

การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม
รอบๆ บริเวณติดตั้งเครือข่ายจุ่มกอิเล็กทรอนิกส์ระยะที่ 2



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม
รอบๆ บริเวณติดตั้งเครือข่ายจุ่มกอิเล็กทรอนิกส์ระยะที่ 2



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EMISSION INVENTORY OF AIR POLLUTANTS FROM INDUSTRIAL PLANTS
AROUND E-NOSE MONITORING NETWORK: PHASE 2



A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF BACHELOR IN CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง

การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานในนิคม
อุตสาหกรรมรอบๆ บริเวณติดตั้งเครือข่ายจุ่มกอล์ฟอิเล็กทรอนิกส์
ระยะที่ 2

โดย

นางสาวชญานุช เสดะจิต

อาจารย์ที่ปรึกษา

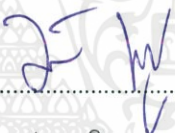
ดร.นริศรา ทองบุญชู

สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์


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


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


.....กรรมการ
(อ.ศิริพันธ์ มุรธาธัญลักษณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง	การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมรอบๆ บริเวณติดตั้งเครื่องข่ายจุมุกอิเล็กทรอนิกส์ระยะที่ 2
โดย	นางสาวชญานุช เสดะจิต
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.นริศรา ทองบุญชู

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมรอบๆ บริเวณติดตั้งเครื่องข่ายจุมุกอิเล็กทรอนิกส์ระยะที่ 2 และบัญชีการปลดปล่อยนี้จะถูกใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการทำแบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง การประเมินจะใช้วิธีคูณกำลังการผลิตด้วยสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ โดยข้อมูลกิจกรรม อาทิ กำลังการผลิต และข้อมูลกระบวนการได้มาจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละโรงงาน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษได้มาจากรายงานของหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ งานวิจัยนี้สามารถประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศได้ทั้งหมด 12 โรงงานจากโรงงานทั้งหมด 64 โรง เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูล โรงงานที่ทำการประเมินประกอบด้วย โรงกลั่น โรงเคมีและปิโตรเคมี โรงเหล็กชั้นปลาย โรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์ และโรงไฟฟ้า ผลการประเมินพบว่า โรงกลั่นมีการปลดปล่อย VOCs สูงที่สุด คิดเป็นปริมาณ 154,664 ตันต่อปี รองลงมาคือ SO₂ NO_x PM₁₀ และ CO ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแยกตามแหล่งกำเนิดหลักของมลพิษแต่ละชนิดพบว่า VOCs ถูกปล่อยจากกระบวนการผลิตเป็นหลัก ส่วนสารชนิดอื่นๆ จะมาจากกระบวนการเผาไหม้ เมื่อจำแนกชนิดของ VOCs ที่มีการปลดปล่อยสูงสุดสองอันดับแรก คือ พอร์มาลดีไฮด์ และนอร์มอลเฮกเซน ในส่วนของโรงเคมีและปิโตรเคมีจำนวน 6 โรง สามารถประเมินได้เฉพาะ VOCs ซึ่งมีปริมาณการปลดปล่อยเท่ากับ 2,077 ตันต่อปี โดยถูกปล่อยจากกระบวนการผลิต เช่น การระบายจากอุปกรณ์ การรั่วไหลจากข้อต่อ และถังกักเก็บ เมื่อพิจารณา VOCs ที่สามารถจำแนกชนิดได้พบว่า มีการปลดปล่อยคลอรีนสูงที่สุดจากโรงงานที่ผลิตสารคลออัลคาไลน์ ในส่วนโรงของโรงไฟฟ้าจำนวน 3 โรง มีการปลดปล่อย CO₂ ในปริมาณสูงที่สุดเท่ากับ 2,459,561 ตันต่อปี รองลงมาคือ NO_x CO VOCs PM₁₀ และ SO₂ ตามลำดับ โดยแหล่งกำเนิดที่สำคัญมาจากกระบวนการเผาไหม้ ได้แก่ หม้อไอน้ำ และกังหันก๊าซ สำหรับโรงงานประเภทอื่นๆ ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษสูงสุดจากโรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์และโรงเหล็ก คือ CO₂ และ NO_x ที่อัตรา 5,650 และ 70 ตันต่อปี ตามลำดับ

Report Title	Emission inventory of air pollutants from industrial plants around E-Nose monitoring network: phase 2
By	Ms. Chanyanutch Setajit
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Chemical Engineering
Year	2016
Advisor	Dr. Narisara Thongboonchoo

ABSTRACT

The objectives of this study are to prepare emission inventory of air pollutants from industrial plants around E-Nose monitoring network: phase 2. This inventory will be used as database for air pollutants modeling in industrial estate area in Rayong. The air pollutant emissions were developed by using emission factor technique. Activity data such as production capacity and process description were obtained from the Environmental Impact Assessment (EIA) of each plants while emission factors were reported by recognized organization. This study could estimate air pollutant emission of 12 plants from 64 plants due limitation of information. These plants consist of refinery, chemical and petrochemical, steel, synthetics fiber, and power plant. The results show that VOCs is the highest pollutant released from refinery plant at 154,664 ton/year, follow by SO₂, NO_x, PM₁₀ and CO, respectively. When classified the main sources of each air pollutants, Major source of VOCs are from production while other pollutants are major released from combustion process. When classified types of VOCs, the two highest emission are formaldehyde and *n*-hexane. For six of chemical and petrochemical plants, VOCs was only species that could be evaluated. It was released at 2,077 ton/year from production process such as reactor vent, storage tank and leakage from appendages, pumps and valves. For VOCs that could be specified, chlorine is the highest VOCs released from chlor-alkali plant. For three power plants, CO₂ is the highest pollutant released at 2,459,561 ton/year, follow by NO_x, CO, VOCs, PM₁₀, and SO₂, respectively. The main sources of pollutants are equipment from combustion process such as boiler and gas turbine. For other plants, the highest amount of pollutant from synthetic fiber and steel plant are CO₂ and NO_x at 5,650 and 70 ton/year, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์จาก ดร.นริศรา ทองบุญชู อาจารย์ที่ปรึกษา ที่มอบความรู้ ให้คำแนะนำ ชี้แนะข้อบกพร่อง และช่วยแก้ไขปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ในระหว่างการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ช่วยให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆ แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการอนุเคราะห์และการสนับสนุนทางการเงินในการทำงานวิจัย รวมถึงเอื้อเฟื้อสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ

ขอขอบคุณสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับการเอื้อเฟื้อข้อมูลเพื่อประกอบการทำงานวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างแก่ข้าพเจ้า คอยอบรมสั่งสอน และส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้มีการศึกษา ทุกคนในครอบครัวที่คอยให้การสนับสนุนตลอดมา และผู้มีพระคุณที่ไม่ได้กล่าวมา ณ ที่นี้

หากเกิดความผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้ ณ ที่นี้ คุณค่าและประโยชน์อันได้อันพึงมาจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชญัญญาช เสตะจิต

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎี.....	4
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับจังหวัดระยอง และนิคมอุตสาหกรรม.....	4
2.2 อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.2.1 อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์.....	6
2.2.1.1 โรงกลั่นน้ำมัน.....	8
2.2.1.2 โรงพอลิเมอร์.....	9
2.2.2 อุตสาหกรรมพลังงาน.....	10
2.2.3 อุตสาหกรรมเหล็ก.....	11
2.3 แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม.....	12
2.3.1 การปลดปล่อยจากกระบวนการเผาไหม้.....	13
2.3.2 การปลดปล่อยจากกระบวนการผลิต.....	13
2.3.2.1 อุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี.....	13
2.3.2.2 อุตสาหกรรมพลังงาน.....	14
2.3.2.3 อุตสาหกรรมเหล็ก.....	14
2.3.3 การปลดปล่อยจากถังกักเก็บ.....	15
2.3.3.1 ถังกักเก็บชนิดหลังคาตริง.....	15
2.3.3.2 ถังกักเก็บชนิดหลังคาลอย.....	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 วิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษ.....	16
2.4.1 การตรวจวัด.....	16
2.4.2 การจัดทำสมดุลมวล.....	16
2.4.3 การใช้ตัวคูณอัตราการปลดปล่อยมลพิษ.....	17
2.4.4 การใช้หลักทางวิศวกรรม.....	18
2.4.5 การใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป.....	18
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	22
3.1 การศึกษาข้อมูล และคัดเลือกวิธีการประเมิน.....	22
3.2 การรวบรวมข้อมูลโรงงาน.....	22
3.3 การรวบรวมข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ.....	23
3.4 การคัดกรองข้อมูล.....	25
3.5 ขั้นตอนการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ.....	25
3.5.1 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากกระบวนการเผาไหม้.....	25
3.5.2 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากกระบวนการผลิต.....	27
3.5.3 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากถังกักเก็บ.....	29
3.6 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงงานแต่ละประเภท.....	32
3.6.1 โรงกลั่น.....	32
3.6.2 โรงเคมีและปิโตรเคมี.....	32
3.6.3 โรงเหล็กชั้นปลาย.....	33
3.6.4 โรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์.....	34
3.6.5 โรงไฟฟ้า.....	34
บทที่ 4 ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ.....	35
4.1 ข้อมูลกำลังการผลิต.....	35
4.2 ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศโดยรวม.....	36
4.3 ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษแยกตามประเภทอุตสาหกรรม.....	37
4.3.1 โรงกลั่น.....	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.2 โรงเคมีและปิโตรเคมี	37
4.3.3 โรงเหล็กชั้นปลาย.....	38
4.3.4 โรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์.....	39
4.3.5 โรงไฟฟ้า	39
4.4 ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษแยกตามแหล่งกำเนิด	40
4.4.1 โรงกลั่น.....	40
4.4.2 โรงเคมีและปิโตรเคมี.....	41
4.4.3 โรงเหล็กชั้นปลาย.....	42
4.4.4 โรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์.....	42
4.4.5 โรงไฟฟ้า.....	43
4.5 ผลการประเมินและการจำแนกชนิดสารอินทรีย์ระเหย	43
4.6 การเปรียบเทียบผลการประเมินกับข้อมูลจากปล่องระบายควัน	47
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	49
5.1 สรุปผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ	49
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	50
เอกสารอ้างอิง.....	52
ภาคผนวก.....	55

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 จำนวนและประเภทของโรงงานที่มีจำนวนมากเป็น 10 อันดับแรกในจังหวัดระยอง	5
3.1 Emission Factor ของโรงงานผลิตพอลิโพรพิลีนที่มีกระบวนการผลิตแบบ บัลค์พอลิเมอร์โรเซชัน	23
3.2 สัดส่วนสารอินทรีย์ระเหยจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ในโรงงานผลิตพอลิโพรพิลีนที่มี กระบวนการผลิตแบบบัลค์พอลิเมอร์โรเซชัน	24
3.3 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษแยกตามกระบวนการย่อยสำหรับโรงงานผลิต พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต	24
3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของโรงกลั่นน้ำมัน (แยกตามชนิดของมลพิษ).....	26
3.5 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของโรงไฟฟ้า (แยกตามชนิดของมลพิษ)	27
3.6 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสำหรับโรงงานผลิตโพลีสไตรีน	28
3.7 การปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยสำหรับโรงงานผลิตโพลีสไตรีน โดยแยกตามแหล่งกำเนิด ...	28
3.8 องค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยที่ถูกปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดต่างๆ สำหรับโรงงาน ผลิตโพลีสไตรีน.....	28
3.9 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสำหรับโรงงานผลิตพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต.....	29
3.10 การประเมินการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากโรงเคมีและปิโตรเคมี.....	33
3.11 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงเหล็กชั้นปลาย	33
3.12 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์.....	34
3.13 วิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศและมลพิษที่ประเมินได้สำหรับ โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม	34
4.1 กำลังการผลิตของโรงงานในแต่ละประเภทอุตสาหกรรม.....	35
4.2 อัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงงานในพื้นที่ศึกษา.....	36
4.3 อัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงกลั่น.....	37
4.4 อัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงเคมีและปิโตรเคมี	38
4.5 อัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงเหล็กชั้นปลาย.....	39
4.6 อัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์.....	39
4.7 มลพิษทางอากาศที่ปลดปล่อยจากโรงไฟฟ้าแต่ละโรง	40
4.8 ปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดจากโรงกลั่น	46
4.9 ปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดจากโรงเคมีและปิโตรเคมี	46
4.10 การเปรียบเทียบผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษกับข้อมูลจากปล่อง ระบายควันจาก EIA ของแต่ละโรงงาน	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนผังความสัมพันธ์ระหว่างอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	8
2.2 ผังกระบวนการผลิตของโรงกลั่น	9
2.3 แผนภาพการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง	11
2.4 กระบวนการผลิตเหล็กขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลาย	12
2.5 โครงสร้างของถังกักเก็บชนิดหลังคาตริง หลังคาลอยภายนอก และหลังคาลอยภายใน	16
2.6 หน้าต่างเมื่อเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม TANKS 4.0.9d	19
3.1 การระบุลักษณะทางกายภาพของถังกักเก็บน้ำมันดีเซลในโปรแกรม TANKS 4.0.9d	30
3.2 การเพิ่มข้อมูลและกำหนดสถานที่ตั้งของถังกักเก็บน้ำมันดีเซลในโปรแกรม TANKS 4.0.9d	30
3.3 การกำหนดประเภทและชนิดของสารที่บรรจุในถังกักเก็บในโปรแกรม TANKS 4.0.9d	31
3.4 ผลการประเมินการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากถังกักเก็บน้ำมันดีเซลด้วยโปรแกรม TANKS 4.0.9d	31
3.5 ผลการประเมินการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากถังกักเก็บน้ำมันดีเซลด้วยโปรแกรม TANKS 4.0.9d	31
3.6 แผนภูมิของการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศสำหรับโรงกลั่นน้ำมัน	32
4.1 สัดส่วนการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด โดยแยกตามแหล่งกำเนิดสำหรับโรงกลั่น	41
4.2 สัดส่วนการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด โดยแยกตามแหล่งกำเนิดสำหรับโรงเคมีและปิโตรเคมี	41
4.3 สัดส่วนการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด โดยแยกตามแหล่งกำเนิดสำหรับโรงเหล็กขั้นปลาย ..	42
4.4 สัดส่วนการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด โดยแยกตามแหล่งกำเนิดสำหรับโรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์	43
4.5 สัดส่วนการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดจากโรงกลั่น	45
4.6 สัดส่วนการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดจากโรงเคมีและปิโตรเคมี	45

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทยอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525-2529) ที่เร่งพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกให้เป็นที่ตั้งอุตสาหกรรมหนักและเบาเพื่อการส่งออก และอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่ครบวงจร ทำให้จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมต่างๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ถึงแม้ว่าภาคอุตสาหกรรมจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและความเป็นอยู่ของประชาชน แต่กลับส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชน และสภาพแวดล้อมโดยรอบ โดยเฉพาะการปลดปล่อยของเสียและมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กากของเสีย น้ำทิ้ง และมลพิษทางอากาศ ทำให้ประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณโดยรอบนิคมอุตสาหกรรมเกิดปัญหาสุขภาพอย่างเลี่ยงไม่ได้ และจากแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกดังกล่าวที่ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด คือ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง ทำให้จังหวัดระยองกลายเป็นเมืองสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ เพราะทำเลที่ตั้งอยู่ไม่ไกลจากกรุงเทพมหานคร มีพื้นที่ที่อุดมไปด้วยทรัพยากรธรรมชาติ และมีลักษณะเป็นอ่าวทำให้เรือสามารถเข้าถึงได้ ทำให้เกิดการก่อตั้งนิคมอุตสาหกรรมที่สำคัญมากมาย อาทิเช่น นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด เหมราชตะวันออก ฝาแดง เอเชีย และอาร์ ไอ แอล สำหรับโรงงานที่ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมในจังหวัดระยองนั้น ส่วนใหญ่เป็นโรงงานประเภทปิโตรเลียมและปิโตรเคมี ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญในการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ฝุ่นละออง (PM) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) และสารประกอบอินทรีย์ระเหย (VOCs) ซึ่งงานวิจัยนี้สนใจศึกษาปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของสารกลุ่มนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง VOCs เพราะสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตส่วนใหญ่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งสามารถระเหยเป็นไอ และกระจายตัวได้ที่อุณหภูมิและความดันปกติ หากสัมผัสทางผิวหนังจะทำให้ผิวหนังเกิดการระคายเคือง หากสูดดมเข้าไปจะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ มีฤทธิ์กดประสาท ทำให้เวียน ปวดศีรษะ หรือหมดสติได้ และหากได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานจะเป็นอันตรายต่อดับและไต และเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งด้วย [1] ปัญหาจากมลพิษทางอากาศดังกล่าวจึงถือว่าเป็นปัญหาหลัก โดยเฉพาะเรื่องกลิ่นเหม็นรบกวน และจากการรวบรวมข้อมูลด้านสุขภาพจากศูนย์บริการสาธารณสุขในปี 2552 จำนวน 5 แห่งในเขตเทศบาลเมืองมาบตาพุดพบว่าอัตราการเจ็บป่วยที่พบมากที่สุด คือ โรคระบบทางเดินหายใจ โดยสถิติตั้งแต่ปี 2548 ถึง 2552 พบว่า การเพิ่มจำนวนผู้ป่วยจากโรคทางเดินหายใจมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบอัตราการป่วยในระดับพื้นที่กับระดับประเทศแล้ว อัตราการป่วยด้วยระบบทางเดิน

หายใจของจังหวัดระยองยังสูงกว่าระดับประเทศอีกด้วย [2] ทำให้มีการร้องเรียนจากประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณรอบแหล่งอุตสาหกรรม เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาดำเนินการแก้ไขหรือรับผิดชอบกับปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการควบคุม ลด และขจัดมลพิษต่างตระหนักถึงความรุนแรงของปัญหา และออกมาตรการเพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และกรมควบคุมมลพิษ ร่วมดำเนินการจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อลดและขจัดมลพิษในพื้นที่ตำบลมาบตาพุด เป็นต้น

ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้ได้เล็งเห็นความสำคัญของปริมาณมลพิษทางอากาศที่ปลดปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่รอบนิคมอุตสาหกรรมในอำเภอเมือง จังหวัดระยอง เนื่องจากความร่วมมือระหว่างสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยในการพัฒนาเครือข่ายเฝ้าระวังปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหย โดยใช้โครงข่ายจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (E-Nose) ตั้งแต่ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2557-2558) จนมาถึงระยะที่ 2 (พ.ศ. 2558-2559) ในระยะที่ 1 ได้มีการจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษรอบๆ โรงงานที่อยู่ใกล้กับโครงข่ายจมูกอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่บางส่วนของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดไปแล้วนั้น แต่ในระยะที่ 2 ได้มีการขยายพื้นที่ครอบคลุมมากขึ้น โดยติดตั้งจมูกอิเล็กทรอนิกส์ในนิคมมาบตาพุด เอเชีย เหมราชตะวันออก และผาแดง ทำให้มีความจำเป็นต้องจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงงานรอบๆ เครือข่ายระยะที่ 2 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแบบจำลองมลพิษทางอากาศในพื้นที่ นำข้อมูลมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ร่วมกับอุปกรณ์จมูกอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เป็นแนวทางในการควบคุม แก้ไข และลดปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ รวมทั้งการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ดังกล่าว ซึ่งจะทำให้สามารถลดความขัดแย้งระหว่างประชาชนกับภาคอุตสาหกรรมลงได้ รวมถึงทำให้ประชาชนที่อยู่ในบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมีคุณภาพชีวิต และสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้นด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมรอบๆ บริเวณติดตั้งจมูกอิเล็กทรอนิกส์ระยะที่ 2
- 2) เป็นฐานข้อมูลสำหรับการทำแบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม จังหวัดระยองในอนาคต

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1) ประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ เฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่บริเวณรอบจุดติดตั้งจมูกอิเล็กทรอนิกส์ ระยะที่ 2 ในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด เอเชีย เหมราชตะวันออก และผาแดง จังหวัดระยอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) มลพิษทางอากาศที่ทำการประเมิน คือ ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ฝุ่นละอองขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และสารอินทรีย์ระเหย (VOCs)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) มีความเข้าใจวิธีการประเมินและสามารถจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศได้
- 2) เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับใช้วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของแต่ละโรงงานที่จะปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ ในกรณีที่จุ่มกิโลกรัมหรือนิกซ์ตรวดมลพิษในอากาศที่เข้มข้นผิดปกติได้
- 3) สามารถนำข้อมูลจากการจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษไปใช้ทำแบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศได้ในอนาคต



บทที่ 2

ทฤษฎี

ในการจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ จะต้องศึกษาข้อมูลของพื้นที่ศึกษา ลักษณะอุตสาหกรรม แหล่งกำเนิดมลพิษจากอุตสาหกรรมแต่ละประเภท และเทคนิคที่ใช้ในการประเมิน โดยมีรายละเอียดของแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับจังหวัดระยอง และนิคมอุตสาหกรรม

ระยองเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย มีเนื้อที่ประมาณ 3,522 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,220,000 ไร่ เป็นจังหวัดที่มีแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียง และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมากจากการเป็นเมืองอุตสาหกรรม มีท่าเรือน้ำลึกขนาดใหญ่ ซึ่งถือเป็นยุทธศาสตร์ที่สำคัญสำหรับการผลิตเพื่อส่งออก ซึ่งจังหวัดระยองอยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ระยะทางประมาณ 179 กิโลเมตร มีจำนวนประชากร 688,999 คน คิดเป็นความหนาแน่น 193.97 คนต่อตารางกิโลเมตร โดยมีอาณาเขตทิศเหนือติดต่อกับเขตอำเภอหนองใหญ่ อำเภอบ่อทอง อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ทิศใต้ติดต่อกับอ่าวไทย มีชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 100 กิโลเมตร ทิศตะวันออกติดต่อกับเขตอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี และทิศตะวันตกติดต่อกับเขตอำเภอสัตหีบ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี [3] จากข้อมูล Gross Regional and Province Product (GPP) ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ พบว่าจังหวัดระยองเป็นจังหวัดที่มีรายได้เฉลี่ยประชากรต่อหัวสูงเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ โดยในปี 2557 รายได้ของประชากรต่อหัวต่อปีสูงถึง 1,008,615 บาท [4] นอกจากนี้จังหวัดระยองยังเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมที่สำคัญหลายแห่ง ซึ่งเป็นผลมาจากโครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก อาทิเช่น นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด นิคมอุตสาหกรรมเหมราชตะวันออก นิคมอุตสาหกรรมผาแดง นิคมอุตสาหกรรมเอเชีย และนิคมอุตสาหกรรมอาร์ ไอ แอล โดยมีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่จำนวน 2,832 โรงงาน ซึ่งจากการจำแนกประเภทของโรงงานตาม พ.ร.บ.โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งแบ่งโรงงานออกเป็น 107 ประเภท [5] พบว่า มีโรงงานประเภท 77 (โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับรถยนต์ หรือรถพ่วง) อยู่มากที่สุดจำนวน 224 โรง รองลงมาคือโรงงานประเภท 9 (โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ เมล็ดพืช หรือหัวพืช) และประเภท 42 (โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ เคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี ซึ่งมีโซ่ปิอ) จำนวน 148 และ 129 โรง ตามลำดับ ทั้งนี้ข้อมูลของประเภทโรงงานที่มีมากที่สุด 10 อันดับแรกในจังหวัดระยอง แสดงดังตารางที่ 2.1 จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า อุตสาหกรรมหลักในจังหวัดระยองที่มีจำนวนมากสุด 5 อันดับแรกมีโรงงานถึง 4 ประเภทที่ต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ได้แก่ โรงงานทำชิ้นส่วนพิเศษ หรืออุปกรณ์สำหรับรถยนต์หรือรถพ่วง โรงงานทำเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงงานทำพลาสติกเป็นรูปทรงต่าง ๆ และโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการตัดแยกหรือฝักรวมสิ่งปฏิภูล หรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว [6] ซึ่งสาเหตุที่โรงงานดังกล่าวต้องจัดทำรายงานผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องมาจากการดำเนินกิจการที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น เป็นแหล่งปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ ทำให้เกิดการเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม และทำให้คุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่โดยรอบแย่ลง นอกจากนี้โรงกลั่นน้ำมันที่เป็นอุตสาหกรรมประเภทปิโตรเลียม แม้ว่าจะมีจำนวนไม่มาก แต่กระบวนการผลิตและสารตั้งต้นที่ใช้ถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดสารอินทรีย์ระเหยที่สำคัญ ดังนั้นการจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยจะมุ่งเน้นการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะสารประกอบอินทรีย์ระเหยจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่รอบๆ บริเวณติดตั้งจุกอิเล็กทรอนิกส์ระยะที่ 2 ในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด เหมราชตะวันออก ผาแดง และเอเชีย และต้องเป็นโรงงานที่จัดทำรายงานผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมดังขอบเขตงานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ตารางที่ 2.1 จำนวนและประเภทของโรงงานที่มีจำนวนมากเป็น 10 อันดับแรกในจังหวัดระยอง

