



คู่มือการประเมินการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ
สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์
ในประเทศไทย

(ฉบับปรับปรุงล่าสุด)



ตุลาคม 2558

คณะทำงานพัฒนาคู่มือการประเมินการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ
จากโรงงานอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์

สารบัญ

หน้า

1. บทนำ.....	1
1.1 ทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ (Pollutant Release and Transfer Register (PRTR)) คืออะไร.....	1
1.2 ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ PRTR ในประเทศไทย.....	2
1.3 ประโยชน์จากการจัดทำระบบ PRTR.....	3
1.4 ขอบเขตของคู่มือ.....	4
2. ขั้นตอนของการรายงาน PRTR.....	5
2.1 การบ่งชี้สารเคมีเป้าหมาย.....	6
2.2 การคำนวณปริมาณสารเคมีที่ถือครอง.....	7
2.3 การบ่งชี้จุดปลดปล่อยมลพิษและของเสียที่นำออกนอกโรงงาน.....	9
2.4 การประเมินการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ.....	9
2.5 การจัดทำรายงาน PRTR.....	9
3. หลักการพื้นฐานของวิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษ.....	10
3.1 การตรวจวัดโดยตรง (Direct Measurement).....	11
3.2 การจัดทำสมดุลมวล (Mass Balance).....	13
3.3 การใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (Emission Factor).....	16
3.4 การคำนวณทางวิศวกรรม (Engineering Calculation).....	18
4. วิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วน และอะไหล่ยานยนต์.....	20
4.1 กระบวนการของอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์.....	20
4.2 รายละเอียดของตำแหน่งที่ระบายมลพิษและวิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษ.....	20
4.2.1 การหล่อโลหะ.....	21
4.2.2 การขึ้นรูปและการตัดโลหะ.....	23

สารบัญ (ต่อ)

4.2.3 การทำความสะอาด การทำลายไขมัน.....	24
4.2.4 การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า การชุบเคลือบด้วยสังกะสี.....	26
4.2.5 การพ่นสี การตกแต่งชั้นสุดท้าย.....	30
4.2.6 ถังจัดเก็บสารเคมี.....	35
4.2.7 กรณีศึกษา-อุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์.....	41
เอกสารอ้างอิง.....	50
ภาคผนวก.....	51
ภาคผนวก ก บัญชีรายการสารเคมีเป้าหมาย.....	51
ภาคผนวก ข คุณสมบัติเชื้อเพลิงและองค์ประกอบของสารเคมีเป้าหมายในประเทศไทย.....	57
ภาคผนวก ค คำนิยามแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องทำการรายงานข้อมูล PRTR (Point Sources).....	58
ภาคผนวก ง แบบฟอร์มการรายงานข้อมูล PRTR.....	59
ภาคผนวก จ วิธีการติดตามตรวจวัดที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย USEPA.....	61
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างอัตราประสิทธิภาพของอุปกรณ์บำบัดไอเสียและน้ำเสีย.....	63
ภาคผนวก ช ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ.....	67
ภาคผนวก ซ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาสำหรับ TANKS Model.....	76

รายการคำย่อ

DM	(Direct Measurement)	การตรวจวัดโดยตรง
EC	(Engineering Calculation)	การคำนวณทางวิศวกรรม
EF	(Emission Factor)	ตัวคูณอัตราการปลดปล่อยมลพิษหรือ สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ
MB	(Mass Balance)	สมดุลมวล
NPI	(National Pollution Inventory)	บัญชีรายการสารมลพิษแห่งชาติ (Australian PRTR)
OECD	(Organization for Economic Co-operation and Development)	องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา
PRTR	(Pollutant Release and Transfer Register)	ทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ
RET	(Release Estimation Techniques)	วิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษ
TRI	(Toxics Release Inventory)	บัญชีรายการการปลดปล่อยสารพิษ (U.S. PRTR)
USEPA	(United States Environmental Protection Agency)	องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา
VOCs	(Volatile Organic Compounds)	สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย

สารบัญญรูปภาพและตาราง

	หน้า
รูปที่ 1-1 แนวทางการพัฒนาระบบ PRTR.....	2
รูปที่ 2-1 ขั้นตอนการรายงาน PRTR.....	5
รูปที่ 3-1 การกำหนดขอบเขตเพื่อพิจารณาจัดทำสมมูลมวล.....	14
รูปที่ 4-1 แผนผังของกระบวนการผลิตยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์.....	20
ตารางที่ 2-1 สารเคมีเป้าหมายในอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์.....	6
ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างเงื่อนไขในการรายงานข้อมูล PRTR ภายใต้คำจำกัดความของแหล่งกำเนิดประเภท point source.....	8
ตารางที่ 2-3 กระบวนการที่คาดว่าจะมีการปลดปล่อยสารเคมีเป้าหมายจากอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วน และอะไหล่ยานยนต์.....	9
ตารางที่ 3-1 ข้อคำนึงในการเลือกใช้วิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษ (RET).....	10
ตารางที่ 4-1 ค่าปัจจัยการป้อนส่วนสำหรับกระบวนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า.....	27
ตารางที่ 4-2 ค่าปัจจัยการป้อนส่วนสำหรับกระบวนการตกแต่งชิ้นสุดท้าย.....	31

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ (Pollutant Release and Transfer Register (PRTR)) คืออะไร

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)) ได้ให้คำจำกัดความของคำดังกล่าวคือ ทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ (Pollutant Release and Transfer Register (PRTR)) เป็นระบบฐานข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการปลดปล่อยมลพิษ หรือสารเคมีจากแหล่งกำเนิดสู่สิ่งแวดล้อมทั้งอากาศ น้ำ และดิน รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายของเสียออกจากแหล่งกำเนิดเพื่อนำไปบำบัดหรือกำจัด ระบบ PRTR เป็นระบบข้อมูลซึ่งเผยแพร่สู่สาธารณชน ประกอบไปด้วยข้อมูลชนิดและปริมาณมลพิษ/สารเคมี ซึ่งมีการปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ได้แก่ แหล่งกำเนิดที่รู้จุดปล่อยแน่นอน (Point Source) เช่น โรงงานอุตสาหกรรม และ แหล่งกำเนิดที่ไม่มีจุดปล่อยที่แน่นอน (Non-Point Source) เช่น การเกษตรกรรม การขนส่ง อุตสาหกรรมขนาดกลางและเล็ก และกิจกรรมของชุมชน สู่สิ่งแวดล้อม ทั้งทางอากาศ น้ำ ดิน รวมทั้งข้อมูลการเคลื่อนย้ายของเสียและน้ำเสียจากโรงงานหรือสถานประกอบการเพื่อบำบัด/กำจัด

ภายใต้ระบบ PRTR โรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการที่เข้าข่ายเกณฑ์ที่กำหนด (แหล่งกำเนิดประเภท Point Source) จะต้องรายงานปริมาณสารมลพิษที่ปล่อยออกสู่ตัวกลางสิ่งแวดล้อม (อากาศ น้ำ ดิน) รวมทั้งการเคลื่อนย้ายออกนอกพื้นที่สำหรับการจัดการของเสีย หรือการบำบัดน้ำเสีย เป็นปริมาณต่อระยะเวลา (Loading) เช่น กิโลกรัมต่อปี หรือ ตันต่อปี ไม่ใช่ค่าความเข้มข้น (Concentration) สำหรับแหล่งกำเนิดที่ไม่เข้าข่ายตามเกณฑ์ที่กำหนด (แหล่งกำเนิดประเภท Non-Point Source) หน่วยงานราชการจะเป็นผู้จัดทำข้อมูลการประเมินการปลดปล่อย จากนั้นจะดำเนินการตรวจสอบข้อมูล PRTR และเผยแพร่สู่สาธารณชนต่อไปในรูปแบบที่เป็นเอกสารเผยแพร่ รายงานประจำปี และอินเทอร์เน็ต โดยข้อมูล PRTR อาจจะนำเสนอเป็นกลุ่มอุตสาหกรรม จำแนกแต่ละโรงงาน สารมลพิษ ชนิดหรือกลุ่มของสารเคมี ทั้งประเภท Point Source และ Non-Point Source

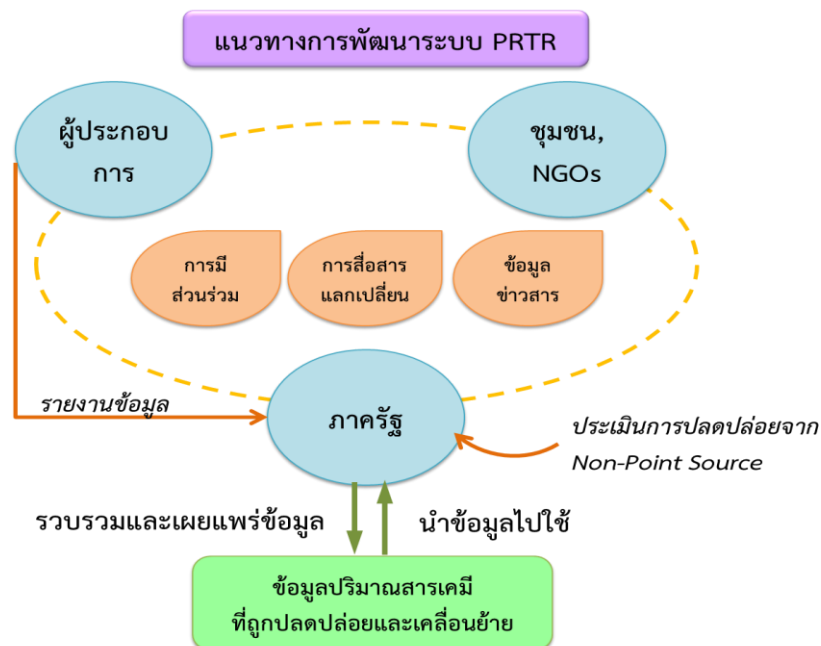
ทั้งนี้ การพัฒนาระบบ PRTR สามารถปรับเปลี่ยนรายละเอียดต่างๆ เช่น ชนิดของสารเคมีหรือสารมลพิษ และประเภทของอุตสาหกรรมที่ต้องรายงานได้ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อม

1.2 ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ PRTR ในประเทศไทย

1) ความเป็นมา

การขยายตัวอย่างรวดเร็วของเขตพื้นที่อุตสาหกรรมและเขตเมืองในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ในจังหวัดระยองและจังหวัดชลบุรี ซึ่งรัฐบาลได้กำหนดให้เป็น ศูนย์กลางการขนส่งสินค้า โรงกลั่นน้ำมัน โรงแยกก๊าซ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและอุตสาหกรรมหนัก แม้ว่า อุตสาหกรรมจะเป็นกิจกรรมที่สร้างรายได้มหาศาลให้กับประเทศ และสร้างงานให้แก่ประชาชนในพื้นที่ แต่ขณะเดียวกันการพัฒนาดังกล่าวก่อให้เกิดมลพิษรูปแบบต่างๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ความเป็นอยู่ และสภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวม

เพื่อรับมือกับปัญหาดังกล่าว ได้มีการวางแผนทางและมาตรการต่างๆ อาทิ การจัดทำมาตรฐาน คุณภาพสิ่งแวดล้อมสำหรับสารมลพิษทางอากาศ การกำหนดค่ามาตรฐานการระบายและค่ามาตรฐาน สิ่งแวดล้อมของสาร VOCs การกำหนดเขตควบคุมมลพิษ เป็นต้น และระบบ PRTR เป็นอีกหนึ่งแนวทางที่ ถูกนำมาใช้ ซึ่งภายใต้ระบบ PRTR ข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษจะถูกรวบรวมจาก แหล่งกำเนิดมลพิษประเภท Point Source (เช่น โรงงานอุตสาหกรรม/สถานประกอบการที่เข้าข่าย) ที่ต้อง จัดทำรายงานข้อมูล PRTR และการประเมินการปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภท Non-Point Source (เช่น ภาคการเกษตร ชุมชน ภาคการขนส่ง) ซึ่งดำเนินการโดยหน่วยงานรัฐ จากนั้นข้อมูลดังกล่าว จะถูกเผยแพร่สู่สาธารณะ ทำให้หน่วยงานภาครัฐ เอกชน และประชาชนทั่วไปได้เข้าถึงและรับทราบข้อมูล สถานการณ์สิ่งแวดล้อมในพื้นที่ตรงกัน อันนำไปสู่การวางแผนการจัดการสารเคมีและมลพิษที่เกิดขึ้นใน พื้นที่ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม



รูปที่ 1-1 แนวทางการพัฒนาระบบ PRTR

ในการนี้ กรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม และการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ร่วมกับองค์การร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น (Japan International Cooperation Agency (JICA)) ได้ดำเนินงาน “โครงการความร่วมมือการวิชาการกับประเทศญี่ปุ่นในการพัฒนาระบบทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ” (The Development of Basic Schemes for PRTR System in the Kingdom of Thailand) หรือที่เรียกว่า “โครงการ JICA-PRTR” เพื่อพัฒนาระบบ PRTR ขึ้นในประเทศไทย โดยมีระยะเวลาการดำเนินโครงการทั้งสิ้น 4 ปี ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2554 – กุมภาพันธ์ 2558* และมีกำหนดการดำเนินโครงการนำร่องระบบ PRTR ณ จังหวัดระยอง ในปี 2556 – 2557

2) วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ PRTR ในประเทศไทย

1. เพื่อเผยแพร่ข้อมูลการจัดการมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ สู่สาธารณชน
2. เพื่อลดและแก้ไขปัญหาการปลดปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม
3. เพื่อให้สอดคล้องกับการดำเนินงานตามแผนการจัดการสารเคมีทั้งในและระหว่างประเทศ
4. เพื่อใช้เป็นเครื่องมือหรือกลไกในการติดตามตรวจสอบมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ รวมทั้งการกำหนดนโยบายการจัดการสารเคมีและมลพิษของหน่วยงานราชการ

1.3 ประโยชน์จากการจัดทำระบบ PRTR

ภาครัฐ

- ทราบสถานภาพ/แนวโน้มการปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม รวมทั้งการเคลื่อนย้าย/การจัดการสารมลพิษเฉพาะประเภท และ/หรือเฉพาะพื้นที่
- เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม การกำหนดแนวทางเพื่อวางแผนป้องกันหรือแก้ไขปัญหามลพิษจากสารอันตราย
- เป็นการติดตามตรวจสอบการบังคับใช้กฎหมาย/ความก้าวหน้าของการดำเนินนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม
- เป็นไปตามข้อกำหนด/ข้อตกลงภายใต้พิธีสาร/อนุสัญญาฯ ระหว่างประเทศต่างๆ
- การวางแผนรองรับเหตุฉุกเฉิน

ภาคเอกชน

- เป็นการปรับปรุงระบบการจัดการสารเคมีภายในโรงงาน ส่งเสริมให้มีการใช้สารเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียวัตถุดิบในกระบวนการผลิต ลดการปลดปล่อยสารมลพิษ
- เสริมสร้างความรู้/ความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้/การจัดการสารเคมีให้แก่ผู้ประกอบการและคนงาน

- ส่งเสริมให้มีการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่
- สร้างภาพลักษณ์ที่ดีกับชุมชน

ภาคประชาชน

- ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหามลพิษกับหน่วยงานภาครัฐ และเอกชน
- เป็นเครื่องมือในการเข้าถึงและรับรู้ข้อมูลด้านการจัดการมลพิษ สารเคมี และสิ่งแวดล้อมของโรงงาน
- เป็นเครื่องมือในการป้องกันตนเองจากมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งกำเนิดอื่นๆ
- เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับพนักงานดับเพลิง โรงพยาบาล ตำรวจ หน่วยปฏิบัติการฉุกเฉินกรณีเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับสารเคมีในโรงงาน
- เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันมลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพ

1.4 ขอบเขตของคู่มือ

คู่มือนี้ได้รับพัฒนาขึ้นโดยคณะทำงานพัฒนาคู่มือการประเมินการปลดปล่อยมลพิษ จากโรงงานอุตสาหกรรมยานยนต์ ขึ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์ ประกอบด้วย กรมโรงงานอุตสาหกรรม ร่วมกับกรมควบคุมมลพิษ การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์และกลุ่มอุตสาหกรรมขึ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย สมาคมอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย และสมาคมผู้ผลิตขึ้นส่วนยานยนต์ไทย

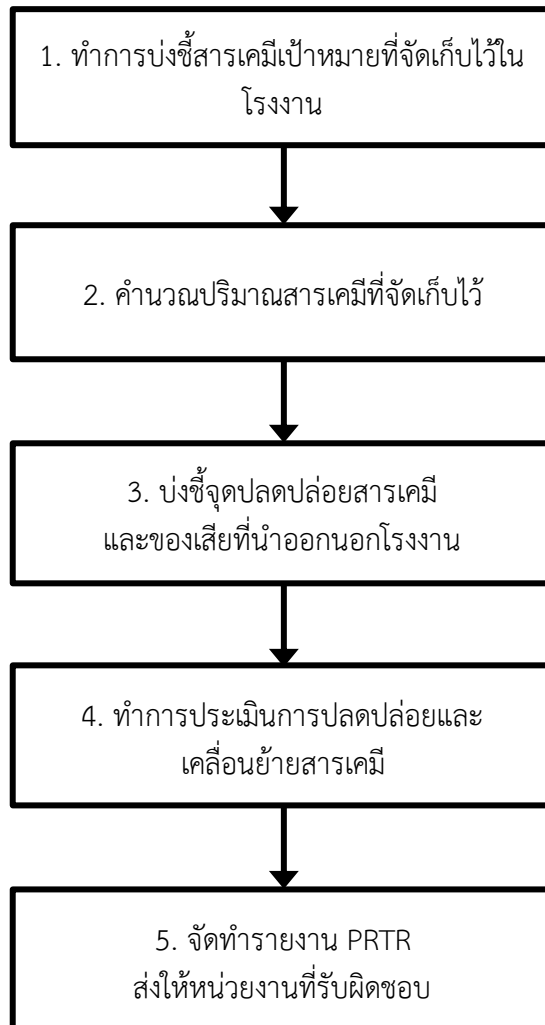
คู่มือนี้ใช้เป็นแนวทางในการประเมินการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษของสารเคมีเป้าหมายสำหรับโรงงานประเภทที่ 77 การประกอบกิจการที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์หรือรถพ่วง เพื่อดำเนินโครงการนำร่องระบบ PRTR ในปี 2556 - 2557 และนำผลการดำเนินโครงการนำร่องมาใช้ประกอบการปรับปรุงคู่มือให้มีความเหมาะสมต่อไป

เนื่องจากคู่มือฯ นี้เป็นการนำเสนอแนวทางการประเมิน หากทางโรงงานเห็นว่ามีแนวทางอื่นนอกเหนือจากที่กล่าวไว้ในคู่มือฯ มีความเหมาะสมต่อสภาพภายในโรงงานและการรายงานข้อมูล PRTR ก็สามารถนำมาปรับใช้ในการประเมินการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษได้

บทที่ 2

ขั้นตอนการรายงาน PRTR

การรายงาน PRTR มีกรอบการดำเนินการดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 ขั้นตอนการรายงาน PRTR

2.1 การบ่งชี้สารเคมีเป้าหมาย

พิจารณาสารเคมีเป้าหมาย ตามบัญชีรายชื่อซึ่งประกอบด้วยสารเคมี 107 สาร ดังที่แสดงไว้ในภาคผนวก ก

ในอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์ สารเคมีเป้าหมายถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบ ในกระบวนการต่างๆ เช่น การหล่อโลหะ การขึ้นรูปโลหะ การตัดโลหะ การทำความสะอาดชิ้นงาน การชุบเคลือบสังกะสี การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า และการพ่นสี

สารเคมีเป้าหมายที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์ แสดงไว้ในตารางที่ 2-1 โดยข้อมูลดังกล่าวใช้เป็นแนวทางในการตรวจสอบจุดปลดปล่อยต่างๆ ทั้งนี้ หากโรงงานมีการถือครองสารเคมีเป้าหมายชนิดอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวไว้ในตารางที่ 2-1 ปริมาณเกินกว่า 1 ตันต่อปีจะต้องทำการรายงานการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายสารเคมีเหล่านั้นด้วย

ตารางที่ 2-1 สารเคมีเป้าหมายในอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์

ลำดับที่	สารเคมี	CAS No.	การใช้งาน				
			การหล่อโลหะ การเชื่อม	การตัด/ นำมันที่ใช้ ให้ความร้อน	การทำความ สะอาด/ ตัดทำ ละลายไขมัน	การชุบโลหะด้วย ไฟฟ้า/ การชุบ เคลือบสังกะสี	การพ่นสี/ การ ตกแต่งชิ้นสุดท้าย
1	Benzene	71-43-2	/				
2	Formaldehyde	50-00-0	/				
3	Hexane, N-	100-54-3	/				
4	Methylene Chloride	75-09-2			/		
5	Methyl ethyl ketone	78-93-3					/
6	Naphthalene	91-20-3	/				
7	Toluene	108-88-3	/		/		/
8	Trichloroethylene	79-01-6			/		
9	1,3,5-trimethylbenzene	108-67-8	/		/		/
10	Xylenes		/		/		/
11	Cadmium and its compounds					/	
12	Copper soluble salts		/			/	
13	Chromium and its compounds					/	/

ลำดับที่	สารเคมี	CAS No.	การใช้งาน				
			การหล่อโลหะ การเชื่อม	การตัด/ นำมา ใช้ให้ความร้อน	การทำ ความสะอาด/ ตัวทำละลาย ไขมัน	การชุบโลหะด้วย ไฟฟ้า/ การชุบ เคลือบสังกะสี	การพ่นสี/ การตกแต่งชิ้นสุดท้าย
14	Lead and its compounds		/				/
15	Manganese and its compounds		/				/
16	Nickel and its compounds		/			/	/
17	Zinc and its compounds					/	/
18	Boron and its compounds			/			
19	Bis(2-ethylhexyl)phthalate	117-81-7					/
20	Phosphoric Acid	7664-38-2			/	/	/
21	Sodium Cyanide	143-33-9	/			/	

2.2 การคำนวณปริมาณสารเคมีที่ถือครอง

จากนิยามของแหล่งกำเนิดมลพิษประเภท Point Source และการพิจารณาสารเคมีที่ต้องมีการรายงานตามระบบ PRTR (ภาคผนวก ค) จำเป็นต้องรู้ถึงปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ถือครองซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$A_{\text{handle},i} = A_{\text{produce},i} + A_{\text{use},i}$$

