การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม ในพื้นที่จังหวัดระยอง

นางสาวกมลนาท กิจวานิชชัย
นางสาวณัฐชิช เบญจพรกุลนิล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม ในพื้นที่จังหวัดระยอง

นางสาวกมลนาท กิจวานิชชัย
นางสาวณัฏฐณิช เบญจพรกุลนิจ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Estimation of the Air Pollutants Emission from the Industries in Rayong Province

Ms.Kamolnat Kijwanichchai
Ms.Nattanich Benjapornkullanij

A Report Submitted in Partial Fulfillments of the Requirement for
the Degree of Bachelor in Chemical Engineering
Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง	การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจาก โรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยอง
โดย	นางสาวกมลนาท กิจวานิชชัย
	นางสาวณัฏฐณิช เบญจพรกุลนิจ
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร.นริศรา ทองบุญชู

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ดร.นริศรา ทองบุญชู)

.....กรรมการ
(ผศ.รื่นฤดี เบญจางคประเสริฐ)

.....กรรมการ
(ดร.กุลนันทน์ เกียรติกิตติพงษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง	การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยอง
โดย	นางสาวกมลนาท กิจวานิชชัย
	นางสาวณัฏฐณิช เบญจพรกุลนิจ
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา	2556
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.นริศรา ทองบุญชู

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทในพื้นที่จังหวัดระยองต่อจากงานวิจัยที่เคยทำก่อนหน้านี้ โดยประเภทอุตสาหกรรมที่ทำ ได้แก่ โลหะ เคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี อโลหะ กระดาษ สิ่งทอ ผลิตไฟฟ้า ก๊าซและการประปา อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ และ การผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ สามารถประเมินได้ทั้งหมด 535 โรงงาน หรือคิดเป็นร้อยละ 87.28 ของกลุ่มโรงงานที่เลือกทำการประเมินโดยใช้วิธีค่าปัจจัยการปลดปล่อย โดยใช้ข้อมูลกิจกรรมได้แก่ กำลังการผลิต การใช้พลังงาน และกำลังของเครื่องจักรที่ติดตั้ง และค่าปัจจัยการปลดปล่อยที่ตีพิมพ์โดยหน่วยงานของรัฐและสถาบันวิจัยต่าง ๆ ผลการประเมินพบว่า อุตสาหกรรมที่สนใจ มีปริมาณการปลดปล่อยออกไซด์ของซัลเฟอร์สูงสุดที่ 91,197 ตันต่อปี รองลงมา คือ ออกไซด์ของไนโตรเจน ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนอกไซด์ และสารอินทรีย์ระเหย 61,653 23,339 13,126 และ 1,774 ตันต่อปี ตามลำดับ โดยอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า ก๊าซและการประปา เป็นอุตสาหกรรมหลักที่มีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศสูงสุด รองลงมา คือ อุตสาหกรรมโลหะ ซึ่งในส่วนของอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลางสามารถจำแนกประเภทของสารอินทรีย์ระเหย และโลหะหนักออกมาได้ พบว่ามีการปลดปล่อยสารเบนซีนออกมามากที่สุดที่อัตรา 14,953 กิโลกรัมต่อปี รองลงมา คือ อัลดีไฮด์ 10,428 กิโลกรัมต่อปี และมีการปลดปล่อยสารโลหะหนัก คือ สังกะสี 141,170 กิโลกรัมต่อปี ออกมามากที่สุด รองลงมา คือ ตะกั่ว 13,374 กิโลกรัมต่อปี ผลการประเมินได้ถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงการแพร่กระจายของมลพิษแต่ละชนิด ของแต่ละโรงงานได้ นอกจากนี้ผลของการศึกษานี้จะถูกไปผนวกกับข้อมูลที่ทำก่อนหน้านี้เพื่อจัดทำฐานข้อมูลในการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Report Title	Estimation of the Air Pollutants Emission from the Industries in Rayong Province
By	Ms.Kamolnat Kijwanichchai
	Ms.Nattanich Benjapornkullanij
Degree	Bachelor Degree of Engineering
Program	Chemical Engineering
Year	2013
Advisor	Dr.Narisara Thongboonchoo

ABSTRACT

The purpose of this study was to estimate the air pollutants emission from industries in Rayong province as a continuation of previous study. The selected industries were metal, chemicals, non-metal, paper, textile, electricity, gas and water supply, food, drink and tobacco and metal product, machinery and equipment. This study could estimate air emissions from 535 factories with accounted for 87.28 percent of these selected industries. The estimation technique is an emission factor method. The activities data such as production capacities, fuel usages and power installed were used for estimation along with emission factors from published data from several government and research institution. The results indicated that the major air pollutant emission was Sulfur Oxides (SO_X) at rate of 91,197.55 tons/yr, follow by Nitrogen Oxides (NO_X), Particular Matter (PM_{10}), Carbon Monoxide (CO) and Volatile Organic Compounds (VOCs) at 61,653, 23,339, 13,126 and 1,774 tons/yr respectively. The electricity, gas and water supply industries were the main source of air emission and followed by metal industry. For secondary metal industry which could be classified type of VOCs and heavy metal components, the major VOCs species released was benzene at rate 14,953 kg/yr followed by aldehyde at 10,428 kg/yr. Zinc was the largest released heavy metal at rate 141,170 kg/yr and followed by lead at rate of 13,374 kg/yr. The estimation results were converted into Geographic Information System (GIS) to show emission distribution of each pollutant and factory. Furthermore, the results from this study will be compiled with data from previous work for a complete set of emission inventory data.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จากความอนุเคราะห์และการให้คำปรึกษาจากอาจารย์ทุกท่าน รวมทั้งบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณผู้ที่ให้การสนับสนุนดังรายนามต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.นริศรา ทองบุญชู อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อบรมสั่งสอนทักษะในด้านการทำงาน ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ตลอดจนการแก้ไขและเพิ่มเติมรายละเอียดของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.ประพัทธ์ พงษ์เกียรติกุล อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในส่วนของข้อมูลอัตราการใช้พลังงาน ที่นำมาใช้ในการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศในครั้งนี้ ซึ่งนับว่าเป็นข้อมูลที่สำคัญและเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณ นางสาวนิรมล วิสุทธิธาดาพงศ์ นักศึกษาระดับบันฑิตศึกษา สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในเรื่องข้อมูล และวิธีการคำนวณ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการทำปริญญานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่อบรมสั่งสอนและเป็นผู้สนับสนุนในเรื่องการศึกษา ซึ่งปริญญานิพนธ์เล่มนี้คณะผู้จัดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศต่อไป

นางสาวกมลนาท กิจวานิชชัย
นางสาวณัฏฐณิช เบญจพรกุลนิจ
9 มีนาคม 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎี 3

2.1 ข้อมูลลักษณะพื้นที่ และกลุ่มอุตสาหกรรมที่ทำการประเมินการปลดปล่อย 3

2.1.1 ข้อมูลลักษณะพื้นที่จังหวัดระยอง 3

2.1.2 อุตสาหกรรมการผลิตโลหะ 5

2.1.3 อุตสาหกรรมผลิตเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี 6

2.1.4 อุตสาหกรรมอื่น ๆ 8

2.2 มลพิษทางอากาศจากภาคอุตสาหกรรมและแหล่งกำเนิด 9

2.2.1 สารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds: VOCs) 9

2.2.2 ออกไซด์ของไนโตรเจน (Nitrogen Oxides: NO_x) 9

2.2.3 ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (Sulfur Oxides: SO_x) 9

2.2.4 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particulate Matter: PM_{10}) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide: CO) 10

2.3 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ 10

2.3.1 วิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ 10

2.3.2 การประเมินการปลดปล่อยโดยการใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษ 11

2.3.3 ค่าปัจจัยการปลดปล่อย (Emission factor) 11

2.4 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) 12

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 16

3.1 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยอง 16

3.1.1 การศึกษาและการรวบรวมข้อมูล 16

3.1.2 การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ 17

3.1.2.1 การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศสำหรับโรงงานที่มีค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกระบวนการผลิตและกำลังการผลิต 17

3.1.2.2 การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศสำหรับโรงงานที่ไม่มีค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกระบวนการผลิตและกำลังการผลิต 19

3.2 การแปลงข้อมูลการปลดปล่อยให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 21

บทที่ 4 ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยอง 22

4.1 ผลการประเมินปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ปลดปล่อยจากภาคอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยอง 22

4.2 ผลประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศแยกตามประเภทอุตสาหกรรม 24

4.2.1 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมโลหะ 24

4.2.2 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี 28

4.2.3 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานของอุตสาหกรรมอโลหะ 29

4.2.4 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานของอุตสาหกรรมกระดาษ 30

4.2.5 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ 31

4.2.6 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานของอุตสาหกรรมการไฟฟ้า ก๊าซและการประปา 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.7 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานของอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ 33

4.2.8 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานของอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ 34

4.3 ผลการแปลงข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 35

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 42

5.1 สรุปผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยอง 42

5.2 ข้อเสนอแนะจากการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยอง 44

เอกสารอ้างอิง 46

ภาคผนวก 49

ภาคผนวก ก ค่าปัจจัยการปลดปล่อย (Emission factor) 50

ภาคผนวก ข ค่าการแปลงหน่วยจากอัตราการใช้พลังงานเป็นตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ 55

ภาคผนวก ค ตัวอย่างการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษ 57

ภาคผนวก ง แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	จำนวนสถานประกอบการอุตสาหกรรม ในจังหวัดระยอง	4
3.1	ตัวอย่างค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของกระบวนการผลิตเหล็กขั้นกลาง	18
3.2	ตัวอย่างค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของกระบวนการผลิตเหล็กขั้นปลาย	19
3.3	ตัวอย่างค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ใช้คำนวณการปลดปล่อยจากอัตราการใช้พลังงานแยกตามชนิดของเชื้อเพลิง	21
4.1	จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้ทำการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ	22
4.2	ปริมาณรวมของสารมลพิษแต่ละชนิดที่ปลดปล่อยจากโรงงานในพื้นที่จังหวัดระยอง	23
5.1	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมโลหะ	43
5.2	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมแต่ละประเภท	43
ก.1	ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของกระบวนการผลิตเหล็กขั้นกลาง	51
ก.2	องค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดที่ประเมินจากอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลาง	51
ก.3	ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของกระบวนการผลิตเหล็กขั้นปลาย	52
ก.4	ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ใช้คำนวณการปลดปล่อยจากอัตราการใช้พลังงานแยกตามชนิดของเชื้อเพลิง	52
ก.5	ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ใช้คำนวณการปลดปล่อยจากกำลังของเครื่องจักรแยกตามประเภทของโรงงานที่จดทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม	53
ข.1	ค่าการแปลงหน่วยจากอัตราการใช้พลังงานเป็นตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แผนที่การปกครองจังหวัดระยอง	3
2.2	ขั้นตอนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตโลหะขั้นปลาย	5
2.3	ขั้นตอนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตผงคาร์บอนแบล็ค	6
2.4	ขั้นตอนการผลิตของอุตสาหกรรมการผลิตสารส้มจากอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์	7
2.5	ขั้นตอนการผลิตของอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ	8
2.6	ความสัมพันธ์ของระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกและการสำรวจระยะไกลที่มีต่อระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	12
4.1	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมโลหะ	25
4.2	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลางและอุตสาหกรรมโลหะขั้นปลาย	26
4.3	องค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดที่ประเมินจากอุตสาหกรรมโลหะ	27
4.4	ปริมาณการปลดปล่อยสารโลหะหนักที่ประเมินจากอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลาง	28
4.5	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี	29
4.6	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมอโลหะ	30
4.7	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมกระดาษ	31
4.8	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ	32
4.9	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมการไฟฟ้า ก๊าซและการประปา	33
4.10	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ	34
4.11	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะและอุปกรณ์	35
4.12	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) จากอุตสาหกรรมโลหะ	36
4.13	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษของออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) จากอุตสาหกรรมโลหะ	37
4.14	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษของออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) จากอุตสาหกรรมโลหะ	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.15	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษของสารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมโลหะ	39
4.16	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษของสารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมโลหะ	40
ง.1	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมโลหะ	62
ง.1 (ต่อ)	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมโลหะ	63
ง.2	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี	64
ง.2 (ต่อ)	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี	65
ง.3	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมอโลหะ	66
ง.3 (ต่อ)	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมอโลหะ	67
ง.4	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมกระดาษ	68
ง.4 (ต่อ)	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมกระดาษ	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ง.5	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมสิ่งทอ	70
ง.5 (ต่อ)	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมสิ่งทอ	71
ง.6	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมการไฟฟ้า ก๊าซและการประปา	72
ง.6 (ต่อ)	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมการไฟฟ้า ก๊าซและการประปา	73
ง.7	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ	74
ง.7 (ต่อ)	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ	75
ง.8	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์	76
ง.8 (ต่อ)	แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันกระแสการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็ว ทำให้ประเทศไทยต้องเผชิญกับปัญหาและการเปลี่ยนแปลงที่มีความท้าทายสูง ภาคอุตสาหกรรมนับว่าเป็นภาคส่วนที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจของประเทศ จึงทำให้มีการขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรมเพื่อพัฒนาการผลิตสินค้าให้มีความทัดเทียมกับประเทศอื่น จังหวัดระยองเป็นจังหวัดที่เป็นฐานเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ เนื่องจากเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมสำคัญหลายแห่ง ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด นิคมอุตสาหกรรมเหมราชภาคตะวันออก (มาบตาพุด) นิคมอุตสาหกรรมผาแดง และนิคมอุตสาหกรรมอาร์ไอแอล เป็นต้น การที่มีโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอุตสาหกรรมเคมี และปิโตรเคมีจำนวนมากตั้งอยู่ ส่งผลทำให้มีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ ได้แก่ สารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds: VOCs) ออกไซด์ของไนโตรเจน (Nitrogen Oxides: NO_x) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (Sulfur Oxides: SO_x) และฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particulate Matter: PM) เป็นต้น ออกสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งส่งผลต่อทั้งสุขภาพของประชาชนและสิ่งแวดล้อม ข้อมูลจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดระยองรายงานว่าประชากรในพื้นที่ดังกล่าวมีปัญหาสุขภาพหลักเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ [1] ซึ่งเป็นสาเหตุมาจากสารมลพิษที่มีการปลดปล่อยออกมาจากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ โรงงานปิโตรเคมี โรงกลั่นน้ำมัน เป็นต้น ผู้ศึกษาได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น จึงมีความสนใจที่จะจัดทำฐานข้อมูลประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในเขตจังหวัดระยอง เพื่อให้ทราบถึงปริมาณมลพิษทางอากาศที่ปลดปล่อยออกมา เนื่องจากในปริญญานิพนธ์และวิทยานิพนธ์ที่ได้ทำการศึกษาก่อนหน้านี้ ได้แก่ มนัส ไชยปุระ และคณะ [2] นิรมล วิสุทธิธาดาพงศ์ และคณะ [3] และรภัทร โตอ่อน [4] ได้ประเมินการปลดปล่อยในส่วนของโรงกลั่น โรงโอเลฟินส์ โรงผลิตมอนอเมอร์ และโรงผลิตพอลิเมอร์ในเขตพื้นที่จังหวัดระยองแล้ว แต่ยังขาดข้อมูลในส่วนของกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะ กลุ่มอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี และกลุ่มอุตสาหกรรมอื่น ๆ ดังนั้นปริญญานิพนธ์นี้จึงสนใจที่จะประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากกระบวนการผลิตในกลุ่มดังกล่าวในพื้นที่จังหวัดระยอง เพื่อที่จะจัดทำฐานข้อมูลบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ ให้มีความครบถ้วนและสมบูรณ์ ซึ่งผลของการศึกษาจะทำให้ทราบถึงสถานการณ์การปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดระยอง และสามารถนำไปใช้ในการวางมาตรการในการแก้ไข และเพื่อใช้ในการควบคุมการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่จังหวัดระยองให้น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อรวบรวม ประเมิน และจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศประเภทสารอินทรีย์ระเหย ออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของซัลเฟอร์ ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน และคาร์บอนมอนอกไซด์จากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี และอุตสาหกรรมอื่น ๆ ในพื้นที่จังหวัดระยอง

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศประเภทสารอินทรีย์ระเหย ออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของซัลเฟอร์ ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน และคาร์บอนมอนอกไซด์จากอุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี และอุตสาหกรรมอื่น ๆ ในพื้นที่จังหวัดระยอง

2. ประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศโดยใช้ข้อมูลกำลังการผลิต ข้อมูลอัตราการใช้พลังงาน และข้อมูลกำลังของเครื่องจักร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถรวบรวม และจัดทำบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศได้

2. ทำให้ทราบถึงตำแหน่ง และปริมาณการแพร่กระจายสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่จังหวัดระยอง

3. สามารถนำบัญชีการปลดปล่อยมาใช้เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่ต้องแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ เพื่อวางมาตรการในการแก้ไข รวมถึงการควบคุมการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ ให้เกิดขึ้นในปริมาณที่ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

การจัดทำบัญชีการปลดปล่อยจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการประเมินการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรม ในส่วนแรกจะอธิบายถึงลักษณะของพื้นที่และประเภทอุตสาหกรรมที่ใช้ในการประเมิน ส่วนที่สองจะอธิบายวิธีในการประเมินการปลดปล่อยรวมถึงวิธีการเลือกใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อย และส่วนสุดท้ายจะอธิบายถึงวิธีการแปลงข้อมูลให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อแสดงตำแหน่งและปริมาณการกระจายมลพิษทางอากาศในพื้นที่จังหวัดระยอง

2.1 ข้อมูลลักษณะพื้นที่ และกลุ่มอุตสาหกรรมที่ทำการประเมินการปลดปล่อย

2.1.1 ข้อมูลลักษณะพื้นที่จังหวัดระยอง [5]

จังหวัดระยองตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย ทางทิศเหนือมีพื้นที่ติดต่อกับอำเภอบ่อทอง อำเภอหนองใหญ่ และอำเภอศรีราชาในจังหวัดชลบุรี ทางทิศใต้ติดต่อกับอ่าวไทยโดยมีชายฝั่งยาวมากกว่า 100 กิโลเมตร ในทางทิศตะวันออกมีพื้นที่ติดต่อกับอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี และทางทิศตะวันตกมีพื้นที่ติดต่อกับอำเภอบางละมุง และอำเภอสัตหีบในจังหวัดชลบุรี จังหวัดระยองเป็นแหล่งเศรษฐกิจที่สำคัญทั้งในด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการท่องเที่ยว ลักษณะพื้นที่ประกอบด้วยชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 100 กิโลเมตร อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 180 กิโลเมตร แบ่งการปกครองออกเป็น 8 อำเภอ ดังแผนที่การปกครองจังหวัดระยอง แสดงดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 แผนที่การปกครองจังหวัดระยอง

ในจังหวัดระยองมีนิคมอุตสาหกรรมจำนวน 8 แห่ง ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด นิคมอุตสาหกรรมผาแดง นิคมอุตสาหกรรมอาร์ไอแอล นิคมอุตสาหกรรมอมตะซิตี้ นิคมอุตสาหกรรมเหมราชอีสเทิร์นซีบอร์ด ตะวันออก นิคมอุตสาหกรรมเหมราช นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด และนิคมอุตสาหกรรมเอเซีย มีเขตประกอบการอุตสาหกรรมจำนวน 5 เขต ได้แก่ เขตประกอบการอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์นอินดัสเตรียลพาร์ค เขตประกอบการอุตสาหกรรมระยองที่ดินอุตสาหกรรม เขตประกอบการอุตสาหกรรมไออาร์พีซี และเขตประกอบการอุตสาหกรรมโรจนะ [5] จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมดในจังหวัดระยองมีจำนวน 1,771 โรง โดยโรงงานส่วนใหญ่ตั้งอยู่ที่อำเภอเมืองระยอง รองลงมา คือ อำเภอปลวกแดง อำเภอแกลง และอำเภอบ้านค่าย ตามลำดับ จำนวนโรงงานแยกรายอำเภอมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 จำนวนสถานประกอบการอุตสาหกรรมในจังหวัดระยอง

อำเภอ	จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม (โรง)
เมืองระยอง	550
บ้านฉาง	64
แกลง	229
วังจันทร์	22
บ้านค่าย	178
ปลวกแดง	404
เขาชะเมา	11
นิคมพัฒนา	235
จำนวนโรงงานทั้งหมด	**1,771**

ที่มา: รวบรวมจากสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง [6]

จังหวัดระยองเป็นที่ตั้งของอุตสาหกรรมต้นน้ำที่มีโรงงานขนาดใหญ่ที่มีเทคโนโลยีขั้นสูงในการผลิตและมูลค่าการลงทุนสูง เนื่องจากอุตสาหกรรมกลุ่มปิโตรเคมี และโรงกลั่นมีศักยภาพในการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยค่อนข้างสูง และได้มีการทำบัญชีการปลดปล่อยในปริญญานิพนธ์ และวิทยานิพนธ์ของมนัส ไชยปุระ และคณะ [2] นิรมล วิสุทธิธาดาพงศ์ และคณะ [3] และรภัทร โตอ่อน [4] แล้ว งานศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมอื่น ๆ โดยประเภทของอุตสาหกรรมที่ทำการศึกษา คือ กลุ่มโรงงานประเภทโลหะ เนื่องจากอุตสาหกรรมดังกล่าวมีจำนวนมากเป็นอันดับ 3 ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดระยอง และกลุ่มโรงงานผลิตเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมีที่มิใช่โรงงานในกลุ่มโรงกลั่น โรงโอเลฟินส์ โรงผลิตมอนอเมอร์ และโรงผลิตพอลิเมอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

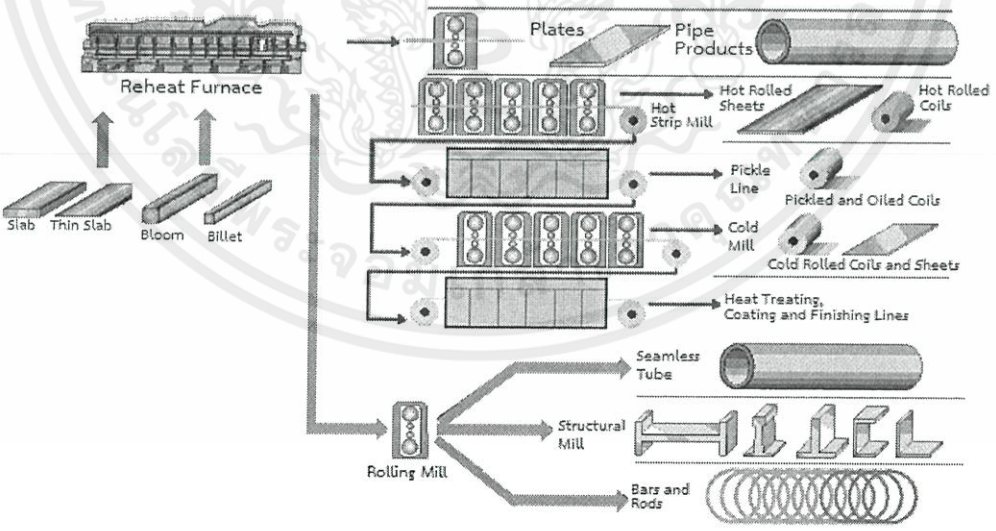
2.1.2 อุตสาหกรรมการผลิตโลหะ [7-9]

โลหะเป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic substances) ประกอบด้วยธาตุที่เป็นโลหะชนิดเดียวหรือหลายชนิดผสมอยู่ด้วยกัน โดยทั่วไปโลหะจะมีสมบัติเฉพาะที่เป็นตัวนำไฟฟ้าและนำความร้อนที่ดี มีความแข็งแรงสูง เหนียวอ่อนตัวได้ โลหะสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. พวกโลหะที่เป็นเหล็ก (Ferrous metals) และโลหะผสมที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบหลัก

ข. พวกโลหะที่ไม่มีเหล็ก (Non-ferrous metals) และโลหะผสมที่ไม่มีเหล็กหรือมีเหล็กอยู่ในปริมาณน้อย เช่น อะลูมิเนียม (Al) นิกเกิล (Ni) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) ดีบุก (Sn) แมกนีเซียม (Mg) เป็นต้น

อุตสาหกรรมโลหะของไทยเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมพื้นฐานที่มีความสำคัญในการพัฒนาประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่เชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่น ๆ เป็นจำนวนมาก เช่นอุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมยานยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องจักรกล เฟอร์นิเจอร์ และบรรจุภัณฑ์ ในพื้นที่จังหวัดระยอง อุตสาหกรรมโลหะจัดเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีโรงงานจำนวนมาก อุตสาหกรรมโลหะสามารถแบ่งประเภทเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คืออุตสาหกรรมขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลาย โดยอุตสาหกรรมขั้นต้น คือ การนำแร่เหล็กมาถลุงเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นเหล็กดิบ (Pig iron) และเหล็กพรุน อุตสาหกรรมขั้นกลาง คือการนำเหล็กดิบที่ผ่านการถลุงจากอุตสาหกรรมขั้นต้นมาหลอมในเตาหลอมจากนั้นผ่านกระบวนการหล่อในเบ้าหล่อเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นเหล็กแท่ง อุตสาหกรรมโลหะในประเทศไทยส่วนใหญ่จัดเป็นอุตสาหกรรมขั้นปลายที่ผลิตทั้งเหล็กเส้น เหล็กลวด และเหล็กแผ่นชนิดต่าง ๆ ในส่วนของอุตสาหกรรมโลหะขั้นปลายสามารถแสดงขั้นตอนการผลิตดังรูปที่ 2.2



