

การวิเคราะห์ข้อมูลและการเรียนรู้ของเครื่องจักร
เพื่อการทำนายคุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

นายกานต์ พิทักษ์สวัสดิ์การ

นายทัตตณัย ปิยาโน

นายอาภากร หยพงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.นริศรา ทองบุญชู

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA ANALYSIS AND MACHINE LEARNING
FOR AIR QUALITY PREDICTION IN BANGKOK

KARN PITAKSAWADKARN

THATDANAI PIYANO

APAKORN HAYAPONG

ADVISOR

DR. NARISARA THONGBOONCHOO

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FUFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN CHEMICAL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง

การวิเคราะห์ข้อมูลและการเรียนรู้ของเครื่องจักร
เพื่อการทำนายคุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

โดย

นายกานต์ พิทักษ์สวัสดิ์การ

นายหัตถนัย ปิยาโน

นายอาภากร หยพงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.นริศรา ทองบุญชู

ปริญญานิพนธ์

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ดร.นริศรา ทองบุญชู)

กรรมการ

(ผศ.ดร.สันติ วัฒนานุกรณ์)

กรรมการ

(รศ.ดร.เกรียงศักดิ์ ไกรวัฒนวงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง	การวิเคราะห์ข้อมูลและการเรียนรู้ของเครื่องจักร
	เพื่อการทำนายคุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร
โดย	นายกานต์ พิทักษ์สวัสดิ์การ
	นายทัตดนัย ปิยาโน
	นายอาภากร หยพงศ์
ปริญญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.นริศรา ทองบุญชู

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะเพื่อที่จะทำนายคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร(กทม) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytics) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ทำการศึกษาโดยการนำข้อมูลคุณภาพอากาศและ อุตุณิยมวิทยารายชั่วโมงของสถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ และ สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร มาศึกษาโดยเลือกข้อมูลของสถานี 6 สถานี เพื่อเป็นตัวแทนพื้นที่ 6 โซน คือ ธนบุรีเหนือ ธนบุรีใต้ พระนครเหนือ พระนครใต้ พระนครตะวันออก และ พระนครตะวันตก การทำนายความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ทำโดยการใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องด้วยอัลกอริทึมชนิดโครงข่ายประสาทเทียม Artificial Neural Networks (ANN) และ ป่าไม้ตัดสินใจ Random Forest (RF) โดยการใช้โปรแกรม python กำหนดค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ของ ANN โดยการปรับค่าจำนวน Neurons ชนิดของฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) และ จำนวนชั้นในแบบจำลอง และกำหนดค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ของ RF โดยการปรับค่าจำนวนของต้นไม้ โมเดลถูกฝึก โดยใช้ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2562 - 2564 โดย 80% และ 20% ของข้อมูลถูกใช้เป็นข้อมูลฝึกสอน (Train Set) และ ข้อมูลทดสอบ (Test Set) จากนั้นใช้โมเดลในการทำนายค่า $PM_{2.5}$ ของปี 2565 การเปรียบเทียบผลการทำนายกับค่าจากการตรวจวัด พบว่าการทำนายค่าความเข้มข้นของ ล่วงหน้า 1, 2 และ 3 ชั่วโมง ของทั้งสองโมเดลมีความแม่นยำสูงโดยค่า R^2 ที่ได้การทำนายล่วงหน้า 1, 2 และ 3 ชั่วโมงมีค่าอยู่ที่ 0.72 – 0.91, 0.78 – 0.92 และ 0.32 - 0.79 ตามลำดับ โดยสามารถทำนายในพื้นที่พระนครตะวันออกได้แม่นยำที่สุดด้วยค่า R^2 ที่ได้การทำนายล่วงหน้า 1, 2, และ 3 ชั่วโมงมีค่าอยู่ที่ 0.91, 0.92 และ 0.79 แบบจำลองทั้งสองมีความแม่นยำใกล้เคียงกัน โดย ANN จะให้ผลการทำนายแม่นยำกว่า RF เล็กน้อยในทุกพื้นที่ ยกเว้นในพื้นที่พระนครตะวันตกที่อัลกอริทึม RF จะให้ผลการทำนายที่แม่นยำกว่า ANN เล็กน้อย

Thesis Title	Data Analysis and Machine Learning for Air Quality prediction in Bangkok
By	Karn Pitaksawadkarn Thatdanai Piyano Apakorn Hayapong
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Chemical Engineering
Year	2022
Thesis Advisor	Dr. Narisara Thongboonchoo

Abstract

The objective of this research is to predict the air quality in Bangkok using data analytics and machine learning techniques. The study utilizes hourly data of air quality and meteorological data measured by Pollution Control Department and Bangkok Metropolitan Administration. Six monitoring stations were selected as representatives of six zones: Thonburi North, Thonburi South, Phra Nakhon North, Phra Nakhon South, Phra Nakhon East, and Phra Nakhon West. The prediction of PM_{2.5} is performed using two machine learning models, Artificial Neural Networks (ANN) and Random Forest (RF). Python programming language is used for programming. The hyperparameters of the ANN model, such as number of neurons, activation function, and number of layers, are tuned. Similarly, the hyperparameters of the RF model, such as number of trees, is adjusted. The models were trained using data from the years 2018 to 2021, with 80% and 20% of data as train and test data. The models were then used to predict PM_{2.5} for the year 2022. The comparison of the prediction results with the observation data, it was found that both models provide high accuracy in forecasting the PM_{2.5} concentration for 1-hour, 2-hour, and 3-hour ahead predictions. The R^2 values for the 1-hour, 2-hour, and 3-hour ahead predictions range from 0.72 to 0.91, 0.78 to 0.92, and 0.32 to 0.79, respectively. The model performs best in the Phra Nakhon East area with R^2 values of 0.91, 0.92, and 0.79 for the 1-hour, 2-hour, and 3-hour ahead predictions, respectively. Overall, the two models have similar accuracy, with ANN slightly outperforming RF in most areas, except for the Phra Nakhon West area where RF algorithm provides slightly better prediction results than ANN.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้เป็นอย่างดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.นริศรา ทองบุญชู ที่กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาด มอบความรู้และความช่วยเหลือในทุกๆด้าน ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณกองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร และกรมควบคุมมลพิษสำหรับข้อมูลคุณภาพอากาศย้อนหลัง 11 ปีจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในประเทศไทยเพื่อนำไปใช้ในการทำแบบจำลองและเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในด้านต่างๆ เสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ของข้าพเจ้าที่ได้ยอมเข้ามารับฟังปัญหาต่างๆ พร้อมทั้งให้คำแนะนำช่วยเหลือและสนับสนุนคณะผู้วิจัยเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจคณะผู้วิจัยตลอดมา คณะผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

อนึ่ง คณะผู้จัดทำหวังว่า งานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์แก่ทุกท่านที่เข้ามาศึกษา และต้องการที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคต สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น คณะผู้วิจัยขอน้อมรับผิดแต่เพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	IV
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	V
สารบัญ	VII
สารบัญตาราง	IX
สารบัญรูปภาพ	XI
สารบัญตารางภาคผนวก.....	XIV
สารบัญภาพภาคผนวก.....	XV
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกรุงเทพมหานคร	3
2.2 มลพิษทางอากาศ.....	4
2.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของมลพิษในอากาศ	5
2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)	6
2.5 การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning).....	7
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	11
3.1 การรวบรวมข้อมูล.....	11
3.2 การแบ่งกลุ่มพื้นที่ภายในกรุงเทพมหานคร	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพอากาศ	13
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศแบบพื้นฐาน	13
3.5 การสร้างแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องจักรในการพยากรณ์	15
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศแบบพยากรณ์	23
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	24
4.1 ผลการวิเคราะห์มลพิษทางอากาศเชิงพื้นที่ของสถานีแต่ละพื้นที่ในกรุงเทพ	24
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลมลพิษทางอากาศแบบอนุกรมเวลาและสถิติเชิงพรรณนา	28
4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องจักรคัดเลือก	38
4.4 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดในรูปแบบของการกระจายตัวแบบจุดและค่าทางสถิติ	43
4.5 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดในรูปแบบของอนุกรมเวลา	54
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	72
5.1 สรุปผลการศึกษา	72
5.2 ข้อเสนอแนะ	73
บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก	77
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์ข้อมูลมลพิษชนิดอื่นๆ ในพื้นที่ศึกษา	78

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 3.1 ค่าพารามิเตอร์ทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	14
ตารางที่ 3.2 เขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่ธนบุรีเหนือ	16
ตารางที่ 3.3 เขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่ธนบุรีใต้	16
ตารางที่ 3.4 เขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่พระนครเหนือ	17
ตารางที่ 3.5 เขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่พระนครใต้	18
ตารางที่ 3.6 เขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่พระนครตะวันออก	18
ตารางที่ 3.7 เขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่พระนครตะวันตก	19
ตารางที่ 3.8 ค่าสถิติของข้อมูลที่มีร่วมกันของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในกลุ่มพื้นที่ธนบุรีใต้	21
ตารางที่ 4.1 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่ธนบุรีเหนือ	30
ตารางที่ 4.2 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่ธนบุรีใต้	31
ตารางที่ 4.3 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครเหนือ	33
ตารางที่ 4.4 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครใต้	34
ตารางที่ 4.5 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครตะวันออก	36
ตารางที่ 4.6 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครตะวันตก	37
ตารางที่ 4.7 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ต่างๆ ของ ANN ในสร้างแบบจำลองสำหรับเขตพื้นที่ต่าง ๆ	38
ตารางที่ 4.8 ค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ของ ANN ที่ใช้เหมือนกันในทุกเขตพื้นที่ ในการสร้างแบบจำลอง	39
ตารางที่ 4.9 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ต่างๆ ของ RF ในสร้างแบบจำลองสำหรับเขตพื้นที่ต่าง ๆ	39
ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่ธนบุรีเหนือ	40
ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่ธนบุรีใต้	40
ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครเหนือ	41
ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครใต้	42
ตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครตะวันออก	42
ตารางที่ 4.15 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครตะวันตก	43
ตารางที่ 4.16 ค่าทางสถิติระหว่างค่าทำนายจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดในพื้นที่ธนบุรีเหนือ	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ค่าทางสถิติระหว่างค่าทำนายจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดในพื้นที่ ธนบุรีได้	47
ตารางที่ 4.18 ค่าทางสถิติระหว่างค่าทำนายจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดในพื้นที่พระนครเหนือ .48	
ตารางที่ 4.19 ค่าทางสถิติระหว่างค่าทำนายจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดในพื้นที่พระนครใต้	50
ตารางที่ 4.20 ค่าทางสถิติระหว่างค่าทำนายจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดในพื้นที่พระนคร ตะวันออก	52
ตารางที่ 4.21 ค่าทางสถิติระหว่างค่าทำนายจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดในพื้นที่พระนครตะวันตก	53



สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 แผนที่กรุงเทพมหานคร	3
รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองโดยการเรียนรู้ของเครื่องจักร	7
รูปที่ 3.1 การแบ่งพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร	12
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศ	13
รูปที่ 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ของสถานี O2t ในรูปแบบอนุกรมเวลาในช่วงปี พ.ศ 2562 ถึง พ.ศ 2564	14
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างข้อมูลตรวจวัดในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตพญาไท ก่อนการทำความสะอาดข้อมูล	15
รูปที่ 3.5 แผนภาพเมทริกซ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลตรวจวัดของเขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่ธนบุรีได้	22
รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของความเข้มข้น $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายชั่วโมง ($\mu g/m^3$) ในพื้นที่ธนบุรีเหนือ	24
รูปที่ 4.2 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของความเข้มข้น $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายชั่วโมง ($\mu g/m^3$) ในพื้นที่ธนบุรีใต้	25
รูปที่ 4.3 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของความเข้มข้น $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายชั่วโมง ($\mu g/m^3$) ในพื้นที่พระนครเหนือ	26
รูปที่ 4.4 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของความเข้มข้น $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายชั่วโมง ($\mu g/m^3$) ในพื้นที่พระนครใต้	27
รูปที่ 4.5 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของความเข้มข้น $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายชั่วโมง ($\mu g/m^3$) ในพื้นที่พระนครตะวันออก	27
รูปที่ 4.6 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของความเข้มข้น $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายชั่วโมง ($\mu g/m^3$) ในพื้นที่พระนครตะวันตก	28
รูปที่ 4.7 อนุกรมเวลาของ $PM_{2.5}$ ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (O2t)	29
รูปที่ 4.8 อนุกรมเวลาของ $PM_{2.5}$ ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศริมถนนอินทราพิทักษ์ (52t)	30
รูปที่ 4.9 อนุกรมเวลาของ $PM_{2.5}$ ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางซื่อ (27.bkk)	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 อนุกรมเวลาของ $PM_{2.5}$ ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t)	33
รูปที่ 4.11 อนุกรมเวลาของ $PM_{2.5}$ ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (53t)	35
รูปที่ 4.12 อนุกรมเวลาของ $PM_{2.5}$ ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมประชาสัมพันธ์ (59t).....	36
รูปที่ 4.13 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตตลิ่งชัน (03.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีเหนือ	44
รูปที่ 4.14 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Random Forest สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตตลิ่งชัน (03.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีเหนือ	45
รูปที่ 4.15 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตจอมทอง (08.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีใต้	46
รูปที่ 4.16 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Random Forest สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตจอมทอง (08.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีใต้	46
รูปที่ 4.17 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางซื่อ (27.bkk) ภายในพื้นที่พระนครเหนือ.....	48
รูปที่ 4.18 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางซื่อ (27.bkk) ภายในพื้นที่พระนครเหนือ.....	48
รูปที่ 4.19 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางนา (28.bkk) ภายในพื้นที่พระนครใต้.....	49
รูปที่ 4.20 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางนา (28.bkk) ภายในพื้นที่พระนครใต้.....	50
รูปที่ 4.21 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตลาดกระบัง (37.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันออก	51
รูปที่ 4.22 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตลาดกระบัง (37.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันออก.....	51
รูปที่ 4.23 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตพญาไท (33.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันตก	53
รูปที่ 4.24 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตพญาไท (33.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันตก.....	53

รูปที่ 4.25 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานี ตรวจวัดคุณภาพอากาศ เขตตลิ่งชัน (03.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีเหนือ.....	55
รูปที่ 4.26 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพ อากาศ เขตตลิ่งชัน (03.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีเหนือ	56
รูปที่ 4.27 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานี ตรวจวัดคุณภาพอากาศ เขตจอมทอง (08.bkk) ภายในเขตธนบุรีใต้	58
รูปที่ 4.28 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพ อากาศ เขตจอมทอง (08.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีใต้.....	59
รูปที่ 4.29 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานี ตรวจวัดคุณภาพอากาศ เขตบางซื่อ (27.bkk) ภายในพื้นที่พระนครเหนือ.....	61
รูปที่ 4.30 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพ อากาศ เขตบางซื่อ (27.bkk) ภายในพื้นที่พระนครเหนือ.....	62
รูปที่ 4.31 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานี ตรวจวัดคุณภาพอากาศ เขตบางนา (28.bkk) ภายในพื้นที่พระนครใต้.....	64
รูปที่ 4.32 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพ อากาศ เขตบางนา (28.bkk) ภายในพื้นที่พระนครใต้.....	65
รูปที่ 4.33 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานี ตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตลาดกระบัง (37.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันออก.....	67
รูปที่ 4.34 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานี ตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตลาดกระบัง (37.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันออก.....	68
รูปที่ 4.35 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานี ตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตพญาไท (33.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันตก.....	70
รูปที่ 4.36 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานี ตรวจวัดคุณภาพอากาศ เขตพญาไท (33.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันตก.....	71

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ ก.1 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ CO	80
ตารางที่ ก.2 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM ₁₀	81
ตารางที่ ก.3 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ CO	82
ตารางที่ ก.4 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM ₁₀	84
ตารางที่ ก.5 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ CO	85
ตารางที่ ก.6 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM ₁₀	87
ตารางที่ ก.7 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ CO	89
ตารางที่ ก.8 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM ₁₀	90
ตารางที่ ก.9 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM _{2.5}	92
ตารางที่ ก.10 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ CO	93
ตารางที่ ก.11 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM ₁₀	95
ตารางที่ ก.12 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM _{2.5}	97
ตารางที่ ก.13 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ CO	98
ตารางที่ ก.14 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM ₁₀	100

สารบัญภาพภาคผนวก

รูปที่	หน้า
รูปที่ ก.1 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (02t).....	79
รูปที่ ก.2 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของ PM ₁₀ ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (02t).....	80
รูปที่ ก.3 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ (52t).....	82
รูปที่ ก.4 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ (52t).....	83
รูปที่ ก.5 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (22t).....	85
รูปที่ ก.6 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (22t).....	86
รูปที่ ก.7 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (53t).....	88
รูปที่ ก.8 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (53t).....	89
รูปที่ ก.9 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t).....	91
รูปที่ ก.10 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t).....	92
รูปที่ ก.11 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t).....	94
รูปที่ ก.12 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมประชาสัมพันธ์ (59t).....	96
รูปที่ ก.13 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมประชาสัมพันธ์ (59t).....	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.14 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนย้อนหลังของสถานี
ตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมประชาสัมพันธ์ (59t).....99



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากรายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมในพื้นที่กรุงเทพมหานครของกรมควบคุมมลพิษ แสดงให้เห็นว่ากรุงเทพมหานครยังคงได้รับผลกระทบจากปัญหามลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องมลพิษทางอากาศ แม้ว่ามลพิษทางอากาศมีแนวโน้มลดลงแต่ยังคงสูงกว่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลก จากรายงานการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษพบว่า ในปี พ.ศ. 2564 พื้นที่กรุงเทพมหานครมีวันที่คุณภาพอากาศเกินค่ามาตรฐานมากกว่า 60 วัน [1] และสาเหตุของมลพิษทางอากาศส่วนใหญ่มาจากการจราจร การเผาไหม้เชื้อเพลิง ควันจากครัวเรือน และโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ โดยมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซโอโซน (O_3) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) มลพิษทางอากาศเหล่านี้ส่งผลต่อสุขภาพทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น โรคระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจ อากาศภูมิแพ้ เป็นต้น ดังนั้นการทำความเข้าใจพื้นที่ที่มีปัญหามลพิษทางอากาศเกินค่ามาตรฐานตามที่องค์การอนามัยโลกกำหนด (WHO) และจัดระดับความรุนแรงของแต่ละพื้นที่ภายในกรุงเทพมหานครจึงมีความสำคัญที่จะทำให้สามารถจัดการและเตรียมรับมือกับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีการจราจรที่หนาแน่นและมีผู้คนอาศัยเป็นจำนวนมาก การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ภาครัฐจะต้องกระทำ สำนักสิ่งแวดล้อมของกรุงเทพมหานครจึงได้ติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศ เพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพอากาศ โดยมีการเริ่มติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) และข้อมูลอุณหภูมิตั้ง 50 เขต ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 แต่ยังไม่ได้มีการนำข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data) เพื่อมาวิเคราะห์หาแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ งานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) เหล่านี้เพื่อทำให้ข้อมูลขนาดใหญ่และซับซ้อนนั้นชัดเจนและสามารถเข้าใจได้ง่าย ในรูปแบบของการแสดงภาพข้อมูล (Data visualization) จัดลำดับความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศเชิงพื้นที่ และนำเทคนิคการเรียนรู้เครื่องจักร (Machine learning) มาใช้ในการสร้างแบบจำลองการทำนายความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศ

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) และนำเสนอให้อยู่ในรูปแบบของแผนภาพวิเคราะห์ (Data visualization)
2. ใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine learning) เพื่อทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2564
2. ศึกษาการสร้างแบบจำลองในการทำนายความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงถดถอยโดยใช้อัลกอริทึมชนิด ป่าไม้ตัดสินใจ (Random Forest) และโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) และประเมินความแม่นยำของแบบจำลองผ่านค่าดัชนี ได้แก่ ค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ค่าคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กำลังสอง (R^2) เพื่อทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในปี 2565

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

- 1.ทราบถึงพื้นที่กรุงเทพมหานครที่มีความเสี่ยงด้านมลพิษทางอากาศ และสามารถจัดลำดับความอันตรายของแต่ละพื้นที่
- 2.ทราบถึงความสามารถในการวิเคราะห์และทำนายข้อมูลของแบบจำลองที่สร้างจากอัลกอริทึมแต่ละชนิด
3. สร้างแบบจำลองในการทำนายความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

บทที่ 2

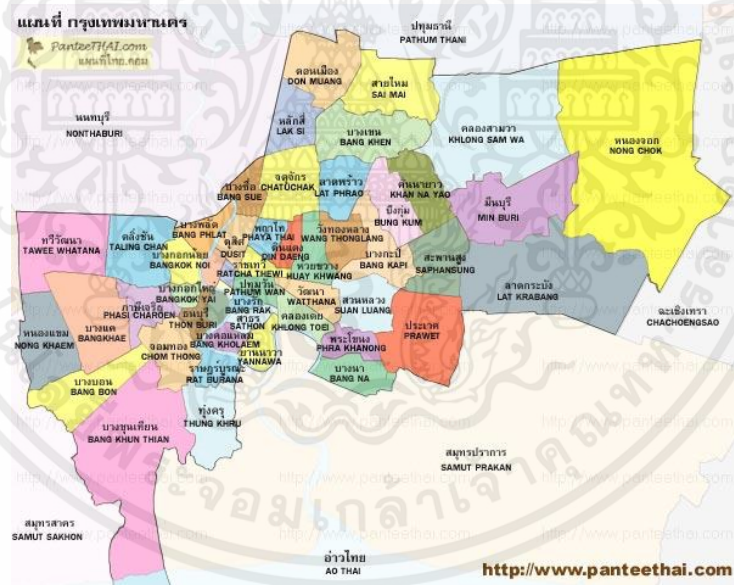
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลที่เป็นสำหรับการศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลและการเรียนรู้ของเครื่องจักรเพื่อการทำนายคุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ได้แก่ ข้อมูลโดยทั่วไปของกรุงเทพมหานคร ข้อมูลของมลพิษทางอากาศ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศ เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล และการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning)

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกรุงเทพมหานคร

2.1.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ [2]

กรุงเทพมหานครตั้งอยู่ในภาคกลาง มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ประมาณ ละติจูด 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ ลองจิจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก อยู่เหนือปากอ่าวไทยประมาณ 25 กิโลเมตร มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านกลาง มีพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.1 [3]



รูปที่ 2.1 แผนที่กรุงเทพมหานคร

- 1) ทิศเหนือ ตั้งอยู่ติดกับ จังหวัดนนทบุรีและจังหวัดปทุมธานี
- 2) ทิศใต้ ตั้งอยู่ติดกับ จังหวัดสมุทรปราการและอ่าวไทย
- 3) ทิศตะวันออก ตั้งอยู่ติดกับ จังหวัดฉะเชิงเทรา
- 4) ทิศตะวันตก ตั้งอยู่ติดกับ จังหวัดนครปฐมและจังหวัดสมุทรสาคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ลักษณะทางภูมิอากาศ [2]

กรุงเทพมหานครอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ

- 1) มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปกคลุมในช่วงฤดูหนาวส่งผลให้กรุงเทพมหานครมีอากาศเย็นและแห้ง
- 2) มรสุมอีกชนิดหนึ่งคือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปกคลุมในช่วงฤดูฝนส่งผลให้อากาศชื้นและมีฝนตก

2.1.3 ฤดูกาล [2]

หากพิจารณาตามลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทย จะสามารถแบ่งฤดูกาลของกรุงเทพมหานครได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

- 1) ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ และจะเริ่มมีอากาศหนาวประมาณกลางเดือนพฤศจิกายน
- 2) ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม และจะร้อนมากที่สุดในเดือนเมษายน
- 3) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และจะเริ่มมีฝนตกมากขึ้นตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป โดยเดือนกันยายนจะเป็นเดือนที่มีมีความชื้นสูงและฝนตกมากที่สุด

2.2 มลพิษทางอากาศ [4,5]

มลพิษทางอากาศ คือ การปนเปื้อนของสภาพอากาศโดยสารเคมีหรือสารชีวภาพใดๆที่ทำให้เกิดอันตรายต่อคน สัตว์ พืช และรวมถึงสิ่งไม่มีชีวิต โดยมลพิษทางอากาศมีแหล่งกำเนิดทั้งจากมนุษย์และธรรมชาติ การจำแนกประเภทมลพิษทางอากาศตามชนิดของสารมลพิษในชั้นบรรยากาศสามารถจำแนกได้เป็น สารมลพิษทางอากาศชนิดปฐมภูมิ (primary air pollutants) และ สารมลพิษทางอากาศชนิดทุติยภูมิ (secondary air pollutants) สารมลพิษทางอากาศชนิดปฐมภูมิคือ สารที่ถูกปลดปล่อยเข้าสู่ชั้นบรรยากาศโดยตรงจากแหล่งกำเนิด ส่วนสารมลพิษทางอากาศชนิดทุติยภูมิ คือ มลพิษที่เกิดจากสารเคมีในชั้นบรรยากาศทำปฏิกิริยาต่อกัน อาทิเช่น ก๊าซโอโซนที่มาจากปฏิกิริยาโฟโตเคมี มลพิษเหล่านี้สามารถก่อให้เกิดอันตรายหรือส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจได้ หากร่างกายสูดดมหรือได้รับเข้าไปเป็นเวลานาน มลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาสำคัญได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซโอโซน (O_3) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งมลพิษดังกล่าวเป็นสาเหตุสำคัญของการเจ็บป่วยและเสียชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) : เป็นก๊าซพิษไม่มีกลิ่น ไม่มีสี ที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เช่น น้ำมันปิโตรเลียม น้ำมันดีเซล หากร่างกายได้รับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในปริมาณมากจะส่งผลให้เกิดอาการมึนงง ง่วงนอน และอาจทำให้เกิดอาการขาดออกซิเจนได้เนื่องจากก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์นี้จะไปจับตัวกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดทำให้ปริมาณออกซิเจนในเลือดต่ำลง

ฝุ่นที่มีขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) : มีลักษณะเป็นฝุ่นละเอียดและมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า อีกทั้งยังสามารถผ่านระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ โดยมีแหล่งกำเนิดจากทั้งปฏิกิริยาเคมีและฟิสิกส์ อาทิเช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาชีวมวล (รวมถึงการเผาในที่โล่ง) การจราจร โรงงานอุตสาหกรรม และไฟฟ้า

ฝุ่นที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) : เป็นสารแขวนลอยอนุภาคหยาบ ที่โดยทั่วไปแล้วจะอยู่รูปของเขม่า ฝุ่น และควัน โดยมีสาเหตุมาจากการเผาในที่โล่ง การเผาไหม้เชื้อเพลิง การบด การโม่ และกระบวนการอุตสาหกรรม ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากเมื่อหายใจเข้าไป ฝุ่นจะสามารถเข้าไปสะสมในระบบทางเดินหายใจ จึงเกิดการระคายเคือง หายใจลำบาก และแน่นหน้าอก

2.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของมลพิษในอากาศ [6,7]

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของมลพิษในอากาศได้แก่ ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา และลักษณะทางภูมิศาสตร์

อุตุนิยมวิทยาเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวกับบรรยากาศและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ฤดู มรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะมีผลต่อความกดอากาศ ความชื้น ทิศทางลมประจำฤดู สภาพอากาศ ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิ ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองในฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีปริมาณสูงเนื่องจากมีสภาพอากาศที่แห้ง และยังมีทิศทางลมตะวันตกเฉียงเหนือพัดพาฝุ่นละอองจากการเผาชีวมวลในพื้นที่เกษตรกรรมภาคกลางเข้าสู่พื้นที่กรุงเทพมหานคร รวมถึงการแปรปรวนของสภาพอากาศในแต่ละวัน หากในช่วงวันดังกล่าวมีความกดอากาศสูง อุณหภูมิต่ำ ท้องฟ้าปิด สภาพอากาศสงบนิ่งไม่แพร่กระจายตัว จะเกิดการสะสมของมลพิษทำให้ระดับมลพิษสูงกว่าปกติ

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ เช่น ชายฝั่งทะเล ภูเขา หุบเขา รวมถึงสิ่งกีดขวางลมที่ส่งผลกระทบต่อการแพร่ เช่น อาคารและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งภายในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีการสร้างตึกและพื้นที่อยู่อาศัยจำนวนมาก ทำให้การระบายของอากาศลดลง จึงเกิดการสะสมภายในเขตตัวเมืองมากขึ้น

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) [8]

การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นกระบวนการเรียบเรียงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงลึกโดยมีจุดประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ ความหมาย หรือคำตอบสำหรับปัญหาที่เกิดขึ้น ความสำคัญของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงสถานการณ์และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นผ่านชุดข้อมูลดิบ เพื่อให้สามารถเห็นถึงข้อเท็จจริงหรือปัญหาจากการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักๆ ได้แก่ [8]

2.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบพรรณนา

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา[9,10] เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลแบบพื้นฐาน เพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูลผ่านทาง การคำนวณทางคณิตศาสตร์และสถิติ เช่น การหาสัดส่วน ร้อยละ การวัดค่ากลางของข้อมูล การวัดการกระจายของข้อมูล และการหาความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลเพื่อพรรณนาหรือบรรยายข้อมูล

2.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบวินิจฉัย

การวิเคราะห์เชิงวินิจฉัยคือ [9,11] เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล การวิเคราะห์เชิงวินิจฉัยใช้ข้อมูลในอดีตเพื่อ หาข้อสรุปเกี่ยวกับ สิ่งที่เกิดพลาดและเหตุผลที่เกิดความผิดพลาด เพื่อช่วยให้ตัดสินใจว่าจะแก้ไขข้อผิดพลาดอย่างไรหลังจากเกิดขึ้น ปรับปรุงโดยการเรียนรู้ของเครื่อง หลีกเลียงอคติและ การตีความเหตุปัจจัยแบบผิดๆ

2.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบพยากรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบพยากรณ์ [9] คือการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ข้อมูลในอดีตและปัจจุบันมาใช้ในการคาดการณ์ การทำนาย หรือการพยากรณ์ เพื่อหาแนวโน้มที่สิ่งหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่น่าจะขึ้นตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยใช้แบบจำลองทางสถิติร่วมกับการนำปัญญาประดิษฐ์ การวิเคราะห์ข้อมูลแบบพยากรณ์สามารถ ช่วยในการคาดการณ์ความเสี่ยงและโอกาส สภาพอากาศ หรือผลการเลือกตั้ง เป็นต้น การทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบพยากรณ์ ที่แม่นยำนั้น ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูล

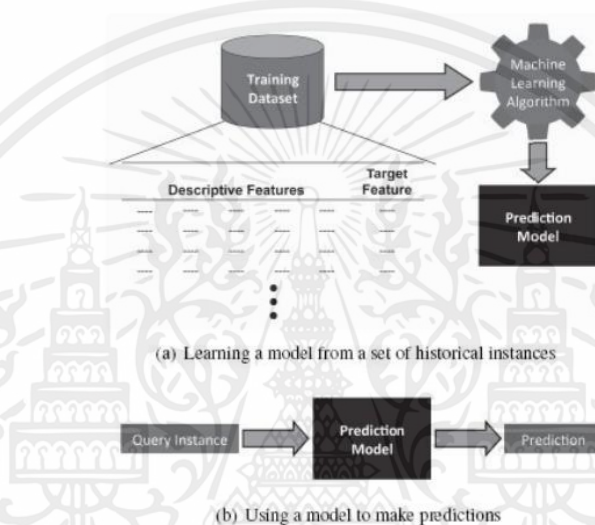
2.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบให้คำแนะนำ