เมื่อ

$A_{\text{handle},i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมาย i ที่ถือครอง (ตันต่อปี)

$A_{\text{produce},i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ผลิตขึ้น (ตันต่อปี)

$A_{\text{use},i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ใช้ (ตันต่อปี)

และปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ใช้ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$A_{\text{use},i} = A_{\text{beginning},i} + A_{\text{purchase},i} - A_{\text{end},i}$$

เมื่อ

$A_{\text{beginning},i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่คงเหลือตามบัญชีของปีที่ผ่านมา (ตัน)
(เช่นวันที่ 1 มกราคม)

$A_{\text{purchase},i}$ = ปริมาณที่ซื้อในปีปัจจุบัน (ตัน/ปี)

$A_{\text{end},i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่คงเหลือตามบัญชีเมื่อสิ้นสุดปีปัจจุบัน (ตัน)
(เช่นวันที่ 31 ธันวาคม)

หากสารเคมีที่ใช้มีส่วนผสมของสารเคมีเป้าหมายถูกนำมาใช้ด้วย ปริมาณของสารเคมีเป้าหมายที่ใช้สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$A_{\text{use},i} = [A_{\text{beginning},m} + A_{\text{purchase},m} - A_{\text{end},m}] \times W_i \div 100$$

เมื่อ

$A_{\text{beginning},m}$ = ปริมาณของของผสม m ที่คงเหลือตามบัญชีของปีที่ผ่านมา (ตัน)
(เช่น วันที่ 1 มกราคม)

$A_{\text{purchase},m}$ = ปริมาณของของผสมที่ซื้อในปีปัจจุบัน (ตันต่อปี)

$A_{\text{end},m}$ = ปริมาณของของผสมที่คงเหลือตามบัญชีเมื่อสิ้นสุดปีปัจจุบัน (ตัน)
(เช่น วันที่ 31 ธันวาคม)

W_i = เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของสารเคมีเป้าหมายที่อยู่ในของผสม

ถ้าโรงงานมีการถือครอง (ผลิต ใช้ จัดเก็บ) สารเคมีเป้าหมายจำนวน 1 สารขึ้นไป และมีปริมาณการถือครองสารเคมีเป้าหมายแต่ละชนิดเกินกว่า 1 ตันต่อปี จะต้องทำการรายงานข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายสารเคมีนั้นๆ โดยเงื่อนไขการรายงานข้อมูลดังตัวอย่างแสดงในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างเงื่อนไขในการรายงานข้อมูล PRTR ภายใต้คำจำกัดความของแหล่งกำเนิดประเภท Point Source

ปริมาณสารเคมีที่ถือครอง	ความจำเป็นในการรายงานข้อมูล PRTR
สารเคมี "A": 0.7 ตัน/ปี	ไม่ต้องรายงานสารเคมี "A"
สารเคมี "A": 1.0 ตัน/ปี	ต้องรายงานสารเคมี "A"
สารเคมี "A": 5 ตัน/ปี สารเคมี "B": 1.2 ตัน/ปี	ต้องรายงานทั้งสารเคมี "A" และ "B"
สารเคมี "A": 5 ตัน/ปี สารเคมี "B": 0.5 ตัน/ปี	ต้องรายงานสารเคมี "A", แต่ไม่ต้องรายงานสารเคมี "B"
สารเคมี "A": 0.7 ตัน/ปี สารเคมี "B": 0.5 ตัน/ปี	ไม่ต้องรายงานทั้งสารเคมี "A" และ "B"

2.3 การบ่งชี้จุดปลดปล่อยมลพิษและของเสียที่นำออกนอกโรงงาน

แหล่งกำเนิดมลพิษของสารเคมีเป้าหมายจากอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 กระบวนการที่คาดว่าจะมีการปลดปล่อยสารเคมีเป้าหมายจากอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์

ลำดับที่	กระบวนการที่มีการระบายมลพิษ	การปลดปล่อยและเคลื่อนย้าย	ชนิดของสาร		
			สารประกอบอินทรีย์ระเหย	โลหะ	สารอื่น
1	การหล่อโลหะ	อากาศ/ขยะ	/	/	/
2	การขึ้นรูปโลหะ, การตัด	น้ำ/ขยะ			/
3	การทำความสะอาด, การทำความสะอาดชิ้นงาน	อากาศ/น้ำ/ขยะ	/		
4	การชุบเคลือบสังกะสี, การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า	อากาศ/น้ำ/ขยะ		/	/
5	การพ่นสี, การตกแต่งชิ้นสุดท้าย	อากาศ/น้ำ/ขยะ	/	/	/

ถ้าแหล่งกำเนิดใดที่แสดงในตารางที่ 2-3 มีอยู่ในโรงงาน โดยปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่จัดเก็บไว้เกิน 1 ตันต่อปีจะต้องทำการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายสารเคมีนั้น

2.4 การประเมินการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ

ข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษสามารถประเมินได้โดยเลือกใช้วิธีการประเมินที่เหมาะสม ได้แก่ การตรวจวัดโดยตรง (Direct Measurement) การจัดทำสมดุลมวล (Mass Balance) การใช้ตัวคูณอัตราการปลดปล่อยมลพิษหรือสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (Emission Factor) หรือการคำนวณทางวิศวกรรม (Engineering Calculation) รายละเอียดเพิ่มเติมดังแสดงในบทที่ 3

2.5 การจัดทำรายงาน PRTR

การคำนวณปริมาณการถือครองสารเคมีต้องทำเป็นขั้นตอน และมีการบันทึกวิธีการคำนวณ สมมติฐานการประเมิน จัดเก็บไว้ที่โรงงานเพื่อตรวจสอบ

สำหรับการรายงานข้อมูล PRTR ให้แก่ภาครัฐ ให้ทำตามแบบรายงานข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษซึ่งปรากฏอยู่ใน ภาคผนวก ง

บทที่ 3

หลักการพื้นฐานของวิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษ^[1]

วิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษโดยทั่วไปมี 4 วิธีคือ การตรวจวัดโดยตรง (Direct Measurement) การจัดทำสมดุลมวล (Mass Balance) การใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (Emission Factor) และการคำนวณทางวิศวกรรม (Engineering Calculation)

เนื่องจากโครงการศึกษาในครั้งนี้เป็นครั้งแรกในการจัดทำระบบ PRTR สำหรับประเทศไทย การเลือกใช้วิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษเพื่อให้ได้ข้อมูล PRTR ที่เหมาะสมนั้น ควรพิจารณาจากข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการประเมิน ข้อดี และข้อควรพิจารณาของแต่ละวิธีการ

วิธีการในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษ สามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ข้อคำนึงในการเลือกใช้วิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษ (Release Estimation Technique)

<p>การตรวจวัดโดยตรง (Direct Measurement)</p> <ul style="list-style-type: none">● การตรวจวัดโดยตรงมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ข้อมูลมลพิษที่เป็นตัวแทนของการตรวจวัดมากที่สุด มีความถูกต้องและเชื่อถือได้● วิธีการที่ใช้จะต้องเหมาะสมกับกระบวนการ แหล่งกำเนิด และการเก็บตัวอย่างหรือจุดที่ทำการตรวจวัด● ลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติของตัวอย่างตลอดจนขนาดและความผันแปรของปริมาตรที่ระบายมลพิษจะต้องนำมาพิจารณาด้วย
<p>การจัดทำสมดุลมวล (Mass Balance)</p> <ul style="list-style-type: none">● ใช้การจัดทำสมดุลมวลในการตรวจสอบกระบวนการเพื่อตรวจสอบแหล่งระบายมลพิษ● การจัดทำสมดุลมวลเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีความลับซับซ้อน ค่าใช้จ่ายสูง หรือเกิดความไม่แน่นอนจากการตรวจวัดโดยตรง
<p>การใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (Emission Factor)</p> <ul style="list-style-type: none">● การใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในกรณีข้อมูลที่มีการคำนวณและค่าการปลดปล่อยมลพิษมีความสัมพันธ์กันโดยตรง

^[1] อ้างอิงจาก “Manual for PRTR Release Estimation Method (Japan, 2004).” และ OECD materials (OECD, 2002 และ 2005) .

- ข้อจำกัดของการใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษคือ อาจไม่สามารถใช้ได้กับทุกแห่งกำเนิด เนื่องจากการใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษนั้นจะต้องเป็นค่าที่เฉพาะเจาะจงของแต่ละสารและแต่ละวัตถุประสงค์ในการใช้งานของสารนั้นๆ
- การปลดปล่อยมลพิษที่คำนวณได้จากการใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษอาจจะแตกต่างจากการปลดปล่อยมลพิษที่เกิดขึ้นจริงจากโรงงานในกรณีที่โรงงานมีคุณลักษณะจำเพาะบางประการ
- โรงงานสามารถจัดทำสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของโรงงานได้เอง

การคำนวณทางวิศวกรรม (Engineering Calculation)

- การระบายแบบฟุ้งกระจายในอากาศของสารเคมีระเหยง่าย การระบายลงสู่แหล่งน้ำ ดิน และการเปลี่ยนไปเป็นของเสียอาจจะประเมินได้โดยใช้คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสารนั้นๆ

3.1 การตรวจวัดโดยตรง (Direct Measurement)

ดำเนินการโดยนำผลการวัดความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายที่อยู่ในไอเสีย น้ำเสีย หรือของเสียที่ระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตรวจวัดได้ คูณกับอัตราการปล่อยของไอเสีย น้ำเสียหรือของเสีย โดยสมการพื้นฐานของการตรวจวัดโดยตรงในการคำนวณการปลดปล่อยมลพิษไปสู่อากาศคือ

$$R_{\text{air}} = C_g \times V_g \times 10^{-6}$$

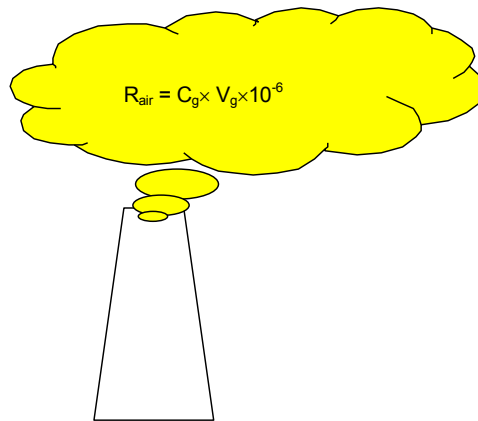
เมื่อ

- R_{air} = ปริมาณของสารเคมีเป้าหมายที่ถูกปลดปล่อยไปสู่อากาศ (กิโลกรัมต่อปี)
- C_g = ความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายที่อยู่ในไอเสีย (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
- V_g = อัตราการปล่อยของไอเสีย (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)
- 10^{-6} = ค่าการแปลงหน่วยจากมิลลิกรัมเป็นกิโลกรัม

การตรวจวัดโดยตรงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่สามารถใช้เป็นตัวแทนที่ดีที่สุด ความถูกต้องและน่าเชื่อถือของข้อมูลดังกล่าวขึ้นอยู่กับเทคนิควิธีการในการตรวจวัดที่ใช้เป็นหลัก ซึ่งความถี่ของการเก็บตัวอย่างนั้นจะกำหนดขึ้นเป็นรายกรณี โดยคำนึงถึงความผันแปรของการระบายมลพิษและข้อจำกัดของวิธีการตรวจวัดตัว เช่น วิธีการตรวจวัดที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย USEPA สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีนี้ได้ดังแสดงใน ภาคผนวก ง

ข้อควรปฏิบัติ

ในกรณี que เลือกใช้วิธีการตรวจวัดโดยตรง วิธีการในการตรวจวัดจะต้องเหมาะสมกับกระบวนการ แหล่งกำเนิด และการเก็บตัวอย่างหรือจุดที่ทำการตรวจวัด รวมถึงมีความเหมาะสมกับขนาดและองค์ประกอบของการปลดปล่อยมลพิษด้วย นอกจากนี้จะต้องพิจารณาถึงคุณลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติของตัวอย่าง ตลอดจนขนาดและความแปรปรวนของปริมาตรที่ปลดปล่อยออกมา



ข้อดีและข้อควรพิจารณาของวิธีการนี้คือ

ข้อดี

- ✓ สามารถนำค่าความเข้มข้นของไอเสียหรือน้ำเสียที่ตรวจวัดตามข้อกำหนดของกฎหมายและตามระเบียบข้อบังคับอื่นๆ มาใช้ในการประเมินได้

ข้อควรพิจารณา

- ความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพการดำเนินงาน
- ต้องตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนนำมาใช้

3.2 การจัดทำสมดุลมวล (Mass Balance)

การจัดทำสมดุลมวล ต้องกำหนดขอบเขตการพิจารณา (Boundary) รวมถึงปริมาณสารเคมีขาเข้า (Input) และขาออก (Output) ให้ชัดเจนก่อนทำการคำนวณ ดังรูปที่ 3-1 โดยสมการพื้นฐานของการจัดทำสมดุลมวลมีดังนี้

$$\text{Input} = \text{Output}$$

$$\text{Input} = \text{Product} + \text{Loss}$$

$$\text{Input} = \text{Product} + \text{Release} + \text{Transfer}$$

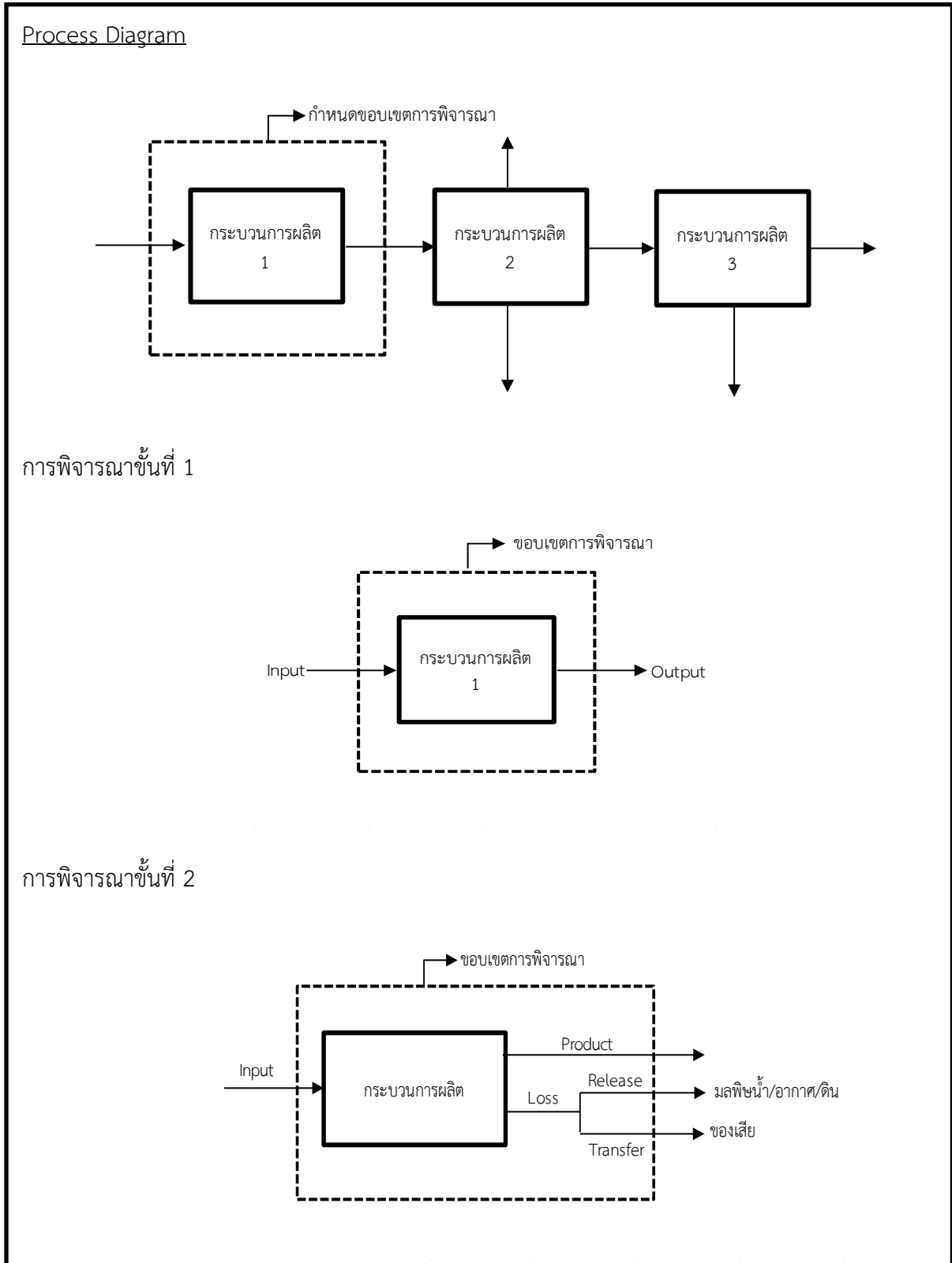
เมื่อ

$\text{Input}_{,i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ถือครอง

$\text{Output}_{,i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายในผลิตภัณฑ์

$\text{Release}_{,i \text{ w}}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมทั้งหมด (อากาศ น้ำ ดิน)

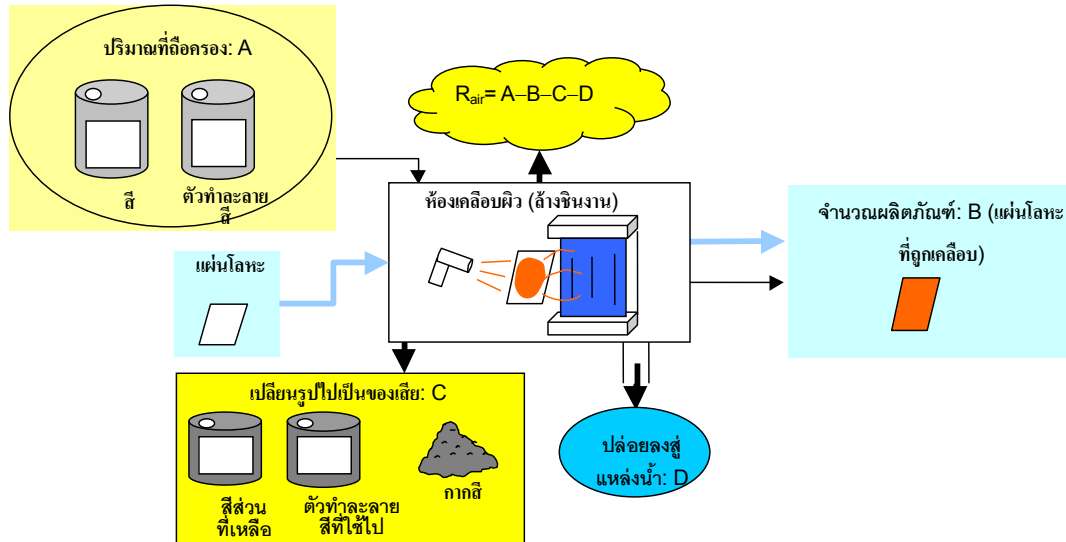
$\text{Transfer}_{,i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่เปลี่ยนไปเป็นของเสีย หรือน้ำเสีย



รูปที่ 3-1 การกำหนดขอบเขตเพื่อพิจารณาจัดทำสมดุลมวล

การปลดปล่อยหรือการเคลื่อนย้ายมลพิษไปสู่ตัวกลางสิ่งแวดล้อมอื่นๆ สามารถคำนวณได้โดยใช้

การตรวจวัดโดยตรง การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายหรือการประเมินการปลดปล่อยมลพิษวิธีอื่นๆจากปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ถือครอง (ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ถือครองต่อปี)



ทั้งนี้ การจัดทำสมดุลมวลสามารถทำการประเมินได้โดยพื้นฐานความรู้ของข้อมูลกระบวนการผลิต องค์ประกอบของวัตถุดิบ วัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ และข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างที่สามารถหาได้ ซึ่งการจัดทำสมดุลมวลสารจะใช้ได้ดี ในกรณีที่สารเคมีไม่เปลี่ยนรูป หากมีการเปลี่ยนรูปเป็นสารอื่น จำเป็นต้องใช้เทคนิคอื่นที่เหมาะสมประกอบการประเมินด้วย หรือกำหนดกรอบการพิจารณาที่สามารถประเมินปริมาณสารได้ดีที่สุด ข้อควรปฏิบัติ

การใช้เทคนิคการจัดทำสมดุลมวล เกี่ยวข้องกับกระบวนการตรวจสอบเพื่อที่จะประเมินการปลดปล่อยมลพิษบนพื้นฐานความรู้ในส่วนของการผลิต องค์ประกอบของวัสดุ วัสดุที่ใช้ทั้งหมด และข้อมูลการเก็บตัวอย่างที่มีอยู่

การจัดทำสมดุลมวลเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับการประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดแบบระเหยได้ และแหล่งกำเนิดที่มีการตรวจวัดที่ระดับค่อนข้างต่ำ ไอเสียที่ฟุ้งกระจายหรือไม่มีความสม่ำเสมอในการกระจายซึ่งมีความยุ่งยาก เสียค่าใช้จ่ายและเกิดความไม่แน่นอนในการตรวจวัด รวมถึงการประเมินการกระจายจากกระบวนการต่างๆ เช่น การทำความสะอาดชิ้นงานด้วยตัวทำละลาย การเคลือบผิวชิ้นงาน เป็นต้น

ข้อดีและข้อควรพิจารณาของวิธีการนี้คือ

ข้อดี

- ✓ การจัดทำสมมูลมวลเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพหากทราบทิศทางการไหลของสารเคมีในโรงงาน รวมถึงกระบวนการผลิตทั้งหมด
- ✓ การคำนวณสามารถทำได้โดยมีต้นทุนต่ำ เพราะการจัดทำสมมูลมวลขึ้นอยู่กับหลักการคำนวณทางคณิตศาสตร์
- ✓ ปริมาณสารเคมีที่ถือครองไว้สามารถคำนวณได้โดยใช้ข้อมูลองค์ประกอบของสารผสมจาก MSDS เอกสารข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์