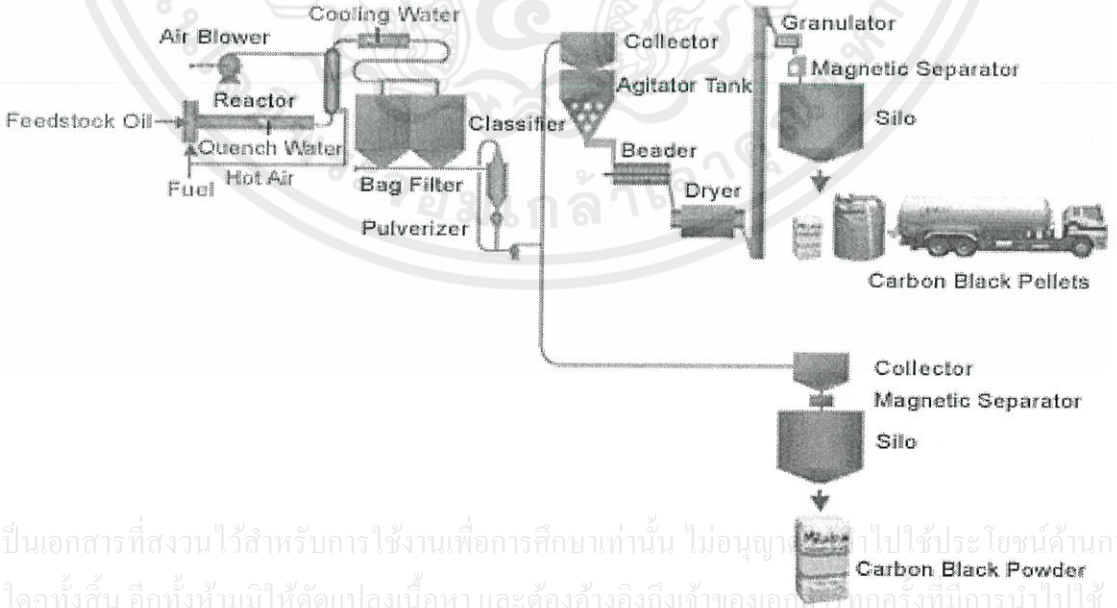
รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตโลหะขั้นปลาย [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตโลหะขั้นปลายมีขั้นตอนการผลิตเริ่มจาก การนำเหล็กแท่งที่ได้จากการผลิตโลหะขั้นกลางมาให้ความร้อนผ่านเตาอบ (Reheat furnace) จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการรีดร้อน รีดเย็น รีดซ้ำ การหล่อ การอัดหรือตีขึ้นรูป การเคลือบชุบผิวด้วยโลหะเป็นผลิตภัณฑ์โลหะขั้นปลาย โดยการนำเหล็กแท่งขนาดเล็กไปรีดร้อนที่อุณหภูมิ 1,150 °C ได้ผลิตภัณฑ์เหล็กรูปทรงยาว ได้แก่ เหล็กเส้น เหล็กลวด ลวดเหล็กแรงดึงสูง และเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน ส่วนเหล็กแท่งใหญ่จะรีดเพื่อผลิตเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อนขนาดใหญ่ เช่น หน้าตัดรูปตัว H รูปตัว L รูปตัว C เป็นต้น ในขณะที่เหล็กแท่งแบนจะถูกรีดเป็นผลิตภัณฑ์เหล็กทรงแบน ได้แก่ เหล็กแผ่นรีดร้อนและเหล็กแผ่นรีดเย็น หากนำไปชุบดีบุกหรือสังกะสีจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นเหล็กแผ่นชุบดีบุกและเหล็กแผ่นชุบสังกะสี เป็นต้น ส่วนผลิตภัณฑ์เหล็กหล่อนั้น สามารถผลิตด้วยการหล่อเศษเหล็กขึ้นรูปเป็นวัสดุเหล็กรูปทรงต่าง ๆ เพื่อการใช้งานเฉพาะอย่างต่อไป ซึ่งผลิตภัณฑ์จากการผลิตโลหะขั้นปลายเหล่านี้จะเป็นวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมอื่น ๆ ต่อไป

2.1.3 อุตสาหกรรมผลิตเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี [10-13]

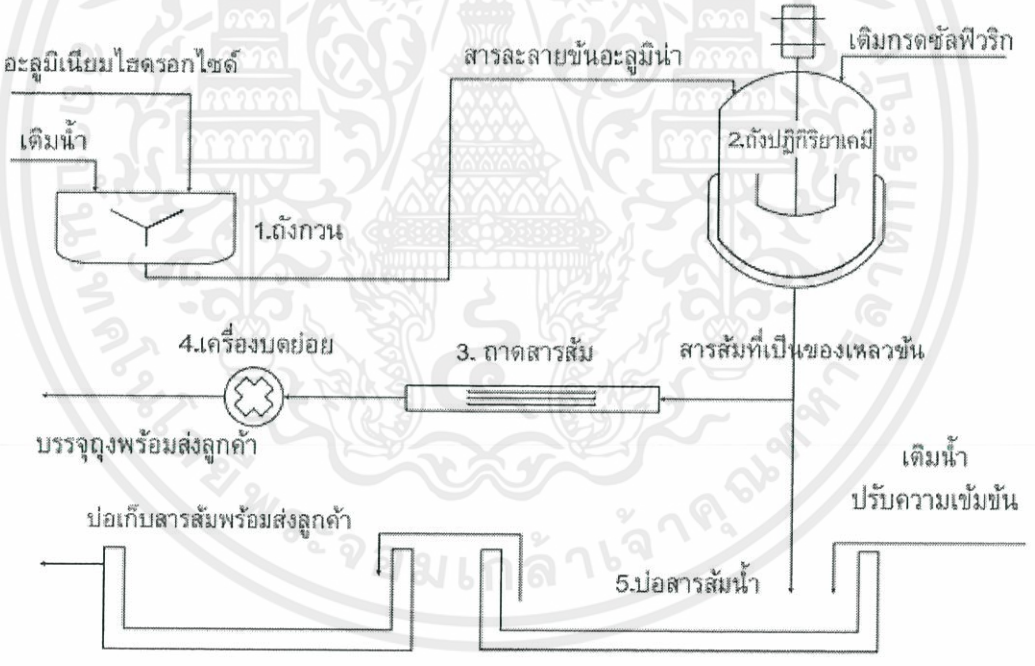
อุตสาหกรรมผลิตเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี ที่มิใช่กลุ่มโรงกลั่น โรงโอเลฟินส์ โรงผลิตมอนอเมอร์ และโรงผลิตพอลิเมอร์ ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตสี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ปุ๋ย กรดไนตริก สารส้ม โซดาไฟ และการผลิตผงคาร์บอนแบล็ค เคมีภัณฑ์เหล่านี้ล้วนผลิตจากวัตถุดิบที่สำคัญ 3 แหล่ง ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติและแร่ ซึ่งอุตสาหกรรมแต่ละประเภทนี้จะมีการปลดปล่อยสารมลพิษในส่วนกระบวนการผลิต จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ตัวอย่างกระบวนการผลิตในกลุ่มนี้ ได้แก่ กระบวนการผลิตผงคาร์บอนแบล็ค [11] วัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตผงคาร์บอนคือ น้ำมันดิบ (Carbon lack feedstock oil) ที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันดิบ โดยมีขั้นตอนการผลิตผงคาร์บอนแบล็ค แสดงดังรูปที่ 2.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตผงคาร์บอนแบล็ค [11]

จากรูปที่ 2.3 กระบวนการการผลิตคาร์บอนแบล็คเริ่มต้นจากการฉีดสารไฮโดรคาร์บอน ซึ่งในที่นี้คือน้ำมันดิบพร้อมน้ำมันเตาเข้าไปในเตาปฏิกรณ์ (Reactor) ในอุณหภูมิสูงระหว่าง 1,600 ถึง 2,000 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารไฮโดรคาร์บอนแตกตัวเป็นเขม่า (Carbon) และไฮโดรเจน (Hydrogen) กระบวนการนี้จะถูกหยุดลงโดยการทำให้เย็นด้วยน้ำ (Quenching) จากนั้นลดอุณหภูมิทั้งเขม่าและไฮโดรเจน โดยไหลผ่านไปยังเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) เพื่อถ่ายเทความร้อนและเพิ่มอุณหภูมิของอากาศที่ใช้สำหรับสำหรับฉีดเข้าเตาปฏิกรณ์ เขม่าที่ผ่านขั้นตอนนี้ก็จะถูกทำให้เย็นลงอีกโดยใช้น้ำหล่อเย็น จากนั้นจะส่งไปตามท่อเข้าไปในเครื่องกรองเขม่า (Bag filter) จะแยกเขม่าออกจากก๊าซโดยเครื่องกรองแลส่งไปที่เครื่องบด (Micro pulverizer) เพื่อป้องกันอนุภาคที่หยาบหรือจับตัวกันเป็นก้อนเล็ก ๆ ไม่ให้ผ่านเข้าไป จากขั้นตอนนี้จะส่งเข้าเครื่องผสม (Mixer) แล้วทำให้เป็นเม็ด (Pellet) และส่งผ่านเข้าเครื่องอบแห้ง (Rotary dryer) ได้เป็นผงคาร์บอนแบล็ค จะเห็นได้ว่าจากกระบวนการผลิตมีการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงล้วนมีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ ส่วนกระบวนผลิตสารส้มก็เป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่มีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศเช่นกัน กระบวนการผลิตสารส้ม [12] สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการผลิตของอุตสาหกรรมการผลิตสารส้มจากอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ [12]

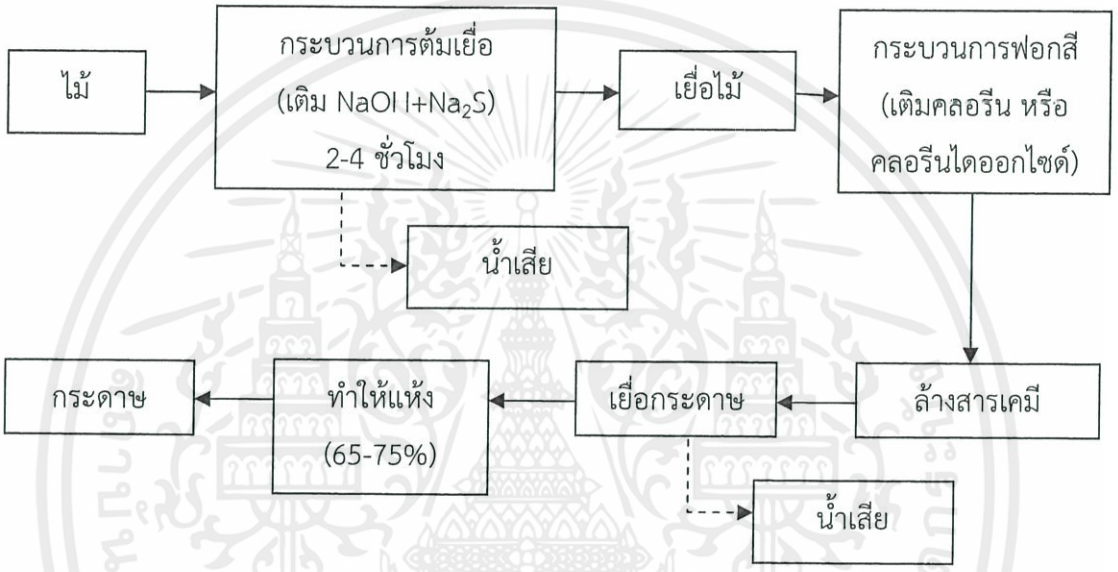
จากรูปที่ 2.4 แสดงขั้นตอนการผลิตของอุตสาหกรรมการผลิตสารส้มจากอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ขั้นตอนแรก คือ การเตรียมสายละลาย (Slurry) โดยนำอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ผสมกับน้ำในถังกวน จากนั้นนำสารละลายที่ได้ทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกที่อุณหภูมิ 110 ถึง 120 องศาเซลเซียส ในขั้นตอนสามารถปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศออกมาได้เนื่องจากมีการใช้อุณหภูมิสูง ขั้นตอนต่อไป คือ การปล่อยสารส้มให้ตกผลึกเป็นของแข็ง จะได้เป็นผลิตภัณฑ์สารส้มเพื่อจำหน่ายต่อไป จากกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตที่ได้ยกตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าจังหวัดระยองมีกลุ่มอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท กระบวนการผลิตที่แตกต่างเหล่านี้ล้วนมีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในปริมาณแตกต่างกัน

2.1.4 อุตสาหกรรมอื่น ๆ [13]

ประเภทอุตสาหกรรมอื่น ๆ ในที่นี้ หมายถึงอุตสาหกรรมการผลิตสิ่งทอ อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้า รวมถึงอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งอุตสาหกรรมแต่ละประเภทนี้จะมีการปลดปล่อยสารมลพิษในส่วนกระบวนการผลิตที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง และบริเวณถังกักเก็บ ตัวอย่างในอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษมีขั้นตอนการผลิตแสดงได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการผลิตของอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ [13]

จากรูปที่ 2.5 แสดงขั้นตอนการผลิตของอุตสาหกรรมกระดาษ โดยเริ่มจากการนำไม้มาต้มเพื่อแยกสารลิกนินภายในเนื้อไม้ออกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมซัลไฟด์ ซึ่งจะก่อให้เกิดน้ำเสียสีดำ นอกจากนี้การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์จากกระบวนการต้มเยื่อ ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และระบบการเผาไหม้ที่ใช้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันเจือปน จะมีการปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ขึ้น ขั้นตอนต่อไป คือ การนำเยื่อไม้ที่ปราศจากลิกนินมาฟอกสีด้วยคลอรีนหรือคลอรีนไดออกไซด์ แล้วล้างสารที่ฟอกสีออก จากนั้นนำเยื่อกระดาษที่ผ่านการล้างจะมีความชื้นสูงไปลดความชื้นเพื่อให้ได้เยื่อแห้งรอการทำเป็นกระดาษต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 มลพิษทางอากาศจากภาคอุตสาหกรรมและแหล่งกำเนิด

ส่วนของอุตสาหกรรมผลิตโลหะ ผลิตเคมีภัณฑ์ และอุตสาหกรรมอื่น ๆ จะมีมลพิษทางอากาศหลัก ๆ ที่ปลดปล่อย คือ สารประกอบอินทรีย์ระเหย ออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของซัลเฟอร์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก ซึ่งมีลักษณะและแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 สารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds: VOCs) [14]

สารอินทรีย์ระเหย หมายถึง สารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก และมีไฮโดรเจน ออกซิเจน ฟลูออไรด์ คลอไรด์ โบรไมด์ ซัลเฟอร์ หรือ ไนโตรเจน ประกอบกันเป็นสารประเภทอะลิฟาติก (Aliphatic) หรืออะโรเมติก (Aromatic) กลุ่มคาร์บอนิล (อัลดีไฮด์ คีโตน) รวมถึงกลุ่มแอลกอฮอล์ ที่สามารถระเหยกลายเป็นไอได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง เช่นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เป็นต้น ซึ่งจะปลดปล่อยมาจากกระบวนการผลิต อุปกรณ์ และข้อต่อต่างๆ รวมทั้งจากกระบวนการเผาไหม้ของน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ โดยการแพร่กระจายของสารอินทรีย์ระเหยก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศส่งผลกระทบต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ความเป็นพิษของสารอินทรีย์ระเหยมาจากการที่สารอินทรีย์ระเหยสามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับออกไซด์ของไนโตรเจน ทำให้เกิดก๊าซโอโซน และสารมลพิษทางอากาศอื่น ๆ อีกหลายชนิด

2.2.2 ออกไซด์ของไนโตรเจน (Nitrogen Oxides: NO_x) [15]

ออกไซด์ของไนโตรเจน คือ สารที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจนและออกซิเจน เกิดจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น แหล่งกำเนิดส่วนใหญ่นั้นมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากกระบวนการเผาไหม้ในโรงงาน ออกไซด์ของไนโตรเจนสามารถทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ระเหย ทำให้เกิดก๊าซโอโซนในระดับพื้นดิน และสามารถทำปฏิกิริยาต่อกลายเป็นกรดไนตริก ซึ่งหากรวมตัวกับฝนจะทำให้เกิดสภาวะฝนกรด

2.2.3 ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (Sulfur Oxides: SO_x) [16]

ออกไซด์ของซัลเฟอร์ คือ สารที่เกิดจากการรวมตัวของสารกำมะถันกับก๊าซออกซิเจนในอากาศขณะเผาไหม้ เช่น การเผาถ่านหิน และน้ำมันเตาจากกระบวนการเผาไหม้ในโรงงาน นอกจากนี้อาจเกิดจากกระบวนการผลิตในโรงงานโดยตรงจากอุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม อุตสาหกรรมผลิตกรดกำมะถัน และอุตสาหกรรมถลุงสินแร่โลหะที่มีสารกำมะถันเจือปนอยู่ โดยปริมาณออกไซด์ของซัลเฟอร์ที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณเชื้อเพลิงที่เผา และปริมาณสารกำมะถันที่เจือปนอยู่ในเชื้อเพลิง ออกไซด์ของซัลเฟอร์เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่ไวไฟ สามารถทำให้เกิดการระคายเคืองตา เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ อีกทั้งก่อให้เกิดฝนกรดส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particulates: PM_{10}) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide: CO) [17-19]

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก คือ ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากโรงงานอุตสาหกรรม ฝุ่นละอองขนาดเล็กก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบหายใจ ทำให้ระคายเคืองและการสะสมของฝุ่นในถุงลมปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมลง

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ คือ สารมลพิษทางอากาศที่มีการปลดปล่อยในปริมาณมากที่สุด เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ในโรงงานอุตสาหกรรม ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เนื่องจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์รวมตัวกับฮีโมโกลบิน (Haemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงเร็วกว่าออกซิเจน ทำให้ร่างกายเกิดภาวะสมองขาดออกซิเจน

2.3 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ [20]

2.3.1 วิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

วิธีการประเมินที่นิยมใช้ในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ ได้แก่ การตรวจวัด (Measurement) การทำสมดุลมวล (Mass balance/Material accounting) การคาดการณ์ทางวิศวกรรม (Engineering judgments) การใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษ (Emission factor) และการใช้แบบจำลองในการประเมินการปลดปล่อย (Emission model) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การตรวจวัด (Measurement) คือ การใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดมลพิษทางอากาศอย่างต่อเนื่อง (Continuous emission monitoring) ซึ่งรายงานผลการตรวจวัดนี้ได้มาจากการตรวจวัดของแต่ละโรงงานในส่วนของกระบวนการผลิตที่มีการรั่วไหลหรือข้อมูลการตรวจวัดจากปล่อง โดยวัดจากความเข้มข้นของสารเพื่อประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ การประเมินโดยวิธีนี้ ต้องได้ข้อมูลการตรวจวัดของทุกโรงงานและรายงานข้อมูลการตรวจวัดตลอดเวลา จึงจะสามารถได้ข้อมูลประเมินการปลดปล่อยที่ถูกต้อง

2. การทำสมดุลมวล (Mass balance/Material accounting) ของกระบวนการผลิต การประเมินวิธีนี้ทำโดยการวิเคราะห์กระบวนการผลิต เพื่อให้ทราบว่ากระบวนการผลิตนั้นเกิดการปลดปล่อยในส่วนใดของกระบวนการ และปริมาณมากน้อยเพียงใด เพื่อที่จะสามารถหาทางพัฒนาหรือแก้ไขกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น เหมาะสำหรับกระบวนการผลิตที่มีการปลดปล่อยมลพิษต่อปริมาณการผลิตในปริมาณมาก แต่การประเมินโดยวิธีการนี้ต้องทราบข้อมูลของกระบวนการผลิตโดยละเอียด จึงจะสามารถทำการประเมินการปลดปล่อยที่ถูกต้องและได้ความแม่นยำสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การคาดการณ์ทางวิศวกรรม (Engineering judgments) วิธีการประเมินนี้ใช้การคาดประมาณปลดปล่อยโดยใช้คุณสมบัติทางฟิสิกส์และคุณสมบัติทางเคมีของสาร ร่วมกับความสัมพันธ์ทาง

คณิตศาสตร์มาประกอบการคาดประมาณ การประเมินวิธีนี้จะใช้ต่อเมื่อไม่สามารถตรวจวัดหาปริมาณการปลดปล่อยได้ หรือในกรณีข้อมูลที่ได้ไม่เพียงพอจนไม่สามารถประเมินด้วยวิธีอื่นที่ได้ เนื่องจากวิธีนี้มีความแม่นยำต่ำ

4. การใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษ (Emission factor) วิธีการประเมินนี้นำข้อมูลที่จากการตรวจวัดมาพัฒนาเป็นค่าปัจจัยการปลดปล่อย ซึ่งวิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทำได้โดยนำค่าปัจจัยการปลดปล่อยที่ได้จากหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือคูณกับอัตราการดำเนินกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษ (Activity data) หรือข้อมูลพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตทำให้ทราบถึงปริมาณการปลดปล่อยได้

ในปริญญานิพนธ์นี้ใช้วิธีการประเมินการปลดปล่อย ทีใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษ เนื่องจากเป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีอยู่

2.3.2 การประเมินการปลดปล่อยโดยการใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษ

วิธีใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษสามารถประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศคำนวณได้โดยนำค่าปัจจัยการปลดปล่อยคูณกับอัตราการดำเนินกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษ ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้ได้ใช้ข้อมูลกำลังการผลิตและอัตราการใช้พลังงานแทนอัตราการดำเนินกิจกรรม ส่วนค่าปัจจัยการปลดปล่อยมาจากค่าเฉลี่ยของปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้น ปริมาณการปลดปล่อยที่ได้จากการตรวจวัดและมีการรายงานในเอกสารและรายงานต่าง ๆ จากการคำนวณโดยวิธีการนี้อาจจะสูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริงได้ขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลปัจจัยการปลดปล่อยและข้อมูลกิจกรรม เพื่อลดความคลาดเคลื่อนควรเลือกค่าปัจจัยการปลดปล่อยให้คล้ายคลึงกับลักษณะกระบวนการผลิต เครื่องจักร หรืออุปกรณ์มากที่สุด โดยสมการทั่วไปสำหรับการประเมินการปลดปล่อยแสดงดังสมการที่ (2.1)

$$E = A \times EF \qquad (2.1)$$

โดยที่ E คือ ปริมาณการปลดปล่อย (Emission)

A คือ อัตราของกิจกรรมที่ทำให้เกิดการปลดปล่อยมลพิษ (Activity rate)

EF คือ ค่าปัจจัยการปลดปล่อย (Emission factor)

2.3.3 ค่าปัจจัยการปลดปล่อย (Emission factor)

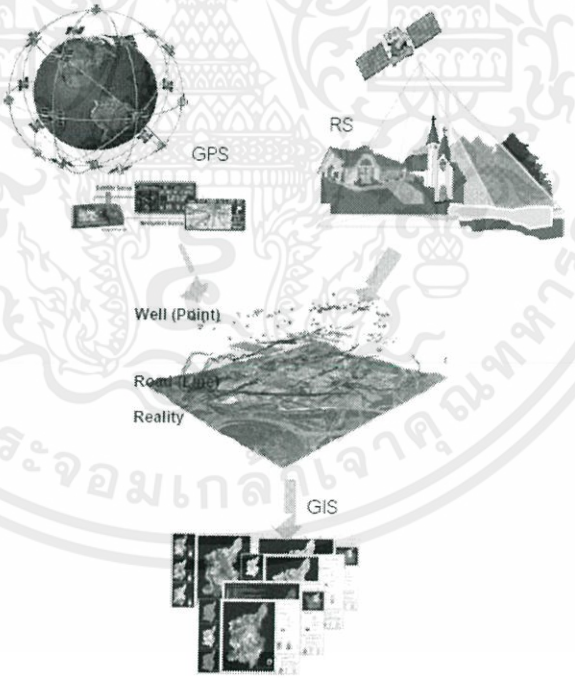
ค่าปัจจัยการปลดปล่อย คือ ข้อมูลที่ได้รับการพัฒนาจากข้อมูลการตรวจวัดในบริเวณแหล่งกำเนิดที่มีการปลดปล่อยสารมลพิษจริง จากการศึกษาในครั้งนี้ได้รวบรวมค่าปัจจัยการปลดปล่อยมาจาก Emission Inventory Improvement Program (EIIP) ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency: U.S. EPA) และจากคู่มือแนะนำการทำบัญชีการปลดปล่อย EMEP/CORINAIR ขององค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหภาพยุโรป [21] ในส่วนของกระบวนการผลิต และรายงานฉบับสมบูรณ์จากโครงการฐานข้อมูลการระบายมลพิษสำหรับนำเข้าแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อใช้ประเมินคุณภาพอากาศกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จากค่าปัจจัยการปลดปล่อยที่ได้รวบรวมมานั้นจะใช้ในการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ โดยเป็นค่าที่ใช้คูณกับอัตราการดำเนินกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษ ซึ่งหน่วยของค่าปัจจัยการปลดปล่อย คือ กิโลกรัมการปลดปล่อยต่อกำลังการผลิต

2.4 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) [22]

