

การวิเคราะห์และแปลงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศภาคกลางและภาคตะวันออกของ
ประเทศไทยเพื่อนำมาเป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศ



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALYZING AND CONVERTING OF AIR POLLUTANTS EMISSIONS DATA IN
CENTRAL AND EASTERN REGION OF THAILAND TO INPUT DATA FORMAT OF AIR
QUALITY MODEL

Ms. KWANPRATEEP RUTTAKORN

Ms. CHULEEKORN ALONGKORNSOPIT



A REPORT IN PARTIAL FULFILLMENT 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

ปริญญาานิพนธ์เรื่อง การวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศภาคกลาง และภาคตะวันออกของประเทศไทยเพื่อนำมาเป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศ

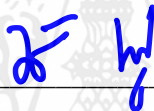
โดย นางสาวขวัญประทีป รัตตากร
นางสาวชุตีภรณ์ อลงกรณ์โสภิต

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.นริศรา ทองบุญชู

ปริญญาานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปริญญาานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญาานิพนธ์



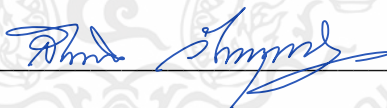
ประธานกรรมการ

(ดร.นริศรา ทองบุญชู)



กรรมการ

(ผศ.ดร.เกรียงศักดิ์ ไกรวัฒนวงศ์)



กรรมการ

(ผศ.ดร.สันติ วัฒนานุสรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง	การวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทยเพื่อนำมาเป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศ
โดย	นางสาวขวัญประทีป รัตตากร นางสาวชุตีภรณ์ อลงกรณ์โสภิต
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขา	วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.นริศรา ทองบุญชู

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวม วิเคราะห์ แปลงฐานข้อมูลบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทยให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศ ทำการศึกษาจากแหล่งกำเนิดหลัก 2 ประเภทคือ ภาคอุตสาหกรรมและภาคการจราจร มลพิษที่สนใจศึกษา ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM), ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_x) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (HC) และประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ถูกนำมาใช้ในการแปลงข้อมูลที่ตั้งของโรงงาน และ ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษของมลพิษแต่ละชนิดให้อยู่ในรูปแบบจุด และ กริด ขนาด 1x1 ตารางกิโลเมตร สำหรับภาคอุตสาหกรรม และ ความยาวของช่วงถนน 1 กิโลเมตร การวิเคราะห์ข้อมูลแบบจุด และกริด ที่สร้างขึ้นในรูปแบบแผนที่ทำให้เห็นกระจายเชิงพื้นที่ของแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ และปริมาณของมลพิษทางอากาศแต่ละประเภท และ การแปลงข้อมูลพิกัดของแต่ละกริด และปริมาณการปลดปล่อยออกมาในรูปแบบไฟล์ข้อความทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลอง การวิเคราะห์ข้อมูลการปลดปล่อยในภาคอุตสาหกรรมพบว่า มลพิษที่ปลดปล่อยสูงสุดคือ SO_x รองลงมาคือ NO_x, PM₁₀, CO, VOCs ที่ปริมาณ จังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศมากที่สุดในพื้นที่ภาคกลาง และ ภาคตะวันออกเฉียงคือ สระบุรี และ ชลบุรี การวิเคราะห์ข้อมูลในภาคการจราจร พบว่า มลพิษที่ปลดปล่อยสูงสุดคือ PM₁₀ รองลงมาคือ CO₂, CO, NO_x ตามลำดับ จังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศมากที่สุดในพื้นที่ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงคือ กรุงเทพมหานคร และ ระยอง

Report Title Analyzing and converting of air pollutants emissions data in Central and Eastern region of Thailand to input data format of air quality model

By Miss Kwanprateep Ruttakorn
Miss Chuleekorn Alongkornsopit

Degree Bachelor of Engineering

Program Chemical Engineering

Year 2022

Advisor Dr. Narissara Thongboonchoo

ABSTRACT

The objective of this research is to collect, analyze, and convert air pollutant emission inventory in the central and eastern regions of Thailand into input data for an air pollution model. This study focuses on two main sources of pollution: industrial and transportation sectors. The pollutants of interest include particulate matter (PM), carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂), sulfur oxides (SO_x), nitrogen oxides (NO_x), and volatile organic compounds (VOCs). Geographic Information System (GIS) software is used to convert the location data of factories and emission data of each pollutant into point and grid data format, with a grid size of 1x1 square kilometer for the industrial sector, and 1 kilometer of road length for the transportation sector. The analysis of the point and grid data in map form reveals the spatial distribution of air pollutant sources and amount of air emission in each area. The conversion of grid data into text file format provides input data for the model. The analysis of industrial emissions reveals that the highest pollutant released is SO_x followed by NO_x, PM₁₀, CO, and VOCs. The provinces with the highest air pollutant emissions in the central and eastern regions are Saraburi and Chonburi, respectively. In the transportation sector analysis, it is found that PM₁₀ is the highest emitted pollutant, followed by CO₂, CO, and NO_x. The provinces with the highest air pollutant emissions in the central and eastern regions in the transportation sector are Bangkok and Rayong.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยความพยายาม ความมุมานะของผู้จัดทำ และความอนุเคราะห์ช่วยเหลือด้วยความเอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอ จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์คือ ดร.นริศรา ทองบุญชู ที่คอยให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ แนวคิด หลักการต่าง ๆ ตลอดจนเสนอแนะทางการแก้ไขปัญหา ข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ จนกระทั่งปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อมูลครบถ้วนเสร็จสมบูรณ์ ทางผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

อีกทั้งผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะ ข้อชี้แนะแนวคิด จนปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ พนักงานเจ้าหน้าที่ต่าง ๆ ของภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานและการจัดทำปริญญาานิพนธ์นี้ให้สำเร็จลงได้ และขอกราบพระคุณแหล่งข้อมูลจากการเก็บรวบรวมบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ ปีพ.ศ.2563 ที่ได้อนุญาตให้ผู้จัดทำนำข้อมูลมาใช้ในการศึกษา จนปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ของผู้จัดทำ ที่ให้คำปรึกษา รับฟัง และเป็นกำลังใจที่สำคัญของผู้จัดทำ ผู้จัดทำจึงขอมอบคุณงามความดีที่เกิดขึ้นจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้แก่บิดา มารดา และคณาจารย์ที่เคารพ ตลอดจนผู้มีส่วนร่วมทุกท่านที่คอยช่วยเหลือในการจัดทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้

นางสาวขวัญประทีป รัตตากร

นางสาวชุลีกรณ อลงกรณ์โสภิต

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	II
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 สถานการณ์คุณภาพอากาศในประเทศไทย.....	3
2.2 มลพิษทางอากาศ (Air pollutant).....	5
2.3 แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ.....	10
2.4 บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ.....	12
2.5 การประมวลผลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ (Emission Processing).....	13
2.6 การวิเคราะห์บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ.....	15
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	21
3.1 ข้อมูลมลพิษจากภาคอุตสาหกรรม.....	21
3.2 ภาคการจราจร.....	24
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน และการวิเคราะห์ผล.....	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้นอกจากนี้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษภาคอุตสาหกรรม.....	28
4.2 ผลการวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษจากภาคการจราจร.....	41
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	55
5.1 สรุปผลงานวิจัย.....	55
5.2 ข้อเสนอแนะ	57
เอกสารอ้างอิง.....	58
ภาคผนวก.....	61



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 บัญชีการปลดปล่อยก๊าซมลพิษของโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลของประเทศไทย ประจำปี พ.ศ. 2558	17
3.1 แสดงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษของแต่ละสารจากโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดชลบุรี	21
3.2 แสดงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษของแต่ละสารของถนนจังหวัดสมุทรปราการ	25
4.1 ตัวอย่างข้อมูลกริดที่นำมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศ.....	37
4.2 ตัวอย่างข้อมูลจุดที่นำมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศ.....	50
5.1 สรุปผลการปลดปล่อยมลพิษจากภาคอุตสาหกรรมและภาคการจราจรในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทยปี พ.ศ.2563.....	57



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 จำนวนวันที่คุณภาพอากาศเกินค่ามาตรฐาน คัดจากวันที่ปริมาณสารมลพิษหลัก ได้แก่ PM _{2.5} , PM ₁₀ , O ₃ , NO ₂ และ SO ₂ พบเกินค่ามาตรฐานของประเทศไทย	4
2.2 แหล่งกำเนิดมลพิษจากภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย	11
2.3 แหล่งกำเนิดมลพิษจากภาคการจราจรในประเทศไทย	12
2.4 กระบวนการประมวลผลข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ	13
2.5 การกระจายเชิงพื้นที่ของ NO _x (a ถึง c), VOC (d ถึง f) และ PM _{2.5} (h ถึง j)	14
2.6 คอนทัวร์แสดงความเข้มข้นสารก่อมลพิษของปล่องควันอุตสาหกรรมในประเทศจีน	16
2.7 การกระจาย CO ₂ ทางภูมิศาสตร์ของ 11 IPs ในมณฑลเหอหนาน	18
2.8 การปลดปล่อย CO ₂ จากภาคอุตสาหกรรมในปี พ.ศ.2560	18
2.9 สัดส่วนปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ จากภาคอุตสาหกรรม	19
3.1 ตัวอย่างการสร้างตารางกริดพื้นที่ (Gridding) และระบบพิกัด (Grid System) ในพื้นที่ที่ศึกษา	22
3.2 แสดงการกระจายตัวปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563	23
3.3 การกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM ₁₀) จากภาคการจราจร	26
3.4 การกระจายตัวปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM ₁₀) จากภาคการจราจร ต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร	27
4.1 ลักษณะการกระจายตัวของ การปลดปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM ₁₀) จากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563	29
4.2 ปริมาณการปลดปล่อยของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM ₁₀) ต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตรจากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563	30
4.3 ลักษณะการกระจายตัวของ การปลดปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ (NO _x) จากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ.2563	32
4.4 ปริมาณการปลดปล่อยของไนโตรเจนออกไซด์ (NO _x) ต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร จากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563	33
4.5 ลักษณะการกระจายตัวของ การปลดปล่อยประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) จากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ.2563	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ปริมาณการปลดปล่อยของประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตรจากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563.....	36
4.7 5 จังหวัดในพื้นที่ภาคกลางที่มีการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิดออกมามากที่สุด ภาคอุตสาหกรรม พ.ศ.2563	39
4.8 5 จังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออกที่มีการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด ออกมามากที่สุด ภาคอุตสาหกรรม พ.ศ.2563	40
4.9 ลักษณะของปริมาณการปลดปล่อยของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM ₁₀) จากภาคการจราจร ในภาคกลาง และภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563	42
4.10 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM ₁₀) ต่อระยะทางทุก ๆ 1 กิโลเมตรจาก ภาคการจราจรของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563	43
4.11 ลักษณะของปริมาณการปลดปล่อยของไนโตรเจนออกไซด์ (NO _x) จากภาคการจราจร ในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563.....	45
4.12 ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ (NO _x) ต่อระยะทางทุก ๆ 1 กิโลเมตรจาก ภาคการจราจรจากในภาคกลางและภาคตะวันออก ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563	46
4.13 ลักษณะของปริมาณการปลดปล่อยของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) จากภาคการจราจรในภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563	48
4.14 ความเข้มข้นของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ต่อระยะทางทุก ๆ 1 กิโลเมตรจากภาคการจราจรในภาคตะวันออกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563.....	49
4.15 5 จังหวัดในพื้นที่ภาคกลางที่มีการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด ออกมามากที่สุดภาคการจราจรในปี พ.ศ.2563	52
4.16 5 จังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออกที่มีการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด ออกมามากที่สุดภาคการจราจรในปี พ.ศ.2563.....	53
4.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิดในภาคกลาง และภาคตะวันออกของประเทศไทยปี พ.ศ.2553 กับ พ.ศ.2563.....	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ [1-5]

ความเข้มข้นมลพิษทางอากาศชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM), ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂), ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) เป็นต้น ในประเทศไทยมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นทุกปี [1] เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการขยายทางอุตสาหกรรมเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนา การเติบโต และการขยายฐานเศรษฐกิจของประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง การเพิ่มขึ้นของโรงงานอุตสาหกรรมและจำนวนรถยนต์บนท้องถนนที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีการใช้เชื้อเพลิงเป็นจำนวนมาก การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต และการขนส่ง ทำให้มีปริมาณมลพิษทางอากาศเพิ่มขึ้น [2] ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษมีความสำคัญต่อการวางแผนในการจัดการควบคุมแหล่งกำเนิดของมลพิษ งานวิจัยในส่วนของบัญชีการปลดปล่อยมลพิษในประเทศไทย อาทิ บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา [3] บัญชีการปลดปล่อยมลพิษจากโรงงานไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย [4] และบัญชีการปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่จัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยและการใช้ประโยชน์เพื่อจัดการคุณภาพอากาศในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี [5] ได้มีการประเมินการปลดปล่อยออกมาในเชิงปริมาณ แต่ยังไม่อยู่ในรูปแบบที่จะนำไปใช้งานเพื่อศึกษาผลกระทบโดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศได้ การวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในประเทศไทยให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองคุณภาพอากาศจึงมีความจำเป็น ทางผู้จัดทำมีความสนใจที่จะทำการรวบรวมข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ จากโรงงานอุตสาหกรรม และจากภาคการจราจรในภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย จากฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ทำไว้แล้ว เพื่อนำข้อมูลที่ถูกปลดปล่อยมาวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลการปล่อยมลพิษทางอากาศภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทยให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองคุณภาพทางอากาศ เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. รวบรวม วิเคราะห์ และผนวกฐานข้อมูลบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทยจากแหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรมและการจราจร
2. แปลงฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองคุณภาพอากาศ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. รวบรวม และผนวกฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานจากงานวิจัยต่าง ๆ สำหรับภาคอุตสาหกรรม และการจราจรในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทยเท่านั้น
2. มลพิษทางอากาศที่สนใจได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM), ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_x) ออกไซด์ของไนโตรเจนหรือน็อกซ์ (NO_x) สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (HC) และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs)
3. ฐานของข้อมูลที่รวบรวมคือ ปี พ.ศ.2563 จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองคุณภาพอากาศ

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย

1. เข้าใจวิธีการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบป้อนเข้าแบบจำลองคุณภาพอากาศ
2. ทำให้มีฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของประเทศไทย ที่สามารถพร้อมนำไปใช้งานสำหรับป้อนเข้าแบบจำลองคุณภาพอากาศ

บทที่ 2

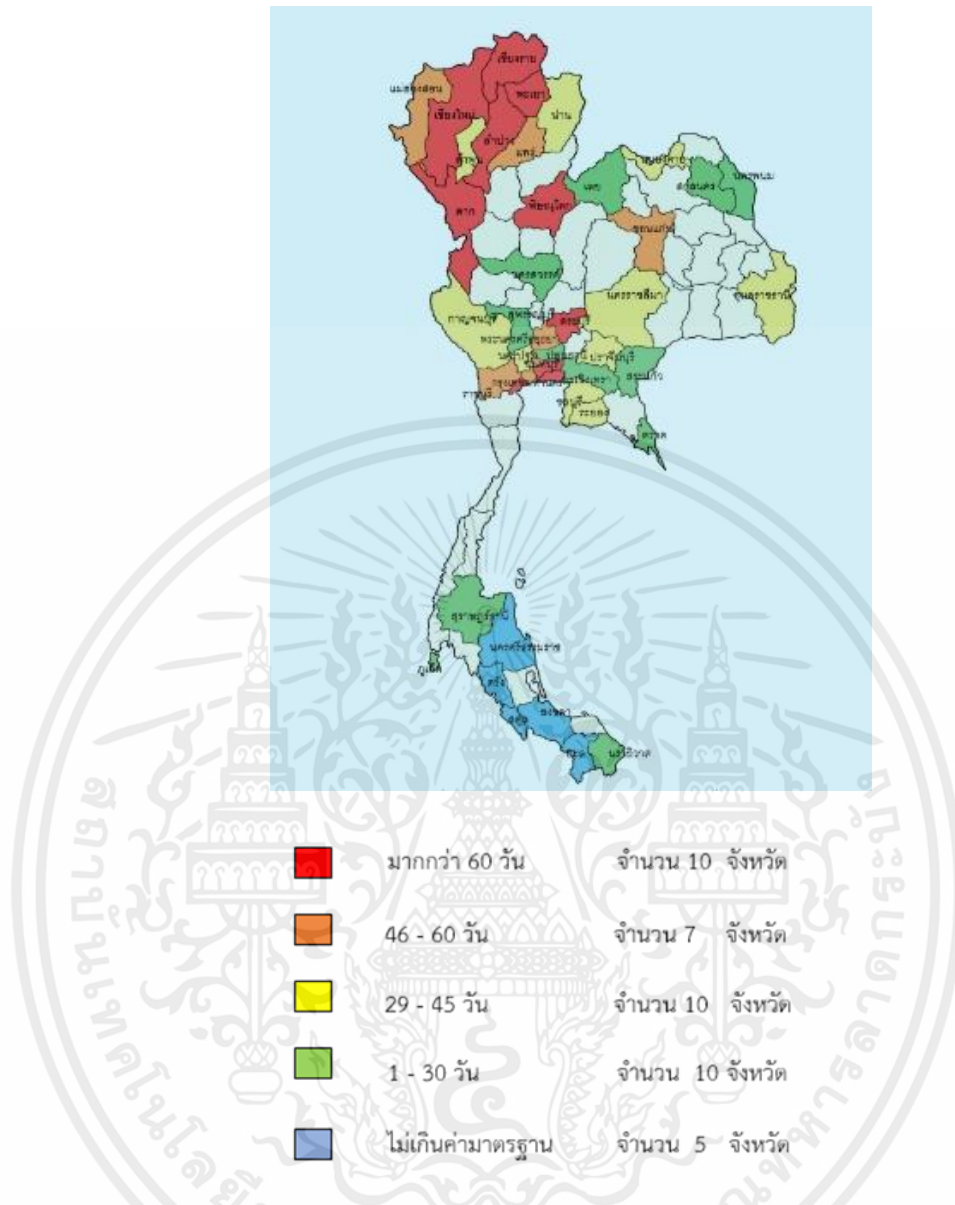
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในประเทศไทยให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองคุณภาพอากาศของประเทศไทย จำเป็นจะต้องศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เข้าใจปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 สถานการณ์คุณภาพอากาศในประเทศไทย [6]

ปัญหามลพิษทางอากาศในประเทศไทยเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นมายาวนาน และเกิดขึ้นแทบทุกภูมิภาคในประเทศไทย ข้อมูลสถานการณ์คุณภาพอากาศในประเทศไทยจากรายงานของกรมควบคุมมลพิษ ในปี พ.ศ.2563 - พ.ศ.2564 พบว่ามลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีแนวโน้มดีขึ้นโดยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM₁₀ PM_{2.5} และก๊าซโอโซนลดลง สำหรับสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย ตรวจพบ สารเบนซินเกินค่ามาตรฐาน แต่ลดลงจากปี พ.ศ. 2562 แสดงดังรูปที่ 2.1 เป็นผลมาจากกรุงเทพมหานครมีการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศโดยการควบคุมมลพิษจากยานพาหนะ การควบคุมฝุ่นจากการก่อสร้างและการควบคุมการเผาในที่โล่ง ในขณะที่บริเวณเขตควบคุมมลพิษ ตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี ปัญหามลพิษทางอากาศในบรรยากาศมักจะเริ่มขึ้นในช่วงวิกฤติหน้าแล้ง โดยเฉพาะในช่วงเดือนมกราคม - เมษายน และช่วงเดือนตุลาคม - ธันวาคมของทุกปี ปี 2564 จากรายงานจังหวัดที่มีคุณภาพอากาศดีที่สุดใน 5 อันดับแรก ได้แก่ นครศรีธรรมราช นราธิวาส ยะลา สงขลา และสตูล ตามลำดับ ซึ่งไม่มีจำนวนวันที่มลพิษทางอากาศเกินค่ามาตรฐาน จังหวัดที่มีปัญหาคุณภาพอากาศมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ลำปาง เชียงราย สระบุรี ตาก และพิษณุโลก ตามลำดับ โดยมีจำนวนวันที่ฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐาน 70, 68, 66, 60 และ 57 วัน ตามลำดับ มาตรการและแนวทางจัดการคุณภาพอากาศในภาพรวม คือ การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ควบคุมไม่ให้มีการเผาในที่โล่งช่วงที่มีฝุ่นละอองสูง นโยบายส่งเสริมการตัดอ้อยสด ลดอ้อยไฟไหม้ ขอความร่วมมือประชาชนลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล และหมั่นบำรุงรักษาเครื่องยนต์ไม่ให้ออกควันดำ ส่งเสริมการปฏิบัติงานแบบ Work From Home ในช่วงที่ปริมาณฝุ่นละออง PM_{2.5} สูง และเพิ่มพื้นที่สีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 จำนวนวันที่คุณภาพอากาศเกินค่ามาตรฐาน คัดจากวันที่ปริมาณสารมลพิษหลัก ได้แก่ $PM_{2.5}$, PM_{10} , O_3 , NO_2 และ SO_2 พบเกินค่ามาตรฐานของประเทศไทย [6]

พื้นที่วิกฤตเขตควบคุมมลพิษพื้นที่มาบตาพุดและบริเวณใกล้เคียงจังหวัดระยอง ปัญหาหลักคือ สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs)

1. สารเบนซีน พบปริมาณเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 5 สถานีส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงจากปี 2562
2. สาร 1,3 - บิวทาไดอิน พบปริมาณเกินค่ามาตรฐานจำนวน 4 สถานีส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลง ยกเว้น สถานีหมู่บ้านนพเกต และชุมชนบ้านพลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สาร 1,2 - ไคคลอโรอีเทน พบปริมาณเกินค่ามาตรฐานจำนวน 5 สถานี ซึ่งตั้งอยู่ใกล้กับพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย

1,3 - บิวทาไดอีน และสาร 1,2 - ไคคลอโรอีเทน มีแนวโน้มคงที่ แต่สารเบนซีนมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อยจากปีที่ผ่านมา เนื่องจากแหล่งกำเนิดมลพิษหลักในพื้นที่คือโรงงานอุตสาหกรรมเคมีที่มีการปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายออกสู่บรรยากาศ การจัดการแก้ไขปัญหาสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายมีการติดตามตรวจสอบสถานการณ์สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายในพื้นที่จังหวัดระยองจำนวน 11 สถานี และสื่อสารข้อมูลให้จังหวัดและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบอย่างต่อเนื่อง เพื่อดำเนินการเฝ้าระวัง ควบคุม และกำกับดูแลสถานประกอบการในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีการจัดทำร่างกฎหมายและคู่มือแนวปฏิบัติสำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมโรงกลั่นน้ำมัน โรงแยกก๊าซธรรมชาติ และโรงงานปิโตรเคมี ทบทวนการดำเนินงานแก้ไขปัญหา และจัดทำแผนการดำเนินงานแก้ไขปัญหาสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายในพื้นที่มาตาพุดและบริเวณใกล้เคียงจังหวัดระยอง ปัญหามลพิษทางอากาศจึงมีแนวโน้มลดลง ยกเว้น ชุมชนบ้านพลง บ้านตากวน และหมู่บ้านนพเขตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้มีการดำเนินมาตรการควบคุมสารอินทรีย์ประกอบระเหยง่ายทั้งการควบคุมในระดับนโยบาย และการควบคุมที่แหล่งกำเนิด

สำหรับสถานการณ์หมอกควันภาคเหนือ มีแนวโน้มดีขึ้นกว่าปีที่ผ่านมา จำนวนวันที่ฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐาน 103 วัน (ลดลงจากปี พ.ศ.2563 ร้อยละ 8) จุดความร้อนสะสมมีค่า 61,776 จุด (ลดลงจากปี พ.ศ.2563 ร้อยละ 52) ปริมาณฝุ่นละออง PM_{2.5} เฉลี่ย 40 มคก./ลบ.ม. (ลดลงจากปี พ.ศ. 2563 ร้อยละ 13) สาเหตุหลักมาจากการเผาในพื้นที่อุตสาหกรรมเกษตรจำนวนมากประกอบกับสภาพอากาศที่แห้งแล้ง ส่งผลให้มีการลุกลามของไฟป่าอย่างรวดเร็ว โดยพื้นที่ 17 จังหวัดภาคเหนือมีพื้นที่เผาไหม้รวม 9.742 ล้านไร่ 5 จังหวัดที่มีพื้นที่เผาไหม้สูงสุด ได้แก่ ลำปาง แม่ฮ่องสอน เพชรบูรณ์ ตาก และนครสวรรค์ การจัดการแก้ไขปัญหาหมอกควันภาคเหนือ มีจัดการประชุมถอดบทเรียนการแก้ไขปัญหาหมอกควันภาคเหนือเพื่อปรับแผนการดำเนินงานในปีต่อไป และขับเคลื่อนการดำเนินงานและลงพื้นที่ติดตามผลการดำเนินงานป้องกันและแก้ไขปัญหาหมอกควันในระดับพื้นที่ มีเทคโนโลยีและนวัตกรรมในการเฝ้าระวัง เช่น เทคโนโลยีอวกาศตรวจวัดและพยากรณ์อากาศ การเฝ้าระวังและดับไฟป่า การบริหารจัดการเชื้อเพลิงแบบครบวงจร

2.2 มลพิษทางอากาศ (Air pollutant) [7,8]

มลพิษทางอากาศ คือ ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่าง ๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า ก๊าซธรรมชาติอากาศเสียที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมาก เพราะแหล่งกำเนิดอยู่ไกลและปริมาณที่เข้าสู่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพแวดล้อมของมนุษย์และสัตว์มีน้อย กรณีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ มลพิษจากท่อไอเสียของรถยนต์จากโรงงานอุตสาหกรรมจากระบวนการผลิตจากกิจกรรมด้านการเกษตรจากการระเหยของก๊าซบางชนิด ซึ่งเกิดจากขยะมูลฝอยและของเสีย เป็นต้น

2.2.1 การจำแนกมลพิษทางอากาศ

1. มลพิษทางอากาศประเภทปฐมภูมิ (Primary Air Pollutants)

มลพิษทางอากาศประเภทปฐมภูมิ หมายถึง สารมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นและถูกระบายจากแหล่งกำเนิดโดยตรง เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ซีเฝ้า และเขม่าควันดำที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงในยานพาหนะและเตาเผาในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2. มลพิษทางอากาศประเภททุติยภูมิ (Secondary Air Pollutants)

มลพิษทางอากาศประเภททุติยภูมิ หมายถึง สารมลพิษทางอากาศที่ไม่ได้เกิดและถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดใด ๆ แต่ขึ้นในบรรยากาศทั่ว ๆ ไป จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิกับสารประกอบอื่น ๆ ที่อยู่ในบรรยากาศ เช่น ก๊าซโอโซน (O_3) ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาโฟโตเคมีคอล (Photochemical Oxidation) ระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่น ๆ และสารมลพิษอากาศที่เป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic) เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และฝุ่นตะกั่ว เป็นต้น

2.2.2 สารมลพิษทางอากาศ

พระราชบัญญัติอากาศสะอาดกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศแวดล้อมแห่งชาติ (NAAQS) สำหรับมลพิษทางอากาศทั่วไป 6 ชนิด (หรือที่เรียกว่า "เกณฑ์มลพิษทางอากาศ") มลพิษเหล่านี้พบได้ทั่วไป มีดังนี้

1. ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particular Matter : PM)

ฝุ่นละอองขนาดเล็กมีหลากหลายประเภท เช่น ฝุ่นละอองที่ถูกปล่อยออกมาโดยตรงเป็นอนุภาค (ละอองลอยหลัก) หรือก่อตัวขึ้นในบรรยากาศ โดยกระบวนการแปลงก๊าซเป็นอนุภาค (ละอองรอง) ฝุ่นละอองในบรรยากาศเกิดจากแหล่งธรรมชาติ เช่น ฝุ่นลม, ละอองทะเล, และภูเขาไฟ ตลอดจนจาก กิจกรรมของมนุษย์เช่นกระบวนการเผาไหม้ ละอองลอยจากชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์จากมีซัลเฟต, แอมโมเนียม, ไนเตรต, โซเดียม, คลอไรด์, วัสดุคาร์บอน และน้ำ เป็นองค์ประกอบ

เศษคาร์บอนของละอองลอย ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและอินทรีย์คาร์บอน ธาตุคาร์บอนหรือคาร์บอนสีดำ (BC) จะถูกปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศโดยตรง ส่วนใหญ่มาจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ส่วนอินทรีย์คาร์บอน (OC) จะถูกปล่อยออกมาโดยตรงจากแหล่งกำเนิดหรืออาจเป็น

ผลมาจากการควบแน่นของก๊าซอินทรีย์ระเหยง่ายในอากาศหลังจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝุ่นละอองที่มีขนาดอนุภาคน้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลาง $2.5 \mu\text{m}$ หรือ $\text{PM}_{2.5}$ เรียกว่า "อนุภาคละเอียด" และเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า $2.5 \mu\text{m}$ เรียกว่า "อนุภาคหยาบ" เช่น PM_{10}