ข้อที่ควรพิจารณา

- ✓ ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดทำสมมูลมวล ขึ้นอยู่กับปริมาณสารเคมีที่จัดเก็บไว้และการระบายมลพิษอื่นๆ
- ✓ ความถูกต้องแม่นยำของผลลัพธ์จะเพิ่มขึ้น หากนำการจัดทำสมมูลมวลมาใช้เพื่อคำนวณการระบายมลพิษที่มีปริมาณระดับปานกลางและปริมาณระดับสูง

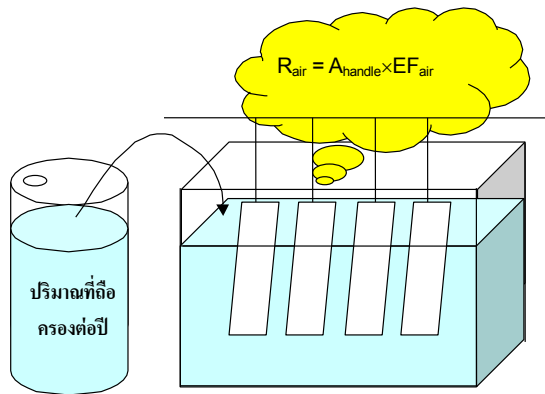
3.3 การใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (Emission Factor)

ปริมาณการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายสารเคมีสามารถคำนวณได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ ตัวอย่างสมการพื้นฐานของการคำนวณการระบายมลพิษในกรณีของการระบายสู่อากาศเป็นดังนี้

$$R_{\text{air}} = A_{\text{handle}} \times EF_{\text{air}}$$

เมื่อ

- $R_{\text{air},i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ถูกปลดปล่อยสู่อากาศ (กิโลกรัมต่อปี)
- $A_{\text{handle},i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ถือครอง (กิโลกรัมต่อปี)
- $EF_{\text{air},i}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของสารเคมีเป้าหมายสู่อากาศ (กิโลกรัมที่ปลดปล่อยต่อกิโลกรัมที่ถือครอง)



การคำนวณโดยใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจะทำได้ดี เมื่อความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกระบวนการผลิต และการระบายมลพิษมีความถูกต้องและไม่ซับซ้อน ดังตัวอย่างการประยุกต์ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษแสดงใน ภาคผนวก ง

ข้อควรปฏิบัติ

ข้อจำกัดของการใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษคือ ไม่สามารถใช้ได้กับทุกแหล่งกำเนิดมลพิษ ในกรณีที่โรงงานมีความประสงค์ที่จะใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดใหม่หรือที่ได้เสนอไว้ โรงงานจะต้องพิจารณาถึงค่าสัมประสิทธิ์ฯ ตามตัวอย่างเอกสารอ้างอิง ที่เป็นแหล่งข้อมูลสัมประสิทธิ์การปลดปล่อย เช่น

- AP-42 ที่จัดทำขึ้นโดย USEPA
- Emission Estimation Technique จัดทำขึ้นโดย Environment Australia
- PRTR Release Estimation Techniques (OECD)

นอกจากนี้ยังสามารถใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจากเอกสารที่ใช้อ้างอิงอื่นๆ ซึ่งแสดงอยู่ในรายชื่อเอกสารอ้างอิงของคู่มือเล่มนี้โดยจัดทำขึ้นจากประเทศอื่นๆ ซึ่งการคำนวณการปลดปล่อยมลพิษโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษอาจจะแตกต่างจากการปลดปล่อยจริงที่ออกมาจากโรงงาน เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยโดยทั่วไปจะเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากข้อมูลในช่วงกว้างและมีระดับความถูกต้องที่แตกต่างกัน ดังนั้นค่าที่ได้จากการประเมินอาจมีค่าสูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริง

ข้อดีและข้อควรพิจารณาของวิธีการนี้คือ

ข้อดี

- ✓ การระบายมลพิษสามารถคำนวณได้โดยใช้ปริมาณสารเคมีที่ถือครอง
- ✓ การคำนวณสามารถทำได้โดยมีค่าใช้จ่ายน้อย

ข้อควรพิจารณา

- การใช้สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษที่กำหนดไว้โดยหน่วยงานราชการ สมาคมอุตสาหกรรม หรือหน่วยงานของประเทศอื่น โรงงานควรตรวจสอบอย่างรอบคอบว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษมีความเหมาะสมกับอุตสาหกรรมนั้นหรือไม่
- โรงงานสามารถจัดทำค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษเองได้โดยการประเมินจากผลของการตรวจวัดในอดีต
- ค่าการระบายมลพิษที่คำนวณโดยสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษจะขึ้นอยู่กับปริมาณสารเคมีที่ถือครอง ซึ่งผลของการคำนวณอาจไม่แสดงให้เห็นถึงความพยายามในการลดการระบายมลพิษ

3.4 การคำนวณทางวิศวกรรม (Engineering Calculation)

ความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายในไอเสียหรือน้ำเสียสามารถประเมินได้โดยใช้คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ เช่นความดันไออิ่มตัว ความสามารถในการละลายน้ำ เป็นต้น โดยสมการพื้นฐานของการใช้หลักเกณฑ์การคำนวณทางวิศวกรรมในการคำนวณการระบายมลพิษลงสู่น้ำคือ

$$R_{\text{water}} = WS \times V_w \times 10^{-6}$$

เมื่อ

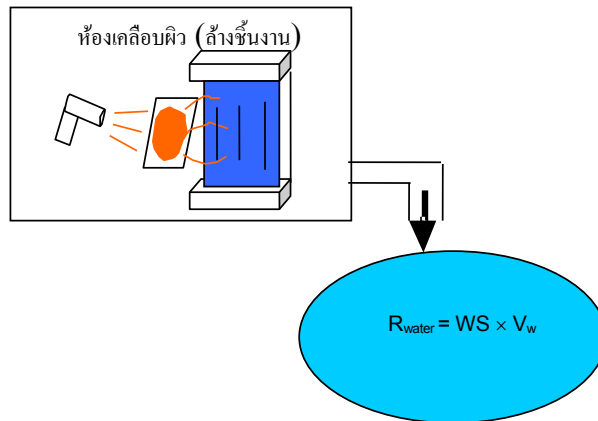
R_{water} = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ถูกปลดปล่อยสู่แหล่งน้ำ (กิโลกรัมต่อปี)

WS = ความสามารถในการละลายน้ำของสารเคมีเป้าหมาย (ไมโครกรัมต่อลิตร)^[2]

V_w = ปริมาตรของน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)

10^{-6} = ค่าการแปลงหน่วยจากมิลลิกรัมเป็นกิโลกรัม

^[2] ความสามารถในการละลายน้ำจะใช้ได้เมื่อสารเคมีเป้าหมายทั้งหมดนั้นสัมผัสกับน้ำ เช่นผ่าน scrubber อุปกรณ์ที่ล้างและอื่นๆ (หน่วยไมโครกรัมต่อลิตร = มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)



ข้อควรปฏิบัติ

การระบายมลพิษอากาศแบบฟุ้งกระจายของสาร VOCs อาจประเมินได้โดยใช้คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสารเคมีเท่านั้น ซึ่งคล้ายกับการใช้หลักเกณฑ์การคำนวณทางวิศวกรรมในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษสู่แหล่งน้ำ ดิน หรือการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย อย่างไรก็ตามอาจไม่มีข้อมูลของสารเคมีที่ต้องการคำนวณ

ในการคำนวณอาจมีการกำหนดสมมติฐานเพื่อลดความซับซ้อนของกระบวนการประเมินโดยใช้ความสัมพันธ์ทางเคมีและทางกายภาพ แต่อาจทำให้ค่าความผิดพลาด (Error) ของผลลัพธ์เพิ่มมากขึ้น

ข้อดีและข้อควรพิจารณาสำหรับวิธีการนี้คือ

ข้อดี

- ✓ ข้อมูลสำหรับการคำนวณสามารถหาได้จากหลายแหล่งอ้างอิง
- ✓ การคำนวณโดยใช้หลักเกณฑ์การคำนวณทางวิศวกรรมมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการตรวจวัดโดยตรง

ข้อควรพิจารณา

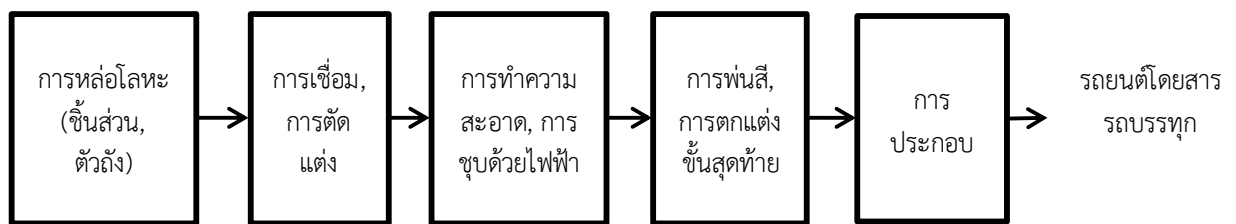
- เนื่องจากการระบายมลพิษในสถานะที่เหมาะสมสามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรทางทฤษฎี ผลจากการคำนวณอาจจะแตกต่างจากสภาพการทำงานจริงซึ่งมีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้อง เช่น ความดัน อุณหภูมิ และอื่นๆ เป็นต้น
- ผู้ประเมินควรมีความรู้ด้านวิศวกรรมเคมีในการประเมิน

บทที่ 4

วิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์

4.1 กระบวนการของอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์

แผนผังของกระบวนการผลิตยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์แสดงดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 แผนผังของกระบวนการผลิตยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์^[3]

ชิ้นส่วนยานยนต์หรือตัวถังที่ผลิตโดยการหล่อด้วยโลหะ การเชื่อมและการตัดแต่ง จะถูกส่งผ่านไปยังกระบวนการทำความสะอาด การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า การพ่นสีและการตกแต่งชิ้นสุดท้าย เพื่อนำชิ้นส่วนมาประกอบเป็นรถยนต์นั่งหรือรถบรรทุก

สารเคมีเป้าหมายที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากกระบวนการผลิตเหล่านี้ มีรายละเอียดดังอธิบายไว้ในส่วนที่ 4.2

4.2 รายละเอียดของตำแหน่งที่ระบายมลพิษและวิธีการคาดการณ์การปลดปล่อยมลพิษ

ดังแสดงในตารางที่ 2-3 โดย 5 ขั้นตอนที่มีศักยภาพในการเป็นแหล่งระบายมลพิษจากอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ได้แก่

- 1) การหล่อโลหะ
- 2) การขึ้นรูปโลหะ การตัด
- 3) การทำความสะอาด (หรือการขจัดไขมัน)
- 4) การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (หรือการชุบเคลือบสังกะสี) และ
- 5) การพ่นสี การตกแต่งชิ้นสุดท้าย

^[3] รูปนี้พัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงรายงาน “Method of Reducing the Impacts on Natural Sources and Environment for Industrial Development: A Case Study of Automotive Industry (Good Governance for Social Development and the Environment Institute, 2008)”

4.2.1 การหล่อโลหะ

4.2.1.1 การปลดปล่อยมลพิษ

ฝุ่นฟุ้งกระจายที่ประกอบด้วยโลหะหรือสารประกอบอินทรีย์ระเหยที่ใช้ในการเชื่อมโลหะจะถูกปลดปล่อยออกสู่อากาศหรือถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียจากกระบวนการหล่อโลหะ

4.2.1.2 การคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษ

ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสามารถนำมาใช้ในการคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษ

$$R_{air,i} = EF_{voc,i} \times A_p$$

เมื่อ

$R_{air,i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ปลดปล่อยสู่อากาศ (กิโลกรัมต่อปี)

$EF_{voc,i}$ = สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของสารเคมีเป้าหมาย อ้างอิงจากตารางที่ ข-1 ถึง ฉ-5 ในภาคผนวก ข

A_p = ปริมาณของผลผลิตต่อปีหรือปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ต่อปี

ตัวอย่าง 4.2.1(1)

ข้อมูลโดยสรุปของตัวประสาน (Binder) ที่ใช้สำหรับกระบวนการหล่อโลหะเป็นดังนี้

ชนิดของตัวประสานคือ Phenolic ที่ไม่มีการอบ

ปริมาณสารเรซินที่ใช้ต่อปีคือ 2 ตันต่อปี

คำนวณหาปริมาณการปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสาร Toluene

วิธีการคำนวณ

อ้างอิงตารางที่ ฉ-1 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยของสาร Toluene มีค่าเท่ากับ 0.694 กิโลกรัมต่อตัน ดังนั้นค่าการปลดปล่อยมลพิษ สู่อากาศของสาร Toluene มีค่าเท่ากับ

$$0.694 \text{ kg/t} \times 2 \text{ t/yr} = 1.4 \text{ kg/yr}$$

ตัวอย่าง 4.2.1(2)

ข้อมูลโดยสรุปของกระบวนการหล่อโลหะ เป็นดังนี้

ชนิดของเตาเผาคือ เตาหลอมตะกั่ว (Lead casting)

ปริมาณผลิตภัณฑ์โลหะหล่อที่ผลิตได้ต่อปีคือ 12 ตันต่อปี

คำนวณหาปริมาณการปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสารตะกั่ว

วิธีการคำนวณ

อ้างอิงตารางที่ ข-5 ค่าสัมประสิทธิ์การระบายสารตะกั่วมีค่าเท่ากับ 0.007 กิโลกรัมต่อตัน และ 0.0004 กิโลกรัมต่อตัน สำหรับการฟุ้งกระจาย ดังนั้นค่าการปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสารตะกั่วมีค่าเท่ากับ

$$(0.007 \text{ kg/t} + 0.0004) \times 12 \text{ t/yr} = 0.089 \text{ kg/yr}$$

ตัวอย่าง 4.2.1(3)

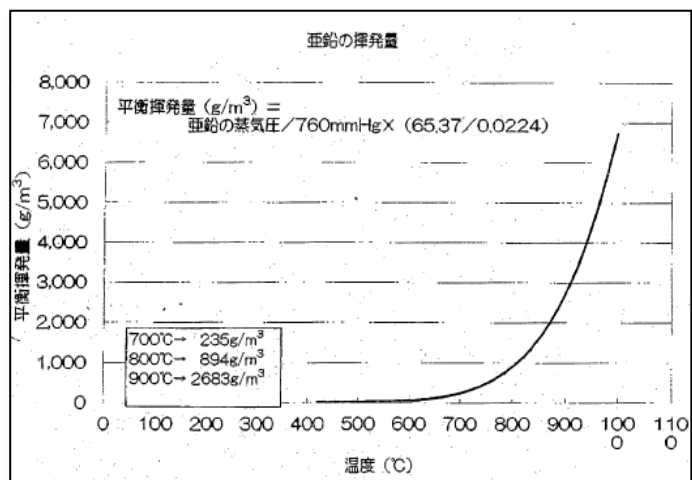
ข้อมูลโดยสรุปของกระบวนการฉีดหล่อแบบโลหะ (die casting) เป็นดังนี้
มี zinc เป็นส่วนประกอบ ที่ 450 °C
ไม่มีข้อมูลการตรวจวัดการระบายอากาศ
กระบวนการดังกล่าวไม่มีของเสีย (waste) เกิดขึ้น
คำนวณหาปริมาณการปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของ zinc

วิธีการคำนวณ

ใช้สัมประสิทธิ์การคูณในการคำนวณการปลดปล่อยมลพิษ จากข้อมูลการศึกษาของญี่ปุ่น ทำให้ทราบว่าสัมประสิทธิ์การคูณของ zinc ที่ปลดปล่อยหรือระเหยสู่อากาศนั้น สามารถทำได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Emission factor of zinc to air} &= \frac{\text{Vapor pressure of zinc (mmHg)}}{760 \text{ (mmHg)}} \times \frac{\text{MW of Zinc}}{\text{Volume of Zinc in vapor}} \\ &= \frac{\text{Vapor pressure of zinc (mmHg)}}{760 \text{ (mmHg)}} \times \frac{65.37}{0.0224} \end{aligned}$$

ซึ่งจากกราฟทำให้ทราบว่า
ที่อุณหภูมิน้อยกว่า 500°C การ
ระเหยของ zinc จะเท่ากับศูนย์
ที่ 700°C จะเท่ากับ 235 กรัม
ต่อปริมาตรของ zinc
ที่ 800°C จะเท่ากับ 894 กรัม
ต่อปริมาตรของ zinc



4.2.2 การขึ้นรูปและการตัดโลหะ

4.2.2.1 การปลดปล่อยมลพิษ

สารเคมีเป้าหมายที่ใช้ในกระบวนการตัดหรือในน้ำมันให้ความร้อน เช่นสาร Boron และสารประกอบที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำหรือเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียระหว่างกระบวนการตัด และการขึ้นรูปโลหะ

4.2.2.2 การคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษ

ในส่วนของการปลดปล่อยมลพิษลงสู่แหล่งน้ำและการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย การจัดทำมวลสมดุลสามารถนำมาใช้ในการคาดการณ์การปลดปล่อยมลพิษได้

$$R_{w,i} = A_i - T_{w,i}$$

$$T_{w,i} = A_i \times a$$

เมื่อ

- $R_{w,i}$ = ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษลงสู่แหล่งน้ำของสารเคมีเป้าหมาย (กิโลกรัมต่อปี)
- A_i = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ใช้ไป (กิโลกรัมต่อปี)
- $T_{w,i}$ = การเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียของสารเคมีเป้าหมาย (กิโลกรัมต่อปี)
- a = ปัจจัยการปันส่วน (Allocation factor) ของการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียของสารเคมีเป้าหมายกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.1^[4]

นอกจากนี้ ถ้ามีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม การระบายมลพิษสามารถคาดประมาณได้ดังนี้

$$\text{Controlled emission (kg/yr)} = \text{uncontrolled emission} \times (1 - \text{Efficiency}/100)$$

ถ้าข้อมูลของอุปกรณ์ควบคุมที่มีประสิทธิภาพไม่สามารถหาได้ ตัวอย่างข้อมูลของประเทศญี่ปุ่นก็สามารถใช้อ้างอิงได้ (ภาคผนวก ฉ)

ตัวอย่าง 4.2.2(1)

- ข้อมูลโดยสรุปของกระบวนการตัดโลหะเป็นดังนี้
- ปริมาณน้ำยาหล่อเย็นที่ใช้ต่อปีคือ 17 ตันต่อปี
- สารเคมีเป้าหมายในน้ำยาหล่อเย็นคือ Boron และสารประกอบ (8.4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)
- คำนวณการปลดปล่อยและการเคลื่อนย้ายมลพิษของ Boron และสารประกอบ

^[4] JAMA, PRTR Release Calculation Manual (1998)

วิธีการคำนวณ

ปริมาณสาร Boron และสารประกอบ Boron ต่อปีมีค่าเท่ากับ

$$17 \text{ ton/yr} \times 8.4 \text{ wt\%/100} \times 1,000 = 1,428 \text{ kg/yr}$$

การเคลื่อนย้ายไปเป็นของเสียของสาร Boron และสารประกอบ Boron มีค่าเท่ากับ

$$1,428 \text{ kg/yr} \times 0.1 = 143 \text{ kg/yr}$$

ดังนั้นปริมาณการปลดปล่อยไปสู่แหล่งน้ำของ Boron และสารประกอบ Boron มีค่าเท่ากับ

$$1,428 \text{ kg/yr} - 143 \text{ kg/yr} = 1,285 \text{ kg/yr}$$

4.2.3 การทำความสะอาด การกำจัดไขมัน

4.2.3.1 การปลดปล่อยมลพิษ

สารประกอบอินทรีย์ระเหย (VOCs) หรือสารอนินทรีย์ที่ใช้ในการทำทำความสะอาดหรือตัวทำละลายไขมัน หรือสารที่ใช้เคลือบผิวโลหะ ถูกปล่อยออกสู่อากาศหรือแหล่งน้ำ และเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย

4.2.3.2 การคาดการณ์การปลดปล่อยมลพิษ

ในส่วนของ การปลดปล่อยมลพิษลงสู่แหล่งน้ำและการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย การจัดทำมวลสมดุลสามารถนำมาใช้ในการคาดการณ์การปลดปล่อยมลพิษได้

$$R_i = A_i - T_{w,i}$$

เมื่อ

R_i = ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศหรือแหล่งน้ำของสารเคมีเป้าหมาย (กิโลกรัมต่อปี)

A_i = ปริมาณของสารเคมีเป้าหมายที่ใช้ไป (กิโลกรัมต่อปี)

$T_{w,i}$ = การเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียของสารเคมีเป้าหมาย (กิโลกรัมต่อปี)

นอกจากนี้ ถ้ามีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม การระบายมลพิษที่สามารถคาดการณ์ได้ดังนี้

$$\text{Controlled emission (kg/yr)} = \text{uncontrolled emission} \times (1 - \text{Efficiency}/100)$$

ถ้าข้อมูลประสิทธิภาพของอุปกรณ์ควบคุมไม่สามารถหาได้ ตัวอย่างข้อมูลของประเทศญี่ปุ่นก็สามารถใช้อ้างอิงได้ (ภาคผนวก ฉ)

การเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย

สำหรับการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย ถ้าทราบข้อมูลความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายของของ

เสีย การเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$T_{w,i} = W_{w,i} \times A_w \times 10^{-6}$$

เมื่อ

$W_{w,i}$ = ความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายในของเสีย (ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม)=(มิลลิกรัมต่อดัน)

A_w = ปริมาณของของเสียต่อปี (ตันต่อปี)

10^{-6} = ค่าการแปลงหน่วย จากมิลลิกรัมเป็นกิโลกรัม

ในกรณีไม่ทราบความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายในของเสีย สามารถใช้ความเข้มข้น หรือเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (wt%) ของสารเคมีเป้าหมายในน้ำยาทำความสะอาดที่ใช้ได้

ตัวอย่าง 4.2.3(1)

ข้อมูลโดยสรุปของกระบวนการทำความสะอาดชิ้นงานเป็นดังนี้

ปริมาณน้ำยาทำความสะอาดที่ใช้ต่อปีคือ 3.7 ตันต่อปี

สารเคมีเป้าหมายในน้ำยาทำความสะอาดคือ Toluene (36 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นต่อปีคือ 1.4 ตันต่อปี

