หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะเป็นการนำเสนอทฤษฎี หลักการและงานวิจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง
2. กระบวนการจัดการขยะมูลฝอย
3. กฎหมายที่เกี่ยวข้อง
4. การรายงานปริมาณของเสียในประเทศไทย
5. การรายงานการลักลอบทิ้งของเสียอันตราย
6. แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากโรงงานอุตสาหกรรม
7. ประเภทของผู้รับดำเนินการจัดการวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว
8. หลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (Polluter Pays Principle)
9. ISO 14000: มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม
10. การวิเคราะห์การถดถอย
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎี หลักการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ เหล่านี้ได้นำมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางการจัดการวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วกับผลผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ โดยมีรายละเอียดของแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ของเสีย (Waste)

ในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ซึ่งมีผลบังคับใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้ให้นิยามหรือความหมายของคำว่า “ของเสีย” ในมาตรา 4 ไว้ว่า

“ของเสีย” หมายความว่า ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลสาร หรือวัตถุอันตรายอื่นใดซึ่งถูกปล่อยทิ้ง หรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้ง กากตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้นที่อยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ

ขณะที่กรมควบคุมมลพิษ และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540) ได้กำหนดความหมาย หรือนิยาม “ของเสีย” ไว้กว้างๆ ว่า

“ของเสีย” (Waste) หมายถึง ของที่เกินต้องการหรือไม่ต้องการ ของที่ไม่อาจใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์แรก

จะเห็นได้ว่า “ของเสีย” ตามนิยามความหมายแรกใน พ.ร.บ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 แม้จะให้ความหมายที่กว้าง แต่ก็ได้แสดงให้เห็นสถานของ “ของเสีย” อย่างชัดเจนว่ามีอยู่ 3 สถานะด้วยกัน คือ มีทั้งของเสียที่เป็นของแข็ง ของเหลว และของเสียที่เป็นก๊าซ ได้แก่ มลพิษทางอากาศต่างๆ เป็นต้น แต่ขณะเดียวกันนิยามนี้ก็ได้แฝงความสับสนในความหมายของคำย่อยๆ ซึ่งมักถูกนำมาใช้ในงานวิจัย หรือบทความทางวิชาการอยู่บ่อยๆ อาทิ เช่น ความสับสนในความหมายของคำว่า “ขยะมูลฝอย” และ “สิ่งปฏิกูล” ว่าหมายถึงอย่างไร และยังมีความสับสนระหว่าง คำว่า “ขยะ” “มูลฝอย” “ของปฏิกูล” ฯลฯ ว่ามีความหมายเหมือนกันหรือไม่อย่างไร (สมนึก ชัชวาลย์, 2543)

2.1.2 มูลฝอย (Solid Waste: Refuse)

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานฉบับ พ.ศ.2525 ให้ความหมายของ “มูลฝอย” ว่าหมายถึง เศษสิ่งของที่ทิ้งแล้ว หยากเยื่อ และคำว่า “ขยะ” หมายถึง หยากเยื่อ มูลฝอย

ในพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535 ได้ให้คำนิยามไว้ว่า “มูลฝอย” หมายถึงสิ่งต่างๆ ที่เราไม่ต้องการ ที่เป็นของแข็งหรืออ่อน มีความชื้น ได้แก่ เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ รวมตลอดถึงวัตถุอื่น สิ่งใดซึ่งเก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น

ผู้ให้นิยามอีกท่านหนึ่ง สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ (2541: 1) ให้ความหมาย “มูลฝอย” ว่าหมายถึง วัสดุเหลือใช้ ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ หรือกระบวนการผลิตทางเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม เช่น มูลฝอยในชุมชน มูลฝอยหรือของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม มูลฝอยติดเชื้อเป็นต้น

แม้ “มูลฝอย” จะถูกใช้เป็นคำที่เป็นทางการ แต่เนื่องจากเป็นคำที่มีความหมายกว้างทำให้มีผู้ใช้คำอื่นๆ แทนคำว่า “มูลฝอย” เป็นอันมากอาทิ ขยะ ขยะมูลฝอย หยากเยื่อ กากของเสีย สิ่งปฏิกูล แต่โดยทั่วไปชาวบ้านไม่ใช้คำว่า “มูลฝอย” เหมือนทางราชการ แต่จะใช้คำว่า “ขยะ” แทน (สมนึก ชัชวาลย์, 2543)

ในทางวิชาการจะใช้คำว่า “ขยะมูลฝอย” ซึ่งหมายถึงบรรดาสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้วซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นของแข็ง จะเน่าเปื่อยได้หรือไม่ก็ตาม รวมตลอดถึง เถ้า ซากสัตว์ มูลสัตว์ ฝุ่นละอองและเศษวัตถุที่ทิ้งจากบ้านเรือน ที่พักอาศัย สถานที่ต่างๆ รวมถึงสถานที่สาธารณะ ตลาดและ

โรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้น อุจจาระ และปัสสาวะของมนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งปฏิกูล (สุธีลา ตุลยะเสถียร, โกศล วงศ์สวรรค์ และสถิต วงศ์สวรรค์, 2544)

