



# โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

การศึกษาผู้ดูแลองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในประเทศไทย :  
การกระจายตัวเชิงพื้นที่

โดย

นางสาวกรชนก ยิ้มละมัย  
เลขประจำตัวนิสิต 5932702423

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี  
ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2562

การศึกษาฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในประเทศไทย :  
การกระจายตัวเชิงพื้นที่

นางสาวกรชนก ยิ้มละมัย

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2562

# INVESTIGATION OF PM 2.5 IN THAILAND : SPATIAL DISTRIBUTION

MISS GORNCHANOK YIMLAMAI

A Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Bachelor of Science Program in Geology  
Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University  
Academic Year 2019

หัวข้อโครงการ

การศึกษาฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

ในประเทศไทย : การกระจายตัวเชิงพื้นที่

โดย

นางสาวกรชนก ยิ้มละมัย

สาขาวิชา

ธรณีวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ภัยหลบลี้

---

วันที่ส่ง.....

วันที่อนุมัติ.....

.....

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ภัยหลบลี้)

Project Title                      INVESTIGATION OF PM 2.5 IN THAILAND : SPATIAL DISTRIBUTION  
By                                        Miss Gornchanok Yimlamai  
Field of Study                      Geology  
Project Advisor                    Associate Professor Dr. Santi Pailoplee

---

Submitted date.....

Approval date.....

.....

Project Advisor

(Associate Professor Dr. Santi Pailoplee)

กรชนก ยิ้มละมัย : การศึกษาฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในประเทศไทย : การกระจายตัวเชิงพื้นที่. (INVESTIGATION OF PM 2.5 IN THAILAND : SPATIAL DISTRIBUTION) อ.ที่ปรึกษาโครงการหลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ภัยหลบลี้, 74 หน้า.

โครงการวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนในประเทศไทย โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความเข้มข้นของฝุ่นละออง และประยุกต์ใช้การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์ (Frequency – Magnitude Distribution: FMD) เพื่อสร้างความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และความเข้มข้นของฝุ่นละออง

ในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความเข้มข้นของฝุ่นละอองทำให้สามารถแบ่งข้อมูลได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ชุดข้อมูลที่ฝุ่นละอองมีความเข้มข้นสูงในช่วงเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ โดยส่วนมากเป็นสถานีทางภาคตะวันออก และภาคกลางของประเทศไทย เนื่องจากฝุ่นละอองข้ามพรมแดนจากประเทศกัมพูชา และปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาในช่วงเวลาดังกล่าว และชุดข้อมูลที่ฝุ่นละอองมีความเข้มข้นสูงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน โดยส่วนมากเป็นสถานีทางภาคเหนือของประเทศไทย เนื่องจากการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณดังกล่าว และฝุ่นละอองข้ามพรมแดนจากประเทศเมียนมาร์ และลาว สำหรับความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสามารถจัดทำแผนที่การกระจายตัวของค่า a และ b ,แผนที่ความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงสุดที่สามารถเกิดได้ ในช่วงเวลาที่สนใจ ,แผนที่คาบอุบัติซ้ำของฝุ่นละออง และแผนที่แสดงโอกาสในการเกิดฝุ่นละออง พบว่าข้อมูลที่ได้มีความสอดคล้องกัน บริเวณที่มีค่า b ต่ำซึ่งสามารถบ่งชี้ได้เป็นอย่างดีว่ามีโอกาสสูงที่จะเกิดฝุ่นละอองความเข้มข้นสูง จะมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงสุดที่สามารถเกิดขึ้นได้สูง มีช่วงเวลาในการเกิดคาบอุบัติซ้ำน้อย และมีโอกาสในการเกิดฝุ่นละอองความเข้มข้นสูงมาก ซึ่งบริเวณที่มีค่า b ต่ำได้แก่ภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคตะวันออก โดยบริเวณภาคเหนือมีโอกาสในการเกิดฝุ่นละอองความเข้มข้นสูงมากที่สุด เนื่องจากพฤติกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินของคนในพื้นที่ รวมไปถึงลักษณะภูมิประเทศที่เป็นแอ่งกระทะ

ภาควิชา	ธรณีวิทยา	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา	ธรณีวิทยา	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก.....
ปีการศึกษา	2562	

# # 5932702423 : MAJOR GEOLOGY

KEYWORDS : PARTICULATE MATTER 2.5 / FREQUENCY- MAGNITUDE DISTRIBUTION / THAILAND  
GORNCHANOK YIMLAMAI : INVESTIGATION OF PM 2.5 IN THAILAND : SPATIAL  
DISTRIBUTION. ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR DR. SANTI PAILOPLEE, Ph.D., 74 pp.

The objective of this project is to study the spatial distribution of particulate matter 2.5 (PM 2.5) in Thailand. By creating a relationship between time and PM 2.5 concentration and applying Frequency – Magnitude Distribution (FMD) to create frequency – PM 2.5 concentration distribution.

The data can be separated into 2 groups based on time and PM 2.5 concentration relationship which are high concentration of PM 2.5 occur during December – February at Central and East of Thailand because of (1) Cross-boundary haze from Cambodia and (2) Atmospheric factor and high concentration of PM 2.5 occur during February – April at North of Thailand because of burning activities at this area and cross-boundary haze from Myanmar and Laos. The result of frequency – PM 2.5 concentration distribution is used to create a value and b value map, Possible Maximum Concentration of PM 2.5 map, Return Period of PM 2.5, and Probability of Occurrence of PM 2.5 map. The whole data is consistent. The low b value area can be preliminary indicated that there is a high chance of occurring a high concentration of PM 2.5. The area where the low b value is the high rate of occurring maximum concentration, have a short return period and have a high probability of occurrence of high PM 2.5 concentration. The low b value area is in the North region, West region, Central region, some parts of the Northeast region, and some parts of the East region. The North has the highest chance of occurring a high concentration of PM 2.5 because of (1) Burning activity and (2) Intermontane basin.

Department : Geology

Student's Signature.....

Field of Study : Geology

Advisor's Signature.....

Academic Year : 2019

## กิตติกรรมประกาศ (ACKNOWLEDGEMENTS)

โครงการวิจัยนี้ไม่อาจสำเร็จลุล่วงไปได้หากขาดบุคคลดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. สันติ ภัยหลบลี้ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และทำให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ได้เอื้อเพื่อข้อมูลความเข้มข้นรายชั่วโมงของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน จำนวน 65 สถานีทั่วประเทศไทย ทำให้โครงการวิจัยนี้เกิดขึ้นมาได้

ขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้ให้คำแนะนำในโครงการวิจัย ทำให้โครงการวิจัยมีความสมบูรณ์ และถูกต้องมากขึ้น รวมไปถึงความรู้ทางด้านธรณีวิทยาที่ได้นำมาประยุกต์ใช้กับโครงการฉบับนี้

ขอบพระคุณบุคลากรในภาควิชาทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านงานเอกสาร และประสานงานกับหน่วยงานราชการ

ขอบคุณนางสาวมนัญญา จงสุตทวิวงศ์ รุ่นพี่ธรณีวิทยา รุ่นที่ 59 ที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ทำให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอบคุณเพื่อนธรณีวิทยา รุ่นที่ 60 ทุกคน นายภูริช เจตนา รวมไปถึงครอบครัวของข้าพเจ้า ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจ ตลอดการศึกษาในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาวกรชนก ยิ้มละมัย

ผู้จัดทำ



## สารบัญ (CONTENTS)

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญสมการ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ (INTRODUCTION)	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ (Background and Significance of the Study)	1
1.2 วัตถุประสงค์ (Objective)	2
1.3 พื้นที่ศึกษา (Study Area)	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา (Space of Study)	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง (THEORY AND LITERATURE REVIEW)	4
2.1 ทฤษฎี (Theory)	4
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)	7
บทที่ 3 ผลการศึกษา (RESULT)	10
3.1 ระเบียบการวิจัย (Methodology)	10
3.2 ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5 Database)	12
3.3 การจัดรูปแบบข้อมูล (Data Organizing)	13
3.4 ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล (Data Distribution)	14
3.5 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ไม่เกิน 2.5 ไมครอน (The Relationship between Time and PM 2.5 Concentration)	18
3.6 รูปแบบการกระจายตัวเชิงความถี่และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Frequency - PM2.5 Concentration Distribution Model)	22

3.7 การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของค่า a และ b จากข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Spatial Distribution of a Value and b Value)	26
3.8 การประเมินความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Maximum Concentration of PM2.5)	29
3.9 การประเมินคาบอุบัติซ้ำ (Return Period)	35
3.10 การประเมินโอกาสในการเกิดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Probability of Occurrence)	38
บทที่ 4 อภิปรายผล (DISCUSSION)	41
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (The Relationship between Time and PM 2.5 Concentration)	41
4.2 การประเมินการกระจายตัวเชิงความถี่ – ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Analysis of a Value and b Value)	44
4.3 การประเมินความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Maximum Concentration of PM2.5)	45
4.4 การประเมินคาบอุบัติซ้ำ (Return Period)	47
4.5 การประเมินโอกาสในการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Probability of Occurrence)	47
บทที่ 5 สรุปผล (CONCLUSION)	49
5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (The Relationship between Time and PM 2.5 Concentration)	49
5.2 การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของค่า a และค่า b จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Spatial Distribution of a Value and b Value)	49
5.3 ความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Maximum Concentration of PM2.5)	49
5.4 คาบอุบัติซ้ำ (Return Period)	50
5.5 การประเมินโอกาสในการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Probability of Occurrence)	50

5.6	ข้อจำกัดในโครงการวิจัย	50
5.7	ข้อเสนอแนะในงานวิจัยต่อไป	51
	เอกสารอ้างอิง (REFERENCES)	52
	ภาคผนวก	54

## สารบัญรูปลูกภาพ

### (LIST OF FIGURES)

รูป 2.1	ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย (air4thai.pcd.go.th)	6
รูป 2.2	ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (air4thai.pcd.go.th)	6
รูป 2.3	เขตกำเนิดแผ่นดินไหวทั้งหมด 13 เขต บริเวณภูมิภาคอาเซียน (Pailoplee and Choowong, 2013)	7
รูป 2.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ FMD วิเคราะห์จากข้อมูลแผ่นดินไหวในเขตกำเนิดแผ่นดินไหว ในภูมิภาคอาเซียน (Pailoplee and Choowong, 2013)	8
รูป 2.5	การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของเนินดินรูปโคน บริเวณภูเขาไฟโยเท ประเทศญี่ปุ่น (Yoshida, 2015)	9
รูป 2.6	การกระจายตัวเชิงขนาดและความถี่ของเนินดินที่เกิดจากหิมะถล่มบริเวณภูเขาไฟโยเท ประเทศญี่ปุ่น (Yoshida, 2015)	9
รูป 3.1	แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน	11
รูป 3.2	แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน	12
รูป 3.3	ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายตัวเชิงความถี่ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน	14
รูป 3.4	ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายตัวเชิงความถี่ของชั่วโมงการตรวจวัดความเข้มข้นของ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน	14
รูป 3.5	แสดงการปรับปรุงข้อมูลที่มีความไม่ต่อเนื่องของเวลาการตรวจวัด	18
รูป 3.6	ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงในช่วงเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์	20
รูป 3.7	ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน	22
รูป 3.8	แสดงการปรับปรุงข้อมูลโดยการตัดบางส่วนของข้อมูลที่มีแนวโน้มไม่เป็นเส้นตรงออก	26
รูป 3.9	แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของค่า a	27
รูป 3.10	แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของค่า b	28
รูป 3.11	แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุด (หน่วย ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ที่สามารถเกิดได้ในรอบ 5 ปี	30

รูป 3.12 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุด (หน่วย ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ที่สามารถเกิดได้ในรอบ 10 ปี	31
รูป 3.13 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุด (หน่วย ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ที่สามารถเกิดได้ในรอบ 30 ปี	33
รูป 3.14 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุด (หน่วย ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ที่สามารถเกิดได้ในรอบ 50 ปี	34
รูป 3.15 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของคาบอุบัติซ้ำ (หน่วย ปี) ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน 70 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	36
รูป 3.16 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของคาบอุบัติซ้ำ (หน่วย ปี) ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	37
รูป 3.17 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของโอกาสในการเกิดความเข้มข้น ของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (หน่วย %) 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในอีก 10 ปี	39
รูป 3.18 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของโอกาสในการเกิดความเข้มข้น ของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (หน่วย %) 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในอีก 50 ปี	40
รูป 4.1 กราฟจุดความร้อนสะสม 5 ประเทศ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม – 31 พฤษภาคม 2560 (fire.gistda.or.th)	42
รูป 4.2 กราฟจุดความร้อนสะสม 5 ประเทศ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม – 31 พฤษภาคม 2561 (fire.gistda.or.th)	42
รูป 4.3 กราฟจุดความร้อนสะสม 5 ประเทศ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม – 31 พฤษภาคม 2562 (fire.gistda.or.th)	42
รูป 4.4 อินเวอร์ชันลดตัวลงต่ำ (Subsidence Inversion) (earthonlinemedia.com)	43
รูป 4.5 อินเวอร์ชันการแผ่รังสี (Radiation Inversion) (earthonlinemedia.com)	43
รูป 4.6 กราฟจุดความร้อนสะสมในประเทศไทย ระหว่างเดือนมกราคม – พฤษภาคม พ.ศ.2560 (ปรับปรุงจาก : fire.gistda.or.th )	46

- รูป 4.7 กราฟจุดความร้อนสะสมในประเทศไทย ระหว่างเดือนมกราคม – พฤษภาคม พ.ศ.2561 46  
(ปรับปรุงจาก : [fire.gistda.or.th](http://fire.gistda.or.th) )
- รูป 4.8 กราฟจุดความร้อนสะสมในประเทศไทย ระหว่างเดือนมกราคม – พฤษภาคม พ.ศ.2562 47  
(ปรับปรุงจาก : [fire.gistda.or.th](http://fire.gistda.or.th) )

**สารบัญตาราง**  
**(LIST OF TABLES)**

ตาราง 3.1 แสดงการจัดรูปแบบข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ของสถานี ตรวจวัดริมถนนกาญจนาภิเษก เขตบางขุนเทียน (03t) เพื่อนำไปวิเคราะห์	13
ตาราง 3.2 ตารางค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (air4thai.pcd.go.th)	35

## สารบัญสมการ

### (LIST OF EQUATIONS)

สมการ 2.1 สมการความสัมพันธ์เชิงความถี่ (Frequency-magnitude distribution) (Ishimoto and Iida, 1939 and Gutenberg and Richter, 1944)	4
สมการ 2.2 สมการประเมินพฤติกรรมการเกิดความเร็วลมสูงสุด (Yadav et al., 2011)	4
สมการ 2.3 สมการประเมินคาบอุบัติซ้ำ (Yadav et al., 2011)	5
สมการ 2.4 สมการประเมินโอกาสในการเกิดความเร็วลม (Yadav et al., 2011)	5



# บทที่ 1

## บทนำ

### (INTRODUCTION)

#### 1.1. ที่มาและความสำคัญ (Background and Significance of the Study)

ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Particulate Matter 2.5 : PM 2.5) คืออนุภาคที่มีขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศพร้อมกับไอน้ำ คาร์บอน และก๊าซของประกอบของบรรยากาศ ในปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานที่ถูกกำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) ดังเช่น ในช่วงต้นปีพ.ศ.2560 ความเข้มข้นเฉลี่ยรายปีของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนในประเทศไทยมีค่า 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานถึง 2.5 เท่า (กรีนพีซ, 2560) สถานการณ์ดังกล่าวส่งผลเสียอย่างมากต่อสุขภาพของประชาชน เนื่องจากฝุ่นละอองดังกล่าวมีขนาดเล็กมากจนจมูกของมนุษย์ไม่สามารถกรองได้ จึงสามารถแพร่กระจายเข้าสู่ทางเดินหายใจ กระแสเลือด และอวัยวะอื่นๆ ในร่างกาย ส่งผลให้เกิดอาการเจ็บป่วย จนนำไปสู่การเกิดโรคภัยได้ เช่น โรคระบบทางเดินหายใจ ,โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคผิวหนัง นอกจากนี้ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนยังสามารถนำพาสารเคมีอันตราย เช่น ปะเกอท แคดเมียม สารหนู และโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) เข้าสู่ร่างกายได้ ดังนั้นในปีพ.ศ.2556 องค์การอนามัยโลกจึงกำหนดอย่างเป็นทางการให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนจัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 ของสารก่อมะเร็งจนถึงปัจจุบัน (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561)

จากการสร้างโมเดลทำนายความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับอายุขัยของประชากรในกลุ่มตัวอย่างที่ประเทศอินเดียซึ่งมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายปีอยู่ที่ 74 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าภายในปีค.ศ.2030 อายุขัยของประชากรลดลง 32.5 เดือน (ช่วงความเชื่อมั่น 95%) (Limaye et al. ,2018) และการศึกษาอัตราการป่วยและเสียชีวิตในเด็กที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี ในช่วงเวลาค.ศ.2003 - ค.ศ. 2013 ที่ประเทศเคนยา โดยวิเคราะห์จากการถดถอยโลจิสติกส์และการถดถอยปัวซอง พบว่าเด็กที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูง (ค่าเฉลี่ยรายปีมากกว่าหรือเท่ากับ 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) มีอัตราการป่วยและเสียชีวิตมากกว่าเด็กที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนต่ำ (ค่าเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) (Egondi ,2018) จากการศึกษาข้างต้นทำให้ทราบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่สูงเกินกว่าค่ามาตรฐานส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์เป็นอย่างมาก

เนื่องจากความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน แตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด สภาพอุตุนิยมวิทยา และลักษณะภูมิประเทศ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับจำนวนหรืออัตราการเกิดฝุ่นละอองสะสมในแต่ละพื้นที่ ในช่วงเวลาที่สนใจ ช่วยให้ทราบถึงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน และสามารถนำไปหาความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลาที่สนใจ (Possible Maximum Concentration of PM 2.5) ,คาบอุบัติซ้ำในการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Return Period of PM 2.5) และโอกาสในการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนแต่ละขนาดในช่วงเวลาที่สนใจ (Probability of Occurrence of PM 2.5) ผลการศึกษาสามารถนำไปช่วยกระตุ้นการดำเนินงานเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนในประเทศไทย รวมถึงถึงการตัดสินใจเพื่อใช้ประโยชน์จากพื้นที่ต่างๆในอนาคต

## 1.2. วัตถุประสงค์ (Objective)

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน กับจำนวนหรืออัตราการเกิดฝุ่นละอองสะสมในแต่ละพื้นที่ ในช่วงเวลาที่สนใจ ผ่านสมการกูเตินเบิร์ก - ริคเตอร์ (Gutenberg – Richter Relationship) เพื่อจัดทำแผนที่แสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนในประเทศไทย และแผนที่แสดงค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนในปัจจุบันต่างๆ

## 1.3. พื้นที่ศึกษา (Study Area)

ประเทศไทย ซึ่งมีพื้นที่ 513,120 ตารางกิโลเมตร มีตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ละติจูด 5 องศา 37 ลิปดาเหนือถึง 20 องศา 28 ลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 97 องศา 21 ลิปดาตะวันออกถึง 105 องศา 37 ลิปดาตะวันออก

## 1.4. ขอบเขตการศึกษา (Space of Study)

ศึกษาพฤติกรรมของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน โดยใช้ข้อมูลความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ตั้งแต่ปีค.ศ.2014 – 2019 จากกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม นำสมการความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์มาประยุกต์ใช้ ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับจำนวนการเกิดเหตุการณ์สะสมในแต่ละพื้นที่ และนำไปประเมิน 1) ความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลาที่สนใจ 2) คาบอุบัติซ้ำของความเข้มข้นของ

ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน และ3) โอกาสในการเกิดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนแต่ละขนาดในช่วงเวลาที่สนใจ

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### (THEORY AND LITERATURE REVIEW)

##### 2.1 ทฤษฎี (Theory)

###### 2.1.1 การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์ (Frequency – Magnitude

###### Distribution: FMD)

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับจำนวนการเกิดเหตุการณ์สะสมในแต่ละพื้นที่ ได้นำสมการความสัมพันธ์ของการกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์ ซึ่งมีหลักการคือ “เหตุการณ์ที่มีขนาดเล็กจะมีอัตราการเกิดสูงกว่าเหตุการณ์ที่มีขนาดใหญ่ ในช่วงเวลาหนึ่ง” มาประยุกต์ใช้ ในปัจจุบันสมการความสัมพันธ์ดังกล่าวถูกใช้เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการเกิดแผ่นดินไหว และเหตุการณ์ทางธรรมชาติ สามารถเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าสมการกูเตินเบิร์ก-ริกเตอร์ (Gutenberg-Richter Relationship) ถูกเสนอโดย Ishimoto and Iida (1939) และ Gutenberg and Richter (1944) เป็นความสัมพันธ์แบบสมการเส้นตรงดังสมการ 2.1

$$\text{Log}_{10} N_M = a - bM \quad (\text{สมการ 2.1})$$

กำหนดให้  $M$  คือ ขนาดของเหตุการณ์,  $N_M$  คือ จำนวนหรืออัตราการเกิดเหตุการณ์สะสมของเหตุการณ์ที่ขนาดมากกว่าหรือเท่ากับ  $M$ , ค่า  $a$  (จุดตัดแกน  $Y$ ) และค่า  $b$  (ความชันของกราฟ) คือค่าคงที่บวกซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลา และพื้นที่ใดๆ ซึ่งเป็นตัวสำคัญที่สื่อถึงพฤติกรรมของเหตุการณ์ที่สนใจ

ค่า  $a$  (จุดตัดแกน  $Y$ ) หมายถึงอัตราการเกิดเหตุการณ์โดยรวมจากทุกขนาด และ  $b$  (ความชันของกราฟ) หมายถึงสัดส่วนของเหตุการณ์ขนาดใหญ่กว่าต่อเหตุการณ์ขนาดเล็กกว่า ดังนั้นบริเวณที่มีค่า  $b$  ต่ำจะสามารถบอกได้เบื้องต้นว่าบริเวณนั้นมีโอกาสเกิดเหตุการณ์ขนาดใหญ่มากกว่าบริเวณที่มีค่า  $b$  สูง

###### 2.1.2 ขนาดของเหตุการณ์ที่ใหญ่ที่สุด (Maximum Magnitude)

จากความความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์ที่ถูกเสนอโดย Ishimoto and Iida (1939) และ Gutenberg and Richter (1944) (สมการ 2.1) ในเวลาต่อมา Yadav *et al.* (2011) ได้ประยุกต์สมการความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยปรับเทียบสมการความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์ให้อยู่ในรูปแบบของสมการ 2.2

$$\ln(N_M) = \ln \alpha - \beta M \quad (\text{สมการ 2.2})$$

กำหนดให้  $\alpha$  และ  $\beta$  คือค่าคงที่ซึ่งสัมพันธ์กับค่า  $a$  และค่า  $b$  ในรูปแบบของ  $\alpha = e^{a \ln 10}$  และ  $\beta = b \ln(10)$  จากตัวแปรดังกล่าว Yadav และคณะ (2011) ได้เสนอความสัมพันธ์เพื่อประเมินขนาดเหตุการณ์ที่ใหญ่ที่สุดที่สามารถเกิดขึ้นได้ในเวลาที่สนใจดังสมการ 2.3

$$U_t = \ln(\alpha t) / \beta \quad (\text{สมการ 2.3})$$

กำหนดให้  $U_t$  (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) คือขนาดของเหตุการณ์ที่ใหญ่ที่สุดที่สามารถเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลา  $t$  (ปี) ที่พิจารณา

### 2.1.3 คาบอุบัติซ้ำของเหตุการณ์ (Return Period)

หลังจากที่ได้ค่า  $\alpha$  และ  $\beta$  ซึ่งสัมพันธ์กับค่าคงที่  $a$  และ  $b$  จากความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์ (สมการ 2.1) สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับสมการของ Yadav *et al.* (2011) เพื่อประเมินคาบอุบัติซ้ำของเหตุการณ์แต่ละขนาดดังสมการ 2.4

$$T_M = e^{\beta M} / \alpha = 1 / N_M \quad (\text{สมการ 2.4})$$

กำหนดให้  $T_M$  (ปี) คือคาบอุบัติซ้ำของเหตุการณ์ขนาด  $M$  ซึ่งเป็นส่วนกลับของจำนวนหรืออัตราการเกิดเหตุการณ์สะสมของเหตุการณ์ที่ขนาดมากกว่าหรือเท่ากับ  $M$  หรือ  $N_M$

### 2.1.4 โอกาสในการเกิดเหตุการณ์ (Probability of occurrence)

หลังจากที่ได้ค่า  $\alpha$  และ  $\beta$  ซึ่งสัมพันธ์กับค่าคงที่  $a$  และ  $b$  จากความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์ (สมการ 2.1) สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับสมการของ Yadav *et al.* (2011) เพื่อประเมินโอกาสในการเกิดเหตุการณ์แต่ละขนาดในช่วงเวลาที่พิจารณาดังสมการ 2.5

$$P_T = 1 - e^{-\alpha T (e^{-\beta M})} \quad (\text{สมการ 2.5})$$

กำหนดให้  $P_T$  (%) คือโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ขนาด  $M$  ในช่วงเวลาอีก  $T$  (ปี)

### 2.1.5 ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index : AQI)

เป็นการรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจของประชาชน ไม่มีหน่วย เพื่อประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนแต่ละพื้นที่ทราบถึงสถานการณ์มลพิษทางอากาศว่าอยู่ในระดับใด มีผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไร และควรปฏิบัติตัวอย่างไร ดัชนีคุณภาพอากาศ 1 ค่าใช้เป็นตัวแทนความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศ 6 ชนิด ประกอบด้วย ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM 2.5) , ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM 10) , แก๊สโอโซน (O<sub>3</sub>) , แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) , แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>)

ดัชนีคุณภาพอากาศแสดงผลต่างกันในแต่ละประเทศ ขึ้นอยู่กับชีวิตความเป็นอยู่ และเทคโนโลยี โดยดัชนีคุณภาพอากาศของไทย ซึ่งถูกออกแบบโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แบ่งคุณภาพอากาศทั้งหมดออกเป็น 5 ระดับแสดงดังรูป 2.1

AQI	ความหมาย	สีที่ใช้	คำอธิบาย
0 - 25	คุณภาพอากาศดีมาก	ฟ้า	คุณภาพอากาศดีมาก เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยว
26 - 50	คุณภาพอากาศดี	เขียว	คุณภาพอากาศดี สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ
51 - 100	ปานกลาง	เหลือง	ประมาณทั่วไป: สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ ผู้ที่อ่อนแอสุขภาพเป็นพิเศษ: หากมีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง
101 - 200	เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	ส้ม	ประมาณทั่วไป: ควรพิจารณาสุขภาพ ถ้ามีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ผู้ที่อ่อนแอสุขภาพเป็นพิเศษ: ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ถ้ามีอาการทางสุขภาพ เช่น ไอ หายใจลำบาก ตาอักเสบ แน่นหน้าอก ปวดศีรษะ หัวใจเต้นไม่เป็นปกติ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย ควรปรึกษาแพทย์
201 ขึ้นไป	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	แดง	ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้งหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์

รูป 2.1 ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย (air4thai.pcd.go.th)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับจำนวนการเกิดเหตุการณ์สะสมในแต่ละพื้นที่ ได้นำข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองมากจากกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จึงนำดัชนีคุณภาพอากาศของไทยมาใช้อ้างอิง มีสูตรการคำนวณดัชนีย่อยคุณภาพอากาศดังสมการ 2.6

$$I = \frac{I_j - I_i}{X_j - X_i} (X - X_i) + I_i \quad \text{สมการ 2.6}$$

กำหนดให้

$I$  = ค่าดัชนีย่อยคุณภาพอากาศ

$X$  = ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากการตรวจวัด

$X_i, X_j$  = ค่าต่ำสุด, สูงสุด ของช่วงความเข้มข้นสารมลพิษที่มีค่า  $X$

$I_i, I_j$  = ค่าต่ำสุด, สูงสุด ของช่วงดัชนีคุณภาพอากาศที่ตรงกับช่วงความเข้มข้น  $X$

จากค่าดัชนีย่อยที่คำนวณได้

AQI	PM <sub>2.5</sub> (มคก./ลบ.ม.)	PM <sub>10</sub> (มคก./ลบ.ม.)	O <sub>3</sub> (ppb)	CO (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppb)	SO <sub>2</sub> (ppb)
	เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง		เฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อเนื่อง		เฉลี่ย 1 ชั่วโมง	
0 - 25	0 - 25	0 - 50	0 - 35	0 - 4.4	0 - 60	0 - 100
26 - 50	26 - 37	51 - 80	36 - 50	4.5 - 6.4	61 - 106	101 - 200
51 - 100	38 - 50	81 - 120	51 - 70	6.5 - 9.0	107 - 170	201 - 300
101 - 200	51 - 90	121 - 180	71 - 120	9.1 - 30.0	171 - 340	301 - 400
มากกว่า 200	91 ขึ้นไป	181 ขึ้นไป	121 ขึ้นไป	30.1 ขึ้นไป	341 ขึ้นไป	401 ขึ้นไป