ไม่มีข้อมูลความเข้มข้นของสาร Toluene ในของเสีย

คำนวณหาการปลดปล่อยและการเคลื่อนย้ายของสาร Toluene

วิธีการคำนวณ

ปริมาณสาร Toluene ที่ใช้ต่อปีมีค่าเท่ากับ

$$3.7 \text{ t/yr} \times 36 \text{ wt\%/100} \times 1,000 = 1,332 \text{ kg/yr}$$

ในกรณีไม่ทราบข้อมูลความเข้มข้นของสาร Toluene ในของเสีย ดังนั้นการเปลี่ยนไปเป็นของเสียของสาร Toluene คำนวณได้โดยใช้เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำยาทำความสะอาด ดังนี้

$$1.4 \text{ t/yr} \times 36 \text{ wt\%/100} \times 1,000 = 502 \text{ kg/yr}$$

ดังนั้นการปลดปล่อยสาร Toluene สู่อากาศมีค่าเท่ากับ

$$1,332 \text{ kg/yr} - 502 \text{ kg/yr} = 830 \text{ kg/yr}$$

ตัวอย่าง 4.2.3(2)

ข้อมูลโดยสรุปของกระบวนการเคลือบผิวชิ้นงานเป็นดังนี้
ปริมาณสารเคลือบผิวชิ้นงานที่ใช้ต่อปีคือ 5.4 ตันต่อปี
สารเคมีเป้าหมายในสารเคลือบผิวชิ้นงานคือ Phosphoric acid (44 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)
ไม่มีของเสียจากสารเคลือบผิวที่เกิดขึ้นต่อปี (สารที่ใช้หลังจากผ่านกระบวนการเคลือบผิวแล้วจะถูก
ปลดปล่อยไปสู่แหล่งน้ำ)
คำนวณหาการปลดปล่อยของสาร Phosphoric acid

วิธีการคำนวณ

ปริมาณสาร Phosphoric acid ที่ใช้ต่อปีมีค่าเท่ากับ

$$5.4 \text{ t/yr} \times 44 \text{ wt\%/100} \times 1,000 = 2,376 \text{ kg/yr}$$

โดยสารที่ใช้หลังจากผ่านกระบวนการเคลือบผิวแล้วจะถูกปลดปล่อยไปสู่แหล่งน้ำ การเปลี่ยนไปเป็น
ของเสียของ Phosphoric acid คือ 0 กิโลกรัมต่อปี

ดังนั้นการปลดปล่อย Phosphoric acid ลงสู่แหล่งน้ำมีค่าเท่ากับ 2,376 กิโลกรัมต่อปี (ปริมาณ
ที่ใช้ต่อปี)

4.2.4 การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า การชุบเคลือบด้วยสังกะสี

4.2.4.1 การปลดปล่อยมลพิษ

โลหะหรือสารอนินทรีย์ที่ใช้เป็นน้ำยาในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าจะถูกปล่อยออกมาสู่อากาศ แหล่งน้ำ
และเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียได้

4.2.4.2 การคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษ

(1) สมดุลมวล

การปลดปล่อยและการเคลื่อนย้ายมลพิษสามารถคำนวณได้จากความแตกต่างระหว่างปริมาณ
สารที่ใช้กับปริมาณชิ้นส่วนที่ถูกชุบด้วยไฟฟ้าต่อปี

$$A_i - A_{e,i} = R_w + T_{w,i}$$

$$A_{e,i} = A_i \times a$$

$$R_{w,i} = A_i \times b$$

$$T_{w,i} = A_i \times c$$

เมื่อ

A_i = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ใช้ไปต่อปี (ตันต่อปี)

$A_{e,i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ใช้ชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (ตันต่อปี)

- $R_{w,i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ (ตันต่อปี)
 $T_{w,i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย (ตันต่อปี)
 a = ค่าปัจจัยการปนส่วนไปยังผลิตภัณฑ์ (การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า)
 b = ค่าปัจจัยการปนส่วนการปลดปล่อยมลพิษไปสู่แหล่งน้ำ
 c = ค่าปัจจัยการปนส่วนการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย

ตารางที่ 4-1 ค่าปัจจัยการปนส่วนสำหรับกระบวนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า^[5]

สารในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า	ผลิตภัณฑ์	แหล่งน้ำ	ของเสีย
Nickel	0.91	0.03	0.06
Chromium	0.59	0.01	0.40

ตัวอย่าง 4.2.4(1)

ข้อมูลโดยสรุปของกระบวนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าเป็นดังนี้
 ปริมาณน้ำยาชุบโลหะด้วยไฟฟ้าที่ใช้ต่อปีคือ 19 ตันต่อปี
 สารเคมีเป้าหมายในน้ำยาชุบโลหะด้วยไฟฟ้าคือ Nickel และสารประกอบ (7.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)
 คำนวณหาการปลดปล่อยและการเคลื่อนย้ายของสาร Nickel

วิธีการคำนวณ

ปริมาณ Nickel และสารประกอบที่ใช้ต่อปีมีค่าเท่ากับ

$$19 \text{ t/yr} \times 7.0 \text{ wt\%/100} \times 1,000 = 1,330 \text{ kg/yr}$$

การเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียของ Nickel มีค่าเท่ากับ

$$1,330 \text{ kg/yr} \times 0.06 = 80 \text{ kg/yr}$$

ดังนั้นปริมาณการปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำของ Nickel มีค่าเท่ากับ

$$1,330 \text{ kg/yr} \times 0.03 = 40 \text{ kg/yr}$$

(2) การตรวจวัดความเข้มข้นโดยตรงในน้ำเสียและในของเสีย

ถ้ามีข้อมูลการตรวจวัดโดยตรงในน้ำเสีย และ/หรือ ในของเสีย การปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำและ

^[5] JAMA, PRTR Release Calculation Manual (1998)

การเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย สามารถคำนวณได้ด้วยข้อมูลนี้

น้ำ

$$R_{w,i} = C_{w,i} \times V_w \times 10^{-6}$$

เมื่อ

- $R_{w,i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ (ตันต่อปี)
 $C_{w,i}$ = ความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายในน้ำเสีย (ไมโครกรัมต่อลิตร)
 V_w = ปริมาตรของน้ำเสียต่อปี (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)
 10^{-6} = ค่าการแปลงหน่วย จากมิลลิกรัมเป็นกิโลกรัม

ของเสีย

$$T_{w,i} = W_{w,i} \times A_w \times 10^{-6}$$

เมื่อ

- $T_{w,i}$ = การเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียของสารเคมีเป้าหมาย (ตันต่อปี)
 $W_{w,i}$ = ความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายในของเสีย
(ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม)(=มิลลิกรัมต่อตัน)
 A_w = ปริมาณของเสียต่อปี (ตันต่อปี)
 10^{-6} = ค่าการแปลงหน่วย จากมิลลิกรัมเป็นกิโลกรัม

ตัวอย่าง 4.2.4(2)

Cyanide ใช้เป็นน้ำยาในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า โดยข้อมูลการตรวจวัดโดยตรงเป็นดังนี้
ความเข้มข้นของสาร Cyanide ในน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร
ปริมาตรของน้ำเสียต่อปี 27,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี
ความเข้มข้นของสารในของเสียมีค่าเท่ากับ 32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ปริมาณของของเสียต่อปีคือ 12 ตันต่อปี
คำนวณหาการปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำและการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียของสาร Cyanide

วิธีการคำนวณ

การปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำของสาร Cyanide มีค่าเท่ากับ

$$0.07 \text{ mg/L } (= \text{g/m}^3) \times 27,000 \text{ m}^3/\text{yr} \times 10^{-3} = 1.9 \text{ kg/yr}$$

การเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียของสาร Cyanide มีค่าเท่ากับ

$$32 \text{ mg/kg} (= \text{g/t}) \times 12 \text{ t/yr} \times 10^{-3} = 0.38 \text{ kg/yr}$$

(3) สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ

ถ้าไม่มีข้อมูลการตรวจวัดโดยตรง สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสามารถใช้เพื่อคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศและแหล่งน้ำดังนี้

อากาศ

$$R_{a,i} = EF_{a,i} \times A_e$$

เมื่อ

$R_{a,i}$ = การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศ (กิโลกรัมต่อปี)

$EF_{a,i}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสารเคมีเป้าหมาย อ้างอิงจากตารางที่ ช-6 ถึง ช-8 ในภาคผนวก ช

A_e = ข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

แหล่งน้ำ

$$R_{w,i} = EF_{w,i} \times A_e$$

เมื่อ

$R_{w,i}$ = การปลดปล่อยมลพิษสู่แหล่งน้ำ (กิโลกรัมต่อปี)

$EF_{w,i}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่แหล่งน้ำของสารเคมีเป้าหมาย อ้างอิงจากตารางที่ ฉ-9 ใน ภาคผนวก ช

A_e = ข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

ตัวอย่าง 4.2.4(3)

ข้อมูลโดยสรุปของกระบวนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าเป็นดังนี้

ชนิดของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าคือ การชุบ Nickel ด้วยไฟฟ้ากับ wet scrubber

ขนาดอ่างที่ใช้ชุบโลหะด้วยไฟฟ้าคือ 2 ลูกบาศก์เมตร

พื้นที่ของ Nickel ที่ถูกเคลือบคือ 2,500 ตารางเมตร

คำนวณหาการปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศและแหล่งน้ำของสาร Nickel

วิธีการคำนวณ

อ้างอิงจากตารางที่ ฉ-8 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศคือ 1.534×10^{-2} กิโลกรัม

ต่อลูกบาศก์เมตร ดังนั้นการปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสาร Nickel มีค่าเท่ากับ

$$1.534 \times 10^{-2} \text{ mg/m}^3 \times 2 \text{ m}^3 = 0.030 \text{ kg/yr}$$

อ้างอิงจากตารางที่ ฉ-9 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่แหล่งน้ำคือ 0.025 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ดังนั้นการปลดปล่อยมลพิษสู่แหล่งน้ำของสาร Nickel มีค่าเท่ากับ

$$0.025 \text{ kg/m}^2 \times 2,500 \text{ m}^2/\text{yr} = 62.5 \text{ kg/yr}$$

4.2.5 การพนัสี การตกแต่งขั้นสุดท้าย

4.2.5.1 การปลดปล่อยมลพิษ

สารประกอบอินทรีย์ระเหย โลหะ หรือสารอื่นที่เกี่ยวข้องกับการนำมาใช้ในกระบวนการพนัสีหรือการตกแต่งขั้นสุดท้าย ถูกปล่อยออกมาสู่อากาศ แหล่งน้ำและเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียได้

4.2.5.2 การคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษ

(1) การจัดทำมวลสมดุล

การปลดปล่อยและการเคลื่อนย้ายสามารถคำนวณได้จากความแตกต่างระหว่างปริมาณที่ใช้ต่อปีกับปริมาณที่เคลือบอยู่ที่ชิ้นงาน

(1.1) การใช้ปัจจัยการป็นส่วน

การปลดปล่อยและการเคลื่อนย้ายสามารถคำนวณได้จากความแตกต่างระหว่างปริมาณที่ใช้ต่อปีกับปริมาณที่เคลือบอยู่ที่ชิ้นงานหรือที่ตัวถัง

$$\begin{aligned} A_i - A_{c,i} &= R_w + T_{w,i} \\ A_{c,i} &= A_i \times a \\ R_{w,i} &= A_i \times b \\ T_{w,i} &= A_i \times c \end{aligned}$$

เมื่อ

- A_i = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ใช้ไปต่อปี (ตันต่อปี)
- $A_{c,i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ใช้ไปในการเคลือบ (ตันต่อปี)
- $R_{w,i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่ปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ (ตันต่อปี)
- $T_{w,i}$ = ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย (ตันต่อปี)
- a = ปัจจัยการป็นส่วนไปยังผลิตภัณฑ์ (การเคลือบผิว)
- b = ค่าปัจจัยการป็นส่วนการปลดปล่อยมลพิษไปสู่แหล่งน้ำ
- c = ค่าปัจจัยการป็นส่วนการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย

ตารางที่ 4-2 ค่าปัจจัยการปนส่วนสำหรับกระบวนการตกแต่งขั้นสุดท้าย^[6]

กระบวนการ	สารเคมี	เปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์	เป็นน้ำเสีย	เป็นของเสีย
การใช้สารเคมี	Zinc	87.4%	1.6%	11.0%
	Nickel	34.4%	12.1%	53.5%
	Manganese	61.9%	5.7%	32.4%
	Hydrogen Fluoride	0%	80.7%	19.3%
การชุบสีด้วยไฟฟ้า	Lead	90-95%	5-10%	<0.1%

ตัวอย่าง 4.2.5(1)

ข้อมูลโดยสรุปของกระบวนการตกแต่งขั้นสุดท้ายเป็นดังนี้
 ชนิดของการตกแต่งขั้นสุดท้ายคือการใช้สารเคมี (Chemical treatment)
 ปริมาณน้ำยาเคมีที่ใช้ต่อปีคือ 22 ตันต่อปี
 สารเคมีเป้าหมายในน้ำยาเคมีคือ Manganese และสารประกอบ (5.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)
 ค่าวนการปลดปล่อยมลพิษและการเคลื่อนย้ายของสาร Manganese

วิธีการคำนวณ

ปริมาณสาร Manganese และสารประกอบที่ใช้ในหนึ่งปีมีค่าเท่ากับ

$$22 \text{ t/yr} \times 5.2 \text{ wt\%/100} \times 1,000 = 1,144 \text{ kg/yr}$$

การเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียของสาร Manganese มีค่าเท่ากับ

$$1,144 \text{ kg/yr} \times 32.4 \text{ \%/100} = 371 \text{ kg/yr}$$

การปลดปล่อยสาร Manganese ลงสู่แหล่งน้ำมีค่าเท่ากับ

$$1,144 \text{ kg/yr} \times 5.7 \text{ \%/100} = 65 \text{ kg/yr}$$

(1.2) การการประเมินร่วมกับวิธีการตรวจวัดโดยตรง

การปลดปล่อยสู่อากาศหรือแหล่งน้ำ การจัดทำมวลสมดุลสามารถใช้ในการคาดการณ์การ

^[6] JAMA, PRTR Release Calculation Manual (1998)

ปลดปล่อยมลพิษได้ เหมือนกับกรณีคำนวณการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียโดยการวัดโดยตรง

$$R_i = A_i - T_{w,i}$$

เมื่อ

R_i = การปลดปล่อยสารเคมีเป้าหมายสู่อากาศหรือแหล่งน้ำ (กิโลกรัมต่อปี)

A_i = ปริมาณของสารเคมีเป้าหมายที่ถูกใช้ไป (กิโลกรัมต่อปี)

$T_{w,i}$ = ปริมาณของสารเคมีเป้าหมายที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย (กิโลกรัมต่อปี)

นอกจากนี้หากมีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม การระบายมลพิษสามารถคาดประมาณได้ดังนี้

$$\text{Controlled emission (kg/yr)} = \text{uncontrolled emission} \times (1 - \text{Efficiency}/100)$$

ในกรณีไม่ทราบข้อมูลประสิทธิภาพของอุปกรณ์ควบคุม สามารถใช้ตัวอย่างข้อมูลของประเทศญี่ปุ่นอ้างอิงได้ (ภาคผนวก ฉ)

การเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย

สำหรับการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย ในกรณีที่ทราบความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายในของเสีย การเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$T_{w,i} = W_{w,i} \times A_w \times 10^{-6}$$

เมื่อ

$W_{w,i}$ = ความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายในของเสีย (ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม)(=มิลลิกรัมต่อตัน)

A_w = ปริมาณของของเสียต่อปี (ตันต่อปี)

10^{-6} = ค่าการแปลงหน่วย จากมิลลิกรัมเป็นกิโลกรัม

ในกรณีไม่ทราบความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายในของเสีย อาจใช้ข้อมูลความเข้มข้นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของสารเคมีเป้าหมายในสี สารยัดเกาะ หรือสารเคมีที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ได้

ตัวอย่าง 4.2.5(2)

ข้อมูลโดยสรุปของกระบวนการพ่นสีเป็นดังนี้

ปริมาณของสีที่ใช้ต่อปีคือ 78 ตันต่อปี

สารเคมีเป้าหมายในสีคือ Toluene (57 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นต่อปี คือ 17 ตันต่อปี

ความเข้มข้นของสาร Toluene ในของเสียไม่มีข้อมูล

คำนวณการปลดปล่อยและการเปลี่ยนรูปของสาร Toluene

วิธีการคำนวณ

ปริมาณสาร ที่ใช้ไปต่อปีคือ

$$78 \text{ t/yr} \times 57 \text{ wt\%/100} \times 1,000 = 44,460 \text{ kg/yr}$$

เนื่องจากไม่ทราบความเข้มข้นของสาร Toluene ในของเสียจากการพ่นสี ดังนั้นการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียของสาร Toluene สามารถคำนวณได้โดยใช้เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (wt%) ในสี ดังนี้

$$17 \text{ t/yr} \times 57 \text{ wt\%/100} \times 1,000 = 9,690 \text{ kg/yr}$$

ดังนั้นการปลดปล่อยมลพิษไปสู่อากาศของสาร Toluene มีค่าเท่ากับ

$$44,460 \text{ kg/yr} - 9,690 \text{ kg/yr} = 34,770 \text{ kg/yr}$$

(2) การตรวจวัดความเข้มข้นในน้ำเสียและของเสียโดยตรง

ถ้ามีข้อมูลการตรวจวัดน้ำเสีย และ/หรือ ของเสียโดยตรง การปลดปล่อยมลพิษสู่แหล่งน้ำและการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย สามารถคำนวณได้ด้วยข้อมูลนี้

แหล่งน้ำ

$$R_{w,i} = C_{w,i} \times V_w \times 10^{-6}$$

เมื่อ

$R_{w,i}$ = การปลดปล่อยสารเคมีเป้าหมายสู่แหล่งน้ำ (ตันต่อปี)

$C_{w,i}$ = ความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายในน้ำเสีย (ไมโครกรัมต่อลิตร)

V_w = ปริมาณน้ำเสียต่อปี (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)

10^{-6} = ค่าการแปลงหน่วย จากมิลลิกรัมเป็นกิโลกรัม

ของเสีย

$$T_{w,i} = W_{w,i} \times A_w \times 10^{-6}$$

เมื่อ

$T_{w,i}$ = การเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียของสารเคมีเป้าหมาย

((ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม)=(มิลลิกรัมต่อตัน))

$W_{w,i}$ = ความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายในของเสีย (ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม)=(มิลลิกรัมต่อตัน)

A_w = ปริมาณของของเสียต่อปี (ตันต่อปี)

10^{-6} = ค่าการแปลงหน่วย จากมิลลิกรัมเป็นกิโลกรัม

ในกรณีไม่ทราบความเข้มข้นของสารเคมีเป้าหมายในของเสีย สามารถใช้ความเข้มข้นหรือเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของสารเคมีเป้าหมายในสี สารยัดเกาะ หรือสารเคมีที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ได้

ตัวอย่าง 4.2.5(3)

ข้อมูลโดยสรุปของกระบวนการการเกาะยัดเป็นดังนี้

ปริมาณน้ำยาเกาะยัดที่ใช้ไปต่อปีคือ 11 ตันต่อปี

สารเคมีเป้าหมายในน้ำยาเกาะยัดคือ Bis (2-ethylhexyl) phthalate (12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากน้ำยาเกาะยัดต่อปีคือ 3.3 ตันต่อปี

ไม่มีข้อมูลความเข้มข้นของสาร Bis (2-ethylhexyl) phthalate ในของเสีย

คำนวณการเคลื่อนย้ายของสาร Bis(2-ethylhexyl) phthalate

วิธีการคำนวณ

เนื่องจากไม่ทราบข้อมูลความเข้มข้นของสาร Bis (2-ethylhexyl) phthalate ในของเสียที่เกิดจากน้ำยาเกาะยัด ดังนั้นการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียของสามารถคำนวณได้โดยใช้เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำยาเกาะยัด ดังนี้

$$3.3 \text{ t/yr} \times 12 \text{ wt\%/100} \times 1,000 = 396 \text{ kg/yr}$$

(3) สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ

ในกรณีไม่ทราบข้อมูลการตรวจวัดโดยตรง สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสามารถนำมาใช้ในการคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศและแหล่งน้ำได้ดังนี้

อากาศ

$$R_{a,i} = EF_{voc} \times A_p \times W_{t,i} \% / 100$$

เมื่อ

$R_{a,i}$ = การปลดปล่อยสู่อากาศ (กิโลกรัมต่อปี)

$EF_{a,i}$ = สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสารประกอบอินทรีย์ระเหย อ่างอิง

ตาราง Table ฉ-10 ในภาคผนวก ข

A_p = ข้อมูลกิจกรรมการพ่นสี

$W_{t,1\%}$ = เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของสารประกอบอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดในสีที่ใช้

ตัวอย่าง 4.2.5(4)

ข้อมูลโดยสรุปของกระบวนการพ่นสีเป็นดังนี้

ชนิดของสีที่ใช้คือ สารเคลือบที่ละลายด้วยตัวทำละลายที่ใช้สำหรับยานยนต์ (Solvent borne spray prime coat)

จำนวนยานยนต์ที่ผลิตได้คือ 13,000 คันต่อปี

ปริมาณสาร Xylene ในสีคือ 42 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

คำนวณการปลดปล่อยสาร Xylene สู่อากาศ

วิธีการคำนวณ

อ้างอิงตารางที่ ข-10 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศ 6.61 กิโลกรัมต่อคัน ดังนั้นการปลดปล่อยสาร Xylene สู่อากาศมีค่าเท่ากับ

$$6.61 \text{ kg/vehicle} \times 13,000 \text{ vehicle/yr} \times 42 \text{ wt\%/100} = 36,090 \text{ kg/yr}$$

