

บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ
บริเวณโดยรอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัดระยอง



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ
บริเวณโดยรอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัดระยอง



ปริณยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EMISSION INVENTORY OF AIR POLLUTANTS FROM VARIOUS
SOURCES AROUND MAPTAPHUT INDUSTRIAL ESTATE AREA



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF BACHELOR IN CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์เรื่อง

บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิด
ประเภทต่างๆ บริเวณโดยรอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด
อำเภอเมือง จังหวัดระยอง

โดย

นางสาวปริณาทิ หนูเกตุ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์

ดร.นริศรา ทองบุญชู

ปริญญาานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญาานิพนธ์


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


.....กรรมการ
(ผศ.ดร.สันติ วัฒนานุสรณ์)


.....กรรมการ
(ดร.อมตะ อนันต์พินิจวัฒนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์เรื่อง	บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ
	บริเวณโดยรอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัดระยอง
โดย	นางสาวปริณห์ หนูเกต
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.นริศรา ทองบุญชู

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำบัญชีรายการการปล่อยสารมลพิษอากาศ ได้แก่ NO_x , CO , CO_2 , PM_{10} , SO_2 และ VOCs ในพื้นที่โดยรอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัดระยอง โดยครอบคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ และแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ และเพื่อแปลงข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการทำแบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศในอนาคต โดยศึกษาข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่างๆ ในปี พ.ศ. 2559 และใช้วิธี Emission factor ในการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

ผลการศึกษา พบว่า แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด หรือปล่อยระบายนไอเสียของโรงงานในพื้นที่ศึกษา มีการปลดปล่อย SO_2 สูงที่สุดในอัตรา 47,311 ตันต่อปี รองลงมาคือ NO_x 38,179 ตันต่อปี และ PM_{10} 13,252 ตันต่อปี ตามลำดับ สำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ ภาคอุตสาหกรรมมีการปลดปล่อย CO_2 สูงสุดในอัตรา 4,357,452 ตันต่อปี รองลงมาคือ VOCs , NO_x , CO , SO_2 และ PM_{10} ในอัตรา 164,972 68,263 14,819 8,537 และ 6,329 ตันต่อปี ตามลำดับ ภาคครัวเรือนซึ่งพิจารณาจากการเผาไหม้ก๊าซหุงต้ม มีการปลดปล่อย CO_2 สูงที่สุดในอัตรา 7,302 ตันต่อปี รองลงมาคือ NO_x , CO , VOCs , PM_{10} , SO_2 ในอัตรา 7.87 5.35 1.78 0.43 และ 0.32 ตันต่อปี ตามลำดับ สถานีบริการน้ำมันมีการปลดปล่อย Toluene สูงที่สุดในอัตรา 215.17 กิโลกรัมต่อปี รองลงมาคือ Hexane, Benzene และ Xylene ที่อัตรา 60.46 22.86 19.37 กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ และพืชพรรณมีการปลดปล่อยไอโซพรีน 100.31 ตันต่อปี ซึ่งมาจากทุ่งหญ้าและพุ่มไม้เป็นหลัก และปลดปล่อยโมโนเทอพรีน 54.17 ตันต่อปี ซึ่งมาจากยางพาราเป็นหลัก และสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ มีการปลดปล่อย CO_2 สูงที่สุดในอัตรา 80,103.76 ตันต่อปี รองลงมาคือ NO_x , CO , VOCs , PM_{10} และ SO_2 ในอัตรา 560.15 339.84 78.98 30.53 และ 10.90 ตันต่อปี ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Report Title	Emission inventory of air pollutants from various sources around Maptaphut Industrial Estate area
By	Ms. Parina Nuket
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Chemical Engineering
Year	2017
Advisor	Dr. Narisara Thongboonchoo

ABSTRACT

This research aims to develop an emission inventory of air pollutants (NO_x, CO, CO₂, PM, SO₂, and VOCs) from major sources around Maptaphut Industrial Estate area (Point sources, Area sources, and Mobile sources) and to convert estimating emission results to Geographic Information Systems (GIS) data for air quality model in the future. Secondary data were gathered from relevant state agencies and other studies, based on the year 2016. Emission factors is method of calculating air pollutant emission quantities.

The results show that estimated emission from point sources of air pollution in study area consist of SO₂ 47,311 ton/year, NO_x 38,179 ton/year and PM₁₀ 13,252 ton/year. For area sources, industries are the major sources of air pollutant emission, that released CO₂ 4,357,452 ton/year, VOCs 164,972 ton/year, NO_x 68,263 ton/year, CO 14,819 ton/year, SO₂ 8,537 ton/year and PM₁₀ 6,329 ton/year. Combustion of LPG in household emitted CO₂ 7,302 ton/year, NO_x 7.87 ton/year, CO 5.35 ton/year, VOCs 1.78 ton/year, PM₁₀ 0.43 ton/year and SO₂ 0.32 ton/year. Fuel loading and vehicle refueling in service station emitted Toluene 215.17 kg/year, Hexane 60.46 kg/year, Benzene 22.86 kg/year and Xylene 19.37 kg/year. Biogenic sources released Isoprene 100.31 ton/year and Monoterpene 54.17 ton/year. Shrub and grass was the major emitter for Isoprene, and rubber tree was the major emitter for Monoterpene. Emission from mobile sources consist of CO₂ 80,104 ton/year, NO_x 560.15 ton/year, CO 339.84 ton/year, VOCs 78.98 ton/year, PM₁₀ 30.53 ton/year and SO₂ 10.90 ton/year.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย จากบุคคลและกลุ่มบุคคลต่างๆ ได้แก่

ดร.นริศรา ทองบุญชู อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ทุ่มเทให้กับนักศึกษาอย่างมาก ให้ความรู้ คำแนะนำ ปรึกษา และคำสั่งสอนทั้งเรื่องการเรียนรู้และเรื่องอื่นๆ มีความเอาใจใส่ ช่วยแก้ไขปัญหาและอุปสรรค รวมทั้งช่วยตรวจทาน และแก้ไขปริญญานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

คณาจารย์สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ช่วยให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆ แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการอนุเคราะห์และการสนับสนุนทางการเงินในการทำงานวิจัย รวมถึงเอื้อเฟื้อสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ

ขอขอบคุณหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง อาทิ กรมปศุสัตว์ กรมธุรกิจพลังงาน และกรมทางหลวง และ ผศ. ดร.ประพัทธ์ พงษ์เกียรติกุล สำหรับการเอื้อเฟื้อข้อมูลเพื่อประกอบการทำงานวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างแก่ข้าพเจ้า คอยอบรมสั่งสอน ให้การสนับสนุน และกำลังใจตลอดมา และผู้มีพระคุณที่ไม่ได้กล่าวมา ณ ที่นี้

หากเกิดความผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้ ณ ที่นี้ คุณค่าและประโยชน์อันได้อันพึงมาจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปริณาทน์ หนูเกตุ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป.....	VII
สารบัญตาราง.....	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎี	4
2.1 ข้อมูลทั่วไปของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด.....	4
2.2 ประเภทสารมลพิษอากาศ.....	6
2.2.1 อนุภาคต่างๆ (Particulates).....	6
2.2.2 ก๊าซและไอต่างๆ (Gas and vapor).....	6
2.3 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสารมลพิษอากาศ.....	8
2.3.1 ผลกระทบต่อมนุษย์.....	8
2.3.2 ผลกระทบต่อพืชและสัตว์.....	8
2.3.3 ผลกระทบในระดับภูมิภาคและระดับโลก.....	9
2.4 แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ.....	10
2.4.1 ประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษจำแนกตามลักษณะการปล่อยสารมลพิษอากาศ....	10
2.4.2 ประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษจำแนกตามที่มาของสารมลพิษอากาศ.....	11
2.5 การประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	17
2.5.1 ลักษณะวิธีการประมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	17
2.5.2 หลักการพื้นฐานของวิธีการประเมินการปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	17

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6	ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (Emission factor).....	18
2.6.1	การใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ	18
2.6.2	แหล่งข้อมูลค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	18
2.6.3	การพัฒนาค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ	20
2.6.4	การเลือกใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	20
2.7	การจัดทำบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	20
2.7.1	การระบุเป้าหมายของบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ	21
2.7.2	การเตรียมข้อมูลสำหรับการประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ	21
2.7.3	การประเมินปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	22
2.8	ประโยชน์ของบัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	23
2.8.1	การควบคุมการปล่อยสารมลพิษหรือลดการผลิตสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด ...	23
2.8.2	การควบคุมหรือกำจัดสารมลพิษที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดสู่บรรยากาศ	24
2.9	ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการประยุกต์ใช้งานด้านมลพิษทางอากาศ	26
2.9.1	ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	27
2.9.2	กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	28
2.9.3	การประยุกต์ใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในด้านมลพิษทางอากาศ.....	28
2.10	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 3	วิธีดำเนินงานวิจัย.....	32
3.1	บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด	32
3.1.1	การรวบรวมแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดในพื้นที่ศึกษา.....	32
3.1.2	การรวบรวมปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	32
3.2	บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่.....	33
3.2.1	การรวบรวมแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ในพื้นที่ศึกษา	33
3.2.2	การรวบรวมค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	36
3.2.3	การประเมินปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ	39
3.3	บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่.....	42
3.3.1	การรวบรวมแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ในพื้นที่ศึกษา.....	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.2 การรวบรวมค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	44
3.3.3 การประเมินปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ	46
3.4 การแปลงข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	47
3.4.1 การนำเข้าภาพถ่ายอ้างอิงและกำหนดพิกัดภูมิศาสตร์แผนที่.....	47
3.4.2 การแปลงข้อมูลจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด	49
3.4.3 การแปลงข้อมูลจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่.....	53
3.4.4 การแปลงข้อมูลจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่	54
3.4.5 การรวมข้อมูลแรสเตอร์ของแหล่งกำเนิดมลพิษทุกประเภท	56
3.4.6 การแสดงผลในรูปแบบแผนที่ตารางกริด.....	57
บทที่ 4 ผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	58
4.1 บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด	58
4.2 บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่.....	59
4.2.1 แหล่งกำเนิดมลพิษจากภาคอุตสาหกรรม.....	59
4.2.2 แหล่งกำเนิดมลพิษจากภาคครัวเรือน.....	60
4.2.3 แหล่งกำเนิดประเภทสถานีบริการน้ำมัน	61
4.2.4 แหล่งกำเนิดประเภทพืชพรรณ.....	62
4.3 บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่	63
4.4 ผลการประเมินสารมลพิษอากาศโดยรวมแยกตามประเภทแหล่งกำเนิด	68
4.5 การแปลงข้อมูลให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	69
4.6 การเปรียบเทียบและวิจารณ์ผลการศึกษากับฐานข้อมูลอื่นๆ.....	76
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	79
5.1 สรุปผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ	79
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	81
เอกสารอ้างอิง.....	82
ภาคผนวก ก.....	86
ภาคผนวก ข.....	90

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	พื้นที่ในรัศมี 5 กิโลเมตรของบริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน).....5
2.2	ผลของ BVOCs ที่มีต่อกระบวนการทางเคมีในบรรยากาศและสภาพอากาศ16
2.3	ตัวอย่างข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ27
2.4	ตัวอย่างการใช้ GIS สร้างแบบจำลองการแพร่กระจายของ PM _{2.5} ใน U.S. (2011)29
3.1	ตัวอย่างแผนที่การใช้ที่ดินในพื้นที่ที่ศึกษา36
3.2	ภาพถ่ายพื้นที่ศึกษาจากดาวเทียมโดยใช้โปรแกรม Google Earth.....47
3.3	การตรึงพิกัดภูมิศาสตร์บนภาพถ่ายอ้างอิง48
3.4	กริดของพื้นที่ที่ศึกษา.....49
3.5	ตัวเลือกการป้อนข้อมูลที่เป็นจุด50
3.6	ผลลัพธ์ของการป้อนข้อมูลจากแหล่งกำเนิดแบบจุด.....50
3.7	การนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ .CSV และผลลัพธ์ของการนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ51
3.8	เครื่องมือที่ใช้แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์.....52
3.9	การแปลงข้อมูลแบบจุดให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์52
3.10	ผลลัพธ์ของการป้อนข้อมูลจากแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่53
3.11	การแปลงข้อมูลแบบพื้นที่ให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์.....54
3.12	ผลลัพธ์ของการป้อนข้อมูลจากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่.....55
3.13	การแปลงข้อมูลแบบเส้นให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์.....56
3.14	การรวมข้อมูลแรสเตอร์ของแหล่งกำเนิดมลพิษทุกประเภท57
3.15	การตั้งค่าเพื่อแสดงผลในรูปแบบแผนที่ตารางกริดและอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ.....57
4.1	อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมัน62
4.2	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากถนนแต่ละสายในตำบลมาตาพุด65
4.3	สัดส่วนการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจำแนกตามชนิดของยานพาหนะและเชื้อเพลิงที่ใช้.....67
4.4	แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละประเภท69
4.5	แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และอัตราการปลดปล่อย VOCs รายปี70
4.6	แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และอัตราการปลดปล่อย SO ₂ รายปี71
4.7	แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และอัตราการปลดปล่อย NO _x รายปี72
4.8	แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และอัตราการปลดปล่อย PM ₁₀ รายปี73

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.9	แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และอัตราการปลดปล่อย CO รายปี.....74
4.10	แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และอัตราการปลดปล่อย CO ₂ รายปี75



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย.....9
2.2	การเปรียบเทียบปริมาณมลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในรถยนต์.....14
2.3	ข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดของกรมธุรกิจพลังงาน15
2.4	การจำแนกแหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศ และชนิดของสารมลพิษอากาศที่ศึกษา21
2.5	ตัวอย่างข้อมูลที่ต้องใช้ประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ.....22
3.1	ตัวอย่างข้อมูลโรงงานที่มีการตรวจวัดปริมาณสารมลพิษอากาศจากปล่อง.....32
3.2	ตัวอย่างปริมาณสารมลพิษอากาศที่ตรวจวัดได้จากปล่อง.....33
3.3	จำนวนข้อมูลโรงงานที่รวบรวมจากงานวิจัย.....33
3.4	ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของจังหวัดระยองปี พ.ศ. 255935
3.5	ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในตำบลมาบตาพุดปี พ.ศ. 2559 ด้วยวิธี TDA.....35
3.6	พื้นที่พืชพรรณชนิดต่างๆในตำบลมาบตาพุด ปี พ.ศ. 255936
3.7	ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับภาคครัวเรือน.....37
3.8	ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับสถานีบริการน้ำมัน กรณีขนถ่ายน้ำมันลงถังเก็บใต้ดิน (Fuel loading)38
3.9	ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับสถานีบริการน้ำมัน กรณีถ่ายเทน้ำมันจากหัวจ่ายสู่ยานพาหนะ (Vehicle refueling).....38
3.10	ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศของพืชพรรณชนิดต่างๆ.....39
3.11	โครงข่ายถนนที่สำคัญภายในตำบลมาบตาพุด.....43
3.12	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันบนถนนแต่ละสายภายในตำบลมาบตาพุด43
3.13	ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะจากการประเมินด้วยดัชนีการจราจรติดขัด.....44
3.14	ตัวอย่างค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับการคมนาคม ที่ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ 50 - 59 กิโลเมตรต่อชั่วโมง.....45
3.15	ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ SO ₂ สำหรับยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล.....46
3.16	ตัวอย่างการจัดการข้อมูลเพื่อหาผลรวมอัตราการปลดปล่อย VOCs โดยใช้ Excel.....56
4.1	อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากปล่องระบายควันของโรงงาน58
4.2	อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศของโรงงานในพื้นที่ศึกษา.....59
4.3	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับภาคครัวเรือนในตำบลมาบตาพุด.....60

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.4 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันภายในตำบลมาบตาพุด ปี พ.ศ. 2559 กรณีขนถ่ายน้ำมันลงถังเก็บใต้ดิน (Fuel loading).....	61
4.5 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันภายในตำบลมาบตาพุด ปี พ.ศ. 2559 กรณีถ่ายเทน้ำมันจากหัวจ่ายสู่ยานพาหนะ (Vehicle refueling).....	61
4.6 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากพืชพรรณชนิดต่างๆ	63
4.7 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากการคมนาคมบนถนนแต่ละสาย ในตำบลมาบตาพุด ปี พ.ศ. 2559	63
4.8 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากการคมนาคมโดยจำแนกตามชนิด ของยานพาหนะและเชื้อเพลิงที่ใช้ ปี พ.ศ. 2559	66
4.9 ผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศโดยรวมแยกตามประเภทแหล่งกำเนิด.....	68
4.10 การเปรียบเทียบผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ กับข้อมูลการปลดปล่อย และเคลื่อนย้ายมลพิษ ประจำปี 2558 จังหวัดระยอง ของโครงการ PRTR.....	77
4.11 การเปรียบเทียบผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากพืชพรรณ กับผลการประเมินอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศในจังหวัดชลบุรี.....	78

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

จากโครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกระยะที่ 1 ปี พ.ศ. 2524 - 2537 การก่อสร้างนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ทำให้บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี 2533 - 2535 การขยายพื้นที่อุตสาหกรรมไปนอกพื้นที่เป้าหมายทำให้พื้นที่แนวกันชน (Buffer Zone) ระหว่างโรงงานและชุมชนหายไป ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อยู่ใกล้เคียง จากรายงานสถานการณ์ปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดในเมืองใหญ่ของประเทศไทย [1] พบว่า ในพื้นที่จังหวัดระยองและในพื้นที่เขตมาบตาพุดนั้น ประชากรมีปัญหาสุขภาพด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและโรคมะเร็งเป็นหลัก โดยสถิติผู้ป่วยโรคมะเร็งทุกชนิดในอำเภอเมืองจังหวัดระยองสูงกว่าอำเภออื่นๆ ถึง 5 เท่า

สถานการณ์คุณภาพอากาศในประเทศไทยจากรายงานของกรมควบคุมมลพิษ [2] แสดงให้เห็นว่าในช่วงปี 2558-2559 ประเภทของมลพิษทางอากาศที่ส่งผลต่อคุณภาพอากาศและสุขภาพของผู้คนที่อาศัยอยู่รอบๆ พื้นที่นิคมอุตสาหกรรมใน ต. มาบตาพุด คือ สารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) เนื่องจากมีความเข้มข้นในบรรยากาศทั่วไปสูงเกินกว่าค่าเผื่อระวังสำหรับสารอินทรีย์ระเหยในบรรยากาศทั่วไปในเวลา 24 ชั่วโมงที่ประกาศโดยกรมควบคุมมลพิษ โดยเฉพาะสารเบนซินที่มีค่าสูงเกินค่าเผื่อระวังในทุกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ติดตั้งบริเวณชุมชนรอบๆ นิคมอุตสาหกรรมใน ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดของสารอินทรีย์ระเหยง่ายจำนวนมาก เช่น โรงงานอุตสาหกรรม (124 โรง) คลังน้ำมันเบนซิน (4 แห่ง) ทำให้พบเรือที่มีการขนถ่ายสาร VOCs ถึงเกือบสารเคมีขนาดใหญ่ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีแหล่งกำเนิดจากการคมนาคมขนส่งในพื้นที่ และแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติอย่างการระเหยของสารประกอบอินทรีย์จากพืชพรรณ (Biogenic volatile organic compounds -BVOCs) เช่น ไอโซพรีน (Isoprene) และแอลฟา-ไพเนน (α -Pinene) เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ามลพิษทางอากาศประเภทฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในพื้นที่ที่มีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดที่ 128 มคก./ลบ.ม. และ 82 มคก./ลบ.ม. ซึ่งยังคงเกินค่ามาตรฐานที่ 120 มคก./ลบ.ม. และ 50 มคก./ลบ.ม. ตามลำดับ ในส่วนของฝุ่นละอองขนาดเล็กเป็นมลพิษทางอากาศที่มีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นหลัก เช่น การคมนาคม คริวเรือน และภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น และแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ เช่น การฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองชีวมวล เป็นต้น ส่วนก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO_x) มีค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงอยู่ในเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลจากสถานีตรวจวัดทั่วประเทศ พบว่า ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงสูงสุดของ SO_x ถูกตรวจพบในพื้นที่รอบๆ นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดมีค่าสูงกว่าในพื้นที่อื่นๆ เนื่องจากแหล่งกำเนิดหลักของสารมลพิษอากาศเหล่านี้มาจากกิจกรรมที่มีการเผาไหม้ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ เตาเผา และโรงงานไฟฟ้า เป็นต้น นอกจากนี้สารมลพิษอากาศที่เกิดจากแหล่งกำเนิดโดยตรงหรือสารมลพิษอากาศปฐมภูมียังสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีกับสารประกอบอื่นๆ ในบรรยากาศ เช่น ปฏิกิริยาระหว่างไนโตรเจนออกไซด์และสารอินทรีย์ระเหยง่าย เกิดเป็นสารมลพิษอากาศทุติยภูมิอย่าง ก๊าซโอโซน (O_3) ได้อีกด้วย ซึ่งผลจากการตรวจวัด O_3 พบว่ามีค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงสูงสุดที่ 127 ppb ซึ่งเกินค่ามาตรฐานที่ 100 ppb และจำนวนครั้งที่เกินค่ามาตรฐานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี 2548 โดย O_3 ที่ระดับความเข้มข้น 025 ppm หรือ 250 ppb ขึ้นไป ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อปอด และเป็นสาเหตุของโรคหอบหืดและโรคปอดเรื้อรังได้

จากปัญหามลภาวะทางอากาศที่เกิดขึ้นในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด การควบคุมและแก้ไขปัญหามลพิษตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 [3] ต้องมีการจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อลดและขจัดมลพิษ ประกอบด้วย (1) การสำรวจและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีอยู่ในเขตควบคุมมลพิษ (2) การจัดทำบัญชีแสดงรายละเอียดของแหล่งกำเนิดมลพิษ (3) การศึกษา วิเคราะห์ และประเมินสถานภาพมลพิษ เพื่อกำหนดมาตรการที่เหมาะสมสำหรับการลดและขจัดมลพิษในเขตควบคุมมลพิษนั้น ดังนั้น บัญชีรายการการปล่อยสารมลพิษอากาศจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยรวบรวมฐานข้อมูลของปริมาณสารมลพิษที่ถูกระบายจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ในพื้นที่มาบตาพุด โดยเป็นข้อมูลที่ทันสมัยและครอบคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษหลักๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนปรับปรุงคุณภาพอากาศในเขตควบคุมมลพิษมาบตาพุดต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อจัดทำบัญชีรายการการปล่อยสารมลพิษอากาศในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด โดยครอบคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษหลักทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคครัวเรือน การคมนาคม สถานีบริการน้ำมัน และพืชพรรณ
2. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบสารมลพิษอากาศที่ถูกปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท
3. เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับการทำแบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

1. พื้นที่ศึกษา คือ นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดและบริเวณโดยรอบ ในอำเภอเมือง จังหวัดระยอง
2. ศึกษาแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ 3 ประเภท ได้แก่ แหล่งกำเนิดแบบจุด แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ และแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่
3. สารมลพิษทางอากาศที่ทำการศึกษา ได้แก่ ไนโตรเจนออกไซด์ (Nitrogen oxide: NO_x) คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide: CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide: CO_2) ฝุ่นละออง (Particulate matter: PM) ซัลเฟอร์ออกไซด์ (Sulfur oxide: SO_x) และสารประกอบอินทรีย์ระเหย (Volatile organic compounds: VOCs)
4. ฐานข้อมูลที่ใช้ศึกษา ได้แก่ ฐานข้อมูลในปี พ.ศ. 2559

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีฐานข้อมูลบัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศสำหรับมาบตาพุด ซึ่งเป็นพื้นที่เฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนปรับปรุงคุณภาพอากาศของเมืองที่มีขนาดและโครงสร้างพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจที่ใกล้เคียงกันกับมาบตาพุด
2. ทราบถึงความเหมาะสมของวิธีการประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศโดยใช้ค่า EF รวมถึงความพร้อมของฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำบัญชีในพื้นที่ขนาดเล็ก ซึ่งสามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดการจัดทำบัญชีของพื้นที่มาบตาพุด และพื้นที่อื่นๆ ในอนาคตได้
3. สามารถนำข้อมูลจากการจัดทำบัญชี และข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ไปใช้ทำแบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศได้ในอนาคต ทำให้เกิดความสะดวกต่อการนำไปต่อยอดและพัฒนาในงานวิจัยอื่นๆ และเป็นผลดีต่อการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพอากาศในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎี

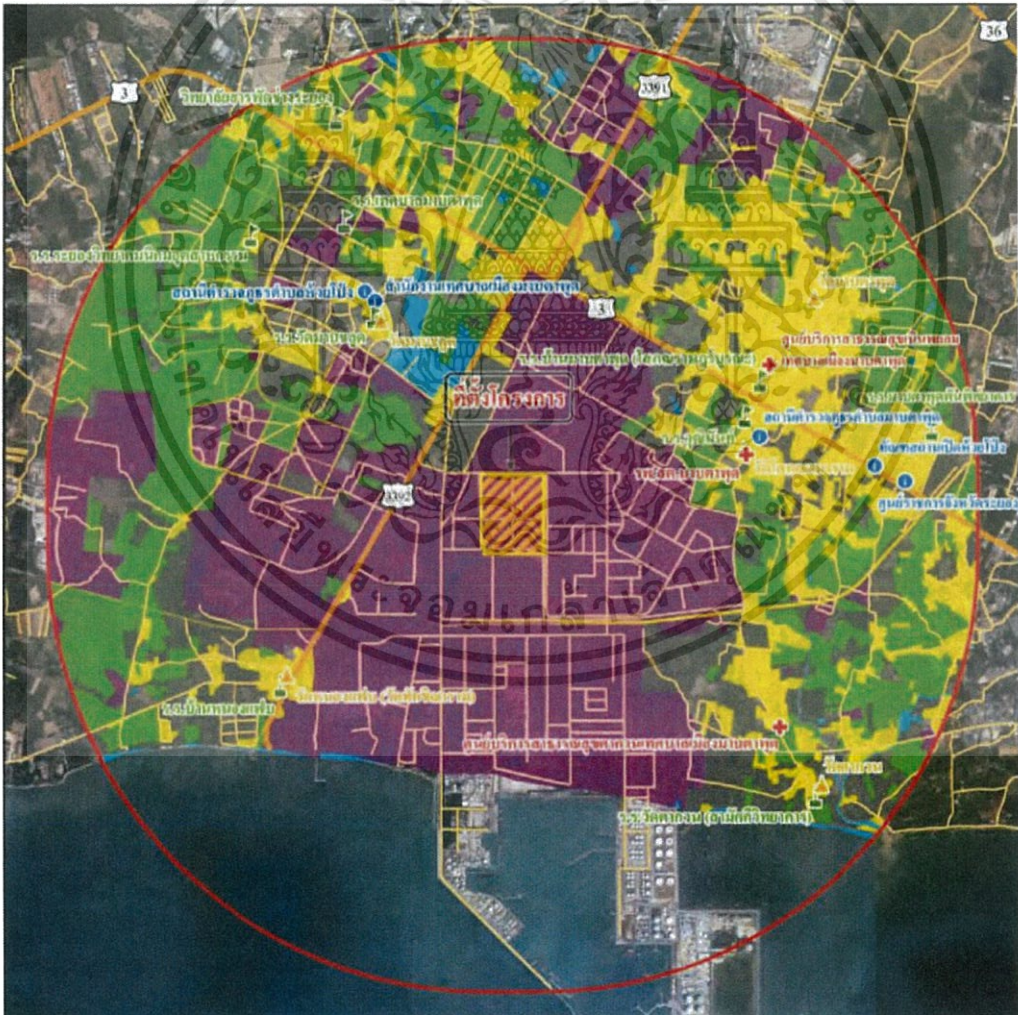
ในการจัดทำบัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ บริเวณโดยรอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ต้องศึกษาข้อมูลทั่วไปของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ประเภทสารมลพิษอากาศ แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ การจัดทำบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ การประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการประยุกต์ใช้งานด้านมลพิษทางอากาศ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลทั่วไปของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

จังหวัดระยองเป็นจังหวัดหนึ่งของภาคตะวันออกของประเทศไทย ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 12-13 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 101-102 องศาตะวันออก พื้นที่ที่ศึกษาอยู่ในเขตการปกครองของเทศบาลเมืองมาบตาพุด อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง โดยทางทิศใต้ของพื้นที่ที่ศึกษาติดกับทะเล ส่วนตอนกลางจนถึงทิศเหนือมีลักษณะเป็นที่ลุ่มต่ำและเป็นที่ราบเรียบ พื้นที่บางส่วนมีการถมทะเลเพื่อก่อสร้างท่าเรือขนส่ง และการปรับถมพื้นที่บริเวณชายฝั่งให้เหมาะสมต่อการพัฒนาอุตสาหกรรม พื้นที่โดยรอบมีการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องผ่านการจัดทำผังเมืองรวมบริเวณอุตสาหกรรมหลักและชุมชนจังหวัดระยอง จากการสำรวจการใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2556 ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมและพื้นที่ในรัศมี 5 กิโลเมตรของบริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) [4] แสดงในรูปที่ 2.1 สามารถแบ่งลักษณะพื้นที่ออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้ (1) พื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีเนื้อที่ทั้งหมด 16.34 ตารางกิโลเมตร (2) พื้นที่สีเขียว ได้แก่ สวนภูมิรักษ์ การปลูกไม้ยืนต้นตลอดแนวถนนสายมาบตาพุดพันและตามแนวถนนในนิคมอุตสาหกรรม คิดเป็นพื้นที่ 0.982 ตารางกิโลเมตร (3) พื้นที่เกษตรกรรม พบบริเวณทิศตะวันตกและทิศตะวันออกของโครงการ ส่วนใหญ่ทำการเกษตรแบบสวนผสม เช่น มันสำปะหลัง ยูคาลิปตัส และยางพารา เป็นต้น คิดเป็นพื้นที่ 20.61 ตารางกิโลเมตร (4) พื้นที่สิ่งปลูกสร้างและชุมชน พบอยู่ทางทิศเหนือของพื้นที่ที่ศึกษา ประกอบด้วย ตัวเมือง ย่านการค้า ชุมชน สถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ คิดเป็นพื้นที่ 15.58 ตารางกิโลเมตร (5) พื้นที่สำหรับเส้นทางคมนาคม คิดเป็นพื้นที่ 3.59 ตารางกิโลเมตร โดยมี 3 เส้นทางหลักที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่นสูงในแต่ละวัน ได้แก่ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3 (ถนนสุขุมวิท) สายมาบตาพุด-ระยอง ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 363 และทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 332 ตามลำดับ ด้านสังคมและเศรษฐกิจของพื้นที่มาบตาพุดนั้น มีความพร้อมด้านระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน และมีศักยภาพการลงทุนด้านอุตสาหกรรมสูง เป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม 124 แห่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของอุตสาหกรรมหลัก คือ กลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เหล็ก เคมีภัณฑ์ และโรงไฟฟ้า ประชากรประกอบอาชีพทางด้านพาณิชยกรรมและอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก ทำให้มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ในช่วงระหว่างปี 2557-2559 จำนวนประชากรและจำนวนครัวเรือนในตำบลมาตาปุดจึงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [5] และเนื่องจากปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น มลพิษทางอากาศ น้ำ ขยะมูลฝอย และอุบัติภัยสารเคมีรั่วไหล นิคมอุตสาหกรรมมาตาปุดได้ถูกกำหนดให้เป็นเขตควบคุมมลพิษในปี พ.ศ. 2552 ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 32 เพื่อดำเนินการควบคุม ลด และขจัดมลพิษตามที่กฎหมายกำหนด มีการพัฒนาระบบข้อมูลและรับติดตามเผ่าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม และสนับสนุนการลดและขจัดมลพิษจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรมในพื้นที่ โดยออกระเบียบการควบคุม การติดตามประเมินผล และการเฝ้าระวังสารมลพิษอากาศที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 2.1 พื้นที่ในรัศมี 5 กิโลเมตรของบริษัท พีทีที โกลบอล เคมีคอล จำกัด (มหาชน) [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ประเภทสารมลพิษอากาศ [6]

สารมลพิษทางอากาศ คือ สารในบรรยากาศที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์หรือกระบวนการทางธรรมชาติ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต หรือทำความเสียหายแก่วัสดุและโครงสร้างที่มนุษย์ประดิษฐ์ หรือเปลี่ยนแปลงอากาศและสภาพภูมิอากาศ หรือรบกวนต่อการใช้ชีวิตและความสุขสบายของมนุษย์หรือกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ มลพิษทางอากาศ สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท คือ

2.2.1 อนุภาคต่างๆ (Particulates)

Particulate Matter หรือ PM หมายถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศโดยอนุภาคที่กระจายในอากาศบางชนิดมีขนาดใหญ่และมีสีดำจางมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศโดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา หรือเรียกโดยรวมว่า ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate, TSP) ส่วน PM_{10} หมายถึง ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา โดยอนุภาคในบรรยากาศมีหลายชนิด ดังนี้ อนุภาคที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต (Viable particles) เช่น ละอองเกสรของพืชจุลินทรีย์ เป็นต้น และอนุภาคที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต (Non-viable particles) เช่น ดินทราย เกลือแร่ต่างๆ ฝุ่น (Dust) ควัน (Smoke) ขี้เถ้า (Ash) เขม่า (Soot) และไอควัน (Fume) เป็นต้น

2.2.2 ก๊าซและไอต่างๆ (Gas and vapor)

ก๊าซและไอต่างๆ หมายถึง สิ่งเจือปนในอากาศ ซึ่งเป็นสารมลพิษที่อยู่ในรูปของก๊าซ (gas) รวมทั้งไอระเหย (vapor) เช่น ไอระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิงและสารเคมี มีดังนี้

1) ออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxide of nitrogen) ออกไซด์ของไนโตรเจนที่พบมากที่สุดคือ ไนตริกออกไซด์ (NO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จึงรวมเอาก๊าซทั้งสองชนิดจัดเข้าไว้ด้วยกัน และใช้สัญลักษณ์แทนว่า NO_x (Nitrogen Oxide) ซึ่งก๊าซทั้งสองนี้เกิดจากการทำงานของเครื่องยนต์ในยานยนต์ประเภทต่างๆ รวมทั้งแหล่งเผาไหม้อื่นๆ นอกจากนี้ ยังเกิดจากกรรมวิธีในโรงงานอุตสาหกรรม (nitration industries) และปฏิกิริยาการรวมตัวของไฮโดรคาร์บอนกับออกไซด์ของไนโตรเจนและออกซิเจน (Photochemical oxidation process)

2) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (Oxide of sulfur) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ที่สำคัญมี 2 ชนิด คือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และ ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) ซัลเฟอร์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนให้เปลวไฟสีน้ำเงินเกิดเป็นออกไซด์ของซัลเฟอร์ โดยปกติแล้วจะเกิดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณที่มากถึงร้อยละ 95 ของทั้งหมด โดยที่ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ มักจะเกิดในกรณีที่สภาวะการสันดาปเชื้อเพลิงไม่ปกติ และจะมีสถานะเป็นสารวัตถุแขวนลอย (Aerosols) มากกว่าที่เป็นแก๊ส แหล่งกำเนิดของซัลเฟอร์ที่สำคัญ ได้แก่

การสันดาปเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้เชื้อเพลิงที่มีซัลเฟอร์ประกอบอยู่ เช่น ถ่านหิน และ น้ำมันดีเซล โรงงานทำกรด โรงงานถลุงโลหะ โรงกลั่นน้ำมัน และการหลอมแร่ เป็นต้น