ลำดับ	ลำดับตามบัญชีโรงงาน	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน	จำนวน (โรง)
1	77(2)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับรถยนต์ หรือรถพ่วง (การทำชิ้นส่วนพิเศษ หรืออุปกรณ์สำหรับรถยนต์ หรือรถพ่วง)	224
2	9(1)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเมล็ดพืช หรือหัวพืช (การสี ฝัด หรือขัดข้าว)	148
3	42(1)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ เคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี ซึ่งมีไขปุย (การทำเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี)	129
4	53(5)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์พลาสติก (การทำเป็นเม็ด แท่ง ท่อ หลอด แผ่น ชื่น ผง หรือรูปทรงต่างๆ)	117
5	105	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการตัดแยกหรือฝักรวมสิ่งปฏิภูล หรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว	101
6	64(13)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลหะ (การกลึง เจาะ คว้าน กัด ไส เจียน หรือเชื่อมโลหะทั่วไป)	98
7	58(1)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลหะ (การทำผลิตภัณฑ์คอนกรีต ผลิตภัณฑ์คอนกรีตผสมผลิตภัณฑ์ ยิบซั่ม หรือผลิตภัณฑ์ปูนปลาสเตอร์)	97
8	3(2)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับหิน กรวด ทราย หรือดินสำหรับใช้ในการก่อสร้าง (การขุดหรือลอก กรวด ทราย หรือดิน)	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 จำนวนและประเภทของโรงงานที่มีจำนวนมากเป็น 10 อันดับแรกในจังหวัดระยอง (ต่อ)

ลำดับ	ลำดับตามบัญชีโรงงาน	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน	จำนวน (โรง)
9	9(6)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเมล็ดพืช หรือหัวพืช (การปอกหัวพืช หรือทำหัวพืชให้เป็นเส้น แวน หรือแท่ง)	76
10	70	โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลง หรือซ่อมแซมเครื่องสูบน้ำ เครื่องอัดอากาศหรือก๊าซ เครื่องเป่าลม เครื่องปรับหรือถ่ายเทอากาศ เครื่องโปรยน้ำดับไฟ ตู้เย็นหรือเครื่องประกอบตู้เย็น เครื่องขายสินค้าอัตโนมัติ เครื่องล้าง ชัก ชักแห้ง หรือรีดผ้า เครื่องเย็บ เครื่องส่งกำลังกล เครื่องยก ปั่นจั่น ลิฟต์ บันไดเลื่อน รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ รถพ่วงสำหรับใช้ในการอุตสาหกรรม รถยกซ้อนของ (stackers) เต้าไฟหรือเตาอบสำหรับใช้ในการอุตสาหกรรม หรือสำหรับใช้ในบ้าน แต่ผลิตภัณฑ์นั้นต้องไม่ใช่พลังงานไฟฟ้า และรวมถึงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว	72

ที่มา: สถิติสะสมจำนวนโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการ ตาม พ.ร.บ.โรงงาน พ.ศ. 2535 จำแนกตามจังหวัด รายประเภท ณ สิ้นปี 2558 ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

2.2 อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในครั้งนี้ มีขอบเขตครอบคลุมโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภท ได้แก่ อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์โดยเฉพาะอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี อุตสาหกรรมพลังงาน และอุตสาหกรรมเหล็ก ซึ่งจะขออธิบายรายละเอียดแต่ละประเภทอุตสาหกรรมดังต่อไปนี้

2.2.1 อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ [7]

โครงสร้างของอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์กำเนิดจากวัตถุดิบที่สำคัญ 3 แหล่ง ได้แก่ น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ แร่ และผลผลิตผลการเกษตร นอกจากนี้อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ยังมีความหลากหลายของประเภทผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถจำแนกประเภทตามขั้นตอนการผลิตได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1) อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์พื้นฐาน (Upstream/Basic chemical industry) เป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตผลิตภัณฑ์เคมีที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปต่างๆ โดยแบ่งเคมีภัณฑ์พื้นฐานออกเป็น 2 ประเภท คือ เคมีภัณฑ์อนินทรีย์ (Inorganic chemical) และเคมีภัณฑ์อินทรีย์ (Organic chemical) ซึ่งเกิดจากสารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยมีทั้งจากสิ่งมีชีวิต เช่น กรดไขมัน แพตตีแอลกอฮอล์ และจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เช่น โพรพิลีน เอทิลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ชั้นกลาง (Intermediate chemical industry) เป็นอุตสาหกรรมผลิตเคมีภัณฑ์ชั้นกลางเพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมชั้นปลาย ส่วนใหญ่เป็นเคมีภัณฑ์อินทรีย์ที่ได้จากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เช่น ไวนิลคลอไรด์ เอทิลีนไกลคอล

3) อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ชั้นปลาย (Downstream chemical industry) เป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตเคมีสำเร็จรูป โดยใช้วัตถุดิบจากเคมีภัณฑ์ชั้นกลางและขั้นต้น ได้แก่ ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช สี และเครื่องสำอาง

ทั้งนี้ เนื่องจากการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของงานวิจัยนี้ มีขอบเขตการศึกษาที่มุ่งเน้นไปยังอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ จึงขออธิบายรายละเอียดของอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมีอย่างพอสังเขปดังนี้

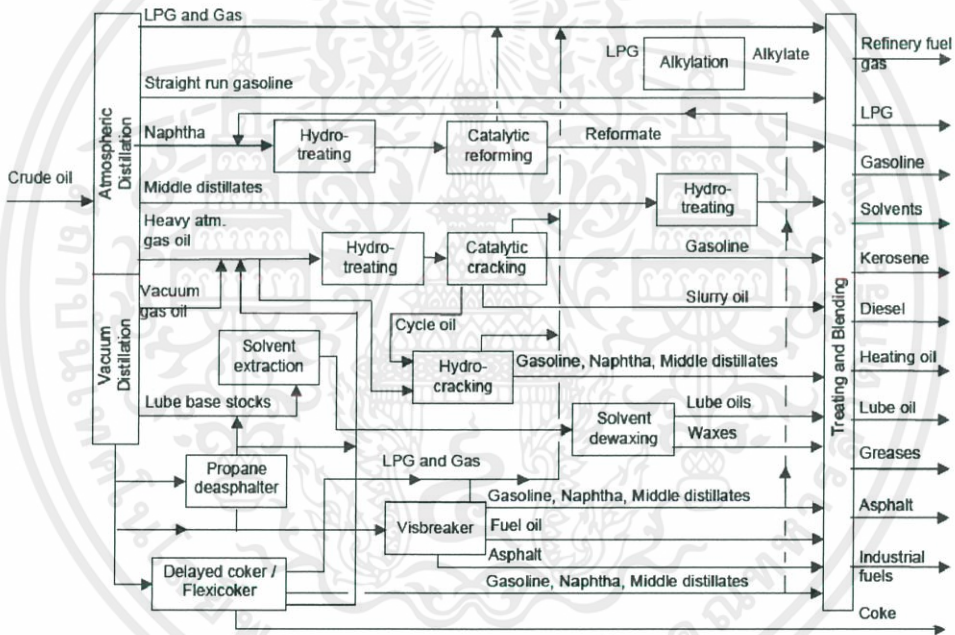
อุตสาหกรรมปิโตรเลียมเป็นอุตสาหกรรมในการแปรรูปปิโตรเลียมหรือเชื้อเพลิงฟอสซิล ได้แก่ น้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการกลั่นแยกและปรับปรุงคุณภาพเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง และใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้น (Feedstock) สำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ผลิตภัณฑ์น้ำมันสำเร็จรูปที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้ม (LPG) น้ำมันเบนซิน (Gasoline) น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินไอพ่น (Jet fuel) น้ำมันก๊าด (Kerosene) น้ำมันดีเซล (Diesel fuel) น้ำมันเตา (Fuel oil) และยางมะตอย (Asphalt) ตัวอย่างโรงงานประเภทนี้ เช่น โรงกลั่นน้ำมัน โรงแยกก๊าซธรรมชาติ และในส่วนของอุตสาหกรรมปิโตรเคมี จะใช้วัตถุดิบตั้งต้นส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมเพื่อนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีต่างๆ ซึ่งโครงสร้างของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น (Upstream petrochemical industry) อุตสาหกรรมปิโตรเคมีชั้นกลาง (Intermediate petrochemical industry) และ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีชั้นปลาย (Downstream petrochemical Industry) ซึ่งแผนผังแสดงความเชื่อมโยงระหว่างอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ปิโตรเคมี และผลิตภัณฑ์ แสดงดังรูปที่ 2.1

การเปลี่ยนแปลงขนาดโมเลกุลเพื่อผลิตน้ำมันประเภทที่มีมูลค่าสูง เช่น กระบวนการแตกตัวโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalytic cracking) โดยใช้ Fluid catalytic cracking unit เป็นต้น

3) การปรับปรุงคุณภาพ (Treating) เป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการออกจากร้ำมัน เช่น กำมะถัน เกลือ เมอร์แคปแทน และปรอท เพื่อให้น้ำมันมีความคงตัวและคุณภาพดีขึ้น อาทิ กระบวนการกำจัดกำมะถันด้วยไฮโดรเจนโดยใช้ Hydrotreating unit และกระบวนการกำจัดปรอทโดยใช้ Mercury removal unit

4) การผสมน้ำมัน (Blending) เป็นการนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการต่างๆ มาผสมกัน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม หรือการเติมสารเติมแต่ง (Additives) เพื่อปรับคุณภาพให้ดีขึ้น เช่น น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20 จะผสมระหว่างเอทานอลไม่เกินร้อยละ 20 แต่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 19 กับน้ำมันเบนซินพื้นฐานร้อยละ 80 โดยปริมาตร

ตัวอย่างแผนผังกระบวนการผลิตของโรงกลั่นแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ผังกระบวนการผลิตของโรงกลั่น [10]

2.2.1.2 โรงพอลิเมอร์ [11]

พอลิเมอร์ (Polymer) คือ สารประกอบโมเลกุลขนาดใหญ่ ที่เกิดจากโมเลกุลพื้นฐานที่เรียกว่า มอนอเมอร์ (Monomer) จำนวนมากมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ โดยทั่วไป กระบวนการผลิตพอลิเมอร์มีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

1) การเตรียมสารตั้งต้น/สารเร่งปฏิกิริยา (Feed/Catalyst Preparation) ขั้นตอนแรกจะเป็นการเตรียมวัตถุดิบรวมถึงสารเร่งปฏิกิริยาให้มีความเหมาะสมก่อนการทำปฏิกิริยา สารตั้งต้นที่เป็นมอนอเมอร์จะถูกทำให้บริสุทธิ์โดยการกำจัดสารปนเปื้อนที่อาจติดตาม รวมไปถึงการเตรียมสารเร่งปฏิกิริยาให้มีความเข้มข้นเหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายเพื่อปรับความ

เข้มข้นของสารเร่งปฏิกิริยาในการผลิตพอลิโพรพิลีน

2) การผลิตพอลิเมอร์ (Polymerization) สารตั้งต้นและตัวเร่งปฏิกิริยาจะถูกป้อนเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ (Reactor) ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมเพื่อทำปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ โดยมีปฏิกิริยาอยู่ 4 ชนิดได้แก่ การสังเคราะห์พอลิเมอร์แบบบัลค์ (Bulk polymerization) อาทิ การผลิตพอลิเอทิลีน และพอลิไวนิลคลอไรด์ การสังเคราะห์พอลิเมอร์แบบสารละลาย (Solution polymerization) อาทิ การผลิตพอลิไวนิลอะซีเตต การสังเคราะห์พอลิเมอร์แบบแขวนลอย (Suspension polymerization) และสุดท้ายเป็นการสังเคราะห์พอลิเมอร์แบบอิมัลชัน (Emulsion polymerization) อาทิ การผลิตเอบีเอส และยางพอลิสไตรีน-บิวทาไดอีน

3) การแยกและทำแห้ง (Separation and Drying) หลังจากเกิดปฏิกิริยา สารละลาย (Slurry) จากถังปฏิกรณ์จะถูกส่งมายังหน่วย Separation/Drying unit เพื่อทำการแยกและทำแห้งพอลิเมอร์ที่เป็นผลิตภัณฑ์หลัก เช่น การใช้ Rotary dryer ทำแห้งพอลิเมอร์ที่เป็น Wet cake รวมถึงนำตัวทำละลายและสารตั้งต้นที่เหลือเข้าสู่หน่วยฟื้นฟูสภาพ (Regenerator) เพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ เช่น Hexane recovery unit

4) การผสมและทำเม็ด (Blending and Pelletizing) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเติมสารปรับปรุงคุณภาพ (Additives) และใช้เครื่อง Extruder เพื่อผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันกับพอลิเมอร์ จากนั้นพอลิเมอร์ที่ผสมสารเติมแต่งแล้วจะถูกส่งเข้าเครื่องตัดเม็ดใต้น้ำเพื่อทำเป็นเม็ดพลาสติก รอการคัดขนาด และบรรจุถุง (Bagging) ต่อไป

2.2.2 อุตสาหกรรมพลังงาน [12]

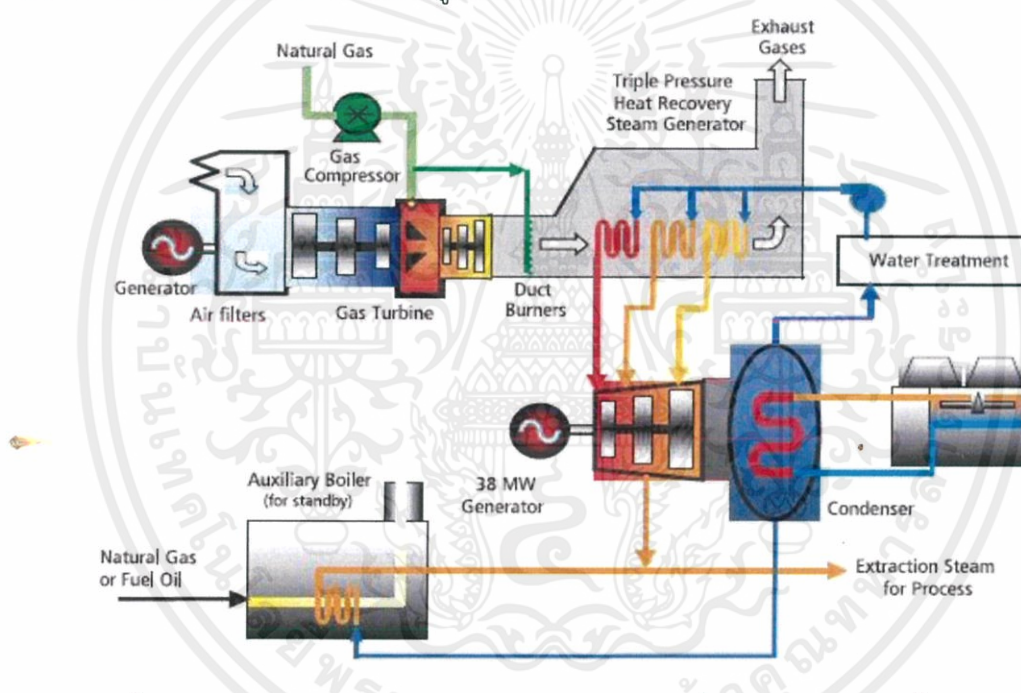
ไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการใช้ชีวิตประจำวัน การขนส่งโดยเฉพาะการสื่อสารต่างๆ ตลอดจนการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมทุกประเภท ซึ่งการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง โดยสามารถแบ่งประเภทของโรงไฟฟ้าตามการใช้เชื้อเพลิงได้ 2 ประเภท ดังนี้

1) ประเภทไม่ใช้เชื้อเพลิง ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังน้ำจากน้ำในอ่างเก็บน้ำ หรือจากลำห้วยที่อยู่ในระดับสูงๆ เมื่อปล่อยน้ำไปตามท่อส่งน้ำไปยังโรงไฟฟ้าที่อยู่ในระดับต่ำกว่า พลังน้ำจะไปหมุนเพลลาของกังหันน้ำที่ต่อกับเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ทำให้โรเตอร์หมุนและเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น และอีกชนิดหนึ่ง คือ โรงไฟฟ้าพลังงานธรรมชาติจากต้นพลังงานที่ไม่หมดสิ้น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ลม ความร้อนใต้พิภพ

2) ประเภทใช้เชื้อเพลิง ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ ถ่านลิกไนต์ หรือน้ำมันเตา เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนแก่น้ำจนเดือดกลายเป็นไอน้ำ เพื่อนำแรงดันจากไอน้ำไปหมุนกังหันไอน้ำ (Steam turbine) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และอีกชนิด คือ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน ซึ่งใช้ก๊าซ

ธรรมชาติหรือน้ำมันดีเซลมาสันดาบทำให้เกิดพลังงานกล อาทิเช่น โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม และโรงไฟฟ้าดีเซล

สำหรับโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ จะทำการอัดอากาศให้มีความดันสูงแล้วส่งอากาศเข้าไปในห้องเผาไหม้ เมื่ออากาศในห้องเผาไหม้เกิดการขยายตัวทำให้เกิดแรงดันสูงส่งอากาศเข้าไปหมุนเครื่องกังหันก๊าซ (Gas turbine) ซึ่งมีเพลลาต่อกับเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เกิดการเหนี่ยวนำและได้กระแสไฟฟ้าออกมา ส่วนโรงไฟฟ้าดีเซลจะใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง อาศัยการสันดาบของน้ำมันดีเซลที่ถูกฉีดเข้าไปในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ที่ถูกอัดอากาศจนมีอุณหภูมิสูง เรียกว่า จังหวะอัด ซึ่งน้ำมันดีเซลจะทำการสันดาบกับอากาศที่มีความร้อนสูง เกิดการระเบิดและดันลูกสูบที่ต่อกับเพลลาเครื่องยนต์และเพลลาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เคลื่อนที่ ทำให้ได้กระแสไฟฟ้าออกมาใช้งาน และสำหรับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม จะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างระบบกังหันก๊าซและระบบกังหันไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แผนภาพการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง [13]

2.2.3 อุตสาหกรรมเหล็ก [14]

เป็นอุตสาหกรรมที่เชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมสำคัญอื่นๆ อีกจำนวนมาก เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เฟอร์นิเจอร์ บรรจุกัมมันต์ เครื่องจักรกล และอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยทั่วไปแบ่งกระบวนการผลิตเหล็กออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

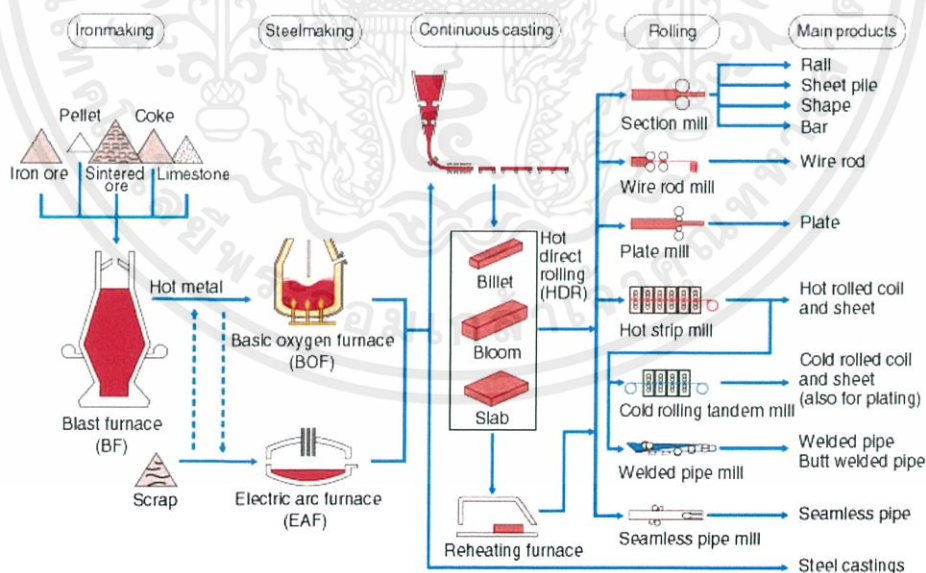
1) การผลิตเหล็กขั้นต้น-การถลุงหรือการผลิตเหล็ก (Iron making) เป็นการถลุงสินแร่เหล็กเพื่อแยกธาตุเหล็ก (Fe) ออกมา โดยใช้สารลดออกซิเจน เช่น คาร์บอน ไฮโดรเจน เพื่อกำจัดออกซิเจนและสารปนเปื้อนออกจากเหล็ก ซึ่งผลผลิตที่ได้อาจอยู่ในรูปของเหลวที่เรียกว่า น้ำเหล็กหลอมเหลว (Hot metal) หรือในอยู่ในรูปของแข็งที่เรียกว่า เหล็กถลุง (Pig iron) หรือเหล็กพูน (Sponge iron)

โดยอุตสาหกรรมเหล็กขั้นต้นเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เงินลงทุนสูง จำเป็นต้องมีระบบสาธารณูปโภคและระบบโครงสร้างพื้นฐานที่เอื้ออำนวยต่อการผลิต ทำให้ยังไม่มีการลงทุนสำหรับขั้นนี้ประเทศไทย

2) การผลิตเหล็กขั้นกลาง-การผลิตเหล็กกล้า (Steel making) และการหล่อ (Casting) เป็นการผลิตเหล็กสำเร็จรูป เพื่อเป็นวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมเหล็กขั้นปลาย โดยนำผลิตภัณฑ์จากในขั้นต้นมาหลอมรวมกัน ซึ่งเทคโนโลยีที่นิยมในปัจจุบัน 2 วิธี ได้แก่ การผลิตเหล็กกล้าด้วยเตาออกซิเจน (Basic Oxygen Furnace: BOF) และการผลิตเหล็กกล้าด้วยเตาอาร์คไฟฟ้า (Electric Arc Furnace: EAF) ซึ่งนำเหล็กกล้า (Liquid steel) ที่ได้จะต้องถูกปรับเปลี่ยนคุณสมบัติต่างๆ ให้ดียิ่งขึ้นแล้วนำไปผ่านกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่อง เพื่อให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์เหล็กกล้ากึ่งสำเร็จรูป (Semi-finished steel product) ที่มีลักษณะแตกต่างกันตามการใช้งาน มีอยู่ด้วยกัน 4 ประเภท คือ เหล็กแท่งเล็ก (Billet) เหล็กแท่งแบน (Slab) เหล็กแท่งใหญ่ (Bloom หรือ Beam blank) และอินกอต (Ingot)

3) การผลิตเหล็กขั้นปลาย-การขึ้นรูปเหล็กกล้า (Steel forming) เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กสำเร็จรูป โดยนำผลิตภัณฑ์เหล็กกล้ากึ่งสำเร็จรูปไปผ่านกระบวนการแปรรูปต่างๆ เช่น การแปรรูปร้อน การรีดเย็น การเคลือบผิว การอบชุบความร้อน การทุบขึ้นรูป การกลึงไสตัดเจาะ การเชื่อม การตีขึ้นรูป รวมถึงการหล่อเหล็ก โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้แบ่งเป็นเหล็กทรงยาว ได้แก่ เหล็กเส้น เหล็กหลอด เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน และประเภทที่สอง คือ เหล็กทรงแบน ได้แก่ เหล็กแผ่นรีดร้อน เหล็กแผ่นรีดเย็น เหล็กขึ้นรูปเย็น

ตัวอย่างแผนภาพกระบวนการผลิตเหล็กแสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 กระบวนการผลิตเหล็กขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลาย [15]

2.3 แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม

โรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ถือเป็นแหล่งกำเนิดประเภทอยู่กับที่ (Stationary Source) ซึ่งมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งกำเนิดมาจากกระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต ถังกักเก็บ การขนถ่ายสารเคมี และระบบบำบัดน้ำเสีย โดยแหล่งกำเนิดมลพิษหลักๆ จากกระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และถังกักเก็บมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 การปลดปล่อยจากกระบวนการเผาไหม้

อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเผาไหม้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ เตเผา และหม้อไอน้ำ จะทำหน้าที่เผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทต่างๆ เพื่อนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ เช่น ผลิตไอน้ำ ผลิตกระแสไฟฟ้า หรือให้ความร้อนกับหน่วยต่างๆ เชื้อเพลิงที่นิยมใช้กันมีหลายประเภท เช่น ถ่านหิน ชีวมวล น้ำมันเตา และแก๊สธรรมชาติ ซึ่งการเผาไหม้เชื้อเพลิงเหล่านี้จะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศตามมา เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM) หรือแม้แต่สารไฮโดรคาร์บอนที่เหลือจากการเผาไหม้ ทั้งนี้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยสารมลพิษแต่ละชนิดจะแตกต่างกันตามชนิดเชื้อเพลิง ขนาด และลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้

2.3.2 การปลดปล่อยจากกระบวนการผลิต

การปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ในหน่วยการผลิต วัตถุดิบ ตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยจะขออธิบายมลพิษที่จะเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี พลังงาน และเหล็ก พอสังเขปดังนี้

2.3.2.1 อุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี [16]

แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในโรงกลั่นน้ำมันและโรงงานปิโตรเคมี แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1) แหล่งกำเนิดแบบปล่อย (Stationary Sources)

เป็นแหล่งกำเนิดจากการระบายจากปล่อง (Stacks) หรือท่อ (Vents) รวมถึงปล่องที่ใช้เผาสารอินทรีย์ระเหยหรือห่อเผาทิ้ง (Flare) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอย่างมาก เนื่องจากทำหน้าที่กำจัดสารอันตรายที่เกิดจากการกระบวนการผลิต ระบายสารไวไฟ หรือช่วยลดการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยและสารไฮโดรคาร์บอนออกสู่บรรยากาศโดยการเผา ซึ่งสารมลพิษที่ปลดปล่อยออกจากอุปกรณ์ชนิดนี้ คือ สารอินทรีย์ระเหย คาร์บอนมอนอกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์

ตัวอย่างมลพิษที่ปลดปล่อยจากปล่องระบายอากาศของโรงกลั่นน้ำมัน อาทิ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และฝุ่นละอองจากปล่องของ Crude distillation unit (หน่วยกลั่นน้ำมันดิบ), Vacuum distillation unit (หน่วยกลั่นสุญญากาศ), Catalytic cracking unit (หน่วยแตกตัวน้ำมันหนัก) และจากปล่องของหน่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน เช่น หน่วยกำจัดกำมะถันและไนโตรเจน (Hydrotreating unit) หน่วยกำจัดเมอร์แคปแทน (Sweetening unit) หน่วยปรับปรุงค่าออกเทน (Platformer/Catalytic reforming unit) และหน่วยกำจัดปรอท (Mercury removal unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แหล่งกำเนิดชนิดฟุ้งกระจาย (Fugitive Sources)

เป็นแหล่งกำเนิดที่มีลักษณะฟุ้งกระจายจากการรั่วไหล อาทิ การรั่วไหลจากปั๊ม วาล์ว คอมเพรสเซอร์ อุปกรณ์ระบายความดัน (Pressure Relief Devices) หน้าแปลนของระบบท่อ (Flanges) ข้อต่อ (Connectors) และเครื่องกวน (Agitators)

2.3.2.2 อุตสาหกรรมพลังงาน [17]

ประเทศไทยมีทรัพยากรอยู่หลายประเภทที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน รวมไปถึงพลังงานทดแทน เช่น พลังงานชีวมวล พลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ โดยหน่วยการผลิตในโรงไฟฟ้าส่วนใหญ่มักจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการเผาไหม้ ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญ ดังนั้น ขอยกตัวอย่างการปลดปล่อยมลพิษจากหน่วยการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม (ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหลัก และน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสำรอง) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ไอเสียที่ถูกระบายทิ้งจากหน่วยผลิตไอน้ำ (Heat Recovery Steam Generators: HRSGs) จะเป็นไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของกังหันก๊าซ ในกรณีที่ใช้ก๊าซธรรมชาติที่เป็นเชื้อเพลิงสะอาด มลพิษที่เกิดขึ้นจะมีเพียง NO_x เท่านั้น โดยจะไอเสียดังกล่าวจะถูกส่งมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำปราศจากแร่ธาตุเพื่อผลิตไอน้ำ แล้วระบายออกทางปล่องของหน่วยผลิตไอน้ำ แต่ในกรณีที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง มลพิษที่ระบายออกจากปล่องจะประกอบด้วย SO_2 , NO_x และฝุ่น

2) ไอเสียที่ถูกระบายออกจากปล่องหม้อไอน้ำสำรอง (Auxiliary Boiler) ซึ่งเป็นหน่วยผลิตไอน้ำที่ใช้ในกรณีที่ระบบจ่ายก๊าซธรรมชาติ หรือหน่วยผลิตไอน้ำขัดข้อง มลพิษที่อาจเกิดขึ้น ได้แก่ SO_2 , NO_x และฝุ่น

2.3.2.3 อุตสาหกรรมเหล็ก [18]

แหล่งกำเนิดที่สำคัญ ได้แก่ เตาอาร์คไฟฟ้าหลอมเศษเหล็ก (Electric Arc Furnace: EAF) เตาปรับปรุงคุณภาพน้ำเหล็ก (Ladle Furnace: LF) และเตาอบเหล็กแท่ง โดยในกระบวนการผลิตจะมีการปลดปล่อยมลพิษ 4 ช่วง ได้แก่

- 1) Charging Cycle หรือขณะเปิดฝาเตาหลอม EAF เพื่อเติมเศษเหล็กลงในเตา
- 2) Melting cycle หรือขณะหลอมเศษเหล็กในเตาหลอม EAF
- 3) Tapping Cycle หรือขณะเปิดฝาเตาหลอม EAF เพื่อเทน้ำเหล็กออกจากเตา
- 4) Refining Cycle หรือขณะปรับปรุงคุณภาพน้ำเหล็กในเตา LF

มลพิษสำคัญที่เกิดจากกระบวนการผลิตเหล็ก ได้แก่ ควันของโลหะ ซึ่งปริมาณและชนิดของ ควันโลหะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ลักษณะของเตาหลอม อัตราการหลอม องค์ประกอบของเศษเหล็กและความสะอาด เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีฝุ่นละอองในบรรยากาศ (Total suspended particulate) ฝุ่นละออง (Total matter) และก๊าซต่างๆ จากการใช้เชื้อเพลิงที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ ซึ่งมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศทางหอเผาทิ้ง เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การปลดปล่อยจากถังกักเก็บ [19, 20]

ถังกักเก็บเป็นแหล่งปลดปล่อยมลพิษทางอากาศอีกแหล่งหนึ่ง เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ ตลอดจนสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต ส่วนใหญ่จะเป็นการปลดปล่อยมลพิษประเภทสารอินทรีย์ระเหย ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่บรรจุอยู่ในถัง นอกจากนี้ปริมาณการปลดปล่อยจะขึ้นอยู่กับชนิดของถัง ปริมาตรบรรจุ ลักษณะทางกายภาพของสารที่บรรจุ และสถานะของการกักเก็บ โดยสามารถแบ่งประเภทของถังกักเก็บได้ดังนี้

2.3.3.1 ถังกักเก็บชนิดหลังคาตรึง (Fixed roof tanks)

เป็นถังทรงกระบอกที่ประกอบด้วยโครงเหล็กกล้าที่ทำให้หลังคาทรงรูปถาวร ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น แผ่นเรียบ รูปทรงกรวย (Cone) หรือรูปทรงโดม (Dome) ถังแบบนี้มีอยู่ 2 ประเภท คือ ถังหลังคาตรึงแนวตั้ง (Vertical fixed roof tank) และถังหลังคาตรึงแนวนอน (Horizontal fixed roof tank) การปลดปล่อยมลพิษจากถังเกิดจากการระเหยของสารที่บรรจุอยู่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความดันภายในถัง ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในบรรยากาศ หรือระดับของเหลวภายในถัง หากระดับของเหลวในถังต่ำจนเกิดช่องว่างเพียงพอให้สารเคมีบริเวณผิวด้านบนของเหลวระเหยกลายเป็นไอ ความดันภายในถังจะเพิ่มขึ้น ทำให้อุปกรณ์ลดความดันภายในถัง (Pressure/Vacuum vent) ทำการระบายไอดังกล่าวออกสู่บรรยากาศได้

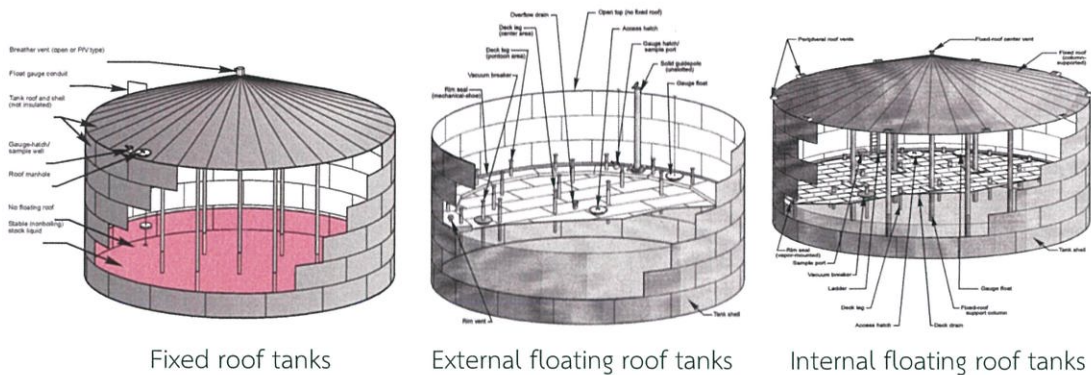
2.3.3.2 ถังกักเก็บชนิดหลังคาลอย (Floating roof tanks)

ถังประเภทนี้สามารถแบ่งประเภทได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ถังหลังคาลอยภายนอก (External Floating roof tanks) คือ ถังที่มีฝาดังลอยอยู่เหนือของเหลวในถัง โดยที่ไม่มีฝาดังปิดด้านบน การที่ฝาดังลอยสามารถเลื่อนขึ้นหรือลงตามระดับของเหลวภายในถัง ทำให้ลดโอกาสการรั่วระเหยเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในถัง (Standing Loss) แต่การที่ต้องมีระบบซีลขอบเพื่อทำให้ฝาดังเลื่อนขึ้นลงได้นั้น จะทำให้มีการสูญเสียที่เกิดจากรั่วระเหยจากช่องว่างระหว่างถังกับฝาดัง (Rim Loss) ซึ่งถังเก็บสารเคมีแบบนี้จะมีการรั่วระเหยมากขึ้นถ้าความเร็วลมสูงขึ้น (โดยปกติ Rim Loss จะมีปริมาณน้อยกว่า Standing Loss มาก)

2) ถังหลังคาลอยภายใน (Internal Floating Roof Tanks) คือ ถังที่มีฝาดังเลื่อนขึ้นลงได้เหมือนกับถังหลังคาลอยภายนอก แต่แตกต่างกันที่ฝาดังปิดด้านบนอีกชั้นหนึ่งคล้ายถังหลังคาตรึงแนวตั้ง โดยทั่วไปหลังคาภายนอกมักเป็นรูปโคน (Cone) ซึ่งการมีฝาดังปิดด้านบนจะช่วยลดการสูญเสียเนื่องจาก Standing Loss อีกทั้งทำให้อิทธิพลของลมต่อ Rim Loss ลดลง เป็นผลให้การรั่วระเหยขึ้นกับความดันไอของสารนั้นเท่านั้น

ลักษณะโครงสร้างของถังกักเก็บทั้งสามแบบแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของถังกักเก็บชนิดหลังคาตั้ง หลังคาลอยภายนอก และหลังคาลอยภายใน [19]

2.4 วิธีประเมินการปลดปล่อยมลพิษ [21]

เทคนิคใช้ในการคาดการณ์การปลดปล่อยมลพิษทางอากาศโดยทั่วไปมี 5 วิธีดังต่อไปนี้

2.4.1 การตรวจวัด (Measurement)

วิธีการตรวจวัดใช้สำหรับการคำนวณหาปริมาณการปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดที่รู้จักของ การระบายมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม เช่น การระบายอากาศจากปล่อง มักใช้ได้ดีสำหรับเส้นทางของมลพิษ (Waste stream) ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลและความเข้มข้น เมื่อทราบผลการตรวจวัด หรือความเข้มข้นของมลพิษแล้ว นำค่าดังกล่าวมาคูณกับอัตราการไหลหรืออัตราการระบายมลพิษ ชนิดนั้น ก็จะทราบปริมาณการปลดปล่อยได้

ข้อดีสำหรับวิธีการตรวจวัด คือ ข้อมูลจากการตรวจวัดโดยตรงมีความถูกต้องในการคาดการณ์การปลดปล่อยมากที่สุด และมีความน่าเชื่อถือต่อหน่วยงานราชการ

ข้อจำกัด คือ ค่าใช้จ่ายสูงจากค่าอุปกรณ์/เครื่องมือ การเก็บวิเคราะห์ตัวอย่าง การบำรุงรักษา เครื่องมือ และสำหรับการฝึกอบรมบุคลากร นอกจากนี้ต้องใช้ระยะเวลาในการจัดเก็บ รวบรวม และ วิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมาก และในทางปฏิบัติ ไม่มีเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับการติดตามตรวจสอบการปลดปล่อยมลพิษได้ทุกประเภท อีกทั้งการตรวจวัดการระบายอากาศแบบฟุ้งกระจายมักจะทำได้ยาก และไม่นิยมใช้วิธีนี้

2.4.2 การจัดทำสมดุลมวล (Mass Balance/Material Accounting)

การจัดทำสมดุลมวลสามารถใช้คาดการณ์การปลดปล่อยมลพิษในภาพรวมของสถานประกอบการ โดยเฉพาะกระบวนการผลิตที่มีการปลดปล่อยมลพิษในปริมาณมากเมื่อเทียบกับ ปริมาณการใช้สารเคมี โดยต้องทราบข้อมูลของสารที่ใช้และกระบวนการผลิตอย่างละเอียด เพื่อวิเคราะห์กระบวนการผลิตว่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ หรือเกิดการสูญเสียในขั้นตอนหนึ่งๆ มากน้อยเพียงใด เพื่อหาทางพัฒนาและแก้ไขระบบหรือกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดปริมาณของเสีย และลดการสูญเสียผลิตภัณฑ์ให้น้อยที่สุด

ข้อดีของวิธีการจัดทำสมดุลมวลสาร คือ เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพหากทราบกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตทั้งหมดของสถานประกอบการ เพราะสามารถคาดประมาณการปลดปล่อยที่เกิดขึ้นได้เกือบทั้งหมด และมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำมากเนื่องจากการคำนวณโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์

ข้อจำกัดคือ การคำนวณโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์มีความถูกต้องเฉพาะสารตามทีระบุในสมการเท่านั้น ความผิดพลาดหรือความไม่แน่นอนของปริมาณมวลสารที่เข้าหรือออกจากกระบวนการผลิตเพียงเล็กน้อย อาจส่งผลทำให้เกิดความผิดพลาดอย่างมากในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อย และยังไม่เหมาะสำหรับกระบวนการที่สารเกิดการทำปฏิกิริยาแบบอนุกรม ($A \rightarrow B \rightarrow C$)

2.4.3 การใช้ตัวคูณอัตราการปลดปล่อยมลพิษ (Emission factor)

ตัวคูณอัตราการปลดปล่อยมลพิษ หรือสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (Emission factor) เป็นค่าที่กำหนดขึ้น โดยพัฒนามาจากการตรวจวัดปริมาณมลพิษจริงๆ ที่ถูกระบายจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจะแสดงในรูปอัตราส่วนของปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษที่เกิดจากกิจกรรม กระบวนการผลิต เครื่องจักร/อุปกรณ์ กับกำลังการผลิต

การคำนวณปริมาณการปลดปล่อยโดยวิธีนี้ ทำได้โดยการนำค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษมาคูณกับอัตราการดำเนินกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษ (Activity data) เช่น ปริมาณการผลิตหรืออัตราการไหล ซึ่งส่วนใหญ่มักจะใช้ประมาณการปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศ โดยเฉพาะการฟุ้งกระจาย (Fugitive) เช่น การรั่วไหลจากวาล์ว ข้อต่อ ป้ม คอมเพรสเซอร์

เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษเป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้น เมื่อคำนวณปริมาณการปลดปล่อยโดยวิธีนี้จึงอาจทำให้ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นเพื่อให้การคำนวณปริมาณการปลดปล่อยมลพิษใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ควรเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษที่มีลักษณะกระบวนการผลิต กรรมวิธีในการผลิต เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ สำหรับใช้ในการผลิตให้คล้ายคลึงกับโรงงานที่ต้องการประเมินด้วย ซึ่งสมการทั่วไปสำหรับการประเมินการปลดปล่อยมลพิษแสดงดังสมการ 2.1

$$E = A \times EF \times (1-ER/100) \quad (2.1)$$

เมื่อ	E	คือ ปริมาณการปลดปล่อย (Emission rate)
	A	คือ อัตราของกิจกรรมที่ทำให้เกิดการปลดปล่อยมลพิษ (Activity rate)
	EF	คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (Emission factor)
	ER	คือ ประสิทธิภาพโดยรวมของการควบคุมมลพิษ (Overall emission reduction efficiency: %)

จากสมการ 2.1 หากในหน่วยการผลิตมีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ช่วยควบคุมการปลดปล่อยมลพิษ จะมีการคูณด้วยเทอมประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องมือที่ใช้ควบคุมมลพิษด้วย ทั้งนี้ ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษที่นำมาใช้ประกอบการคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษ ควรได้มาจากหน่วยงานหรือสถาบันที่มีการยอมรับโดยทั่วไป อาทิ National Pollutant Inventory ของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออสเตรเลีย Technology Transfer Network Clearinghouse for Inventories & Emissions Factors ของประเทศสหรัฐอเมริกาหรือ US-EPA และหน่วยงาน Netherlands organization for applied scientific research หรือ TNO เป็นต้น

ข้อดีสำหรับวิธีการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ คือ เป็นวิธีที่รวดเร็วและทำได้ง่าย ซึ่งการคาดประมาณการปลดปล่อยจากกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง ต้องการข้อมูลเพียงปริมาณของวัตถุดิบหรือปริมาณการผลิตเท่านั้น อีกทั้งสามารถใช้กับการปลดปล่อยที่มีปริมาณเพียงเล็กน้อยได้ในขณะที่วิธีสมดุลมวลทำไม่ได้ และให้ค่าการปลดปล่อยมลพิษที่ถูกต้องหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริง หากประเมินโรงงานที่มีกระบวนการผลิตเหมือนหรือคล้ายคลึงกันกับมาตรฐานที่กำหนด

ข้อจำกัดสำหรับวิธีนี้ คือ มีข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสำหรับสารเคมีอินทรีย์น้อยมาก และไม่สามารถประยุกต์ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษกับกระบวนการผลิตที่มีความแตกต่างจากที่มีการกำหนดไว้ นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากแต่ละหน่วยงานจะมีความแตกต่างกัน ถึงแม้จะเป็นการประเมินการปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดหรือกิจกรรมประเภทเดียวกันก็ตาม ดังนั้นจึงควรใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากหน่วยงานเพียงแค่งานเดียวในการประเมินของทั้งกระบวนการผลิต

2.4.4 การใช้หลักทางวิศวกรรม (Engineering calculation/Engineering judgment)

เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับคำนวณหาปริมาณการปลดปล่อยมลพิษ อันเนื่องมาจากการสูญเสียหรือระเหยของสารเคมีในถังกักเก็บ โดยเฉพาะการปลดปล่อยมลพิษจากอุปกรณ์ควบคุมมลพิษในกรณีที่มีการตรวจวัดทำได้ลำบาก ซึ่งจะคาดประมาณการปลดปล่อยโดยใช้คุณสมบัติทางฟิสิกส์/เคมีของสาร หลักการของ Mass transfer และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์

ข้อดีของการใช้หลักทางวิศวกรรมในคำนวณ คือ ราคาไม่แพง มีความน่าเชื่อถือและเที่ยงตรง แต่โดยทั่วไปนิยมใช้กับการปลดปล่อยมลพิษในปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เช่น จากถังกักเก็บ

ข้อจำกัดของวิธีนี้ คือ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทมวลส่วนใหญ่ขึ้นตรงกับอุณหภูมิ มักไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ และปริมาณการปลดปล่อยที่คำนวณได้อาจแตกต่างจากปริมาณที่เกิดขึ้นจริง

2.4.5 การใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป (Emissions calculation software) [22]

นอกเหนือจากวิธีการประเมินมลพิษที่ได้กล่าวไปข้างต้นแล้ว การใช้ซอฟต์แวร์ถือเป็นอีกวิธีที่สามารถประเมินการปลดปล่อยมลพิษได้ โดยซอฟต์แวร์จะถูกจัดทำในรูปแบบโปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ อาทิ โปรแกรม TANKS ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะสารอินทรีย์จากถังกักเก็บ โปรแกรมถูกสร้างขึ้นและพัฒนาโดยสถาบันปิโตรเลียมแห่งสหรัฐอเมริกา (American petroleum institute: API) ภายใต้การสนับสนุนจากสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (US-EPA) เพื่อให้ภาครัฐ หน่วยงานท้องถิ่น ภาคอุตสาหกรรม ตลอดจนบุคคลทั่วไปสามารถประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศได้

ทั้งนี้ชนิดและปริมาณของมลพิษที่ปลดปล่อยจากถังกักเก็บ จะขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจุอยู่ในถัง และลักษณะทางกายภาพของตัวถัง เช่น ชนิดของถัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และปริมาตรบรรจุ รวมถึงยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของที่ตั้งถังกักเก็บด้วย ในการประเมินครั้งนี้จะใช้โปรแกรม TANKS รุ่น 4.0.9d ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม TANKS 4.0.9d แสดงดังรูปที่ 2.6 โดยมีรายละเอียดของข้อมูลป้อนเข้าสำหรับการคำนวณดังต่อไปนี้

1) ชนิดของถังกักเก็บ แบ่งออกเป็น 5 ชนิด ได้แก่ ถังแนวนอน (Horizontal tank), ถังหลังคาตรึงแนวตั้ง (Vertical fixed roof tank), ถังหลังคาลอยภายใน (Internal floating roof tank), ถังหลังคาลอยภายนอก (External floating roof tank) และถังหลังคาลอยรูปโดมภายนอก (Domed external floating roof tank)

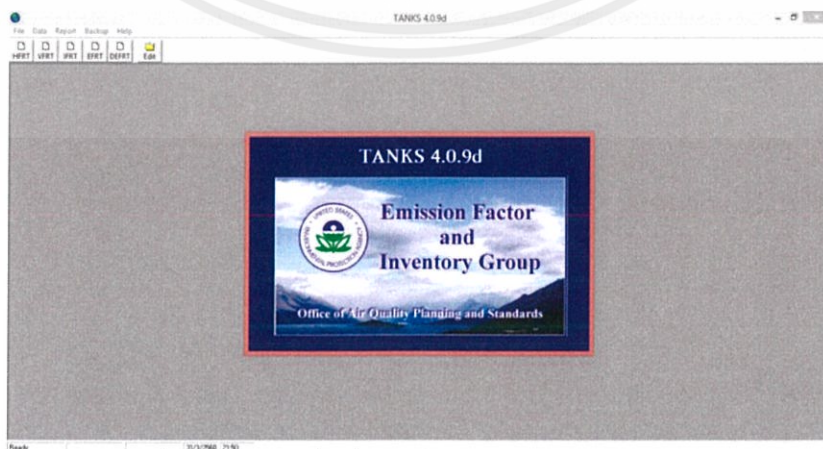
2) ลักษณะทางกายภาพของถัง เช่น ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลาง ระดับความสูงเฉลี่ยของของเหลว ปริมาตรบรรจุ สีเคลือบตัวถัง ลักษณะฝาถัง เป็นต้น

3) สถานที่ตั้งของถัง

4) ชนิดของสารเคมีที่บรรจุในถัง เช่น สารอินทรีย์ ผลผลิตจากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม (Petroleum distillates) หรือน้ำมันดิบ