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ การแปลงข้อมูลให้แสดงผลในรูปของพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยความสัมพันธ์กับตำแหน่งเชิงพื้นที่ สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกโดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (ละติจูดและลองติจูด) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้นำเทคโนโลยีด้านการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing: RS) และเทคโนโลยีการกำหนดพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) รวมเข้าด้วยกันและพัฒนาจนกลายเป็นเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเทคโนโลยีทั้ง 2 ด้านนี้ต่างมีส่วนในการสนับสนุนและส่งเสริมซึ่งกันและกัน ส่งผลให้การปฏิบัติงานการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ มีความถูกต้องสมบูรณ์ แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ของระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกและการสำรวจระยะไกลที่มีต่อระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ [22]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ใช้ประโยชน์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อเป็นตัวช่วยในการแปลงข้อมูล ให้แสดงในรูปข้อมูลเชิงพื้นที่ (แผนที่) เพื่อแสดงให้เห็นถึงปริมาณการปลดปล่อย และการ

แพร่กระจายของสารมลพิษ ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถนำมาวิเคราะห์และสื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่าข้อมูลในรูปแบบอื่น โดยข้อมูลเหล่านี้เมื่อแสดงในรูปของแผนที่จะส่งผลทำให้สามารถสื่อความหมายและเข้าใจได้ง่ายกว่าการแสดงผลในรูปแบบอื่น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิรมล วิสุทธิธาดาพงศ์ และคณะ [4] จัดทำบัญชีการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากโรงงานผลิตพอลิเมอร์ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง โดยใช้วิธีการประเมินจากค่าปัจจัยการปลดปล่อยจากกระบวนการผลิต ซึ่งศึกษาจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment: EIA) และข้อมูลการตรวจวัดจากปล่องระบายควันของการนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด สามารถประเมินโรงงานโพลิเมอร์ได้ทั้งหมด 18 โรงงาน พบว่าแหล่งกำเนิดที่สำคัญที่มีการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหย ได้แก่ ถังกักเก็บ ปั๊ม วาล์ว ข้อต่อ ข้องอ หอเผา และแหล่งกำเนิดที่มีการเผาไหม้ จากผลการประเมินพบว่าปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากโรงงานพอลิเมอร์ 8,152 ตันต่อปี โรงงานผลิตโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง 2,832 ตันต่อปี และโรงงานผลิตโพลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ 2,740 ตันต่อปี สามารถจำแนกองค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยได้ดังนี้ สารอินทรีย์ระเหยที่ไม่สามารถระบุชนิด (สารประกอบไฮโดรคาร์บอน) 1,615 ตันต่อปี ส่วนสารอินทรีย์ระเหยที่สามารถระบุชนิดได้ คือ สไตรีน (Styrene) ที่มีการปลดปล่อยในปริมาณสูงที่สุด คือ 878 ตันต่อปี อีกทั้งยังสามารถจัดทำบัญชีการปลดปล่อยจากออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของซัลเฟอร์ และฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน และจัดทำแผนภาพตำแหน่งการกระจายของสารมลพิษโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำให้เห็นตำแหน่งพื้นที่ที่สารมลพิษเกิดการกระจายตัวได้อย่างชัดเจน จากปริญญานิพนธ์นี้ถือเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหามลพิษที่ปลดปล่อยจากภาคอุตสาหกรรม และสามารถนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองคุณภาพอากาศต่อไป

รภัทร โตอ่อน [5] ประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงกลั่น โรงผลิตโอเลฟินส์และโรงมอนอเมอร์ ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดระยอง โดยอาศัยข้อมูลกำลังการผลิตและกระบวนการผลิตจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมและรายงานอื่น ประเมินการปลดปล่อยด้วยวิธีการใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อย และแบบจำลองจาก Compilation of Air Pollutant Emission Factors (AP-42) ของประเทศสหรัฐอเมริกา The National Pollutant และ Inventory (NPI) ของประเทศออสเตรเลีย และโปรแกรม TANK 4.0.9d จากประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการประเมินปริมาณสารมลพิษทั้งหมดของโรงโอเลฟินส์ และโรงกลั่นจำนวนทั้งสิ้น 11 โรง พบว่าโรงกลั่น 4 โรง มีการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยสูงที่สุด 11,455 ตันต่อปี ออกไซด์ของไนโตรเจน 9,642 ตันต่อปีและคาร์บอนมอนอกไซด์ 7,113.27 ตันต่อปี โรงโอเลฟินส์จำนวน 7 โรง มีปริมาณการปลดปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจนสูงสุด 21,476.06 ตันต่อปี สารอินทรีย์ระเหย 12,355.78 ตันต่อปี และคาร์บอนมอนอกไซด์ 17,113.27 ตันต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการประเมินพบว่าสารอินทรีย์ระเหยส่วนใหญ่ปลดปล่อยออกจากกระบวนการผลิตและถังกักเก็บ และจากการจำแนกองค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหย พบว่าโรงกลั่นมีการปลดปล่อยฟอร์มัลดีไฮด์สูงที่สุด 366.89 ตันต่อปี รองลงมาคือนอร์มอลเฮกเซน 307.08 ตันต่อปี ส่วนโรงโอเลฟินส์มีการปลดปล่อยสารนอร์มอลเฮกเซนสูงที่สุด รองลงมาคือฟอร์มัลดีไฮด์ 951.66 และ 234.62 ตันต่อปี ในส่วนของโรงมอนอเมอร์ จำนวน 8 โรง เมื่อใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยจาก European Environment Agency ของประเทศในยุโรป และวารสาร Determination of Volatile Organic Profiles and Photochemical Potentials from Chemical Manufacture Process Vents จากประเทศไต้หวัน พบว่ามีการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยโดยรวมปริมาณ 2,585.71 ตันต่อปี โดยโรงมอนอมอร์ปลดปล่อยจากข้อต่อ ปั๊ม วาล์ว และช่องระบายแก๊สออกจากถังปฏิกรณ์ สูงที่สุด เมื่อแยกตามชนิดสารอินทรีย์ระเหยพบว่าปลดปล่อยออร์โธไซลีนสูงที่สุด รองลงมาคือเมตาไซลีนและพาราไซลีน คิดเป็น 601.44 และ 520.16 ตันต่อปี

อุดมลักษณ์ มณีศิริรัตน์ และคณะ [23] จัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษจากการใช้ค่าอัตราการใช้พลังงานของแหล่งอุตสาหกรรมในประเทศไทยในปี พ.ศ.2548 จากกรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน โดยใช้วิธีการประเมินจากค่าปัจจัยการปลดปล่อย จากการรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยสามารถแบ่งโรงงานได้ 11 กลุ่ม จากนั้นศึกษาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ซึ่งผลการประเมินการปลดปล่อยของทั้งประเทศพบว่ามีการปลดปล่อยออกไซด์ของซัลเฟอร์สูงที่สุดอยู่ที่ 2,510 กิโลตันต่อปี ฝุ่นละอองขนาดเล็ก 1,786 กิโลตันต่อปี ออกไซด์ของไนโตรเจน 908 กิโลตันต่อปี คาร์บอนมอนอกไซด์ 722 กิโลตันต่อปี และสารอินทรีย์ระเหย 71 กิโลตันต่อปี โดยประเภทของโรงงานที่ปลดปล่อยออกไซด์ของซัลเฟอร์และฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอนมากที่สุดคือโรงไฟฟ้า และหากเปรียบเทียบการปลดปล่อยมลพิษตามพื้นที่พบว่าภาคเหนือมีการปลดปล่อยสารมลพิษมากที่สุด

Wei Wei และคณะ [24] ศึกษาเรื่องการคาดการณ์สารอินทรีย์ระเหยในประเทศจีนในปี ค.ศ.2010 ถึง ค.ศ.2020 จากผลการศึกษาในปี ค.ศ.2005 พบว่าการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจาก 19.4 ล้านตัน ในปี ค.ศ.2005 เป็น 25.9 ล้านตัน ค.ศ.2010 บริเวณที่พบการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยที่เพิ่มสูงขึ้นคือพื้นที่อุตสาหกรรม จากอุตสาหกรรมประเภทปิโตรเคมิคอลเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมผลิตสี หมึกพิมพ์ รวมถึงบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น พื้นที่ดังกล่าวอยู่บริเวณภาคตะวันออกของประเทศจีน ประเทศจีนจึงออกมาตรการในการควบคุม คือการออกกฎหมายควบคุมปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหย และการติดตั้งระบบบำบัดสารอินทรีย์ระเหยในโรงงาน ส่งผลให้ช่วยลดการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยได้ อย่างไรก็ตามปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

Zbigniew Klimont และคณะ [25] ศึกษาเรื่องการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยที่ไม่ใช่มีเทนจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เกิดขึ้นในประเทศจีนพบว่า ในปี ค.ศ.1990 มีการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยที่

ไม่ใช่มีเทนจากการเผาไหม้จากแหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่มากที่สุด รองลงมาเป็นจากการขนส่ง ตัวทำละลาย การฝังกลบของเสีย การสกัด อุตสาหกรรมเคมีและอื่น ๆ ตามลำดับ ในปี ค.ศ.1995 ถึง ค.ศ. 2020 มีการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจากกิจกรรมทุกกิจกรรม และพบว่ามีการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยที่ไม่ใช่มีเทนจากตัวทำละลายเพิ่มขึ้นจาก 11% ในปี ค.ศ.1990 เป็น 32% ในปี ค.ศ.2020 ซึ่งเป็นอัตราการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยที่ไม่ใช่มีเทนมากที่สุด และมีการปลดปล่อยอินทรีย์ระเหยที่ไม่ใช่มีเทนเพิ่มขึ้นจาก 11.1 ล้านตัน ในปี ค.ศ.1990 เป็น 18.2 ล้านตัน ในปี ค.ศ.2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานปริญญานิพนธ์เพื่อประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมโลหะ และเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี (นอกเหนือจากโรงงานผลิตพอลิเมอร์ มอนอเมอร์ โรงกลั่น และโอเลฟินส์) ในพื้นที่จังหวัดระยอง ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ คือ การศึกษาและรวบรวมข้อมูล และการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยอง

การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

3.1.1 การศึกษาและการรวบรวมข้อมูล

จากปัญหาการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชากรในพื้นที่จังหวัดระยอง ทำให้ต้องมีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่บ่งบอกลักษณะ และประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งก่อให้เกิดกิจกรรมที่จะส่งผลต่อการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ โดยมีขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ศึกษาประเภทของโรงงาน 107 ประเภท จากข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรม และเลือกประเภทโรงงานที่คาดว่าจะมีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศเพื่อมาทำการศึกษาในปริญญานิพนธ์ โดยเลือกประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากกลุ่มโรงงานที่ยังไม่ได้ทำการประเมินก่อนหน้านี้ โดยกลุ่มของโรงงานที่เลือกทำ คือ โรงงานประเภทที่ 59 (โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการถลุง หลอม หล่อ รีด ดึง หรือผลิตเหล็กหรือเหล็กกล้าในขั้นต้น (Iron and steel basic industries)) และโรงงานประเภทที่ 42 (โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี ซึ่งมิใช่ปุ๋ยอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง)

2. รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดระยองที่คัดเลือกมาจากข้อ 1 จากฐานข้อมูลโรงงานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อที่จะได้ทราบลักษณะการประกอบกิจการ และข้อมูลต่าง ๆ อาทิ กำลังของเครื่องจักร และรวบรวมกำลังการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจากรายงานของสำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม รายงานประจำปีของแต่ละบริษัท อัตราการใช้พลังงานจากกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ และอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รวบรวมค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกระบวนการผลิตให้สอดคล้องกับข้อมูลลักษณะการประกอบกิจการของการผลิตที่ได้จากข้อ 2 เพื่อใช้ในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือต่าง ๆ อาทิ Emission Inventory Improvement Program (EIIP) ซึ่ง

ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency: U.S. EPA) คู่มือแนะนำการทำบัญชีการปลดปล่อย EMEP/CORINAIR ขององค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหภาพยุโรปในส่วนของกระบวนการผลิต และรายงานฉบับสมบูรณ์จากโครงการฐานข้อมูลการระบายมลพิษสำหรับนำเข้าแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อใช้ประเมินคุณภาพอากาศของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

4. บันทึกข้อมูลที่ได้รวบรวมข้างต้น ได้แก่ กำลังการผลิตของแต่ละโรงงาน ค่าปัจจัยการปลดปล่อย อัตราการใช้พลังงาน และกำลังของเครื่องจักร ลงในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้สะดวกในการนำไปใช้ประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศต่อไป

3.1.2 การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ

การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมแต่ละประเภทจะใช้วิธีค่าปัจจัยการปลดปล่อย โดยใช้กำลังการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละโรงงานเป็นอัตรากิจกรรมสำหรับประเมิน แต่สำหรับโรงงานที่ไม่มีข้อมูลอัตราการผลิต จะประเมินด้วยการใช้ข้อมูลการใช้พลังงาน ซึ่งมีรายละเอียดของการประเมินดังนี้

3.1.2.1 การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศสำหรับโรงงานที่มีค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกระบวนการผลิตและกำลังการผลิต

การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศด้วยวิธีค่าปัจจัยการปลดปล่อยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2.1) ดังนี้

$$E = A \times EF \qquad (2.1)$$

โดยที่ E คือ ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ (กิโลกรัม/ปี)
A คือ กำลังการผลิตของโรงงาน (ตัน/ปี)
EF คือ ค่าปัจจัยการปลดปล่อย (กิโลกรัม/ตัน)

การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศสำหรับโรงงานที่มีค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกระบวนการผลิตและกำลังการผลิตเป็นอัตรากิจกรรมนี้ สามารถประเมินปริมาณสารมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมโลหะ (โรงงานประเภทที่ 59) ซึ่งประกอบด้วยอุตสาหกรรมเหล็กขั้นกลาง และเหล็กขั้นปลาย ได้ทั้งหมด 29 โรงงาน รายละเอียดการคำนวณของอุตสาหกรรมเหล็กแต่ละประเภทมีดังนี้

1) การประเมินมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมเหล็กขั้นกลาง

สำหรับอุตสาหกรรมเหล็กขั้นกลาง จะมีวิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ประเมินการปลดปล่อยด้วยกำลังการผลิตของโรงงานคูณกับค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกระบวนการผลิตที่ได้รวบรวมจากคู่มือแนะนำการทำบัญชีการปลดปล่อย EMEP/CORINAIR ขององค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหภาพยุโรปในส่วนของกระบวนการผลิตตามสมการที่ (2.1) โดยสารมลพิษที่สามารถประเมินการปลดปล่อยได้ คือ สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และสารโลหะหนัก ได้แก่ As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb และZn

2. ประเมินการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแยกรายชนิด โดยนำปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยที่ได้จากข้อที่ 1 มาคูณกับองค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดที่ประเมินจากอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลาง จากตารางแยกชนิดสาร ดังแสดงในตารางที่ ก.2 ในภาคผนวก ก

2) การประเมินมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมเหล็กขั้นปลาย

สำหรับอุตสาหกรรมเหล็กขั้นปลาย จะมีวิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศดังนี้

ประเมินการปลดปล่อยด้วยกำลังการผลิตของโรงงานคูณกับค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกระบวนการผลิตที่ได้รวบรวมจาก Emission Inventory Improvement Program (EIIP) ตามสมการที่ (2.1) สารมลพิษที่สามารถประเมินการปลดปล่อยได้ คือ สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10})

การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศสำหรับโรงงานที่มีค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกระบวนการผลิตและกำลังการผลิต ซึ่งค่าปัจจัยการปลดปล่อยนี้จะส่งผลต่อปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศที่ประเมินได้ ตัวอย่างของค่าปัจจัยการปลดปล่อยสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของกระบวนการผลิตเหล็กขั้นกลาง

Process	Compound	Emission factor (g/ton)	Data quality	Reference
Electric arc furnace	PM_{10}	11,020	E	CORINAIR (2006)
	SO_x	350	D	
	NO_x	470	D	
	VOCs	58	D	
	CO	1,500	D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของกระบวนการผลิตเหล็กขั้นปลาย

Process	Compound	Emission factor (g/ton)	Reference
Reheat furnace	PM_{10}	36.29	EIIP
	NO_x	362.87	
	VOCs	4.54	

3.1.2.2 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศสำหรับโรงงานที่ไม่มีค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกระบวนการผลิตและกำลังการผลิต

สำหรับโรงงานที่ไม่มีค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกระบวนการผลิตและกำลังการผลิตของผลิตภัณฑ์ของแต่ละโรงงาน จะประเมินด้วยอัตราการใช้พลังงานจากกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ หรือกำลังของเครื่องจักรตามลำดับ รายละเอียดของแต่ละวิธีเป็นดังนี้

1) การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากอัตราการใช้พลังงาน

สำหรับโรงงานที่ไม่มีค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกระบวนการผลิตและกำลังการผลิตผลิตภัณฑ์ของแต่ละโรงงาน หากมีข้อมูลการใช้พลังงาน จะประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากการใช้พลังงาน โดยข้อมูลที่ใช้ในการประเมินประกอบด้วย ชนิดและปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงาน ค่าปัจจัยการปลดปล่อยแยกตามชนิดของเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพในการลดสารมลพิษที่ปลดปล่อยออกมา และทำการประเมินการปลดปล่อยตามสมการที่ (3.1)

$$E = [A_i \times EF_{i,j} \times (1-ER_j/100)] \quad (3.1)$$

โดยที่ E คือ ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ (กิโลกรัม/ปี)

A คือ อัตราการใช้พลังงาน (ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ: toe/ปี)

EF คือ ค่าปัจจัยการปลดปล่อย (ปอนด์/อัตราการใช้พลังงานในหน่วยตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ: toe)

ER คือ ค่าประสิทธิภาพในการลดสารมลพิษที่ปลดปล่อยออกมา (Overall emission reduction efficiency: %)

i คือ ชนิดของเชื้อเพลิง

j คือ ชนิดของมลพิษทางอากาศที่ปลดปล่อยออกมา

หมายเหตุ: ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (Tons of oil equivalent: Toe) คือ หน่วยวัดปริมาณพลังงาน ซึ่งบอกปริมาณพลังงานโดยเปรียบเทียบกับปริมาณพลังงานที่ได้จากการเผาน้ำมันดิบจำนวน 1 ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการที่ (3.1) อัตราการใช้พลังงานที่ใช้เป็นอัตรากิจกรรมในการประเมินสารมลพิษทางอากาศนี้จะต้องมีการแปลงหน่วยจากข้อมูลที่มี คือ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในแต่ละประเภท เป็นอัตราการใช้พลังงานในหน่วยตันเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี ซึ่งจะต้องมีการแปลงหน่วย และค่าประสิทธิภาพในการลดสารมลพิษที่ปลดปล่อยออกมานั้นได้มาจากรายงานการพัฒนาบัญชีการปลดปล่อยและข้อมูลสารมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย [26] โดยใช้สมการที่ (3.2)

อัตราการใช้พลังงาน (ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/ปี) = ปริมาณพลังงานที่ใช้แต่ละประเภท × ค่าการแปลงหน่วย (3.2)

สารมลพิษทางอากาศที่สามารถประเมินการปลดปล่อยได้ด้วยวิธีนี้ คือ สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

2) การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากกำลังของเครื่องจักร

การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศในกรณีที่ไม่มีข้อมูลกำลังการผลิตและการใช้พลังงาน จะทำโดยอาศัยข้อมูลกำลังของเครื่องจักร ค่าปัจจัยการปลดปล่อย และประสิทธิภาพในการลดสารมลพิษที่ปลดปล่อยออกมา มาประเมินอัตราการปลดปล่อย ดังสมการที่ (3.3)

$$E = [A \times EF_j \times (1-ER_j/100)] \quad (3.3)$$

โดยที่ E คือ ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ (กิโลกรัม/ปี)
A คือ กำลังของเครื่องจักร (แรงม้า)
EF คือ ค่าปัจจัยการปลดปล่อย (กิโลกรัม/แรงม้า)
ER คือ ค่าประสิทธิภาพในการลดสารมลพิษที่ปลดปล่อยออกมา (Overall emission reduction efficiency: %)
j คือ ชนิดของมลพิษทางอากาศที่ปลดปล่อยออกมา

โดยค่าปัจจัยการปลดปล่อยได้มาจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณการใช้พลังงานต่อจำนวนแรงม้าของโรงงานแต่ละประเภทที่จำแนกตามระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม และค่าประสิทธิภาพในการลดสารมลพิษที่ปลดปล่อยออกมานั้นได้มาจากรายงานการพัฒนาบัญชีการปลดปล่อยและข้อมูลสารมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย [26]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารมลพิษทางอากาศที่สามารถประเมินการปลดปล่อยจากกำลังของเครื่องจักร ได้แก่ สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศสำหรับโรงงานที่ไม่มีค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกระบวนการผลิตและกำลังการผลิต ค่าปัจจัยการปลดปล่อยนี้จะส่งผลต่อปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศที่ประเมินได้ สามารถแสดงตัวอย่างของค่าปัจจัยการปลดปล่อยที่คำนวณจากอัตราการใช้พลังงานแยกตามชนิดของเชื้อเพลิงได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ใช้คำนวณการปลดปล่อยจากอัตราการใช้พลังงานแยกตามชนิดของเชื้อเพลิง

ชนิดเชื้อเพลิง	Emission factor (Lbs/toe)				
	PM_{10}	SO_x	NO_x	VOCs	CO
เบนซิน	3.97	3.33	64.70	83.36	2488.74
โพรเพน	0.26	0.00	8.24	0.22	1.39
ก๊าซธรรมชาติ	0.41	5.59	11.67	0.59	3.31
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	0.18	0.04	9.34	0.27	1.60
ถ่านหิน (Coke)	82.87	61.37	27.54	0.09	0.79
น้ำมันเตา	2.89	46.23	16.20	0.06	1.47
น้ำมันก๊าด (Kerosene)	1.25	32.80	10.53	0.36	2.13
น้ำมันดีเซล	12.31	11.51	175.05	13.89	37.71

3.2 การแปลงข้อมูลการปลดปล่อยให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

นำข้อมูลที่ตั้งโรงงานในพื้นที่จังหวัดระยอง มาหาค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ ได้แก่ ละติจูด และลองติจูด เพื่อนำค่าพิกัดของแต่ละโรงงานมาลงตำแหน่งที่มีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ ด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นการแปลงข้อมูลปริมาณการปลดปล่อยเชิงตัวเลขจาก Microsoft Excel มาแสดงผลในรูปข้อมูลเชิงพื้นที่ (แผนที่) โดยเริ่มจากการแบ่งช่วงข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย เพื่อแสดงผลในรูปของจุดและสีบนแผนที่ แล้วนำเสนอโดยแบ่งตามประเภทของอุตสาหกรรมและแยกสารมลพิษออกเป็นแต่ละชนิด เพื่อแสดงให้เห็นถึงปริมาณการปลดปล่อย และตำแหน่งการแพร่กระจายของสารมลพิษที่ชัดเจนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยอง

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ จากข้อมูลกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยอง และข้อมูลการใช้พลังงาน โดยใช้วิธีการใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยของโรงงานประเภทที่ 59 (โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการถลุง หลอม หล่อ รีด ดึง หรือผลิตเหล็กหรือเหล็กกล้าในขั้นต้น (Iron and steel basic industries)) โรงงานประเภทที่ 42 (โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี ซึ่งมิใช่ปุ๋ยอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง) และโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่น ได้แก่ อโลหะ กระดาษ การไฟฟ้า ก๊าซและการประปา สิ่งทอ อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ และผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศมีดังนี้

4.1 ผลการประเมินปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ปลดปล่อยจากภาคอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยอง

ในพื้นที่จังหวัดระยองเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 1,771 โรง กลุ่มอุตสาหกรรมที่ได้เลือกทำการประเมินทั้งหมด 613 โรง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 34.61 ของโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมดในพื้นที่จังหวัดระยอง จากกลุ่มอุตสาหกรรมที่เลือกประเมินนี้ สามารถประเมินได้ทั้งหมด 535 โรง คิดเป็นร้อยละ 87.28 ของโรงงานอุตสาหกรรมในกลุ่มที่คัดเลือกมา โรงงานที่ไม่สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษได้เนื่องจากไม่มีข้อมูลกำลังการผลิต อัตราการใช้พลังงาน กำลังของเครื่องจักร หรือค่าปัจจัยการปลดปล่อย ข้อมูลแสดงจำนวนโรงงานที่ทำการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้ทำการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ

ประเภทอุตสาหกรรม	จำนวนโรงงานที่ประเมินได้ (โรง)	จำนวนโรงงานทั้งหมด (โรง)
โลหะ	35	36
เคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี	39	43
อโลหะ	67	67
กระดาษ	23	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้ทำการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ

ประเภทอุตสาหกรรม	จำนวนโรงงานที่ประเมินได้ (โรง)	จำนวนโรงงานทั้งหมด (โรง)
ไฟฟ้า ก๊าซและการประปา	11	16
ผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์	266	320
สิ่งทอ	10	15
อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ	84	91
รวม	**535**	**613**

ส่วนปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ประเมินได้ แยกตามประเภทอุตสาหกรรมมีรายละเอียดดังนี้ ผลการประเมินการปลดปล่อยปริมาณสารมลพิษจากโรงงานทั้ง 8 ประเภท สารมลพิษที่มีปริมาณการปลดปล่อยสูงที่สุด คือ ออกไซด์ของซัลเฟอร์ รองลงมา คือ ออกไซด์ของไนโตรเจน ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนอกไซด์ และสารอินทรีย์ระเหยที่อัตรา 91,197.55 61,653.01 23,339.87 13,126.19 และ 1,774.04 ตันต่อปี ตามลำดับ แสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณรวมของสารมลพิษแต่ละชนิดที่ปลดปล่อยจากโรงงานในพื้นที่จังหวัดระยอง