รูป 2.2 ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (air4thai.pcd.go.th/)

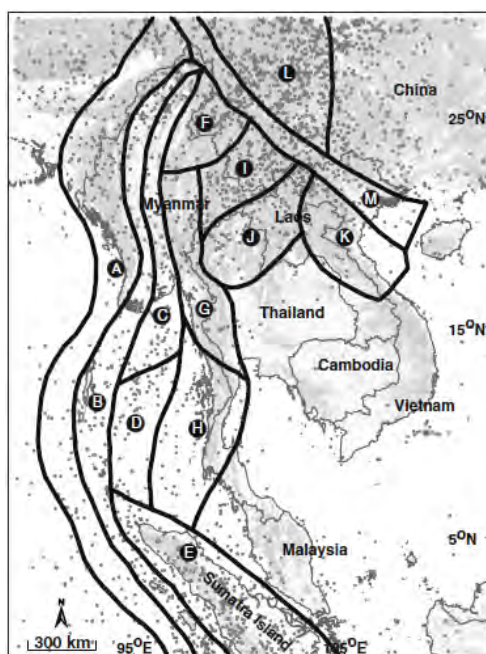
เมื่อคำนวณดัชนีย่อยคุณภาพอากาศครบทั้ง 6 สารมลพิษทางอากาศ ประเภทใดมีค่าดัชนีย่อยสูงสุด จะใช้เป็นดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) ณ ช่วงเวลานั้น สำหรับสารมลพิษที่นำมาคำนวณในดัชนีคุณภาพอากาศ ประเทศไทย ใช้ช่วงเวลาเฉลี่ย และหน่วย ดังนี้

1. ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM 2.5) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
2. ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM 10) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
3. แก๊สโอโซน (O<sub>3</sub>) เฉลี่ย 8 ชั่วโมง (ส่วนในพันล้านส่วน)
4. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เฉลี่ย 8 ชั่วโมง (ส่วนในล้านส่วน)
5. แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ส่วนในพันล้านส่วน)
6. แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ส่วนในพันล้านส่วน)

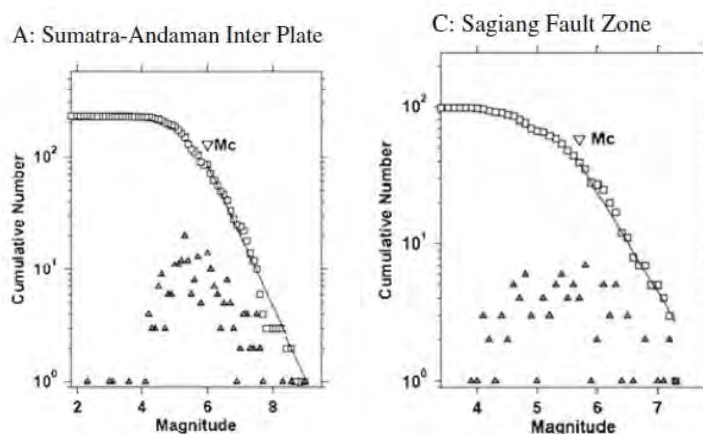
## 2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

### 2.2.1 Pailoplee and Choowong (2013)

ศึกษาพฤติกรรมของแผ่นดินไหวที่เกิดบริเวณภูมิภาคอาเซียน จากความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์ โดยนำข้อมูลแผ่นดินไหวจาก 13 เขตกำเนิดแผ่นดินไหว (Seismic source zone) ภายในภูมิภาคอาเซียนดังแสดงในรูป 2.3 มาวิเคราะห์จำนวนการเกิดของแผ่นดินไหวแต่ละขนาด สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ FMD และวิเคราะห์ค่า a และ b จากส่วนที่เป็นเส้นตรงของกราฟดังแสดงในรูป 2.4



รูป 2.3 เขตกำเนิดแผ่นดินไหวทั้งหมด 13 เขต บริเวณภูมิภาคอาเซียน กำหนดขอบเขตโดยเส้นทึบสีดำ จุดสีเทาแสดงถึงจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว (Epicenter) ที่เกิดขึ้นระหว่างปีค.ศ. 1964 – 2010



**รูป 2.4** กราฟแสดงความสัมพันธ์ FMD วิเคราะห์จากข้อมูลแผ่นดินไหวในเขตกำเนิดแผ่นดินไหว ในภูมิภาคอาเซียน (A)เขตมุดตัวของเปลือกโลกสุมาตรา – อันดามัน (C)รอยเลื่อนสะกาย ตอนกลางของประเทศพม่า สามเหลี่ยม แสดงถึง จำนวนแผ่นดินไหวในแต่ละขนาด  $M$  ,สี่เหลี่ยม แสดงถึง จำนวนแผ่นดินไหวสะสมของแผ่นดินไหวขนาด  $\geq M$  และเส้นตรง แสดงถึง ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ประเมินจากแผ่นดินไหวสะสม

ในทางวิทยาคลื่นไหวสะเทือน (Seismology) ค่า  $a$  ซึ่งเป็นจุดตัดแกน  $Y$  ของสมการความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของแผ่นดินไหว หมายถึง อัตราการเกิดแผ่นดินไหวโดยรวมจากทุกขนาดแผ่นดินไหว จากผลการวิเคราะห์สามารถบอกได้ว่าบริเวณแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว (A) เขตมุดตัวของเปลือกโลกสุมาตรา – อันดามัน ( $a = 4.06$ ) มีอัตราการเกิดแผ่นดินไหวโดยรวมสูงกว่าบริเวณ (C) รอยเลื่อนสะกาย ตอนกลางของประเทศพม่า ( $a = 4.05$ )

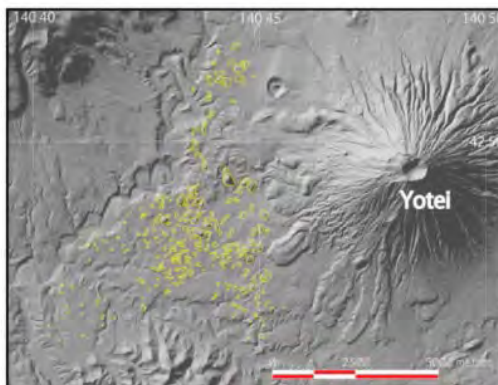
ในกรณีของค่า  $b$  ซึ่งเป็นความชันของสมการความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดแผ่นดินไหว หมายถึง สัดส่วนของแผ่นดินไหวขนาดใหญ่กว่าต่อแผ่นดินไหวขนาดเล็กกว่า บริเวณที่มีค่า  $b$  ต่ำสามารถบอกได้ในเบื้องต้นว่ามีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่สูงกว่าบริเวณที่มีค่า  $b$  สูง จากผลการวิเคราะห์บ่งชี้ว่าบริเวณ (A) เขตมุดตัวของเปลือกโลกสุมาตรา-อันดามัน ( $b = 0.63$ ) มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่สูงกว่าบริเวณ (C) รอยเลื่อนสะกาย ตอนกลางของประเทศพม่า ( $b = 0.72$ )

### 2.2.2 Yoshida (2015)

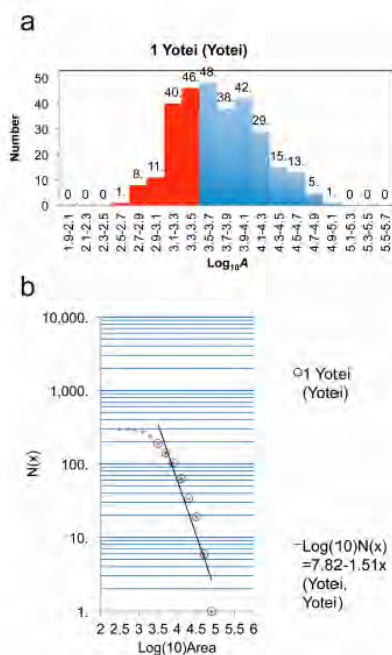
ศึกษาเนินดินรูปโคน (Hummocks) ที่เกิดจากการทับถมของเศษหินถล่มจากภูเขา หรือภูเขาไฟบริเวณประเทศญี่ปุ่น และฟิลิปปินส์ รวมทั้งหมด 17 แห่ง โดยสร้างความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเนินดินรูปโคน ค่า  $a$  ซึ่งเป็นจุดตัดแกน  $Y$  ของสมการความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดเนินดินรูปโคน คือ ศักยภาพในการเกิดเนินดินรูปโคนบริเวณนั้นโดยรวม และค่า  $b$  ซึ่งเป็นความชัน



ของเส้นตรง แสดงถึงการเคลื่อนที่ของเศษหินบริเวณนั้น บริเวณที่มีค่า  $b$  สูงสามารถบอกได้เบื้องต้นว่าเศษหินมีความคล่องตัวในการเคลื่อนที่สูง ซึ่งจะมีศักยภาพในการแตกเป็นเศษหินก้อนเล็ก หลายก้อนและสะสมเป็นเนินดินรูปโคน จากการศึกษาพบว่าโดยทั่วไปแล้วเมื่อขนาดของเนินใหญ่ขึ้นจะมีความถี่หรือจำนวนน้อยลงซึ่งจะไปตามหลักการของสมการกุกเต็นเบิร์ก-ริกเตอร์ที่มีการใช้ในทางแผ่นดินไหว



รูป 2.5 การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของเนินดินรูปโคน บริเวณภูเขาไฟโยเท ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งถูกแปลความได้จากภาพถ่ายดาวเทียม โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)



รูป 2.6 (a) ฮิสโตแกรมระหว่างลอการิทึมของพื้นที่เนินดินรูปโคน และจำนวนของเนินดินรูปโคน บริเวณภูเขาไฟโยเท ประเทศญี่ปุ่น โดยส่วนที่เป็นสีแดงจะไม่ถูกนำมาใช้คำนวณ (b) กราฟแสดงการวิเคราะห์สมการเส้นตรงระหว่างลอการิทึมของพื้นที่เนินดินรูปโคน และความถี่สะสมของจำนวนเนินดินรูปโคน ที่มีขนาดมากกว่าลอการิทึมของพื้นที่เนินดินรูปโคน บริเวณภูเขาไฟโยเท ประเทศญี่ปุ่น

## บทที่ 3

### ผลการศึกษา

#### (RESULT)

#### 3.1 ระเบียบการวิจัย (Methodology)

##### 3.1.1 รวบรวมข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Data Collection)

รวบรวมข้อมูลความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน จากสถานีตรวจวัดทั่วประเทศไทยรวมทั้งหมด 65 สถานี ย้อนหลัง 5 ปี (ตั้งแต่ปีค.ศ.2014 - 2019) โดยใช้ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

##### 3.1.2 เตรียมข้อมูล (Data Preparation)

นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุง และจัดรูปแบบให้เหมาะสมกับการคำนวณในขั้นตอนต่อไป

##### 3.1.3 วิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5 Concentration Analysis)

นำข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่ถูกปรับปรุงแล้วมา (1) สร้างฮิสโตแกรม (Histogram) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล (2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์ในแต่ละสถานี และทำการปรับแต่งชุดข้อมูลให้มีความสอดคล้องกับทฤษฎีมากที่สุดเพื่อหาค่า a และค่า b ที่เหมาะสม

##### 3.1.4 การประยุกต์ใช้ (Application)

นำค่า a และค่า b ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์มาวิเคราะห์หา (1) ขนาดความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่มีโอกาสเกิดในช่วงเวลาที่พิจารณา (2) คาบอุบัติซ้ำของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน และ (3) โอกาสในการเกิดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนขนาดต่างๆในช่วงเวลาที่พิจารณา

##### 3.1.5 จัดทำแผนที่ (Mapping)

นำค่าที่ได้จากข้อ 3.1.3 และ 3.1.4 มาจัดทำแผนที่ เพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของข้อมูล

##### 3.1.6 อภิปรายและสรุปผล (Discussion and Conclusion)

อภิปรายและสรุปผลการศึกษาโดยใช้ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากข้อ 3.1.3 ถึง 3.1.5

1. รวบรวมข้อมูลความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน



2. เตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

- ปรับปรุงข้อมูลให้มีความต่อเนื่อง และจัดรูปแบบข้อมูล



3. วิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

- สร้างฮิสโตแกรม (Histogram) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล

- วิเคราะห์ความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์ เพื่อหาค่า a และ b จากกราฟความสัมพันธ์ในแต่ละสถานี



4. ประยุกต์ใช้ข้อมูลเพื่อหาค่า

- ขนาดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนมากที่สุดที่มีโอกาสเกิดในช่วงเวลาที่พิจารณา

- คาบอุบัติซ้ำของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนขนาดต่างๆ

- โอกาสในการเกิดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนขนาดต่างๆในช่วงเวลาที่พิจารณา



5. จัดทำแผนที่โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากข้อ 3 และข้อ 4

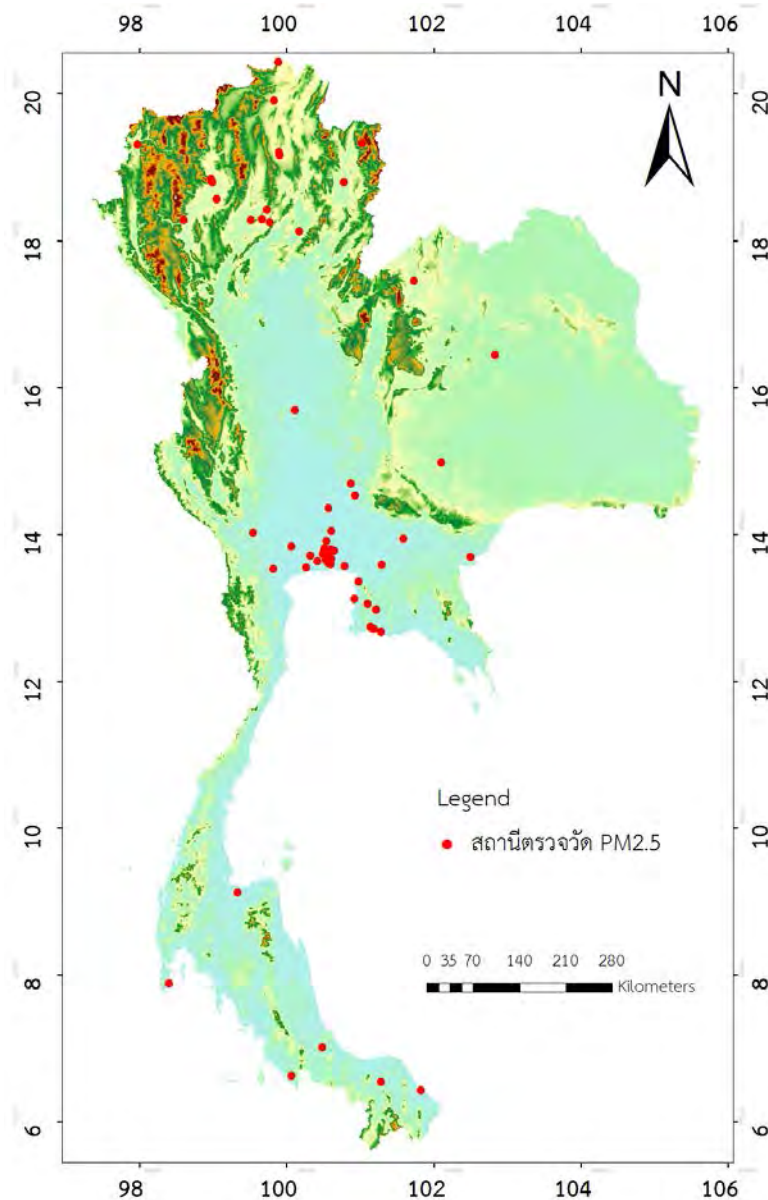


6. อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

รูป 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

### 3.2 ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5 Database)

ในการศึกษาได้รวบรวมข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนจากกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จาก 65 สถานีทั่วประเทศไทย แบ่งเป็นบริเวณกรุงเทพมหานคร 12 สถานี, ภาคกลางทั้งหมด 15 สถานี ,ภาคเหนือทั้งหมด 15 สถานี, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด 3 สถานี,ภาคตะวันออกทั้งหมด 11 สถานี และภาคใต้ทั้งหมด 6 ใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ.2014 ถึงปีค.ศ.2019



รูป 3.2 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน  
ของกรมควบคุมมลพิษ จำนวน 65 สถานี

ข้อมูลที่น่าสนใจได้แก่

1) ข้อมูลความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน โดยข้อมูลประกอบไปด้วยรหัสและชื่อสถานี ,วัน-เดือน-ปีที่เก็บข้อมูล ,เวลาที่เก็บข้อมูล และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนเฉลี่ยรายชั่วโมง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ของแต่ละสถานี จำนวน 65 ชุดข้อมูล

2) ข้อมูลตำแหน่งของสถานีตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ที่ตรวจวัดโดยกรมควบคุมมลพิษ โดยข้อมูลประกอบไปด้วยรหัสสถานี ,ชื่อสถานี ,ละติจูด และลองจิจูด ของทั้งหมด 65 สถานี จำนวน 1 ชุดข้อมูล

### 3.3 การจัดรูปแบบข้อมูล (Data Organizing)

นำข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนทุกสถานีมาจัดรูปแบบดังตารางที่ 3.1 และตัดข้อมูลข้อมูลที่ไม่มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนออก เนื่องจากไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้

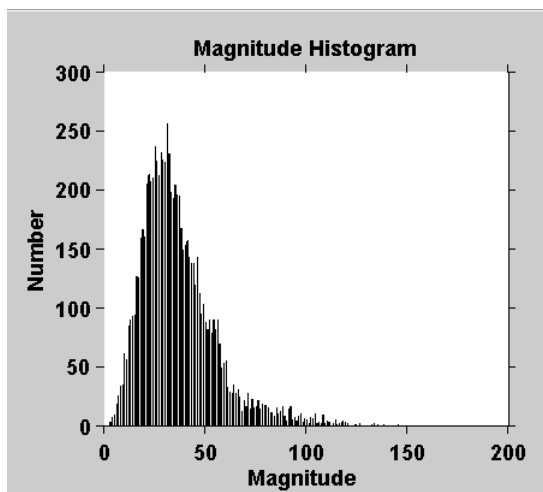
ลองจิจูด	ละติจูด	ปี	เดือน	วันที่	ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมง ของ PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ความลึก ของแหล่งกำเนิด (km)	ชั่วโมง	นาทิต	วินาที
100.4143	13.63651	2018	10	21	3	0	5	0	0
100.4143	13.63651	2019	8	11	3	0	2	0	0
100.4143	13.63651	2019	9	1	3	0	1	0	0
100.4143	13.63651	2019	9	21	3	0	16	0	0
100.4143	13.63651	2018	10	22	4	0	6	0	0
100.4143	13.63651	2018	11	8	4	0	14	0	0
100.4143	13.63651	2018	11	8	4	0	15	0	0
100.4143	13.63651	2019	8	11	4	0	3	0	0
100.4143	13.63651	2019	8	11	4	0	5	0	0
100.4143	13.63651	2019	8	12	4	0	5	0	0
100.4143	13.63651	2019	9	1	4	0	6	0	0
100.4143	13.63651	2019	9	16	4	0	6	0	0
100.4143	13.63651	2018	10	22	5	0	3	0	0

ตาราง 3.1 แสดงการจัดรูปแบบข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนของสถานีตรวจวัดริมถนนกาญจนาภิเษก เขตบางขุนเทียน (03t) เพื่อนำไปวิเคราะห์

### 3.4 ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล (Data Distribution)

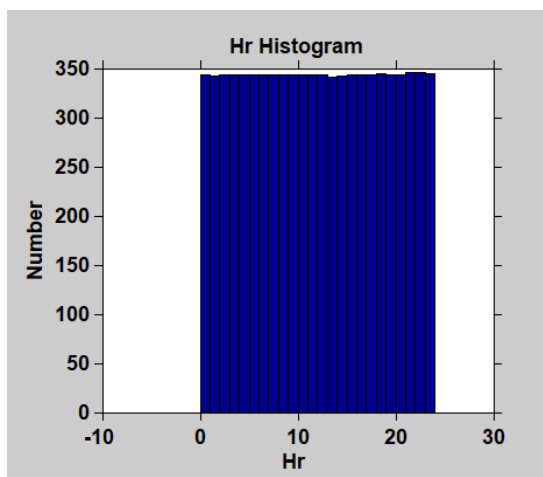
นำข้อมูลทุกสถานีที่ถูกจัดรูปแบบแล้วมาสร้างฮิสโตแกรม (Histogram) ซึ่งเป็นเครื่องมือในนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟแท่ง เพื่อแสดงการกระจายตัวเชิงความถี่ของข้อมูล ได้แก่

#### 3.4.1 การกระจายตัวเชิงความถี่ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน



รูป 3.3 ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายตัวเชิงความถี่ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ของสถานีตรวจวัดริมถนนกาญจนาภิเษก เขตบางขุนเทียน (03t)

#### 3.4.2 การกระจายตัวเชิงความถี่ของชั่วโมงการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน



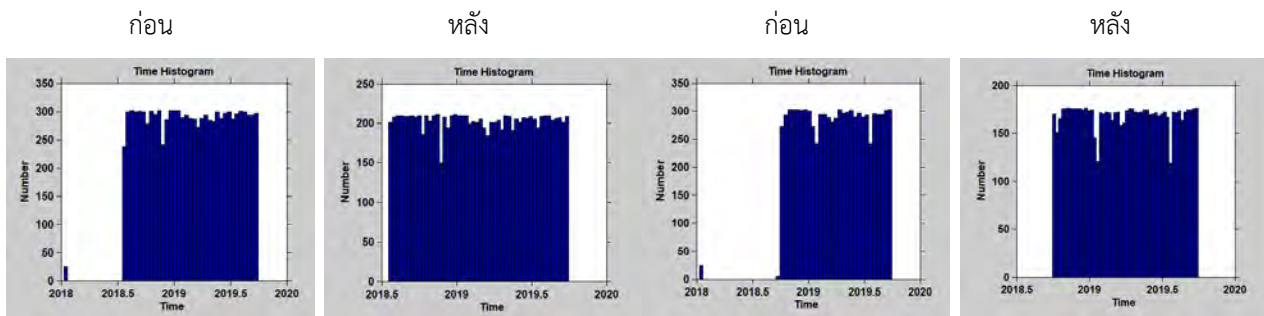
รูป 3.4 ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายตัวเชิงความถี่ของชั่วโมงการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ของสถานีตรวจวัดริมถนนกาญจนาภิเษก เขตบางขุนเทียน (03t)

### 3.4.3 การกระจายตัวเชิงความถี่ของเวลาในการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

จากการนำข้อมูลที่ถูกรวบรวมแล้วมาสร้างฮิสโตแกรม เพื่อดูการกระจายตัวเชิงความถี่ของเวลาในการตรวจวัด พบว่ามีทั้งหมด 13 สถานี (สถานีหมายเลข 1 – 13) มีความไม่ต่อเนื่องของเวลาการตรวจวัด กล่าวคือมีช่วงเวลาสั้นๆ ที่มีค่าต่างจากกลุ่มใหญ่อย่างเห็นได้ชัด ถ้านำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์ในขั้นตอนต่อไปจะทำให้ผลที่ออกมาไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง จึงลบข้อมูลในช่วงเวลาสั้นๆ ดังกล่าวออก นอกจากนี้ยังพบว่ามีทั้งหมด 6 สถานี (สถานีหมายเลข 14 - 19) ที่ช่วงเวลาในการตรวจวัดแบ่งออกเป็นหลายกลุ่มใหญ่ แสดงถึงความไม่ต่อเนื่องของข้อมูลเช่นกัน จึงเลือกกลุ่มข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ที่สุด หรือมีความทันสมัยที่สุดมาวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

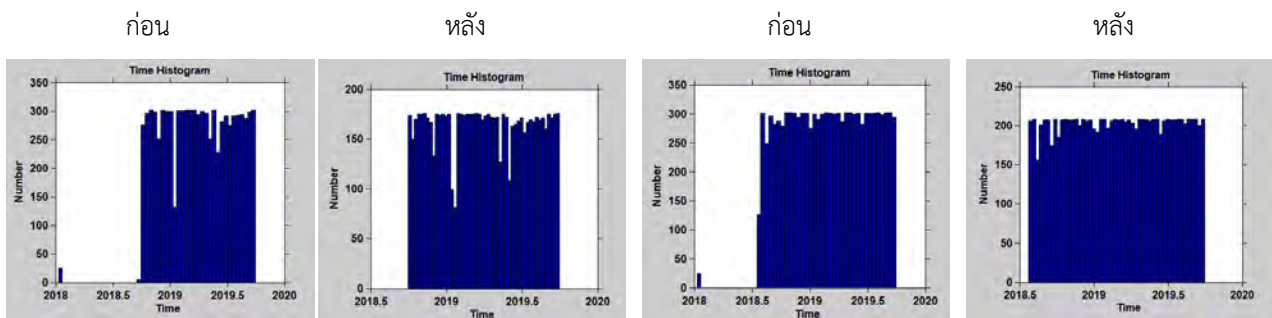
1) สถานีตรวจวัดศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ (18t)

2) สถานีตรวจวัดโรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (21t)



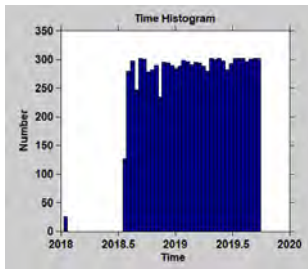
3) สถานีตรวจวัดบริเวณสถานีดับเพลิงพระลักษมณ์ (25t)

4) สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (29t)

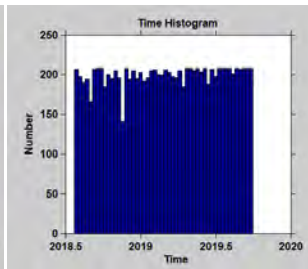


5) สถานีตรวจวัดศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง (31t)

ก่อน

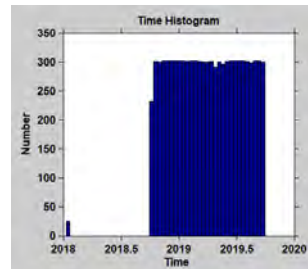


หลัง

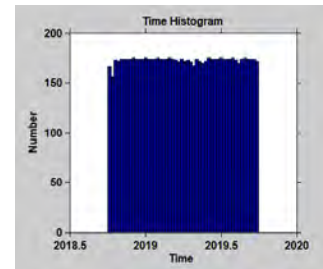


6) สถานีตรวจวัดสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (34t)

ก่อน



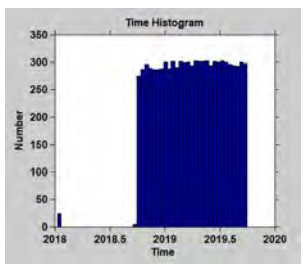
หลัง



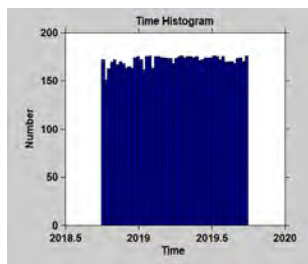
7) สถานีตรวจวัดสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14

จังหวัดสุราษฎร์ธานี (42t)

ก่อน



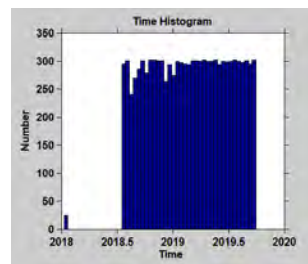
หลัง



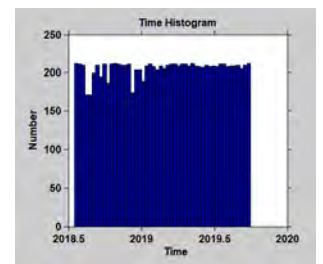
8) สถานีตรวจวัดสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

จังหวัดเชียงราย (57t)

ก่อน



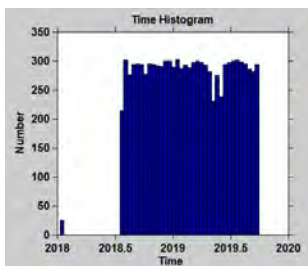
หลัง



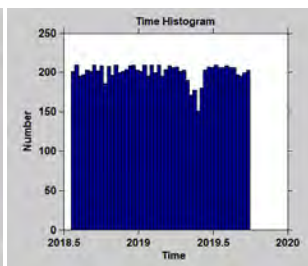
9) สถานีตรวจวัดสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

จังหวัดแม่ฮ่องสอน (58t)

ก่อน

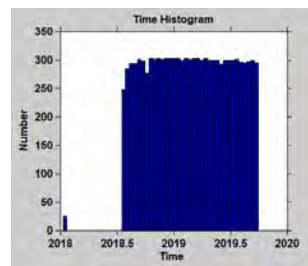


หลัง

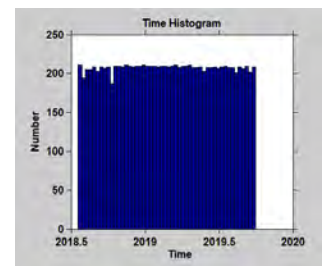


10) สถานีตรวจวัดสำนักงานเทศบาลเมืองน่าน (67t)