ผลกระทบต่อร่างกายของมนุษย์คือ เพิ่มความเสี่ยงต่อการหายใจ โรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคปอดอักเสบ นำไปสู่ผลกระทบต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด รวมทั้งหัวใจขาดเลือด โดยอนุภาคสามารถเข้าสู่กระแสเลือดได้

2. โอโซน (O_3)

โอโซนมีโมเลกุลที่ประกอบด้วยออกซิเจน 3 อะตอม เกิดจากการรวมตัวกันของก๊าซออกซิเจน 1 โมเลกุลกับอะตอมออกซิเจนอิสระ 1 อะตอมที่แตกตัวจากก๊าซออกซิเจนโดยการกระตุ้นของรังสีอัลตราไวโอเล็ตซี (UV-C) ปรากฏอยู่ในชั้นบรรยากาศของโลกโดยที่ชั้นสตราโทสเฟียร์ (Stratosphere) ซึ่งเป็นบรรยากาศที่ระดับความสูงระหว่าง 10 – 50 กิโลเมตร จากผิวดินเป็นชั้นบรรยากาศที่มีโอโซนหนาแน่นที่สุด หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นชั้นที่ผลิตแหล่งก๊าซโอโซน โดยชั้นโอโซนดังกล่าวทำหน้าที่เป็นเกราะคุ้มกัน ปกป้องพืชและสัตว์จากรังสีที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะรังสีอัลตราไวโอเล็ตบี (UV-B) ซึ่งเป็นรังสีที่เป็นอันตรายต่อชีวิตและธรรมชาติหากได้รับในปริมาณที่มากเกินไป

แต่โอโซนที่เกิดขึ้นในชั้นโทรสเฟียร์อันเกิดจากปฏิกิริยาของมลพิษทางอากาศประเภทไนโตรเจนออกไซด์และสารอินทรีย์ระเหยเป็นโอโซนที่ส่งผลกระทบต่อร่างกายของมนุษย์คือ ก๊าซโอโซนจัดเป็นก๊าซพิษ การสูดดมก๊าซโอโซนเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ บริเวณที่มีโอโซนมากในประเทศไทย ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมแก่งคอย นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และย่านถนนสีลมในกรุงเทพมหานคร

3. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เกิดขึ้นจาก การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีสารกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นมลพิษทางอากาศหลักที่เกิดขึ้นจากมนุษย์ ตามคำจำกัดความของ USEPA ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คือเป็นหนึ่งในมลพิษที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศก่อให้เกิดละอองรองผ่านการก่อตัวโดยการแปลงจากสถานะก๊าซเป็นอนุภาค

ผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ คือ เมื่อสูดดมเข้าไปต้องเพิ่มอัตราการหายใจ โรคหลอดเลือดหัวใจ การทำงานของปอดลดลง ระคายเคืองอย่างรุนแรงต่อ ตา เยื่อเมือก และผิวหนัง

4. ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x)

ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ อุตสาหกรรมบางชนิดเป็นหนึ่งในสารที่สำคัญที่สุดในมลพิษ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางอากาศ สารตั้งต้นไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) มีบทบาทในปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิล (OH) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระในโพโตเคมีคอล (O_3) ปฏิกิริยาที่มีการผลิตกรดไนตริก ซึ่งกรดไนตริกมีศักยภาพที่จะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนีย (NH_3) เพื่อผลิตแอมโมเนียมซัลเฟตในเฟสอนุภาค

สารประกอบที่มีไนโตรเจนอีกตัวหนึ่งคือ ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ซึ่งถูกปล่อยออกมาในบรรยากาศตามแหล่งชีวภาพในดินและน้ำ แม้ว่าจะมีความเข้มข้นต่ำกว่าเมื่อเทียบกับ CO_2 และ H_2O แต่เป็นสารที่ก่อให้เกิดเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ แหล่งที่พบจากการทำกิจกรรมของมนุษย์ได้แก่ ดินที่ปลูก การเผาชีวมวล แหล่งอุตสาหกรรม ปศุสัตว์และอาหารสัตว์ แหล่งธรรมชาติ ได้แก่ มหาสมุทร ดินเขตร้อน และดินเขตอบอุ่น ดินเขตร้อน

ผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ คือ โรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจและหลอดเลือด ปัญหาระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดบวม

นอกจากนี้สามารถพบสารมลพิษทางอากาศชนิดอื่น ๆ ได้ ดังนี้

1. ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC)

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon Compounds) คือ สารประกอบที่มีเฉพาะคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ไฮโดรคาร์บอนส่วนใหญ่เกิดตามธรรมชาติ อาทิ น้ำมันดิบ ถ่านหิน ปิโตรเลียม ยางไม้ เป็นต้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามชนิดของพันธะ ได้แก่

- สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (Saturated Hydrocarbons) ได้แก่ แอลเคน (Alkanes) และ ไซโคลแอลเคน (Cycloalkanes)
- สารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (Unsaturated Hydrocarbons) ได้แก่ แอลคีน (Alkenes) และ ไซโคลแอลคีน (Cycloalkenes) แอลไคน์ (Alkynes) และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Aromatic Hydrocarbons)

ผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ คือ ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) สามารถละลายสารอินทรีย์ไม่มีขั้วอย่างพวกไขมันและน้ำมันได้ เมื่อสูดดมไอของแอลเคนเข้าไปจะทำให้เป็นอันตรายกับเนื้อเยื่อปอด เพราะไปละลายไขมันในผนังเซลล์ที่ปอด นอกจากนี้แอลเคนบางชนิดที่ใช้เป็นตัวทำละลาย เช่น อีเกเซน ทำให้ผิวหนังแห้งเจ็บ คันและแตก เพราะไปละลายน้ำมันที่ผิวหนัง ทำให้ผิวหนังขาดความชุ่มชื้นจึงแห้งและแตก

2. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบคาร์บอน โดยเฉพาะเครื่องยนต์สันดาปภายใน คาร์บอนมอนอกไซด์จะเกิดได้มากเมื่อออกซิเจนไม่เพียงพอใน

การสันดาป คาร์บอนมอนอกไซด์สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เพาใหม่ในอากาศจะเกิดเปลวเพลิงสีน้ำเงินและให้คาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

ผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ คือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จะรวมตัวฮีโมโกลบิน (Haemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงได้มากกว่าออกซิเจนถึง 200-250 เท่า เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxyhaemoglobin : CoHb) ซึ่งลดความสามารถของเลือดในการเป็นตัวนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่างๆโดยทั่วไป องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิด CoHb ในเลือดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศ ที่สูดหายใจเข้าไปและระยะเวลาที่อยู่ในสภาวะนั้นสำหรับอาการ ตอบสนองของมนุษย์ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ CoHb และความรู้สึกละบวมของแต่ละบุคคลที่ไวต่อก๊าซชนิดนี้

3. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีคุณสมบัติ ไร้สี ไร้กลิ่น ไม่ติดไฟ มีความเป็นกรดอ่อน ๆ หนักกว่าอากาศ และละลายได้ในน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้ จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและจากโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ซึ่งต้องการมีการจัดการก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถนำไปใช้อย่างแพร่หลายในหลายอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ในอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเหล็ก ยา การแพทย์ และการผลิตโฟม เป็นต้น

ผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก่อโรคได้โดยการแทนที่ออกซิเจน (Asphyxiant) ทำให้ออกซิเจนในอากาศมีไม่พอ จึงเกิดพิษจากภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำ (Hypoxia) ขึ้นได้ การที่มีคาร์บอนไดออกไซด์คั่งในเลือด (Hypercapnia) ไม่ว่าจะจากการขาดออกซิเจนหรือได้รับคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปมากก็ตาม จะทำให้เลือดเป็นกรด (Acidosis) เกิดการขยายตัวของหลอดเลือด กระตุ้นระบบหายใจให้หายใจเร็วขึ้น ทำให้หัวใจเต้นเร็ว

4. สารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs)

สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds : VOCs) หมายถึง สารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก และมีไฮโดรเจน ออกซิเจน ฟลูออไรด์ คลอไรด์ โบรไมด์ ซัลเฟอร์ หรือไนโตรเจน ประกอบกันเป็นพวกอะลิฟาติก (Aliphatic) หรืออะโรมาติก (Aromatic) รวมถึงกลุ่มคาร์บอนิล (แอลดีไฮด์ คีโตน) และกลุ่มแอลกอฮอล์ ที่สามารถระเหยกลายเป็นไอหรือก๊าซได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง มีความดันไอมากกว่า 0.14 มิลลิเมตรปรอท ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นตัวทำละลายที่ดี โดยทั่วไปจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนคาร์บอน 2 ถึง 12 อะตอม

ผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ คือ มีผลต่อชั้นโอโซนที่อยู่ใกล้โลก ทำให้เกิดปฏิกิริยา Photochemical Smog ซึ่งเป็นผลจากปฏิกิริยาของ VOCs ไนโตรเจนออกไซด์ ฝุ่นละออง และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจน โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่ง ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยโอโซนที่อยู่ในบรรยากาศชั้นสูงจะทำหน้าที่กรองแสงอัลตราไวโอเล็ตคลื่นสั้น ที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตไม่ให้เกิดสู่พื้นโลก แต่เมื่อโอโซนอยู่ในบรรยากาศชั้นใกล้โลกกลับเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต ทำให้เจ็บไข้ ไม่สบายเกิดอาการเจ็บคอ หายใจไม่สะดวก ถ้าได้รับเป็นเวลานานเนื้อเยื่อปอดจะถูกทำลายอย่างถาวร และมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของมนุษย์

2.3 แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ [6]

สามารถจำแนกแหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศได้เป็นกลุ่มดังนี้

1. แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ หมายถึง มลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นได้เองตามปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ได้แก่ ภูเขาไฟระเบิด ไฟป่า ฟ้าผ่า การเนาเปื้อย ฝุ่นละออง การย่อยสลายอาหารของสัตว์ เป็นต้น

2. แหล่งกำเนิดจากการกระทำของมนุษย์ หมายถึง มลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิง กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม การขนส่ง การเผาขยะ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังสามารถจำแนกตามลำดับการเกิดเป็นมลพิษทางอากาศได้ดังนี้

- แหล่งกำเนิดแบบปฐมภูมิ สารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศถูกระบายสู่บรรยากาศโดยตรง
- แหล่งกำเนิดทุติยภูมิ สารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศเกิดการทำปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารประกอบชนิดอื่น ๆ ที่มีอยู่ในชั้นบรรยากาศ
- แหล่งกำเนิดที่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่น รถจักรยานยนต์ รถยนต์ขนส่ง เป็นต้น
- แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ไม่ได้ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2.3.1 แหล่งกำเนิดจากภาคอุตสาหกรรม [9]

โรงงานอุตสาหกรรมจะมีการจำแนกประเภทโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมด 107 ประเภท กลุ่มโรงงานที่เป็นแหล่งกำเนิดหลักของมลพิษทางอากาศ ได้แก่ โรงงานประเภทที่ 42 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี ซึ่งมีใช้ปุ๋ยอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง โรงงานประเภทที่ 49 โรงงานกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม และโรงงานประเภทที่ 50 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม ถ่านหิน หรือลิกไนต์ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เป็นต้น ปัญหามลภาวะทางอากาศที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมัน อุตสาหกรรมการหลอมโลหะ อุตสาหกรรมโรงงานผลิตสารอินทรีย์ และโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงภายในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศและนำไปสู่

ก๊าซพิษและเขม่าควันขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งพบว่ามลพิษที่เกิดขึ้นมีปริมาณเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบายออกสู่บรรยากาศเพิ่มมากขึ้นทุกปีตามปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น แสดงดังรูปที่ 2.2 โดยทั่วไปเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมมีอยู่ 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล และเชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ สารมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ จะประกอบไปด้วย ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือก๊าซไข่เน่า (H_2S) กรดซัลฟูริกหรือกรดกำมะถัน ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x)



รูปที่ 2.2 แหล่งกำเนิดมลพิษจากภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย [10]

2.3.2 แหล่งกำเนิดจากภาคการจราจร [11]

ภาคการจราจรในประเทศไทย ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ เครื่องยนต์เบนซิน หรือดีเซล โดยรถยนต์เป็นแหล่งก่อปัญหาอากาศเสียมากที่สุด สารมลพิษที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และของกำมะถัน สารกลุ่มไฮโดรคาร์บอนนั้น ประมาณ 55 % ออกมาจากท่อไอเสีย 25 % ออกมาจากห้องเพลลา ข้อเหวี่ยง และอีก 20 % เกิดจากการระเหยในคาร์บูเรเตอร์ และถังเชื้อเพลิง แสดงรูปที่ 2.3 ออกไซด์ของไนโตรเจนคือ ไนตริกออกไซด์ (NO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เกือบทั้งหมดออกมาจากท่อไอเสียซึ่งเป็นพิษต่อมนุษย์โดยตรง



รูปที่ 2.3 แหล่งกำเนิดมลพิษจากภาคการจราจรในประเทศไทย [11]

2.4 บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ [6]

บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ หรือรายการการปลดปล่อยมลพิษ คือบัญชีปริมาณของสารมลพิษที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ จะประกอบด้วยสารมลพิษทางอากาศเฉพาะหนึ่งชนิด หรือมากกว่า ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดทุกประเภทในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์หนึ่ง ๆ และภายในช่วงเวลาที่กำหนด โดยปกติจะเป็นปีโดยเฉพาะเจาะจง

การทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศไปใช้ในปัจจุบัน โดยการรวบรวมข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมที่เป็นจุดเริ่มต้นของทุกปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ข้อมูลเกี่ยวกับที่มา ลักษณะการปล่อยมลพิษ จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการทำความเข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อมและติดตามความคืบหน้าในการแก้ปัญหาเหล่านี้ วัตถุประสงค์ที่สำคัญในการจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ คือ

1. การวางแผนการใช้นโยบาย : โดยผู้กำหนดนโยบายเพื่อติดตามความคืบหน้าสู่เป้าหมายการลดการปล่อยมลพิษ การพัฒนาทางกลยุทธ์และนโยบาย หรือปรับปรุงเทคโนโลยีการจัดการในอนาคต
2. การใช้งานทางวิทยาศาสตร์ : นักวิทยาศาสตร์ และกรมอุตุนิยมวิทยาจะใช้ข้อมูลบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษจากธรรมชาติและมนุษย์ ไปเป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองคุณภาพอากาศและพัฒนาแบบจำลองคุณภาพอากาศที่ทันสมัยขึ้นมา

2.4.1 การประเมินค่าปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

การประเมินค่าปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ สามารถทำได้หลายวิธีแต่วิธีที่นิยมอย่างแพร่หลายคือ การใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษ เนื่องจากทำได้ง่าย ใช้งบประมาณในการจัดทำค่อนข้างต่ำ ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษ หมายถึง ปริมาณสารมลพิษที่สนใจที่ปลดปล่อยออกมาต่อน้ำหนักอากาศเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ เป็นค่าตัวแทนที่แสดงถึงความสัมพันธ์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างปริมาณของมลพิษที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศกับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยมลพิษนั้น ซึ่งหน่วยงานที่จัดทำจะประเมินค่าปัจจัยการปลดปล่อยในแต่ละกระบวนการ หรืออุปกรณ์ออกมา ค่าปัจจัยการปลดปล่อยที่หน่วยงานที่น่าเชื่อถือได้เผยแพร่เอาไว้ใช้ได้แก่การประเมินปริมาณการปลดปล่อยจะทำได้ตามสมการที่ 2.1

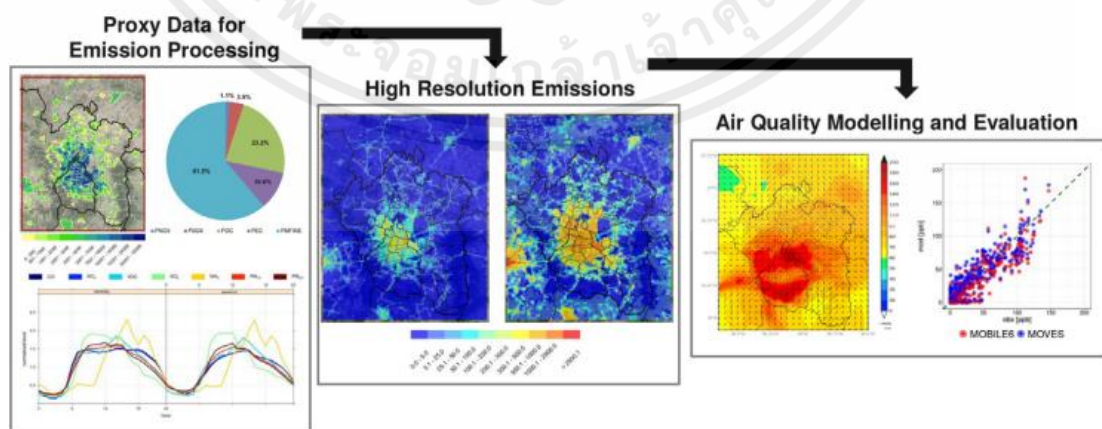
$$Em_{i,j} = \sum AR_{i,j} \times EF_{i,j} \quad (2.1)$$

เมื่อ	i, j	คือ	มลพิษสาร i จากกระบวนการ j
	$Em_{i,j}$	คือ	การปลดปล่อยมลพิษของสาร i จากกระบวนการ j
	$AR_{i,j}$	คือ	ข้อมูลอัตราการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษในกระบวนการ
	$EF_{i,j}$	คือ	ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษของสาร i จากกระบวนการ j

2.5 การประมวลผลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ (Emission Processing)

[12,13]

การประมวลผลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ (Emission Processing) คือการนำข้อมูลทางด้านการปลดปล่อยมลพิษที่มีอยู่มาประมวลผล และนำมาแสดงข้อมูล (Data Visualization) ซึ่งเป็นการแสดงกราฟิกของข้อมูล การใช้องค์ประกอบภาพ เช่น แผนภูมิ กราฟ และแผนที่ เครื่องมือแสดงข้อมูลเป็นภาพช่วยให้เข้าถึงได้ง่าย และสามารถศึกษาจากข้อมูลเพื่อดูและเข้าใจแนวโน้มค่าผิดปกติต่าง ๆ ดังแสดงดังรูปที่ 2.4 ในปัจจุบันรูปแบบของข้อมูล การรวบรวมข้อมูลจำนวนมาก และขนาดใหญ่มาประมวลผล จะถูกนำเสนอในรูปแบบการแสดงผลข้อมูล (Data Visualization) ใช้เป็นเครื่องมือสำคัญและถือเป็นเทคโนโลยีการแสดงผลภาพเพื่อความสะดวกต่อการนำข้อมูลไปใช้งานจริง

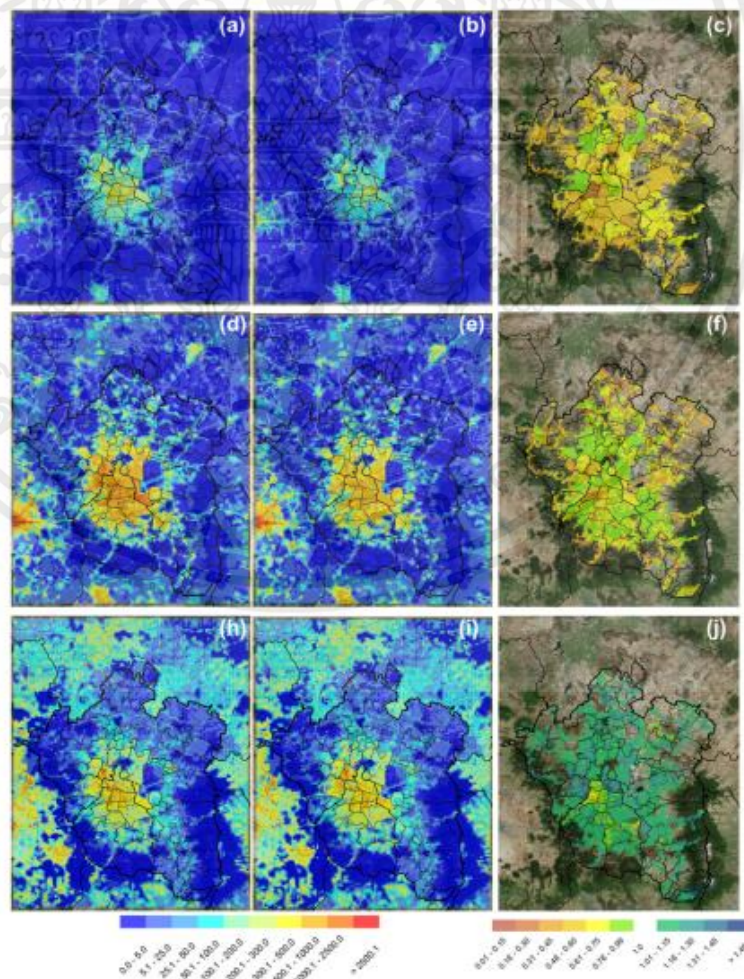


รูปที่ 2.4 กระบวนการประมวลผลข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของการแสดงข้อมูล (Data Visualization) คือ การนำเสนอต่อผู้ที่สนใจในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งสามารถใช้สีแทนค่า หรือความหมายเพื่อหลีกเลี่ยงความซับซ้อน ตัวอย่างเช่น ระบุสีแดงจากสีน้ำเงิน และสีเหลืองจากวงกลมได้อย่างรวดเร็ว การใช้ภาพ การจัดทำแผนภูมิ ที่สามารถเห็นแนวโน้มและค่าผิดปกติอย่างรวดเร็ว สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลที่มีอยู่นั้นมีประสิทธิภาพมากเพียงใด เพราะการแสดงข้อมูล (Data Visualization) เป็นแบ่งปันข้อมูลได้อย่างง่าย การใช้สำรวจโอกาสแบบโต้ตอบ ซึ่งสามารถเห็นภาพรูปแบบ และความสัมพันธ์

ตัวอย่างการประมวลผลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากงานวิจัยของ M. Guevara และคณะ [14] ได้อธิบายปลดปล่อยมลพิษด้วยแบบจำลองความละเอียดสูงสำหรับประเทศเม็กซิโก มีการประเมินการปลดปล่อย จากการใช้ข้อมูลบัญชีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในประเทศเม็กซิโกซึ่งมีการรวบรวมข้อมูลไว้เป็นจำนวนมาก และกรณีศึกษาเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ ได้แก่ CO, NO₂, O₃, VOC และ PM_{2.5} เพื่อแสดงให้เห็นถึงการบังคับใช้นโยบายการควบคุมการปลดปล่อยมลพิษ และนำเสนอในรูปแบบการกระจายตัวของมลพิษ แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การกระจายเชิงพื้นที่ของ NO_x (a ถึง c), VOC (d ถึง f) และ PM_{2.5} (h ถึง j) [14]

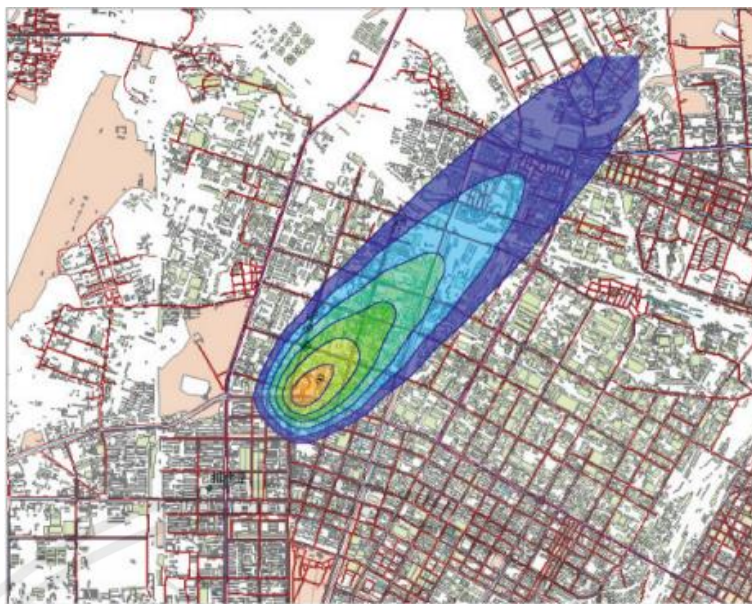
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นการฝ่าฝืนเงื่อนไขการใช้งาน และไม่รับประกันใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.5 จะแสดงให้เห็นว่าการปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) นั้นรุนแรงมากขึ้นในย่านใจกลางเมืองเม็กซิโก และย่านรอบนอกเมือง ซึ่งมีเครือข่ายการขนส่งที่ถูกลักลอบจำนวนมาก สังกัดจากรูปแบบโครงข่ายถนนที่ชัดเจนสามารถสังเกตได้จากรูปแบบต่าง ๆ แต่ในเขตรอบเมืองค่อนข้างคงที่ ในเขตเทศบาลส่วนใหญ่อาจเกิดจากปัจจัยหลายประการ ตัวอย่างเช่น องค์ประกอบของรถที่ลักษณะเฉพาะในแต่ละภูมิภาค และการสนับสนุนของแหล่งอุตสาหกรรมในขณะนั้น การปล่อย VOCs จะกระจุกตัวอยู่บริเวณที่มีความหนาแน่นของประชากรสูงเนื่องจากการจราจรหนาแน่นและกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษหลายประเภท

2.6 การวิเคราะห์บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ [15,16]

การวิเคราะห์บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นการผสมผสานศาสตร์ดั้งเดิมของภูมิศาสตร์ การทำแผนที่ และการสำรวจ ด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ (วิทยาการคอมพิวเตอร์ ฯลฯ) การพัฒนาสมัยใหม่แบบบูรณาการสำหรับการประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือการจัดการที่มีประสิทธิภาพสำหรับทรัพยากรสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ มีความสามารถในการทำแผนที่แบบไดนามิก (Dynamic map) รวมทั้งการนำมาประยุกต์ใช้แบบกำหนดเองในซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ถูกนำมาใช้กับข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และการดำเนินการด้านกราฟิก โปรแกรมสารสนเทศด้านภูมิศาสตร์ (GIS) สามารถใช้สำหรับแสดงภาพปรับแก้ข้อมูลเชิงพื้นที่ สร้างแผนที่ กราฟ และรายงานปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศได้จากฐานข้อมูลในแต่ละปี แสดงดังรูปที่ 2.6

ดังนั้นการนำฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่รวบรวมได้ในแต่ละปีจากภาคอุตสาหกรรม และภาคการจราจรในภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย ซึ่งมีการจัดทำฐานข้อมูลการจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในทุก ๆ ปีจะถูกนำมาประเมิน วิเคราะห์ และจัดการฐานข้อมูลที่มีอยู่ให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมใช้งาน โดยการใช้เครื่องมือจากโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ซึ่งเป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อบันทึกการจัดเก็บ การจัดการวิเคราะห์ และการนำเสนอทุกประเภทของข้อมูลเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ เพื่อรองรับวัตถุประสงค์ในการนำข้อมูลมาใช้งานได้อย่างเป็นระบบ



รูปที่ 2.6 คอนทัวร์แสดงความเข้มข้นสารก่อมลพิษของปล่องควันอุตสาหกรรมในประเทศจีน [16]

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 Wasin Pinprateep และ Chanathip Pharino [17]

Wasin Pinprateep และ Chanathip Pharino ได้ทำการศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมลพิษจากโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงต่างกันในประเทศไทย พบว่าไฟฟ้าส่วนใหญ่ของประเทศไทย 78% มาจากโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โรงไฟฟ้าใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ (67% ของกำลังการผลิตทั้งหมด) ถ่านหิน (11% ของกำลังการผลิตทั้งหมด) และน้ำมันเชื้อเพลิง (1% ของกำลังการผลิตทั้งหมด) หน่วยผลิตไฟฟ้าแยกตามชนิดเชื้อเพลิงฟอสซิลมีรายละเอียดดังนี้

1. โรงไฟฟ้าพลังความร้อนถ่านหินลิกไนต์ (LTP) ประกอบด้วย 8 หน่วย
2. โรงไฟฟ้าพลังความร้อนจากถ่านหินบิทูมินัส (BTP) ประกอบด้วยสอง 2 หน่วย
3. โรงไฟฟ้าพลังความร้อนจากก๊าซธรรมชาติ (NTP) ประกอบด้วย 6 หน่วย
4. โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมก๊าซธรรมชาติ (NCC) ประกอบด้วย 22 หน่วย

สามารถประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน ได้ดังแสดงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