2.1.3 น้ำเสีย (Waste water) และอากาศเสีย

ในมาตรา 4 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2535 ได้ให้ความหมายของ "น้ำเสีย" และ "อากาศเสีย" ไว้ในลำดับต่อจากนิยาม "ของเสีย" ดังนี้

"น้ำเสีย" หมายความว่า ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปน หรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

"อากาศเสีย" หมายความว่า ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นไอเสีย กลิ่นควัน ก๊าซ เขม่า ฝุ่นละออง เถ้าถ่าน หรือมลสารอื่นที่มีสภาพละเอียดบางเบาจนสามารถรวมตัวอยู่ในบรรยากาศได้

ส่วนกรมควบคุมมลพิษ และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540: 88) ได้ให้ความหมายกว้างๆ ที่แสดงถึงแหล่งกำเนิดน้ำเสียไว้ด้วยว่า

"น้ำเสีย" หมายถึง น้ำที่ไม่ต้องการ หรือน้ำใช้แล้ว และระบายทิ้ง; น้ำใช้แล้วจากชุมชนอาจประกอบด้วยสิ่งปะปนที่ติดมาจากกิจกรรมจากที่อยู่อาศัย ธุรกิจ โรงงานอุตสาหกรรม และสถาบันต่างๆ รวมกับน้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน น้ำฝน

อนึ่ง มีคำที่มักมีผู้ใช้แทน คำว่า "น้ำเสีย" ซึ่งเป็นคำที่ใช้เป็นทางการอยู่หลายคำด้วยกัน อาทิคำว่า "น้ำทิ้ง" "น้ำโสโครก" เป็นต้น

สำหรับคำว่า "น้ำทิ้ง" นอกจากโดยทั่วไปจะใช้แทนคำว่า "น้ำเสีย" แล้วยังถูกใช้ในความหมายเฉพาะอีกหลายความหมายด้วย เช่น

1) หมายถึง น้ำเสียที่ผ่านระบบการบำบัดจนได้มาตรฐานแล้วจึงปล่อยทิ้งสู่แหล่งน้ำสาธารณะต่อไป
2) หมายถึง น้ำที่ใช้แล้วและถูกปล่อยทิ้งสู่แหล่งน้ำ ซึ่งอาจได้รับการบำบัดหรือไม่ก็ได้
3) น้ำทิ้ง (Effluent) ยังมีความหมายเฉพาะอีกประการหนึ่ง คือหมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมที่จะระบายสู่แหล่งน้ำ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม รวมทั้งน้ำทิ้งของคนงานและกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรม หรือนิคมอุตสาหกรรมด้วย

ส่วนคำว่า "น้ำโสโครก" ก็เช่นเดียวกัน นอกจากจะใช้แทนคำว่า น้ำเสีย แล้วยังถูกนำไปใช้ในอีกหลายความหมายเช่นเดียวกับคำว่าน้ำทิ้ง ดังเช่น สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2531: 221) ให้ความหมายว่า

"น้ำโสโครก" หมายถึง น้ำเสียจากบ้านเรือน โรงเรียน โรงแรม โรงพยาบาล แหล่งพาณิชกรรม และโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งนอกเหนือไปจากอินทรียวัตถุ ที่ขับถ่ายจากร่างกายมนุษย์แล้วยังประกอบด้วยน้ำเสียจากกระบวนการผลิต เช่น น้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ โรงงานสุรา โรงงานอาหารกระป๋อง โรงงานผลิตสารเคมี เป็นต้น

แต่สำหรับสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2541: 29) ได้กำหนดเรียก น้ำเสียที่เกิดจากการขับถ่ายของมนุษย์ว่า น้ำโสโครก ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการขับถ่ายของมนุษย์ จะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นของแข็ง และส่วนที่เป็นของเหลว ทั้งสองส่วนนี้มีภาษาที่ใช้เรียกเป็นทางการว่า ปฏิกูล หรือ สิ่งปฏิกูล (ดูนิยามในลำดับต่อไป) น้ำโสโครกในที่นี้ จึงหมายถึงสิ่งขับถ่ายของมนุษย์เฉพาะส่วนที่เป็นของเหลว ซึ่งตรงกับนิยามที่ อดุลย์ ตันประยูร (ม.ป.ป.: 164) อ้างถึงนิยามที่สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้ให้นิยาม น้ำโสโครก ว่าหมายถึง สิ่งปฏิกูลที่เป็นของเหลว หรือมีส่วนที่เป็นของเหลวมากกว่าของแข็ง

2.1.4 สิ่งปฏิกูล (Excreta, Night Soil)

ตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535 ได้ให้ความหมายของ "สิ่งปฏิกูล" ไว้ดังนี้