ประเภทอุตสาหกรรม	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ (ตัน/ปี)				
	PM_{10}	SO_x	NO_x	VOCs	CO
โลหะ	8,592.18	4,578.95	4,400.55	94.21	3,488.91
เคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี	54.55	849.03	490.33	30.26	173.17
อโลหะ	132.43	840.77	757.19	25.50	141.98
กระดาษ	945.54	775.89	337.53	1.18	9.96
ไฟฟ้า ก๊าซและการประปา	13,425.06	83,209.05	54,759.8	1,579.89	9,036.71
ผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์	23.02	150.54	467.89	28.22	189.64
สิ่งทอ	64.89	317.13	241.12	8.51	48.19
อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ	102.20	476.19	198.60	6.27	37.63
รวม	**23,339.87**	**91,197.55**	**61,653.01**	**1,774.04**	**13,126.19**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 โรงงานผลิตไฟฟ้า ก๊าซและการประปา ปลดปล่อยสารสารมลพิษมากที่สุด เนื่องจากมีการเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน และน้ำมันปิโตรเลียม ซึ่งอาจมีการปะปนของกำมะถันใน

เชื้อเพลิงจากกระบวนการผลิต รวมทั้งเป็นกระบวนการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นต้นเหตุในการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณออกไซด์ของซัลเฟอร์สูงคือค่าปัจจัยการปลดปล่อยที่นำมาใช้ในการประเมินมีค่าสูง ส่งผลให้ปริมาณการปลดปล่อยสูงตามไปด้วย ส่วนอุตสาหกรรมการผลิตโลหะมีปริมาณการปลดปล่อยรองลงมาเป็นอันดับสอง มีการปลดปล่อยอนุภาคฝุ่นละอองออกมาปริมาณมากที่สุดบริเวณเตาหลอมเหล็กไฟฟ้า เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองซึ่งส่งผลให้มีการปลดปล่อยฝุ่นละอองออกมามากที่สุด ส่วนโรงงานผลิตเคมีภัณฑ์ สารเคมีหรือวัสดุเคมี อโลหะ ผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ สิ่งทอ และอาหาร เครื่องดื่ม มีปริมาณการปลดปล่อยน้อยกว่ามากเนื่องจากปริมาณการใช้พลังงานในการผลิตน้อยกว่าอุตสาหกรรมข้างต้น

4.2 ผลประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศแยกตามประเภทอุตสาหกรรม

4.2.1 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมโลหะ

อุตสาหกรรมโลหะในพื้นที่จังหวัดระยองมีจำนวนทั้งหมด 36 โรงงาน สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศได้ 35 โรงงาน หรือคิดเป็นร้อยละ 97.22 ของอุตสาหกรรมโลหะทั้งหมด ประกอบด้วยอุตสาหกรรมเหล็กขั้นกลาง 1 โรงงาน และอุตสาหกรรมเหล็กขั้นปลาย 35 โรงงาน โดยมีรายละเอียดของข้อมูลโรงงานที่สามารถประเมินได้ดังนี้

1) กรณีที่มีข้อมูลกำลังการผลิต และค่าปัจจัยการปลดปล่อย ทำการประเมินปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากกำลังการผลิต ซึ่งการประเมินนี้จะพิจารณามลพิษรวมทุก ๆ ส่วนของโรงงาน รวมทั้งการปลดปล่อยจากการเผาไหม้แล้ว โดยได้ข้อมูลที่สามารถประเมินการปลดปล่อยทั้งหมด 29 โรงงาน แต่สามารถประเมินสารมลพิษได้เพียง 3 ชนิด ได้แก่ ออกไซด์ของไนโตรเจน ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน และสารอินทรีย์ระเหย คิดเป็นร้อยละ 53.67 ของข้อมูลทั้งหมดที่ประเมินได้

2) ในส่วนของโรงงานที่ไม่ทราบข้อมูลกำลังการผลิต และค่าปัจจัยการปลดปล่อยจากกระบวนการผลิต จะทำการประเมินจากอัตราการใช้พลังงานจริงหรือกำลังของเครื่องจักร โดยแบ่งการประเมินตามชนิดข้อมูลดังนี้

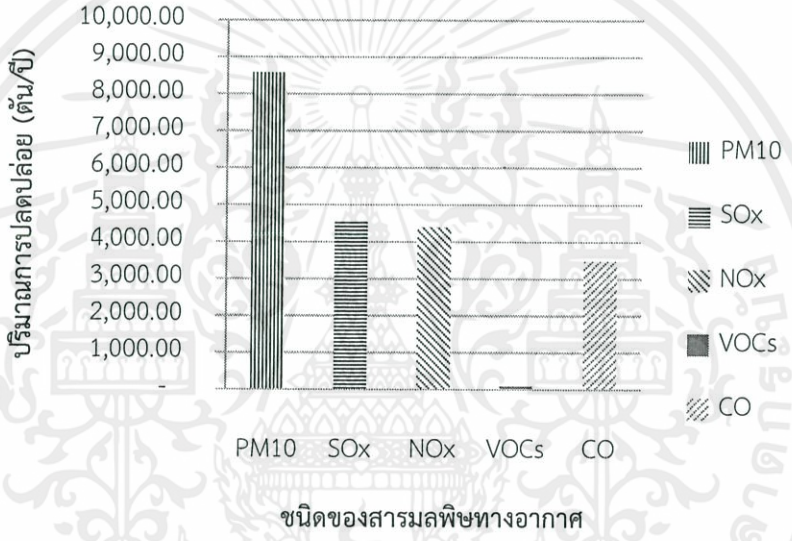
2.1) การประเมินโดยใช้ข้อมูลอัตราการใช้พลังงานจริง สามารถประเมินโรงงานที่ไม่ทราบค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกระบวนการผลิตในการประเมินออกไซด์ของซัลเฟอร์ และคาร์บอนมอนอกไซด์ ได้เพิ่มเติม 14 โรง เพื่อเพิ่มเติมข้อมูลในส่วนของโรงงานโลหะที่ประเมินสารมลพิษได้เพียง 3 สาร คิดเป็นร้อยละ 18.08 ของข้อมูลที่ประเมินได้

2.2) การประเมินโดยใช้ข้อมูลกำลังของเครื่องจักร การประเมินโดยวิธีนี้จะใช้สำหรับการประเมินในกรณีที่ไม่ทราบข้อมูลกำลังการผลิต และข้อมูลอัตราการใช้พลังงานจริง แต่มีข้อมูลจำนวนแรงม้าของโรงงานและอาศัยปัจจัยการปลดปล่อยต่อแรงม้าที่อธิบายไว้ในบทที่ 3 จากโรงงานทั้งหมด 35 โรง สามารถประเมินการปลดปล่อยด้วยวิธีนี้ในส่วนของโรงงานที่ยังไม่สามารถประเมินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลดปล่อยสารมลพิษครบทั้ง 5 สาร จำนวน 6 โรง อีกทั้งสามารถประเมินสารออกไซด์ของซัลเฟอร์และคาร์บอนมอนอกไซด์จากโรงงานที่ไม่ทราบกำลังการผลิต และข้อมูลอัตราการใช้พลังงานจริงได้เพิ่มเติม 15 โรง ซึ่งการประเมินโดยการใช้ข้อมูลกำลังของเครื่องจักร คิดเป็นร้อยละ 28.25 ของข้อมูลทั้งหมดที่ประเมินได้

ผลการประเมิน พบว่า อุตสาหกรรมโลหะมีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศประเภทฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอนมากที่สุดที่อัตรา 8,592.18 ตันต่อปี รองลงมา คือ ออกไซด์ของซัลเฟอร์ ออกไซด์ของไนโตรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ และสารอินทรีย์ ระเหยที่อัตรา 4,578.95 4,400.55 3,488.91 และ 94.21 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมโลหะแสดงได้ดังรูปที่ 4.1



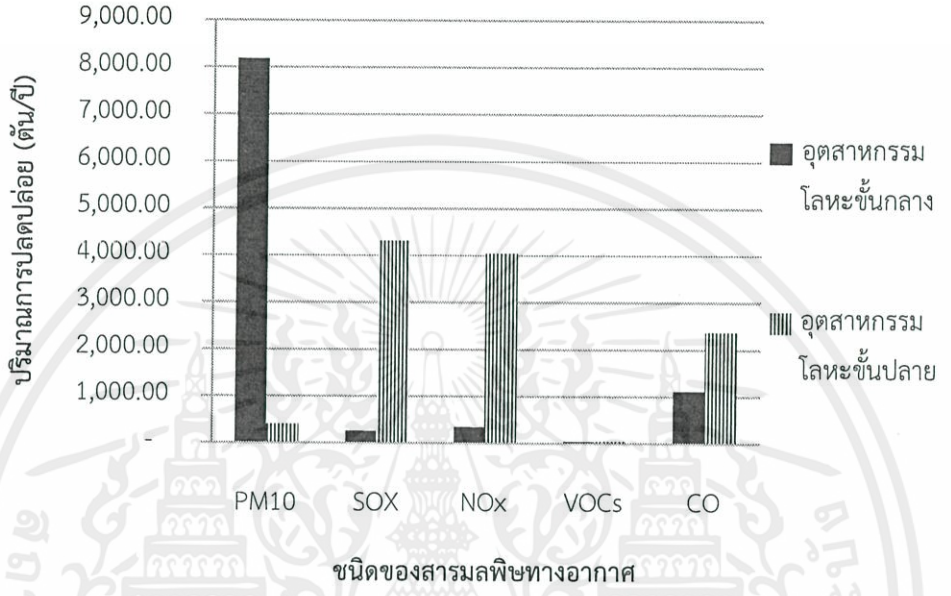
รูปที่ 4.1 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมโลหะ

จากรูปที่ 4.1 พบว่า กลุ่มอุตสาหกรรมโลหะทั้งหมดมีการปลดปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอนออกมามากที่สุด เนื่องจากอุตสาหกรรมเหล็กขั้นกลางมีการใช้เตาหลอมเหล็กไฟฟ้าโดยใช้วัตถุดิบตั้งต้นเป็นเศษเหล็ก ในส่วนนี้จะมีการปลดปล่อยอนุภาคฝุ่นละอองออกมาเป็นจำนวนมาก ส่วนอุตสาหกรรมเหล็กขั้นปลายเทคโนโลยีและกระบวนการผลิต รวมถึงประสิทธิภาพในการจัดการปัญหาฝุ่นละอองของแต่ละโรงงานยังไม่ดีนัก ส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอนออกมามากที่สุด นอกจากนี้การใช้เชื้อเพลิงประเภทถ่านหินและน้ำมันปิโตรเลียม ซึ่งมีกำมะถันเจือปนอยู่ อีกทั้งกระบวนการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง ทำให้มีการปลดปล่อยออกไซด์ของซัลเฟอร์ และออกไซด์ของไนโตรเจนออกมามากรองลงมาเป็นลำดับสองและสามตามลำดับ สำหรับคาร์บอนมอนอกไซด์นั้นมีการปลดปล่อยจากกระบวนผลิตด้วยการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง และมีการปลดปล่อย

เอกสารนี้ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

สารอินทรีย์ระเหยออกมาน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับสารมลพิษชนิดอื่น เนื่องจากในกระบวนการผลิตโลหะจะมีการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยออกมาในส่วนบริเวณเตาหลอมน้อยกว่าสารมลพิษชนิดอื่น

เมื่อแยกพิจารณาการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศของอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลางและขั้นปลาย พบว่า ปริมาณการปลดปล่อยสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.2

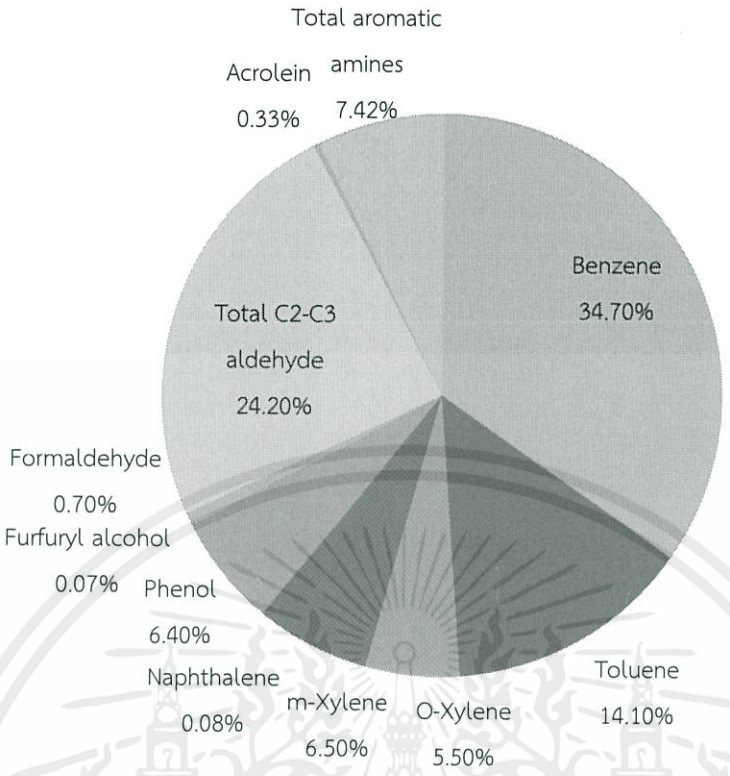


รูปที่ 4.2 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลางและอุตสาหกรรมโลหะขั้นปลาย

จากรูปที่ 4.2 พบว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน จะปลดปล่อยมาจากอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลางมากกว่าอุตสาหกรรมโลหะขั้นปลายมาก โดยปลดปล่อยที่อัตรา 8,187.86 ตันต่อปี ในขณะที่อุตสาหกรรมขั้นปลายปลดปล่อยออกมาเพียง 404.34 ตันต่อปี แต่ออกไซด์ของซัลเฟอร์ ออกไซด์ของไนโตรเจน และคาร์บอนมอนอกไซด์ถูกปล่อยออกมาในอุตสาหกรรมโลหะขั้นปลายมากกว่าโรงงานอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลางโดยปลดปล่อยที่อัตรา 4,318.90 4,051.34 และ 2,374.41 ตันต่อปี ตามลำดับ เมื่อเทียบกับ 260.05 349.21 และ 1,114.50 ตันต่อปีตามลำดับ ส่วนสารอินทรีย์ระเหยจะปลดปล่อยจากอุตสาหกรรมโลหะทั้งสองขั้นเป็นปริมาณน้อยในอัตรา 43.09 และ 51.11 ตันต่อปี สำหรับอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลางและขั้นปลายตามลำดับ

ในส่วนของสารอินทรีย์ระเหยจากที่ทำการประเมินสารอินทรีย์ระเหยในกระบวนการผลิตโลหะขั้นกลางจำนวน 1 โรง สามารถนำผลที่ได้มาประเมินและจำแนกองค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดได้ทั้งหมด 11 ชนิด ผลการจำแนกแสดงได้ดังรูปที่ 4.3

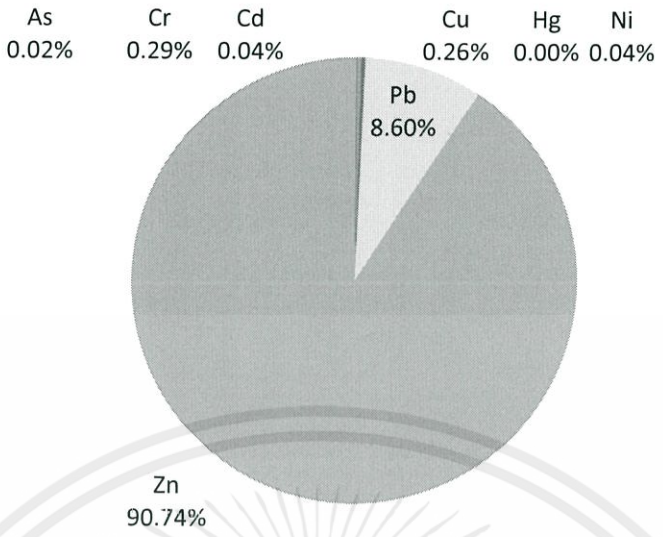
เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ... ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 องค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดที่ประเมินจากอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลาง

จากรูปที่ 4.3 แสดงองค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดที่ประเมินจากอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลาง พบว่า เบนซีน (Benzene) เป็นสารอินทรีย์ระเหยที่มีการปลดปล่อยในปริมาณสูงที่สุด คือ ร้อยละ 34.70 หรือคิดเป็นปริมาณ 14,953.62 กิโลกรัมต่อปี รองลงมา คือ อัลดีไฮด์ (Total aldehyde: C_2-C_3) โทลูอีน (Toluene) อะโรมาติกเอมีน (Total aromatic amines) เมตาไซลีน (m-Xylene) ฟีนอล (Phenol) ออร์โธไซลีน (O-Xylene) ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) อะโครลีน (Acrolein) แนฟทาลีน (Naphthalene) และเฟอร์ฟูริลแอลกอฮอล์ (Furfuryl alcohol) มีการปลดปล่อยเป็น 24.20 14.10 7.42 6.50 6.40 5.50 0.70 0.33 0.08 และ 0.07 เปอร์เซ็นต์ หรือคิดเป็นปริมาณ 10,428.75 6,076.25 3,197.57 2,801.11 2,758.02 2,370.17 301.66 142.21 34.48 และ 30.17 กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ นอกจากนี้กระบวนการผลิตโลหะขั้นกลางที่มีการใช้เตาหลอมเหล็กไฟฟ้า จะก่อให้เกิดการปลดปล่อยสารโลหะหนักที่เป็นกากของเสียขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งจากการรวบรวมค่าปัจจัยการปลดปล่อยโลหะหนักทั้งหมดที่สามารถเกิดขึ้นได้ สามารถประเมินปริมาณและองค์ประกอบของสารโลหะหนักประเภท สังกะสี ตะกั่ว โครเมียม ทองแดง นิกเกิล แคดเมียม อาร์เซนิก และปรอท ได้ดังรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ปริมาณการปลดปล่อยสารโลหะหนักที่ประเมินจากอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลาง

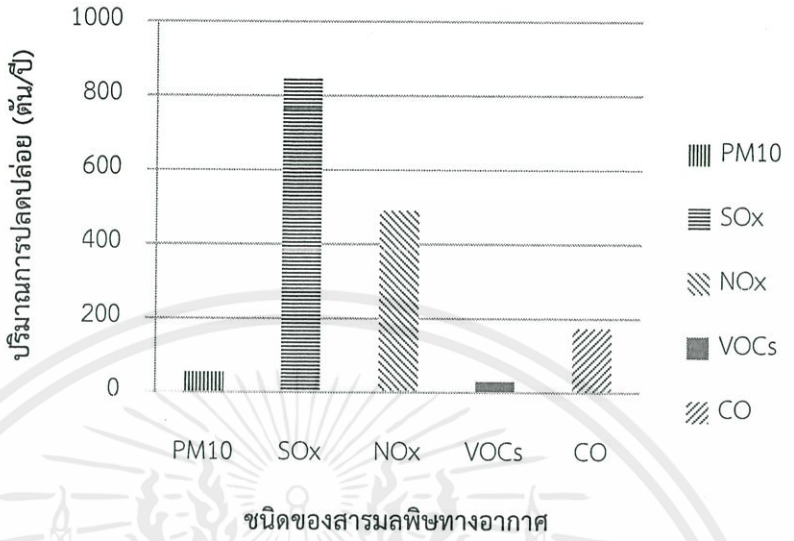
จากรูปที่ 4.4 แสดงปริมาณการปลดปล่อยสารโลหะหนักที่ประเมินจากอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลาง พบว่า สารโลหะหนักที่มีการปลดปล่อยจากอุตสาหกรรมขั้นกลางมากที่สุด ได้แก่ สังกะสี (Zn) เท่ากับ 90.74 เปอร์เซ็นต์ หรือคิดเป็น 141,170.00 กิโลกรัมต่อปี รองลงมา คือ ตะกั่ว (Pb) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) นิกเกิล (Ni) แคดเมียม (Cd) อาร์เซนิก (As) และปรอท (Hg) ในปริมาณ 8.60 0.29 0.26 0.04 0.04 0.02 และ 0.001 เปอร์เซ็นต์ หรือคิดเป็นปริมาณ 13,374.00 453.23 408.65 63.90 63.90 35.66 และ 3.57 กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ

4.2.2 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี

จังหวัดระยองเป็นที่ตั้งของอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมีหรือวัสดุเคมี ที่มิใช่กลุ่มโรงกลั่น โรงโอเลฟินส์ โรงผลิตมอนอเมอร์ และโรงผลิตพอลิเมอร์ที่จัดเป็นโรงงานประเภทที่ 42 ทั้งหมด 43 โรง สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศได้ 39 โรง หรือคิดเป็นร้อยละ 90.69 ของอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมีทั้งหมด ในกลุ่มนี้ไม่สามารถประเมินการปลดปล่อยได้ด้วยการใช้ข้อมูลกำลังการผลิต เนื่องจากไม่มีข้อมูลค่าปัจจัยการปลดปล่อยและข้อมูลกำลังการผลิตในแต่ละกระบวนการ จึงทำการประเมินด้วยข้อมูลอัตราการใช้พลังงาน ข้อมูลที่สามารถประเมินได้มีทั้งหมด 7 โรง คิดเป็นร้อยละ 16.27 ของข้อมูลที่ประเมินได้ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการประเมินมาจากกำลังของเครื่องจักรเติมเต็มข้อมูลที่ไม่สามารถประเมินได้ โดยสามารถประเมินข้อมูลการปลดปล่อยจากกำลังของเครื่องจักรคิดเป็นร้อยละ 74.42 ของข้อมูลที่ประเมินได้ จากผลการประเมิน พบว่า อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมีมีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศประเภทออกไซด์ของซัลเฟอร์ออกมามากที่สุด 849.03 ตันต่อปี รองลงมา คือ ออกไซด์ของไนโตรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ ฝุ่นละออง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดเล็กเส้นผ่านที่มีขนาดศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน และสารอินทรีย์ระเหย 490.33 173.17 54.55 และ 30.26 ตันต่อปี ตามลำดับ แสดงได้ดังรูปที่ 4.5

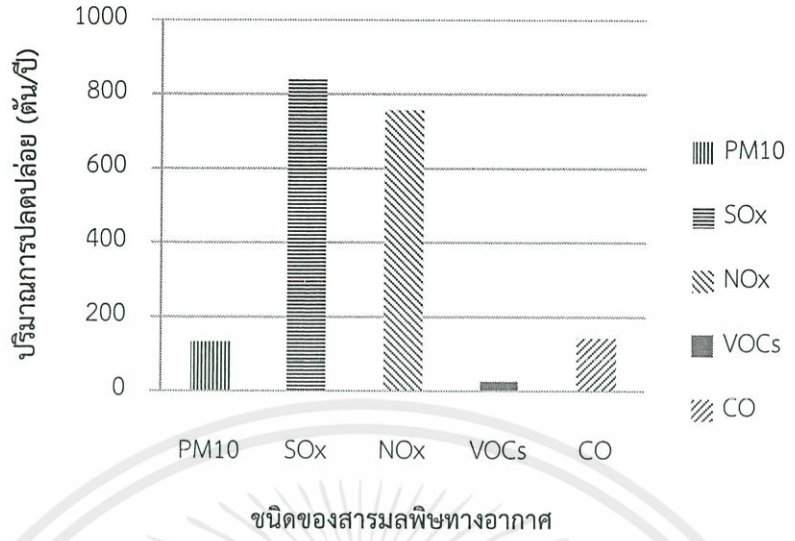


รูปที่ 4.5 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี

4.2.3 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานของอุตสาหกรรมอโลหะ

อุตสาหกรรมอโลหะจัดเป็นโรงงานประเภทที่ 58 ซึ่งมีจำนวนโรงงานที่ตั้งอยู่ในจังหวัดระยองทั้งหมด 67 โรง สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศได้ 67 โรง หรือคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ของอุตสาหกรรมอโลหะทั้งหมด สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศด้วยการใช้ข้อมูลอัตราการใช้พลังงานทั้งหมด 3 โรง คิดเป็นร้อยละ 4.47 ของข้อมูลที่ประเมินได้ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการประเมินจากข้อมูลกำลังของเครื่องจักรเติมเต็มข้อมูลที่ไม่สามารถประเมินได้ โดยสามารถประเมินข้อมูลการปลดปล่อยจากกำลังของเครื่องจักร ทั้งหมด 64 โรง คิดเป็นร้อยละ 95.53 ของข้อมูลที่ประเมินได้ เนื่องจากไม่มีข้อมูลกำลังการผลิตของบางโรงงาน และไม่มีค่าปัจจัยการปลดปล่อยที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมนี้ จึงแสดงปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศได้ดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