ก่อน



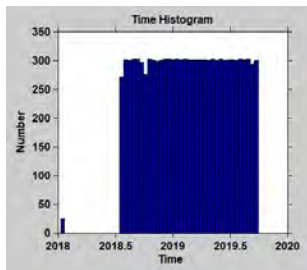
หลัง



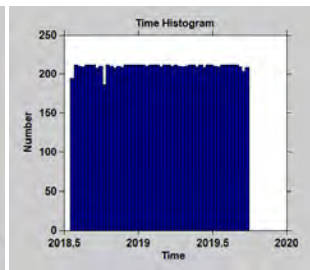


11) สถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาจังหวัดลำพูน (68t)

ก่อน

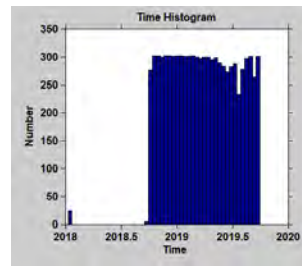


หลัง

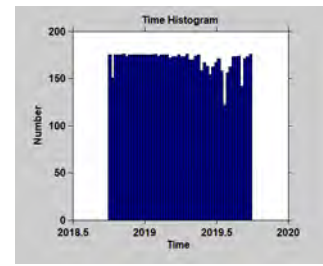


12) สถานีตรวจวัดโรงเรียนอนุบาลศรีอยุธยา  
จังหวัดสระแก้ว (71t)

ก่อน

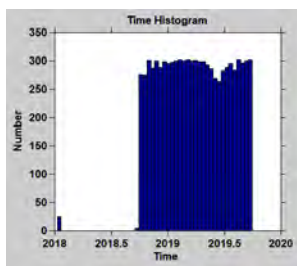


หลัง

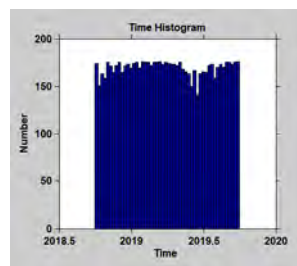


13) สถานีตรวจวัดสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย (72t)

ก่อน

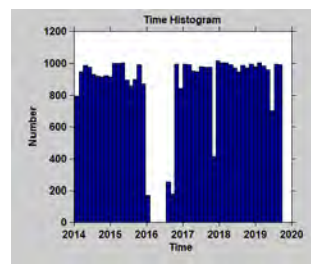


หลัง

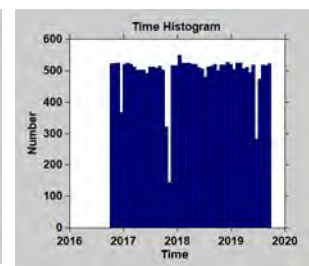


14) สถานีตรวจวัดบริเวณสถานีตำรวจ  
ตำบลหน้าพระลาน 24t

ก่อน

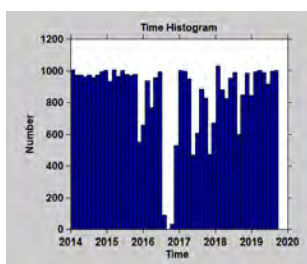


หลัง

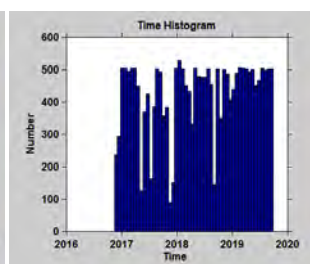


15) สถานีตรวจวัดโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย (27t)

ก่อน

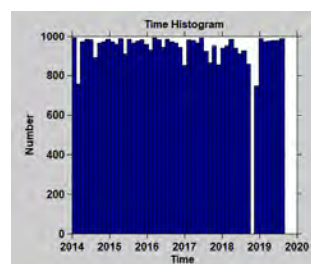


หลัง

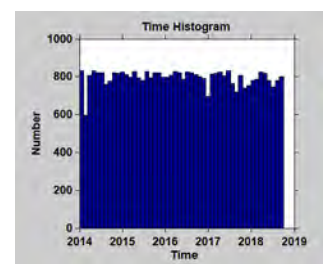


16) สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย (36t)

ก่อน

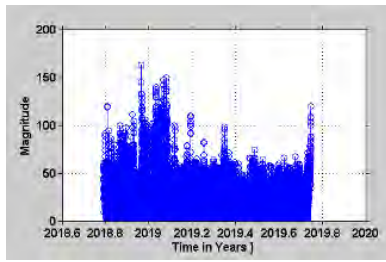


หลัง

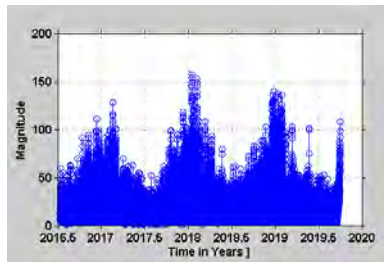




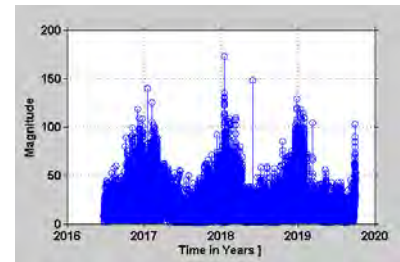
1) สถานีตรวจวัดริมถนนกาญจนาภิเษก เขตบางขุนเทียน (03t)



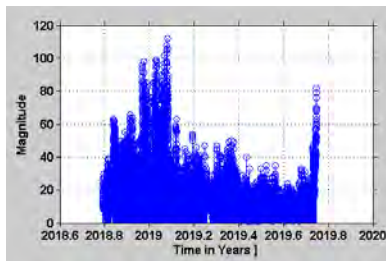
2) สถานีตรวจวัดกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา (05t)



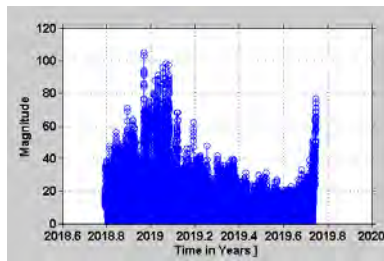
3) สถานีตรวจวัดศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพพระประแดง (08t)



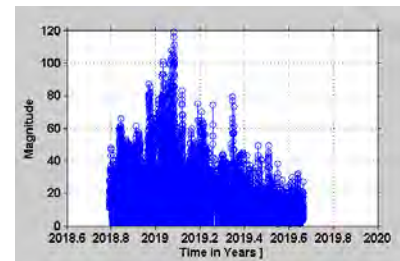
4) สถานีตรวจวัดเคหะชุมชนคลองจั่น (10t)



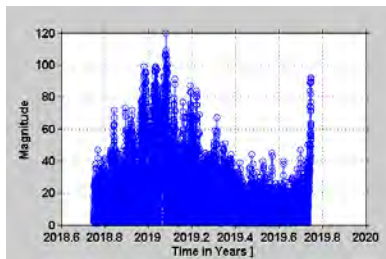
5) สถานีตรวจวัดสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง (11t)



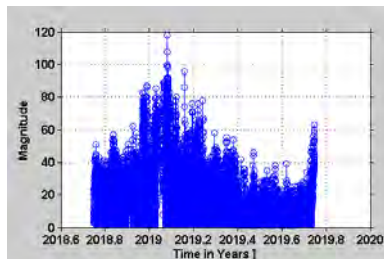
6) สถานีตรวจวัดมหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต (20t)



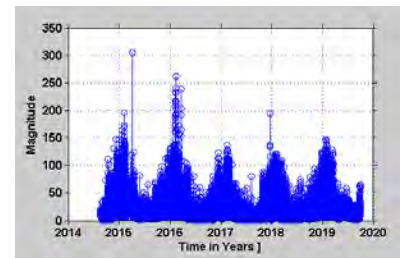
7) สถานีตรวจวัดโรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (21t)



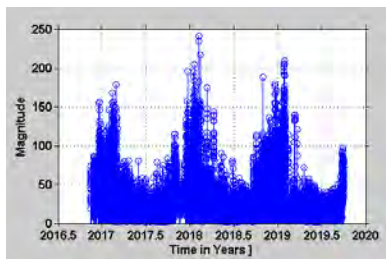
8) สถานีตรวจวัดสถานีดับเพลิงพระลักษณะ จ.สระบุรี (25t)



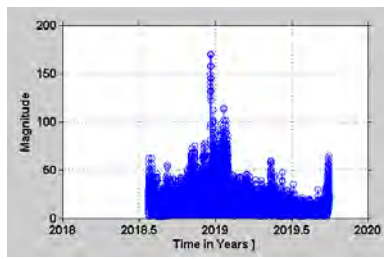
9) สถานีตรวจวัดสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี (26t)



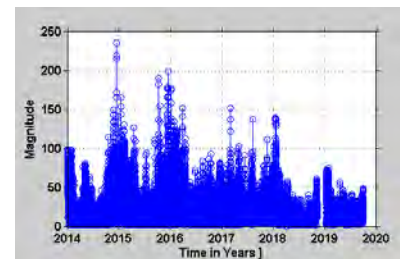
10) สถานีตรวจวัดโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย (27t)



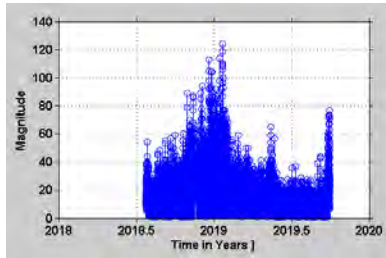
11) สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (29t)



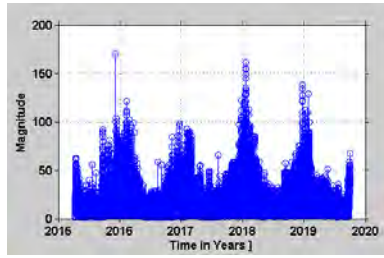
12) สถานีตรวจวัดสำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง (30t)



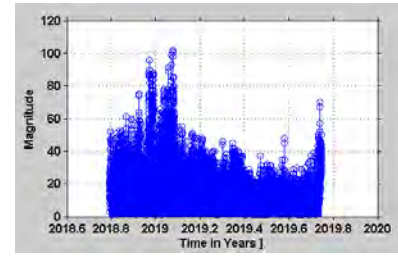
13) สถานีตรวจวัดศูนย์วิจัยพืชไร่  
ระยอง (31t)



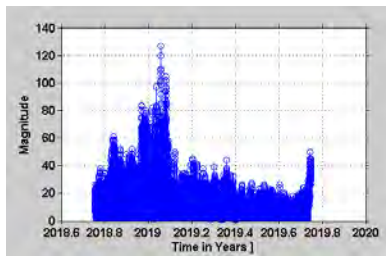
14) สถานีตรวจวัดสนามกีฬาเทศบาล  
แหลมฉบัง จ.ชลบุรี (32t)



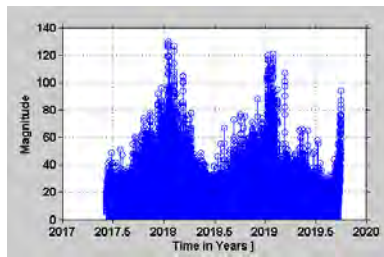
15) สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลส่งเสริม  
สุขภาพ ต.บ้านเขาหิน จ.ชลบุรี (33t)



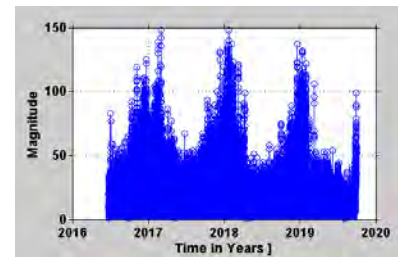
16) สถานีตรวจวัดสำนักงาน  
สิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 จ.ชลบุรี (34t)



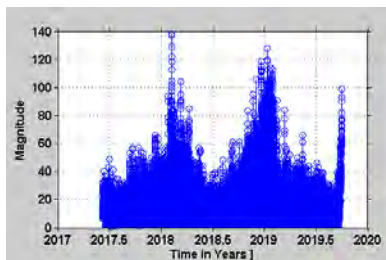
17) สถานีตรวจวัดโรงพยาบาล  
จุฬาลงกรณ์ (50t)



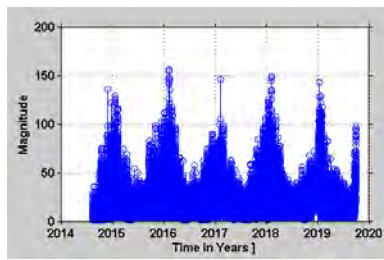
18) สถานีตรวจวัดการไฟฟ้าอยุธยา  
(52t)



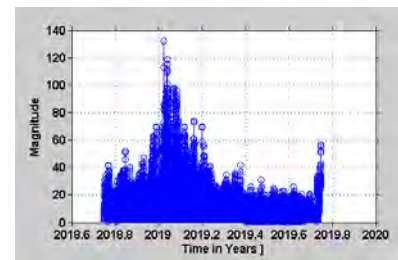
19) สถานีตรวจวัดสถานีตำรวจ  
นครบาลโชคชัย (53t)



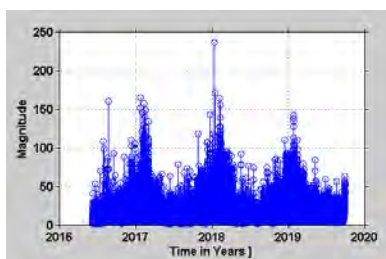
20) สถานีตรวจวัดโรงเรียนบดินทร-  
เดชา (สิงห์ สิงหเสนี) (61t)



21) สถานีตรวจวัดโรงเรียนอนุบาลศรี-  
อริยโทย จ.สระแก้ว (71t)



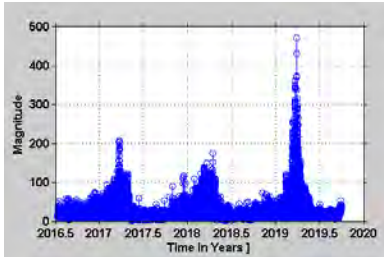
22) สถานีตรวจวัดศาลาประชาคมบ้าน  
บุยายใบ จ.ปราจีนบุรี (77t)



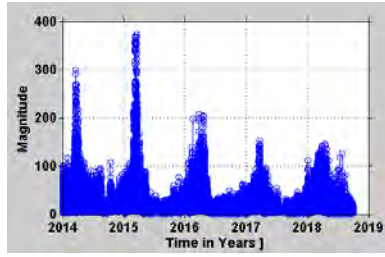
รูป 3.6 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงในช่วงเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์

2) ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าสูงสุดอยู่ที่ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน จำนวน 18 สถานี ได้แก่

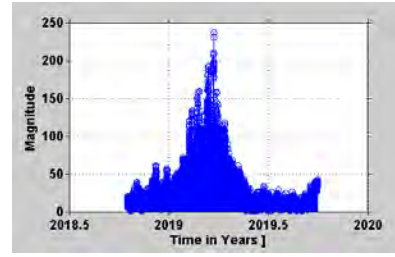
1) สถานีตรวจวัดศูนย์ราชการจังหวัด  
เชียงใหม่ (35t)



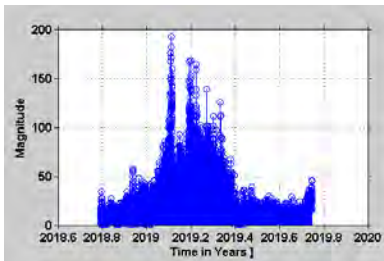
2) สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราช  
วิทยาลัย จ.เชียงใหม่ (36t)



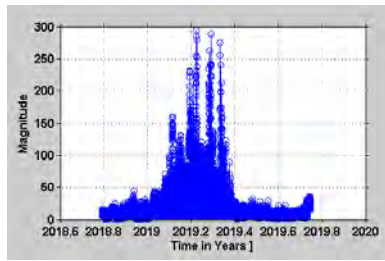
3) สถานีตรวจวัดสถานีอุตุนิยมวิทยา  
ลำปาง (37t)



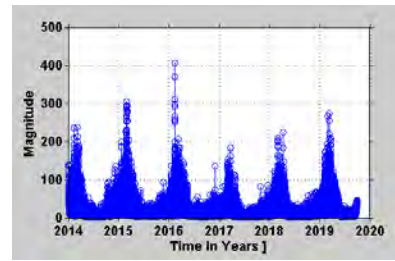
4) สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลส่งเสริม  
สุขภาพ ต.บ้านสบป่าด จ.ลำปาง (38t)



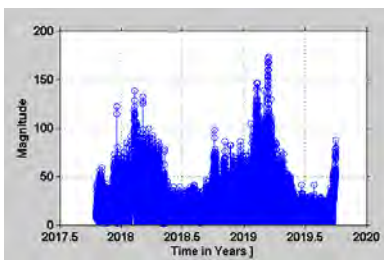
5) สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลส่งเสริม  
สุขภาพ ต.ท่าสี่ จ.ลำปาง (39t)



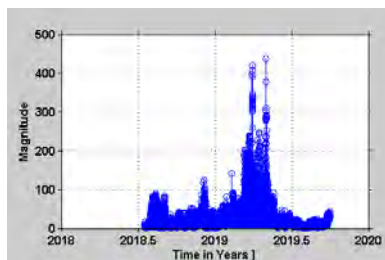
6) สถานีตรวจวัดการประปาส่วน  
ภูมิภาคแม่เมาะ จ.ลำปาง (40t)



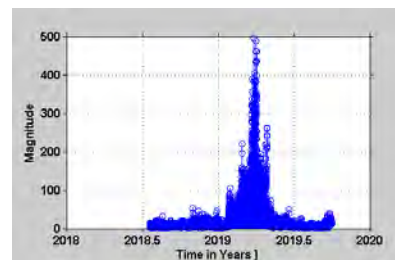
7) สถานีตรวจวัดสวนอุทกวิทยา  
สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 4  
ขอนแก่น (46t)



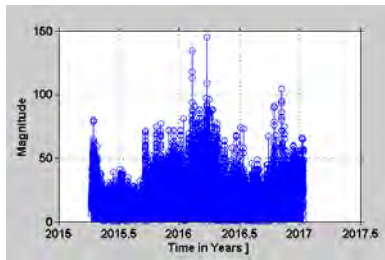
8) สถานีตรวจวัดสำนักงาน  
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
จังหวัดเชียงราย (57t)



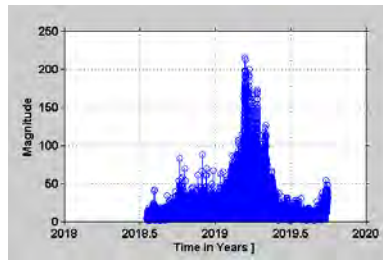
9) สถานีตรวจวัดสำนักงาน  
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
จังหวัดแม่ฮ่องสอน (58t)



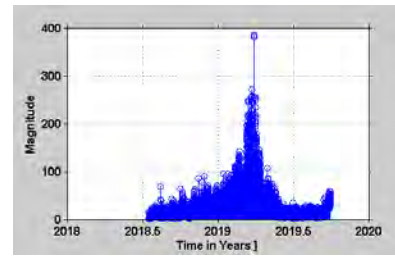
10) สถานีตรวจวัดกรมประชาสัมพันธ์  
(59t)



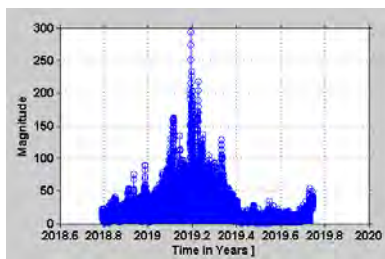
11) สถานีตรวจวัดสำนักงานเทศบาล  
เมืองน่าน (67t)



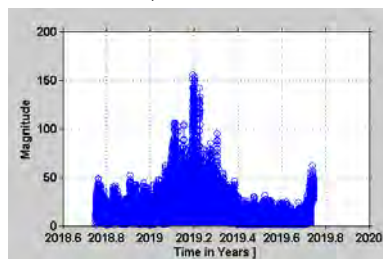
12) สถานีตรวจวัดอุตุวิทย  
จังหวัดลำพูน (68t)



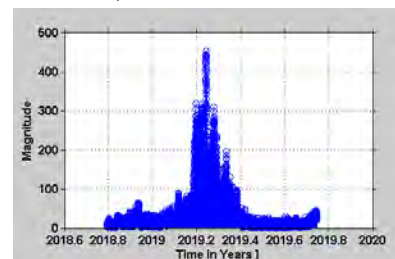
13) สถานีตรวจวัดอุตุวิทยา  
จังหวัดแพร่ (69t)



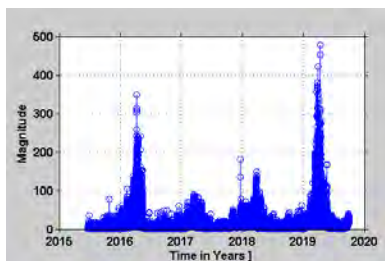
14) สถานีตรวจวัดสำนักงาน  
สาธารณสุขจังหวัดเลย (72t)



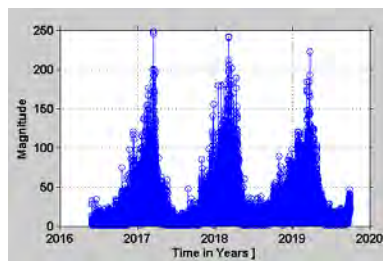
15) สถานีตรวจวัดสำนักงาน  
สาธารณสุขแม่สาย จ.เชียงราย (73t)



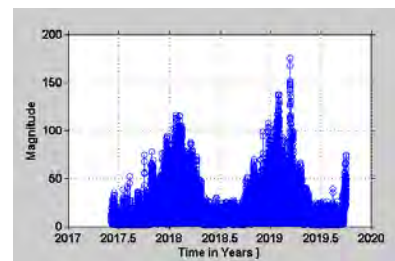
16) สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลเฉลิม  
พระเกียรติ จ.น่าน (75t)



17) สถานีตรวจวัดศูนย์การศึกษา  
นอก โรงเรียน จ.ตาก (76t)



18) สถานีสถานีอุตุวิทย  
กาญจนบุรี (79t)



รูป 3.7 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน

### 3.6 รูปแบบการกระจายตัวเชิงความถี่และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Frequency - PM2.5 Concentration Distribution Model)

ในการศึกษาพฤติกรรมของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนได้นำทฤษฎีความสัมพันธ์เชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์มาประยุกต์ใช้ ดังนั้นจากสมการ 2.1 M หมายถึง ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร),  $N_M$  คือ จำนวนการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสะสมที่ขนาดมากกว่าหรือเท่ากับ M

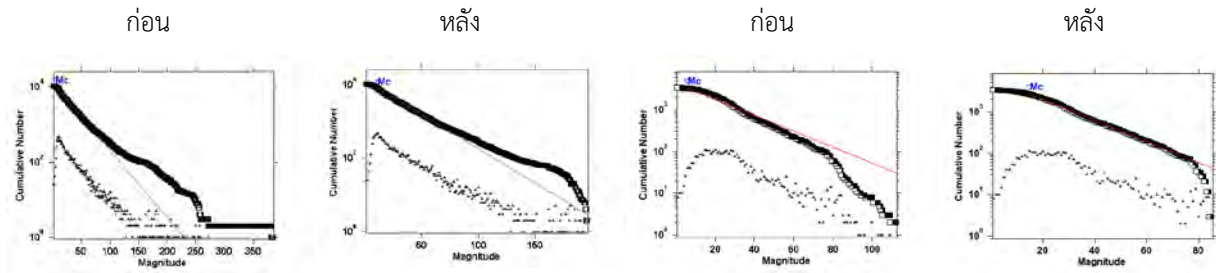




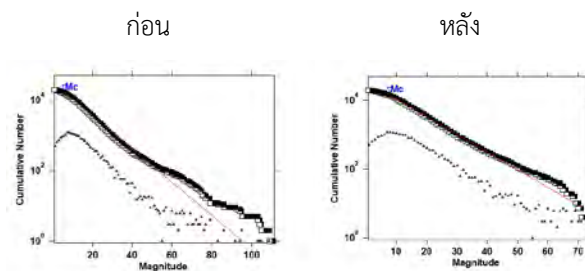




23) สถานีตรวจวัดอุตุณิยมหาวิทยาลัยจังหวัดลำพูน (68t)

24) สถานีตรวจวัดอุทยานการเรียนรู้ องค์การบริหารส่วน  
จังหวัดพะเยา (70-2t)

25) สถานีตรวจวัดศาลากลางจังหวัดสตูล (80t)

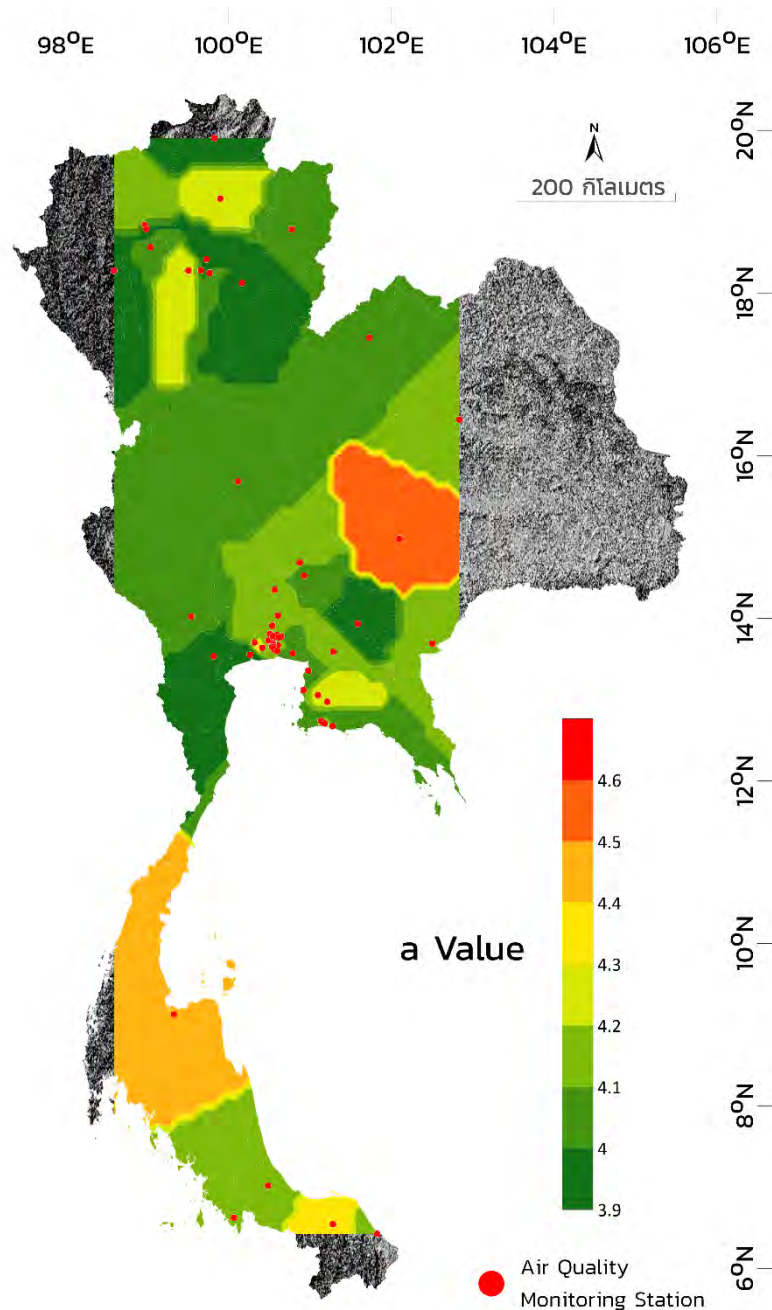


**รูป 3.8** แสดงการปรับปรุงข้อมูลโดยการตัดบางส่วนของข้อมูลที่มีแนวโน้มไม่เป็นเส้นตรงออกจากความสัมพันธ์เชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์ สามเหลี่ยม หมายถึง จำนวนความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนแต่ละขนาด  $M$ , สี่เหลี่ยม หมายถึง จำนวนเหตุการณ์ที่มีความเข้มข้นมากกว่าหรือเท่ากับ  $M$  สะสม และเส้นตรง หมายถึง ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ประเมินจากการเกิดเหตุการณ์สะสม

### 3.7 การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของค่า $a$ และ $b$ จากข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Spatial Distribution of a Value and b Value)