3) ออกไซด์ของคาร์บอน (Oxide of Carbon) ออกไซด์ของคาร์บอนที่สำคัญซึ่งมักพบในบรรยากาศมี 2 ชนิด คือ คาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอนมอนอกไซด์ มีรายละเอียดดังนี้

3.1) คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide : CO_2) เป็นก๊าซที่ถือว่าเป็นองค์ประกอบปกติของอากาศและเป็นส่วนหนึ่งของวงจรคาร์บอนในชีวมณฑล (Biosphere) มีความสามารถในการดูดซับแสงแดดได้ดี เมื่อมีการสันดาปเชื้อเพลิงเกิดขึ้นมาก ปริมาณก็จะเพิ่มมากขึ้นไปด้วย ทำให้มีคาร์บอนไดออกไซด์หนาแน่นในบรรยากาศ ส่งผลให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น จนเกิด “ปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect)” ตลอดจนเกิดการกักต้อนรังสีของต่าง ๆ ที่ทำด้วยหิน เพราะเมื่อละลายน้ำหรือเป็นไอน้ำจะมีฤทธิ์เป็นกรด

3.2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbonmonoxide : CO) แหล่งกำเนิดที่สำคัญของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ คือ การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์ของยานพาหนะต่างๆ โรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากอาคารบ้านเรือน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง แต่เป็นก๊าซที่มีอันตรายต่อสุขภาพมาก

4) สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (HC) คือ กลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งการตรวจวัดไอเสีย (Emission Measurement) โดยห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะสามารถวิเคราะห์ปริมาณ HC จากยานพาหนะได้ในรูปสารไฮโดรคาร์บอนทั้งหมด (Total Hydrocarbon: THC) (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)

5) สารประกอบอินทรีย์ระเหย (Volatile organic compounds: VOCs) คือ สารประกอบในกลุ่มไฮโดรคาร์บอนที่สามารถอยู่ในสภาพไอได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี แต่ไม่รวม CH_4 , CO , CO_2 , คาร์บอนิกแอซิด โลหะคาร์ไบด์ และเกลือคาร์บอเนต (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2551) และอาจมีส่วนร่วมในปฏิกิริยาโฟโตเคมีคอลในบรรยากาศ จากการศึกษาขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (US. EPA) ในปี 2002 สัดส่วนการปล่อย VOCs โดยมวลที่สูงที่สุดมาจากแหล่งกำเนิดชนิดเคลื่อนที่ และสัดส่วนที่รองลงมา คือ จากการใช้ตัวทำละลายต่างๆ

6) ออกซิแดนต์ (Oxidants) เป็นก๊าซที่เกิดจากการทำปฏิกิริยารวมตัวของไฮโดรคาร์บอนกับไนโตรเจน โดยมีแสงอาทิตย์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เรียกปฏิกิริยานี้ว่า ปฏิกิริยาโฟโตเคมีคอล ทำให้เกิดสารมลพิษอากาศที่สำคัญ คือ ก๊าซโอโซน (O_3) และเปอร์ออกซีเอซิลไนเตรท (PAN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสารมลพิษอากาศ [6]

มลพิษทางอากาศก่อให้เกิดผลเสียหลายอย่าง ทั้งทางตรงที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพอนามัยของมนุษย์ และทางอ้อมที่ทำให้สิ่งแวดล้อมรอบตัวมนุษย์เสียไป ผลกระทบจากสารมลพิษอากาศมีดังนี้

2.3.1 ผลกระทบต่อมนุษย์

จากรายงานสถานที่ที่ประสบมลพิษมากที่สุดในโลก (World's Worst Polluted Places) ของสถาบันแบล็กสมิธ (Blacksmith Institute) ใน พ.ศ. 2551 พบว่าการสะสมของสารมลพิษอากาศภายในอาคาร และคุณภาพอากาศภายในเมือง จัดเป็นปัญหามลพิษระดับโลกที่เลวร้ายที่สุด และตามรายงานขององค์การอนามัยโลก (WHO) ใน พ.ศ. 2557 พบว่ามลพิษทางอากาศคร่าชีวิตคนประมาณ 7 ล้านคนทั่วโลก ใน พ.ศ. 2555 ผลกระทบจากสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดที่มีต่อมนุษย์มีดังนี้

- 1) สารมลพิษออกไซด์ของไนโตรเจน มีผลกระทบต่อสุขภาพ คือ มีความเป็นพิษต่อมนุษย์ โดยเฉพาะไนโตรเจนมอนอกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ หากได้รับปริมาณประมาณ 10 ppm. สัมผัสนาน 8 ชั่วโมง จะทำลายปอด ทำให้เกิดปอดบวม และขนาด 20-30 ppm. อาจทำให้ถึงตายได้ เพิ่มความเสี่ยงโรคทางเดินหายใจในเด็กอายุต่ำกว่า 12 ปี
- 2) สารมลพิษออกไซด์ของซัลเฟอร์ มีผลกระทบต่อสุขภาพ คือ ลดประสิทธิภาพการทำงานของปอด โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจที่เพิ่มขึ้น เกิดพิษเฉียบพลันและเรื้อรังเมื่อหายใจเข้าไป จะแพร่ฟุ้งกระจายเข้าสู่เส้นเลือดได้ทันทีและหากได้รับซัลเฟอร์ไดออกไซด์และซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ ขนาดประมาณ 5-10 ppm. จะมีพิษทำให้เกิดความระคายเคืองต่อตาและระบบหายใจ เป็นต้น
- 3) สารมลพิษออกไซด์ของคาร์บอน คาร์บอนมอนอกไซด์มีผลกระทบต่อสุขภาพ คือ เมื่อหายใจเข้าไปในร่างกาย CO จะทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบินในเลือดปกติกลายเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxyhemoglobin : COHb) ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย อาการที่เกิดขึ้นจะมีตั้งแต่ อาการเครียด หายใจเร็วกว่าปกติ เวียนศีรษะ กล้ามเนื้ออ่อนเพลีย อาเจียน มีน้ิรพิษหน้ามืด พุดจาและเลื่อน มีอาการเป็นลม ปวดชักกระตุก หมดสติเข้าขั้นโคม่า จนถึงขั้นเสียชีวิต

2.3.2 ผลกระทบต่อพืชและสัตว์

ใบของพืชจะถูกปกคลุมไปด้วยฝุ่นละอองและสารมลพิษ ทำให้สารมลพิษต่างๆในอากาศเข้าสู่ต้นพืชทางใบด้วยกระบวนการหายใจของพืช ภายหลังจากได้รับมลพิษของต้นพืช สารมลพิษบางชนิดอาจทำลายส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ ใบ ลำต้น หรือดอก เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้เกิดพิษเรื้อรังต่อพืชด้วยการเปลี่ยนสีของเนื้อเยื่อใบจนกลายเป็นสีเหลือง หรือเกิดคลอโรซิส (Chlorosis) เป็นการสูญเสียคลอโรฟิลล์หรือหยุดสร้างคลอโรฟิลล์ สารพวกออกซิแดนท์ (Oxidant) จะไปทำให้ส่วนของใบแห้งเหี่ยว และทำให้เซลล์ใบยุบตัว ไนโตรเจนออกไซด์จะทำให้เกิดแผลที่ใบ และทำให้เกิดพิษเฉียบพลัน ส่วนสัตว์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้รับสารมลพิษอากาศเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ หรือโดยการกินหญ้าหรือพืชอื่น ๆ ที่มีสารมลพิษอากาศ ตกสะสมในปริมาณมากพอที่จะเกิดอันตรายได้

2.3.3 ผลกระทบในระดับภูมิภาคและระดับโลก

สารมลพิษอากาศเหล่านี้เป็นสารพวกแอโรซอลในรูปของหมอก คvdn หมอกผสมไอควน หรือฝุ่น มีผลทำให้ลดการมองเห็นได้ในระยะไกลเกินกว่า 8 กิโลเมตร บดบังแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังพื้นโลก ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ได้แก่ ทัศนียภาพในการคมนาคมขนส่ง นอกจากนี้ภาวะมลพิษอากาศยังเป็นปัญหาระดับภูมิภาคและระดับโลกภาวะมลพิษทางอากาศระดับภูมิภาค ได้แก่ ปัญหาฝนกรด ส่วนภาวะมลพิษทางอากาศระดับโลก ได้แก่ ปัญหาโลกร้อน และการสูญเสียโอโซนในบรรยากาศชั้นบน ปัญหา ระดับภูมิภาคที่เกิดขึ้นในหลายๆประเทศ คือ ฝนกรด ซึ่งเกิดจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง รวมตัวกับฝนตกลงสู่พื้นผิวโลก ฝนดังกล่าวนี้มีสภาพเป็น กรด ค่าพีเอชต่ำกว่า 5 เมื่อไหลลงสู่แหล่งน้ำ น้ำที่มีสภาพเป็นกรดจะทำให้โลหะหนักละลายได้ดีขึ้น เพิ่ม ความเป็นพิษของโลหะหนัก ทำให้ปลาตายในที่สุด ส่วนปัญหาระดับโลกซึ่งเป็นที่สนใจกันมากและได้ พิสูจน์ให้เห็นจริงในปัจจุบันคือ ปัญหาเรือนกระจก (Greenhouse Effect) ซึ่งเกิดจากไอเสียจากการเผา ไหม้สะสมในบรรยากาศชั้นบนของโลก สก้ดกั้นการถ่ายเทความร้อนจากผิวโลกคืนสู่บรรยากาศนอกโลก ทำให้อุณหภูมิผิวโลกร้อนขึ้นตามลำดับ และอาจมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ฝนแล้ง น้ำท่วม และการเกษตรกรรมเสียหาย

บัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศเพื่อแก้ไขปัญหามลพิษ ควรมุ่งเน้นสารมลพิษอากาศที่มีการ ตรวจวัดค่าในบรรยากาศเป็นประจำ โดยพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้ ออกประกาศมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย [3] ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความ เข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
1. ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)	1 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 มก./ลบ.ม.)
2. ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO ₂)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก./ลบ.ม.)
	1 ปี	ไม่เกิน 0.03 ppm. (0.057 มก./ลบ.ม.)
3. ก๊าซโอโซน (O ₃)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.10 ppm. (0.20 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 0.07 ppm. (0.14 มก./ลบ.ม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
4. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂)	1 ปี	ไม่เกิน 0.04 ppm. (0.10 มก./ลบ.ม)
	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 ppm. (0.30 มก./ลบ.ม)
	1 ชม.	ไม่เกิน 0.3 ppm. (780 มก./ลบ.ม)
5. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม
6. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.025 มก./ลบ.ม.

หมายเหตุ 1. มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะสั้น (1, 8 และ 24 ชม.) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยอย่างเฉียบพลัน (Acute effect)

2. มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะยาว (1 เดือน และ 1 ปี) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบยาวหรือผลกระทบเรื้อรัง ที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัย (Chronic effect)

2.4 แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ [7]

การจัดทำบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจะแบ่งแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศออกเป็นหมวดหมู่กว้างๆ เพื่อให้สะดวกต่อการจำแนกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิดนั้นๆ และสามารถนำไปวิเคราะห์ในเรื่องที่มีความเฉพาะเจาะจงได้อีก เช่น การวิเคราะห์มาตรการและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมลพิษ การจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษสามารถแบ่งเป็นหมวดหมู่ได้ดังนี้

2.4.1 ประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษจำแนกตามลักษณะของการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

แหล่งกำเนิดมลพิษที่จำแนกตามลักษณะการปลดปล่อยสารมลพิษ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ และแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ มีรายละเอียดดังนี้

1) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Point sources) คือ แหล่งกำเนิดมลพิษขนาดใหญ่ที่มีการระบายมลพิษผ่านพื้นที่จำกัด หรือผ่านศูนย์รวมจุดระบายมลพิษ และจัดเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอยู่กับที่ (Stationary sources) เช่น ปล่องควันไฟ หม้อไอน้ำโรงงาน และเตาเผาโรงพยาบาล เป็นต้น

2) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ (Area sources) คือ แหล่งกำเนิดอยู่กับที่ขนาดเล็ก หรือมีจำนวนมากเกินกว่าจะพิจารณาจัดให้อยู่ในแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดได้ (EPA, 1996) เช่น สถานที่ประกอบอาหารในครัวเรือน สถานีบริการน้ำมัน พืชพรรณ อุพันสีรถยนต์ และสถานที่ก่อสร้าง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ (Mobile Sources) คือ แหล่งกำเนิดมลพิษที่สามารถเคลื่อนที่ได้ แบ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษชนิดที่อยู่บนถนน (On-road) เช่น ยานพาหนะที่สัญจรบนถนน และแหล่งกำเนิดมลพิษชนิดที่อยู่นอกถนน (Off-road) เช่น เรือขนส่งสินค้า เครื่องบิน และรถไฟ เป็นต้น

เนื่องจากขั้นตอนการเก็บข้อมูลเพื่อประเมินค่าการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภทมีความแตกต่างกัน จึงควรแบ่งบัญชีการระบายมลพิษออกเป็น 3 ส่วนตามลักษณะของแหล่งกำเนิด นอกจากนี้ต้องวางแผนการจัดเก็บข้อมูลให้เหมาะสม เพื่อให้การดำเนินการจัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษอากาศเป็นไปอย่างถูกต้องและสมบูรณ์

2.4.2 ประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษจำแนกตามที่มาของสารมลพิษอากาศ

แหล่งกำเนิดมลพิษที่จำแนกตามที่มาของสารมลพิษอากาศ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ แหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ และแหล่งกำเนิดมลพิษจากธรรมชาติ มีรายละเอียดดังนี้

1) แหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic sources)

แหล่งกำเนิดประเภทนี้ คือ แหล่งกำเนิดที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ทำให้มีการระบายสารมลพิษอากาศ ตัวอย่างที่สำคัญของแหล่งกำเนิดประเภทนี้ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม คริวเรือน การคมนาคม และสถานีบริการน้ำมัน มีรายละเอียดดังนี้

1.1) ภาคอุตสาหกรรม [13]

แหล่งกำเนิดมลพิษประเภทภาคอุตสาหกรรมนับเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญในพื้นที่มาบตาพุด เนื่องจากมีนิคมอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ โดยโรงงานที่ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมนี้ ส่วนใหญ่เป็นโรงงานประเภทปิโตรเลียมและปิโตรเคมี ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญในการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ ได้แก่ NO_x , CO , CO_2 , PM_{10} , SO_2 และ VOCs โดยเฉพาะอย่างยิ่ง VOCs เพราะสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตส่วนใหญ่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งสามารถระเหยเป็นไอและกระจายตัวได้ที่อุณหภูมิและความดันปกติ ส่วน NO_x , CO , CO_2 , PM_{10} และ SO_2 มาจากกระบวนการเผาไหม้เป็นหลัก เช่น เตาเผา หม้อไอน้ำ และหอเผาทิ้ง (Flare) เป็นต้น บางส่วนเกิดจากกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมเหล็กที่ก่อให้เกิดควันของโลหะในขั้นตอนหลอมเศษเหล็ก เป็นต้น

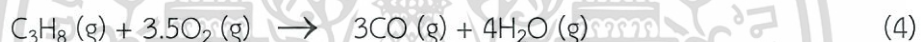
1.2) ภาคครัวเรือน [29]

สารมลพิษอากาศที่เกิดจากบ้านเรือนหรือชุมชนส่วนใหญ่มาจากกิจกรรมภายในบ้านเรือน นั่นคือ การเผาไม้เชื้อเพลิงเพื่อประกอบอาหาร มลพิษที่เกิดขึ้นอาจมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม หรือสถานประกอบการขนาดใหญ่เพียงแหล่งเดียว แต่ใน

พื้นที่ที่มีจำนวนครัวเรือนที่หนาแน่น สารมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นก็สามารถส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน โดยสารมลพิษอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้ก๊าซหุงต้ม ได้แก่ CO, CO₂, PM₁₀, VOCs, NO_x และ SO₂ สามารถอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ระหว่างออกซิเจนในอากาศและก๊าซหุงต้มซึ่งประกอบไปด้วยโพรเพนและบิวเทนในสัดส่วน 70 ต่อ 30 ดังสมการที่ (1) และ (2)



ในกรณีที่ออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการเผาไหม้ หรือเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ จะทำให้เกิด VOCs คาร์บอนอิสระหรือเขม่า (PM) และ CO โดย VOCs ที่เป็นผลจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ประกอบด้วยเชื้อเพลิงที่ไม่ถูกเผาไหม้ หรือถูกเผาไหม้เพียงบางส่วน ได้แก่ โพรเพน และบิวเทน สัดส่วนปริมาณการเกิด CO₂, CO และ C ขึ้นกับปริมาณของออกซิเจนที่เข้าทำปฏิกิริยา สมการปฏิกิริยาที่เป็นไปได้ของการเผาไหม้โพรเพนในก๊าซหุงต้มมี 3 สมการ ดังนี้



นอกจากนี้อุณหภูมิเปลวไฟของก๊าซหุงต้มยังสูงถึง 1,900 °C ถึง 2,000 °C [17] ทำให้เกิดออกซิเดชันของไนโตรเจนในอากาศ (Thermal NO mechanism) กลายเป็น NO_x ได้ โดยทั่วไปปริมาณของ NO_x จากการเผาไหม้มี NO เป็นองค์ประกอบหลัก ถ้าให้ความร้อนกับอากาศที่อุณหภูมิสูงกว่า 1,300°C สามารถอธิบายด้วยสมการของ Zeldovich [30] ดังสมการที่ (6) และ (7)



ส่วนซัลเฟอร์ซึ่งเป็นองค์ประกอบในก๊าซหุงต้ม เมื่อเกิดการเผาไหม้ก็สามารถทำให้เกิด SO₂ ขึ้นได้ ดังสมการที่ (8) แต่เนื่องจากซัลเฟอร์ในก๊าซหุงต้มมีปริมาณที่น้อยมาก น้อยกว่า 140 ppm ตามมาตรฐานคุณภาพเชื้อเพลิง ปริมาณ SO₂ ที่เกิดขึ้นจึงมีปริมาณที่น้อยกว่าสารมลพิษอากาศชนิดอื่นๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) การคมนาคม [19]

การคมนาคมจัดเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดที่กระจายมลพิษครอบคลุมพื้นที่กว้างและอยู่ใกล้ที่อยู่อาศัยของมนุษย์ มลพิษที่เกิดจากยานพาหนะมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์เป็นส่วนใหญ่ และถูกปลดปล่อยออกมาในรูปไอเสียของยานพาหนะ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์มากกว่าแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่อยู่กับที่ เมื่อเทียบปริมาณการปลดปล่อยที่เท่ากันระหว่างสองแหล่งกำเนิด การเผาไหม้เชื้อเพลิงในรถยนต์อาศัยปัจจัยที่สำคัญ 3 ประการ คือ เชื้อเพลิง อากาศ และความร้อน หากกระบวนการเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ จะเกิดผลิตภัณฑ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำเท่านั้น แต่ในสภาพความเป็นจริงแล้ว จะเกิดสภาวะการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ หรือเกิดการแตกตัวของไนโตรเจน หรือมีสิ่งเจือปนในเชื้อเพลิงและอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง [20] จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในรถยนต์ ได้แก่ HC, CO, NO_x, SO₂ และ PM เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของเชื้อเพลิงหลักที่ใช้ในรถยนต์ อย่างน้ำมันเบนซิน และน้ำมันดีเซล จะประกอบด้วย Iso-octane (C₈H₁₈) และ Dodecane (C₁₂H₂₆) ตามลำดับ สำหรับพลังงานทางเลือก เช่น LPG ประกอบด้วย Propane (C₃H₈) เป็นส่วนใหญ่ และ CNG มีองค์ประกอบหลักเป็น Methane (CH₄)

การเปลี่ยนไปใช้พลังงานทางเลือกในรถยนต์ ย่อมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของสารมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ และส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ การเปรียบเทียบปริมาณมลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในรถยนต์แสดงดังตารางที่ 2.2 เนื่องจาก LPG และ CNG อยู่ในสถานะก๊าซ จึงสามารถผสมเป็นเนื้อเดียวกับอากาศได้ดีกว่าน้ำมันเบนซินซึ่งมีสถานะเป็นของเหลว จึงเกิดการเผาไหม้ได้ดีขึ้น ลดคาร์บอนมอนอกไซด์ และไม่มีไฮโดรคาร์บอนเหลือมากนัก สำหรับน้ำมันไบโอดีเซล เกิดจากการทำปฏิกิริยา Transesterification ระหว่าง Triglyceride กับ Methanol ในสถานะเบส น้ำมันไบโอดีเซลมีโครงสร้างทางเคมีเป็น Alkyl ester (RCOOCH₃) มีจำนวนคาร์บอนอะตอมน้อยกว่าน้ำมันดีเซล (C₁₂H₂₆) และมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ จึงช่วยในการสันดาปที่สมบูรณ์กว่า ส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และเขม่าควันลดลงได้ นอกจากนี้ ในน้ำมันไบโอดีเซลไม่มีกำมะถันเจือปน จึงไม่มีปัญหาก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ อย่างไรก็ตาม การเผาไหม้ของพลังงานทางเลือกทุกชนิด จะเพิ่มการปลดปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจน เนื่องจากเหตุผลด้านคุณสมบัติทางเคมีดังกล่าวข้างต้นที่ทำให้พลังงานทางเลือกเกิดการเผาไหม้ได้ดี อุณหภูมิในห้องเผาไหม้จึงสูงขึ้น (ประมาณ 1,927 – 2,760 °C) และเกิดออกซิเดชันของไนโตรเจนในอากาศกลายเป็น NO_x เพิ่มขึ้น แม้ว่าการใช้พลังงานทางเลือกจะทำให้เกิดมลพิษอย่าง NO_x เพิ่มขึ้น แต่สามารถลดมลพิษได้หลายชนิด ได้แก่ CO₂, CO, HC, SO₂, และ PM ดังที่กล่าวมาข้างต้น

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบปริมาณมลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในรถยนต์

เชื้อเพลิงหลัก	เชื้อเพลิงทดแทน	มลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงทดแทนเทียบกับเชื้อเพลิงหลัก				Ref.
		CO	HC	NO _x	PM	
เบนซิน	E10	ลดลง	ลดลง	เพิ่มขึ้น	ลดลง	1
	LPG	ลดลง 80%	ไม่แตกต่าง	เพิ่มขึ้น 80%	-	2
	CNG	ลดลง 80%	ลดลง 50%	เพิ่มขึ้น 33%	-	3
ดีเซล	ไบโอดีเซล	ลดลง 53%	ลดลง 29%	เพิ่มขึ้น 29%	-	4

หมายเหตุ ¹ (Niven, R.K. 2005) ² (Murillo, S. 2005) ³ (Aslam, MU. 2006) ⁴ (Lin, L. 2008)

พลังงานทางเลือกสามารถลดการปลดปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ และไฮโดรคาร์บอนได้ เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของเชื้อเพลิงมีจำนวนคาร์บอนอะตอมน้อยกว่า สามารถอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้ได้ดังสมการต่อไปนี้



สำหรับการจำแนกยานพาหนะประเภทหลักๆตามแบบของกองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง มีดังนี้ 1) รถยนต์นั่ง 2) รถโดยสารขนาดเล็ก (4 ล้อ) 3) รถโดยสารขนาดใหญ่ 4) รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) 5) รถบรรทุกขนาดใหญ่ (6 ล้อ 10 ล้อ รวมถึงรถพ่วง) 6) รถจักรยานยนต์ 7) รถจักรยาน 2 ล้อ และ 3 ล้อ และเชื้อเพลิงที่ใช้ ได้แก่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันแก๊สโซฮอล์ แก๊สแอลพีจี (ปิโตรเลียมเหลว) และก๊าซธรรมชาติ

1.4) สถานีบริการน้ำมัน [23]

สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ถูกจัดอยู่ในกลุ่มแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ มีแหล่งกำเนิดได้จากหลายจุด จากการประเมินในโครงการ PRTR และงานวิจัยอื่นๆ พบว่าเมื่อรวมปริมาณมลพิษที่เกิดจากแหล่งกำเนิดประเภทนี้เข้าด้วยกัน จะก่อให้เกิดปริมาณการปลดปล่อยจำนวนมาก ดังนั้นการรายงานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทนี้ จึงมักเป็นการรายงานในลักษณะของการคาดประมาณมลพิษในเชิงกลุ่ม หรือเชิงพื้นที่ มากกว่าการรายงานมลพิษจากแหล่งกำเนิดแต่ละหน่วยที่ก่อให้เกิดมลพิษนั้น ในองค์ประกอบของน้ำมันมีสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) บางชนิดที่จัดว่าเป็นสารก่อมะเร็ง เช่น Benzene เป็นต้น (IARC, 2013) นอกจากนี้ยังมีสารอินทรีย์ระเหยอื่นที่สำคัญ เช่น Toluene, Ethyl benzene และ Xylenes เป็นต้น ซึ่งสามารถก่อผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริการและบุคคลที่มาทำกิจกรรมในสถานีบริการน้ำมัน ความเป็นพิษมีทั้งพิษอย่างเฉียบพลันที่เกิดจากการได้รับสัมผัสไอระเหยปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็ว และความเป็นพิษแบบเรื้อรังที่เกิดในระยะยาว โดยแหล่งกำเนิดของไอระเหยน้ำมันในสถานีบริการ มาจากถังน้ำมันรถที่เข้ารับบริการเติมน้ำมัน หัวจ่ายขณะให้บริการ หรือการขนถ่ายน้ำมันลงถังเก็บ โพลีน และคณะ (2553) ได้ทำการประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยของพนักงานสถานีบริการน้ำมันในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้หลอดเก็บตัวอย่างอากาศที่ตัวบุคคล พบสารอินทรีย์ระเหย 10 ชนิดหลักในทุกพื้นที่ศึกษา ได้แก่ Methyl-Tertiary-Butyl-Ether (MTBE), Benzene, Isooctane, n-Heptane, Toluene, Ethyl benzene, *m,p*-Xylene, *o*-Xylene/Styrene, 3-Ethyl benzene และ Decanal และพบว่าพนักงานมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งเนื่องจากการได้รับสัมผัสสาร Benzene สูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ และจากงานวิจัยของ ชีรพงศ์และคณะ (2557) พบว่า บริเวณหัวจ่ายเป็นจุดที่ถูกระบุว่ามีการระเหยของไอน้ำมันสูง อีกทั้งฤดูกาลยังส่งผลกระทบต่อความเข้มข้นของ VOCs ในบรรยากาศอย่างมีนัยสำคัญ ฤดูร้อนเป็นฤดูที่มีความเข้มข้น VOCs ในอากาศสูงสุด ซึ่งอาจเป็นผลจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้อัตราการระเหยของไอน้ำมันสูงขึ้น โดยข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของเชื้อเพลิงจากประกาศกรมธุรกิจพลังงานแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดของกรมธุรกิจพลังงาน

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ความเข้มข้นโดยปริมาตร (%vol)	
	Benzene	Aromatics
น้ำมันเบนซิน 95 ⁽¹⁾	ไม่สูงกว่า 1.0	ไม่สูงกว่า 35
แก๊สโซฮอล์ 91 (อี 10) ⁽²⁾		
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 10) ⁽²⁾		
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 20) ⁽²⁾		

ที่มา ⁽¹⁾ ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซิน พ.ศ. 2555

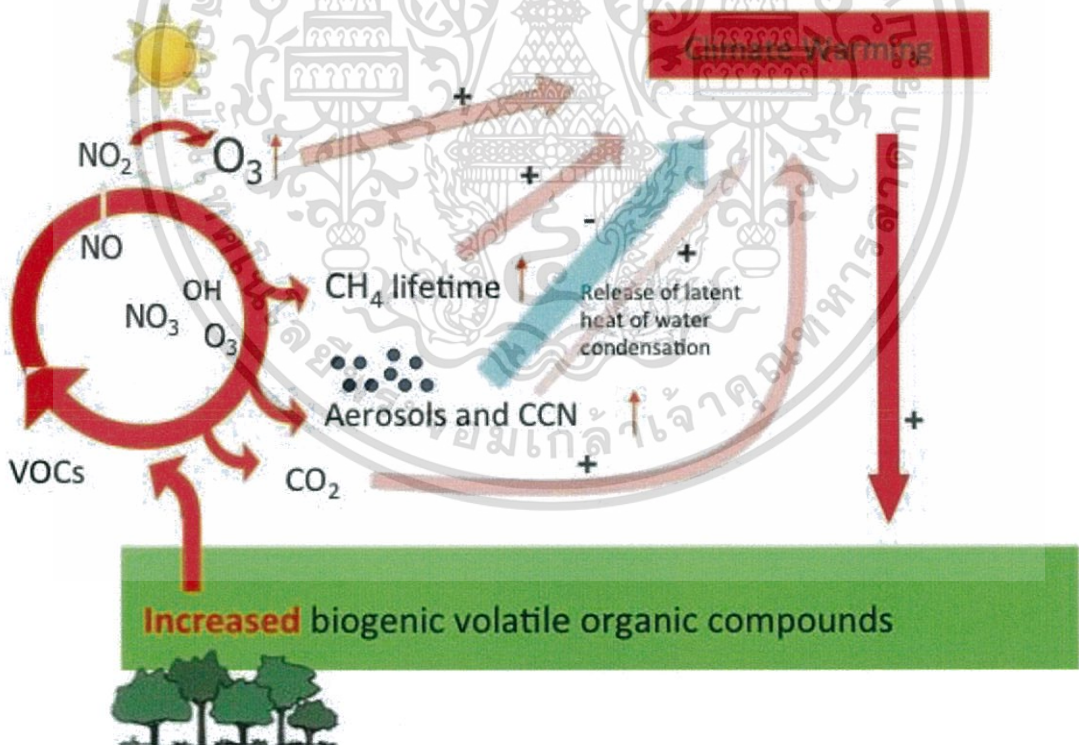
⁽²⁾ ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ (อี 10, อี 20) พ.ศ. 2557

2) แหล่งกำเนิดมลพิษจากธรรมชาติ (Natural sources)

แหล่งกำเนิดประเภทนี้ คือ แหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดสารมลพิษอากาศตามกระบวนการทางธรรมชาติ ไม่มีการกระทำของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้อง โดยมีพืชพรรณเป็นแหล่งกำเนิดของสารอินทรีย์ระเหย (Biogenic volatile organic compounds, BVOCs) เช่น ไอโซพรีน (Isoprene หรือ 2-methyl-1,3-butadiene) และแอลฟา-ไพนีน (α -Pinene) แบบจำลองการปลดปล่อย BVOCs ในระดับโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Global scale) แสดงให้เห็นว่า 44% ของปริมาณ BVOCs ที่ถูกปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ คือ ไอโซพรีน และ 11% คือ โมโนเทอร์พรีน ปริมาณการปลดปล่อย BVOCs มีนัยสำคัญต่อกระบวนการทางเคมีในบรรยากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดโอโซนในระดับภูมิภาคซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ ปริมาณการปลดปล่อย BVOCs สู่บรรยากาศในระดับโลกมีค่ามากกว่า 7 เท่าของการปลดปล่อย VOCs ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ [24] และ BVOCs มีแนวโน้มที่จะเกิดปฏิกิริยาได้ดีกว่า VOCs โดยทำให้เกิดก๊าซโอโซนและคาร์บอนมอนอกไซด์ เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์กับอนุมูลอิสระของไฮดรอกซิล (OH radical, OH •) เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในแอโรซอล และก่อให้เกิดวัฏจักรคาร์บอน [18] ดังที่แสดงในรูปที่ 2.2 กระบวนการทางเคมีในบรรยากาศที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง เพราะทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกอย่าง CO₂ นอกจากนี้ BVOCs และ O₃ ที่เกิดขึ้น จะแย่งทำปฏิกิริยากับ OH • แทนที่ CH₄ ทำให้ระยะช่วงชีวิตในบรรยากาศ (Lifetime) ของ CH₄ ยาวนานขึ้น CO₂ และ CH₄ มีคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ดี เป็นการเพิ่มระดับอุณหภูมิของโลก ส่วนแอโรซอลและ CCN (Cloud Condensation Nuclei) ที่เกิดจาก BVOCs มีผลในทางตรงกันข้ามกับ CO₂ และ CH₄ ส่งผลให้อุณหภูมิของโลกลดลง เนื่องจากมีคุณสมบัติสะท้อนรังสีที่มาจากดวงอาทิตย์กลับไปยังอวกาศ



รูปที่ 2.2 ผลของ BVOCs ที่มีต่อกระบวนการทางเคมีในบรรยากาศและสภาพอากาศ [25]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

2.5.1 ลักษณะวิธีการประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ [9]

ลักษณะวิธีการประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดต่างๆ มี 2 ลักษณะ คือ การประมาณจากบนลงล่าง และการประมาณจากล่างขึ้นบน ดังนี้

1) การประมาณจากบนลงล่าง (Top down approach) หรือ TDA ต้องอาศัยข้อมูลโดยรวมของประเทศหรือพื้นที่ศึกษาในการแบ่งออกเป็นข้อมูลของรัฐหรือเมือง โดยอาศัยฐานพารามิเตอร์เป็นตัวแทน เช่น จำนวนประชากรหรือการจ้างงานของกลุ่มที่ศึกษา วิธีนี้ใช้เมื่อข้อมูลรายละเอียดของพื้นที่ที่สนใจศึกษามีไม่เพียงพอและค่าใช้จ่ายในการรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ที่สนใจมีอยู่จำกัด และมักใช้สำหรับการจัดทำบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่

2) การประมาณจากล่างขึ้นบน (Bottom up approach) หรือ BUA จำเป็นต้องใช้ข้อมูลรายละเอียดของแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละประเภทในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากแต่ละแหล่งกำเนิด เพื่อรวมเป็นปริมาณการปล่อยมลพิษทั้งหมดของพื้นที่ที่ศึกษา วิธีนี้ใช้ทรัพยากรมากในการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น อัตราการทำกิจกรรม และค่า EF เป็นต้น มักใช้สำหรับการจัดทำบัญชีจากแหล่งกำเนิดมลพิษหลักๆ ซึ่งผลลัพธ์ให้ความถูกต้องมากกว่าการประมาณแบบ TDA

2.5.2 หลักการพื้นฐานของวิธีการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ [10]

ข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษสามารถประเมินได้โดยเลือกใช้วิธีการประเมินที่เหมาะสม ซึ่งวิธีที่ใช้ในการประเมินปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ มีดังต่อไปนี้

1) การตรวจวัดโดยตรง (Direct measurement) การตรวจวัดโดยตรงมีเป้าหมายเพื่อที่จะให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนของการตรวจวัดมากที่สุด มีความถูกต้องและเชื่อถือได้ วิธีการตรวจวัดจะต้องเหมาะสมกับแหล่งกำเนิด การเก็บตัวอย่าง และจุดที่ทำการตรวจวัด ซึ่งลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติของตัวอย่าง ตลอดจนขนาดและความผันแปรของปริมาตรที่ระบายจะต้องนำมาพิจารณาด้วย อย่างไรก็ตาม วิธีนี้เป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายสูง และผลการตรวจวัดจะใช้ได้เฉพาะกับสภาวะการทำงานในช่วงเวลาที่ตรวจวัดเท่านั้น หากจะนำผลมาใช้ในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษระยะยาว เช่น เฉลี่ยทั้งปี ช่วงเวลาการตรวจวัดต้องเป็นตัวแทนของการเดินเครื่องปกติของแหล่งกำเนิดนั้น