4.2.6 ถังจัดเก็บสารเคมี

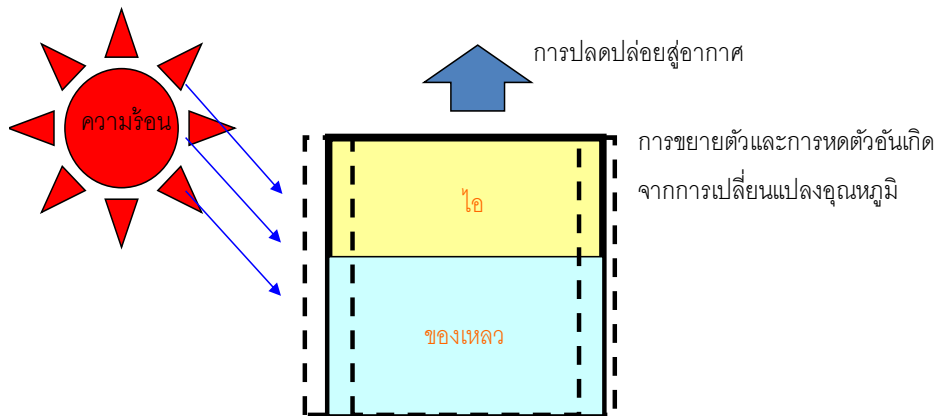
4.2.6.1 การปลดปล่อยมลพิษ

ถังเก็บของเหลวแบบหลังคาคงที่ (Fixed roof tank) หรือ ถังเก็บของเหลวแบบหลังคาปรับขึ้นลงได้ (Floating roof tank) ที่ใช้ในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม

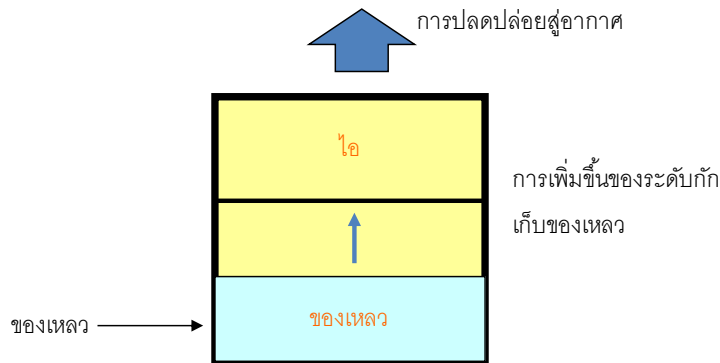
(1) ถังเก็บของเหลวแบบหลังคาคงที่

สำหรับถังเก็บของเหลวแบบหลังคาคงที่ซึ่งมีไอระเหยประกอบไปด้วยสารเคมีเป้าหมาย สารประกอบอินทรีย์ระเหยที่ถูกปลดปล่อยออกสู่อากาศที่เกิดจาก Breathing loss และ Filling loss

- Breathing loss คือ การระบายไอระเหยเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความดันภายในถังจัดเก็บ โดยเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิระหว่างกลางวันกับกลางคืน จึงทำให้มีการหดและขยายตัวของก๊าซภายในถังจัดเก็บ



- Filling loss คือ การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศ เนื่องจากของเหลวที่เติมเข้าสู่ถังเก็บไป ผลักไอระเหยที่ประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ระเหยในช่วงเวลาการเติมของไหลเข้าสู่ถังเก็บออกสู่บรรยากาศ



(2) ถังเก็บของเหลวแบบหลังคาปรับขึ้นลงได้

สำหรับถังเก็บของเหลวแบบหลังคาปรับขึ้นลงได้ สารประกอบอินทรีย์ระเหยจะถูกปลดปล่อยออกสู่อากาศเนื่องจาก Discharge loss

- Discharge loss; การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสารประกอบอินทรีย์ระเหยที่บริเวณผนังด้านในถังเก็บ ในช่วงเวลาที่มีการปล่อยของเหลวออกจากถัง

4.2.6.2 การประเมินการปลดปล่อยมลพิษ

สำหรับถังเก็บสารเคมีหรือน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งที่เป็นถังเก็บของเหลวแบบหลังคาคงที่และถังเก็บของเหลวแบบหลังคาปรับขึ้นลงได้ สามารถใช้ TANKS model ที่จัดทำขึ้นโดย US EPA การประเมินการปลดปล่อยมลพิษได้โดยที่ TANKS model สามารถดาวน์โหลดได้ที่ <http://www.epa.gov/ttnchie1/software/tanks/> โดย TANKS model ถูกออกแบบมาเพื่อประเมินการปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศสำหรับของเหลวอินทรีย์ที่อยู่ในถังเก็บสารเคมี โดยผู้ใช้งานสามารถใส่ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของถังเก็บสารเคมี (ขนาดถัง โครงสร้าง สี เป็นต้น) องค์ประกอบของของเหลว (องค์ประกอบทางเคมี และอุณหภูมิของของเหลว) รวมถึงลักษณะสถานที่ตั้งถัง (ใกล้เมือง อุณหภูมิ และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น) และสามารถจัดทำรายงานการปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศได้

ตัวอย่าง 4.2.6 (1)

ข้อมูลเกี่ยวกับถังจัดเก็บสารเคมีเป็นดังนี้

ชนิดของถัง		ถังเก็บของเหลวแบบหลังคาทรงทึบในแนวตั้ง
สถานที่ตั้งถัง		จ. ระยอง
ผลิตภัณฑ์ที่จัดเก็บ		น้ำมันเบนซิน 91
Net throughput		35,000,000 L/yr (= 9,246,051 gal/yr)
ขนาดของถัง	Shell Height	32.15 ft
	Diameter	19.7 ft
	Liquid Height	27.23 ft
	Avg. Liquid Height	13.62 ft
	Tank Heated	No
ลักษณะของถัง	Shell Color/Shade	White/White
	Shell Condition	Good
	Roof Color/Shade	White/White
	Roof Condition	Good
ลักษณะของหลังคา	Type	Dome
	Height	0 ft
	Radius	19.7 ft
Breather Vent Settings	Vacuum Settings	0 psig
	Pressure Settings	0 psig

Ref: สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนหน่วยจาก US unit ไปเป็น SI unit

1 ft = 0.3048 m	1 gal = 3.7854 L
1 lbs = 0.456 kg	1 psig = 108.2197kPa

คำนวณการปลดปล่อย Benzene สู่อากาศ โดยใช้ TANKS model

วิธีการคำนวณ

การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสาร Benzene สามารถคำนวณได้โดยใช้ TANKS model ดังนี้

(ก) การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสารประกอบอินทรีย์ระเหย

1. ป้อนข้อมูลสถานที่ (ข้อมูลอุตุณิยมวิทยา)

เนื่องจากข้อมูลจำเพาะของพื้นที่ระยองไม่มีอยู่ในฐานข้อมูลของ US EPA ดังนั้นจึงต้องสร้างฐานข้อมูลอุตุนิมวิทยาของพื้นที่ระยองก่อน โดย

1.1 เลือก “Edit Database” บนแท็บ “Data”

1.2 เลือก “Add New”

1.3 ใส่ข้อมูลอุตุนิมวิทยาของจังหวัดระยอง โดยอ้างอิงภาคผนวก ข แล้วบันทึกข้อมูล (save)

Month	Daily Maximum Ambient Temp. (F)	Daily Minimum Ambient Temp. (F)	Solar Insulation Factor (Btu / (ft²*day))	Average Wind Speed (mph)
JAN	89.2	71.9	1649.4853	3.1
FEB	90.1	76.9	1701.0399	4.6
MAR	91.0	78.7	1760.2672	4.7
APR	93.4	80.8	1803.3080	4.3
MAY	91.5	80.8	1570.3804	5.5
JUN	90.1	80.6	1463.8620	7.2
JUL	89.5	80.3	1237.1360	7.2
AUG	88.8	80.0	1052.9574	6.9
SEP	88.8	78.5	1343.2668	4.9
OCT	90.1	76.7	1468.5484	3.0
NOV	90.8	74.5	1570.3452	3.4
DEC	89.9	71.7	1641.6981	3.7
ANN	90.3	77.6	1521.8579	4.9

เมื่อมีข้อมูลของพื้นที่ระยองในฐานข้อมูล ดำเนินการขั้นตอนต่อไปโดย

1.4 เลือก “Rayong” บนแท็บ “Site Selection”

2. ป้อนข้อมูลคุณลักษณะของถัง

2.1 โดยเลือกแท็บ “Physical characteristics”

Vertical Fixed Roof Tank

Identification | Physical Characteristics | Site Selection | Tank Contents | Monthly Calculations

Dimensions:

Shell Height (ft): 32.15
Shell Diameter (ft): 19.7
Maximum Liquid Height (ft): 27.23
Average Liquid Height (ft): 13.62
Working Volume (gal): 62,087.356796
Turnovers per Year: 148.920029
Net Throughput (gal/yr): 9,246,051.00
Is Tank Heated?: No

Roof Characteristics:

Color/Shade: White/White (D)
Condition: Good (D)
Type: Dome
Height (ft): 0
Radius (ft) (Dome Roof): 19.7

Shell Characteristics:

Shell Color/Shade: White/White (D)
Shell Condition: Good (D)

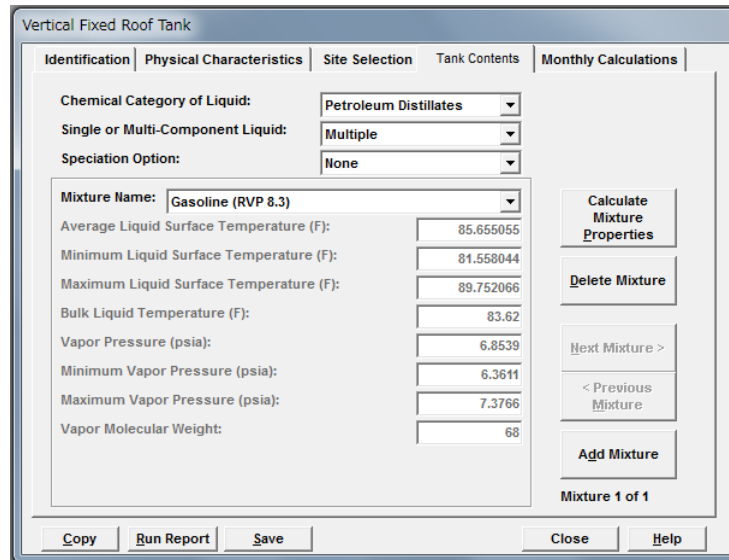
Breather Vent Settings:

Vacuum Setting (psig): 0
Pressure Setting (psig): 0

Copy | Run Report | Save | Close | Help

3. ป้อนข้อมูลคุณลักษณะของเชื้อเพลิง

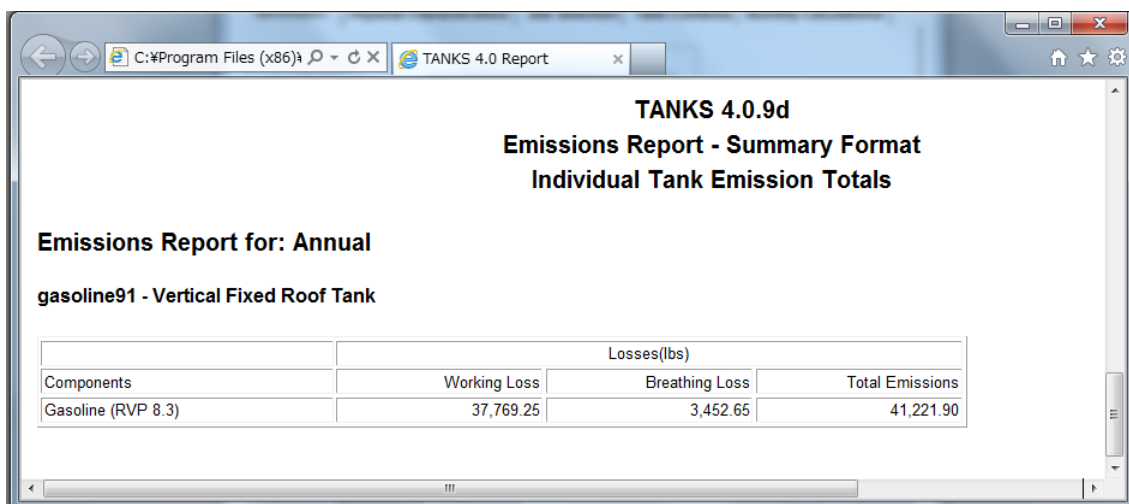
3.1 เลือก Gasoline (RVP 8.3) ใน Chemical Name ของแท็บ tank content ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับ Gasoline 91 (ดูภาคผนวก ข)



3.2 เพื่อทำการประมวลผลข้อมูลที่ทำการกรอกในโปรแกรม จากนั้นจึงเลือกกดแท็บด้านล่างของหน้าจอแสดงผลดังภาพด้านบนที่ Run Report

4. ผลของการ Run TANKS model

4.1 เมื่อทำตามวิธีดังกล่าวข้างต้น จอแสดงผลจะแสดงข้อมูลผลการประมวลผลดังภาพ



Components	Losses(lbs)		Total Emissions
	Working Loss	Breathing Loss	
Gasoline (RVP 8.3)	37,769.25	3,452.65	41,221.90

4.2 ปริมาณการระบายมลพิษสู่อากาศจะคำนวณในหน่วยปอนด์ (lbs) แล้วยังสามารถคำนวณกลับไปเป็นหน่วยกิโลกรัมได้ ด้วยการคูณด้วย 0.456 ดังนี้

Losses (ปอนด์)			
Components	Working loss	Breathing loss	Total emissions
Gasoline (RVP 8.3)	37,769.25	3,452.65	41,221.90
Losses (กิโลกรัม)			
Components	Working loss	Breathing loss	Total emissions
Gasoline (RVP 8.3)	17,222.78	1,574.41	18,797.19

(ข) การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสารเคมีเป้าหมาย

การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสารเคมีเป้าหมายสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$R_{air,i} = R_{air,voc} \times \left(\frac{P_{p,i}}{RVP} \right)$$

เมื่อ

$R_{air,i}$ = ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสารเคมีเป้าหมาย

$R_{air,voc}$ = การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสารประกอบอินทรีย์ระเหยทั้งหมด
ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยใช้ TANKS model

RVP = Reid Vapor Pressure ของเชื้อเพลิงที่เก็บในถัง

$P_{p,i}$ = Partial Pressure ของสารเคมีเป้าหมาย ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$P_{p,i} = P_i \times \left(\frac{W_{t,i}}{MW_i} \right) / \left(\frac{100\%}{MW_{fuel}} \right)$$

เมื่อ

P_i = ความดันไอของสารเคมีเป้าหมาย

$W_{t,i}$ = เเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของสารเคมีเป้าหมายในเชื้อเพลิง

MW_i = น้ำหนักโมเลกุลของสารเคมีเป้าหมาย

MW_{fuel} = น้ำหนักโมเลกุลโดยเฉลี่ยของเชื้อเพลิง

คำนวณการระบายมลพิษของสาร Benzene

$$R_{air,benzene} = R_{air,voc} \times \left(\frac{P_{p,benzene}}{RVP} \right) = 18,797.19 \text{ kg} \times \frac{0.1155 \text{ kPa}}{57.2} = 38 \text{ kg/year}$$

เมื่อ

RVP = Reid Vapor Pressure ของน้ำมันเบนซิน 91 ดูภาคผนวก ข

$P_{p,Benzene}$ = Partial Pressure ของสาร Benzene ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$P_{p,benzene} = P_{benzene} \times \left(\frac{W_{t,benzene}}{MW_{benzene}} \right) / \left(\frac{100\%}{MW_{fuel}} \right) = 12.7\text{kPa} \times \left(\frac{0.79\%}{78} \right) / \left(\frac{100\%}{89.8} \right)$$

$$= 0.1155 \text{ kPa}$$

เมื่อ

$P_{benzene}$ = ความดันไอของสาร Benzene คือ 12.7 kPa

$MW_{benzene}$ = น้ำหนักโมเลกุลของสาร Benzene คือ 78

(คุณสมบัติทางเคมีกายภาพสามารถค้นหาได้จากฐานข้อมูลของ CHRIP)

(<http://www.safe.nite.go.jp/english/db.html>) ที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ f) ของบทนี้)

$W_{t,benzene}$ = เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของสาร Benzene ในน้ำมันเบนซิน 91 คูภาคผนวก ข

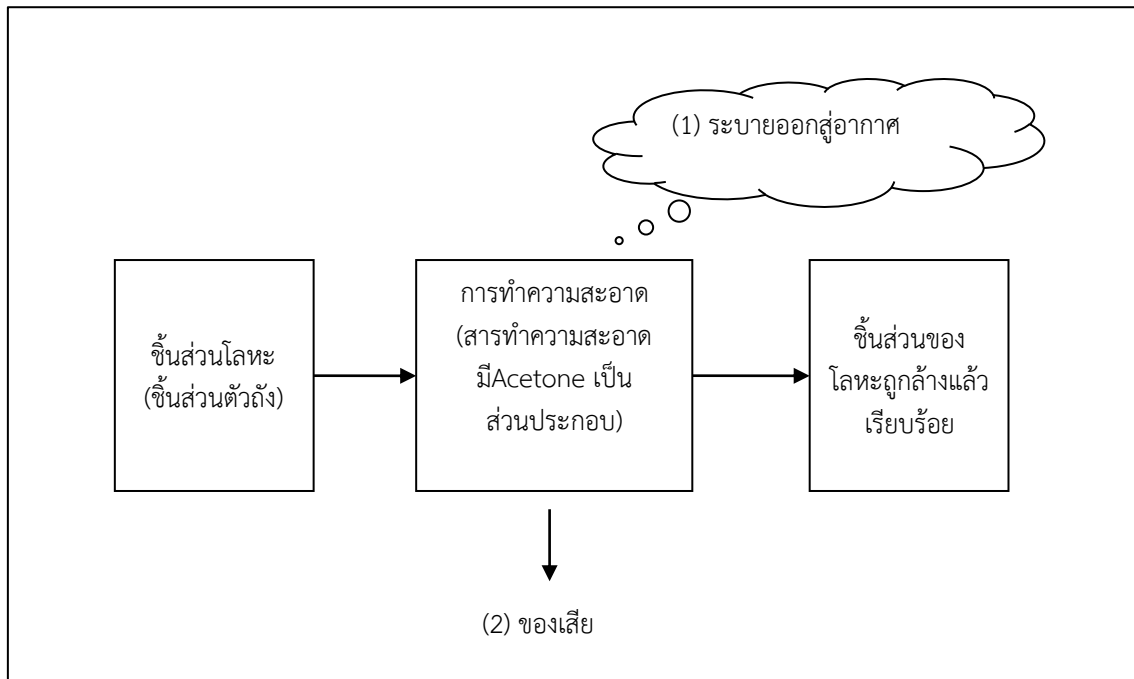
MW_{fuel} = น้ำหนักโมเลกุลของน้ำมันเบนซิน 91 คูภาคผนวก ข

4.2.7 กรณีศึกษา-อุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์

โรงงานอุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์ มีหน่วยการผลิตที่มีการใช้สารเคมีในโครงการ PRTR ดังนี้

- a) การทำความสะอาด
- b) การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า
- c) การพ่นสี

a) การทำความสะอาด



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนโลหะ

ตารางที่ 1 สภาวะของกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนโลหะ

ปริมาณของสารทำความสะอาด	6.7 ตัน/ปี
ความเข้มข้น หรือเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (Wt%) ของ Acetone ในสารทำความสะอาด	100 wt%
ปริมาณของสารทำความสะอาดที่เป็นของเสีย	4.2 ตัน/ปี

คำนวณปริมาณการปลดปล่อยของ Acetone

วิธีการคำนวณ

การจัดทำสมดุลมวล (Mass balance) สามารถใช้ประมาณการปลดปล่อยของ Acetone ได้ ดังนี้

$$A_{Ace} = R_{a,Ace} + T_{wt,Act}$$

เมื่อ

A_{Ace} = ปริมาณการใช้ Acetone (กก. /ปี)

$R_{a,Ace}$ = ปริมาณการปลดปล่อยของ Acetone สู่อากาศ (กก. /ปี)

$T_{wt,Ace}$ = ปริมาณ Acetone ที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย (กก. /ปี)

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณปริมาณการใช้ Acetone (ในหน่วย กก.)

