

## การคาดประมาณการระบายมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีขนาดเล็กกว่าเกณฑ์กำหนด

### เรื่องเดิม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้รับมอบหมายจากคณะผู้ร่วมดำเนินโครงการพัฒนาระบบการจัดทำ  
ทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษในประเทศไทย ให้ดำเนินการศึกษา การคาดประมาณการ ระบาย  
มลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีขนาดเล็กกว่าเกณฑ์กำหนด ซึ่งเป็นหนึ่งในแหล่งกำเนิดประเภท Non-Point  
source ที่ภาครัฐต้องเป็นผู้คาดประมาณการระบายมลพิษ โดยคัดเลือกจังหวัดระยองเป็นพื้นที่นำร่อง

### การดำเนินงานที่ผ่านมา

กรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้ดำเนินการคาดประมาณการระบายมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มี  
ขนาดเล็กกว่าเกณฑ์กำหนด โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

#### ๑. การจำแนกกลุ่มประเภทโรงงานอุตสาหกรรมตามโครงการ PRTR

๑) โรงงานอุตสาหกรรมประเภท Point source หมายถึง โรงงานอุตสาหกรรมจำพวกที่ ๓ ที่มีปริมาณ  
สารเคมีถือครองมากกว่า ๑ ตันต่อปี โดยจำแนกโรงงานที่ต้องจัดทำรายงานข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้าย  
มลพิษ ส่งให้ภาครัฐ เป็น ๒ ประเภท ได้แก่

๑) ๑) โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ ใน ๗ กลุ่มประเภทอุตสาหกรรมหลัก ได้แก่ กลุ่มที่ ๔, ๖,  
๗, ๘, ๑๑, ๑๓ และ ๑๔

๑) ๒) โรงงานอุตสาหกรรมการจัดการของเสียในกลุ่มที่ ๑๖ ซึ่งเป็นกิจการเกี่ยวกับการปรับปรุงภาพ  
ของเสียรวม ผังกลบสิ่งปฏิกูล และรีไซเคิล ประกอบด้วยโรงงานลำดับที่ ๑๐๑, ๑๐๕ และ ๑๐๖

๒) โรงงานอุตสาหกรรมประเภท Non-point source หมายถึง โรงงานอุตสาหกรรมที่มีขนาดเล็กกว่า  
เกณฑ์กำหนด โดยที่ภาครัฐ ต้องจัดทำ ประเมินปริมาณ การปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ จำแนก เป็น ๒  
ประเภท ได้แก่

๒.๑) โรงงานอุตสาหกรรมประเภท Point source ที่มีปริมาณสารเคมีถือครองน้อยกว่า ๑ ตันต่อปี

๒) ๒) โรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆ ทุกขนาด ที่ไม่ได้อยู่ประเภท Point source

#### ๒. การศึกษาข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดระยอง

จากฐานข้อมูลกรมโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ.๒๕๕๖ พบว่า ในพื้นที่จังหวัดระยองมีโรงงาน  
อุตสาหกรรมทั้งสิ้น ๒,๔๐๗ โรงงาน ในเบื้องต้นพิจารณาตามประเภทกลุ่มอุตสาหกรรมและปริมาณสารเคมีที่อาจ  
มีการถือครองแบ่งเป็น

(๑) โรงงาน อุตสาหกรรมประเภท Point source จำนวน ๑,๓๔๘ โรงงาน

(๒) โรงงาน อุตสาหกรรมประเภท Non-Point source จำนวน ๑,๐๕๙ โรงงาน

ทั้งนี้ พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมประเภท Non-point source ที่มีการใช้สารเคมีเป้าหมายของ  
โครงการ

PRTR มีเพียงจำนวน ๕๓๐ โรงงาน เท่านั้น รายละเอียดดังตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดระยอง พ.ศ.๒๕๕๖