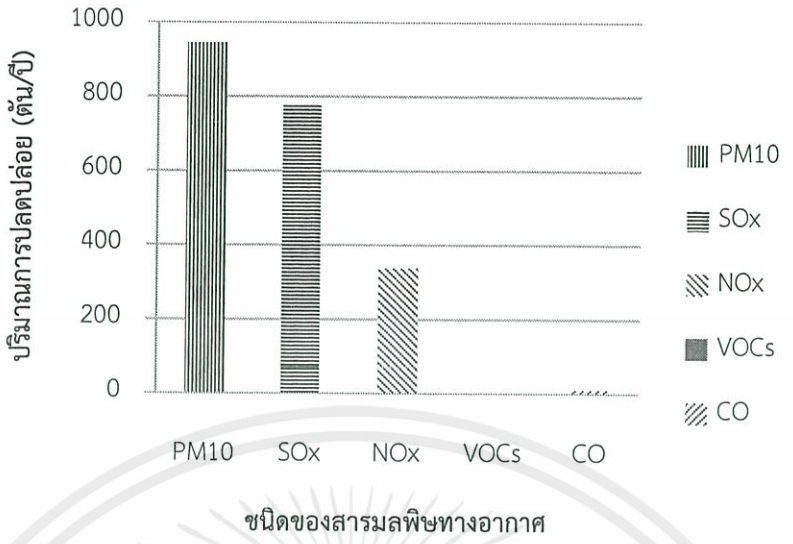
รูปที่ 4.6 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมอโลหะ

จากรูปที่ 4.6 พบว่า มีการปลดปล่อยออกไซด์ของซัลเฟอร์มากที่สุดที่อัตรา 840.77 ตันต่อปี รองลงมา คือ ออกไซด์ของไนโตรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ ฝุ่นละอองขนาดที่มีขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน และสารอินทรีย์ระเหยที่อัตรา 757.19 141.98 132.43 และ 25.50 ตันต่อปี ตามลำดับ

4.2.4 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานของอุตสาหกรรมกระดาษ

อุตสาหกรรมกระดาษที่ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดระยองจัดเป็นโรงงานประเภทที่ 38 39 และ 40 มีจำนวนทั้งหมด 25 โรง สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศได้ 23 โรง หรือคิดเป็นร้อยละ 92 ของอุตสาหกรรมกระดาษทั้งหมด สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศด้วยการใช้ข้อมูลอัตราการใช้พลังงานทั้งหมด 3 โรง คิดเป็นร้อยละ 13.04 ของข้อมูลที่ประเมินได้ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการประเมินจากข้อมูลกำลังของเครื่องจักรเติมเต็มข้อมูลที่ไม่สามารถประเมินได้ โดยสามารถประเมินข้อมูลการปลดปล่อยจากกำลังของเครื่องจักรทั้งหมด 20 โรง คิดเป็นร้อยละ 86.96 ของข้อมูลที่ประเมินได้ เนื่องจากไม่มีข้อมูลกำลังการผลิตของบางโรงงาน และไม่มีค่าปัจจัยการปลดปล่อยที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมนี้ จึงแสดงปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศได้ดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



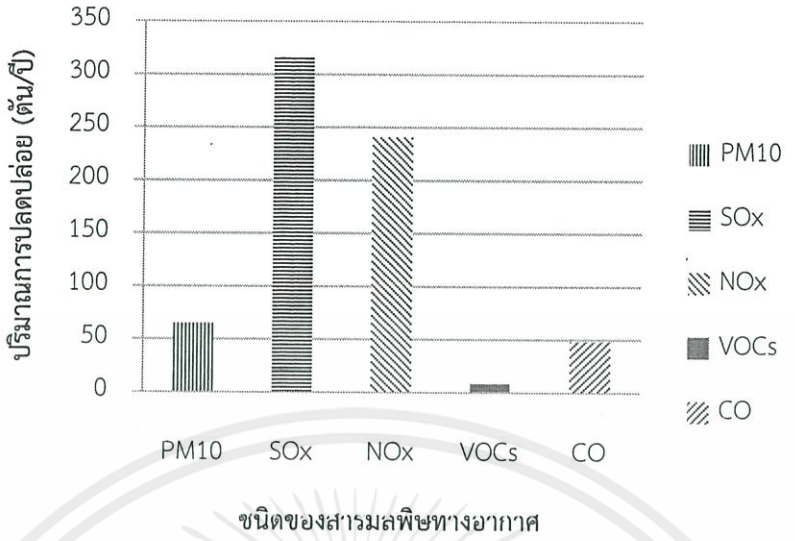
รูปที่ 4.7 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมกระดาษ

จากรูปที่ 4.7 พบว่า มีการปลดปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอนมากที่สุด 945.54 ตันต่อปี รองลงมา คือ ออกไซด์ของซัลเฟอร์ ออกไซด์ของไนโตรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ และสารอินทรีย์ระเหยที่อัตรา 775.89 337.53 1.18 และ 9.96 ตันต่อปี ตามลำดับ

4.2.5 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

จังหวัดระยองเป็นที่ตั้งของอุตสาหกรรมสิ่งทอจัดเป็นโรงงานประเภทที่ 22 และ 24 ทั้งหมด 15 โรง สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศได้ 10 โรง หรือคิดเป็นร้อยละ 66.67 ของอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งหมด สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศด้วยการใช้ข้อมูลอัตราการใช้พลังงานทั้งหมด 3 โรง คิดเป็นร้อยละ 30 ของข้อมูลที่ประเมินได้ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการประเมินจากข้อมูลกำลังของเครื่องจักรเติมเต็มข้อมูลที่ไม่สามารถประเมินได้ โดยสามารถประเมินข้อมูลการปลดปล่อยจากกำลังของเครื่องจักร ทั้งหมด 7 โรง คิดเป็นร้อยละ 70 ของข้อมูลที่ประเมินได้ ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



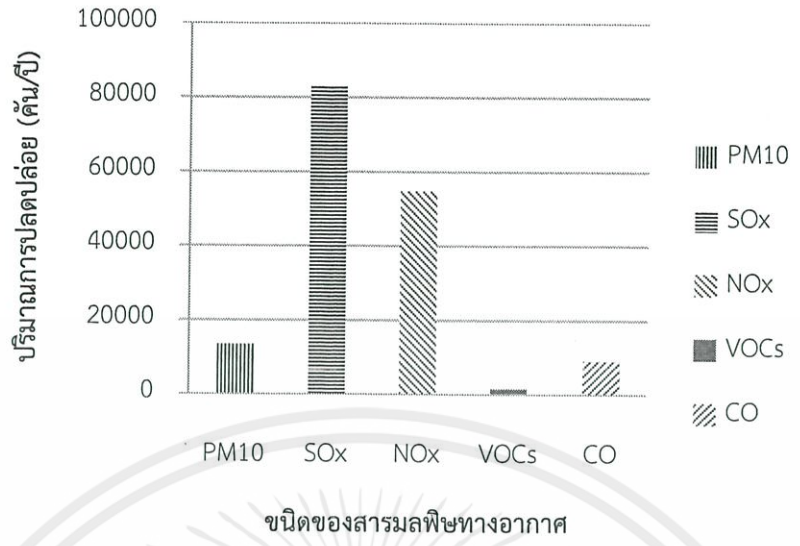
รูปที่ 4.8 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

จากรูปที่ 4.8 พบว่า มีการปลดปล่อยออกไซด์ของซัลเฟอร์มากที่สุด 241.12 ตันต่อปี ออกไซด์ของไนโตรเจน 317.13 ตันต่อปี ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน 64.89 ตันต่อปี คาร์บอนมอนอกไซด์ 48.19 ตันต่อปี และสารอินทรีย์ระเหย 8.51 ตันต่อปี

4.2.6 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานของอุตสาหกรรมการไฟฟ้า ก๊าซและการประปา

จังหวัดระยองเป็นที่ตั้งของอุตสาหกรรมการไฟฟ้า ก๊าซและการประปา ซึ่งจัดเป็นโรงงานประเภทที่ 88 ทั้งหมด 16 โรง สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศได้ 11 โรง หรือคิดเป็นร้อยละ 68.75 ของอุตสาหกรรมการไฟฟ้า ก๊าซและการประปาทั้งหมด สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศด้วยการใช้ข้อมูลอัตราการใช้พลังงานได้ 2 โรง คิดเป็นร้อยละ 18.18 ของข้อมูลที่ประเมินได้ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการประเมินจากข้อมูลกำลังของเครื่องจักรเติมเต็มข้อมูลที่ไม่สามารถประเมินได้ โดยสามารถประเมินข้อมูลการปลดปล่อยจากกำลังของเครื่องจักรคิดเป็นร้อยละ 81.82 ของข้อมูลที่ประเมินได้ ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



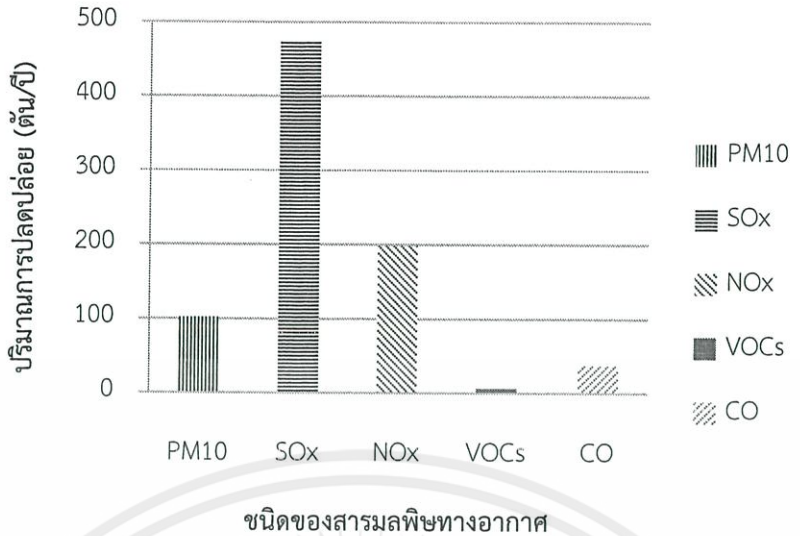
รูปที่ 4.9 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมการไฟฟ้า ก๊าซและการประปา

จากรูปที่ 4.9 พบว่า อุตสาหกรรมการไฟฟ้า ก๊าซและการประปา มีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศประเภทออกไซด์ของซัลเฟอร์มากที่สุดที่อัตรา 83,209.05 ตันต่อปี รองลงมา คือ ออกไซด์ของไนโตรเจน ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนอกไซด์ และสารอินทรีย์ระเหยที่อัตรา 54,759.80 13,425.06 9,036.71 และ 1,579.89 ตันต่อปี

4.2.7 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานของอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ

อุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ จัดเป็นโรงงานประเภทที่ 10 11 12 13 14 และ 15 ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดระยองทั้งหมด 91 โรง สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศได้ 84 โรง หรือคิดเป็นร้อยละ 92.31 ของอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบทั้งหมด สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศด้วยการใช้ข้อมูลอัตราการใช้พลังงานทั้งหมด 5 โรง คิดเป็นร้อยละ 5.95 ของข้อมูลที่ประเมินได้ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการประเมินจากข้อมูลกำลังของเครื่องจักรเติมเต็มข้อมูลที่ไม่สามารถประเมินได้ โดยสามารถประเมินข้อมูลการปลดปล่อยจากกำลังของเครื่องจักรคิดเป็นร้อยละ 94.05 ของข้อมูลที่ประเมินได้ ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศแสดงได้ดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



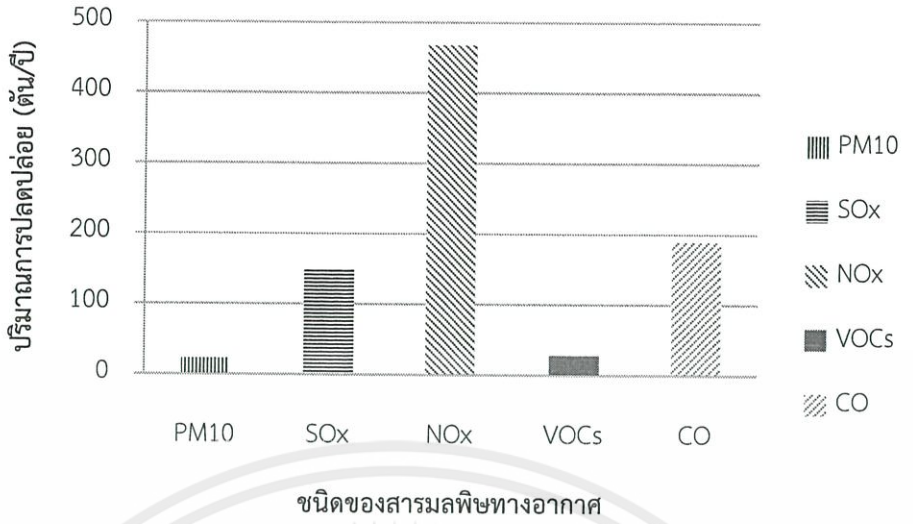
รูปที่ 4.10 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ

จากรูปที่ 4.10 พบว่า อุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ มีการปลดปล่อยออกไซด์ของซัลเฟอร์มากที่สุดที่อัตรา 476.19 ตันต่อปี รองลงมา คือ ออกไซด์ของไนโตรเจน ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนอกไซด์ และสารอินทรีย์ระเหยที่อัตรา 198.60 102.20 37.63 และ 6.27 ตันต่อปี ตามลำดับ

4.2.8 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานของอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์

อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ จัดเป็นโรงงานประเภทที่ 64 74 77 78 79 และ 100 ได้ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดระยองทั้งหมด 320 โรง สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศได้ 266 โรง หรือคิดเป็นร้อยละ 83.12 ของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ทั้งหมด สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศด้วยการใช้ข้อมูลอัตราการใช้พลังงานทั้งหมด 74 โรง คิดเป็นร้อยละ 27.82 ของข้อมูลที่ประเมินได้ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการประเมินจากข้อมูลกำลังของเครื่องจักรเติมเต็มข้อมูลที่ไม่สามารถประเมินได้ โดยสามารถประเมินข้อมูลการปลดปล่อยจากกำลังของเครื่องจักรคิดเป็นร้อยละ 72.18 ของข้อมูลที่ประเมินได้ ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศแสดงได้ดังรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



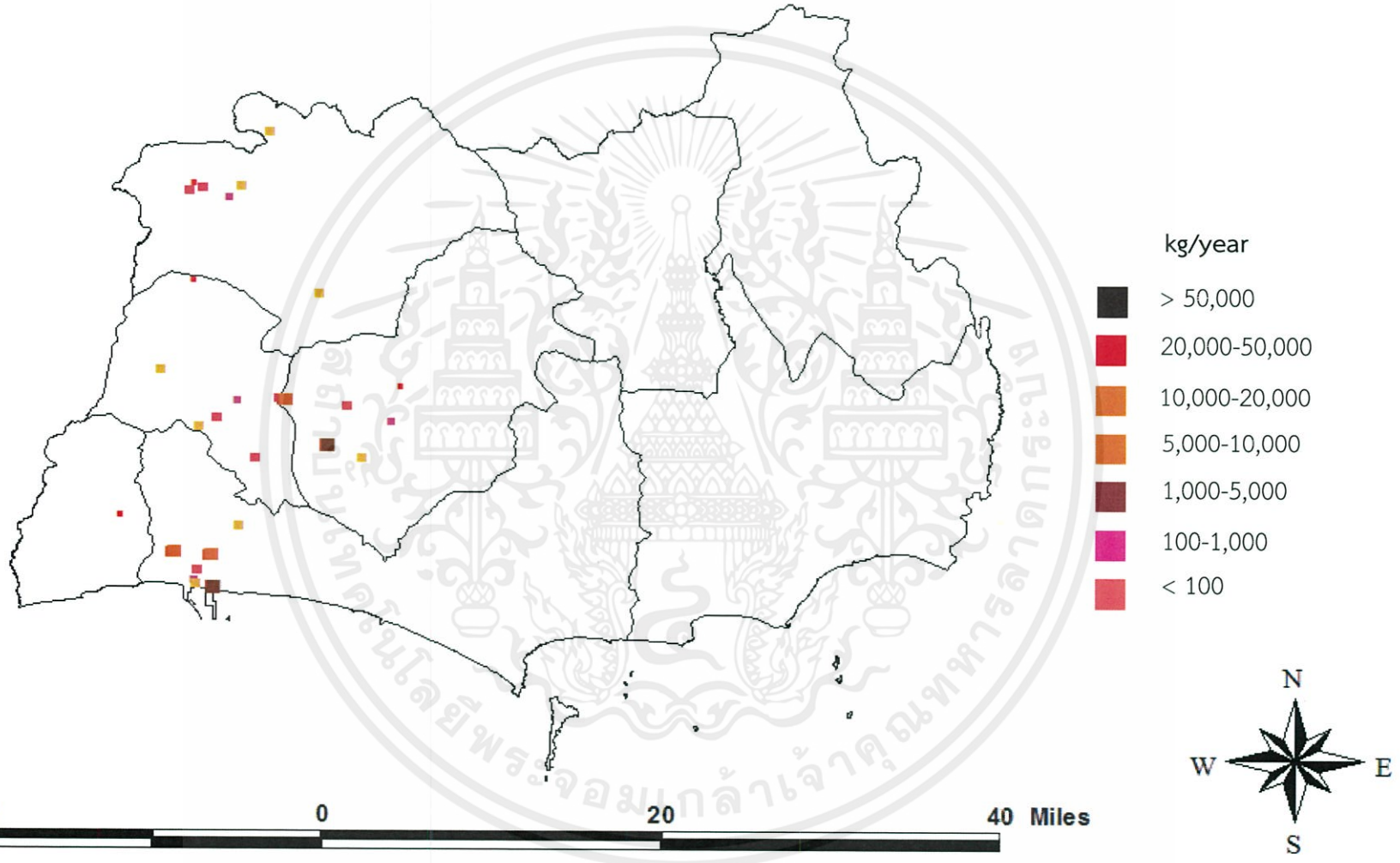
รูปที่ 4.11 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะเครื่องจักรและอุปกรณ์

จากรูปที่ 4.11 พบว่า อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ มีการปลดปล่อยออกไซด์ออกไซด์ของไนโตรเจนมากที่สุดที่อัตรา 467.89 ตันต่อปี รองลงมา คือ ออกไซด์ของซัลเฟอร์ คาร์บอนมอนอกไซด์ สารอินทรีย์ระเหย และฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอนที่อัตรา 189.64 150.54 28.22 และ 23.02 ตันต่อปี ตามลำดับ

4.3 ผลการแปลงข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

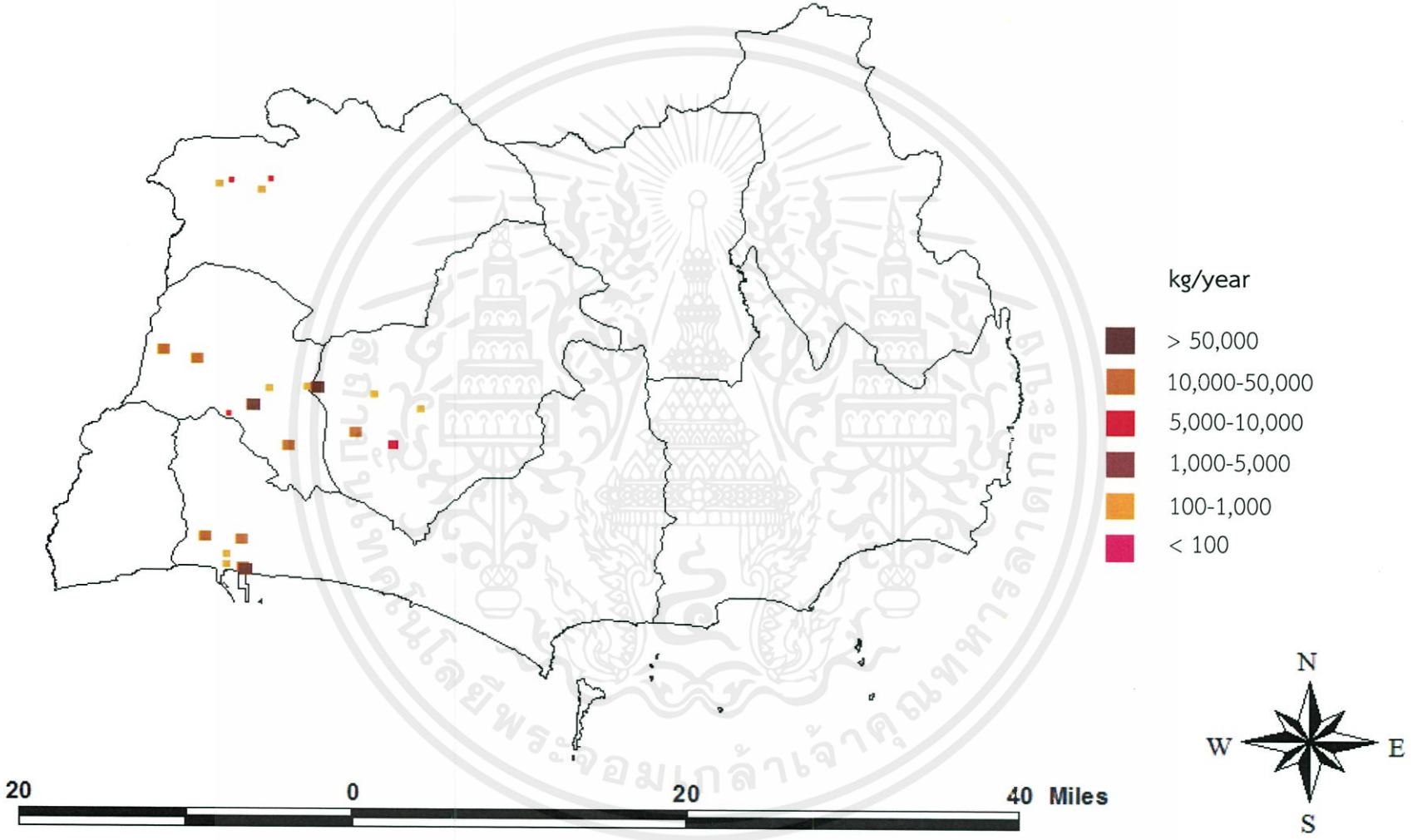
จากการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดระยอง สามารถนำข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย และพิกัดเชิงภูมิศาสตร์ของโรงงานที่ทราบมาแปลงให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อศึกษาตำแหน่งและปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ โดยสารมลพิษที่สามารถแสดงตำแหน่งการแพร่กระจาย ได้แก่ สารอินทรีย์ระเหย ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน ออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของซัลเฟอร์ และคาร์บอนมอนอกไซด์ ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจะมีความแตกต่างกันในส่วนของขนาดของจุด และสีบนพื้นที่ โดยจุดที่มีขนาดใหญ่จะแสดงถึงตำแหน่งของโรงงานที่มีปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศเป็นจำนวนมาก และสีจะแสดงถึงช่วงของปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่มีการปลดปล่อย ตัวอย่างการแพร่กระจายแสดงได้ดังรูปที่ 4.12-4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



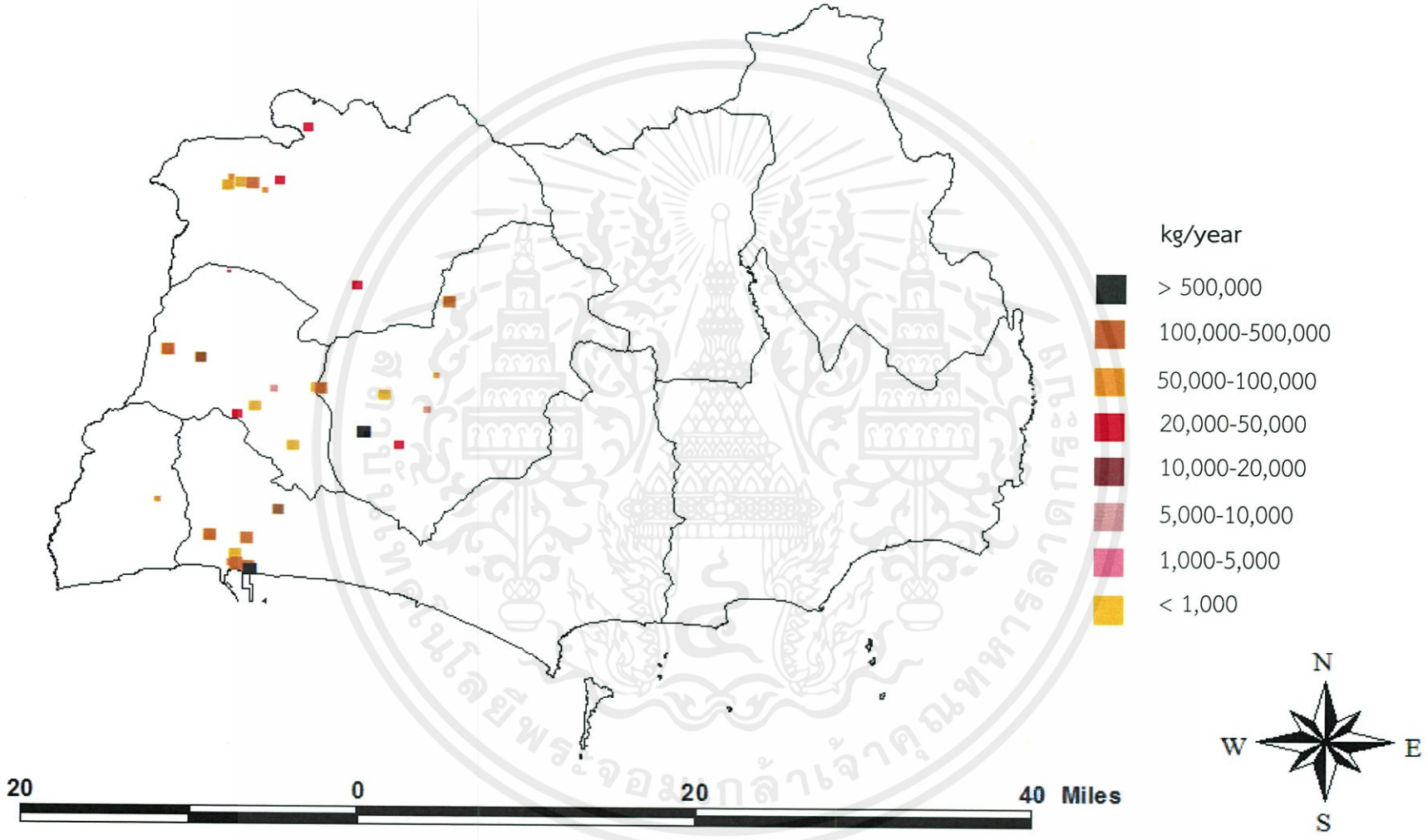
รูปที่ 4.12 แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) จากอุตสาหกรรมโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