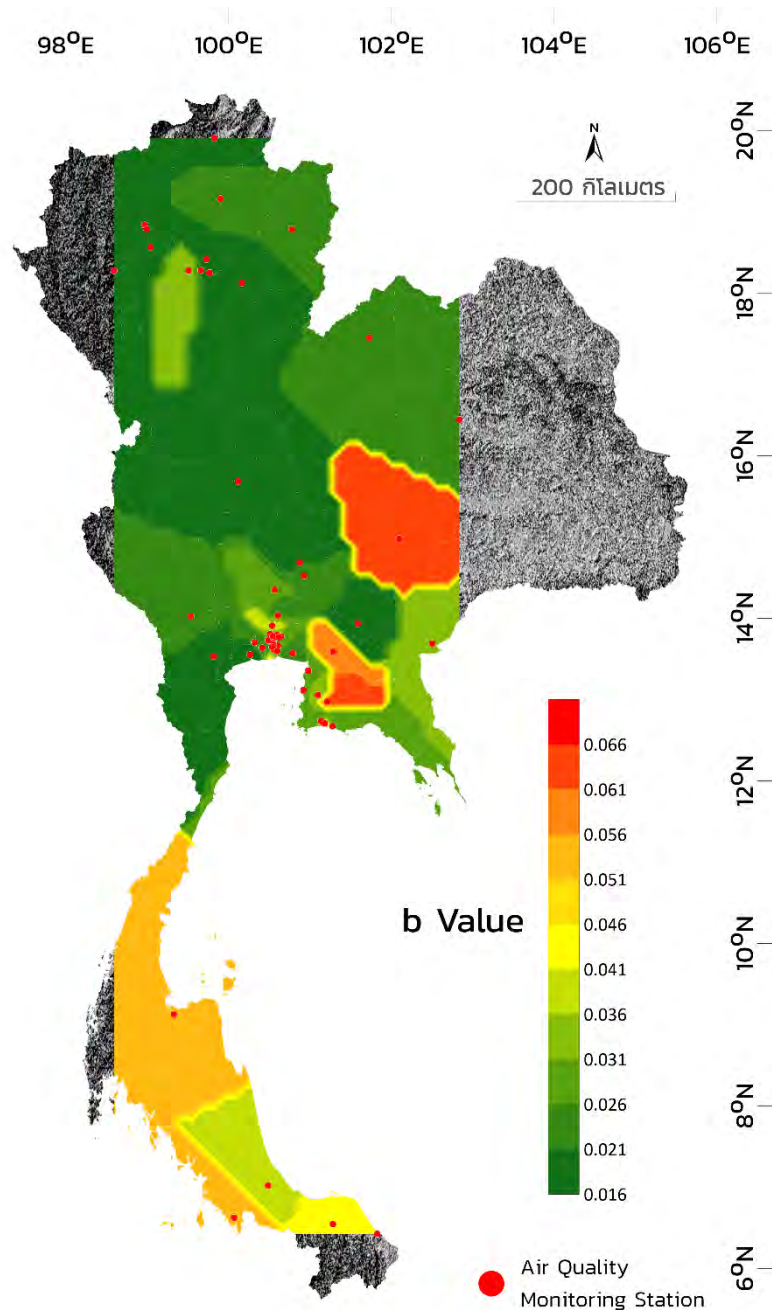
จากการนำเอาความสัมพันธ์เชิงความถี่และขนาดของเหตุการณ์ (สมการ 2.1) มาประยุกต์ใช้กับข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ค่า  $a$  หมายถึง จำนวนหรืออัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนโดยรวมจากทุกขนาดในพื้นที่ และค่า  $b$  หมายถึง สัดส่วนของการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนขนาดใหญ่กว่าต่อขนาดเล็กกว่า บริเวณที่มีค่า  $b$  ต่ำสามารถบอกได้เบื้องต้นว่าบริเวณนั้นมีโอกาสเกิดเหตุการณ์ขนาดใหญ่มากกว่าบริเวณที่มีค่า  $b$  สูง

เมื่อปรับปรุงข้อมูลจนโปรแกรมสามารถสร้างเส้นตรงที่สอดคล้องกับจุดข้อมูลส่วนมากได้แล้ว ทำให้หาค่า  $a$  (จุดตัดแกน  $Y$  ของเส้นตรง) และค่า  $b$  (ความชันของของเส้นตรง) ของแต่ละสถานีได้ จากนั้นนำค่าที่ได้ไปจัดทำแผนที่การกระจายตัวของค่า  $a$  และ  $b$  ในประเทศไทย ซึ่งในที่นี้มีทั้งหมด 6 สถานีที่โปรแกรมไม่สามารถสร้างเส้นตรงที่สอดคล้องกับข้อมูลส่วนมากได้จึงไม่นำมาสร้างแผนที่แสดงการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนในประเทศไทย



รูป 3.9 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของค่า a

จากรูป 3.9 ค่า a มีช่วงของข้อมูลค่อนข้างแคบ บริเวณที่มีค่า a สูงได้แก่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แถบจังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ และภาคใต้แถบจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีค่า a อยู่ในช่วง 4.3 – 4.6 และบริเวณที่มีค่า a ต่ำได้แก่ภาคกลาง ภาคตะวันตก บางส่วนของภาคเหนือ บางส่วนของภาคตะวันออก และภาคใต้ตอนบน ซึ่งมีค่า a ประมาณ 4.0



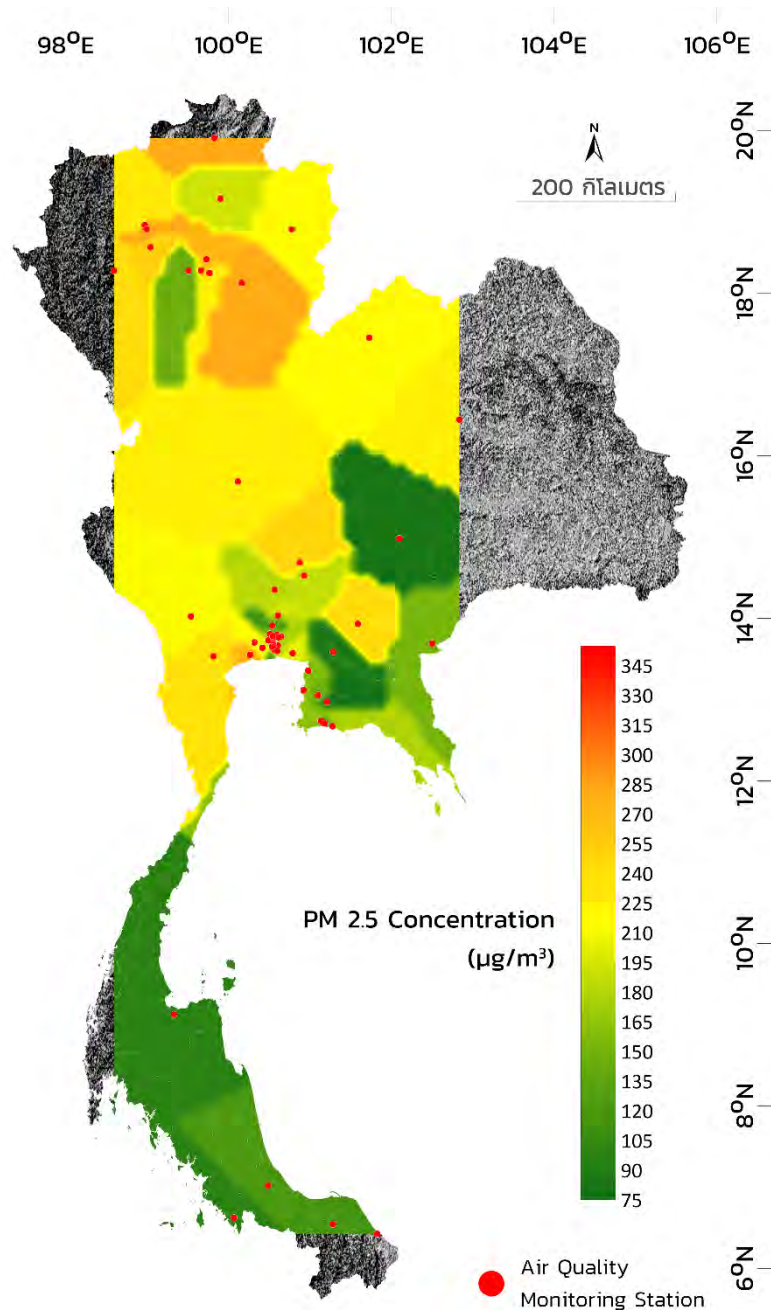
รูป 3.10 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของค่า b

จากรูป 3.10 บริเวณที่มีค่า b สูงได้แก่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือแถบจังหวัดนครราชสีมา บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ซึ่งมีค่า b อยู่ในช่วง 0.46 – 0.64 และบริเวณที่มีค่า b ต่ำ ได้แก่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่า b อยู่ในช่วง 0.16 – 0.3

### 3.8 การประเมินความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Maximum Concentration of PM2.5)

จากสมการ 2.3 ของ Yadav *et al.* (2011) สามารถนำมาประเมินความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลาหนึ่ง

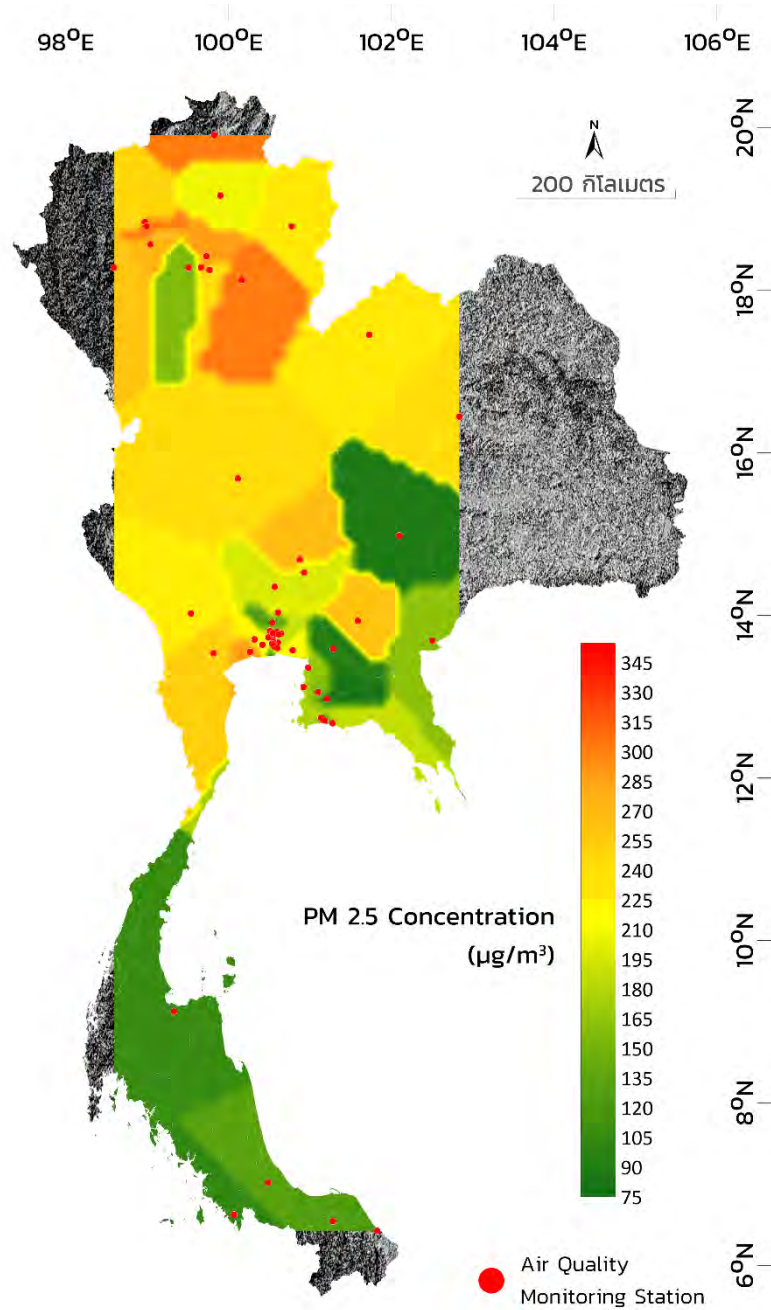
1) จากการประเมินขนาดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุดที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลา 5 ปี เชิงพื้นที่ ได้ผลดังรูป 3.11 เมื่อพิจารณาทั่วทั้งประเทศไทยพบว่าในช่วงเวลาดังกล่าว ขนาดความเข้มข้นรายชั่วโมงสูงสุดที่สามารถเกิดได้มีตั้งแต่ 76 - 285 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรแตกต่างกันไปตามพื้นที่ โดยบริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงกว่าบริเวณอื่นได้แก่ ภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่จังหวัดเชียงราย จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดแพร่ ภาคตะวันตก บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคกลาง ซึ่งมีความเข้มข้นรายชั่วโมงสูงสุดที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลา 5 ปี อยู่ในช่วง 260 -285 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่บริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนต่ำกว่าบริเวณอื่นได้แก่ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือแถบจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีความเข้มข้นรายชั่วโมงสูงสุดที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลา 5 ปี อยู่ในช่วง 80 - 150 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูป 3.11 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุด (หน่วย ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ที่สามารถเกิดได้ในรอบ 5 ปี

2) จากการประเมินขนาดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุดที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลา 10 ปี เชิงพื้นที่ ได้ผลดังรูป 3.12 เมื่อพิจารณาทั่วทั้งประเทศไทยพบว่าในช่วงเวลาดังกล่าวขนาดความเข้มข้นรายชั่วโมงสูงสุดที่สามารถเกิดได้มีตั้งแต่ 81 - 303 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยบริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงกว่าบริเวณอื่นได้แก่ ภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่จังหวัดเชียงราย จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดแพร่ ภาคตะวันตก บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

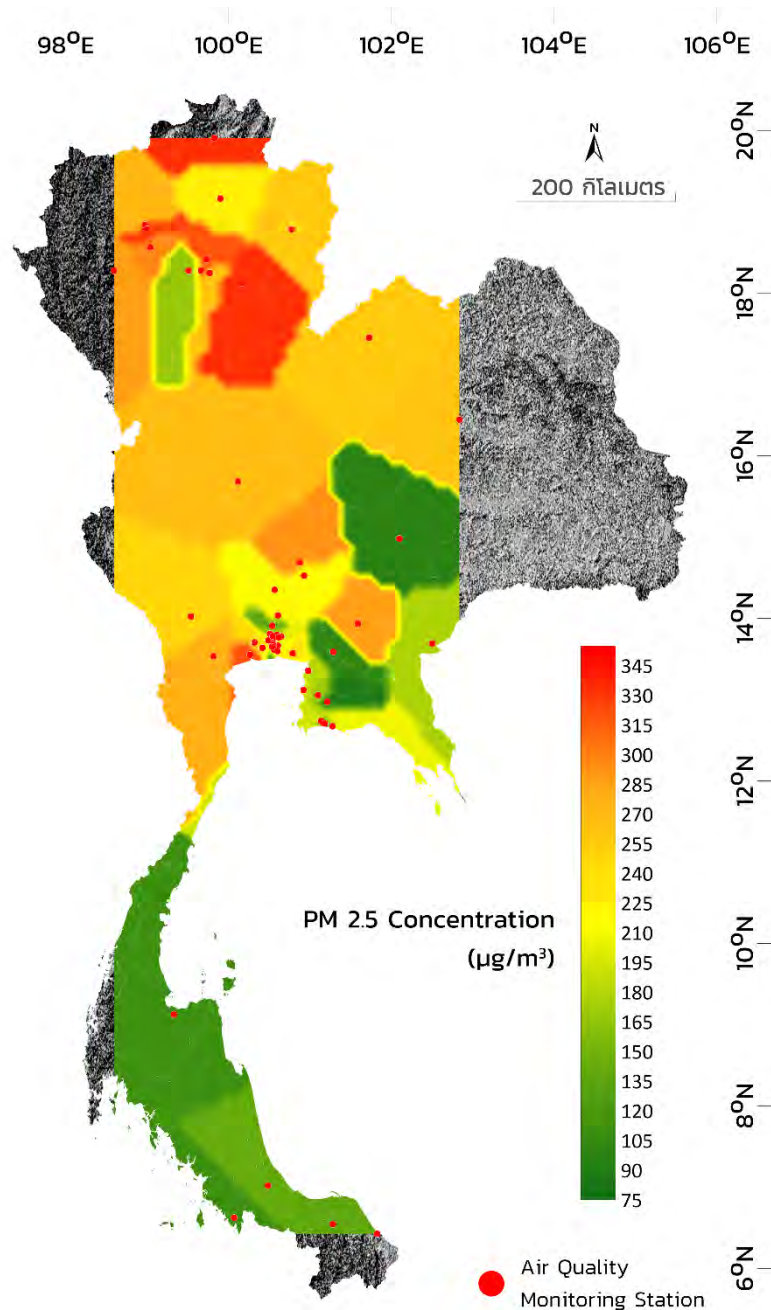
และบางส่วนของภาคกลาง ซึ่งมีความเข้มข้นรายชั่วโมงสูงสุดที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลา 10 ปี อยู่ในช่วง 240 – 300 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่บริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนต่ำกว่าบริเวณอื่นได้แก่ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือแถบจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีความเข้มข้นรายชั่วโมงสูงสุดที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลา 10 ปี อยู่ในช่วง 80 - 150 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูป 3.12 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุด (หน่วย ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ที่สามารถเกิดได้ในรอบ 10 ปี

3) จากการประเมินขนาดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุดที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลา 30 ปี เชิงพื้นที่ ได้ผลดังรูป 3.13 เมื่อพิจารณาทั่วทั้งประเทศไทยพบว่าในช่วงเวลาดังกล่าวขนาดความเข้มข้นรายชั่วโมงสูงสุดที่สามารถเกิดได้มีตั้งแต่ 88 - 332 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยบริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงกว่าบริเวณอื่นได้แก่ ภาคเหนือของประเทศไทย ภาคตะวันตก บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคกลาง ซึ่งมีความเข้มข้นรายชั่วโมงสูงสุดที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลา 30 ปี อยู่ในช่วง 260 - 330 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แพร่ และอุตรดิตถ์ ที่มีความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุด ในขณะที่บริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนต่ำกว่าบริเวณอื่นได้แก่ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือแถบจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีความเข้มข้นรายชั่วโมงสูงสุดที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลา 30 ปี อยู่ในช่วง 90 - 160 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

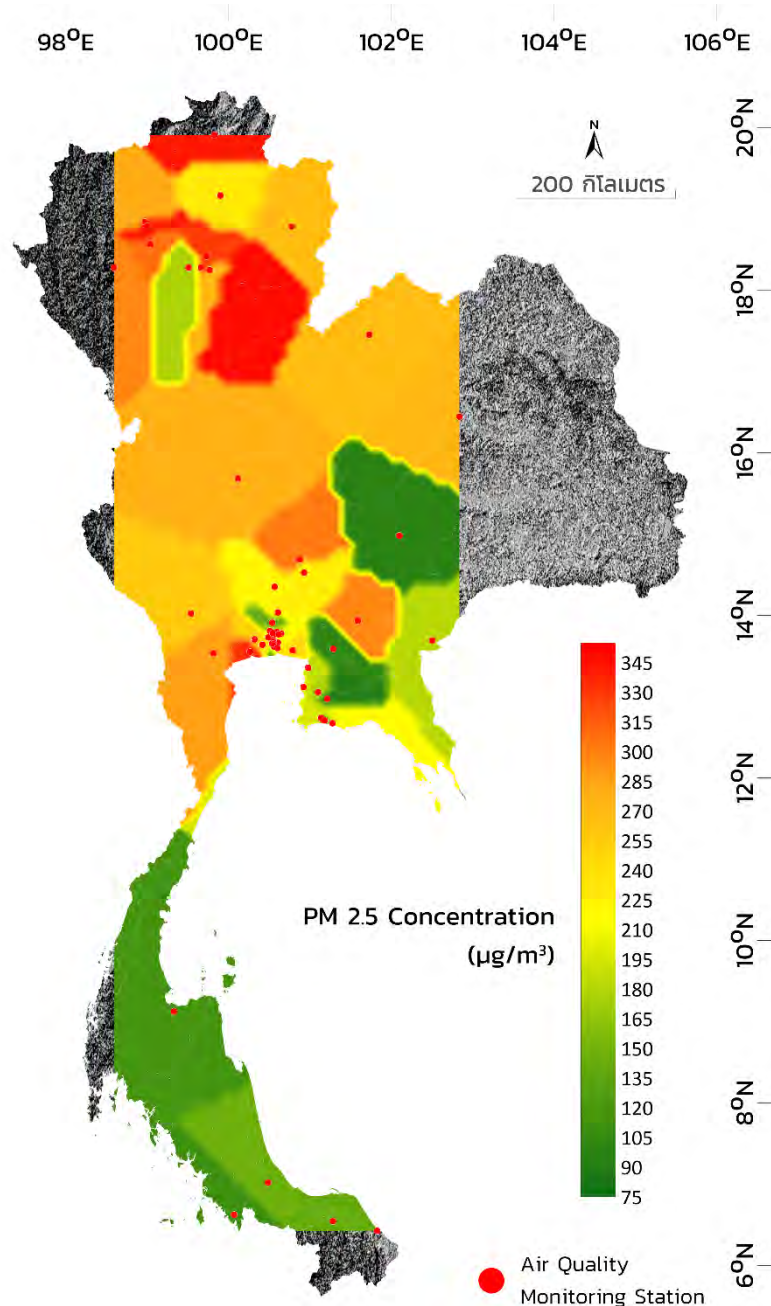




รูป 3.13 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุด (หน่วย ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ที่สามารถเกิดได้ในรอบ 30 ปี

4) จากการประเมินขนาดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุดที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลา 50 ปี เชิงพื้นที่ ได้ผลดังรูป 3.14 เมื่อพิจารณาทั่วทั้งประเทศไทยพบว่าในช่วงเวลาดังกล่าวขนาดความเข้มข้นรายชั่วโมงสูงสุดที่สามารถเกิดได้มีตั้งแต่ 92 - 346 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยบริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงกว่าบริเวณอื่นได้แก่ ภาคเหนือของประเทศไทย ภาคตะวันตก บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคกลาง ซึ่งมีความเข้มข้นรายชั่วโมง

สูงสุดที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลา 50 ปี อยู่ในช่วง 280 – 350 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยเฉพาะบริเวณ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แพร่ และอุตรดิตถ์ ที่มีความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุด ในขณะที่บริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนต่ำกว่าบริเวณอื่น ได้แก่ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือแถบจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีความเข้มข้นราย ชั่วโมงสูงสุดที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลา 50 ปี อยู่ในช่วง 90 - 160 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูป 3.14 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงสุด (หน่วย ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ที่สามารถเกิดได้ในรอบ 50 ปี

### 3.9 การประเมินคาบอุบัติซ้ำ (Return Period)

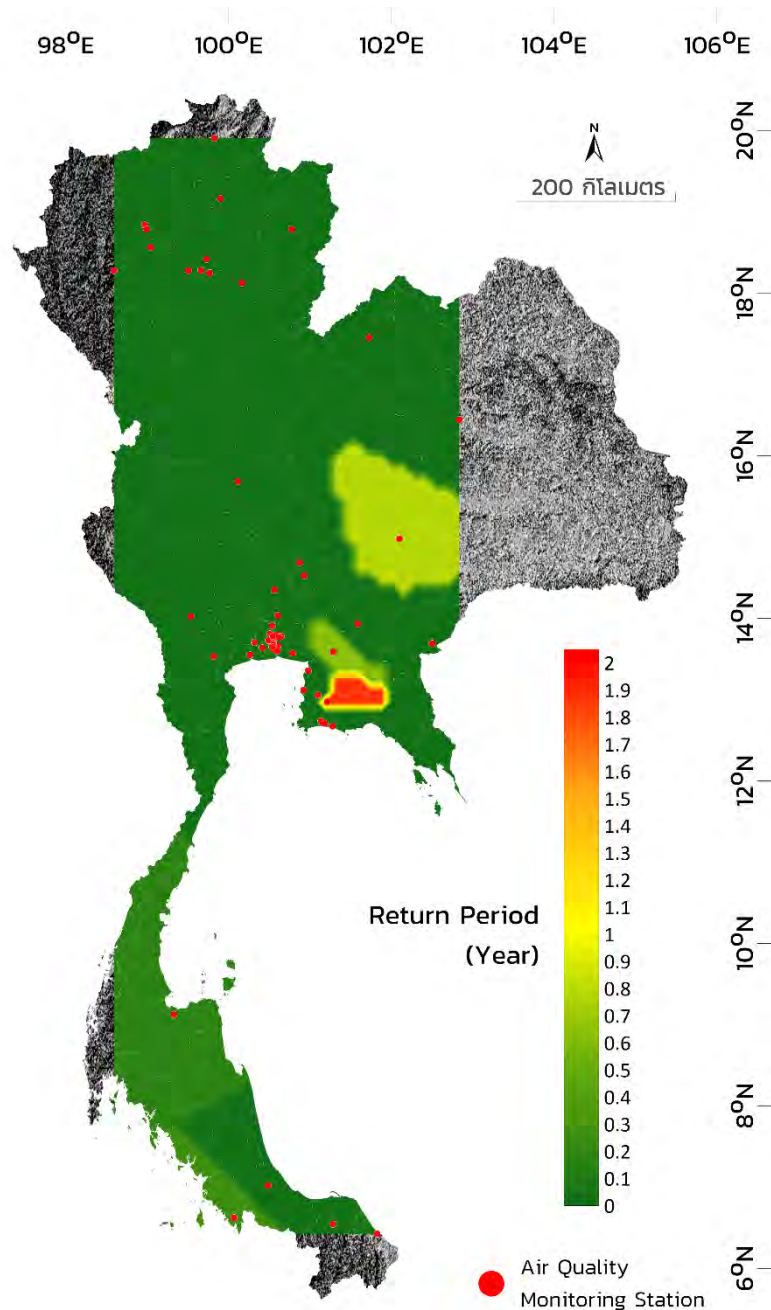
จากสมการที่ 2.4 ซึ่งถูกเสนอโดย Yadav *et al.* (2011) สามารถนำมาประเมินคาบอุบัติซ้ำของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนแต่ละขนาดในเชิงพื้นที่ โดยได้จัดทำแผนที่ประเมินคาบอุบัติซ้ำของความเข้มข้น 2 ค่าซึ่งเป็นค่ากลางของช่วงดัชนีคุณภาพอากาศช่วง 101-200 (เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ) ได้แก่ความเข้มข้น 70 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และดัชนีคุณภาพอากาศมากกว่า 200 (มีผลต่อสุขภาพ) ได้แก่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

AQI	PM <sub>2.5</sub> (มคก./ลบ.ม.)	PM <sub>10</sub> (มคก./ลบ.ม.)	O <sub>3</sub> (ppb)	CO (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppb)	SO <sub>2</sub> (ppb)
	เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง		เฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อเนื่อง		เฉลี่ย 1 ชั่วโมง	
0 - 25	0 - 25	0 - 50	0 - 35	0 - 4.4	0 - 60	0 - 100
26 - 50	26 - 37	51 - 80	36 - 50	4.5 - 6.4	61 - 106	101 - 200
51 - 100	38 - 50	81 - 120	51 - 70	6.5 - 9.0	107 - 170	201 - 300
101 - 200	51 - 90	121 - 180	71 - 120	9.1 - 30.0	171 - 340	301 - 400
มากกว่า 200	91 ขึ้นไป	181 ขึ้นไป	121 ขึ้นไป	30.1 ขึ้นไป	341 ขึ้นไป	401 ขึ้นไป

ตาราง 3.2 ตารางค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (air4thai.pcd.go.th)

#### 3.9.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน 70 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จากการประเมินคาบอุบัติซ้ำของค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในเชิงพื้นที่ ได้ผลดังรูป 3.17 พบว่าที่ความเข้มข้นรายชั่วโมงของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าเท่ากับ 70 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร คาบการอุบัติซ้ำอยู่ในช่วง 0.001 – 1.897 ปี โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มีคาบอุบัติซ้ำอยู่ในช่วง 0 – 0.03 ปี โดยบริเวณที่มีคาบอุบัติซ้ำสูงกว่าบริเวณอื่นได้แก่บางส่วนของภาคตะวันออก