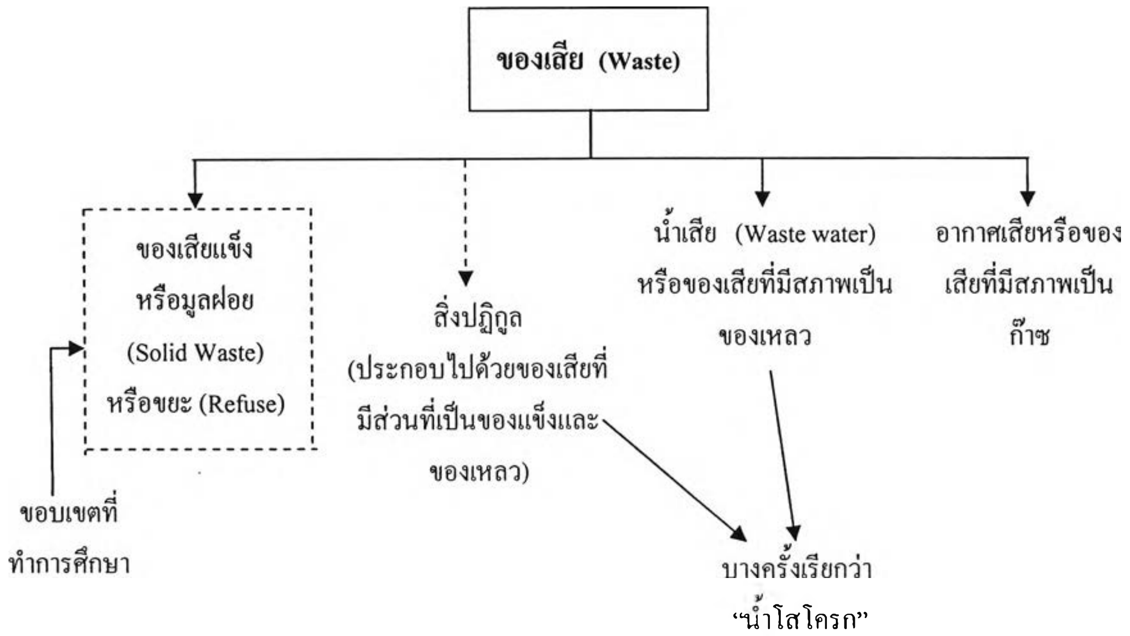
"สิ่งปฏิกูล" หมายถึง อุจจาระ หรือปัสสาวะ รวมทั้งสิ่งอื่นใด ซึ่งเป็นสิ่งโสโครก หรือมีกลิ่นเหม็น

คำว่า "สิ่งปฏิกูล" มีเอกสารวิชาการหลายเล่มเรียกสั้นๆ ว่า "ปฏิกูล" โดยปกติสิ่งปฏิกูลมักจะถูกถ่ายเท หรือขับถ่ายลงสู่ระบบบ่อเกรอะ-บ่อซึม ตามอาคาร บ้านเรือนต่างๆ และก็เป็นจำนวนไม่น้อยที่ลักลอบถ่ายเทส่งปฏิกูลลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ หรือแหล่งน้ำสาธารณะโดยตรง

เพื่อให้เกิดความเข้าใจนิยามง่ายขึ้น สมนึก ชัชวาล ได้จัดทำผังแสดงส่วนประกอบของ "ของเสีย" (Waste) ขึ้นดังรูปที่ 2.1