5) ช่วงเวลาที่ต้องการประเมินการปลดปล่อยมลพิษ สามารถเลือกได้ทั้งรายเดือนและรายปี

เมื่อป้อนข้อมูลทั้งหมดแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณมลพิษที่ปลดปล่อยจากถังกักเก็บ โดยอ้างอิงสมการความสัมพันธ์จากรายงานการปลดปล่อยมลพิษสำหรับถังกักเก็บสารอินทรีย์ของ AP-42 [23] ในการคำนวณ และรายงานผลผ่านทางโปรแกรม Microsoft excel หรือ Internet explorer ซึ่งในการรายงานผลจะจำแนกประเภทการรั่วระเหยของสารเคมีจากถังกักเก็บไว้อย่างชัดเจน ได้แก่ การระเหยของสารที่บรรจุอยู่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความดันภายในถัง ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในบรรยากาศ (Standing หรือ Breathing losses), ในขณะการเติมสารเคมีลงถัง เนื่องจากปริมาตรของสารที่เติมลงไปจะไปแทนที่อากาศที่อยู่เหนือสารเคมีในถัง (มีไอของสารเคมีปนอยู่) ทำให้ไอปริมาตรดังกล่าวถูกปลดปล่อยออกสู่ภายนอก (Working loss), การรั่วระเหยจากอุปกรณ์และช่องว่างที่ฝาถัง (Deck fitting losses and Deck-seam losses) และ การรั่วระเหยของสารเคมีจากช่องว่างระหว่างฝาถังกับตัวถัง (Rim-seal losses)



รูปที่ 2.6 หน้าต่างเมื่อเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม TANKS 4.0.9d

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของการใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป คือ สามารถคำนวณการปลดปล่อยมลพิษจากถังกักเก็บที่ซับซ้อนได้ เช่น การประเมินที่ต้องคำนึงถึงลักษณะภูมิอากาศ และความเร็วลม อีกทั้งมีความแม่นยำใกล้เคียงกับวิธีการประเมินโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ เนื่องจากโปรแกรม TANKS ถูกพัฒนาขึ้นจากพื้นฐานของทฤษฎีและข้อมูลที่รวบรวมมา อาทิ การคำนวณความดันไอของสาร อนุพันธ์มวล เพื่อคำนวณการเกิดสารอินทรีย์ระเหยภายในถัง

ข้อจำกัดของวิธีนี้ คือ หากไม่ทราบข้อมูลข้อกักเก็บอย่างละเอียด หรือไม่มีตัวเลือกในโปรแกรมที่ตรงกับความต้องการ ส่งผลให้การประเมินคลาดเคลื่อนได้ รวมถึงฐานข้อมูลของโปรแกรมมีข้อมูลสารเคมีและสถานที่ตั้งของถังกักเก็บอย่างจำกัด อาจไม่ครอบคลุมสารที่ต้องการประเมิน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กุลนันท์ วีรณรงค์กร และคณะ [24] ได้จัดทำบัญชีการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากโรงงานผลิตพอลิเมอร์ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ซึ่งวิธีที่ใช้ในการประเมินมลพิษทางอากาศ คือ วิธี Emission factor โดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่างๆ จากรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละโรงงาน และใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยจากคู่มือแนะนำการทำบัญชีปลดปล่อย EMEP/CORINAIR ส่วนค่าการปลดปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และอนุภาคฝุ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ใช้ข้อมูลการตรวจวัดสารมลพิษที่ออกจากปล่องระบายควันของการนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลกำลังการผลิต ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยของโรงงานแต่ละประเภท และคำนวณหาปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อยออกมา ซึ่งผลการประเมินพบว่า สารอินทรีย์ระเหยทั้งหมดที่ปลดปล่อยจากโรงงานผลิตพอลิเมอร์ที่ทำการประเมินได้มีปริมาณ 8,152.01 ตันต่อปี โดยมีโรงงานผลิตโพลีเอทีนความหนาแน่นสูงและต่ำเป็นกลุ่มโรงงานหลักในการปลดปล่อย ซึ่งแหล่งกำเนิดสำคัญที่มีการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยในโรงงานแต่ละประเภท ได้แก่ ถังกักเก็บ บัมวาล์ว ข้อต่อ ข้องอ หอเผา และแหล่งกำเนิดที่มีการเผาไหม้ และเมื่อพิจารณาแยกตามชนิดของสารอินทรีย์ระเหยที่ปลดปล่อยออกมาพบว่า สไตรีนเป็นสารอินทรีย์ระเหยที่สามารถระบุชนิดได้ที่มีการปลดปล่อยในปริมาณสูงที่สุด คือ 878.92 ตันต่อปี โดยส่วนใหญ่ปลดปล่อยจากโรงงานผลิตพอลิสไตรีน อะครีโลไนไตร บิวทาไดอีน สไตรีน เรซิน และยางสังเคราะห์

รภัทร โตอ่อน [25] ได้จัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศแบบ GIS (Geographic Information System) ของโรงกลั่น โรงผลิตโอเลฟินส์ และโรงผลิตโมโนเมอร์ ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดระยอง โดยใช้เทคนิค Emission factor ประเมินการปลดปล่อยจากหน่วยปฏิบัติการของกระบวนการผลิต และกระบวนการเผาไหม้ และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป TANK ของสถาบันปิโตรเลียมแห่งสหรัฐอเมริกา (API) ประเมินมลพิษที่ระบายออกจากถังกักเก็บ ในส่วนของโรงกลั่นและโรงโอเลฟินส์จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยจาก 2 แหล่ง คือ AP-42 และ NPI และในส่วนของโรง

โมนีเมอร์จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยจาก EMEP/CORINAIR ซึ่งในกลุ่มของโรงกลั่นและโรงโม่หิน จำนวน 11 โรง พบว่ามีการปลดปล่อย NO_x สูงที่สุด คิดเป็นปริมาณ 31,118 ตันต่อปี รองลงมาคือ VOCs, CO, PM_{10} และ SO_2 ตามลำดับ ส่วนโรงโมนีเมอร์จำนวน 8 โรงนั้นประเมินได้เฉพาะ VOCs ซึ่งมีการปลดปล่อยเท่ากับ 2,585 ตันต่อปี เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยแยกตามแหล่งกำเนิดพบว่า การปลดปล่อย NO_x ของโรงกลั่นและโรงโม่หินมาจากกระบวนการเผาไหม้เป็นหลัก ในขณะที่ VOCs มาจากกระบวนการผลิตเป็นหลัก ส่วน CO และ PM_{10} มาจากกระบวนการเผาไหม้และกระบวนการผลิตในสัดส่วนใกล้เคียงกัน แต่ในส่วนโรงโมนีเมอร์นั้นจะปลดปล่อย VOCs จากข้อต่อ ปัมป์ วาล์ว การระบายแก๊สของถังปฏิกรณ์ และกระบวนการขนถ่ายผลิตภัณฑ์เป็นหลัก เมื่อพิจารณาสารอินทรีย์ระเหยที่สามารถจำแนกประเภทได้ โรงกลั่นและโรงผลิตโม่หินมีการปลดปล่อยฟอร์มัลดีไฮด์ และนอร์มัลเฮกเซนสูงที่สุด ในขณะที่โรงโมนีเมอร์จะมีปริมาณการปลดปล่อยของออร์โทไซลีนสูงที่สุด



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานเพื่อประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมรอบๆ บริเวณติดตั้งเครือข่ายจุ่มก๊อเล็กทรอนิกส์ระยะที่ 2 ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่การรวบรวมข้อมูลของแต่ละโรงงาน รวบรวมข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ และทำการประเมินการปลดปล่อยมลพิษตามวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาข้อมูล และคัดเลือกวิธีการประเมิน

ก่อนทำการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ ต้องศึกษาวิธีการที่จะใช้ในการประเมินก่อน ซึ่งมีอยู่ 5 วิธีดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ได้แก่ การตรวจวัด การจัดทำสมดุลมวล การใช้ตัวคูณอัตราการปลดปล่อยมลพิษหรือค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ การใช้หลักทางวิศวกรรม และ การใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป โดยจะเลือกวิธีการประเมินโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ ร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป เนื่องจากสามารถเข้าถึงข้อมูลกิจกรรม กำลังการผลิต และข้อมูลถึงกักเก็บของแต่ละโรงงานได้จากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม หรือรายงานผลการปฏิบัติตามมาตรการด้านสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังสามารถรวบรวมค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากหน่วยงานต่างๆ ได้ง่าย สะดวก และไม่ต้องใช้งบประมาณใดๆ แม้จะมีข้อจำกัดสำหรับบางประเภทอุตสาหกรรมที่ไม่ได้มีการจัดทำค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ หรืออุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตแตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ ก็อาจไม่เหมาะสมที่จะใช้วิธีนี้ในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

3.2 การรวบรวมข้อมูลโรงงาน

1) รวบรวมรายชื่อโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่รอบๆ บริเวณติดตั้งเครือข่ายจุ่มก๊อเล็กทรอนิกส์ระยะที่ 2 จากการสืบค้นพบว่า มีโรงงานที่อยู่รอบบริเวณติดตั้งเครือข่ายจุ่มก๊อเล็กทรอนิกส์ระยะที่ 2 จำนวน 92 โรง โดยโรงงานที่อยู่ในขอบเขตการศึกษาเป็นโรงงานที่ยังไม่ได้ถูกประเมินจำนวน 64 โรง

2) รวบรวมข้อมูลรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม รายงานผลการปฏิบัติตามมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมของโรงงาน หรือรายงานที่จัดส่งให้การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยของโรงงานในขั้นตอนที่ 1 ทั้งหมด 64 โรง โดยการสืบค้นจากฐานข้อมูลของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากรายชื่อโรงงานจำนวน 64 โรงนั้น สามารถหา EIA ของโรงงานได้เพียง 23 โรงเท่านั้น

3.3 การรวบรวมข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ

ข้อจำกัดในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ คือ มีข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสำหรับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับสารเคมีอินทรีย์น้อยมาก ซึ่งขอบเขตของโรงงานอุตสาหกรรมที่ทำการศึกษานี้มีหลากหลายประเภท เช่น โรงกลั่นน้ำมัน โรงปิโตรเคมี โรงเคมีภัณฑ์ โรงไฟฟ้า ตลอดจนโรงงานที่ดำเนินกิจการเกี่ยวกับโลหะหรือเหล็ก ทำให้ต้องรวบรวมข้อมูลสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากหลายหน่วยงาน เพื่อนำมาเลือกค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากแหล่งที่มีความละเอียดและน่าเชื่อถือมากที่สุด

ค่าสัมประสิทธิ์ที่จะนำมาใช้ควรได้จากหน่วยงานหรือสถาบันที่มีการยอมรับโดยทั่วไป ได้แก่ AP 42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors ของ US-EPA, The National Pollutant and Inventory (NPI) ของประเทศออสเตรเลีย และ EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (2006) ของ European Environment Agency (EEA) ซึ่งมีข้อมูลที่ละเอียดครบถ้วน และน่าเชื่อถือ จึงสามารถนำมาใช้ประเมินการปลดปล่อยมลพิษในครั้งนี้ได้ จากการรวบรวมข้อมูลของโรงงานในขอบเขตการศึกษาทั้งหมด 23 โรง พบว่า มีเพียง 12 โรงเท่านั้นที่มีข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ ตัวอย่างของโรงงานที่ไม่มีค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ อาทิ โรงงานผลิตสารเคมีประเภทสารอินทรีย์ โรงแยกอากาศ โรงงานผลิตสิ่งทอ โรงงานแบ่งบรรจุเคมีภัณฑ์ และโรงงานผลิตแร่แทนทาลัม ทั้งนี้สามารถแบ่งกลุ่มตามลักษณะของค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษได้เป็น 2 กลุ่มดังนี้

1) EMEP/CORINAIR ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษส่วนใหญ่จะบอกในรูปของสารอินทรีย์ระเหย ซึ่งจะมีการจำแนกสัดส่วนและชนิดของสารอินทรีย์ระเหยที่ปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ด้วย เช่น การรั่วไหลจากท่อ ปิ๊ม ข้อต่อต่างๆ การระเหยจากถังกักเก็บ มลพิษจากกระบวนการเผาไหม้ หรือกระบวนการผลิต ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากโรงงานผลิตพอลิโพรพิลีนแสดงดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

ตารางที่ 3.1 Emission Factor ของโรงงานผลิตพอลิโพรพิลีนที่มีกระบวนการผลิตแบบบัลค์-พอลิเมอร์โรเซชัน

แหล่งข้อมูลของค่า Emission Factor	VOC Emission Factor (kg/ton)	Quality Code
Information from plant in the Netherlands (1992) : TNO	0.86	C

หมายเหตุ : Quality Code มีตั้งแต่ A B C D E เรียงตามระดับความน่าเชื่อถือของค่าสัมประสิทธิ์ ซึ่ง A จะเป็นตัวแทนของค่าสัมประสิทธิ์ที่ดีที่สุด เพราะได้จากการสุ่มตรวจโรงงานตัวอย่างหลายแห่งด้วยวิธีตรวจวัดที่ได้มาตรฐาน

ตารางที่ 3.2 สัดส่วนสารอินทรีย์ระเหยจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ในโรงงานผลิตพอลิโพรพิลีนที่มีกระบวนการผลิตแบบบัลค์พอลิเมอร์ไรเซชัน

แหล่งกำเนิดสารอินทรีย์ระเหย	ปริมาณสารอินทรีย์ระเหย
Leakage losses from appendages, pump, etc.	94%
Flaring, disruptions	0.2%
Losses due to storage and handling	6%
Combustion	0%
Other process emissions	0%

2) AP 42 & NPI จะระบุค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษแยกละเอียดตามกระบวนการย่อย ขึ้นอยู่กับลักษณะของกระบวนการผลิต หน่วยการผลิตที่ใช้ ตลอดจนการติดตั้งอุปกรณ์ในการควบคุมมลพิษ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลของหน่วยการผลิตต่างๆ อย่างละเอียดมากกว่าในกรณีของ EMEP/CORINAIR ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากโรงงานผลิตพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลตแสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษแยกตามกระบวนการย่อยสำหรับโรงงานผลิตพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลต

Emission Stream	Emission Factor (g/kg PET produced)		
	Nonmethane VOC	Particulate	Emission Factor Rating
Raw material storage	0.1	ND	C
Mix tanks	negligible	ND	C
Esterification	0.04	ND	A
Polymerization reaction			
Prepolymerizer vacuum system	0.009	ND	C
Polymerization reactor vacuum system	0.005	ND	C
Cooling tower	0.2	ND	C
Ethylene glycol process tanks	0.0009	ND	C
Ethylene glycol recovery vacuum system	0.0005	ND	C
Product storage	ND	0.0003	C
Total Plant	0.36		

หมายเหตุ : ND = No data (ไม่มีข้อมูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การคัดกรองข้อมูล

หลังจากรวบรวม EIA และค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของโรงงานในขอบเขตการศึกษาแล้ว ต้องทำการคัดกรองข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นจาก EIA เพื่อให้ได้ข้อมูลกิจกรรมที่สำคัญและจำเป็นต้องใช้ในการประเมิน โดยจะแบ่งโรงงานอุตสาหกรรมตามประเภทและใช้รหัสแทนชื่อโรงงาน ทั้ง 12 โรง ได้แก่ โรงงานปิโตรเคมี (ผลิตพอลิเมอร์) จำนวน 3 โรง จะแทนด้วยรหัส P1, P2 และ P3 ตามลำดับ โรงไฟฟ้าจำนวน 3 โรง แทนด้วยรหัส E1-E3 โรงงานเคมีภัณฑ์จำนวน 3 โรง แทนด้วยรหัส C1-C3 โรงกลั่นน้ำมันจำนวน 1 โรง แทนด้วยรหัส R1 และโรงงานประเภทอื่นๆ ที่ผลิตเส้นใยสังเคราะห์และโรงงานเหล็กขึ้นปลาย จำนวน 2 โรง จะแทนด้วยรหัส O1 และ O2 ตามลำดับ โดยข้อมูลกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับการประเมินมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ข้อมูลของแหล่งกำเนิดที่มีการเผาไหม้ (Combustion source) อาทิ ชนิด ปริมาณการใช้ และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในหม้อไอน้ำ หรือเตาเผา
- 2) ข้อมูลแหล่งกำเนิดในกระบวนการผลิต (Process source) อาทิ กำลังการผลิต ลักษณะอุปกรณ์หรือหน่วยการผลิตที่ใช้ ตลอดจนมีการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อควบคุมมลพิษหรือไม่
- 3) ข้อมูลถังกักเก็บ (Storage tank) ได้แก่ ชนิดของถังกักเก็บ ลักษณะทางกายภาพของถัง เช่น เส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง ปริมาตรบรรจุเฉลี่ย ปริมาตรบรรจุสูงสุด รวมไปถึงสถานที่ตั้งของถัง และข้อมูลสารเคมีที่บรรจุภายในถังด้วย

3.5 ขั้นตอนการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

แหล่งที่มาของมลพิษทางอากาศที่สำคัญของโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ กระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และถังกักเก็บ ซึ่งสัดส่วนในการปลดปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดต่างๆ จะแตกต่างกันไปตามลักษณะกิจกรรมของโรงงาน สามารถแบ่งการประเมินตามประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ได้ดังนี้

3.5.1 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากกระบวนการเผาไหม้

สำหรับการประเมินมลพิษจากกระบวนการเผาไหม้ หรือในกรณีที่ไม่มีข้อมูลสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษที่เหมาะสมกับโรงงาน เนื่องจากมีกระบวนการผลิตแตกต่างไปจากที่กำหนด แต่หากทราบข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิง และชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ จะประเมินมลพิษที่ปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดที่มีการเผาไหม้แทน อาทิ เตาเผา และหม้อไอน้ำ ตัวอย่างการประเมินประเภทนี้ ได้แก่ โรงไฟฟ้า และโรงกลั่นน้ำมัน ซึ่งในการคำนวณจะนำปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (Fuel usage) คูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ และสัดส่วนค่าความร้อนของเชื้อเพลิงดังแสดงในสมการ 3.1

$$\text{Emission} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hr}} \right) = \text{Emission factor} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times \text{Fuel usage} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \right) \times \frac{\text{Actual heating value}}{\text{Standard heating value}} \quad (3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ Actual heating value คือ Heating value ของเชื้อเพลิงที่ใช้จากโรงงาน (GJ/m³)
Standard heating value คือ Heating value ของเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน (GJ/m³)

ตัวอย่างการประเมิน VOCs สำหรับโรงกลั่นน้ำมัน R1 ที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นน้ำมันเตา No.6 ปริมาณ 24,255 m³/yr โดยมี Actual heating value (ข้อมูลจาก EIA) 44.2617 GJ/m³ และ Standard heating value (ข้อมูลจาก NPI) 41.8 GJ/m³ โดยค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อย VOCs ของโรงกลั่นน้ำมันเท่ากับ 0.034 kg/m³ ดังแสดงในตารางที่ 3.4 จะสามารถประเมินอัตราการปลดปล่อย VOCs ได้ดังนี้

$$\text{Emission}_{\text{VOCs}} = 0.034 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 24,255 \frac{\text{m}^3}{\text{yr}} \times \frac{44.2617 \text{ GJ/m}^3}{41.8 \text{ GJ/m}^3}$$

$$\text{Emission}_{\text{VOCs}} = 873.2367 \text{ kg/year หรือ } 0.8732 \text{ ton/yr}$$

ตารางที่ 3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของโรงกลั่นน้ำมัน (แยกตามชนิดของมลพิษ)

Oil Type and Firing Configuration	Emission Factor (kg/m ³ oil fired)			
	NO _x	CO	PM ₁₀	VOCs
Boiler <30 MW				
No. 6 oil fired	6.6	0.6	0.86A	0.034
No. 5 oil fired	6.6	0.6	0.86A	0.034
No. 4 oil fired	2.4	0.6	0.86A	0.024
Distillate oil fired	2.4	0.6	0.12	0.024

ตัวอย่างการประเมิน NO_x สำหรับโรงไฟฟ้า E1 ที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นก๊าซธรรมชาติ ปริมาณ 3.16×10¹⁰ ft³/yr หรือ 2.9556×10⁷ MMBtu/h โดยมีค่าความร้อนสูง (High heating value: HHV) เท่ากับ 0.0348 GJ/m³ และค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ NO_x เท่ากับ 89 g/GJ ดังแสดงในตารางที่ 3.5 จะสามารถประเมินอัตราการปลดปล่อย NO_x ได้ดังนี้

$$\text{Emission}_{\text{NO}_x} = \left(89 \frac{\text{g}}{\text{GJ}} \times \frac{\text{kg}}{1000\text{g}} \right) \times 3.16 \times 10^{10} \frac{\text{ft}^3}{\text{yr}} \times \left(0.0348 \frac{\text{GJ}}{\text{m}^3} \times \frac{0.3048^3 \text{m}^3}{\text{ft}^3} \right)$$

$$\text{Emission}_{\text{NO}_x} = 2,775,307.955 \text{ kg/year หรือ } 2,775.308 \text{ ton/yr}$$

ตารางที่ 3.5 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของโรงไฟฟ้า (แยกตามชนิดของมลพิษ)

Energy industry using gaseous fuel		
Substances	Unit	Emission factor
NO _x	g/GJ	89
CO	g/GJ	39
VOCs	g/GJ	2.6
SO _x	g/GJ	0.281
PM ₁₀	g/GJ	0.89
CO ₂	kg/MMBtu	53.06

3.5.2 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากกระบวนการผลิต

สำหรับโรงงานที่มีข้อมูลกำลังการผลิต รายละเอียดกระบวนการผลิตอย่างละเอียด เช่น ชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้ ลักษณะกระบวนการผลิต หรืออุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมมลพิษ และสามารถสืบค้นค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษที่เหมาะสมได้นั้น จะสามารถประเมินมลพิษที่ปลดปล่อยจากกระบวนการผลิตได้ ซึ่งสามารถแบ่งการประเมินออกเป็น 2 กลุ่มตามแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษได้ดังนี้

1) การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศสำหรับกลุ่ม EMEP/CORINAIR

ในขั้นแรกคำนวณหาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยทั้งหมด (Total VOCs) ที่ปลดปล่อยออกมาจากโรงงานจากข้อมูลกำลังการผลิต โดยใช้สมการ 3.2

$$\text{Total VOCs Emission} \left(\frac{\text{kg}}{\text{year}} \right) = \text{Emission factor} \left(\frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times \text{Capacity} \left(\frac{\text{ton}}{\text{year}} \right) \quad (3.2)$$

หลังจากนั้นทำการจำแนกปริมาณสารอินทรีย์ระเหยที่ถูกปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เช่น ข้อต่อ บีม วาล์ว ห่อเผาทิ้ง (Flare) ถังกักเก็บ กระบวนการเผาไหม้ และแหล่งอื่นๆ โดยนำปริมาณสารอินทรีย์ระเหยทั้งหมด (Total VOCs) คูณกับสัดส่วนของสารอินทรีย์ระเหยที่ปลดปล่อยจากแต่ละแหล่งกำเนิด

ในขั้นตอนสุดท้ายจะประเมินการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหย โดยแยกตามชนิดของสารอินทรีย์ระเหยที่ปลดปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ซึ่งทำได้โดยนำปริมาณสารอินทรีย์ระเหยที่ปลดปล่อยจากแต่ละแหล่งกำเนิดในขั้นตอนที่แล้ว มาคูณกับสัดส่วนของสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิด

ตัวอย่างการประเมินการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหย และการจำแนกสารอินทรีย์ระเหยตามชนิดและแหล่งกำเนิดของโรงงานปิโตรเคมี P2 ที่มีกำลังการผลิตพอลิโพรพิลีน 88,500 ton/yr จากตารางที่ 3.6 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อย VOCs เท่ากับ 2.6 kg/ton คำนวณตามสมการ 3.2 จะได้ปริมาณ VOCs ทั้งหมดเท่ากับ 230,100 kg/yr หรือ 230.1 ton/yr

ตารางที่ 3.6 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสำหรับโรงงานผลิตพอลิस्टาไรีน

Source	Factor (kg/ton)	Quality Code
TNO Emission Registration 1992	2.6	C

เมื่อจำแนกสัดส่วนสารอินทรีย์ระเหยตามแหล่งกำเนิดดังตารางที่ 3.7 พบว่ามีการปลดปล่อย VOCs จากการรั่วไหลจากข้อต่อ และถังกักเก็บมากที่สุดเท่ากับ 217.4445 และ 12.6555 ton/yr ตามลำดับ ซึ่งองค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยที่ปลดปล่อยจากข้อต่อและปั๊มต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.8 โดยมีการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยที่ไม่สามารถระบุชนิดได้มากที่สุด รองลงมาคือ สไตรีน คิดเป็นปริมาณเท่ากับ 213.0956 และ 4.3489 ton/yr ตามลำดับ