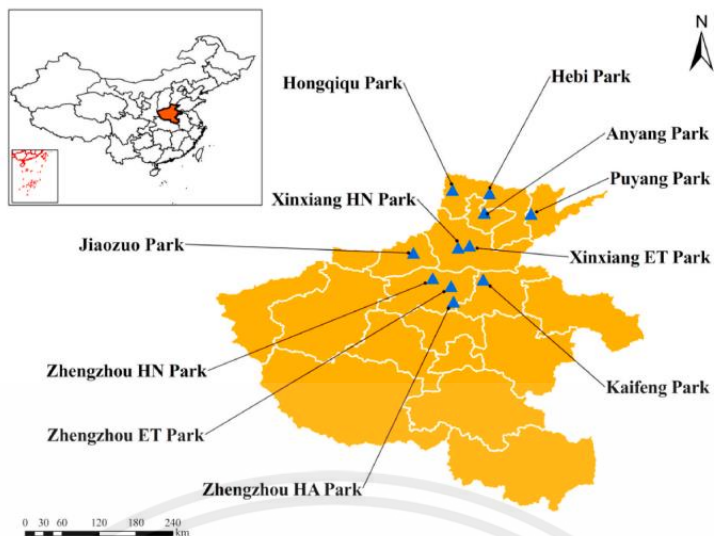
ตารางที่ 2.1 บัญชีการปลดปล่อยก๊าซมลพิษของโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลของประเทศไทย ประจำปี พ.ศ. 2558 [17]

Power Plant Group	Generation (GWh)	SO ₂ (tons)	No _x (tons)	PM (tons)	CO ₂ (tons)
LTP	17,901	22,933	51,164	1,611	25,747,295
BTP	10,533	15,504	11,671	1,306	8,545,144
NTP	16,543	5,247	5,293	649	6,129,862
NCC	60,616	2,830	59,235	1,349	30,047,788
Total	105,593	46,514	127,363	4,915	70,470,089

จากตารางที่ 2.1 แสดงการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดและการปล่อยรวมของ SO₂, NO_x, PM และ CO₂ พบว่า LTP สร้างปริมาณ SO₂ และ PM สูงที่สุด ในขณะที่ NCC ปล่อยปริมาณ NO_x และ CO₂ สูงที่สุด นอกจากนี้แหล่งปล่อย PM ที่ใหญ่ที่สุดคือโรงไฟฟ้าถ่านหิน (LTP และ BTP) โดยคิดเป็นร้อยละ 60 ของการปล่อย PM ทั้งหมด และแหล่งการปล่อย CO₂ ที่ใหญ่ที่สุดคือ NCC เนื่องมาจากกำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดที่ใหญ่เป็นอันดับสองของประเทศ แสดงให้เห็นว่า LTP เป็นแหล่งการปล่อยมลพิษทางอากาศหลักสำหรับโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในประเทศไทยเนื่องจากสัดส่วนปริมาณการปลดปล่อย SO₂, NO_x, PM และ CO₂ ที่สูงอย่างเห็นได้ชัด

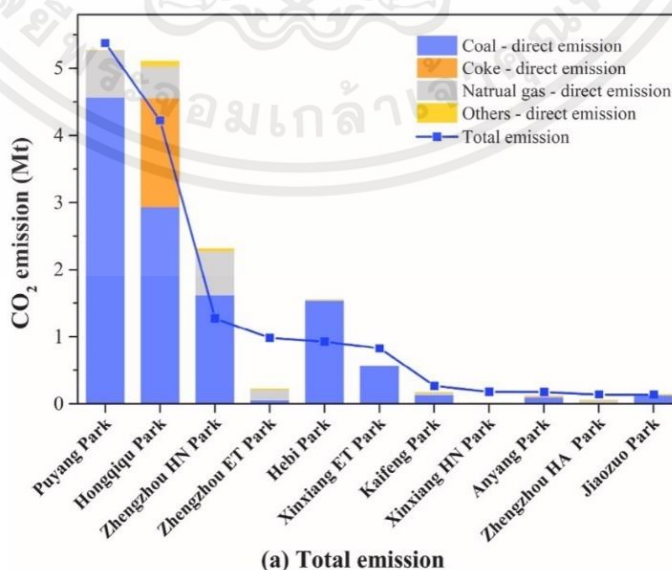
2.7.2 Ruoyu Xue และคณะ [18]

Ruoyu Xue และคณะ ได้ทำการศึกษาการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากสวนอุตสาหกรรม (IPs) ในประเทศจีน พบว่ามีปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นจำนวนมาก (GHG) โดยในปี พ.ศ.2560 มีการปลดปล่อย CO₂ ประมาณ 14.47 Mt และประเมินการเผาไหม้ถ่านหินจากอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานถ่านหินเป็นแหล่งปล่อยมลพิษหลักซึ่งคิดเป็น 80% ของการปล่อยทั้งหมด ใน 11 IPs แสดงดังรูปที่ 2.8



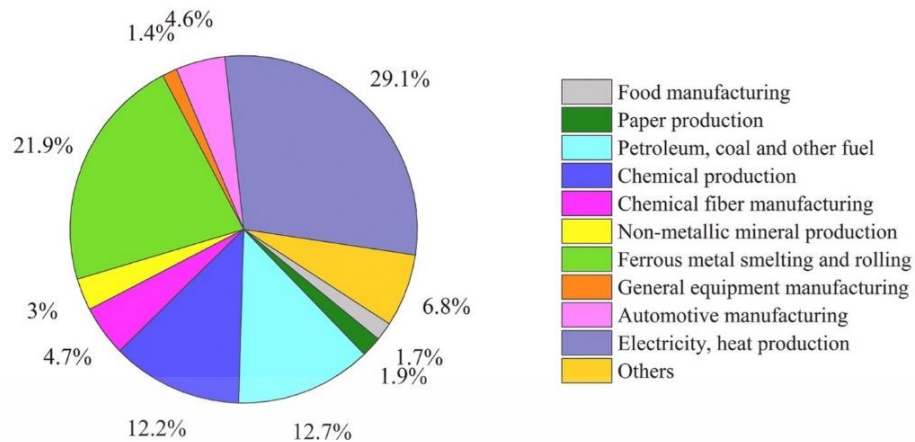
รูปที่ 2.7 การกระจาย CO₂ ทางภูมิศาสตร์ของ 11 IPs ในมณฑลเหอหนาน [18]

การปล่อย CO₂ จากภาคอุตสาหกรรม ดังแสดงในรูปที่ 2.7 และ รูปที่ 2.8 พบว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอุตสาหกรรมจากการผลิตไฟฟ้าความร้อนมีการปล่อยมลพิษมากที่สุดคิดเป็น 29% ของทั้งหมด ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ รองลงมาคือการผลิตโลหะและรีดโลหะเป็น 22% อุตสาหกรรมปิโตรเลียม ถ่านหิน และเชื้อเพลิงฟอสซิลอื่น ๆ 13% และการผลิตวัตถุเคมีและผลิตภัณฑ์ 12% ซึ่งอุตสาหกรรมข้างต้นเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานมากทั้งหมด โดยรวมแล้วแหล่งที่มาหลักของการปล่อย CO₂ ในสวนสาธารณะของประเทศจีนนี้ เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก 6 อุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานมากซึ่งคิดเป็น 80% ของทั้งหมด จะพบว่ามี การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลมากที่สุด



รูปที่ 2.8 การปลดปล่อย CO₂ จากภาคอุตสาหกรรมในปี พ.ศ.2560 [18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 สัดส่วนปริมาณการปลดปล่อย CO₂ จากภาคอุตสาหกรรม [18]

2.7.3 Rakha Vlieger และคณะ [19]

Rakha Vlieger และคณะ ได้ศึกษาบัญชีการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะของยุโรป แสดงค่าปัจจัยการปล่อยสารมลพิษในประเทศกลุ่มยุโรปของยานพาหนะทั้งหมด 5 ประเภท ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล (Passenger car), รถบรรทุก 4 ล้อ (Light-duty vehicles), รถบรรทุกตั้งแต่ 6 ล้อขึ้นไป (Heavy-duty vehicles), รถโดยสารตั้งแต่ขนาดกลางขึ้นไป (Bus) และรถจักรยานยนต์ (Moped and Motorcycle) โดยค่าปัจจัยการปล่อยสารมลพิษของยานพาหนะแต่ละประเภทจะถูกจำแนกออกตามประเภทเชื้อเพลิง ภาระบรรทุก และประเภทเครื่องยนต์ ชนิดสารมลพิษอากาศที่ศึกษามีหลายชนิด ได้แก่ CO, NMVOC, NO_x, N₂O, NH₃, Pb, CO₂, PM_{2.5}, SO₂ และธาตุโลหะหนัก แต่สำหรับค่าปัจจัยการปล่อยสารมลพิษจากยานพาหนะในประเทศไทยที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยกรมควบคุมมลพิษได้มีการแสดงค่าปัจจัยการปล่อยสารมลพิษจากยานพาหนะทั้งหมด 8 ชนิด ได้แก่ รถจักรยานยนต์ (Motorcycle), รถสามล้อเครื่อง (Tuk-Tuk), รถยนต์บรรทุก 4 ล้อ (Pick up), รถยนต์ส่วนบุคคล (Passenger car), รถยนต์รับจ้างส่วนบุคคล (Taxi), รถตู้โดยสาร (Van), รถโดยสารตั้งแต่ขนาดกลางขึ้นไป (Bus) และรถยนต์บรรทุกตั้งแต่ 6 ล้อขึ้นไป (Truck) ที่ซึ่งค่าปัจจัยการปล่อยสารมลพิษที่ได้จะถูกพิจารณาถึงประเภทเชื้อเพลิงและเทคโนโลยียานพาหนะ ชนิดสารมลพิษอากาศที่ทำการศึกษา

2.7.4 Li Bai และคณะ [20]

Li Bai และคณะ ทำการศึกษาปัญหามลพิษทางอากาศ ซึ่งส่งผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์ เป็นผลมาจากการเผาไหม้ถ่านหินจำนวนมาก และการปล่อยไอเสียรถยนต์ในฤดูหนาว ส่งผลกระทบบ่อยที่มีนัยสำคัญต่ออัตราการหายใจของประชาชนอย่างมาก การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้กับมณฑลจีหลินเพื่อเป็นตัวอย่างในการจัดทำแผนที่สถานะมลพิษทางสิ่งแวดล้อมในภาคเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในทางอื่นไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะวันออกเฉียงเหนือของจีน และเพื่อให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในชั้นบรรยากาศ โดยใช้ข้อมูลประจำปีของการตรวจสอบบรรยากาศของจีน สภาพแวดล้อมบรรยากาศในมณฑลจี๋หลิน ซึ่งได้รับการวิเคราะห์อย่างครอบคลุมโดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (ArcGIS) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) และการคำนวณแบบจำลองความเสี่ยงที่ไม่ก่อมะเร็ง ผลการวิจัยพบว่าการกระจายมลพิษทางอากาศชั่วคราวของมณฑลจี๋หลินคือฤดูหนาว > ฤดูใบไม้ผลิ > ฤดูใบไม้ร่วง > ฤดูร้อน และการกระจายเชิงพื้นที่จะมีค่าลดลงจากตะวันตกเฉียงเหนือไปตะวันออกเฉียงใต้ การวิเคราะห์ PCA แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบหลักอันดับแรกคือ $PM_{2.5}$ และ CO และองค์ประกอบหลักรองลงมาคือ PM_{10} และ O_3 แหล่งที่มาหลักของมลพิษทางอากาศมาจากถ่านหิน 62.365% และการปล่อยมลพิษจากรถยนต์ 19.153% ความเสี่ยงที่ไม่ก่อให้เกิดสารก่อมะเร็งจากสารก่อมลพิษทั้งหมดอยู่ภายในช่วงที่ยอมรับได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการจัดทำฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของประเทศไทยในภาคอุตสาหกรรม และในภาคการจราจรที่สามารถพร้อมนำไปใช้งานสำหรับป้อนเข้าแบบจำลองคุณภาพอากาศ แบ่งเป็นขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด 3 ขั้นตอน ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

3.1 ข้อมูลมลพิษจากภาคอุตสาหกรรม

ขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูล การแปลงข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

3.1.1 รวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการสำหรับการนำมาประเมินและวิเคราะห์ภาคอุตสาหกรรม จากงานวิจัยของนางสาวกมลทิพย์ กิจเอื้อเกษมวงศ์ และนายธนวัฒน์ จงจรรยาสุข, บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยปี พ.ศ. 2563 [21] และนางสาวกัญญาณี ประทุมโถม และนางสาวศิริพร สดแสงจันทร์, บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยปี พ.ศ. 2563 [22] โดยข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรม ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษภาคอุตสาหกรรมในเขตพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปี พ.ศ.2563 ตัวอย่างของข้อมูลในรูปไฟล์ excel ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษของแต่ละสารจากโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดชลบุรี

ละติจูด	ลองจิจูด	จังหวัด	PM ₁₀ (ตัน/ปี)	SO _x (ตัน/ปี)	NO _x (ตัน/ปี)	VOCs (ตัน/ปี)
12.61	100.96	ชลบุรี	16.48	213.92	306.91	9.98
12.62	100.93	ชลบุรี	1809.10	1336.17	959.04	12.28
12.62	100.96	ชลบุรี	4.59	40.06	131.77	6.26
12.64	100.95	ชลบุรี	901.84	667.85	299.67	0.99
12.65	101.31	ระยอง	22.11	0.00	342.99	35.49

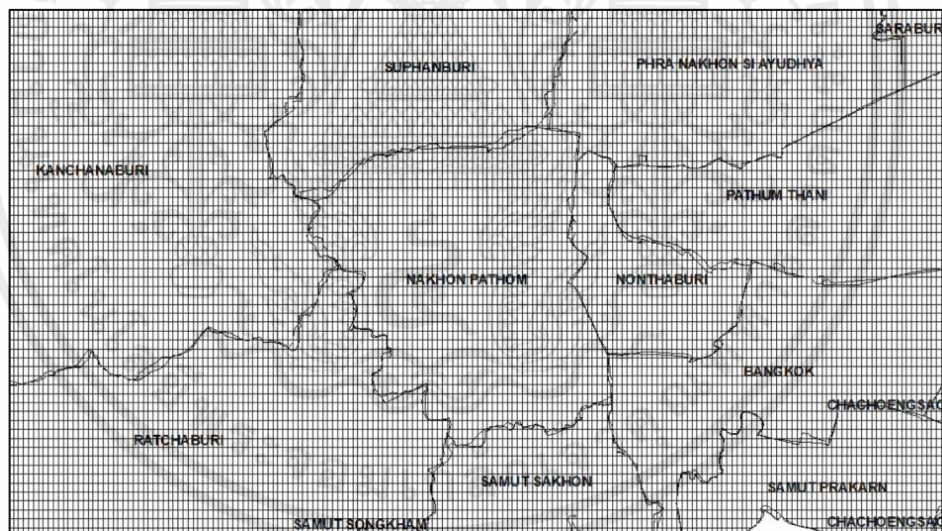
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การแปลงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

การแปลงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศภาคอุตสาหกรรม ทำโดยการใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ได้รวบรวมมาในปี พ.ศ.2563 แสดงภาพการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดออกมาให้เห็นภาพ (Visualization) ในรูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดในรูปแบบจุด และกริดขนาด 1 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการแบ่งย่อยเป็น 2 ขั้นตอนคือ

1. การสร้างตารางกริดแผนที่และระบบพิกัด

หลักการในการสร้างตารางกริดแผนที่ (Gridding) และระบบพิกัด (Grid System) คือการแบ่งแยกพื้นที่ออกเป็นช่องสี่เหลี่ยมเท่า ๆ กัน ซึ่งจะแบ่งแยกพื้นที่ใหญ่เป็นพื้นที่ย่อย โดยการใช้ขนาดและระบบพิกัดเดียวกัน ทำให้สามารถนำข้อมูลปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่ขนาดเล็ก และสามารถแปลงเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับแบบจำลองคุณภาพทางอากาศได้ ซึ่งในโครงการนี้จำทำการแบ่งพื้นที่ในเขตภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นกริดย่อย ๆ ขนาด 1 x 1 กิโลเมตรโดยใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) พื้นที่ที่แบ่งกริดแล้ว ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 3.1

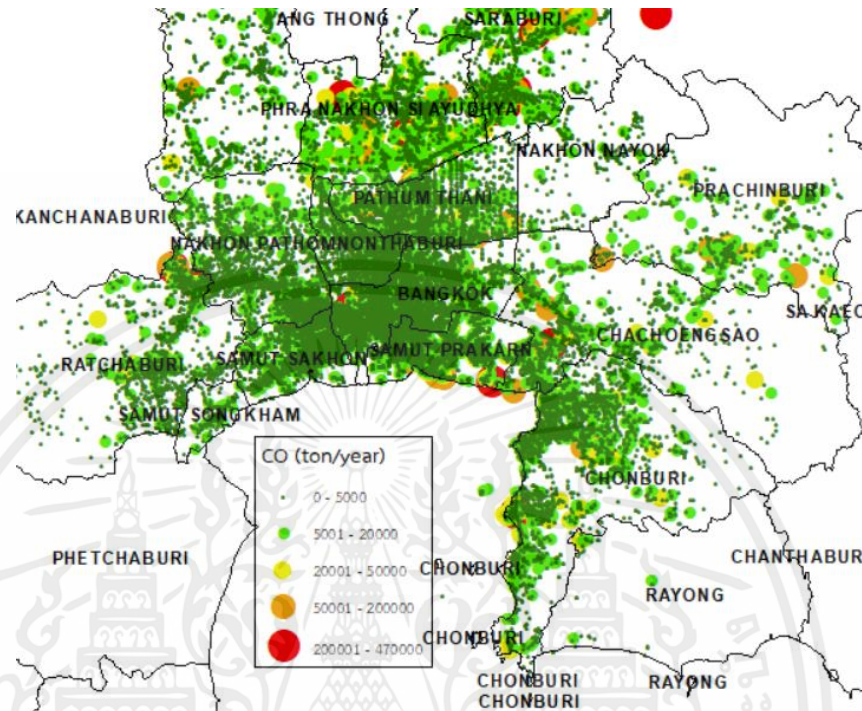


รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการสร้างตารางกริดพื้นที่ (Gridding) และระบบพิกัด (Grid System) ในพื้นที่ที่ศึกษา

2. แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบกริดและสารสนเทศภูมิศาสตร์

การนำเข้าและแปลงฐานข้อมูลปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital format) และพิกัดภูมิศาสตร์ของโรงงาน เพื่อสร้างข้อมูลแบบจุด (Point) ที่แสดงพิกัดภูมิศาสตร์ และข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด เพื่อแสดงภาพการกระจายตัวปริมาณการปลดปล่อยของมลพิษทางอากาศเชิงพื้นที่ ทำให้เห็นภาพรวมของการปลดปล่อยมลพิษ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโรงงานอุตสาหกรรมในแต่ละพื้นที่ที่ศึกษา ตัวอย่างการกระจายตัวปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากภาคอุตสาหกรรมภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563 แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงการกระจายตัวปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563

เนื่องจากข้อมูลปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศแบบจุดไม่สามารถแสดงให้เห็นปริมาณความเข้มข้นของพื้นที่ขนาดเล็กได้ จึงต้องทำการแปลงข้อมูลจากแบบจุดมาเป็นแบบกริดโดยการใช้ข้อมูลตารางกริดที่จัดทำขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เพิ่มขึ้นข้อมูลพื้นที่ตารางกริด (Grid polygon) ที่สร้างขึ้นมาผนวกข้อมูลแบบจุดเข้าไป โดยใช้เครื่องมือ (Tool) ในโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศแบบกริดขนาด 1 ตารางกิโลเมตร
2. แปลงข้อมูลจากรูปแบบกริดเป็นรูปแบบจุด เพื่อที่จะได้ข้อมูลพิกัดสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่จุดกึ่งกลางของกริด และข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิดในแต่ละกริด ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้เป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองคุณภาพอากาศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

การวิเคราะห์ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากภาคอุตสาหกรรม จะทำในหลายรูปแบบ ดังนี้

- ข้อมูลการกระจายตัวมลพิษทางอากาศเชิงพื้นที่ และความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศของสารแต่ละชนิดแบบกริดขนาด 1 ตารางกิโลเมตร
- เปรียบเทียบข้อมูล (Comparison) ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากภาคอุตสาหกรรมกับฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในประเทศไทยในปี พ.ศ.2553 เพื่อให้เห็นความแตกต่างของการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ประเมินจากฐานข้อมูลที่มีอยู่หากต่างกัน

3.2 ภาคการจราจร

ขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูล การแปลงข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

3.2.1 รวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลซึ่งประกอบด้วยฐานข้อมูลภาคการจราจร ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษภาคการจราจรในภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จากงานวิจัยของนางสาวกัญญาทิพย์ กิจเอื้อเกษมวงศ์ และนายธนวัฒน์ จงจรัสสุข, บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยปี พ.ศ. 2563 [21] และนางสาวกัญญาณี ประทุมโถม และนางสาวศิริพร สดแสงจันทร์, บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยปี พ.ศ. 2563 [22] ซึ่งเป็นข้อมูลเส้นถนนและการปลดปล่อยแต่ละชนิดบนเส้นถนนในปี พ.ศ.2563 ตัวอย่างข้อมูลในรูปแบบไฟล์ excel แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษของแต่ละสารของถนนจังหวัดสมุทรปราการ

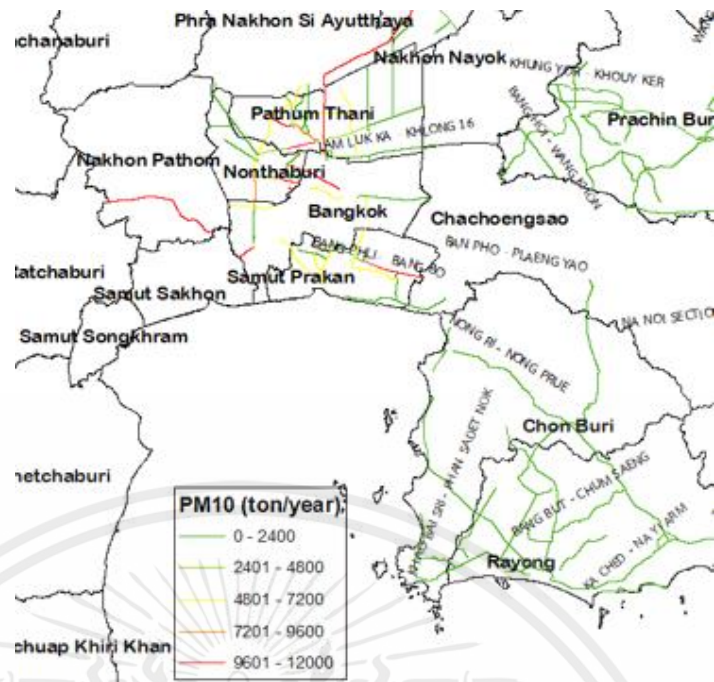
หมายเลขถนน	รหัสถนน	ชื่อถนน	CO (ตัน/ปี)	CO ₂ (ตัน/ปี)	HC (ตัน/ปี)	NO _x (ตัน/ปี)	PM (ตัน/ปี)
0003	0102	แปริ่ง - ท้ายบ้าน	20.90	3494.26	9.57	25.93	2904.35
0003	0104	บางตำหรุ - คลองด่าน	14.85	2688.59	6.40	14.84	1321.16
0034	0102	ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ - บางวัว	56.68	16655.4	16.23	112.04	11694.7
0303	0100	ราษฎร์บูรณะ - พระสมุทรเจดีย์	39.78	5869.43	18.93	34.75	3225.61
0370	0100	ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิด้านถนนบางนา - บางวัว	10.69	3054.74	3.17	20.12	2070.44

3.2.2 แปลงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากภาคการจราจร

การวิเคราะห์ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศภาคการจราจร ทำโดยการใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เช่นเดียวกับภาคอุตสาหกรรม โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การนำเข้าข้อมูลลงในเส้นจราจร และระบุพิกัดระยะทาง

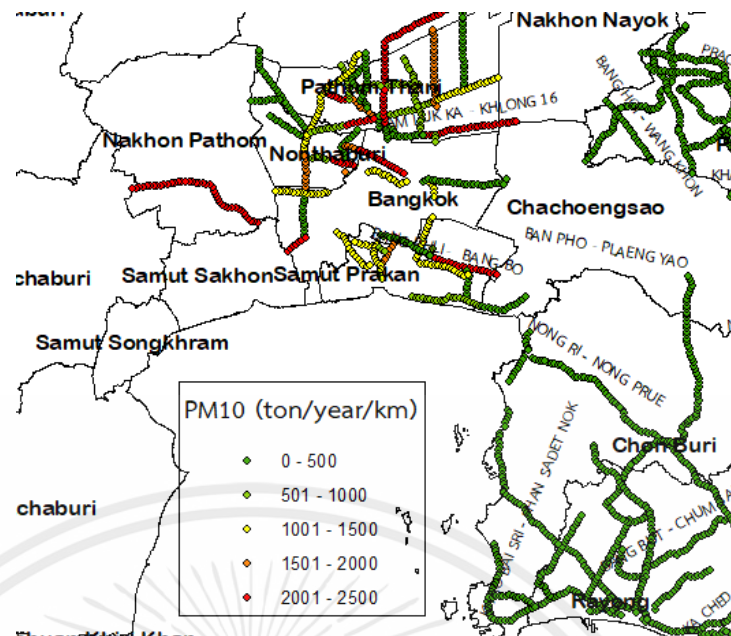
การนำเข้าข้อมูลลงในเส้นจราจรนั้น ทำโดยใช้ข้อมูลการปลดปล่อยที่รวบรวมมารายถนนมาผนวกเข้ากับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของเส้นทางถนน โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ตัวอย่างของการผนวกข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษบนเส้นทางถนน แสดงดังรูปที่ 3.3 แสดงการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM₁₀)



รูปที่ 3.3 การกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) จากภาคการจราจร

2. การแปลงข้อมูลรายถนนให้เป็นข้อมูลทุก ๆ ระยะ 1 กิโลเมตร

การนำข้อมูลมาใช้สำหรับแบบจำลองจำเป็นต้องแบ่งข้อมูลรายถนนให้เป็นข้อมูลทุก ๆ ระยะ 1 กิโลเมตร จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือ (Tool) ในโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อแบ่งเส้นถนนเป็นส่วนย่อย ๆ ส่วนละ 1 กิโลเมตร และแบ่งข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศต่อความยาวถนนทั้งเส้นเป็นต่อความยาว 1 กิโลเมตร จากนั้นแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบจุด เพื่อที่จะดึงข้อมูลพิกัดสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่จุดกึ่งกลางออกมาพร้อมกับข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่พร้อมใช้สำหรับนำเข้าแบบจำลองคุณภาพอากาศต่อไป ตัวอย่างการกระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) บนเส้นถนนทุก ๆ ระยะ 1 กิโลเมตร แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การกระจายตัวปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) จากภาคการจราจร ต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

การวิเคราะห์ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากภาคการจราจร จะทำในหลายรูปแบบ ดังนี้

- ข้อมูลการกระจายตัวมลพิษทางอากาศเชิงพื้นที่ และความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศของสารแต่ละชนิดแบบจุดทุก ๆ ระยะ 1 กิโลเมตร
- เปรียบเทียบข้อมูล (Comparison) ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากภาคการจราจรกับฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในประเทศไทยในปี พ.ศ.2553 เพื่อให้เห็นความแตกต่างของการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ประเมินจากฐานข้อมูลที่มีอยู่หากต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน และการวิเคราะห์ผล

ผลการแปลงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศเพื่อนำมาเป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศของจังหวัดในภาคกลาง และภาคตะวันออก และการวิเคราะห์ผลจะอภิปรายแยกในส่วนของภาคอุตสาหกรรมและการจราจร

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษภาคอุตสาหกรรม

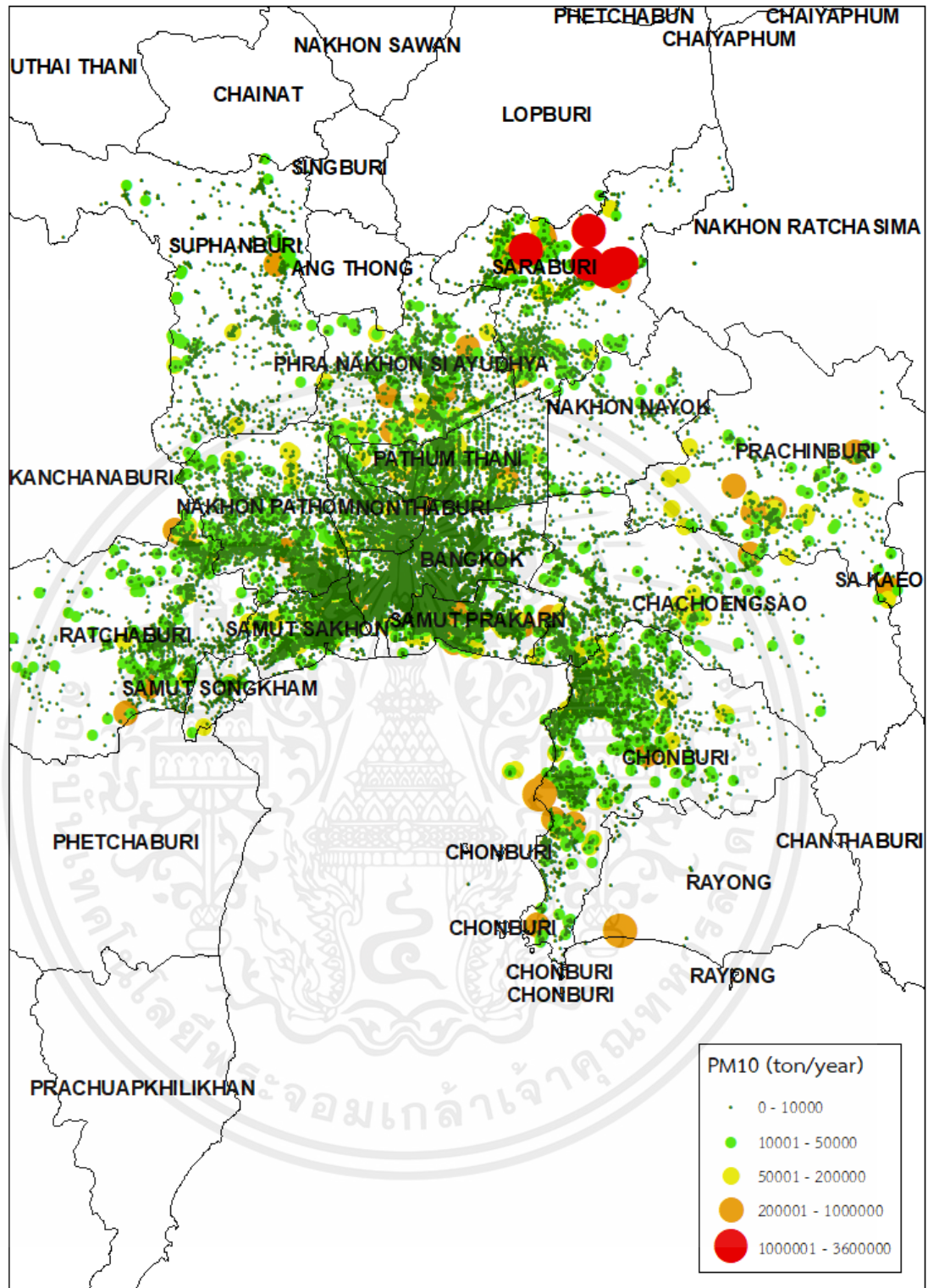
4.1.1 ข้อมูลการกระจายของมลพิษเชิงพื้นที่

ข้อมูลการกระจายเชิงพื้นที่ที่จะแสดงเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ในส่วนมลพิษทางอากาศอื่น ๆ ผลจะแสดงในภาคผนวก ก.