2) การจัดทำสมดุลมวล (Mass balance) ใช้การจัดทำสมดุลมวลในการตรวจสอบกระบวนการเพื่อตรวจสอบแหล่งระบายมลพิษ การจัดทำสมดุลมวลเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีความสลับซับซ้อนแต่มีความน่าเชื่อถือสำหรับแหล่งกำเนิดบางประเภทเท่านั้น โดยทั่วไปการทำสมดุลมวลเหมาะที่จะนำมาใช้ในกรณีที่มีการสูญเสียวัตถุดิบปริมาณมากสู่บรรยากาศ เช่น การสูญเสียสารละลายจากกระบวนการเคลือบผิวที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุม ในทางตรงกันข้ามการทำสมดุลมวลไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาใช้หากสารนั้นถูกใช้หมดไป หรือทำปฏิกิริยาเคมี หรือสูญเสียสู่บรรยากาศเป็นสัดส่วนน้อย เมื่อเทียบกับปริมาณวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ ซึ่งในการทำสมดุลมวลจำเป็นต้องทราบปริมาณสารทั้งหมดที่เข้าและออกจากกระบวนการผลิต เพื่อใช้ในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษที่ถูกต้อง

3) การคำนวณทางวิศวกรรม (Engineering calculation) การระบายแบบฟุ้งกระจายในอากาศของสารเคมีระเหยง่าย การระบายลงสู่แหล่งน้ำ ดิน และการเปลี่ยนไปเป็นของเสียสามารถประเมินได้โดยใช้คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสารนั้นๆ

4) การใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษ (Emission factor) วิธีนี้เหมาะกับกรณีที่มีข้อมูลจากการคำนวณและค่าการปลดปล่อยมลพิษมีความสัมพันธ์กันโดยตรง ข้อจำกัดของการใช้ปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษ คือ ไม่สามารถใช้ได้กับทุกๆ แหล่งกำเนิด เนื่องจากค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษนั้นจะต้องเป็นค่าที่เฉพาะเจาะจงต่อสารมลพิษอากาศและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยสารมลพิษนั้นๆ ซึ่งการใช้ค่า EF ในการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ ไม่ใช่วิธีการที่ถูกต้องที่สุด แต่เป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุด เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายต่ำ และเป็นวิธีการที่ยอมรับให้ใช้ได้ แต่ต้องเลือกใช้ค่า EF จากเอกสารที่เป็นที่ยอมรับในวงการระหว่างประเทศ เนื่องจากความจำกัดด้านความถูกต้องของวิธีการ

2.6 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (Emission factor) [7]

2.6.1 การใช้ค่าปัจจัยการปล่อยสารมลพิษอากาศ

แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศมักกำหนดให้มีการตรวจวัดจากการเก็บตัวอย่างปล่องเป็นครั้งคราว แต่หากไม่มีข้อมูลการตรวจวัด โดยปกติจะใช้วิธีคำนวณด้วยค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษซึ่งถูกพัฒนาโดยโรงงานหรือท้องถิ่นๆ สมการโดยทั่วไปที่ใช้คำนวณปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ คือ

$$E = EF \times AD \quad (2.1)$$

เมื่อ E คือ ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (Emission rate)

AD คือ อัตราการเกิดของกิจกรรมจากแหล่งกำเนิด (Activity data)

EF คือ ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (Emission factor)

2.6.2 แหล่งข้อมูลค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

ในหลายกรณีที่โรงงานและแหล่งกำเนิดมลพิษไม่มีข้อมูลค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษที่ได้จากการวิเคราะห์โดยตรง ดังนั้น การประมาณการปล่อยสารมลพิษสามารถทำได้โดยเลือกค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษจากฐานข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เช่น กรมควบคุมมลพิษ, United States of America, Environmental Protection Agency (US.EPA), European Environmental Agency (EEA) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) เป็นต้น ซึ่งแต่ละแหล่งมีความเหมาะสมในการใช้งานแตกต่างกันไป สรุปได้ดังต่อไปนี้

1) กรมควบคุมมลพิษ โครงการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษของกรมควบคุมมลพิษ ได้มีการพัฒนาค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ประเมินมลพิษในประเทศไทยมากที่สุด เนื่องจากลักษณะของแหล่งกำเนิดมลพิษ พฤติกรรมของคนในสังคม สภาพอากาศ และสภาพภูมิประเทศ มีผลต่อปริมาณการปลดปล่อยมลพิษที่เกิดขึ้น ตัวอย่างโครงการของกรมควบคุมมลพิษ เช่น โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนแม่บทในการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืนและลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และ โครงการพัฒนาระบบทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ (JICA-PRTR) เป็นต้น

2) United States of America, Environmental Protection Agency (US.EPA) องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา ได้จัดทำเอกสารค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศครอบคลุมแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors) (US.EPA, 2005) เป็นเอกสารที่มีรายละเอียดมาก ใช้สำหรับประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษให้มีความถูกต้องที่สุด

3) European Environmental Agency (EEA) องค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหพันธรัฐยุโรป โดยโครงการจัดทำบัญชีมลพิษอากาศในยุโรป (The Core Inventory of Air Emissions in Europe, CORINAIR) ได้จัดทำคู่มือการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ (Emission Inventory Guidebook) (EEA, 2009) ซึ่งประกอบด้วยวิธีการประมาณการปล่อยมลพิษหลายระดับตามความละเอียดของข้อมูลที่มีการใช้วิธีการระดับสูง ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องสูง แต่ต้องใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดมาก วิธีการนี้จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมกับประเทศที่พัฒนาแล้วในทวีปยุโรป แต่ถ้าพื้นที่ใดมีข้อมูลไม่มากนักก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้โดยเลือกใช้วิธีการในระดับที่ให้ความถูกต้องรองลงมา

4) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) IPCC เป็นองค์กรหนึ่งของสหประชาชาติ ได้จัดทำคู่มือแนวทางการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory) (IPCC, 2006) ซึ่งเป็นคู่มือที่ใช้ได้กับทุกประเทศทั่วโลก เพราะประเทศส่วนใหญ่จะมีข้อมูลน้อยและต้องใช่วิธีอย่างง่าย หรือที่เรียกว่า Tier 1 ในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษ แต่ทำให้ผลการประมาณที่ได้มีความถูกต้องไม่มากนัก ส่วนประเทศที่มีข้อมูลรายละเอียดของแหล่งกำเนิดมากพอ สามารถใช้วิธีแบบละเอียด หรือที่เรียกว่า Tier 2 และ Tier 3 ซึ่งจะให้ความถูกต้องมากกว่าการใช้วิธีอย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 การพัฒนาค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

ค่า EF สามารถพัฒนามาจากข้อมูลการทำ Source Test, Modeling, Mass Balance หรือข้อมูลอื่นๆ ซึ่งจำนวนครั้งในการทดสอบและคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนา เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับความน่าเชื่อถือของค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ โดยค่า EF คือ ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารมลพิษที่ปล่อยสู่บรรยากาศกับกิจกรรมที่ปลดปล่อยมลพิษสู่บรรยากาศ ดังสมการที่ (2.2) ใช้ในกรณีไม่มีการควบคุมมลพิษที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิด โดยทั่วไปจะแสดงในรูปน้ำหนักสารมลพิษต่อหน่วยน้ำหนัก ปริมาตร ระยะทาง หรือเวลา ของกิจกรรมที่ปล่อยมลพิษ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ค่า EF คือ ค่าเฉลี่ยอย่างง่ายของข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ ซึ่งคุณภาพของข้อมูลมีความถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้และโดยทั่วไปค่า EF จะแสดงถึงค่าเฉลี่ยในระยะยาวสำหรับข้อมูลทั้งหมดของแหล่งกำเนิดประเภทนั้น

$$EF = E/AD \quad (2.2)$$

เมื่อ EF คือ ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (Emission factor)

E คือ ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (Emission rate)

AD คือ อัตราการเกิดของกิจกรรมจากแหล่งกำเนิด (Activity data)

2.6.4 การเลือกใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ [9]

โดยในการศึกษานี้ได้กำหนดแนวทางในการเลือกใช้ค่า EF สำหรับการประมาณปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ ดังนี้

1) ให้เลือกใช้ค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลของท้องถิ่นที่ทำการศึกษาและเป็นค่าเฉพาะสำหรับกิจกรรมที่ทำการศึกษาเป็นลำดับแรก หรือเลือกใช้ค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลกิจกรรมที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดเป็นลำดับรองลงมา

2) ถ้าไม่มีค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลของท้องถิ่นที่ทำการศึกษา ให้เลือกใช้ค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลของประเทศไทย โดยเลือกใช้ค่า EF ที่เฉพาะสำหรับกิจกรรมนั้นเป็นลำดับแรก หรือเลือกใช้ค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลกิจกรรมที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดเป็นลำดับรองลงมา

3) ถ้าไม่มีค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลของประเทศไทย ให้เลือกใช้ค่า EF จากแหล่งข้อมูลที่ยอมรับใช้กันทั่วไป ได้แก่ US.EPA EEA และ IPCC โดยใช้แนวทางการเลือกใช้ค่า EF ตามที่มีระบุไว้ในเอกสารนั้น

2.7 การจัดทำบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ [7]

บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ คือ รายการแสดงปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ระบายออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญในพื้นที่ที่สนใจ ประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากแหล่งกำเนิดต่างๆในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา และข้อมูลลักษณะของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งกำเนิดในพื้นที่ที่สนใจซึ่งมีรายละเอียดตามความจำเป็นในการใช้งาน ขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการ การปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆในนิคมอุตสาหกรรมมาตาพุด ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ 1) การระบุเป้าหมายของบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ 2) การเตรียมข้อมูล สำหรับการประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ และ 3) การประเมินปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.7.1 การระบุเป้าหมายของบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

การระบุเป้าหมายของบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศเป็นการกำหนดคุณลักษณะของข้อมูลที่จะทำการรวบรวมและวิเคราะห์ ซึ่งขั้นตอนการระบุเป้าหมายของบัญชีประกอบไปด้วย การจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ ชนิดของสารมลพิษอากาศ และข้อมูลปีที่ทำการพิจารณา โดยการจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ แหล่งกำเนิดแบบจุด แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ และแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ ชนิดของสารมลพิษอากาศที่ศึกษาขึ้นกับชนิดของแหล่งกำเนิดมลพิษและความพร้อมของข้อมูล เช่น ค่า EF และข้อมูลปีที่ทำการพิจารณา คือ ข้อมูลปี พ.ศ. 2559 เป็นข้อมูลหลักที่ใช้ประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.4 การจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ และชนิดของสารมลพิษอากาศที่ศึกษา

ประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษ	แหล่งกำเนิดมลพิษ	ชนิดของสารมลพิษอากาศ
แหล่งกำเนิดแบบจุด	ภาคอุตสาหกรรมในส่วนปล่อยระบายนสารมลพิษอากาศ	NO _x , PM ₁₀ และ SO ₂
แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่	ภาคอุตสาหกรรมในส่วนกระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และถังเก็บ	NO _x , CO, CO ₂ , PM ₁₀ , SO ₂ และ VOCs
	ภาคครัวเรือน	NO _x , CO, CO ₂ , PM ₁₀ , SO ₂ และ VOCs
	สถานีบริการน้ำมัน	VOCs
	พืชพรรณ	VOCs
แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่	การคมนาคม	NO _x , CO, CO ₂ , PM ₁₀ และ VOCs

2.7.2 การเตรียมข้อมูลสำหรับการประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

ข้อมูลที่สำคัญสำหรับการประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ มี 2 ข้อมูล ได้แก่ (1) ข้อมูลของแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ เช่น อัตราการเกิดของกิจกรรมจากแหล่งกำเนิด (Activity data) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำเลที่ตั้งของแหล่งกำเนิดนั้นๆ เป็นต้น และ (2) ข้อมูลที่ใช้ประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษ ในกรณีที่ใช้วิธีค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษ ให้เลือกใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษด้วยวิธีในหัวข้อ 2.6.4 ในกรณีที่มีข้อมูลตรวจวัดจากแหล่งกำเนิดโดยตรง ให้เลือกใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการจัดทำบัญชี ตัวอย่างของข้อมูลที่ต้องใช้แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างข้อมูลที่ต้องใช้ประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

แหล่งกำเนิดมลพิษ	ตัวอย่างข้อมูลที่ต้องใช้ประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ
ภาคอุตสาหกรรมในส่วนปล่อยระบายสารมลพิษอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> - ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ - ชนิดของโรงงาน - อัตราการระบายสารมลพิษอากาศจากปล่องซึ่งได้จาก การตรวจวัดโดยตรง
ภาคอุตสาหกรรมในส่วนกระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และถังเก็บ	<ul style="list-style-type: none"> - กำลังการผลิต หรือปริมาณการใช้เชื้อเพลิง - ข้อมูลถังกักเก็บของแต่ละโรงงาน
ภาคครัวเรือน	<ul style="list-style-type: none"> - จำนวนครัวเรือนในจังหวัดระยอง - ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้ม
สถานีบริการน้ำมัน	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อมูลสถานีบริการน้ำมัน - ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรายปี
พืชพรรณ	<ul style="list-style-type: none"> - เนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน - สัดส่วนของพืชพรรณชนิดต่างๆในพื้นที่ศึกษา
การคมนาคม	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน - ข้อมูลของถนนสายต่างๆในพื้นที่ - ดัชนีชี้วัดการจราจร

2.7.3 การประเมินปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ

การประมาณปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ แบ่งตามประเภทของแหล่งกำเนิด ได้แก่ แหล่งกำเนิดแบบจุด แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ และแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ มีรายละเอียดดังนี้

1) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด ขอบเขตการทำบัญชีการระบายมลพิษจากแหล่งกำเนิดแบบจุด เป็นการสำรวจแหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศอย่างละเอียด และการคำนวณการปลดปล่อยรายปี โดยแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด ได้แก่ ปล่องควันของโรงงาน ซึ่งมีข้อมูลการตรวจวัดโดยตรง สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวบรวมได้จากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละโรงงาน หรือเอกสารการระบายสารมลพิษอากาศของสำนักวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

2) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ ปริมาณการระบายสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่จะคำนวณบนพื้นฐานการตั้งสมมติฐานว่าในแต่ละหมวดหมู่ของแหล่งกำเนิดนั้น มีกระบวนการปลดปล่อยมลพิษที่คล้ายคลึงกัน เพื่อให้สามารถใช้ค่า EF ร่วมกันได้ และคำนวณปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศได้จากอัตราการทำกิจกรรมคูณกับค่า EF ตามลักษณะของแหล่งกำเนิด ดังสมการที่ (2.1) และใช้การเทียบสัดส่วนจำนวนประชากรในแต่ละพื้นที่กับปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษ เพื่อแสดงให้เห็นถึงปริมาณการระบายมลพิษอากาศที่แตกต่างกันตามความหนาแน่นของประชากร หรือการกระจายตัวของแหล่งกำเนิด

3) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ ปริมาณการระบายสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ หรือยานพาหนะ คำนวณจากอัตราการทำกิจกรรมที่ปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ ซึ่งใช้ระยะทางเฉลี่ยของการใช้งานรถยนต์แต่ละประเภทต่อปี และค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ โดยค่า EF จากแต่ละแหล่งที่มา มีปัจจัยร่วมที่ใช้พิจารณาแตกต่างกัน เช่น โครงการ PRTR แบ่งค่า EF ตามประเภทของสารมลพิษอากาศ ชนิดของยานพาหนะ และเชื้อเพลิงที่ใช้ ส่วนค่า EF ของกรมควบคุมมลพิษ ได้พิจารณาตามความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะเพิ่มเติมด้วย ดังนั้น การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทนี้จึงแตกต่างกันตามค่า EF

2.8 ประโยชน์ของบัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ [6]

บัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศทำให้ทราบถึงแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่สำคัญในพื้นที่ จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนากลยุทธ์และการตัดสินใจด้านกฎหมาย การประเมินแนวโน้มของการระบายมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีอยู่เดิมในพื้นที่และแหล่งกำเนิดมลพิษชนิดใหม่ที่กำลังเกิดขึ้น การสร้างแบบจำลองคุณภาพอากาศ และการแก้ไขปรับปรุงมาตรการด้านคุณภาพอากาศในปัจจุบัน ซึ่งการป้องกันและควบคุมมลพิษทางอากาศมีข้อควรคำนึงถึงในแง่ของการดำเนินการป้องกันและควบคุมให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม นั้นหมายความว่า จะต้องมีความรู้หรือเกณฑ์ต่างๆ ในการเปรียบเทียบผลจากการประเมินปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศว่าสูงกว่าหรือได้เกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้น การควบคุมและป้องกันอย่างได้ผล จึงต้องแยกดำเนินการใน 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.8.1 การควบคุมการปล่อยสารมลพิษหรือลดการผลิตสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด

สารมลพิษที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดจะถูกควบคุมและลดปริมาณการเกิดให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อลดปัญหาที่จะมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย และสภาพแวดล้อม รวมทั้งการลดค่าใช้จ่ายในการ

จัดหาเครื่องควบคุม ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาเครื่องควบคุม การควบคุมการปล่อยสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด มีดังนี้

1) การเปลี่ยนกระบวนการหรือวิธีการผลิต การเปลี่ยนกระบวนการหรือวิธีการผลิตมีความสำคัญต่อการลดปริมาณสารมลพิษออกสู่บรรยากาศได้เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนวัตถุดิบ เปลี่ยนเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต เปลี่ยนเชื้อเพลิง เปลี่ยนวิธีการดำเนินการ

- การเปลี่ยนปฏิกิริยาเคมี เพื่อลดสารมลพิษอากาศ ซึ่งรวมถึงปฏิกิริยาเคมีที่ใช้สันดาปเชื้อเพลิง โดยการเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิง เพื่อให้สารมลพิษอากาศบางชนิดที่ได้จากการสันดาปเชื้อเพลิงเกิดน้อยลง
- กระบวนการหรือวิธีการที่ต้องใช้ควบคุมการระเหย อาจจะทำให้ลดปริมาณการปล่อยสารมลพิษที่ถูกปล่อยมาจากการระเหยได้
- การบด ขูด ทูบ โม่ จะทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของอนุภาคของของแข็งที่เกิดจากกระบวนการดังกล่าว หากทำการบด ขูด ทูบ โม่ในลักษณะเปียกโดยการใช้น้ำหรือน้ำมันเป็นตัวช่วย จะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายได้

2) การนำสารปนเปื้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตกลับไปใช้ประโยชน์ เป็นการลดการปล่อยสารเจือปนออกสู่บรรยากาศ สารปนเปื้อนหลายชนิดสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นำมาใช้ในการผลิตน้ำแข็งแห้ง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ นำมาใช้ในการผลิตกรดกำมะถัน หรือไอรอนที่ถูกปล่อยออกมาจากปล่องระบายควัน อาจนำไปใช้เป็นพลังงานในการให้ความร้อนอื่นๆ ได้ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ต้องมีการพิจารณาในเรื่องของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ และความเป็นไปได้ของกระบวนการผลิตด้วย

2.8.2 การควบคุมหรือกำจัดสารมลพิษที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดสู่บรรยากาศ

การกำหนดมาตรการที่จะเลือกใช้อุปกรณ์ หรือวิธีการควบคุมป้องกันไม่ให้มีการปล่อยสารมลพิษสู่บรรยากาศนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ชนิดและปริมาณของสารมลพิษอากาศ สภาพดินฟ้าอากาศ ภูมิประเทศ เป็นต้น แต่ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเลือกใช้วิธีการกำจัดหรือลดสารปนเปื้อน เพื่อไม่ให้ถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศ คือ ชนิดของสารมลพิษ ซึ่งอาจแยกเป็นแอโรซอลและแก๊ส (อินทรีย์และอนินทรีย์)

1) การควบคุมแอโรซอลก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ

- การลดความเร็วของอากาศเสีย เพื่อให้อนุภาคของของแข็ง หรืออนุภาคของของเหลวในอากาศเสียที่มีน้ำหนักมากกว่าอากาศเกิดการตกตะกอน ให้เหลือเฉพาะส่วนที่เป็นอากาศไหลออกสู่บรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเปลี่ยนทิศทางของอากาศเสีย เมื่ออากาศเสียถูกเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว อนุภาคที่มีน้ำหนักมากกว่าอากาศไหลตามอากาศที่มีน้ำหนักเบากว่าไม่ทัน จึงแยกทิศทางการไหลออกจากอากาศ และบางส่วนของอนุภาคกระทบกระแทกกับผนังของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนทิศทาง ทำให้ตกตะกอนได้ เช่น ไซโคลอน
- การสกัดกั้นหรือกรองเอาอนุภาคในแอโรซอลออกจากอากาศ โดยการปล่อยให้ อากาศเสียไหลผ่านตัวกลางหรือตัวกรองที่มีขนาดโตกว่าช่องหรือรูกรอง จะทำให้อนุภาคส่วนหนึ่งถูกดักสะสมเอาไว้ เช่น การใช้ถุงกรอง ฯลฯ
- การใช้แรงดึงดูดกระแสไฟฟ้าสถิต โดยการทำให้อนุภาคที่เป็นแอโรซอลแสดงอำนาจประจุไฟฟ้า แล้วใช้แรงดึงดูดที่มีประจุตรงข้ามแยกอนุภาคออกมา แล้วปล่อยให้อากาศไหลออกสู่บรรยากาศ
- การเพิ่มน้ำหนักของอนุภาคในแอโรซอล เมื่ออนุภาคถูกเพิ่มน้ำหนักให้มากกว่าอนุภาค จะทำให้การตกตะกอนแยกตัวออกจากอากาศได้ง่าย โดยการใช้ น้ำ สัมผัสกับอากาศเสีย ทำให้อนุภาครวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น เครื่องเก็บอนุภาคแบบสครับเบอร์ ฯลฯ

2) การควบคุมสารมลพิษที่เป็นก๊าซ

สารมลพิษที่เป็นก๊าซ จะถูกควบคุมและขจัดได้โดยการใช้ตัวกลางดูดซับเอาไว้ หรือทำให้มีการสันดาปเชื้อเพลิงโดยสมบูรณ์ หรือใช้วิธีการดูดซึมแก๊สไว้ในตัวกลาง

- การดูดซับแก๊ส (Adsorption) ตัวดูดซับที่นำมาใช้ในการกำจัดสารปนเปื้อนที่เป็นก๊าซ มีหลายอย่างด้วยกัน ได้แก่ ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) ซิลิกาเจล ลิเธียมคลอไรด์ อลูมินากัมมันต์ บอริกไซด์กัมมันต์ เป็นต้น เมื่อตัวดูดซับอิ่มตัวแล้ว ก่อนนำมาใช้ใหม่ต้องนำไปฟื้นฟูสภาพ (Regenerate)
- การสันดาปเชื้อเพลิงให้สมบูรณ์ (Completed Combustion) จะไม่ทำให้เกิดปัญหาการปล่อยสารมลพิษออกมา ไม่ว่าจะเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์ หรือออกไซด์ของไนโตรเจน หรือสารปนเปื้อนชนิดอื่นๆ
- การดูดซึม (Absorption) โดยการใช้ตัวกลางที่เป็นของเหลว เช่น น้ำหรือน้ำมัน เพื่อดูดซึมเอาสารปนเปื้อนในอากาศเสียไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการประยุกต์ใช้งานด้านมลพิษทางอากาศ [11],[22]

ประเทศไทยได้มีการพัฒนารูปแบบในการวางแผน นโยบาย การบริหารจัดการ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มากขึ้นในปัจจุบันนี้ เนื่องจากมีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่มีความทันสมัย ทันเหตุการณ์ และถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ที่จะนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อนำไปสู่การพัฒนาประเทศ หรือพัฒนาชุมชนท้องถิ่นได้อย่างยั่งยืน (Sustainable Community Development) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยม และได้รับการยอมรับโดยทั่วไป ให้นำมาประกอบการประยุกต์ใช้เพื่อการจัดเตรียมฐานข้อมูลที่ทันเหตุการณ์ เพื่อรองรับการแก้ไขปัญหาทั้งปัญหาเฉพาะกิจ หรือปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในชุมชนหรือท้องถิ่น

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geo-Informatics หรือ Geomatics) เป็นเทคโนโลยีที่รู้จักกันมากขึ้นสำหรับหน่วยงานและองค์กรที่ต้องเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการ และติดตามทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นทรัพยากรที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และทรัพยากรที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีต่างๆ ได้แก่ การรับรู้จากระยะไกล หรือที่นิยมเรียกกันว่า รีโมทเซนซิง (Remote Sensing) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติ หรือสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลกมนุษย์ได้อย่างทันสมัยและทันเหตุการณ์ ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ที่ห่างไกล หรือยากต่อการเข้าถึงของยานพาหนะที่มนุษย์ต้องการเข้าไปสำรวจ ตามระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า “จีพีเอส” (GPS - Global Positioning System) ในบางครั้งของการติดตามทรัพยากรบนโลกที่เกิดขึ้นใหม่ หรือต้องการนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ นั้น จีพีเอสนี้เป็นเทคโนโลยีที่สำคัญที่ทำให้มนุษย์ทราบถึงพิกัดภูมิศาสตร์ หรือตำแหน่งวัตถุหรือทรัพยากรนั้นว่าอยู่บนตำแหน่งใด เพื่อให้สามารถจัดให้อยู่ในระบบพิกัดภูมิศาสตร์เดียวกันได้ และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า “จีไอเอส” (GIS - Geographic Information Systems) เป็นระบบที่ใช้บริหารจัดการฐานข้อมูลที่ได้จากการรับรู้จากระยะไกล และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ในรูปแบบเชิงพื้นที่ ซึ่งแต่ละพื้นที่ก็จะประกอบไปด้วยฐานข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์หรือตัดสินใจในการแก้ไข หรือวางแผนการบริหารจัดการ ตามเงื่อนไขที่มนุษย์จะเป็นผู้ดำเนินการ และสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ในรูปแบบสองมิติ และสามมิติ เพื่อจำลองสภาพภูมิประเทศให้ใกล้เคียงกับพื้นที่จริง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงได้มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้นทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นการพัฒนาด้านการทำแผนที่ด้วยระบบอัตโนมัติ การนำเข้าข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ในสหวิทยาการต่างๆ เช่น การจัดทำแผนที่ภูมิประเทศ การ

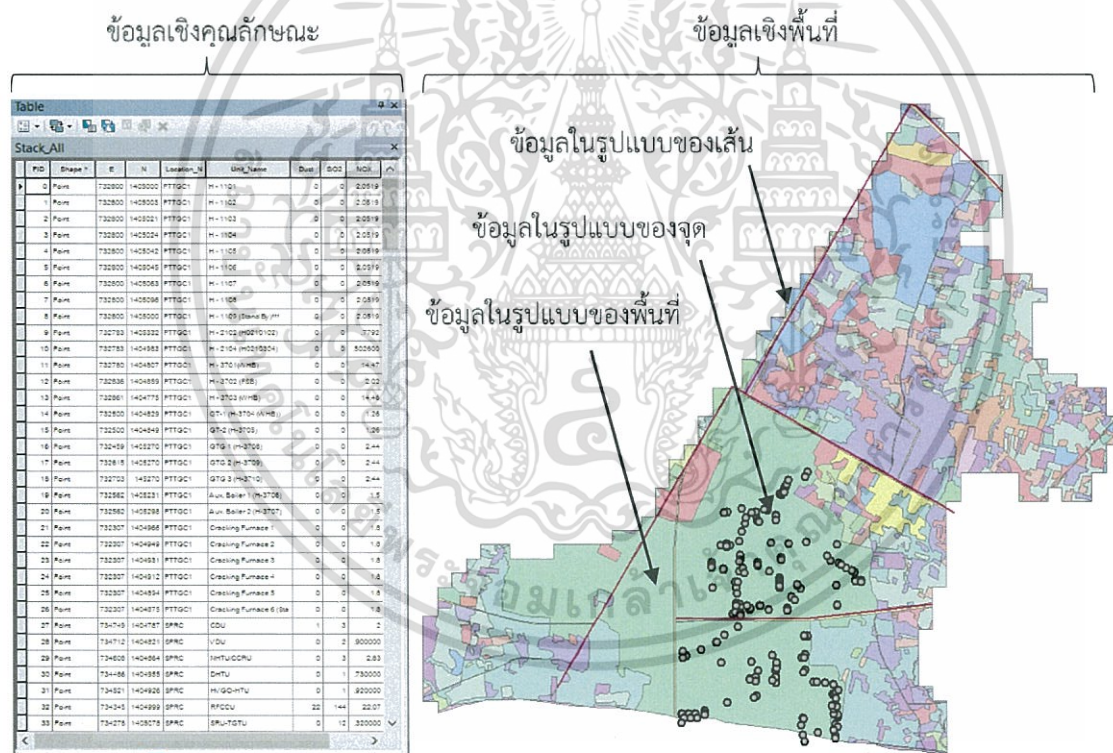
ทำแผนที่เฉพาะเรื่อง การทำแผนที่โฉนดที่ดิน การทำแผนที่ขอบเขตโครงการ วิศวกรรมโยธา การสำรวจ และการทำแผนที่เพื่อพัฒนาท้องถิ่น การวางผังเมืองและชนบท เป็นต้น

2.9.1 ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ลักษณะของข้อมูลในระบบ GIS ประกอบด้วยข้อมูล 2 รูปแบบ ได้แก่ ข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงลักษณะ ดังที่แสดงในรูปที่ 2.3 มีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลต่าง ๆ บนพื้นโลก สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo-reference) แบ่งลักษณะข้อมูลได้ 2 ประเภท ดังนี้

1.1) ข้อมูลแสดงทิศทาง (Vector data) คือ ข้อมูลที่แสดงด้วยจุด เช่น ที่ตั้งของโรงเรียน หรือข้อมูลในรูปแบบของเส้น เช่น ถนน และแม่น้ำ หรือข้อมูลในรูปแบบของพื้นที่ เช่น ขอบเขตการปกครอง และพื้นที่อาคาร เป็นต้น



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

1.2) ข้อมูลแสดงลักษณะเป็นกริด (Raster data) คือ ข้อมูลที่มีโครงสร้างเป็นช่องตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเท่ากัน เรียกว่า จุดภาพ (Grid cell) ในแต่ละเซลล์สามารถเก็บค่าได้ 1 ค่า และตำแหน่งของแต่ละเซลล์จะกำหนดโดยเลขประจำหลักและแถว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Non-spatial data) คือ คุณสมบัติ หรือคุณลักษณะประจำข้อมูล ภูมิศาสตร์ ไม่ใช่ข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น ระดับการวัดข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย เป็นต้น

2.9.2 กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ในการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาใช้จัดการกับข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์จะต้องคำนึงถึง *การนำเข้าข้อมูล* (Data Input) ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปข้อมูลแผนที่ที่มีอยู่แล้ว ข้อมูลจากภาคสนาม และข้อมูลจากเครื่องบันทึกภาพ ข้อมูลที่ป้อนแล้วสามารถจะเก็บไว้ในฐานข้อมูลซึ่งเรียกว่า Geographic Database ซึ่งสามารถแก้ไขปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ และ Geographic Database เป็นฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ และจะจัดเก็บไว้ใน 2 รูปแบบ ได้แก่ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) คือ ข้อมูลที่ทราบตำแหน่งอ้างอิงทางพื้นดิน สามารถอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ได้ (Geo-reference) และข้อมูลที่ไม่อยู่ในรูปเชิงพื้นที่ (Non Spatial Data) ได้แก่ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่นั้นๆ (Associated Attributes) เช่น ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลเกี่ยวกับเศรษฐกิจของประชากร เป็นต้น นอกจากนี้ *การจัดการข้อมูล* (Data Management) นับว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งแต่ละหน่วยงานที่มีข้อมูลในรูปแบบที่ไม่เหมือนกัน หรือลักษณะของข้อมูลต่างกันจะต้องมีการจัดการข้อมูล นั่นหมายถึง การเก็บข้อมูลและแก้ไขข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ในฐานข้อมูล ซึ่งมีวิธีการหรือเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการฐานข้อมูลหลายวิธี ที่จะใช้ในการฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเพิ่มข้อมูลที่คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้ มีการจัดการโครงสร้างข้อมูล และการเชื่อมโยงข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้จะต้องมี *การวิเคราะห์ข้อมูล* (Transformation หรือ Data Analysis) คือ การแปลงข้อมูลโดยการนำข้อมูลเชิงพื้นที่มาซ้อนกัน (Overlay) ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยให้สัมพันธ์กับข้อมูลที่ไม่อยู่ในรูปเชิงพื้นที่ เพื่อให้ได้คำตอบหรือข้อมูลสารสนเทศ (Information) ที่ผู้ใช้ต้องการ และในท้ายที่สุดจะต้องมี *การแสดงผล* (Data Display) คือ การแสดงผลข้อมูล หรือผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของตัวเลข หรือข้อมูลภาพ (Graphic) ซึ่งอาจจะแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ (Printer) หรือพล็อตเตอร์ (Plotter) เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้งานต่อไป

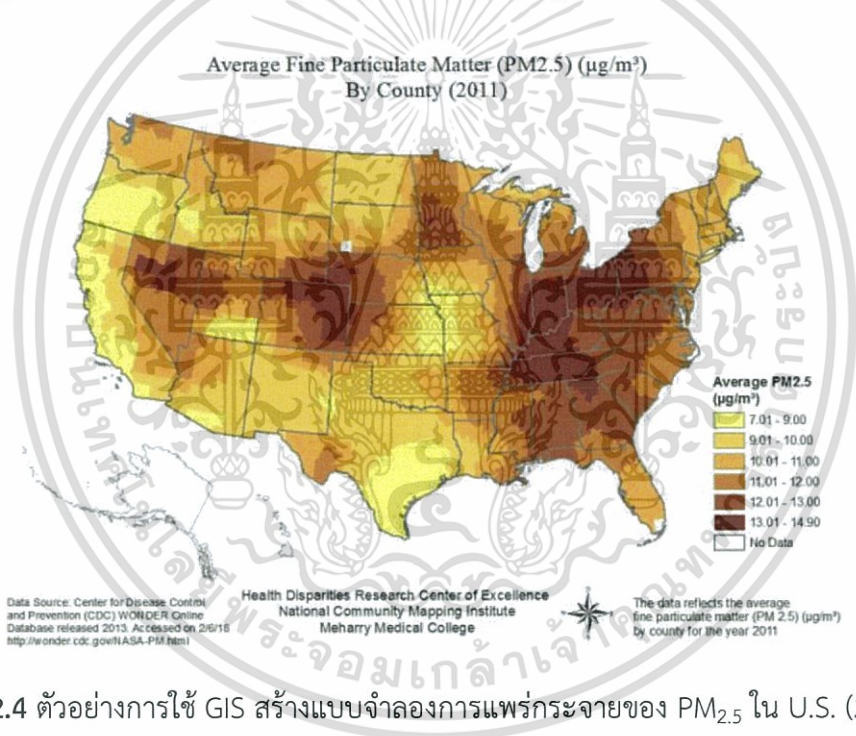
2.9.3 การประยุกต์ใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในด้านมลพิษทางอากาศ

การประยุกต์ใช้ GIS เพื่อทดลองสร้างแบบจำลองทางด้านสิ่งแวดล้อมมีใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เช่น การสร้างแบบจำลองสามมิติแสดงการถล่มของภูเขา การสร้างแบบจำลองระดับน้ำใต้ดินแบบจำลองความสูงของภูมิประเทศ แบบจำลองแสดงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป หรือแบบจำลองแสดงการแพร่กระจายของมลพิษในอากาศ ซึ่งการสร้างแบบจำลองใน GIS จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจกับลักษณะของพื้นที่ได้โดยง่าย ช่วยลดความผิดพลาดในการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ GIS สามารถประยุกต์ใช้ทั้งในการวางแผนและบริหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดการ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเรื่องวิกฤตสิ่งแวดล้อม การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ศึกษาหาสาเหตุปัจจัยแหล่งกำเนิดมลพิษ ตลอดจนการวิเคราะห์เพื่อสร้าง Model ในการวางแผนการใช้ที่ดินให้เหมาะสมกับศักยภาพของที่ดินและสอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี

ในส่วนของงานด้านการจัดการคุณภาพอากาศนั้น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถนำมาใช้เพื่อเก็บรวบรวม ประมวลผลและวิเคราะห์ และจัดการข้อมูลคุณภาพอากาศ รวมถึงการรายงานคุณภาพอากาศ เช่น การแสดงแผนที่ตำแหน่งที่ตั้งและการกระจายตัวของแหล่งกำเนิดมลพิษในระดับต่างๆ ดังรูปที่ 2.4 ตำแหน่งที่ตั้งของจุดตรวจวัด การแสดงรายละเอียดของแหล่งกำเนิดมลพิษ เช่น ระบบบำบัด หม้อไอน้ำ ปล่องระบายอากาศเสีย หรือรูปถ่าย เป็นต้น ซึ่งสามารถเรียกค้นค่าระดับความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในรูปของแผนที่ร่วมกับชั้นข้อมูลพื้นฐานต่างๆ และในรูปของกราฟ ณ เวลาที่ต้องการได้



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการใช้ GIS สร้างแบบจำลองการแพร่กระจายของ PM_{2.5} ใน U.S. (2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สฤชต์ โคตุละ [9] ได้จัดทำบัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศในพื้นที่เขตเทศบาลนครราชสีมา โดยศึกษาสารมลพิษอากาศประเภท PM₁₀, TSP, CO, CO₂, SO₂, NO_x และ VOCs ซึ่งเป็นสารมลพิษสำคัญที่มีการตรวจวัดและติดตามค่าในบรรยากาศอย่างต่อเนื่องโดยกรมควบคุมมลพิษและหน่วยงานต่างๆ สำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษที่ศึกษา ได้แก่ ยานพาหนะ โรงงานอุตสาหกรรม เตาเผาเศษสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ที่พักอาศัยและพาณิชย์กรรม และการเผาในที่โล่ง ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษเหล่านี้ได้ถูกจำแนกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ แหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ และแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ ทำให้สามารถจัดทำบัญชีได้อย่างเป็นระบบ และครอบคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษมากขึ้น สำหรับข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิที่ทำการสำรวจด้วยแบบสอบถาม และข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำมาใช้ในการประมาณปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศด้วยวิธีการใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษ (Emission factor) อย่างไรก็ตามขอบเขตพื้นที่ที่ศึกษาของ เทศบาลนครราชสีมามีความแตกต่างจากพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดเนื่องจากมาบตาพุดเป็นเขตอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ประเภทสารมลพิษอากาศและแหล่งกำเนิดมลพิษมีความซับซ้อนมากกว่า จึงต้องมีการวิเคราะห์หาข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษอื่นๆเพิ่มเติม

บัณฑิต ชูแสงศรี [12] และชญานุช เสตะจิต [13] ได้ประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการติดตั้งเครื่องข่ายจุมุกอิเล็กทรอนิกส์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 ตามลำดับ โดยทำการศึกษามลพิษชนิดเดียวกับงานวิจัยของ สฤชต์ โคตุละ ได้แก่ PM₁₀, CO, CO₂, SO₂, NO_x และ VOCs แต่แหล่งกำเนิดมลพิษที่ทำการศึกษาจะพิจารณาเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีทั้งหมด 22 โรงงาน การประเมินได้ใช้วิธีคูณกำลังการผลิตด้วยค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษ โดยใช้ข้อมูลจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละโรงงาน ข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษจากโรงงานเหล่านี้สามารถนำมาประกอบการจัดทำบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดได้

ธายุกร พระบำรุง และคณะ [14] ได้ศึกษามลพิษอากาศอย่างก๊าซโอโซนในจังหวัดชลบุรี โดยพบว่าปริมาณของก๊าซโอโซนเปลี่ยนแปลงตามปริมาณสารมลพิษปฐมภูมิ เช่น NO_x, NMVOC และ CO อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษปฐมภูมิจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ พบว่า แหล่งกำเนิดมลพิษที่มีการปลดปล่อยสารมลพิษปฐมภูมิปริมาณสูงสุดรองจากโรงงานอุตสาหกรรมคือ เครื่องยนต์ที่ใช้บนถนน และจากการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศประเภท NMVOC ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ปี 2006 พบว่า แหล่งกำเนิดมลพิษจากธรรมชาติ อาทิ พืชในพื้นที่เกษตรกรรมและป่าไม้ มีการระบาย NMVOC สูงสุดเป็นอันดับ 1 (17,549 ตัน) เมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดประเภทอื่นๆที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น แหล่งกำเนิดมลพิษประเภทเครื่องยนต์ที่ใช้บนถนน และแหล่งกำเนิดมลพิษจากธรรมชาติ จึงเป็น แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่ควรประเมินในบัญชีการปล่อยสารมลพิษในนิคมอุตสาหกรรมมาตาพุด

โครงการ JICA-PRTR ได้จัดทำทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ (PRTR) ประจำปี 2557 [15] และปี 2558 [16] ของจังหวัดระยอง ซึ่งแสดงปริมาณของมลพิษที่ถูกปลดปล่อยจาก แหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรม และประเภทที่ไม่ใช่อุตสาหกรรม เช่น ภาคเกษตรกรรม ภาคการขนส่ง คริวเรือน สถานบริการน้ำมัน และคลังเก็บน้ำมัน เป็นต้น โดยแบ่งเป็นแหล่งกำเนิดที่มีการรายงานข้อมูล ในระบบ PRTR ซึ่งมีการเก็บข้อมูลและคำนวณการปลดปล่อยสารมลพิษจากสถานประกอบการโดยตรง และแหล่งกำเนิดที่ไม่ต้องรายงานในระบบ PRTR หน่วยงานราชการจะเป็นผู้รับผิดชอบในการคาด ประมาณการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ ซึ่งได้ทำการประเมินด้วยวิธีการตรวจวัดโดยตรง และการ ใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษจากฐานข้อมูลของ AP42, US.EPA และจากการพัฒนาค่า EF ใน ห้องปฏิบัติการของกรมควบคุมมลพิษ โดยผลสรุปปริมาณการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษของปี พ.ศ. 2557 และ 2558 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีการปลดปล่อยสารมลพิษมากที่สุด คือ อุตสาหกรรม ยานยนต์ อุตสาหกรรมเคมี และอุตสาหกรรมโลหะ ตามลำดับ โดยสารเคมีที่มีการปลดปล่อยมากที่สุด คือ โทลูอิน (Toluene) ไซลีน (Xylenes) และเอ็น-เฮกเซน (N-Hexane) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินการจัดทำบัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ตามประเภทของแหล่งกำเนิด ได้แก่ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ และ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดในการศึกษารั้งนี้ คือ ภาคอุตสาหกรรมในส่วนปล่อยระบายสารมลพิษอากาศ ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ซึ่งขั้นตอนการจัดทำบัญชีจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การรวบรวมแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดในพื้นที่ศึกษา

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดในการศึกษารั้งนี้สามารถรวบรวมข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากการตรวจวัดโดยตรงที่ปล่องของโรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จำนวน 44 โรงงาน ตัวอย่างข้อมูลโรงงานที่มีการตรวจวัดปริมาณสารมลพิษอากาศจากปล่องแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลโรงงานที่มีการตรวจวัดปริมาณสารมลพิษอากาศจากปล่อง

ชื่อโรงงาน	ประเภท	ลำดับที่	หน่วยปฏิบัติการ	พิกัด	
				E (m)	N (m)
บริษัท สตาร์ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง จำกัด	โรงกลั่น	1	Boiler 1	734773	1404658
		2	Boiler 2	734764	1404636
		3	Boiler 3	734445	1404568

ที่มา กลุ่มงานปิโตรเคมี สำนักวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (2560)

3.1.2 การรวบรวมปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

ข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากปล่องระบายของโรงงานอุตสาหกรรมสามารถเก็บรวบรวมได้จากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละโรงงาน ซึ่งมีการรวบรวมโดยกลุ่มงานปิโตรเคมี สำนักวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างข้อมูลปริมาณสารมลพิษอากาศที่ตรวจวัดได้แสดงดังตารางที่ 3.2 โดยข้อมูลอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศที่รวบรวมได้จะอยู่ในหน่วยกรัมต่อ

วินาที จึงต้องทำการแปลงให้อยู่ในหน่วยต้นต่อปี เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบและแปลงข้อมูลให้อยู่ในชั้นข้อมูลเดียวกันได้ โดยตั้งสมมติฐานว่า แต่ละโรงงานดำเนินการเฉลี่ยที่ 330 วันต่อปี

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างปริมาณสารมลพิษอากาศที่ตรวจวัดได้จากปล่อง

ลำดับที่	หน่วยปฏิบัติการ	พิกัด		อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษ (g/s)		
		E (m)	N (m)	Dust	SO ₂	NO _x
1	Boiler 1	734773	1404658	0.10	0.50	1.50
2	Boiler 2	734764	1404636	0.12	0.50	1.60
3	Boiler 3	734445	1404568	0.40	1.00	2.20

ที่มา กลุ่มงานปิโตรเคมี สำนักวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (2560)

3.2 บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย ภาคอุตสาหกรรม (ในส่วนของกระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และถังเก็บ) ภาคครัวเรือน สถานีบริการน้ำมัน และพืชพรรณที่อยู่ในพื้นที่ตำบลมาตาพุด ซึ่งขั้นตอนการจัดทำบัญชีจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การรวบรวมแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ในพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลที่เป็นจำเป็นสำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ มีความแตกต่างกันตามประเภทกิจกรรมที่ศึกษา ดังนี้

1) ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษจากภาคอุตสาหกรรม

ข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรมมาตาพุดที่ได้ทำการรวบรวมจากงานวิจัยของบัณฑิต ชูแสงศรี [12] และชญัญญาช เสดะจิต [13] มีทั้งหมด 22 โรงงาน ข้อมูลโรงงานแสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 จำนวนข้อมูลโรงงานที่รวบรวมจากงานวิจัย

ประเภทโรงงาน	จำนวน (แห่ง)
โรงกลั่น	2
โรงเคมีและปิโตรเคมี	11
โรงเหล็กชั้นกลาง	2
โรงเหล็กชั้นปลาย	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทโรงงาน	จำนวน (แห่ง)
โรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์	1
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	3
โรงไฟฟ้าถ่านหิน	1
ถังกักเก็บบริเวณท่าเรือ	1
รวม	22

2) ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษจากภาคครัวเรือน

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากครัวเรือน ได้แก่ ข้อมูลจำนวนครัวเรือน การใช้ที่ดินประเภทครัวเรือน และปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือน ซึ่งข้อมูลจำนวนครัวเรือนรายจังหวัดและรายตำบลปี พ.ศ. 2559 เก็บรวบรวมได้จากกรมการปกครอง โดยจังหวัดระยองมี 442,858 ครัวเรือน และตำบลมาตาพุดมี 19,575 ครัวเรือน ข้อมูลปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในครัวเรือนเฉลี่ยรายปี พ.ศ. 2559 ของจังหวัดระยอง เก็บรวบรวมได้จากกรมธุรกิจพลังงาน โดยมีปริมาณ 98,343,371 ลิตรต่อปี และข้อมูลการใช้ที่ดินประเภทครัวเรือนอ้างอิงจากแผนที่การใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2553

ดังนั้น ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มเฉลี่ยต่อครัวเรือนในปี พ.ศ. 2559 คำนวณได้จากสัดส่วนระหว่างปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในจังหวัดระยองต่อจำนวนครัวเรือนทั้งหมดในจังหวัดระยอง จะได้ว่ามีการใช้ก๊าซหุงต้มในปี พ.ศ. 2559 เฉลี่ย 222 ลิตรต่อครัวเรือน และมีปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในตำบลมาตาพุดเฉลี่ย 4,345,650 ลิตร

3) ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษจากสถานีบริการน้ำมัน

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมัน ได้แก่ ข้อมูลสถานีบริการน้ำมันในพื้นที่ที่ศึกษา และปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรายปี ซึ่งข้อมูลสถานีบริการน้ำมันในพื้นที่ที่ศึกษาเก็บรวบรวมจากสำนักบริการธุรกิจและการสำรองน้ำมันเชื้อเพลิงกรมธุรกิจพลังงาน มีจำนวนสถานีบริการน้ำมันในพื้นที่ที่ศึกษาทั้งหมด 2 แห่ง บริเวณถนนสุขุมวิท อำเภอเมือง จังหวัดระยอง และปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงปี พ.ศ. 2559 ของจังหวัดระยองดังตารางที่ 3.4 เก็บรวบรวมจากกรมธุรกิจพลังงาน โดยแยกตามชนิดของเชื้อเพลิง และเป็นข้อมูลของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เท่านั้น เนื่องจากในพื้นที่ที่ศึกษามีเฉพาะสถานีบริการน้ำมันของ ปตท.

ตารางที่ 3.4 ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของจังหวัดระยองปี พ.ศ. 2559

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณการจำหน่าย (พันลิตร/ปี)
เบนซิน 95	3,294
แก๊สโซฮอล์ 91 (อี 10)	23,906
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 10)	22,924
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 20)	16,015

ที่มา กรมธุรกิจพลังงาน (2559)

การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันภายในพื้นที่ที่ศึกษา ใช้วิธีการประมาณจากบนลงล่าง (TDA) ตามหัวข้อ 2.5.1 โดยอาศัยข้อมูลสถานีบริการน้ำมันและปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของจังหวัดระยองจากกรมธุรกิจพลังงาน เทียบสัดส่วนกับจำนวนสถานีบริการน้ำมันในพื้นที่ที่ศึกษา เพื่อหาปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงต่อสถานี และภายในพื้นที่ที่ศึกษา ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในตำบลมาตาพุดปี พ.ศ. 2559 ด้วยวิธี TDA

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณการจำหน่าย (พันลิตร/ปี)		
	ทั้งจังหวัด	ต่อสถานี	ภายในพื้นที่ที่ศึกษา
เบนซิน 95	3,294	122.00	244.00
แก๊สโซฮอล์ 91 (อี 10)	23,906	885.41	1,770.82
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 10)	22,924	849.04	1,698.07
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 20)	16,015	593.13	1,186.27

4) ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษจากพืชพรรณ

ข้อมูลที่ใช้สำหรับการประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากพืชพรรณ คือ ข้อมูลพื้นที่พืชพรรณชนิดต่างๆในพื้นที่ที่ศึกษา เก็บรวบรวมจากข้อมูลการใช้ที่ดินจังหวัดระยอง ของกรมพัฒนาที่ดิน โดยใช้โปรแกรม ArcGIS 10.4.1 ในการคัดแยกเฉพาะข้อมูลในขอบเขตพื้นที่ที่ศึกษา ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งจะได้พื้นที่พืชพรรณชนิดต่างๆในตำบลมาตาพุด โดยพืชพรรณที่อยู่ในพื้นที่นี้เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ ทุ่งหญ้าและพุ่มไม้ มันสำปะหลัง ยางพารา ไม้ผลผสม และสนประดิพัทธ์ แสดงดังตารางที่ 3.6



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างแผนที่การใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 3.6 พื้นที่พืชพรรณชนิดต่างๆในตำบลมาบตาพุด ปี พ.ศ. 2559

ชนิดพืชพรรณ	พื้นที่ (ตร.กม.)	สัดส่วนพื้นที่ (%)
ทุ่งหญ้าและพุ่มไม้	16.01	47.32
มันสำปะหลัง	12.70	37.54
ยางพารา	2.46	7.27
ไม้ผลผสม	2.46	7.27
สนประดิพัทธ์	0.20	0.59
รวม	33.83	100

ที่มา กรมพัฒนาที่ดิน (2559)

3.2.2 การรวบรวมค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

สำหรับแหล่งกำเนิดที่ใช้การประเมินด้วยวิธีค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (EF) ได้แก่ ภาคครัวเรือน สถานีบริการน้ำมัน และพืชพรรณ การเลือกใช้ค่า EF มีแนวทางการเลือกใช้ดังที่กล่าวในหัวข้อ 2.6.4 รายละเอียดการเลือกค่า EF และตัวอย่างค่า EF ของแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละประเภทมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากภาคครัวเรือน

ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับภาคครัวเรือน ประเมินจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดก๊าซหุงต้มในครัวเรือน โดยการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ค่า EF ที่อ้างอิงจากหลายแหล่งข้อมูล ดังนี้ (1) ค่า EF สำหรับ CO₂ จากก๊าซหุงต้ม อ้างอิงจากเอกสารของ IPCC (2006) เนื่องจากไม่มีค่าของประเทศไทย และเป็นแหล่งข้อมูลที่มีการพัฒนาค่า EF สำหรับก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะ จึงน่าจะมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ (2) ค่า EF สำหรับ SO₂ จากก๊าซหุงต้มได้อ้างอิงจากเอกสารของ US.EPA (2005) เนื่องจากเป็นค่า EF ที่ต้องอาศัยปัจจัยร่วม คือ ปริมาณกำมะถันในก๊าซหุงต้ม ซึ่งใช้ค่าของประเทศไทยที่ได้จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จึงน่าจะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ (3) ส่วนค่า EF สำหรับสารมลพิษชนิดอื่นๆ อ้างอิงจากเอกสารของ EEA (2009) เนื่องจากเป็นค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลของกิจกรรมที่เฉพาะกับกิจกรรมที่ศึกษาและเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ค่า EF สำหรับภาคครัวเรือนแสดงดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับภาคครัวเรือน

สารมลพิษอากาศ	EF (กรัม/ลิตรของก๊าซหุงต้ม)	ที่มา
NO _x	1.81	EEA (2009)
SO ₂	0.0005S	US.EPA (2005)
PM ₁₀	0.10	EEA (2009)
VOCs	0.41	EEA (2009)
CO	1.23	EEA (2009)
CO ₂	1,680	IPCC (2006)

หมายเหตุ S คือ ปริมาณกำมะถันในเชื้อเพลิง (ppm by wt.) โดย LPG ตามข้อกำหนดและลักษณะคุณภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลว พ.ศ. 2559 มีปริมาณไม่สูงกว่า 140 ppm by wt.

2) ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมัน

เนื่องจากสถานีบริการน้ำมันเป็นแหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศที่ระบบ PRTR ของประเทศไทยไม่ได้ระบุให้มีการรายงานการปลดปล่อยสารมลพิษจากสถานีโดยตรง และข้อมูลที่ใช้ในการประเมินมีข้อจำกัด ดังนั้น ในการคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษจึงอาศัยค่า EF ที่ได้มีการคัดเลือกชนิดของสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทนี้ โดยมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกจากระดับความรุนแรงของสารมลพิษที่พบ ปริมาณที่พบจากการสำรวจเบื้องต้น และจากข้อมูลประกอบจากต่างประเทศที่มีการศึกษาไว้ ชนิดของสารมลพิษอากาศที่ศึกษา ประกอบด้วย Benzene, Toluene, Xylene และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hexane ชนิดของแหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศในสถานีบริการน้ำมัน ได้แก่ การปลดปล่อยสารมลพิษสู่บรรยากาศขณะขนถ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงจากรถขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงลงสู่ถังน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel loading) และการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสู่บรรยากาศขณะถ่ายเทน้ำมันเชื้อเพลิงจากหัวจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงลงสู่ถังน้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะในสถานีบริการน้ำมัน (Vehicle refueling) และเนื่องจากค่า EF จากสถานีบริการน้ำมันในประเทศไทยอยู่ระหว่างดำเนินการพัฒนา ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ค่า EF ในระบบ PRTR ของประเทศญี่ปุ่น ดังแสดงในตารางที่ 3.8 และ 3.9

ตารางที่ 3.8 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับสถานีบริการน้ำมัน กรณีขนถ่ายน้ำมันลงถังเก็บใต้ดิน (Fuel loading)

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	EF กรณีขนถ่ายน้ำมันลงถังเก็บใต้ดิน (กิโลกรัม/พันลิตรของน้ำมัน)			
	Benzene	Toluene	Xylene	Hexane
เบนซิน 95	0.0022221	0.0281158	0.0021648	0.0081270
แก๊สโซฮอล์ 91 (อี 10)	0.0022984	0.0105768	0.0015159	0.0026231
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 10)	0.0019999	0.0253042	0.0019483	0.0073143
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 20)	0.0017777	0.0224926	0.0017318	0.0065016

ที่มา โครงการ PRTR (2556)

ตารางที่ 3.9 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับสถานีบริการน้ำมัน กรณีถ่ายเทน้ำมันจากหัวจ่ายสู่ยานพาหนะ (Vehicle refueling)

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	EF กรณีถ่ายเทน้ำมันจากหัวจ่ายสู่ยานพาหนะ (กิโลกรัม/พันลิตรของน้ำมัน)			
	Benzene	Toluene	Xylene	Hexane
เบนซิน 95	0.0027981	0.0354051	0.0027261	0.0102340
แก๊สโซฮอล์ 91 (อี 10)	0.0028943	0.0133189	0.0019089	0.0033031
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 10)	0.0025183	0.0318646	0.0024535	0.0092106
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 20)	0.0022385	0.0283241	0.0021809	0.0081872

ที่มา โครงการ PRTR (2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากพืชพรรณ

ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศที่ใช้ในการประเมิน แบ่งได้ตามชนิดของพืชพรรณ และชนิดของสารมลพิษอากาศ ได้แก่ ไอโซพรีน และโมนোটอพรีน ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มสารระเหยอินทรีย์ เนื่องจากค่า EF จากพืชพรรณยังไม่มีการพัฒนาจากแหล่งข้อมูลในประเทศไทย ดังนั้น จึงเลือกใช้ค่า EF จากงานวิจัยที่ทดลอง ณ สภาวะใกล้เคียงกับสภาพอากาศในพื้นที่ศึกษา โดยอุณหภูมิที่ผิวใบเท่ากับ 30°C หน่วยของค่า EF คือ ไมโครกรัมของสารมลพิษอากาศต่อตารางเมตรของพื้นที่พืชพรรณต่อชั่วโมง

ตารางที่ 3.10 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศของพืชพรรณชนิดต่างๆ

ชนิดพืชพรรณ	EF ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$)	
	ไอโซพรีน	โมนোটอพรีน
ทุ่งหญ้าและพุ่มไม้ ⁽¹⁾	712	53.4
มันสำปะหลัง ⁽¹⁾	0	16.2
ยางพารา ⁽²⁾	13.9	2,050
ไม้ผลผสม ⁽¹⁾	0	10.6
สนประดิพัทธ์ ⁽³⁾	90	270

หมายเหตุ (1) W. Zhihui et al. (2003) (2) Klinger et al., (2002) (3) F. Solmon et al. (2004)

3.2.3 การประเมินปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

การประเมินปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศของแหล่งกำเนิดมลพิษจากภาคครัวเรือน สถานีบริการน้ำมัน และพืชพรรณ มีรายละเอียดดังนี้

1) การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากภาคครัวเรือน

การประเมินปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากครัวเรือนใช้วิธี TDA ซึ่งอาศัยข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในครัวเรือนของจังหวัดระยองและข้อมูลจำนวนครัวเรือนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และตั้งสมมติฐานการคำนวณให้ “ทุกครัวเรือนภายในพื้นที่ศึกษามีปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มภายในครัวเรือนเป็นไปดังค่าที่ได้จากการประมาณด้วยวิธี TDA” สมการการที่ใช้ประเมินแสดงดังนี้

$$E = A_f \times EF \quad (3.1)$$

โดยที่ E คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ (กรัมต่อปี)

A_f คือ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเหลว (หน่วยเชื้อเพลิงต่อปี)

$EF_{i,j}$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (กรัมต่อหน่วยเชื้อเพลิง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสมการ (3.1) สามารถประมาณปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (A_p) ได้จากปริมาณการใช้เชื้อเพลิงโดยรวมของจังหวัด ซึ่งเป็นข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ตามสมการ (3.2) และ (3.3) ดังนี้

$$A_p = A_T / N_T \quad (3.2)$$

โดยที่ A_p คือ ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงต่อครัวเรือนในจังหวัด
 A_T คือ ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงรวมในจังหวัด
 N_T คือ จำนวนครัวเรือนในจังหวัดนั้น

$$A_f = N_d \times A_p \quad (3.3)$$

โดยที่ A_f คือ ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา
 N_d คือ จำนวนครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา
 A_p คือ ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงต่อครัวเรือนในจังหวัดใดๆ

ตัวอย่างการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ NO_x จากการเผาไหม้ก๊าซหุงต้มในพื้นที่ตำบลมาตาพุด โดยอาศัยอัตราการทำกิจกรรมที่ปลดปล่อยสารมลพิษอากาศของครัวเรือนในหัวข้อ 3.2.1 และค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศในตารางที่ 3.7 แสดงได้ดังนี้

$$\begin{aligned} A_p &= (98,343,371 \text{ ลิตร/ปี}) / (442,858 \text{ ครัวเรือน}) \\ &= 222 \text{ ลิตร/ครัวเรือน} \\ A_f &= (19,575 \text{ ครัวเรือน}) \times (222 \text{ ลิตร/ครัวเรือน}) \\ &= 4,345,650 \text{ ลิตร} \\ E_{\text{NO}_x} &= 4,345,650 \text{ ลิตรของก๊าซหุงต้ม} \times (1.81 \text{ กรัม } \text{NO}_x / \text{ลิตรของก๊าซหุงต้ม/ปี}) \\ &= 7,867,938 \text{ กรัม } \text{NO}_x / \text{ปี} \text{ หรือ } 7.87 \text{ ตัน } \text{NO}_x / \text{ปี} \end{aligned}$$

2) การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมัน

ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศคำนวณจากอัตราการทำกิจกรรมที่ปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ ซึ่งใช้ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในพื้นที่ที่ศึกษา และค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ ซึ่งแบ่งตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเบนซิน 95 น้ำมันเบนซิน 91 แก๊สโซฮอล์ 91 (E10) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 (E10) และน้ำมัน E20 ประเภทของสารมลพิษอากาศ ได้แก่ Benzene, Toluene, Xylene และ Hexane และแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในสถานีบริการน้ำมันทั้ง 2 กรณี ได้แก่ Fuel loading และ Vehicle refueling โดยที่ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับฤดูกาลจะไม่นำมาพิจารณา เนื่องจากการคาดการณ์การปลดปล่อยสารมลพิษ จะใช้ข้อมูลพื้นฐานเป็นค่าเฉลี่ยรายปีในกรณีของสภาพภูมิอากาศ เขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E = A_g \times EF \quad (3.4)$$

- โดยที่ E คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ (กิโลกรัมต่อปี)
 A_h คือ ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในพื้นที่ที่ศึกษา (กิโลลิตรต่อปี)
 $EF_{i,j}$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (กิโลกรัมต่อกิโลลิตร)

ตัวอย่างการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ Benzene ระหว่างขนถ่ายน้ำมันลงถังเก็บใต้ดิน (Fuel loading) ในสถานีบริการน้ำมันในตำบลมาบตาพุด โดยอาศัยอัตราการทำกิจกรรมที่ปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ หรือปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในพื้นที่ที่ศึกษาในตารางที่ 3.5 และค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศในตารางที่ 3.8 แสดงได้ดังนี้

$$\begin{aligned} E_{\text{Benzene}} &= E_{\text{from Gasoline 95}} + E_{\text{from Gasohol 91}} + E_{\text{from Gasohol 95}} + E_{\text{from E20}} \\ E_{\text{from Gasoline 95}} &= (244 \text{ กิโลลิตร/ปี}) \times (0.0022221 \text{ กิโลกรัม Benzene/กิโลลิตร}) \\ &= 0.5422 \text{ กิโลกรัม Benzene/ปี} \\ E_{\text{from Gasohol 91}} &= (1,770 \text{ กิโลลิตร/ปี}) \times (0.0022984 \text{ กิโลกรัม Benzene/กิโลลิตร}) \\ &= 4.0701 \text{ กิโลกรัม Benzene/ปี} \\ E_{\text{from Gasohol 95}} &= (1,698 \text{ กิโลลิตร/ปี}) \times (0.0019999 \text{ กิโลกรัม Benzene/กิโลลิตร}) \\ &= 3.3960 \text{ กิโลกรัม Benzene/ปี} \\ E_{\text{from E20}} &= (1,186 \text{ กิโลลิตร/ปี}) \times (0.0017777 \text{ กิโลกรัม Benzene/กิโลลิตร}) \\ &= 2.1088 \text{ กิโลกรัม Benzene/ปี} \\ E_{\text{Benzene}} &= 0.5422 + 4.0701 + 3.3960 + 2.1088 \\ &= 10.1170 \text{ กิโลกรัม Benzene/ปี} \end{aligned}$$

3) การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากพืชพรรณ

การประเมินแหล่งกำเนิดจากพืชพรรณจะพิจารณาจากชนิดของสารมลพิษอากาศที่สนใจ ได้แก่ Isoprene และ Monoterpenes ปริมาณเชิงพื้นที่ และชนิดของพืช เขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$E = A_t \times EF_{i,j} \quad (3.5)$$

- โดยที่ E คือ ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (ไมโครกรัมต่อชั่วโมง)
 A_t คือ พื้นที่สีเขียวที่พิจารณา (ตารางเมตร)
 $EF_{i,j}$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษของพืชชนิด i และสารมลพิษอากาศชนิด j (ไมโครกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศไอโซพรีน จากพืชพรรณประเภท ทุ่งหญ้าและพุ่มไม้ โดยอาศัยอัตราการทำกิจกรรมที่ปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ หรือพื้นที่สีเขียวที่ พิจารณาในตารางที่ 3.6 และค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศในตารางที่ 3.10 แสดงได้ดังนี้

$$\begin{aligned} E_{\text{Isoprene}} &= (16.01 \times 10^6 \text{ ตร.ม.}) \times (712 \text{ ไมโครกรัม/ตร.ม./ชั่วโมง}) \\ &= 11,399,120,000 \text{ ไมโครกรัม/ชั่วโมง} \\ &= 99.86 \text{ ตัน/ปี} \end{aligned}$$

3.3 บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ยานพาหนะที่เคลื่อนที่บนถนนในพื้นที่ ตำบลมาตาพุด ซึ่งขั้นตอนการจัดทำบัญชีจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่มีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การรวบรวมแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ในพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลที่เป็นจำเป็นสำหรับการประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากการคมนาคม ได้แก่ ข้อมูลปริมาณจราจรบนถนนและข้อมูลระยะทางที่รถวิ่ง (ความยาวถนน) ภายในพื้นที่ที่ศึกษา ซึ่งเก็บรวบรวมได้จากกรมทางหลวง และสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม แสดงดังตารางที่ 3.11 โดยชนิดของยานพาหนะและเชื้อเพลิงที่ใช้สามารถแบ่งตามข้อมูลของค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศได้ ชนิดยานพาหนะแบ่งออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ (1) รถยนต์ส่วนบุคคล หรือรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน (Light duty car, LDC) (2) รถโดยสารขนาดเล็ก (Light duty bus, LDB) เช่น แท็กซี่ และรถตู้ (3) รถโดยสารขนาดใหญ่ (Heavy duty bus, HDB) (4) รถบรรทุกขนาดเล็ก (Light duty truck, LDT) เช่น รถกระบะ (5) รถบรรทุกขนาดใหญ่ (Heavy duty truck, HDT) เช่น รถบรรทุก 6 ล้อขึ้นไป และ (6) รถจักรยานยนต์ (Motorcycle, MC) ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้กับยานพาหนะ แบ่งออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่ (1) Gasoline 95 (GSL), (2) Gasohol 91 - E10 (GH1), (3) Gasohol 95 - E10 (GH2), (4) Gasohol 95 - E20 (GH3), (5) Diesel (DS), (6) LPG และ (7) NGV

เนื่องจากข้อมูลจำนวนยานพาหนะปี พ.ศ. 2559 ที่ทำการรวบรวมจากกรมทางหลวงไม่ได้จำแนกประเภทของเชื้อเพลิงและอายุของยานพาหนะแต่ละชนิด จึงต้องมีการกำหนดประเภทเชื้อเพลิงที่ใช้กับยานพาหนะแต่ละชนิด ตลอดจนอายุของยานพาหนะไว้ให้ชัดเจน และถือเป็นตัวแทนของยานพาหนะประเภทนั้นๆ โดยมีสมมติฐานที่ว่า “อายุของยานพาหนะที่สำรวจได้ทุกคันเป็นยานพาหนะตามมาตรฐาน EURO III หรือจดทะเบียนในระหว่างปี พ.ศ. 2548-2554 และสัดส่วนของประเภทเชื้อเพลิงที่ใช้กับยานพาหนะในถนนเส้นที่ศึกษามีค่าเท่ากับสัดส่วนของยานพาหนะที่ได้จากการสำรวจในโครงการ JICA-PRTR” สำหรับสัดส่วนจากข้อมูลปริมาณรถยนต์เฉลี่ยต่อปีในจังหวัดระยอง ปี พ.ศ. 2556 ของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JICA-PRTR [15] มีดังนี้ (1) รถยนต์ส่วนบุคคล มีการใช้เชื้อเพลิงประเภท Gasoline 95 (13%), Gasohol 91 – E10 (20%), Gasohol 95 - E10 (19%), Gasohol 95 - E20 (21%), NGV (22%) และ LPG (5%) (2) รถโดยสารขนาดเล็ก มีการใช้เชื้อเพลิงประเภท NGV (80%) และ LPG (20%) (3) รถโดยสารขนาดใหญ่ มีการใช้เชื้อเพลิงประเภท Diesel (80%) และ NGV (20%) (4) รถบรรทุกขนาดเล็ก มีการใช้เชื้อเพลิงประเภท Diesel (98%) และ NGV (2%) (5) รถบรรทุกขนาดใหญ่ มีการใช้เชื้อเพลิงประเภท Diesel (80%) และ NGV (20%) และ (6) รถจักรยานยนต์ มีการใช้เชื้อเพลิงประเภท Gasoline 95 (20%) และ Gasohol 91 และ 95 (80%) ปริมาณการจราจรแสดงดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.11 โครงข่ายถนนที่สำคัญภายในตำบลมาบตาพุด

หมายเลขถนน	ชื่อสายทาง	ความยาว (กิโลเมตร)
3	มาบตาพุด - ระยอง	4.407
36	มาบข่า - ทัพมา	2.130
363	ศูนย์ราชการระยอง - นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด	4.424
3191	มาบตาพุด - อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล	6.480
3392	แยกทางหลวงหมายเลข 3 (หัวโยโปง) - หนองแพบ	6.090

ที่มา แผนที่ใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน และกรมทางหลวง (2559)

ตารางที่ 3.12 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันบนถนนแต่ละสายภายในตำบลมาบตาพุด

ชนิดของยานพาหนะ	ชนิดของเชื้อเพลิง	จำนวนยานพาหนะเฉลี่ย (คัน/วัน) ของถนนแต่ละสาย				
		3	36	363	3191	3392
LDC	GSL	2,761	1,735	2,055	1,975	1,521
	GH1	4,247	2,669	3,161	3,039	2,339
	GH2	4,035	2,535	3,003	2,887	2,222
	GH3	4,460	2,802	3,319	3,191	2,456
	NGV	4,672	2,936	3,477	3,342	2,573
	LPG	1,062	667	790	760	585
LDB	NGV	517	515	72	1,602	924
	LPG	129	129	18	401	231
HDB	DS	1,142	1,349	220	2,901	1,206
	NGV	285	337	55	725	302