กลุ่ม ที่	กลุ่มประเภทอุตสาหกรรม	เลขทะเบียน โรงงาน	จำนวนโรงงาน			
			Point source	Non-Point source		
				ทั้งหมด	ไม่มีการใช้ สารเคมี	มีการใช้ สารเคมี
๑	ผลิตภัณฑ์จากพืช	๑, ๒, ๙, ๒๑	-	๒๕๐	๒๓๕	๑๕
๒	อุตสาหกรรมอาหารและกิจการที่ เกี่ยวข้อง	๔-๘, ๑๐-๒๐, ๙๐, ๙๒	-	๑๗๔	๘๘	๘๖
๓	สิ่งทอ ผลิตภัณฑ์สัตว์ และผลิตภัณฑ์จาก หนังสัตว์	๒๒-๓๓, ๙๓, ๙๘	-	๓๐	๘	๒๒
๔	แปรรูปไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ เครื่องเรือนหรือเครื่องตกแต่งใน อาคารจากไม้ แก้ว ยาง	๓๔-๓๗, ๘๓, ๙๖	๑๔๒	๓๗	๖	๓๑
๕	ผลิตภัณฑ์กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ การพิมพ์ การเย็บเล่ม ทำปก หรือการ ทำแม่พิมพ์	๓๘-๔๑	-	๔๗	-	๔๗
๖	เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม	๔๒-๕๐, ๘๙	๒๔๔	๗	-	๗
๗	ยางและผลิตภัณฑ์ยาง	๕๑, ๕๒	๑๐๐	๕	-	๕
๘	ผลิตภัณฑ์พลาสติก	๕๓	๑๕๔	๑๑	-	๑๑
๙	หิน กรวด ทรายหรือดิน สำหรับใช้ใน การก่อสร้าง	๓	-	๘๙	๘๙	-
๑๐	ผลิตภัณฑ์โลหะ หรือที่เกี่ยวกับการ ก่อสร้าง (ยกเว้นกิจการในข้อ ๙)	๕๔-๕๘	-	๑๐๖	๘๐	๒๖
๑๑	ผลิตภัณฑ์โลหะขั้นมูลฐานและ ผลิตภัณฑ์โลหะ	๕๙-๖๔, ๑๐๔	๒๘๘	๓๓	-	๓๓
๑๒	ผลิตเครื่องจักรและเครื่องกล	๖๕-๗๐	-	๑๓๗	-	๑๓๗
๑๓	เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์เกี่ยวกับ ไฟฟ้า	๗๑-๗๔, ๘๑, ๙๔, ๑๐๗	๘๐	๑๑	-	๑๑
๑๔	ยานพาหนะและอุปกรณ์ รวมทั้งการ ซ่อมยานพาหนะและอุปกรณ์ (ยกเว้นกิจการในข้อ ๑๕)	๗๕-๘๐, ๑๐๐	๑๙๘	๑๒	-	๑๒
๑๕	ยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ รถพ่วง จักรยานสามล้อ จักรยานสองล้อ หรือส่วนประกอบ	๙๕	-	๔๙	-	๔๙
๑๖	กิจการเกี่ยวกับการจัดการของเสีย ปรับคุณภาพของเสียรวม ฟังกลบสิ่ง ปฏิกูล รีไซเคิล	๑๐๑, ๑๐๕, ๑๐๖	๑๔๒	-	-	-
๑๗	โรงงานผลิต ส่ง หรือจำหน่ายพลังงาน ไฟฟ้า	๘๘, ๑๐๒	-	๒๖	-	๒๖
๑๘	การผลิตอื่นๆ (ยกเว้นกิจการในข้อ ๑๖ และข้อ ๑๗)	๘๒, ๘๔-๘๗, ๙๑, ๙๗, ๙๙, ๑๐๓	-	๓๕	๒๓	๑๒
รวม			๑,๓๔๘	๑,๐๕๙	๕๒๙	๕๓๐

### ๓. การคาดประมาณการระบายมลพิษ

#### ๓.๑ ขั้นตอนการประเมินการปลดปล่อยหรือเคลื่อนย้ายมลพิษ

๓.๑.๑ วิธีการประเมินการปลดปล่อยหรือเคลื่อนย้ายมลพิษ มี ๔ วิธี ได้แก่

- (๑) การตรวจวัดโดยตรง (Direct Measurement)
- (๒) การจัดทำสมดุลมวล (Mass Balance)
- (๓) การใช้ตัวคูณอัตราการปลดปล่อยมลพิษหรือสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (Emission Factor)
- (๔) การใช้หลักเกณฑ์ทางวิศวกรรม (Engineering Calculation/Engineering Judgement)