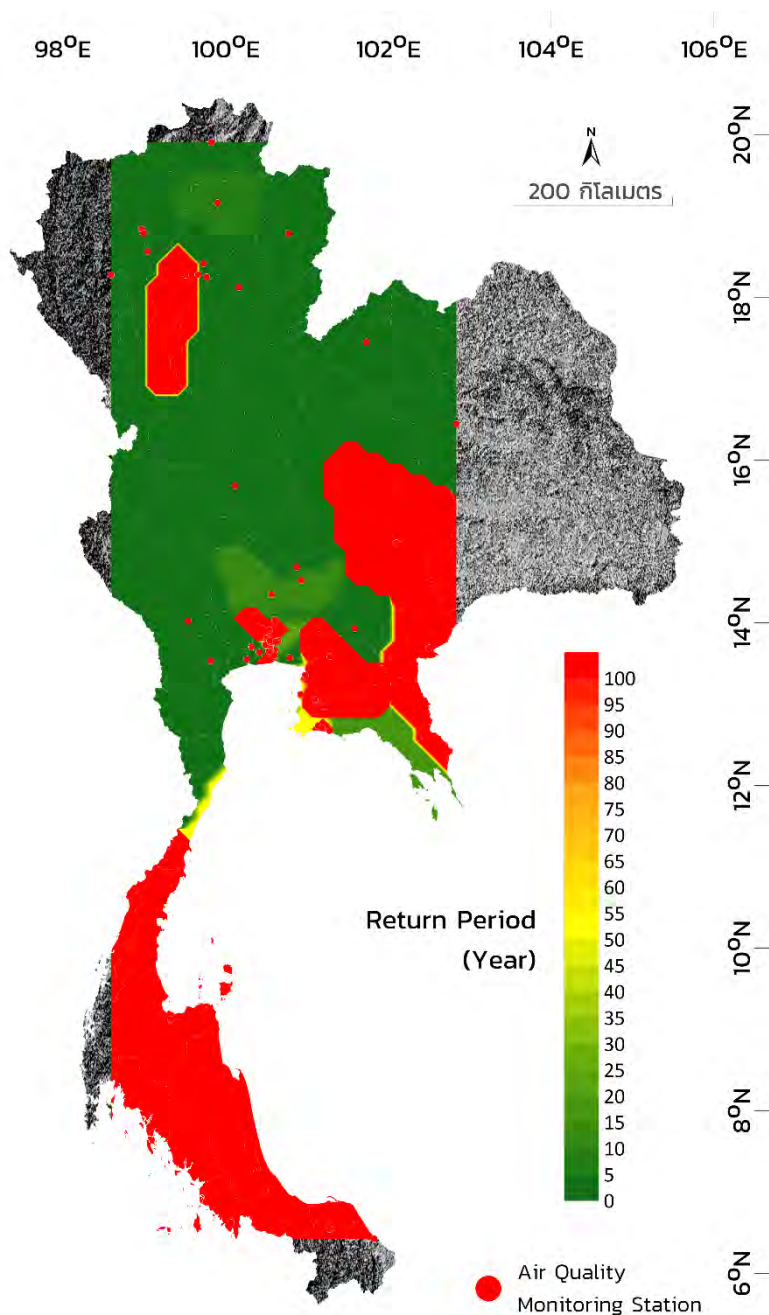


รูป 3.15 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของคาบอุบัติซ้ำ (หน่วย ปี) ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน 70 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

### 3.9.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จากการประเมินคาบอุบัติซ้ำของค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในเชิงพื้นที่ ได้ผลดังรูป 3.18 และพบว่าที่ความเข้มข้น รายชั่วโมงของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าเท่ากับ 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร คาบการอุบัติซ้ำอยู่ในช่วง 0.204 - มากกว่า 100 ปี โดยพื้นที่ส่วน

ใหญ่มีคาบอุบัติซ้ำอยู่ในช่วง 0 - 10 ปี โดยบริเวณที่มีคาบอุบัติซ้ำสูงกว่าบริเวณอื่นได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้



รูป 3.16 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของคาบอุบัติซ้ำ (หน่วย ปี) ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

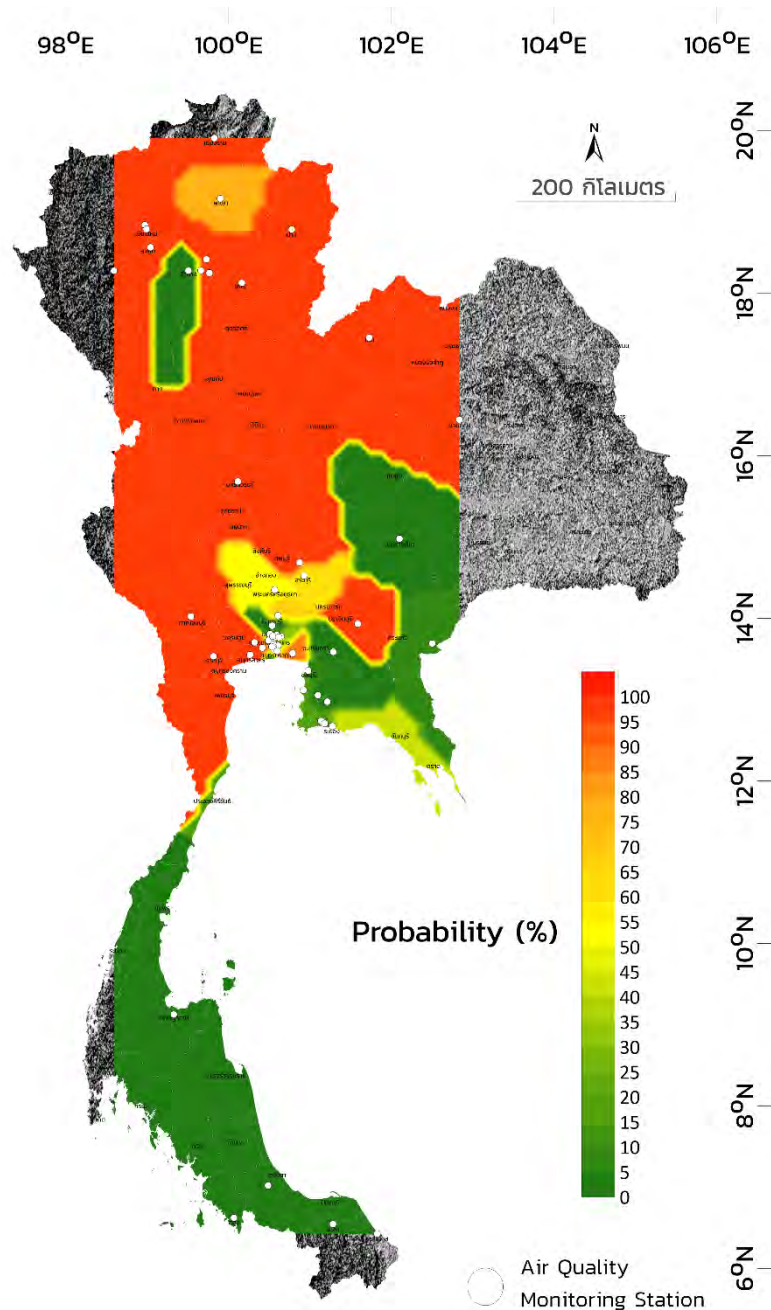
### 3.10 การประเมินโอกาสในการเกิดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

#### (Probability of Occurrence)

จากสมการที่ถูกระบุโดย Yadav et al. (2011) สามารถนำมาประเมินโอกาสในการเกิดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนขนาดต่าง ๆ ในช่วงเวลาที่สนใจ ในเชิงพื้นที่ โดยได้ทำการประเมินเฉพาะค่าความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เนื่องจากเป็นค่าความเข้มข้นที่มีผลกระทบต่อสุขภาพมากที่สุด

#### 3.10.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในอีก 10 ปี

จากการประเมินโอกาสในการเกิดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในอีก 10 ปี ในเชิงพื้นที่ได้ผลดังรูป 3.19 พบว่าความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีโอกาสเกิดในช่วง 0 – 100% ในอีก 10 ปีข้างหน้า โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มีโอกาสเกิดในช่วง 85 - 100% และบริเวณที่มีโอกาสเกิดต่ำกว่าบริเวณอื่นได้แก่ ภาคเหนือบริเวณจังหวัดลำปาง บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บางส่วนของภาคตะวันออก และภาคใต้ ซึ่งมีโอกาสเกิดอยู่ในช่วง 0 - 50%

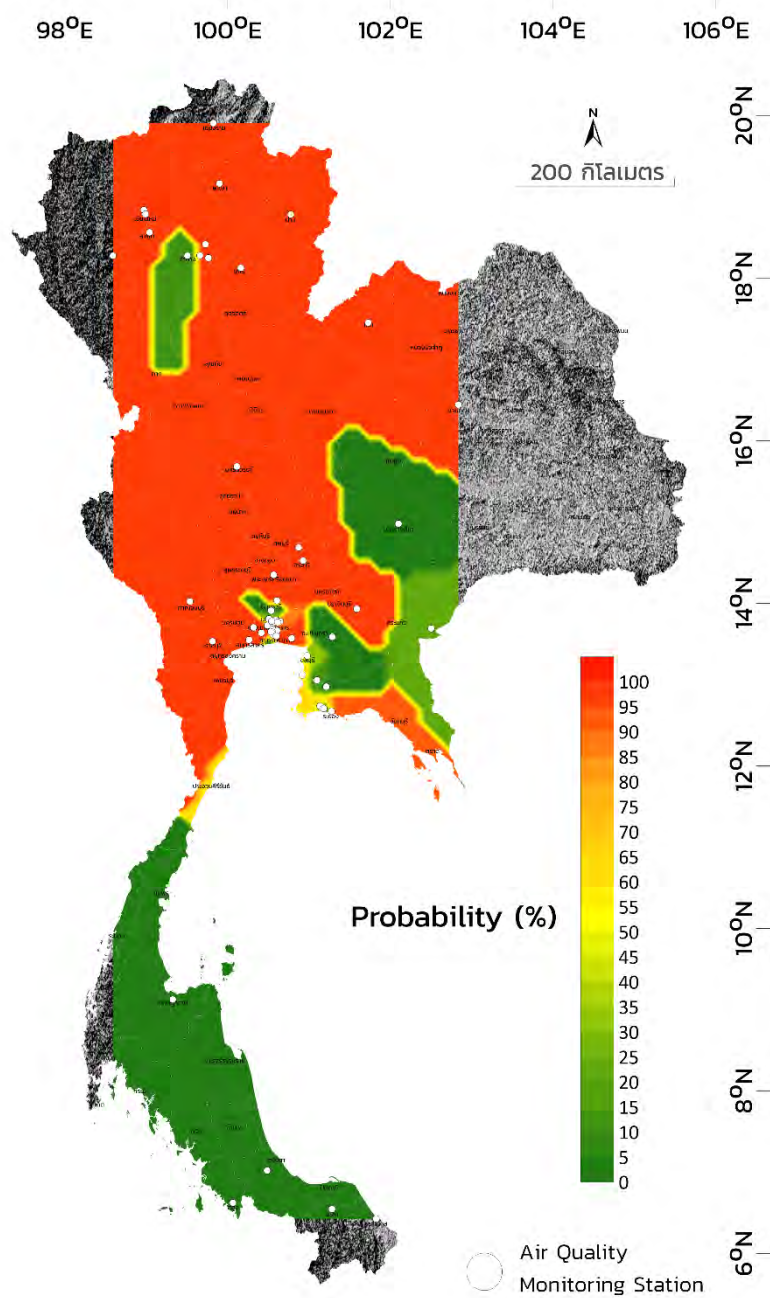


รูป 3.17 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของโอกาสในการเกิดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (หน่วย %) 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในอีก 10 ปี

### 3.10.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในอีก 50 ปี

จากการประเมินโอกาสในการเกิดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในอีก 50 ปี ในเชิงพื้นที่ได้ผลดังรูป 3.20 พบว่าความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีโอกาสเกิดในช่วง 0 – 100% ในอีก 50 ปีข้างหน้า โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มีโอกาสเกิดในช่วง 85 -

100% และบริเวณที่มีโอกาสเกิดต่ำกว่าบริเวณอื่นได้แก่ ภาคเหนือบริเวณจังหวัดลำปาง บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บางส่วนของภาคตะวันออก และภาคใต้ ซึ่งมีโอกาสเกิดอยู่ในช่วง 0 - 50%



รูป 3.18 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของโอกาสในการเกิดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (หน่วย %) 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในอีก 50 ปี



## บทที่ 4

### อภิปรายผล

#### (DISCUSSION)

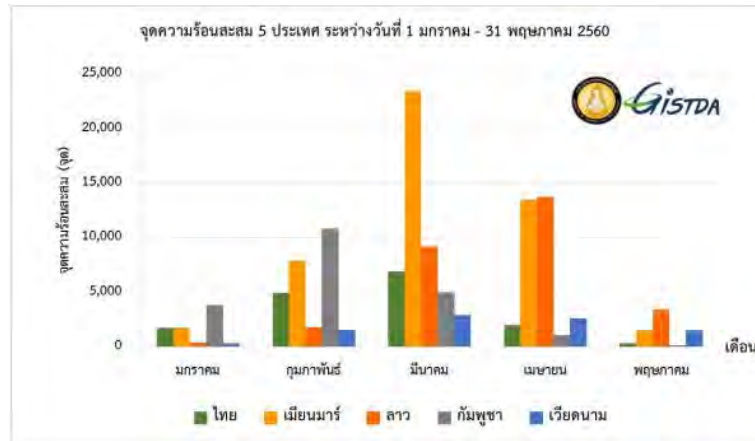
การศึกษาพฤติกรรมของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของความเข้มข้นของฝุ่นละออง จากกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งได้รับมาทั้งหมด 65 สถานีทั่วประเทศ พบว่า

#### 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (The Relationship between Time and PM 2.5 Concentration)

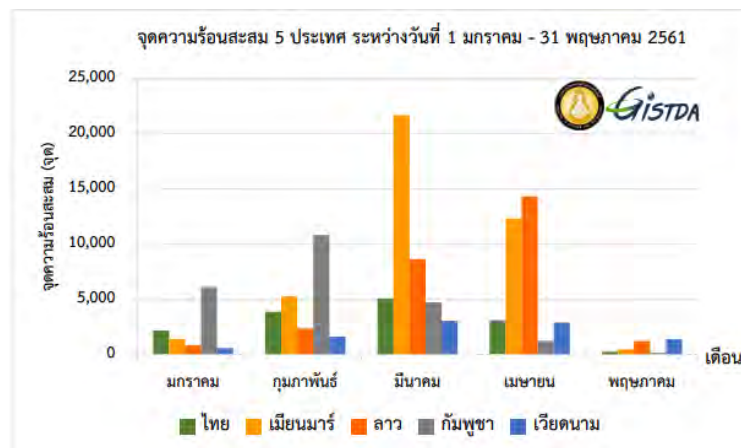
จากความสัมพันธ์ระหว่างเวลา และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน พบว่า

1) ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าสูงสุดอยู่ที่ช่วงเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ จำนวน 22 สถานี โดยสถานีส่วนใหญ่เป็นสถานีตรวจวัดบริเวณภาคกลาง เช่น จังหวัดสมุทรปราการ ,อยุธยา ,ลพบุรี รวมไปถึงกรุงเทพมหานคร และภาคตะวันออก เช่นจังหวัดชลบุรี และระยอง

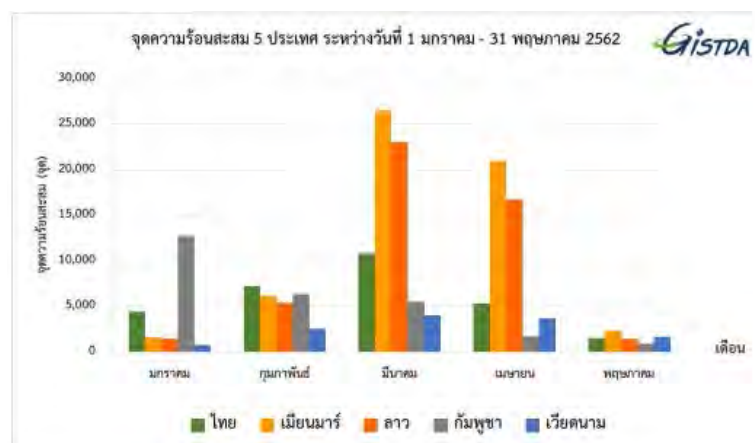
ปัจจัยที่ทำให้ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงสุดในช่วงเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ ในบริเวณจังหวัดทางภาคกลาง และภาคตะวันออกของประเทศไทยได้แก่ (1) หมอกควันข้ามพรมแดนจากประเทศกัมพูชา รายงานสรุปลสถานการณ์ไฟป่าและหมอกควันด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม TERRA และ AQUA ระบบ MODIS ปีพ.ศ.2560 – 2562 แสดงสถิติจุดความร้อน (Hotspot) ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย และประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่เมียนมาร์ ลาว กัมพูชา และเวียดนาม ในช่วงเดือนมกราคม – พฤษภาคม พบว่าในปีพ.ศ. 2560 ประเทศกัมพูชามีจุดความร้อนสะสมจำนวน 20,890 จุด มีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์จำนวน 10,818 จุด แสดงดังรูป 4.1 ,ในปีพ.ศ.2561 ประเทศกัมพูชามีจุดความร้อนสะสมจำนวน 23,106 จุด มีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์จำนวน 10,821 จุด และในปีพ.ศ.2562 ประเทศกัมพูชามีจุดความร้อนสะสมจำนวน 27,157 จุด มีค่าสูงสุดในเดือนมกราคมจำนวน 12,716 จุด และเมื่อพิจารณาแผนที่ทิศทางลมในช่วงเวลาดังกล่าว พบว่ามีทิศทางการพัดจากประเทศกัมพูชามายังภาคตะวันออก และภาคกลางของประเทศไทย ส่งผลให้พัดพามลพิษเข้ามายังบริเวณดังกล่าวด้วย



รูป 4.1 กราฟจุดความร้อนสะสม 5 ประเทศ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม – 31 พฤษภาคม 2560  
(fire.gistda.or.th)

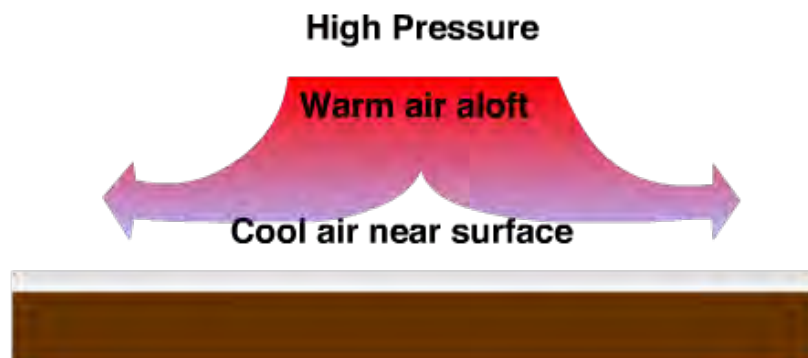


รูป 4.2 กราฟจุดความร้อนสะสม 5 ประเทศ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม – 31 พฤษภาคม 2561  
(fire.gistda.or.th)

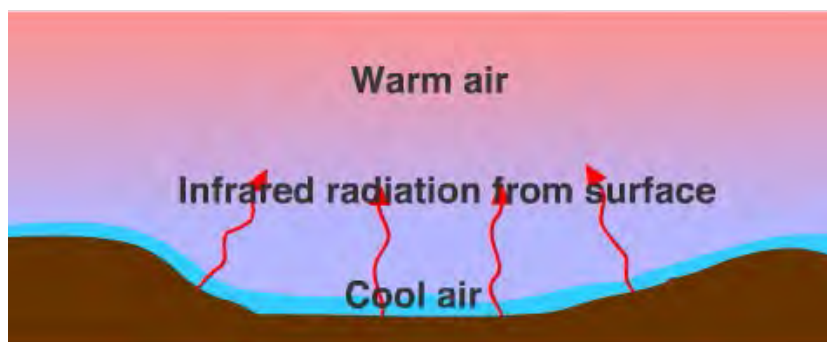


รูป 4.3 กราฟจุดความร้อนสะสม 5 ประเทศ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม – 31 พฤษภาคม 2562  
(fire.gistda.or.th)

(2) ปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ในช่วงเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีต้นกำเนิดจากแหล่งความกดอากาศสูง บริเวณซีกโลกเหนือแถบประเทศมองโกเลียและจีน ซึ่งพัดพาเอาอากาศเย็นและแห้งเข้ามาปกคลุม ทำให้ท้องฟ้าโปร่ง อากาศหนาวเย็นและแห้ง หากเป็นบริเวณที่ความกดอากาศสูงแผ่ลงมาปกคลุมพื้นที่เป็นเวลานานส่งผลให้เกิดอินเวอร์ชันลดตัวลงต่ำ (Subsidence Inversion) ซึ่งเกิดจากการยุบตัวของมวลอากาศขนาดใหญ่ ส่งผลให้ฝุ่นละอองกระจายตัวอยู่ในระดับพื้นดิน ไม่สามารถถ่ายเทไปตามแนวตั้งของชั้นบรรยากาศได้ นอกจากนี้ในช่วงเวลาที่ลมมรสุมอ่อนกำลังลง ส่งผลให้ลมสงบ ประกอบกับการเกิดปรากฏการณ์อินเวอร์ชันการแผ่รังสี (Radiation Inversion) ซึ่งจะเกิดในช่วงเวลากลางคืน – เช้ามืด เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวพื้นดินคายความร้อนอย่างรวดเร็วโดยการแผ่รังสี เมื่อพื้นดินเย็นลง ทำให้บรรยากาศที่อยู่ติดพื้นดินเย็นลงตามไปด้วย ส่งผลให้อากาศในชั้นล่างมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศชั้นบน ปรากฏการณ์ดังกล่าวจึงทำให้ฝุ่นละอองกระจายตัวอยู่ในระดับพื้นดิน ไม่สามารถถ่ายเทไปตามแนวตั้งของชั้นบรรยากาศได้เช่นเดียวกับอินเวอร์ชันลดตัวลงต่ำ



รูป 4.4 อินเวอร์ชันลดตัวลงต่ำ (Subsidence Inversion) (earthonlinemedia.com)



รูป 4.5 อินเวอร์ชันการแผ่รังสี (Radiation Inversion) (earthonlinemedia.com)

2) ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าสูงสุดอยู่ที่ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน จำนวน 18 สถานี โดยสถานีส่วนใหญ่เป็นสถานีตรวจวัดบริเวณภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ , เชียงราย , ลำปาง ,แพร่ ,น่าน และแม่ฮ่องสอน และบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ปัจจัยที่ทำให้ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงสุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน ในบริเวณจังหวัดทางภาคเหนือเป็นส่วนมาก ได้แก่ (1) การใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณภาคเหนือ ซึ่งมีสถิติจุดความร้อนสะสมมากที่สุดในประเทศไทยเมื่อเทียบกับภูมิภาคอื่น และหมอกควันข้ามพรมแดนจากประเทศเมียนมาร์ และลาว รายงานสรุปสถานการณ์ไฟป่าและหมอกควันด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม TERRA และ AQUA ระบบ MODIS ปี พ.ศ.2560 – 2562 แสดงสถิติจุดความร้อน (Hotspot) ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย และประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่เมียนมาร์ ลาว กัมพูชา และเวียดนาม ในช่วงเดือนมกราคม – พฤษภาคม พบว่าในปีพ.ศ. 2560 ประเทศเมียนมาร์มีจุดความร้อนสะสมจำนวน 48,041 จุด มีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคมจำนวน 23,414 จุด ประเทศลาวมีจุดความร้อนสะสมจำนวน 28,496 จุด มีค่าสูงสุดในเดือนเมษายนจำนวน 13,707 จุด แสดงดังรูป 4.1 ,ในปี พ.ศ.2561 ประเทศเมียนมาร์มีจุดความร้อนสะสมจำนวน 41,204 จุด มีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคม จำนวน 21,687 จุด ประเทศลาวมีจุดความร้อนสะสมจำนวน 27,417จุด มีค่าสูงสุดในเดือนเมษายนจำนวน 14,333 จุด แสดงดังรูป 4.2 และในปีพ.ศ.2562 ประเทศเมียนมาร์มีจุดความร้อนสะสมจำนวน 57,533 จุด มีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคมจำนวน 26,501 จุด ประเทศลาวมีจุดความร้อนสะสมจำนวน 48,120 จุด มีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคมจำนวน 23,071 จุด และเมื่อพิจารณาแผนที่ทิศทางลมในช่วงเวลาดังกล่าว พบว่ามีทิศทางพัดจากประเทศเมียนมาร์ และลาวมายังภาคเหนือของประเทศไทย ส่งผลให้พดพามลพิษเข้ามายังบริเวณดังกล่าวด้วย

#### 4.2 การประเมินการกระจายตัวเชิงความถี่ – ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Analysis of a Value and b Value)

จากการวิเคราะห์หาค่า a และ ค่า b จากข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนทุกสถานี จำนวน 65 สถานีทั่วประเทศไทย พบว่าค่า a มีค่าตั้งแต่ 3.94 – 4.59 ซึ่งเป็นช่วงของข้อมูลที่ค่อนข้างแคบ สามารถบอกได้ว่าการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน จากสถานีตรวจวัดทั้งหมด 65 สถานีทั่วประเทศไทย มีศักยภาพใกล้เคียงกันทุกสถานี กล่าวคือมีความถี่ในการตรวจวัดฝุ่นละอองเท่าๆกัน

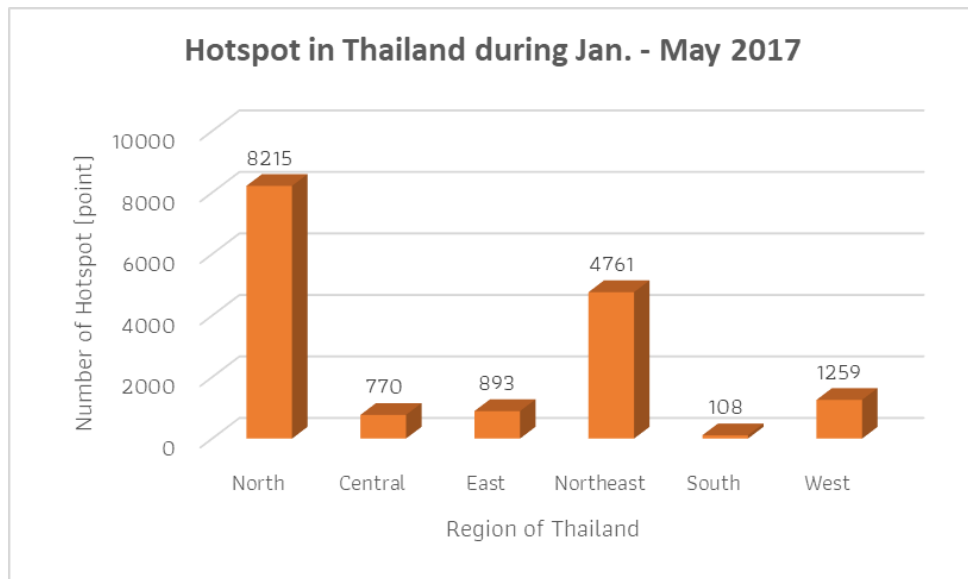
ค่า b มีค่าตั้งแต่ 0.0164 – 0.0654 บริเวณที่มีค่า b สูงได้แก่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือแถบจังหวัดนครราชสีมา บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ สามารถบ่งชี้ได้เบื้องต้นว่าบริเวณดังกล่าวมีโอกาสเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนความเข้มข้นสูง ต่ำกว่าบริเวณอื่น และบริเวณที่มีค่า b ต่ำได้แก่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สามารถบ่งชี้ได้ในเบื้องต้นว่าบริเวณดังกล่าวมีโอกาสเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนความเข้มข้นสูง สูงกว่าบริเวณอื่น ข้อมูลทั้งหมดมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า  $b$  อยู่ระหว่าง 0.0001 – 0.002 ซึ่งถือว่าน้อยมาก

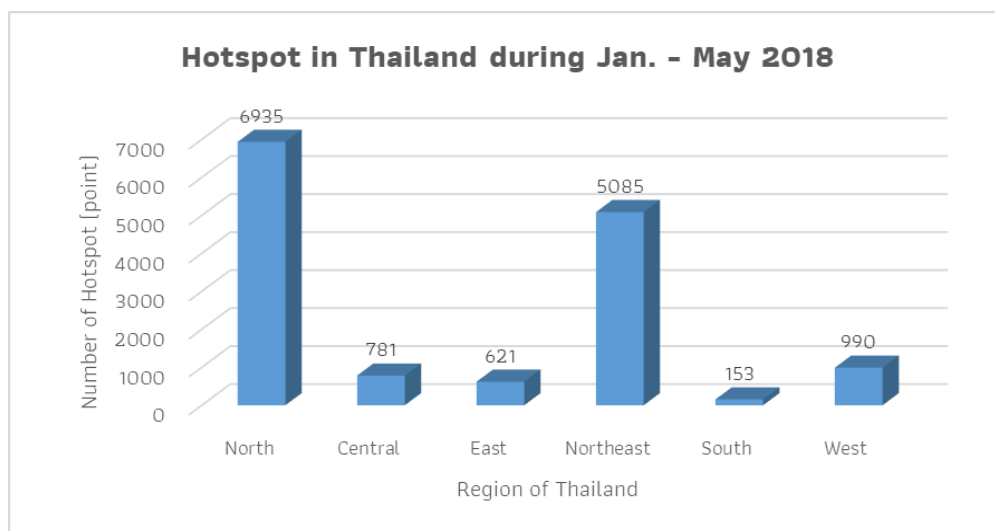
#### 4.3 การประเมินความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Maximum Concentration of PM2.5)

จากการประเมินความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่สามารถเกิดได้ใน 5 ปี , 10ปี ,30ปี และ 50ปี พบว่าบริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงสุดที่สามารถเกิดได้มีค่าสูง ได้แก่ ภาคเหนือของ ภาคตะวันตก บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคกลาง โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แพร่ และอุตรดิตถ์ ที่มีความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนสูงที่สุด ในขณะที่บริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองต่ำสุด ได้แก่ บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่า  $b$  (4.2) บริเวณที่ค่า  $b$  ต่ำเป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นสูงสุดที่สามารถเกิดขึ้นได้สูง