ปริมาณ Acetone ที่ถูกใช้สามารถคำนวณได้ดังนี้ (1 ตัน = 1000 กก.) หากมีการใช้ Acetone ในการผลิต 6.7 ตัน/ปี จะสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} A_{Ace} &= 6.7 + 1,000 \text{ (kg/ton)} \\ &= 6,700 \text{ (kg/yr)} \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณปริมาณ Acetone ที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย

กรณีไม่ทราบเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (Wt%) ของ Acetone ในสารทำความสะอาดที่เป็นของเสีย ให้สันนิษฐานว่าเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (Wt%) ของ Acetone ในสารทำความสะอาดที่เป็นของเสียที่ใช้งาน แล้วนั้นเท่ากับในสารทำความสะอาดที่ยังไม่ได้ใช้งาน ดังนั้น ปริมาณ Acetone ที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย คำนวณได้ดังนี้

หากมีปริมาณของสารทำความสะอาดที่เป็นของเสีย 4.2 ตัน/ปี และมีความเข้มข้นของ Acetone ในสารทำความสะอาดที่เป็นของเสียเป็น 100%Wt จะสามารถคำนวณปริมาณปริมาณ Acetone ที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย ได้ดังนี้

$$T_{wt,Ace} = A_{wt} \times \frac{Wt\%_{Ace}}{100} \times 1,000 \text{ (kg/ton)}$$

$$= 4.2 \times \frac{100}{100} \times 1,000(\text{kg/ton})$$

$$= 4,200(\text{kg/yr})$$

เมื่อ

$T_{wt, Ace}$ = ปริมาณ Acetone ที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย (กก. /ปี)

A_{wt} = ปริมาณของสารทำความสะอาดที่อยู่ในรูปของเสีย (ปี/ตัน)

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณปริมาณการปลดปล่อยสู่อากาศของ Acetone (กก. /ปี)

ใช้สมมูลมวล การปลดปล่อยสู่อากาศของ ,Acetone สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$R_{a,Ace} = A_{Ace} - T_{wt,Ace}$$

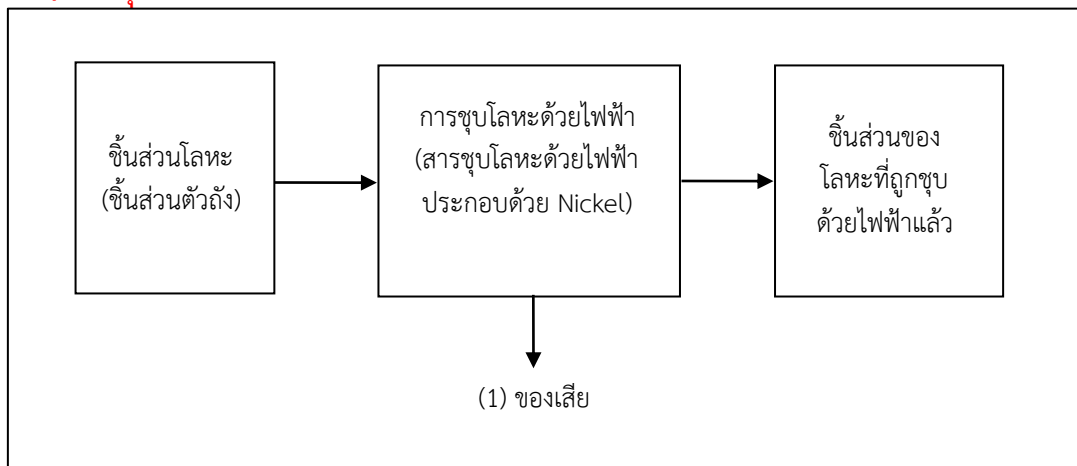
$$= 6,700 - 4,200$$

$$= 2,500 \text{ kg/yr}$$

เมื่อ

$R_{a, Ace}$ = ปริมาณการปลดปล่อยของ Acetone สู่อากาศ (กก. /ปี)

b-1) การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า – กรณีที่ 1



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงกระบวนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

ตารางที่ 2 สภาวะของกระบวนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

ปริมาณของสารชุบโลหะ	1,340 ตัน/ปี
เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของ Nickel และ ส่วนประกอบของ Nickle (Wt%)	14.4 wt%
ปริมาณของเสียจากสารละลายที่ใช้ชุบโลหะ	350 กิโลลิตร/ปี
เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (Wt%) ของ Nickel และ ส่วนประกอบของ Nickle ในของเสียจาก สารละลายที่ใช้ชุบโลหะ (ผลจากการวิเคราะห์ ของเสียรวม)	78,000 มก./ลิตร

การคำนวณปริมาณการปลดปล่อยของ Nickel และสารประกอบของ Nickel (Ni)

วิธีการคำนวณ

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาปริมาณการใช้ Ni

หากมีปริมาณสารที่ใช้ในการชุบโลหะ เท่ากับ 1,340 ตัน/ปี โดยมีความเข้มข้นของ Ni ในสารที่ใช้ในการชุบโลหะ 14.4 %Wt ปริมาณการใช้ Ni จะคำนวณได้ดังนี้ (1000 กก. เท่ากับ 1 ตัน)

$$A_{Ni} = A_{ea} \times \frac{Wt\%_{Ni}}{100} \times 1,000(\text{kg/ton})$$

$$= 1,340 \times \frac{14.4}{100} \times 1,000(\text{kg/ton})$$

$$= 192,960(\text{kg/yr})$$

เมื่อ

A_{Ni} = ปริมาณ Nickel ที่ใช้ (กก./ปี)

A_{ea} = ปริมาณของสารในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าที่ใช้ (ตัน/ปี)

$Wt\%_{Ni}$ = เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของ Nickel (wt %)

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณปริมาณการเคลื่อนย้าย Ni สู่น้ำเสียและ Ni ที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย

ผลจากการวิเคราะห์ของเสีย Nickel ในของเสียจากสารละลายที่ใช้ชุบโลหะสามารถใช้ในการประมาณการเคลื่อนย้ายได้ ดังนี้

$$T_{wt,Ni} = V_{wt} \times C_{Ni}$$

เมื่อ

$T_{wt,Ni}$ = ปริมาณ Nickel ที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย (กก./ปี)

V_{wt} = ปริมาตรของสารละลายในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าที่อยู่ในรูปของเสีย (กิโลลิตร)

C_{Ni} = ความเข้มข้นของ Nickel ในสารละลายในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าที่อยู่ในรูปของเสีย

(มก. /ลิตร)

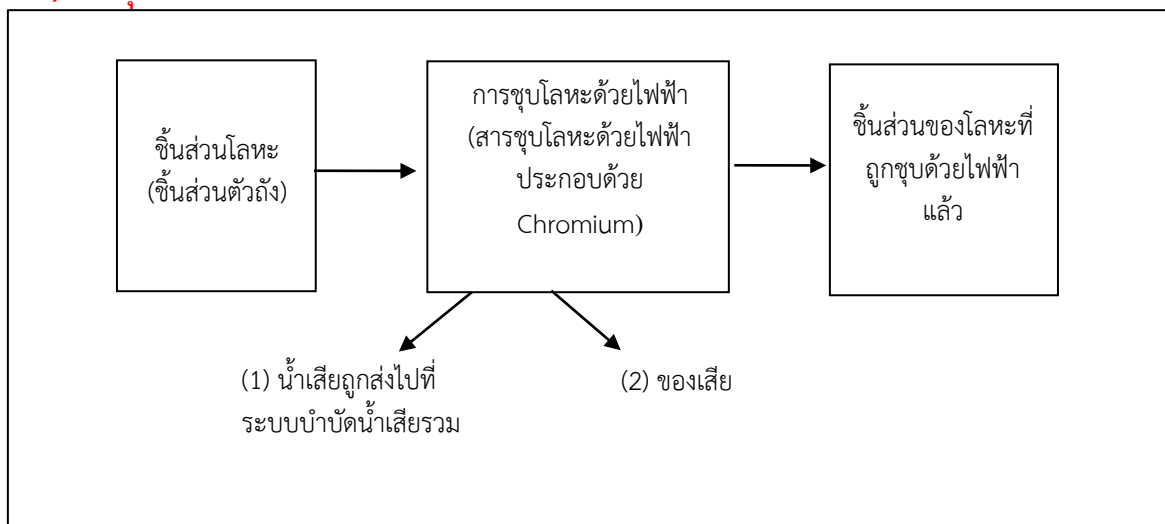
หากปริมาณของเสียจากสารละลายที่ใช้ชุบโลหะคือ 350 กิโลลิตร/ปี และความเข้มข้นของ Nickel ในของเสียจากสารละลายที่ใช้ชุบโลหะคือ 78,000 มก./ลิตร คำนวณการเคลื่อนย้ายของเสียที่เป็น Ni ได้ดังนี้ (1000 ลิตร เท่ากับ 1 กิโลลิตร) (10^{-6} มก. เท่ากับ 1 กก.)

$$T_{wt,Ni} = V_{wt} \times C_{Ni}$$

$$= 350 \times 1,000 \text{ (L/kg L)} \times 78,000 \text{ (mg/L)} \times 10^{-6} \text{ (kg/mg)}$$

$$= 27,300 \text{ kg/yr}$$

b-2) การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า - กรณีที่ 2



รูปที่ 3 แผนผังของกระบวนการผลิตของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

ตารางที่ 3 สภาวะของกระบวนการชุบโลหะ

ปริมาณของสารชุบโลหะด้วยไฟฟ้า	250 ตัน/ปี
เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (Wt%) ของ Chromium และ ส่วนประกอบของ Chromium	7.5 wt%

คำนวณปริมาณการปลดปล่อยของ Chromium และส่วนประกอบของ Chromium (Cr)

วิธีการคำนวณ

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาปริมาณการใช้ Cr

หากปริมาณของสารชุบโลหะด้วยไฟฟ้า 250 ตัน/ปี และมีความเข้มข้นของ Cr เท่ากับ 7.5 wt% ปริมาณการใช้ Cr คำนวณได้ดังนี้ (1000 กก. เท่ากับ 1 ตัน)

$$A_{Cr} = A_{Cr} \times \frac{Wt\%_{Cr}}{100} \times 1,000(\text{kg/ton})$$

$$= 250 \times \frac{7.5}{100} \times 1,000(\text{kg/ton})$$

$$= 18,750 \text{ kg/yr}$$

เมื่อ

A_{Cr} = ปริมาณ Chromium ที่ใช้ (กก./ปี)

A_{ea} = ปริมาณของสารในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าที่ใช้ (ตัน/ปี)

$Wt\%_{Cr}$ = เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของ Chromium ในสารชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณปริมาณการเคลื่อนย้าย Cr สู่น้ำเสียและ Cr ที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย

ถ้าไม่มีข้อมูลการตรวจวัดปริมาณ Cr ในน้ำเสียโดยตรง อาจจะใช้สมมูลมวลสำหรับการประมาณการการเคลื่อนย้ายมลพิษ สามารถคำนวณจากข้อมูลความแตกต่างระหว่างปริมาณ Cr ที่ใช้แต่ละปีและปริมาณ Cr ในสารชุบโลหะที่ถูกใช้ไปในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า โดยใช้ค่า factor ในตาราง 4 ในการคำนวณปริมาณ Cr ทั้งในสารชุบโลหะที่ถูกใช้ไปในการชุบ ในน้ำเสีย และในรูปของเสีย (sludge) ดังนี้

$$A_{Cr} - A_{e,Cr} = T_{wt,Cr} + T_{ww,Cr}$$

$$A_{e,Cr} = A_{Cr} \times a$$

$$T_{ww,Cr} = A_{Cr} \times b$$

$$T_{wt,Cr} = A_{Cr} \times c$$

เมื่อ

A_{Cr} = ปริมาณ Cr ที่ใช้ (กก./ปี)

$A_{e,Cr}$ = ปริมาณ Cr ที่ใช้ชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (กก./ปี)

$T_{ww,Cr}$ = ปริมาณของ Cr ที่การเคลื่อนย้ายน้ำเสียที่มี Cr ไปบำบัด (กก./ปี)

$T_{wt,Cr}$ = ปริมาณของ Cr ที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย (sludge) (กก./ปี)

a = ค่าปัจจัยการป็นส่วนไปยังผลิตภัณฑ์ (การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า) (แสดงในตารางที่ 4)

b = ค่าปัจจัยการป็นส่วนการปลดปล่อยมลพิษไปสู่แหล่งน้ำ (แสดงในตารางที่ 4)

c = ค่าปัจจัยการป็นส่วนการเปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย (แสดงในตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าปัจจัยการปนส่วนสำหรับกระบวนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า^[7]

สารในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า	ผลิตภัณฑ์	แหล่งน้ำ	ของเสีย (sludge)
Nickel	0.91	0.03	0.06
Chromium	0.59	0.01	0.40

ใช้สมการข้างบนมาคำนวณการเคลื่อนย้ายน้ำเสียและของเสียที่มี Cr ได้ดังนี้

$$T_{ww,Cr} = A_{Cr} \times b$$

$$= 18,750 \times 0.01$$

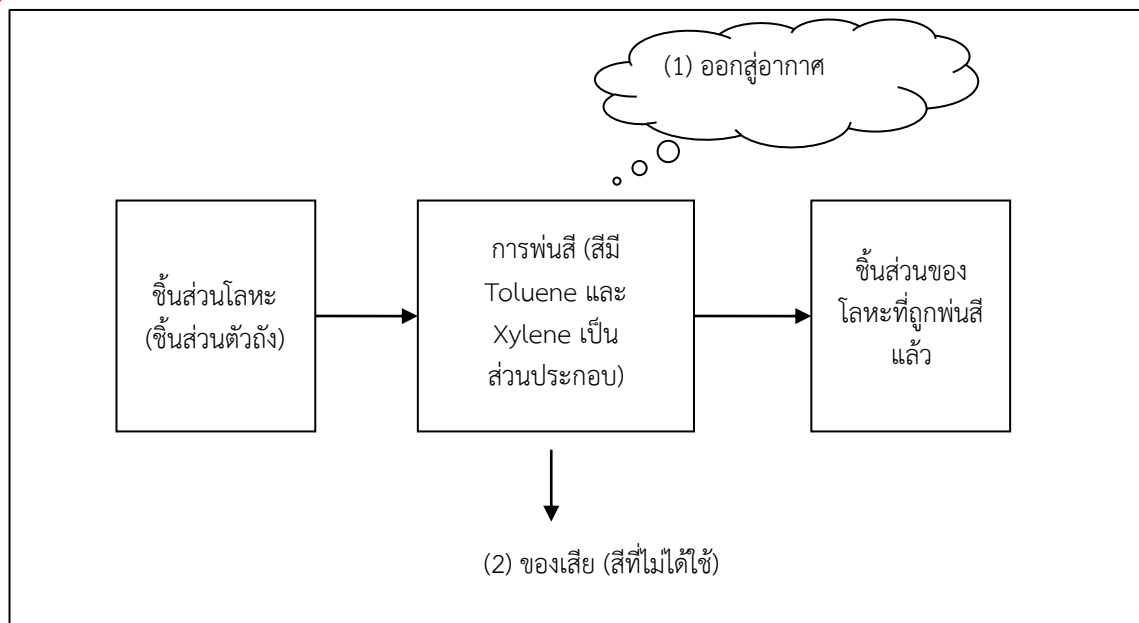
$$= 187.50 \text{ kg/yr}$$

$$T_{wt,Cr} = A_{Cr} \times c$$

$$= 18,750 \times 0.40$$

$$= 7,500 \text{ kg/yr}$$

c) กระบวนการพ่นสี



รูปที่ 4 แผนผังของกระบวนการผลิตของการพ่นสี

^[7] Japan Automotive Manufacturers' Association (JAMA), PRTR Release Calculation Manual (1998)

ตารางที่ 5 สภาวะของกระบวนการพ่นสีโลหะ

ปริมาณของสี	420 ตัน/ปี	
เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (Wt%) ของ สารเคมี เป้าหมายในน้ำยาเคมี	Toluene	18 wt%
	Xylenes	42 wt%
ปริมาณของของเสีย (สีที่ไม่ได้ใช้)	11 ตัน/ปี	

คำนวณปริมาณการปลดปล่อยของ Toluene และ Xylenes

วิธีการคำนวณ

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณปริมาณการใช้ Toluene และ Xylenes

ปริมาณการใช้ Toluene และ Xylenes คำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$A_{Tol} = A_p \times \frac{Wt\%_{Tol}}{100} \times 1,000(\text{kg/ton})$$

$$= 420 \times \frac{18.0}{100} \times 1,000 (\text{kg/ton})$$

$$= 75,600 \text{ kg/yr}$$

$$A_{Xyl} = A_p \times \frac{Wt\%_{Xyl}}{100} \times 1,000 (\text{kg/ton})$$

$$= 420 \times \frac{42.0}{100} \times 1,000 (\text{kg/ton})$$

$$= 176,400 \text{ kg/yr}$$

เมื่อ

A_p = ปริมาณของสีที่ใช้ (ตัน/ปี)

A_{Tol} = ปริมาณของ Toluene ที่ใช้ (กก./ปี)

$Wt\%_{Tol}$ = เปอร์เซ็นโดยน้ำหนักของ Toluene ในสี (wt%)

A_{Xyl} = ปริมาณของ Xylenes ที่ใช้ (กก./ปี)

$Wt\%_{Xyl}$ = เปอร์เซ็นโดยน้ำหนักของ Xylenes ในสี (wt%)

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณการเคลื่อนย้าย Toluene และ Xylenes ในรูปของเสีย

กรณีไม่ทราบเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของ Toluene และ Xylenes ในรูปของเสีย (สีที่ไม่ได้ใช้) ให้สันนิษฐานว่าเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของ Toluene และ Xylenes ในของเสียเท่ากับในสีที่ยังไม่ได้ใช้งาน (New paint)

ดังนั้น การเคลื่อนย้าย Toluene และ Xylenes ในรูปของเสียคำนวณได้ดังนี้

$$T_{wt,Tol} = A_{wt} \times \frac{Wt\%_{Tol}}{100} \times 1,000 \text{ (kg/ton)}$$

$$= 11 \times \frac{18.0}{100} \times 1,000 \text{ (kg/ton)}$$

$$= 198 \text{ kg/yr}$$

$$T_{wt,Xyl} = A_{wt} \times \frac{Wt\%_{Xyl}}{100} \times 1,000 \text{ (kg/ton)}$$

$$= 11 \times \frac{42.0}{100} \times 1,000 \text{ (kg/ton)}$$

$$= 462 \text{ kg/yr}$$

เมื่อ

A_{wt} = ปริมาณของของเสีย (สีที่ไม่ได้ใช้) (ตัน/ปี)

$T_{wt, Tol}$ = ปริมาณ Toluene ที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย (กก./ปี)

$T_{wt, Xyl}$ = ปริมาณ Xylenes ที่เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสีย (กก./ปี)

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณปริมาณการปลดปล่อย Toluene และ Xylenes สู่อากาศ

ใช้สมมูลมวลคำนวณการปลดปล่อย , Toluene และ Xylenes สู่อากาศได้ดังนี้

$$R_{a,Tol} = A_{Tol} - T_{wt,Tol}$$

$$= 75,600 - 198$$

$$= 75,402 \text{ kg/yr}$$

$$R_{a,Xyl} = A_{Xyl} - T_{wt,Xyl}$$

$$= 176,400 - 462$$

$$= 175,938 \text{ kg/yr}$$

เมื่อ

$R_{a, Tol}$ = ปริมาณการปลดปล่อย Toluene สู่อากาศ (กก./ปี)

$R_{a, Xyl}$ = ปริมาณการปลดปล่อย Xylenes สู่อากาศ (กก./ปี)

เอกสารอ้างอิง

1. Japan Automobile Manufacturers' Association, PRTR Release Amount Calculation Manual (1998)
2. Japan Auto Parts Industries Association, PRTR Release Estimation Manual (1999)
3. Japan Non-ferrous Alloy Casting Association, Non-Ferrous Metal Casting Industry (2002)
4. Australian Government Department of the Environment and Heritage, Emission Estimation Technique Manual for Ferrous Foundries (2004)
5. Environment Australia, Emission Estimation Technique Manual for Non-Ferrous Foundries (1999)
6. Environment Australia, Emission Estimation Technique Manual for Electroplating and Anodising (1999)
7. Environment Australia, Emission Estimation Technique Manual for Motor Vehicle Manufacturing (1999)
8. Ministry of Economy, Trade and Industry and Ministry of the Environment, Japan, Manual for PRTR Release Estimation Methods (2004)
<http://www.env.go.jp/en/chemi/prtr/manual/index.html>
9. OECD, Resource Compendium of PRTR Release Estimation Techniques, Part 1: Summary of Point Source Techniques (2002)
[http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=env/jm/mono\(2002\)20](http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=env/jm/mono(2002)20)
10. OECD, Pollutant Release and Transfer Registers: Framework for Selecting and Applying PRTR Release Estimation Techniques (2005)
[http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2005\)18&doclanguage=en](http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2005)18&doclanguage=en)

ภาคผนวก ก บัญชีรายการสารเคมีเป้าหมาย

No.	Name of Chemical substance	Molecula Formula	CAS Registry Number (CAS No.)
1	Acetaldehyde	CH ₃ CHO	75-07-0
2	Acetone	C ₃ H ₆ O	67-64-1
3	Acrylamide	C ₃ H ₅ NO	79-06-1
4	Acrylic Acid	C ₃ H ₄ O ₂	79-10-7
5	Acrylonitrile	C ₃ H ₃ N	107-13-1
6	Ametryn	C ₉ H ₁₇ N ₅ S	834-12-8
7	Antimony and its compounds		
	Antimony (metallic)	Sb	7440-36-0
8	Arsenic and its compounds		
	Arsenic	As	7440-38-2
9	Atrazine	C ₈ H ₁₄ ClN ₅	1912-24-9
10	Benzene	C ₆ H ₆	71-43-2
11	Benzyl Chloride	C ₇ H ₇ Cl	100-44-7
12	Bis(2-ethylhexyl)phthalate	C ₂₄ H ₃₈ O ₄	117-81-7
13	Bisphenol A	C ₁₅ H ₁₆ O ₂	80-05-7
14	Boron and its compounds		
	Orthoboric Acid	BH ₃ O ₃	10043-35-3
	Sodium Tetraborate	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	1330-43-4
	Borax Pentahydrate	BH ₁₃ NaO ⁸⁺	11130-12-4
15	Bromo-2-chloroethane, 1-	CH ₂ BrCl	107-04-0
16	Butachlor	C ₁₇ H ₂₆ ClNO ₂	23184-66-9
17	Butadiene,1,3-	C ₄ H ₆	106-99-0
18	Cadmium and its compounds		7440-43-9
19	Captan	C ₉ H ₈ Cl ₃ NO ₂ S	133-06-2

ภาคผนวก ก บัญชีรายการสารเคมีเป้าหมาย (ต่อ)

No.	Name of Chemical substance	Molecula Formula	CAS Registry Number (CAS No.)
20	Carbon Disulfide	CS ₂	75-15-0
21	Chloroacetaldehyde, 2-	C ₂ H ₃ ClO	107-20-0
22	Chloroacetic Acid	C ₂ H ₃ ClO ₂	79-11-8
23	Chloroform (trichloromethane)	CHCl ₃	67-66-3
24	Chlorothalonil	C ₈ Cl ₄ N ₂	1897-45-6
25	Chlorpyrifos	C ₉ H ₁₁ Cl ₃ NO ₃ PS	2921-88-2
26	Chromium and its compounds		
	Chromium acid	CrO ₃	1333-82-0
	Chromium(VI)	Cr ⁺⁶	18540-29-9
	Chromium, Total	Cr	7440-47-3
27	Copper and soluble salts		
	Copper Sulfate	CuSO ₄	7758-98-7
28	Cyclohexanone	C ₆ H ₁₀ O	108-94-1
29	D-Butotyl,2,4-	C ₁₄ H ₁₈ Cl ₂ O ₄	1929-73-3
30	D-Butyl,2,4-	C ₁₂ H ₁₄ Cl ₂ O ₃	94-80-4
31	D-Dimmethylammonium,2, 4-	C ₁₀ H ₁₃ Cl ₂ NO ₃	2008-39-1
32	Dialifos(Dialifor)	C ₁₄ H ₁₇ ClNO ₄ PS ₂	10311-84-9
33	Dichlorobenzene, 1,4-	C ₆ H ₄ Cl ₂	106-46-7
34	Dichloroethane, 1,2-	C ₂ H ₄ Cl ₂	107-06-2
35	Dichlorophenoxy Acetic Acid, 2,4-	C ₈ H ₆ Cl ₂ O ₃	94-75-7
36	Dichlorvos	C ₄ H ₇ Cl ₂ O ₄ P	62-73-7
37	Diethylene Glycol Monobutyl Ether	C ₈ H ₁₈ O ₃	112-34-5
38	Dithiopyr	C ₁₅ H ₁₆ F ₅ NO ₂ S ₂	97886-45-8