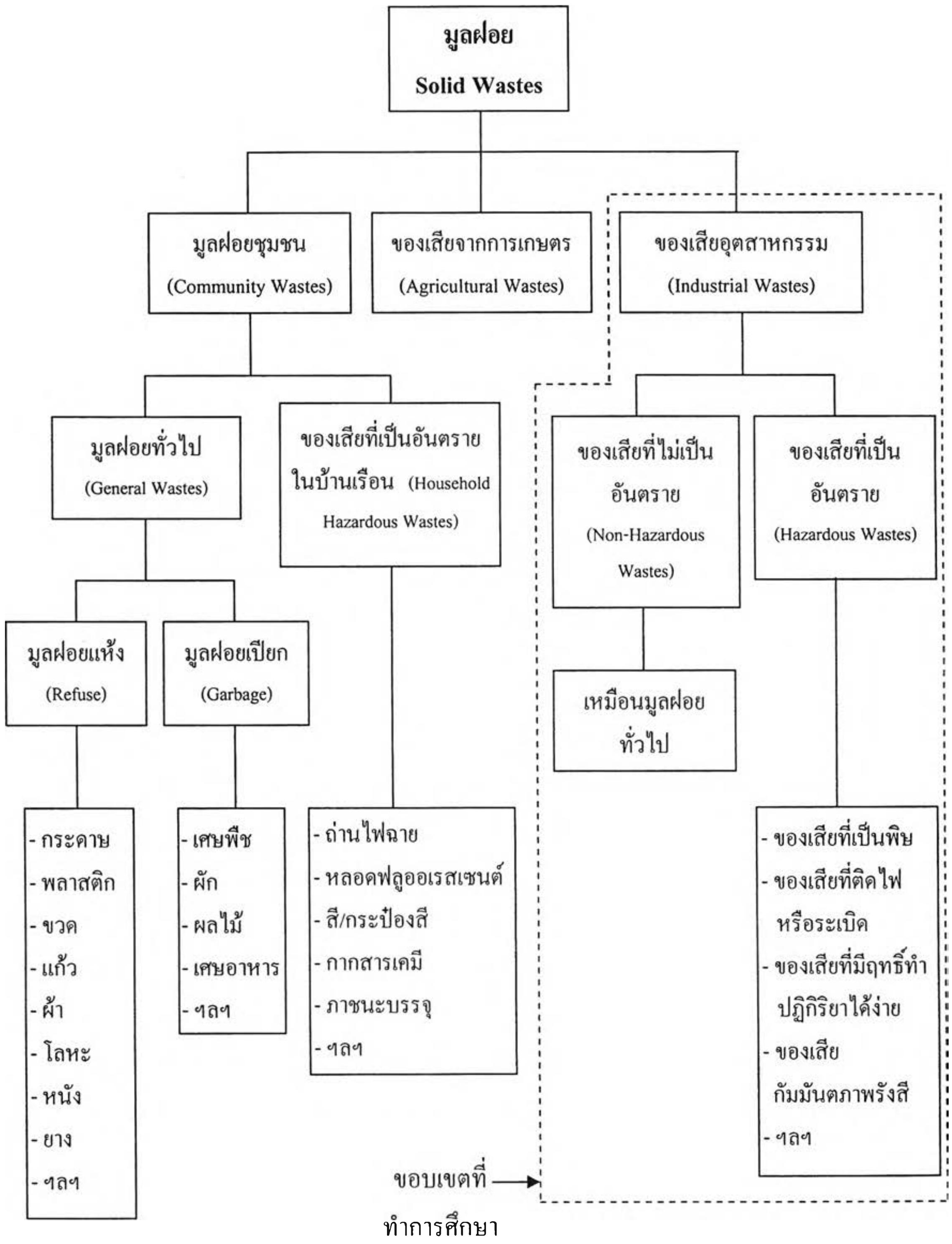
2.1.5 แหล่งที่มาและประเภทของมูลฝอย

แหล่งชุมชน กิจกรรมอุตสาหกรรม และกิจกรรมการเกษตร จัดได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอยที่สำคัญ เมื่อประชากรเพิ่มขึ้นขยะมูลฝอยก็จะเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว ประกอบกับมีการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ก็ยิ่งทำให้มีขยะมูลฝอยใหม่ๆ เกิดขึ้นมากมาย ขยะมูลฝอยเหล่านี้มีทั้งขยะมูลฝอยทั่วไปและของเสียอันตราย แต่ละประเภทมีลักษณะแตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 ผังแสดงส่วนประกอบของ "ของเสีย" (Waste) (สมนึก ชัชวาลย์, 2543)

เมื่อพิจารณาในส่วนของภาคอุตสาหกรรม จะมีคำเรียกของเสียแตกต่างกันออกไป เช่น ของเสียอุตสาหกรรม, กากอุตสาหกรรม, กากของเสียอุตสาหกรรม, วัสดุที่ไม่ใช้แล้ว และวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งคำดังกล่าวให้ความหมายในเชิงเดียวกันแล้วแต่ความนิยมของผู้ใช้ว่าจะเลือกใช้คำศัพท์ใด แต่เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยมีกฎหมายออกมาควบคุมโรงงานเกี่ยวกับการกำจัดขยะ สิ่งปฏิกูลและวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (ของเสียหรือกากอุตสาหกรรม) ซึ่งได้แก่ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2540) และฉบับที่ 1 (พ.ศ.2541) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว เป็นต้น จึงเริ่มมีการใช้คำว่าวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมากขึ้น และมีการให้คำจำกัดความของคำว่า "วัสดุที่ไม่ใช้แล้ว" หรือ "วัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากภาคอุตสาหกรรม" (Industrial Wastes) โดยส่วนจัดการวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว สำนักบริหารและจัดการวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2547) ดังความหมายที่แสดงไว้ในหัวข้อที่ 1.4 (คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้คำว่า "วัสดุที่ไม่ใช้แล้ว" หรือ "วัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากภาคอุตสาหกรรม" (Industrial Wastes) เพื่อให้สอดคล้องกับคำในกฎหมายที่มีการประกาศและบังคับใช้ในปัจจุบัน โดยมีความหมายตามคำจำกัดความดังกล่าวข้างต้น



รูปที่ 2.2 การจำแนกประเภทขยะมูลฝอยตามกิจกรรมต่างๆ (สมนึก ชัชวาลย์, 2543)

2.1.6 แหล่งที่มาของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากภาคอุตสาหกรรม

(กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2547. เอกสารสัมมนา)

1) กระบวนการผลิตของโรงงาน
2) ระบบบำบัดน้ำเสีย
3) ระบบบำบัดมลพิษอากาศ
4) วัตถุดิบที่เก็บไว้จนเสื่อมคุณภาพ
5) ผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพ หรือหมดอายุ
6) ผลิตภัณฑ์ที่ชำรุด หรือไม่ได้คุณภาพ
7) ภาชนะบรรจุที่ปนเปื้อนวัตถุอันตราย หรือสารเคมีอันตราย
8) วัสดุดูดซับที่ปนเปื้อนกากอันตราย
9) ของเสียที่เกิดจากการซ่อมบำรุงเครื่องจักร หรืออุปกรณ์
10) ฯลฯ