๓.๑.๒ รวบรวมข้อมูลต่างๆ ของแต่ละโรงงานที่ได้จากแบบสำรวจและการลงพื้นที่สำรวจข้อมูล ซึ่งข้อมูลประกอบด้วยลักษณะการประกอบกิจการ จำนวนแรงแม่ติดตั้ง จำนวนคนงาน ประเภทและปริมาณวัตถุดิบ เชื้อเพลิง สารเคมีที่ใช้ในโรงงาน และผลิตภัณฑ์ของโรงงาน ปริมาณน้ำเสีย อากาศเสีย และของเสียที่ปล่อยหรือระบายทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม หรือส่งไปกำจัดหรือบำบัดยังภายนอกโรงงาน เป็นต้น

๓.๑.๓ วิเคราะห์กระบวนการผลิต และปริมาณสารที่ป้อนเข้าสู่ระบบ และสารที่ออกจากระบบของแต่ละโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้ข้อมูล MSDS ประกอบการพิจารณา

๓.๑.๔ ประเมินการปลดปล่อยหรือเคลื่อนย้ายมลพิษของแต่ละโรงงานอุตสาหกรรมตามวิธีในข้อ ๓.๑.๑ ทั้งนี้ จะพิจารณาประเมินจากผลการตรวจวัดโดยตรงจากโรงงานเป็นลำดับแรก กรณีไม่มีข้อมูลผลการตรวจวัดการระเหยจะประเมินการปลดปล่อยหรือเคลื่อนย้ายมลพิษของแต่ละโรงงานอุตสาหกรรมโดยวิธีการใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (Emission Factor) และหลักเกณฑ์ทางวิศวกรรม

#### ๓.๒ การหาค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (Emission Factor) เพื่อใช้สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่สามารถประเมินตามวิธีในข้อ ๓.๑

๓.๒.๑ นำผลการประเมินการปลดปล่อยหรือเคลื่อนย้ายมลพิษของโรงงานอุตสาหกรรมที่ประเมินได้ในกลุ่ม อุตสาหกรรมย่อยเดียวกัน มาหาค่า Emission Factor ของแต่ละสารเคมี เพื่อนำไปเป็นตัวคูณหาอัตราการปลดปล่อยหรือเคลื่อนย้ายมลพิษของโรงงานอื่นๆ ที่เหลือในกลุ่มอุตสาหกรรมย่อยเดียวกัน ซึ่งจะพิจารณา Emission Factor ออกเป็น ๒ ประเภท ได้แก่ Emission Factor ต่อแรงแม่ (ตัน/ปี/แรงแม่) และ Emission Factor ต่อปริมาณเชื้อเพลิง (ตัน/ปี/ตันเชื้อเพลิง) โดยมีวิธีการประเมินดังสมการ

Emission Factor ของแต่ละสารเคมี (ตัน/ปี/แรงแม่ หรือ ตัน/ปี/ตันเชื้อเพลิง)	=	$\frac{\text{ผลรวมของอัตราการปลดปล่อยหรือเคลื่อนย้ายมลพิษของแต่ละสารเคมีทุกโรงงานในกลุ่มอุตสาหกรรม (ตัน/ปี)}}{\text{ผลรวมของขนาดแรงแม่ของเครื่องจักร (แรงแม่) หรือผลรวมของปริมาณเชื้อเพลิง (ตัน) ของทุกโรงงานในกลุ่มอุตสาหกรรม}}$
--	---	---

๓.๒.๒ นำค่า Emission Factor ของแต่ละสารเคมี ในข้อ ๓.๒.๑ ไปเป็นตัวแทนของโรงงานในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกัน เพื่อประเมินหาอัตราการปลดปล่อยหรือเคลื่อนย้ายมลพิษของโรงงาน ในกลุ่มอุตสาหกรรมที่เหลือ ซึ่งสามารถประเมินได้ดังสมการ

อัตราการปลดปล่อยหรือ เคลื่อนย้ายมลพิษของแต่ละ สารเคมีของโรงงาน	=	$[ \text{Emission Factor (ตัน/ปี/แรงแม่ หรือ ตัน/ปี/ตันเชื้อเพลิง)} ] \times$ $[ \text{ขนาดแรงแม่ของเครื่องจักร(แรงแม่) หรือ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้(ตันเชื้อเพลิง)} ]$ <p style="text-align: center;">ของโรงงานอุตสาหกรรม]</p>
--	---	--