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของ ยานพาหนะ	ชนิดของ เชื้อเพลิง	จำนวนยานพาหนะเฉลี่ย (คัน/วัน) ของถนนแต่ละสาย				
		3	36	363	3191	3392
LDT	DS	14,276	7,426	9,200	9,573	11,741
	NGV	291	152	188	195	240
HDT	DS	2,342	2,526	2,425	6,781	7,081
	NGV	586	632	606	1,695	1,770
MC	GSL	1,368	820	845	1,016	866
	GH	5,470	3,281	3,378	4,065	3,465
รวม		47,643	30,511	32,811	44,147	39,523

ที่มา กรมทางหลวง (2559) และโครงการ JICA-PRTR (2556)

นอกจากนี้ ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะในถนนแต่ละสาย เป็นข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากการคมนาคม เนื่องจากเป็นปัจจัยที่ใช้เลือกค่า EF สำหรับการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะสามารถประเมินได้จากดัชนีการจราจรติดขัด (V/C ratio) เปรียบเทียบกับค่าการจัดระดับการให้บริการของพื้นผิวจราจร [26] วิธีการคำนวณและหาความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะแสดงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 3.13 ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะจากการประเมินด้วยดัชนีการจราจรติดขัด [28]

หมายเลขถนน	3	36	363	3191	3392
ความเร็วเฉลี่ยของ ยานพาหนะ (กม./ชม.)	80 - 89	≥ 90	70 - 79	50 - 59	50 - 59

3.3.2 การรวบรวมค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษจากการคมนาคม เลือกใช้ค่าจากโครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนแม่บทในการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืนและลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ค่า EF ของโครงการนี้พัฒนามาจากการทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะที่ถูกสุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร โดยวิธีการตรวจวัดปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นขณะจำลองสภาพการวิ่งของรถยนต์ให้ใกล้เคียงกับการวิ่งบนถนนมากที่สุดในห้องทดสอบของกรมควบคุมมลพิษ เนื่องจากพื้นที่ที่ศึกษาอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดระยอง เป็นเขตชุมชนและอุตสาหกรรมที่มีรถยนต์หนาแน่น พฤติกรรมการขับรถและสภาพการจราจรในพื้นที่นี้จึงมีความใกล้เคียงกับกรุงเทพมหานคร อีกทั้งค่า EF นี้ยังพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารมลพิษอากาศมากกว่าของโครงการอื่นๆ เป็นสาเหตุให้เลือกใช้ค่า EF จากโครงการนี้เป็นหลัก โดย ข้อมูลกิจกรรมที่ต้องนำมาเลือกค่า EF มีทั้งหมด 3 ปัจจัย ดังนี้ (1) ชนิดของสารมลพิษอากาศที่ศึกษา (2) คุณลักษณะของยานพาหนะ ได้แก่ ประเภทของยานพาหนะ ชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง และอายุการใช้งาน และ (3) ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะในถนนสายนั้นๆ ซึ่งได้ทำการรวบรวมและแจกแจงข้อมูลไว้ใน ตารางที่ 3.13 ตัวอย่างค่า EF ที่ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ 50 – 59 กิโลเมตรต่อชั่วโมงแสดงในตาราง ที่ 3.14 ค่า EF ของยานพาหนะที่ความเร็วต่างๆ แสดงในภาคผนวก ก อย่างไรก็ตาม โครงการนี้ไม่ได้ทำ การพัฒนาค่า EF ของ SO₂ ดังนั้น จึงเลือกใช้ค่า EF ของ SO₂ จากโครงการ PRTR ซึ่งเคยประเมินการ ปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะในจังหวัดระยองเมื่อปี พ.ศ. 2558 แสดงดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.14 ตัวอย่างค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับการคมนาคมที่ความเร็วเฉลี่ยของ ยานพาหนะ 50 - 59 กิโลเมตรต่อชั่วโมง [27]

ชนิดยานพาหนะ	ชนิดเชื้อเพลิง	EF (กรัม/กิโลเมตร)				
		VOCs	CO	NO _x	CO ₂	PM ₁₀
LDC	GSL	0.0420	0.5830	0.1730	148.80	-
	GH1	0.0112	0.2252	0.0155	129.13	-
	GH2	0.0054	0.0897	0.0238	132.56	-
	GH3	0.0082	0.0648	0.0191	129.14	-
	NGV	0.0793	0.0463	0.3458	140.15	-
	LPG	0.1517	0.3381	3.1873	148.23	-
LDB	NGV	0.2192	0.5365	0.1455	121.28	-
	LPG	0.3954	0.2556	2.4010	142.81	-
HDB	DS	0.5012	1.8521	5.9525	643.41	0.8134
	NGV	3.0916	0.8329	11.4717	914.89	-
LDT	DS	0.0652	0.4313	0.5551	177.42	0.0561
	NGV	0.0793	0.0463	0.3458	140.15	-
HDT	DS	0.3146	2.1283	5.7890	633.13	0.3593
	NGV	3.0916	0.8329	11.4717	914.89	-
MC	GSL	0.4930	7.8590	0.3350	32.82	-
	GH	0.1500	2.8640	0.1970	30.42	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.15 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ SO₂ สำหรับยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

ชนิดยานพาหนะ	ชนิดเชื้อเพลิง	EF (กรัม/กิโลเมตร)
HDB	DS	0.15
LDT	DS	0.03
HDT	DS	0.15

ที่มา การคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทรถยนต์ (JICA-PRTR, 2556)

3.3.3 การประเมินปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

อัตราการทำกิจกรรมที่ปลดปล่อยสารมลพิษอากาศของการคมนาคม คือ ข้อมูลการใช้รถยนต์หรือระยะทางเฉลี่ยของการใช้งานรถยนต์แต่ละประเภทต่อปี (Vehicle kilometer gross, VKG) คิดจากรยะทางที่รถวิ่ง (Vehicle kilometer traveled, VKT) ในตารางที่ 3.11 และปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Vehicle population, VP) ในตารางที่ 3.12 ดังสมการที่ 3.6 สมมติฐานการคำนวณ คือ “ให้ระยะทางทั้งหมดที่รถวิ่งบนถนนเท่ากับความยาวของถนนที่อยู่ในพื้นที่ที่ศึกษา แม้ว่ารถทุกคันจะไม่วิ่งตลอดเส้นทาง” ผลการคำนวณ VKG แสดงในภาคผนวก ข

$$VKG = VKT \times VP \times 365 \quad (3.6)$$

โดยที่ VKG คือ ระยะทางเฉลี่ยของการใช้งานรถยนต์แต่ละประเภทต่อปี (กิโลเมตรต่อปี)

VKT คือ ระยะทางที่รถวิ่ง (กิโลเมตรต่อคัน)

VP คือ ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คันต่อวัน)

ตัวอย่างการคำนวณ VKG ของรถยนต์ส่วนบุคคลที่ใช้เชื้อเพลิง Gasohol 91 บนถนนสาย 3 ซึ่งมีปริมาณการจราจร 4,247 คันต่อวัน และความยาวถนนสาย 3 เท่ากับ 4.407 กิโลเมตร จะได้ VKG ดังนี้

$$\begin{aligned} VKG &= (4.407 \text{ กิโลเมตร/คัน}) \times (4,247 \text{ คัน/วัน}) \times (365 \text{ วัน/ปี}) \\ &= 6,832,177 \text{ กิโลเมตร/ปี} \end{aligned}$$

ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศคำนวณจากอัตราการทำกิจกรรมที่ปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ ซึ่งใช้ระยะทางเฉลี่ยของการใช้งานรถยนต์แต่ละประเภทต่อปี และค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ ซึ่งแบ่งตามชนิดของยานพาหนะ เชื้อเพลิงที่ใช้ ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะบนเส้นทางที่ศึกษา และประเภทของสารมลพิษอากาศ สามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$E = VKG_i \times EF_{i,j} \quad (3.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ E คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ (กิโลกรัมต่อปี)

VK_{G_i} คือ ระยะทางเฉลี่ยของการใช้งานรถยนต์ประเภท i ต่อปี (กิโลเมตรต่อปี)

$EF_{i,j}$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษของรถยนต์ชนิด i ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิด j ณ ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะบนถนนที่พิจารณา (กิโลกรัมต่อกิโลเมตร)

ตัวอย่างการคำนวณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ VOCs จากรถยนต์ส่วนบุคคลที่ใช้เชื้อเพลิง Gasohol 91 บนถนนสาย 3 ซึ่งมีความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ 80 – 89 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แสดงดังนี้

$$\begin{aligned} E_{\text{VOCs}} &= (6,832,177 \text{ กิโลเมตร/ปี}) \times (0.0099 \text{ กรัม VOCs/กิโลเมตร}) \\ &= 67,639 \text{ กรัม VOCs/ปี หรือ } 0.0676 \text{ ตัน VOCs/ปี} \end{aligned}$$

3.4 การแปลงข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ในการแปลงผลการประเมินจากบัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามประเภทของแหล่งกำเนิด ได้แก่ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ และแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ มีรายละเอียดดังนี้



3.4.1 การนำเข้าภาพถ่ายอ้างอิงและกำหนดพิกัดภูมิศาสตร์แผนที่

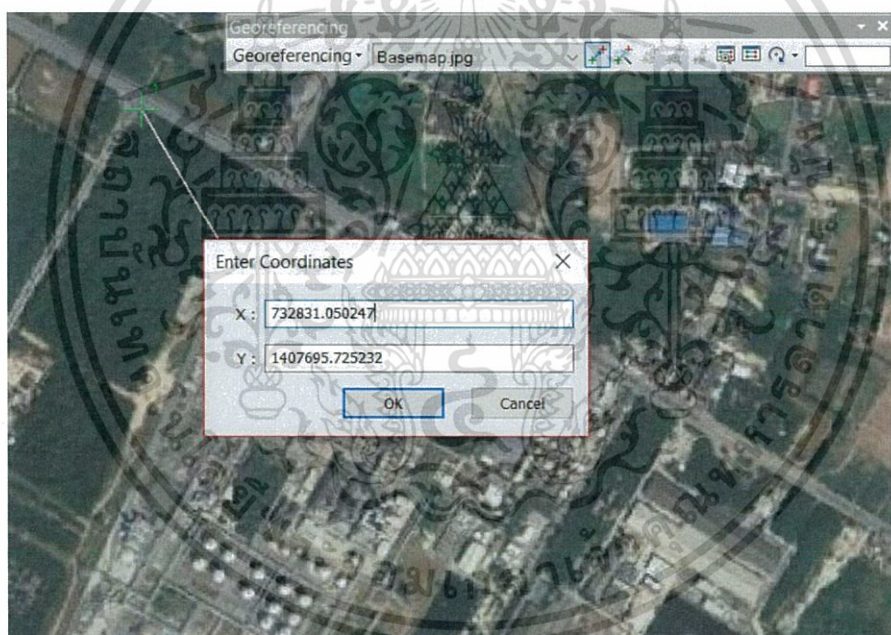
ก่อนทำการแปลงข้อมูลจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่างๆ ต้องมีการนำเข้าภาพถ่ายที่เกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิดมลพิษ เพื่อให้เป็นแหล่งอ้างอิงระหว่างพิกัดภูมิศาสตร์ของแหล่งกำเนิดที่ป้อนเข้ามากับความเป็นจริง โดยภาพถ่ายที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ ภาพถ่ายพื้นที่ศึกษาจากดาวเทียมโดยใช้โปรแกรม Google Earth (ดาวเทียมเก็บภาพเมื่อวันที่ 19/01/2561) แสดงดังรูปที่ 3.2 และภาพแสดงผังการใช้พื้นที่ในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จากเว็บไซต์ของกรมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย



รูปที่ 3.2 ภาพถ่ายพื้นที่ศึกษาจากดาวเทียมเมื่อวันที่ 19/01/2561 โดยใช้โปรแกรม Google Earth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากภาพถ่ายที่นำเข้ามา ยังไม่มีระบบพิกัดภูมิศาสตร์ จึงมีความจำเป็นต้องให้ค่าพิกัดแก่ภาพ โดยใช้แถบเครื่องมือ Georeferencing สำหรับตรึงค่าพิกัดภาพ และใช้โปรแกรม Google Earth ในการเทียบเคียงตำแหน่ง จากรูปที่ 3.3 กำหนดจุดในภาพถ่ายดาวเทียมที่ต้องการตรึงพิกัด ด้วยการคลิกปุ่ม Add Control Point  บนแถบเครื่องมือ Georeferencing ป้อนพิกัด X และ Y ให้ตรงกับพิกัดที่ได้จาก Google Earth ตรึงพิกัดบนภาพอย่างน้อย 3 จุด จุดที่ควรตรึงคือบริเวณมุมของสถานที่ต่างๆ เช่น มุมถนน มุมอาคาร หรือบริเวณที่เป็นจุดกลมๆ เพื่อให้ง่ายต่อการอ้างอิง จากนั้นคลิกปุ่ม View Link Table  เพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในการอ้างอิงตำแหน่งดังกล่าวได้จาก Residual ถ้าตำแหน่งใดคลาดเคลื่อนมาก ก็สามารถปรับแก้พิกัด หรือลบออกได้ เมื่อดำเนินการเสร็จแล้วก็จะได้ไฟล์ภาพที่มีการระบุพิกัดภูมิศาสตร์ ให้ทำการ Save As โดยใช้คำสั่ง Rectify จากแถบเครื่องมือ Georeferencing จะได้ไฟล์นามสกุล .tiff ทำเช่นนี้กับภาพอ้างอิงอื่นๆที่เหลือ เมื่อต้องการใช้งานภาพอ้างอิง สามารถลากไฟล์จาก Catalog เข้ามาใน Layers ได้เลย



รูปที่ 3.3 การตรึงพิกัดภูมิศาสตร์บนภาพถ่ายอ้างอิง

เนื่องจากขั้นตอนการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์ที่จะกล่าวต่อไป จำเป็นต้องใช้ Shapefile ที่เป็นข้อมูลกริดของพื้นที่ที่ศึกษา เพื่อใช้แปลงข้อมูลจากแหล่งกำเนิดต่างๆให้อยู่ในกริดเดียวกัน ขั้นตอนมีดังนี้ เลือกเครื่องมือ Create Fishnet กำหนดแหล่งที่จะจัดเก็บไฟล์ที่ได้ และเลือก Layer ที่ต้องการสร้าง Fishnet ในหัวข้อ Template Extent กำหนดขนาดของกริดเซลล์ โดยในการศึกษานี้เลือกใช้กริดขนาด 250 เมตร x 250 เมตร เนื่องจากเหมาะสมต่อขนาดพื้นที่ของแหล่งกำเนิดและความละเอียดของข้อมูลที่มี จากนั้นกด OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 กริดของพื้นที่ที่ศึกษา

3.4.2 การแปลงข้อมูลจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด

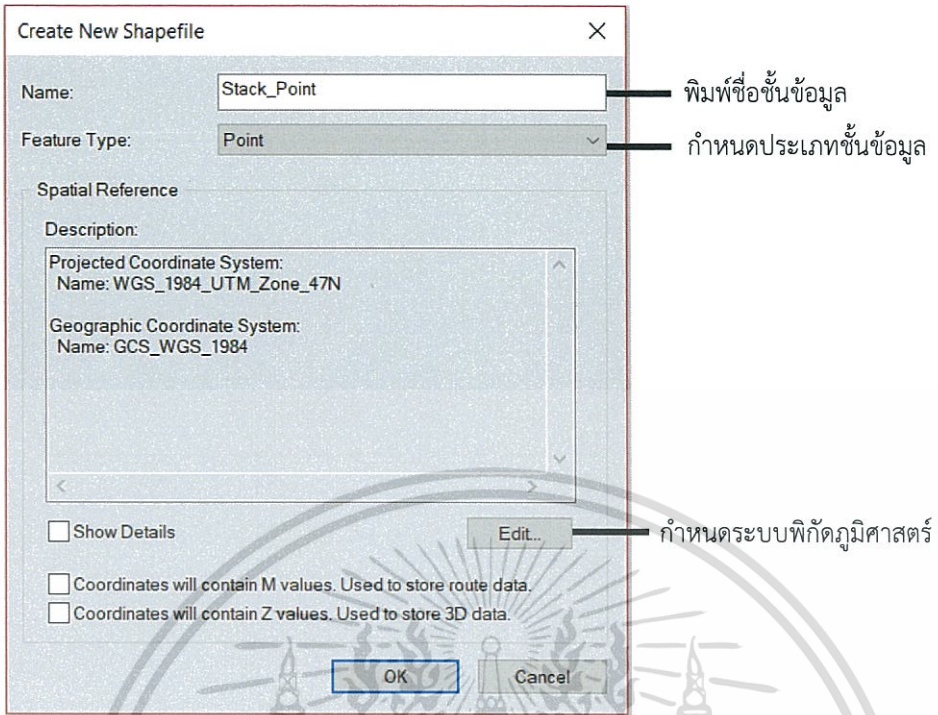
1) การป้อนข้อมูลที่เป็นจุด

จากบัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด คือ ปล่องระบายสารมลพิษอากาศของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษได้ระบุพิกัดของปล่องเอาไว้ การป้อนข้อมูลแบบจุดจึงจะใช้คู่พิกัด X และ Y ในระบบพิกัด WGS 1984 UTM Zone 47N เพื่อแสดงตำแหน่งของข้อมูลทางภูมิศาสตร์ ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลแบบจุด มีดังนี้

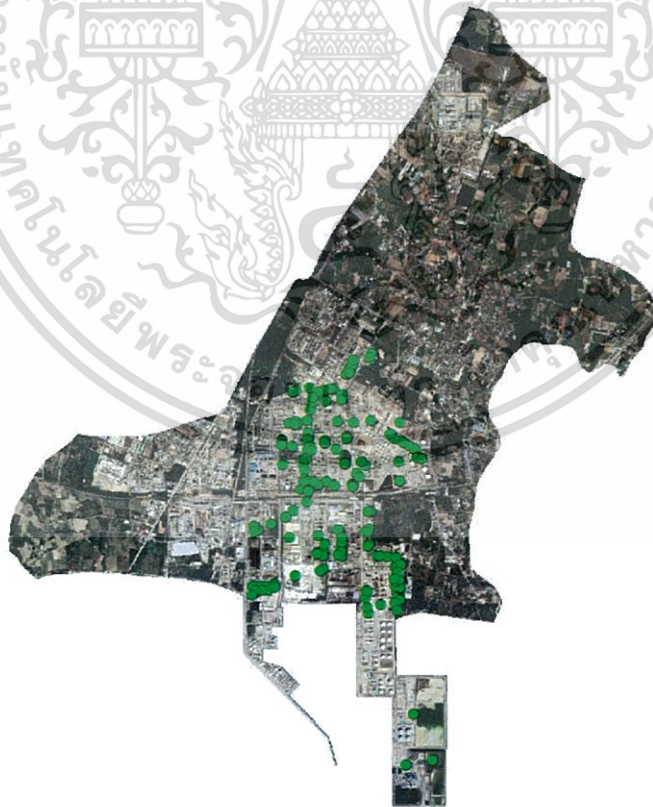
1.1) เปิด ArcCatalog คลิกขวาบนโฟลเดอร์ที่ต้องการสร้าง Shapefile เลือก New > Shapefile จะปรากฏหน้าต่าง Create New Shapefile ถ้าต้องการสร้างชั้นข้อมูลแบบจุด ให้เลือก Feature Type เป็น Point จากนั้นคลิกตัวเลือก Edit เพื่อกำหนดระบบพิกัดให้กับชั้นข้อมูลนี้ ผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 3.5 เมื่อกำหนดค่าต่างๆเรียบร้อยแล้ว คลิกปุ่ม OK จะได้ Shapefile ของแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Stack_Point.shp)

1.2) ขั้นตอนต่อมา คือ การสร้างแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดใน Shapefile ที่สร้างขึ้นมา โดยการคลิกที่ Editor > Start Editing > เลือก Shapefile ที่ชื่อ Stack_Point จากนั้นเลือกแถบเครื่องมือ Create Features เลือก Construction Tools ประเภท Point ในการสร้างจุดลงบนแผนที่ที่สามารถป้อนข้อมูลได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ คลิก Point ลงบนตำแหน่งที่ต้องการ หรือคลิกขวาเลือก Absolute X, Y แล้วจึงป้อนพิกัดของแหล่งกำเนิดลงไป ทำเช่นนี้จนได้แหล่งกำเนิดครบทุกจุด ลักษณะของการป้อนข้อมูลที่เป็นจุดที่ได้แสดงดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ตัวเลือกการป้อนข้อมูลที่เป็นจุด



รูปที่ 3.6 ผลลัพธ์ของการป้อนข้อมูลจากแหล่งกำเนิดแบบจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

เมื่อป้อนข้อมูลแบบจุดแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หรือ รายละเอียดเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด ได้แก่ หมายเลขพิกัด ชื่อโรงงาน ชื่อหน่วยปฏิบัติการที่ติดตั้งปล่อง และอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศชนิดต่างๆ ซึ่งขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะทำได้ 2 วิธี ได้แก่ การป้อนข้อมูลใน Attribute Table หรือนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ .CSV (Text File สำหรับเก็บข้อมูลแบบตาราง) ในการศึกษานี้ได้ใช้วิธีนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ .CSV ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล คือ คลิกขวาที่ไฟล์ Shapefile บน Layers เลือก Joins and Relates > Join... และกำหนด Field ที่ต้องการเชื่อมกันระหว่าง Shapefile และข้อมูลในไฟล์ .CSV ดังรูปที่ 3.7

The screenshot shows the 'Join Data' dialog box in ArcGIS. The 'Join attributes from a table' section is selected. The 'Join based on' field is set to 'FID'. The 'Table to join' is 'Stack_All.csv'. The 'Field in the table to base the join on' is also 'FID'. Under 'Join Options', 'Keep all records' is selected. The 'Table' window shows a list of data points with columns: FID, Shape, E, N, Location, Unit, Dust, SO2, and NOX. The table contains 34 rows of data.

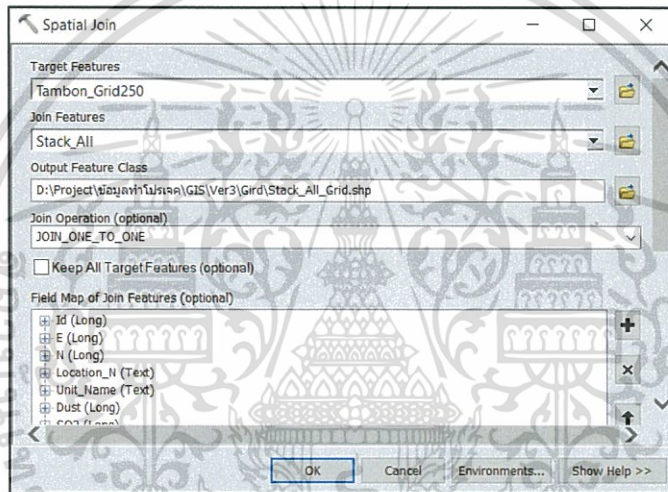
FID	Shape	E	N	Location	Unit	Dust	SO2	NOX
0	Point	732500	1405000	PTTGC1	H-1101	0	0	2.0519
1	Point	732500	1405003	PTTGC1	H-1102	0	0	2.0519
2	Point	732500	1405021	PTTGC1	H-1103	0	0	2.0519
3	Point	732500	1405024	PTTGC1	H-1104	0	0	2.0519
4	Point	732500	1405042	PTTGC1	H-1105	0	0	2.0519
5	Point	732500	1405045	PTTGC1	H-1106	0	0	2.0519
6	Point	732500	1405063	PTTGC1	H-1107	0	0	2.0519
7	Point	732500	1405096	PTTGC1	H-1108	0	0	2.0519
8	Point	732500	1405000	PTTGC1	H-1109 (Stane B) (H)	0	0	2.0519
9	Point	732783	1405332	PTTGC1	H-2102 (H0210) (02)	0	0	7.792
10	Point	732783	1404953	PTTGC1	H-2104 (H0210) (04)	0	0	302600
11	Point	732780	1404807	PTTGC1	H-3701 (HMB)	0	0	14.47
12	Point	732836	1404859	PTTGC1	H-3702 (FSS)	0	0	2.02
13	Point	732961	1404725	PTTGC1	H-3703 (HMB)	0	0	14.46
14	Point	732900	1404829	PTTGC1	GT-1 (H-3704) (HMB)	0	0	1.26
15	Point	732900	1404849	PTTGC1	GT-2 (H-3705)	0	0	1.26
16	Point	732459	1401270	PTTGC1	GTG-1 (H-3708)	0	0	2.44
17	Point	732615	1405570	PTTGC1	GTG-2 (H-3709)	0	0	2.44
18	Point	732703	143270	PTTGC1	GTG-3 (H-3710)	0	0	2.44
19	Point	732562	1405231	PTTGC1	Aux. Boiler 1 (H-3706)	0	0	1.5
20	Point	732562	1405298	PTTGC1	Aux. Boiler 2 (H-3707)	0	0	1.5
21	Point	732307	1404966	PTTGC1	Cracking Furnace 1	0	0	1.8
22	Point	732307	1404949	PTTGC1	Cracking Furnace 2	0	0	1.8
23	Point	732307	1404931	PTTGC1	Cracking Furnace 3	0	0	1.8
24	Point	732307	1404912	PTTGC1	Cracking Furnace 4	0	0	1.8
25	Point	732307	1404894	PTTGC1	Cracking Furnace 5	0	0	1.8
26	Point	732307	1404875	PTTGC1	Cracking Furnace 6 (SB)	0	0	1.8
27	Point	734749	1404787	SPRC	CDU	1	3	2
28	Point	734712	1404821	SPRC	V/DU	0	2	300000
29	Point	734605	1404694	SPRC	NHTU/CDRU	0	3	2.83
30	Point	734486	1404955	SPRC	DHTU	0	1	730000
31	Point	734921	1404926	SPRC	H/GO-HTU	0	1	300000
32	Point	734345	1404999	SPRC	R/PCDU	22	144	22.07
33	Point	734278	1405078	SPRC	S/RLU-TGTU	0	12	320000
34	Point	734773	1404650	SPRC	Boiler 1	0	0	1.5

รูปที่ 3.7 การนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ .CSV (ซ้าย) และผลลัพธ์ของการนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (ขวา)

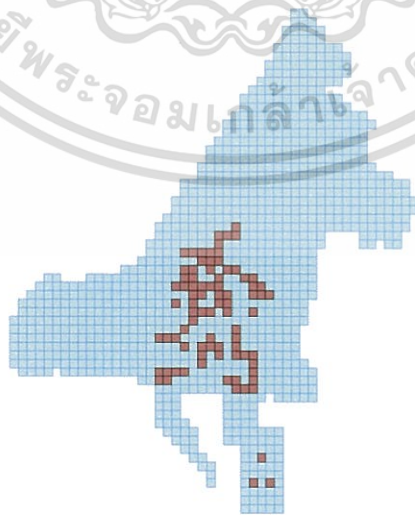
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการแปลงข้อมูลที่มีโครงสร้างแบบเวกเตอร์ (Vector data) เช่น จุด (Point) เส้น (Polyline) หรือพื้นที่ (Polygon) ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลที่มีโครงสร้างแบบแรสเตอร์ (Raster data) หรือข้อมูลแบบกริด เพื่อให้สามารถรวมข้อมูลแบบเวกเตอร์ที่มีลักษณะต่างกันให้อยู่ในชุดข้อมูลรูปแบบเดียวกันได้ สำหรับขั้นตอนการแปลงข้อมูลจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดให้อยู่ในรูปแบบกริด มีดังนี้ เลือกใช้แถบเครื่องมือ Spatial Join กำหนด Target Features นั่นคือ กริดของพื้นที่ศึกษา ซึ่งได้เตรียมไว้แล้วในหัวข้อ 3.4.1 ส่วน Join Features ให้เลือกข้อมูลเวกเตอร์ที่ต้องการแปลง นั่นคือ ข้อมูลแบบจุดของปล่องระบายสารมลพิษอากาศ ซึ่งได้เตรียมไว้แล้วในหัวข้อการป้อนข้อมูลแบบจุด และ Match Option ที่เลือกใช้ คือ Intersect แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 เครื่องมือที่ใช้แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์



รูปที่ 3.9 การแปลงข้อมูลแบบจุดให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การแปลงข้อมูลจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่

1) การป้อนข้อมูลที่เป็นพื้นที่

จากบัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม ภาคครัวเรือน สถานีบริการน้ำมัน และพืชพรรณ ซึ่งในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่จะอ้างอิงจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน การป้อนข้อมูลแบบพื้นที่จึงจะใช้ Shapefile ของแผนที่ในระบบพิกัด WGS 1984 UTM Zone 47N เพื่อแสดงตำแหน่งของข้อมูลทางภูมิศาสตร์ ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลแบบพื้นที่ มีดังนี้ เลือก Catalog และนำเข้า Shapefile ของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินใน Layer สำหรับพื้นที่ของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละแห่งซึ่งไม่มีในแผนที่ จะใช้วิธีสร้าง Shapefile แบบ Polygon โดยวิธีสร้างทำเช่นเดียวกับการป้อนข้อมูลที่เป็นจุด ในหัวข้อ 1.1 และ 1.2 แต่เปลี่ยน Feature Type เป็น Polygon และทำการสร้างโดยวิธีลากขอบเขตพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม โดยอ้างอิงตามภาพถ่ายแสดงผังการใช้พื้นที่ในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดที่ได้ทำการ Georeferencing แล้วในหัวข้อ 3.4.1



รูปที่ 3.10 ผลลัพธ์ของการป้อนข้อมูลจากแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่

2) การนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

เมื่อป้อนข้อมูลแบบพื้นที่แล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หรือรายละเอียดเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ ได้แก่ สัญลักษณ์ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ขนาดพื้นที่แต่ละส่วน และอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศชนิดต่างๆ ซึ่งขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะทำเช่นเดียวกับการนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะของข้อมูลแบบจุด

3) การแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์

ขั้นตอนการแปลงข้อมูลแบบพื้นที่ให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์ทำเช่นเดียวกับการแปลงข้อมูลแบบจุด แต่เปลี่ยน Join Features ให้เป็น Shapefile ของข้อมูลจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ ซึ่งได้เตรียมไว้แล้วในหัวข้อการป้อนข้อมูลแบบพื้นที่

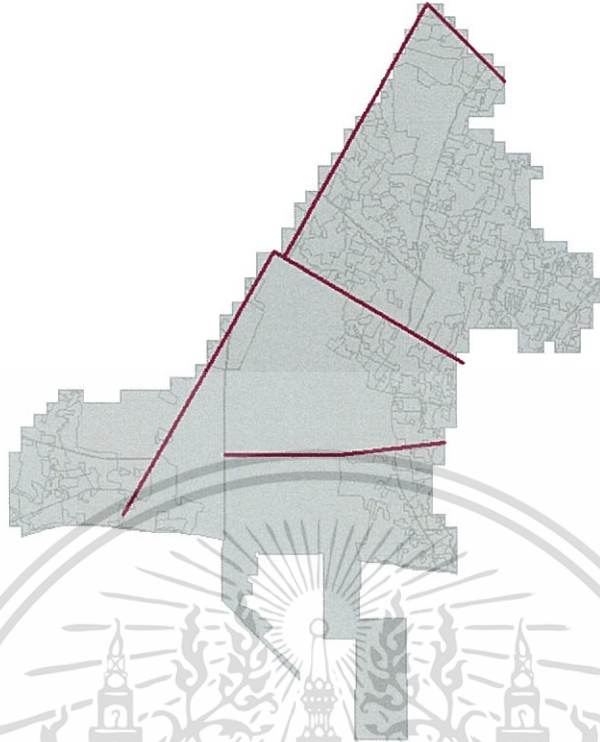


รูปที่ 3.11 การแปลงข้อมูลแบบพื้นที่ให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์

3.4.4 การแปลงข้อมูลจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่

1) การป้อนข้อมูลที่เป็นเส้น

จากบัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ ได้แก่ ยานพาหนะบนท้องถนน ซึ่งในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ จะระบุอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศโดยรวมของถนนเส้นนั้นๆ โดยตั้งสมมติฐานที่ว่าทุกจุดบนถนนมีอัตราการปลดปล่อยมลพิษอากาศเท่ากัน การป้อนข้อมูลแบบเส้นจึงใช้ Shapefile ของถนนในระบบพิกัด WGS 1984 UTM Zone 47N ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลแบบเส้น มีดังนี้ สร้าง Shapefile แบบ Polyline โดยวิธีสร้างทำเช่นเดียวกับการป้อนข้อมูลที่เป็นจุด ในหัวข้อ 1.1 และ 1.2 แต่เปลี่ยน Feature Type เป็น Polyline และทำการสร้างโดยวิธีลากเส้นถนนแต่ละสาย โดยอ้างอิงตามแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในหัวข้อ 3.4.3



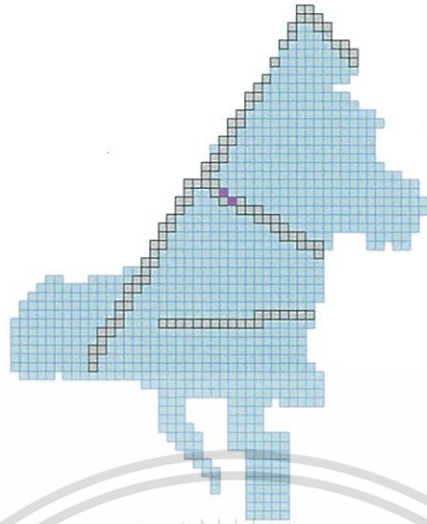
รูปที่ 3.12 ผลลัพธ์ของการป้อนข้อมูลจากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่

2) การนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

เมื่อป้อนข้อมูลแบบเส้นแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หรือรายละเอียดเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ ได้แก่ หมายเลขถนน ความยาวของถนน และอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศชนิดต่างๆ ซึ่งขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะทำเช่นเดียวกับการนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะของข้อมูลแบบจุด

3) การแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์

ขั้นตอนการแปลงข้อมูลแบบเส้นให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์ทำเช่นเดียวกับการแปลงข้อมูลแบบจุด แต่เปลี่ยน Join Features ให้เป็น Shapefile ของข้อมูลจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ซึ่งได้เตรียมไว้แล้วในหัวข้อการป้อนข้อมูลแบบเส้น



รูปที่ 3.13 การแปลงข้อมูลแบบเส้นให้อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์

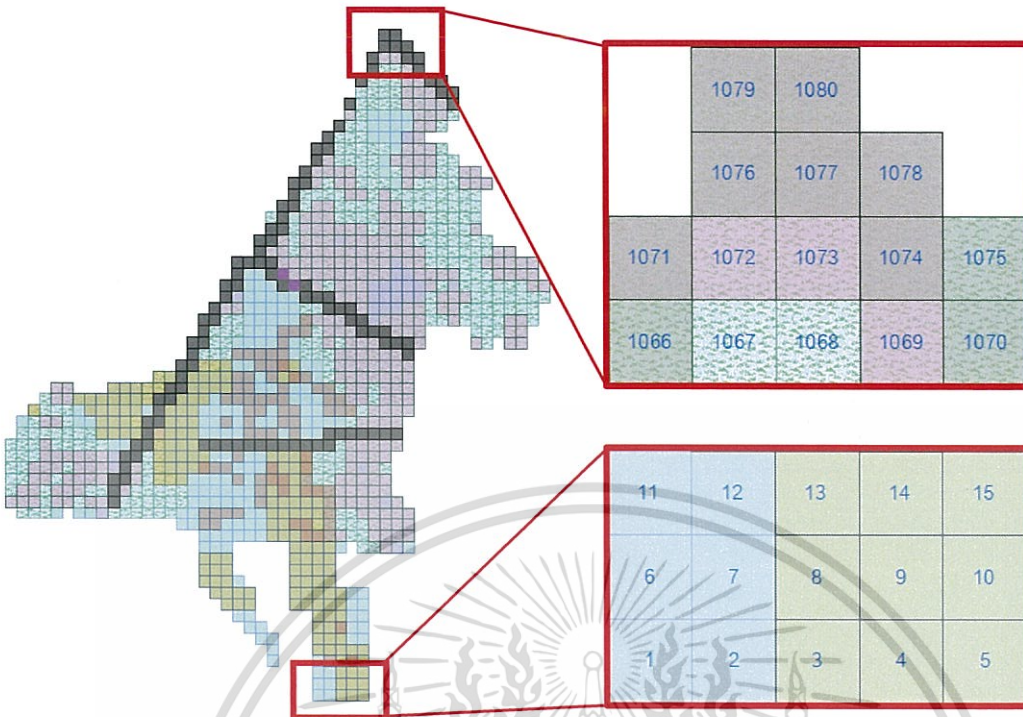
3.4.5 การรวมข้อมูลแรสเตอร์ของแหล่งกำเนิดมลพิษทุกประเภท