2.2 กระบวนการการจัดการขยะมูลฝอย

ในหลายประเทศเริ่มยอมรับแล้วว่า การควบคุมปริมาณขยะโดยการฝังกลบหรือการเผา ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุนั้น มีความยุ่งยากและค่าใช้จ่ายสูง เฉพาะอย่างยิ่งในเมืองใหญ่ๆ ได้กลายเป็นปัญหาขั้นวิกฤต เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากร ทำให้ปริมาณของขยะและของเสียเพิ่มขึ้นค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บขยะก็เพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว สถานที่ฝังกลบหรือเผาขยะก็หายากและแพงขึ้นอย่างมาก เนื่องจากราคาที่ดินสูงขึ้น งบประมาณที่รัฐต้องจัดสรรให้มีไม่เพียงพอ ประกอบกับความตื่นตัวในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมีมากขึ้น การต่อต้านและคัดค้านการฝังขยะและสร้างเตาเผาในบริเวณชุมชนได้ทวีความรุนแรงขึ้น รูปแบบการจัดการเกี่ยวกับขยะจึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน

การจัดการเกี่ยวกับขยะมูลฝอยที่ดีไม่ได้หมายถึง การกำจัดขยะอย่างถูกต้องเหมาะสม แต่หมายถึงการมุ่งหลีกเลี่ยงหรือลดปริมาณขยะที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งก็คือการก่อให้เกิดขยะน้อยลงและลดการเสี่ยงภัยจากมลพิษที่เกิดจากขยะ ดังนั้นการแก้ปัญหาขยะในปัจจุบันจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงไปโดยจะต้องเน้นที่การลดการเกิดขยะจากแหล่งก่อเกิดแทนที่จะคอยควบคุมหรือกำจัดเมื่อเกิดขยะขึ้นแล้ว วิธีการที่ใช้ในการลดปริมาณขยะ ก็คือ การลดการเกิดจากแหล่งที่เกิด (Reduce) การนำวัสดุของใช้แล้วมาใช้ซ้ำ (Reuse) และการนำวัสดุไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต (Recycling) ขยะซึ่งไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้แล้วจึงจะต้องกำจัดโดยการฝังกลบหรือเผาซึ่งถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการจัดการขยะมูลฝอยต่อไป

การลดปริมาณขยะจะประสบความสำเร็จได้โดยปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนก่อนหลังดังต่อไปนี้ (กรมการปกครอง, 2543)

1) การลดการก่อเกิดขยะ (Reduce) หรือการลดขยะจากแหล่งที่เกิด (Reduce at Source) เป็นการพยายามมุ่งหลีกเลี่ยงหรือลดการเกิดขยะหรือมลพิษที่จะเกิดขึ้นหากสามารถทำได้ วิธีการลดปริมาณขยะที่มีประสิทธิภาพที่สุดก็คือ อย่าสร้างขยะขึ้น "ขยะเมื่อไม่เกิดก็ไม่ต้องกำจัด" การป้องกันไม่ให้ขยะเกิดขึ้นมาหรือให้เกิดขึ้นน้อยที่สุดจึงเป็นขั้นตอนแรกสุดและสำคัญที่สุดในกระบวนการจัดการขยะและสามารถกระทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงการออกแบบผลิตภัณฑ์ เปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต หรือเปลี่ยนแปลงการใช้วัตถุดิบทดแทนให้เหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้สามารถลดปริมาณทรัพยากรและพลังงานที่ใช้และเกิดขยะน้อยลง ส่งผลให้ประหยัดงบประมาณที่จะต้องใช้ในการกำจัดขยะและของเสียที่เกิดขึ้น

2) การนำวัสดุของใช้แล้วมาใช้ซ้ำ (Reuse) เป็นการนำวัสดุของใช้แล้วกลับมาใช้ในรูปแบบเดิม หรือนำมาซ่อมแซมได้ หรือนำมาใช้ทำประโยชน์อื่นๆ การนำมาใช้ซ้ำอาจแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน

2.1) ในขั้นตอนการผลิตสินค้า เราควรพยายามทำให้เกิดเศษวัสดุหรือของเสียน้อยที่สุด หากไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ในขั้นตอนนี้ ก็สามารถนำเศษวัสดุนั้นกลับเข้าไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตได้ ซึ่งเป็นการลดขยะที่ง่าย อีกทั้งยังได้วัตถุดิบที่ปราศจากสิ่งปนเปื้อนและเป็นการประหยัดอีกด้วย

2.2) การนำมาใช้ซ้ำ เป็นการยืดอายุการใช้งานหรือใช้ประโยชน์ให้มากขึ้นก่อนจะนำไปทิ้งเป็นขยะ เช่น การนำขวดแก้ว ขวดพลาสติกมาใช้บรรจุนม เบียร์ น้ำอัดลม การนำกระดาษมาใช้ 2 หน้า หรือนำมาตัดทำเป็นกระดาษบันทึกเตือนความจำ และการนำวัสดุสิ่งของมาซ่อมแซมเพื่อให้สามารถใช้ต่อไปได้นานๆ ซึ่งจะเป็นการช่วยประหยัดทรัพยากรและพลังงานที่ใช้ในการผลิตสินค้านั้นและลดการก่อเกิดขยะลง