ตารางที่ 3.7 การปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยสำหรับโรงงานผลิตพอลิस्टาไรีน โดยแยกตามแหล่งกำเนิด

VOC emission source	%
Leakage losses from appendages, pumps, etc.	94.5
Flaring disruptions	0
Losses due to storage and handling	5.5
Combustion emission	0
Other process emission	0

ตารางที่ 3.8 องค์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยที่ถูกปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดต่างๆ สำหรับโรงงานผลิตพอลิस्टาไรีน

Source	methane	ethylene	styrene	HCFCs	other HCs
Leakage loss	0%	0%	2%	0%	98%
Flaring & disruptions	-	-	-	-	-
Storage and handling loss	0%	0%	17%	0%	83%
Combustion	-	-	-	-	-
Other process emissions	-	-	-	-	-

2) การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศสำหรับกลุ่ม AP 42 & NPI

การใช้ข้อมูลสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจาก AP 42 และ NPI เพื่อประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงงาน ได้แก่ สารอินทรีย์ระเหย ฝุ่นละออง CO CO₂ SO₂ และ NO_x จะต้องทราบข้อมูลกระบวนการผลิตอย่างละเอียด เพื่อเลือกค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการประเมินสารอินทรีย์ระเหยสำหรับโรงงานปิโตรเคมี P3 ที่มีกำลังการผลิต โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate: PET) 219,000 ton/yr โดยค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากส่วนต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.9

เมื่อคำนวณตามสมการที่ 3.2 พบว่า สารอินทรีย์ระเหยที่ถูกปลดปล่อยจากถังกักเก็บวัตถุดิบ ส่วนทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน (Esterification) ส่วนทำปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชัน ส่วนการผลิต เอทิลีนไกลคอล และส่วนที่นำเอทิลีนไกลคอลกลับมาใช้ใหม่ (Ethylene glycol recovery system) มีปริมาณเท่ากับ 21.90, 8.76, 46.87, 0.20 และ 0.11 ton/yr ตามลำดับ

ตารางที่ 3.9 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสำหรับโรงงานผลิตโพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต

Emission Stream	Emission Factor (g/kg PET produced)		
	Nonmethane VOC	Particulate	Emission Factor Rating
Raw material storage	0.1	ND	C
Mix tanks	negligible	ND	C
Esterification	0.04	ND	A
Polymerization reaction			
Prepolymerizer vacuum system	0.009	ND	C
Polymerization reactor vacuum system	0.005	ND	C
Cooling tower	0.2	ND	C
Ethylene glycol process tanks	0.0009	ND	C
Ethylene glycol recovery vacuum system	0.0005	ND	C
Product storage	ND	0.0003	C
Total Plant	0.36		

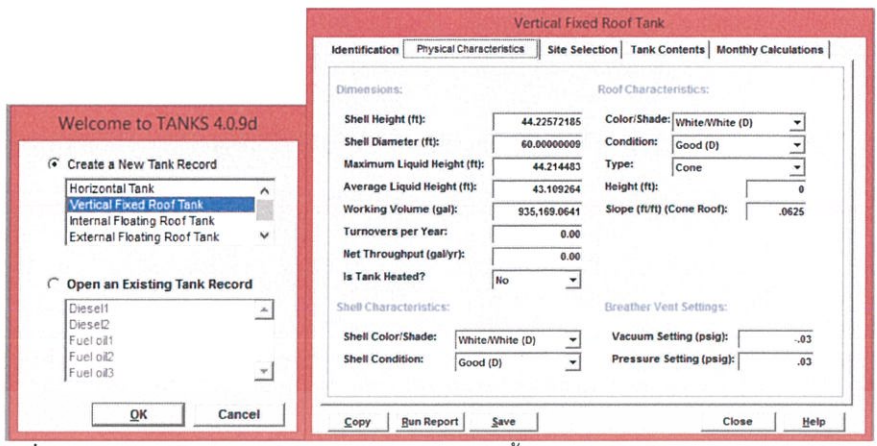
หมายเหตุ : ND = No data

3.5.3 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากถังกักเก็บ

นอกเหนือจากกระบวนการเผาไหม้และกระบวนการผลิตแล้ว ถังกักเก็บถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่ง ซึ่งหากกระบวนการผลิตหรือโรงงานประเภทใดไม่มีการรายงานค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสำหรับถังกักเก็บรวมอยู่ด้วย จะประเมินโดยใช้โปรแกรม TANKS รุ่น 4.0.9d ในการคำนวณหาปริมาณการปลดปล่อยมลพิษจากถังกักเก็บ

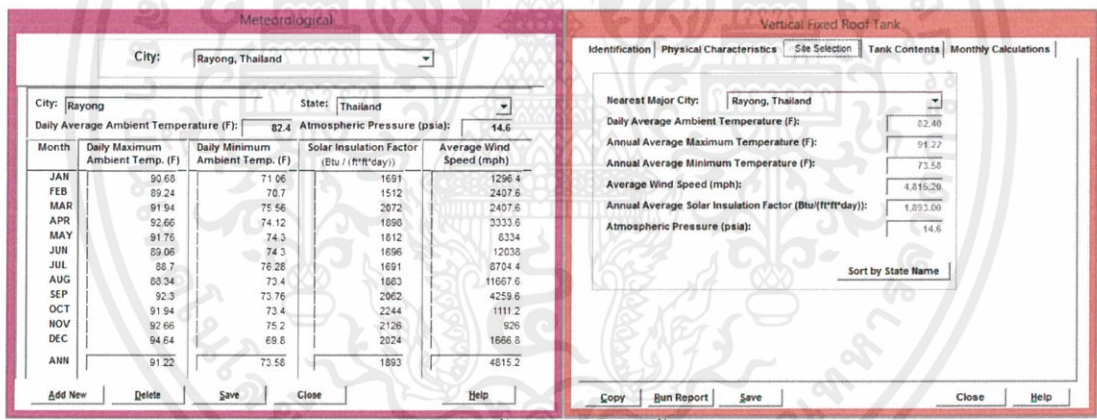
ตัวอย่างสำหรับการประเมินมลพิษทางอากาศจากถังกักเก็บของโรงกลั่นน้ำมัน R1 สำหรับถังกักเก็บน้ำมันดีเซลชนิดหลังคาตริงแนวตั้ง จะต้องระบุลักษณะกายภาพของถังโดยละเอียด อาทิ ความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ปริมาตรบรรจุเฉลี่ย-สูงสุด Working volume ตลอดจนชนิดของถัง และรูปทรงของหลังคา ดังแสดงในรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 การระบุลักษณะทางกายภาพของถังกักเก็บน้ำมันดีเซลในโปรแกรม TANKS 4.0.9d

สำหรับการป้อนข้อมูลสถานที่ตั้งของถังกักเก็บ เนื่องจากโปรแกรม TANKS มีเพียงข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Meteorological data) ของเมืองในประเทศสหรัฐอเมริกาเท่านั้น จึงต้องทำการเพิ่มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาสำหรับจังหวัดระยองเข้าไปในโปรแกรมด้วย โดยข้อมูลที่ต้องป้อนประกอบไปด้วยอุณหภูมิ ความเร็วลมเฉลี่ย (Average wind speed) ความดันบรรยากาศ (Atmospheric pressure) และอุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุดรายวัน ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การเพิ่มข้อมูลและกำหนดสถานที่ตั้งของถังกักเก็บน้ำมันดีเซลในโปรแกรม TANKS 4.0.9d

สำหรับสารเคมีที่บรรจุในถังกักเก็บ ตามฐานข้อมูลของโปรแกรมสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ สารอินทรีย์ (Organic liquids) ผลผลิตจากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม (Petroleum distillates) และน้ำมันดิบ (Crude oils) โดยเมื่อทำการประเมินจะต้องระบุชื่อ จำนวนองค์ประกอบ และประเภทของสารเคมีที่บรรจุอยู่ในถังกักเก็บด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 การกำหนดประเภทและชนิดของสารที่บรรจุในถังเก็บในโปรแกรม TANKS 4.0.9d

ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลของสารเคมีที่ต้องการในฐานข้อมูลโปรแกรม TANKS ต้องทำการเพิ่มข้อมูลสารเคมีที่ต้องการให้กับโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 3.4 ซึ่งตัวอย่างข้อมูลสารเคมีที่ต้องระบุ อาทิ ชื่อสารเคมี เลขทะเบียน CAS (CAS Number) มวลโมเลกุล ความหนาแน่นในสถานะของเหลวที่ 15.56 °C ความดันไอ ณ อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง หรือค่าคงที่สำหรับสมการ Antoine เป็นต้น

รูปที่ 3.4 ผลการประเมินการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากถังเก็บน้ำมันดีเซลด้วยโปรแกรม TANKS 4.0.9d

เมื่อป้อนข้อมูลที่ได้อีกแล้วไปข้างต้นครบถ้วนแล้ว จะสามารถประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากถังเก็บได้ โดยโปรแกรมจะรายงานผลออกมาในหน่วยปอนด์ต่อปี (lbs/yr) ซึ่งในกรณีของถังเก็บโครซินในรูปที่ 3.5 พบว่า การปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจะมาจาก Breathing loss เท่านั้น คิดเป็นปริมาณ 20.12 lbs/yr หรือ 0.009 ton/yr

TANKS 4.0.9d
Emissions Report - Brief Format
Individual Summaries

Emissions Report for: Annual

Diesel2 - Vertical Fixed Roof Tank

Components	Losses(lbs)		
	Working Loss	Breathing Loss	Total Emissions
Distillate fuel oil no. 2	0.00	20.12	20.12

รูปที่ 3.5 ผลการประเมินการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากถังเก็บน้ำมันดีเซลด้วยโปรแกรม TANKS 4.0.9d

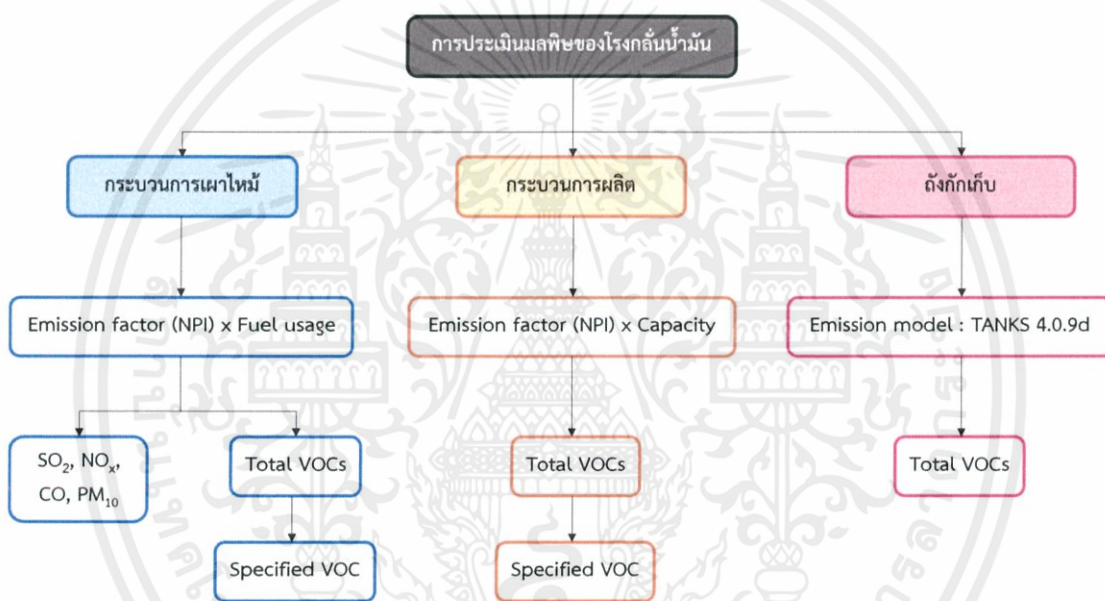
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงงานแต่ละประเภท

จากวิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น สามารถสรุปวิธีการประเมินที่เหมาะสมสำหรับโรงงานแต่ละประเภทได้ดังนี้

3.6.1 โรงกลั่น

โรงกลั่นน้ำมัน R1 มีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดหลัก 3 แห่ง ได้แก่ กระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และถังกักเก็บ ในส่วนของกระบวนการเผาไหม้และกระบวนการผลิตจะประเมินโดยใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจาก NPI แต่ในส่วนของถังกักเก็บจะใช้โปรแกรม TANKS 4.0.9d ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดวิธีการประเมินและมลพิษที่สามารถประเมินได้ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แผนภูมิของการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศสำหรับโรงกลั่นน้ำมัน

3.6.2 โรงเคมีและปิโตรเคมี

สำหรับโรงเคมีและปิโตรเคมีจำนวน 6 โรง สามารถประเมินการปลดปล่อยมลพิษได้เฉพาะสารอินทรีย์ระเหยเท่านั้น จึงอ้างอิงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษชนิดอื่นจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมแทน ซึ่งในการประเมินสารอินทรีย์ระเหยนั้น สามารถจำแนกแหล่งกำเนิดและชนิดของสารอินทรีย์ระเหยได้ แต่รายละเอียดของแหล่งกำเนิดจะแตกต่างกันไปตามแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ ทั้งนี้สามารถสรุปรายละเอียดการประเมินสารอินทรีย์ระเหยได้ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 การประเมินการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากโรงเคมีและปิโตรเคมี

แหล่งข้อมูล	ประเภทของแหล่งกำเนิด	สัญลักษณ์	โรงงาน
EMEP/CORINAIR	ข้อต่อ วาล์ว และหน้าแปลน , หอเผาทิ้ง, การขนถ่ายและถังเก็บ และกระบวนการเผาไหม้	P1	ผลิตพอลิโพรพิลีน
		P2	ผลิตพอลิสไตรีน
AP-42	กระบวนการผลิต และถังเก็บ	P3	ผลิตพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต
		C1	ผลิตโพรพิลีนออกไซด์
	กระบวนการผลิต การขนถ่าย และ ถังเก็บ	C2	ผลิตฟินอล
	กระบวนการผลิต และการขนถ่าย	C3	ผลิตคลอ-อัลคาลี

หมายเหตุ สำหรับโรงงาน C3 ควรจะต้องแยกการประเมินในส่วนของถังเก็บด้วยโปรแกรม TANKS ต่างหาก แต่ไม่สามารถประเมินได้ เนื่องจากไม่ทราบลักษณะทางกายภาพและ Working volume ของถังเก็บ

3.6.3 โรงเหล็กชั้นปลาย

โรงงานเหล็กที่ประเมินเป็นโรงงานเหล็กชั้นปลาย ซึ่งจะนำเหล็กแผ่นรีดร้อนที่เป็นวัตถุดิบ มาคลี่ออก เพื่อทำความสะอาด อาทิ กำจัดสเกล (Scale) ออกจากผิวก่อนนำไปรีดเย็นเพื่อลดขนาดให้ได้ความหนาตามที่ต้องการ จนได้ผลิตภัณฑ์เป็นแผ่นเหล็กรีดเย็น ซึ่งการประเมินจะใช้วิธีคูณค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษกับกำลังการผลิตของโรงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

สำหรับกระบวนการเผาไหม้ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงและกระบวนการผลิตของโรงงาน จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสำหรับ Iron and steel production จาก EMEP/CORINAIR เพื่อประเมินการปลดปล่อย NO_x และ VOCs และอ้างอิงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโรงเหล็กสำหรับ SO_2 และ CO แต่ในส่วน of ถังเก็บสารเคมี เนื่องจากไม่ทราบข้อมูลลักษณะทางกายภาพของถังเก็บ เช่น ชนิดของถัง หรือ ปริมาตรบรรจุ จึงไม่สามารถประเมินมลพิษด้วยโปรแกรม TANKS 4.0.9d ได้ สรุปรายละเอียดการประเมินมลพิษสำหรับโรงเหล็กชั้นปลายแสดงดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงเหล็กชั้นปลาย

แหล่งกำเนิด	แหล่งข้อมูล	การคำนวณ	มลพิษที่ปลดปล่อย
กระบวนการเผาไหม้ และกระบวนการผลิต	EMEP/CORINAIR	Emission factor x Production capacity	NO_x และ VOCs
	EIA	อ้างอิงข้อมูลจากปล่อย	SO_2 และ CO

3.6.4 โรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์

โรงงานจะผลิตแผ่นเส้นใยสังเคราะห์จากวัตถุดิบหลัก คือ หินโดโลไมต์ (Dolomite) และ หินบะซอลต์ (Basalt) ซึ่งเชื้อเพลิงหลักที่ใช้ในโรงงาน คือ ถ่านหิน (Coal) โดยในการประเมินจะเลือกใช้ข้อมูลสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสำหรับอุตสาหกรรมประเภท Mineral wool จาก EMEP/CORINAIR เพื่อประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากกระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และการขนถ่าย ซึ่งใช้วิธีคำนวณจากกำลังการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงานดังที่ได้กล่าวไปแล้วในขั้นตอนการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ (หัวข้อ 3.5) สรุปรายละเอียดการประเมินมลพิษสำหรับโรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์

แหล่งกำเนิด	แหล่งข้อมูล	การคำนวณ	มลพิษที่ปลดปล่อย
กระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และ การขนถ่าย	EMEP/CORINAIR	Emission factor x Production capacity	NO _x , CO, VOCs และ SO ₂

3.6.5 โรงไฟฟ้า

โรงไฟฟ้าในขอบเขตการประเมินทั้งหมด 3 โรง เป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นก๊าซธรรมชาติทั้งสิ้น โดยแหล่งกำเนิดมลพิษจะมาจากการกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงและถังเก็บเท่านั้น สามารถประเมินได้โดยใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจาก EMEP/CORINAIR แต่ในส่วนของถังเก็บซึ่งใช้เก็บสารเคมีสำหรับปรับปรุงคุณภาพน้ำ จะไม่สามารถประเมินด้วยโปรแกรม TANKS ได้ เนื่องจากไม่มีข้อมูลลักษณะทางกายภาพของถังเก็บรายงานไว้ในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม แต่วัตถุดิบ และสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงไฟฟ้าส่วนใหญ่ไม่ใช่สารอินทรีย์ระเหย จึงไม่ส่งผลต่อการประเมินมากนัก ทั้งนี้สามารถสรุปรายละเอียดวิธีการประเมินมลพิษสำหรับโรงไฟฟ้าได้ดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 วิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศและมลพิษที่ประเมินได้สำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม

แหล่งกำเนิด	แหล่งข้อมูล	การคำนวณ	มลพิษที่ปลดปล่อย
กระบวนการ เผาไหม้	EMEP/CORINAIR	Emission factor x Fuel usage	NO _x , CO, VOCs, SO _x และ PM ₁₀
	US-EPA		CO ₂

ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

จากการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ ร่วมกับการใช้โปรแกรม TANKS 4.09.d สามารถสรุปข้อมูลกำลังการผลิต และผลการประเมินแยกตามประเภทอุตสาหกรรม แหล่งกำเนิด และชนิดของสารอินทรีย์ระเหย รวมถึงเปรียบเทียบผลการประเมินกับข้อมูลจากปล่อยระบายควันของโรงงานได้ดังนี้

4.1 ข้อมูลกำลังการผลิต

ในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ ข้อมูลกำลังการผลิตและปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของแต่ละโรงงานบ่งบอกความสามารถในการปลดปล่อยมลพิษที่แตกต่างกัน โดยข้อมูลดังกล่าวรวบรวมได้จากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม หรือรายงานผลการปฏิบัติตามมาตรการป้องกัน แก้ไข ลดผลกระทบ และการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งกำลังการผลิตของโรงงาน 5 ประเภทที่ทำการประเมิน ได้แก่ โรงกลั่น โรงเคมีและปิโตรเคมี โรงไฟฟ้า โรงเหล็กชั้นปลาย และโรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์ จำนวนทั้งสิ้น 12 โรง แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 กำลังการผลิตของโรงงานในแต่ละประเภทอุตสาหกรรม

ประเภทอุตสาหกรรม	สัญลักษณ์	โรงงาน	กำลังการผลิต (ตัน/ปี)
โรงกลั่น	R1	โรงกลั่น	1,321,492
โรงเคมี และปิโตรเคมี	P1	ผลิตพอลิโพรพิลีน	140,000
	P2	ผลิตพอลิสไตรีน	88,500
	P3	ผลิตพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลต	219,000
	C1	ผลิตโพรพิลีนออกไซด์	430,000
	C2	ผลิตฟินอล	275,000
	C3	ผลิตคลอ-อัลคาไลน์	256,193
โรงเหล็กชั้นปลาย	O1	โรงผลิตเหล็กแผ่นรีดเย็น	1,000,000
โรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์	O2	โรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์	10,000
ประเภทอุตสาหกรรม	สัญลักษณ์	โรงงาน	กำลังการผลิต (เมกะวัตต์)
โรงไฟฟ้า	E1	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	187.68
	E2	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	108
	E3	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	173.5

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า กำลังการผลิตในหน่วยตันต่อปีของโรงกลั่น (R1) สูงที่สุด เนื่องจากเป็นกำลังการผลิตรวมของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ได้แก่ แนฟทา เคโรซีน น้ำมันดีเซล และน้ำมันเตา โดยมีปริมาณ 673,200 220,866 383,387 44,039 ตัน/ปี ตามลำดับ รองลงมาคือ โรงเหล็กชั้นปลาย (O1) ที่มีกำลังการผลิตเหล็กแผ่นรีดเย็น 1,000,000 ตัน/ปี โรงผลิตโพรพิลีนออกไซด์ (C1) ที่กำลังการผลิต 430,000 ตัน/ปี และในส่วนของโรงงานที่มีกำลังการผลิตต่ำกว่า 300,000 ตัน/ปี ได้แก่ โรงงานฟินอล (C2) รองลงมาคือ โรงงานคลอ-อัลคาไลน์ (C3) โรงงานพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (P3) โรงผลิตโพรพิลีน (P1) โรงผลิตสไตรีน (P2) และโรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์ (O2) ตามลำดับ โดยในส่วนของโรงไฟฟ้าที่คิดกำลังการผลิตไฟฟ้าในหน่วยเมกะวัตต์ พบว่า โรงไฟฟ้า E1 มีกำลังการผลิตสูงสุด รองลงมาคือ โรงไฟฟ้า E3 และ E2 ตามลำดับ

4.2 ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศโดยรวม

ในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ ร่วมกับการใช้โปรแกรม TANKS 4.09.d สามารถสรุปผลการประเมินมลพิษโดยรวมจากอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ในพื้นที่ศึกษาดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 อัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงงานในพื้นที่ศึกษา

ประเภท อุตสาหกรรม	อัตราการปลดปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)					
	NO _x	SO ₂	CO	CO ₂	PM ₁₀	VOCs
โรงกลั่น	196.32	297.77	17.85	ND	23.79	154,664.26
โรงเคมี และปิโตรเคมี	368.92	0.57	ND	ND	ND	2,077.15
โรงเหล็กชั้นปลาย	70.00	3.14	66.72	ND	ND	27.00
โรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์	11.00	15.00	32.00	5,650.00	ND*	19.00
โรงไฟฟ้า	4,352.67	13.74	1,907.35	2,459,560.46	43.53	127.16
รวม	4,988.91	330.22	2,023.92	2,465,210.46	67.32	156,914.57

หมายเหตุ 1. ND (No Data) หมายถึง ไม่มีข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ

2. การประเมินฝุ่นละอองจากโรงงานผลิตเส้นใย สามารถประเมินได้เฉพาะฝุ่นละอองรวม (TSP) เท่านั้น

จากตารางที่ 4.2 พบว่า มีการปลดปล่อย CO₂ มากที่สุดในอัตรา 2,465,211 ตันต่อปี รองลงมา คือ VOCs, NO_x, CO, SO₂ และ PM₁₀ ในอัตรา 156,915 4,989 2,024 330 และ 67 ตันต่อปี ตามลำดับ โดย SO₂ มีแหล่งกำเนิดหลักจากโรงกลั่น เนื่องจากการใช้เชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตาที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบปริมาณสูง จึงมีการปลดปล่อย SO₂ สูงกว่าเมื่อเทียบกับโรงไฟฟ้าหรือ

โรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง สำหรับ VOCs จะมาจากโรงกลั่นมากที่สุด รองลงมาคือ โรงเคมีและปิโตรเคมีเป็นหลัก เนื่องจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมและปิโตรเคมีมีองค์ประกอบหลักเป็นสารไฮโดรคาร์บอน ซึ่งบางชนิดสามารถระเหยเป็นไอที่อุณหภูมิและความดันปกติจากถังกักเก็บและอุปกรณ์ต่างๆ ได้ ส่วน NO_x , CO, CO_2 และ PM_{10} จะมีแหล่งกำเนิดจากโรงไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งมาจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้าและไอน้ำ