4.1.1.1 ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10})

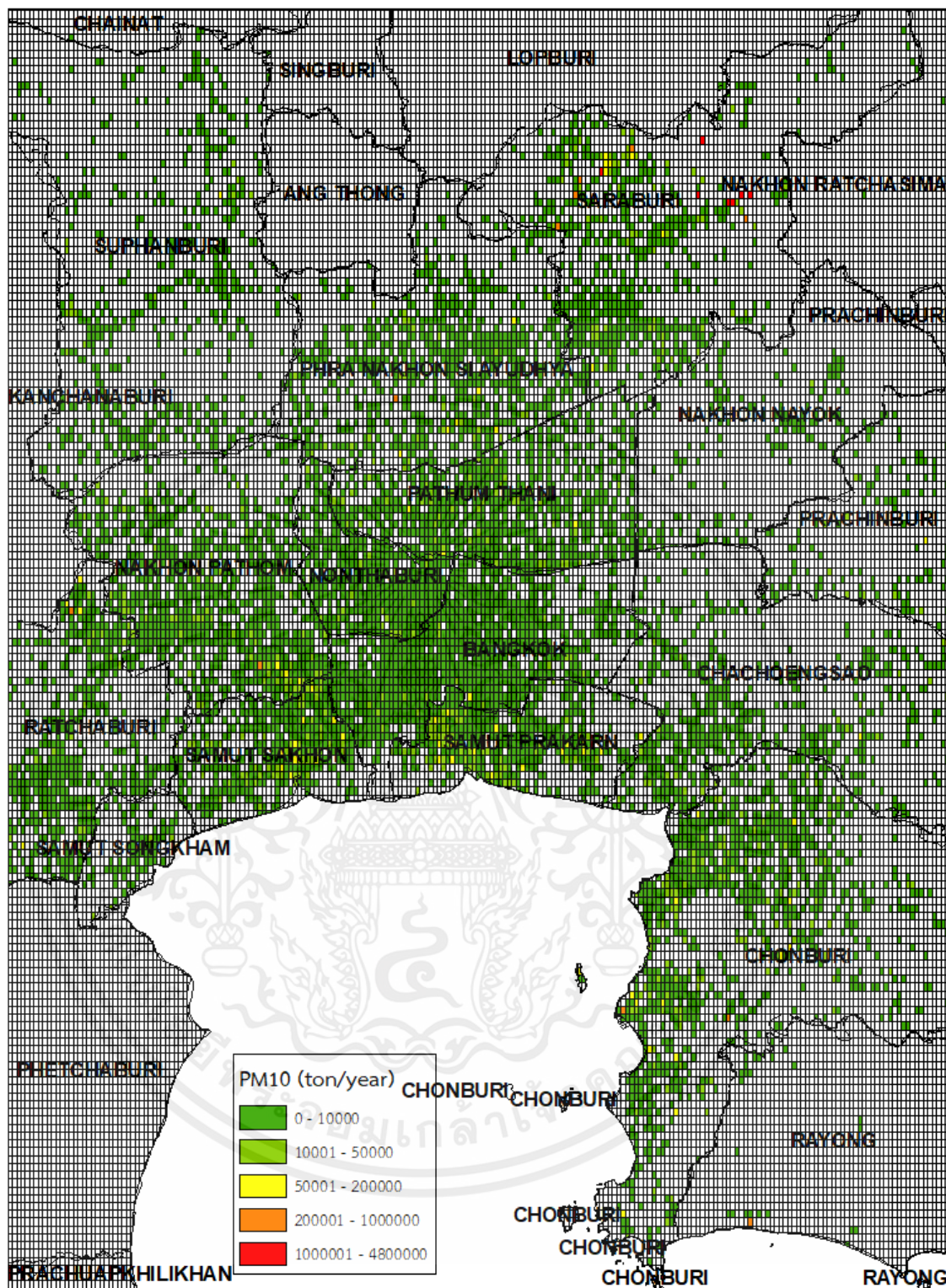
แผนภาพแสดงการกระจายตัวปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ที่ปล่อยออกมาในหน่วยตันต่อปี แสดงดังรูป 4.1 จากรูปจะเห็นว่าปริมาณปลดปล่อยจำนวนมากกระจายอยู่ตามที่ตั้งโรงงานขนาดใหญ่ตั้งอยู่โดยโรงงานอุตสาหกรรมมีการปลดปล่อยมลพิษฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) มากที่สุดในพื้นที่จังหวัดสระบุรีที่อัตรา 3,594,938 ตันต่อปี ตามด้วย จังหวัดระยอง จังหวัดชลบุรี จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดนครปฐม จังหวัดราชบุรี และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ตามลำดับ

ข้อมูลการปลดปล่อยในรูปแบบความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตรที่แสดงในรูปที่ 4.2 จากรูปจะเห็นรูปแบบการกระจายในแต่ละพื้นที่ในรูปแบบปริมาณรวมต่อ 1 ตารางกิโลเมตร ทำให้เห็นชัดเจนว่าพื้นที่ไหนบ้างที่มีปริมาณการปลดปล่อยมลพิษสูง



รูปที่ 4.1 ลักษณะการกระจายตัวของการปลดปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM₁₀)
จากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ปริมาณการปลดปล่อยของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตรจากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563

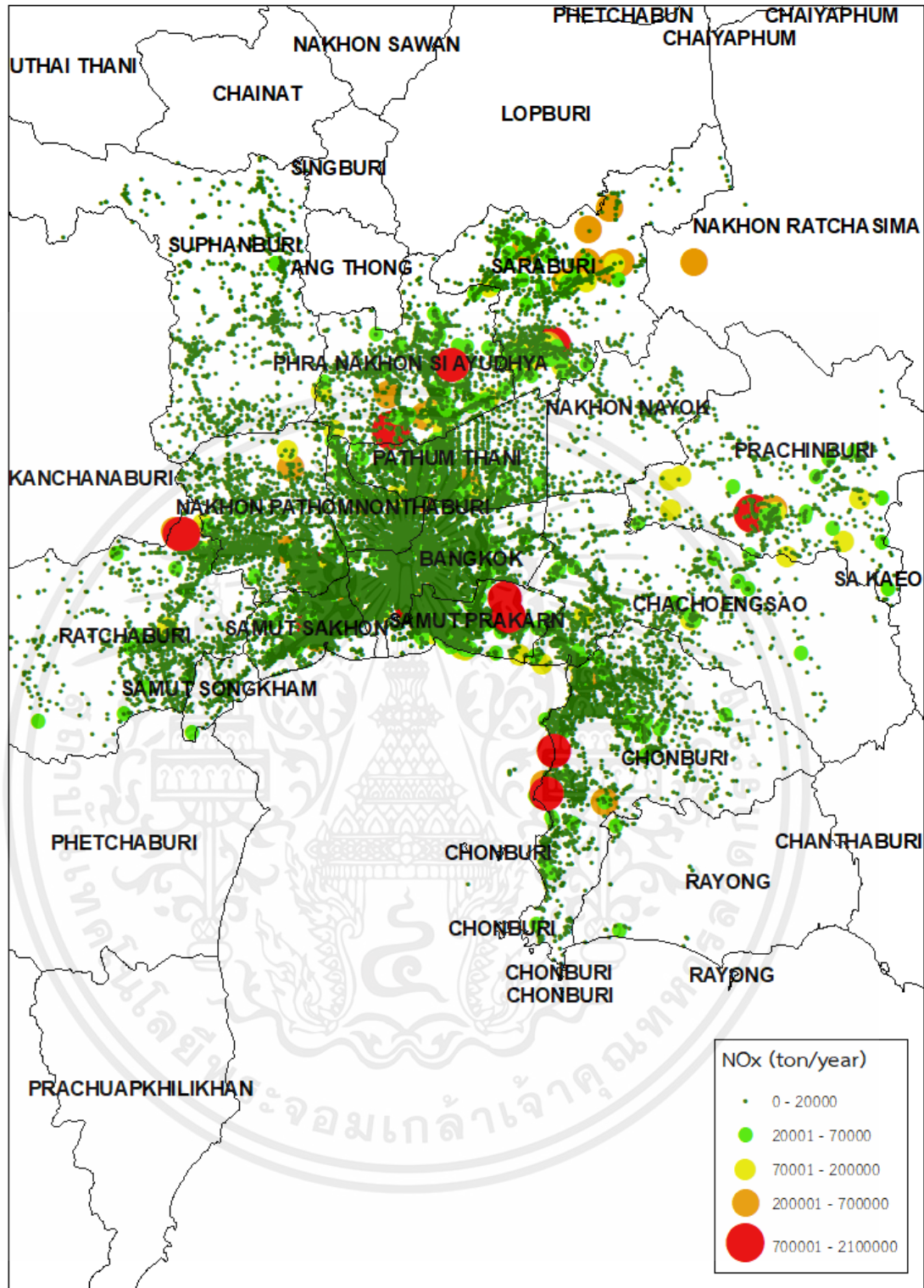
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)

แผนภาพแสดงการกระจายตัวปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ที่ปล่อยออกมาในหน่วยตันต่อปี แสดงดังรูป 4.3 จากรูปจะเห็นว่าปริมาณปลดปล่อยจำนวนมากกระจายอยู่ตามที่ตั้งโรงงานขนาดใหญ่ตั้งอยู่โดยโรงงานอุตสาหกรรมมีการปลดปล่อยมลพิษไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) มากที่สุดในพื้นที่จังหวัดสระบุรีที่อัตรา 2,021,286 ตันต่อปี ตามด้วย จังหวัดชลบุรี จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดราชบุรี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดสระบุรี จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสาคร ตามลำดับ

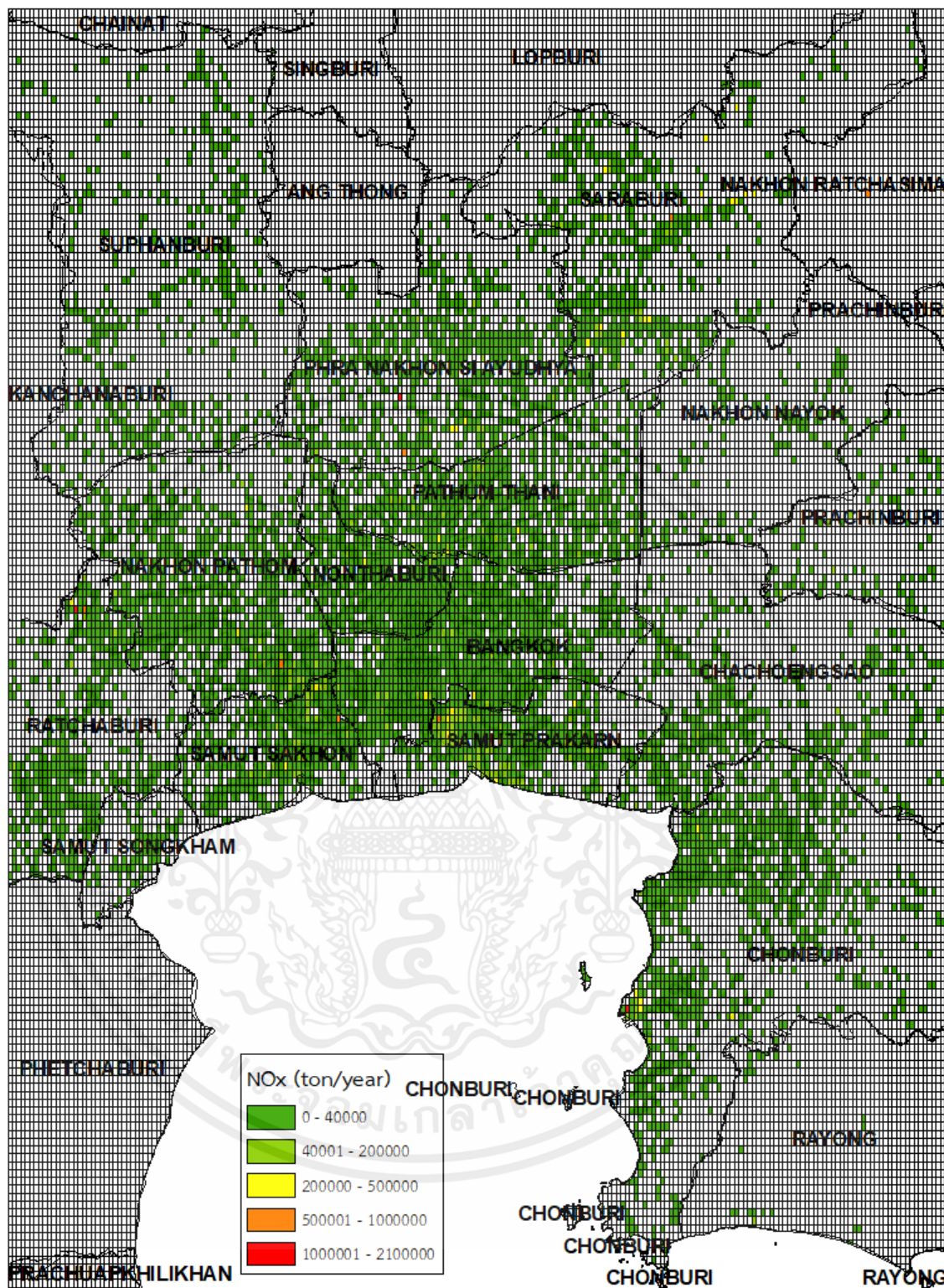
ข้อมูลการปลดปล่อยในรูปแบบความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตรที่แสดงในรูปที่ 4.4 จากรูปจะเห็นรูปแบบการกระจายในแต่ละพื้นที่ในรูปแบบปริมาณรวมต่อ 1 ตารางกิโลเมตร ทำให้เห็นชัดเจนว่าพื้นที่ไหนบ้างที่มีปริมาณการปลดปล่อยมลพิษสูง





รูปที่ 4.3 ลักษณะการกระจายตัวของการปลดปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) จากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี พ.ศ.2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ปริมาณการปลดปล่อยของไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร จากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563

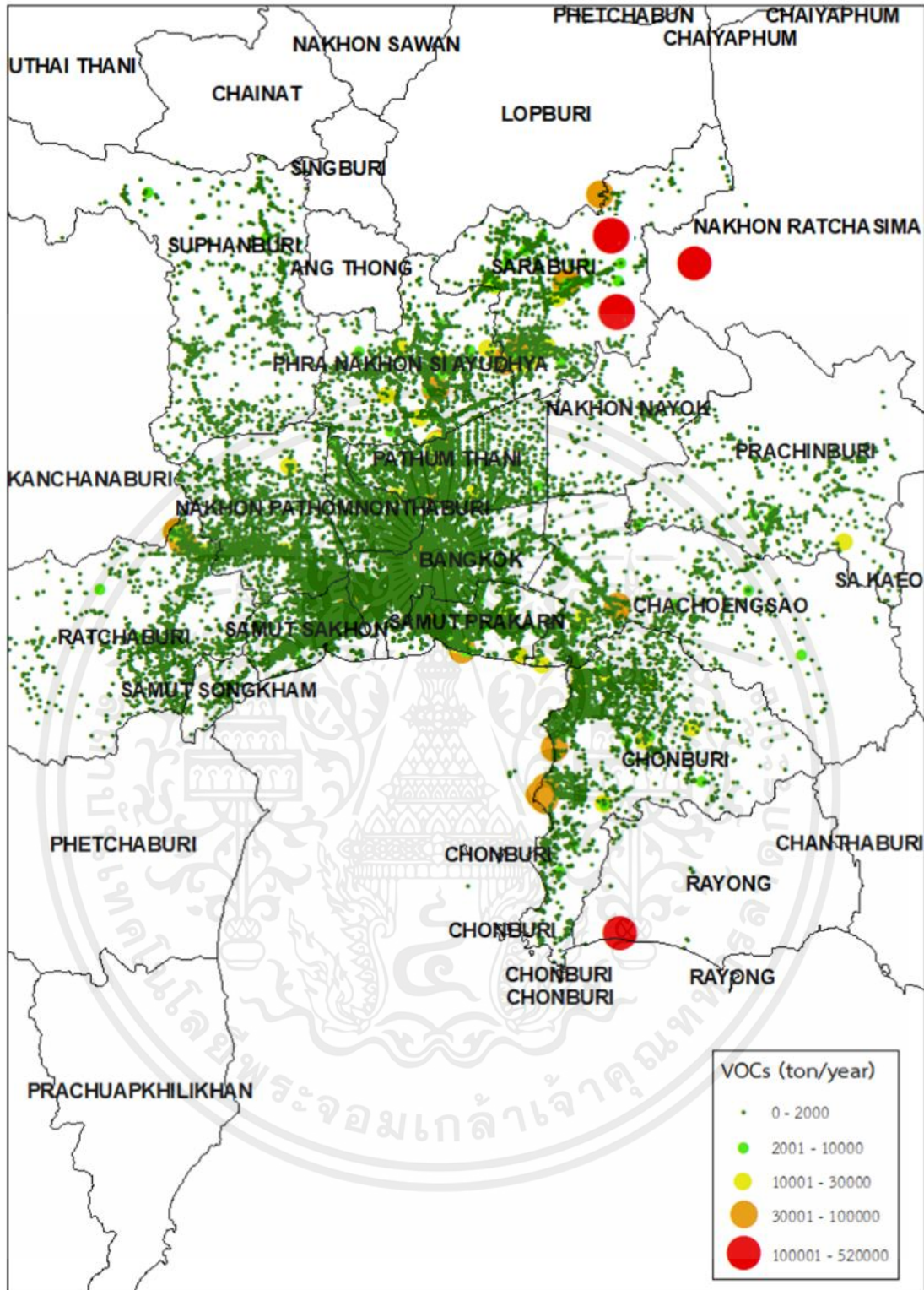
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3 ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs)

แผนภาพแสดงการกระจายตัวปริมาณสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ที่ปล่อยออกมาในหน่วยตันต่อปี แสดงดังรูป 4.5 จากรูปจะเห็นว่าปริมาณปลดปล่อยจำนวนมากกระจายอยู่ตามที่ตั้งโรงงานขนาดใหญ่ตั้งอยู่โดยโรงงานอุตสาหกรรมมีการปลดปล่อยมลพิษสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) มากที่สุดในพื้นที่จังหวัดสระบุรีที่อัตรา 517,677 ตันต่อปี ตามด้วย จังหวัดระยอง จังหวัดชลบุรี จังหวัดนครราชสีมาจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดปทุมธานี จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดกรุงเทพมหานคร ตามลำดับ

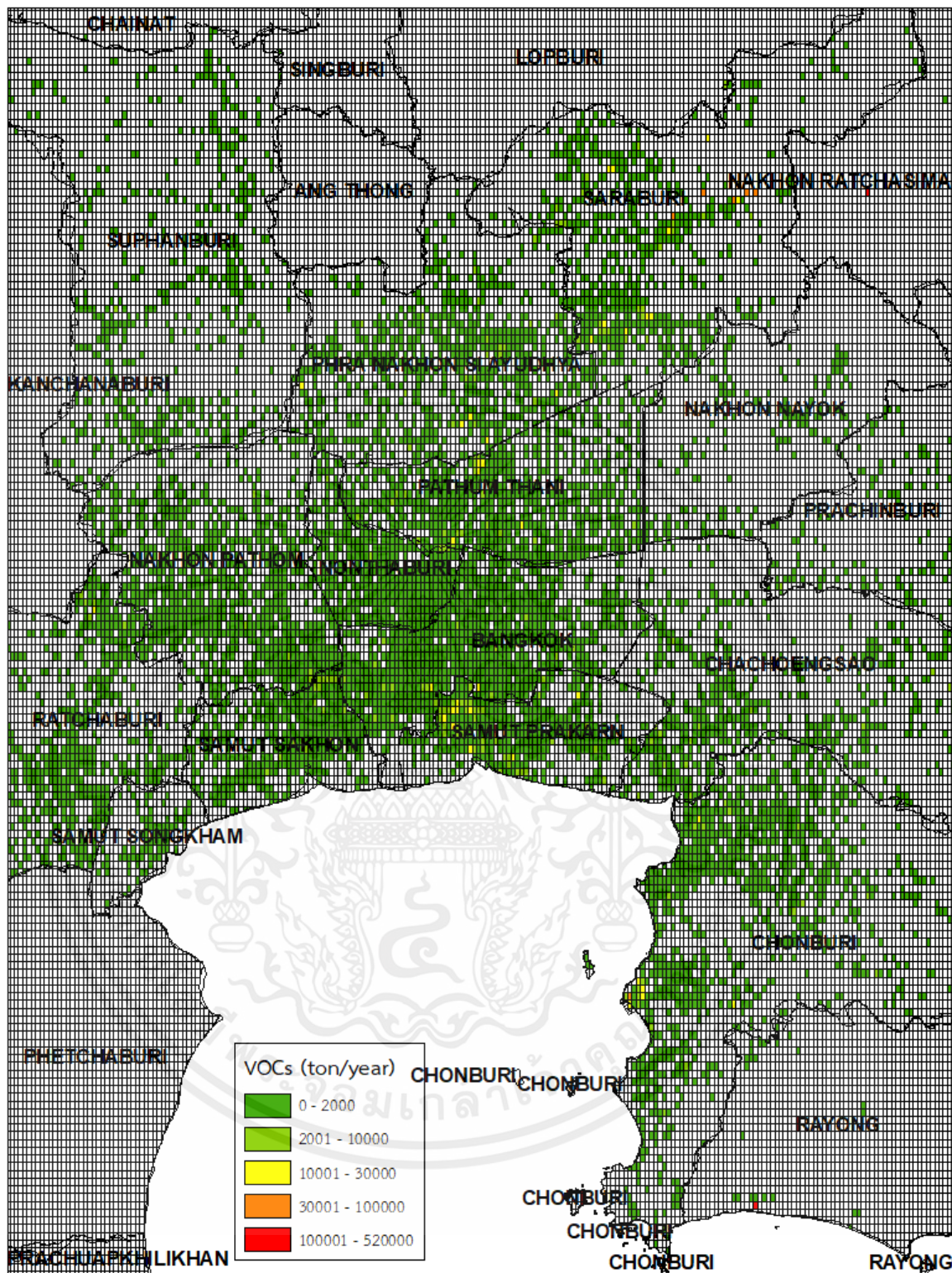
ข้อมูลการปลดปล่อยในรูปแบบความเข้มข้นของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตรที่แสดงในรูปที่ 4.6 จากรูปจะเห็นรูปแบบการกระจายในแต่ละพื้นที่ในรูปแบบปริมาณรวมต่อ 1 ตารางกิโลเมตร ทำให้เห็นชัดเจนว่าพื้นที่ไหนบ้างที่มีปริมาณการปลดปล่อยมลพิษสูง





รูปที่ 4.5 ลักษณะการกระจายตัวของการปลดปล่อยประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) จากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ.2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ปริมาณการปลดปล่อยของประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร จากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศภาคอุตสาหกรรม

ข้อมูลแบบกริด ซึ่งประกอบด้วยละติจูด ลองจิจูดที่กึ่งกลางช่องตารางกริด และข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดในแต่ละกริดจะถูกนำออกมาในรูปแบบ Text file ที่สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศ ตัวอย่างลักษณะไฟล์ แสดงดังตารางที่ 4.1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าจะมีข้อมูลทุก ๆ การปลดปล่อยมลพิษทุก ๆ 1 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งกำเนิด ค่าการปลดปล่อยมลพิษจะเป็น 0

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างข้อมูลกริดที่นำมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศ

Lat	Long	PM ₁₀	NO _x	SO _x
14.7809	100.9721	2486.04	5,858.31	14,076.97
14.7861	100.8228	4,133.76	1915.16	3,522.60
14.6833	100.8467	2,316,410.71	226,859.59	747,750.16
14.7145	100.8552	72,475.79	29,152.58	61,302.01
14.6791	100.7310	0.00	0.00	0.00
14.6762	100.7168	0.00	0.00	0.00
14.5726	100.7963	79.10	1,140.18	230.37
14.5897	100.8233	14,558.26	15,510.64	31,197.41
14.5953	100.8907	4,050.93	11,035.14	23,146.76
14.6321	101.0312	3,604,885.03	372,808.02	1,172,136.39
14.4825	100.9865	2.32	17.46	29.50
14.5308	100.9672	0.00	0.00	0.00
14.5599	100.9645	68,504.99	120,980.47	1,150,031.02
14.5003	100.9737	4.02	50.75	28.06
14.4570	100.9687	0.00	0.00	0.00
14.4009	101.0212	8,462.20	3,424.08	6,297.99
14.5478	101.1376	0.31	2.16	4.66
14.6358	101.1298	4,755,024.27	471,896.70	1,561,453.50
14.5606	101.1568	0.00	0.00	0.00
14.5641	101.1745	0.00	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 วิเคราะห์ลำดับจังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษจากภาคอุตสาหกรรมแต่ละชนิด

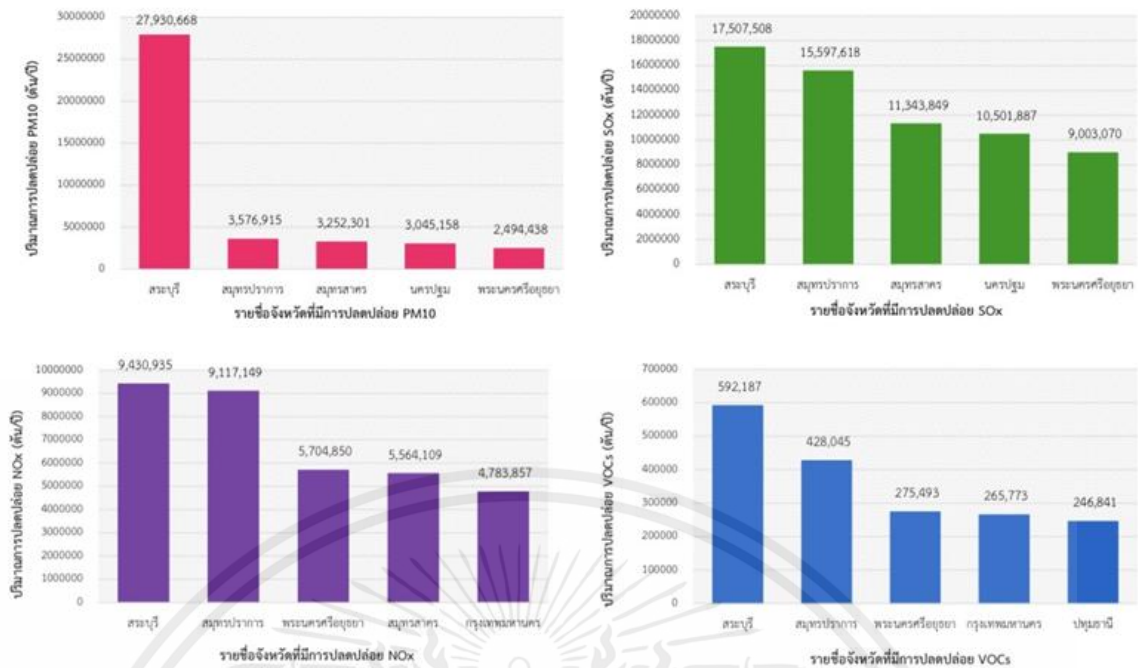
ในพื้นที่ภาคกลาง จังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศสูงสุด คือ จังหวัดที่มีอุตสาหกรรมตั้งอยู่จำนวนมาก แต่การปลดปล่อยจะมากน้อยแตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 4.7 ในส่วนของ PM_{10} จะเห็นได้ชัดเจนว่าจังหวัดสระบุรีเป็นจังหวัดที่มีการปลดปล่อยออกมามากที่สุดถึง 27,930,668 ตันต่อปี ในขณะที่จังหวัดอื่น ๆ สมุทรปราการ สมุทรสาคร นครปฐม และพระนครศรีอยุธยา ตามมาห่าง ๆ ที่ปริมาณ 3,576 ตันต่อปี ตามด้วย 3,252,301, 3,045,158 และ 2,494,438 ตันต่อปี ตามลำดับ