การวิเคราะห์แบบให้คำแนะนำ [9] เป็นรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความซับซ้อนมากที่สุด เพราะต้องพยากรณ์หรือทำนายพร้อมทั้งให้ช่วยแนะนำแนวทางการดำเนินการที่เหมาะสม รวมถึงผลที่จะตามมาของแต่ละแนวทางนั้นๆ รวมทั้งมีความสามารถในการปรับเปลี่ยนการวิเคราะห์ เมื่อได้รับข้อมูลเพิ่มเติมเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการวิเคราะห์แบบให้คำแนะนำจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่จำนวนมากที่หลากหลายและกว้างขวาง

2.5 การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning)

2.5.1 ความหมายของการเรียนรู้ของเครื่องจักร

การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) ถูกนิยามให้เป็นกระบวนการอัตโนมัติในการหารูปแบบของข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการคาดการณ์ ขั้นตอนการเรียนรู้ของเครื่องจักรเริ่มต้นจากการนำชุดข้อมูลเรียนรู้ (Training Dataset) ผ่านอัลกอริทึมของเครื่องจักรเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองในการทำนายหรือคาดการณ์ข้อมูลถัดไป จากนั้นจึงนำข้อมูลป้อนเข้ามาใช้ทำนายข้อมูลที่เราส่งไปผ่านแบบจำลอง [12] รูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองโดยการเรียนรู้ของเครื่องจักร [12]

2.5.2 การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) [12]

การเรียนรู้แบบมีผู้สอน เป็นหนึ่งในวิธีการสร้างแบบจำลองจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องที่มีการระบุชื่อหรือชนิดของข้อมูลและตัวแปรที่สนใจโดยใช้ข้อมูลในอดีต [12]

2.5.2.1 การวิเคราะห์เชิงถดถอย (Regression)

การวิเคราะห์เชิงถดถอย เป็นการสร้างโมเดลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องและทำนายข้อมูลที่มีความต่อเนื่อง ตัวอย่างของอัลกอริทึมที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องจักร ได้แก่

1) ป่าไม้ตัดสินใจ (Random Forest: RF) ป่าไม้ตัดสินใจ (Random Forest) เป็นอัลกอริทึมที่พัฒนามาจากต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) จำนวนมาก เพื่อสร้างแบบจำลองที่มีความแม่นยำยิ่งขึ้น โดยใช้การโหวตเสียงส่วนมากจากต้นไม้ตัดสินใจหลายต้นเพื่อตัดสินผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

2) โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network : ANN) โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network : ANN) เป็นอัลกอริทึมที่จำลองกระบวนการเรียนรู้จากสิ่งมีชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากระบบประสาท โดยจำลองจากการทำงานของเซลล์ประสาทที่เป็นหน่วยในการประมวลผล เป็นการเชื่อมต่อโครงข่ายที่ซับซ้อนตามสถิติและคณิตศาสตร์โดยมีพื้นฐานมาจากเซลล์ประสาทของสมองมนุษย์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ที่ไม่เชิงเส้นตรง ระหว่างตัวแปรที่ต้องการทำนาย และตัวแปรที่ใช้ในการทำนาย [12]

2.5.3 การประเมินประสิทธิภาพการทำนายแบบจำลองสำหรับการเรียนรู้ของเครื่องจักร

การประเมินประสิทธิภาพการทำนายแบบจำลองสามารถประเมินได้จากความต่างระหว่างค่าการทำนายและค่าที่เกิดขึ้นจริง ได้จากพารามิเตอร์ทางสถิติต่างๆ ตามลักษณะการทำนายของแบบจำลอง [13] ได้แก่

2.5.3.1 การประเมินประสิทธิภาพการทำนายแบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์การถดถอย

1) ค่าคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) [13]

สมการแสดงการคำนวณ MAE แสดงดังสมการที่ 2.2

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |y_i - \bar{y}| \quad (2.2)$$

เมื่อ $|y_i - \bar{y}|$ แสดงถึงค่าสัมบูรณ์ของข้อผิดพลาด และ N ชี้ให้เห็นถึงจำนวนของข้อผิดพลาด

2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) [13]

สมการแสดงการคำนวณ R แสดงดังสมการที่ 2.3

$$R = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.3)$$

เมื่อ x_i คือ ค่าของตัวแปร x ในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปร x

y_i คือ ค่าของตัวแปร y ในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{y}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปร y

3) รากที่สองค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) [14]

สมการแสดงการคำนวณ MSE แสดงดังสมการที่ 2.4

$$RMSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sqrt{(y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (2.4)$$

เมื่อ $(y_i - \bar{y}_i)$ คือ ผลต่างระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลจากการทำนาย

N คือ ขนาดของข้อมูลตัวอย่าง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Asli และคณะ [15] ได้ทำการทำนายความเข้มข้น PM_{10} โดยนำข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009 ถึงปี ค.ศ. 2017 จาก 7 สถานีที่ตั้งอยู่ในเมืองอังการา ประเทศตุรกีเป็นข้อมูลสอนสำหรับโมเดล และใช้ข้อมูลปี ค.ศ. 2018 จากสถานีบางส่วนมาใช้ในการทดสอบแบบจำลอง เพื่อใช้ในการทำนายความเข้มข้นของ PM_{10} ของสถานีที่สนใจ ในปี ค.ศ. 2018 โดยข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองได้แก่ ความเข้มข้นของ PM_{10} เชิงพื้นที่และพฤติกรรมการใช้พื้นที่ ได้แก่ ความหนาแน่นของประชากร รายได้ การใช้ก๊าซธรรมชาติ การขนส่งทางบก และความหนาแน่นของอุตสาหกรรม และโมเดลที่ใช้จะมี LASSO regression (LASSO), Support vector regression (SVR), Random Forest (RF), K-Nearest Neighbor (KNN), eXtreme gradient boosting (XGBoost), Artificial Neural Networks (ANN) ใช้ค่ากัชนีทางสถิติเป็น R^2 , RMSE, MAE จากการทดสอบพบว่าโมเดล Artificial neural networks (ANN) แสดงประสิทธิภาพได้ดีที่สุดในสถานีที่ 4, 5, 6 และ 7 และในสถานีที่ 1, 2 และ 3 พบว่าโมเดล Random Forest (RF) และ K-Nearest Neighbor (KNN) แสดงประสิทธิภาพได้ดีที่สุด

Khushi [16] และคณะ ได้นำข้อมูลคุณภาพอากาศ ตั้งแต่ 1 มกราคม ค.ศ. 2010 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 2014 ของเมืองปักกิ่ง ประเทศจีน โดยนำเอาข้อมูลใน 3 ปีแรกมาใช้เป็นข้อมูลในการสอนโมเดล และข้อมูลสำหรับทดสอบประสิทธิภาพ แล้วจึงนำโมเดลที่ดีที่สุดได้มาใช้กับข้อมูลปี ค.ศ. 2014 โดยจะมีข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ ความเข้มข้น $PM_{2.5}$, เวลา, อุณหภูมิ, ทิศทางลม, ความเร็วลม, ชั่วโมงหิมะ ตกสะสม, ชั่วโมงฝนตกสะสมและ ความดัน โมเดลที่ใช้ ได้แก่ Multi-Layer Perceptron (MLP), Random Forest (RF), Decision Tree (DT), K-Nearest Neighbor (KNN), Linear Regression (LR), Stochastic Gradient Descent (SGD) ใช้ค่าดัชนีทางสถิติเป็น R^2 MSE Bias จากการทดสอบพบว่าโมเดล Multi-Layer Perceptron (MLP) ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ดังนี้ $R^2 = 0.99$, $MSE = 0.720$, $Bias = 0.451$ และจากการนำโมเดล Multi-Layer Perceptron (MLP) ไปใช้กับข้อมูลปี 2014 ได้ผลลัพธ์ดังนี้ $R^2 = 0.954$, $MSE = 414$, $Bias = -1.94$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chavi และคณะ[17] ได้นำข้อมูลอากาศในเดือน มกราคม ค.ศ. 2016 ถึง กันยายน ค.ศ. 2017 จาก 3 สถานี ประกอบด้วย สถานี ปัญจาบแบกห์(Punjabi Bagh), R.K. Puram, AnandVihar มาใช้กับโมเดลเพื่อทำการทำนาย ดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI)ประกอบด้วย $PM_{2.5}$, PM_{10} , CO, NO_2 , O_3 , และ SO_2 โดยข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ อุณหภูมิ, ทิศทางลม, ความเร็วลม, ความชื้นสัมพัทธ์ และดัชนีคุณภาพอากาศที่กล่าวถึง โมเดลที่ใช้ ได้แก่ Multi-Layer Perceptron (MLP), Random Forest Regression (RFR), Decision Tree Regression (DTR), K-Nearest Neighbor (KNN), Linear Regression (LR), Stochastic Gradient Descent (SGD), Support Vector Regression (SVR), Gradient Boosting Regression (GBR), Adaptive Boosting Regression (ABR) และใช้ค่าดัชนีทางสถิติเป็น R^2 , MSE, MAE จากการทดสอบพบว่า โมเดลที่มีประสิทธิภาพโดยรวมดีที่สุดสามอันดับแรกได้แก่ Gradient Boosting Regression (GBR), Multi-Layer Perceptron (MLP), Support Vector Regression (SVR)

Anurag และคณะ [18]ได้นำข้อมูลคุณภาพอากาศที่เมืองกาชียาบาด ประเทศอินเดีย ในปี ค.ศ. 2019 ถึง ปีค.ศ. 2020 โดยแบ่งข้อมูลเป็น 3 ฤดู แต่ละฤดูแบ่งข้อมูล 2 ชุดเป็นชุดสำหรับเรียนรู้ คิดเป็น ร้อยละ 80 และ ชุดสำหรับทดสอบโมเดลคิดเป็นร้อยละ 20 ข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน (RF) ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) อุณหภูมิ (TEMP) ความเร็วลม (WS) การแผ่รังสีแสงอาทิตย์ (SR) ทิศทางลม (WD) และความดันบรรยากาศ(AP) ความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$, PM_{10} , CO, NO_2 , O_3 , และ SO_2 โมเดลที่ใช้ได้แก่ Gradient Boosting Machine (GBM), Multi-Layer Perceptron (MLP), Support Vector Regression (SVR) โดยในตอนแรกนั้นได้ทำการหา Variable importance ranking ของมลพิษและค่าทางกรมอุตุนิยมวิทยาว่าส่งผลต่อความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} มากเพียงใดโดยใช้ Spearman's rank correlation coefficient พบว่า CO, NO_2 , ความดันบรรยากาศ(AP), ปริมาณน้ำฝน (RF), ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ส่งผลต่อความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} มากที่สุดตามลำดับ และจากการทดสอบโมเดลพบว่า โมเดล Gradient Boosting Machine (GBM) ให้ผลลัพธ์ดีที่สุด

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในงานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศเพื่อศึกษาข้อมูลมลพิษอากาศในกรุงเทพมหานครระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง ปี พ.ศ. 2564 และทำนายความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในปี พ.ศ. 2565 โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นตอนการรวบรวมหลักฐานและเหตุการณ์ในรูปแบบต่างๆ สำหรับการวิเคราะห์ในรูปแบบต่างๆ งานวิจัยนี้มีรวบรวมข้อมูลโดยมีขอบเขตการศึกษาในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจาก 2 แหล่งข้อมูล ได้แก่

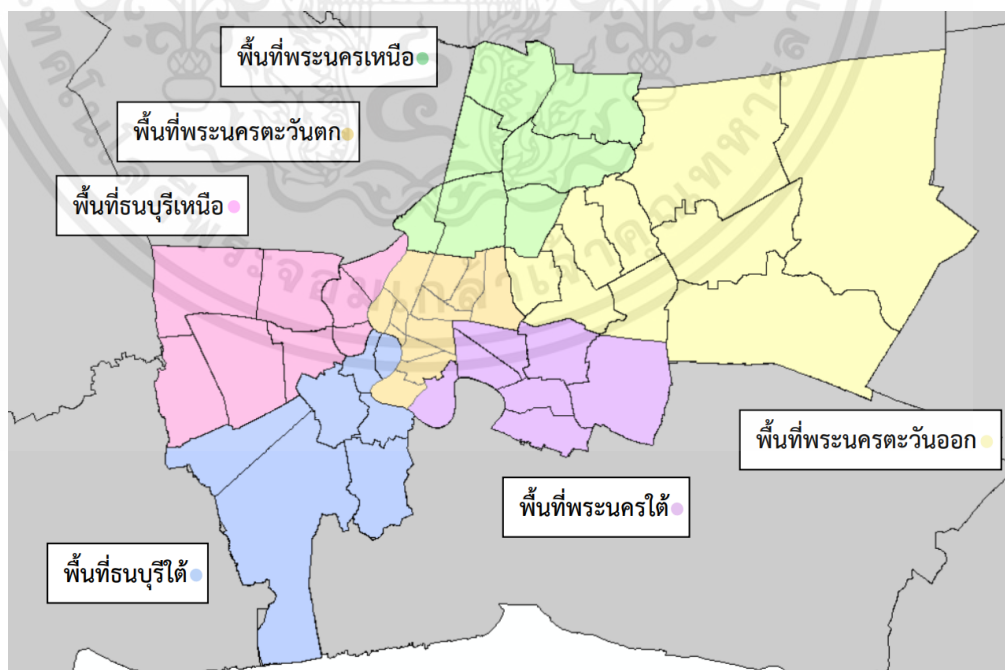
1) กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม เป็นข้อมูลรายชั่วโมงของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนตริกออกไซด์ (NO) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ก๊าซโอโซน (O₃) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ค่าการแผ่รังสีสุทธิของดวงอาทิตย์ (Net solar radiation) ค่าการแผ่รังสีของโลก (Global radiation) ค่าความกดอากาศ (Pressure) ปริมาณน้ำฝน ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ค่าการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ (Solar radiation) อุณหภูมิ ค่าความเร็วลม และทิศทางของลม ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ จำนวน 23 สถานี

2) กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร เป็นข้อมูลรายชั่วโมงของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ในสวนสาธารณะของกรุงเทพมหานคร จำนวน 20 สถานี และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ก๊าซโอโซน (O₃) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ค่าความเร็วลม และทิศทางของลมของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ จำนวน 50 สถานี

3.2 การแบ่งกลุ่มพื้นที่ภายในกรุงเทพมหานคร

การแบ่งกลุ่มภายในพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อทำการวิเคราะห์เชิงลึกในแต่ละพื้นที่ โดยจะแบ่งพื้นที่เขตในกรุงเทพมหานครทั้ง 50 เขต ออกเป็นพื้นที่ 6 ส่วน แสดงได้ดังรูปที่ 3.1 ได้แก่

- 1) พื้นที่ธนบุรีเหนือ ซึ่งจะประกอบด้วย เขตบางกอกใหญ่, เขตตลิ่งชัน, เขตภาษีเจริญ, เขตบางกอกน้อย, เขตหนองแขม, เขตบางพลัด, เขตบางแค และเขตทวีวัฒนา
- 2) พื้นที่ธนบุรีใต้ ซึ่งจะประกอบไปด้วย เขตธนบุรี, เขตคลองสาน, เขตจอมทอง, เขตทุ่งครุ, เขตราษฎร์บูรณะ, เขตบางขุนเทียน และเขตบางบอน
- 3) พื้นที่พระนครเหนือ ซึ่งจะประกอบไปด้วย เขตบางเขน, เขตบางซื่อ, เขตจตุจักร, เขตหลักสี่, เขตดอนเมือง, เขตลาดพร้าว และเขตสายไหม
- 4) พื้นที่พระนครตะวันออก ซึ่งจะประกอบไปด้วย เขตหนองจอก, เขตบางกะปิ, เขตมีนบุรี, เขตลาดกระบัง, เขตคลองสามวา, เขตคันนายาว, เขตสะพานสูง, เขตวังทองหลาง และเขตบึงกุ่ม
- 5) พื้นที่พระนครใต้ ซึ่งจะประกอบไปด้วย เขตพระโขนง, เขตยานนาวา, เขตประเวศ, เขตคลองเตย, เขตสวนหลวง, เขตวัฒนา และเขตบางนา
- 6) พื้นที่พระนครเหนือตะวันตก ซึ่งจะประกอบไปด้วย เขตพระนคร, เขตดุสิต, เขตบางรัก, เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย, เขตปทุมวัน, เขตสัมพันธวงศ์, เขตพญาไท, เขตห้วยขวาง, เขตสาทร, เขตดินแดง, เขตบางคอแหลม และเขตราชเทวี

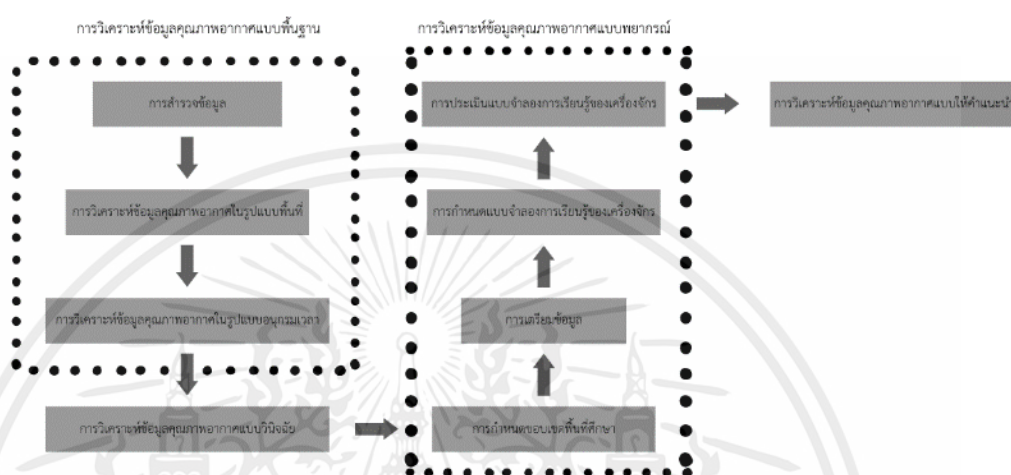


รูปที่ 3.1 การแบ่งพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพอากาศ

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการทำนายมลพิษทางอากาศระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง ปี พ.ศ. 2564 มีขั้นตอนดังรูปที่ 3.2 โดยประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศแบบพื้นฐาน และ การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศแบบพยากรณ์



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศแบบพื้นฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบพื้นฐาน เป็นขั้นตอนในการศึกษาข้อมูลเพื่อวิเคราะห์แนวโน้ม ความสัมพันธ์ของชุดข้อมูล โดยใช้อธิบายผ่านค่าทางสถิติ และการนำเสนอภาพข้อมูล (Data Visualization) มีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 การสำรวจข้อมูล

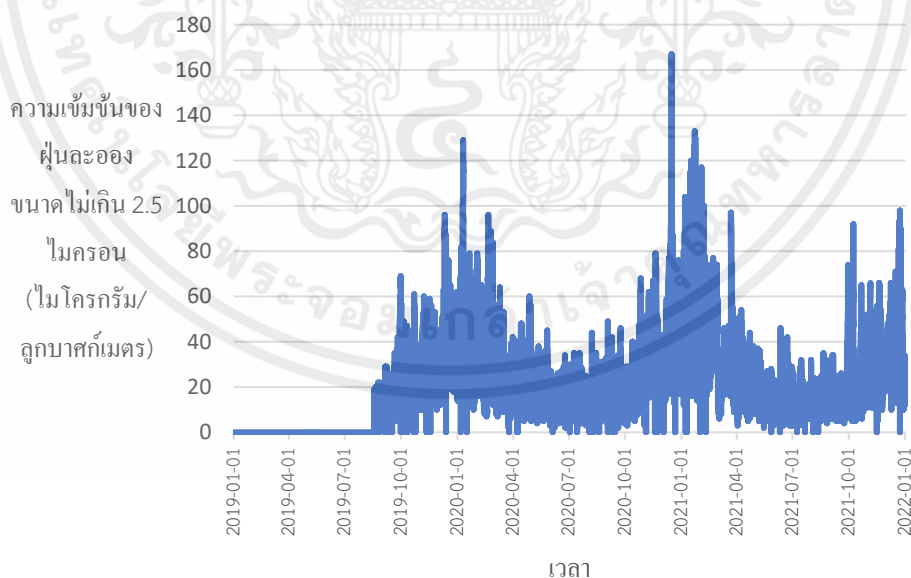
เนื่องจากข้อมูลคุณภาพอากาศรายชั่วโมงในปี พ.ศ. 2562 ถึงปี พ.ศ. 2564 มีปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องมีการสำรวจชุดข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจและทำความเข้าใจกับชุดข้อมูล โดยการหาข้อมูลทางสถิติของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศต่างๆ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2019 ตัวอย่างค่าพารามิเตอร์ทางสถิติรายชั่วโมงของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (O2t) แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่าพารามิเตอร์ทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ $PM_{2.5}$ สถานี 02t
ค่าสูงสุด (Maximum)	167.000
ค่าต่ำสุด (Minimum)	2.000
จำนวนข้อมูล (Count)	20610.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	24.082
ค่ามัธยฐาน (Median)	19.000
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	16.247
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.113

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบอนุกรมเวลา

การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบอนุกรมเวลา เป็นการศึกษาของข้อมูลคุณภาพอากาศในช่วงเวลาต่างๆ และนำเสนอในรูปแบบของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศและเวลาเพื่อประกอบการตัดสินใจในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา ดังรูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบของอนุกรมเวลาปี พ.ศ. 2562 ถึง ปี พ.ศ. 2564



รูปที่ 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ของสถานี 02t ในรูปแบบอนุกรมเวลาในช่วงปี พ.ศ 2562 ถึง พ.ศ 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การสร้างแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องจักรในการพยากรณ์

การสร้างแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องจักรในการพยากรณ์ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

3.5.1 การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning)

การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ แก้ไข ลบ หรือ แทนที่ข้อมูลที่มีเสียหายหรือไม่ถูกต้องจากชุดข้อมูล เพื่อให้พร้อมกับการนำไปใช้งานมากที่สุด คณะผู้จัดทำได้มีการใช้โปรแกรม Visual Studio Code โดยใช้ฟังก์ชัน `isna()` ใน library pandas DataFrame เพื่อตรวจสอบและลบข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์จากชุดข้อมูล แสดงดังรูปที่ 3.4

A	B	C	D	E	F	G	H
date	hours	PM2.5	Windspeed	Winddir	Temp	Relhum	Pressure
06/06/2022 20:00		8.12	*1	*1	*1	*1	*1
06/06/2022 21:00		6.02	*1	*1	*1	*1	*1
06/06/2022 22:00		6.99	*1	*1	*1	*1	*1
06/06/2022 23:00		11.95	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 00:00		12.99	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 01:00		12.01	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 02:00		12.99	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 03:00		7.06	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 04:00		12.94	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 05:00		13.99	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 06:00		19.94	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 07:00		18.02	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 08:00		21.96	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 09:00		16.06	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 10:00		2.15	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 11:00		9.92	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 12:00		10.00	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 13:00		13.96	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 14:00		13.01	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 15:00		9.04	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 16:00		6.03	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 17:00		10.95	*1	*1	*1	*1	*1
07/06/2022 18:00		10.01	*1	*1	*1	*1	*1

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างข้อมูลตรวจวัดในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตพญาไท
ก่อนการทำความสะอาดข้อมูล

3.5.2 การจัดกลุ่มข้อมูลในการสร้างแบบจำลอง (Grouping Data)

การจัดกลุ่มข้อมูลในการสร้างแบบจำลอง คณะผู้จัดทำได้มีการแบ่งกลุ่มพื้นที่ศึกษาภายในกรุงเทพมหานคร ตามหัวข้อที่ 3.2 รายชื่อสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานครจากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม และกองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักงานสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ในกลุ่มพื้นที่ศึกษาต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.2 - 3.7 ตามลำดับ เพื่อสร้างแบบจำลองในการทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ที่เหมาะสมในแต่ละเขตพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 3.2 เขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่ธนบุรีเหนือ

รหัส	ชื่อสถานี	ตำแหน่ง
02t	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กทม.
02.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางกอกใหญ่	บริเวณสี่แยกท่าพระ แขวงวัดท่าพระ
03.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตตลิ่งชัน	ถนนพุทธมณฑลสาย 1 ตัดกับถนนบรมราชชนนี
04.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตทวีวัฒนา	ทางเข้าสนามหลวง 2
05.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางแค	ภายในสำนักงานเขตบางแค
06.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตหนองแขม	สามแยกข้างป้อมตำรวจ ถนนมาเจริญ เพชรเกษม 81
12.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางกอกน้อย	บริเวณหน้าสถานีตำรวจรถไฟ บางกอกน้อย
14.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตภาษีเจริญ	หน้ามหาวิทยาลัยสยาม ทางเข้ามหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 เขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่ธนบุรีใต้

รหัส	ชื่อสถานี	ตำแหน่ง
03t	ริมถนนกาญจนาภิเษก เขตบางขุนเทียน	ริมถนนกาญจนาภิเษก แขวงสามตำ เขตบางขุนเทียน กทม.
17t	บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	ต.ตลาด อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ
52t	ริมถนนอินทราพิทักษ์	ริมถนนพระรามสี่ แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กทม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

07.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางบอน	ใกล้ตลาดสุขสวัสดิ์
08.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตจอมทอง	ภายในสำนักงานเขตจอมทอง
09.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตทุ่งครุ	หน้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
17.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตธนบุรี	ริมป้ายรถเมล์บริเวณแยกมไหศวรรย์
18.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตคลองสาน	บริเวณหน้าห้องสมุดใต้สะพานสมเด็จพระเจ้าตากสิน
19.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางขุนเทียน	ภายในสำนักงานเขตบางขุนเทียน

ตารางที่ 3.4 เขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่พระนครเหนือ

รหัส	ชื่อสถานี	ตำแหน่ง
23.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตจตุจักร	บริเวณด้านหน้ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
26.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางเขน	ภายในสำนักงานเขตบางเขน
27.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางซื่อ	ภายในสำนักงานเขตบางซื่อ
41.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตหลักสี่	ภายในสำนักงานเขตหลักสี่
44.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตดอนเมือง	ถนนเวฬุวนาราม แขวงทุ่งสีกัน เขตดอนเมือง
46.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตลาดพร้าว	ภายในสำนักงานเขตลาดพร้าว
48.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตสายไหม	ป้ายรถเมล์ด้านหน้าสำนักงานเขตสายไหม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 เขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่พระนครใต้

รหัส	ชื่อสถานี	ตำแหน่ง
05t	กรมอุตุนิยมวิทยาบางนา	แขวงบางนา เขตบางนา กทม.
12t	โรงเรียนนนทรีวิทยา	แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กทม.
21.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตคลองเตย	ภายในสำนักงานเขตคลองเตย
28.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางนา	บริเวณหน้าห้าง สรรพสินค้าบิ๊กซี บางนา
31.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตประเวศ	ด้านหน้าห้างสรรพสินค้าซีคอน สแควร์
35.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตยานนาวา	ใกล้ธนาคารกรุงศรีอยุธยา สำนักงานใหญ่
39.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตวัฒนา	ตรงข้าม noble Reveal
47.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตสวนหลวง	ด้านหน้าสำนักงานเขตสวนหลวง

ตารางที่ 3.6 เขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่พระนครตะวันออก

รหัส	ชื่อสถานี	ตำแหน่ง
10t	เคหะชุมชนคลองจั่น	แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กทม.
53t	สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	ริมถนนลาดพร้าว แขวงวัง ทองหลาง เขตวังทองหลาง กทม.
61t	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กทม.
22.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตคลองสามวา	ภายในสำนักงานเขตคลองสามวา
25.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางกะปิ	ข้างป้อมตำรวจตรงข้ามสำนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบึงกุ่ม	ภายในสำนักงานเขตบึงกุ่ม
37.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตลาดกระบัง	ด้านหน้าโรงพยาบาลลาดกระบัง ข้างป้อมตำรวจ
38.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตเขตวัง ทองหลาง	ด้านหน้าปั้มน้ำมัน เอสโซ่ ซ. ลาดพร้าว 95
40.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตสะพานสูง	ภายในสำนักงานเขตสะพานสูง
43.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตคันนายาว	บริเวณปากทางถนนสวนสยามตัด กับถนนรามอินทรา
45.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตมีนบุรี	สวนเฉลิมพระเกียรติ ร.9 ตรงข้าม สำนักงานเขตมีนบุรี
49.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตหนองจอก	บริเวณหน้าสำนักงานเขตหนอง จอก

ตารางที่ 3.7 เขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่พระนครตะวันตก

รหัส	ชื่อสถานี	ตำแหน่ง
11t	สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	แขวงดินแดง เขตดินแดง กทม.
50t	โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์	ริมถนนพระรามสี่ แขวงปทุมวัน เขต ปทุมวัน กทม.
54t	การเคหะดินแดง	ริมถนนดินแดง แขวงดินแดง เขตดิน แดง กทม.
59t	กรมประชาสัมพันธ์	แขวงพญาไท เขตพญาไท กทม.
01.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตดุสิต	ริมสวนหย่อมตรงข้ามสำนักงานเขต ดุสิต
10.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตพระนคร	ภายในสำนักงานเขตพระนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตสัมพันธวงศ์	บริเวณหน้าห้วมุม ชุมประตูลิမ်พระเกียรดี (วงเวียนโอเดียน)
15.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางรัก	ข้างป้อมตำรวจหน้าลานบางรักเลิฟลี่ พลาซ่า
16.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตสาทร	สี่แยกหน้าสำนักงานเขตสาทร
20.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางคอแหลม	ภายในสำนักงานเขตบางคอแหลม
30.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตปทุมวัน	หน้าห้างสามย่านมิตรทาวน์
32.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย	ด้านหน้าสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
33.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตพญาไท	หน้าแพลตฟอร์มรถโดยสารสาธารณะ โรงพยาบาลวิชัยยุทธ ตรงข้ามกระทรวงการคลัง
42.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตห้วยขวาง	ภายในสำนักงานเขตห้วยขวาง
50.bkk	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตราชเทวี	ภายในสำนักงานเขตราชเทวี

3.5.3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

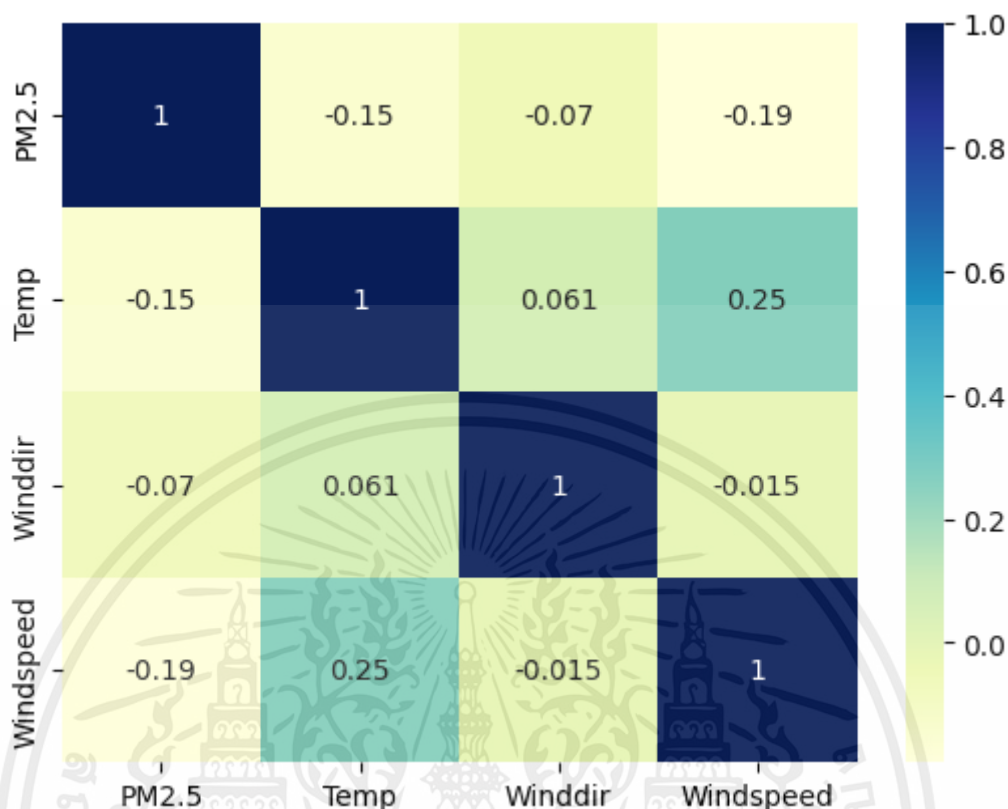
การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) เป็นขั้นตอนการเตรียมชุดข้อมูลสำหรับการป้อนเข้าการเรียนรู้ของเครื่องจักรในการทำนาย โดยเป็นการศึกษาค่าทางสถิติของข้อมูลในเขตพื้นที่ต่างๆ โดยตัวอย่างค่าทางสถิติของข้อมูลที่ตรวจวัดของเขตสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ในกลุ่มพื้นที่ธนบุรีได้ แสดงดังตารางที่ 3.8 รวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของข้อมูล ผ่านแผนภาพเมทริกซ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation matrix) ตัวอย่างของแผนภาพเมทริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลตรวจวัดของเขตรถสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ในกลุ่มพื้นที่ธนบุรีได้แสดงดังรูปที่ 3.5 มีการกำหนดชนิดของข้อมูลที่ต้องการป้อนเข้าโดยอ้างอิงจากชนิดของข้อมูลที่มีร่วมกันของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่นั้นๆ ข้อมูลป้อนเข้าที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองได้แก่ ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในชั่วโมงปัจจุบัน และ 1 ชั่วโมงก่อนหน้า ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางลม เป็นต้น ในชั่วโมงปัจจุบัน และ 1 ชั่วโมงก่อนหน้า ข้อมูลป้อนออกจากแบบจำลองได้แก่ ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในชั่วโมง 1, 2 และ 3 ชั่วโมงล่วงหน้า จากนั้นจึงนำข้อมูลมาการปรับช่วงขอบเขตของข้อมูลด้วยค่าที่มากที่สุดและน้อยที่สุด (MinMaxscaler) แล้วจึงนำข้อมูลสองชนิดมาแบ่งชุดข้อมูลสำหรับการฝึกแบบจำลองและทดสอบแบบจำลองเป็นสัดส่วนร้อยละ 80 และร้อยละ 20 ตามลำดับ ผ่านโปรแกรม Visual Studio Code