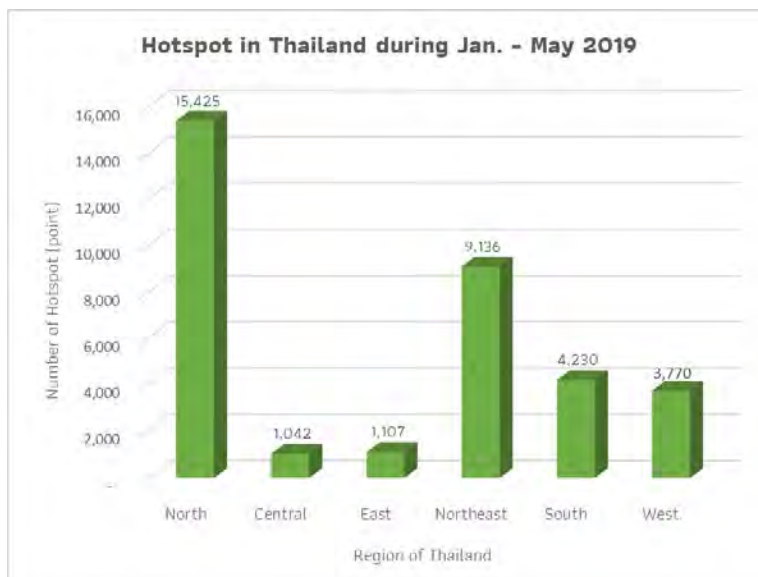
ปัจจัยที่ส่งผลให้ภาคเหนือได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองมากที่สุดได้แก่ (1) การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการเผาในที่โล่ง จากรายงานสรุปสถานการณ์ไฟป่าและหมอกควันด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม ปีพ.ศ.2560 – 2562 แสดงสถิติจุดความร้อนสะสมของแต่ละภูมิภาคในประเทศไทย ในช่วงเดือนมกราคม – พฤษภาคม พบว่าในปีพ.ศ.2560 ประเทศไทยมีจุดความร้อนสะสมทั้งหมด 16,006 จุด บริเวณที่มีจุดความร้อนสูงสุดได้แก่ภาคเหนือ มีจุดความร้อนสะสมทั้งหมด 8,215 จุด ,ในปีพ.ศ.2561 ประเทศไทยมีจุดความร้อนสะสมทั้งหมด 14,565 จุด บริเวณที่มีจุดความร้อนสูงสุดได้แก่ภาคเหนือ มีจุดความร้อนสะสมทั้งหมด 6,935 จุด และในปีพ.ศ.2562 ประเทศไทยมีจุดความร้อนสะสมทั้งหมด 34,710จุด บริเวณที่มีจุดความร้อนสูงสุดได้แก่ภาคเหนือ มีจุดความร้อนสะสมทั้งหมด 15,425 จุด และ(2) ภาคเหนือมีลักษณะภูมิประเทศเป็นแอ่งกระทะ ประกอบด้วยพื้นที่รายที่มีภูเขาล้อมรอบ ส่งผลให้เกิดการสะสมตัวของมลพิษ



รูป 4.6 กราฟจุดความร้อนสะสมในประเทศไทย ระหว่างเดือนมกราคม – พฤษภาคม พ.ศ.2560  
(ปรับปรุงจาก : fire.gistda.or.th )



รูป 4.7 กราฟจุดความร้อนสะสมในประเทศไทย ระหว่างเดือนมกราคม – พฤษภาคม พ.ศ.2561  
(ปรับปรุงจาก : fire.gistda.or.th )



รูป 4.8 กราฟจุดความร้อนสะสมในประเทศไทย ระหว่างเดือนมกราคม – พฤษภาคม พ.ศ.2562

(ปรับปรุงจาก : fire.gistda.or.th )

#### 4.4 การประเมินคาบอุบัติซ้ำ (Return Period)

จากการประเมินคาบอุบัติซ้ำของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน โดยประเมินคาบอุบัติซ้ำของความเข้มข้นฝุ่นละอองทั้งหมด 2 ค่า ได้แก่ 70 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าบริเวณที่มีคาบอุบัติซ้ำโดยรวมทั้ง 2 ความเข้มข้นสูงกว่าบริเวณอื่นได้แก่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ โดยการที่มีคาบอุบัติซ้ำสูงหมายถึงอัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่สามารถเกิดได้ในเวลาที่พิจารณา (ข้อ 4.3) โดยบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนต่ำที่สุด รวมไปถึงสอดคล้องกับค่า  $b$  โดยบริเวณข้างต้นเป็นพื้นที่ที่มีค่า  $b$  สูงซึ่งสามารถบ่งชี้ในเบื้องต้นได้ว่าเป็นบริเวณที่มีโอกาสเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนความเข้มข้นสูง ต่ำกว่าบริเวณอื่น

#### 4.5 การประเมินโอกาสในการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Probability of Occurrence)

จากการประเมินความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในอีก 10 ปี และ 50 ปี พบว่าในอีก 10 ปี และ 50 ปี พื้นที่ประเทศไทยส่วนมากมีโอกาสเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 85 – 100% บริเวณที่มีโอกาสเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่ำ

ได้แก่บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินคาบอุบัติ  
ซ้ำ (ข้อ 4.4) ,การประเมินความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่สามารถเกิดได้ใน  
ช่วงเวลาที่พิจารณา (ข้อ 4.3) และค่า  $b$  (ข้อ 4.2)



## บทที่ 5

### สรุปผล

#### (CONCLUSION)

##### 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

จากความสัมพันธ์ระหว่างเวลา และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน สามารถแบ่งข้อมูลได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ โดยสถานีส่วนใหญ่เป็นสถานีตรวจวัดบริเวณภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากหมอกควันข้ามพรมแดนจากประเทศกัมพูชา และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา และ(2) ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าสูงอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน โดยสถานีส่วนใหญ่เป็นสถานีตรวจวัดบริเวณภาคเหนือเนื่องจากการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณภาคเหนือ และหมอกควันข้ามพรมแดนจากประเทศเมียนมาร์ และลาว

##### 5.2 การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของค่า a และค่า b จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Spatial Distribution of a Value and b Value)

จากการวิเคราะห์ค่า a และค่า b จากความสัมพันธ์การกระจายตัวเชิงความถี่และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนทุกสถานีตรวจวัด จำนวน 65 สถานี พบว่าค่า a ที่ได้มีความใกล้เคียงกัน แสดงถึงการตรวจวัดฝุ่นละอองของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมีศักยภาพใกล้เคียงกัน บริเวณที่ค่า b สูงแสดงถึงโอกาสการเกิดฝุ่นละอองความเข้มข้นสูง ต่ำกว่าบริเวณอื่น ได้แก่บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ และบริเวณที่มีค่า b ต่ำแสดงถึงโอกาสในการเกิดฝุ่นละอองความสูง สูงกว่าบริเวณอื่น ได้แก่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคตะวันออก

##### 5.3 ความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Maximum Concentration of PM2.5)

จากการประเมินความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่สามารถเกิดได้ใน 5 ปี , 10ปี ,30ปี และ 50ปี ผลที่ได้มีแนวโน้มไปทางเดียวกันทั้ง 4 ช่วงเวลา บริเวณที่ความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงสุดที่สามารถเกิดได้มีค่ามาก ได้แก่ ได้แก่ ภาคเหนือของ ภาคตะวันตก บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคกลาง โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แพร่ และอุตรดิตถ์ ที่มีความ

เข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่สูงที่สุด เนื่องจากการใช้ประโยชน์จากที่ดินบริเวณดังกล่าว และลักษณะภูมิประเทศที่เป็นแอ่งกระทะ ในขณะที่บริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองต่ำสุด ได้แก่ บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่า  $b$  (4.2) บริเวณที่ค่า  $b$  ต่ำเป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นสูงสุดที่สามารถเกิดขึ้นได้สูง

#### 5.4 คาบอุบัติซ้ำ (Return Period)

จากการประเมินคาบอุบัติซ้ำของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน โดยประเมินคาบอุบัติซ้ำของความเข้มข้นฝุ่นละอองทั้งหมด 2 ค่า ได้แก่ 70 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าบริเวณที่มีคาบอุบัติซ้ำโดยรวมทั้ง 2 ความเข้มข้นสูงกว่าบริเวณอื่นได้แก่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนช่วงเวลาที่ใช้พิจารณา รวมไปถึงสอดคล้องกับค่า  $b$

#### 5.5 การประเมินโอกาสในการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Probability of Occurrence)

จากการประเมินความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในอีก 10 ปี และ 50 ปี พบว่าในอีก 10 ปี และ 50 ปี พื้นที่ประเทศไทยส่วนมากมีโอกาสเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 85 – 100% บริเวณที่มีโอกาสเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่ำ ได้แก่บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินคาบอุบัติซ้ำ ,การประเมินความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่สามารถเกิดได้ในช่วงเวลาที่พิจารณา และค่า  $b$

#### 5.6 ข้อจำกัดในโครงการวิจัย

1) จำนวนสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมีปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ประเทศไทย ส่งผลให้ในบางบริเวณไม่มีข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละออง

2) การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นฝุ่นละอองขึ้นอยู่กับหลากหลายปัจจัย และเป็นปัจจัยที่มีความเฉพาะเจาะจงกับพื้นที่นั้นๆ ส่งผลให้ผลที่ได้เป็นการมองในมุมกว้างเท่านั้น ไม่สามารถลงลึกถึงรายละเอียดในพื้นที่ย่อยได้

## 5.7 ข้อเสนอแนะในงานวิจัยต่อไป

- 1) ข้อมูลที่ได้ไม่สอดคล้องกับพื้นที่ศึกษา อาจจะไม่เลือกพื้นที่ศึกษาเป็นบริเวณที่มีข้อมูลกระจุกตัวอยู่มากเช่นกรุงเทพมหานคร
- 2) ควรออกภาคสนามเพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อมของสถานีวิจัยวัดคุณภาพอากาศ รวมไปถึงควรเข้าใจขั้นตอนการได้มาซึ่งข้อมูลเหล่านั้น
- 3) ศึกษาฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนร่วมกับตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องเช่น ทิศทางลม ปริมาณน้ำฝน และลักษณะภูมิประเทศ

## บรรณานุกรม (References)

- กรมควบคุมมลพิษ. 2561. โครงการศึกษาแหล่งกำเนิดและแนวทางการจัดการฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (ออนไลน์). ค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2563 แหล่งข้อมูล [infofile.pcd.go.th/air/PM2.5.pdf?CFID=8304&CFTOKEN=37028883](http://infofile.pcd.go.th/air/PM2.5.pdf?CFID=8304&CFTOKEN=37028883).
- กรมควบคุมมลพิษ. 2562. ดัชนีคุณภาพอากาศ (ออนไลน์). ค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2563 แหล่งข้อมูล [4thai.pcd.go.th/webV2/aqi\\_info.php](http://4thai.pcd.go.th/webV2/aqi_info.php).
- ฝ่ายสิ่งแวดล้อมและภัยพิบัติสำนักประยุกต์และบริการภูมิสารสนเทศ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2560. สรุปสถานการณ์ไฟป่าและหมอกควัน ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม ประจำปี 2560 (ออนไลน์). ค้นเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2563 แหล่งข้อมูล [fire.gistda.or.th/fire\\_report/Fire\\_2560.pdf](http://fire.gistda.or.th/fire_report/Fire_2560.pdf)
- ฝ่ายสิ่งแวดล้อมและภัยพิบัติสำนักประยุกต์และบริการภูมิสารสนเทศ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561. สรุปสถานการณ์ไฟป่าและหมอกควัน ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม ประจำปี 2561 (ออนไลน์). ค้นเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2563 แหล่งข้อมูล [fire.gistda.or.th/fire\\_report/Fire\\_2561.pdf](http://fire.gistda.or.th/fire_report/Fire_2561.pdf)
- ฝ่ายสิ่งแวดล้อมและภัยพิบัติสำนักประยุกต์และบริการภูมิสารสนเทศ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2562. สรุปสถานการณ์ไฟป่าและหมอกควัน ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม ประจำปี 2562 (ออนไลน์). ค้นเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2563 แหล่งข้อมูล [fire.gistda.or.th/fire\\_report/Fire\\_2562.pdf](http://fire.gistda.or.th/fire_report/Fire_2562.pdf)
- Gutenberg, B. and Richter, C.F. 1944. Frequency of Earthquakes in California. Bulletin of the Seismological Society of America, 34: 185-188.
- Nuannin, P. 2006. The potential of b-value variations as earthquake precursors for small and large events. Acta Universitatis Upsaliensis Uppsala. ISBN 91-554-6568-4.
- Pailoplee, S. and Choowong, M. 2013. Probabilities of earthquake occurrences in Mainland Southeast Asia. Journal of Geoscience, 6(12): 4993-5006,
- Riera, D.J. and Iturrioz, I. 2012. The Gutenberg-Richter and similar laws and their relations with numerical and experimental laboratory results. 15WCEE 2012: 10p

Yadav, R.B.S., Tripathi, J.N., Shanker, D., Rastogi, B.K., Das, M.C. and Kumar, V. 2011. Probabilities for the Occurrences of Medium to Large Earthquakes in Northeast India and Adjoining Region. *Natural Hazards*, 56: 145-167.

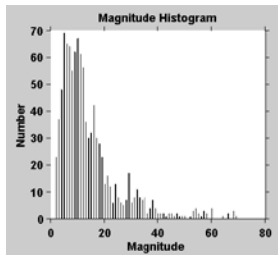
Yoshida, H. 2016. Magnitude-Frequency Distribution of Hummocks on Rockslide-Debris Avalanche Deposits and Its Geomorphological Significance. *Geoscience* 2016, 6, 5: 1-14.

## ภาคผนวก (APPENDIX)

ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายตัวเชิงความถี่ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

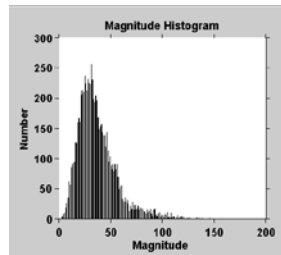
1) สถานี 02t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



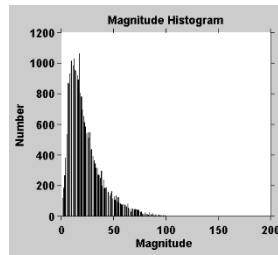
2) สถานี 03t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



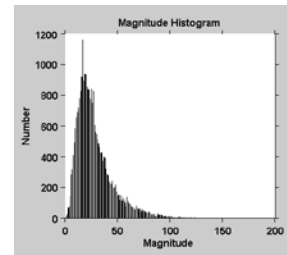
3) สถานี 05t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



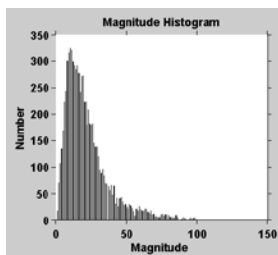
4) สถานี 08t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



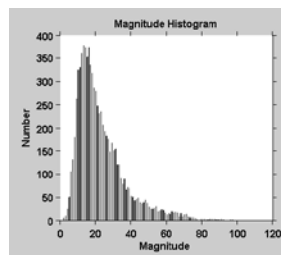
5) สถานี 10t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



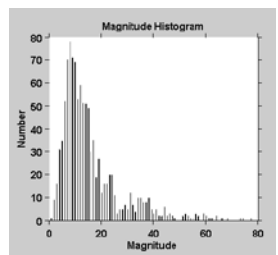
6) สถานี 11t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



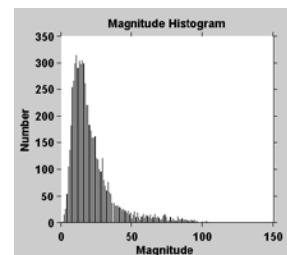
7) สถานี 12t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



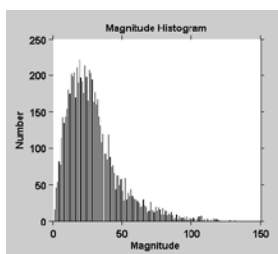
8) สถานี 13t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



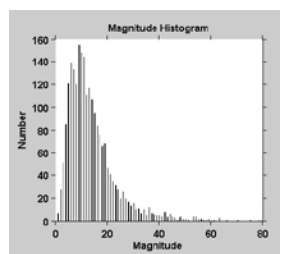
9) สถานี 14t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



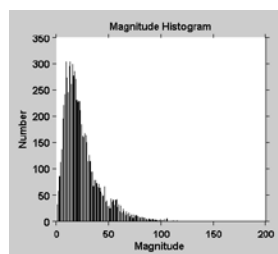
10) สถานี 16t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



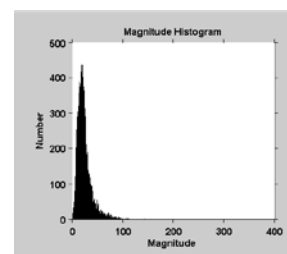
11) สถานี 17t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



12) สถานี 18t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



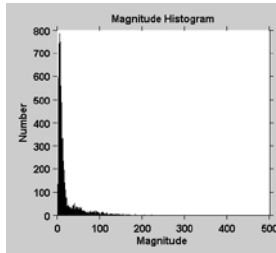






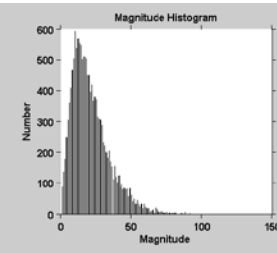
45) สถานี 58t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



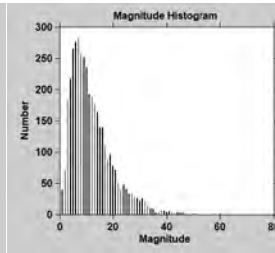
46) สถานี 59t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2015 - 2017



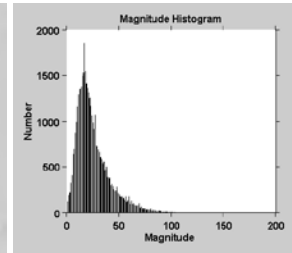
47) สถานี 60t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



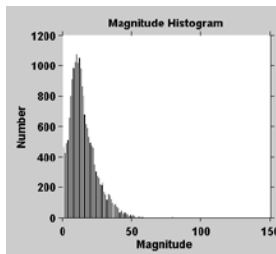
48) สถานี 61t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2019



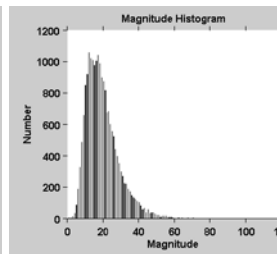
49) สถานี 62t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



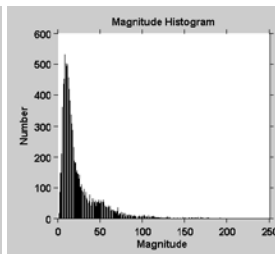
50) สถานี 63t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



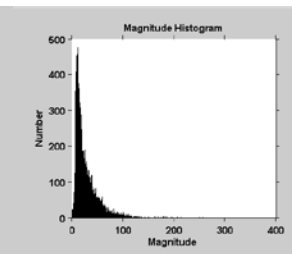
51) สถานี 67t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



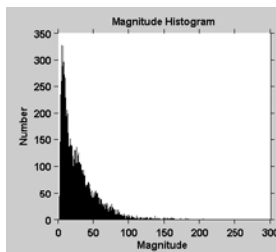
52) สถานี 68t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



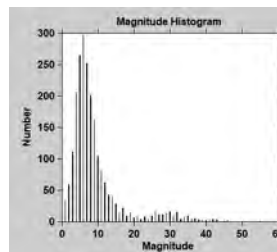
53) สถานี 69t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



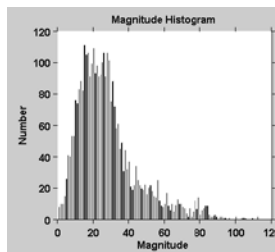
54) สถานี 70t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



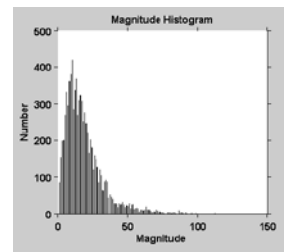
55) สถานี 70t-2

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



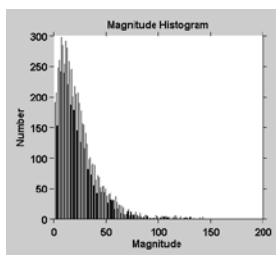
56) สถานี 71t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



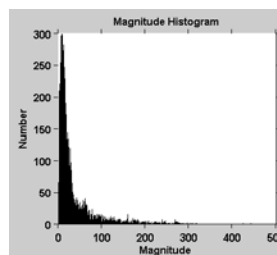
57) สถานี 72t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



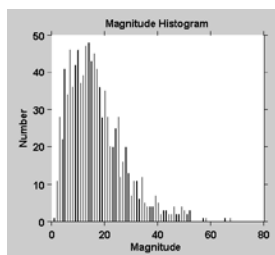
58) สถานี 73t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



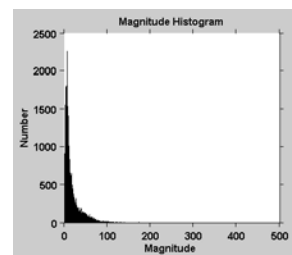
59) สถานี 74t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



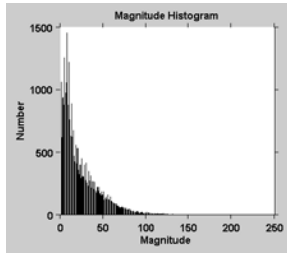
60) สถานี 75t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2015 - 2019



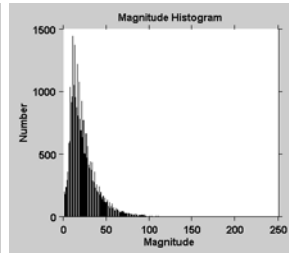
61) สถานี 76t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



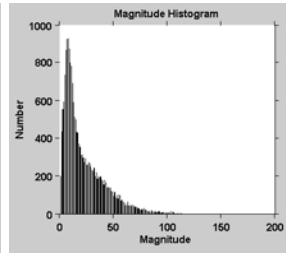
62) สถานี 77t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



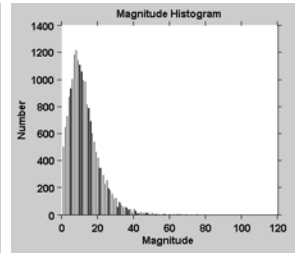
63) สถานี 79t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



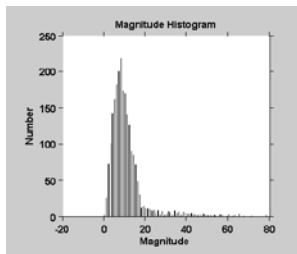
64) สถานี 80t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



65) สถานี 81t

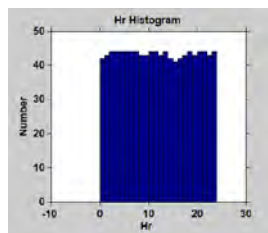
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายตัวเชิงความถี่ของชั่วโมงการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

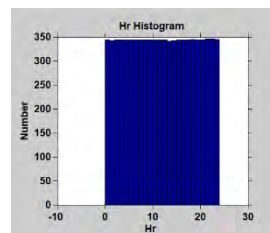
1) สถานี 02t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



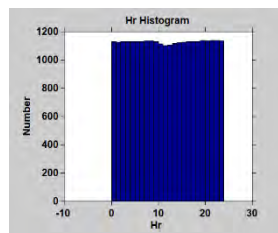
2) สถานี 03t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



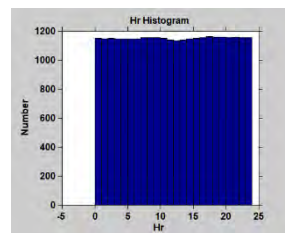
3) สถานี 05t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



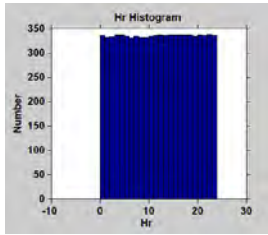
4) สถานี 08t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



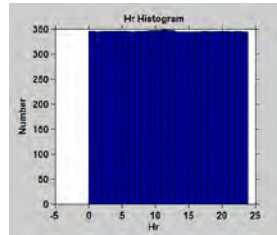
5) สถานี 10t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



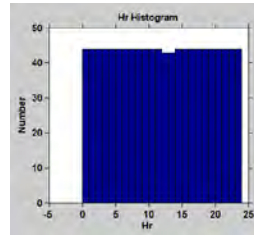
6) สถานี 11t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



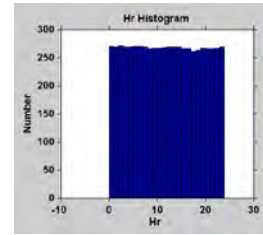
7) สถานี 12t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



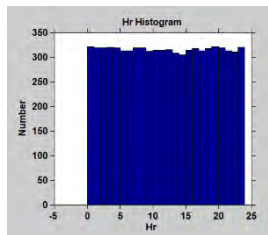
8) สถานี 13t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



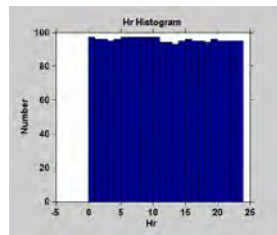
9) สถานี 14t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



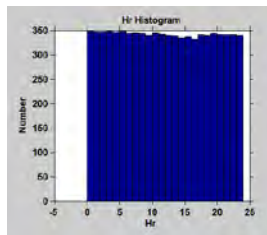
10) สถานี 16t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



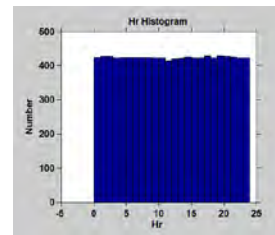
11) สถานี 17t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



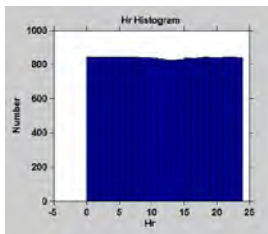
12) สถานี 18t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



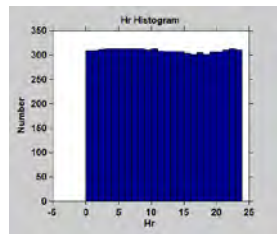
13) สถานี 19t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



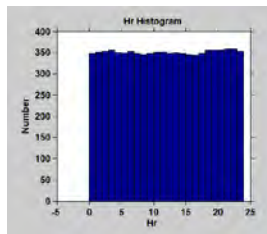
14) สถานี 20t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



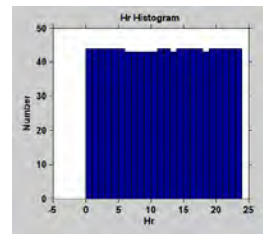
15) สถานี 21t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



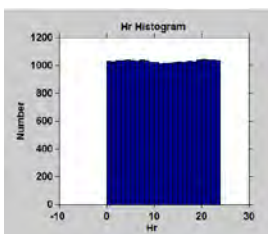
16) สถานี 22t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



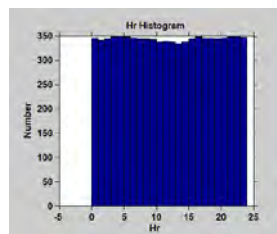
17) สถานี 24t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



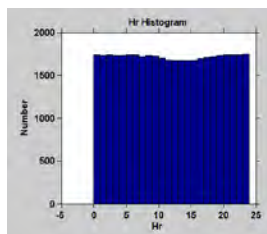
18) สถานี 25t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



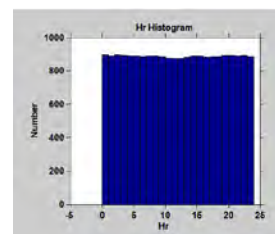
19) สถานี 26t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2019



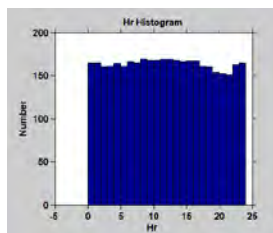
20) สถานี 27t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



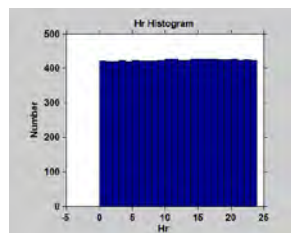
21) สถานี 28t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



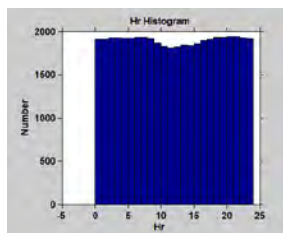
22) สถานี 29t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



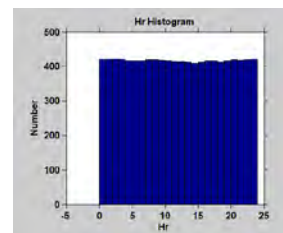
23) สถานี 30t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2019



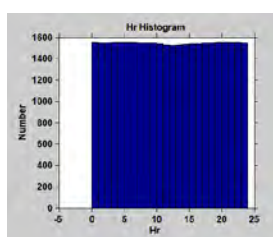
24) สถานี 31t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