- จังหวัดที่มีการปลดปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_x) มากที่สุดคือ สระบุรี มีปริมาณ 17,507,508 ตันต่อปี รองลงมา สมุทรปราการ 15,597,618 ตันต่อปี สมุทรสาคร 11,343,849 ตันต่อปี นครปฐม 10,501,887 ตันต่อปี และพระนครศรีอยุธยา 9,003,070 ตันต่อปี ตามลำดับ

- จังหวัดที่มีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) มากที่สุดคือ สระบุรี มีปริมาณ 9,430,935 ตันต่อปี ตามด้วยสมุทรปราการ 9,117,149 ตันต่อปี พระนครศรีอยุธยา 5,704,850 ตันต่อปี สมุทรสาคร 5,564,109 ตันต่อปี และกรุงเทพมหานคร 4,783,857 ตันต่อปี ตามลำดับ

- จังหวัดที่มีการปลดปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) มากที่สุดคือ สระบุรี มีปริมาณ 592,187 ตันต่อปี ตามด้วยสมุทรปราการ 428,045 ตันต่อปี พระนครศรีอยุธยา 275,493 ตันต่อปี กรุงเทพมหานคร 265,773 ตันต่อปี และปทุมธานี 246,841 ตันต่อปี ตามลำดับ

ในส่วนของ SO_x , NO_x , VOCs สัดส่วนของการปลดปล่อยของจังหวัดสระบุรีไม่ได้ห่างจากจังหวัดในลำดับถัดไปมากเหมือน PM_{10}



รูปที่ 4.7 5 จังหวัดในพื้นที่ภาคกลางที่มีการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิดออกมามากที่สุด
ภาคอุตสาหกรรม พ.ศ.2563

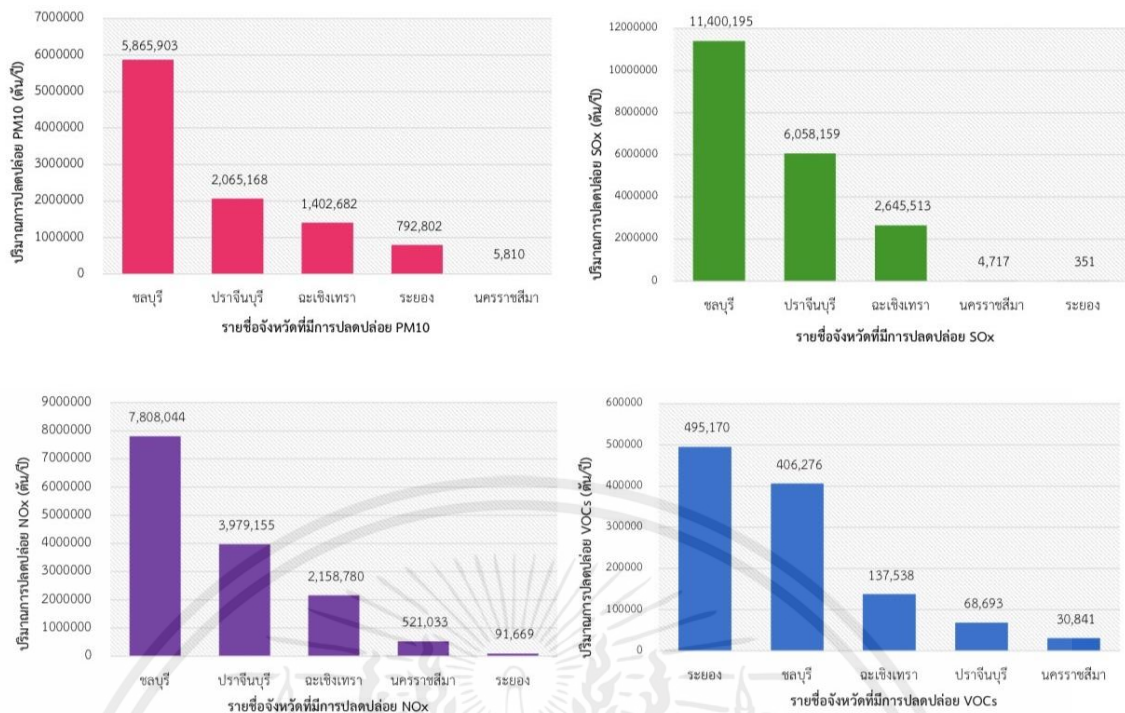
ในพื้นที่ภาคตะวันออก จังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศสูงสุด คือ จังหวัดที่มีอุตสาหกรรมตั้งอยู่จำนวนมาก แต่การปลดปล่อยจะมากน้อยแตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 4.8 ในส่วนของ PM_{10} จะเห็นได้ชัดเจนว่าจังหวัดชลบุรี เป็นจังหวัดที่มีการปลดปล่อยออกมามากที่สุดถึง 5,865,903 ตันต่อปี ในขณะที่จังหวัดอื่น ๆ ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ระยอง และนครราชสีมา ตามมาห่าง ๆ ที่ปริมาณ 2,065,168 ตันต่อปี ตามด้วย 1,402,682, 792,802 และ 5,810 ตันต่อปี ตามลำดับ

- จังหวัดที่มีการปลดปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_x) มากที่สุดคือ ชลบุรี มีปริมาณ 11,400,195 ตันต่อปี รองลงมา ปราจีนบุรี 6,058,159 ตันต่อปี ฉะเชิงเทรา 2,645,513 ตันต่อปี นครราชสีมา 4,717 ตันต่อปี และระยอง 351 ตันต่อปี ตามลำดับ

- จังหวัดที่มีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) มากที่สุดคือ ชลบุรี มีปริมาณ 7,808,044 ตันต่อปี ตามด้วยปราจีนบุรี 3,979,155 ตันต่อปี ฉะเชิงเทรา 2,158,780 ตันต่อปี นครราชสีมา 521,033 ตันต่อปี และระยอง 91,669 ตันต่อปี ตามลำดับ

- จังหวัดที่มีการปลดปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) มากที่สุดคือ ระยอง มีปริมาณ 495,170 ตันต่อปี ตามด้วยชลบุรี 406,276 ตันต่อปี ฉะเชิงเทรา 137,538 ตันต่อปี ปราจีนบุรี 68,693 ตันต่อปี และนครราชสีมา 30,841 ตันต่อปี ตามลำดับ

ในส่วนของ VOCs สัดส่วนของการปลดปล่อยของจังหวัดชลบุรีไม่ได้ห่างจากจังหวัดในลำดับถัดไปมากเหมือน PM_{10} , SO_x , และ NO_x



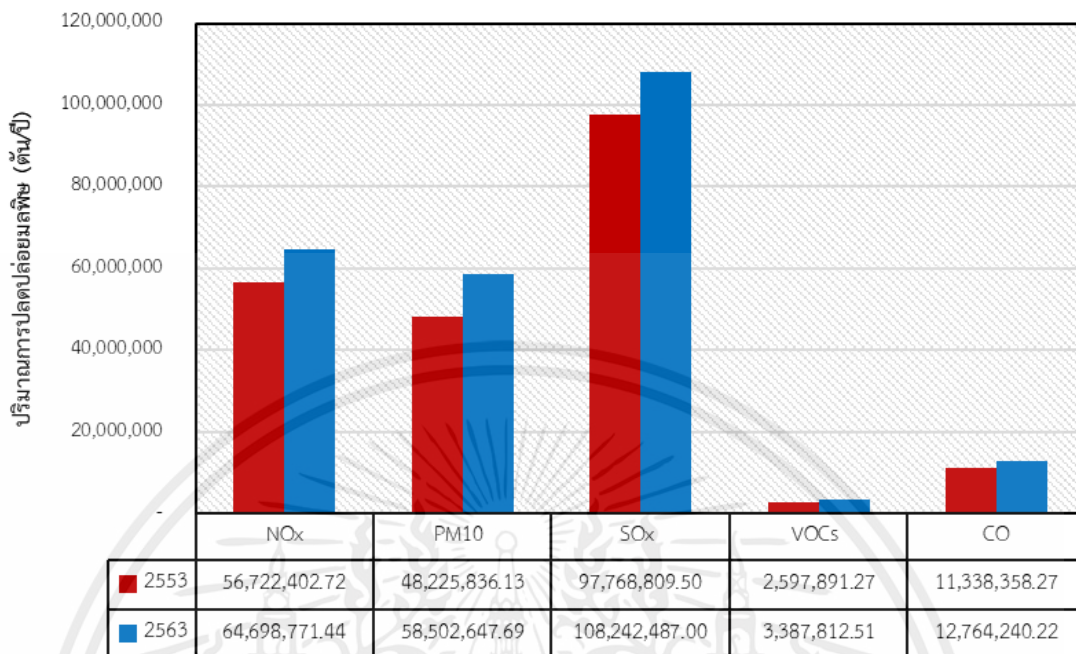
รูปที่ 4.8 5 จังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออกที่มีการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด ออกมามากที่สุด ภาคอุตสาหกรรม พ.ศ.2563

4.1.4 การเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยของมลพิษกับฐานข้อมูลปี พ.ศ. 2553

ทำการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิดจากภาคอุตสาหกรรมในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกกับฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในประเทศไทยที่จัดทำในปี พ.ศ.2553 เพื่อให้เห็นว่าปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษแต่ละชนิดนั้น มีแนวโน้มอย่างไร พบว่ามี ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษที่เพิ่มสูงขึ้นโดยปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) เพิ่มขึ้น 14.06% ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM₁₀) เพิ่มขึ้น 21.31% ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_x) เพิ่มขึ้น 10.73% สารละลายอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) เพิ่มขึ้น 30.40% และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เพิ่มขึ้น 12.57% จากปี พ.ศ.2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด
ระหว่างปี 2553 - 2563



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิดระหว่าง
ปี พ.ศ.2553 – พ.ศ.2563

4.2 ผลการวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษจากภาคการจราจร

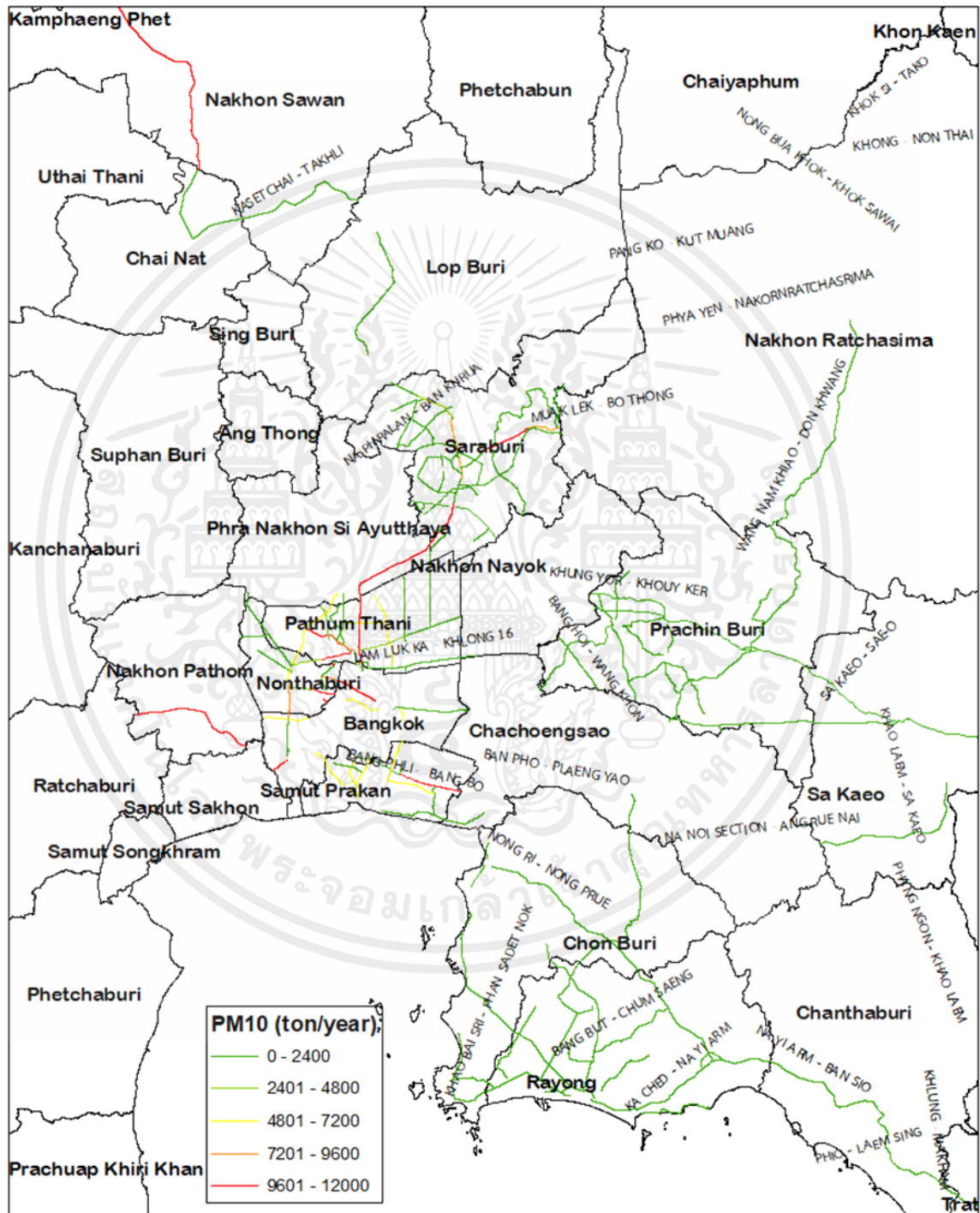
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษจากภาคการจราจร

ข้อมูลการกระจายเชิงพื้นที่ที่จะแสดงเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ในส่วนมลพิษทางอากาศชนิดอื่น ๆ จะแสดงในภาคผนวก ค.

4.2.1.1 ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10})

แผนภาพแสดงการกระจายตัวปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) จากภาคการจราจรในภาคกลาง และภาคตะวันออก ปี พ.ศ.2563 ตามเส้นทาง แสดงดังรูปที่ 4.9 พบว่า การปลดปล่อยมลพิษฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) มากที่สุดที่เส้นจราจรบางนา – หนองไม้แดง (เทพรัตน) เส้นจราจรกรุงเทพมหานคร – จุดผ่านแดนถาวรสะเดา เส้นจราจรแยกมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ - ต่างระดับบางใหญ่ ต่างระดับรังสิต -พนมทวน เส้นจราจรปากเกร็ด สะพานต่างระดับ - นครราชสีมา เส้นจราจรอนุสาวรีย์หลักสี่ - กลางสะพานแม่น้ำสาย และเส้นจราจร สระบุรี – สะพานมิตรภาพ โดยมีอัตราการปลดปล่อยระหว่าง 9,601 – 12,000 ตันต่อปีตามลำดับ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

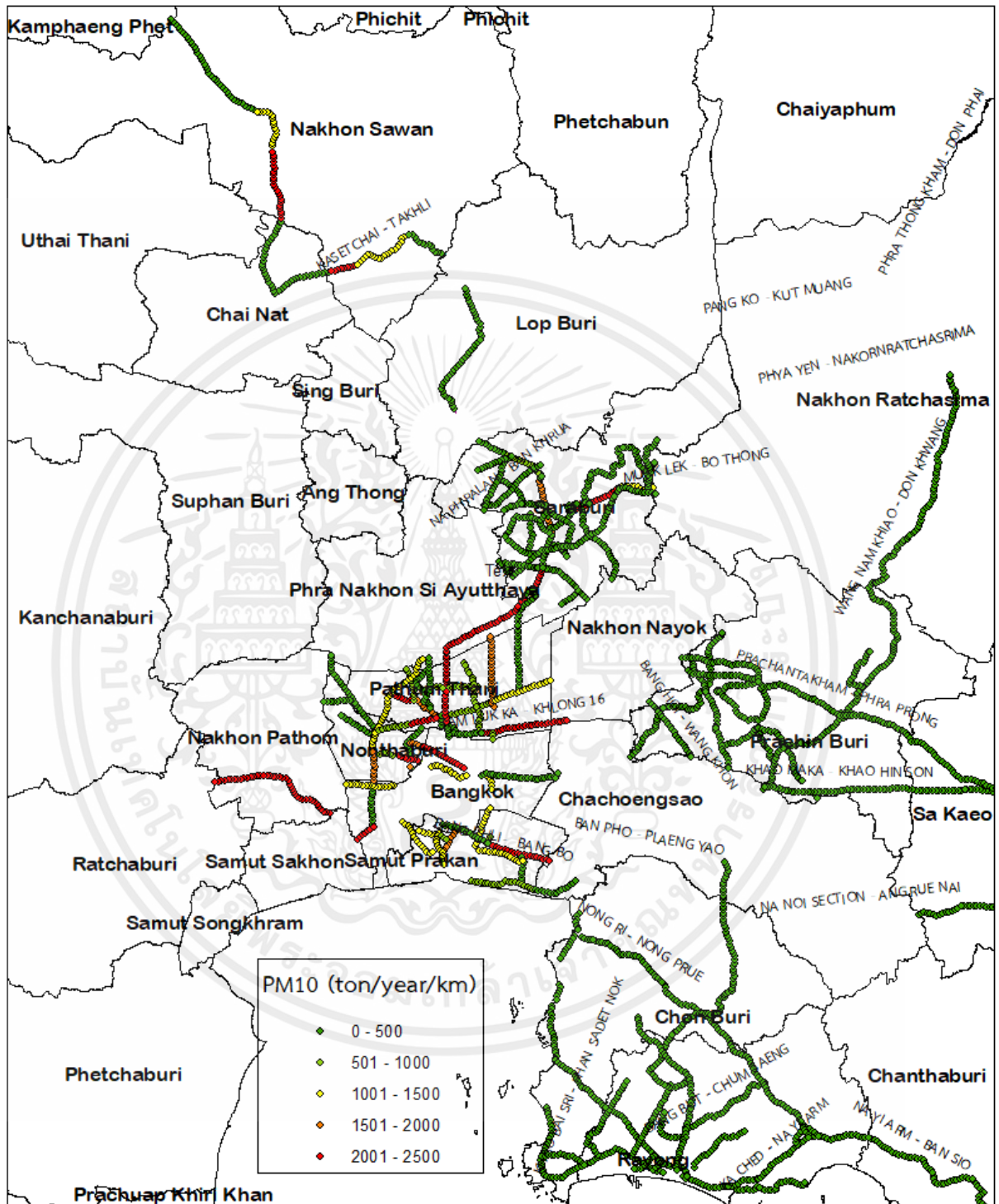
แต่เมื่อนำข้อมูลมาแบ่งตามระยะของเส้นถนนทุก ๆ 1 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.10 พบว่าจะทำให้เห็นรูปแบบการกระจายปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษในแต่ละเส้นถนนที่ชัดเจนขึ้นในทุก ๆ ระยะ 1 กิโลเมตร และทำให้ทราบว่าพื้นที่ไหนที่ประสบปัญหาการปลดปล่อยของมลพิษจากการจราจร



รูปที่ 4.9 ลักษณะของปริมาณการปลดปล่อยของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM₁₀) จากภาคการจราจร

ในภาคกลาง และภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



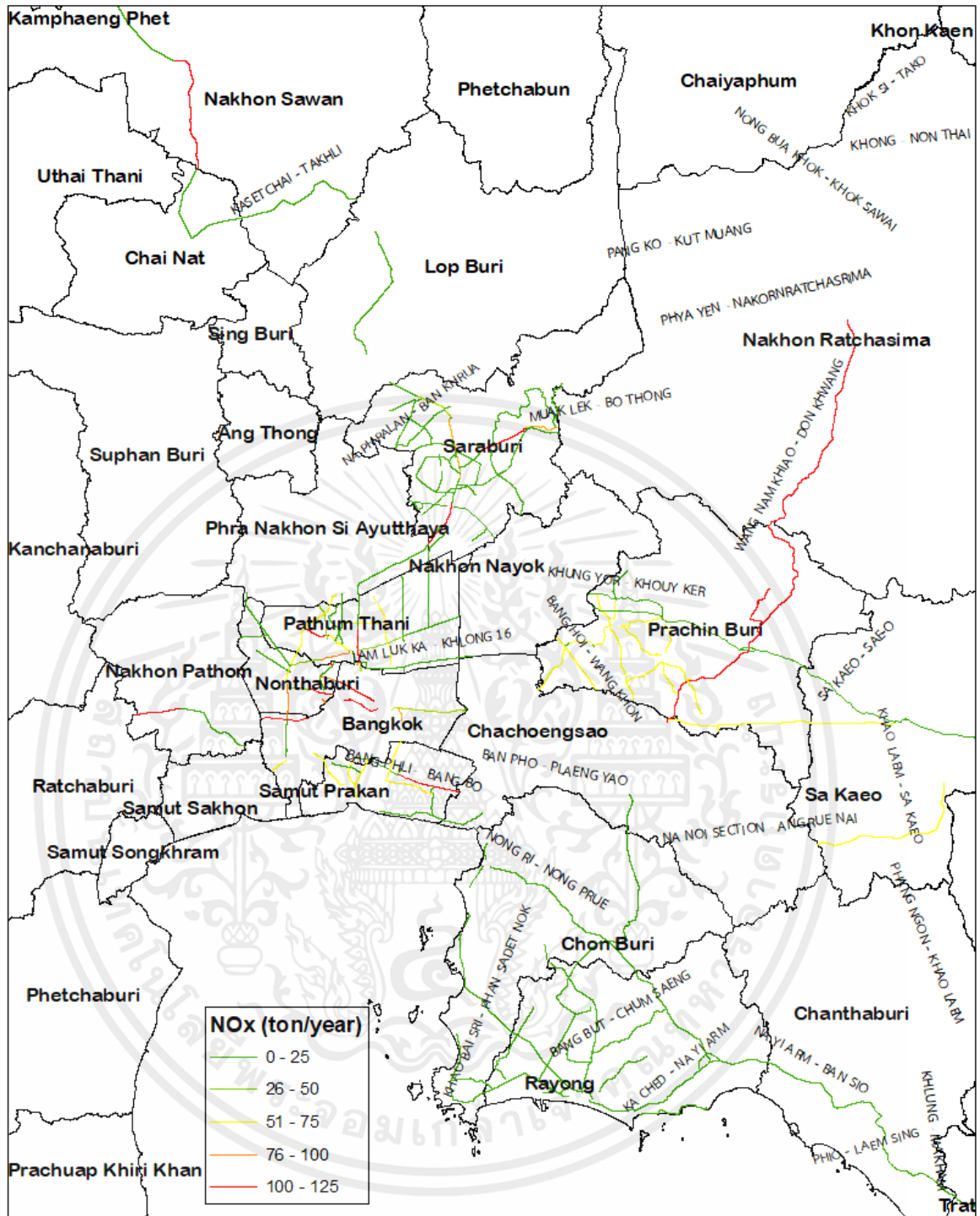
รูปที่ 4.10 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ต่อระยะทางทุก ๆ 1 กิโลเมตรจาก
ภาคการจราจรของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 แสดงผลข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)

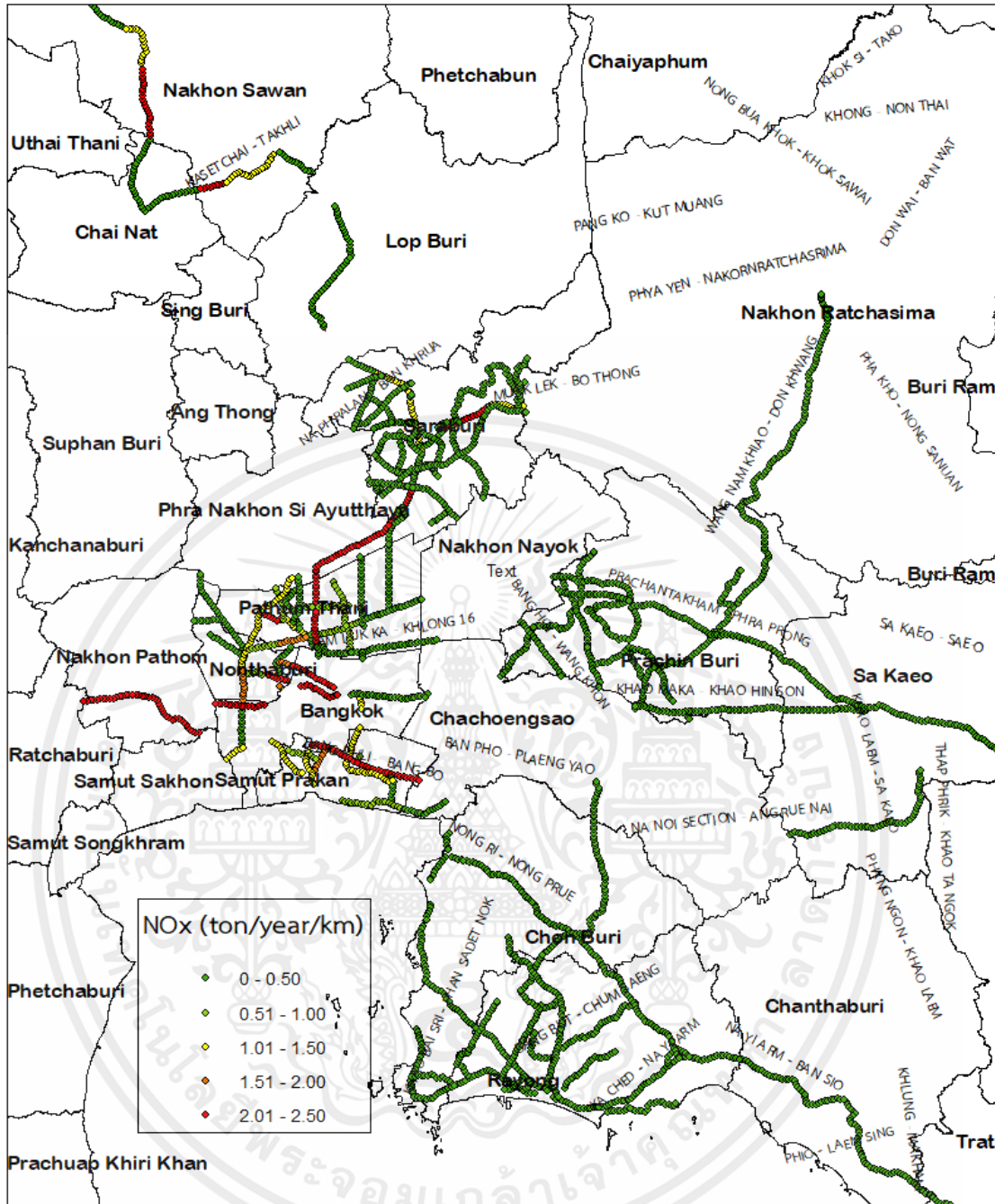
แผนภาพแสดงการกระจายตัวปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) จากภาคการจราจรจากภาคการจราจรในภาคกลาง และภาคตะวันออกตามเส้นถนน แสดงดังรูปที่ 4.11 พบว่า การปลดปล่อยมลพิษไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) มากที่สุดก็คือ เส้นจราจรปากเกร็ดสะพานต่างระดับ - นครราชสีมา เส้นจราจรกรุงเทพมหานคร - จุดผ่านแดนถาวรสะเดา เส้นจราจรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ - คันนายาว และเส้นจราจรบางนา - หนองไม้แดง โดยมีอัตราการปลดปล่อยระหว่าง 100 - 125 ตันต่อปี ตามลำดับ

แต่เมื่อนำข้อมูลมาแบ่งตามระยะของเส้นถนนทุก ๆ 1 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.12 พบว่าจะทำให้เห็นรูปแบบการกระจายปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษในแต่ละเส้นถนนที่ชัดเจนขึ้นในทุก ๆ ระยะ 1 กิโลเมตร และทำให้ทราบว่าพื้นที่ไหนที่ประสบปัญหาการปลดปล่อยของมลพิษจากการจราจร



รูปที่ 4.11 ลักษณะของปริมาณการปลดปล่อยของไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) จากภาคการจราจร
ในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ต่อระยะทางทุก ๆ 1 กิโลเมตรจาก
ภาคการจราจรจากในภาคกลางและภาคตะวันออก ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563