ตารางที่ 3.8 ค่าสถิติของข้อมูลที่มีร่วมกันของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในกลุ่มพื้นที่ธนบุรีได้

ค่าทางสถิติ	ข้อมูลที่ตรวจวัด		
	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	Windspeed (m/s)	Temperature ($^{\circ}C$)
จำนวนข้อมูล	165407.00	165407.00	165407.00
ค่าเฉลี่ย	25.84	0.83	29.14
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	18.06	0.93	3.00
ค่าต่ำสุด	0.00	0.00	9.70
ค่าสูงสุด	287.00	9.10	90.62



รูปที่ 3.5 แผนภาพเมทริกซ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลตรวจวัดของเขตสถานีตรวจวัด
คุณภาพอากาศในพื้นที่ธนบุรีใต้

3.5.4 การกำหนดแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องจักร

การกำหนดแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องจักร เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลถูกจัดเตรียมเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ของเครื่องจักรผ่านโปรแกรม Visual Studio Code โดยใช้ภาษา python v.2022.18.2 เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองการวิเคราะห์เชิงถดถอยเพื่อทำนายค่ามลพิษทางอากาศโดยใช้อัลกอริทึมชนิด โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) และป่าไม้ตัดสินใจ (Random Forest) การกำหนดค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ในสร้างแบบจำลองโดยใช้อัลกอริทึมชนิด โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network : ANN) โดยจะการปรับค่าจำนวน Neurons ในช่วง 4 ถึง 8 และชนิดของฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) ในชั้นป้อนเข้า (Input layer) และชั้นซ่อน (Hidden layer) รวมไปถึงจำนวนชั้นในแบบจำลอง ให้เหมาะสมกับการทำนายคุณภาพอากาศ

การกำหนดค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ในการสร้างแบบจำลองโดยใช้อัลกอริทึมชนิดป่าไม้ตัดสินใจ (Random Forest) โดยจะปรับค่าจำนวนของต้นไม้ในช่วง 3 ถึง 10 ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5 การประเมินแบบจำลองการทำนายมลพิษทางอากาศ

เป็นการศึกษาความแม่นยำในการทำนายคุณภาพอากาศ จะประเมินโดยทดสอบผ่านชุดข้อมูลที่ไม่ถูกนำไปฝึกแบบจำลอง และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบจำลองผ่านค่าพารามิเตอร์ทางสถิติต่าง ๆ ได้แก่ ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กำลังสอง (R^2) และรากที่สองค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศแบบพยากรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศแบบพยากรณ์ เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทำนายคุณภาพอากาศเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลจริงกับค่าที่เกิดขึ้นจากการทำนาย โดยการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจริงในปี พ.ศ. 2565 และค่าที่ได้จากการทำนายในรูปแบบของอนุกรมเวลา (Time Series) และแผนภาพการกระจายข้อมูล (Scatter Plot) เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการทำนายของแบบจำลองในปี พ.ศ. 2565

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

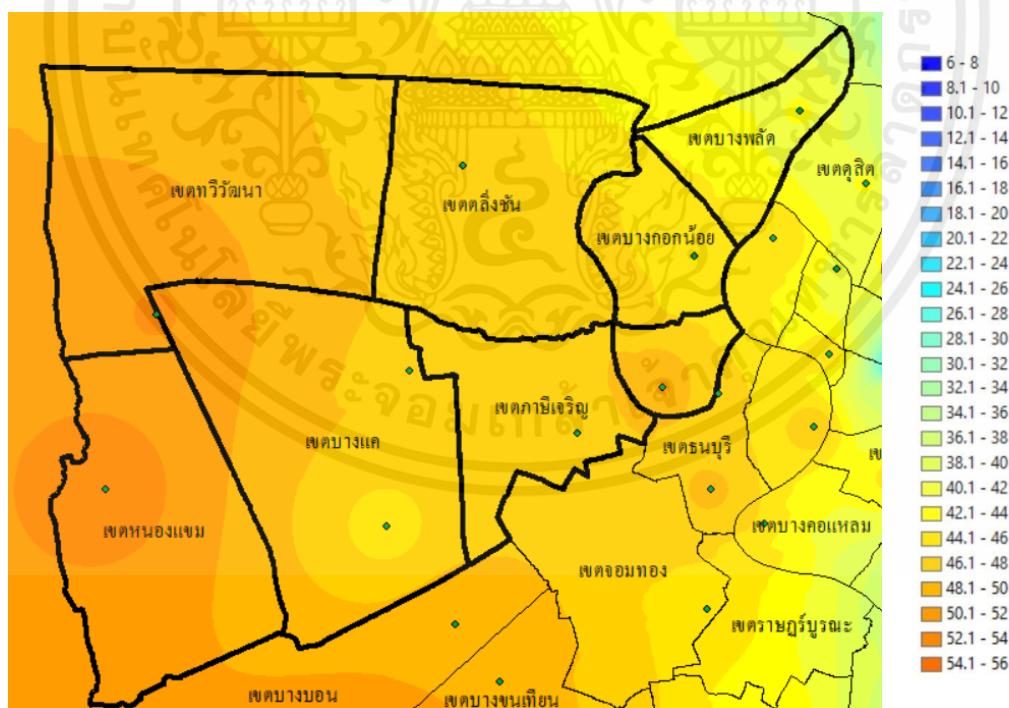
4.1 ผลการวิเคราะห์มลพิษทางอากาศเชิงพื้นที่ของสถานีแต่ละพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร

มหานคร

การอธิบายผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ที่สถานีต่าง ๆ โดยใช้แผนภาพแสดงความเข้มข้นแบบ contour เพื่อนำมาใช้จัดลำดับความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศเชิงพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร

4.1.1 การวิเคราะห์ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่ธนบุรีเหนือ

แผนภาพของการกระจายตัวของ $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายชั่วโมงในเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2564 ในพื้นที่ธนบุรีเหนือ แสดงได้ดังรูปที่ 4.1 พบว่าความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ทางด้านตะวันตกของพื้นที่สูงกว่าบริเวณอื่นๆ บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตหนองแขม (06.bkk) มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) เฉลี่ยรายวันสูงสุดที่ 53.12 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในเดือนมกราคม พ.ศ. 2564 ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานของ $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายวันของประเทศไทยที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

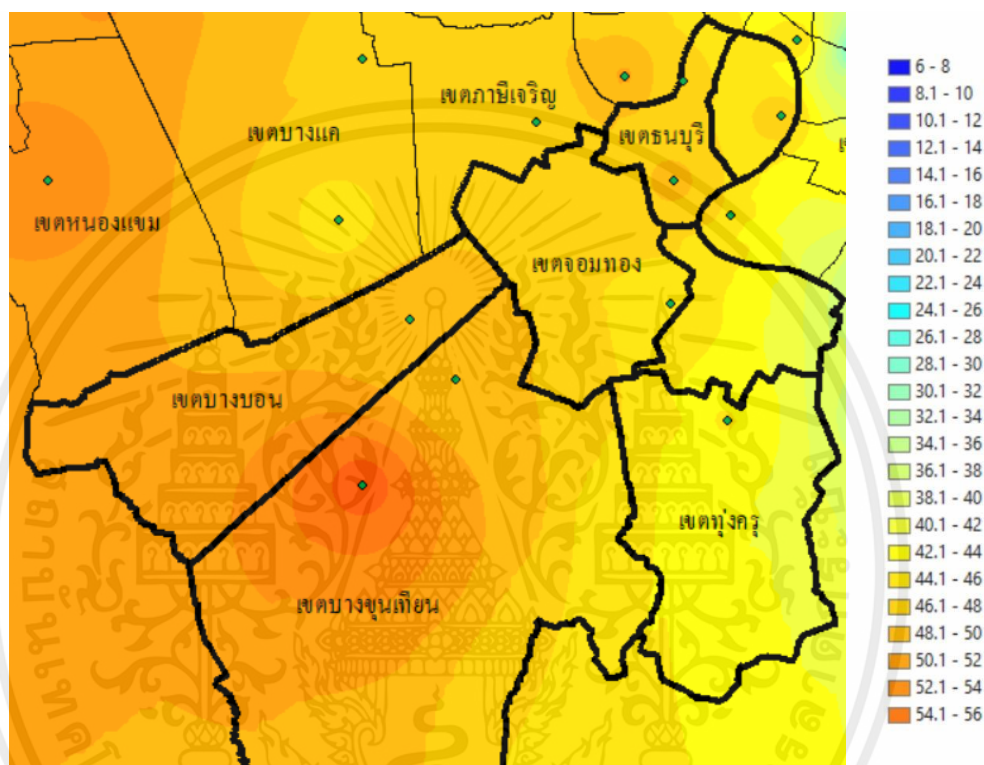


รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของความเข้มข้น $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายชั่วโมง ($\mu g/m^3$) ในพื้นที่ธนบุรีเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การวิเคราะห์ PM_{2.5} ในพื้นที่ธนบุรีใต้

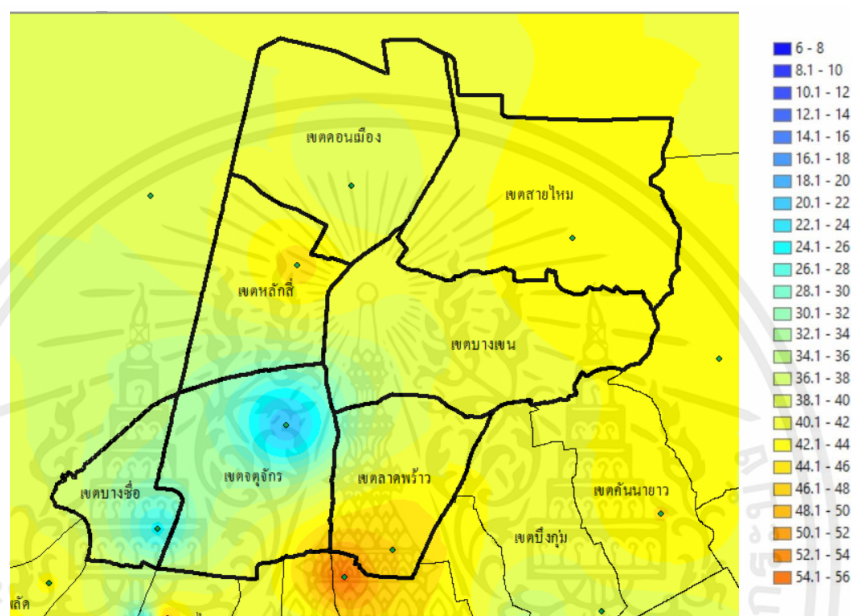
แผนภาพของการกระจายตัวของ PM_{2.5} เฉลี่ยรายชั่วโมงในเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2564 ในพื้นที่ธนบุรีใต้ แสดงได้ดังรูปที่ 4.2 พบว่าด้านตะวันตกของพื้นที่มีค่าสูงกว่าบริเวณอื่นๆ โดยบริเวณสถานีริมถนนกาญจนาภิเษก (03t) เขตบางขุนเทียน มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) เฉลี่ยรายวันสูงสุดที่ 56.85 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานของความเข้มข้นของ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันของประเทศไทยที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 4.2 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของความเข้มข้น PM_{2.5} เฉลี่ยรายชั่วโมง (µg/m³) ในพื้นที่ธนบุรีใต้

4.1.3 การวิเคราะห์ PM_{2.5} ในพื้นที่พระนครเหนือ

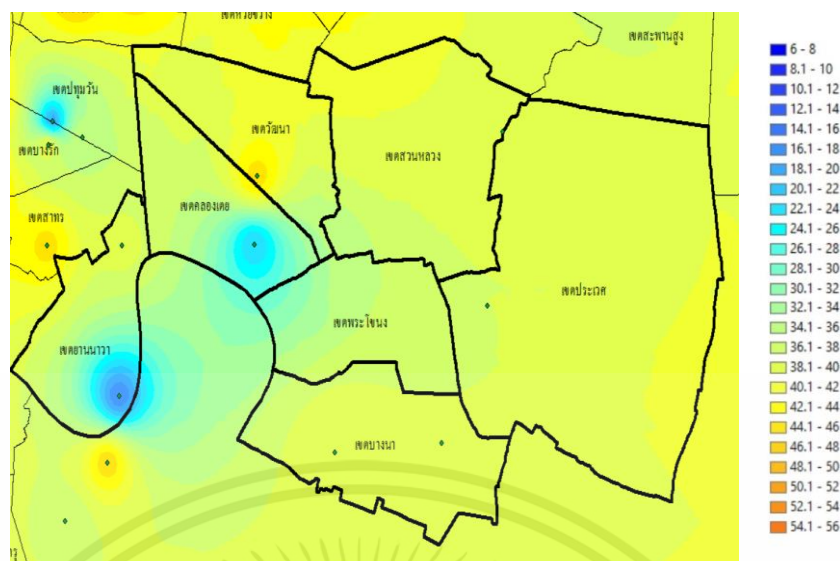
แผนภาพของการกระจายตัวของ PM_{2.5} เฉลี่ยรายชั่วโมงในเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2564 ในพื้นที่พระนครเหนือ แสดงได้ดังรูปที่ 4.3 พบว่าความเข้มข้นไม่สูงเท่าพื้นที่ธนบุรีเหนือและใต้ บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตลาดพร้าว (46.bkk) มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) เฉลี่ยรายวันสูงสุดที่ 46.02 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานของ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันของประเทศไทยที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 4.3 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของความเข้มข้น PM_{2.5} เฉลี่ยรายชั่วโมง (µg/m³) ในพื้นที่พระนครเหนือ

4.1.4 การวิเคราะห์ PM_{2.5} ในพื้นที่พระนครใต้

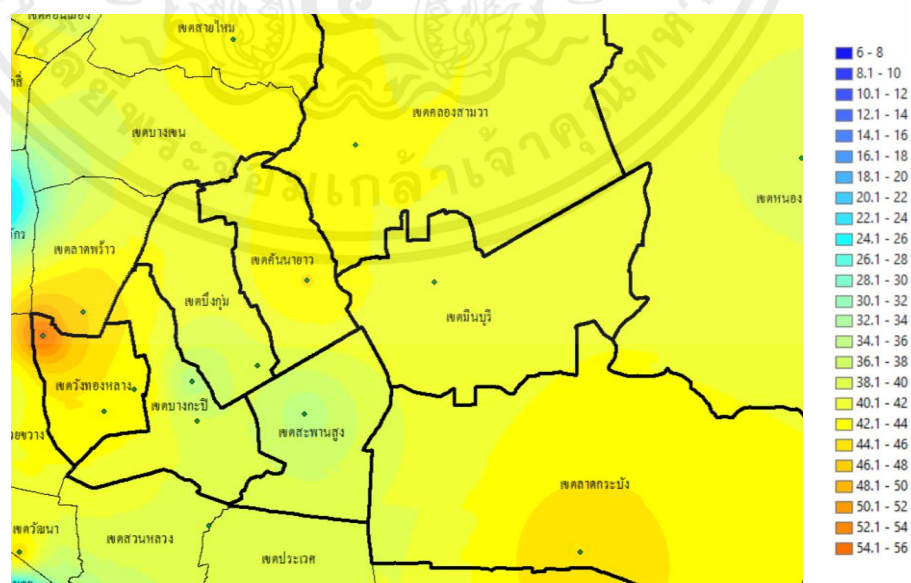
แผนภาพของการกระจายตัวของ PM_{2.5} เฉลี่ยรายชั่วโมงในเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2564 ในพื้นที่พระนครใต้ แสดงได้ดังรูปที่ 4.4 พบว่าสถานการณ์ไม่ค่อยพบปัญหาหมอกพิษ บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตวัฒนา (39.bkk) มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) เฉลี่ยรายวันสูงสุดที่ 45.03 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานของ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันของประเทศไทยที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 4.4 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของความเข้มข้น PM_{2.5} เฉลี่ยรายชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ในพื้นที่พระนครใต้

4.1.5 การวิเคราะห์ PM_{2.5} ในพื้นที่พระนครตะวันออก

แผนภาพของการกระจายตัวของ PM_{2.5} เฉลี่ยรายชั่วโมงในเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2564 ในพื้นที่พระนครตะวันออก แสดงได้ดังรูปที่ 4.5 พบว่าสถานการณ์โดยทั่วไปค่อนข้างดี มีเพียงบางพื้นที่ที่มีค่าสูง โดยในบริเวณสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (53t) เขตวังทองหลาง มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) เฉลี่ยรายวันสูงสุดที่ 54.27 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานของ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันของประเทศไทยที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

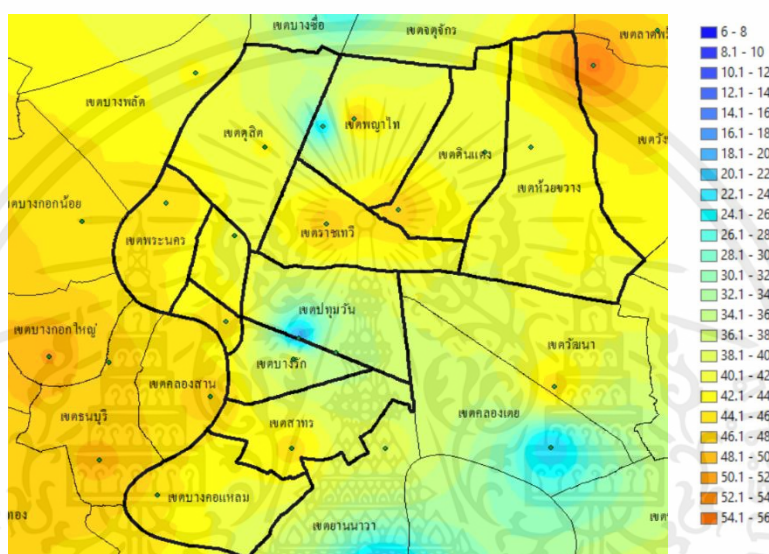


รูปที่ 4.5 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของความเข้มข้น PM_{2.5} เฉลี่ยรายชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ในพื้นที่พระนครตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 การวิเคราะห์ PM_{2.5} ในพื้นที่พระนครตะวันตก

แผนภาพของการกระจายตัวของ PM_{2.5} เฉลี่ยรายชั่วโมงในเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2564 ในพื้นที่พระนครตะวันตก แสดงได้ดังรูปที่ 4.6 พบว่าในหลายพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของ PM_{2.5} สูง เนื่องจากเป็นพื้นที่ชั้นในที่มีการจราจรหนาแน่น ในบริเวณสถานีตำรวจวัดคุณภาพอากาศเขตราษฎร์ (50.bkk) มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) เฉลี่ยรายวันสูงสุดที่ 47.40 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานของ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันของประเทศไทยที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 4.6 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของความเข้มข้น PM_{2.5} เฉลี่ยรายชั่วโมง (µg/m³) ในพื้นที่พระนครตะวันตก

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลมลพิษทางอากาศแบบอนุกรมเวลาและสถิติเชิงพรรณนา

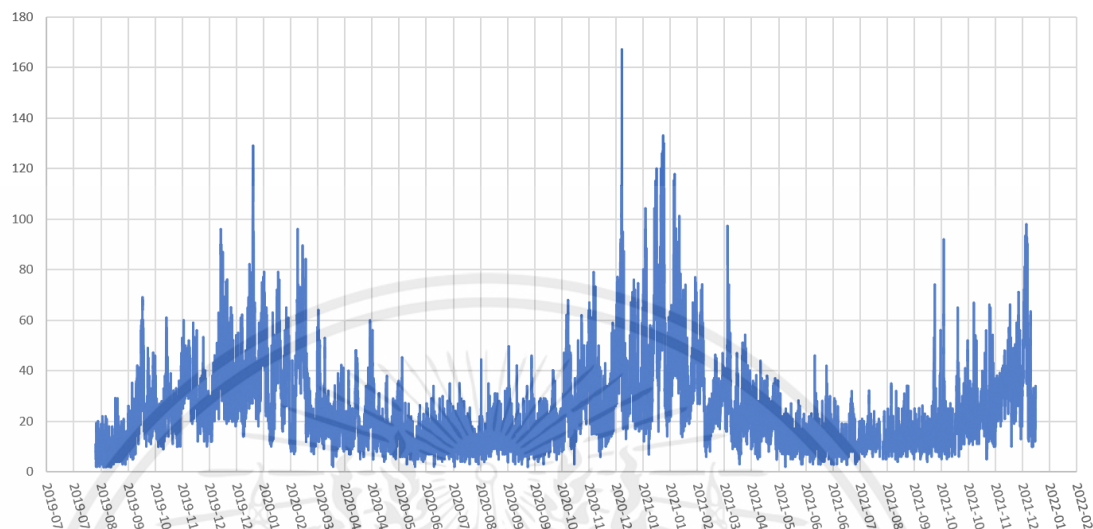
ในส่วนนี้จะมีการอธิบายอนุกรมเวลาและค่าสถิติเชิงพรรณนาของค่าความเข้มข้นของ PM_{2.5} เนื่องจากทางสถานีตรวจวัดของกรุงเทพมหานครมีเฉพาะค่าความเข้มข้นของ PM_{2.5} ส่วนความเข้มข้นของค่าอื่นๆ จะถูกแสดงดังภาคผนวก ก

4.2.1 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ PM_{2.5} อากาศในเขตพื้นที่ธนบุรีเหนือ

ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในเขตพื้นที่ธนบุรีเหนือ ได้มีการเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (O2t) เป็นตัวแทนในพื้นที่

4.2.1.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5})

ข้อมูลความเข้มข้น PM_{2.5} รายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (O2t) แสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 อนุกรมเวลาของ PM_{2.5} ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (O2t)

ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} เริ่มมีการตรวจวัดตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 จากแผนภาพ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาที่มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันในแต่ละปี โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้นเพิ่มตั้งแต่เดือนกันยายนจนถึงค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคมจากนั้นจะเริ่มลดลงจนถึงช่วงค่าความเข้มข้นต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายนจนถึงเดือนกันยายน โดยค่าความเข้มข้นสูงสุดจะอยู่ในช่วงเดือนธันวาคมปี พ.ศ. 2563

4.2.1.2 ค่าสถิติเชิงพรรณนาของ PM_{2.5}

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ PM_{2.5} โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี O2t ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 และ 24.08 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 167 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานรายวันของ PM_{2.5} ของไทยที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ประมาณ 3.3 เท่า

ตารางที่ 4.1 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่ธนบุรีเหนือ

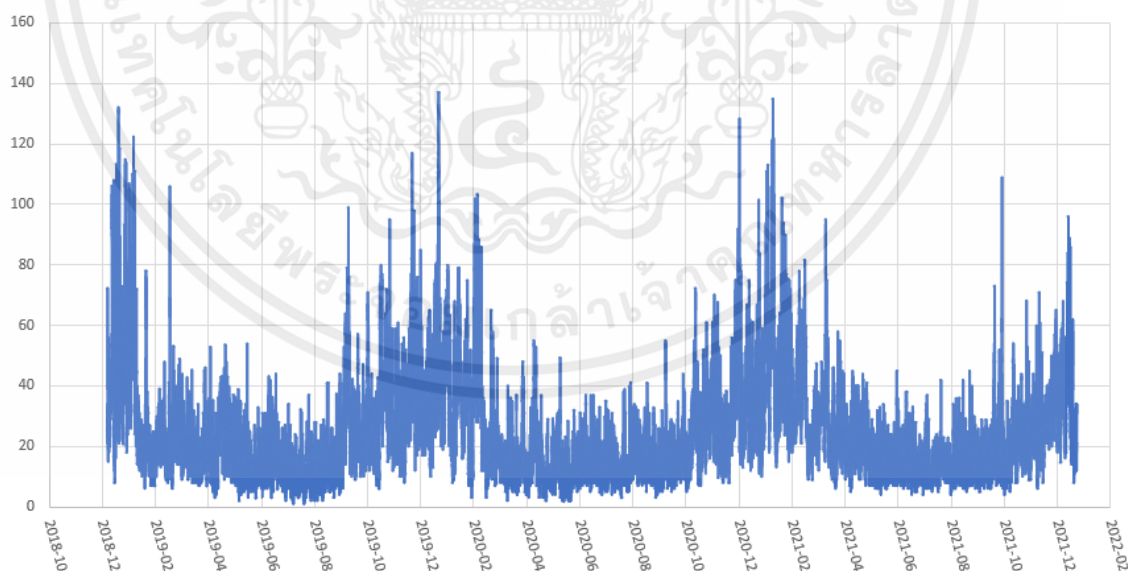
พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ $PM_{2.5}$ สถานี 02t
ค่าสูงสุด (Maximum)	167.00
ค่าต่ำสุด (Minimum)	2.00
จำนวนข้อมูล (Count)	20610
ค่าเฉลี่ย (Mean)	24.08
ค่ามัธยฐาน (Median)	19.00
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	16.25
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.11

4.2.2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ในเขตพื้นที่ธนบุรีใต้

ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในเขตพื้นที่ธนบุรีใต้ ได้มีการเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศริมถนนอินทราพิทักษ์ (52t) เป็นตัวแทนในพื้นที่

4.2.2.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

ข้อมูลความเข้มข้น $PM_{2.5}$ รายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศริมถนนอินทราพิทักษ์ (52t) แสดงดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 อนุกรมเวลาของ $PM_{2.5}$ ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศริมถนนอินทราพิทักษ์ (52t)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ รายชั่วโมงของสถานี 52t เริ่มมีการตรวจวัดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 จากแผนภาพ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของ $PM_{2.5}$ ตามช่วงเวลาที่มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันในแต่ละปี โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้นเพิ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนจนถึงค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์จากนั้นจะเริ่มลดลงจนถึงช่วงค่าความเข้มข้นต่ำสุดในช่วงเดือนเมษายนจนถึงเดือนตุลาคม

4.2.2.2 ค่าสถิติเชิงพรรณนาของ $PM_{2.5}$

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานีริมถนนอินทราพิทักษ์ (52t) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1 และ 24.07 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 137 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานรายวันของ $PM_{2.5}$ ของไทยที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรประมาณ 2.7 เท่า

ตารางที่ 4.2 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่ธนบุรีใต้

พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ $PM_{2.5}$ สถานี 52t
ค่าสูงสุด (Maximum)	137.00
ค่าต่ำสุด (Minimum)	1.00
จำนวนข้อมูล (Count)	26128
ค่าเฉลี่ย (Mean)	24.07
ค่ามัธยฐาน (Median)	19.00
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	16.41
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.10

4.2.3 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ในเขตพื้นที่พระนครเหนือ

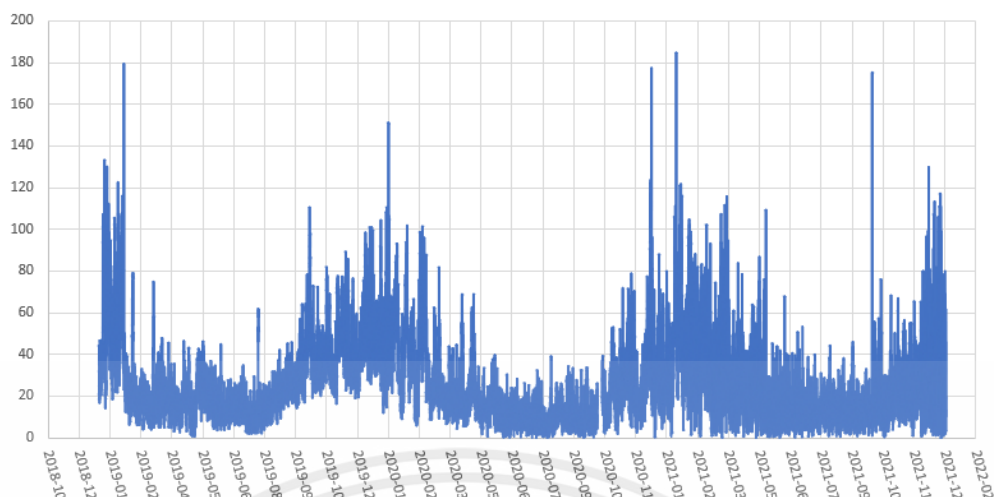
ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในเขตพื้นที่พระนครเหนือได้มีการเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางซื่อ (27.bkk) เป็นตัวแทนในพื้นที่

4.2.3.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

ข้อมูลความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ รายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางซื่อ (27.bkk) แสดงดังรูปที่

4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 อนุกรมเวลาของ $PM_{2.5}$ ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางซื่อ (27.bkk)

ข้อมูลความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ เริ่มมีการตรวจวัดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 จากแผนภาพ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาที่มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันในแต่ละปี จากกราฟพบว่าในช่วงค่าความเข้มข้นเพิ่มตั้งแต่เดือนกันยายนจนถึงค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคมจากนั้นจะเริ่มลดลงจนถึงช่วงค่าความเข้มข้นต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายน โดยค่าความเข้มข้นสูงสุดจะอยู่ในช่วงเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2564

4.2.3.2 ค่าสถิติเชิงพรรณนาของ $PM_{2.5}$

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 27.bkk ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 และ 25.49 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 184.67 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานรายวันของ $PM_{2.5}$ ของไทยที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรประมาณ 3.68 เท่า

