 0.005 | |
| 23:56:09 | 0.003 | 23:56:09 | 0.008 | 23:56:09 | 0.001 | 23:56:09 | 0.004 | |
| 0:26:09 | 0.003 | 0:26:09 | 0.004 | 0:26:09 | 0.001 | 0:26:09 | 0.003 | |
| 0:56:09 | 0.002 | 0:56:09 | 0.004 | 0:56:09 | 0.002 | 0:56:09 | 0.003 | |
| 1:26:09 | 0.003 | 1:26:09 | 0.003 | 1:26:09 | 0.002 | 1:26:09 | 0.003 | |
| 1:56:09 | 0.003 | 1:56:09 | 0.002 | 1:56:09 | 0.001 | 1:56:09 | 0.002 | |
| 2:26:09 | 0.004 | 2:26:09 | 0.001 | 2:26:09 | 0.002 | 2:26:09 | 0.002 | |
| 2:56:09 | 0.004 | 2:56:09 | 0.001 | 2:56:09 | 0.002 | 2:56:09 | 0.002 | |
| 3:26:09 | 0.007 | 3:26:09 | 0.001 | 3:26:09 | 0.002 | 3:26:09 | 0.003 | |
| 3:56:09 | 0.008 | 3:56:09 | 0.001 | 3:56:09 | 0.003 | 3:56:09 | 0.004 | |
| 4:26:09 | 0.007 | 4:26:09 | 0.001 | 4:26:09 | 0.004 | 4:26:09 | 0.004 | |
| 4:56:09 | 0.007 | 4:56:09 | 0.001 | 4:56:09 | 0.005 | 4:56:09 | 0.004 | |
| 5:26:09 | 0.007 | 5:26:09 | 0.001 | 5:26:09 | 0.005 | 5:26:09 | 0.004 | |
| 5:56:09 | 0.008 | 5:56:09 | 0.002 | 5:56:09 | 0.002 | 5:56:09 | 0.004 | |
| 6:26:09 | 0.007 | 6:26:09 | 0.002 | 6:26:09 | 0.001 | 6:26:09 | 0.003 | |
| 6:56:09 | 0.007 | 6:56:09 | 0.002 | 6:56:09 | 0 | 6:56:09 | 0.003 | |
| 7:26:09 | 0.006 | 7:26:09 | 0.003 | 7:26:09 | 0.001 | 7:26:09 | 0.003 | |
| 7:56:09 | 0.003 | 7:56:09 | 0.001 | 7:56:09 | 0 | 7:56:09 | 0.001 | |
| 8:26:09 | 0.003 | 8:26:09 | 0.001 | 8:26:09 | 0 | 8:26:09 | 0.001 | |
| 8:56:09 | 0.005 | 8:56:09 | 0 | 8:56:09 | 0 | 8:56:09 | 0.002 | |
| 9:26:09 | 0.009 | 9:26:09 | 0 | 9:26:09 | 0 | 9:26:09 | 0.003 | |
| 9:56:09 | 0.007 | 9:56:09 | 0 | 9:56:09 | 0 | 9:56:09 | 0.002 | |
| 10:26:09 | 0.007 | 10:26:09 | 0 | 10:26:09 | 0 | 10:26:09 | 0.002 | |
| 10:56:09 | 0.007 | 10:56:09 | 0 | 10:56:09 | 0 | 10:56:09 | 0.002 | |
| 11:26:09 | 0.007 | 11:26:09 | 0 | 11:26:09 | 0 | 11:26:09 | 0.002 | |
| 11:56:09 | 0.005 | 11:56:09 | 0 | 11:56:09 | 0 | 11:56:09 | 0.002 | |
| 12:26:09 | 0.003 | 12:26:09 | 0 | 12:26:09 | 0 | 12:26:09 | 0.001 | |
| 12:56:09 | 0.002 | 12:56:09 | 0 | 12:56:09 | 0 | 12:56:09 | 0.001 | |
| 13:26:09 | 0.002 | 13:26:09 | 0 | 13:26:09 | 0 | 13:26:09 | 0.001 | |
| 13:56:09 | 0.002 | 13:56:09 | 0 | 13:56:09 | 0 | 13:56:09 | 0.001 | |
| 14:26:09 | 0.002 | 14:26:09 | 0.001 | 14:26:09 | 0 | 14:26:09 | 0.001 | |
| เฉลี่ย | 0.005 | เฉลี่ย | 0.003 | เฉลี่ย | 0.002 | เฉลี่ย | 0.003 | |
| Min | 0 | Min | 0 | Min | 0 | Min | 0.001 | |
| Max | 0.008 | Max | 0.025 | Max | 0.006 | Max | 0.011 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้