ภาคผนวก ก บัญชีรายการสารเคมีเป้าหมาย (ต่อ)

No.	Name of Chemical substance	Molecula Formula	CAS Registry Number (CAS No.)
39	Epichlorohydrin	C ₃ H ₅ ClO	106-89-8
40	Ethyl Acetate	C ₄ H ₈ O ₂	141-78-6
41	Ethyl Acrylate	C ₅ H ₈ O ₂	140-88-5
42	Ethylene Glycol	C ₂ H ₆ O ₂	107-21-1
43	Ethylene Glycol Monobutyl Ether	C ₆ H ₁₄ O ₂	111-76-2
44	Ethylene Oxide	C ₂ H ₄ O	75-21-8
45	Formaldehyde	CH ₂ O	50-00-0
46	Formic Acid	CH ₂ O ₂	64-18-6
47	Furfural	C ₅ H ₄ O ₂	98-01-1
48	Glyphosate-Isopropylammonium	C ₆ H ₁₇ N ₂ O ₅ P	38641-94-0
49	Hexachlorocyclohexane	C ₆ H ₆ Cl ₆	319-86-8
50	Hexane, N-	C ₆ H ₁₄	110-54-3
51	Hexanedioic Acid	C ₆ H ₁₀ O ₄	124-04-9
52	Hydrogen Fluoride	HF	7664-39-3
53	Hydroquinone	C ₆ H ₆ O ₂	123-31-9
54	Imazaquin-Ammonium	C ₁₇ H ₂₀ N ₄ O ₃	81335-47-9
55	Isobutyl Alcohol	C ₄ H ₁₀ O	78-83-1
56	Isophorone	-	78-59-1
57	Isopropyl Alcohol	C ₃ H ₈ O	67-63-0
58	Lead and compounds	Pb	7439-92-1
59	Maleic Anhydride	C ₄ H ₂ O ₃	108-31-6
60	Managenses and its compounds		
	Manganese dioxide	MnO ₂	1313-13-9

ภาคผนวก ก บัญชีรายการสารเคมีเป้าหมาย (ต่อ)

No.	Name of Chemical substance	Molecular Formula	CAS Registry Number (CAS No.)
61	Methanol	CH ₄ O	67-56-1
62	(p-Methoxyphenyl)-2-Methyl-1,3-Propanediol-Methylene Ether,1-	-	5689-72-5
63	Methyl Acetate	C ₃ H ₆ O ₂	79-20-9
64	Methyl Acrylate	C ₄ H ₆ O ₂	96-33-3
65	Methyl Ethyl Ketone (2-Butanone)	C ₄ H ₈ O	78-93-3
66	Methyl Isobutyl Ketone (4-methyl-2-pentanone)	C ₆ H ₁₂ O	108-10-1
67	Methyl Methacrylate	C ₅ H ₈ O ₂	80-62-6
68	Methyl tert-Butyl Ether (MTBE)	C ₅ H ₁₂ O	1634-04-4
69	Methylene Chloride	CH ₂ Cl ₂	75-09-2
70	Methylenediphenyl Diisocyanate	C ₁₅ H ₁₀ N ₂ O ₂	101-68-8
71	Molybdenum and its compounds		
	Molybdenum	Mo	7439-98-7
72	Naphthalene	C ₁₀ H ₈	91-20-3
73	Nickel and its compounds		
	Nickel Soluble Compound	Ni	7440-02-0
	Nickel Chloride	NiCl ₂	7718-54-9
74	Paraquat Dichloride	C ₁₂ H ₁₄ Cl ₂ N ₂	1910-42-5
75	Pentane, n-	C ₅ H ₁₂	109-66-0
76	Phenol	C ₆ H ₆ O	108-95-2
77	Phosphoric Acid	H ₃ PO ₄	7664-38-2
78	Phosphorus pentoxide and other	P ₂ O ₅	1314-56-3
79	Phthalic Anhydride	C ₈ H ₄ O ₃	85-44-9
80	Polyethylene glycol nonylphenyl ether	C ₁₉ H ₃₂ O ₃	9016-45-9

ภาคผนวก ก บัญชีรายการสารเคมีเป้าหมาย (ต่อ)

No.	Name of Chemical substance	Molecula Formula	CAS Registry Number (CAS No.)
81	Potassium Chlorate	ClKO ₃	3811-04-9
82	Propanil	C ₉ H ₉ Cl ₂ NO	709-98-8
83	Propionicacid	C ₃ H ₆ O ₂	79-09-4
84	Propylene	C ₃ H ₆	115-07-1
85	Propylene Glycol	C ₃ H ₈ O ₂	57-55-6
86	Propylene Oxide	C ₃ H ₆ O	75-56-9
87	Prothiocarb	C ₈ H ₁₉ ClN ₂ OS	19622-08-3
88	Pyrene	C ₁₆ H ₁₀	129-00-0
89	Ryania	C ₂₅ H ₃₅ NO ₉	15662-33-6
90	Sodium Chlorate	ClNaO ₃	7775-09-9
91	Sodium Cyanide	NaCN	143-33-9
92	Styrene	C ₈ H ₈	100-42-5
93	Tebuthiuron	C ₉ H ₁₆ N ₄ OS	34014-18-1
94	Tetrachloroethylene	C ₂ Cl ₄	127-18-4
95	Tin and its compounds		
	Tin	Sn	7440-31-5
96	Toluene	CH ₃ C ₆ H ₅	108-88-3
97	Trichloroethylene	C ₂ HCl ₃	79-01-6
98	Trimethylbenzene, 1,2,4-	C ₉ H ₁₂	95-63-6
99	Trimethylbenzene, 1,3,5-	C ₉ H ₁₂	108-67-8
100	Trinitrotoluene, 2,4,6-	C ₇ H ₅ N ₃ O ₆	118-96-7
101	Vinyl Acetate	C ₄ H ₆ O ₂	108-05-4
102	Vinyl Chloride	C ₂ H ₃ Cl	75-01-4

ภาคผนวก ก บัญชีรายการสารเคมีเป้าหมาย (ต่อ)

No.	Name of Chemical substance	Molecula Formula	CAS Registry Number (CAS No.)
103	Xylenes	C_8H_{10}	
	Xylene, Mixture	C_8H_{10}	1330-20-7
	Xylene, P-	C_8H_{10}	106-42-3
104	Zinc and its compounds		
	Zinc (Metallic)	Zn	7440-66-6
	Zinc oxide	ZnO	1314-13-2
105	SOx		
106	NOx		
107	Dioxin and Furan		

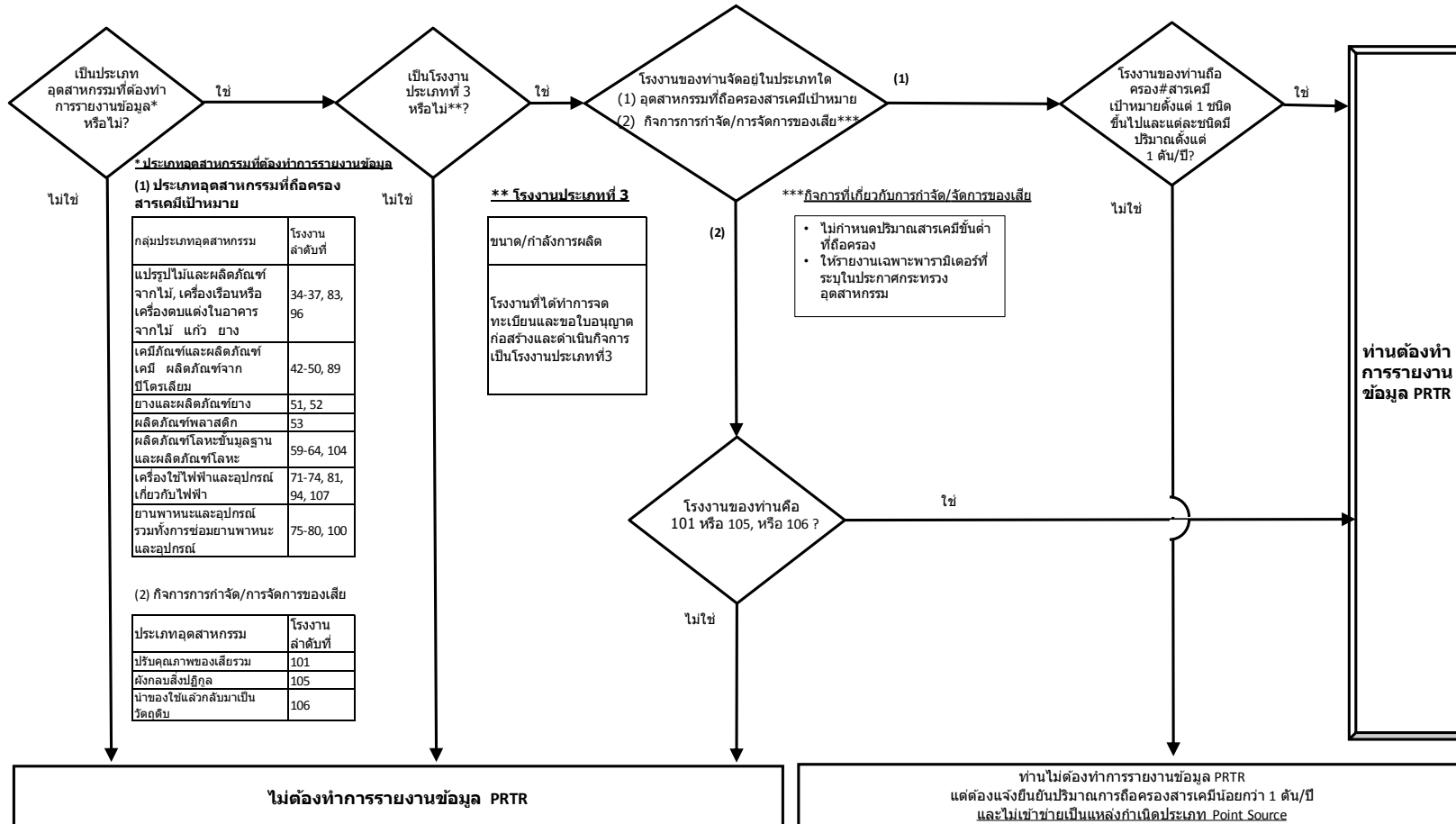
ภาคผนวก ข คุณสมบัติของเชื้อเพลิงและองค์ประกอบของสารเคมีเป้าหมายในประเทศไทย

ประเภทเชื้อเพลิง	Reid Vapor Pressure (psia)	Reid Vapor Pressure (kPa)	Liquid Molecular Weight	Liquid Density (lb/ga @ 60F) (g/ml) at 15 C	สารเคมีเป้าหมายในเชื้อเพลิง (wt%)							
					Benzene	Toluene	Xylene	Naphtalene	Pentane	Hexane	1,2,4-Trimethyl benzene	1,3,5-Trimethyl benzene
Gasoline 91	8.59	57.2	89.8	0.74	0.79	11.8	7.0	0.14	8.1	3.3	3.7	0.92
Gasoline 95	8.64	N/A	N/A	0.76	0.68	19.0	4.4	0.10	3.5	2.6	4.5	1.1
Gasohol 91	8.64	59.7	N/A	0.74	0.70	10.4	5.5	0.13	8.0	3.2	4.2	1.0
Gasohol 95	8.77	58.9	N/A	0.75	0.84	16.2	6.1	0.13	7.2	2.6	4.8	1.2

ที่มา: Data from Refining Companies in Thailand

ภาคผนวก ค คำนิยามแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องทำการรายงานข้อมูล PRTR (แหล่งกำเนิดประเภท Point Source) จะอยู่ในคู่มือฉบับสมบูรณ์

ผังขั้นตอนการตรวจสอบเพื่อรายงานข้อมูล PRTR สำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทโรงงานอุตสาหกรรม



ปริมาณสารเคมีที่ครอง (chemical handle) หมายถึง ปริมาณการผลิต ผลพลอยได้ การใช้ การเก็บรักษา

ภาคผนวก ง แบบฟอร์มการรายงานข้อมูล PRTR

แบบ PRTR 01 หน้า 1

(ร่าง) แบบรายงานข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่มีการถือครองสารเคมีเป้าหมาย							
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป							
ชื่อโรงงาน/สถานประกอบการ.....							
หมายเลขทะเบียนสถานประกอบการ (เลขทะเบียนโรงงาน).....ลักษณะการประกอบกิจการ.....							
ที่ตั้ง เลขที่.....หมู่ที่.....ตรอก/ซอย.....ถนน.....							
แขวง/ตำบล.....เขต/อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....							
เขตการปกครอง (เทศบาล/อบต.).....							
พิกัดตำแหน่งที่ตั้งสถานประกอบการ ละติจูด..... N ลองจิจูด..... E							
หรือพิกัด UTM (WGS84) X..... Y.....โซน.....							
ผู้ประสานงาน.....ตำแหน่ง.....							
โทรศัพท์.....โทรสาร.....Email address.....							
ระบุปีที่ประเมิน (ตามรอบปีปฏิทิน นับตั้งแต่ 1 ม.ค. - 31 ธ.ค.).....							
ส่วนที่ 2 ตารางสรุปข้อมูลปริมาณการถือครอง การปลดปล่อยและการเคลื่อนย้ายมลพิษ							
ส่วนที่ 2/1 ตารางสรุปข้อมูลปริมาณการถือครอง การปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ (ปริมาณสารเคมี \geq 1 ตัน/ปี)							
ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	CAS No.	PRTR No.	ปริมาณการถือครอง	ปริมาณสารเคมี (กก./ปี)		
					การปลดปล่อย	การเคลื่อนย้าย	ปริมาณรวม
หมายเหตุ * ปริมาณการถือครอง ก. เท่ากับหรือมากกว่า 1 - 10 ตัน/ปี ข. มากกว่า 10 - 100 ตัน/ปี ค. มากกว่า 100 - 500 ตัน/ปี ง. มากกว่า 500 - 1,000 ตัน/ปี จ. มากกว่า 1,000 ตัน/ปี							
ส่วนที่ 2/2 ตารางสรุปข้อมูลปริมาณการถือครองสารเคมี (ปริมาณสารเคมี < 1 ตัน/ปี)							
ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	CAS No.	PRTR No.	ปริมาณการถือครอง (กก./ปี)			
ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลข้างต้นเป็นจริงทุกประการ							
ลงชื่อ..... (.....)				ลงชื่อ..... (.....)			
ตำแหน่ง..... ผู้รายงาน				ตำแหน่ง..... ผู้มีอำนาจลงนาม/ผู้ประกอบการโรงงาน			
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....				วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....			

ส่วนที่ 3 แบบรายงานข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ (แยกรายสารเคมี)		
ข้อมูลสารเคมีที่มีปริมาณถือครอง ≥ 1 ตัน/ปี (1 สารเคมี/1 รายงาน)		
ชื่อโรงงาน/สถานประกอบการ.....		
หมายเลขทะเบียนสถานประกอบการ (เลขทะเบียนโรงงาน).....		
PRTR ลำดับที่.....ชื่อสารเคมี.....CAS Number.....		
ปริมาณการปลดปล่อยสู่อากาศ.....กิโลกรัม/ปี	<input type="checkbox"/> สัมประสิทธิ์การปลดปล่อย (Emission Factor) <input type="checkbox"/> สมดุลมวล (Mass Balance) <input type="checkbox"/> การคำนวณทางวิศวกรรม (Engineering Calculation) <input type="checkbox"/> การตรวจวัดโดยตรง (Direct Measurement)	
ปริมาณการปลดปล่อยสู่น้ำ.....กิโลกรัม/ปี ระบุแหล่งรองรับ <input type="checkbox"/> ท่อน้ำทิ้งสาธารณะ <input type="checkbox"/> แม่น้ำ/ลำคลอง <input type="checkbox"/> สระ/หนอง/บึง/ทะเลสาบ <input type="checkbox"/> ทะเล	<input type="checkbox"/> สัมประสิทธิ์การปลดปล่อย (Emission Factor) <input type="checkbox"/> สมดุลมวล (Mass Balance) <input type="checkbox"/> การคำนวณทางวิศวกรรม (Engineering Calculation) <input type="checkbox"/> การตรวจวัดโดยตรง (Direct Measurement)	
ปริมาณการปลดปล่อยสู่ดิน.....กิโลกรัม/ปี	<input type="checkbox"/> สัมประสิทธิ์การปลดปล่อย (Emission Factor) <input type="checkbox"/> สมดุลมวล (Mass Balance) <input type="checkbox"/> การคำนวณทางวิศวกรรม (Engineering Calculation) <input type="checkbox"/> การตรวจวัดโดยตรง (Direct Measurement)	
รวมปริมาณการปลดปล่อย.....กิโลกรัม/ปี		
ปริมาณการเคลื่อนย้ายของเสียออกนอกสถานประกอบการ <input type="checkbox"/> ฝังกลบ <input type="checkbox"/> อื่นๆ.....กิโลกรัม/ปี	<input type="checkbox"/> สัมประสิทธิ์การปลดปล่อย (Emission Factor) <input type="checkbox"/> สมดุลมวล (Mass Balance) <input type="checkbox"/> การคำนวณทางวิศวกรรม (Engineering Calculation) <input type="checkbox"/> การตรวจวัดโดยตรง (Direct Measurement)
ปริมาณการเคลื่อนย้ายน้ำเสียออกนอกสถานประกอบการกิโลกรัม/ปี	<input type="checkbox"/> สัมประสิทธิ์การปลดปล่อย (Emission Factor) <input type="checkbox"/> สมดุลมวล (Mass Balance) <input type="checkbox"/> การคำนวณทางวิศวกรรม (Engineering Calculation) <input type="checkbox"/> การตรวจวัดโดยตรง (Direct Measurement)
รวมปริมาณการเคลื่อนย้าย.....กิโลกรัม/ปี		
ปริมาณการบำบัด/กำจัดภายในสถานประกอบการ <input type="checkbox"/> ฝังกลบ (Landfill) <input type="checkbox"/> กองเก็บบนดิน (Surface Impoundment) <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ).....กิโลกรัม/ปี	<input type="checkbox"/> สัมประสิทธิ์การปลดปล่อย (Emission Factor) <input type="checkbox"/> สมดุลมวล (Mass Balance) <input type="checkbox"/> การคำนวณทางวิศวกรรม (Engineering Calculation) <input type="checkbox"/> การตรวจวัดโดยตรง (Direct Measurement)
รวมปริมาณการบำบัด/กำจัดภายในสถานประกอบการ.....กิโลกรัม/ปี		
ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลข้างต้นเป็นจริงทุกประการ		
ลงชื่อ..... (.....) ตำแหน่ง..... หน่วยงาน..... วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....	ลงชื่อ..... (.....) ตำแหน่ง..... ผู้อำนวยการโรงงาน วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....	

ภาคผนวก จ วิธีการติดตามตรวจวัดที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย USEPA

ไอเสีย

สารประกอบอินทรีย์ระเหย

1. Method 18 (Determination of Gaseous Organic Compound Emissions by Gas Chromatography)
<http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-18.pdf>

โลหะ

2. Method 29 Method 29 (Determination of Metals Emissions from Stationary Sources)
<http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-29.pdf>

กระบวนการ

3. Surface Coatings; Method 24
<http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-24.pdf>
4. Chromium Emissions Electroplating/Anodizing; Method 306
<http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-306.pdf>
5. Emissions from Solvent Vapor Cleaners; Method 307
<http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-307.pdf>
6. HAPS in Paints & Coatings; Method 311
<http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-311.pdf>
7. Surface Coatings; Method 24
<http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-24.pdf>

For more information, please visit the USEPA website;

<http://www.epa.gov/ttnemc01/promgate.html>

น้ำเสีย

สารประกอบอินทรีย์ระเหย

8. Method 624 (GC/MS)
http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/organics/upload/2007_07_10_methods_method_organics_624.pdf

9. Method 601 (Trichloroethylene, Methylene Chloride, Vinyl Chloride, etc. by GC)
http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/organics/upload/2007_07_10_methods_method_organics_601.pdf
10. Method 602 (Benzene, Toluene, etc. by GC)
http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/organics/upload/2007_07_10_methods_method_organics_602.pdf

โลหะ

11. Method 200.7 (Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry Revision 4.4)
http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/bioindicators/upload/2007_07_10_methods_method_200_7.pdf
12. Method 200.8 (Determination of Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry Revision 5.4)
http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/bioindicators/upload/2007_07_10_methods_method_200_8.pdf
13. Method 200.9 (Determination of Trace Elements by Stabilized Temperature Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry Revision 2.2)
http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/bioindicators/upload/2007_07_10_methods_method_200_9.pdf

For more information, please visit the USEPA website;

http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/methods_index.cfm

ของเสีย

14. EPA Method SW-846
<http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/index.htm>

ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างอัตราประสิทธิภาพของอุปกรณ์บำบัดไอเสียและน้ำเสีย ^[8]

ตารางที่ ฉ-1 ประสิทธิภาพของการบำบัดและอัตราการย่อยสลาย (%) ของอุปกรณ์บำบัดไอเสีย

อุปกรณ์บำบัด		สารที่ถูกบำบัด					
		ฝุ่นละออง		สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นก๊าซ		สารประกอบอนินทรีย์ที่เป็นก๊าซ	
		ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย	ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย	ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย
Cyclone	Representative value	60	0	0	0	0	0
	Minimum to maximum	60 - 90	0	-	-	-	-
	Factor taking up minimum to maximum	ขนาดของอนุภาค		-	-	-	-
Bag filter	Representative value	95	0	0	0	0	0
	Minimum to maximum	90 - 99.9	0	-	-	-	-
	Factor taking up minimum to maximum	ขนาดของอนุภาค		-	-	-	-
Electric dust collector	Representative value	90	0	0	0	0	0
	Minimum to maximum	90 - 99	0	-	-	-	-
	Factor taking up minimum to maximum	ขนาดของอนุภาค		-	-	-	-
Combustion	Representative value	0	0	99.5	99.5	0	0

^[8] Ministry of Economy, Trade and Industry and Ministry of the Environment, Japan, Manual for PRTR Release Estimation Methods (2004)