3) การนำกลับมาผลิตใหม่ (Recycling) เป็นการแยกวัสดุที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำออกจากขยะ และรวบรวมมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าขึ้นใหม่หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า "รีไซเคิล" (Recycle) ขั้นตอนนี้เป็นการนำวัสดุของใช้แล้วมาใช้ใหม่เช่นกัน แต่ต่างจากขั้นตอนการนำมาใช้ซ้ำ (Reuse) คือ ขั้นตอนนี้ต้องมีการนำวัสดุผ่านกระบวนการผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นใหม่ เช่น กระป๋องอลูมิเนียม หรือขวดแก้วจะต้องมีการหลอมและผ่านการผลิตเป็นกระป๋องหรือขวดใบใหม่ วัสดุที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตใหม่ (Recycling) ได้แก่ กระดาษชนิดต่างๆ ขวดแก้ว โถแก้ว กระป๋องอลูมิเนียม พลาสติก เศษเหล็ก ผ้า น้ำมันเครื่อง กล่องนมและน้ำผลไม้ เป็นต้น

สำหรับขยะที่สามารถย่อยสลายได้ เช่น กิ่งไม้ ใบไม้ ใบหญ้า เศษอาหาร ก็สามารถแยกไปทำการย่อยสลาย (Composting) เพื่อทำเป็นปุ๋ยธรรมชาติหรือให้ย่อยสลายตามธรรมชาติโดยมีหนอนเป็นตัวกระทำปุ๋ยธรรมชาติที่เกิดจากการย่อยสลายนี้ เป็นปุ๋ยหรือดินที่มีคุณภาพสูงเป็นดินดำและมีฮิวมัสสูงเหมาะแก่การเพาะปลูก ที่สำคัญคือปราศจากสารพิษและสามารถช่วยลดปริมาณขยะลง ทำให้สามารถยืดอายุการใช้หลุมฝังขยะได้นานขึ้น

4) การฟื้นฟูประโยชน์จากขยะ (Recovery) เป็นการดึงเอาพลังงานจากขยะ ได้แก่ การใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าจากเตาเผาขยะ การดึงเอาก๊าซที่เกิดจากการหมักหมมของขยะที่หลุมฝังมาใช้ เช่น ก๊าซมีเทน (Methane) อย่างไรก็ตามการเผาขยะที่อุณหภูมิต่ำจะก่อให้เกิดมลพิษในอากาศ การก่อสร้างเตาเผาที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูงนั้น ต้องใช้งบประมาณสูงมากเพื่อให้สามารถทำให้มลพิษหมดสิ้นไปได้ (สำหรับการย่อยสลายขยะ หรือ Composting ในขั้นตอน Recycling อาจจัดอยู่ในขั้นตอน Recovery นี้ก็ได้)

5) การกำจัดขยะ (Residue Disposal) ขยะที่เหลือจากการผ่านขั้นตอนต่างๆ ทั้ง 4 มาแล้วจะต้องมีการกำจัดอย่างถูกวิธี ซึ่งถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการกำจัดขยะ วิธีการที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ การฝังกลบ ซึ่งจะต้องมีการบริหารและจัดการอย่างถูกหลักวิธีและถูกสุขลักษณะ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของสารพิษหรือสารปนเปื้อนต่างๆ ไปสู่สภาพแวดล้อม อีกวิธีหนึ่งคือการเผาขยะที่ถูกวิธีซึ่งสามารถลดปริมาณขยะลงได้มาก แต่ต้องมีการลงทุนสูงและยังคงเป็นที่ถกเถียงกันในเรื่องมลพิษที่เกิดขึ้นดังได้กล่าวแล้ว ส่วนขยะหรือของเสียทางการแพทย์มักจะต้องมีการเผาที่ถูกวิธีเช่นกันตามกฎหมายสาธารณสุข เนื่องจากอาจมีการติดเชื้อหรือมีสารพิษต่างๆ เจือปนมาก

2.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

2.3.1 รายชื่อกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

1) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว กระทรวงอุตสาหกรรม.
2) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2541) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว. กระทรวงอุตสาหกรรม
3) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (เพิ่มเติม) พ.ศ. 2547

4) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์การพิจารณาอนุญาตประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 105 และลำดับที่ 106
5) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องกำหนดปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่องเตาเผาสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นอันตรายจากอุตสาหกรรม พ.ศ. 2545
6) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดลักษณะของน้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์ ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม เพื่อทดแทนน้ำมันเตา พ.ศ. 2547
7) ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดชนิดและประเภทของเตาอุตสาหกรรมที่นำน้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพหรือเชื้อเพลิงสังเคราะห์ไปใช้งาน พ.ศ. 2547
8) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง ระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย พ.ศ. 2547
9) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากโรงงาน โดยทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Internet) พ.ศ. 2547
10) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำหนดชนิดและขนาดของโรงงานกำหนดวิธีการควบคุมการปล่อยของเสีย มลพิษ หรือสิ่งใดๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กำหนดคุณสมบัติของผู้ควบคุมดูแลผู้ปฏิบัติงานประจำ และหลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนผู้ควบคุมดูแลสำหรับระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2545

(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม. www.diw.go.th)

2.3.2 สรุปสาระสำคัญของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

1) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงานพ.ศ. 2535 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