ตารางที่ 4.3 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครเหนือ

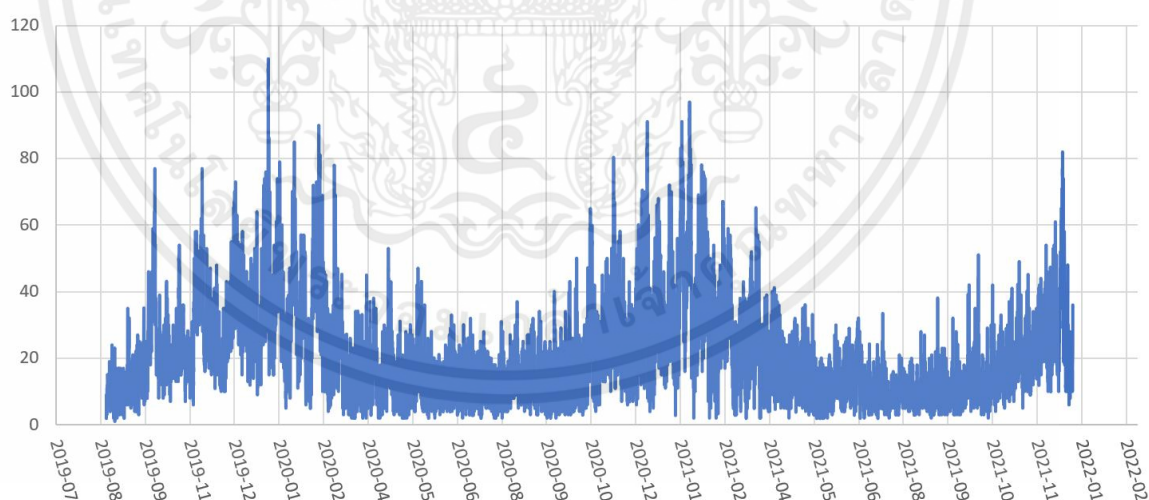
พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ $PM_{2.5}$ สถานี 27.bkk
ค่าสูงสุด (Maximum)	184.67
ค่าต่ำสุด (Minimum)	0.00
จำนวนข้อมูล (Count)	25696
ค่าเฉลี่ย (Mean)	25.49
ค่ามัธยฐาน (Median)	20.24
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	18.92
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.12

4.2.4 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ในเขตพื้นที่พระนครใต้

ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในเขตพื้นที่พระนครใต้ ได้มีการเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t) เป็นตัวแทนในพื้นที่

4.2.4.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

ข้อมูลความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ รายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t) แสดงดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.10 อนุกรมเวลาของ $PM_{2.5}$ ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t)

ข้อมูลความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ เริ่มมีการตรวจวัดตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 จากแผนภาพ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาที่มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันในแต่ละปี โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้นเพิ่มตั้งแต่เดือนกันยายนจนถึงค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์จากนั้นจะเริ่มลดลงจนถึงช่วงค่าความเข้มข้นต่ำสุดในช่วงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือนเมษายนจนถึงเดือนตุลาคมโดยช่วงของค่าความเข้มข้นสูงสุดจะอยู่ในช่วงเดือนธันวาคมของปี พ.ศ. 2562

4.2.4.2 ค่าสถิติเชิงพรรณนาของ $PM_{2.5}$

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 12t ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.5 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 และ 21.16 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 110.00 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานรายวันของ $PM_{2.5}$ ของไทยที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ประมาณ 2.2 เท่า

ตารางที่ 4.4 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครใต้

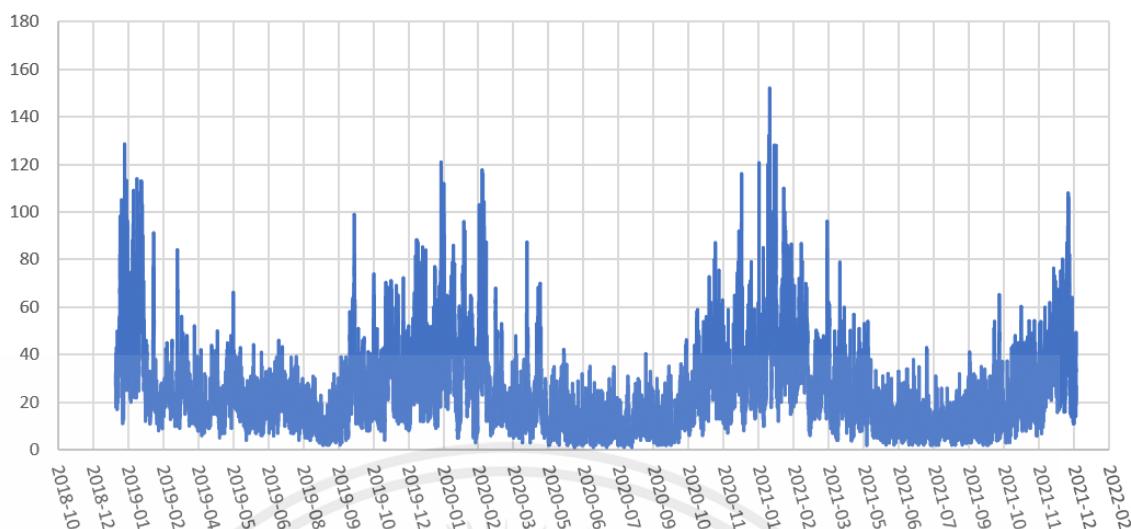
พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ $PM_{2.5}$ สถานี 12t
ค่าสูงสุด (Maximum)	110.00
ค่าต่ำสุด (Minimum)	1.00
จำนวนข้อมูล (Count)	20607
ค่าเฉลี่ย (Mean)	21.16
ค่ามัธยฐาน (Median)	17.00
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	14.17
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.10

4.2.5 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ในเขตพื้นที่พระนครตะวันออก

ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในเขตพื้นที่พระนครตะวันออก ได้มีการเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (53t) เป็นตัวแทนในพื้นที่

4.2.5.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

ข้อมูลความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ รายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (53t) แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.11 อนุกรมเวลาของ $PM_{2.5}$ ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (53t)

ข้อมูลความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ เริ่มมีการตรวจวัดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของ $PM_{2.5}$ ตามช่วงเวลาที่มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันในแต่ละปี โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้นเพิ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม จนถึงค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์จากนั้นจะเริ่มลดลงจนถึงช่วงค่าความเข้มข้นต่ำสุดในช่วงเดือนเมษายนจนถึงเดือนกันยายน โดยช่วงของค่าความเข้มข้นสูงสุดจะอยู่ในช่วงเดือนมกราคมของปี พ.ศ. 2564 มีค่าสูงสุด

4.2.5.2 ค่าสถิติเชิงพรรณนาของ $PM_{2.5}$

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 53t ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.4 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 และ 24.25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 152.00 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานรายวันของ $PM_{2.5}$ ของไทยที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ประมาณ 3.0 เท่า

ตารางที่ 4.5 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครตะวันออก

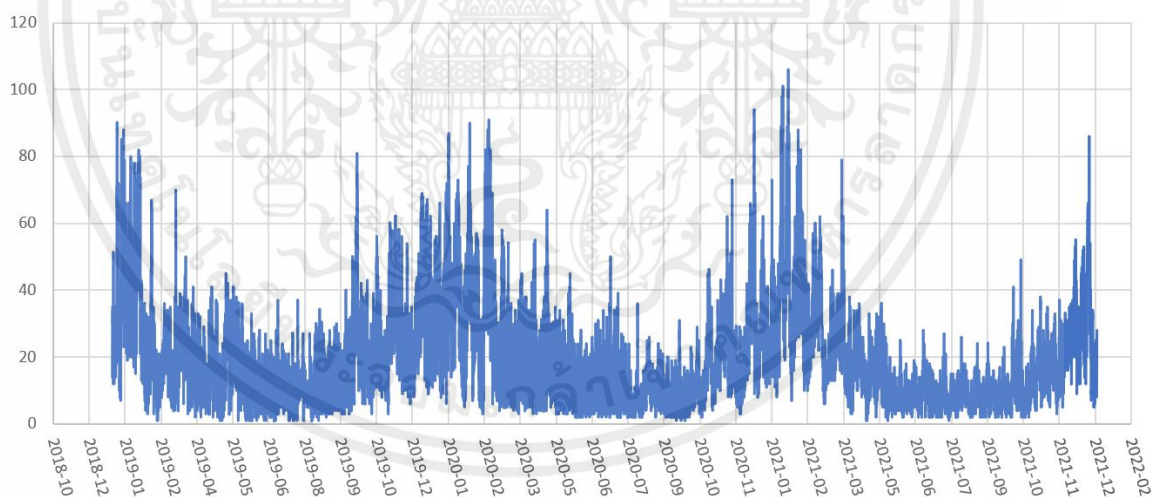
พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ $PM_{2.5}$ สถานี 53t
ค่าสูงสุด (Maximum)	152.00
ค่าต่ำสุด (Minimum)	1.00
จำนวนข้อมูล (Count)	26002
ค่าเฉลี่ย (Mean)	24.25
ค่ามัธยฐาน (Median)	20.00
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	17.15
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.11

4.2.6 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ในเขตพื้นที่พระนครตะวันตก

ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในเขตพื้นที่พระนครตะวันตกได้มีการเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมประชาสัมพันธ์ (59t) เป็นตัวแทนในพื้นที่

4.2.6.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

ข้อมูลความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ รายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมประชาสัมพันธ์ (59t) แสดงดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 อนุกรมเวลาของ $PM_{2.5}$ ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมประชาสัมพันธ์ (59t)

ข้อมูลความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ เริ่มมีการตรวจวัดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 จากแผนภาพ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาที่มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันในแต่ละปี โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้นเพิ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงค่าสูงสุดในช่วง

ระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์จากนั้นจะเริ่มลดลงจนถึงช่วงค่าต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายน

4.2.6.2 ค่าสถิติเชิงพรรณนาของ PM_{2.5}

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ PM_{2.5} โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 59t ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.6 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 และ 19.46 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 106.00 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานรายวันของ PM_{2.5} ของไทยที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ประมาณ 2 เท่า

ตารางที่ 4.6 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM_{2.5} ในพื้นที่พระนครตะวันตก

พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ PM _{2.5} สถานี 59t
ค่าสูงสุด (Maximum)	106.00
ค่าต่ำสุด (Minimum)	1.00
จำนวนข้อมูล (Count)	26086
ค่าเฉลี่ย (Mean)	19.46
ค่ามัธยฐาน (Median)	15.00
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	14.32
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.09

จากการวิเคราะห์พบว่าทุกเขตมีค่าความเข้มข้นในช่วงที่สูงที่สุดมากกว่า 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยเฉพาะเขตธนบุรีเหนือและพระนครที่มีความเข้มข้นสูงสุดอยู่ที่ 167 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 184 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับส่วนช่วงค่าสูงจะอยู่ในช่วงประมาณ 130 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 180 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ รองลงมาจะเป็นเขตธนบุรีใต้และพระนครตะวันออกมีค่าความเข้มข้นสูงสุดอยู่ที่ 137 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 152 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับส่วนช่วงค่าสูงจะอยู่ในช่วงประมาณ 130 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับส่วนเขตพระนครตะวันตกและเขตพระนครใต้มีค่าความเข้มข้นสูงสุดอยู่ที่ 106 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 110 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ช่วงค่าสูงความเข้มข้นจะไม่เกิน 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยอยู่ที่ประมาณ 90 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องการคัดเลือก

หลังจากการสร้างแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องจักรผ่านการเรียนรู้ด้วยอัลกอริทึม 2 ชนิด ได้แก่ Artificial Neural Networks (ANN) และ Random Forest (RF) โดยใช้ข้อมูลในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2562 - 2564 ในการฝึกสอนและทดสอบแบบจำลอง หลังจากนั้นจะประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยเปรียบเทียบค่าทำนายและค่าตรวจวัดมลพิษทางอากาศผ่านการใช้พารามิเตอร์ทางสถิติ ในการประเมินประสิทธิภาพในการทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในชั่วโมง 1, 2 และ 3 ชั่วโมงล่วงหน้า ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ในการสร้างแบบจำลองโดยใช้อัลกอริทึม ANN และ Random Forest ที่ดีที่สุดในการทำนายในเขตพื้นที่ต่าง แสดงได้ดังตารางที่ 4.7 – 4.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ต่างๆ ของ ANN ในสร้างแบบจำลองสำหรับเขตพื้นที่ต่าง ๆ

เขตพื้นที่	No of layer	Type of layer	Number of nodes	Dropout	Activation Function
ธนบุรีเหนือ	1	Input layer	6	0.2	Sigmoid
	2	Hidden layer	6		Sigmoid
	3	Output layer	3		Linear
ธนบุรีใต้	1	Input layer	6	0.2	Sigmoid
	2	Hidden layer	6		Sigmoid
	3	Output layer	3		Linear
พระนครเหนือ	1	Input layer	8	0	Sigmoid
	2	Hidden layer	8		Sigmoid
	3	Output layer	3		Linear
พระนครตะวันออก	1	Input layer	4	0.2	Tanh
	2	Hidden layer	4		Sigmoid
	3	Output layer	3		Linear
พระนครตะวันตก	1	Input layer	4	0.2	Sigmoid
	2	Hidden layer	4		Sigmoid
	3	Output layer	3		Linear
พระนครใต้	1	Input layer	8	0	Sigmoid
	2	Hidden layer	8		Sigmoid
	3	Output layer	3		Linear

โดยค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ของ ANN ที่ใช้เหมือนกันในทุกเขตพื้นที่ ในการสร้างแบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ของ ANN ที่ใช้เหมือนกันในทุกเขตพื้นที่ ในการสร้างแบบจำลอง

Hyperparameter	Type / Value
Learning rate	0.001
Batch size	32
Optimizer	Adam
Loss function	Mean Square Error

ตารางที่ 4.9 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ต่างๆ ของ RF ในสร้างแบบจำลองสำหรับเขตพื้นที่ต่าง ๆ

เขตพื้นที่	Number of trees	Max depth
ธนบุรีเหนือ	6	4
ธนบุรีใต้	6	4
พระนครเหนือ	8	4
พระนครตะวันออก	5	3
พระนครตะวันตก	2	2
พระนครใต้	3	4

4.3.1 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างข้อมูลแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องและค่า

ตรวจวัดผ่านพารามิเตอร์ทางสถิติ

หัวข้อนี้จะแสดงการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยพิจารณาจากพารามิเตอร์ทางสถิติ ได้แก่ Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE) และ R-Square (R^2) ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบผลระหว่างข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในแต่ละพื้นที่ที่ได้จากแบบจำลองเทียบกับค่าตรวจวัดจากสถานีต่างๆ แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1.1 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่ธนบุรีเหนือ

การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติระหว่างอัลกอริทึม Random Forest (RF) และ Artificial Neural Networks (ANN) ของ $PM_{2.5}$ ของข้อมูลฝึก (Train) และข้อมูลทดสอบ (Test) ใน 1, 2 และ 3 ชั่วโมงถัดไปในพื้นที่ธนบุรีเหนือ แสดงดังตารางที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าอัลกอริทึม RF จะให้ผลลัพธ์เชิงค่าสถิติในส่วนของ Test ได้ดีกว่าอัลกอริทึม ANN เนื่องจากมีค่า RMSE และ MAE ที่ต่ำกว่า และมีค่า R^2 ที่สูงกว่าในทุกชุดข้อมูล

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ PM_{2.5} ในพื้นที่ธนบุรีเหนือ

พารามิเตอร์ทางสถิติ	อัลกอริทึม	Train			Test		
		1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป	1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป
RMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	3.14	8.10	18.02	11.22	2.96	16.57
	RF	5.45	4.13	15.02	6.38	2.91	9.04
MAE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	2.8	7.78	16.62	11.1	2.20	14.156
	RF	4.42	3.83	13.57	4.74	2.91	8.37
R ²	ANN	0.81	0.82	0.65	0.82	0.83	0.66
	RF	0.94	0.94	0.69	0.94	0.94	0.69

4.3.1.2 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ PM_{2.5} ในพื้นที่ธนบุรีใต้

การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ทางสถิติระหว่างอัลกอริทึม Random Forest (RF) และ Artificial Neural Networks (ANN) ของ PM_{2.5} ของข้อมูลฝึก (Train) และข้อมูลทดสอบ (Test) ใน 1, 2 และ 3 ชั่วโมงถัดไป ในพื้นที่ธนบุรีใต้ แสดงดังตารางที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าในส่วนของ RMSE และ MAE บอกไม่ได้ชัดเจนว่าอัลกอริทึม RF หรือ อัลกอริทึม ANN ดีกว่า แต่ค่า R² ของอัลกอริทึม RF สูงกว่าอัลกอริทึม ANN ในทุกชุดข้อมูล

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ PM_{2.5} ในพื้นที่ธนบุรีใต้

พารามิเตอร์ทางสถิติ	อัลกอริทึม	Train			Test		
		1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป	1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป
RMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	27.57	23.59	31.33	4.47	6.35	7.7
	RF	24.75	34.34	28.46	7.61	7.68	4.89
MAE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	26.67	23.08	19.52	4.20	5.48	7.42
	RF	18.95	28.22	17.67	5.19	5.23	4.02
R ²	ANN	0.91	0.93	0.82	0.92	0.93	0.82
	RF	0.93	0.98	0.85	0.93	0.98	0.86

4.3.1.3 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครเหนือ

การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติระหว่างอัลกอริทึม Random Forest (RF) และ Artificial Neural Networks (ANN) ของ $PM_{2.5}$ ของข้อมูลฝึก (Train) และข้อมูลทดสอบ (Test) ใน 1, 2 และ 3 ชั่วโมงถัดไป ในพื้นที่พระนครเหนือ แสดงดังตารางที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าในส่วนของ RMSE และ MAE บอกไม่ได้ชัดเจนว่าอัลกอริทึม RF หรือ อัลกอริทึม ANN ดีกว่า แต่ค่า R^2 ของอัลกอริทึม RF สูงกว่าอัลกอริทึม ANN ในทุกชุดข้อมูล

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครเหนือ

พารามิเตอร์ทางสถิติ	อัลกอริทึม	Train			Test		
		1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป	1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป
RMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	1.57	2.53	9.04	3.28	1.53	2.32
	RF	1.96	2.70	2.01	2.41	2.39	1.6
MAE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	4.16	7.89	8.19	3.32	3.99	3.5
	RF	1.71	10.16	7.22	3.30	1.84	1.57
R^2	ANN	0.75	0.78	0.58	0.74	0.75	0.69
	RF	0.88	0.94	0.59	0.89	0.95	0.7

4.3.1.4 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครใต้

การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติระหว่างอัลกอริทึม Random Forest (RF) และ Artificial Neural Networks (ANN) ของ $PM_{2.5}$ ของข้อมูลฝึก (Train) และข้อมูลทดสอบ (Test) ใน 1, 2 และ 3 ชั่วโมงถัดไป ในพื้นที่พระนครตะวันตก แสดงดังตารางที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าในส่วนของ RMSE และ MAE บอกไม่ได้ชัดเจนว่าอัลกอริทึม RF หรือ อัลกอริทึม ANN ดีกว่าในทุกๆชุดของข้อมูล

ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครใต้

พารามิเตอร์ทางสถิติ	อัลกอริทึม	Train			Test		
		1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป	1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป
RMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	4.56	1.74	1.73	2.65	2.41	2.56
	RF	1.82	3.69	2.07	3.57	1.43	5.33
MAE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	3.58	1.36	1.35	2.50	2.32	1.91
	RF	1.70	3.25	2.06	3.23	1.08	4.3
R^2	ANN	0.93	0.96	0.85	0.93	0.96	0.85
	RF	0.93	0.98	0.86	0.93	0.98	0.86

4.3.1.5 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนคร

ตะวันออก

การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติระหว่างอัลกอริทึม Random Forest (RF) และ Artificial Neural Networks (ANN) ของ $PM_{2.5}$ ของข้อมูลฝึก (Train) และข้อมูลทดสอบ (Test) ใน 1, 2 และ 3 ชั่วโมงถัดไป ในพื้นที่พระนครตะวันออก แสดงดังตารางที่ 4.13 จะเห็นได้ว่าสำหรับค่า RMSE และ MAE ของกลุ่ม Train อัลกอริทึม ANN ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าอัลกอริทึม RF แต่ Test มีค่าน้อยกว่า และค่า R^2 จากกลุ่ม Test และ Train อัลกอริทึม RF จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าอัลกอริทึม ANN ในทุกชุดข้อมูล

ตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครตะวันออก

พารามิเตอร์ทางสถิติ	อัลกอริทึม	Train			Test		
		1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป	1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป
RMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	2.46	6.42	2.06	10.73	2.35	5.4
	RF	3.83	7.30	4.05	5.82	5.72	2.58
MAE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	2.14	5.54	1.56	8.14	2.35	3.58
	RF	3.46	5.76	3.39	5.11	5.56	2.25
R^2	ANN	0.86	0.89	0.78	0.86	0.82	0.75
	RF	0.86	0.94	0.82	0.87	0.96	8.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.6 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนคร

ตะวันตก

การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติระหว่างอัลกอริทึม Random Forest (RF) และ Artificial Neural Networks (ANN) ของ $PM_{2.5}$ ของข้อมูลฝึก (Train) และข้อมูลทดสอบ (Test) ใน 1, 2 และ 3 ชั่วโมงถัดไป ในพื้นที่พระนครตะวันตก แสดงดังตารางที่ 4.14 พบว่าสำหรับค่า RMSE และ MAE ของกลุ่ม Train อัลกอริทึม ANN ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าอัลกอริทึม RF และสำหรับค่า R^2 ในกลุ่ม Train และ Test อัลกอริทึม ANN จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าอัลกอริทึม RF ในทุกๆชุดของข้อมูล

ตารางที่ 4.15 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางสถิติของ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่พระนครตะวันตก

พารามิเตอร์ทางสถิติ	อัลกอริทึม	Train			Test		
		1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป	1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป
RMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	4.12	3.10	6.37	6.36	7.17	7.35
	RF	6.3	4.00	9.15	5.02	14.06	5.56
MAE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	3.51	2.14	5.76	6.05	4.50	6.37
	RF	5.56	3.85	7.04	4.27	12.28	4.94
R^2	ANN	0.9	0.90	0.8	0.90	0.91	0.8
	RF	0.77	0.88	0.77	0.78	0.88	0.77

4.4 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดในรูปแบบของการกระจายตัวแบบจุดและค่าทางสถิติ

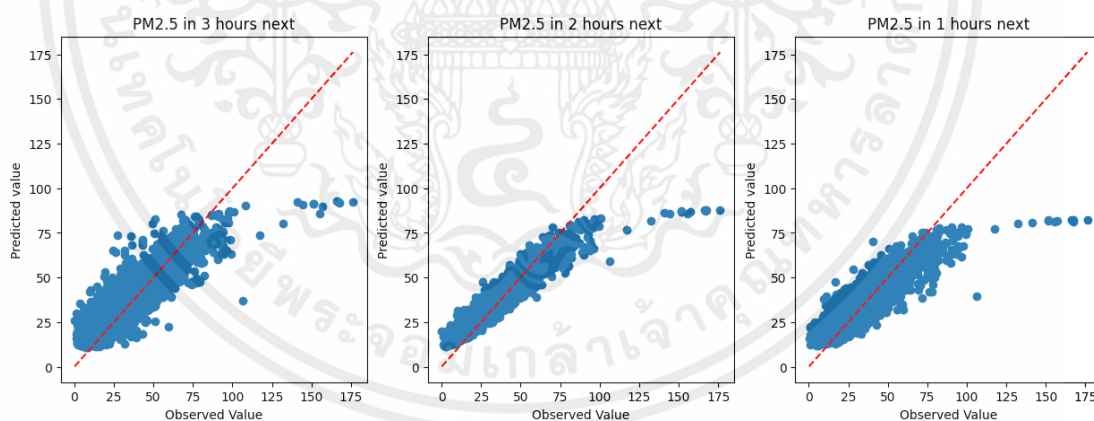
แผนภาพการกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) เป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร สำหรับแผนภาพการกระจายตัวแบบจุดของการทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) แกน x แสดงถึงค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ที่ได้จากการทำนายโดยใช้แบบจำลอง และแกน y แสดงถึงค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ที่ได้จากการวัดจริง ภายในแผนภาพจะมีเส้นทแยงมุมที่มีความชันเท่ากับ 1 มีไว้สำหรับการเปรียบเทียบการกระจายตัวของข้อมูล หากข้อมูลเกาะกลุ่มใกล้เคียงกับเส้นความชัน 1 แสดงว่าแบบจำลองที่นำมาใช้ทำนายความเข้มข้นทำนายได้ใกล้เคียงความจริง หากข้อมูลอยู่เหนือเส้นความชัน 1 สามารถระบุได้ว่าทำนายได้เกินกว่าข้อมูลจริงและหากอยู่ใต้เส้นความชัน 1 แสดงว่าทำนายได้ต่ำกว่าข้อมูลจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

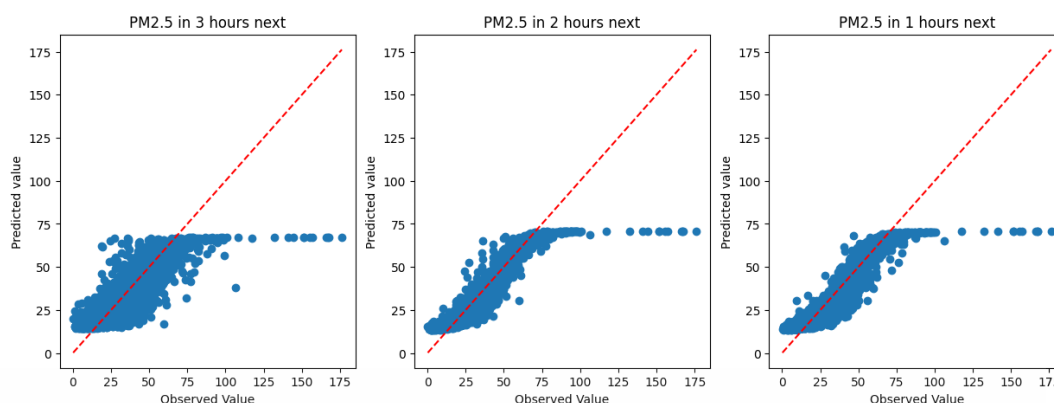
4.4.1 ผลการทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตตลิ่งชัน (03.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีเหนือ

การทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ล่วงหน้าเป็นเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมงในเขตพื้นที่ธนบุรีเหนือ ได้มีการเลือกใช้อัลกอริทึม 2 ตัว ได้แก่ Artificial Neural Network และ Random Forest สำหรับผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนายตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2565 ถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ.2565 ในรูปการกระจายตัวแบบจุดของทั้งสองอัลกอริทึม แสดงดังรูปที่ 4.13 – 4.14 การทำนายล่วงหน้า 1, 2 และ 3 ชั่วโมงนั้นมีความแม่นยำพอสมควรเนื่องจากค่าที่ทำนายได้อยู่เกาะกลุ่มกันใกล้เส้นความชัน 1 ในส่วนของความเข้มข้นที่ทำนายได้หากพิจารณาจากแผนภาพการกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) และพบว่าโมเดลทำนายได้อย่างค่อนข้างแม่นยำแต่พบปัญหาในกรณีที่ค่าที่ตรวจวัดได้สูงกว่า 75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ส่วนของข้อมูลค่าทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 4.16 จากตารางหากพิจารณาค่า R², RMSE และ MAE สามารถกล่าวได้ สำหรับแต่ละอัลกอริทึมพบว่าการทำนายล่วงหน้า 1 และ 2 ชั่วโมง มีความแม่นยำ ส่วนการทำนายล่วงหน้า 3 ชั่วโมงแม่นยำน้อยกว่าแต่ยังถือว่ามีความแม่นยำอยู่พอสมควรหากเปรียบเทียบอัลกอริทึม 2 ตัวข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่า ANN มีความแม่นยำกว่า RF แต่ไม่ได้มากกว่ากันอย่างมีนัยยะสำคัญ



รูปที่ 4.13 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตตลิ่งชัน (03.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีเหนือ



รูปที่ 4.14 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Random Forest สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตตลิ่งชัน (03.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีเหนือ

ตารางที่ 4.16 ค่าทางสถิติระหว่างค่าทำนายจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดในพื้นที่ธนบุรีเหนือ

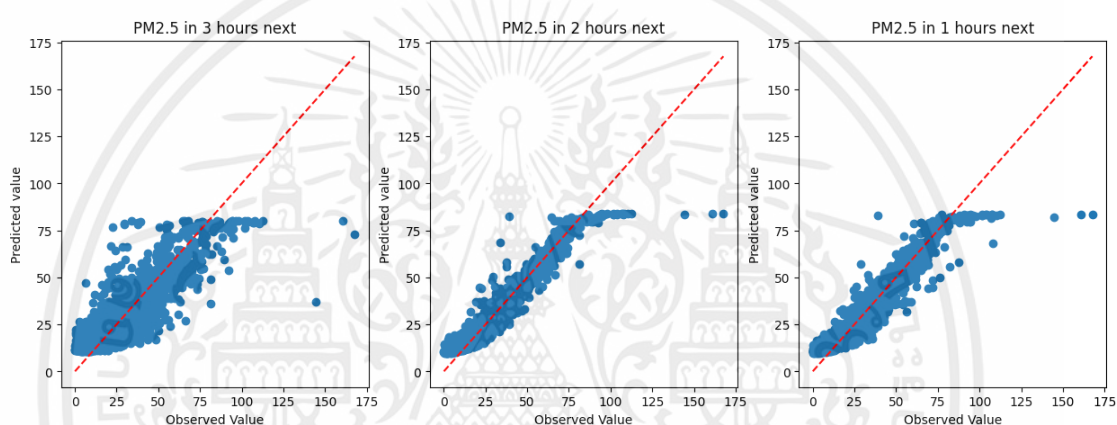
พารามิเตอร์ทางสถิติ	อัลกอริทึม	ความเข้มข้นของ PM _{2.5} ใน		
		1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป
RMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	6.53	6.44	8.57
	RF	6.54	6.50	8.59
MAE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	4.32	4.21	5.88
	RF	4.28	4.22	5.91
R ²	ANN	0.84	0.85	0.73
	RF	0.84	0.84	0.73

4.4.2 ผลการทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตจอมทอง (08.bkk) ภายในเขตธนบุรีใต้

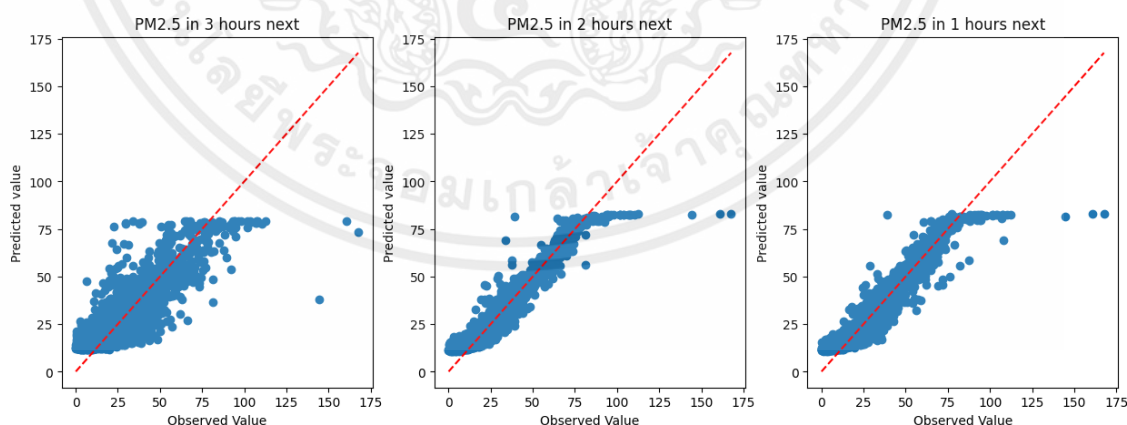
การทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ล่วงหน้าเป็นเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมงในเขตพื้นที่ธนบุรีใต้ ได้มีการเลือกใช้อัลกอริทึม 2 ตัว ได้แก่ Artificial Neural Network และ Random Forest สำหรับผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนายตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2565 ถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ.2565 ในรูปของการกระจายตัวแบบจุดของทั้งสองอัลกอริทึมแสดงดังรูปที่ 4.15 – 4.16 การทำนายล่วงหน้า 1, 2 และ 3 ชั่วโมงนั้นมีความแม่นยำพอสมควรเนื่อง