อุปกรณ์บำบัด		สารที่ถูกบำบัด					
		ฝุ่นละออง		สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นก๊าซ		สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นก๊าซ	
		ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย	ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย	ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย
equipment	Minimum to maximum	-	-	95 - 99.5	95 - 99.5	-	-
	Factor taking up minimum to maximum	-	-	ความสามารถในการติดไฟของสาร		-	-
Absorber ^[a] (scrubber)	Representative value	80	0	0	0	93	93
	Minimum to maximum	60 - 99	0	20 - 99*	0	80 - 99	80 - 99
	Factor taking up minimum to maximum	ขนาดของอนุภาค		*ข้อจำกัดต่อการละลายน้ำได้ของสาร		การทำปฏิกิริยากับ กรด/ด่าง	
Activated carbon adsorber	Representative value	10	0	87	0	50	
	Minimum to maximum	0 - 30	0	30 - 99	0	20 - 99	
	Factor taking up minimum to maximum	ความเข้มข้นและระดับการดูดซับของสาร					

^[a] สารยึดเกาะ (Absorber) ที่ใช้คือสารละลายกรดหรือด่าง: ความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดกับอัตราการย่อยสลายจะเท่ากับปริมาณของของเสีย เช่นน้ำที่เก็บได้หรือวัสดุกรองที่ใช้ไปแล้ว

ที่มา: Questionnaire survey to the exhaust gas treatment device manufacturer in 2001

ตารางที่ ฉ-2 ประสิทธิภาพของการบำบัดและอัตราการย่อยสลาย (%) ของอุปกรณ์บำบัดน้ำเสีย

อุปกรณ์บำบัด		สารที่ถูกบำบัด							
		สารประกอบอินทรีย์แขวนลอย ^[b]		สารประกอบอินทรีย์แขวนลอย ^[b]		สารประกอบอินทรีย์ที่ละลายได้ ^[c]		สารประกอบอินทรีย์ที่ละลายได้ ^[c]	
		ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย	ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย	ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย	ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย
General precipitation	Representative value	40	0	20	0	0	0	0	0
	Minimum to maximum	40 - 50	—	20 - 50	—	—	—	—	—
	Factor taking up minimum to maximum	ขนาดอนุภาคของสารแขวนลอย				—	—	—	—
Coagulating sedimentation	Representative value	80	0	70	0	0	0	0	0
	Minimum to maximum	66 - 95	—	90 - 95	—	0 - 10	—	0 - 10	—
	Factor taking up minimum to maximum	ขนาดอนุภาคของสารแขวนลอย				ชนิดของสารสร้างตะกอน			
Microbial decomposing ^[a]	Representative value	70	0	70	30	0	0	60	40
	Minimum to maximum	70 - 80	0	70 - 80	30	—	—	60 - 95	40 - 70
	Factor taking up minimum to maximum	คุณสมบัติการดูดซับกับตะกอน				—	—	ความสามารถในการสลายตัวของสาร	

อุปกรณ์บำบัด		สารที่ถูกบำบัด							
		สารประกอบอินทรีย์แขวนลอย ^[b]		สารประกอบอินทรีย์แขวนลอย ^[b]		สารประกอบอินทรีย์ที่ละลายได้ ^[c]		สารประกอบอินทรีย์ที่ละลายได้ ^[c]	
		ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย	ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย	ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย	ประสิทธิภาพการบำบัด	อัตราการย่อยสลาย
Membrane filter	Representative value	100	0	100	0	0	0	0	0
	Minimum to maximum	—	—	—	—	70 - 98*	0	90 - 95*	0
	Factor taking up minimum to maximum	—	—	—	—	* ในกรณีของ reverse osmosis membrane (RO)			
Activated carbon adsorber	Representative value	10	0	10	0	20	0	80	0
	Minimum to maximum	0 - 10	0	0 - 10	0	0 - 20	0	80 - 90	0
	Factor taking up minimum to maximum	คุณสมบัติการดูดซับของสาร							

^[a] ค่าที่ได้เหล่านี้ค่อนข้างคงที่ เมื่อมีการบำบัดโดยใช้จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน เช่นวิธีบำบัดเหล่านี้ activated sludge, submerged biofilter, biological contact aeration, and rotary disc method

^[b] “สารแขวนลอย” (สารประกอบอินทรีย์หรืออินทรีย์) หมายถึงสารบางชนิดที่อยู่ในรูปของอนุภาคในน้ำทั้ง

^[c] “ละลายน้ำได้” (สารประกอบอินทรีย์หรืออินทรีย์) หมายถึงสารบางชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำทั้ง โดยความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดและอัตราการย่อยสลายจะเท่ากับปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้น

ที่มา: Questionnaire survey to the effluent treatment device manufacturer in 2001

ภาคผนวก ข ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ^[9]

- สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของโรงหล่อที่เป็นชนิด Ferrous และ Non-ferrous: ตารางที่ ข-1 ถึง ข-5
- สัมประสิทธิ์การระบายสำหรับการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า: ตารางที่ ข-6 ถึง ข-9
- สัมประสิทธิ์การระบายสำหรับการพ่นสี: ตารางที่ ข-10

ตารางที่ ข-1 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของโรงหล่อทั่วไป

องค์ประกอบทางเคมี ของสารยึดเกาะ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (กรัมต่อกิโลกรัม)			
	Phenolic No bake	Phenolic Urethane	Phenolic Hot box	Green Sand
Benzene	11.209	5.351	1.002	0.611
Formaldehyde	0.01	0.022	0.006	0.004
Hydrogen Cyanide	0.029	1.053	1.184	0.118
m-Xylene	0.097	0.439	0.121	0.021
Naphthalene	0.049	0.022	0.03	0.021
o-Xylene	0.049	0.132	0.03	0.021
Toluene	0.694	0.833	0.182	0.063
องค์ประกอบทางเคมี ของสารยึดเกาะ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (กรัมต่อกิโลกรัม)			
	Core Oil	Shell	Alkyl Isocyanate	Sodium Silicate-Ester
Benzene	2.344	6.667	5.336	1.41
Formaldehyde	0.098	0.035	0.106	0.169
Hydrogen Cyanide	0.086	10.526	0.175	0.179
m-Xylene	0.239	0.585	2.522	0.094
Naphthalene	0.048	0.058	0.037	0.005

^[9] สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษนี้ได้รับการพัฒนาโดย US EPA หรือสมาคมอุตสาหกรรมญี่ปุ่น ในกรณีที่โรงงานมีข้อมูลไม่เพียงพอ ค่าสัมประสิทธิ์นี้สามารถประยุกต์ใช้ได้กับกระบวนการผลิต

องค์ประกอบทางเคมี ของสารยึดเกาะ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (กรัมต่อกิโลกรัม)			
	Phenolic No bake	Phenolic Urethane	Phenolic Hot box	Green Sand
o-Xylene	0.287	0.117	3.838	0.094
Toluene	0.478	2.907	1.535	0.282
องค์ประกอบทางเคมี ของสารยึดเกาะ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (กรัมต่อกิโลกรัม)			Furan Hotbox
	Low Nitrogen Furan	Medium Nitrogen Furan TSA Catalyst		
Benzene	0.648	4.534		0.537
Formaldehyde	0.257	0.065		0.009
Hydrogen Cyanide	0.368	0.607		3.474
m-Xylene	2.227	0.243		0.032
Naphthalene	0.04	0.04		0.032
o-Xylene	0.729	0.04		0.032
Toluene	0.121	8.825		0.032

หน่วยเป็นกรัมของสารเคมีที่ปลดปล่อยสู่อากาศต่อกิโลกรัมของ seacoal หรือ index resin

ที่มา: Environment Australia, Emission Estimation Technique Manual for Non-ferrous Foundries (1999)

ตารางที่ ข-2 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของสารยึดเกาะ

องค์ประกอบทางเคมีของสารยึดเกาะ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)		
	ผลิตภัณฑ์	อากาศ	ของเสีย
1,3,5-trimethylbenzene	0	100	0

ที่มา: Japan Non-ferrous Alloy Casting Association, PRTR Estimation Manual, Non-ferrous Metal Cast Industry (2002)

ตารางที่ ข-3 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของเตาหลอมเหล็กและเหล็กกล้า

เตาเผา	สารมลพิษ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ กิโลกรัมต่อตัน
Cupola Uncontrolled High Energy Scrubber	VOCs	-
	Lead	0.05 – 0.06
	VOCs	-
	Lead	-
Electric Arc Furnace	VOCs	0.03 – 0.15
	Lead	-
Electric Induction Furnace	VOCs	-
	Lead	0.005 – 0.05
Reverberatory	VOCs	-
	Lead	0.006 – 0.07

หน่วยเป็นกิโลกรัมของสารที่ถูกปลดปล่อยต่อตันของเหล็กที่ผลิตได้

ที่มา: Environment Australia, Emission Estimation Technique Manual for Ferrous Foundries (2004)

ตารางที่ ข-4 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของ Non-ferrous Foundries Processing Copper, Brass, and Bronze

เตาเผา	Charge	สารมลพิษ	สัมประสิทธิ์การ ปลดปล่อยมลพิษ กิโลกรัมต่อตัน
Cupola	Copper and brass scrap	Copper	0.0248
Crucible and pot furnace	Brass and bronze	Copper	0.0075
		n-Hexane	0.2345
		Benzene	0.4556
		Toluene	0.1206
Reverberatory furnace	High lead alloy (lead: 58%)	Lead	25
	Red / yellow brass	Lead	6.6
	Other alloy (lead: 7%)	Lead	2.5

เตาเผา	Charge	สารมลพิษ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ กิโลกรัมต่อตัน
	Copper	Copper	0.0018
		n-Hexane	0.007
		Benzene	0.0136
		Toluene	0.0036
	Brass and bronze	Copper	0.0128
		n-Hexane	0.007
		Benzene	0.0136
		Toluene	0.0036
Electric arc furnace	Copper	Copper	0.0018
		n-Hexane	0.1365
		Benzene	0.2652
		Toluene	0.0702
	Brass and bronze	Copper	0.0039
	Electric induction furnace	Copper	0.0025
Brass and bronze		Copper	0.0115

หน่วยเป็นกิโลกรัมของสารที่ถูกปลดปล่อยต่อตันของผลิตภัณฑ์

ที่มา: Environment Australia, Emission Estimation Technique Manual for Non-ferrous Foundries (1999)

ตารางที่ ข-5 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของ Non-ferrous Foundries Processing Lead

เตาเผา	สารมลพิษ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ กิโลกรัมต่อตัน
Casting	Lead	0.007
	Lead (fugitive)	0.0004

หน่วยเป็นกิโลกรัมของสารที่ถูกปลดปล่อยต่อตันของผลิตภัณฑ์

ที่มา: Environment Australia, Emission Estimation Technique Manual for Non-ferrous Foundries (1999)

ตารางที่ ช-6 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของ Chromium Electroplating

กระบวนการ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของสารประกอบ Chromium	
	mg/A hr	mg/m ³
Hard chromium electroplating	7.776	NA
- with moisture extractor	NA	0.321
- with polypropylene balls	NA	0.962
- with fume suppressant	NA	0.366
- with fume suppressant and polypropylene balls	NA	6.870×10^{-2}
- with packed-bed scrubber	NA	4.809×10^{-2}
- with packed-bed scrubber, fume suppressant and polypropylene balls	NA	5.954×10^{-3}
- with chevron-blade mist eliminator	NA	0.202
- with mesh-pad mist eliminator	NA	2.748×10^{-2}
- with packed-bed scrubber and mesh-pad eliminator	NA	7.328×10^{-5}
- with composite mesh-pad mist eliminator	NA	8.702×10^{-3}
Decorative chromium electroplating	2.138	NA
- with fume suppressant	NA	2.748×10^{-3}

สำหรับถึงขุบ chromium ค่าสัมประสิทธิ์แสดงถึงการระบายมลพิษที่ไม่ได้มีการควบคุม ยกเว้นว่าได้มีการระบุไว้เป็นอย่างอื่น ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษขึ้นอยู่กับพลังงานที่ใช้ในหน่วย milligrams per ampere-hour (mg/A hr) และ ค่าสัมประสิทธิ์ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นในหน่วยมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (mg/m³) สำหรับการปลดปล่อยมลพิษที่มีการควบคุม ค่าสัมประสิทธิ์จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นซึ่งควรจะใช้ให้เหมาะสม

ที่มา: Environment Australia: Emission Estimation Technique Manual for Electroplating and Anodising (1999)

ตารางที่ ข-7 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของ Chromic Acid Anodising

กระบวนการ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของสารประกอบ mg/hr-m ²
Chromic acid anodising	1.4
- with polypropylene balls	1.2
- with fume suppressant	4.48×10^{-2}
- with fume suppressant and polypropylene balls	1.75×10^{-2}
- with packed-bed scrubber	6.72×10^{-3}
- with packed-bed scrubber and fume suppressant	5.25×10^{-4}
- with mesh-pad mist eliminator	3.57×10^{-3}
- with packed-bed scrubber and mesh-pad eliminator	3.78×10^{-4}
- with wet scrubber, moisture extractor, and high efficiency particulate air filter	3.36×10^{-4}

สำหรับถึงขุ chromium ค่าสัมประสิทธิ์แสดงถึงการระบายมลพิษที่ไม่ได้มีการควบคุม ยกเว้นว่าได้มีการระบุไว้เป็นอย่างอื่น ค่าสัมประสิทธิ์อยู่ในหน่วยมิลลิกรัมต่อชั่วโมงต่อตารางเมตรของพื้นที่ผิวของถัง (mg/hr-m²)

ที่มา: Environment Australia: Emission Estimation Technique Manual for Electroplating and Anodising (1999)

ตารางที่ ข-8 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของ Electroplating Metals other than Chromium

กระบวนการ	สารมลพิษ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ	
		mg/A hr	mg/m ³
Copper cyanide electroplating bath with mesh-pad mist eliminator	Cyanide	NA	6.183×10^{-3}
Copper sulfate electroplating tank with wet scrubber	Copper	NA	0.185
Cadmium cyanide electroplating	Cadmium	2.592	NA

กระบวนการ	สารมลพิษ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษ	
		mg/A hr	mg/m ³
tank			
- with mesh-pad mist eliminator	Cyanide	NA	0.229
- with mesh-pad mist eliminator	Cadmium	NA	3.206 x 10 ⁻⁴
- with packed-bed mist eliminator	Cyanide	NA	0.135
- with mesh-pad mist eliminator	Cadmium	NA	3.893 x 10 ⁻³
Nickel electroplating tank	Nickel	40.82	NA
- with wet scrubber	Nickel	NA	1.534 x 10 ⁻²

ค่าสัมประสิทธิ์แสดงถึงการระบายมลพิษที่ไม่ได้มีการควบคุม ยกเว้นว่าได้มีการระบุไว้เป็นอย่างอื่น ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษทั้งหมดอยู่ในรูปของพลังงานที่ใช้ในหน่วย milligrams per ampere-hour (mg/A hr) และความเข้มข้นในหน่วยมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (mg/m³)

ที่มา: Environment Australia: Emission Estimation Technique Manual for Electroplating and Anodising (1999)

ตารางที่ ข-9 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่แหล่งน้ำของ for Electroplating Baths ที่ไม่มีการควบคุม

ประเภทของอ่างที่ใช้ในการชุบ	สารมลพิษ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของสารประกอบ (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)
Pickling bath – brass	Copper	0.023
Pickling bath – brass	Zinc	0.015
Nickel bright	Nickel	0.025
Chromium ornamental	Chromium	0.037
Zinc bright – cyanide bath	Zinc	0.0069
Zinc bright – cyanide bath	Cyanide	0.015
Zinc bright – non-cyanide bath	Zinc	0.003
Zinc bright – acid bath	Zinc	0.008
Copper – cyanide bath	Copper	0.01
Copper – cyanide bath	Cyanide	0.02
Copper – acid bath	Copper	0.012
Copper – pyrophosphate bath	Copper	0.0045
Cadmium – cyanide bath	Cyanide	0.01

ประเภทของอ่างที่ใช้ในการชุบ	สารมลพิษ	สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษของสารประกอบ (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)
Cadmium – Cyanide bath	Cadmium	0.04
Silver	Cyanide	0.01
Lead fluoroborate bath	Lead	0.21
Gold – ornamental	Cyanide	0.0004
Gold – technical	Cyanide	0.0014
Brass cyanide bath	Zinc	0.0032
Brass cyanide bath	Cyanide	0.0012
Lead-tin fluoroborate baths	Lead	0.0035
Electroless metal bath – nickel	Nickel	0.0011
Electroless metal bath – copper	Copper	0.0016
Phosphating Baths		
Zinc phosphating	Zinc	0.0018
Chromating Baths		
Aluminum	Chromium	0.008
Zinc – yellow passivating bath	Chromium	0.0014
Zinc – yellow passivating bath	Zinc	0.0003
For Zinc – blue passivating bath	Chromium	0.0033
For Zinc – blue passivating bath	Zinc	0.016

หน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตารางเมตรของโลหะที่ถูกเคลือบ

ที่มา: Environment Australia: Emission Estimation Technique Manual for Electroplating and Anodising (1999)

ตารางที่ ข-10 สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลพิษสู่อากาศของการเคลือบผิว การพ่นสี ยานยนต์และรถบรรทุกขนาดเล็ก

การพ่นสีและการเคลือบสี	รถยนต์ (kg-VOC)		รถบรรทุกขนาดเล็ก (kg-VOC)	
	ต่อคัน	ต่อชั่วโมง	ต่อคัน	ต่อชั่วโมง
Prime coat				
Solvent borne spray	6.61	363	19.27	732
Cathodic electrodeposition	0.21	12	0.27	10
Guide coat				

การพ่นสีและการเคลือบสี	รถยนต์ (kg-VOC)		รถบรรทุกขนาดเล็ก (kg-VOC)	
	ต่อคัน	ต่อชั่วโมง	ต่อคัน	ต่อชั่วโมง
Solvent borne spray	1.89	104	6.38	243
Waterborne spray	0.68	38	2.3	87
Top coat				
Lacquer	21.96	1208	ND	ND
Dispersion lacquer	14.50	798	ND	ND
Enamel	7.08	390	17.71	673
Base coat/clean coat	6.05	333	18.91	719
Waterborne	2.25	124	7.03	267

ที่มา: Environment Australia: Emission Estimation Technique Manual for Motor Vehicle Manufacture (1999)

ภาคผนวก ซ ข้อมูลอุณหภูมิตามวิทยาสำหรับ TANKS Model

ข้อมูลสารประกอบอินทรีย์ระเหยดังกล่าวถัดไปนั้น จากเอกสารอ้างอิง: สารประกอบอินทรีย์ระเหย
แนวทางการจัดทำบัญชีการปล่อยและควบคุม ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

จ. ระยอง

เดือน	City = Rayong		State = Rayong	
	Daily avg T =83.6°F	atm pr =14.6 psia	Solar Radiation	Average wind
	Tmax	Tmin		
	°F	°F	Btu/ft ² /day	mph
ม.ค.	89.2	71.9	1649.4853	3.1
ก.พ.	90.1	76.9	1701.0399	4.6
มี.ค.	91.0	78.7	1760.2672	4.7
เม.ย.	93.4	80.8	1803.3080	4.3
พ.ค.	91.5	80.8	1570.3804	5.5
มิ.ย.	90.1	80.6	1463.8620	7.2
ก.ค.	89.5	80.3	1237.1360	7.2
ส.ค.	88.8	80.0	1052.9574	6.9
ก.ย.	88.8	78.5	1343.2668	4.9
ต.ค.	90.1	76.7	1468.5484	3.0
พ.ย.	90.8	74.5	1570.3452	3.4
ธ.ค.	89.9	71.7	1641.6981	3.7
เฉลี่ย	90.3	77.6	1521.8579	4.9

กรุงเทพฯ

หมายเหตุ:

1. อุณหภูมิ, ความเร็วลม, ความกดอากาศ: ข้อมูลปี 2001-2011 (กรมอุตุนิยมวิทยาไทย)
2. การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ (Solar radiation) : ข้อมูล1983-2005 (NASA Database “Surface meteorology and Solar Energy”, <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>)

เดือน	City = Bangkok Metropolis		State = Bangkok	
	Daily avg T =84.5 °F	atm pr =14.6 psia	Solar Radiation	Average wind
	Tmax	Tmin		
	°F	°F	Btu/ft ² /day	mph
ม.ค.	90.9	73.9	1607.8187	3.6
ก.พ.	92.7	77.3	1782.2369	5.0
มี.ค.	93.7	79.0	1899.5728	5.7
เม.ย.	96.4	81.1	1975.6825	6.0
พ.ค.	94.0	79.8	1702.9559	5.2
มิ.ย.	93.1	79.3	1563.4213	5.2
ก.ค.	92.1	78.9	1528.5377	5.2
ส.ค.	91.9	78.6	1522.1952	5.2
ก.ย.	91.7	77.7	1499.9965	4.2
ต.ค.	91.9	77.2	1423.8868	3.0
พ.ย.	91.7	76.0	1503.1678	3.3
ธ.ค.	90.7	73.9	1541.2226	3.1
เฉลี่ย	92.6	77.7	1629.2246	4.6

จ. ชลบุรี

หมายเหตุ:

3. อุณหภูมิ, ความเร็วลม, ความกดอากาศ: ข้อมูลปี 2001-2011 (กรมอุตุนิยมวิทยาไทย)
4. การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ (Solar radiation) : ข้อมูล1983-2005 (NASA Database “Surface meteorology and Solar Energy”, <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>)

เดือน	City = Chon Buri		State =Chon Buri	
	Daily avg T = 84.3°F	atm pr = 14.6 psia	Solar Radiation	Average wind
	Tmax	Tmin		
	°F	°F	Btu/ft ² /day	mph
ม.ค.	90.6	73.1	1614.1612	4.1
ก.พ.	91.5	76.5	1696.6134	3.4
มี.ค.	92.7	78.1	1763.2094	3.4
เม.ย.	94.9	80.2	1788.5794	2.9
พ.ค.	93.4	79.9	1566.5926	2.7
มิ.ย.	92.8	79.9	1474.6266	3.0
ก.ค.	91.9	79.8	1427.0580	3.1
ส.ค.	91.6	79.3	1436.5717	3.2
ก.ย.	90.9	78.0	1468.2841	2.4
ต.ค.	91.3	77.0	1480.9691	3.0
พ.ย.	91.5	74.8	1557.0788	4.6
ธ.ค.	90.9	72.8	1553.9076	4.5
เฉลี่ย	92.0	77.4	1568.9710	3.4