ข้อมูลแรสเตอร์ของแต่ละแหล่งกำเนิดจะถูกนำมาซ้อนทับกัน เพื่อรวมให้อยู่บนชั้นข้อมูลเดียวกัน ดังรูปที่ 3.14 แต่ละกริดจะถูกกำหนดโดยหมายเลขกริด ซึ่งมีค่าตั้งแต่ลำดับที่ 1 ถึง 1080 สำหรับผลรวมอัตราการปลดปล่อยของสารมลพิษแต่ละชนิดจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ให้ทำการคัดลอกข้อมูลแต่ละกริดจากโปรแกรม ArcGIS และใช้โปรแกรม Excel ในการรวมอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษแต่ละชนิด ตัวอย่างการจัดการข้อมูลใน Excel แสดงดังตารางที่ 3.16 ทำการบันทึกไฟล์เป็นสกุล .CSV (Grid_Emission.CSV) จากนั้นป้อนข้อมูลจากไฟล์นี้เข้าสู่ Shapefile ดังรูปที่ 3.14 ซึ่งรวมกริดของทุกแหล่งกำเนิดเข้าด้วยกันแล้ว โดยคลิกขวาที่ Shapefile เลือก Joins and Relates > Join... และเลือกไฟล์ Grid_Emission.CSV จะได้ข้อมูลแรสเตอร์ของแหล่งกำเนิดมลพิษทุกประเภท สำหรับแสดงผลในรูปแบบแผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศต่อไป

ตารางที่ 3.16 ตัวอย่างการจัดการข้อมูลเพื่อหาผลรวมอัตราการปลดปล่อย VOCs โดยใช้ Excel

หมายเลข กริด	อัตราการปลดปล่อย VOCs (ตัน/ปี)					
	อุตสาหกรรม	ครัวเรือน	บิมน้ำมัน	พืชพรรณ	ยานพาหนะ	ผลรวม
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	7,342	0	0	0	0	7,342
...
1080	0	4.32	0	0.01	3.90	8.22

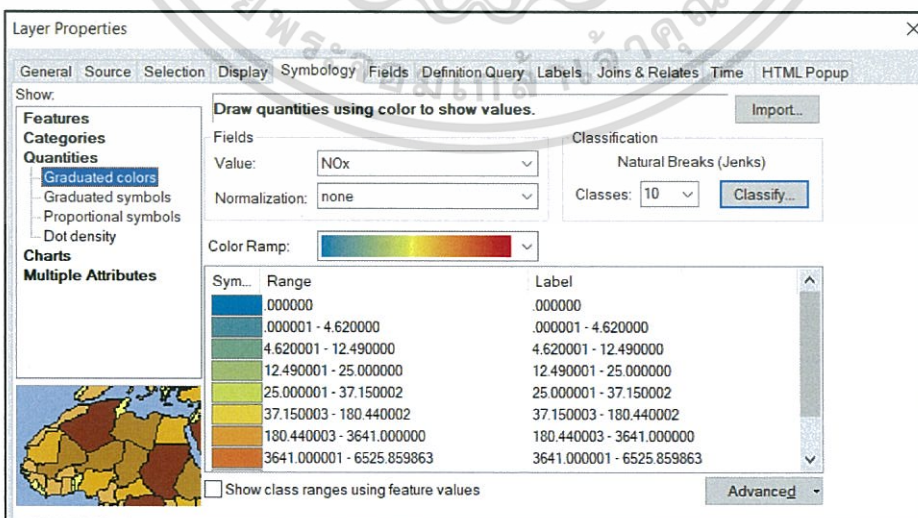
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 การรวมข้อมูลแรสเตอร์ของแหล่งกำเนิดมลพิษทุกประเภทและหมายเลขประจำกริด

3.4.6 การแสดงผลในรูปแบบแผนที่ตารางกริดและอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

การแบ่งช่วงอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศเพื่อแสดงให้เห็นถึงการแพร่กระจายของแหล่งกำเนิด และระดับการปลดปล่อยสารมลพิษในเชิงพื้นที่ สามารถทำได้โดยคลิกขวาที่ Shapefile เลือก Properties... > Symbology > Quantities > Graduated จากนั้นเลือกชนิดสารมลพิษที่ต้องการแสดงผล เช่น NO_x แบ่งช่วงโดยใช้วิธี Natural Breaks (Jenks) ซึ่งแบ่งตามความถี่และผลต่างของข้อมูลจำนวนชั้นแบ่งเป็น 10 ช่วง เพื่อให้เห็นความแตกต่างของแต่ละพื้นที่ชัดเจนมากที่สุด ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การตั้งค่าเพื่อแสดงผลในรูปแบบแผนที่ตารางกริดและอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

ผลการดำเนินการจัดทำบัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ตามประเภทของแหล่งกำเนิด ได้แก่ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ และ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดในการศึกษาครั้งนี้ คือ ภาคอุตสาหกรรมในส่วนปล่อยระบายสารมลพิษอากาศ ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ซึ่งเก็บรวบรวมได้จากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละโรงงาน ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากปล่อยระบายควันของโรงงาน

โรงงาน	จำนวน (แห่ง)	อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (ตัน/ปี)		
		NO _x	SO ₂	PM ₁₀
โรงกลั่น	1	1,469	5,297	782
โรงเคมีและปิโตรเคมี	32	9,749	8,481	2,915
โรงเหล็กขั้นต้น	1	7	N/A	3
โรงเหล็กขั้นกลาง	2	213	884	3,888
โรงเหล็กขั้นปลาย	2	48	203	31
โรงไฟฟ้า	6	26,692	32,447	5,633
รวม	44	38,179	47,311	13,252

หมายเหตุ N/A (Not Available) หมายถึง ไม่มีข้อมูลการตรวจวัดใน EIA

ผลการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากปล่อยระบายควันของโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดจำนวน 44 โรงงาน ซึ่งได้จากการตรวจวัดโดยตรง พบว่า มีการปลดปล่อย SO₂ สูงที่สุดในอัตรา 47,311 ตันต่อปี รองลงมาคือ NO_x 38,179 ตันต่อปีและ PM₁₀ 13,252 ตันต่อปี ตามลำดับ โดยสารมลพิษอากาศทั้ง 3 ชนิด ตรวจพบได้ที่โรงไฟฟ้าเป็นปริมาณสูงที่สุด เกิดจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทก๊าซธรรมชาติ และถ่านหินที่มีองค์ประกอบของซัลเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ในการศึกษาคั้งนี้ ประกอบด้วย ภาคอุตสาหกรรม (ในส่วนของกระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และถังเก็บ) ภาคครัวเรือน สถานีบริการน้ำมัน และพืชพรรณที่อยู่ในพื้นที่ตำบลมาตาพุด ซึ่งผลการจัดทำบัญชีจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 แหล่งกำเนิดมลพิษจากภาคอุตสาหกรรม

ข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรมมาตาพุดที่ได้ทำการรวบรวมจากงานวิจัยของบัณฑิต ชูแสงศรี [12] และชญัญญา สุขตะจิต [13] มีทั้งหมด 22 โรงงาน ข้อมูลโรงงานและผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศของโรงงานในพื้นที่ศึกษา [12],[13]

โรงงาน	จำนวน (แห่ง)	อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (ตัน/ปี)					
		NO _x	SO ₂	PM ₁₀	CO	CO ₂	VOCs
โรงกลั่น	2	41,052	7,939	2,407	11,728	ND	154,644
โรงเคมีและปิโตรเคมี	11	566	94	13	78	ND	2,206
โรงเหล็กชั้นกลาง	2	62	435	ND	ND	ND	88
โรงเหล็กชั้นปลาย	1	70	3.14	ND	67	ND	27
โรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์	1	11	15	ND	32	5,650	19
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	3	4,352	14	44	3,374	4,351,802	225
โรงไฟฟ้าถ่านหิน	1	22,149	36	3,866	1,907	ND	7,342
ถังกักเก็บบริเวณท่าเรือ	1	0	0	0	0	0	421
รวม	22	68,263	8,537	6,329	14,819	4,357,452	164,972

หมายเหตุ ND (No Data) หมายถึง ไม่มีข้อมูลสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

จากการรวบรวมผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรมทั้งหมด 22 โรงงาน พบว่า มีการปลดปล่อย CO₂ สูงที่สุดในอัตรา 4,357,452 ตันต่อปี รองลงมาคือ VOCs, NO_x, CO, SO₂ และ PM₁₀ ในอัตรา 164,972 68,263 14,819 8,537 และ 6,329 ตันต่อปี ตามลำดับ โดย VOCs ส่วนใหญ่มาจากโรงกลั่นถึง 93.74% เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีสารประกอบอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก สารบางชนิดสามารถระเหยจากอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต ถังกักเก็บ ข้อต่อ บีม และวาล์วได้ที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ ส่วน NO_x, CO, CO₂, SO₂ และ PM₁₀ เกิดจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงเป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 แหล่งกำเนิดมลพิษจากภาคครัวเรือน

การประมาณปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากครัวเรือนใช้วิธีการประมาณจากบนลงล่าง (TDA) ซึ่งอาศัยข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในครัวเรือนของจังหวัดระยองและข้อมูลจำนวนครัวเรือนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มีผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับภาคครัวเรือนในตำบลมาบตาพุด

สารมลพิษอากาศ	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (ตัน/ปี)
NO _x	7.87
SO ₂	0.32
PM ₁₀	0.43
VOCs	1.78
CO	5.35
CO ₂	7,302.84

ในการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากภาคครัวเรือน โดยพิจารณาจากมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของก๊าซหุงต้ม พบว่า มีการปลดปล่อย CO₂ สูงสุดในอัตรา 7,302.84 ตันต่อปี รองลงมาคือ NO_x, CO, VOCs, PM₁₀ และ SO₂ ตามลำดับ เนื่องจากก๊าซหุงต้มมีองค์ประกอบหลัก คือ โพรเพน (C₃H₈) และบิวเทน (C₄H₁₀) เมื่อใช้งานก๊าซหุงต้ม ซึ่งอยู่ในสภาวะก๊าซจะสามารถผสมเป็นเนื้อเดียวกับอากาศได้ดีกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ ที่มีสถานะเป็นของแข็งและของเหลว จึงเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์มากกว่าการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ปริมาณ CO₂ จึงสูงกว่าสารมลพิษอากาศชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้อุณหภูมิเปลวไฟของก๊าซหุงต้มยังสูงถึง 1,900 °C ถึง 2,000 °C [17] ทำให้เกิดออกซิเดชันของไนโตรเจนในอากาศกลายเป็น NO_x เพิ่มขึ้นได้ และเนื่องจากก๊าซหุงต้ม มีองค์ประกอบของซิลเฟอร์ในปริมาณที่น้อยกว่า 140 ppm ตามมาตรฐานคุณภาพเชื้อเพลิง ทำให้ปริมาณการปลดปล่อย SO₂ จากการเผาไหม้จึงน้อยเช่นกัน

4.2.3 แหล่งกำเนิดประเภทสถานีบริการน้ำมัน

ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมัน ซึ่งแบ่งตามชนิดของน้ำมัน เชื้อเพลิง ประเภทของสารมลพิษอากาศ และแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในสถานีบริการน้ำมันทั้ง 2 กรณี ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 4.4 และ 4.5

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันภายในตำบลมาบตาพุดปี พ.ศ. 2559 กรณีขนถ่ายน้ำมันลงถังเก็บใต้ดิน (Fuel loading)

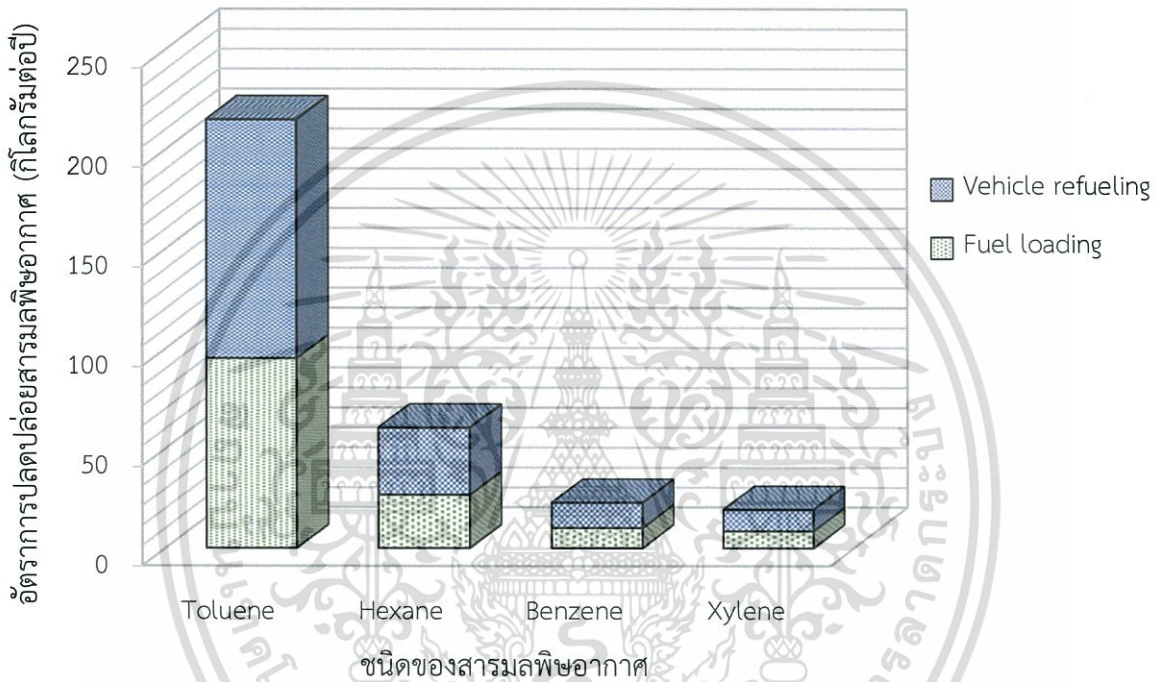
ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ กรณีขนถ่ายน้ำมันลงถังเก็บใต้ดิน (กิโลกรัม/ปี)			
	Benzene	Toluene	Xylene	Hexane
เบนซิน 95	0.5422	6.8603	0.5282	1.9830
แก๊สโซฮอล์ 91 (อี 10)	4.0701	18.7296	2.6844	4.6451
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 10)	3.3960	42.9683	3.3084	12.4202
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 20)	2.1088	26.6822	2.0544	7.7126
รวม	10.1170	95.2404	8.5753	26.7609

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันภายในตำบลมาบตาพุดปี พ.ศ. 2559 กรณีถ่ายเทน้ำมันจากหัวจ่ายสู่อานพาหนะ (Vehicle refueling)

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ กรณีถ่ายเทน้ำมันจากหัวจ่ายสู่อานพาหนะ (กิโลกรัม/ปี)			
	Benzene	Toluene	Xylene	Hexane
เบนซิน 95	0.6827	8.6388	0.6652	2.4971
แก๊สโซฮอล์ 91 (อี 10)	5.1253	23.5854	3.3803	5.8493
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 10)	4.2763	54.1083	4.1662	15.6403
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 20)	2.6555	33.5999	2.5871	9.7122
รวม	12.7397	119.9325	10.7988	33.6989

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันดังรูปที่ 4.1 พบว่า สารมลพิษอากาศที่ถูกปลดปล่อยออกมามากที่สุด คือ Toluene ที่อัตรา 215.17 กิโลกรัมต่อปี รองลงมาคือ Hexane, Benzene และ Xylene ที่อัตรา 60.46 22.86 19.37 กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ โดย Vehicle refueling มีอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศที่ 56% ของอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษทั้งหมด ซึ่งมากกว่า Fuel loading ที่มีอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศที่ 44%



รูปที่ 4.1 อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมัน

4.2.4 แหล่งกำเนิดประเภทพืชพรรณ

ผลการประเมินปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากพืชพรรณดังแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่า ในพื้นที่ที่ศึกษา มีการปลดปล่อยไอโซพรีนมากกว่าโมนิโทพรีนประมาณ 2 เท่า ซึ่งไอโซพรีนส่วนใหญ่มาจากทุ่งหญ้าและพุ่มไม้ในอัตรา 99.86 ตันต่อปี เนื่องจากสัดส่วนพื้นที่ของทุ่งหญ้าและพุ่มไม้สูงถึง 47.32% ของพื้นที่พืชพรรณทั้งหมด รองลงมาคือยางพาราและสนประดิพัทธ์ ที่ปลดปล่อยไอโซพรีน 0.30 และ 0.16 ตันต่อปี ตามลำดับ ส่วนโมนิโทพรีนส่วนใหญ่มาจากยางพาราในอัตรา 44.18 ตันต่อปี มันสำปะหลังซึ่งเป็นพืชเพาะปลูกหลักในมาบตาพุด ปลดปล่อยโมนิโทพรีนรองจากทุ่งหญ้าที่ 1.80 ตันต่อปี สนประดิพัทธ์และไม้ผลผสมปลดปล่อยโมนิโทพรีนที่ 0.47 และ 0.18 ตันต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากพืชพรรณชนิดต่างๆ

ชนิดพืชพรรณ	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ จากพืชพรรณ (ตันต่อปี)	
	ไอโซพรีน	โมนอทอพรีน
ทุ่งหญ้าและพุ่มไม้	99.86	7.49
มันสำปะหลัง	0.00	1.80
ยางพารา	0.30	44.18
ไม้ผลผสม	0.00	0.23
สนประดิพัทธ์	0.16	0.47
รวม	100.31	54.17

4.3 บัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่

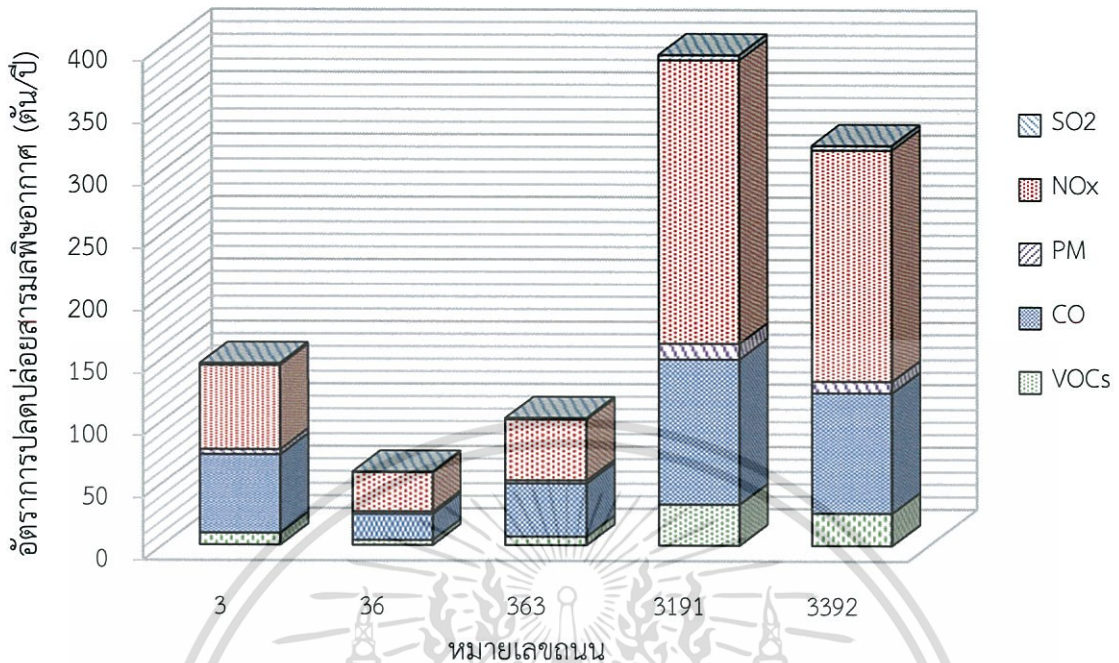
ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศคำนวณจากอัตราการทำกิจกรรมที่ปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ ซึ่งใช้ระยะทางเฉลี่ยของการใช้งานรถยนต์แต่ละประเภทต่อปี และค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ ซึ่งแบ่งตามชนิดของยานพาหนะ เชื้อเพลิงที่ใช้ ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะบนเส้นทางที่ศึกษา และประเภทของสารมลพิษอากาศ ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากการคมนาคมบนถนนแต่ละสายในตำบลมาบตาพุด ปี พ.ศ. 2559

หมายเลขถนน	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (ตัน/ปี)					
	VOCs	CO	NO _x	CO ₂	PM ₁₀	SO ₂
3	9.47	63.08	67.31	12,161.57	4.13	1.53
36	3.90	20.95	31.32	4,563.67	2.01	0.63
363	6.85	42.64	48.94	8,889.54	2.47	1.09
3191	32.80	116.51	227.30	29,731.12	12.61	4.11
3392	25.96	96.65	185.28	24,757.86	9.30	3.55
รวม	78.98	339.84	560.15	80,103.76	30.53	10.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากการคมนาคม พบว่า มีการปลดปล่อย CO₂ สูงสุดในอัตรา 80,103.76 ตันต่อปี รองลงมาคือ NO_x, CO, VOCs, PM₁₀ และ SO₂ ที่อัตราการปลดปล่อย 560.15 339.84 78.98 30.53 และ 10.90 ตันต่อปี ตามลำดับ เมื่อจำแนกตามถนนแต่ละสายในพื้นที่ที่ศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 4.2 พบว่า ถนนสาย 3191 มีปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศโดยรวมสูงสุด แม้ว่าจำนวนยานพาหนะเฉลี่ยต่อวันจะมีปริมาณน้อยกว่าถนนสาย 3 ซึ่งเป็นถนนสายหลัก แต่ระยะทางของถนนสาย 3191 ในพื้นที่ที่ศึกษามีค่ามากกว่าถนนสายอื่นๆ ทำให้ระยะทางเฉลี่ยของการใช้งานรถยนต์แต่ละประเภทต่อปี (VKG) มีค่าสูงที่สุด นอกจากนี้ยังมียานพาหนะขนาดใหญ่ ได้แก่ รถโดยสารขนาดใหญ่ (HDB) และรถบรรทุกขนาดใหญ่ (HDT) เคลื่อนที่ผ่านถนนเส้นนี้เป็นจำนวนมากที่สุด ทั้ง HDB และ HDT เป็นยานพาหนะที่มีอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง CO₂ และ NO_x เช่นเดียวกับถนนสาย 3392 แต่ด้วย VKG ที่น้อยกว่าถนนสาย 3191 ทำให้อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศโดยรวมมีค่าสูงเป็นอันดับที่ 2 สำหรับถนนสายที่ 3, 363 และ 36 มีอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสูงรองลงมาตามลำดับ ยานพาหนะส่วนใหญ่ของถนนทั้ง 3 สายนี้ คือ รถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารขนาดเล็ก แนวโน้มการปลดปล่อยมลพิษเป็นไปตามปริมาณการจราจรและความยาวของถนน ถนนสาย 3 และ 363 มีความยาวใกล้เคียงกัน แต่จำนวนยานพาหนะบนถนนสาย 3 มากกว่าถนนสาย 363 ถึง 14,832 คันต่อวัน ทำให้อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากถนนสาย 3 มากกว่าถนนสาย 363 สำหรับถนนสาย 36 มีจำนวนยานพาหนะและความยาวถนนน้อยที่สุด จึงมีอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศน้อยที่สุดจากถนนทั้ง 5 สาย นอกจากผลของจำนวนยานพาหนะ ระยะทาง และชนิดของยานพาหนะ ที่มีต่อปริมาณสารมลพิษอากาศแล้ว ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะบนถนนก็ส่งผลต่ออัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศเช่นกัน โดยถนนสาย 3191 และ 3392 มีความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะน้อยที่สุด จึงมีอัตราการปลดปล่อยมลพิษที่สูง ในขณะที่ถนนสาย 36 ซึ่งมีความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะสูงที่สุด จะมีอัตราการปลดปล่อยมลพิษที่ต่ำกว่า แนวโน้มนี้เป็นไปตามผลการทดลองระหว่างพัฒนาค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ [27] นั่นคือ ระดับความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะที่ลดลง จะมีแนวโน้มของการระบายสารมลพิษอากาศที่สูงขึ้น



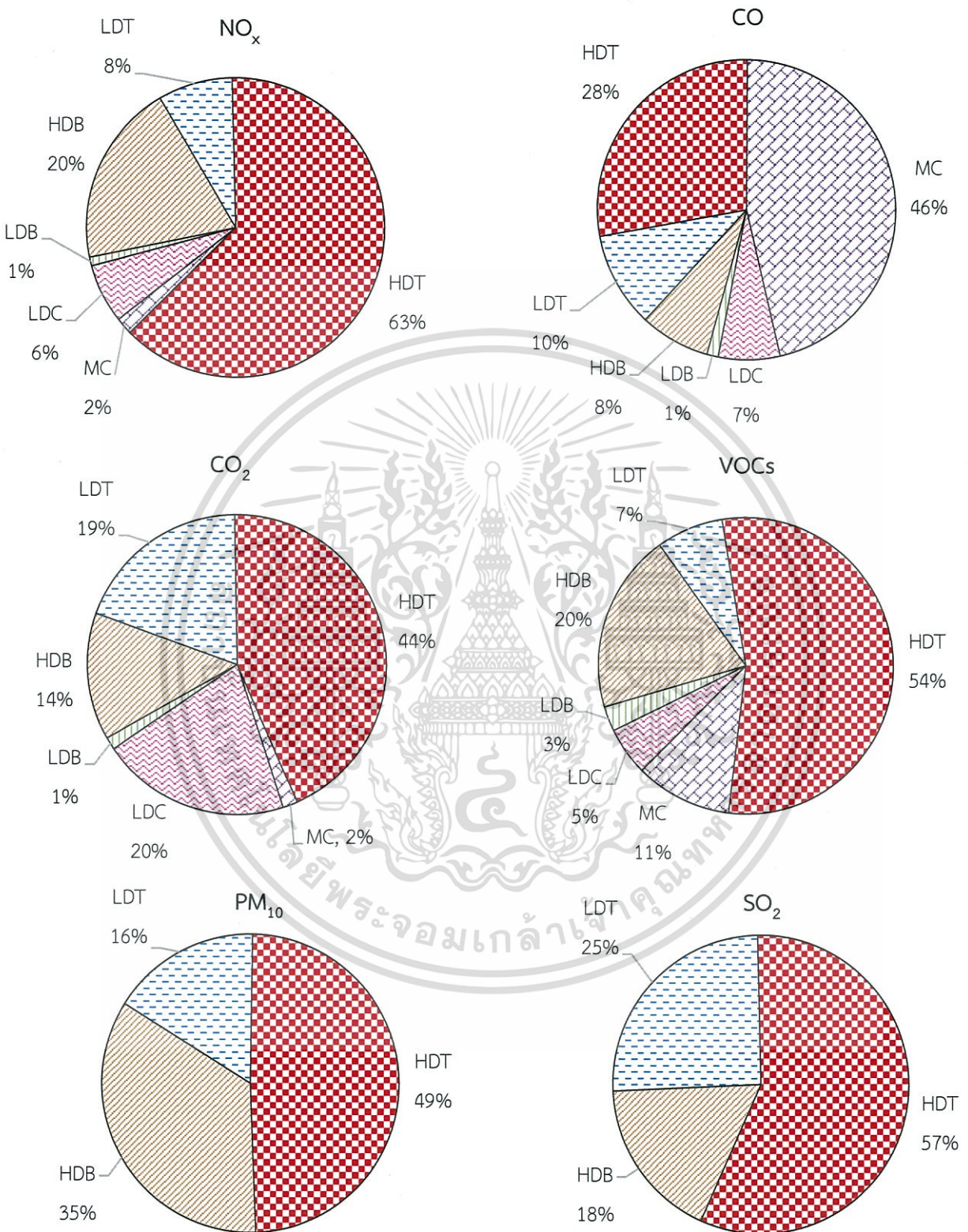
รูปที่ 4.2 ปริมาณการลดปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากถนนแต่ละสายในตำบลมาบตาพุด

เมื่อจำแนกตามชนิดของยานพาหนะและเชื้อเพลิงที่ใช้ในพื้นที่ที่ศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.3 พบว่า แหล่งกำเนิดหลักของ NO_x มาจากรถบรรทุกขนาดใหญ่ (63%) และรถโดยสารขนาดใหญ่ (20%) แหล่งกำเนิดหลักของ CO มาจากรถจักรยานยนต์ (46%) และรถโดยสารขนาดใหญ่ (28%) แหล่งกำเนิดหลักของ CO_2 มาจากรถโดยสารขนาดใหญ่ (44%) รถยนต์ส่วนบุคคล (20%) และรถบรรทุกขนาดเล็ก (19%) แหล่งกำเนิดหลักของ VOCs มาจากรถบรรทุกขนาดใหญ่ (54%) และรถโดยสารขนาดใหญ่ (20%) แหล่งกำเนิดหลักของ PM_{10} มาจากรถบรรทุกขนาดใหญ่ (49%) และรถโดยสารขนาดใหญ่ (35%) และแหล่งกำเนิดหลักของ SO_2 มาจากรถบรรทุกขนาดใหญ่ (57%) และรถบรรทุกขนาดเล็ก (25%) ยานพาหนะที่ก่อให้เกิดสารมลพิษอากาศมากที่สุด คือ รถบรรทุกขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล แม้ว่าในรถยนต์รุ่นใหม่จะติดตั้งอุปกรณ์ฟอกไอเสียที่เรียกว่า “แคตตาไลติกคอนเวอร์เตอร์ (Catalytic convertor)” ที่ช่วยกรองสารมลพิษได้ส่วนหนึ่ง แต่ในรถที่ใช้งานเป็นเวลานาน การทำงานของเครื่องยนต์เสื่อมสภาพ ค่ามลพิษที่ปล่อยออกมาจึงยิ่งสูงขึ้น

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากการคมนาคมโดยจำแนกตามชนิดของยานพาหนะและเชื้อเพลิงที่ใช้ ปี พ.ศ. 2559

ชนิดยานพาหนะ	ชนิดเชื้อเพลิง	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (ตัน/ปี)					
		VOCs	CO	NO _x	CO ₂	PM ₁₀	SO ₂
LDC	GSL	0.63	10.27	2.58	2,348.69	-	-
	GH1	0.28	5.61	0.40	3,113.81	-	-
	GH2	0.13	2.23	0.49	3,083.81	-	-
	GH3	0.22	1.81	0.48	3,285.06	-	-
	NGV	1.99	1.17	10.62	3,669.22	-	-
	LPG	0.89	1.67	21.24	878.71	-	-
LDB	NGV	1.48	3.72	0.99	844.14	-	-
	LPG	0.67	0.44	4.24	250.41	-	-
HDB	DS	6.30	23.17	75.48	8,198.32	10.53	1.92
	NGV	9.19	2.59	35.42	2,761.81	-	-
LDT	DS	5.66	34.69	44.60	15,188.61	4.97	2.77
	NGV	0.13	0.08	0.68	240.91	-	-
HDT	DS	12.89	86.79	236.96	25,930.63	15.02	6.21
	NGV	30.15	8.43	115.49	9,040.49	-	-
MC	GSL	3.65	59.90	3.17	269.99	-	-
	GH	4.70	97.28	7.31	999.14	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 สัดส่วนการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจำแนกตามชนิดของยานพาหนะและเชื้อเพลิงที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการประเมินสารมลพิษอากาศโดยรวมแยกตามประเภทแหล่งกำเนิด

จากผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษโดยรวม โดยแยกตามประเภทของแหล่งกำเนิด ดังตารางที่ 4.9 พบว่า ในพื้นที่ศึกษามีการปลดปล่อย CO₂ สูงสุดที่อัตรา 4,444,859 ตันต่อปี รองลงมาคือ VOCs NO_x SO₂ PM₁₀ และ CO ที่อัตรา 165,110 107,011 55,860 19,612 และ 15,164 ตันต่อปี ตามลำดับ สำหรับ NO_x SO₂ PM₁₀ CO และ CO₂ มาจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานมากที่สุด ทั้งจากปล่องระบายควัน และกระบวนการผลิต รองลงมาคือ การคมนาคม และภาคครัวเรือน ตามลำดับ สำหรับ VOCs มาจากโรงงานเป็นหลักเช่นเดียวกัน แต่พืชพรรณเป็นแหล่งกำเนิดของ VOCs อันดับ 2 รองจากโรงงาน ในขณะที่การคมนาคม ภาคครัวเรือน และสถานบริการ เป็นแหล่งกำเนิดที่ปลดปล่อย VOCs รองลงมาจากแหล่งกำเนิดประเภทพืชพรรณ

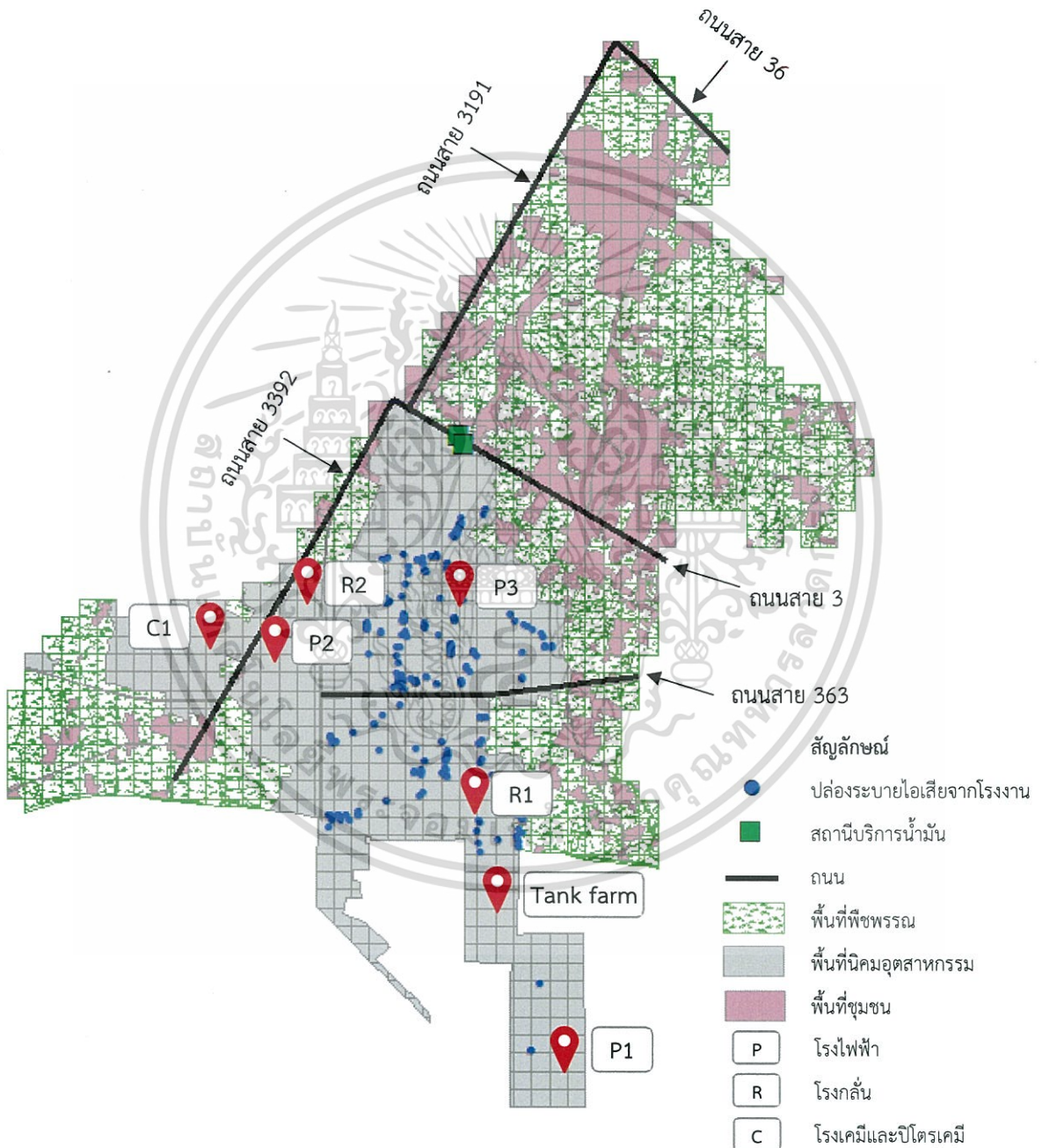
ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศโดยรวมแยกตามประเภทแหล่งกำเนิด