จากค่าที่ทำนายได้อยู่เกาะกลุ่มกันใกล้เส้นความชัน ในส่วนของความเข้มข้นที่ทำนายได้หากพิจารณาจากแผนภาพการกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) และพบว่าโมเดลทำนายได้อย่างค่อนข้างแม่นยำแต่พบปัญหาในกรณีที่ค่าที่ตรวจวัดได้สูงกว่า 80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ส่วนของข้อมูลค่าทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 4.17 จากตารางหากพิจารณาค่า R^2 , RMSE และ MAE สามารถกล่าวได้ สำหรับแต่ละอัลกอริทึมพบว่าการทำนายล่วงหน้า 1 และ 2 ชั่วโมง มารถทำนายได้มีความแม่นยำ ส่วนการทำนายล่วงหน้า 3 ชั่วโมงแม่นยำน้อยกว่า แต่ยังถือว่ามีความแม่นยำอยู่พอสมควรหากเปรียบเทียบอัลกอริทึม 2 ตัวข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่า ANN มีความแม่นยำกว่า RF แต่ไม่ได้มากกว่ากันอย่างมีนัยยะสำคัญ



รูปที่ 4.15 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตจอมทอง (08.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีใต้



รูปที่ 4.16 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Random Forest สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตจอมทอง (08.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

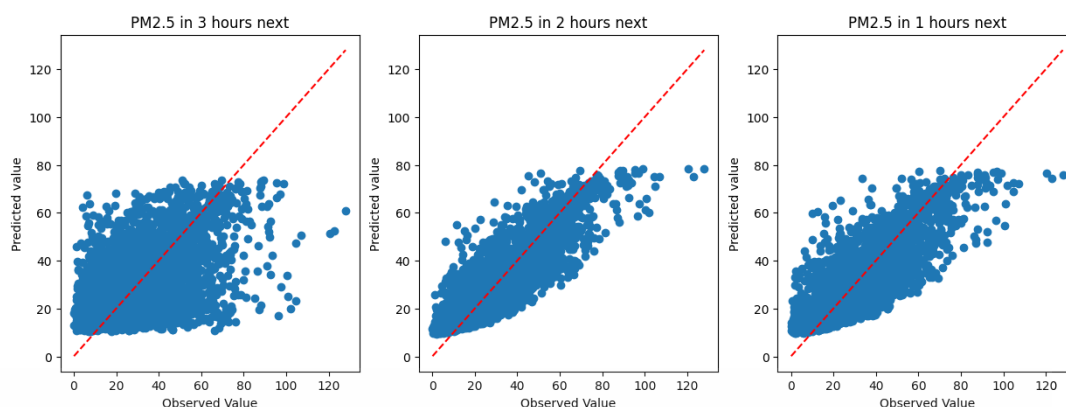
ตารางที่ 4.17 ค่าทางสถิติระหว่างค่าทำนายจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดในพื้นที่ธนบุรีได้

พารามิเตอร์ทางสถิติ	อัลกอริทึม	ความเข้มข้นของ PM _{2.5} ใน		
		1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป
RMSE (µg/m ³)	ANN	5.39	5.02	7.72
	RF	5.74	5.38	7.91
MAE (µg/m ³)	ANN	4.06	3.78	5.71
	RF	4.37	4.10	5.92
R ²	ANN	0.88	0.90	0.76
	RF	0.87	0.88	0.75

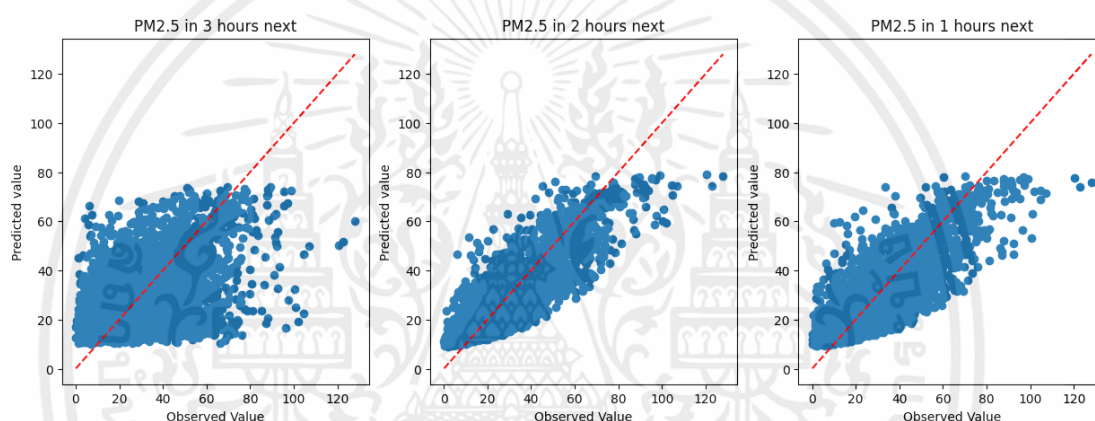
4.4.3 ผลการทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางซื่อ (27.bkk) ภายในพื้นที่พระนครเหนือ

การทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ล่วงหน้าเป็นเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมง ในเขตพระนครเหนือได้มีการเลือกใช้อัลกอริทึม 2 ตัว ได้แก่ Artificial Neural Network และ Random Forest สำหรับผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนายตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2565 ถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ.2565 ในรูปของการกระจายตัวแบบจุดของทั้งสองอัลกอริทึมแสดงดังรูปที่ 4.17 – 4.18 การทำนายล่วงหน้า 3 ชั่วโมงมีการกระจายตัวมากกว่าการทำนายล่วงหน้า 1 และ 2 ชั่วโมงจึงกล่าวได้ว่ามีความแม่นยำน้อยกว่าการทำนายล่วงหน้า 1 และ 2 ชั่วโมง

ส่วนของข้อมูลค่าทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 4.18 จากตารางหากพิจารณาค่า R², RMSE และ MAE สามารถกล่าวได้ สำหรับแต่ละอัลกอริทึมพบว่าการทำนายล่วงหน้า 1 และ 2 ชั่วโมง มีความแม่นยำ ส่วนการทำนายล่วงหน้า 3 ชั่วโมงมีความสามารถในการทำนายที่ค่อนข้างต่ำ หากเปรียบเทียบอัลกอริทึม 2 ตัวข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่า ANN มีความแม่นยำกว่า RF แต่ไม่ได้มากกว่ากันอย่างมีนัยยะสำคัญ



รูปที่ 4.17 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางซื่อ (27.bkk) ภายในพื้นที่พระนครเหนือ



รูปที่ 4.18 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางซื่อ (27.bkk) ภายในพื้นที่พระนครเหนือ

ตารางที่ 4.18 ค่าทางสถิติระหว่างค่าทำนายจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดในพื้นที่พระนครเหนือ

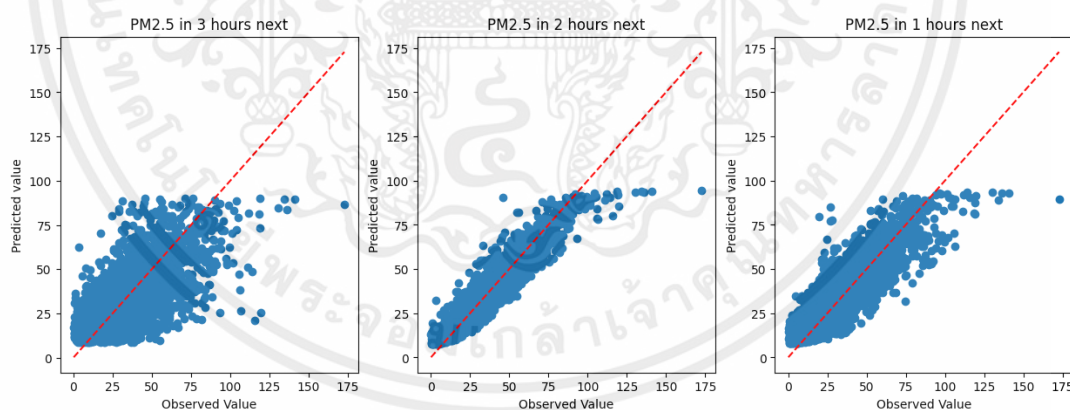
พารามิเตอร์ทางสถิติ	อัลกอริทึม	ความเข้มข้นของ PM _{2.5} ใน		
		1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป
RMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	8.19	7.27	12.93
	RF	8.38	7.43	13.01
MAE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	5.52	4.97	8.72
	RF	5.73	5.20	8.79
R ²	ANN	0.73	0.79	0.32
	RF	0.72	0.78	0.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

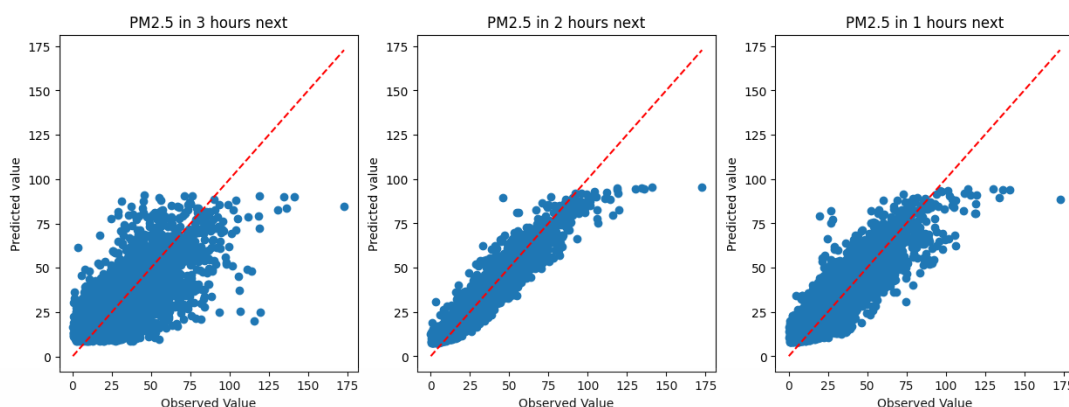
4.4.4 ผลการทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางนา(28.bkk) ภายในพื้นที่พระนครใต้

การทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ล่วงหน้าเป็นเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมงในเขตพระนครใต้ได้มีการเลือกใช้อัลกอริทึม 2 ตัว ได้แก่ Artificial Neural Network และ Random Forest สำหรับผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนายตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2565 ถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ.2565 ในรูปของการกระจายตัวแบบจุดของทั้งสองอัลกอริทึม แสดงดังรูปที่ 4.19 – 4.20 การทำนายล่วงหน้า 1 และ 2 ชั่วโมง นั้นมีความแม่นยำพอสมควรเนื่องจากค่าที่ทำนายได้อยู่เกาะกลุ่มกันใกล้เส้นความชัน ในส่วนของความเข้มข้นที่ทำนายได้หากพิจารณาจากแผนภาพการกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) โมเดลทำนายล่วงหน้าได้อย่างค่อนข้างแม่นยำแต่พบปัญหาในกรณีที่ค่าที่ตรวจวัดได้สูงกว่า 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ส่วนของข้อมูลค่าทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 4.19 จากตารางหากพิจารณาค่า R^2 , RMSE และ MAE สามารถกล่าวได้ สำหรับแต่ละอัลกอริทึมพบว่าการทำนายล่วงหน้า 1 และ 2 ชั่วโมง นั้นสามารถทำนายได้มีความแม่นยำ แต่ส่วนการทำนายล่วงหน้า 3 ชั่วโมงสามารถทำนายได้ไม่แม่นยำนัก หากเปรียบเทียบอัลกอริทึม 2 ตัวข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่า ANN มีความแม่นยำกว่า RF แต่ไม่ได้มากกว่ากันอย่างมีนัยยะสำคัญ



รูปที่ 4.19 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางนา (28.bkk) ภายในพื้นที่พระนครใต้



รูปที่ 4.20 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางนา (28.bkk) ภายในพื้นที่พระนครใต้

ตารางที่ 4.19 ค่าทางสถิติระหว่างค่าทำนายจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดในพื้นที่พระนครใต้

พารามิเตอร์ทางสถิติ	อัลกอริทึม	ความเข้มข้นของ PM _{2.5} ใน		
		1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป
RMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	7.92	5.39	12.16
	RF	7.98	5.39	12.12
MAE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	5.33	3.58	8.40
	RF	5.42	3.58	8.39
R ²	ANN	0.80	0.91	0.52
	RF	0.79	0.91	0.52

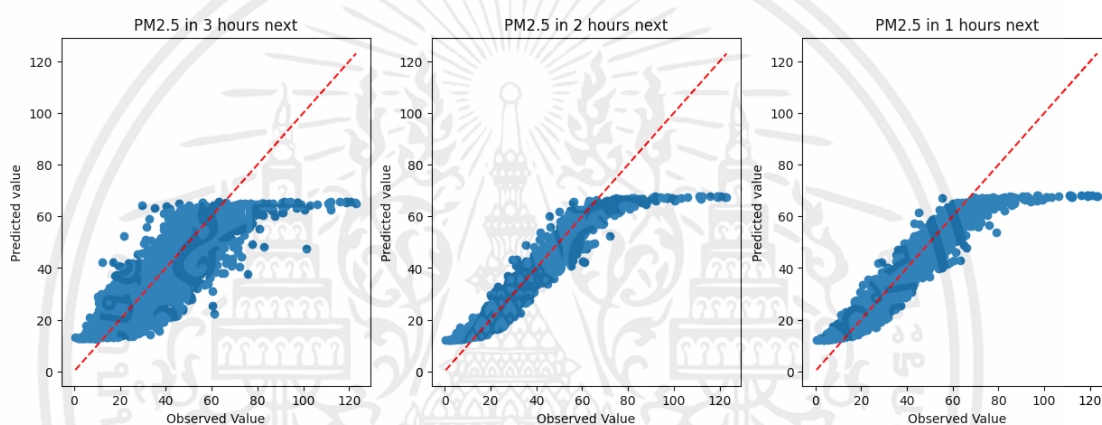
4.4.5 ผลการทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ของสถานีสถานี

ตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตลาดกระบัง (37.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันออก

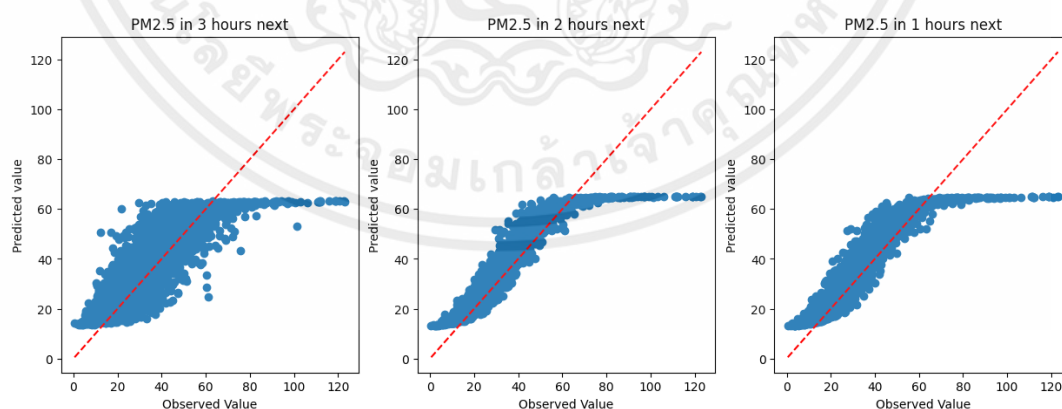
การทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ล่วงหน้าเป็นเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมงในเขตพื้นที่พระนครตะวันออก ได้มีการเลือกใช้อัลกอริทึม 2 ตัว ได้แก่ Artificial Neural Network และ Random Forest สำหรับผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนายตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2565 ถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ.2565 ในรูปของการกระจายตัวแบบจุดของทั้งสองอัลกอริทึม แสดงดังรูปที่ 4.23 – 4.24 การทำนายล่วงหน้า 1, 2 และ 3 ชั่วโมงนั้นมีความแม่นยำพอสมควรเนื่องจากค่าที่ทำนายได้อยู่เกาะกลุ่มกันใกล้เส้นความชัน 1 ในส่วนของความเข้มข้นที่

ทำนายได้หากพิจารณาจากแผนภาพการกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) พบว่าโมเดลทำนายได้อย่างค่อนข้างแม่นยำแต่พบปัญหาในกรณีที่ค่าที่ตรวจวัดได้สูงกว่า 75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ส่วนของข้อมูลค่าทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 4.21 จากตารางหากพิจารณาค่า R^2 , RMSE และ MAE สามารถกล่าวได้ สำหรับแต่ละอัลกอริทึมพบว่าการทำนายล่วงหน้า 1 และ 2 ชั่วโมง มีความแม่นยำ ส่วนการทำนายล่วงหน้า 3 ชั่วโมงแม่นยำน้อยกว่าแต่ยังถือว่ามีความแม่นยำอยู่พอสมควร และจากทุกพื้นที่ พบว่าโมเดลของพื้นที่พระนครตะวันออกมีความแม่นยำมากที่สุดหากเปรียบเทียบอัลกอริทึม 2 ตัวข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่า ANN มีความแม่นยำกว่า RF แต่ไม่ได้มากกว่ากันอย่างมีนัยยะสำคัญ



รูปที่ 4.21 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตลาดกระบัง (37.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันออก



รูปที่ 4.22 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตลาดกระบัง (37.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

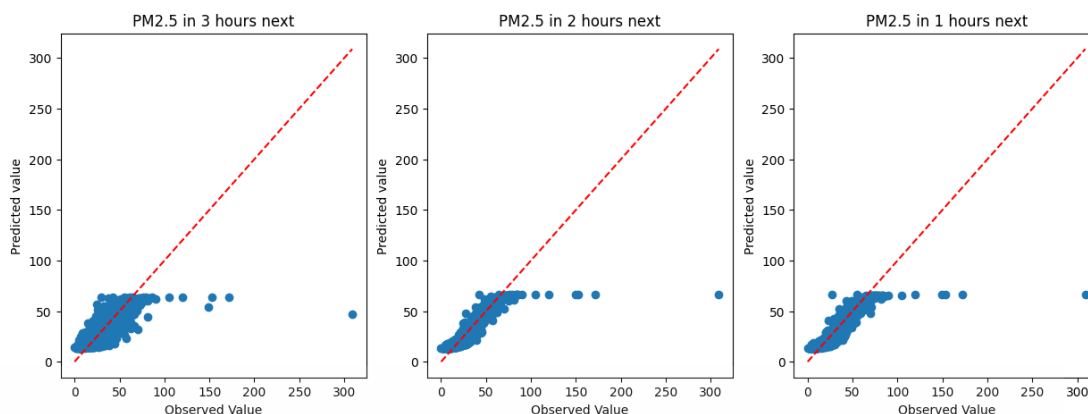
ตารางที่ 4.20 ค่าทางสถิติระหว่างค่าทำนายจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดในพื้นที่พระนคร
ตะวันออก

พารามิเตอร์ทางสถิติ	อัลกอริทึม	ความเข้มข้นของ PM _{2.5} ใน		
		1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป
RMSE (µg/m ³)	ANN	4.55	4.31	6.88
	RF	5.63	5.42	7.55
MAE (µg/m ³)	ANN	2.89	2.63	4.79
	RF	4.00	3.83	5.48
R ²	ANN	0.91	0.92	0.79
	RF	0.86	0.87	0.75

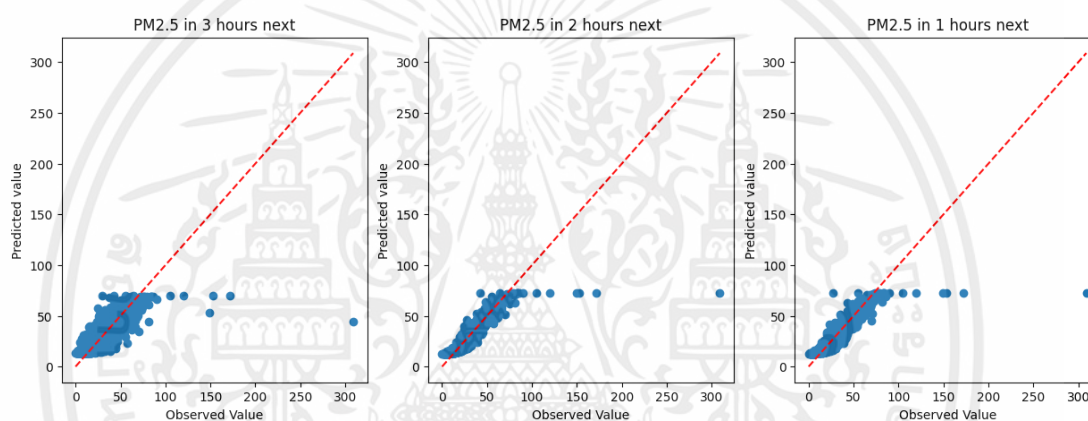
4.4.6 ผลการทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ของสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศเขตพญาไท (33.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันตก

การทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ล่วงหน้าเป็น
เวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมงในเขตพื้นที่พระนครตะวันตก ได้มีการเลือกใช้อัลกอริทึม 2 ตัว ได้แก่
Artificial Neural Network และ Random Forest สำหรับผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนายตั้งแต่เดือน
มกราคม ปี พ.ศ. 2565 ถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ.2565 ในรูปของการกระจายตัวแบบจุดของทั้งสอง
อัลกอริทึม แสดงดังรูปที่ 4.21 – 4.22 การทำนายล่วงหน้า 1, 2 และ 3 ชั่วโมงนั้นมีความแม่นยำ
พอสมควรเนื่องจากค่าที่ทำนายได้อยู่เกาะกลุ่มกันใกล้เส้นความชัน 1 และ ในส่วนของความเข้มข้นที่
ทำนายได้หากพิจารณาจากแผนภาพการกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) พบว่าโมเดลทำนายได้
อย่างค่อนข้างแม่นยำแต่พบปัญหาในกรณีที่ค่าที่ตรวจวัดได้สูงกว่า 75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ส่วนของข้อมูลค่าทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 4.20 จากตารางหากพิจารณาค่า R², RMSE
และ MAE สามารถกล่าวได้ สำหรับแต่ละอัลกอริทึมพบว่าการทำนายล่วงหน้า 1 และ 2 ชั่วโมง
สามารถทำนายได้แม่นยำ ส่วนการทำนายล่วงหน้า 3 ชั่วโมงแม่นยำน้อยกว่า แต่ยังถือว่ามีความ
แม่นยำอยู่พอสมควร หากเปรียบเทียบอัลกอริทึม 2 ตัวข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่า RF มีความแม่นยำ
กว่า ANN แต่ไม่ได้มากกว่ากันอย่างมีนัยยะสำคัญ



รูปที่ 4.23 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตพญาไท (33.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันตก



รูปที่ 4.24 การกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตพญาไท (33.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันตก

ตารางที่ 4.21 ค่าทางสถิติระหว่างค่าทำนายจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดในพื้นที่พระนครตะวันตก

พารามิเตอร์ทางสถิติ	อัลกอริทึม	ความเข้มข้นของ PM _{2.5} ใน		
		1 ชั่วโมงถัดไป	2 ชั่วโมงถัดไป	3 ชั่วโมงถัดไป
RMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	5.91	5.84	7.40
	RF	5.35	5.19	7.11
MAE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ANN	3.72	3.73	5.02
	RF	3.24	3.07	4.69
R ²	ANN	0.82	0.83	0.72
	RF	0.86	0.87	0.75

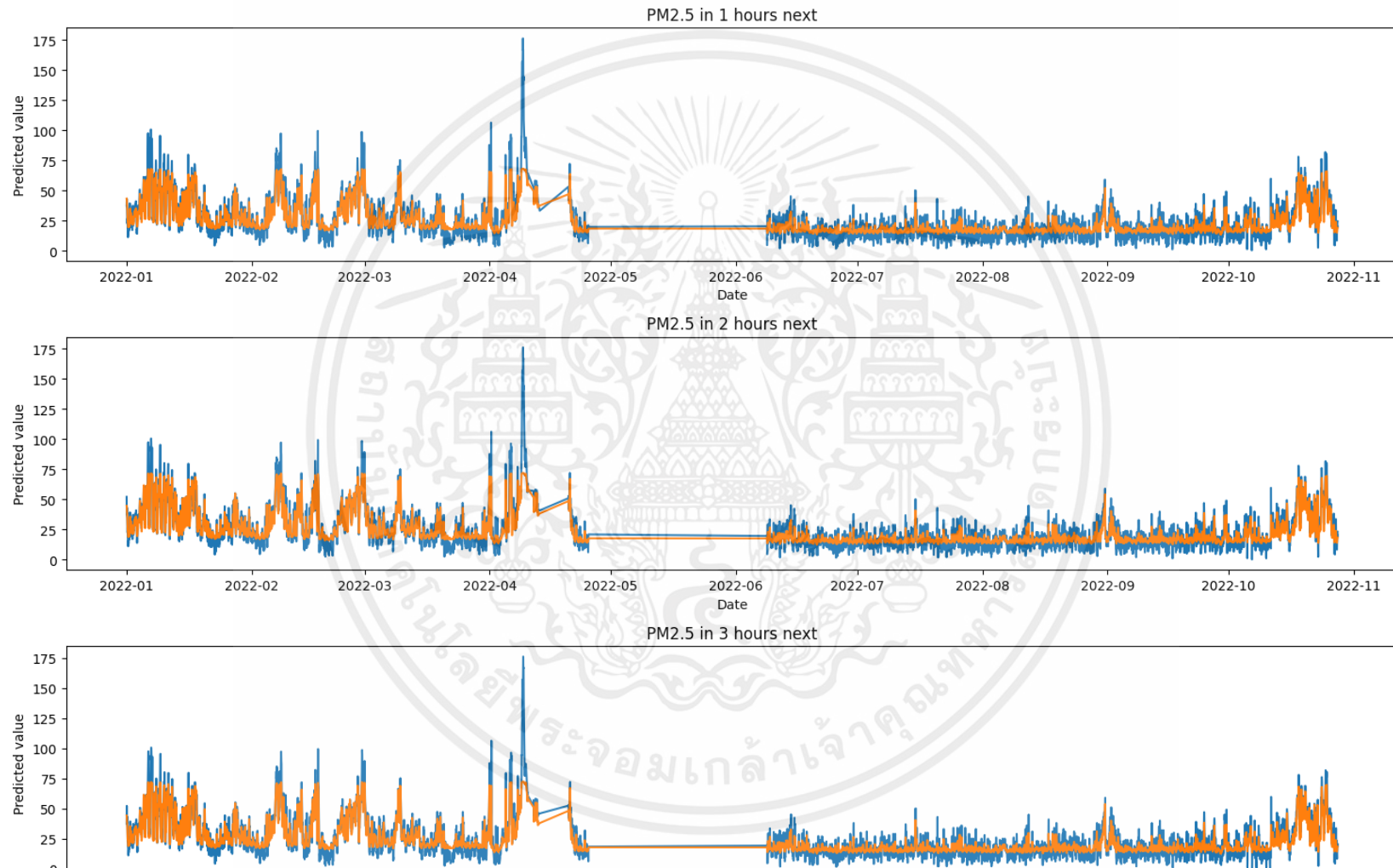
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดในรูปแบบของอนุกรมเวลา

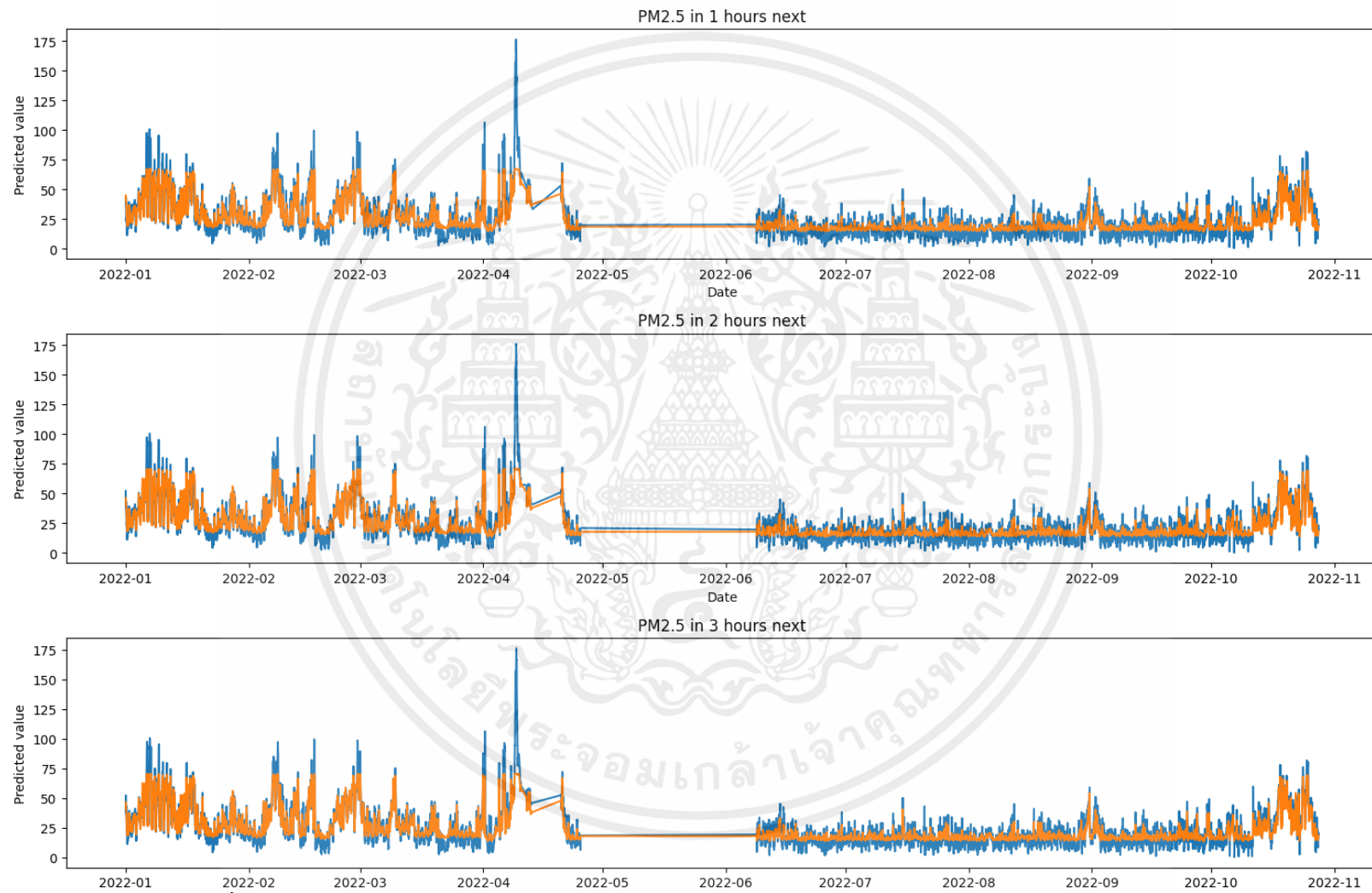
การเปรียบเทียบแบบอนุกรมเวลา (Time Series) เป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการทำนายโดยโมเดลกับค่าที่ตรวจวัดได้ โดยจะเทียบกับเวลาเพื่อที่จะทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่า $PM_{2.5}$ ในแต่ละช่วงเวลาเพื่อเทียบค่าที่ทำนายได้ในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อที่จะแสดงถึงความแม่นยำและค่าที่ทำนายได้มีค่ามากหรือน้อยกว่าค่าตรวจวัด

4.5.1 ผลการทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตตลิ่งชัน (03.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีเหนือ

จากแผนภาพอนุกรมเวลาการทำนายค่า $PM_{2.5}$ ล่วงหน้า 1, 2 และ 3 ชั่วโมงของปี พ.ศ. 2565 เทียบกับค่าจากการตรวจวัดที่ได้จากอัลกอริทึม ANN และ RF ที่แสดงในรูปที่ 4.25 และ 4.26 ตามลำดับพบว่าแบบจำลองทั้งสองสามารถทำนายความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ได้ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัด มีรูปแบบในการเปลี่ยนแปลงเหมือนการตรวจวัด แต่ไม่สามารถทำนายค่าในช่วงค่าสูงๆได้ดีนัก โดยเฉพาะในช่วงเดือนเมษายน ที่ค่า $PM_{2.5}$ สูงเกิน 75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 4.25 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
เขตตลิ่งชัน (03.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีเหนือ



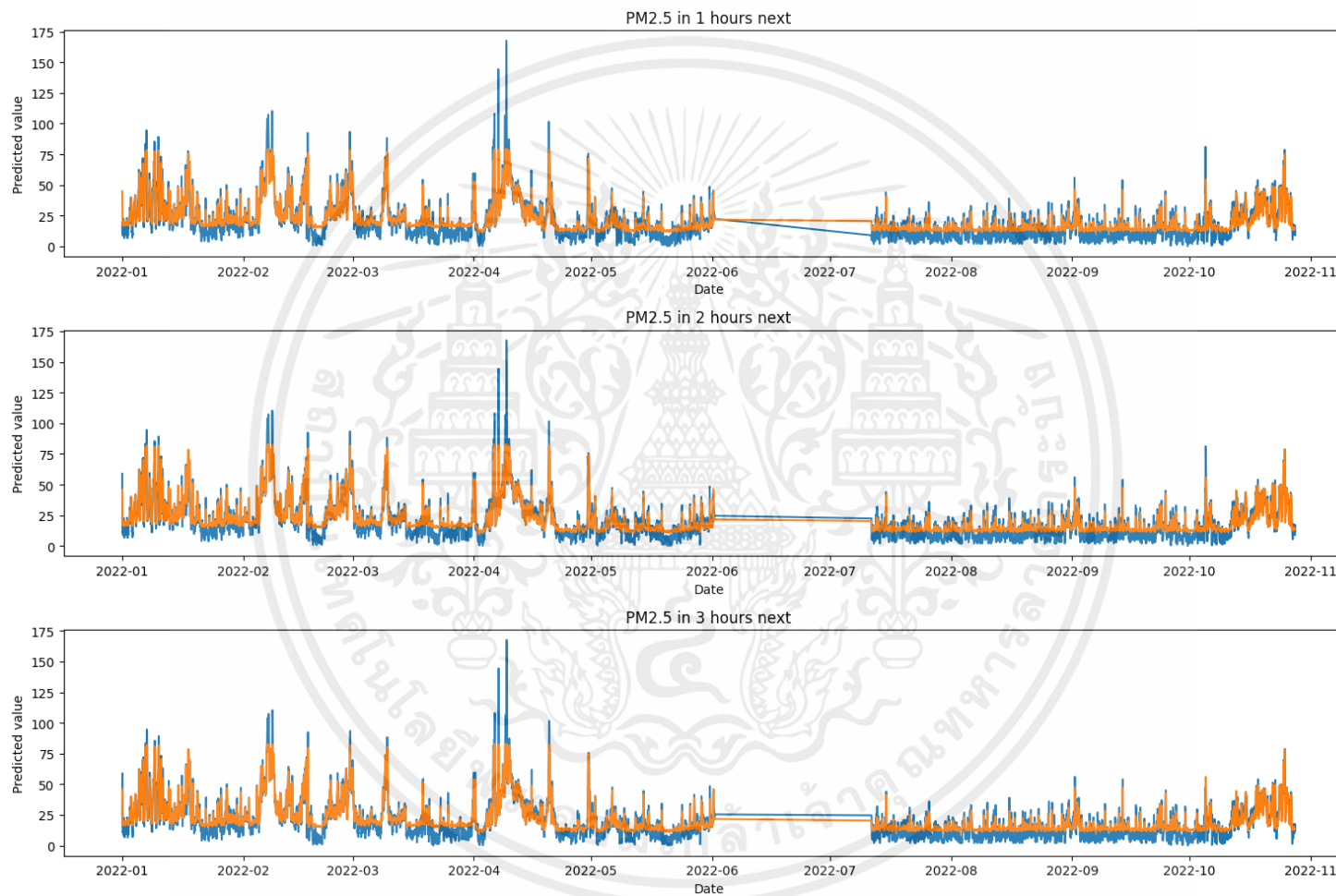
รูปที่ 4.26 अनुक्रमเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

เขตตลิ่งชัน (03.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีเหนือ

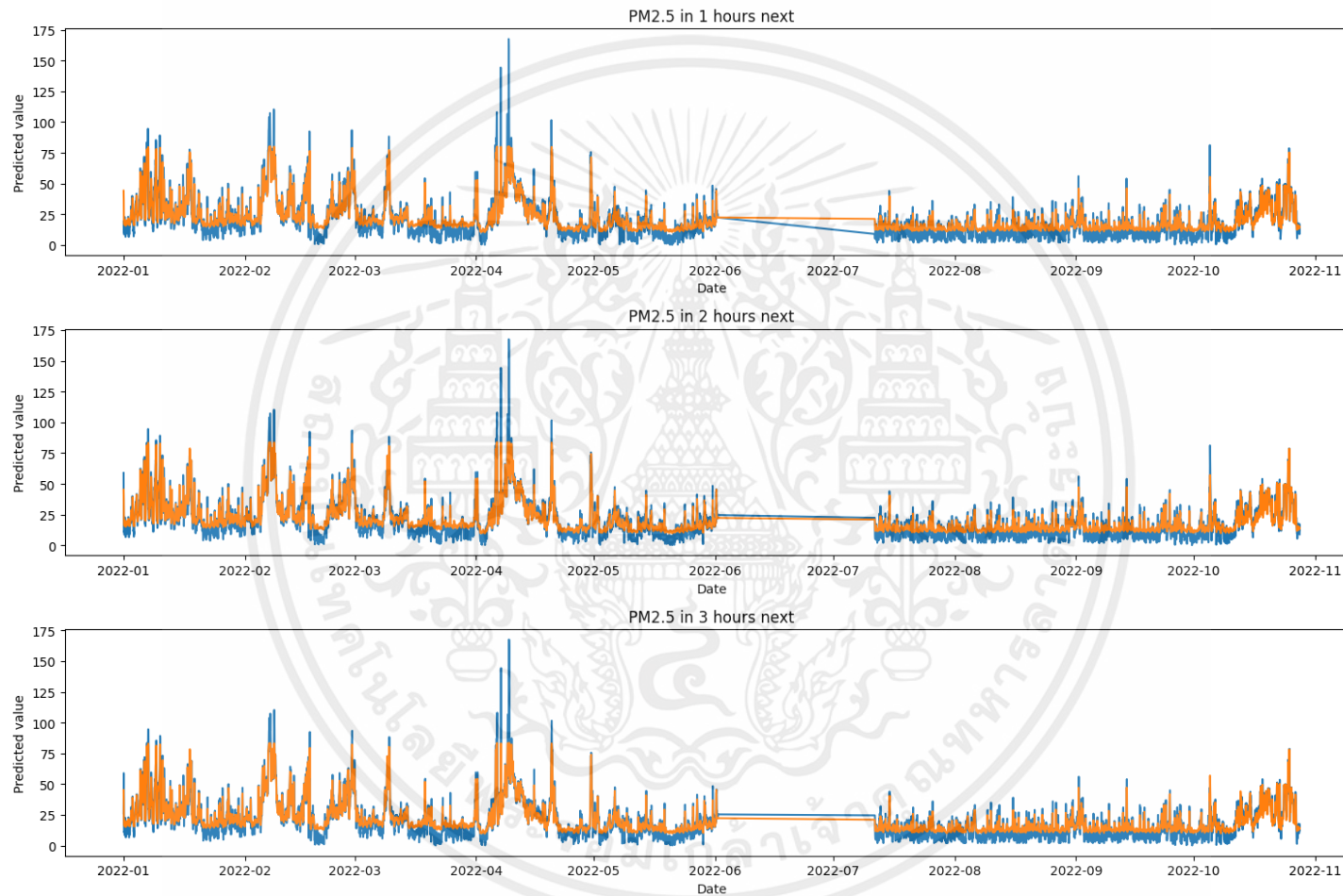
4.5.2 ผลการทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตจอมทอง (08.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีใต้

จากแผนภาพอนุกรมเวลาการทำนายค่า $PM_{2.5}$ ล่วงหน้า 1, 2 และ 3 ชั่วโมงของปี พ.ศ. 2565 เทียบกับค่าจากการตรวจวัดที่ได้จากอัลกอริทึม ANN และ RF ที่แสดงในรูปที่ 4.27 และ 4.28 ตามลำดับพบว่าแบบจำลองทั้งสองสามารถทำนายความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ได้ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัด มีรูปแบบในการเปลี่ยนแปลงเหมือนการตรวจวัด แต่ไม่สามารถทำนายค่าในช่วงค่าสูงๆได้ดีนัก โดยเฉพาะในช่วงเดือนเมษายน ที่ค่า $PM_{2.5}$ สูงเกิน 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร





รูปที่ 4.27 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ เขตจอมทอง (08.bkk) ภายในเขตธนบุรีได้

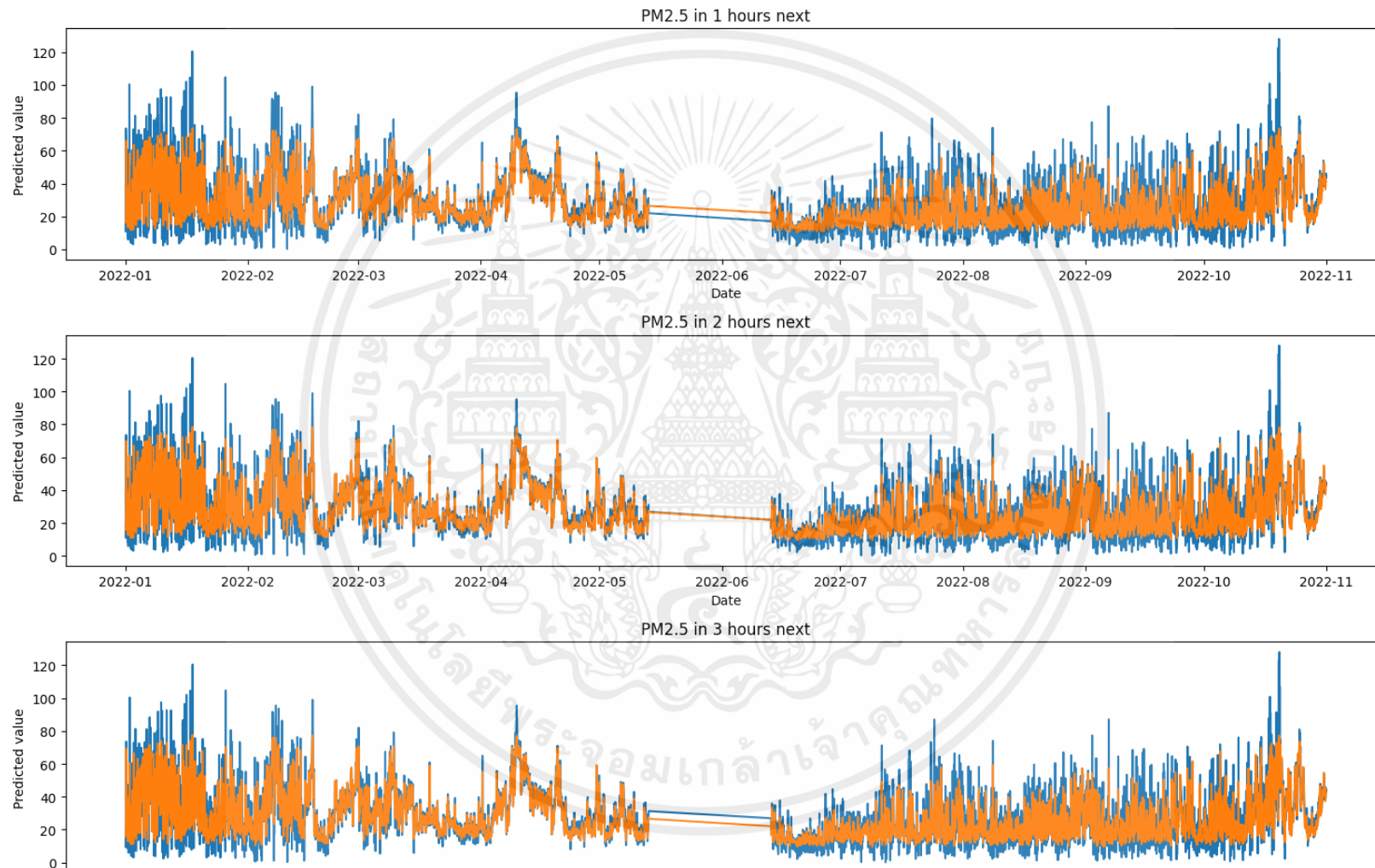


รูปที่ 4.28 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
เขตจอมทอง (08.bkk) ภายในพื้นที่ธนบุรีใต้

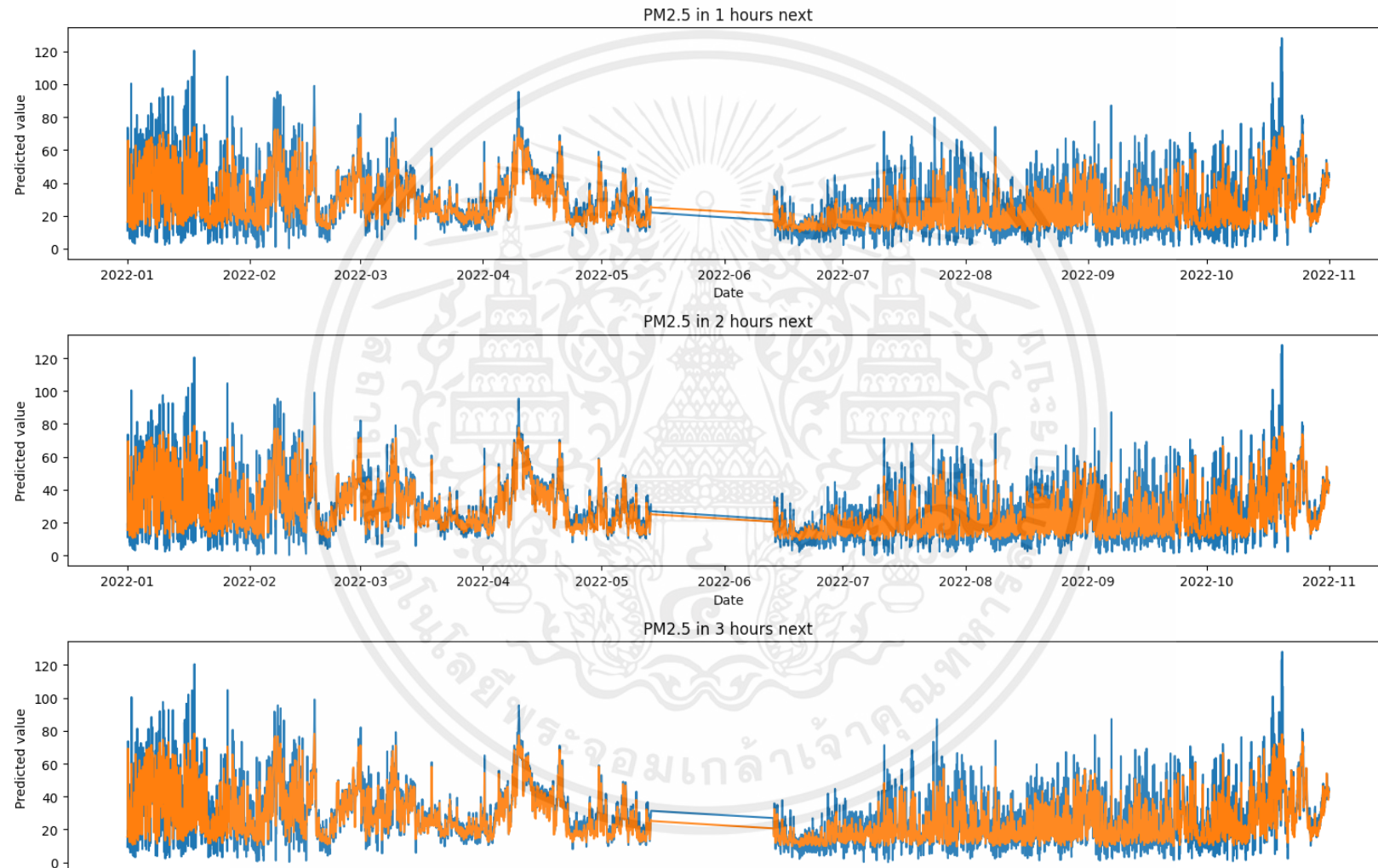
4.5.3 ผลการทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางซื่อ (27.bkk) ภายในพื้นที่พระนครเหนือ

จากแผนภาพอนุกรมเวลาการทำนายค่า $PM_{2.5}$ ล่วงหน้า 1, 2 และ 3 ชั่วโมงของปี พ.ศ. 2565 เทียบกับค่าจากการตรวจวัดที่ได้จากอัลกอริทึม ANN และ RF ที่แสดงในรูปที่ 4.29 และ 4.30 ตามลำดับพบว่าแบบจำลองทั้งสองสามารถทำนายความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ได้อย่างแม่นยำในช่วง 0 - 80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หากสังเกตจากอนุกรมเวลาพบว่าสามารถทำนายได้ดีในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคมแต่ไม่สามารถทำนายค่าในช่วงค่าสูงๆได้ดีนักโดยเฉพาะในช่วงพีค (Peak) ในเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์และเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม





รูปที่ 4.29 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
เขตบางซื่อ (27.bkk) ภายในพื้นที่พระนครเหนือ

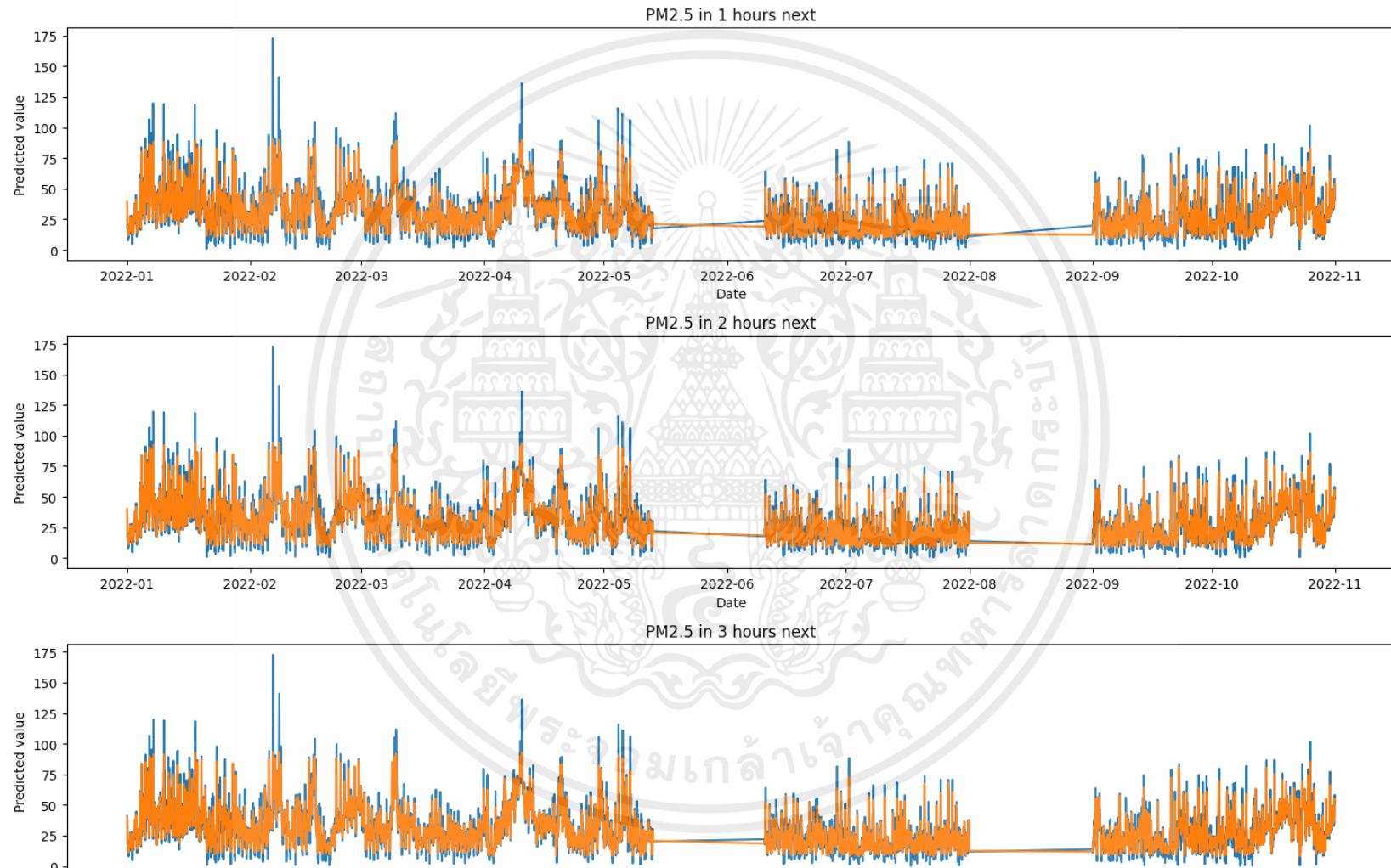


รูปที่ 4.30 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
เขตบางซื่อ (27.bkk) ภายในพื้นที่พระนครเหนือ

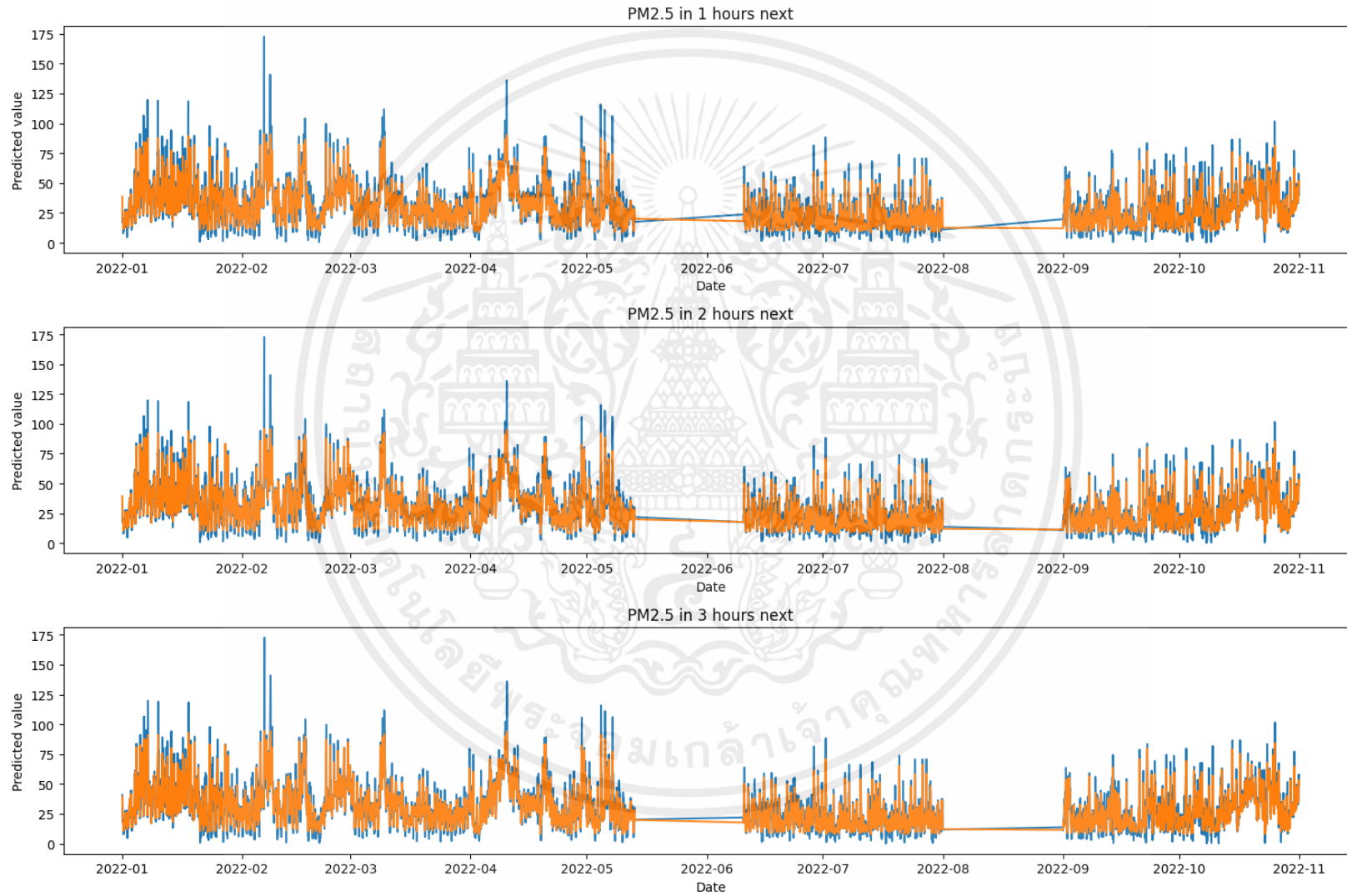
4.5.4 ผลการทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตบางนา (28.bkk) ภายในพื้นที่พระนครใต้

จากแผนภาพอนุกรมเวลาการทำนายค่า $PM_{2.5}$ ล่วงหน้า 1, 2 และ 3 ชั่วโมงของปี พ.ศ. 2565 เทียบกับค่าจากการตรวจวัดที่ได้จากอัลกอริทึม ANN และ RF ที่แสดงในรูปที่ 4.31 และ 4.32 ตามลำดับพบว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากอัลกอริทึมทั้งสองชนิดนั้นมีรูปแบบคล้ายและมีความแม่นยำโดยเฉพาะค่าที่อยู่ในช่วง 0 - 80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หากค่าตรวจวัดมีความเข้มข้นเกิน 80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โมเดลจะทำนายได้ไม่แม่นยำโดยค่าที่ได้นั้นจะต่ำกว่าความเป็นจริง เมื่อสังเกตในช่วงที่โมเดลไม่สามารถทำนายช่วงพีคที่อยู่ในช่วงกุมภาพันธ์, เดือนเมษายนและพฤษภาคม





รูปที่ 4.31 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
เขตบางนา (28.bkk) ภายในพื้นที่พระนครใต้

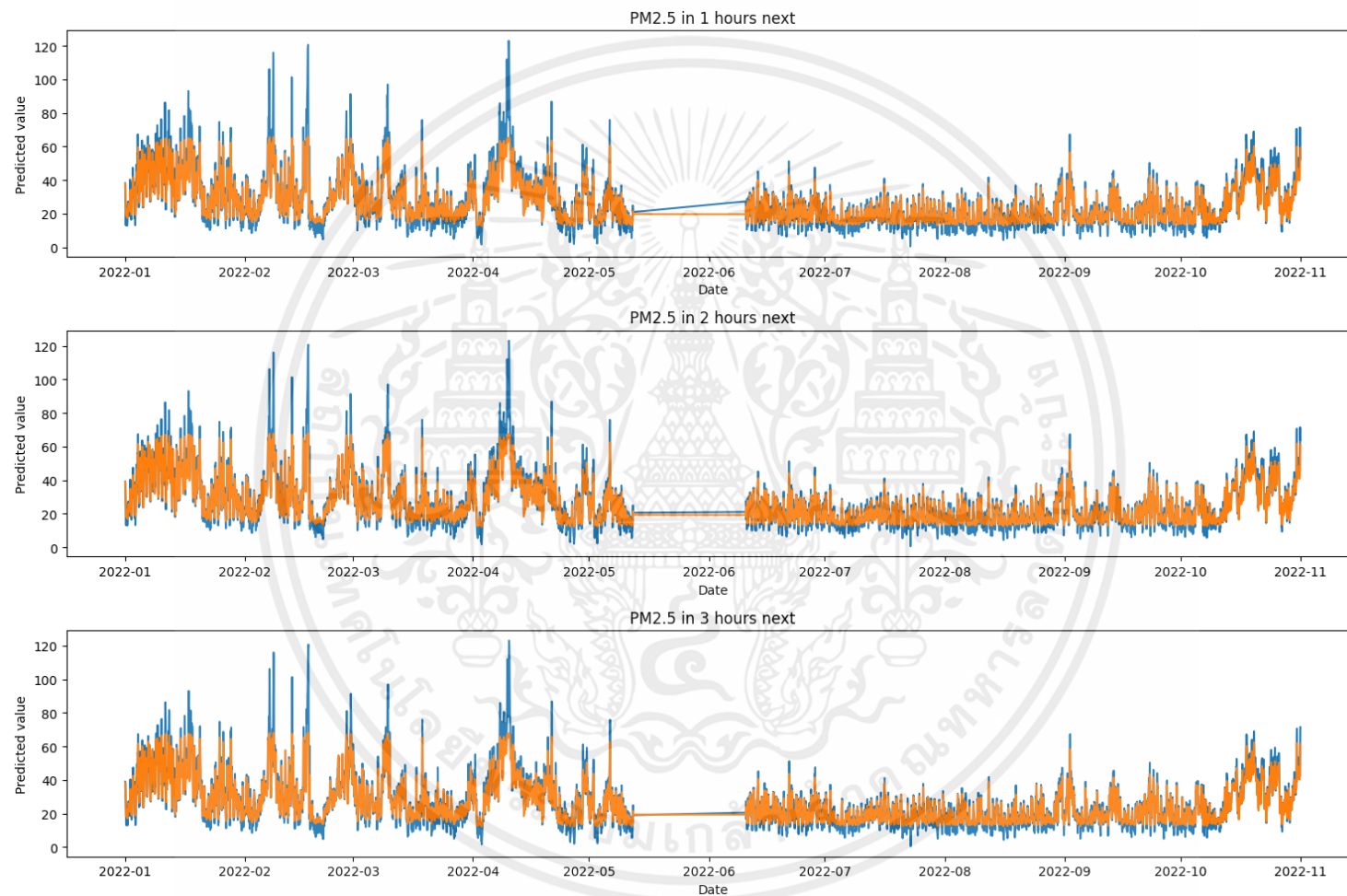


เขตบางนา (28.bkk) ภายในพื้นที่พระนครใต้

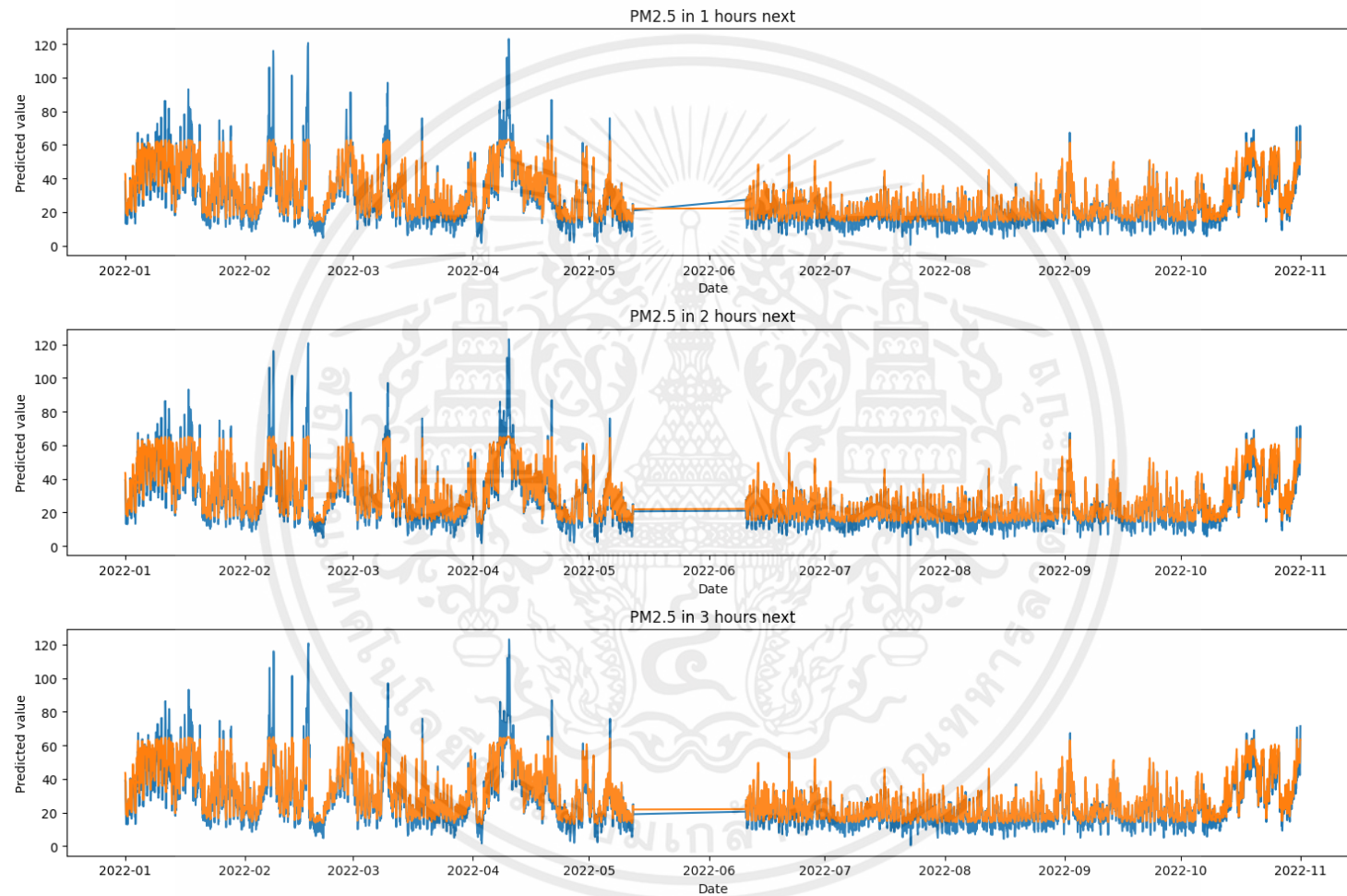
4.5.5 ผลการทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ของสถานีสถานี ตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตลาดกระบัง (37.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันออก

จากแผนภาพอนุกรมเวลาการทำนายค่า $PM_{2.5}$ ล่วงหน้า 1, 2 และ 3 ชั่วโมงของปี พ.ศ. 2565 เทียบกับค่าจากการตรวจวัดที่ได้จากอัลกอริทึม ANN และ RF ที่แสดงในรูปที่ 4.35 และ 4.36 ตามลำดับพบว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากอัลกอริทึมทั้งสองชนิดนั้นมีความคล้ายและมีความแม่นยำโดยเฉพาะค่าที่อยู่ในช่วง 0 - 75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หากค่าตรวจวัดมีความเข้มข้นเกิน 75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โมเดลจะทำนายได้ไม่แม่นยำโดยค่าที่ได้นั้นจะต่ำกว่าความเป็นจริง เมื่อสังเกตในช่วงที่โมเดลทำนายได้ไม่แม่นยำพบว่าช่วงพีคที่เดือนมกราคม, เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนเมษายน





รูปที่ 4.33 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขต
ลาดกระบัง (37.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันออก

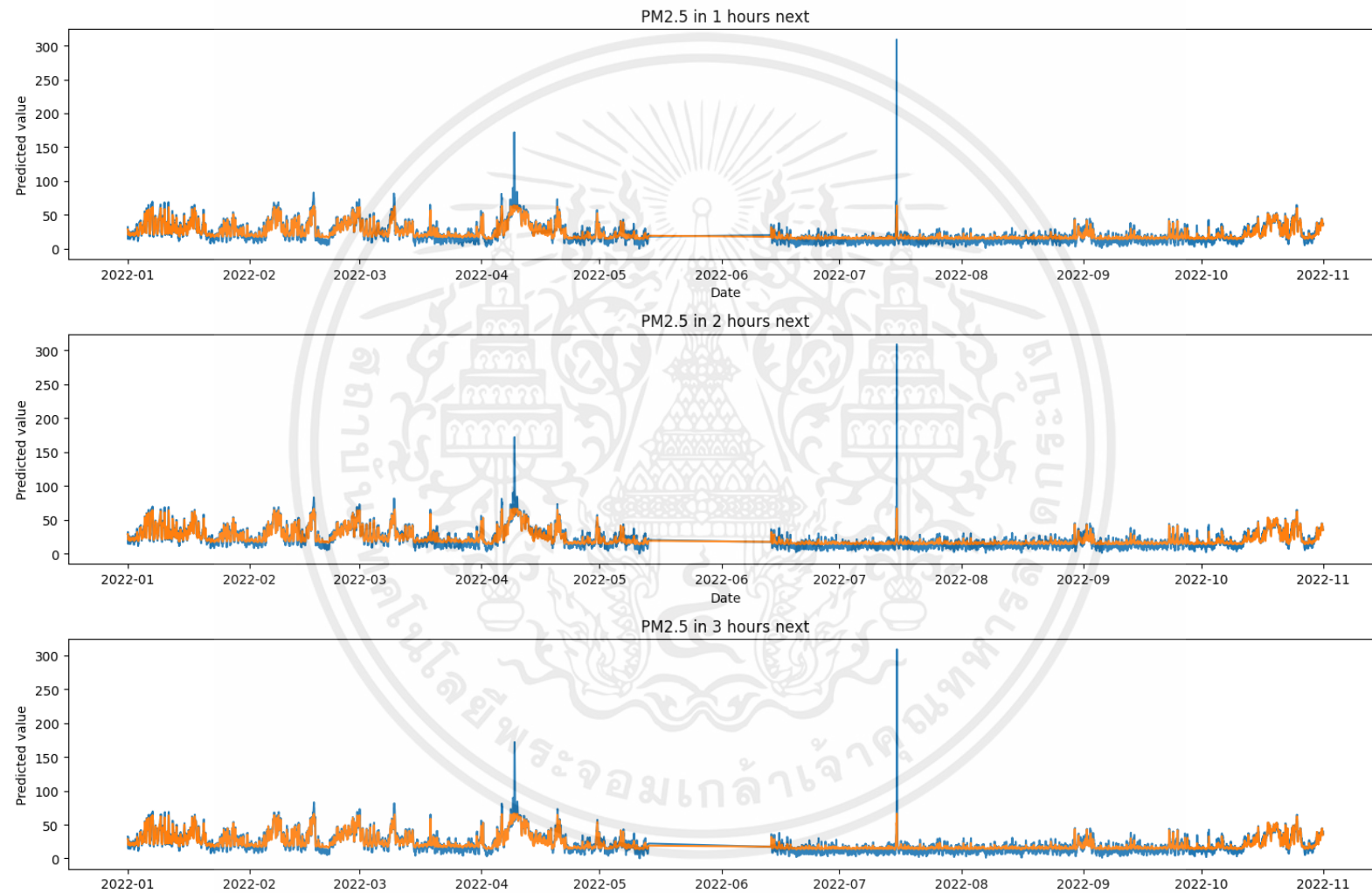


รูปที่ 4.34 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตลาดกระบัง (37.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันออก

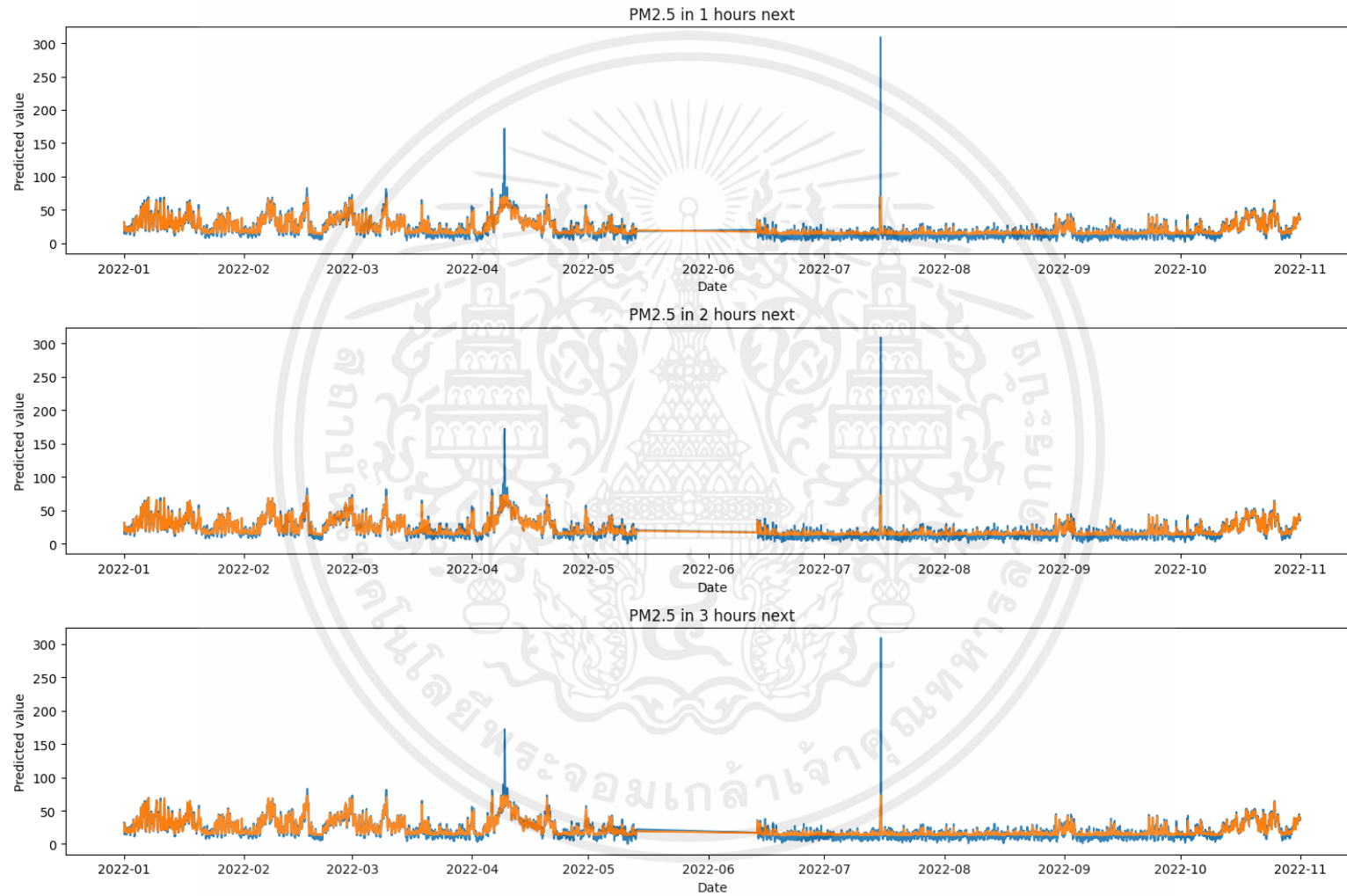
4.5.6 ผลการทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตพญาไท (33.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันตก

จากแผนภาพอนุกรมเวลาการทำนายค่า $PM_{2.5}$ ล่วงหน้า 1, 2 และ 3 ชั่วโมงของปี พ.ศ. 2565 เทียบกับค่าจากการตรวจวัดที่ได้จากอัลกอริทึม ANN และ RF ที่แสดงในรูปที่ 4.33 และ 4.34 ตามลำดับพบว่ารูปแบบความเข้มข้นของค่าที่ตรวจวัดและค่าที่ได้จากอัลกอริทึมทั้งสองชนิดนั้นมีความคล้ายและมีความแม่นยำโดยเฉพาะค่าที่อยู่ในช่วง 0 - 80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หากค่าตรวจวัดมีความเข้มข้นเกิน 80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โมเดลจะทำนายได้ไม่แม่นยำโดยค่าที่ได้ นั้นจะต่ำกว่าความเป็นจริง เมื่อสังเกตในช่วงที่โมเดลทำนายได้ไม่แม่นยำพบว่า มีช่วงพีคที่เดือน เมษายนและเดือนกรกฎาคม





รูปที่ 4.35 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Artificial Neural Network ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเขตพญาไท (33.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันตก



รูปที่ 4.36 อนุกรมเวลา (Time series) ของอัลกอริทึม Random Forest ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
เขตพญาไท (33.bkk) ภายในพื้นที่พระนครตะวันตก

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจวัด $PM_{2.5}$ รายชั่วโมงของสถานีตรวจอากาศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 ถึง ปี พ.ศ.2564 ภายในพื้นที่ของกรุงเทพมหานครโดยแบ่งเป็น 6 พื้นที่คือ พื้นที่ธนบุรีเหนือ, ธนบุรีใต้, พระนครเหนือ, พระนครตะวันออก, พระนครตะวันตก และพระนครใต้ พบว่าลักษณะของความเข้มข้นมีความคล้ายคลึงกัน โดยจะมีค่าสูงตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงหน้าแล้งสูงมากที่สุดในช่วงธันวาคมถึงมกราคม และจะมีค่าความเข้มข้นต่ำในช่วงกลางปี ตั้งแต่เดือนมีนาคมจนถึงกันยายน นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่ที่มีปัญหา $PM_{2.5}$ มากที่สุดคือพื้นที่ธนบุรีเหนือและใต้ พื้นที่ในส่วนพระนครเหนือและใต้มีปัญหาน้อยที่สุด พื้นที่ในส่วนพระนครตะวันออกมีบางบริเวณที่มีปัญหาค่า $PM_{2.5}$ สูง พื้นที่พระนครตะวันตกโดยเฉพาะส่วนกรุงเทพชั้นในเป็นบริเวณที่ประสบปัญหา $PM_{2.5}$ สูง

จากนั้นจะทำการศึกษาโมเดลทำนายค่าความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ภายในพื้นที่ของกรุงเทพมหานครด้วยการใช้อัลกอริทึม Artificial Neural Network (ANN) และ Random Forest (RF) โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจคุณภาพอากาศตั้งแต่ปี พ.ศ.2562 ถึง ปี พ.ศ.2564 โดยแบ่งข้อมูล 80% เป็นข้อมูลชุดฝึกสำหรับสร้างแบบจำลองและ 20% สำหรับทดสอบ โดยแบ่งพื้นที่เป็น 6 พื้นที่คือพื้นที่ธนบุรีเหนือ, ธนบุรีใต้, พระนครเหนือ, พระนครตะวันออก, พระนครตะวันตก และพระนครใต้ การเปรียบเทียบผลการทำนายกับค่าจากการตรวจวัดของทั้ง 6 พื้นที่ โดยใช้อัลกอริทึมแบบ ANN และ RF พบว่าสำหรับการทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองล่วงหน้า 1 และ 2 ชั่วโมง โมเดลทั้งสองมีความสามารถในการทำนายได้อย่างแม่นยำโดยค่า R^2 ที่ได้การทำนายล่วงหน้า 1 ชั่วโมงมีค่าอยู่ที่ 0.72 – 0.91 และค่า R^2 ของการทำนาย 2 ชั่วโมงล่วงหน้ามีค่าอยู่ที่ 0.78 – 0.92 ส่วนค่า R^2 ของการทำนาย 3 ชั่วโมงล่วงหน้ามีค่าอยู่ที่ 0.32 – 0.79 โมเดลพื้นที่พระนครตะวันออกสามารถทำนายได้แม่นยำที่สุดด้วยค่า R^2 ที่ได้การทำนายล่วงหน้า 1 ชั่วโมงมีค่าอยู่ที่ 0.91, การทำนายล่วงหน้า 2 ชั่วโมงมีค่าอยู่ที่ 0.92 และการทำนายล่วงหน้า 3 ชั่วโมงมีค่าอยู่ที่ 0.79 ในทุกอัลกอริทึม ANN จะให้ผลการทำนายแม่นยำกว่า RF เล็กน้อยโดยอ้างอิงจากค่าทางสถิติ ยกเว้นในพื้นที่พระนครตะวันตกที่อัลกอริทึม RF จะให้ผลการทำนายที่แม่นยำกว่า ANN เล็กน้อย

ข้อมูลผลการทำนายค่าความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ จะถูกนำไปทำเป็นแผนภาพการกระจายตัวแบบจุด (Scatter Plot) และแผนภาพอนุกรมเวลา (Time series) พบว่าแบบจำลองทุกตัวสามารถทำนายรูปแบบของความเข้มข้นได้ดี แต่ไม่สามารถทำนายในช่วงที่ความเข้มข้นช่วงพีคได้จะเห็นได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ไม่เกิน 75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรจะทำนายได้อย่างแม่นยำ แต่เมื่อ

ค่าที่ตรวจวัดได้จากสถานีตรวจวัดมีค่าเกิน 75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรการทำนายจะไม่มี ความแม่นยำ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ใช้โมเดล LSTM ซึ่งเป็นโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมแบบเกิดซ้ำ และ ARIMA ซึ่งเป็นโมเดลเชิงสถิติ เพื่อคาดการณ์ความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ในระยะเวลานานขึ้น เนื่องจากโดยทั่วไปโมเดลทั้ง 2 ตัวนี้เป็นโมเดลที่นิยมนำไปใช้กับข้อมูลแบบอนุกรมเวลา

2. ควรมีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่นๆเพื่ออธิบายเหตุการณ์ในช่วงพีคของความเข้มข้นได้ดี



บรรณานุกรม

- [1] Pollution Control Department, รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2564 Thailand State of Pollution Report 2021, (2022). www.pcd.go.th. (accessed December 13, 2022)
- [2] กรมอุตุนิยมวิทยา, ภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร, (2022). <http://climate.tmd.go.th/map/thailand> (accessed December 13, 2022).
- [3] แผนที่เขตในกรุงเทพฯ, (n.d.). <https://www.panteethai.com/แผนที่ในแผนที่ไทย/แผนที่เขตในกรุงเทพ/> (accessed December 13, 2022).
- [4] R. TANGTHANASETH, WHO advice Global level, (2019). http://www.searo.who.int/topics/air_pollution (accessed December 13, 2022). (accessed December 13, 2022).
- [5] Thitipun, Greenpeace's City Rankings for PM2.5 in Thailand, (2016). <http://oic.go.th>. (accessed December 13, 2022).
- [6] Wannarat Yuyen, โครงการศึกษาแหล่งกำเนิดและแนวทางการจัดการฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, (2018) 3–18.
- [7] ภัคพงศ์ พจนารถ, มลพิษทางอากาศในระดับภูมิภาคและการแพร่กระจายในระยะทางไกล: (1) ภูมิภาคเอเชียตะวันออก, J Environ Manage. 8 (2014) 54–77.
- [8] 1stCraft Team, การวิเคราะห์ข้อมูลคืออะไร? พร้อมเทคนิคการวิเคราะห์ที่คุณควรรู้, (n.d.). <https://1stcraft.com/what-is-data-analysis/> (accessed December 13, 2022).
- [9] Blendata, ทำความรู้จัก Data Analytics ศาสตร์แห่งการวิเคราะห์ พร้อม 4 รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลที่จะช่วยสร้างประโยชน์ให้กับองค์กร, (2022). <https://blendata.co/ทำความรู้จัก-data-analytics-ศาสตร์แห่ง/> (accessed December 8, 2022).

- [10] สุทิน ชนะบุญ, การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุमान. สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านสุขภาพ เบื้องต้น, 2017.
<https://www.kkpho.go.th/slide/index.html> (accessed December 8, 2022).
- [11] Md.S. Rahman, H. Reza, A Systematic Review Towards Big Data Analytics in Social Media, Big Data Mining and Analytics. 5 (2022) 228–244.
- [12] B.M.N.A.D. John D. Kelleher, Fundamentals of machine learning for predictive data analytics : algorithms, worked examples, and case studies, 2nd ed., 2020.
- [13] B. Bera, S. Bhattacharjee, N. Sengupta, S. Saha, PM2.5 concentration prediction during COVID-19 lockdown over Kolkata metropolitan city, India using MLR and ANN models, Environmental Challenges. 4 (2021) 100155.
- [14] S.R. Shams, A. Jahani, S. Kalantary, M. Moeinaddini, N. Khorasani, The evaluation on artificial neural networks (ANN) and multiple linear regressions (MLR) models for predicting SO2 concentration, Urban Clim. 37 (2021) 100837.
- [15] A. Bozdağ, Y. Dokuz, Ö.B. Gökçek, Spatial prediction of PM10 concentration using machine learning algorithms in Ankara, Turkey, Environmental Pollution. 263 (2020) 114635.
- [16] K. Maheshwari, S. Lamba, Air Quality Prediction using Supervised Regression Model, in: 2019 International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT), IEEE, 2019: pp. 1–7.
- [17] C. Srivastava, S. Singh, A.P. Singh, Estimation of Air Pollution in Delhi Using Machine Learning Techniques, in: 2018 International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON), IEEE, 2018: pp. 304–309.

- [18] A. Barthwal, D. Acharya, D. Lohani, Prediction and analysis of particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀) concentrations using machine learning techniques, J Ambient Intell Humaniz Comput. (2021).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์ข้อมูลผลพิษชนิดอื่นๆ ในพื้นที่ศึกษา

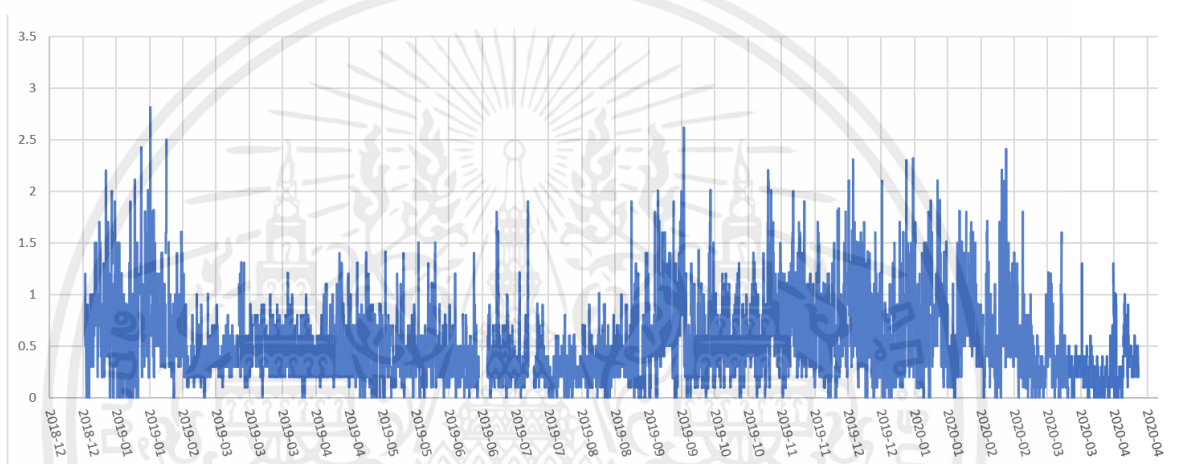
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.1 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของมลพิษอากาศในพื้นที่ธนบุรีเหนือ

ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในเขตพื้นที่ธนบุรีเหนือ ได้มีการเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (02t) เป็นตัวแทนในพื้นที่

ก.1.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ในเขตพื้นที่ธนบุรีเหนือ

ข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์รายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (02t) แสดงดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (02t)

ข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์รายชั่วโมงของสถานี 02t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เมษายน พ.ศ. 2563 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนมอนอกไซด์ตลอดเวลาที่แสดงมีรูปแบบที่ค่าความเข้มข้นตลอดทั้งปีไม่มีความแตกต่างกันมากนัก สามารถเห็นความแตกต่างของค่าความเข้มข้นได้ในช่วงที่มีกว้าง โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้นสูงตั้งแต่เดือนกันยายนจนถึงเดือนกุมภาพันธ์จากนั้นจะเริ่มมีช่วงค่าความเข้มข้นต่ำจนถึงเดือนกรกฎาคม

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ CO โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 02t ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 0.507 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่า

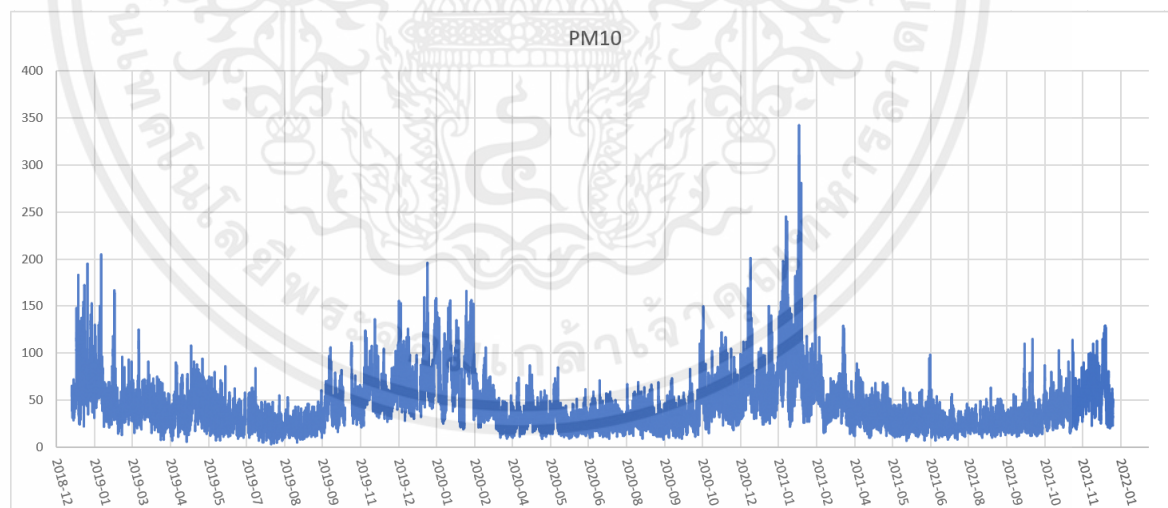
มาตรฐานรายชั่วโมงของ CO และค่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 2.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ CO

ตารางที่ ก.1 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ CO

พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ CO สถานี 02t
ค่าสูงสุด (Maximum)	2.800
ค่าต่ำสุด (Minimum)	0.000
จำนวนข้อมูล (Count)	10621.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	0.507
ค่ามัธยฐาน (Median)	0.400
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	0.354
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.003

ก.1.2 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) ในพื้นที่ธนบุรี เหนือ

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนรายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (02t) แสดงดังรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของ PM₁₀ ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (02t)

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนรายชั่วโมงของสถานี 02t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละอองขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า 10 ไมครอนตลอดช่วงเวลาที่แสดงมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้นเพิ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ จากนั้นจะเริ่มลดลงจนถึงช่วงค่าความเข้มข้นต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายนจนถึงเดือนสิงหาคมจากกราฟจะเห็นได้ว่าช่วงของค่าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นของปี พ.ศ. 2564 มีค่าสูงสุด

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ PM_{10} โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 02t แสดงดังตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 43.368 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานรายชั่วโมงของ PM_{10} ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 340 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานรายวันของ PM_{10} ประมาณ 4.25 เท่า

ตารางที่ ก.2 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM_{10}

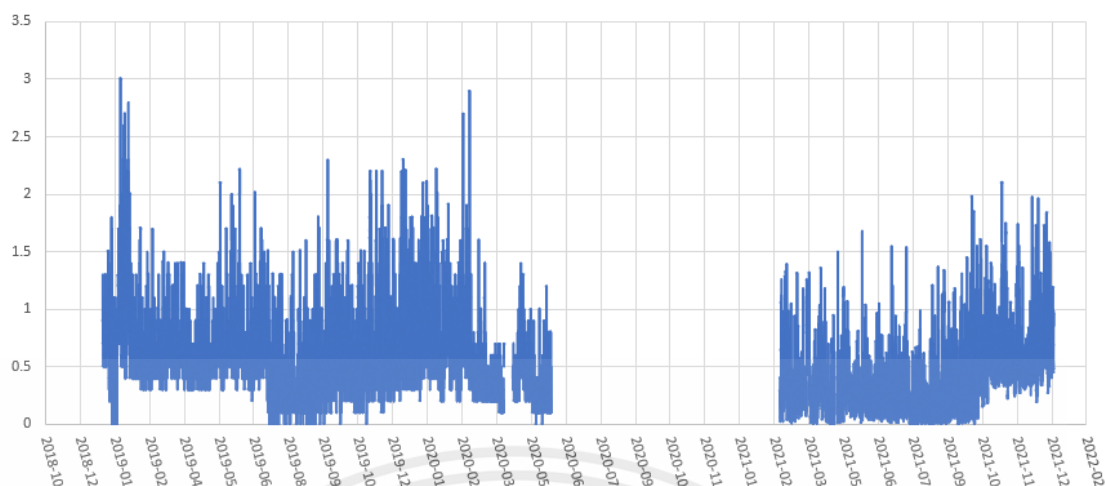
พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ PM_{10} สถานี 02t
ค่าสูงสุด (Maximum)	340.000
ค่าต่ำสุด (Minimum)	3.000
จำนวนข้อมูล (Count)	25710.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	43.368
ค่ามัธยฐาน (Median)	37.000
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	25.728
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.160

ก.2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของมลพิษอากาศในพื้นที่ธนบุรีใต้

ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในเขตพื้นที่ธนบุรีใต้ ได้มีการเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ (52t) เป็นตัวแทนในพื้นที่

ก.2.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ในพื้นที่ธนบุรีใต้

ข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์รายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ (52t) แสดงดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.3 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ (52t)

ข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์รายชั่วโมงของสถานี 52t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 แต่มีช่วงที่ไม่ได้บันทึกอยู่ระหว่างช่วงเดือนมิถุนายนถึงมกราคม พ.ศ. 2563 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนมอนอกไซด์ตลอดช่วงเวลาแสดงสำหรับปี พ.ศ. 2562 มีค่าความเข้มข้นสูงขึ้นตั้งแต่มกราคมถึงมิถุนายนและเพิ่มขึ้นในเดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2563 และสำหรับค่าที่มีการบันทึกอีกครั้งจะเป็นเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นต่ำและจะสูงขึ้นอีกครั้งในช่วงพฤศจิกายนคล้ายกับปี พ.ศ. 2562

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ CO โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 52t ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 0.492 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานรายชั่วโมงของ CO และค่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 3.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ CO

ตารางที่ ก.3 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ CO

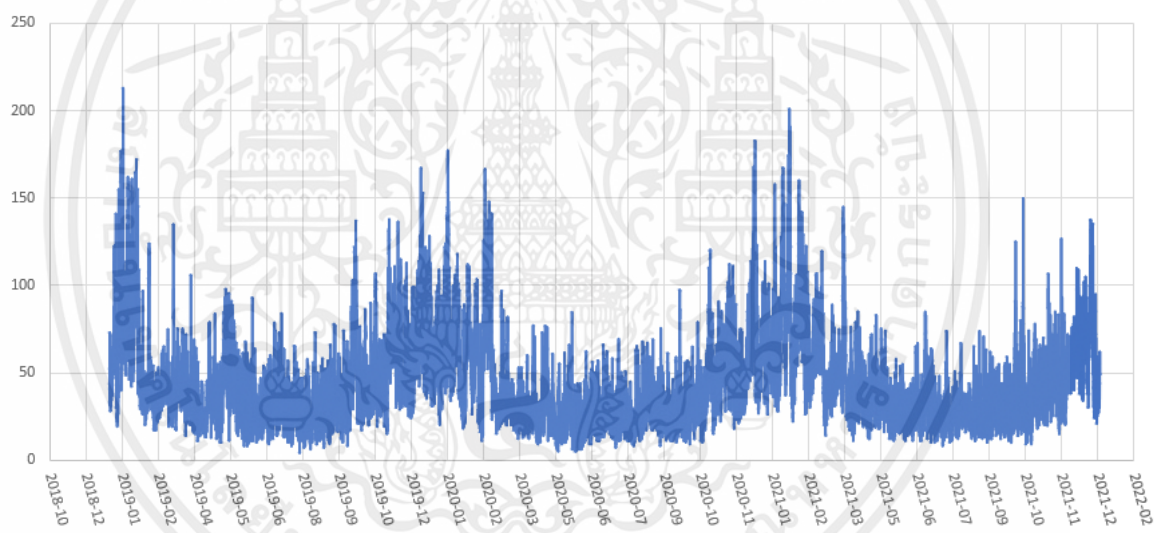
พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ CO สถานี 52t
---------------------	-----------------------------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสูงสุด (Maximum)	3.000
ค่าต่ำสุด (Minimum)	0.000
จำนวนข้อมูล (Count)	18609.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	0.492
ค่ามัธยฐาน (Median)	0.410
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	0.339
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.002