เป็นกฎหมายที่ว่าด้วยการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ถือเป็นของเสียอันตราย (Hazardous waste) โดยได้กำหนดลักษณะและคุณสมบัติของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ถือว่าเป็นของเสียอันตราย พร้อมหลักเกณฑ์และวิธีการนำไปกำจัดอย่างถูกต้องไว้ใน ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 บัญชีลักษณะและคุณสมบัติ

ภาคผนวกที่ 2 หลักเกณฑ์และวิธีการกำจัด

ประเด็นสำคัญของประกาศฉบับนี้มี 3 ประการ คือ

1. ถ้าโรงงานมีวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มีลักษณะและคุณสมบัติ ตามที่กำหนดในภาคผนวกที่ 1 ต้องปฏิบัติตาม ข้อ 2 และ ข้อ 3 คือ
2. ห้ามนำวัสดุที่ไม่ใช้ออกนอกบริเวณโรงงานจนกว่าจะได้รับอนุญาตให้นำไปกำจัดตามหลักเกณฑ์ที่ระบุในภาคผนวกที่ 2
3. ต้องแจ้งรายละเอียดของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วทั้งที่ดำเนินจัดการภายในและที่ขนออกไปกำจัดภายนอก ตามแบบ รง.6 ภายในวันที่ 30 ธันวาคมของทุกปี

2) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2541) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงานพ.ศ. 2535 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

เป็นกฎหมายที่ว่าด้วยการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่ถือเป็นของเสียอันตราย (Non-hazardous waste) โดยได้กำหนดลักษณะและคุณสมบัติของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่ถือว่าเป็นของเสียอันตราย พร้อมหลักเกณฑ์และวิธีการนำไปกำจัดอย่างถูกต้องไว้ใน ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 บัญชีลักษณะและคุณสมบัติ

ภาคผนวกที่ 2 หลักเกณฑ์และวิธีการกำจัด

ประเด็นสำคัญของประกาศฉบับนี้มี 2 ประการ คือ

1. โรงงานที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ 14 จังหวัดที่ระบุในประกาศฯ และมีวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มีลักษณะและคุณสมบัติ ตามที่กำหนดในภาคผนวกที่ 1 ต้องปฏิบัติตามข้อ 2 คือ
2. ห้ามนำวัสดุที่ไม่ใช้ออกนอกบริเวณโรงงานจนกว่าจะได้รับอนุญาตให้นำไปกำจัดตามหลักเกณฑ์ที่ระบุในภาคผนวกที่ 2

3) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (เพิ่มเติม) พ.ศ. 2547

เป็นกฎหมายที่ว่าด้วยการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่ถือเป็นของเสียอันตราย (Non-hazardous waste) โดยให้ถือลักษณะและคุณสมบัติของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว และหลักเกณฑ์วิธีการนำไปกำจัดตามที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2541)

ใจความสำคัญอยู่ที่การเพิ่มเติมพื้นที่การบังคับใช้ของประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2541) ให้ครอบคลุมทั่วประเทศ

4) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์การพิจารณาอนุญาตประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 105 และลำดับที่ 106

เป็นกฎหมายที่ว่าด้วยหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาอนุญาตประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 105 และลำดับที่ 106 เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติภายใน โดยมีใจความสำคัญ ดังนี้

1. ลักษณะประเภทหรือชนิดของโรงงานที่ถือเป็นโรงงานลำดับที่ 105 และลำดับที 106 ตามประกาศกระทรวงฉบับนี้ และหลักเกณฑ์การขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการแต่ละประเภท
2. ลักษณะการขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานลำดับที่ 105 ในกรณีการฝังกลบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เกิดจากกระบวนการผลิตของโรงงานภายในพื้นที่โรงงานทุกประเภทไม่ต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการ ยกเว้นกรณีขยายพื้นที่ฝังกลบและอยู่นอกบริเวณโรงงานเดิม ต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานลำดับที่ 105

5) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่องเตาเผาสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นอันตรายจากอุตสาหกรรม พ.ศ.2545

เป็นกฎหมายที่กำหนดปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่องเตาเผาสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นอันตรายจากอุตสาหกรรม โดยมีใจความสำคัญ ดังนี้

1. ได้กำหนดลักษณะอากาศที่สามารถระบายออกจากปล่องเตาเผาสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นอันตราย ซึ่งต้องมีปริมาณสารเจือปนแต่ละชนิดไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงฉบับนี้
2. ได้กำหนดลักษณะอากาศในการคำนวณผลที่ใช้เพื่อการรายงานผลตรวจวัดปริมาณสารเจือปนแต่ละชนิดในอากาศที่ระบายออกจากปล่องเตาเผา
3. ได้กำหนดวิธีการตรวจวัดสารเจือปนแต่ละชนิดในอากาศที่ระบายออกจากปล่องเตาเผา

6) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดลักษณะของน้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์ ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนน้ำมันเตา พ.ศ. 2547

เป็นกฎหมายที่ว่าด้วยลักษณะของน้ำมันใช้แล้วที่สามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ในรูปของพลังงานเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเตา โดยมีใจความสำคัญ ดังนี้

1. ได้กำหนดนิยามของน้ำมันใช้แล้วก่อนการปรับปรุงคุณภาพ (เทียบเท่าเป็นวัตถุดิบ) และหลังผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพจนได้ลักษณะตามที่กำหนดในประกาศกระทรวงฉบับนี้ (เทียบเท่าเป็นผลิตภัณฑ์)