ประเภทแหล่งกำเนิด	แหล่งกำเนิดมลพิษ	ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (ตัน/ปี)					
		NO _x	SO ₂	PM ₁₀	CO	CO ₂	VOCs
แหล่งกำเนิดแบบจุด	ปล่องระบายสารมลพิษอากาศจากโรงงาน	38,179	47,311	13,252	ND	ND	ND
แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่	กระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และถังเก็บในโรงงาน	68,263	8,537	6,329	14,819	4,357,452	164,874
	ภาคครัวเรือน	7.87	0.32	0.43	5.35	7,302.84	1.78
	สถานบริการน้ำมัน						0.32
	พืชพรรณ						154.48
แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่	การคมนาคม	560.15	10.90	30.53	339.84	80,104	78.98
รวม		107,011	55,860	19,612	15,164	4,444,859	165,110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

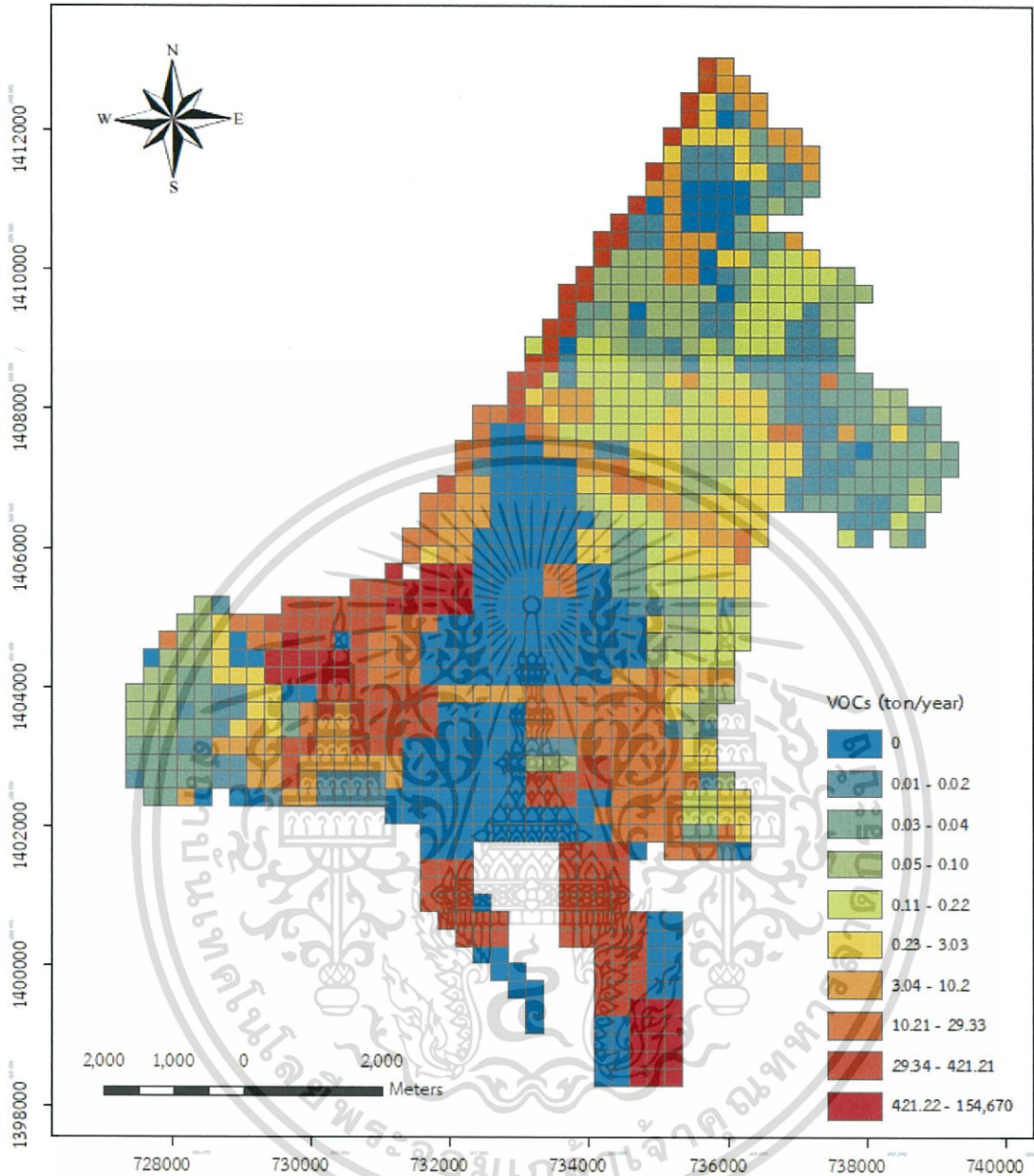
4.5 การแปลงข้อมูลให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

จากการแปลงผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยรวมข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษหลายชุดทั้งแบบจุด แบบพื้นที่ และแบบเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถแปลงเป็นตารางกริด และแสดงผลในลักษณะของแผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.4 แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละประเภท

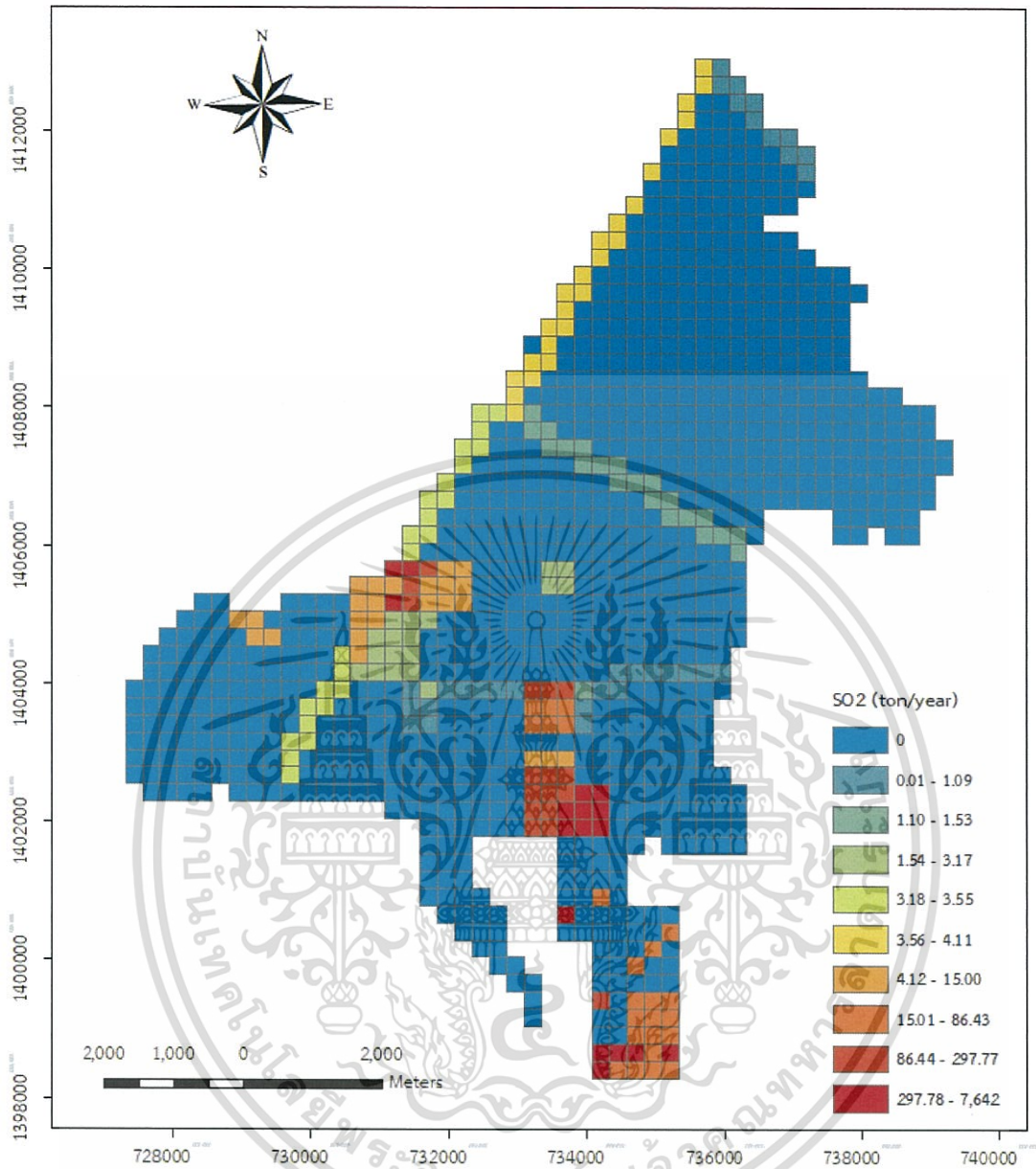
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และอัตราการปลดปล่อย VOCs รายปี

จากรูปที่ 4.5 พบว่า VOCs ถูกปลดปล่อยมาจากแหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรม ได้แก่ โรงไฟฟ้า โรงเคมีและปิโตรเคมี และฟาร์มถึงกักเก็บน้ำมันเป็นหลัก รองลงมาคือ ถนนสาย 3191 โดยแหล่งกำเนิด VOCs จากพืชพรรณมีการกระจายตัวที่สูงกว่าแหล่งกำเนิดชนิดอื่นๆ ทำให้ผลรวมการปลดปล่อย VOCs จากพืชพรรณในพื้นที่ศึกษาทั้งหมดสูงเป็นอันดับ 2 รองจากภาคอุตสาหกรรม และแม้ว่าภาคครัวเรือนจะมีการปลดปล่อย VOCs ในระดับที่ต่ำ แต่ชุมชนที่อยู่ใกล้บริเวณถนน ก็มีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจาก VOCs ที่ถูกปลดปล่อยจากยานพาหนะ

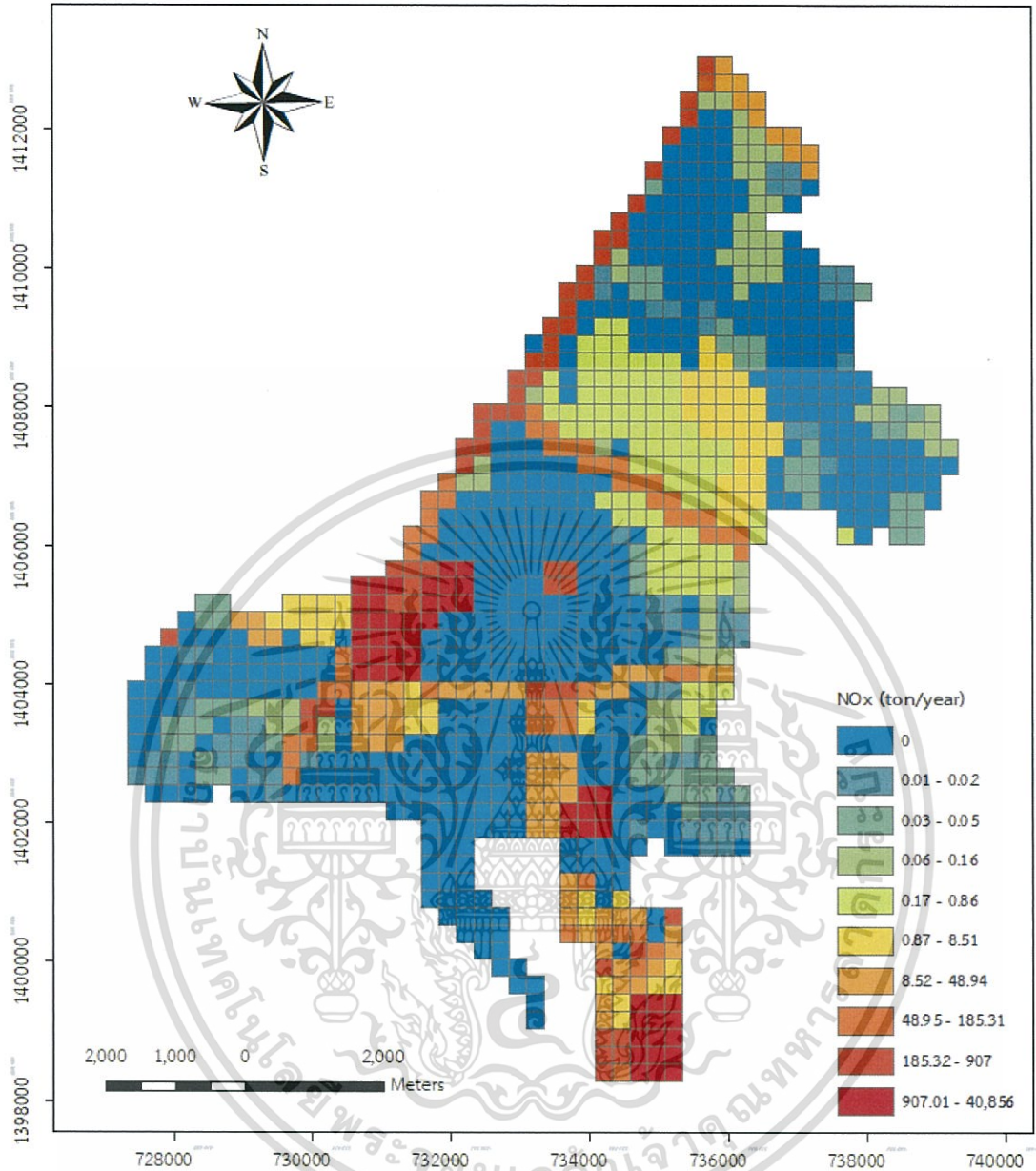
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และอัตราการปลดปล่อย SO₂ รายปี

จากรูปที่ 4.6 พบว่า SO₂ ถูกปลดปล่อยมาจากตำแหน่งของโรงกลั่น และโรงไฟฟ้าเป็นหลัก (พื้นที่สีแดง) โดยเฉพาะโรงไฟฟ้าถ่านหิน ซึ่งมีการเผาไหม้เชื้อเพลิงในระดับที่สูง และเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับโรงงานอื่นๆอาจมีองค์ประกอบของซัลเฟอร์สูง เช่น น้ำมันเตา หรือเชื้อเพลิงชีวมวล เป็นต้น สำหรับ SO₂ ที่ถูกปลดปล่อยจากยานพาหนะอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม โดยถนนสาย 3191 และ 3392 ซึ่งเป็นเส้นทางสู่นิคมอุตสาหกรรมมาตาพุดและอาร์ไอแอล ตามลำดับ มีอัตราการปลดปล่อย SO₂ สูง เนื่องจากมีรถบรรทุกขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิด SO₂ ที่สำคัญ เคลื่อนที่ผ่านถนนเส้นนี้จำนวนมาก

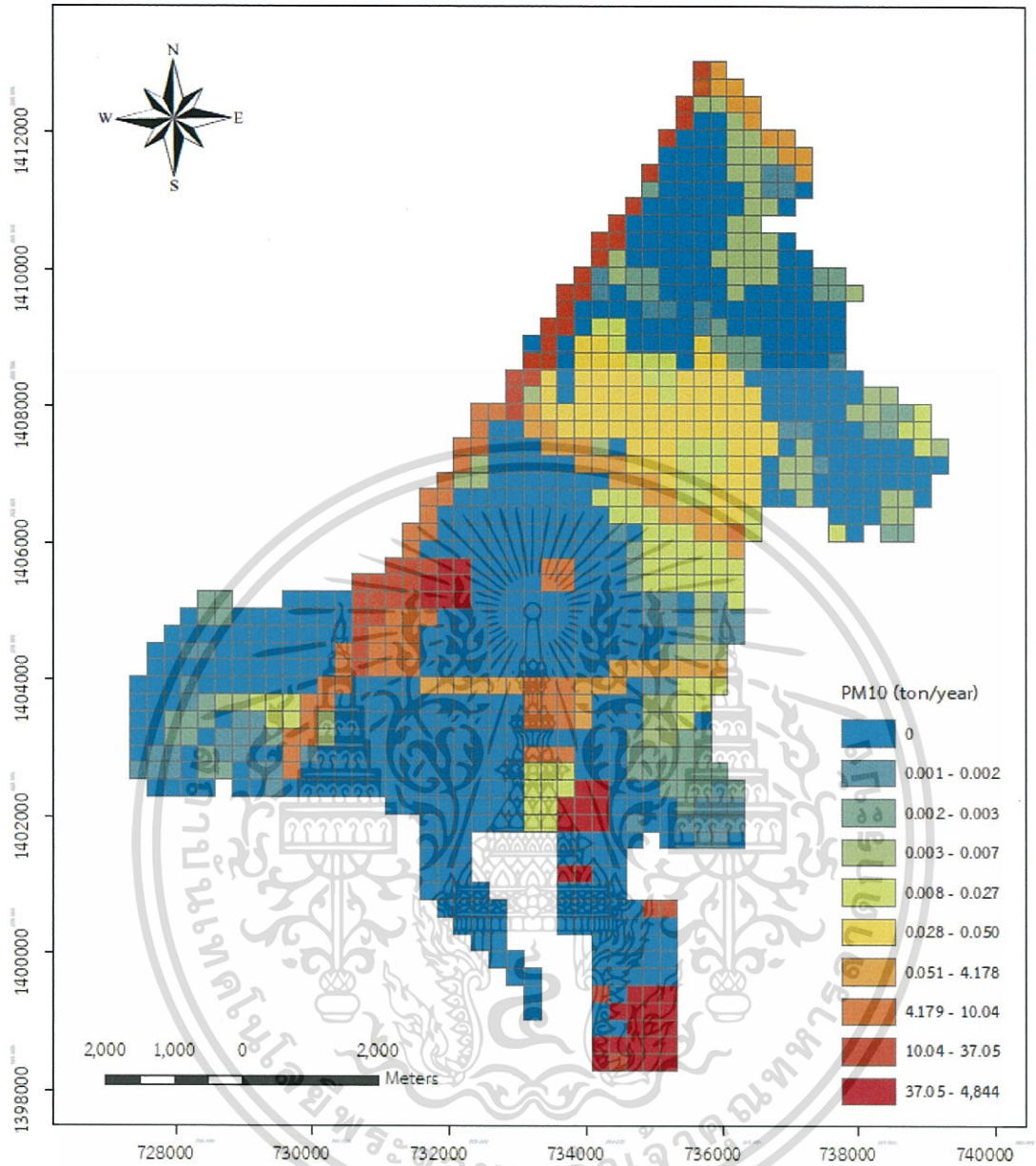
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และอัตราการปลดปล่อย NO_x รายปี

จากรูปที่ 4.7 พบว่า NO_x ถูกปลดปล่อยมาจากภาคอุตสาหกรรมเป็นหลัก ซึ่งบริเวณที่มีระดับการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสูงสุด คือ โรงไฟฟ้าจำนวน 3 แห่ง และโรงกลั่นจำนวน 2 แห่ง รองลงมาคือถนน ซึ่งถนนที่พิจารณาทั้งหมด มีระดับการปลดปล่อย NO_x ที่ค่อนข้างสูง โดยถนนสาย 3191 และ 3392 ยังคงเป็นถนนที่มีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสูงกว่าถนนสายอื่นๆ ส่วนถนนสาย 3 ซึ่งผ่านศูนย์กลางชุมชนเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ควรให้ความสำคัญ เนื่องจากอยู่ใกล้พื้นที่ที่อยู่อาศัยมากกว่าแหล่งกำเนิดมลพิษอื่นๆ และ NO_x ที่เกิดขึ้นจากครัวเรือน ถูกพบมากในบริเวณชุมชนที่มีความหนาแน่นสูง

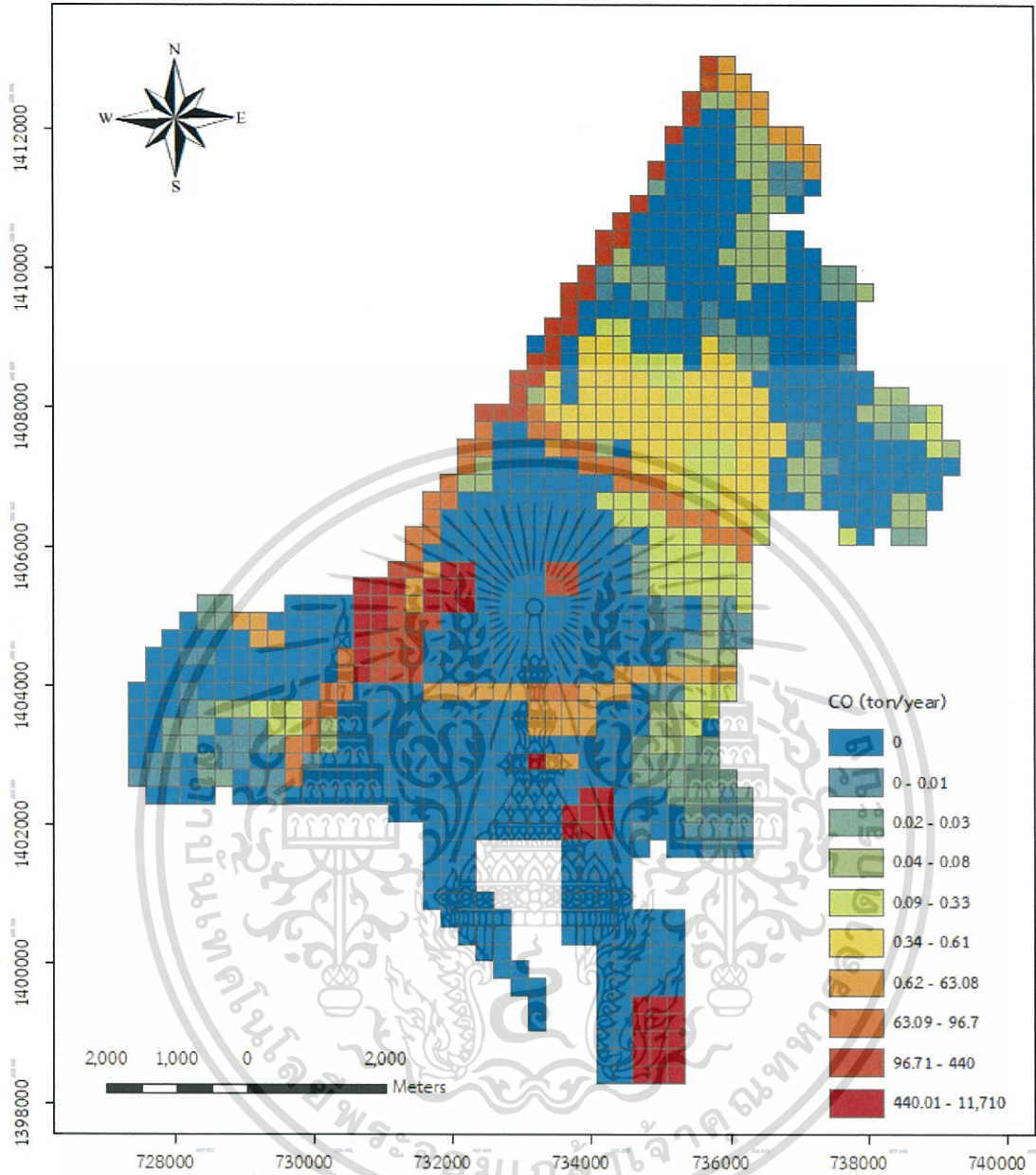
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และอัตราการปลดปล่อย PM₁₀ รายปี

จากรูปที่ 4.8 พบว่า PM₁₀ ถูกปลดปล่อยมาจากภาคอุตสาหกรรมเป็นหลัก ซึ่งบริเวณที่มีระดับการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสูงสุด คือ โรงงานไฟฟ้าถ่านหิน และโรงกลั่น ซึ่งค่อนข้างอยู่ห่างไกลจากชุมชน ในขณะที่ถนนมีการปลดปล่อย PM₁₀ รองลงมาจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่อยู่ใกล้บริเวณชุมชนมากกว่า และในบริเวณชุมชนที่มีความหนาแน่นของครัวเรือนสูง ทำให้เกิดการปลดปล่อย PM₁₀ จากการเผาไหม้ก๊าซหุงต้มในปริมาณมาก เมื่อรวมกับแหล่งกำเนิด PM₁₀ จากยานพาหนะบนถนนสาย 3 ทำให้ PM₁₀ โดยรวมมีค่าที่สูงขึ้น

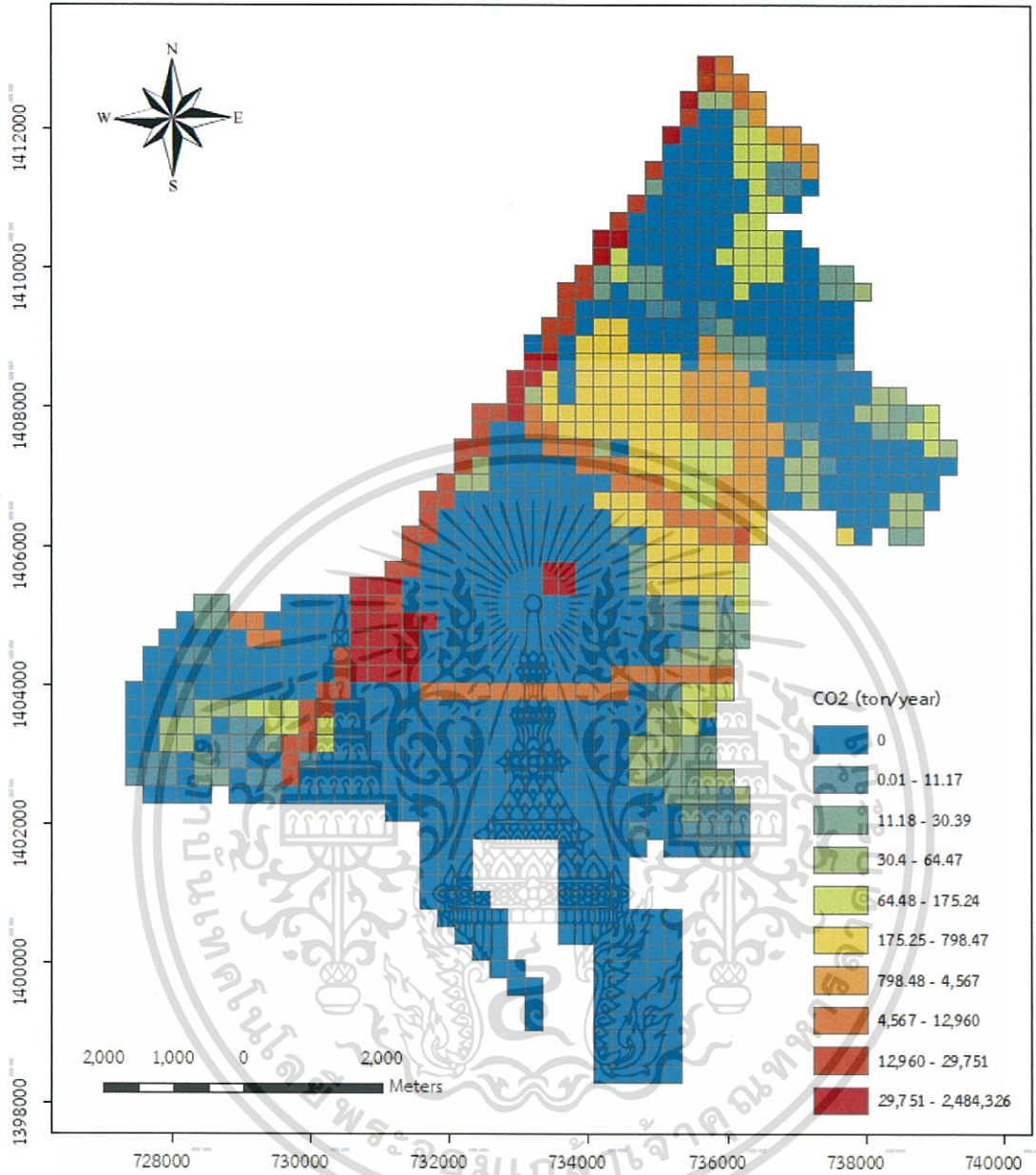
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และอัตราการปลดปล่อย CO รายปี

จากรูปที่ 4.9 พบว่า CO ถูกปลดปล่อยมาจากภาคอุตสาหกรรมเป็นหลัก ซึ่งบริเวณที่มีระดับการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสูงสุด คือ ที่ตั้งของโรงไฟฟ้า 3 แห่ง และโรงกลั่น 2 แห่ง เช่นเดียวกับบริเวณที่มีการปลดปล่อย NO_x สูง จึงคาดว่า CO ถูกปลดปล่อยมาจากกิจกรรมของแหล่งกำเนิดประเภทเดียวกับ NO_x นั่นคือ การเผาไหม้เชื้อเพลิง ส่วนพื้นที่ชุมชนและยานพาหนะยังคงเป็นแหล่งกำเนิดของสารมลพิษอากาศรองจากภาคอุตสาหกรรมบางประเภท แต่บางพื้นที่ของชุมชนและถนนในตารางกริดก็ทำให้เกิดอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษโดยรวมในระดับที่เท่าหรือมากกว่าบางพื้นที่ในนิคมอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์และอัตราการปลดปล่อย CO₂ รายปี

จากรูปที่ 4.10 พบว่า CO₂ ถูกปลดปล่อยมาจากโรงไฟฟ้าและปล่องระบายไอเสียของโรงกลั่นเป็นหลัก รองลงมาคือ ถนนสาย 3191 และ 3392 ซึ่งถูกจัดช่วงให้อยู่ในระดับพื้นที่สีแดง และในบางบริเวณของชุมชนที่มีความหนาแน่นของครัวเรือนสูง ก็มีอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศที่สูงเช่นเดียวกัน แนวโน้มคล้ายกับสารมลพิษอากาศชนิดอื่นๆที่เกิดจากการเผาไหม้ของก๊าซหุงต้มในครัวเรือนและการเผาไหม้เชื้อเพลิงในยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การเปรียบเทียบและวิจารณ์ผลการศึกษากับฐานข้อมูลอื่นๆ

จากงานวิจัยของบัณฑิต ชูแสงศรี [12] และชญัญญาช เสตะจิต [13] ได้ทำการเปรียบเทียบผลการประเมินกับข้อมูลการปลดปล่อยจากปล่องระบายควัน ซึ่งอ้างอิงจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละโรงงาน พบว่า ผลการประเมินสารมลพิษอากาศที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือ การประเมิน NO_x จากโรงเหล็กชั้นปลาย โดยมีความคลาดเคลื่อน 2.96% รองลงมาคือ การประเมิน VOCs จากโรงงานผลิตโพรพิลีนออกไซด์ และการประเมิน NO_x จากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ที่มีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 4.51% และ 6.80% ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินส่วนใหญ่มีความคลาดเคลื่อนสูง เมื่อเทียบกับการตรวจวัดจากปล่องระบายควัน เนื่องจากข้อจำกัดของค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ และการประเมินยังพิจารณาครอบคลุมถึงการรั่วระเหยจากข้อต่อและป้อนต่างๆ การขนถ่ายสาร และถังเก็บร่วมด้วย ทำให้ผลการประเมินสูงกว่าการระบายออกจากปล่อง

สำหรับผลการประเมินสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทภาคครัวเรือน สถานีบริการน้ำมัน และยานพาหนะ จะทำการเปรียบเทียบกับผลการประเมินจากโครงการพัฒนาระบบทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษในประเทศไทย (PRTR) จังหวัดระยอง เนื่องจากผลการประเมินในปี พ.ศ. 2559 ยังไม่มีการเผยแพร่สู่สาธารณะ ในการศึกษาจึงเลือกเปรียบเทียบผลการประเมินในปี พ.ศ. 2558 แทน และด้วยระดับพื้นที่ศึกษาที่แตกต่างกัน จึงใช้วิธีเทียบค่าที่ 1 หน่วยอัตรากิจกรรมของแหล่งกำเนิดมลพิษ สำหรับการพิจารณาได้เลือกใช้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของข้อมูลเป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบ เนื่องจากไม่มีค่าจริงของอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษที่ตรวจวัดได้โดยตรงจากแหล่งกำเนิด ผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่า ผลการประเมินมีความแตกต่างตั้งแต่ 12% ถึง 84% โดยผลการประเมินที่ใกล้เคียงกับโครงการ PRTR คือ การประเมิน SO_2 และ NO_x จากยานพาหนะ ที่มีความแตกต่าง 12.23% และ 23.29% ตามลำดับ สำหรับการประเมิน Toluene, Xylene, Benzene และ Hexane จากสถานีบริการน้ำมันมีความแตกต่าง 52.37%, 55.31%, 57.54% และ 63.91% ตามลำดับ การประเมิน NO_x จากภาคครัวเรือนมีความแตกต่าง 65.88% และการประเมิน VOCs จากยานพาหนะมีความแตกต่างสูงสุดที่ 83.74%

เมื่อพิจารณาผลการประเมินที่มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างสูง พบว่า สำหรับสถานีบริการน้ำมันนั้น อาจมีสาเหตุมาจากอัตรากิจกรรมของแหล่งกำเนิด หรือปริมาณการจำหน่ายเชื้อเพลิงในพื้นที่ เนื่องจากข้อมูลการจำหน่ายเชื้อเพลิงมีแต่ในระดับจังหวัด ไม่มีข้อมูลการจำหน่ายเชื้อเพลิงในระดับตำบล จึงต้องประเมินโดยใช้ค่าเฉลี่ยปริมาณการจำหน่ายน้ำมันต่อ 1 สถานี ทำให้ผลการประเมินในการศึกษานี้ต่ำกว่าความเป็นจริง สำหรับภาคครัวเรือน ใช้ค่า EF ของ EEA ซึ่งพัฒนามาจากต่างประเทศ สภาพการเผาไหม้ของก๊าซหุงต้มในประเทศไทยกับสถานะที่ถูกพัฒนาโดย EEA อาจมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามค่า EF ของโครงการ PRTR ใช้จำนวนครัวเรือนในการประเมิน ซึ่งแต่ละครัวเรือนอาจใช้ปริมาณก๊าซหุงต้มที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกัน การประเมินจากปริมาณของก๊าซหุงต้มโดยตรงตาม EEA จึงสมเหตุสมผลมากกว่า แต่เพื่อความถูกต้องที่มากขึ้น ต้องทำการเก็บตัวอย่างปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มรายปีของภาคครัวเรือนในพื้นที่ และเลือกใช้ค่า EF ที่อาจมีการพัฒนาขึ้นสำหรับประเทศไทยในอนาคต และสำหรับยานพาหนะ ใน การศึกษานี้ได้อัตราการปลดปล่อย NO_x และ VOCs ที่มากกว่าโครงการ PRTR เมื่อเทียบกับ VKG เท่ากัน เนื่องจากการศึกษานี้ได้พิจารณาถึงความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะเพิ่มเติม ซึ่งมีผลต่อการปลดปล่อยสารมลพิษอย่างมีนัยสำคัญ [27] ในพื้นที่มาบตาพุดส่วนใหญ่มีการจราจรหนาแน่น เช่น สาย 3191 และสาย 3392 ทำให้อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษช่วงรถติด สูงกว่าช่วงที่รถเคลื่อนที่ได้เร็ว