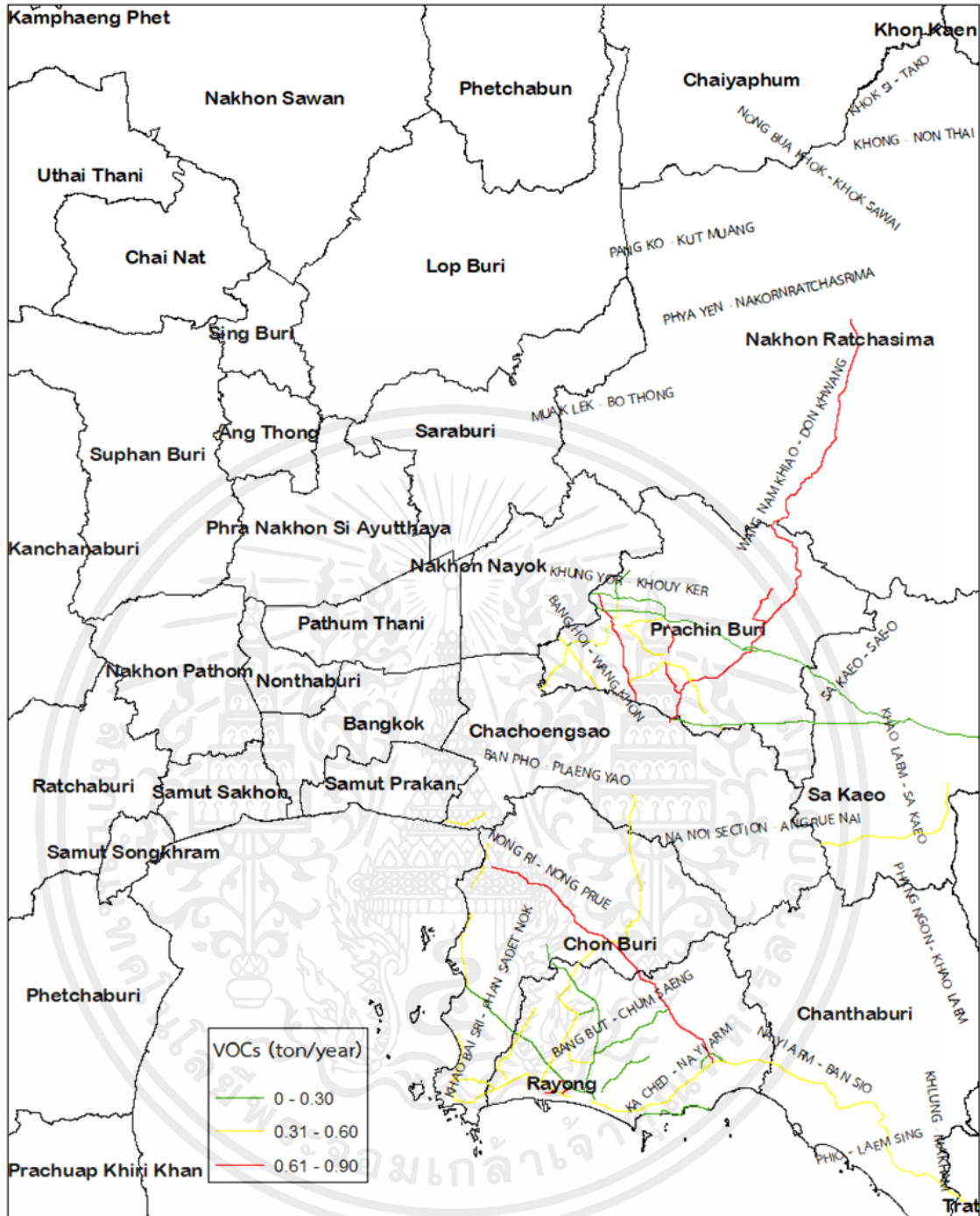
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.3 แสดงผลข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย

(VOCs)

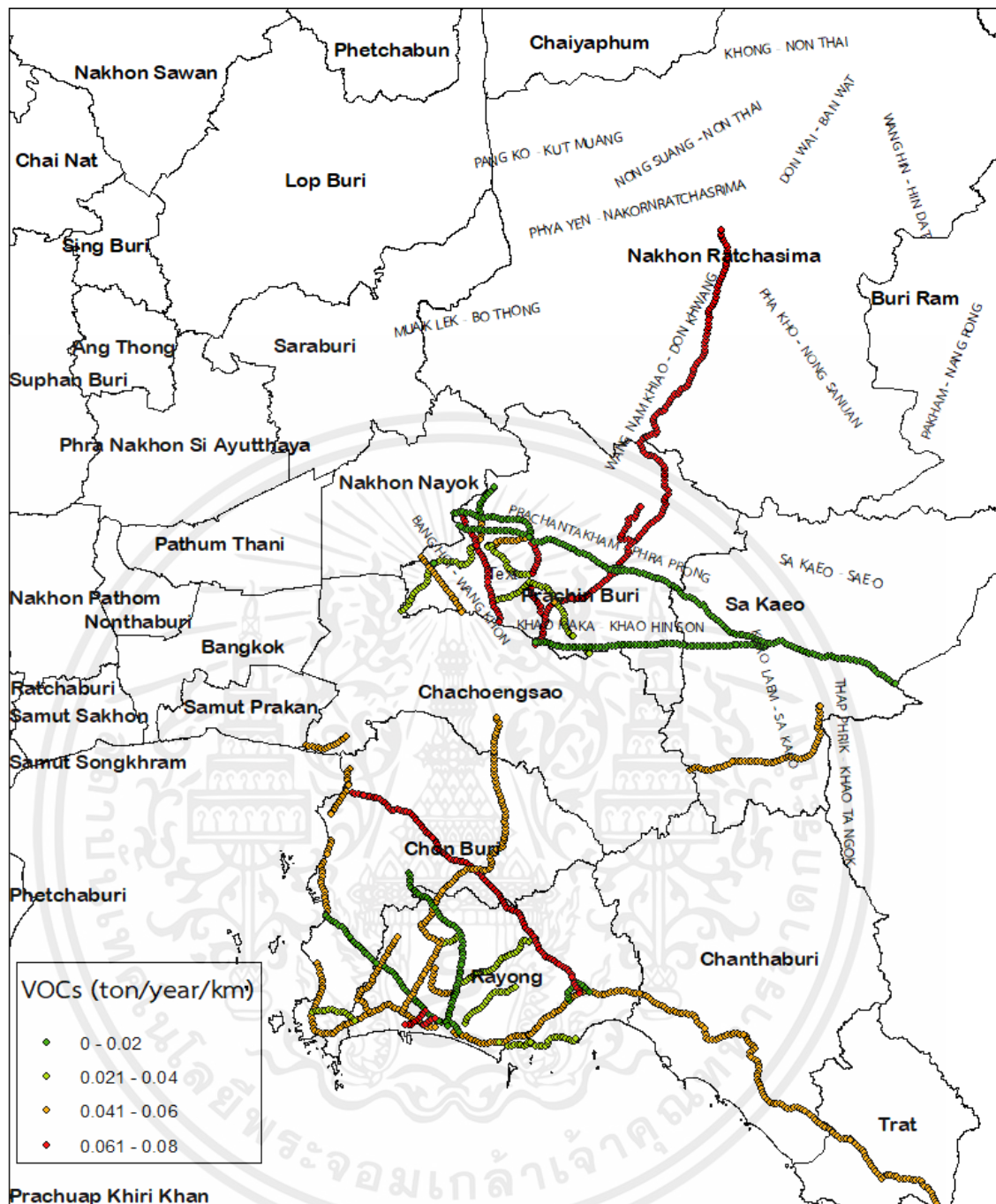
แผนภาพแสดงการกระจายตัวปริมาณความเข้มข้นของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) จากภาคการจราจรภาคการจราจรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามเส้นทางถนน แสดงดังรูปที่ 4.13 พบว่าการปลดปล่อยมลพิษสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) มากที่สุดที่เส้นทางจราจรชลบุรี - แกลง เส้นทางจราจรปากเกร็ดสะพานต่างระดับ - นครราชสีมา เส้นทางจราจรกรุงเทพมหานคร - จุดผ่านแดนถาวรสะเดา และเส้นทางจราจรหนองชะอม - พนมสารคาม โดยมีอัตราการปลดปล่อยระหว่าง 0.61 – 0.90 ตันต่อปีตามลำดับ

แต่เมื่อนำข้อมูลมาแบ่งตามระยะของเส้นทางถนนทุก ๆ 1 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.14 พบว่าจะทำให้เห็นรูปแบบการกระจายปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษในแต่ละเส้นทางที่ชัดเจนขึ้นในทุก ๆ ระยะ 1 กิโลเมตร และทำให้ทราบว่าพื้นที่ไหนที่ประสบปัญหาการปลดปล่อยของมลพิษจากการจราจร



รูปที่ 4.13 ลักษณะของปริมาณการปลดปล่อยของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) จากภาคการจราจรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ความเข้มข้นของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ต่อระยะทางทุก ๆ 1 กิโลเมตร จากภาคการจราจรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศภาคการจราจร

จากข้อมูลแบบจุด ประกอบด้วยจุดที่บอกระยะทางทุก ๆ 1 กิโลเมตร ตามเส้นทาง เขตทางหลวง ระยะทางของเส้นทางทั้งหมด และข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ จะถูกนำออกมาในรูปแบบ Text file ที่สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศ ตัวอย่างลักษณะไฟล์ แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างข้อมูลจุดที่นำมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศ

Lat	Long	PM ₁₀	NO _x	HC
100.6307	13.9501	77.47	0.97	0.12
100.6395	13.9503	77.47	0.97	0.12
100.6422	13.3518	77.47	0.97	0.12
100.6443	13.9436	77.47	0.97	0.12
100.6449	13.9310	77.47	0.97	0.12
100.6590	13.9314	77.47	0.97	0.12
100.6681	13.9321	77.47	0.97	0.12
100.6770	13.9324	77.47	0.97	0.12
100.6955	13.9328	77.47	0.97	0.12
100.7046	13.9336	77.47	0.97	0.12
100.7147	13.9337	77.47	0.97	0.12
100.7167	13.9341	77.47	0.97	0.12
100.7169	13.9346	77.47	0.97	0.12
100.7449	13.9384	77.47	0.97	0.12
100.7630	13.9391	77.47	0.97	0.12
100.7717	13.9399	77.47	0.97	0.12
100.7800	13.9434	77.47	0.97	0.12
100.7951	13.9458	77.47	0.97	0.12

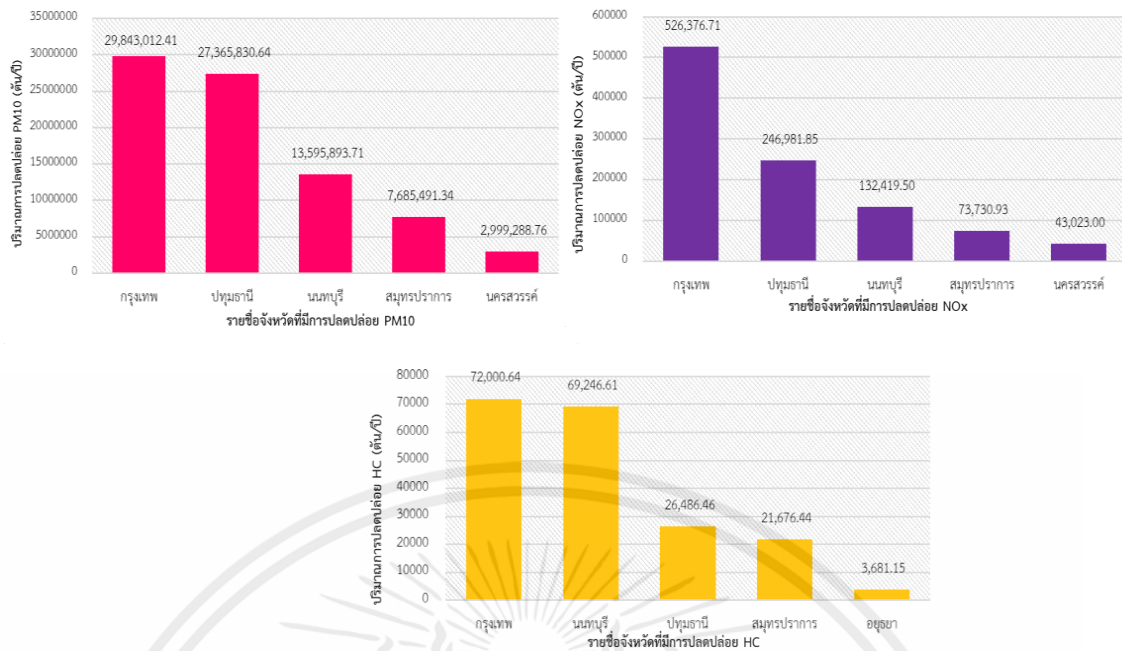
4.2.3 การวิเคราะห์ลำดับของจังหวัดที่มีการการปลดปล่อยมลพิษจากภาคการจราจรแต่ละชนิด

ในพื้นที่ภาคกลางจังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศสูงสุดคือ จังหวัดที่มีการใช้จำนวนรถ และปัญหาการจราจรมากที่สุด แต่การปลดปล่อยจะมากน้อยแตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าจังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิดออกมามากที่สุดในปี พ.ศ. 2563 สามารถสรุปได้ดังนี้

- จังหวัดที่มีการปลดปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) มากที่สุดคือ กรุงเทพมหานคร มีปริมาณ 29,843,012 ตันต่อปี รองลงมาคือ ปทุมธานี 27,365,830 ตันต่อปี นนทบุรี 13,595,893 ตันต่อปี สมุทรปราการ 7,685,491 ตันต่อปี และนครสวรรค์ 2,999,288 ตันต่อปี ตามลำดับ

- จังหวัดที่มีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) มากที่สุดคือ กรุงเทพมหานคร มีปริมาณ 526,376 ตันต่อปี ปทุมธานี 246,981 ตันต่อปี นนทบุรี 132,419 ตันต่อปี สมุทรปราการ 73,730 ตันต่อปี และนครสวรรค์ 43,023 ตันต่อปี ตามลำดับ

- จังหวัดที่มีการปลดปล่อยไฮโดรคาร์บอน (HC) มากที่สุดคือ กรุงเทพมหานคร มีปริมาณ 72,000 ตันต่อปี นนทบุรี 69,246 ตันต่อปี ปทุมธานี 26,486 ตันต่อปี สมุทรปราการ 21,676 ตันต่อปี และอยุธยา 3,681 ตันต่อปี ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนรถยนต์ และปัญหาการจราจรในพื้นที่กรุงเทพ และปริมณฑล



รูปที่ 4.15 5 จังหวัดในพื้นที่ภาคกลางที่มีการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด ออกมามากที่สุดภาคการจราจรในปี พ.ศ.2563

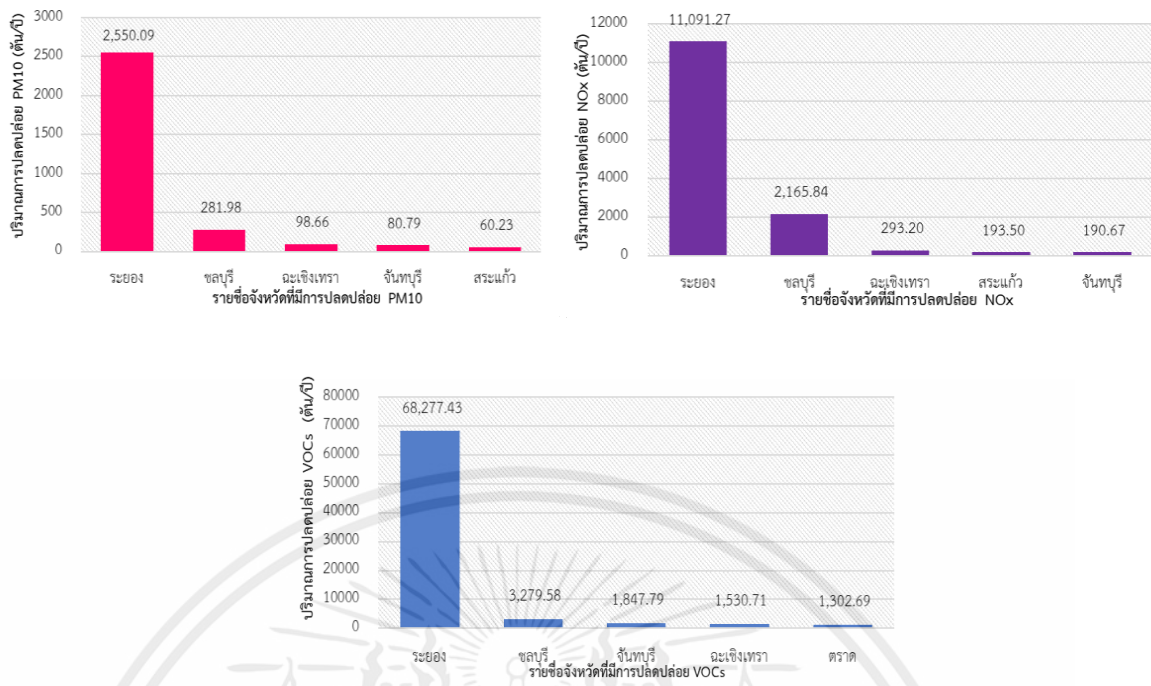
ในพื้นที่ภาคตะวันออกจังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศสูงสุดคือ จังหวัดที่มีการใช้จำนวนรถ และปัญหาการจราจรมากที่สุด แต่การปลดปล่อยจะมากน้อยแตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 4.16 จะเห็นได้ว่าจังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิดออกมามากที่สุดในปี พ.ศ.2563 สามารถสรุปได้ดังนี้

- จังหวัดที่มีการปลดปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) มากที่สุดคือ ระยอง มีปริมาณ 2,550 ตันต่อปี ชลบุรี 281.98 ตันต่อปี ฉะเชิงเทรา 98.66 ตันต่อปี จันทบุรี 80.79 ตันต่อปี และสระแก้ว 60.23 ตันต่อปี ตามลำดับ

- จังหวัดที่มีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) มากที่สุดคือ ระยอง มีปริมาณ 11,091.7 ตันต่อปี ชลบุรี 2,165 ตันต่อปี ฉะเชิงเทรา 293.20 ตันต่อปี สระแก้ว 193.50 ตันต่อปี และจันทบุรี 190.67 ตันต่อปี ตามลำดับ

- จังหวัดที่มีการปลดปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย มากที่สุดคือ (VOCs) ระยอง มีปริมาณ 68,277 ตันต่อปี ชลบุรี 3,279 ตันต่อปี จันทบุรี 1,847 ตันต่อปี ฉะเชิงเทรา 1,530 ตันต่อปี และตราด 1,302 ตันต่อปี ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

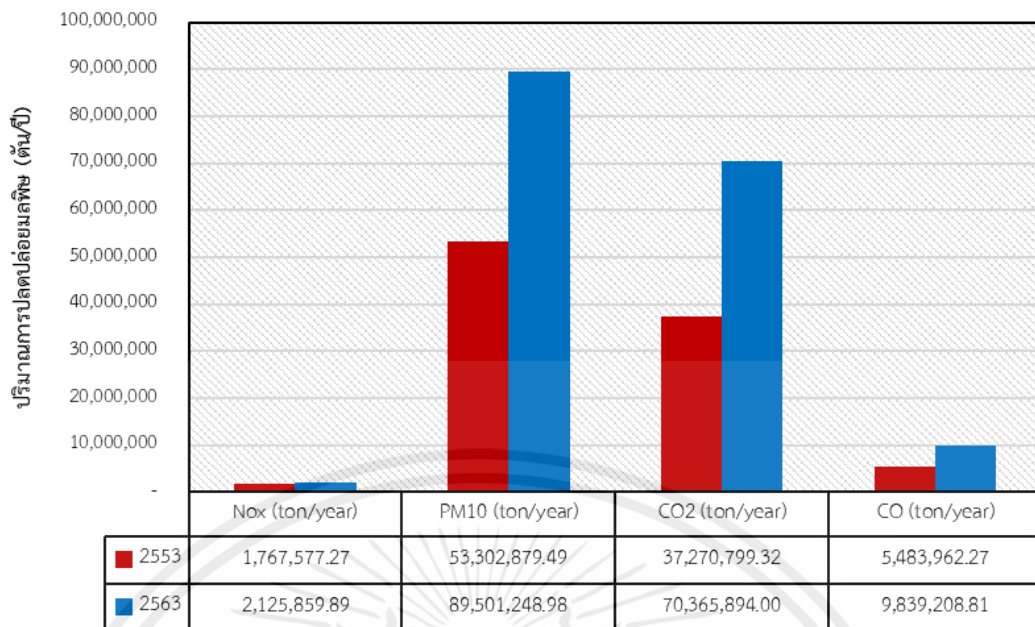


รูปที่ 4.16 5 จังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออกที่มีการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด ออกมามากที่สุดภาคการจราจรในปี พ.ศ.2563

4.2.4 การเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยของมลพิษกับฐานข้อมูลปี พ.ศ.2553

ทำการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิดระหว่างจากภาคการจราจรในพื้นที่ภาคกลาง และภาคตะวันออกกับฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในประเทศไทยที่จัดทำในปี พ.ศ.2553 เพื่อให้เห็นว่าปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษแต่ละชนิดนั้น มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นโดยปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) เพิ่มขึ้น 20.27% ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM₁₀) เพิ่มขึ้น 67.91% คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เพิ่มขึ้น 88.80% และ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เพิ่มขึ้น 79.41% จากปี พ.ศ.2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิดในภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยปี พ.ศ.2553 กับ พ.ศ.2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลงานวิจัย

5.1.1 สรุปผลการวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลจากภาคอุตสาหกรรม

จากผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดภาคอุตสาหกรรม โดยการรวบรวม วิเคราะห์ และผนวกฐานข้อมูลบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่า มลพิษที่ปลดปล่อยสูงสุดคือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_x) ที่ปริมาณ 108,242,487 ตันต่อปี รองลงมาคือ ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ที่ปริมาณ 64,698,771 58,502,647 12,764,240 และ 3,387,812,51 ตามลำดับ จังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศมากที่สุดในพื้นที่ภาคกลางคือ สระบุรี ที่ปริมาณ PM_{10} 27,930,668 ตันต่อปี รองลงมาเป็น SO_x , NO_x , CO และ VOCs ในปริมาณ 17,507,508 9,430,935 1,812,815 และ 592,187 ตันต่อปี ตามลำดับ จังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศมากที่สุดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือ ชลบุรี ที่ปริมาณ SO_x 11,400,195 ตันต่อปี รองลงมาเป็น NO_x , PM_{10} , CO และ VOCs ที่ปริมาณ 7,808,044 5,865,903 1,202,826 และ 406,276 ตันต่อปี ตามลำดับ

การเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิดในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศปี พ.ศ.2553 ผลคือ สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) เพิ่มขึ้น 30.40% รองลงมาคือ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) เพิ่มขึ้น 21.31% ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) เพิ่มขึ้น 14.06% คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) 12.57% และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_x) 10.73% ตามลำดับ

การวิเคราะห์ และแปลงฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่มีอยู่จากภาคอุตสาหกรรมในพื้นที่ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศ โดยการใช้เครื่องมือจากโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาประเมินและแสดงผลในรูปแบบแผนที่แสดงการกระจายตัวมลพิษทางอากาศเชิงพื้นที่ และความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศของสารแต่ละชนิดขนาด 1 ตารางกิโลเมตร ผลคือ ทำให้สามารถระบุพื้นที่ ปริมาณความเข้มข้นของการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศได้ง่ายขึ้นและเป็นระบบ สามารถเข้าใจและประเมินผลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ และมีฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากภาคอุตสาหกรรมในพื้นที่ ภาคกลางและภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่สามารถพร้อมนำไปใช้งานสำหรับป้อนเข้าแบบจำลองคุณภาพอากาศ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลจากภาคการจราจร

จากผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดภาคการจราจร เพื่อนำมาเป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศของจังหวัดในภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามลพิษที่ปลดปล่อยสูงสุด คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในปริมาณ 89,501,248 ตันต่อปี รองลงมาคือ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ที่ปริมาณ 70,365,894 9,839,208 และ 2,125,859 ตันต่อปี ตามลำดับ จังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศมากที่สุดในพื้นที่ภาคกลางคือ กรุงเทพมหานคร ปลดปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในปริมาณ 29,843,012 ตันต่อปี รองลงมาคือ CO_2 , NO_x , CO และ HC ที่ปริมาณ 11,352,371 526,376 329,042.86 72,000 ตันต่อปี ตามลำดับ จังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศมากที่สุดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือ ระยอง ปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO) ปริมาณ 4,541,266 ตันต่อปี รองลงมาคือ CO_2 , VOCs, NO_x และ PM_{10} ที่ปริมาณ 96,387 68,277 11,091 2,550 ตันต่อปี ตามลำดับ

การเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิดในพื้นที่ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศปี พ.ศ.2553 ผลคือ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) เพิ่มขึ้น 67.91% รองลงมาคือ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เพิ่มขึ้น 88.80% คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เพิ่มขึ้น 79.41% ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) เพิ่มขึ้น 20.27% ตามลำดับ

การวิเคราะห์ และแปลงฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่มีอยู่จากภาคการจราจร ในพื้นที่ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองมลพิษทางอากาศ โดยการใช้เครื่องมือจากโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาประเมินและแสดงผลในรูปแบบแผนที่แสดงการกระจายตัวมลพิษทางอากาศเชิงพื้นที่ และความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศของสารแต่ละชนิดทุก ๆ ระยะ 1 กิโลเมตร ผลคือ ทำให้สามารถระบุเส้นทางที่มีความเข้มข้นของการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศได้ง่ายขึ้นและเป็นระบบสามารถเข้าใจ และประเมินผลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ และมีฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากภาคการจราจรในพื้นที่ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่สามารถพร้อมนำไปใช้งานสำหรับป้อนเข้าแบบจำลองคุณภาพอากาศ

5.1.3 สรุปผลการปลดปล่อยมลพิษจากภาคอุตสาหกรรมและภาคการจราจร

ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทั้งหมดจากภาคอุตสาหกรรมและภาคการจราจรในภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษจากภาคอุตสาหกรรมและภาคการจราจรในภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทยปี พ.ศ.2563

สารมลพิษ	ภาคอุตสาหกรรม (ล้านตัน/ปี)	ภาคการจราจร (ล้านตัน/ปี)	รวมปริมาณทั้งหมด (ล้านตัน/ปี)
PM ₁₀	58.50	89.50	148.00
CO	12.76	9.84	22.60
CO ₂	-	70.36	70.36
NO _x	64.69	2.12	66.81
SO _x	108.24	-	108.24
VOCs	3.39	-	3.39

จากข้อมูลในตาราง จะเห็นได้ว่ามลพิษที่ถูกปลดปล่อยออกมามากที่สุด คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM₁₀) ที่ปริมาณ 148 ล้านตันต่อปี ภาคการจราจรมีการปลดปล่อยที่ 89 ล้านตันต่อปี ในขณะที่ภาคอุตสาหกรรมปล่อยที่อัตรา 58 ล้านตันต่อปี

CO และ NO_x ภาคอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดหลัก ในปริมาณที่สูงกว่าภาคการจราจรมาก ในส่วนของ CO₂, SO_x และ VOCs ไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากขาดข้อมูลปัจจัยการปลดปล่อยในการประเมินการปลดปล่อยในบางภาคส่วน

5.2 ข้อเสนอนแนะ

1. เนื่องจากข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษในภาคอุตสาหกรรม และภาคการจราจรที่รวบรวมมาได้นั้นมีอยู่อย่างจำกัด อาจทำให้ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลไม่สามารถครอบคลุมทุกจังหวัดในเขตพื้นที่ภาคกลาง และภาคตะวันออก

2. ข้อมูลของปริมาณสารมลพิษที่นำมาเปรียบเทียบจากภาคการจราจรในส่วนของพื้นที่ภาคกลาง และภาคตะวันออกจากงานวิจัยที่ศึกษานั้น มีการศึกษาชนิดของสารมลพิษที่ไม่เหมือนกัน ตัวอย่างเช่น ไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ทำการศึกษาในเฉพาะเขตพื้นที่ภาคกลาง และสารประกอบอินทรีย์ (VOCs) ที่ทำการศึกษาเฉพาะเขตพื้นที่ภาคตะวันออก จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลปี พ.ศ.2553 ในภาพรวมได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] P. Misila, P. Winyuchakrit, B. Limmeechokchai, Thailand's long-term GHG emission reduction in 2050: the achievement of renewable energy and energy efficiency beyond the NDC, *Heliyon*. 6 (2020) e05720.
- [2] Environmental pollution: Causes, effects, and the remedies, in: *Microorganisms for Sustainable Environment and Health*, Elsevier, 2020: pp. 419–429
- [3] บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา (n.d.). <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/4393> (accessed December 5, 2022).
- [4] EMISSION INTENSITY AND ABATEMENT COST OF FOSSIL FUEL POWER PLANTS IN THAILAND, Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand. (2018). <http://www.eemj.eu/index.php/EEMJ>
- [5] บัญชีการปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ที่จัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย และการใช้ประโยชน์เพื่อจัดการคุณภาพอากาศ ในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี, (n.d.). <https://dric.nrct.go.th/Search/SearchDetail/189492> (accessed December 5, 2022).
- [6] รายงานกรมควบคุมมลพิษ 2564, (n.d.). <https://www.pcd.go.th/publication/27805> (accessed December 5, 2022).
- [7] N.T.K.O.R.I. Ram M. Shrestha, *Atmospheric brown clouds emission inventory manual*, 2013.
- [8] CNN forecasting, (n.d.). <https://edition.cnn.com/2022/03/22/world/air-pollution-2021-iair-report-climate/index.html> (accessed November 28, 2022).
- [9] กรมโรงงานอุตสาหกรรม, บัญชีประเภทโรงงานอุตสาหกรรม, (2563). <https://www.diw.go.th/datahawk/factype.php>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [10] โรงงานอุตสาหกรรม, <https://sciencing.com/environmental-pollution-caused-by-factories-12071269.html> (accessed December 5, 2022).
- [11] นางสาวนพภััสสร ม่วงนาค, การประเมินการปล่อยสารมลพิษอากาศของยานพาหนะในพื้นที่เทศบาลนคร นครราชสีมาด้วยวิธีการการขับเคลื่อนยานพาหนะที่จำเพาะกับพื้นที่, 2560. sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/7901/2/Fulltext.pdf (accessed November 28, 2022).
- [12] Emission processing, (n.d.). https://public.tableau.com/views/GlobalCO2Emissions_5/Dashboard1?:showVizHome=no (accessed November 28, 2022).
- [13] S. Zhong, L. Zhou, Z. Wang, Arcgis Software for Environmental Impact Assessment of Air Pollution Dispersion Based on ArcGIS, *Procedia Environ Sci.* 10 (2011) 2792–2797.
- [14] E. Puliafito, M. Guevara, C. Puliafito, Characterization of urban air quality using GIS as a management system, *Environmental Pollution.* 122 (2003) 105–117.
- [15] สุเพชร จิรขจรกุล. 2552. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop, นนทบุรี: บริษัท เอส.อาร์. พรินติ้ง แมสโปรดักส์ จำกัด.
- [16] Arcgis Software for Environmental, <https://www.esri.com/en-us/about/about-esri/technology> (accessed November 28, 2022).
- [17] C.P. Wasin Pinprateep, EMISSION INTENSITY AND ABATEMENT COST OF FOSSIL FUEL POWER PLANTS IN THAILAND, Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand. (2018). <http://www.eemj.eu/index.php/EEMJ>
- [18] R. Xue, S. Wang, W. Long, G. Gao, D. Liu, R. Zhang, Uncovering GHG emission characteristics of industrial parks in Central China via emission inventory and cluster analysis, *Energy Policy.* 151 (2021).
- [19] P. Cheewaphongphan, T. Hanaoka, S. Chatani, Long-term trend of regional passenger road transport demand and emission estimation under exhaust

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

emission regulation scenario in Thailand, Environmental Research Communications. 2 (2020) 051009.