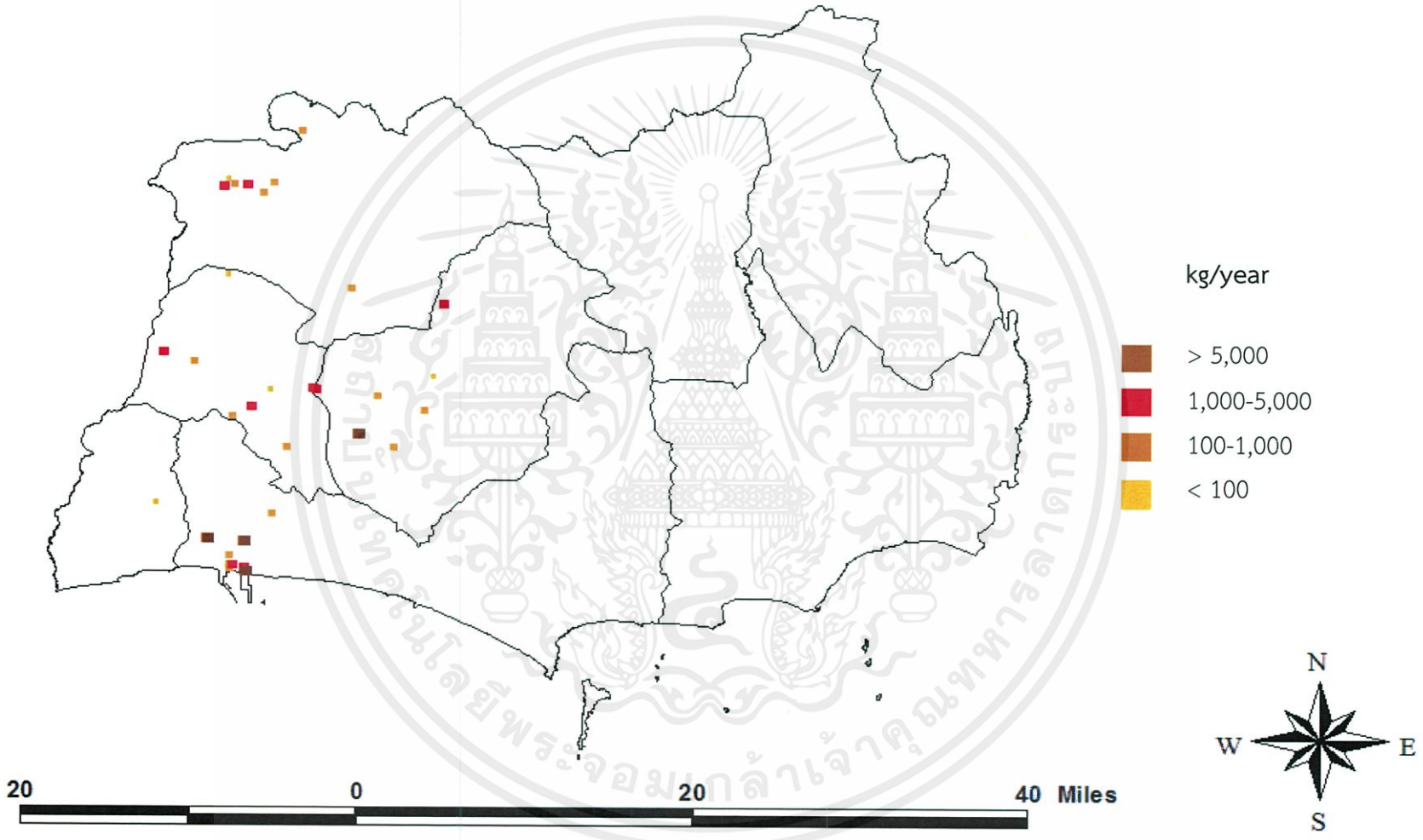
รูปที่ 4.13 แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษของออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) จากอุตสาหกรรมโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



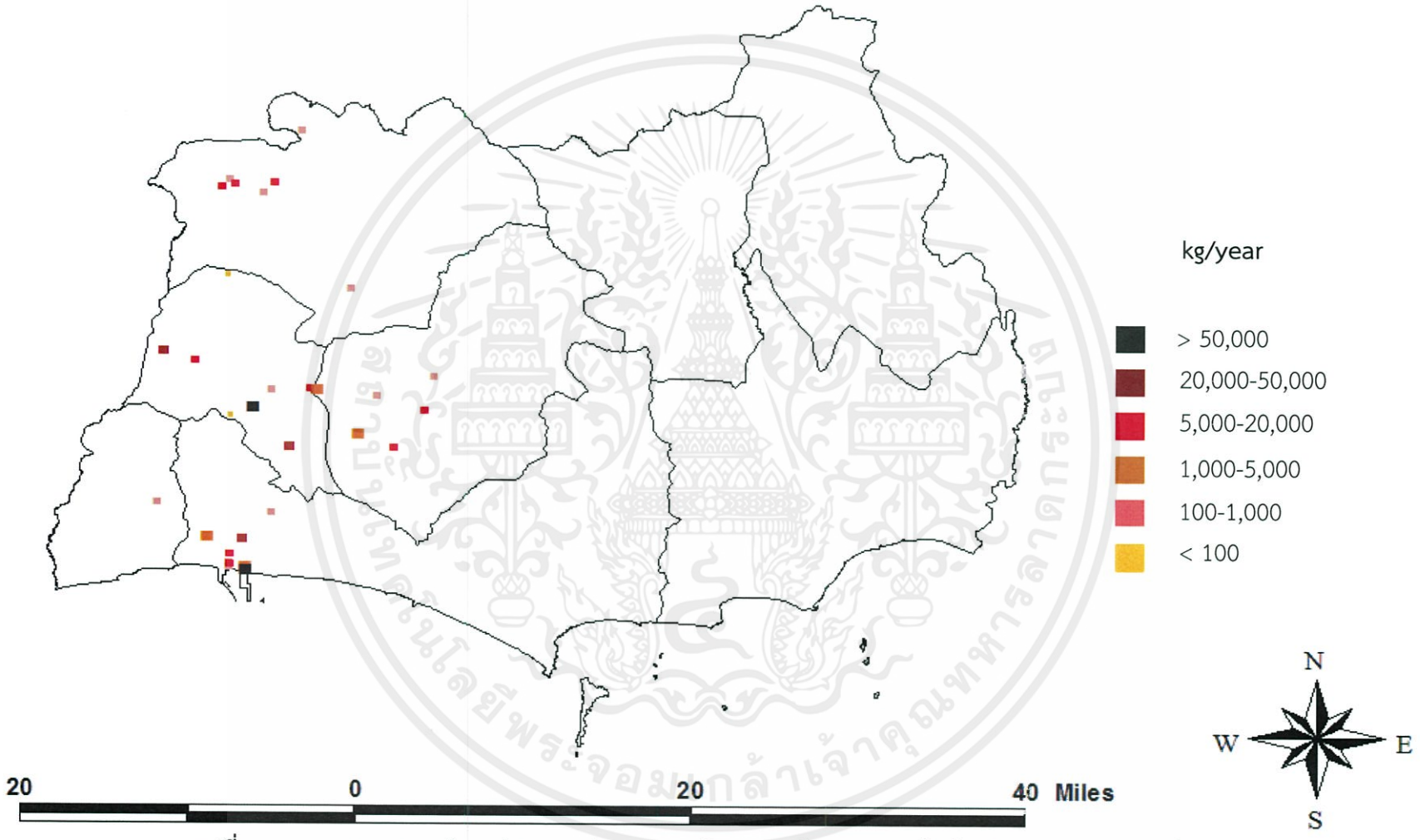
รูปที่ 4.14 แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษของออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) จากอุตสาหกรรมโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 4.15 แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษของสารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 4.16 แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จากรูปที่ 4.12-4.16 พบว่า ตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษของสารอยู่ทางทิศตะวันตกของจังหวัดระยอง ซึ่งเป็นแหล่งที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตโลหะ โดยพื้นที่ที่มีการแพร่กระจายนี้ครอบคลุมหลายอำเภอ ได้แก่ อำเภอปลวกแดง อำเภอบ้านค่าย อำเภอนิคมพัฒนา และอำเภอเมืองระยอง ซึ่งอำเภอดังกล่าวเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรมหลายแห่ง ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด และนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ในอำเภอปลวกแดง นิคมอุตสาหกรรมตะวันออกและนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ในอำเภอเมืองระยอง รวมถึงเป็นที่ตั้งของโรงงานนอกเขตอุตสาหกรรมหลายแห่ง ส่งผลให้มีการแพร่กระจายสารมลพิษมากในบริเวณพื้นที่นี้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยอง

ผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยองเพื่อจัดทำบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของอุตสาหกรรมโลหะ และอุตสาหกรรมอื่น ๆ ในพื้นที่จังหวัดระยอง โดยประเมินด้วยวิธีค่าปัจจัยการปลดปล่อย (Emission factor) ผลการประเมินเป็นดังนี้

1) พื้นที่จังหวัดระยองเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 1,771 โรง โดยโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้เลือกทำการประเมินทั้งหมด 613 โรง คิดเป็น 34.61 เปอร์เซ็นต์ของโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมดในพื้นที่จังหวัดระยอง และจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เลือกประเมินนี้ สามารถประเมินได้ทั้งหมด 535 โรง หรือคิดเป็น 87.28 เปอร์เซ็นต์ของโรงงานอุตสาหกรรมที่คัดเลือกมาศึกษา โดยแบ่งเป็นอุตสาหกรรมโลหะ (โรงงานประเภทที่ 59) จำนวน 35 โรง อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์สารเคมี หรือวัสดุเคมี (โรงงานประเภทที่ 42) ที่มิใช่กลุ่มโรงกลั่น โรงโอเลฟินส์ โรงผลิตมอนอเมอร์ และโรงผลิตพอลิเมอร์ จำนวน 39 โรง อุตสาหกรรมอโลหะ จำนวน 67 โรง อุตสาหกรรมกระดาษ จำนวน 23 โรง อุตสาหกรรมสิ่งทอ จำนวน 10 โรง อุตสาหกรรมการไฟฟ้า ก๊าซและการประปา จำนวน 11 โรง อุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ จำนวน 84 โรง และอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ จำนวน 266 โรง

2) ผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมด พบว่าสารมลพิษที่มีปริมาณการปลดปล่อยสูงที่สุด คือ ออกไซด์ของซัลเฟอร์ 91,197.55 ตันต่อปี รองลงมา คือ ออกไซด์ของไนโตรเจน ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนอกไซด์ และสารอินทรีย์ระเหย ปริมาณการปลดปล่อยเป็น 61,653.01 23,339.87 13,126.19 และ 1,774.04 ตันต่อปี ตามลำดับ โดยโรงงานผลิตไฟฟ้า ก๊าซและการประปา ปลดปล่อยสารสารมลพิษมากที่สุด เนื่องจากมีการเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน และน้ำมันปิโตรเลียม ส่วนอุตสาหกรรมการผลิตโลหะมีปริมาณการปลดปล่อยรองลงมาเป็นอันดับสอง มีการปลดปล่อยอนุภาคฝุ่นละอองออกมามากที่สุด

3) ในส่วนอุตสาหกรรมโลหะสามารถประเมินได้จาก ข้อมูลกำลังการผลิต ข้อมูลการใช้พลังงาน และข้อมูลกำลังของเครื่องจักร คิดเป็นร้อยละ 97.22 ของข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสามารถประเมินอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลาง 1 โรง และอุตสาหกรรมโลหะขั้นปลาย 34 โรง ผลการประเมินจากอุตสากรรมโลหะขั้นกลาง และขั้นปลาย สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมโลหะ

ประเภทอุตสาหกรรม	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ (ตัน/ปี)				
	PM_{10}	SO_x	NO_x	VOCs	CO
อุตสาหกรรมโลหะขั้นกลาง	88,187.86	260.05	349.21	43.09	1,114.50
อุตสาหกรรมโลหะขั้นปลาย	404.32	4,318.90	4,051.34	51.11	2,374.41
รวม	**88,592.18**	**4,578.95**	**4,400.55**	**94.20**	**3,488.91**

อุตสาหกรรมโลหะขั้นกลางจะมีการปลดปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอนออกมามากที่สุด มีการปลดปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์รองลงมาเป็นลำดับสอง ส่วนออกไซด์ของซัลเฟอร์และออกไซด์ของไนโตรเจนมีการปลดปล่อยในลำดับต่อมา และสารอินทรีย์ระเหยมีปริมาณการปลดปล่อยน้อยที่สุด และจากการจำแนกองค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิด พบว่า มีการปลดปล่อยเบนซีนออกมามากที่สุด 14,953.62 กิโลกรัมต่อปี รองลงมา คือ อัลดีไฮด์ 10,428.75 กิโลกรัมต่อปี และสารโลหะหนักมีการปลดปล่อยมากที่สุด คือสังกะสี 141,170 กิโลกรัมต่อปี รองลงมา คือ ตะกั่ว 13,374 กิโลกรัมต่อปี

อุตสาหกรรมโลหะขั้นปลาย พบว่า สารมลพิษที่ถูกปลดปล่อยออกมาได้มากที่สุดคือ ออกไซด์ของซัลเฟอร์ รองลงมา คือ ออกไซด์ของไนโตรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน และสารอินทรีย์ระเหย

4) ในส่วนอุตสาหกรรมอื่น ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี อุตสาหกรรมอโลหะ อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมการไฟฟ้า ก๊าซและการประปา อุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมแต่ละประเภท

ประเภทอุตสาหกรรม	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ (ตัน/ปี)				
	PM_{10}	SO_x	NO_x	VOCs	CO
เคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี	54.55	849.03	490.33	30.26	173.17
อโลหะ	132.43	840.77	757.19	25.50	141.98
กระดาษ	945.54	775.89	337.53	1.18	9.96
ไฟฟ้า ก๊าซและการประปา	13,425.06	83,209.05	54,759.8	1,579.89	9,036.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 (ต่อ) ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมแต่ละประเภท

ผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์	23.02	150.54	467.89	28.22	189.64
สิ่งทอ	64.89	317.13	241.12	8.51	48.19
อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ	102.20	476.19	198.60	6.27	37.63
รวม	**14,747.69**	**86,618.6**	**57,252.46**	**1,679.83**	**9,637.28**

จากตารางที่ 5.2 พบว่า อุตสาหกรรมที่มีการปลดปล่อยสารมลพิษออกมามากที่สุด คือ อุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า ก๊าซและการประปามีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศสูงในทุกประเภทของสารมลพิษ โดยปลดปล่อยออกไซด์ของซัลเฟอร์มากที่สุด 83,209.05 ตันต่อปี รองลงมา คือ ออกไซด์ของไนโตรเจน ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนอกไซด์ และสารอินทรีย์ระเหยเป็นปริมาณ 54,759.80 13,425.06 9,036.71 และ 1,579.89 ตันต่อปี ซึ่งมีค่าการปลดปล่อยสูงเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ

การปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ เมื่อเปรียบเทียบค่าการปลดปล่อยระหว่างอุตสาหกรรมโลหะกับอุตสาหกรรมอื่น ๆ พบว่า ในอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมีอุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ อุตสาหกรรมอโลหะอุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ มีค่าการปลดปล่อยน้อยมากถึงแม้จำนวนโรงงานมีมากกว่าเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมโลหะ ยกเว้น อุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า ก๊าซและการประปา มีการปลดปล่อยสารมลพิษสูงที่สุดในภาคอุตสาหกรรม

5) จากผลการประเมินการปลดปล่อยสามารถแสดงผลในรูปข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อแสดงแผนภาพตำแหน่งการกระจายและปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษชัดเจนยิ่งขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะจากการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดระยอง

1) ในการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของภาคอุตสาหกรรมมีข้อจำกัดในเรื่องข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลกระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรมของโรงงาน ทำให้ไม่สามารถแยกประเมินการปลดปล่อยในแต่ละหน่วยการผลิตได้ สำหรับข้อมูลกำลังการผลิตของโรงงาน เนื่องจากข้อมูลในส่วนนี้บางโรงงานไม่มีการเปิดเผยทำให้ไม่มีข้อมูลสำหรับการประเมินในส่วนกำลังการผลิต ส่วนข้อมูลอัตราการใช้พลังงาน มีการรวบรวมข้อมูลแต่ยังไม่ครอบคลุมทุกประเภทของเชื้อเพลิง ทำให้ไม่สามารถประเมินการปลดปล่อยได้ในบางกรณี ข้อมูลรายชื่อโรงงานที่ได้มีการจดทะเบียนนั้นมีการจดทะเบียนโรงงานผิดประเภท ทำให้ยากต่อการแบ่งประเภทข้อมูลรายชื่อโรงงานที่ใช้ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

ประเมิน ดังนั้นผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่จังหวัดระยอง หากมีข้อมูลดังกล่าวครบถ้วนจะสามารถประเมินได้ครอบคลุมทุกภาคอุตสาหกรรม

2) ข้อมูลปัจจัยการปลดปล่อยในการประเมินครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลจาก Emission Inventory Improvement Program (EIIP) และจากคู่มือแนะนำการทำบัญชีการปลดปล่อย EMEP/CORINAIR ข้อมูลที่ประเมินได้โดยใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยดังกล่าว อาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากค่าการปลดปล่อยจริง เนื่องจากเทคโนโลยีที่ใช้ในโรงงานและการควบคุมมลพิษอาจจะแตกต่างจากสิ่งที่ใช้ในประเทศไทย

3) การประเมินการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยในอุตสาหกรรมโลหะขั้นปลาย และอุตสาหกรรมประเภทอื่น ไม่สามารถจำแนกชนิดองค์ประกอบของสารอินทร์ย์ระเหยแต่ละชนิดได้ ซึ่งหากมีข้อมูลสัดส่วนองค์ประกอบชนิดของสารอินทรีย์ระเหยดังกล่าว จะสามารถระบุชนิดของสารอินทรีย์ระเหยที่ปลดปล่อยได้ ทำให้ข้อมูลผลการประเมินการปลดปล่อยมีความละเอียดมากขึ้น

4) ผลจากการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศนี้ สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อนำไปสร้างแบบจำลองการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหามลพิษทางอากาศต่อไป

5) การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่จังหวัดระยองให้ครบถ้วน ควรมีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สามารถบันทึกข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษจากพื้นที่จริง และในแต่ละโรงงานควรมีการติดตั้งเครื่องมือการตรวจวัดมลพิษ เพื่อให้ได้ข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษที่ถูกต้องและแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] นลินี ศรีพวง. **สถานการณ์แก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อสุขภาพในพื้นที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง**. [Online]. Available : http://www.envocc.org/downloads/Maptapud/SituationInMaptapud.doc. 2550.

[2] กรมควบคุมมลพิษ. **ข้อมูลทั่วไปของจังหวัดระยอง.** [Online]. Available : http://www.pcd.go.th/info_serv/pol_maptapoot.html. 2556.

[3] มนัส ไชยปุระ และคณะ. 2554. "การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงกลั่นและโรงผลิตโอเลฟินส์ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดระยอง". ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[4] นิรมล วิสุทธิธาดาพงศ์ และคณะ. 2555. "การประเมินการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากโรงงานผลิตพอลิเมอร์ ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง." ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[5] รภัทร โตอ่อน. 2555. "การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงกลั่น โรงงานผลิตโอเลฟินส์และโรงมอนอเมอร์ ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดระยอง." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[6] สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง. **จำนวนสถานประกอบการอุตสาหกรรมในจังหวัดระยอง.** [Online]. Available : http://www2.industry.go.th/rayong/index.php/download-document/document-download-1. 2557.

[7] แม้น อมรสิทธิ์. **วัสดุวิศวกรรม.** [Online]. Available : http://www.coe.or.th/_coe/_download/training/p_materials.pdf. 2556.

[8] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. **ขั้นตอนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตโลหะขั้นปลาย**. [Online]. Available : http://www2.diw.go.th/I_Standard/Web/pane_files/Industry23.asp. 2557.

[9] สมศักดิ์ อิทธิโสภณกุล. 2555. **อุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. **รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมฉบับสมบูรณ์ (ฉบับย่อ)**. [Online]. Available : http://eia.onep.go.th/eialibrary/7petro/52/011_52/ฉบับสมบูรณ์_ฉบับย่อ_TCB.pdf. 2557.

[11] Mitsubishi Chemical Corperation. **Manufacturing Process of Mitsubishi Carbon Black.** [Online]. Available : http://www.carbonblack.jp/en/product/img/en_flow.gif. 2014.

[12] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. **กระบวนการผลิตสารส้ม**. [Online]. Available : http://oaep.diw.go.th/cms/images/stories/pdf/Sulfuric%20Acid.pdf. 2553.

[13] กรมควบคุมมลพิษ. **กระบวนการผลิตกระดาษ**. [Online]. Available : http://www.pcd.go.th/info_serv/Datasmell/l2paper.htm. 2557.

[14] นิรนาม. **สารอินทรีย์ระเหย**. [Online]. Available : http://aqnis.pcd.go.th/VOCold/index.html. 2557.

[15] กลุ่มพัฒนาการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม. **ไนโตรเจนออกไซด์**. [Online]. Available : http://hpe4.anamai.moph.go.th/hia/nox.php. 2557.

[16] กรมควบคุมมลพิษ. **แหล่งที่มาของสารกรดในบรรยากาศ.** [Online]. Available : http://www.pcd.go.th/info_serv/air_aciddeposition.html. 2556.

[17] ศิริรัตน ชาญไววิทย์. **มลพิษทางอากาศ**. [Online]. Available : http://www.sci.buu.ac.th/~chemistry/e_course/303475/air%20pollution.pdf. 2557.

[18] กลุ่มพัฒนาการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม. **ฝุ่นละอองขนาดเล็ก.** [Online]. Available : http://hpe4.anamai.moph.go.th/hia/pm2health.php. 2557.

[19] นิรนาม. **ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์.** [Online]. Available : http://www.orangeth.com/GasArticles/Carbon-Monoxide-.html. 2557.

[20] กรมควบคุมมลพิษ. **แนวทางการคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม**. [Online]. Available : http://pops.pcd.go.th. 2556.

[21] EMEP/CORRINAIR. **Process in iron & steel industry & collieries.** [Online]. Available : http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR5. 2006.

[22] ชฎา ณรงค์ฤทธิ์. 2548. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้านสิ่งแวดล้อม.** ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[23] อุดมลักษณ์ มณีศิริรัตน์ และคณะ. 2548. "การจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษจากการใช้ค่าอัตราการใช้พลังงานของแหล่งอุตสาหกรรมในประเทศไทย." ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[24] Wei, W. Wang, S. Hao, J. and Cheng, S. 2011. "Projection of anthropogenic volatile organic compounds (VOCs) emissions in China for the period 2010-2020." **Atmospheric Environment.** 45 : 6863-6871.

[25] Klimont, Z. Streets, D. G. Gupta, S. Cofala, J. Lixin, F. and Ichikawa, Y. 2002. "Anthropogenic emissions of non-methane volatile organic compounds in China." **Atmospheric Environment.** 36 : 1309–1322.