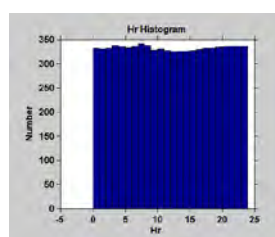
25) สถานี 32t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2015 - 2019



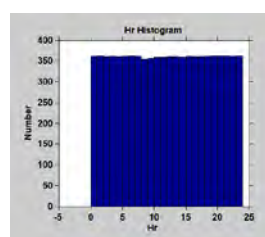
26) สถานี 33t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



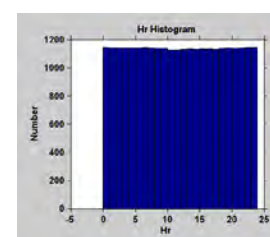
27) สถานี 34t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



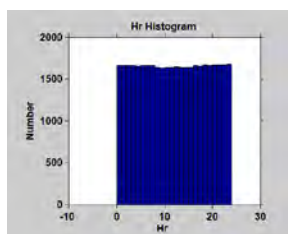
28) สถานี 35t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



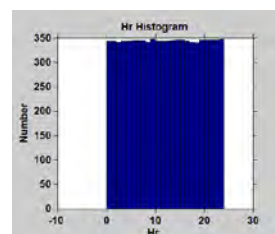
29) สถานี 36t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2018



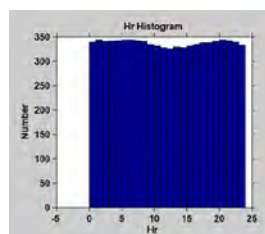
30) สถานี 37t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



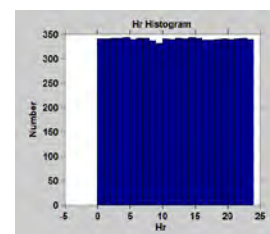
31) สถานี 38t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



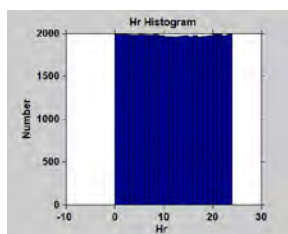
32) สถานี 39t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



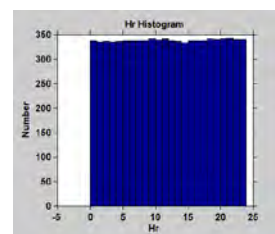
33) สถานี 40t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2019



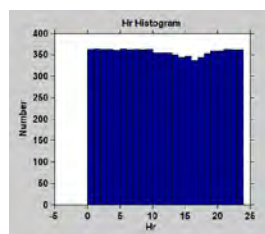
34) สถานี 41t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



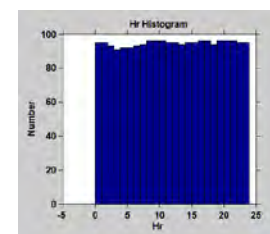
35) สถานี 42t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



36) สถานี 43t

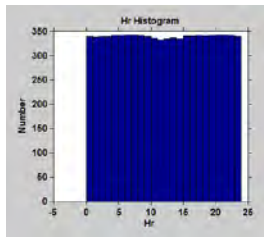
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019





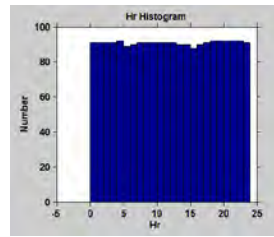
53) สถานี 69t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



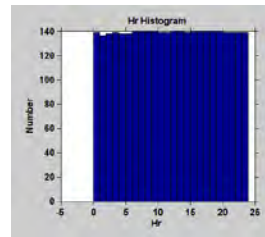
54) สถานี 70t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



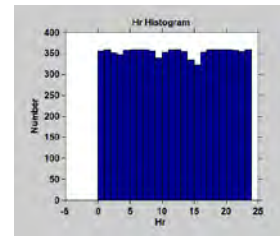
55) สถานี 70t-2

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



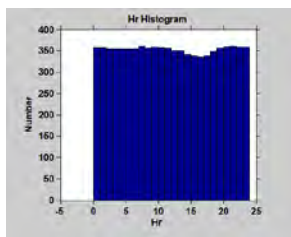
56) สถานี 71t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



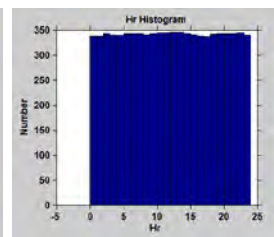
57) สถานี 72t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



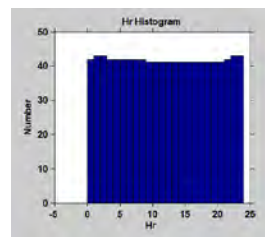
58) สถานี 73t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



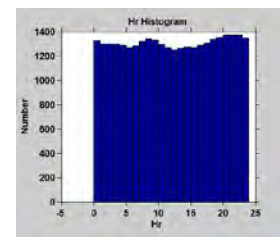
59) สถานี 74t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



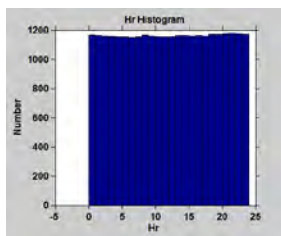
60) สถานี 75t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2015 - 2019



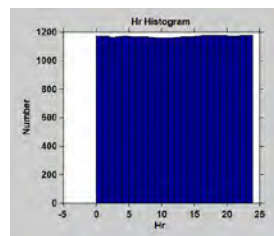
61) สถานี 76t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



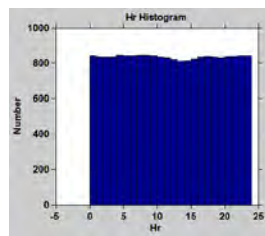
62) สถานี 77t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



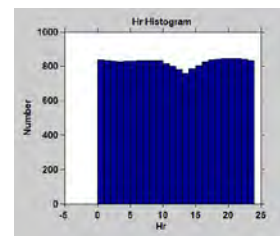
63) สถานี 79t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



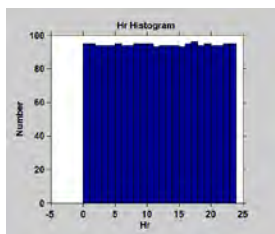
64) สถานี 80t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



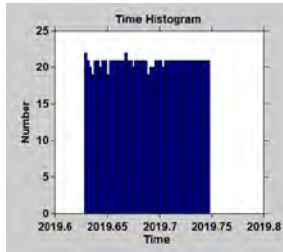
65) สถานี 81t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019

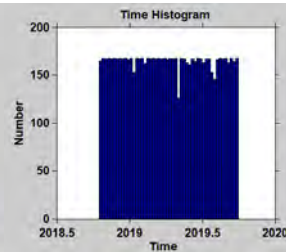


ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายตัวเชิงความถี่ของเวลาในการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก  
ไม่เกิน 2.5 ไมครอน

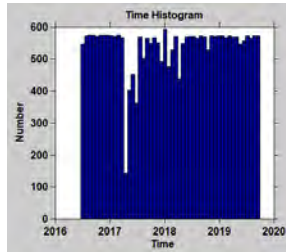
1) สถานี 02t



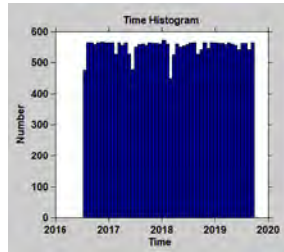
2) สถานี 03t



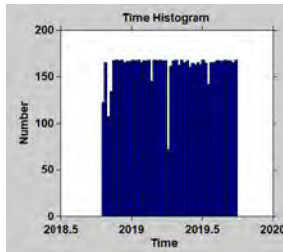
3) สถานี 05t



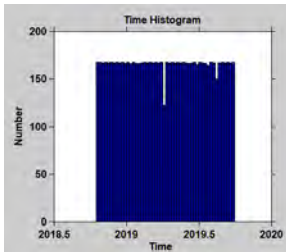
4) สถานี 08t



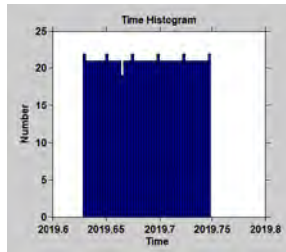
5) สถานี 10t



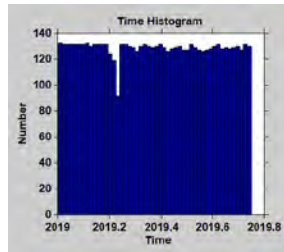
6) สถานี 11t



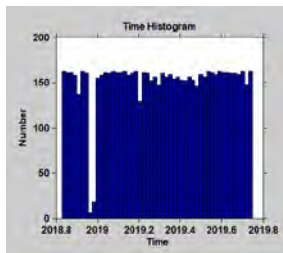
7) สถานี 12t



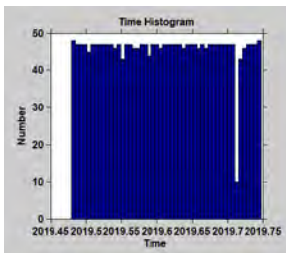
8) สถานี 13t



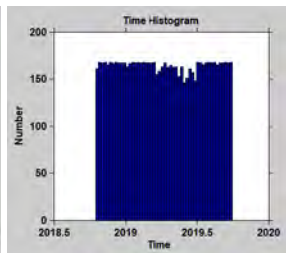
9) สถานี 14t



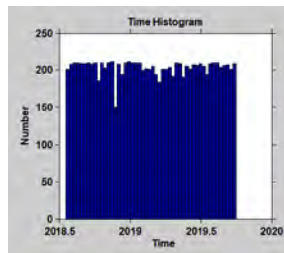
10) สถานี 16t



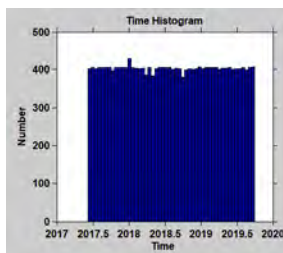
11) สถานี 17t



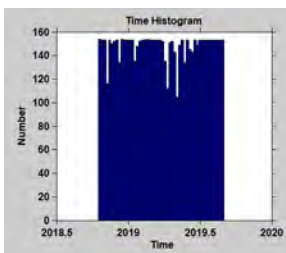
12) สถานี 18t



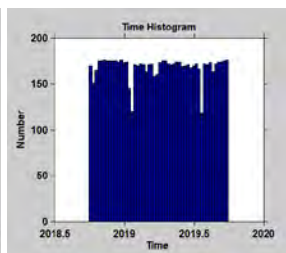
13) สถานี 19t



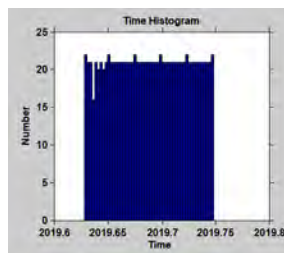
14) สถานี 20t



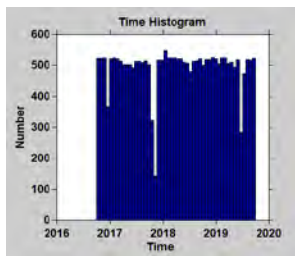
15) สถานี 21t



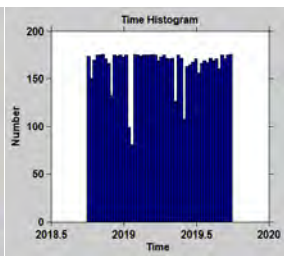
16) สถานี 22t



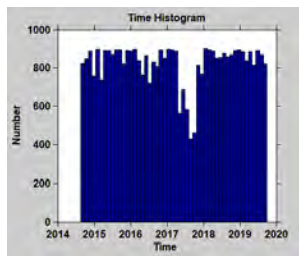
17) สถานี 24t



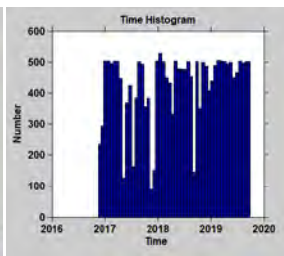
18) สถานี 25t



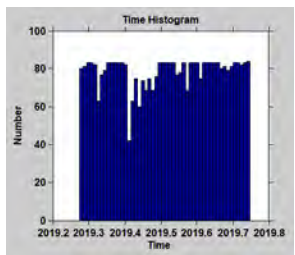
19) สถานี 26t



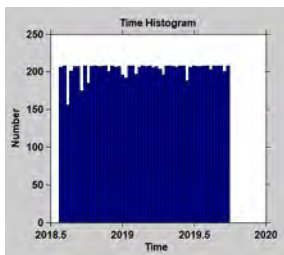
20) สถานี 27t



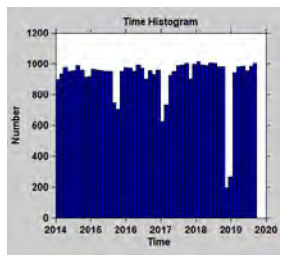
21) สถานี 28t



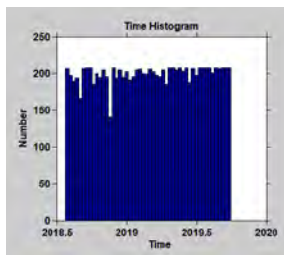
22) สถานี 29t



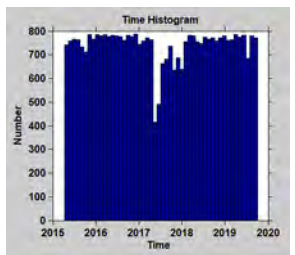
23) สถานี 30t



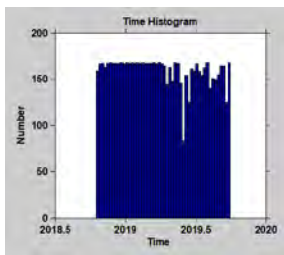
24) สถานี 31t



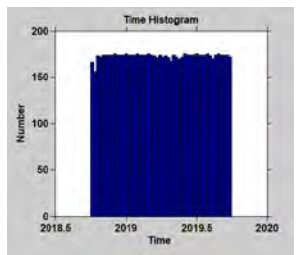
25) สถานี 32t



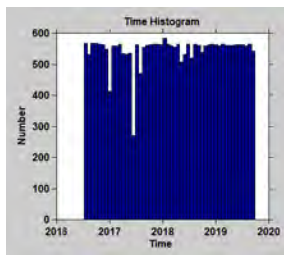
26) สถานี 33t



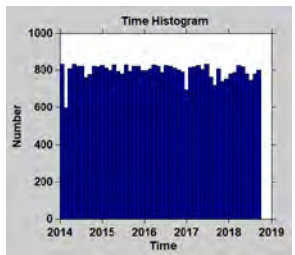
27) สถานี 34t



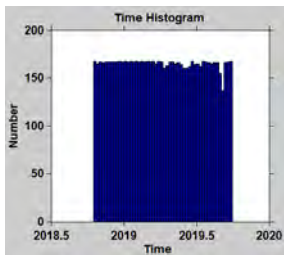
28) สถานี 35t



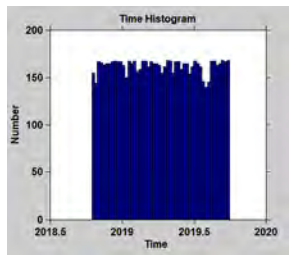
29) สถานี 36t



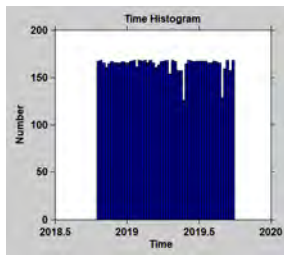
30) สถานี 37t



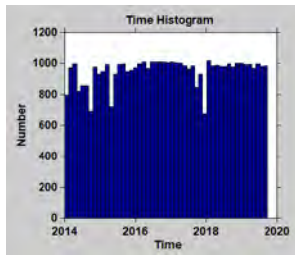
31) สถานี 38t



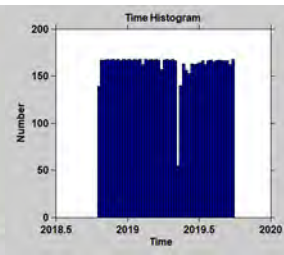
32) สถานี 39t



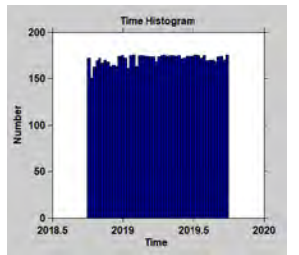
33) สถานี 40t



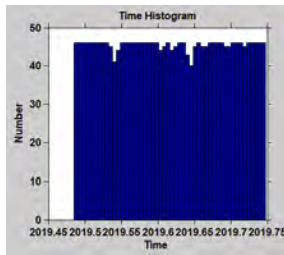
34) สถานี 41t



35) สถานี 42t

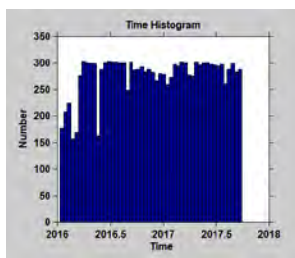


36) สถานี 43t

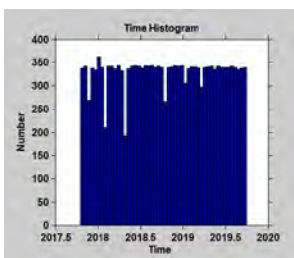




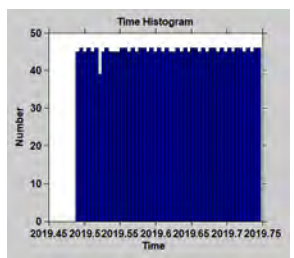
37) สถานี 44t



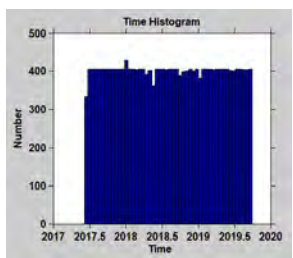
38) สถานี 46t



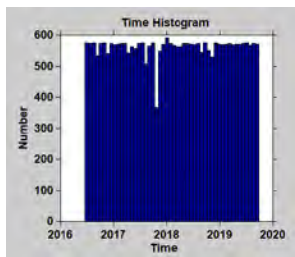
39) สถานี 47t



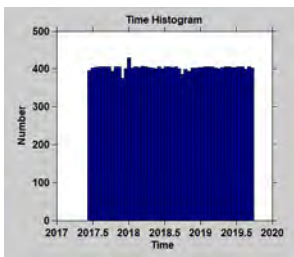
40) สถานี 50t



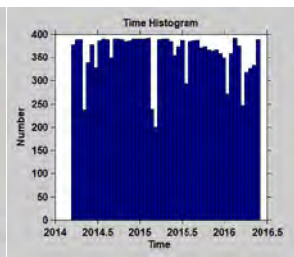
41) สถานี 52t



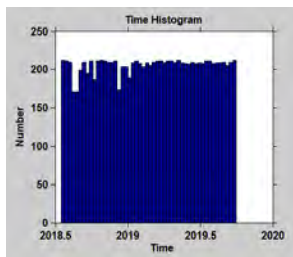
42) สถานี 53t



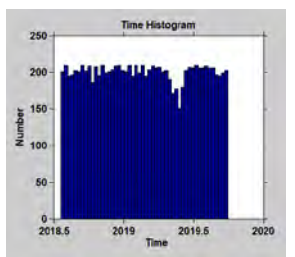
43) สถานี 54t



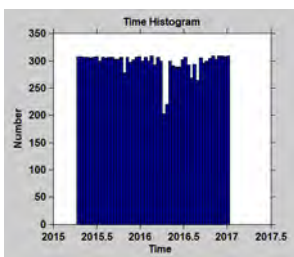
44) สถานี 57t



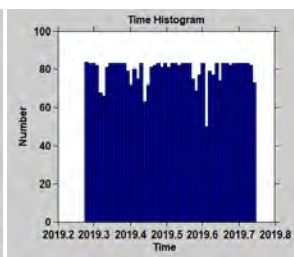
45) สถานี 58t



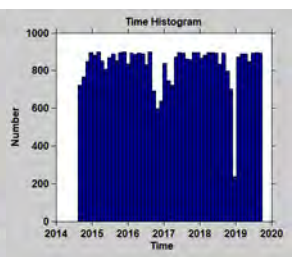
46) สถานี 59t



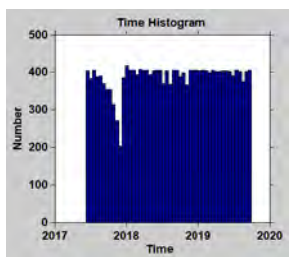
47) สถานี 60t



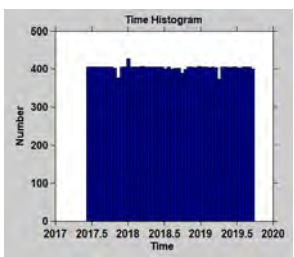
48) สถานี 61t



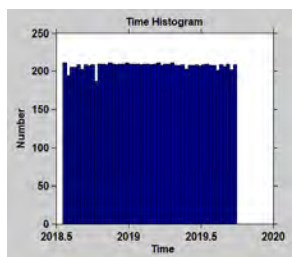
49) สถานี 62t



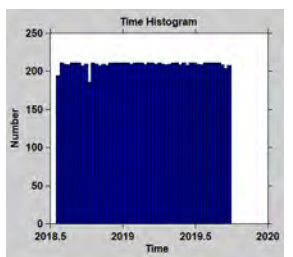
50) สถานี 63t



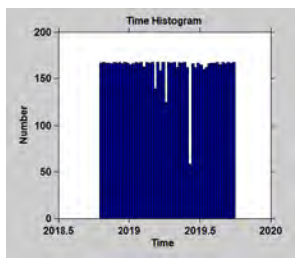
51) สถานี 67t



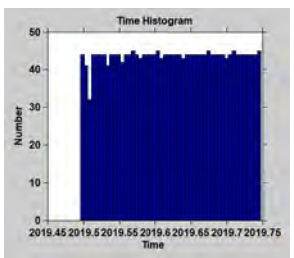
52) สถานี 68t



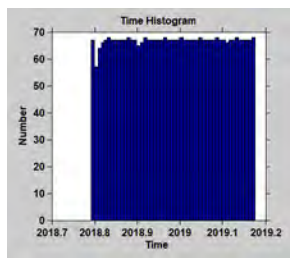
53) สถานี 69t



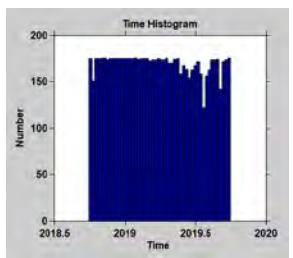
54) สถานี 70t



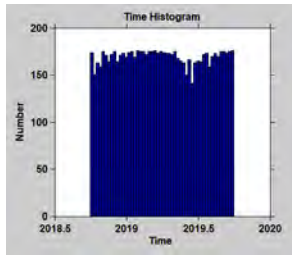
55) สถานี 70t-2



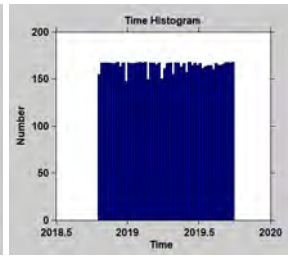
56) สถานี 71t



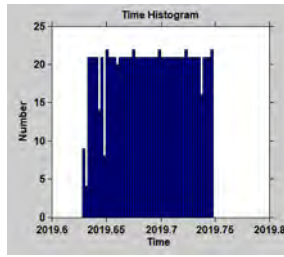
57) สถานี 72t



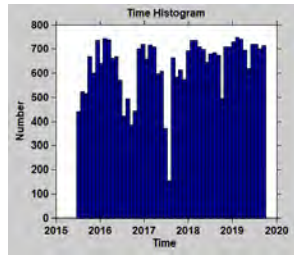
58) สถานี 73t



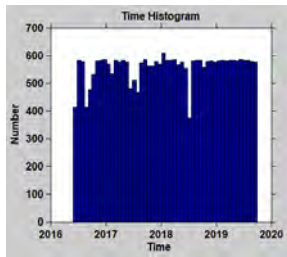
59) สถานี 74t



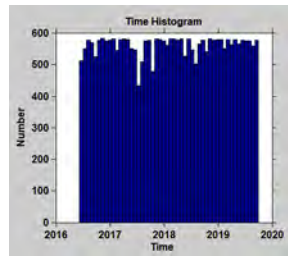
60) สถานี 75t



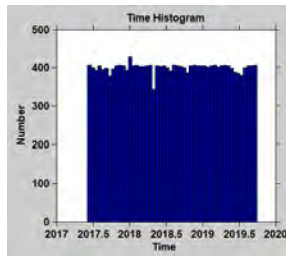
61) สถานี 76t



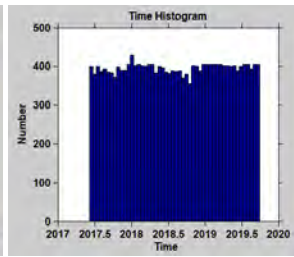
62) สถานี 77t



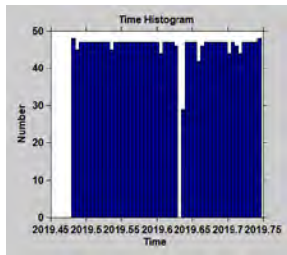
63) สถานี 79t



64) สถานี 80t



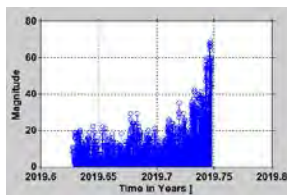
65) สถานี 81t



ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

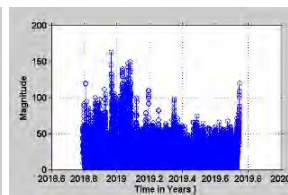
1) สถานี 02t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



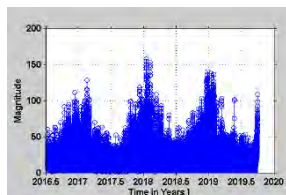
2) สถานี 03t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



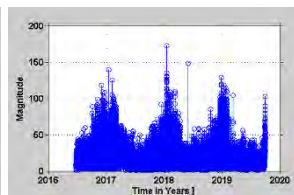
3) สถานี 05t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



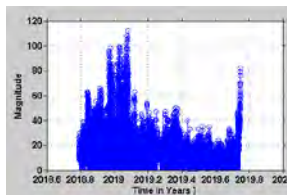
4) สถานี 08t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



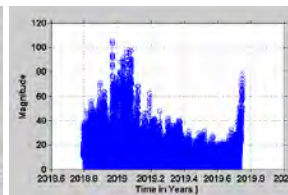
5) สถานี 10t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



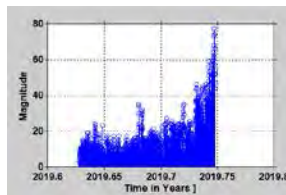
6) สถานี 11t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



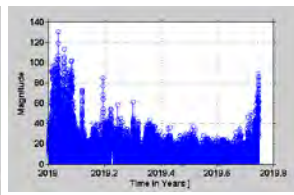
7) สถานี 12t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



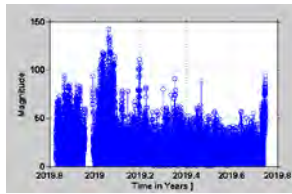
8) สถานี 13t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



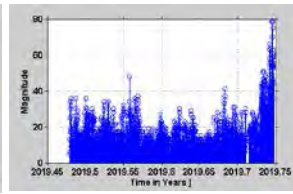
9) สถานี 14t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



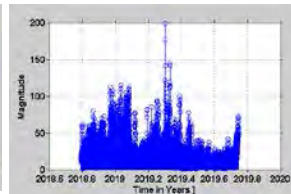
10) สถานี 16t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



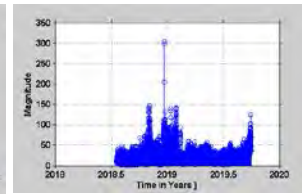
11) สถานี 17t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



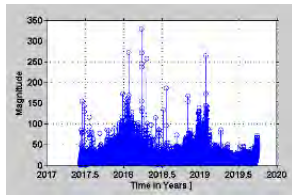
12) สถานี 18t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



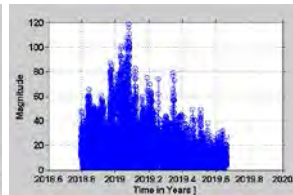
13) สถานี 19t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



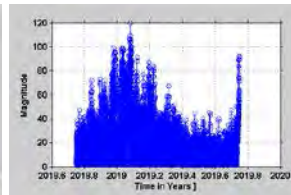
14) สถานี 20t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



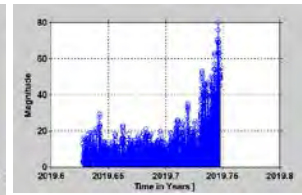
15) สถานี 21t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



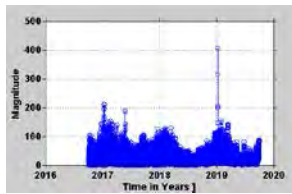
16) สถานี 22t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