4.3 ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษแยกตามประเภทอุตสาหกรรม

ในแต่ละประเภทอุตสาหกรรมจะมีจำนวนโรงงานในขอบเขตการประเมินแตกต่างกันออกไป เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยมลพิษแยกตามประเภทอุตสาหกรรม สามารถสรุปและวิเคราะห์ผลการประเมินโรงงานแต่ละประเภทได้ดังนี้

4.3.1 โรงกลั่น

โรงกลั่นในขอบเขตการประเมินมีจำนวน 1 โรง ดำเนินการผลิตปิโตรเลียมและปิโตรเคมีจากกากคอนเดนเสท (Condensate) แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญจะมาจากกระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และถังกักเก็บ โดยมีการปลดปล่อย VOCs ปริมาณสูงที่สุด 154,664 ตันต่อปี เนื่องจากสารที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตมีองค์ประกอบหลักเป็นสารไฮโดรคาร์บอน หรือเมื่อเกิดปฏิกิริยาอาจเกิด VOCs เป็นผลพลอยได้ ซึ่งบางชนิดสามารถระเหยจากอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต ถังกักเก็บ ตลอดจนข้อต่อ บีม และวาล์วได้ที่อุณหภูมิและความดันปกติ รองลงมาคือ SO_2 , NO_x , PM_{10} และ CO ในปริมาณ 298, 196, 24 และ 18 ตันต่อปี ตามลำดับ ซึ่งมลพิษดังกล่าวเกิดจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงผสมระหว่างแนฟทา (Naphtha) กับน้ำมันเตาหนัก (Heavy fuel oil No.6 หรือ Bunker C) ที่มีปริมาณซัลเฟอร์ปนอยู่ค่อนข้างสูง อัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดจากโรงกลั่นสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 อัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงกลั่น

โรงงาน	อัตราการปลดปล่อย (ตัน/ปี)					
	NO_x	SO_2	CO	CO_2	PM_{10}	VOCs
R1	196.32	297.77	17.85	ND	23.79	154,664.26

4.3.2 โรงเคมีและปิโตรเคมี

สำหรับโรงเคมีและปิโตรเคมีที่ทำการประเมินมีจำนวน 6 โรง สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ โรงงานพอลิเมอร์ P1-P3 และโรงงานเคมีภัณฑ์ C1-C3 ซึ่งการประเมินด้วยวิธีการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ จะสามารถประเมินได้เฉพาะสารอินทรีย์ระเหยเท่านั้น จึงอ้างอิงข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษชนิดอื่น ได้แก่ NO_x , SO_2 , CO, CO_2 และ PM_{10} จากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละโรงงาน โดยสรุปปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิดได้ดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มลพิษหลักที่เกิดจากอุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี ได้แก่ VOCs และ NO_x เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยรวม 2,077.15 ตันต่อปี พบว่าโรงงานที่ปลดปล่อยมากที่สุด คือ โรงงานผลิตคลอ-อัลคาไลน์ (C3) ด้วยอัตรา 1,016.15 ตันต่อปี รองลงมาคือ โรงงานผลิตฟีนอล (C2) ที่อัตรา 604.23 ตันต่อปี ในกรณีโรงงาน C3 ถึงแม้จะมีกำลังการผลิตเป็นรองโรงงาน C1 และ C2 แต่ VOCs จากโรงงาน C3 จะมาจากทั้งคลอรีนที่เป็นผลิตภัณฑ์หลัก และกรดไฮโดรคลอริกที่เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้ของโครงการ ทำให้ปริมาณการปลดปล่อยสูงกว่า โดยแหล่งกำเนิดหลักของ VOCs ได้แก่ หน่วยการผลิตก๊าซคลอรีน เตาเผาอุณหภูมิสูงในขั้นตอนการผลิตกรดไฮโดรคลอริก และระหว่างการบรรจุหรือขนถ่ายผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่าย

เมื่อพิจารณาเฉพาะการปลดปล่อย NO_x ที่อัตรา 368.92 ตันต่อปี โรงงานที่ปลดปล่อยมากที่สุด คือ โรงงานผลิตโพรพิลีนออกไซด์ (C1) ที่อัตรา 348.72 ตันต่อปี รองลงมาคือ โรงงานผลิตพอลิโพรพิลีน (P1) ที่อัตรา 10.08 ตันต่อปี สำหรับโรงงาน C1 จะมีหน่วยเผาทำลายก๊าซและของเหลวที่เหลือจากการผลิต (Thermal oxidizer: TOX) ซึ่งก๊าซที่ป้อนเข้า TOX ดังกล่าวมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก เมื่อเกิดการเผาไหม้จึงเป็นสาเหตุให้เกิด NO_x ในปริมาณมาก

ในส่วนของ SO₂ จะมาจากโรงงานผลิตพอลิสไตรีน (P2) ในกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงซึ่งเชื้อเพลิงหลักที่ใช้เป็นของเหลวที่เหลือจากกระบวนการผลิต และในกรณีที่ปริมาณเชื้อเพลิงหลักไม่เพียงพอ จะใช้น้ำมันเตาที่มีปริมาณซัลเฟอร์สูงแทน จึงอาจทำให้เกิด SO₂ ขึ้นได้

ตารางที่ 4.4 อัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงเคมีและปิโตรเคมี

โรงงาน	อัตราการปลดปล่อย (ตัน/ปี)					
	ค่าจากการประเมิน	ข้อมูลจาก EIA				
	VOCs	NO _x	SO ₂	CO	CO ₂	PM ₁₀
P1	120.64	10.08	ND	ND	ND	ND
P2	230.10	1.63	0.57	ND	ND	ND
P3	77.83	8.51	ND	ND	ND	ND
C1	28.19	348.70	ND	ND	ND	ND
C2	604.23	ND	ND	ND	ND	ND
C3	1,016.15	ND	ND	ND	ND	ND
รวม	2,077.15	368.92	0.57	ND	ND	ND

4.3.3 โรงเหล็กขึ้นปลาย

โรงเหล็กขึ้นปลายที่ประเมินมีเพียง 1 โรงงาน เป็นโรงงานผลิตเหล็กแผ่นรีดเย็น โดยแหล่งกำเนิดของมลพิษจะมาจากการเผาไหม้ และกระบวนการผลิต ได้แก่ ขั้นตอนการล้างแผ่นเหล็กด้วยกรดเกลือ (Pickling) การอบอ่อน (Annealing) และการรีดเย็นลดขนาด (Cold-Rolling mill) จากตารางที่ 4.5 พบว่าโรงงานเหล็กขึ้นปลายมีการปลดปล่อย NO_x ในอัตราสูงสุดที่ 70 ตันต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รองลงมา คือ CO, VOCs และ SO₂ ในอัตรา 67, 27 และ 3 ตันต่อปี ตามลำดับ ซึ่ง CO, SO₂ และ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง NO_x เป็นมลพิษสำคัญที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติในขั้นตอนการอบอ่อนเหล็กแผ่น ส่วน VOCs จะเกิดขึ้นจากไอระเหยของกรดเกลือ (Hydrochloric acid) ในขั้นตอนการล้างผิวเหล็กแผ่นเพื่อกำจัดสเกล และการรีดเย็นลดขนาด

ตารางที่ 4.5 อัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงเหล็กชั้นปลาย

โรงงาน	อัตราการปลดปล่อย (ตัน/ปี)					
	NO _x	SO ₂	CO	CO ₂	PM ₁₀	VOCs
R1	70.00	3.14	66.72	ND	ND	27.00

4.3.4 โรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์

ในการประเมินโรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์จำนวน 1 โรง พบว่าแหล่งกำเนิดมลพิษมาจากกระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์ ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษในกระบวนการผลิต ได้แก่ เตาทลอม เตอบ สายพานระบายความร้อน (Cooling conveyor) และส่วนตัดแต่งเส้นใย จากตารางที่ 4.6 ซึ่งแสดงปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อยจากโรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์ พบว่า มีการปลดปล่อย CO₂ สูงสุดในอัตรา 5,650 ตันต่อปี รองลงมาคือ CO, VOCs, SO₂ และ NO_x ในอัตรา 32, 19, 15 และ 11 ตันต่อปี ตามลำดับ โดยมลพิษที่เกี่ยวข้องกับการเผาไหม้ ได้แก่ NO_x, CO และ CO₂ จะมาจากกระบวนการเผาไหม้ถ่านหินในเตาทลอมคิวโปลา (Cupola furnace) และเตอบ (Curing oven) ส่วน SO₂ เกิดจากการที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบในเชื้อเพลิงถ่านหิน เมื่อเกิดการเผาไหม้จึงปลดปล่อย SO₂ ออกมา ส่วนฝุ่นละอองจากโรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์ไม่สามารถประเมินเฉพาะ PM₁₀ ได้ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของฝุ่นละอองรวม (Total Suspended Particulate: TSP) ซึ่งเกิดจากขั้นตอนการผลิตเส้นใย การตัดแต่ง และการบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยผลการประเมินฝุ่นละอองรวมคิดเป็นปริมาณ 5.6 ตันต่อปี

ตารางที่ 4.6 อัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของโรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์

โรงงาน	อัตราการปลดปล่อย (ตัน/ปี)					
	NO _x	SO ₂	CO	CO ₂	PM ₁₀	VOCs
O2	11.00	15.00	32.00	5,650.00	ND	19.00

4.3.5 โรงไฟฟ้า

โรงไฟฟ้าในขอบเขตการประเมินมีจำนวน 3 โรง โดยมลพิษทั้งหมดเกิดจากกระบวนการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาดและมีปริมาณไนโตรเจนน้อยเมื่อเทียบกับถ่านหินหรือน้ำมันเตา โดยส่วนที่ไม่สามารถประเมินได้ ได้แก่ ถังกักเก็บ นิยมใช้บรรจุวัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่ไม่ใช่สารอินทรีย์ระเหย จึงไม่ส่งผลต่อการประเมินมากนัก จากตารางที่ 4.7 จะเห็นได้ว่า CO₂ ถูกปลดปล่อยในอัตราสูงสุด 2,459,561 ตันต่อปี รองลงมาเป็น NO_x, CO,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VOCs และ PM₁₀ ในอัตรา 4,353 1,907 127 และ 44 ตันต่อปี ตามลำดับ ซึ่งสัดส่วนการปลดปล่อยมลพิษของแต่ละโรงจะสอดคล้องกับกำลังการผลิตที่แสดงในตารางที่ 4.1 โดยปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อยจากโรงไฟฟ้า E1 จะมากที่สุด เนื่องจากมีกำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดที่ 187.68 เมกะวัตต์ ตามด้วยโรงไฟฟ้า E3 และ E2 ที่มีกำลังการผลิต 173.5 และ 108 เมกะวัตต์ ตามลำดับ

นอกจาก CO₂ แล้ว สำหรับมลพิษที่ต้องควบคุมตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ.2559 [26] ได้แก่ NO_x, CO, SO₂ และฝุ่นละออง จะมีอัตราการปลดปล่อยที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับ CO₂ เนื่องจากแต่ละโรงงานจะต้องมีเทคโนโลยีสำหรับลดปริมาณมลพิษดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐาน อาทิ การลดและควบคุมปริมาณ NO_x โดยใช้หัวฉีดเผาไหม้ระบบลดการเกิดก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (Dry low NO_x burner) หรือการลดอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ โดยการฉีดพ่นน้ำปราศจากแร่ธาตุ (Water injection) เพื่อควบคุมสภาวะของกระบวนการสันดาป เป็นต้น

ตารางที่ 4.7 มลพิษทางอากาศที่ปลดปล่อยจากโรงไฟฟ้าแต่ละโรง

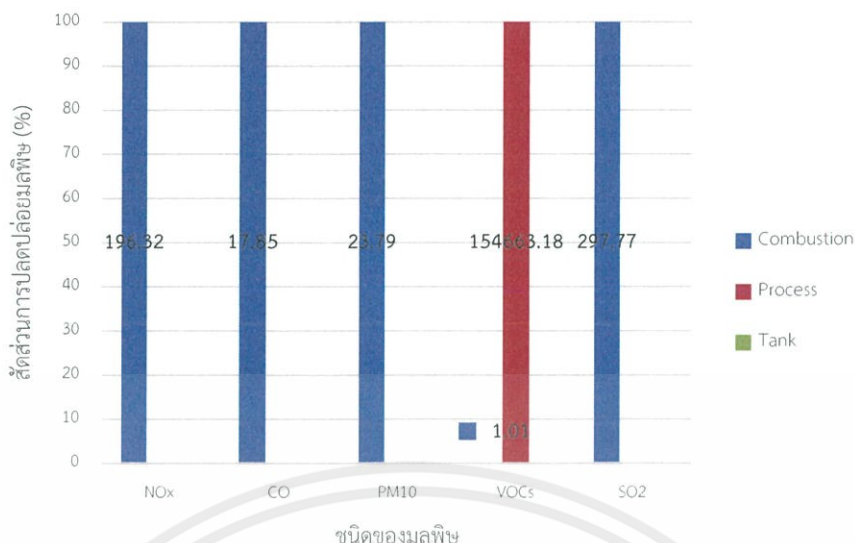
โรงงาน	อัตราการปลดปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)					
	NO _x	SO ₂	CO	CO ₂	PM ₁₀	VOCs
E1	2,775.31	8.76	1,216.15	1,568,241.60	27.75	81.08
E2	573.38	1.81	251.26	324,001.34	5.74	16.75
E3	1,003.98	3.17	439.94	567,317.52	10.04	29.33
รวม	4,352.67	13.74	1,907.35	2,459,560.46	43.53	127.16

4.4 ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษแยกตามแหล่งกำเนิด

การจำแนกสัดส่วนการปลดปล่อยมลพิษตามแหล่งกำเนิดสำหรับอุตสาหกรรมแต่ละประเภท มีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 โรงกลั่น

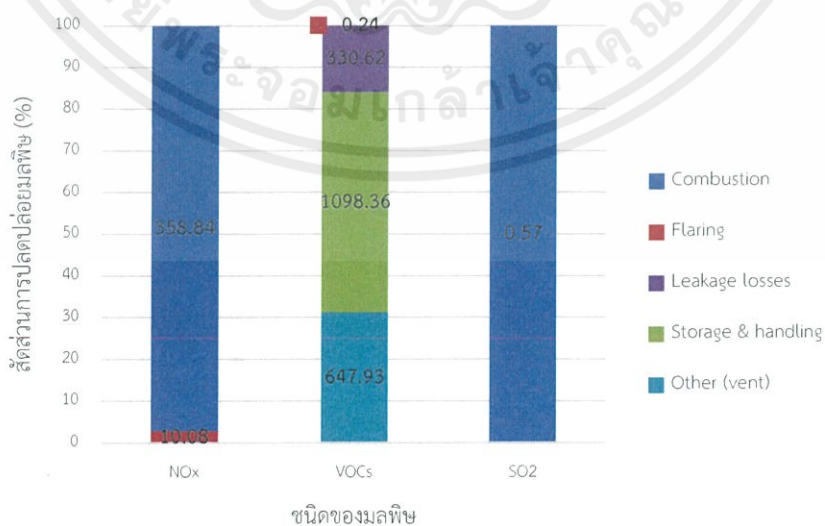
ในการประเมินสามารถจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษสำหรับโรงกลั่น 3 แหล่ง ได้แก่ กระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และถังกักเก็บ จากรูปที่ 4.1 พบว่า การปลดปล่อย NO_x, CO, PM₁₀ และ SO₂ จะมาจากกระบวนการเผาไหม้ทั้งหมดในอัตรา 196.32, 17.85, 23.79 และ 297.77 ตันต่อปี ตามลำดับ ส่วน VOCs ส่วนใหญ่มาจากกระบวนการผลิตเป็นหลัก คิดเป็นสัดส่วน 99.99% โดยมี VOCs เพียงปริมาณเล็กน้อยที่มาจากกระบวนการเผาไหม้และถังกักเก็บในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.1 สัดส่วนการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด โดยแยกตามแหล่งกำเนิดสำหรับโรงกลั่น

4.4.2 โรงเคมีและปิโตรเคมี

แหล่งกำเนิดมลพิษสำหรับโรงเคมีและปิโตรเคมีสามารถจำแนกได้ 5 แหล่ง คือ กระบวนการเผาไหม้ หอเผาทิ้ง การรั่วระเหยจากข้อต่อ ถังกักเก็บและการขนถ่าย และการระบายอื่นๆ ผลการจำแนกการปลดปล่อยมลพิษแยกตามแหล่งกำเนิดสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการปลดปล่อย NO_x จากกระบวนการเผาไหม้สูงที่สุดคิดเป็นสัดส่วน 97.27% ในขณะที่ปลดปล่อยจากหอเผาทิ้งเพียง 2.73% เท่านั้น สำหรับ VOCs มีการปลดปล่อยจากถังกักเก็บสูงที่สุด 52.88% รองลงมาคือ การระบายจากอุปกรณ์ต่างๆ 31.19% การรั่วไหลจากข้อต่อ บั้ม และหน้าแปลน 15.92% และจากหอเผาทิ้งเพียง 0.01% ในขณะที่ SO₂ ทั้งหมดถูกปลดปล่อยจากกระบวนการเผาไหม้ในปริมาณ 0.57 ตันต่อปี ซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับ NO_x และ VOCs ที่อัตราการปลดปล่อยทั้งหมด 368.92 และ 2,077.15 ตันต่อปี ตามลำดับ



รูปที่ 4.2 สัดส่วนการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด โดยแยกตามแหล่งกำเนิดสำหรับโรงเคมีและปิโตรเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 โรงเหล็กชั้นปลาย

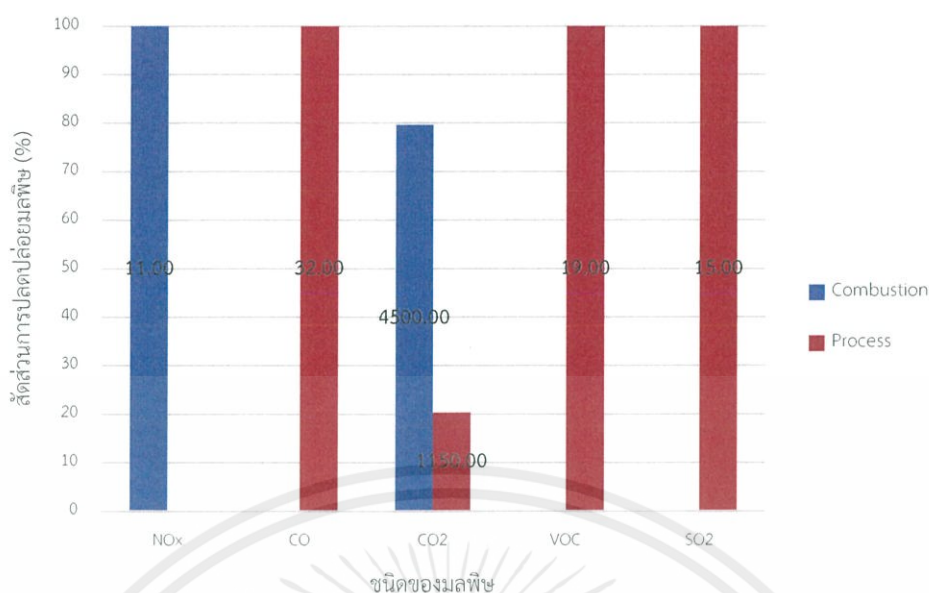
แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจากโรงงานผลิตเหล็กแผ่นรีดเย็นมีจำนวน 2 แหล่ง ได้แก่ กระบวนการเผาไหม้ และกระบวนการผลิต ผลการจำแนกสัดส่วนการปลดปล่อยมลพิษแยกตามแหล่งกำเนิดแสดงดังรูปที่ 4.3 พบว่า การปลดปล่อย NO_x , CO และ SO_2 มาจากกระบวนการเผาไหม้ทั้งหมดในอัตรา 70, 66.72 และ 3.14 ตันต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่ VOCs มีแหล่งกำเนิดมาจากกระบวนการผลิตเท่านั้น โดยมลพิษจากกระบวนการเผาไหม้จะเกิดในขั้นตอนการอบอ่อน ซึ่งเป็นการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติเพื่อให้ความร้อนกับเหล็กแผ่น ทำให้โครงสร้างของผลึกมีความเหมาะสม ส่วนในกระบวนการผลิตจะเกิด VOCs ในขั้นตอนการล้างเหล็กแผ่นด้วยกรดเกลือ และการรีดเย็นเพื่อลดขนาด



รูปที่ 4.3 สัดส่วนการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด โดยแยกตามแหล่งกำเนิดสำหรับโรงเหล็กชั้นปลาย

4.4.4 โรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์

ผลการจำแนกสัดส่วนการปลดปล่อยมลพิษแยกตามแหล่งกำเนิดสำหรับโรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์แสดงดังรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่า NO_x มาจากกระบวนการเผาไหม้ทั้งหมดในอัตรา 11 ตันต่อปี สำหรับ CO, VOCs และ SO_2 มาจากกระบวนการผลิตทั้งหมดที่อัตรา 32, 19 และ 15 ตันต่อปี ส่วน CO_2 จะมาจากกระบวนการเผาไหม้เป็นหลัก คิดเป็นสัดส่วน 79.65% และจากกระบวนการผลิตในสัดส่วน 20.35% โดยแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญในกระบวนการผลิต ได้แก่ เตาหลอม และในขั้นตอนการปั่นขึ้นรูปเส้นใยสังเคราะห์ และเมื่อพิจารณาฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถประเมินการปลดปล่อยได้เฉพาะฝุ่นละอองรวมพบว่า ฝุ่นละอองรวมจะมาจากการบรรจุและขนถ่ายผลิตภัณฑ์เป็นหลัก คิดเป็นสัดส่วน 89.29% และมาจากกระบวนการผลิตเส้นใย คิดเป็นสัดส่วน 10.71%



รูปที่ 4.4 สัดส่วนการปลดปล่อยมลพิษแต่ละชนิด โดยแยกตามแหล่งกำเนิดสำหรับโรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์

4.4.5 โรงไฟฟ้า

ในการผลิตไฟฟ้า ทางโรงไฟฟ้าจะใช้กระบวนการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติ เพื่อเปลี่ยนพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ให้เป็นพลังงานกล ขับเคลื่อนให้โรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนจนเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น ดังนั้นมลพิษที่เกิดขึ้น ได้แก่ NO_x, SO₂, CO, CO₂, PM₁₀ และ VOCs จึงมาจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งหมด โดยแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญ ได้แก่ ไอเสียที่ถูกระบายทิ้งจากหน่วยผลิตไอน้ำ (HRSGs) ที่ทำหน้าที่ผลิตไอน้ำส่งไปให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันไอน้ำ และไอเสียที่ถูกระบายออกจากปล่องหม้อไอน้ำสำรอง ซึ่งมีหน้าที่ผลิตไอน้ำในกรณีที่ HRSGs ชัดข้อง

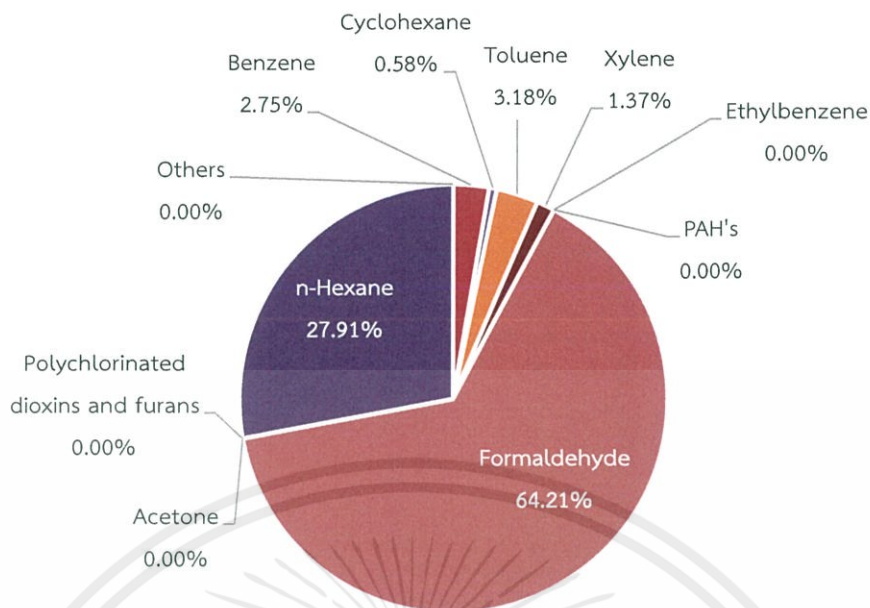
4.5 ผลการประเมินและการจำแนกชนิดสารอินทรีย์ระเหย

การปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากโรงงานอุตสาหกรรม จะมีชนิดและปริมาณของสารอินทรีย์ระเหยแตกต่างกันไปตามประเภทของอุตสาหกรรม ซึ่งอุตสาหกรรมหลักที่ปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหย ได้แก่ โรงกลั่น และโรงเคมีและปิโตรเคมี โดยมีอัตราการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยเท่ากับ 154,664 และ 2,077 ตันต่อปีตามลำดับ สัดส่วนการจำแนกชนิดสารอินทรีย์ระเหยและปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดจากโรงกลั่นแสดงดังรูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.8 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์พบว่า โรงกลั่นมีการปลดปล่อยฟอร์มัลดีไฮด์ออกมามากที่สุดในสัดส่วน 64.21% หรือ 99,307 ตันต่อปี เนื่องจากในกระบวนการเผาไหม้ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยเมื่อรวมกับอนุมูลอิสระของไฮดรอกซิล (Hydroxyl radical) และโอโซนในบรรยากาศ สามารถเกิดเป็นสารฟอร์มัลดีไฮด์ได้ รองลงมาคือ นอร์มัลเฮกเซน ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการกลั่นปิโตรเลียม คิดเป็นสัดส่วน 27.91% หรือ 43,167 ตันต่อปี ส่วนสารอินทรีย์ชนิด

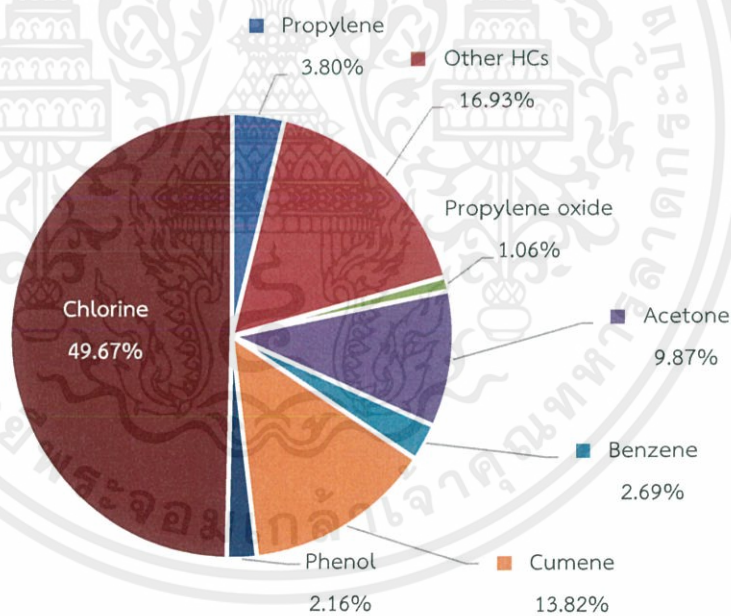
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่นๆ ได้แก่ โทลูอิน เบนซีน ไซลีน และไซโคลเฮกเซน มีการปลดปล่อยต่ำกว่า 5% หรืออยู่ในช่วง 895-4,921 ตันต่อปี นอกจากนี้ยังมีการปลดปล่อยสารไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่นๆ อะซีโตน โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เอทิลเบนซีน และไดออกซินและฟูแรนด้วย โดยอัตราการปลดปล่อยต่ำกว่า 0.49 ตันต่อปี ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่น้อยมาก

ในส่วนของโรงเคมีและปิโตรเคมี สามารถจำแนกสัดส่วนสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดและปริมาณการปลดปล่อยได้ดังรูปที่ 4.6 และตารางที่ 4.9 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์พบว่า มีการปลดปล่อยคลอรีนสูงที่สุดปริมาณ 1,016 ตันต่อปี คิดเป็นสัดส่วนประมาณ 50% โดยทั้งหมดมาจากโรงงานผลิตคลอ-อัลคาไลน์ (C3) รองลงมาคือ สารอินทรีย์ระเหยที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ (Other HCs) และควิมีนในสัดส่วนใกล้เคียงกัน 17% และ 14% ตามลำดับ ซึ่งมีอัตราการปลดปล่อยอยู่ในช่วง 283-346 ตันต่อปี โดยที่การปลดปล่อยควิมีนจะมาจากโรงงานผลิตฟินอล (C2) เนื่องจากควิมีนเป็นสารตั้งต้นในการผลิตฟินอล ส่วนสารอินทรีย์ระเหยชนิดอื่น เช่น อะซีโตน โพรพิลีน เบนซีน ฟินอล และโพรพิลีนออกไซด์จะมีสัดส่วนการปลดปล่อยต่ำกว่า 10% หรือมีอัตราการปลดปล่อย 22-202 ตันต่อปี ทั้งนี้สารอินทรีย์ระเหยชนิดที่มีการปลดปล่อยต่ำกว่า 22 ตันต่อปี อาทิ 2-บิวทานอน (13.75 ตันต่อปี) สไตรีน (6.50 ตันต่อปี) ไอโซบิวทานอล (4.53 ตันต่อปี) หรืออะซีโตฟีโนน (2.38 ตันต่อปี) จะไม่ถูกนำมาคิดสัดส่วนในรูปที่ 4.6 ด้วย เนื่องจากปริมาณการปลดปล่อยน้อยมากเมื่อเทียบกับสารอินทรีย์ระเหยชนิดอื่นๆ



รูปที่ 4.5 สัดส่วนการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดจากโรงกลั่น



รูปที่ 4.6 สัดส่วนการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดจากโรงเคมีและปิโตรเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดจากโรงกลั่น

ชนิดของสารอินทรีย์ระเหย	ปริมาณการปลดปล่อย (ตัน/ปี)	ชนิดของสารอินทรีย์ระเหย	ปริมาณการปลดปล่อย (ตัน/ปี)
Benzene	4,249.60	Formaldehyde	99,306.63
Cyclohexane	894.65	Acetone	0.30
Toluene	4,920.61	Polychlorinated dioxins & furans	1.11×10^{-8}
Xylene	2,124.83	n-Hexane	43,167.07
Ethylbenzene	2.27×10^{-4}	Others	0.49
PAH's	4.25×10^{-3}		

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดจากโรงเคมีและปิโตรเคมี

โรงงาน	ปริมาณการปลดปล่อย (ตัน/ปี)							
	Propylene	Propylene oxide	Acetone	Benzene	Cumene	Phenol	Chlorine	Other HCs
P1	2.41×10^{-3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND	116.11
P2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	223.60
P3	77.83	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C1	ND	21.65	ND	ND	ND	ND	ND	6.54
C2	ND	ND	201.85	55.01	282.70	44.28	ND	ND
C3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,016.15	ND
รวม	77.84	21.65	201.85	55.01	282.70	44.28	1,016.15	346.25

4.6 การเปรียบเทียบผลการประเมินกับข้อมูลจากปล่องระบายควัน

เมื่อประเมินการปลดปล่อยมลพิษแล้ว จะต้องเปรียบเทียบผลการประเมินกับข้อมูลการปลดปล่อยจากปล่องระบายควัน ซึ่งอ้างอิงข้อมูลคุณภาพอากาศจากปล่องระบายในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละโรงงาน เพื่อดูแนวโน้มปริมาณมลพิษที่ควรได้ในการประเมินด้วยเทคนิคการใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ โดยจะเปรียบเทียบการปลดปล่อยมลพิษในหน่วยกรัมต่อวินาที เพราะเป็นหน่วยที่นิยมใช้ในการวัดคุณภาพอากาศ ผลการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษของแต่ละโรงงานแสดงดังตารางที่ 4.10 จะเห็นได้ว่า ผลการประเมินส่วนใหญ่มีความคลาดเคลื่อน โดยมีผลการประเมินเพียงบางส่วนที่ใกล้เคียงกับค่าจริงจากปล่องระบายควัน ได้แก่ การประเมิน NO_x จากโรงงาน O1 ที่มีความคลาดเคลื่อน 2.96% รองลงมาคือ การประเมิน VOCs จากโรงงาน C1 และการประเมิน NO_x จากโรงงาน E3 ที่มีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 4.51 และ 6.80% ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการประเมินที่มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่า 100% พบว่า ผลการประเมินมีค่าสูงกว่าค่าจากปล่องระบาย 3-953 เท่า โดยสำหรับโรงกลั่น (R1) ที่ประเมินการปลดปล่อย SO_2 สูงกว่าค่าจริงมาก อาจมีสาเหตุจากเชื้อเพลิงที่ใช้ในโรงงานเป็นเชื้อเพลิงผสมระหว่างน้ำมันเตาและแนฟทา ซึ่งไม่มีค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษที่เหมาะสม จึงต้องเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับน้ำมันเตาแทน ทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ในเชื้อเพลิงสูงกว่าความเป็นจริง หรือในส่วนของประเมินการปลดปล่อย VOCs ของโรงงานผลิตฟีนอล (C2) ที่จำเป็นต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษที่รายงานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 ซึ่งกระบวนการผลิตและเทคโนโลยีที่ใช้ในการควบคุมมลพิษที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม อาจเป็นสาเหตุให้ผลการประเมินการปลดปล่อย VOCs คลาดเคลื่อนได้ หรือสำหรับการประเมิน Cl_2 ของโรงงานคลอ-อัลคาไลน์ (C3) ที่เป็นโรงงานผลิตสารเคมีอินทรีย์ จึงมีข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษน้อยมาก และความน่าเชื่อถือของข้อมูลอยู่ระดับต่ำ (ระดับ E) จึงอาจส่งผลให้การประเมิน Cl_2 เกิดความคลาดเคลื่อนได้สูง และสำหรับโรงงานอื่นๆ ที่ผลการประเมินมีค่าสูงกว่าข้อมูลจากปล่องระบาย อาจเกิดจากในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษไม่ได้พิจารณาการปลดปล่อยจากปล่องระบายเพียงแหล่งกำเนิดเดียวเท่านั้น แต่มักพิจารณาครอบคลุมถึงการรั่วระเหยจากข้อต่อและปั๊มต่างๆ การขนถ่ายสาร และถังกักเก็บร่วมด้วย

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษ กับข้อมูลจากปล่อยระบายควัน จาก EIA ของแต่ละโรงงาน

โรงงาน	มลพิษ	อัตราการปลดปล่อยมลพิษ (กรัม/วินาที)		
		EIA	ผลการประเมิน	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
R1	SO ₂	0.8260	10.44	1,164.36
	NO _x	19.8660	6.89	65.34
	CO	27.8660	0.63	97.75
P1	Total HC	11.9000	4.18	64.87
P2	Styrene	0.0019	0.23	8,334.54
P3	VOCs ¹		2.47	
C1	VOCs	29,519.5000	28,189.37	4.51
C2	VOCs	1.7723	19.16	981.08
C3	Cl ₂	0.0023	2.19	95,199.25
O1	NO _x	2.5300	2.46	2.96
	HCl	0.0115	0.07	509.96
O2	Dust ²	5.4800	0.20	96.42
E1	SO ₂	1.5300	0.31	79.91
	NO _x	33.7500	97.34	188.41
E2	SO ₂	0.2900	0.06	78.11
	NO _x	11.9700	20.11	68.01
E3	SO ₂	2.9400	0.11	96.22
	NO _x	37.7800	35.21	6.80

หมายเหตุ ¹ ข้อมูล VOCs จาก EIA ของโรงงาน P3 มีการรายงานเพียงปริมาณการปลดปล่อยอะซีทัลดีไฮด์ จึงไม่สามารถใช้เปรียบเทียบกับผลการประเมิน VOCs ได้

² โรงงานเส้นใยสังเคราะห์ O2 สามารถเปรียบเทียบได้เฉพาะฝุ่นละอองรวมเท่านั้น

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

จากการจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมรอบบริเวณติดตั้งเครื่องช่วยจุมูกอิเล็กทรอนิกส์ระยะที่ 2 ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดระยอง จำนวน 12 โรง ได้แก่ โรงกลั่น โรงเคมีและปิโตรเคมี โรงเหล็กชั้นปลาย โรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์ และโรงไฟฟ้า โดยอ้างอิงข้อมูลกำลังการผลิต และปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ร่วมกับการประเมินด้วยเทคนิคการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ และโปรแกรม TANKS 4.0.9d สามารถสรุปผลการประเมินได้ดังนี้

1. ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศโดยรวมจากทุกโรงงานในพื้นที่ศึกษาพบว่า มีการปลดปล่อย CO₂ สูงที่สุดในอัตรา 2,465,211 ตันต่อปี รองลงมาคือ VOCs, NO_x, CO และ SO₂ ในอัตรา 156,915 4,999 2,024 และ 330 ตันต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่มีการปลดปล่อย PM₁₀ น้อยที่สุดในอัตรา 67 ตันต่อปี

2. เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยมลพิษแยกตามแหล่งกำเนิด พบว่า ในส่วนของโรงกลั่นมีการปลดปล่อย VOCs สูงที่สุดในอัตรา 154,664 ตันต่อปี รองลงมาคือ SO₂, NO_x, PM₁₀ และ CO ตามลำดับ ซึ่งแหล่งกำเนิดของ VOCs มาจากกระบวนการผลิตเป็นหลักคิดเป็นสัดส่วน 99.99% ที่เหลือในปริมาณเล็กน้อยจะมาจากกระบวนการเผาไหม้และถังกักเก็บ ส่วนการปลดปล่อย NO_x, CO, PM₁₀ และ SO₂ จะมาจากกระบวนการเผาไหม้ทั้งหมด

สำหรับโรงเคมีและปิโตรเคมี มลพิษหลักที่ปลดปล่อย คือ VOCs และ NO_x ในอัตรา 2,077 และ 369 ตันต่อปีตามลำดับ โดย VOCs จะรั่วระเหยจากถังกักเก็บ 53% ระบายจากอุปกรณ์ต่างๆ 31% และจากข้อต่อ ป้อน วาล์ว 16% ในขณะที่ NO_x จะเกิดจากกระบวนการเผาไหม้เป็นหลัก 97% โดยมาจากหอเผาทิ้งเพียง 3% เท่านั้น

สำหรับโรงเหล็กชั้นปลาย จะปลดปล่อย NO_x สูงที่สุดด้วยอัตรา 70 ตันต่อปี รองลงมา คือ CO, VOCs และ SO₂ ตามลำดับ ซึ่งการปลดปล่อย NO_x, CO และ SO₂ มาจากกระบวนการเผาไหม้ทั้งหมด ส่วน VOCs จะมาจากกระบวนการผลิตเท่านั้น

สำหรับโรงผลิตเส้นใยสังเคราะห์ มีการปลดปล่อย CO₂ สูงสุดในอัตรา 5,650 ตันต่อปี รองลงมาคือ CO, VOCs, SO₂ และ NO_x ตามลำดับ โดย NO_x และ CO₂ มาจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิง 100% และ 80% ตามลำดับ ส่วน CO, VOCs และ SO₂ ทั้งหมดจะมาจากกระบวนการผลิต

สำหรับโรงไฟฟ้า จะปลดปล่อยมลพิษหลัก คือ CO₂ ที่อัตรา 2,459,560 ตันต่อปี รองลงมา เป็น NO_x, CO, VOCs, PM₁₀ และ SO₂ ตามลำดับ โดยมลพิษทั้งหมดจะมาจากกระบวนการเผาไหม้ เท่านั้น

3. เมื่อจำแนกชนิดของสารอินทรีย์ระเหยที่ปลดปล่อยจากโรงกลั่น โรงเคมีและปิโตรเคมี พบว่า โรงกลั่นมีการปลดปล่อยฟอร์มัลดีไฮด์และนอร์มัลเฮกเซนสูงที่สุด คิดเป็นสัดส่วน 64% และ 28% ตามลำดับ ในขณะที่โรงเคมีและปิโตรเคมีจะมีการปลดปล่อยคลอรีนสูงที่สุด คิดเป็นสัดส่วน 50% โดยทั้งหมดมาจากโรงงานผลิตคลอ-อัลคาไลน์ รองลงมาคือ สารอินทรีย์ระเหยที่ไม่สามารถระบุ ชนิดได้ และคิวมินในสัดส่วน 17% และ 14% ตามลำดับ

4. การเปรียบเทียบผลการประเมินกับข้อมูลปล่อยในโรงงานอุตสาหกรรมจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม พบว่าค่าจากการประเมินส่วนใหญ่มีความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับ ข้อมูลจากปล่อยระบายควัน โดยมีผลการประเมินเพียงบางส่วนที่ใกล้เคียง (เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า 10%) ได้แก่ การประเมิน NO_x จากโรงงาน O1 ที่มีความคลาดเคลื่อน 2.96% รองลงมาคือ การประเมิน VOCs จากโรงงาน C1 และการประเมิน NO_x จากโรงไฟฟ้า E3 ที่มีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 4.51 และ 6.80% ตามลำดับ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมีหลาย ประการ อาทิ สำหรับโรงกลั่น ไม่มีค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากกระบวนการเผาไหม้ที่ตรงกับชนิดเชื้อเพลิงที่ต้องการ ในขณะที่โรงเคมีและปิโตรเคมี อาจเกิดจากการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษที่ขาดการปรับปรุงให้ทันสมัย หรือระดับความน่าเชื่อถือต่ำ โดยผลการประเมินที่มีค่าสูงกว่าข้อมูลจากปล่อยระบาย อาจเกิดจากในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษไม่ได้พิจารณาเพียง การปลดปล่อยจากปล่อยระบายเท่านั้น แต่มักพิจารณาครอบคลุมถึงการรั่วระเหยจากข้อต่อและปั๊ม ต่างๆ การขนถ่ายสาร และถังกักเก็บร่วมด้วย

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. การรวบรวมข้อมูลรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ทำได้ยาก เนื่องจากฐานข้อมูลออนไลน์ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมไม่ได้มีการเผยแพร่ EIA ของทุกโรงงาน หรือหากกรณีที่เคยเผยแพร่ก็ไม่สามารถเข้าถึง EIA ที่ต้องการได้ ทำให้ไม่สามารถประเมินโรงงานที่มีแนวโน้มเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญได้ ทางผู้จัดทำจึงทำการประเมินเฉพาะโรงงานที่มีทั้ง EIA และข้อมูลสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษครบสมบูรณ์เท่านั้น

2. ข้อมูลกำลังการผลิต หรือปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่นำมาใช้ประเมินนั้นได้จากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลเก่าที่ขาดการปรับปรุงให้ทันสมัย ส่งผลให้ค่าจากการประเมินมลพิษอาจไม่ตรงกับค่าจริงของโรงงานในช่วงเวลาปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เนื่องจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละโรงงานถูกจัดทำขึ้นโดยบริษัทที่ต่างกัน ทำให้ความละเอียดของข้อมูลแตกต่างกันตามไปด้วย ตัวอย่างเช่น EIA ส่วนใหญ่มักจะไม่ระบุข้อมูลลักษณะทางกายภาพของถังกักเก็บ เช่น ชนิดของถัง ปริมาตรบรรจุของถังกักเก็บ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต้องใช้ในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากถังกักเก็บด้วยโปรแกรม TANKS 4.0.9d ทำให้ไม่สามารถประเมินมลพิษจากถังกักเก็บได้ครบทุกโรงงาน ในขณะที่ EIA บางโรงงานไม่มีการระบุปริมาณการใช้เชื้อเพลิง หรือองค์ประกอบของเชื้อเพลิงที่ใช้ ทำให้ต้องคาดการณ์ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงโดยอ้างอิงข้อมูลจากบริษัทผู้จำหน่ายเชื้อเพลิงนั้นแทน เป็นต้น ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรตรวจสอบข้อมูลใน EIA ของโรงงานให้ถี่ถ้วนมากขึ้น เพื่อควบคุมข้อมูลที่นำเสนอให้มีความชัดเจน มีคุณภาพ และรายละเอียดครบถ้วน

4. ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษที่นำมาใช้ในการประเมินนั้น จะอ้างอิงข้อมูลจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ ซึ่งแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจะมาจากกระบวนการผลิตจริงของโรงงานอุตสาหกรรมในต่างประเทศ ดังนั้นเมื่อนำมาใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมในไทย จึงไม่ค่อยเหมาะสมหากใช้กับโรงงานที่มีกระบวนการผลิตแตกต่างจากที่กำหนดไว้ เพราะจะทำให้ผลการประเมินเกิดความคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้สำหรับโรงงานบางประเภท เช่น โรงงานผลิตสารเคมีประเภทสารอินทรีย์ จะไม่มีข้อมูลสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ ทำให้ไม่สามารถประเมินการปลดปล่อยมลพิษได้ ซึ่งหากมีการจัดทำฐานข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตของโรงงานในประเทศ ก็จะทำให้การประเมินมลพิษมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

5. การประเมินมลพิษทางอากาศในงานวิจัยนี้ครอบคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษเพียง 3 แหล่งเท่านั้น ได้แก่ กระบวนการเผาไหม้ กระบวนการผลิต และถังกักเก็บ ซึ่งความเป็นจริงแล้วยังขาดการปลดปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดอื่นๆ ภายในโรงงาน อาทิ ระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งไม่มีข้อมูลในส่วนนี้จึงอาจส่งผลให้การประเมินเกิดความคลาดเคลื่อนได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs).” [Online]. Available :
http://www.industry.in.th/dip/knowledge_detail.php?id=1165&uid=35317.2555.
- [2] สำนักข่าวออนไลน์ไทยพับลิก้า. “30 ปีโครงการอีสเทิร์นซีบอร์ด : ผลสำรวจนิคมมาบตาพุด สะสมมลพิษสารก่อมะเร็ง.” [Online]. Available :
<http://thaipublica.org/2013/01/map-ta-phut-5/>. 2556.
- [3] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. “จังหวัดระยอง.” [Online]. Available :
<https://th.wikipedia.org/wiki/จังหวัดระยอง>. 2559.
- [4] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. “ผลิตภัณฑ์ภาคและจังหวัดแบบปริมาณลูกโซ่นุกรมเวลา 2538-2557.” [Online]. Available :
http://www.nesdb.go.th/main.php?filename=gross_regional. 2557.
- [5] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. “บัญชีประเภทโรงงานอุตสาหกรรม.” [Online]. Available :
<http://www.diw.go.th/hawk/data/factype.php>. 2559.
- [6] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. “โรงงานที่ต้องจัดทำรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) จำแนกตามประเภทโรงงานอุตสาหกรรม.” [Online]. Available :
<http://reg.diw.go.th/eia/eia2.asp>. 2559.
- [7] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. “เอกสารเผยแพร่อุตสาหกรรมนำรู้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์.” [Online]. Available :
www.oie.go.th/sites/default/files/attachments/IndustBasicKnowledge/Master_12.pdf. 2559.
- [8] วิชาการ.คอม. “ปิโตรเลียม.” [Online]. Available :
http://www.promma.ac.th/main/chemistry/boonrawd_site/petrochem.htm. 2555.
- [9] แผนกวิชาการน้ำมัน อจช. “กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ.” [Online]. Available :
http://www2.egat.co.th/fuel/index.php?option=com_content&view=article&id=81:2011-02-08-07-00-38&catid=51:2011-02-08-06-55-47. 2552.
- [10] วิชาการ.คอม. “กระบวนการผลิตของโรงกลั่นน้ำมัน.” [Online]. Available :
<http://www.vcharkarn.com/blog/37277/7507>. 2558.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [11] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. “พอลิเมอร์.” [Online]. Available : <http://uhost.rmutp.ac.th/woravith.com>. 2559.
- [12] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. “ชนิด ประเภท และเทคโนโลยีของโรงไฟฟ้าต่างๆ.” [Online]. Available : <http://www.touchtechdesign.com/eppo/ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับก/ชนิด-ประเภท-และเทคโนโลยี-2/>. 2559.
- [13] Australian Green Energy. “Cogeneration-Trigeneration.” [Online]. Available : <http://www.austgreenenergy.com.au/cogeneration-biogas>. 2559.
- [14] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. “เอกสารเผยแพร่อุตสาหกรรมนำรัความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า.” [Online]. Available : http://www.oie.go.th/sites/default/files/attachments/IndustBasicKnowledge/Master_11.pdf. 2559.
- [15] กิตติพันธ์ บางยี่ขัน. “โลหะกับการพัฒนาประเทศ.” [Online]. Available : <http://www.dpim.go.th/service/download?articleid=3269&F=4827>. 2551.
- [16] กรมควบคุมมลพิษ. “คู่มือการจัดทำบัญชีข้อมูลแหล่งกำเนิดสารอินทรีย์ระเหยจากโรงกลั่นน้ำมัน และโรงงานปิโตรเคมี.” [Online]. Available : http://www.pcd.go.th/public/Publications/en_print_air.cfm?task=air_voc. 2549.
- [17] บริษัท ผลิตไฟฟ้า จำกัด (มหาชน). “หลากหลายเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า.” [Online]. Available : http://www.egco.com/th/energy_knowledge_electricity_gen.asp. 2551.
- [18] นภาพร อรุณเกียรติก้อง. “การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมเหล็กและอุตสาหกรรมตะกั่ว.” [Online]. Available : <http://www.dpim.go.th/service/download?articleid=205&F=10047>. 2559.
- [19] The National Pollutant Inventory (NPI). “Pollutant Inventory Emission estimation technique manual for Fuel and organic liquid storage.” [Online]. Available : <http://www.npi.gov.au/system/files/resources/5d886b0c-d392-4c04-c91d-a3a099bc0988/files/fols.doc>. 2555.
- [20] รองศาสตราจารย์ ดร.วรารุจ เสือดี. แนวทางการจัดการสารอินทรีย์ระเหย. ระยอง : มาบตาพุดการพิมพ์. 2555.
- [21] กรมควบคุมมลพิษ. แนวทางการคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ส่วนสารอันตราย สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ. 2552.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [22] United States Environmental Protection Agency. “TANKS Emissions Estimation Software, Version 4.09D.” [Online]. Available : <https://www3.epa.gov/ttnchie1/software/tanks/>. 2559.
- [23] United States Environmental Protection Agency. “AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 7: Liquid Storage Tanks.” [Online]. Available : <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch07/>. 2559.
- [24] กุลนันท์ วีรณรงค์กร และคณะ. “การประเมินการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากโรงงานผลิตพอลิเมอร์ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2555.
- [25] วรภัทร โตอ่อน. “บัญชีการปลดปล่อยแบบ GIS ของโรงกลั่น โรงผลิตโอเลฟินส์ และโรงผลิตโมโนเมอร์ ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดระยอง.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2556.
- [26] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. “ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน.” [Online]. Available : <http://www.diw.go.th/hawk/law/air/A11.pdf>. 2559.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากกระบวนการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับ
โรงกลั่น