ทั้งนี้ การเลือกใช้ค่า Emission Factor (ตัน/ปี/แรงแม่ หรือ ตัน/ปี/ตันเชื้อเพลิง) ขึ้นอยู่กับข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการประเมินอัตราการปลดปล่อยหรือเคลื่อนย้ายมลพิษ โดยหากมีข้อมูลขนาดแรงแม่ของเครื่องจักร ก็เลือกใช้ Emission Factor ต่อแรงแม่ แต่หากมีเพียงข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ก็เลือกใช้ Emission Factor ต่อปริมาณเชื้อเพลิง อย่างไรก็ตาม สำหรับการศึกษาคั้งนี้ได้เลือกใช้ขนาดแรงแม่ของเครื่องจักรเป็นตัวประเมินหาอัตราการปลดปล่อยหรือเคลื่อนย้ายมลพิษสำหรับโรงงานอื่น เนื่องจากเป็นข้อมูลของทุกโรงงานที่มีอยู่แล้ว ซึ่งจัดเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลโรงงานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

### **ตัวอย่างวิธีการประเมินค่า Emission Factor ของการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก**

มีโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอุตสาหกรรมผลิตไอน้ำ น้ำร้อน และน้ำเพื่ออุตสาหกรรม ( ลำดับที่ ๙๐) จำนวน ๓ โรงงาน โดยโรงงานที่ ๑ และ ๒ ที่มีข้อมูลขนาดแรงแม่ และชนิด ปริมาณเชื้อเพลิง โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง และโรงงานที่ ๓ มีเพียงข้อมูลขนาดแรงแม่ ให้ประเมินปริมาณสารเคมีที่โรงงานที่ ๓ ปลดปล่อยโดยมีข้อมูลดังนี้

#### **โรงงานที่ ๑**

จำนวนเครื่องจักรติดตั้ง ๑๒๔,๗๘๖ แรงแม่ มีการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ปริมาณ ๓๕,๕๔๔.๓๙ ตัน/ปี

#### **โรงงานที่ ๒**

จำนวนเครื่องจักรติดตั้ง ๒๓๖,๙๗๗.๔ แรงแม่ มีการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ปริมาณ ๑๘๒,๖๑๐.๔๓ ตัน/ปี

#### **โรงงานที่ ๓**

จำนวนเครื่องจักรติดตั้ง ๑๗๕ แรงแม่ แต่ไม่มีข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงในกระบวนการ  
โรงงานที่ ๑ และ ๒ มีข้อมูลการประเมินอัตราการระบายของสารเคมีเป้าหมายในกลุ่ม PRTR ออกสู่อากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลจากการลงพื้นที่และแบบสอบถาม โดยประเมินตามวิธีในข้อ ๓.๑

เนื่องจากโรงงานที่ ๑ และ ๒ มีข้อมูลขนาดแรงแม่เครื่องจักร จึงสามารถนำข้อมูลขนาดแรงแม่เครื่องจักรมาหาค่า Emission Factor การปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษต่อขนาดแรงแม่เครื่องจักรของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าวได้ แสดงวิธีการดังตารางที่ ๒

นอกจากนี้ เนื่องจากโรงงานที่ ๑ และ ๒ มีข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงในกระบวนการ จึงสามารถนำข้อมูลเชื้อเพลิงมาหาค่า Emission Factor การปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษต่อปริมาณเชื้อเพลิงของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าวได้ แสดงวิธีการดังตารางที่ ๓

### **ตารางที่ ๒ ตัวอย่างวิธีการประเมิน ค่า Emission Factor ของการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษเฉลี่ยต่อแรงแม่ ของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม**

สารเคมีในกลุ่มเป้าหมาย	อัตราการระบายสู่อากาศ (ตัน/ปี)		จำนวนแรงแม่รวม (3)	อัตราการระบายรวม (ตัน/ปี) (4) (4) = (1) + (2)	ค่า Emission Factor เฉลี่ยต่อแรงแม่ (ตัน/ปี) (4) / (3)
	โรงที่ 1 (1)	โรงที่ 2 (2)			
NO <sub>x</sub>	62.7991	322.6324	361,764	$3.85 \times 10^2$	$1.07 \times 10^{-3}$
Benzene	0.0013	0.0069	361,764	$8.20 \times 10^3$	$2.27 \times 10^{-8}$
Formaldehyde	0.0471	0.2420	361,764	$2.89 \times 10^{-1}$	$7.99 \times 10^{-7}$