- [20] L. Bai, C. Li, C.W. Yu, Z. He, Air pollution and health risk assessment in Northeastern China: A case study of Jilin Province, Indoor and Built Environment. 30 (2021) 1857–1874.
- [21] นางสาวกมลทิพย์ กิจเอื้อเกษมวงศ์ และนายชนพัฒน์ จงขจรสุข. บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย, 2563
- [22] นางสาวกัลยาณี ประทุมโถม และนางสาวศิริพร สดแสงจันทร์. บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย, 2563



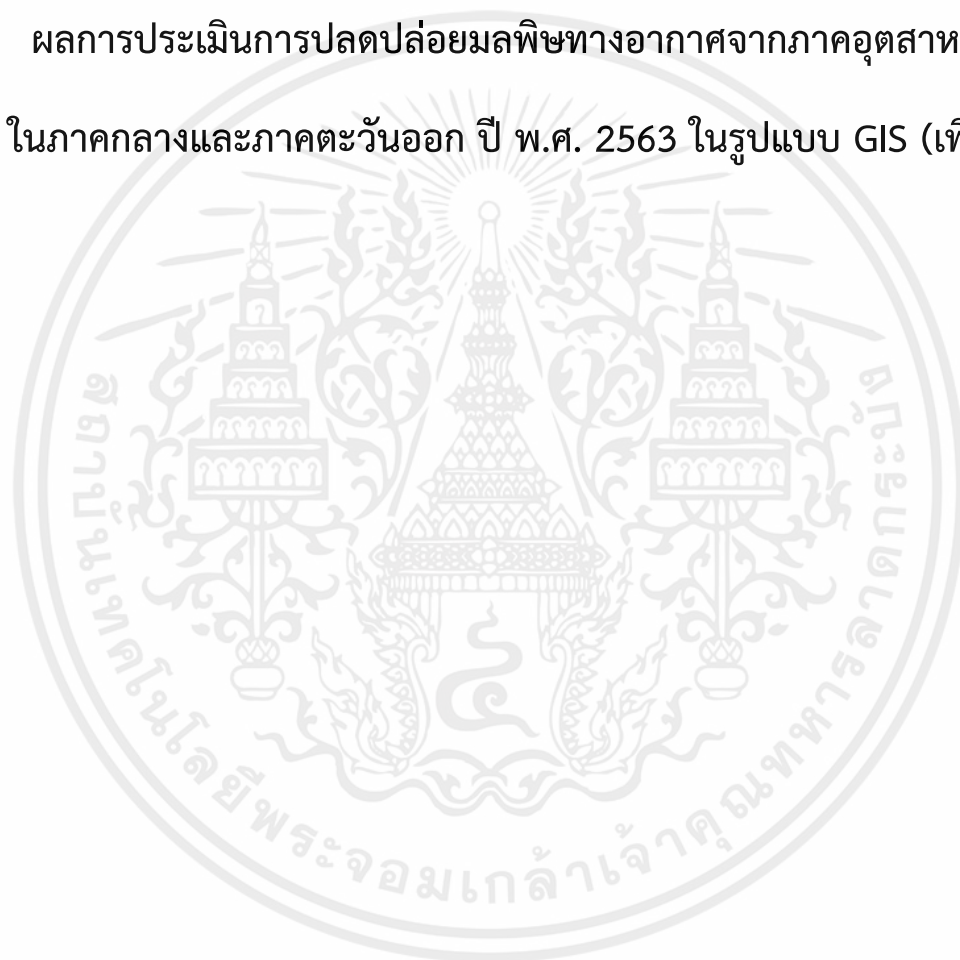
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



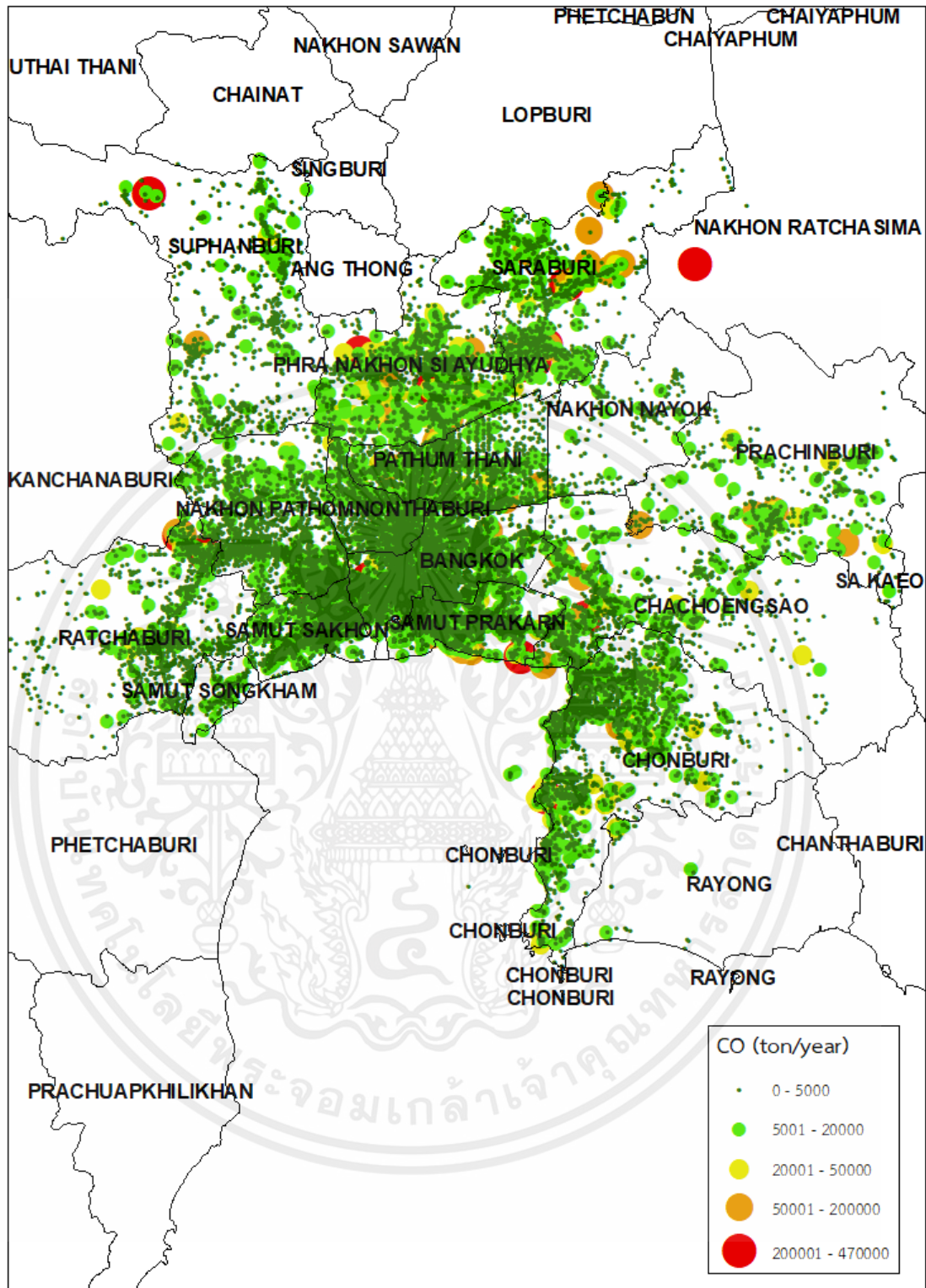
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากภาคอุตสาหกรรม
ในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563 ในรูปแบบ GIS (เพิ่มเติม)

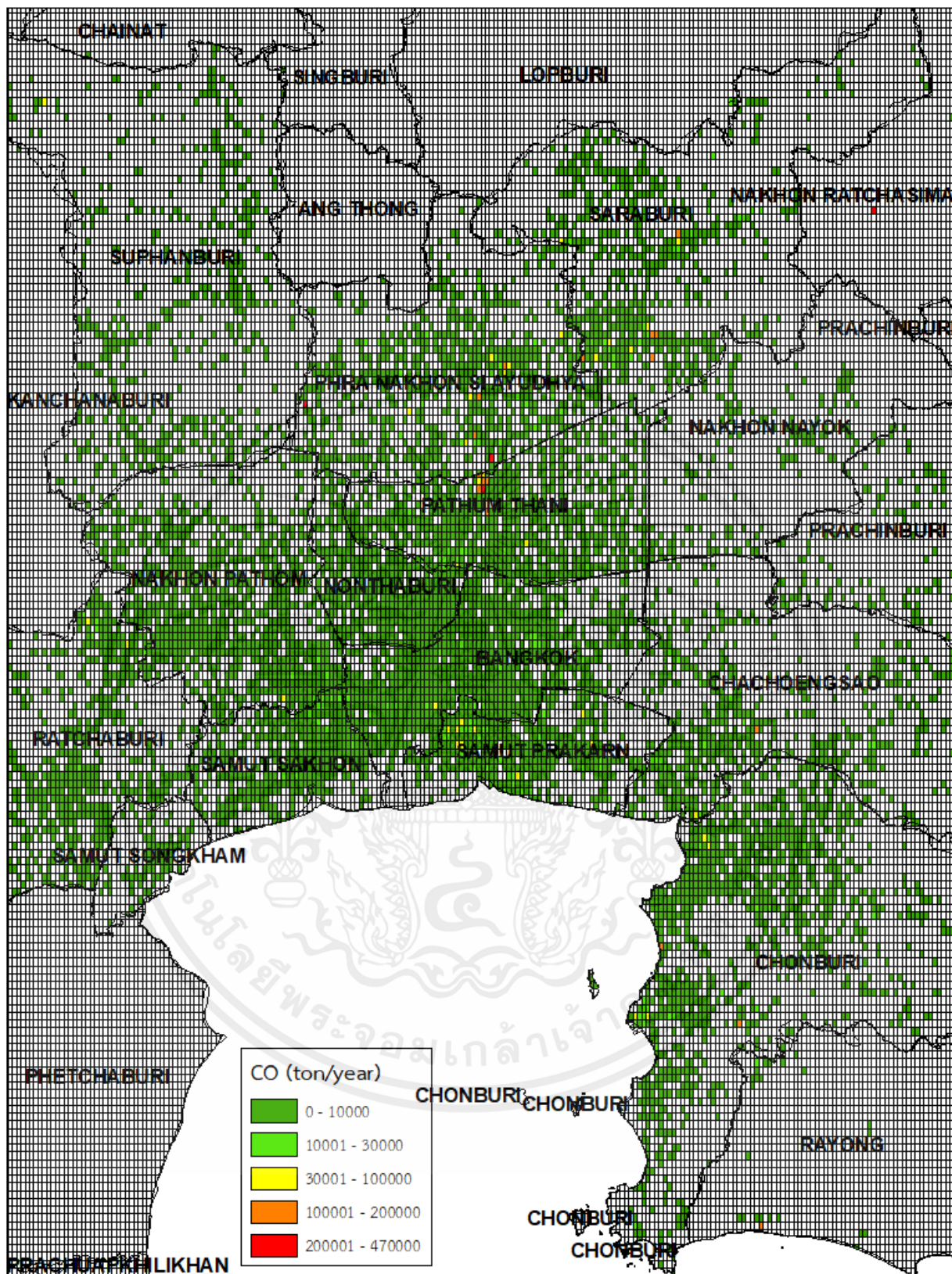


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



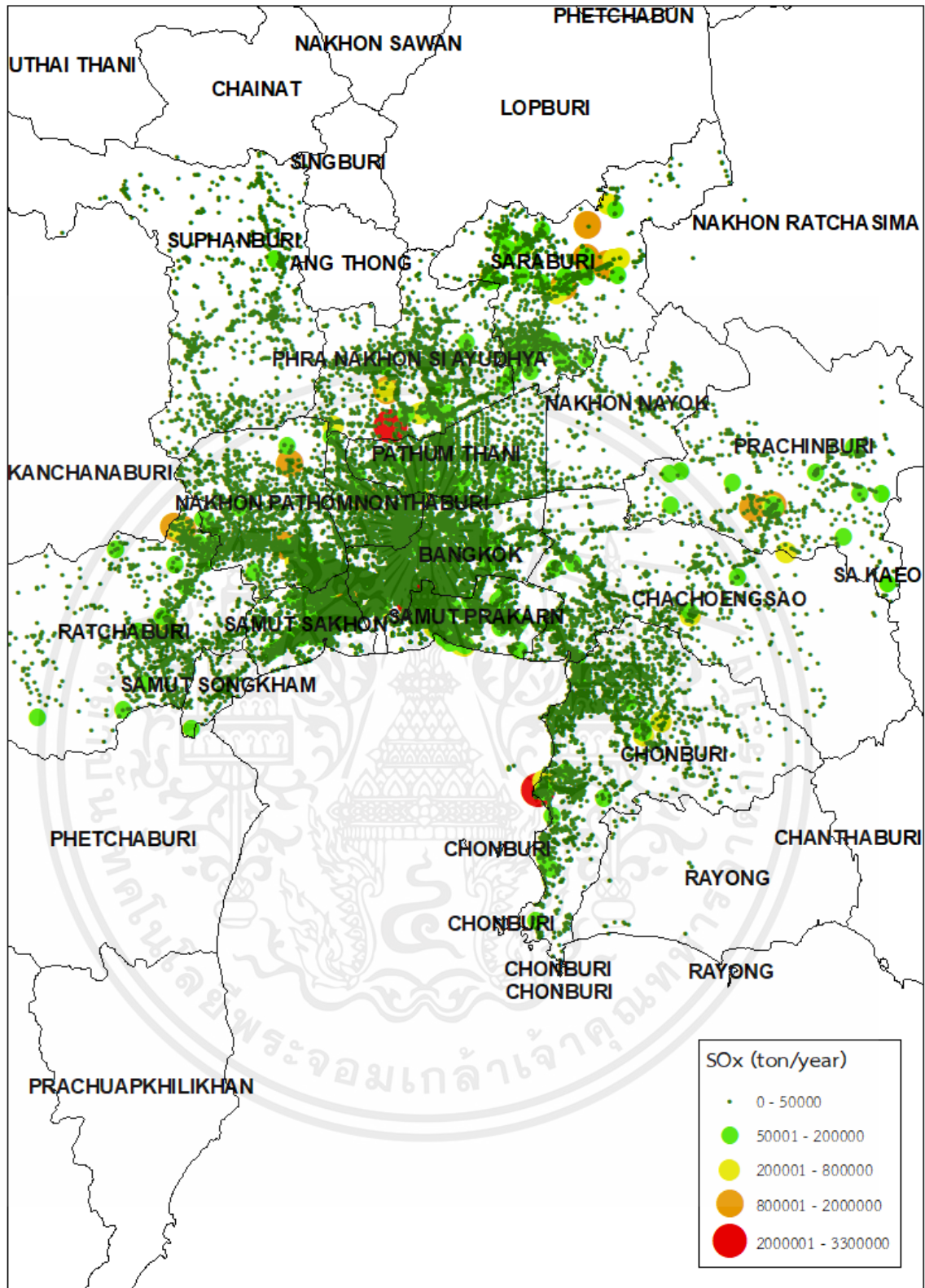
รูป ก.1 ลักษณะการกระจายตัวของการปลดปล่อยของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
จากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



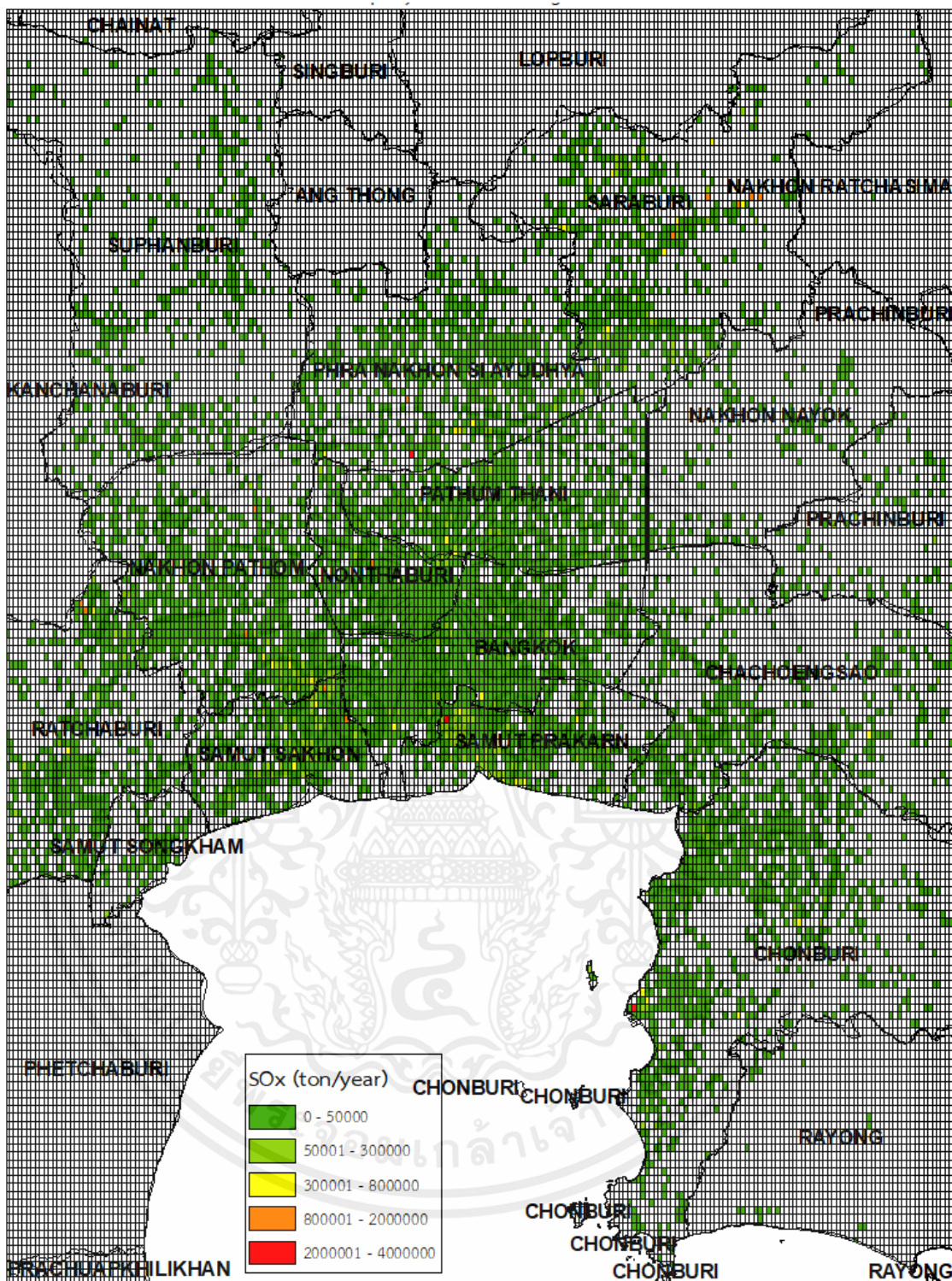
รูป ก.2 ปริมาณการปลดปล่อยของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตรจากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ก.3 ลักษณะการกระจายตัวของการปลดปล่อยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_x)
จากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ก.4 ปริมาณการปลดปล่อยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_x)ต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตรจากภาคอุตสาหกรรมในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563

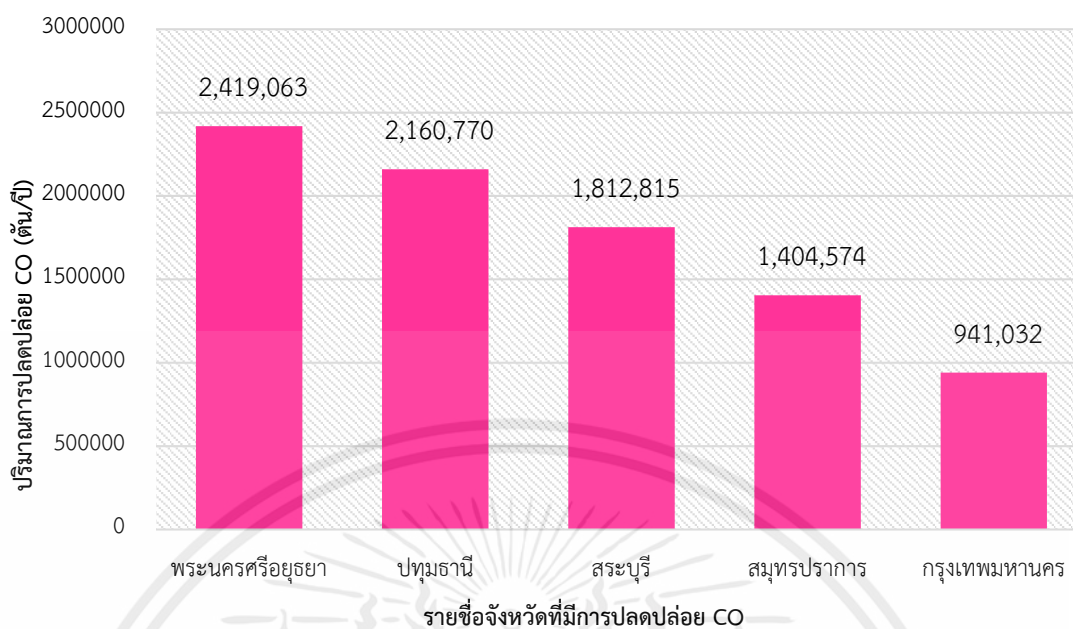
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The seal of the National Library of Thailand is a circular emblem. It features a central five-tiered umbrella (parasol) with a sunburst above it. The emblem is surrounded by a decorative border containing Thai text. The text at the top of the border reads "กรมหอสมุดแห่งชาติ" (National Library Bureau) and the text at the bottom reads "พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง" (King Chulalongkornrajavidyalaya University, Rajabhat Bangkok).

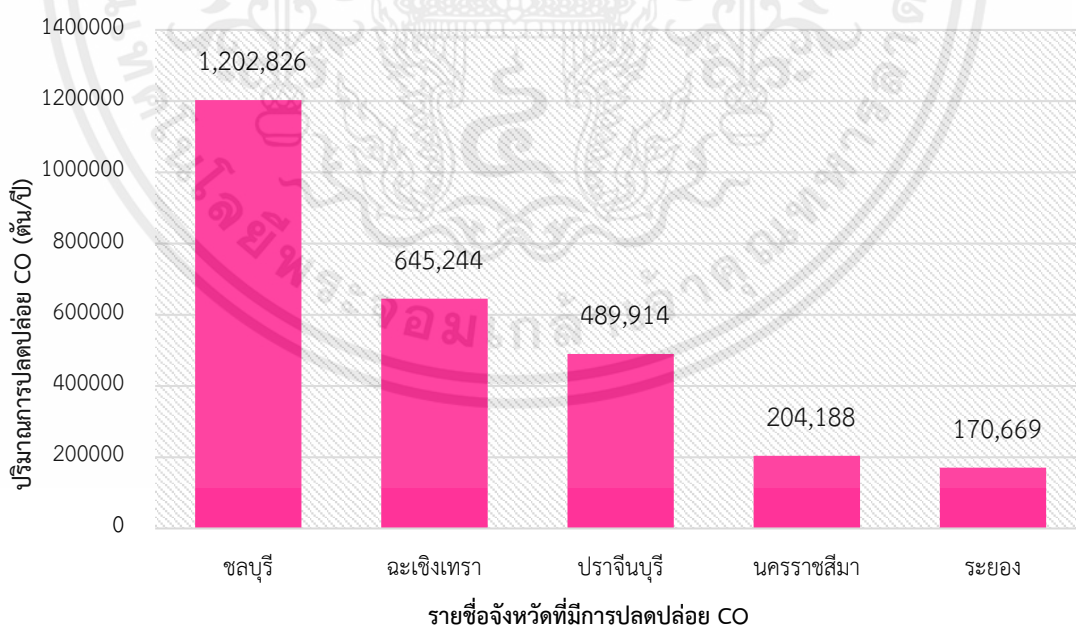
ภาคผนวก ข

วิเคราะห์ลำดับจังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษจากภาคอุตสาหกรรม
ในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563 (เพิ่มเติม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ข.1 ค่ารวมปริมาณการปลดปล่อยมลพิษคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
ภาคอุตสาหกรรมต่อจังหวัดในพื้นที่ภาคกลางปี พ.ศ. 2563



รูป ข.2 ค่ารวมปริมาณการปลดปล่อยมลพิษคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
ภาคอุตสาหกรรมต่อจังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออกปี พ.ศ. 2563

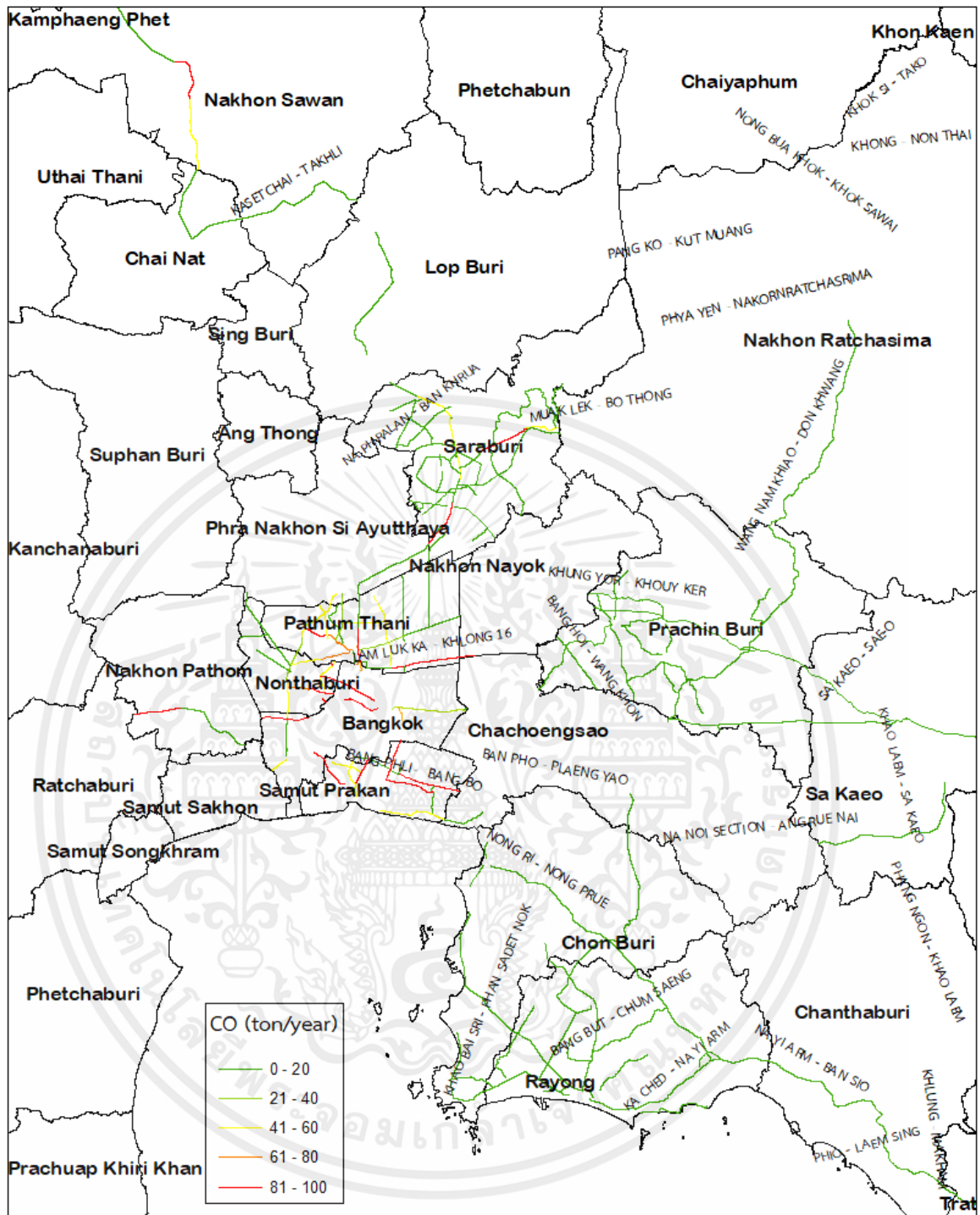
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค

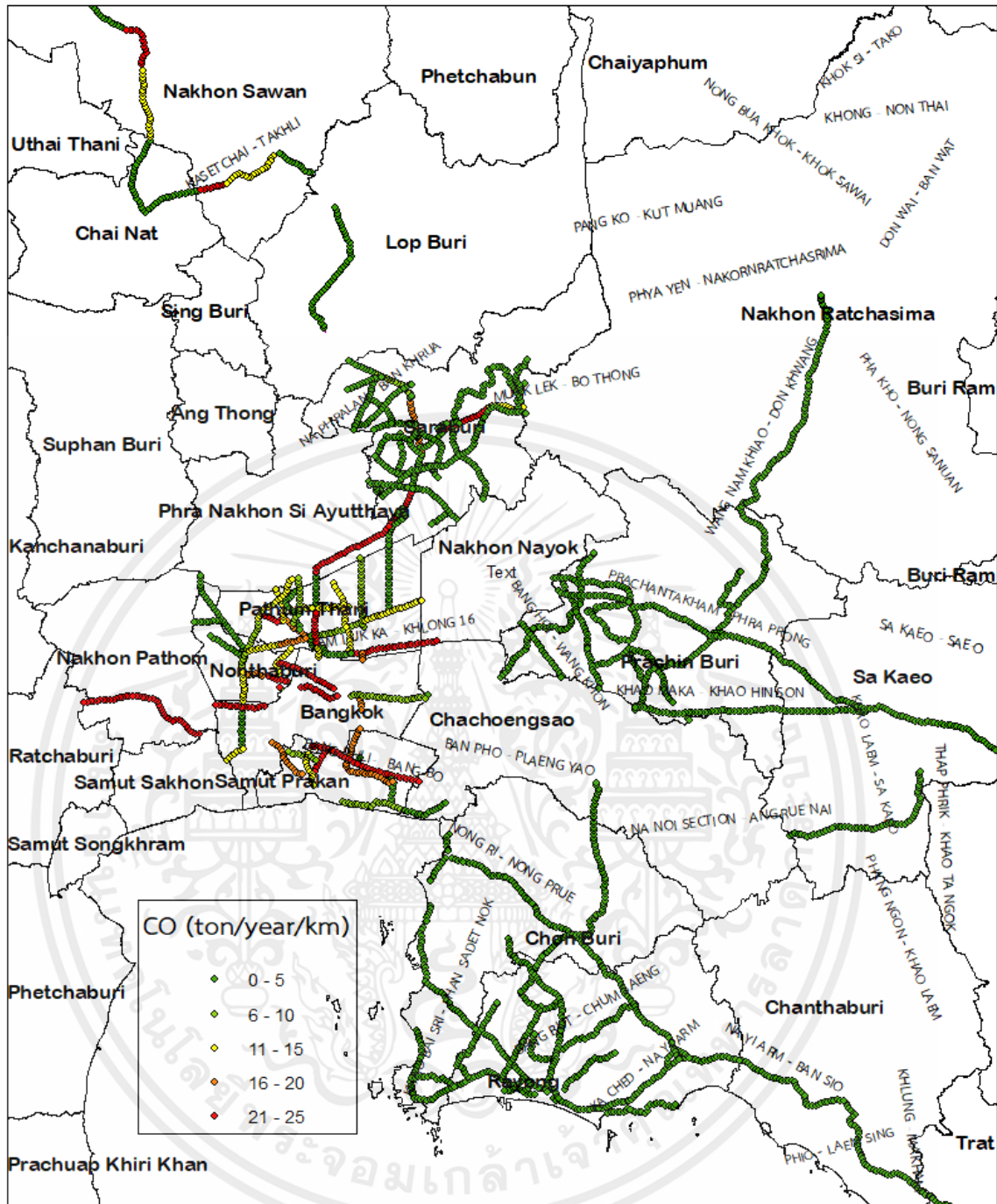
ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากภาคการจราจร

ในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563 ในรูปแบบ GIS (เพิ่มเติม)



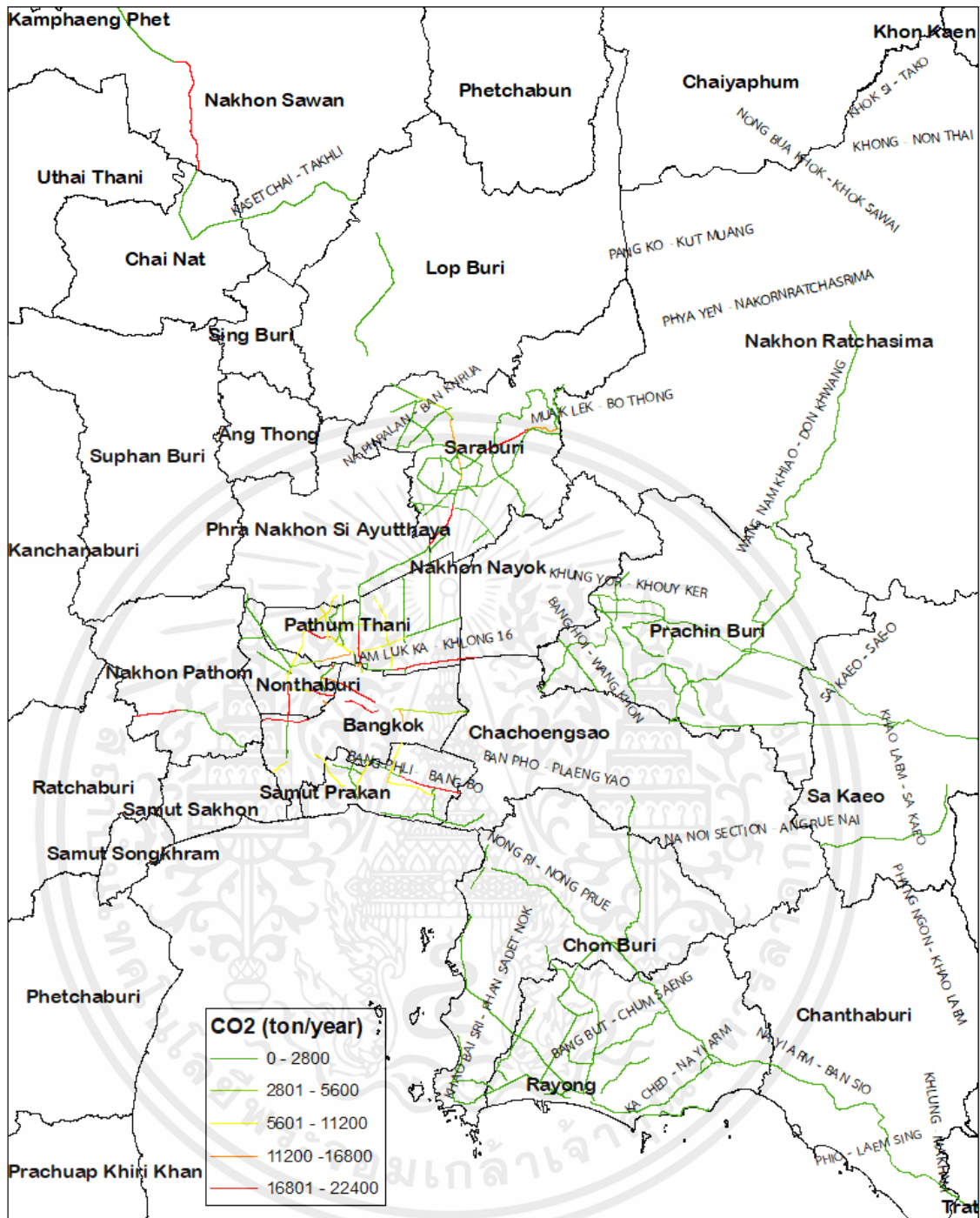
รูป ค.1 ลักษณะของปริมาณการปลดปล่อยของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากภาคการจราจร
ในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



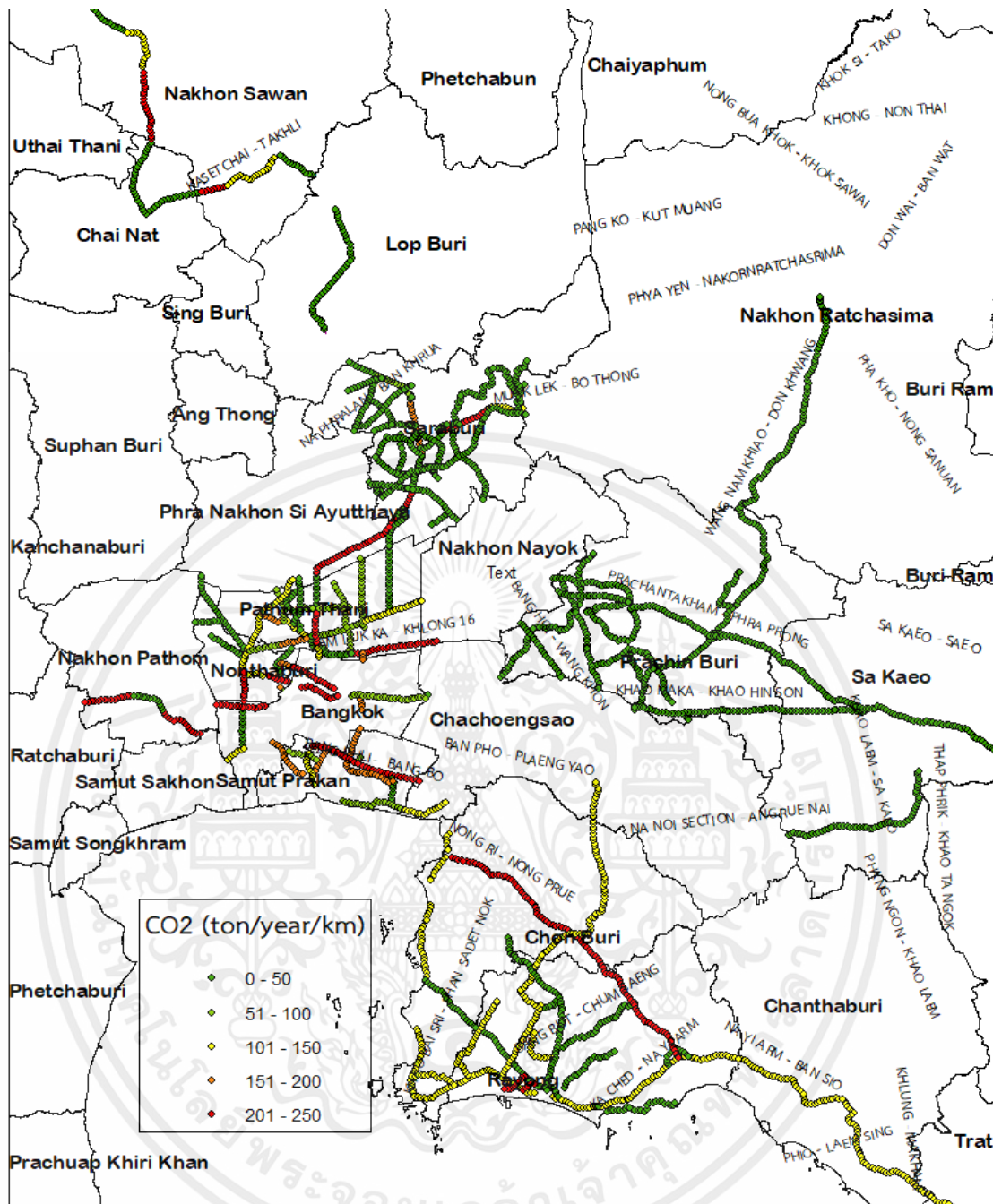
รูป ค.2 ความเข้มข้นของของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ต่อระยะทางทุก ๆ 1 กิโลเมตรจากภาคการจราจรจากในภาคตะวันออกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



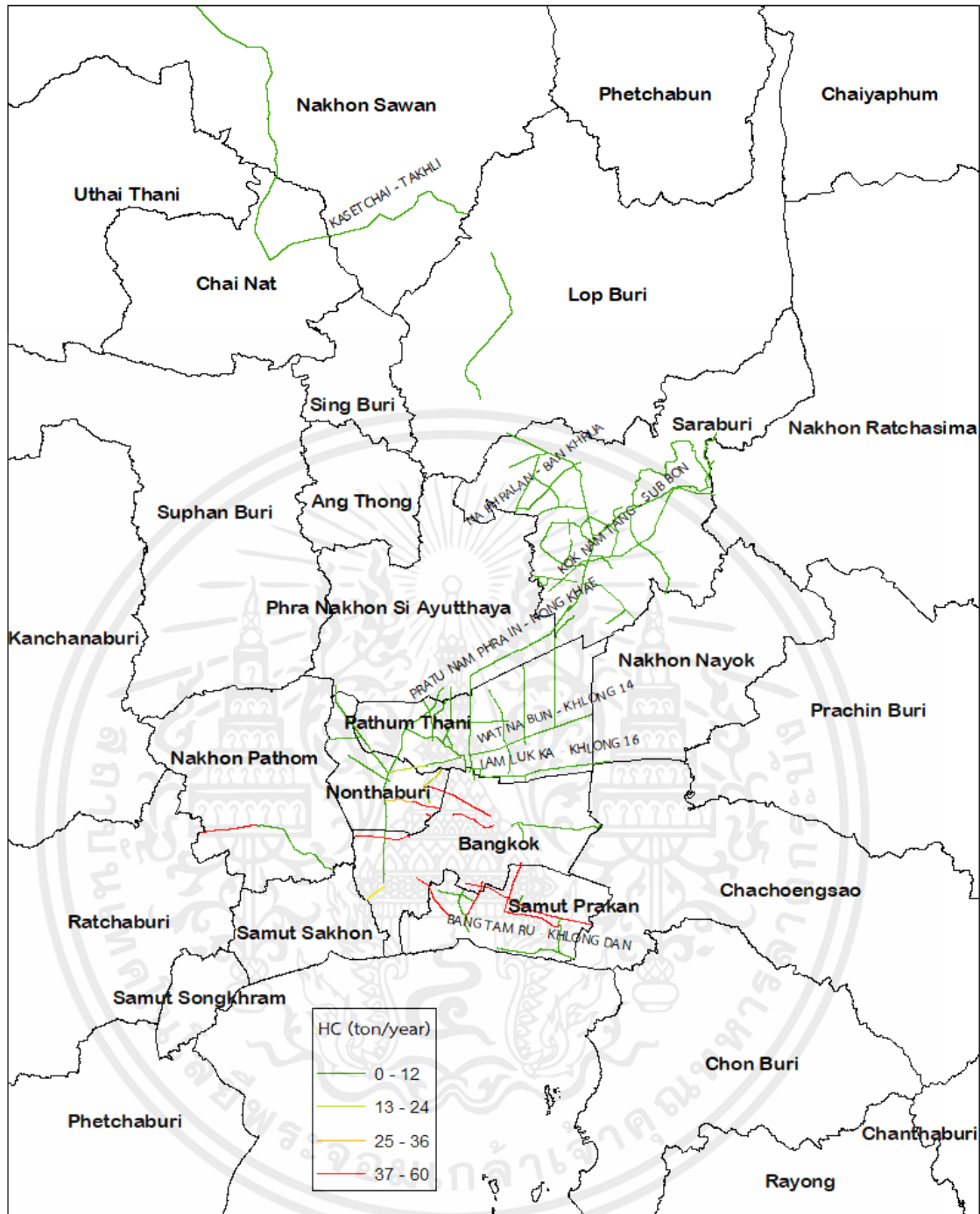
รูป ค.3 ลักษณะของปริมาณการปลดปล่อยของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากภาคการจราจร
ในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



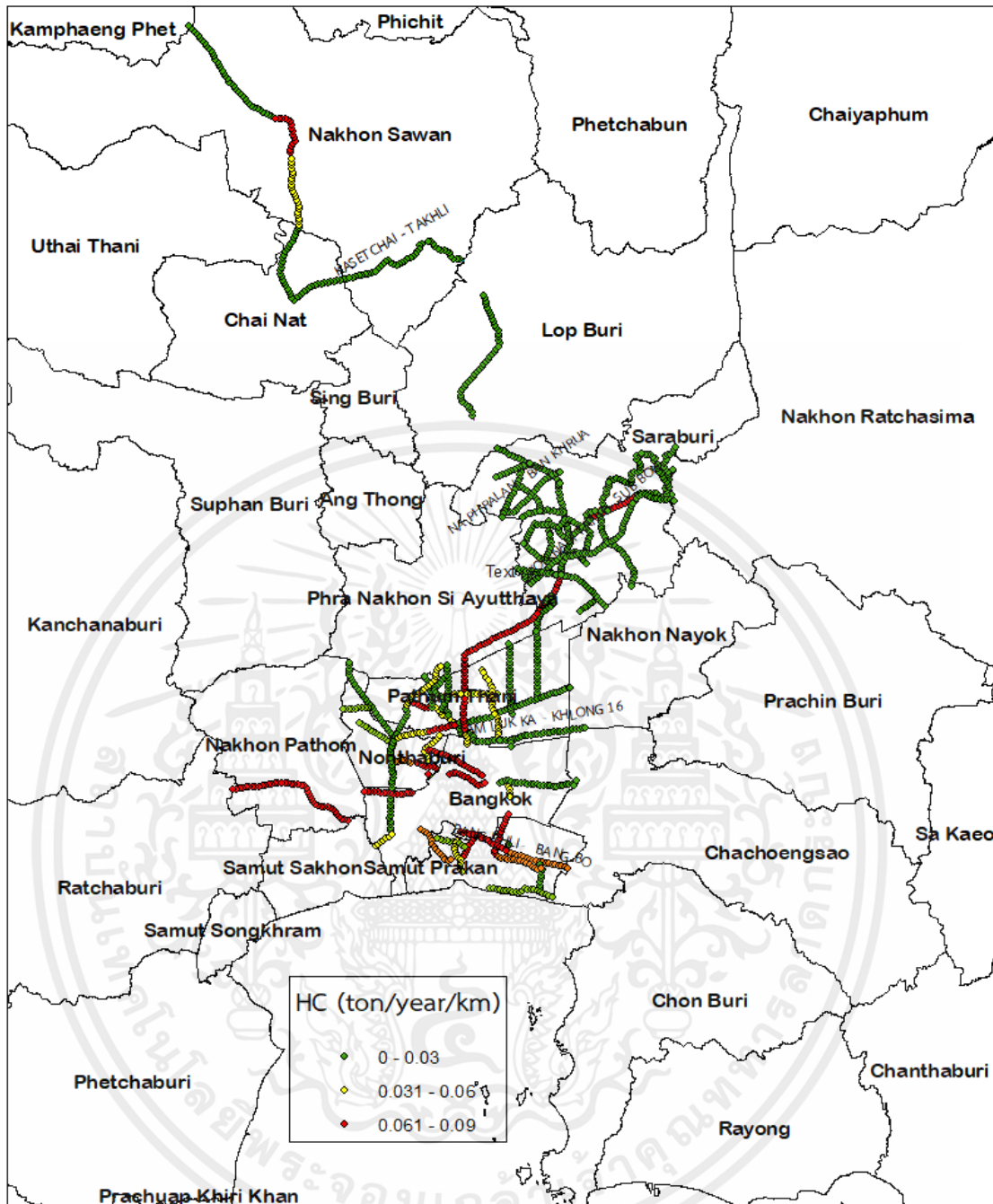
รูป ค.4 ความเข้มข้นของของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ต่อระยะทางทุก ๆ 1 กิโลเมตรจากภาคการจราจรจากในภาคตะวันออกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ค.5 ลักษณะของปริมาณการปลดปล่อยของไฮโดรคาร์บอน (HC) จากภาคการจราจร
ในภาคกลาง ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ค.6 ความเข้มข้นของของของไฮโดรคาร์บอน (HC) ต่อระยะทางทุก ๆ 1 กิโลเมตรจาก
ภาคการจราจรในภาคกลางของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

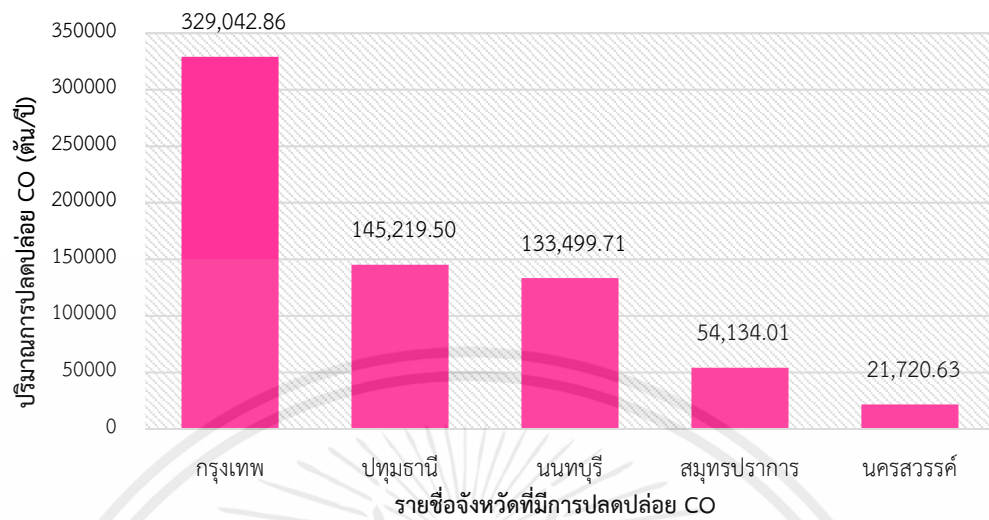


ภาคผนวก ง

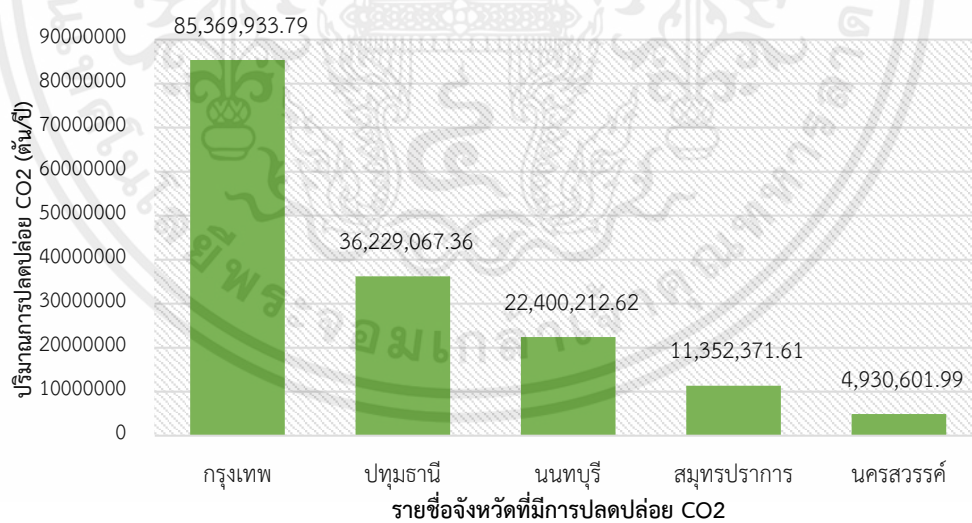
วิเคราะห์ลำดับจังหวัดที่มีการปลดปล่อยมลพิษจากภาคการจราจร

ในภาคกลางและภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2563 (เพิ่มเติม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

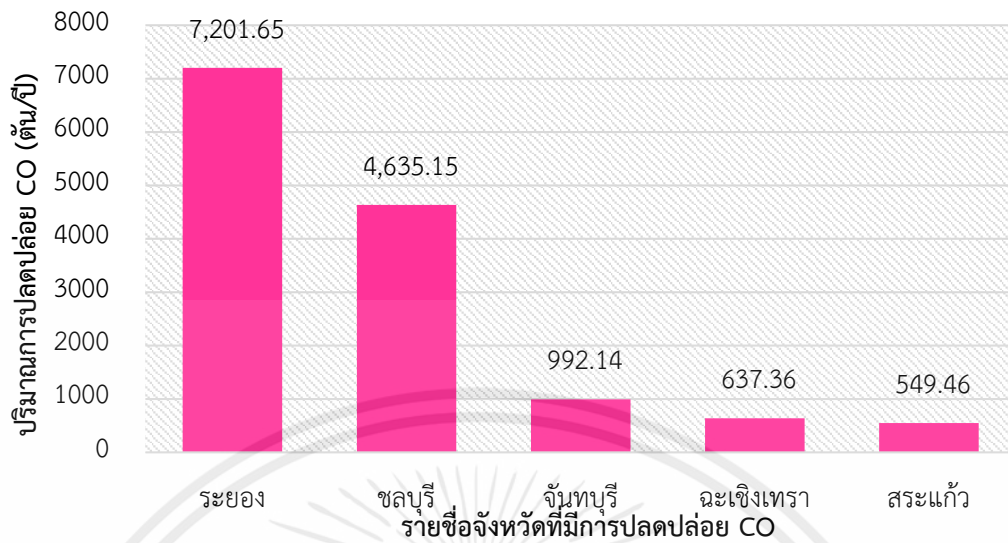


รูป ง.1 ค่ารวมปริมาณการปลดปล่อยมลพิษคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
ภาคการจราจรต่อจังหวัดในพื้นที่ภาคกลางปี พ.ศ. 2563

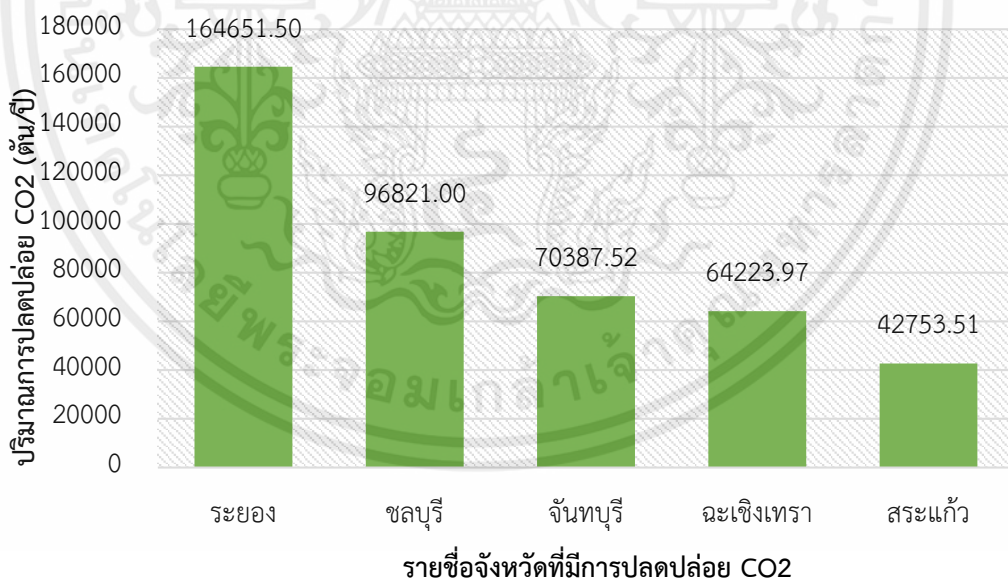


รูป ง.2 ค่ารวมปริมาณการปลดปล่อยมลพิษคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)
ภาคการจราจรต่อจังหวัดในพื้นที่ภาคกลางปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ง.3 ค่ารวมปริมาณการปลดปล่อยมลพิษคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
ภาคการจราจรต่อจังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี พ.ศ. 2563



รูป ง.4 ค่ารวมปริมาณการปลดปล่อยมลพิษคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)
ภาคการจราจรต่อจังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้