Oil Type and Firing Configuration	Emission Factor (kg/m ³ oil fired)			
	NO _x	CO	PM ₁₀	VOC
Boiler >30 MW				
No. 6 oil fired, normal firing	5.6	0.6	0.71A	0.091
No. 6 oil fired, normal firing, LNB	4.8	0.6	0.71A	ND
No. 6 oil fired, tangential firing	3.8	0.6	0.71A	0.091
No. 6 oil fired, tangential firing, LNB (Low NO _x Burners)	3.1	0.6	0.71A	ND
No. 5 oil fired, normal firing	5.6	0.6	0.71A	0.091
No. 5 oil fired, tangential firing	3.8	0.6	0.71A	0.091
No. 4 oil fired, normal firing	5.6	0.6	0.71A	0.091
No. 4 oil fired, tangential firing	3.8	0.6	0.71A	0.091
Boiler <30 MW				
No. 6 oil fired	6.6	0.6	0.86A	0.034
No. 5 oil fired	6.6	0.6	0.86A	0.034
No. 4 oil fired	2.4	0.6	0.86A	0.024
Distillate oil fired	2.4	0.6	0.12	0.024

หมายเหตุ : ND = No data available (ไม่มีข้อมูล)

- Fuel No. 5 and 6 = Heavy Fuel Oil (องค์ประกอบหลักเป็น Nitrogen, Sulfur และ ash) โดย No. 6 หรือ Bunker C คือน้ำมันเตาที่ใช้กันทั่วไป
- Fuel No. 4 = น้ำมันผสมระหว่าง distillate กับ residual oils
- Distillate oil = น้ำมันที่มีความหนืดต่ำ และสามารถระเหยได้ดีกว่าน้ำมันชนิดอื่นๆ (มีปริมาณ Nitrogen และ ash น้อยมาก และมี Sulfur เป็นองค์ประกอบ < 0.3%)

การคำนวณค่า A สำหรับแทนในสมการ Emission factor ของ PM₁₀

- Fuel No. 6: $A = 1.12S + 0.37$ kg/m³ เมื่อ S คือ weight% ของ sulfur ใน น้ำมัน
- Fuel No. 5: $A = 1.2$ kg/m³
- Fuel No. 4: $A = 0.84$ kg/m³

Standard heating value

- Fuel oil No. 4, 5 and 6 = 41.8 GJ/m³
- Distillate = 39 GJ/m³

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากกระบวนการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง
สำหรับโรงกลั่น

Substance	Emission Factor (kg/m ³ oil fired)
Benzene	2.57×10^{-5}
Toluene	7.44×10^{-4}
Xylene	9.01×10^{-4}
Ethylbenzene	7.63×10^{-6}
PAH's	1.43×10^{-4}
Formaldehyde	3.96×10^{-3}
Acetone	1.01×10^{-2}
Polychlorinated dioxins and furans	3.72×10^{-10}
n-Hexane	1.80×10^{-3}

ตารางที่ ก.3 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยสารอนินทรีย์อื่นๆ จากกระบวนการเผาไหม้น้ำมัน
เชื้อเพลิงสำหรับโรงกลั่น

Trace Element (& Compounds)	Distillate Oil Combustion (kg/m ³)	Residual Oil Combustion (kg/m ³)
Antimony	ND	6.30×10^{-4}
Arsenic	7.06×10^{-5}	1.50×10^{-4}
Beryllium	5.03×10^{-5}	3.30×10^{-6}
Cadmium	5.03×10^{-5}	4.80×10^{-5}
Chromium (VI)	ND	3.00×10^{-5}
Cobalt	ND	7.20×10^{-4}
Copper	ND	2.10×10^{-4}
Lead	1.49×10^{-4}	1.80×10^{-4}
Manganese	2.35×10^{-4}	3.60×10^{-4}
Mercury	5.03×10^{-5}	1.40×10^{-5}
Nickel	3.02×10^{-4}	1.00×10^{-2}
Selenium	ND	8.20×10^{-5}
Zinc	ND	3.50×10^{-3}
Fluoride	ND	4.50×10^{-3}

ตารางที่ ก.4 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากกระบวนการผลิตของโรงกลั่น

Refinery Process Operation	EF Unit	PM ₁₀	SO ₂	NO _x	VOC	CO
FCCU						
uncontrolled	kg/m ³ feed to	0.549	1.413	0.204	0.63	39.2
ESP & CO boiler	the unit	0.071	1.413	0.204	neg.	neg.
MBCCU	kg/m ³ feed to	0.0387	0.171	0.014	0.25	10.8
the unit						
Fluid Coking Units						
uncontrolled	kg/m ³ feed to	0.765	ND	ND	0.046	ND
ESP & CO boiler	the unit	0.01	ND	ND	neg.	neg.
Compressor engines						
reciprocating engines	kg/1000 m ³ gas	neg.	2S	55.4	21.8	7.02
gas turbines	burned	neg.	2S	4.7	0.28	1.94
Blowdown systems						
uncontrolled	kg/m ³ refinery	neg.	neg.	neg.	1662	neg.
feed						
VDU Condensers						
uncontrolled	kg/m ³ vacuum	neg.	neg.	neg.	0.14	neg.
controlled (flare or heater)	feed	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
Sulfur Recovery Unit (SRU)						
1, uncontrolled (93.5%)		ND	139	ND	ND	ND
3, uncontrolled (95.5%)		ND	94	ND	ND	ND
4, uncontrolled (96.5%)	kg/tonne S	ND	73	ND	ND	ND
2, controlled (98.6%)	produced	ND	29	ND	ND	ND
3, controlled (96.8%)		ND	65	ND	ND	ND
unspecified (uncontrolled)	kg/dscm	ND	ND	ND	0.015	ND
process gas						
Flares	kg/GJ of flare	-	MB	0.029	0.06	0.159
gas burned						

หมายเหตุ

- S = the refinery gas sulfur content in kg/1000 m³
- dscm unit= dry cubic metre feed rate of process gas to the SRU
- FCCU = Fluidized Catalytic Cracking Units
- MBCCU = Moving Bed Catalytic Cracking Units
- MB: Emission of SO₂ = Fuel Usage $\left(\frac{\text{kg}}{\text{hr}}\right) \times \frac{\text{wt\% S}}{100} \times 2 \gg$ based on average S content of the flare gas

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากกระบวนการผลิตของโรงกลั่น

Compound	Weight% of VOCs released from each refinery process operation					
	CCU	Fluid Coking	Blowdown System	VDU Condenser	SRU	Flare
n-Hexane	NA	3.86	3.86	3.86	NA	NA
Cyclohexane	NA	0.08	0.08	0.08	NA	NA
Formaldehyde	51	8.88	8.88	8.88	4.12	0.817
Acetaldehyde	NA	NA	NA	NA	0.67	0.082
Xylenes	NA	0.19	0.19	0.19	NA	0.041
Benzene	NA	0.38	0.38	0.38	NA	0.083
Toluene	NA	0.44	0.44	0.44	NA	0.041
PAHs	0.15 (FCCU) 2.9 (MBCCU)	NA	NA	NA	NA	0.02

หมายเหตุ : NA = Not Applicable

ที่มา (ตารางที่ ก.1-ก.5): Emission Estimation Technique Manual for Petroleum Refining โดย Department of Sustainability, Environment Australia

ตารางที่ ก.6 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากโรงผลิตพอลิโพรพิลีนที่มีกระบวนการผลิตแบบบัลค์พอลิเมอร์ไรเซชัน

Source	VOC Emission factor (kg/ton)	Quality Code
Information from plant in the Netherlands (1992) : TNO	0.86	C

ตารางที่ ก.7 สัดส่วนสารอินทรีย์ระเหยจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ในโรงงานผลิตพอลิโพรพิลีน

VOC emission source	%
Leakage losses from appendages, pump, etc.	94
Flaring, disruptions	0.2
Losses due to storage and handling	6
Combustion	0
Other process emissions	0

ตารางที่ ก.8 สัดส่วนการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดจากแหล่งกำเนิดของโรงงานผลิตพอลิโพรพิลีน

Source	%		
	propylene	isobutanol	other HCs
Leakage loss	0	4	96
Flaring & disruptions	1	0	99
Storage and handling loss	0	0	100
Combustion	-	-	-
Other process emissions	-	-	-

ที่มา (ตารางที่ ก.6-ก.8): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook 2006-2007

ตารางที่ ก.9 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยจากโรงผลิตพอลิโพรพิลีน

Source	VOC Emission factor (kg/ton)	Quality Code
TNO Emission Registration 1992	2.6	C

ตารางที่ ก.10 สัดส่วนสารอินทรีย์ระเหยจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ในโรงงานผลิตพอลิโพรพิลีน

VOC emission source	%
Leakage losses from appendages, pumps, etc.	94.5
Flaring disruptions	0
Losses due to storage and handling	5.5
Combustion emission	0
Other process emission	0

ตารางที่ ก.11 สัดส่วนการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดจากแหล่งกำเนิดของโรงงานผลิตพอลิโพรพิลีน

Source	%				
	methane	ethylene	styrene	HCFCs	other HCs
Leakage loss	0	0	2	0	98
Flaring & disruptions	-	-	-	-	-
Storage and handling loss	0	0	17	0	83
Combustion	-	-	-	-	-
Other process emissions	-	-	-	-	-

ที่มา (ตารางที่ ก.9-ก.11): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook 2006-2007

ตารางที่ ก.12 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของโรงงานผลิตพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต

Emission Stream	Emission Factor (g/kg PET produced)		
	Nonmethane VOC	Particulate	Emission Factor Rating
Raw material storage	0.1	ND	C
Mix tanks	negligible	ND	C
Esterification	0.04	ND	A
Polymerization reaction			
Prepolymerizer vacuum system	0.009	ND	C
Polymerization reactor vacuum system	0.005	ND	C
Cooling tower	0.2	ND	C
Ethylene glycol process tanks	0.0009	ND	C
Ethylene glycol recovery vacuum system	0.0005	ND	C
Product storage	ND	0.0003	C
Total Plant	0.36		

ที่มา: AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources

ตารางที่ ก.13 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของโรงงานผลิตโพรพิลีนออกไซด์

Peroxidation Vent Emission

Process Vent	Emission Source	VOC Emissions (g/kg)	PO wt.% in VOC	PO Emission factor (g/kg)
Reactor Vent	PO Stripping	0.0185	100	0.019
Condenser Vent	Crude TBA Recovery	0.0155	trace	0.0003

*Tertiary butyl alcohol = TBA (ในกรณีของโรงงานจะใช้เป็นเมทานอลแทน)

Storage (Single fixed roof tank)

Emission factor = 0.000031 kg PO emitted/kg PO produced

Process Vent (By-product)

Source	Release Height (m)	Velocity (m/s)	Emission Factor (kg PO emitted/kg PO consumed)
Propylene Glycols	27	3.3	0.000028

ที่มา: Summary of emissions associated with propylene oxide, US-EPA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.14 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยของโรงงานผลิตฟีนอล

Substances Emitted	Emission Factor (g/kg phenol produced)												
	Peroxidation Vent		Cleavage Section Vents	Storage Tank Vents						Transport Loading Vents			
	Uncontrolled	Controlled		Acetone	Acetophenone	Cumene	Heavy Ends	α - Methylstyrene	Phenol		Total		
Acetaldehyde	0.0013	0.0021											
Acetone	2.4	0.6	0.000006	0.06									0.074
Acetophenone	0.0014	0.0086	0.0000044	0.000055									0.000055
Benzene	0.22	0.2	0.000031										
2-Butanone	0.089	0.05	0.0000018										
2-Butenal	0.0029	0.0055	0.000000085										
<i>t</i> -Butylbenzene	0.0085	0.0022	0.000023										
Cumene	6.9	0.86	0.14	0.028									0.028
Dimethylstyrene	0.0005	0.00005											
Ethylbenzene	0.027	0.00042	0.000005										
Formaldehyde	0.038	0.001	0.00000026										
2-Hydroxy-2- phenylpropane	0.0019	0.0009	0.00000034										
α - Methylstyrene	0.0005	0.0001										0.002	
Naphthalene	0.0005	0.0001									0.011		
Phenol												0.04	0.11

ตารางที่ ก.14 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยของโรงงานผลิตฟีนอล (ต่อ)

Substances Emitted	Emission Factor (g/kg phenol produced)										Transport Loading Vents
	Peroxidation Vent		Cleavage Section Vents	Storage Tank Vents						Total	
	Uncontrolled	Controlled		Acetone	Acetophenone	Cumene	Heavy Ends	α - Methylstyrene	Phenol		
Propanal	0.0017	0.0011	0.00000085								
Isopentanal											
Arsenic	0.0000006										
Barium	0.0002										
Calcium	0.0006										
Chlorine	0.0002										
Fluorine	0.0002										
Magnesium	0.00007										
Manganese	0.000005										
Phosphorus	0.0002										
Potassium	0.0006										
Sodium	0.002										
Sulfur	0.0006										
Titanium	0.00005										

หมายเหตุ โครงการไม่มีแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง จึงไม่มีการระบายก๊าซฝุ่นละออง, NO_x และ SO_x

ที่มา: Source assessment: Manufacture of acetone and phenol from cumene, US-EPA

ตารางที่ ก.15 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยคลอรีนของโรงงานผลิตสารประเภทคลอ-อัลคาไลน์

Source	Chlorine gas (kg/Mg of Chlorine produced)
Liquefaction blow gases	
Water absorber*	0.83
Caustic scrubber*	0.006
Chlorine loading	
Returned tank car vents	4.1
Shipping container vents	8.7

หมายเหตุ * Control devices

ที่มา: AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources

ตารางที่ ก.17 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากกระบวนการเผาไหม้ของโรงงานเหล็กขึ้นปลาย

Substance	Emission Factor (g/Mg)			
	Natural gas		VHO gas	
	Min	Max	Min	Max
NO _x	40	100	20	50
CO			0.3	1
SO ₂			30	60

หมายเหตุ Mg (เมกะกรัม) = 10⁶ กรัม = 1 ตัน

ตารางที่ ก.18 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากกระบวนการผลิตของโรงงานเหล็กขึ้นปลาย

Substance	Emission Factor (g/Mg)			
	Pickling	Cold-Rolling Mill		Annealing
		Min	Max	
HCl	2			
Lubricating Oil		10	100	
VOC		20	30	
Decomposition products of oil		10	20	
PAH				1.7

ที่มา: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook 2006-2007

ตารางที่ ก.19 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของโรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์

Substances	EF (kg/ton of wool)			
	Handling/Shipping	Melting oven	Spinning/ Wool manufacturing	Fuel/ Energy consumption
Dust (PM)	0.5	0.06		450
SO ₂		1.5		
CO ₂		115		
CO		3.2		
Formaldehyde			0.2	
Phenol (s)			0.7	
Ammonia			1.8	
VOCs			1	
NO _x				1.1

ที่มา: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook 2006-2007

ตารางที่ ก.20 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของโรงไฟฟ้าถ่านหินใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

Substance	Unit	Factor
NO _x	g/GJ	89
CO	g/GJ	39
NMVOC	g/GJ	2.6
SO _x	g/GJ	0.281
TSP	g/GJ	0.89
PM ₁₀	g/GJ	0.89
PM _{2.5}	g/GJ	0.89
BC	% of PM _{2.5}	2.5
Pb	mg/GJ	0.0015
Cd	mg/GJ	0.00025
Hg	mg/GJ	0.1
As	mg/GJ	0.12
Cr	mg/GJ	0.00076
Cu	mg/GJ	0.000076
Ni	mg/GJ	0.00051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.20 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของโรงไฟฟ้ากรณีใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง (ต่อ)

Substance	Unit	Factor
Se	mg/GJ	0.0112
Zn	mg/GJ	0.0015
PCDD/F	ng l-TEQ/GJ	0.5
Benzo(a)pyrene	μg/GJ	0.56
Benzo(b)fluoranthene	μg/GJ	0.84
Benzo(k)fluoranthene	μg/GJ	0.84
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	μg/GJ	0.84

ตารางที่ ก.21 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

Substances	Unit	Factor
CO ₂	kg/MMBtu	53.06
CH ₄	g/MMBtu	1
N ₂ O	g/MMBtu	0.1
CO ₂	kg/short ton	0.05444
CH ₄	g/short ton	0.00103
N ₂ O	g/short ton	0.0001

หมายเหตุ MMBtu = 10⁶ Btu

ที่มา: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2016



ภาคผนวก ข.
กฎหมายและข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการปลดปล่อยมลพิษจาก
แหล่งกำเนิดและในบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 การกำหนดค่าปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549

ชนิดของสารเจือปน (หน่วยวัด)	แหล่งที่มาของเจือปน	ค่าปริมาณของสารเจือปน	
		ไม่มีการเผาไหม้ เชื้อเพลิง	มีการเผาไหม้ เชื้อเพลิง
1. ฝุ่นละออง (Total Suspended Particulate) (mg/m ³)	ก. แหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้		
	- น้ำมันหรือน้ำมันเตา	-	240
	- ถ่านหิน	-	320
	- เชื้อเพลิงชีวมวล	-	320
	- เชื้อเพลิงอื่นๆ	-	320
	ข. การถลุง หล่อหลอม ริดดิง และ/หรือผลิต อลูมิเนียม	300	240
	ค.การผลิตทั่วไป	400	320
2. พลวง (Antimony) (mg/m ³)	การผลิตทั่วไป	20	16
3. สารหนู (Arsenic) (mg/m ³)	การผลิตทั่วไป	20	16
4. ทองแดง (Copper) (mg/m ³)	การผลิตทั่วไป	30	24
5. ตะกั่ว (Lead) (mg/m ³)	การผลิตทั่วไป	30	24
6. พรอท (mg/m ³)	การผลิตทั่วไป	3	2.4
7. คลอรีน (Chlorine) (mg/m ³)	การผลิตทั่วไป	30	24
8. ไฮโดรเจนคลอไรด์ (Hydrogen chloride) (mg/m ³)	การผลิตทั่วไป	200	160
9. กรดกำมะถัน (Sulfuric acid) (ppm)	การผลิตทั่วไป	25	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 การกำหนดค่าปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549 (ต่อ)

10. ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide) (ppm)	การผลิตทั่วไป	100	80
11. คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide) (ppm)	การผลิตทั่วไป	870	690
12. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide) (ppm)	ก. แหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้ - น้ำมันหรือน้ำมันเตา - ถ่านหิน - เชื้อเพลิงชีวมวล - เชื้อเพลิงอื่นๆ ข. การผลิตทั่วไป	- - - - 500	950 700 60 60 -
13. ออกไซด์ของ ไนโตรเจน (Oxides of nitrogen) (ppm)	แหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้ - น้ำมันหรือน้ำมันเตา - ถ่านหิน - เชื้อเพลิงชีวมวล - เชื้อเพลิงอื่นๆ	- - - -	200 400 200 200
14. ไซลีน (Xylene) (ppm)	การผลิตทั่วไป	200	-
15. ครีซอล (Cresol) (ppm)	การผลิตทั่วไป	5	-

ที่มา: ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549

ตารางที่ ข.2 มาตรฐานค่าเฝ้าระวังสำหรับสารอินทรีย์ระเหยในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 24 ชม.

สารมลพิษ	ค่ามาตรฐาน
1. อะซีทัลดีไฮด์ (Acetaldehyde)	ไม่เกิน 860 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2. อะคริโลไนไตร (Acrylonitrile)	ไม่เกิน 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
3. เบนซีน (Benzene)	ไม่เกิน 7.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
4. เบนซิลคลอไรด์ (Benzyl Chloride)	ไม่เกิน 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
5. 1,3 - บิวทาไดอีน (1,3-Butadiene)	ไม่เกิน 5.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
6. โบรโมมีเทน (Bromomethane)	ไม่เกิน 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 มาตรฐานค่าเฝ้าระวังสำหรับสารอินทรีย์ระเหยในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 24 ชม.

(ต่อ)

สารมลพิษ	ค่ามาตรฐาน
7. คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride)	ไม่เกิน 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
8. คลอโรฟอร์ม (Chloroform)	ไม่เกิน 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
9. 1,2 -ไดโบรมออีเทน (1,2-Dibromoethane)	ไม่เกิน 370 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
10. 1,4-ไดคลอโรเบนซีน(1,4-Dichlorobenzene)	ไม่เกิน 1100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
11. 1,2 - ไดคลอโรอีเทน(1,2-Dichloroethane)	ไม่เกิน 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
12. ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane)	ไม่เกิน 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
13. 1,2 – ไดคลอโรโพรเพน (1,2-Dichloropropane)	ไม่เกิน 82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
14. 1,4-ไดออกเซน (1,4-Dioxane)	ไม่เกิน 860 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
15. อะครอลีน (2-Propenal/acrolein)	ไม่เกิน 0.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
16. เตตระคลอโรเอทิลีน (Tetrachloroethylene)	ไม่เกิน 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
17. 1,1,2,2-เตตระคลอโรเอทิลีน (1,1,2,2-Tetrachloroethane)	ไม่เกิน 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
18. ไตรคลอโรเอทิลีน (Trichloroethylene)	ไม่เกิน 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
19. ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride)	ไม่เกิน 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ที่มา: ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง กำหนดค่าเฝ้าระวังสำหรับสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 24 ชั่วโมง

ตารางที่ ข.2 มาตรฐานค่าสารอินทรีย์ระเหยในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี

สารมลพิษ	ค่ามาตรฐาน
1. เบนซีน (Benzene)	ไม่เกิน 1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2. ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride)	ไม่เกิน 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
3. 1,2 - ไดคลอโรอีเทน (1,2 - Dichloroethane)	ไม่เกิน 0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
4. ไตรคลอโรเอทิลีน (Trichloroethylene)	ไม่เกิน 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
5. ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane)	ไม่เกิน 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
6. 1,2 - ไดคลอโรโพรเพน (1,2 - Dichloropropane)	ไม่เกิน 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
7. เตตระคลอโรเอทิลีน (Tetrachloroethylene)	ไม่เกิน 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
8. คลอโรฟอร์ม (Chloroform)	ไม่เกิน 0.43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
9. 1,3 - บิวทาไดอีน (1,3 - Butadiene)	ไม่เกิน 0.33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ที่มา: ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 30 (พ.ศ.2550) เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้