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ กับข้อมูลการปลดปล่อย และเคลื่อนย้ายมลพิษ ประจำปี 2558 จังหวัดระยอง ของโครงการ PRTR

แหล่งกำเนิดมลพิษ	สารมลพิษอากาศ	อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (กิโลกรัมต่อปีต่อหน่วยกิจกรรมของแหล่งกำเนิดมลพิษ)			
		หน่วยของแหล่งกำเนิดมลพิษ	PRTR ปี พ.ศ. 2558	ผลการประเมิน ปี พ.ศ. 2559	เปอร์เซ็นต์ ความแตกต่าง
ภาคครัวเรือน	NO_x	จำนวนครัวเรือน	0.20	0.40	- 65.88
สถานีบริการน้ำมัน	Benzene	พันกิโลลิตรของน้ำมันเชื้อเพลิง	4.70	2.60	57.54
	Toluene		41.85	24.48	52.37
	Xylene		3.89	2.20	55.31
	Hexane		34.18	17.62	63.91
ยานพาหนะ	NO_x	ล้านกิโลเมตร VKG	1,162.62	1,475.12	- 23.69
	VOCs		85.22	208.00	- 83.74
	SO_2		32.45	28.71	12.23

หมายเหตุ (1) โครงการ PRTR ประเมินอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษระดับจังหวัดระยอง โดยปี พ.ศ. 2558 ภาคครัวเรือนมี 423,943 ครัวเรือน, ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง 126.89 พันกิโลลิตร และ VKG 3,511 ล้านกิโลเมตรต่อปี (PRTR)

(2) ในศึกษานี้ประเมินอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศระดับตำบลมาบตาพุด โดยปี พ.ศ. 2559 ภาคครัวเรือนมี 19,575 ครัวเรือน (กรมการปกครอง), ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง 4.90 พันกิโลลิตร (เทียบสัดส่วนจากกรมธุรกิจพลังงาน) และ VKG 379.73 ล้านกิโลเมตรต่อปี (กรมทางหลวง)

เนื่องจากโครงการ PRTR หรืองานวิจัยอื่นๆ ในจังหวัดระยอง ยังไม่มีการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากพืชพรรณ ดังนั้น จึงเลือกเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ธาตุกร และคณะ [14] ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากพืชพรรณในปี พ.ศ. 2549 แนวโน้มการปลดปล่อย BVOCs เป็นไปในทิศทางเดียวกัน นั่นคือ มีการปลดปล่อย Isoprene สูงที่สุด รองลงมาคือ Monoterpene อย่างไรก็ตาม ถ้าหากเทียบที่พื้นที่สีเขียวเท่ากัน ความแตกต่างของการประเมินที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากชนิดของพืชพรรณที่ต่างกัน สำหรับจังหวัดชลบุรี พืชส่วนใหญ่ คือ อ้อย และมันสำปะหลัง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549) ส่วนพื้นที่มาบตาพุด พืชส่วนใหญ่ คือ ทุ้งหญ้า มันสำปะหลัง และยางพารา ไอโซพรีนมาจาก ทุ้งหญ้าซึ่งมีพื้นที่ขนาดใหญ่ และยางพาราปลดปล่อยโมโนเทอร์พรีนในสัดส่วนที่สูงกว่าไอโซพรีนมาก เมื่อเทียบสัดส่วนระหว่างไอโซพรีนและโมโนเทอร์พรีนในพื้นที่มาบตาพุด จึงมีค่าประมาณ 2 เท่า ในขณะที่จังหวัดชลบุรีมีสัดส่วนระหว่างไอโซพรีนและโมโนเทอร์พรีนถึง 22 เท่า และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างงานวิจัยของธายุกร และคณะ (2549) กับการศึกษานี้ จึงมีค่าที่สูง

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากพืชพรรณ กับผลการประเมินอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศในจังหวัดชลบุรี (ธายุกร และคณะ, 2549)

แหล่งกำเนิดมลพิษ	สารมลพิษอากาศ	อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ (กิโลกรัมต่อปีต่อหน่วยกิจกรรมของแหล่งกำเนิดมลพิษ)			
		หน่วยของแหล่งกำเนิดมลพิษ	ธายุกร และคณะ ปี พ.ศ. 2549 จังหวัดชลบุรี	ผลการประเมิน ปี พ.ศ. 2559	เปอร์เซ็นต์ ความแตกต่าง
พืชพรรณ	Isoprene	ตารางกิโลเมตร	5,904	2,965	66.27
	Monoterpene	ของพื้นที่สีเขียว	279	1,601	-140.69

หมายเหตุ (1) จังหวัดชลบุรี ปี พ.ศ. 2549 มีพื้นที่สีเขียวประมาณ 2,845 ตารางกิโลเมตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549)

(2) ตำบลมาบตาพุด ปี พ.ศ. 2559 มีพื้นที่สีเขียว 33.83 ตารางกิโลเมตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

จากการจัดทำบัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด ได้แก่ ปล่องระบายสารมลพิษอากาศของภาคอุตสาหกรรม แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ ได้แก่ กระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรม ภาคครัวเรือน สถานีบริการน้ำมัน และพืชพรรณ และแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ ได้แก่ ยานพาหนะ ในบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดและพื้นที่โดยรอบในตำบลมาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัดระยอง โดยประเมินด้วยเทคนิคการใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ กับข้อมูลซึ่งอ้างอิงจากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยต่างๆ สามารถสรุปผลการประเมินได้ดังนี้

1. ผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศโดยรวมจากแหล่งกำเนิดทุกประเภทในพื้นที่ศึกษา พบว่า ในพื้นที่ศึกษามีการปลดปล่อย CO₂ สูงสุดที่อัตรา 4,444,859 ตันต่อปี รองลงมาคือ VOCs NO_x SO₂ PM₁₀ และ CO ที่อัตรา 165,110 107,011 55,849 19,612 และ 15,164 ตันต่อปี ตามลำดับ โดย VOCs CO₂ CO และ NO_x มาจากแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ประเภทโรงงานมากที่สุดคิดเป็น 99.86% 98.03% 97.92% และ 63.79% ตามลำดับ สำหรับ SO₂ และ PM₁₀ มาจากปล่องระบายไอเสียของโรงงานมากที่สุดคิดเป็น 84.71% และ 67.57% ตามลำดับ

2. จากผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดในพื้นที่ศึกษา พบว่า มีการปลดปล่อย SO₂ สูงที่สุดในอัตรา 47,311 ตันต่อปี รองลงมาคือ NO_x 38,179 ตันต่อปี และ PM₁₀ 13,252 ตันต่อปี ตามลำดับ โดยโรงไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดที่มีการปลดปล่อยสารมลพิษสูงสุด

3. สำหรับผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมทั้ง 22 แห่ง ปลดปล่อยสารมลพิษอากาศโดยรวมสูงสุดเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ชนิดอื่นๆ โดยปลดปล่อย CO₂ สูงสุดในอัตรา 4,357,452 ตันต่อปี รองลงมาคือ VOCs, NO_x, CO, SO₂ และ PM₁₀ ในอัตรา 164,972 68,263 14,819 8,537 และ 6,329 ตันต่อปี สำหรับภาคครัวเรือน ซึ่งพิจารณาสารมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ก๊าซหุงต้ม มีการปลดปล่อย CO₂ สูงที่สุดในอัตรา 7,302.84 ตันต่อปี รองลงมาคือ NO_x, CO, VOCs PM₁₀, SO₂ ในอัตรา 7.87 5.35 1.78 0.43 และ 0.32 ตันต่อปี ตามลำดับ สำหรับสถานีบริการน้ำมัน ปลดปล่อย Toluene สูงที่สุดในอัตรา 215.17 กิโลกรัมต่อปี รองลงมาคือ Hexane, Benzene และ Xylene ที่อัตรา 60.46 22.86 19.37 กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ โดยขณะถ่ายเทน้ำมันจากหัวจ่ายสู่ยานพาหนะมีการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่าขณะขนถ่ายน้ำมันลงถังเก็บใต้ดิน และสำหรับพีซพอร์น มีการปลดปล่อยไอโซพรีน 100.31 ตันต่อปี และโมโนเทอพรีน 54.17 ตันต่อปี โดยทุ้งหญ้าและพุ่มไม้เป็นแหล่งกำเนิดหลักของไอโซพรีน และยางพาราเป็นแหล่งกำเนิดหลักของโมโนเทอพรีน

4. สำหรับผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่พบว่า มีการปลดปล่อย CO₂ สูงที่สุดในอัตรา 80,103.76 ตันต่อปี รองลงมาคือ NO_x, CO, VOCs, PM₁₀ และ SO₂ ในอัตรา 560.15 339.84 78.98 30.53 และ 10.90 ตันต่อปี โดยถนนสายที่ 3191 มีปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศโดยรวมสูงสุด รองลงมาคือถนนสายที่ 3, 363 และ 36 ตามลำดับ เมื่อจำแนกตามชนิดยานพาหนะและเชื้อเพลิงที่ใช้ พบว่า รถบรรทุกขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ก่อให้เกิดสารมลพิษอากาศมากที่สุด

5. การแปลงผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งแสดงผลในลักษณะของแผนที่แสดงขอบเขตตารางกริดทางภูมิศาสตร์ ทำให้สามารถบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งกำเนิดมลพิษและอัตราการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศ ในลักษณะของการกระจายตัวของแหล่งกำเนิดและระดับการปลดปล่อยสารมลพิษรายปี สำหรับ VOCs ถูกปลดปล่อยมาจากภาคอุตสาหกรรมมากที่สุด แต่พีซพอร์นเป็นแหล่งกำเนิด VOCs ที่มีการกระจายตัวในพื้นที่มากที่สุด สำหรับ CO₂, CO, NO_x และ PM มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน นั่นคือ มีการปลดปล่อยมาจากภาคอุตสาหกรรมเป็นหลัก รองลงมาคือ ยานพาหนะ และภาคครัวเรือน ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง และสำหรับ SO₂ มีการปลดปล่อยจากภาคอุตสาหกรรมเป็นหลัก โดยเฉพาะจากโรงกลั่นและโรงไฟฟ้า ที่ใช้เชื้อเพลิงที่มีปริมาณซัลเฟอร์สูง

6. การเปรียบเทียบผลการศึกษากับผลการประเมินของระบบทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษในประเทศไทยจากโครงการ PRTR ในจังหวัดระยอง พบว่า ผลการศึกษามีความแตกต่างจากผลการประเมินของโครงการ PRTR ดังนี้ การประเมิน SO₂ และ NO_x จากยานพาหนะมีความแตกต่าง 12.23% และ 23.69% ตามลำดับ การประเมิน Toluene, Xylene, Benzene และ Hexane จากสถานบริการน้ำมันมีความแตกต่าง 52.37%, 55.31%, 57.54% และ 63.91% ตามลำดับ การประเมิน NO_x จากภาคครัวเรือนมีความแตกต่าง 65.88% และการประเมิน VOCs จากยานพาหนะมีความแตกต่างสูงสุดที่ 83.74% อาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนของอัตรากิจกรรมของแหล่งกำเนิดที่ใช้วิธีเทียบสัดส่วนจากระดับจังหวัด และการเลือกใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศที่แตกต่างจากโครงการ PRTR ในบางกรณี

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลของแหล่งกำเนิดมลพิษที่ใช้ในการประเมินมีข้อจำกัดในการค้นคว้า เนื่องจากต้องอาศัยการเก็บข้อมูลจากหน่วยงานราชการหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามข้อมูลที่มีการเผยแพร่สู่สาธารณะ ส่วนใหญ่จะจัดเก็บในระดับจังหวัด และระดับอำเภอในบางกรณี แต่มักจะไม่เผยแพร่ข้อมูลในระดับตำบล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับแต่ละแหล่งกำเนิด เช่น ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้ต้องใช้วิธีการเทียบสัดส่วนจากข้อมูลระดับจังหวัด แทนการใช้ข้อมูลรายสถานีบริการน้ำมันซึ่งไม่มีการเผยแพร่ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินได้ การจัดทำบัญชีรายการการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศของประเทศไทยจึงเหมาะกับการประเมินในระดับจังหวัดมากกว่าในกรณีที่ต้องการศึกษาการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศโดยรวมเหมือนกับโครงการ PRTR แต่อาจไม่เหมาะในการนำไปทำแบบจำลองการแพร่กระจายสารมลพิษอากาศ เนื่องจากไม่สามารถลงรายละเอียดของแหล่งกำเนิดมลพิษได้มากนัก สำหรับการจัดทำบัญชีในอนาคตอาจทำการเก็บข้อมูลจากพื้นที่ศึกษาโดยตรง หรือการสุ่มตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนของประชากร เช่น ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในครัวเรือน การตรวจวัดความเร็วของยานพาหนะในแต่ละช่วงของถนน และปริมาณการจัดจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรายสถานี เป็นต้น

2. ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศบางค่ามีแหล่งที่มาจากการทดลองหรือการเก็บข้อมูลจากต่างประเทศ เช่น ค่า EF ของพีซพรรณ ซึ่งสภาพอากาศ แสงแดด หรือความเร็วลม ในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อปริมาณการปลดปล่อย BVOCs ของพีซพรรณ ในการเลือกใช้ค่า EF จึงเลือกที่สภาวะอุณหภูมิใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษามากที่สุด แต่ก็อาจทำให้การประเมินค่าคลาดเคลื่อนได้ อีกทั้งค่า EF ส่วนใหญ่พัฒนาออกมาในรูปแบบของค่าเฉลี่ยรายปีเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งผลของฤดูกาล สภาพอากาศ หรือพฤติกรรมของผู้คน อาจส่งผลต่อการประเมินได้ และเนื่องจากประเทศไทยเริ่มจัดทำระบบ PRTR และเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์เมื่อปี พ.ศ. 2556 แต่แหล่งกำเนิดมลพิษบางประเภท เช่น สถานีบริการน้ำมัน ที่ยังคงใช้ค่า EF จากโครงการ PRTR ของประเทศญี่ปุ่น เพื่อให้การจัดทำบัญชีมีความแม่นยำมากขึ้น จึงควรมีการพัฒนาค่า EF สำหรับใช้ในพื้นที่ต่างๆในประเทศไทย

3. การประเมินสารมลพิษอากาศในงานวิจัยนี้ ได้พิจารณาแหล่งกำเนิดจากโรงงาน ภาคครัวเรือน สถานีบริการน้ำมัน พีซพรรณ และยานพาหนะ ซึ่งยังมีแหล่งกำเนิดมลพิษชนิดอื่นๆอีก เช่น เต้าเผาศพ เต้าเผาของโรงพยาบาล การเผาในที่โล่ง และโรงงานอุตสาหกรรมที่เหลือ แต่เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลในการประเมิน เช่น ข้อมูลของโรงงานใน EIA ที่ไม่ได้เผยแพร่หรือไม่สามารถเข้าถึงได้ หรือไม่มีข้อมูลค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับแหล่งกำเนิดนั้นๆ ทำให้ไม่สามารถประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ภัคพงศ์ พจนารถ. “สถานการณ์ของปัญหามลพิษทางอากาศเกิดในเมืองใหญ่ของประเทศไทย: กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร เชียงใหม่ และ ระยอง” วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 12, ฉบับที่ 1, 2559. หน้า 125-128
- [2] กรมควบคุมมลพิษ. 2560. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2559. กรุงเทพฯ : บริษัท หัวใหญ่ จำกัด.
- [3] กรมควบคุมมลพิษ. 2560. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กฎ ประกาศ และระเบียบที่เกี่ยวข้องด้านการควบคุมมลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- [4] บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน). 2560. รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ โครงการโรงผลิตสารโอเลฟินส์ (ส่วนขยาย ครั้งที่ 3) ของบริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน). กรุงเทพฯ : บริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด.
- [5] เทศบาลเมืองมาบตาพุด. 2558. แผนพัฒนาสามปี (พ.ศ. 2559 – 2561) เทศบาลเมืองมาบตาพุด. [Online]. Available : <http://www.mtp.go.th/public/article-title/39>.
- [6] สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. 2558. มลพิษทางอากาศ: การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมของ ไทย. [Online]. Available : <http://www/parliament.go.th/library>.
- [7] สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร. 2557. “การจัดทำบัญชีการระบายสารมลพิษทางอากาศสำหรับ เมืองขนาดเล็กและเมืองขนาดกลาง.” ใน การอบรมภายใต้โครงการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับการจัดการคุณภาพอากาศ ประจำปี 2557. กรุงเทพฯ : สำนักสิ่งแวดล้อม.
- [8] กรมควบคุมมลพิษ. 2552. แนวทางการคาดการณ์การปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ส่วนสารอันตราย สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ.
- [9] สฤชดี โคตุละ. “บัญชีรายการการปลดปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา.” วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2553.
- [10] กรมควบคุมมลพิษ. 2556. คู่มือการประเมินการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษสำหรับโรงงาน อุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมีในประเทศไทย. [Online]. Available : <http://prtr.pcd.go.th>.
- [11] เอกพล ฉิมพงษ์. 2553. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS). [Online]. Available : <http://kmcenter.rid.go.th/kmc14/information.html>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [12] บัณฑิต ชูแสงศรี. “การทำบัญชีปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของแหล่งกำเนิดจากโรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนงานวิจัยโครงการขยายจุ่มกอิเล็กทรอนิกส์” วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2559.
- [13] ชัญญานุช เสดะจิต. “การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมรอบๆ บริเวณติดตั้งเครื่องขยายจุ่มกอิเล็กทรอนิกส์ระยะที่ 2” วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2559.
- [14] Prabamroong, T., Manomaiphiboon, K., Limpaseni, W., Sukhapan, J., and Bonnet, S. 2012. “Ozone and its potential control strategy for Chon Buri city, Thailand.” J. Air Waste Manage. Assoc. 62:12, 1411-1422, doi:10.1080/10962247.2012.716385
- [15] คณะทำงานโครงการ JICA-PRTR. 2560. ทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษประจำปี 2557 จังหวัดระยอง. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ.
- [16] คณะทำงานโครงการ JICA-PRTR. 2560. ทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษประจำปี 2558 จังหวัดระยอง. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ.
- [17] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2551. ก๊าซ LPG พลังงานสำหรับการหุงต้ม. กรุงเทพฯ : กระทรวงพลังงาน
- [18] B. Baker et al. 2005. “Wet and dry season ecosystem level fluxes of isoprene and monoterpenes from a southeast Asian secondary forest and rubber tree plantation” Atmospheric Environment. 39, 381-390
- [19] วนิตา ทองช่วย. 2552. มลพิษจากการใช้พลังงานทางเลือก. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมโรงงานส่วนกลาง, สำนักวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมโรงงาน.
- [20] สมรัฐ เกิดสุวรรณ. 2547. การเผาไหม้และการควบคุมมลพิษ. ปทุมธานี : บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด.
- [21] กัมปนาท เทียนน้อย. 2555. การควบคุมปริมาณมลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซลด้วยกระบวนการซีล็คทีฟแคทตาลิสต์รีดักชัน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [22] สุเพชร จิรขจรกุล. 2552. เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.3.1. พิมพ์ครั้งที่ 1 : นนทบุรี : บริษัท เอส.อาร์. พรินติ้ง แมสโปรดักส์ จำกัด.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [23] ชีรพงศ์ สายรัตน์, มณีรัตน์ องค์กรวัฒนดี และสหลาภ หอมวุฒิมวงค์. 2557. การกระจายเชิงพื้นที่ของเบนซีนและโทลูอินในอากาศภายในสถานีบริการน้ำมัน.
- [24] A. Guenther et al. 1995. A global model of natural volatile organic compound emissions. *Journal of Geophysical Research* 100, 8873–8892.
- [25] Penuelas, J., and Staudt, M. 2015. BVOCs and global change. *Special Issue: Induced biogenic volatile organic compounds from plants. Trends in Plant Science, Vol.15 No.3*
- [26] บริษัท ยูโนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด. 2552. รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการบ้านพิงฟ้า : การประเมินค่าความจุของถนน.
- [27] สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. 2555. โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนแม่บทในการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืนและลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. กรุงเทพฯ : กรมทางหลวง
- [28] ศตพร และคณะ. 2555. การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการสำหรับทางหลวงสองช่องทาง. *วิศวกรรมสาร มก.* ฉบับที่ 80 ปีที่ 25. หน้า 9
- [29] U.S. Environmental Protection Agency. 1993. Emission factor documentation for AP-42 section 1.5 liquefied petroleum gas combustion. Research Triangle Park, NC.
- [30] U.S. Environmental Protection Agency. 1999. Nitrogen Oxides (NO_x), Why and How They Are Controlled. Research Triangle Park, NC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับการคมนาคมที่ความเร็วเฉลี่ยของ
ยานพาหนะ 70 - 79 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ชนิดยานพาหนะ	ชนิดเชื้อเพลิง	EF (กรัม/กิโลเมตร)				
		VOCs	CO	NO _x	CO ₂	PM ₁₀
LDC	GSL	0.0343	0.6054	0.1394	131.20	-
	GH1	0.0102	0.2069	0.0149	112.60	-
	GH2	0.0048	0.0886	0.0176	118.43	-
	GH3	0.0080	0.0653	0.0162	113.45	-
	NGV	0.0633	0.0372	0.3740	119.69	-
	LPG	0.1273	0.2045	3.2316	125.82	-
LDB	NGV	0.1691	0.4655	0.1165	106.62	-
	LPG	0.3128	0.2043	2.2470	129.62	-
HDB	DS	0.4400	1.5900	5.4000	595.00	0.8010
	NGV	2.4776	0.7691	10.4017	772.96	-
LDT	DS	0.0588	0.3375	0.4334	156.02	0.0525
	NGV	0.0633	0.0372	0.3740	119.69	-
HDT	DS	0.2900	1.9000	5.2600	577.00	0.3580
	NGV	2.4776	0.7691	10.4017	772.96	-
MC	GSL	0.3887	6.5294	0.3922	31.01	-
	GH	0.1308	2.8436	0.2233	28.65	-

ที่มา สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. 2555. โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนแม่บทในการพัฒนาระบบ
การขนส่งที่ยั่งยืนและลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. กรุงเทพฯ : กรมทางหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับการคมนาคมที่ความเร็วเฉลี่ยของ
ยานพาหนะ 80 - 89 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ชนิดยานพาหนะ	ชนิดเชื้อเพลิง	EF (กรัม/กิโลเมตร)				
		VOCs	CO	NO _x	CO ₂	PM ₁₀
LDC	GSL	0.0320	0.6150	0.1280	124.81	-
	GH1	0.0099	0.1999	0.0144	106.65	-
	GH2	0.0047	0.0886	0.0156	113.25	-
	GH3	0.0079	0.0655	0.0152	107.76	-
	NGV	0.0579	0.0341	0.3859	112.42	-
	LPG	0.1187	0.1676	3.2494	117.90	-
LDB	NGV	0.1526	0.4400	0.1067	101.30	-
	LPG	0.2850	0.1870	2.1886	124.73	-
HDB	DS	0.4600	1.6700	5.6700	625.00	0.8410
	NGV	2.2692	0.7451	10.0053	722.94	-
LDT	DS	0.0565	0.3062	0.3929	148.26	0.0511
	NGV	0.0579	0.0341	0.3859	112.42	-
HDT	DS	0.3000	2.0000	5.5300	606.00	0.3750
	NGV	2.2692	0.7451	10.0053	722.94	-
MC	GSL	0.3540	6.0660	0.4120	30.31	-
	GH	0.1240	2.8360	0.2340	27.98	-

ที่มา สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. 2555. โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนแม่บทในการพัฒนาระบบ
การขนส่งที่ยั่งยืนและลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. กรุงเทพฯ : กรมทางหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศสำหรับการคมนาคมที่ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะมากกว่า 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ชนิดยานพาหนะ	ชนิดเชื้อเพลิง	EF (กรัม/กิโลเมตร)				
		VOCs	CO	NO _x	CO ₂	PM ₁₀
LDC	GSL	0.0290	0.6230	0.1190	119.43	-
	GH1	0.0096	0.1940	0.0142	101.65	-
	GH2	0.0045	0.0883	0.0141	108.87	-
	GH3	0.0078	0.0657	0.0143	102.99	-
	NGV	0.0535	0.0315	0.3966	106.38	-
	LPG	0.1116	0.1405	3.2651	111.33	-
LDB	NGV	0.1393	0.4186	0.0988	96.83	-
	LPG	0.2625	0.1729	2.1384	120.57	-
HDB	DS	0.4900	1.7800	6.0500	667.00	0.8970
	NGV	2.1000	0.7246	9.6682	681.52	-
LDT	DS	0.0545	0.2810	0.3603	141.74	0.0499
	NGV	0.0535	0.0315	0.3966	106.38	-
HDT	DS	0.3200	2.1300	5.8900	646.00	0.4000
	NGV	2.1000	0.7246	9.6682	681.52	-
MC	GSL	0.3260	5.6850	0.4340	29.72	-
	GH	0.1180	2.8290	0.2440	27.40	-

ที่มา สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. 2555. โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนแม่บทในการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืนและลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. กรุงเทพฯ : กรมทางหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข
ข้อมูลอื่นๆที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.1 การคำนวณเพื่อหาความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ

วิธีการประเมินสภาพการจราจร [26] มีดังนี้

- 1) กำหนดให้ปริมาณการจราจรที่ตรวจนับได้จากข้อมูลสถิติปี 2559 ของกรมทางหลวงเป็นตัวแทนของการจราจรบนเส้นทางที่โครงการคาดว่าจะใช้ในเบื้องต้น
- 2) ปรับเปลี่ยนปริมาณรถแต่ละประเภทที่ได้จากการตรวจนับให้เป็นหน่วยเดียวกันกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit: PCU) โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักของยานแต่ละชนิด (Passenger Car Equivalent Factor : PCE) ดังตารางที่ ข.2
- 3) หาอัตราส่วนของปริมาณการจราจร (V/C Ratio) จากสูตร

$$V/C \text{ Ratio} = \text{ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)} / \text{ความจุของถนน}$$
 โดยที่ความจุของถนน (C) พิจารณาจากความสามารถในการรองรับของถนนบนทางหลวงแสดงดังตารางที่ ข.1
- 4) เปรียบเทียบค่า V/C Ratio ที่ประเมินได้กับค่าการจัดระดับการให้บริการของพื้นผิวจราจรแสดงดังตารางที่ ข.4 และหาความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะตามระดับการให้บริการ

ตารางที่ ข.1 ความจุของถนน (C) แต่ละสาย

ชื่อถนน	หมายเลขถนน - จุดควบคุม	ช่องจราจร	C
มาบตาพุด - ระยอง	0003 - 0502	4	4000
มาบข่า - ทับมา	0036-0202	4	4000
ศูนย์ราชการระยอง - นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด	0363 - 0100	2	2000
มาบตาพุด - แยกนิคมพัฒนา	3191 - 0101	2	2000
แยกทางหลวงหมายเลข 3 - หนองแพปล	3392	2	2000

ที่มา กรมทางหลวง, 2559

ตารางที่ ข.2 ค่าถ่วงน้ำหนักของยานแต่ละชนิด (Passenger Car Equivalent Factor : PCE)

ชนิดยานพาหนะ	Passenger Car Equivalent Factor
รถยนต์	1.00
รถโดยสารขนาดเล็ก	1.00
รถโดยสารขนาดใหญ่	1.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดยานพาหนะ	Passenger Car Equivalent Factor
รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	1.30
รถบรรทุกขนาดกลาง (6 ล้อ)	1.50
รถบรรทุกขนาดใหญ่ (10 ล้อ)	1.70
จักรยาน	0.25
สามล้อเครื่องและจักรยานยนต์	0.30

ที่มา บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด. 2552. รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการบ้านพิงฟ้า : การประเมินค่าความจุของถนน.

ตารางที่ ข.3 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)

ประเภทยานพาหนะ	คันต่อชั่วโมง					PCU ต่อชั่วโมง				
	3	36	363	3191	3392	3	36	363	3191	3392
รถยนต์	885	556	659	633	487	884.9	556.0	658.5	633.0	487.4
รถโดยสารขนาดเล็ก	27	27	4	83	48	26.9	26.8	3.8	83.5	48.1
รถโดยสารขนาดใหญ่	59	70	11	151	63	89.2	105.4	17.2	226.6	94.3
รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	607	316	391	407	499	789.0	410.5	508.5	529.1	649.0
รถบรรทุกขนาดกลาง (6 ล้อ)	39	31	33	90	104	57.8	45.9	49.8	134.6	156.6
รถบรรทุกขนาดใหญ่ (10 ล้อ)	83	101	93	263	264	141.9	171.7	158.2	447.8	449.4
จักรยาน	1	0	0	0	1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2
สามล้อเครื่องและจักรยานยนต์	285	171	176	212	180	85.5	51.3	52.8	63.5	54.1
รวม						2,075	1,368	1,449	2,118	1,939

ที่มา กรมทางหลวง, 2559

ตารางที่ ข.4 การจัดระดับการให้บริการของพื้นผิวจราจรบนถนนแต่ละสาย

หมายเลขถนน	3	36	363	3191	3392
V/C	0.52	0.34	0.72	1.06	0.97
ระดับการให้บริการ	B	A	C	E	E
ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ (กม./ชม.)	80 - 89	≥ 90	70 - 79	50 - 59	50 - 59

ที่มา ศตพร และคณะ. 2555. การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการสำหรับทางหลวงสองช่องทาง.

วิศวกรรมสาร มก. ฉบับที่ 80 ปีที่ 25. หน้า 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

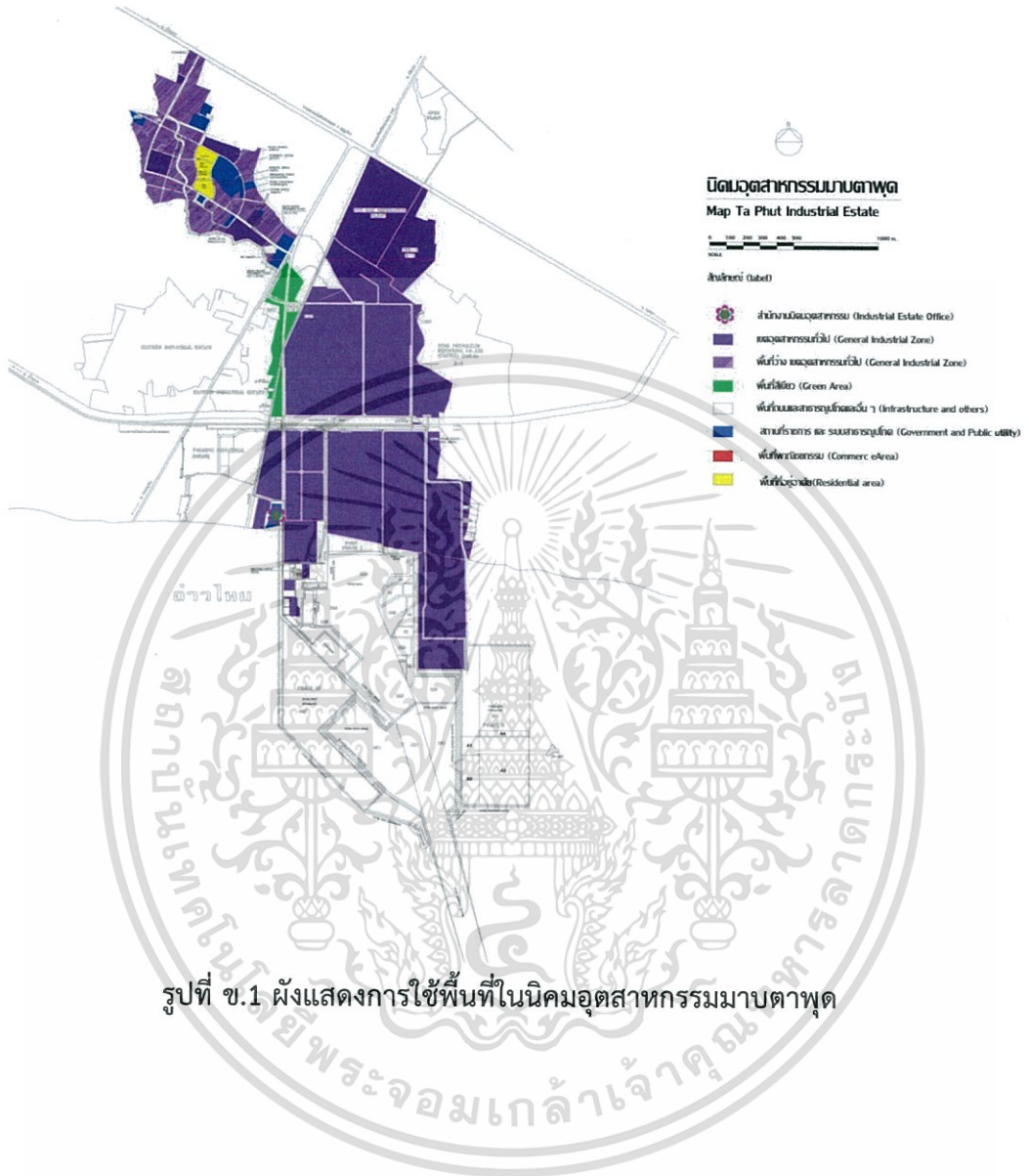
ภาคผนวก ข.2 ผลการคำนวณปริมาณการใช้รถยนต์เฉลี่ยต่อปี (VKG)

ตารางที่ ข.5 ปริมาณการใช้รถยนต์เฉลี่ยต่อปี (Vehicle kilometer gross)

ชนิดของยานพาหนะ	ชนิดของเชื้อเพลิง	การใช้รถยนต์เฉลี่ยต่อปี (1000 กม./ปี) ของถนนแต่ละสาย				
		3	36	363	3191	3392
LDC	GSL	4,441	1,349	3,318	4,671	3,380
	GH1	6,832	2,075	5,104	7,187	5,200
	GH2	6,491	1,971	4,849	6,828	4,940
	GH3	7,174	2,179	5,359	7,546	5,460
	NGV	7,515	2,282	5,614	7,906	5,720
	LPG	1,708	519	1,276	1,797	1,300
LDB	NGV	831	401	116	3,790	2,054
	LPG	208	100	29	947	513
HDB	DS	1,836	1,049	355	6,861	2,682
	NGV	459	262	89	1,715	670
LDT	DS	22,963	5,774	14,856	22,641	26,099
	NGV	469	118	303	462	533
HDT	DS	3,768	1,964	3,915	16,038	15,740
	NGV	942	491	979	4,009	3,935
MC	GSL	2,200	638	1,364	2,404	1,925
MC	GH	8,799	2,551	5,455	9,614	7,702
รวม		76,636	23,721	52,982	104,416	87,854

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.3 ภาพอ้างอิงที่ใช้ในโปรแกรม ArcGIS 10.4.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้