ตารางที่ ๓ ตัวอย่างวิธีการประเมินค่า Emission Factor ของการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษเฉลี่ยต่อปริมาณเชื้อเพลิง ของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม

สารเคมีในกลุ่มเป้าหมาย	อัตราการระบายสู่อากาศ (ตัน/ปี)		ปริมาณเชื้อเพลิงรวม (ตัน/ปี) (3)	อัตราการระบายรวม (ตัน/ปี) (4) (4) = (1) + (2)	ค่า Emission Factor เฉลี่ยต่อปริมาณเชื้อเพลิง (ตัน/ปี) (4) / (3)
	โรงที่ 1 (1)	โรงที่ 2 (2)			
NO <sub>x</sub>	62.7991	322.6324	218,154	$3.85 \times 10^2$	$1.77 \times 10^{-3}$
Benzene	0.0013	0.0069	218,154	$8.20 \times 10^{-3}$	$3.76 \times 10^{-8}$
Formaldehyde	0.0471	0.2420	218,154	$2.89 \times 10^{-1}$	$1.33 \times 10^{-6}$

เนื่องจากโรงงานที่ ๓ ไม่มีข้อมูลการประเมินอัตราการระบายของสารเคมีเป้าหมายในกลุ่ม PRTR ออกสู่อากาศ จากการลงพื้นที่และแบบสอบถาม แต่มีข้อมูลจำนวน ขนาดแรงม้า เครื่องจักร (แรงม้า) จึงสามารถนำมาประเมินการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษได้ จากสูตร

อัตราการระบายของสารเคมีออกสู่อากาศ = [ ค่า Emission Factor ของกลุ่มอุตสาหกรรมย่อย ] X [ ขนาดแรงม้าเครื่องจักรของโรงงานอุตสาหกรรม ]
--

ตารางที่ ๔ ตัวอย่างวิธีการประเมินอัตราการระบายของสารเคมีเป้าหมายในกลุ่ม PRTR ออกสู่อากาศของโรงงานอุตสาหกรรม

สารเคมีในกลุ่มเป้าหมาย	จำนวนแรงม้า (๑)	ค่า Emission Factor เฉลี่ยต่อแรงม้า (ตัน/ปี) (๒)	อัตราการระบายสู่อากาศ (ตัน/ปี) (๑) x (๒)
NO <sub>x</sub>	109,077	$1.77 \times 10^{-3}$	$1.9 \times 10^{-1}$
Benzene	109,077	$3.76 \times 10^{-8}$	$4.0 \times 10^{-6}$
Formaldehyde	109,077	$1.33 \times 10^{-6}$	$1.4 \times 10^{-4}$

๒.๓ สรุปผลการคาดการณ์การระบายมลพิษ

๒.๓.๑ การปลดปล่อยหรือเคลื่อนย้ายมลพิษที่มีปริมาณสูงสุด ๕ ลำดับ ได้แก่

- อันดับ ๑ : NO<sub>x</sub> (๒๙,๗๖๙ ตัน/ปี)
- อันดับ ๒ : SO<sub>x</sub> (๒๓,๒๔๒ ตัน/ปี)
- อันดับ ๓ : Lead and compounds (๕๓๖ ตัน/ปี)
- อันดับ ๔ : Chromium and its compounds (๔๘๓ ตัน/ปี)
- อันดับ ๕ : Hexane (๒๙๖ ตัน/ปี)

๒.๓.๒ การปลดปล่อยหรือเคลื่อนย้ายมลพิษของสารเคมีที่เป็นสารก่อมะเร็งปริมาณสูงสุด ๕ ลำดับ ได้แก่

- อันดับ ๑ : Chromium and its compounds (๔๘๓ ตัน/ปี)
- อันดับ ๒ : Formaldehyde (๓๓ ตัน/ปี)
- อันดับ ๓ : Benzene (๐.๖๗ ตัน/ปี)
- อันดับ ๔ : Nickel and its compounds (๐.๐๑๗ ตัน/ปี)
- อันดับ ๕ : Cadmium its compounds (๐.๐๑๑ ตัน/ปี)