[26] Thao, P. T. B. 2006. "Development of an emission inventory and representative temporal allocation profiles for industrial facilities in the central and eastern regions of Thailand". Master of Philosophy, King Mongkut's University of Technology Thonburi.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ค่าปัจจัยการปลดปล่อย (Emission factor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของกระบวนการผลิตเหล็กขั้นกลาง

Process	Compound	Emission factor (g/ton)	Data quality	Reference
Electric arc furnace	PM_{10}	11,020	E	CORINAIR (2006)
	SO_x	350	D	
	NO_x	470	D	
	VOCs	58	D	
	CO	1,500	D	
	As	0.048	E	
	Cd	0.086	E	
	Cr	0.61	E	
	Cu	0.55	E	
	Hg	0.0048	E	
	Ni	0.086	E	
	Pb	18	E	
	Zn	190	E	

ตารางที่ ก.2 องค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดที่ประเมินจากอุตสาหกรรมโลหะขั้นกลาง

Profile	% wt
Benzene	34.70
Toluene	14.10
O-Xylene	5.50
m-Xylene	6.50
Naphthalene	0.08
Phenol	6.40
Furfuryl alcohol	0.07
Formaldehyde	0.70
Total C2-C3 aldehyde	24.20
Acrolein	0.33
Total aromatic amines	7.42

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศของกระบวนการผลิตเหล็กขั้นปลาย

Process	Compound	Emission factor (lbs/ton)	Reference
Reheat furnace	PM_{10}	0.08	EIIP
	NO_x	0.80	
	VOCs	0.01	

ตารางที่ ก.4 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ใช้คำนวณการปลดปล่อยจากอัตราการใช้พลังงานแยกตามชนิดของเชื้อเพลิง

ชนิดเชื้อเพลิง	Emission factor (Lbs/toe)				
	PM_{10}	SO_x	NO_x	VOCs	CO
เบนซิน	3.97	3.33	64.70	83.36	2488.74
โพรเพน	0.26	0.00	8.24	0.22	1.39
ก๊าซธรรมชาติ	0.41	5.59	11.67	0.59	3.31
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	0.18	0.04	9.34	0.27	1.60
ถ่านหิน (Coke)	82.87	61.37	27.54	0.09	0.79
ถ่านหินนำเข้า	22.63	126.39	45.71	0.13	1.05
น้ำมันเตา	2.89	46.23	16.20	0.06	1.47
น้ำมันเตา 1500	10.35	171.58	36.14	3.06	19.03
น้ำมันเตา 600	0.45	12.76	5.89	4.17	20.30
น้ำมันก๊าด (Kerosene)	1.25	32.80	10.53	0.36	2.13
น้ำมันดีเซล	12.31	11.51	175.05	13.89	37.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ใช้คำนวณการปลดปล่อยจากกำลังของเครื่องจักรแยกตามประเภทของโรงงานที่จดทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ประเภท	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน	Emission factor (kg/hp)				
		PM_{10}	SO_x	NO_x	VOCs	CO
3	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับหิน กรวด ทราย หรือดินสำหรับใช้ในการก่อสร้าง	14.3427	10.6746	5.8035	0.1019	0.3687
10	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารจากแป้ง	7.5540	5.8250	3.1336	0.0376	0.2372
11	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ น้ำตาล ซึ่งทำจากอ้อย บีช หญ้าหวาน หรือพืชอื่นที่ให้ความหวาน	0.1705	0.0551	0.0551	0.0338	0.6752
12	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับชา กาแฟ โกโก้ ช็อกโกเลต หรือขนมหวาน	0.0205	0.2423	0.6089	0.0289	0.1613
13	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุงหรือเครื่องประกอบอาหาร	4.6346	25.9494	9.4154	0.0293	0.2291
14	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ การทำน้ำแข็ง หรือ ตัด ซอย บด หรือย่อยน้ำแข็ง	0.0014	0.0236	0.0050	0.0004	0.0026
15	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ อาหารสัตว์	0.9089	5.1465	2.1418	0.0230	0.1325
22	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย หรือเส้นใยซึ่งมิใช่ใยหิน (Asbestos)	1.3386	5.4900	2.3569	0.0254	0.1598
24	โรงงานถักผ้า ผ้าลูกไม้ หรือเครื่องนุ่งห่มด้วยด้ายหรือเส้นใย หรือฟอกย้อมสี หรือแต่งสำเร็จผ้า ผ้าลูกไม้ หรือเครื่องนุ่งห่มที่ถักด้วยด้ายหรือเส้นใย	0.2898	4.6392	1.6252	0.0059	0.1478
38	โรงงานผลิตเยื่อ หรือกระดาษ	6.2162	18.9029	6.1267	0.0261	0.1715
39	โรงงานผลิตภาชนะบรรจุจากกระดาษทุกชนิดหรือแผ่นกระดาษไฟเบอร์ (Fibreboard)	0.1043	1.6690	0.5847	0.0021	0.0532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ใช้คำนวณการปลดปล่อยจากกำลังของเครื่องจักรแยกตามประเภทของโรงงานที่จดทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ประเภท	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน	Emission factor (kg/hp)				
		PM_{10}	SO_x	NO_x	VOCs	CO
40	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเยื่อ กระดาษ หรือกระดาษแข็ง	0.0001	0.0009	0.0002	0.0000	0.0001
42	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ เคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี ซึ่งมิใช่ปุ๋ย	0.0394	0.5272	1.1053	0.0556	0.3131
58	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อโลหะ	6.8997	39.5021	19.0280	0.3421	1.8163
59	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการถลุง หลอม หล่อ รีด ดึง หรือผลิตเหล็ก หรือเหล็กกล้าในขั้นต้น (Iron and Steel Basic Industries)	0.0189	0.2390	0.5358	0.0266	0.1481
64	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลหะ	0.0857	0.5959	1.0800	0.0533	0.2570
74	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้า	0.0445	0.2534	0.8883	0.0552	0.2226
77	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับรถยนต์ หรือรถพ่วง	0.0424	0.4775	1.1250	0.0573	0.3039
78	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ จักรยานยนต์ จักรยานสามล้อ หรือจักรยานสองล้อ	0.0193	0.2462	0.5696	0.0274	0.1553
79	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ อากาศยาน หรือเรือโฮเวอร์คราฟท์	0.0733	0.0683	1.0556	0.0829	0.2266
88	โรงงานผลิตพลังงานไฟฟ้า	19.3254	14.3109	6.4452	0.0233	0.1887
100	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการตบแต่งหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์โดยไม่มีการผลิตอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง	0.0002	0.0026	0.0005	0.0000	0.0003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ภาคผนวก ข

ค่าการแปลงหน่วยจากอัตราการใช้พลังงานเป็นตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ค่าการแปลงหน่วยจากอัตราการใช้พลังงานเป็นตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

ประเภท (หน่วย)	ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/ล้านหน่วย
ก๊าซธรรมชาติแห้ง (ลบ.ฟุต)	24.18
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ลิตร)	630.14
น้ำมันก๊าด (ลิตร)	817.4
น้ำมันดีเซล (ลิตร)	861.98
น้ำมันเตา (ลิตร)	941.24
ถ่านหินนำเข้า (กก.)	624.19
ถ่านโค้ก (กก.)	653.92
โพรเพน (กก.)	1,115.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณการปลดปล่อยสารมลพิษจากภาคอุตสาหกรรม ในจังหวัดระยอง

จากข้อมูลอัตรากิจกรรมในการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ข้อมูลกำลังการผลิตของแต่ละโรงงาน ข้อมูลอัตราการใช้พลังงาน และข้อมูลกำลังของเครื่องจักร จากข้อมูลอัตรากิจกรรมดังกล่าวที่มีอยู่สามารถจำแนกวิธีการคำนวณออกเป็น 3 วิธีดังนี้

1. วิธีการคำนวณจากกำลังการผลิต

จากสมการ (2.1) $E = A \times EF$

โดยที่

E = ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษ ($kg_{สารมลพิษ}$/year)

A = กำลังการผลิต (tons/year)

EF = ค่าปัจจัยการปลดปล่อย ($kg_{สารมลพิษ}$/ton)

ตัวอย่างการคำนวณ: ปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากกระบวนการผลิตเหล็กขั้นกลางของบริษัทแห่งหนึ่งที่มีกำลังการผลิต 742,999.99 ตันต่อปี

$$E = A \times EF$$

$$= \left(742{,}999.99 \frac{tons}{year} \right) \times \left(0.004535924 \frac{kg_{VOCs}}{ton} \right)$$

$$= 43{,}094 \frac{kg_{VOCs}}{year}$$

ดังนั้น ปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหย เท่ากับ 43,094 กิโลกรัมต่อปี

จากตารางที่ ก.2 จำแนกองค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิด (VOCs Profile)

องค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหย = ปริมาณสารอินทรีย์ระเหย × ค่าอัตราส่วนสารอินทรีย์ระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการคำนวณจากข้อมูลอัตราการใช้พลังงาน

จากสมการ (2.1) $E = A \times EF$

โดยที่

E = ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษ ($kg_{สารมลพิษ}$/year)

A = อัตราการใช้พลังงาน (toe/year)

EF = ค่าปัจจัยการปลดปล่อย ($kg_{สารมลพิษ}$/toe)

และ

อัตราการใช้พลังงาน = ปริมาณพลังงานที่ใช้แต่ละประเภท × ค่าการแปลงหน่วย (3.2)

ตัวอย่างการคำนวณ: ปริมาณการปลดปล่อยออกไซด์ของซัลเฟอร์จากกระบวนการผลิตเหล็กขั้นปลายของบริษัทแห่งหนึ่ง โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง 634,003.64 × 10^6 บีทียูต่อปี

$$E = A \times EF$$

$$= \left(634{,}003.64 \times 10^{6} \frac{BTU}{year} \times 24.18 \frac{toe}{10^{6} ft^{3}} \times \frac{1}{1{,}028} \frac{ft^{3}}{BTU} \right)$$

$$\times \left(5.59 \frac{lbs_{SOx}}{toe} \times \frac{0.4535924}{1} \frac{kg}{lbs} \right)$$

$$= 378{,}12.25 \frac{kg_{SOx}}{year}$$

ดังนั้น ปริมาณการปลดปล่อยออกไซด์ของซัลเฟอร์ เท่ากับ 37,812.25 กิโลกรัมต่อปี

3. วิธีการคำนวณจากข้อมูลกำลังของเครื่องจักร

จากสมการ (2.1) $E = A \times EF$

โดยที่

E = ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษ ($kg_{สารมลพิษ}$/year)

A = ค่ากำลังของเครื่องจักร (hp/year)

EF = ค่าปัจจัยการปลดปล่อย ($kg_{สารมลพิษ}$/ hp)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ: ปริมาณการปลดปล่อยออกไซด์ของซัลเฟอร์จากกระบวนการผลิตเหล็กขั้นปลายของบริษัทแห่งหนึ่งที่มีกำลังของเครื่องจักร 199,531.8 แรงม้าต่อปี

$$E = A \times EF$$

$$= \left(199{,}531.8 \frac{hp}{year} \right) \times \left(0.239 \frac{kg_{SOx}}{hp} \right)$$

$$= 47{,}688.10 \frac{kg_{SOx}}{year}$$

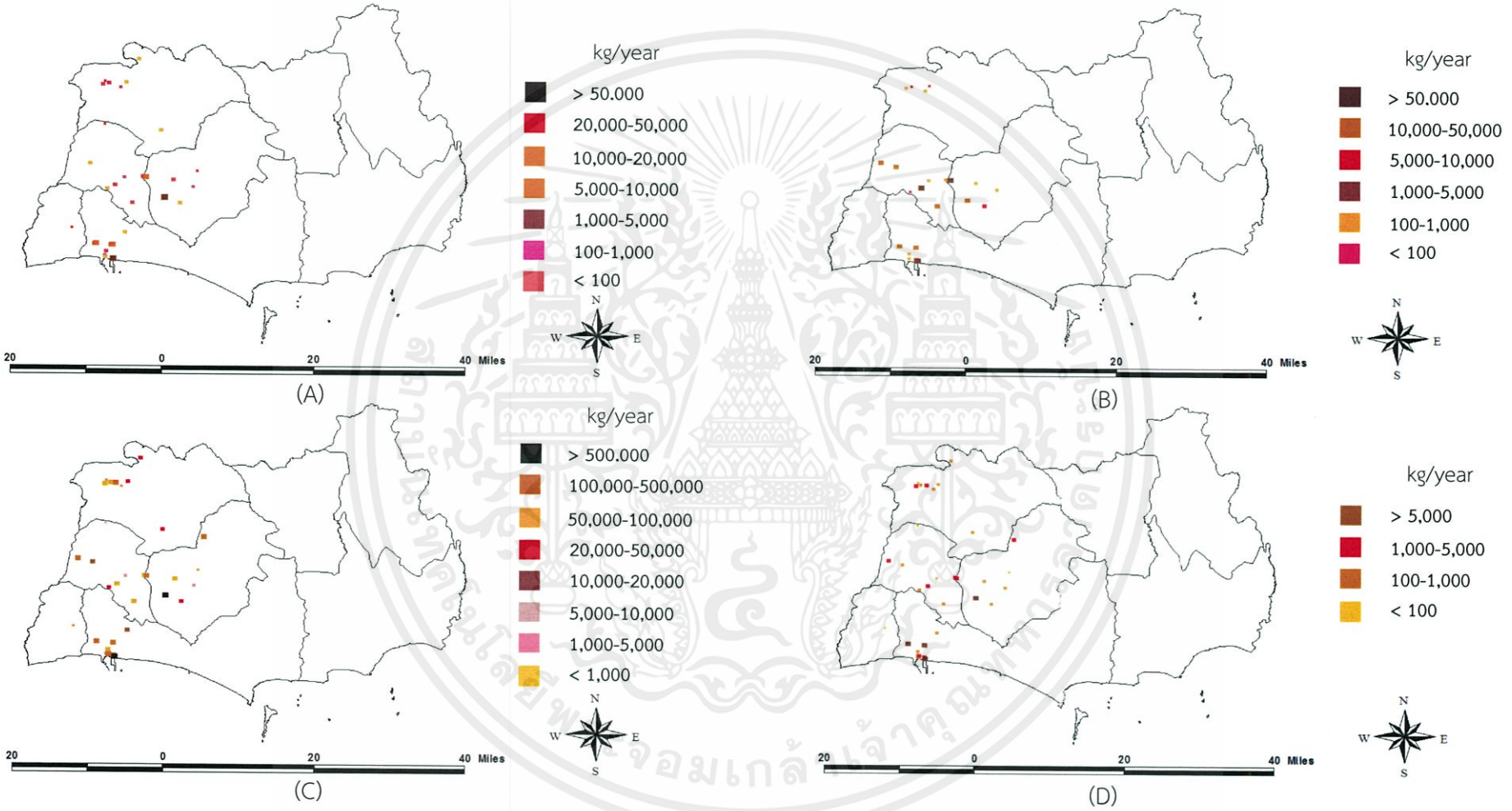
ดังนั้น ปริมาณการปลดปล่อยออกไซด์ของซัลเฟอร์ เท่ากับ 47,688.10 กิโลกรัมต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

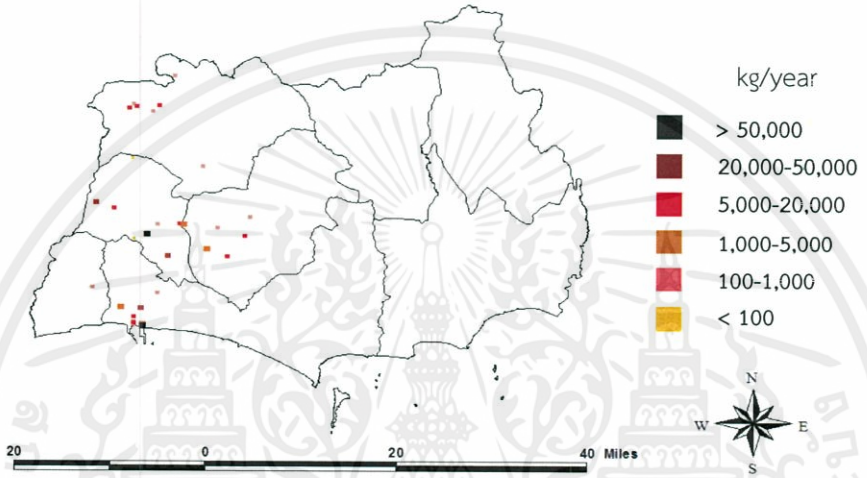
แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมโลหะ

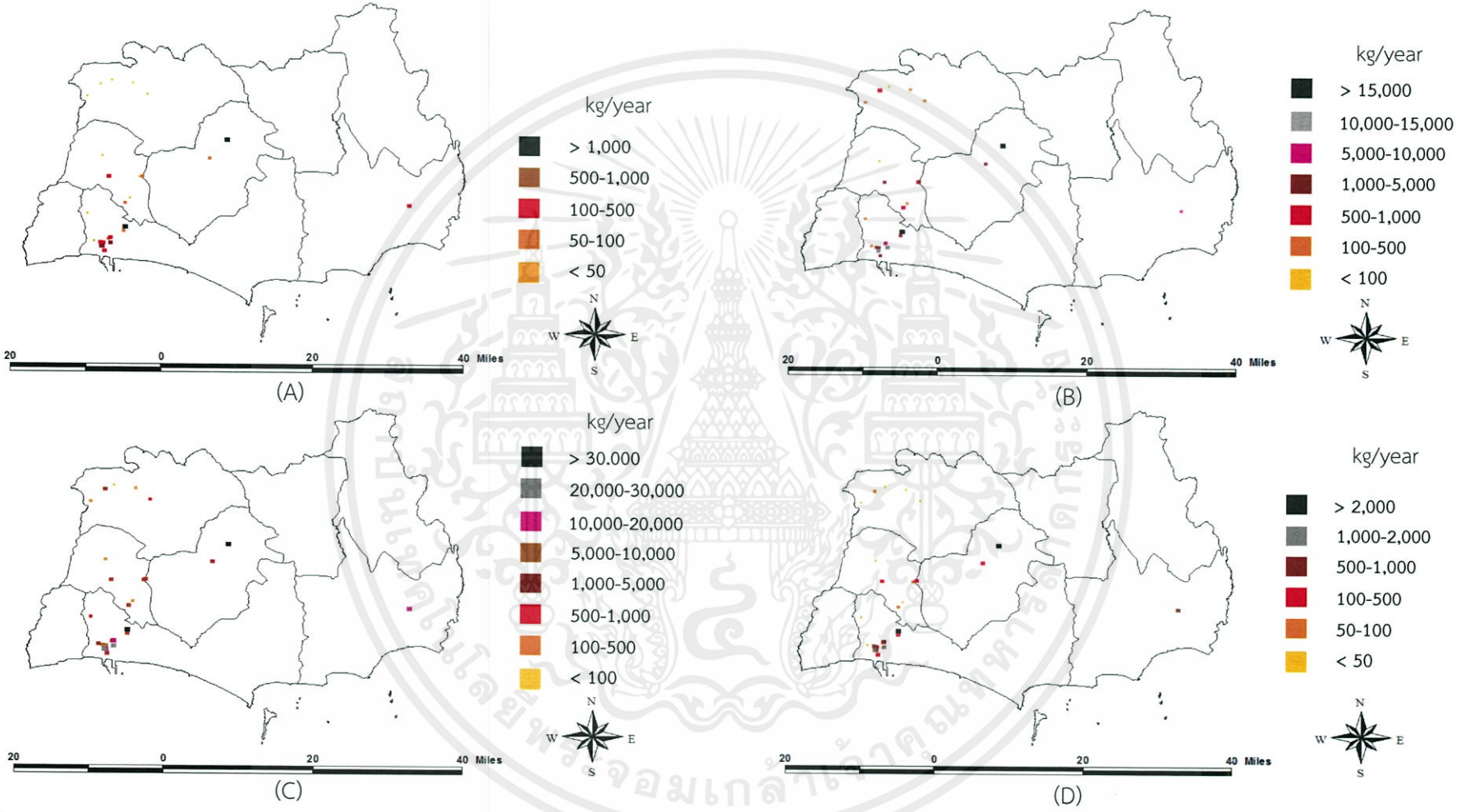
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



(E)

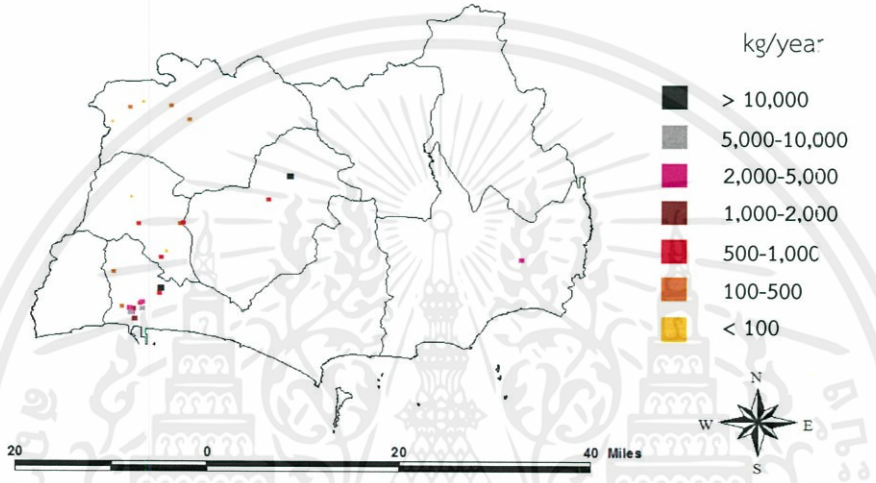
รูปที่ ง.1 (ต่อ) แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ ง.2 แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี

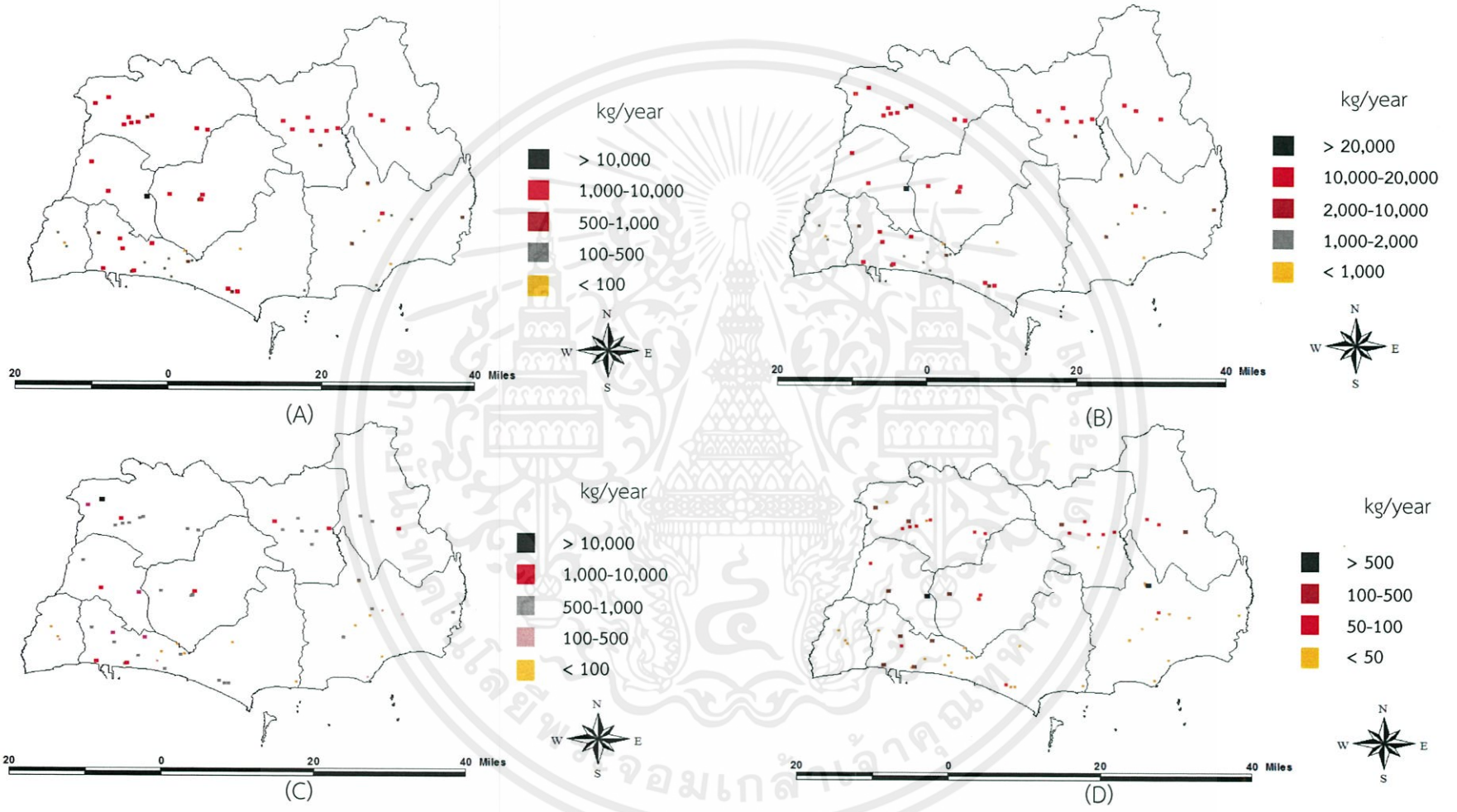
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



(E)

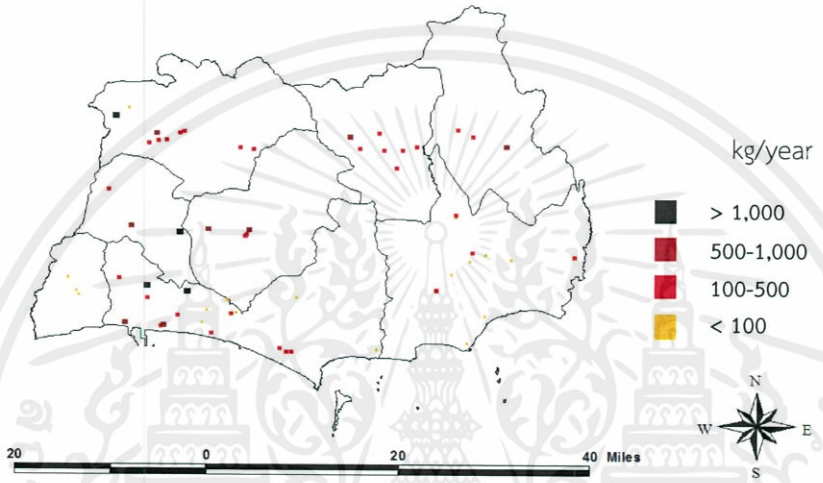
รูปที่ ง.2 (ต่อ) แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ ง.3 แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมอโลหะ

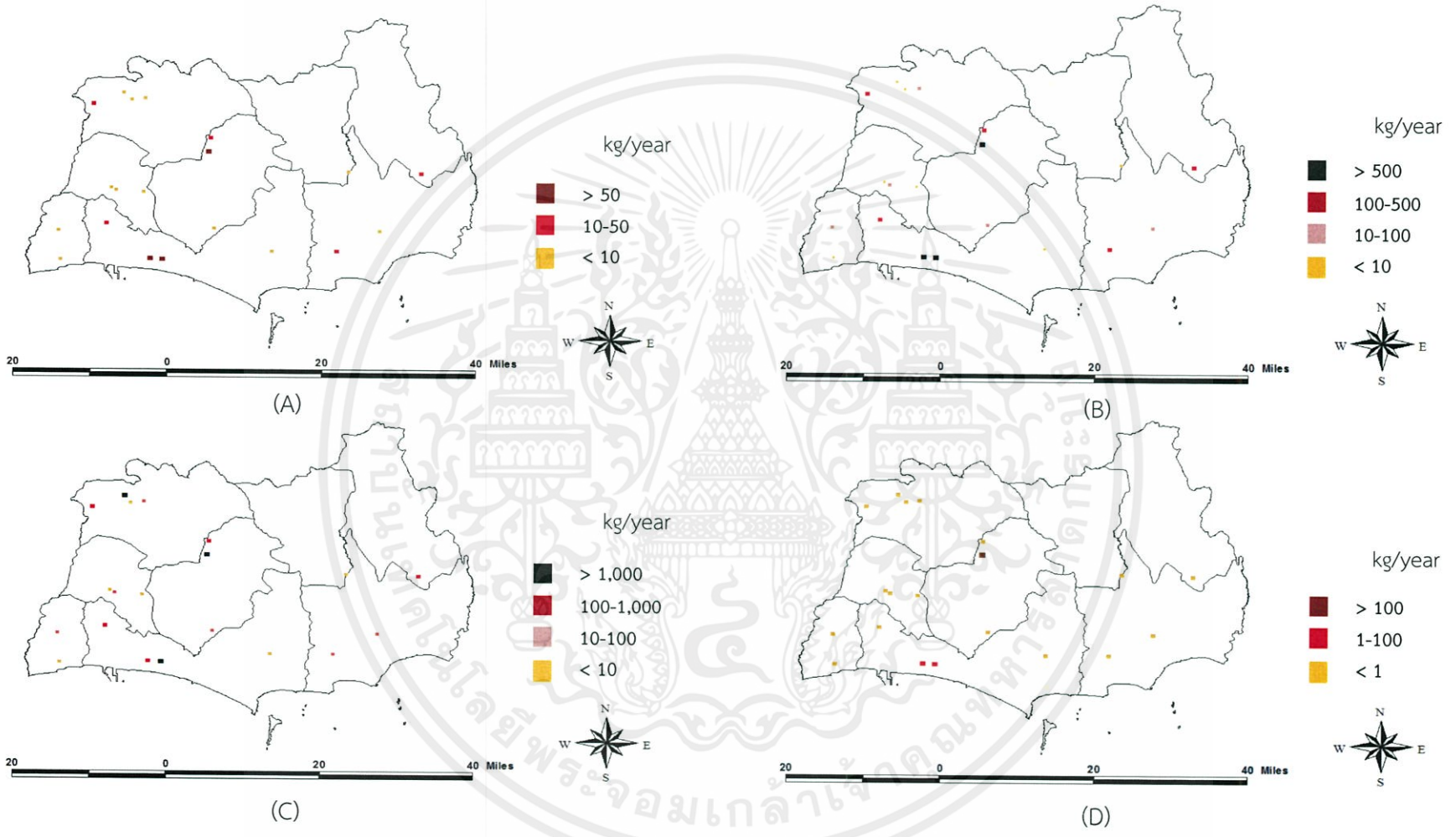
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



(E)

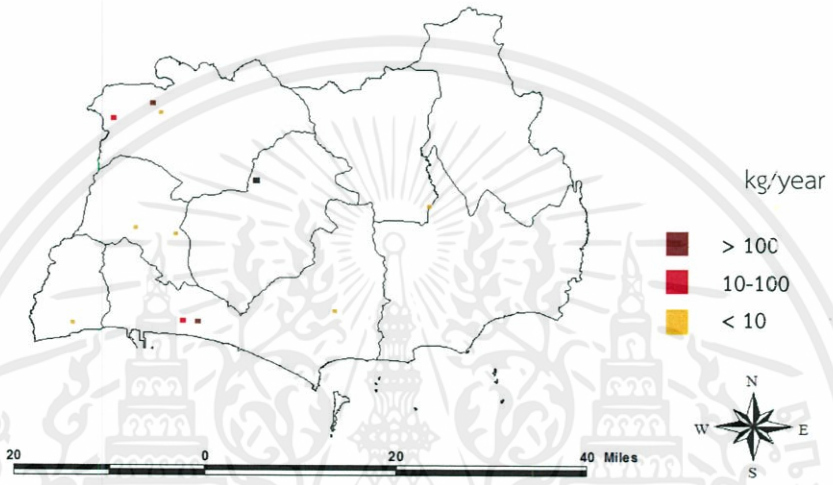
รูปที่ ง.3 (ต่อ) แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมอโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ ง.4 แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมกระดาษ

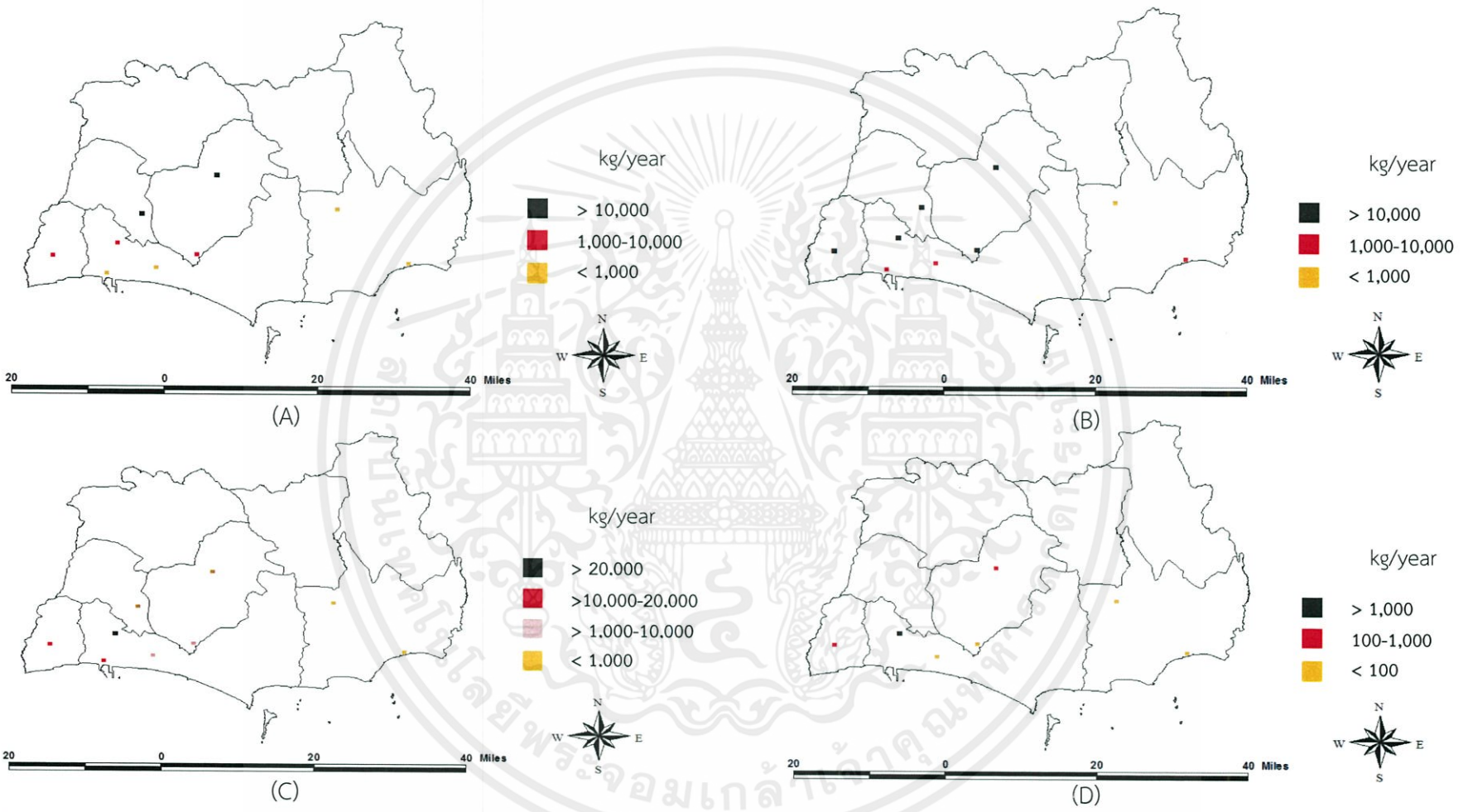
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



(E)

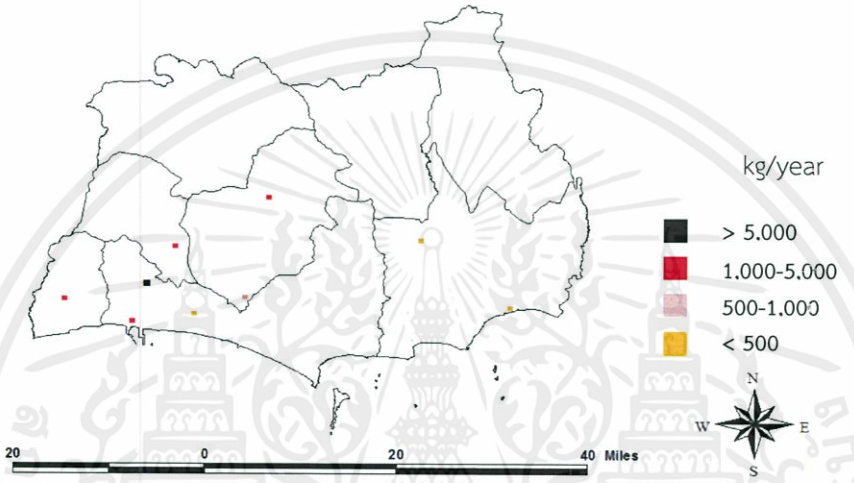
รูปที่ ง.4 (ต่อ) แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ ง.5 แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมสิ่งทอ

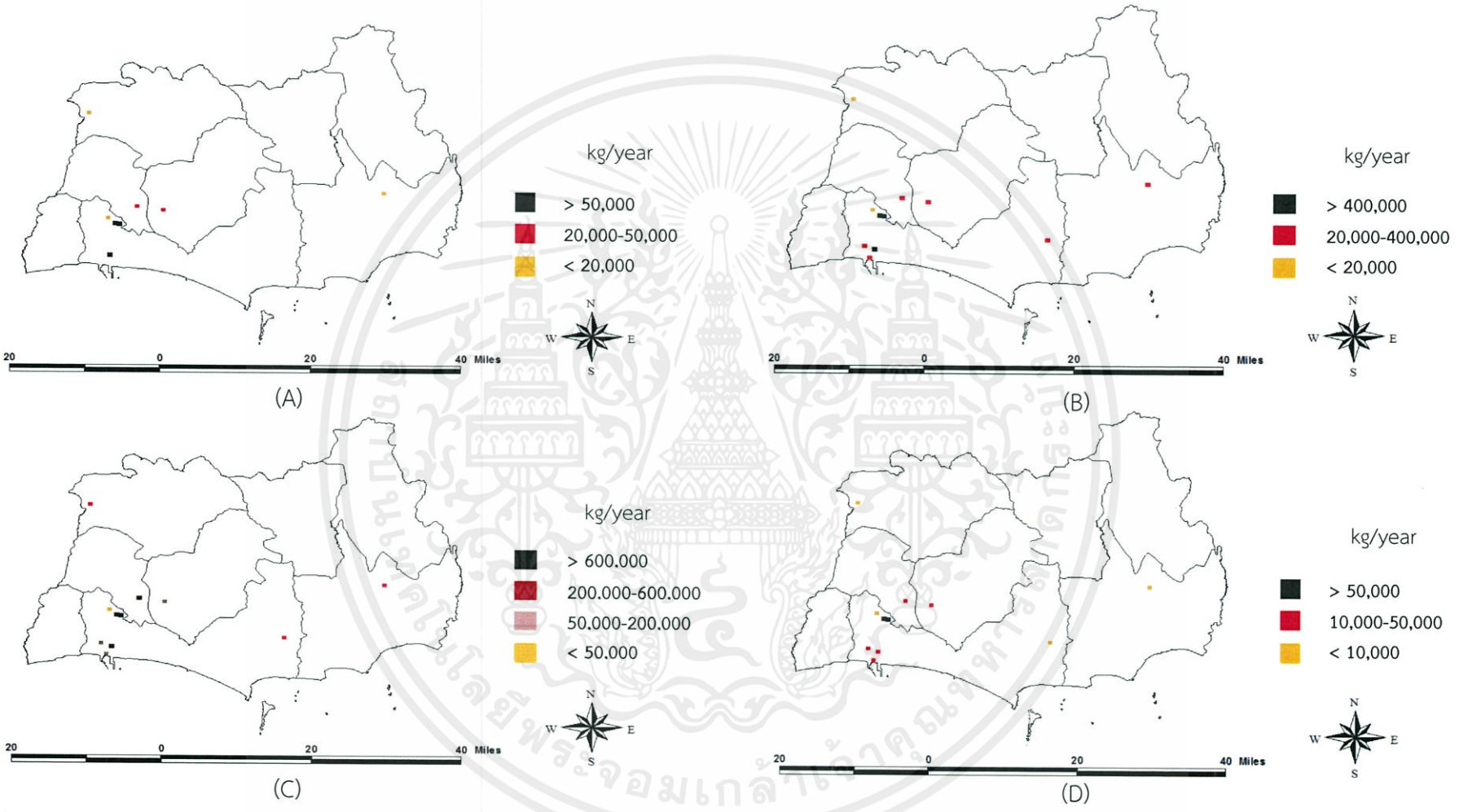
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



(E)

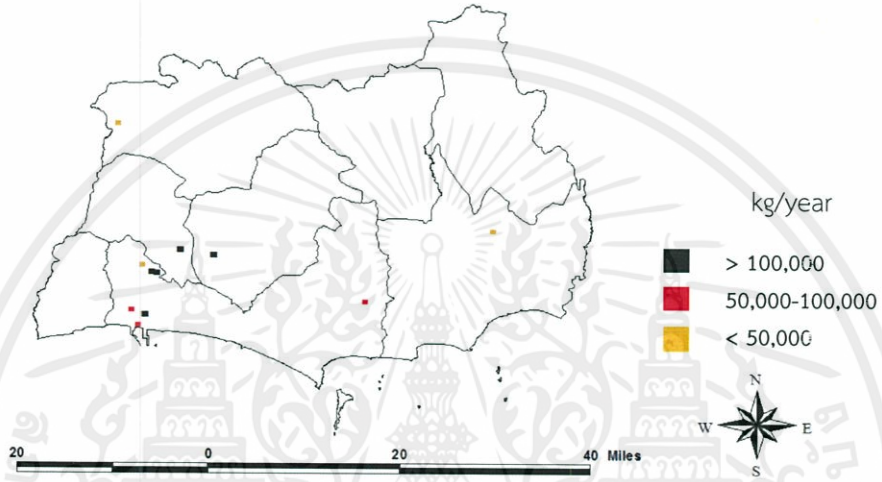
รูปที่ ง.5 (ต่อ) แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมสิ่งทอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ ง.6 แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมการไฟฟ้า ก๊าซและการประปา

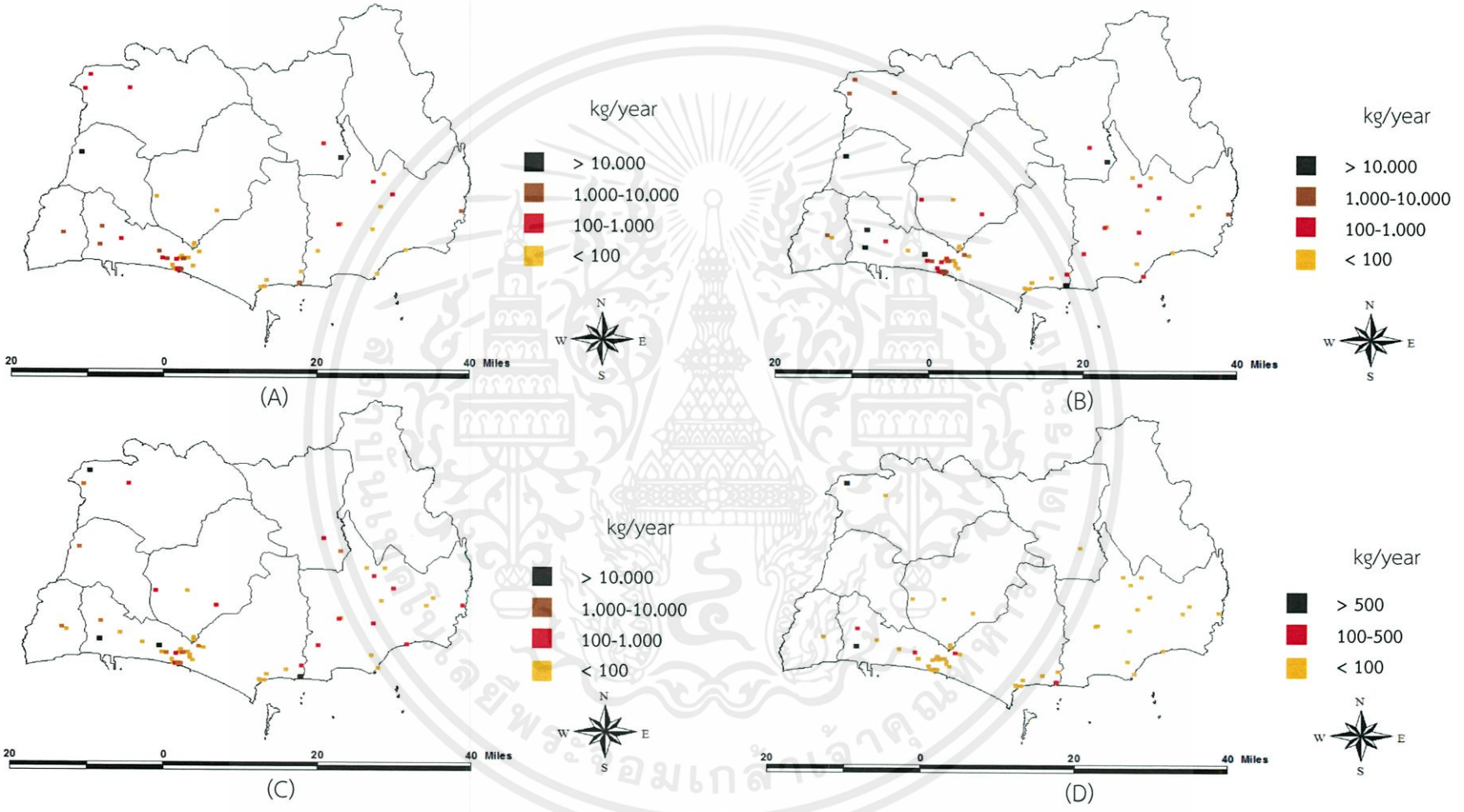
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



(E)

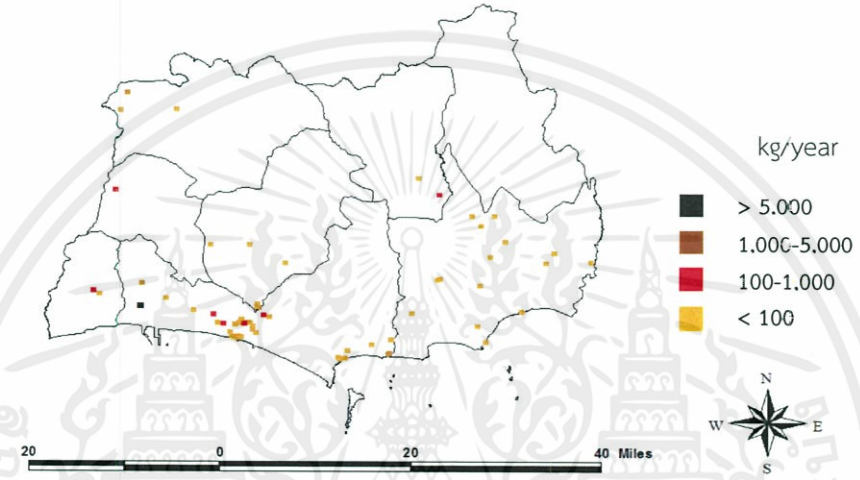
รูปที่ ง.6 (ต่อ) แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมการไฟฟ้า ก๊าซและการประปา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ ง.7 แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ

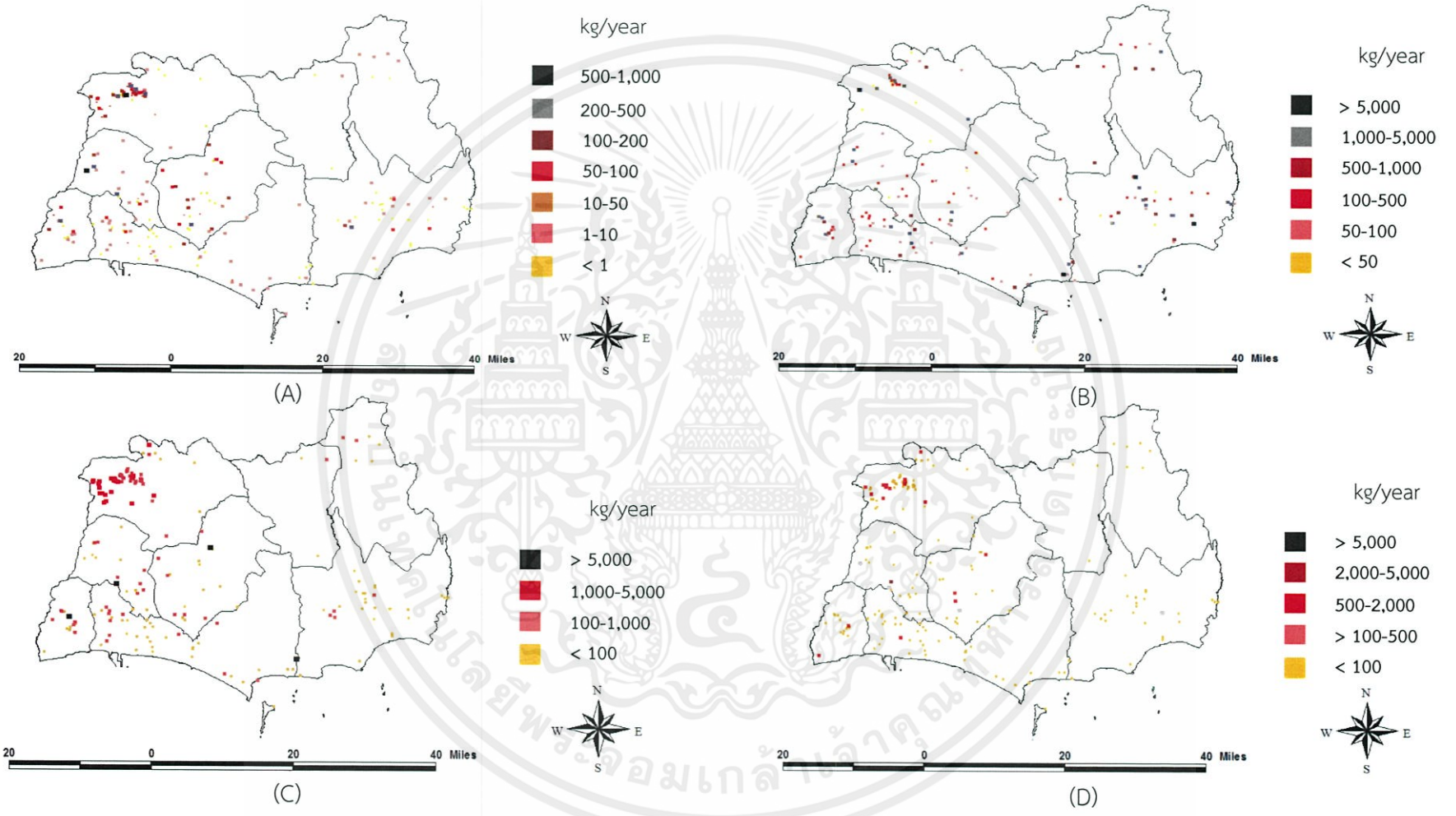
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



(E)

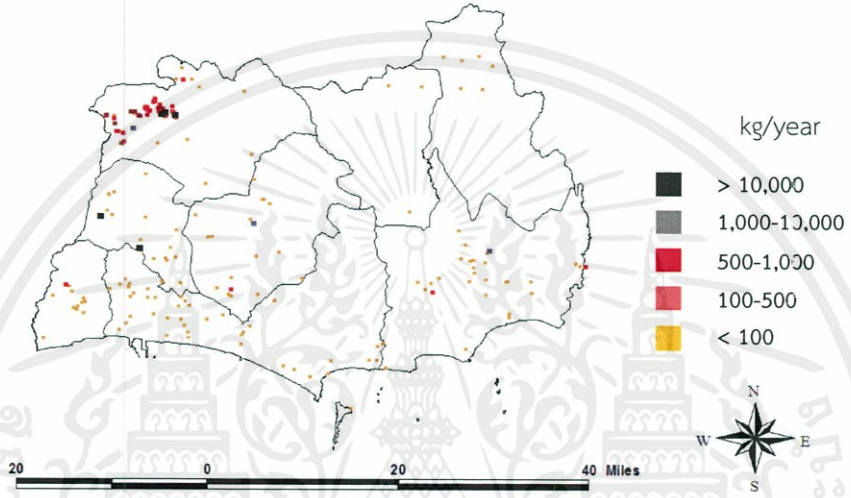
รูปที่ ง.7 (ต่อ) แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ ง.8 แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (A) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (B) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) (C) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ (D) สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



(E)

รูปที่ ง.8 (ต่อ) แผนภาพแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายมลพิษ (E) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า