ก.2.2 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ในพื้นที่ธนบุรี ได้

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนรายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ (52t) แสดงดังรูปที่ ก.4



รูปที่ ก.4 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ (52t)

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนรายชั่วโมงของสถานี 52t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนตลอดช่วงเวลาที่แสดงมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ จากนั้นจะเริ่มลดลงจนถึงช่วงค่าความเข้มข้นต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายนจนถึงเดือนกันยายน

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ PM₁₀ โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 52t แสดงดังตารางที่ 4.6 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 42.680 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานรายชั่วโมงของ PM₁₀ ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 213 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานรายวันของ PM₁₀ ประมาณ 2.66 เท่า

ตารางที่ ก.4 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM₁₀

พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ PM ₁₀ สถานี 52t
ค่าสูงสุด (Maximum)	213.000
ค่าต่ำสุด (Minimum)	4.000
จำนวนข้อมูล (Count)	26163.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	42.680
ค่ามัธยฐาน (Median)	36.000
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	24.348
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.151

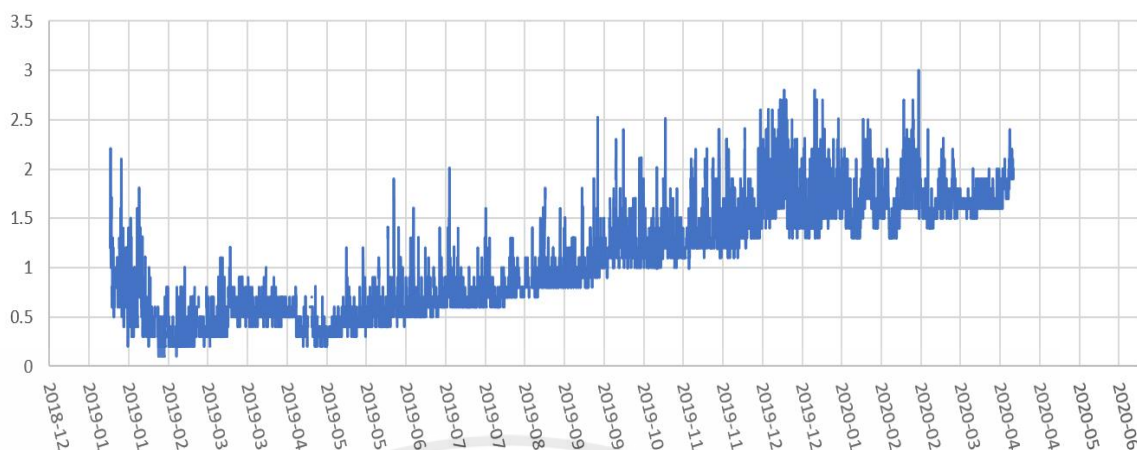
ก.3 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของมลพิษอากาศในพื้นที่พระนครเหนือ

ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในเขตพื้นที่ธนบุรีได้ ได้มีการเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช (22t) เป็นตัวแทนในพื้นที่

ก.3.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ในพื้นที่พระนครเหนือ

ข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์รายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช (22t) แสดงดังรูปที่

ก.5



รูปที่ ก.5 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (22t)

ข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์รายชั่วโมงของสถานี 22t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนมอนอกไซด์ตลอดช่วงเวลาที่แสดงมีรูปแบบที่ค่าความเข้มข้นสูงในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 และเริ่มลดลงในเดือนกุมภาพันธ์จากนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดจนถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2563

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ CO โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 22t ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.8 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 1.083 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานรายชั่วโมงของ CO และค่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 3.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ CO

ตารางที่ ก.5 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ CO

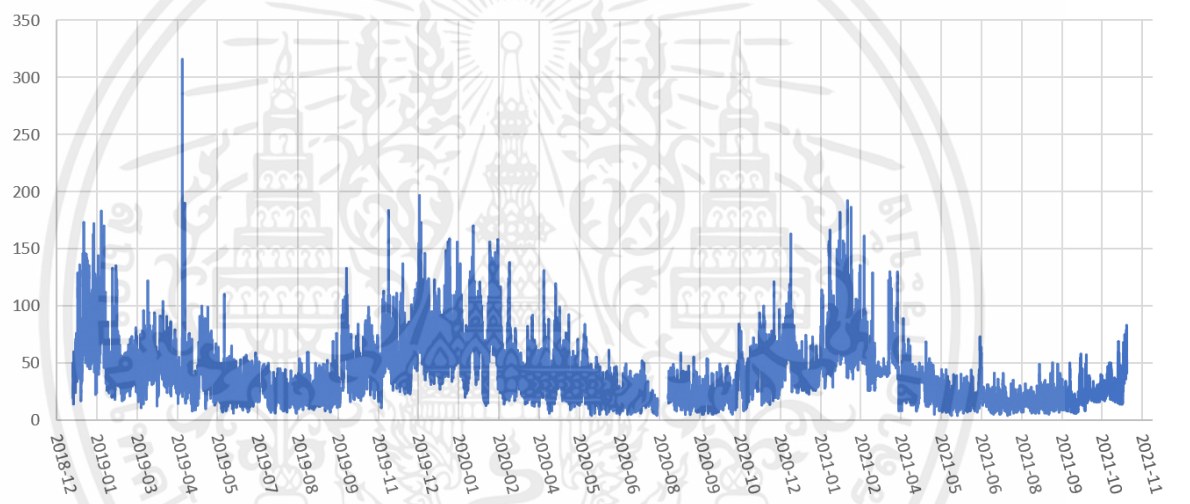
พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ CO สถานี 22t
ค่าสูงสุด (Maximum)	3.000
ค่าต่ำสุด (Minimum)	0.100
จำนวนข้อมูล (Count)	10368.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ย (Mean)	1.083
ค่ามัธยฐาน (Median)	1.000
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	0.556
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.005

ก.3.2 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) ในพื้นที่พระนครเหนือ

ผลข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนรายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (22t) แสดงดังรูปที่ ก.6



รูปที่ ก.6 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (22t)

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนรายชั่วโมงของสถานี 22t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนตลอดช่วงเวลาที่แสดงมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้นเพิ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ จากนั้นจะเริ่มลดลงจนถึงช่วงค่าความเข้มข้นต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายนจนถึงเดือนกันยายนจากกราฟจะเห็นได้ว่าช่วงของค่าความเข้มข้นเพิ่มสูงสุดจะไม่ได้อยู่ในช่วงเพิ่มแต่กลับเพิ่มขึ้นแบบมีนัยยะในวันที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2562

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ PM₁₀ โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 02t แสดงดังตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 43.368 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานรายชั่วโมงของ PM₁₀ ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 340 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานรายวันของ PM₁₀ ประมาณ 4.25 เท่า

ตารางที่ ก.6 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM₁₀

พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ PM ₁₀ สถานี 22t
ค่าสูงสุด (Maximum)	316.000
ค่าต่ำสุด (Minimum)	4.000
จำนวนข้อมูล (Count)	24431.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	39.907
ค่ามัธยฐาน (Median)	33.000
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	26.188
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.168

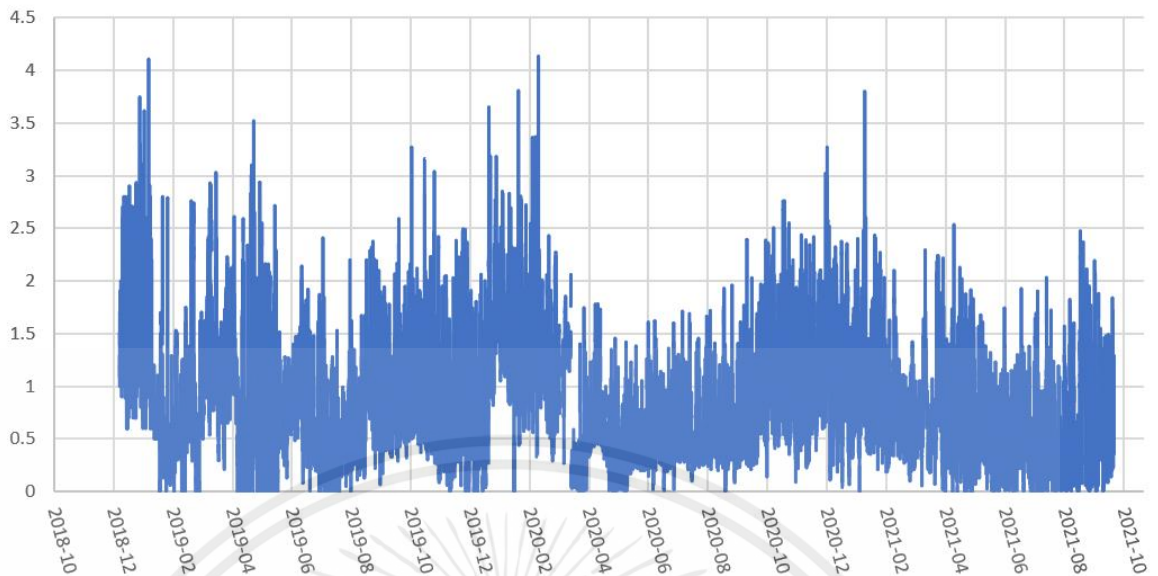
ก.4 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของมลพิษอากาศในพื้นที่พระนครตะวันออก

ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในเขตพื้นที่ธนบุรีใต้ ได้มีการเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (53t) เป็นตัวแทนในพื้นที่

ก.4.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ในพื้นที่พระนครตะวันออก

ข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์รายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (53t) แสดงดังรูปที่

ก.7



รูปที่ ก.7 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (53t)

ข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์รายชั่วโมงของสถานี 53t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง กันยายน พ.ศ. 2564 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนมอนอกไซด์ตลอดเวลาที่แสดงมีรูปแบบที่ค่าความเข้มข้นตลอดทั้งปีไม่มีความแตกต่างกันมากนัก โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้นสูงอยู่ในช่วงเดือนมกราคม

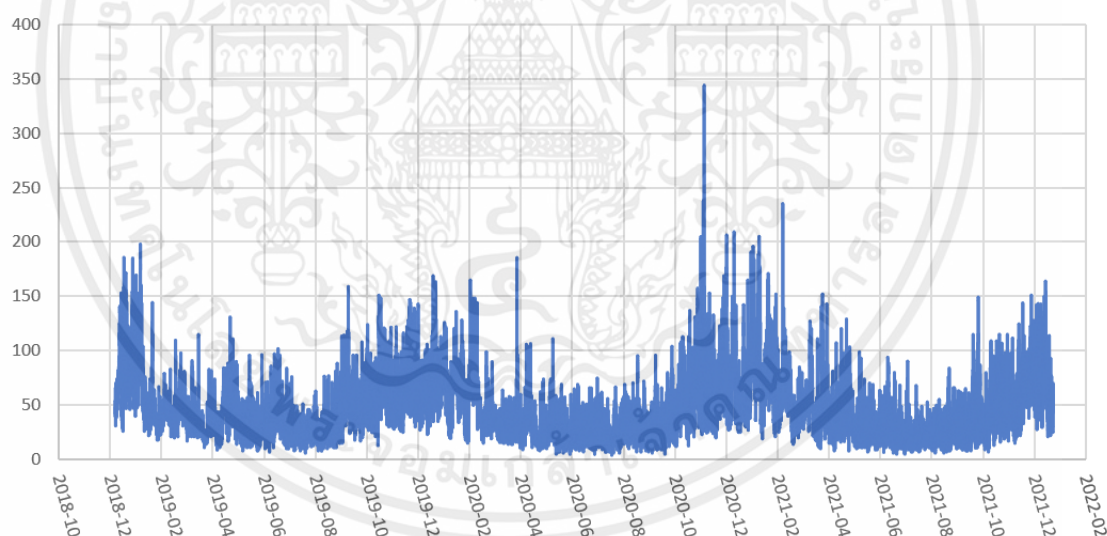
การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ CO โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 53t ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.11 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 0.843 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานรายชั่วโมงของ CO และค่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 4.13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ CO

ตารางที่ ก.7 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ CO

พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ CO สถานี 53t
ค่าสูงสุด (Maximum)	4.130
ค่าต่ำสุด (Minimum)	0.000
จำนวนข้อมูล (Count)	22825.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	0.843
ค่ามัธยฐาน (Median)	0.750
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	0.541
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.004

ก.4.2 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) ในพื้นที่พระนครตะวันออก

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนรายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (53t) แสดงดังรูปที่ ก.8



รูปที่ ก.8 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (53t)

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนรายชั่วโมงของสถานี 53t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2564 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละออง ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนตลอดช่วงเวลาที่มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้น เพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ จากนั้นจะเริ่ม ลดลงจนถึงช่วงค่าความเข้มข้นต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายนจนถึงเดือนกันยายน

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ PM_{10} โดยใช้พารามิเตอร์ทาง สถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 53t แสดงดังตารางที่ 4.12 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 46.078 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่า มาตรฐานรายชั่วโมงของ PM_{10} ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 344 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่า มาตรฐานรายวันของ PM_{10} ประมาณ 4.25 เท่า

ตารางที่ ก.8 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM_{10}

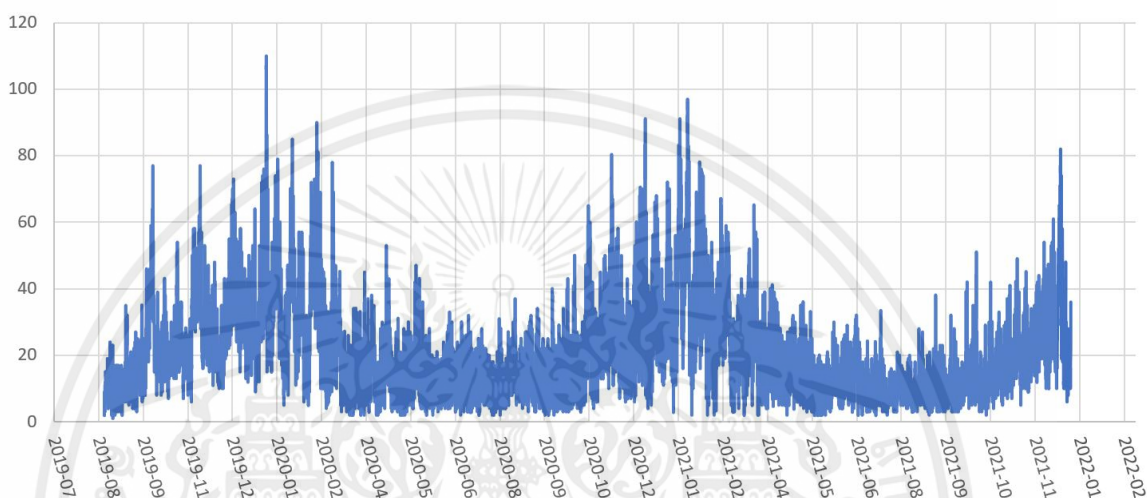
พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ PM_{10} สถานี 53t
ค่าสูงสุด (Maximum)	344.000
ค่าต่ำสุด (Minimum)	4.000
จำนวนข้อมูล (Count)	26030.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	46.078
ค่ามัธยฐาน (Median)	39.000
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	27.863
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.173

ก.5 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของมลพิษอากาศในพื้นที่พระนครใต้

ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในเขตพื้นที่ธนบุรีใต้ ได้มีการเลือกสถานี ตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t) เป็นตัวแทนในพื้นที่

ก.5.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในพื้นที่พระนครใต้

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนรายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t) แสดงดังรูปที่ ก.9



รูปที่ ก.9 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t)

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนรายชั่วโมงของสถานี 22t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนตลอดช่วงเวลาแสดงมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้นเพิ่มตั้งแต่เดือนกันยายนจนถึงค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์จากนั้นจะเริ่มลดลงจนถึงช่วงค่าความเข้มข้นต่ำสุดในช่วงเดือนเมษายนจนถึงเดือนตุลาคมจากกราฟจะเห็นได้ว่าช่วงของค่าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นของปี พ.ศ. 2562 มีค่าสูงสุด

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 12t ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.13 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 21.163 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่า

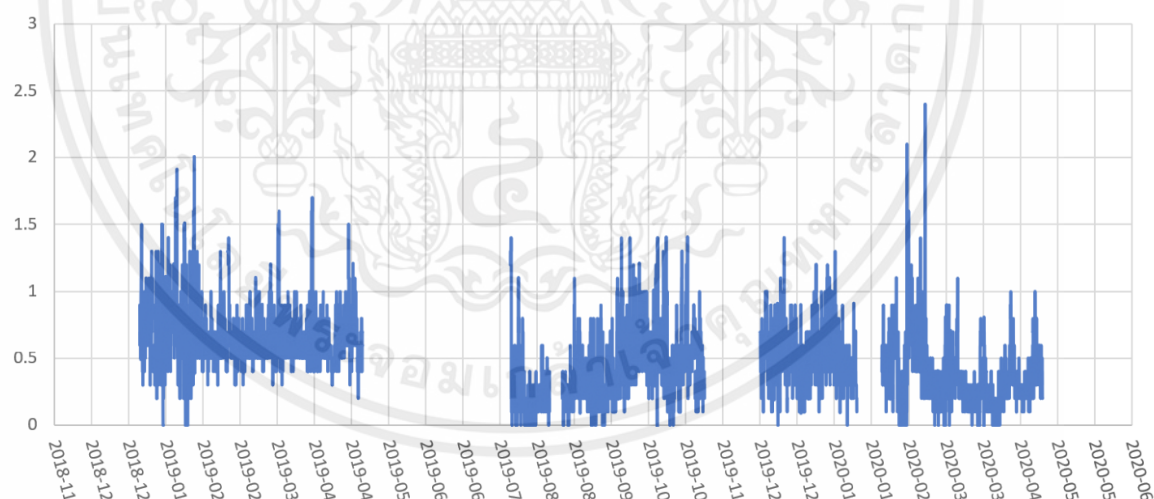
มาตรฐานรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 110 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานรายวันของ $PM_{2.5}$ ประมาณ 2.2 เท่า

ตารางที่ ก.9 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$

พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ $PM_{2.5}$ สถานี 12t
ค่าสูงสุด (Maximum)	110.000
ค่าต่ำสุด (Minimum)	1.000
จำนวนข้อมูล (Count)	20607.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	21.163
ค่ามัธยฐาน (Median)	17.000
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	14.166
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.099

ก.5.2 ข้อมูลอนุกรมเวลาของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ในพื้นที่พระนครใต้

ข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์รายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t) แสดงดังรูปที่ ก.10



รูปที่ ก.10 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t)

ข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์รายชั่วโมงของสถานี 12t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่มีช่วงที่ไม่ได้บันทึกอยู่ระหว่างนี้เป็นจำนวนจากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนมอนอกไซด์ตลอดช่วงเวลาที่แสดงสำหรับปี พ.ศ. 2562 มีค่าสูงตั้งแต่ มกราคมถึงเมษายนและจะมีบันทึกว่าค่าต่ำอีกครั้งตรงเดือนสิงหาคมถึงเดือนเมษายนปี พ.ศ. 2563 แต่เดือนกุมภาพันธ์จะมีค่าสูง

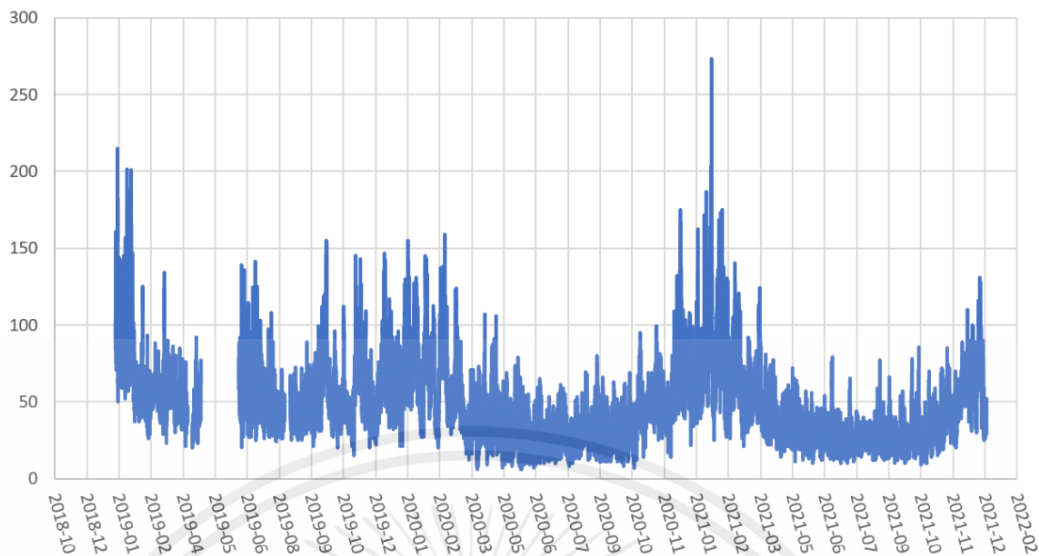
การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ CO โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 12t ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.14 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 0.497 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานรายชั่วโมงของ CO และค่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 2.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ CO

ตารางที่ ก.10 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ CO

พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ CO สถานี 12t
ค่าสูงสุด (Maximum)	2.400
ค่าต่ำสุด (Minimum)	0.000
จำนวนข้อมูล (Count)	8125.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	0.497
ค่ามัธยฐาน (Median)	0.500
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	0.270
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.003

ก.5.3 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ในพื้นที่พระนครใต้

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนรายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t) แสดงดังรูปที่ ก.11



รูปที่ ก.11 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา (12t)

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนรายชั่วโมงของสถานี 12t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 แต่จะมีข้อมูลที่ไม่ได้บันทึกในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนตลอดช่วงเวลาที่มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้นเพิ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์จากนั้นจะเริ่มลดลงจนถึงช่วงค่าความเข้มข้นต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายนจนถึงเดือนตุลาคม

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ PM_{10} โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 12t แสดงดังตารางที่ 4.15 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 47.74 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานรายชั่วโมงของ PM_{10} ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 273 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานรายวันของ PM_{10} ประมาณ 3.4 เท่า

ตารางที่ ก.11 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM_{10}

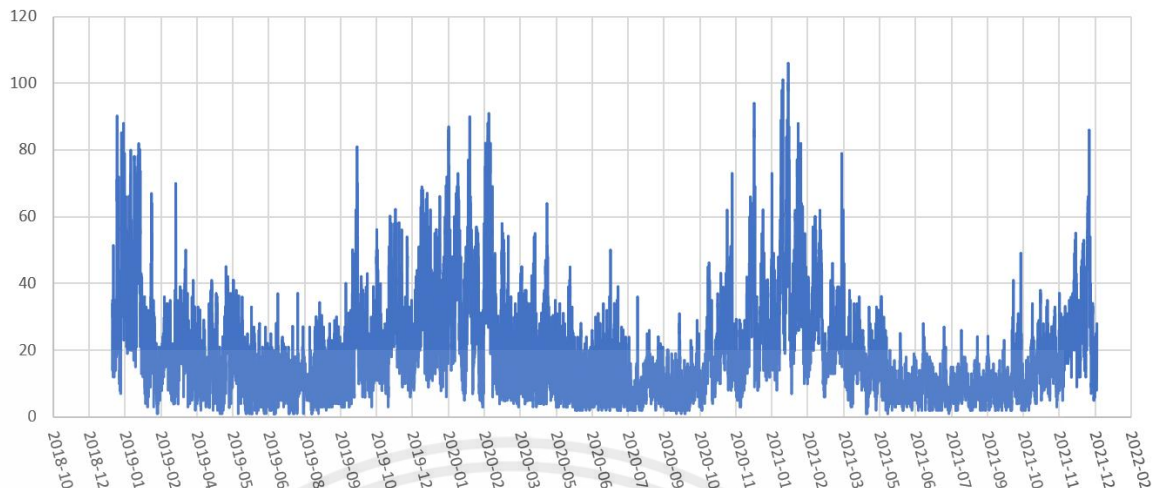
พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ PM_{10} สถานี 12t
ค่าสูงสุด (Maximum)	273.000
ค่าต่ำสุด (Minimum)	6.000
จำนวนข้อมูล (Count)	24202.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	47.740
ค่ามัธยฐาน (Median)	43.000
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	24.587
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.158

ก.6 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในพื้นที่พระนครตะวันตก

ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในเขตพื้นที่ธนบุรีใต้ ได้มีการเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมประชาสัมพันธ์ (59t) เป็นตัวแทนในพื้นที่

ก.6.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในพื้นที่พระนครตะวันตก

ผลข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนรายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมประชาสัมพันธ์ (59t) แสดงดังรูปที่ ก.12



รูปที่ ก.12 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนย้อนหลังของสถานี
ตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมประชาสัมพันธ์ (59t)

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนรายชั่วโมงของสถานี 59t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนตลอดช่วงเวลาที่มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้นเพิ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์จากนั้นจะเริ่มลดลงจนถึงช่วงค่าต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายน

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 59t ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.16 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 19.462 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานรายชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 106 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานรายวันของ $PM_{2.5}$ ประมาณ 2 เท่า

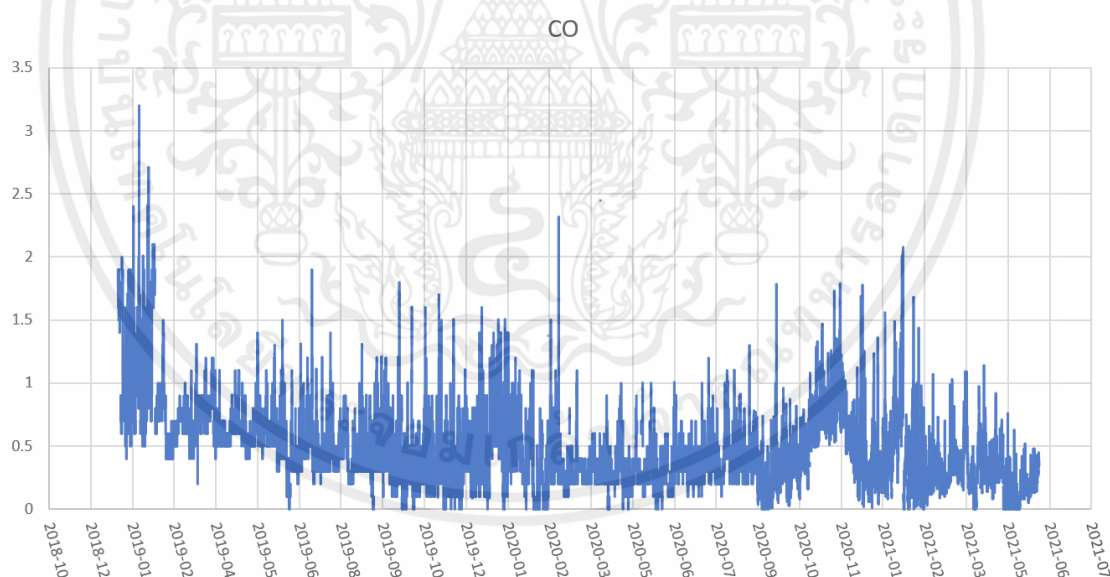
ตารางที่ ก.12 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM_{2.5}

พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ PM _{2.5} สถานี 59t
ค่าสูงสุด (Maximum)	106.000
ค่าต่ำสุด (Minimum)	1.000
จำนวนข้อมูล (Count)	26086.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	19.462
ค่ามัธยฐาน (Median)	15.000
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	14.317
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.089

ก.6.2 ข้อมูลอนุกรมเวลาของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ในพื้นที่พระนครใต้

ผลข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์รายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมประชาสัมพันธ์ (59t) แสดงดังรูปที่

ก.13



รูปที่ ก.13 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมประชาสัมพันธ์ (59t)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์รายชั่วโมงของสถานี 59t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเมษายน พ.ศ. 2564 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนมอนอกไซด์ในปี พ.ศ. 2562 มีความเข้มข้นสูงในช่วงเดือนมกราคมและมีแนวโน้มลดลงจากนั้นค่อนข้างคงที่แล้วกลับมาสูงอีกครั้งในช่วงเดือนกันยายนถึงมกราคม

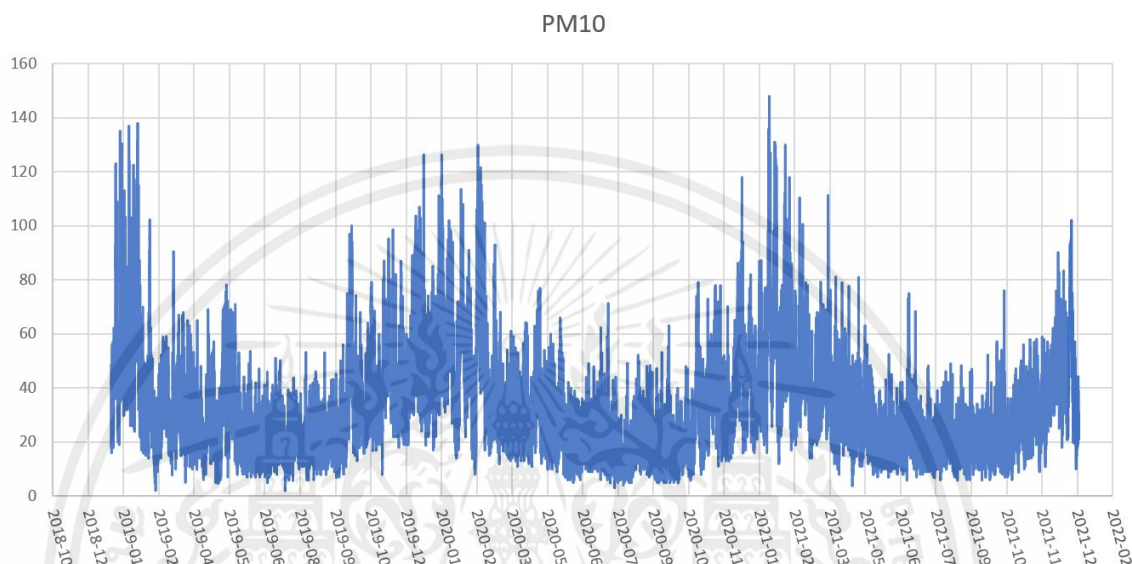
การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ CO โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 59t ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.17 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 0.464 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานรายชั่วโมงของ CO และค่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 3.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ CO

ตารางที่ ก.13 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ CO

พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ CO สถานี 59t
ค่าสูงสุด (Maximum)	3.200
ค่าต่ำสุด (Minimum)	0.000
จำนวนข้อมูล (Count)	20165.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	0.464
ค่ามัธยฐาน (Median)	0.400
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	0.301
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.002

ก.6.3 ข้อมูลอนุกรมเวลาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ในพื้นที่พระนครใต้

ผลข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนรายชั่วโมงย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมประชาสัมพันธ์ (59t) แสดงดังรูปที่ ก.14



รูปที่ ก.14 รูปแสดงข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนย้อนหลังของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมประชาสัมพันธ์ (59t)

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนรายชั่วโมงของสถานี 59t ระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 เริ่มมีการบันทึกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนตลอดช่วงเวลาที่แสดงมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีช่วงค่าความเข้มข้นเพิ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์จากนั้นจะเริ่มลดลงจนถึงช่วงค่าความเข้มข้นต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายนจนถึงเดือนตุลาคม

การศึกษาข้อมูลทางสถิติของความเข้มข้นรายชั่วโมงของ PM_{10} โดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), จำนวนข้อมูล (Count), ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error), ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสถานี 59t แสดงดังตารางที่ 4.18 พบว่า ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 32.651 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานรายชั่วโมงของ PM_{10} ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่า 148 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานรายวันของ PM_{10} ประมาณ 1.85 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.14 พารามิเตอร์แสดงค่าทางสถิติรายชั่วโมงของ PM₁₀

พารามิเตอร์ทางสถิติ	ค่าทางสถิติของ PM ₁₀ สถานี 59t
ค่าสูงสุด (Maximum)	148.000
ค่าต่ำสุด (Minimum)	2.000
จำนวนข้อมูล (Count)	26164.000
ค่าเฉลี่ย (Mean)	32.651
ค่ามัธยฐาน (Median)	28.000
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	18.788
ค่าการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Standard Error)	0.116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้