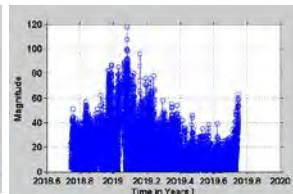
17) สถานี 24t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



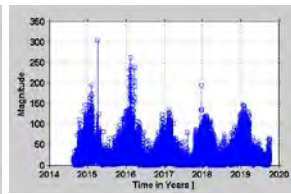
18) สถานี 25t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



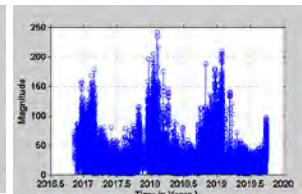
19) สถานี 26t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2019



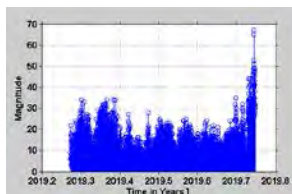
20) สถานี 27t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



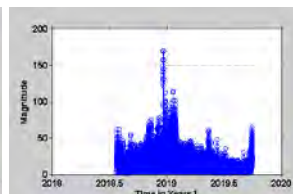
21) สถานี 28t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



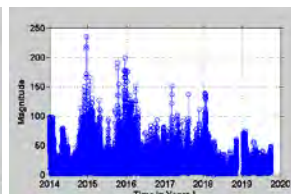
22) สถานี 29t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



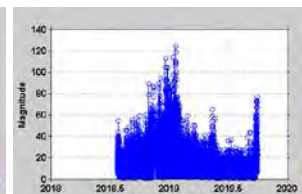
23) สถานี 30t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2019



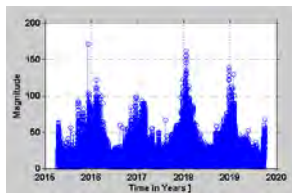
24) สถานี 31t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



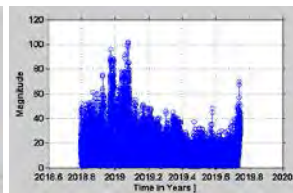
25) สถานี 32t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2015 - 2019



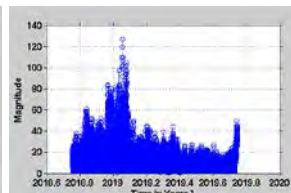
26) สถานี 33t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



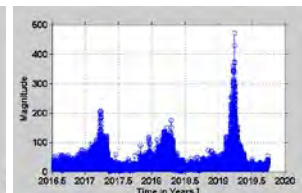
27) สถานี 34t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



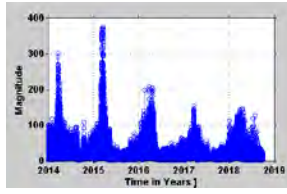
28) สถานี 35t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



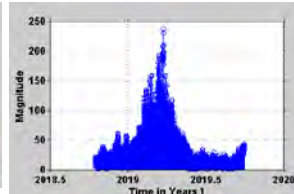
29) สถานี 36t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2018



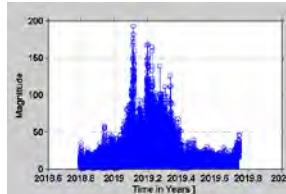
30) สถานี 37t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



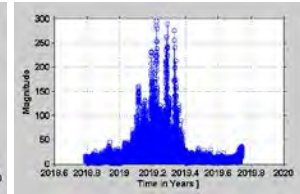
31) สถานี 38t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



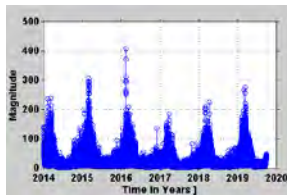
32) สถานี 39t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



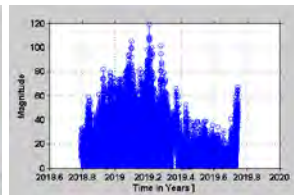
33) สถานี 40t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2019



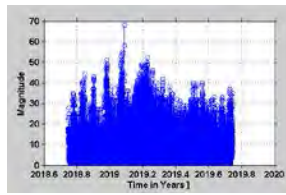
34) สถานี 41t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



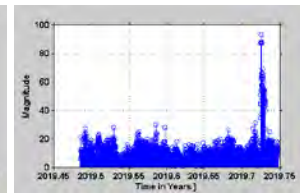
35) สถานี 42t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



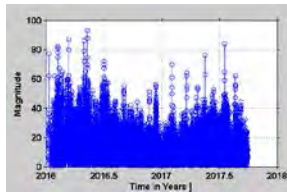
36) สถานี 43t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



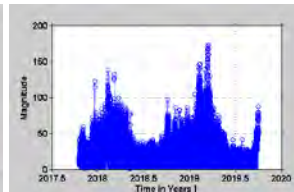
37) สถานี 44t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2017



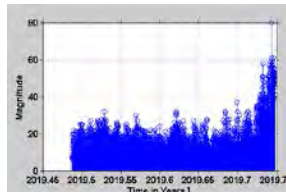
38) สถานี 46t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



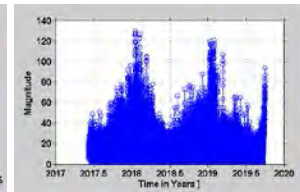
39) สถานี 47t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



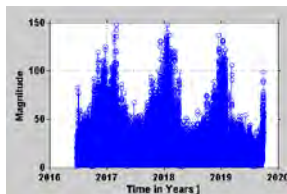
40) สถานี 50t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



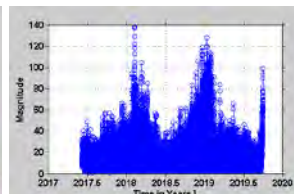
41) สถานี 52t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



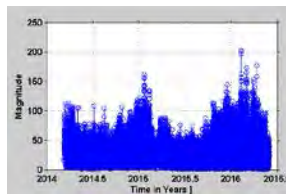
42) สถานี 53t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



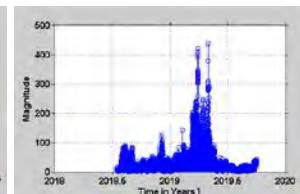
43) สถานี 54t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2016



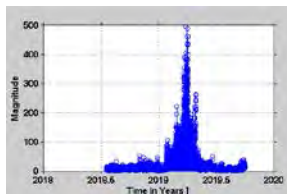
44) สถานี 57t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



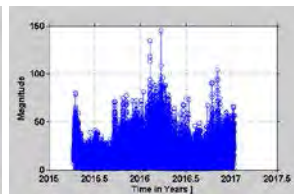
45) สถานี 58t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



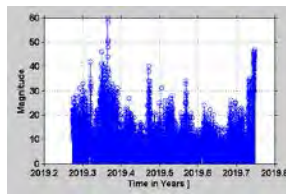
46) สถานี 59t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2015 - 2017



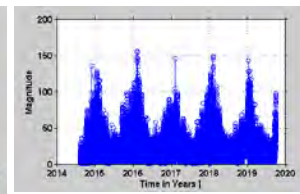
47) สถานี 60t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



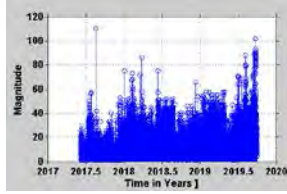
48) สถานี 61t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2019



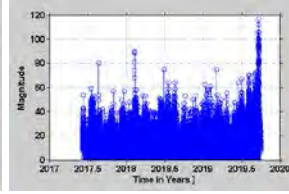
49) สถานี 62t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



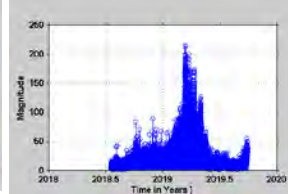
50) สถานี 63t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



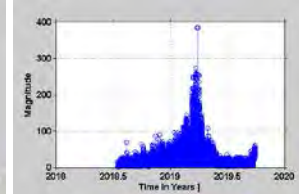
51) สถานี 67t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



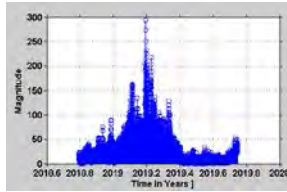
52) สถานี 68t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



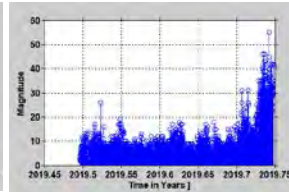
53) สถานี 69t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



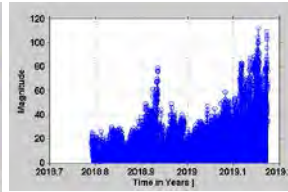
54) สถานี 70t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



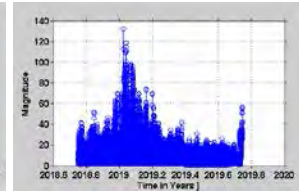
55) สถานี 70t-2

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



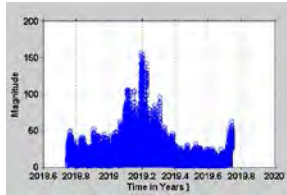
56) สถานี 71t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



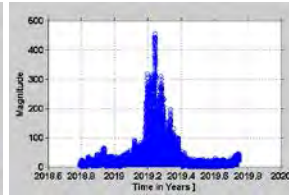
57) สถานี 72t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



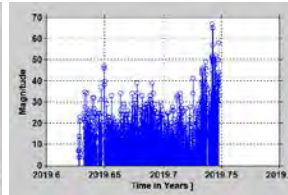
58) สถานี 73t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019



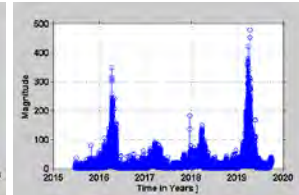
59) สถานี 74t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



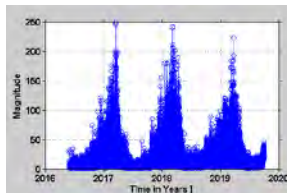
60) สถานี 75t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2015 - 2019



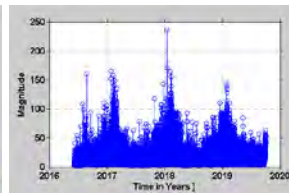
61) สถานี 76t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



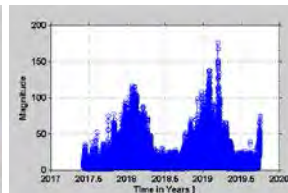
62) สถานี 77t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019



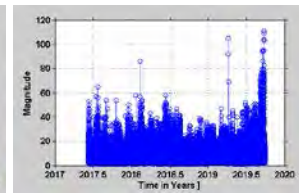
63) สถานี 79t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019



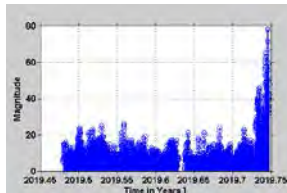
64) สถานี 80t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019

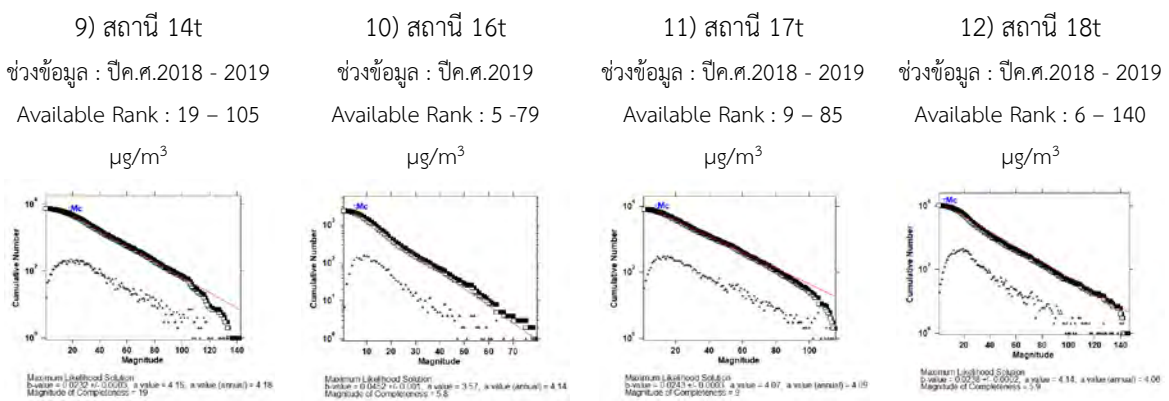
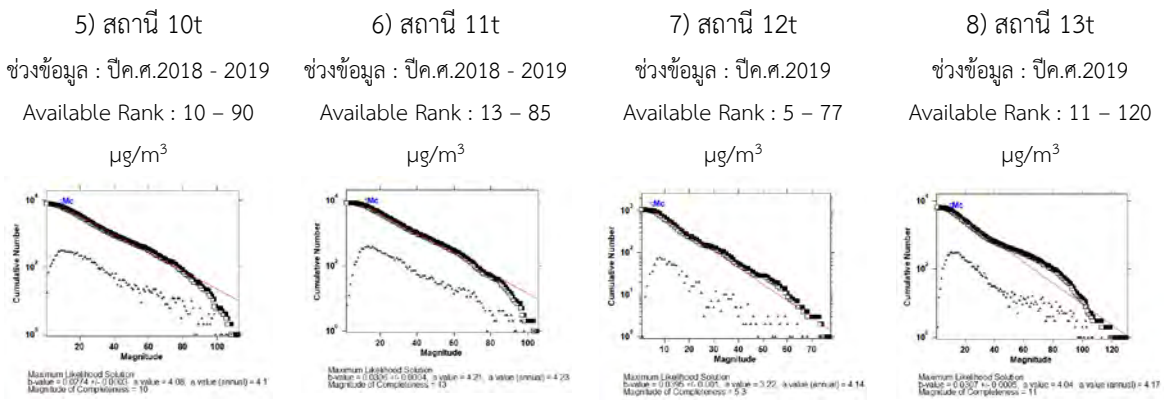
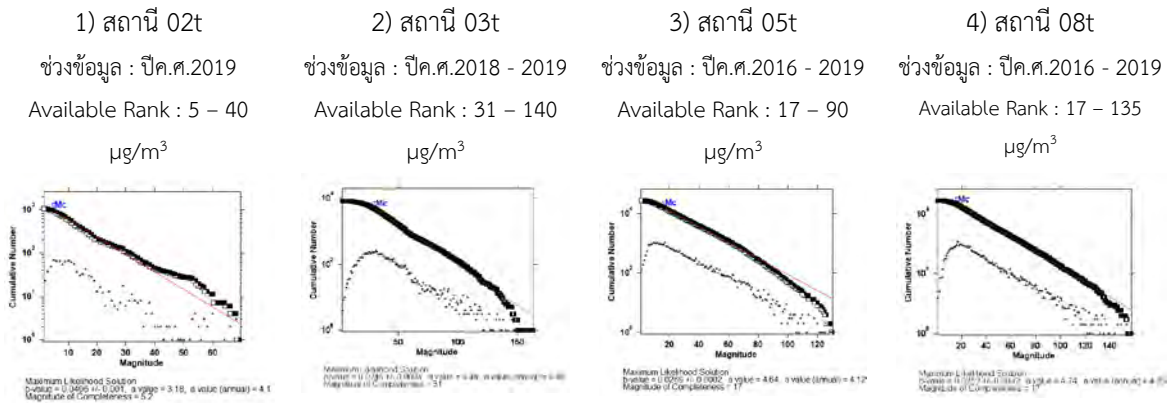


65) สถานี 81t

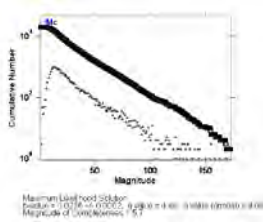
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019



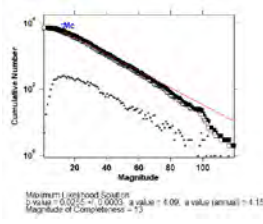
## รูปแบบการกระจายตัวเชิงความถี่และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน



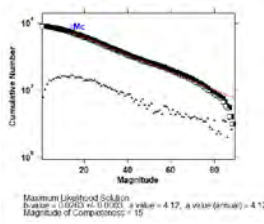
13) สถานี 19t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019  
Available Rank : 5 - 170  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



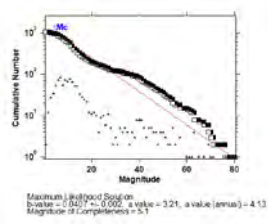
14) สถานี 20t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 13 - 70  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



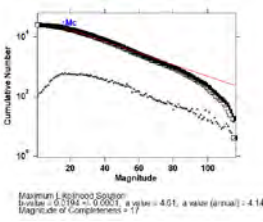
15) สถานี 21t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 15 - 80  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



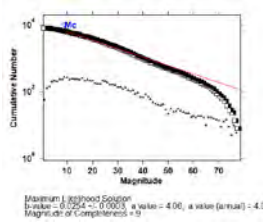
16) สถานี 22t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019  
Available Rank : 5 - 30  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



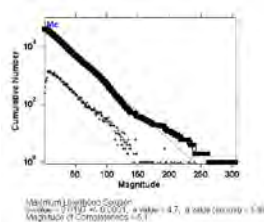
17) สถานี 24t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019  
Available Rank : 17 - 80  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



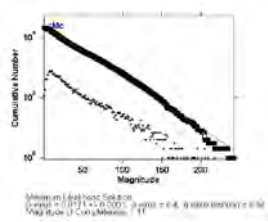
18) สถานี 25t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 9 - 55  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



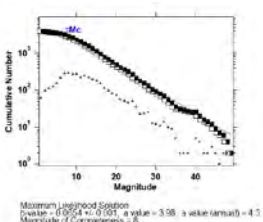
19) สถานี 26t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2019  
Available Rank : 5 - 150  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



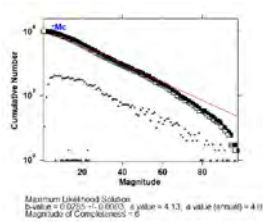
20) สถานี 27t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019  
Available Rank : 11 - 200  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



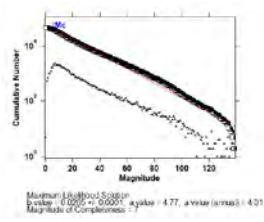
21) สถานี 28t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019  
Available Rank : 8 - 50  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



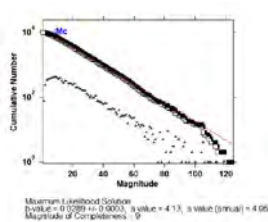
22) สถานี 29t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 6 - 60  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



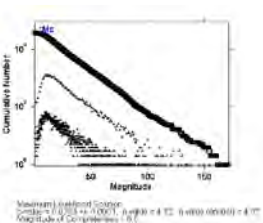
23) สถานี 30t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2019  
Available Rank : 7 - 130  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



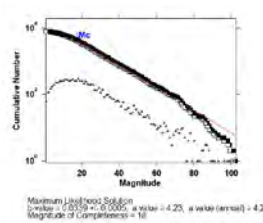
24) สถานี 31t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 9 - 100  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



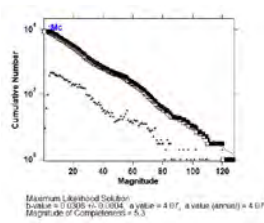
25) สถานี 32t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2015 - 2019  
Available Rank : 6 - 170  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



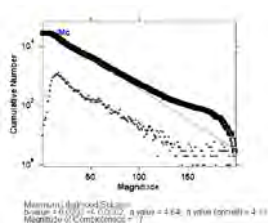
26) สถานี 33t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 18 - 80  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



27) สถานี 34t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 5 - 120  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



28) สถานี 35t  
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019  
Available Rank : 17 - 100  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



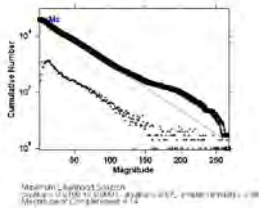
29) สถานี 36t

30) สถานี 37t

31) สถานี 38t

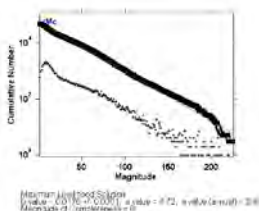
32) สถานี 39t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2018  
Available Rank : 14 – 120  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



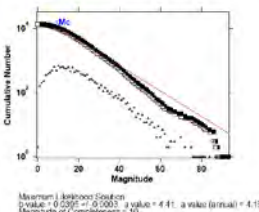
33) สถานี 40t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2019  
Available Rank : 8 – 200  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



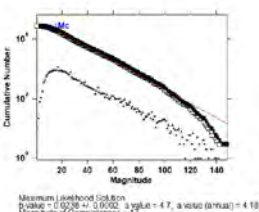
37) สถานี 44t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2017  
Available Rank : 10 – 40  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



41) สถานี 52t

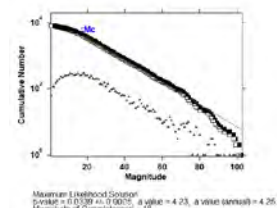
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019  
Available Rank : 17 – 120  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



45) สถานี 58t

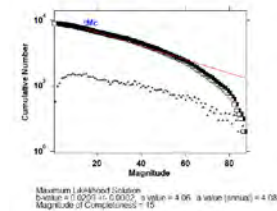
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 18 – 80  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



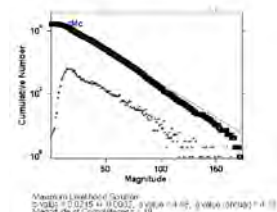
34) สถานี 41t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 15 – 60  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



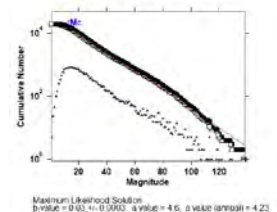
38) สถานี 46t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019  
Available Rank : 19 – 100  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



42) สถานี 53t

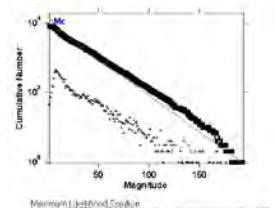
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019  
Available Rank : 14 – 115  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



46) สถานี 59t

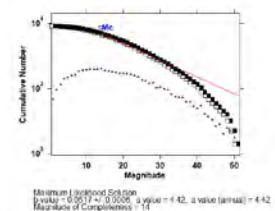
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2015 - 2017

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 5 – 80  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



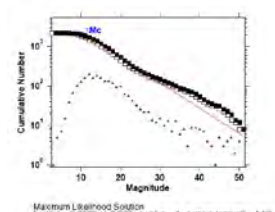
35) สถานี 42t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 14 – 35  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



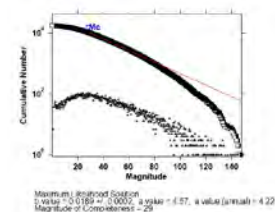
39) สถานี 47t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019  
Available Rank : 12 – 30  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



43) สถานี 54t

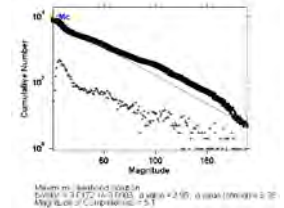
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2016  
Available Rank : 29 – 90  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



47) สถานี 60t

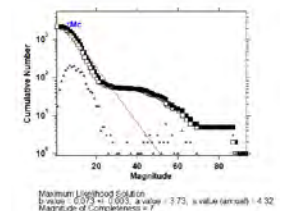
ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 6 – 60  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



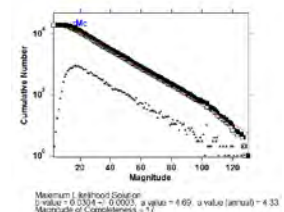
36) สถานี 43t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 7 – 20  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



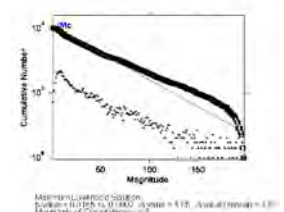
40) สถานี 50t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019  
Available Rank : 17 – 120  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



44) สถานี 57t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019  
Available Rank : 8 – 80  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



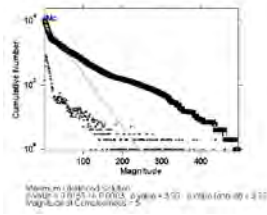
48) สถานี 61t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2014 - 2019



Available Rank : 10 – 50

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

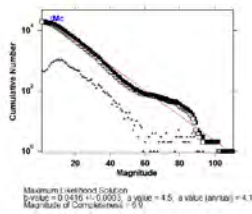


49) สถานี 62t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019

Available Rank : 7 – 70

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

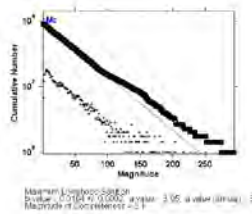


53) สถานี 69t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019

Available Rank : 5 – 100

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

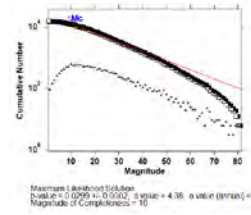
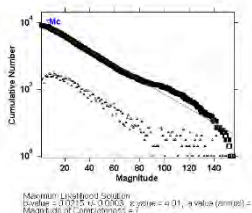


57) สถานี 72t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019

Available Rank : 7 – 95

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

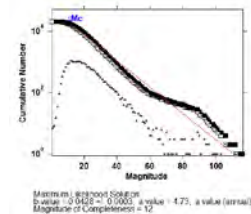


50) สถานี 63t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019

Available Rank : 12 – 70

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

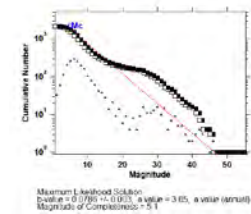


54) สถานี 70t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019

Available Rank : 5 – 15

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

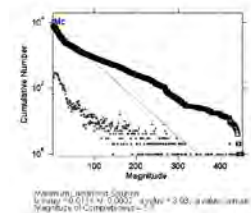


58) สถานี 73t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019

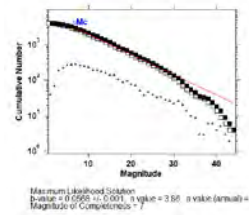
Available Rank : 10 – 50

$\mu\text{g}/\text{m}^3$



Available Rank : 7 – 30

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

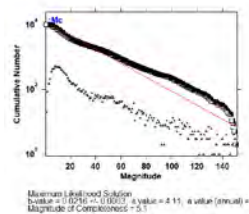


51) สถานี 67t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019

Available Rank : 5 – 60

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

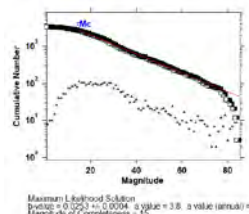


55) สถานี 70t-2

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019

Available Rank : 15 – 80

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

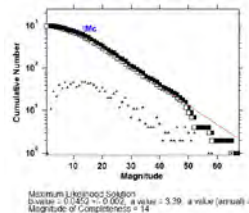


59) สถานี 74t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019

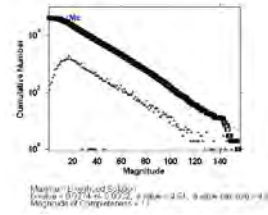
Available Rank : 14 – 50

$\mu\text{g}/\text{m}^3$



Available Rank : 17 – 140

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

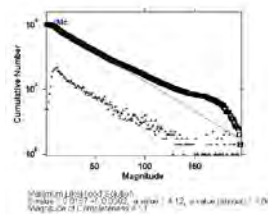


52) สถานี 68t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019

Available Rank : 11 – 90

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

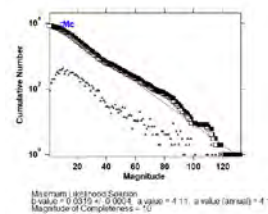


56) สถานี 71t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2018 - 2019

Available Rank : 10 – 70

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

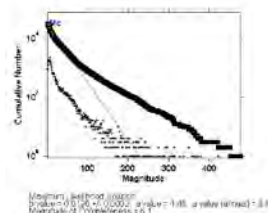


60) สถานี 75t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2015 - 2019

Available Rank : 6 – 80

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

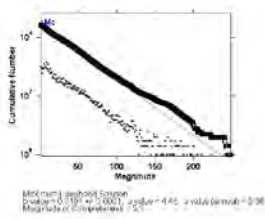


61) สถานี 76t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019

Available Rank : 5 – 120

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

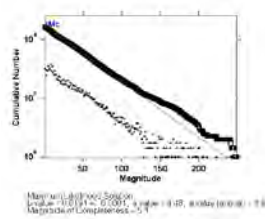


62) สถานี 77t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2016 - 2019

Available Rank : 5 – 125

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

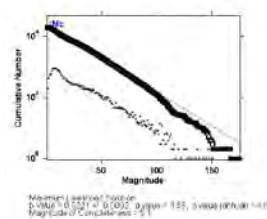


63) สถานี 79t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019

Available Rank : 5 – 100

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

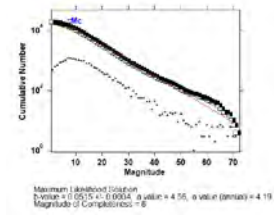


64) สถานี 80t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2017 - 2019

Available Rank : 8 – 50

$\mu\text{g}/\text{m}^3$



65) สถานี 81t

ช่วงข้อมูล : ปีค.ศ.2019