2. ได้กำหนดให้ผู้ผลิตน้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพหรือเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่จะนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนต้องเป็นผู้ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการโรงงานลำดับที่ 106 เท่านั้น
3. ได้กำหนดแหล่งที่สามารถนำน้ำมันใช้แล้วที่มีลักษณะตามที่กำหนดในประกาศกระทรวงฉบับนี้ไปใช้งานได้

7) ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่องกำหนดชนิดและประเภทของเตาอุตสาหกรรมที่นำน้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพหรือเชื้อเพลิงสังเคราะห์ไปใช้งาน พ.ศ. 2547

เป็นกฎหมายที่กำหนดชนิดและประเภทของเตาอุตสาหกรรมที่สามารถนำน้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงภาพหรือเชื้อเพลิงสังเคราะห์ไปใช้งานได้ ซึ่งมีอยู่ 5 ประเภท ดังนี้

1. เตาอุตสาหกรรมที่ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงาน ประเภทโรงงานลำดับที่ 59
2. เตาอุตสาหกรรมที่ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงาน ประเภทโรงงานลำดับที่ 60
3. เตาอุตสาหกรรมที่ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงาน ประเภทโรงงานลำดับที่ 88
4. อุปกรณ์ให้ความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงาน ประเภทโรงงานลำดับที่ 57(1)
5. หม้อไอน้ำ (boiler) ในกระบวนการผลิตทั่วไป

8) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย พ.ศ. 2547

เป็นกฎหมายที่ว่าด้วยการปฏิบัติเรื่องระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย เพื่อใช้ควบคุมการขนส่ง โดยมีใจความสำคัญ ดังนี้

1. ได้นิยามที่ใช้ในประกาศฉบับนี้ ซึ่งได้แก่ วัตถุอันตราย ผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตราย ผู้ขนส่งของเสียอันตราย ผู้เก็บรวบรวมบำบัดและกำจัดของเสียอันตราย เอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย เลขประจำตัว
2. ได้กำหนดหน้าที่และข้อปฏิบัติของผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตราย ผู้ขนส่งของเสียอันตราย และผู้เก็บรวบรวมบำบัดและกำจัดของเสียอันตราย ในเรื่องที่เกี่ยวกับการครอบครองของเสียอันตราย และการจัดการระบบเอกสารการขนส่งของเสียอันตราย

9) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากโรงงาน โดยทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Internet) พ.ศ. 2547

เป็นกฎหมายที่ว่าด้วยหลักเกณฑ์และวิธีการแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากโรงงาน ผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Internet) ไปยังกรมโรงงานอุตสาหกรรมตามแบบการแจ้งที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด โดยมีใจความสำคัญ ดังนี้

1. ให้ผู้ประกอบกิจการโรงงานที่มีสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่6(พ.ศ. 2540) ฉบับที่1(พ.ศ. 2541) และฉบับเพิ่มเติม(พ.ศ. 2547) แจ้งข้อมูลผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์(Internet) ซึ่งจะได้รับการายกเว้นไม่ต้องแจ้งตามความในข้อ 3 ของประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540)
2. ให้ผู้รับบำบัดหรือกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ทำการแจ้งข้อมูลผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Internet) เมื่อได้รับมอบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากผู้ประกอบกิจการโรงงาน ตามแบบการแจ้งที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด
3. ให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมจัดระบบการตรวจสอบข้อมูลการแจ้งดังกล่าว

10) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำหนดชนิดและขนาดของโรงงานกำหนดวิธีการควบคุมการปล่อยของเสีย มลพิษ หรือสิ่งใดๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกำหนดคุณสมบัติของผู้ควบคุมดูแลผู้ปฏิบัติงานประจำ และหลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนผู้ควบคุมดูแลสำหรับระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2545

เป็นกฎหมายที่ประกาศใช้เพื่อให้ทุกโรงงานจะต้องมีบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน ซึ่งประกาศฉบับนี้มีทั้งหมด 11 หมวด ดังนี้

หมวดที่ 1 ประเภทของบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อม
หมวดที่ 2 คุณสมบัติของบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน
หมวดที่ 3 การฝึกอบรมและการสอบมาตรฐาน
หมวดที่ 4 การกำหนด ชนิดและขนาดโรงงานที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
หมวดที่ 5 การกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน
หมวดที่ 6 หน้าที่ของผู้ประกอบกิจการโรงงาน
หมวดที่ 7 การขึ้นทะเบียนเป็นผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษน้ำ อากาศ หรือผู้ควบคุมระบบการจัดการมลพิษกากอุตสาหกรรม

หมวดที่ 8 การต่ออายุใบทะเบียน

หมวดที่ 9 การเพิกถอนใบทะเบียน

หมวดที่ 10 ใบทะเบียนและแบบขอต่างๆ

หมวดที่ 11 บทเฉพาะกาล

2.4 การรายงานปริมาณของเสียในประเทศไทย

จาการศึกษาปริมาณของเสียอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ โดยบริษัท Engineering Science ซึ่งได้รายงานไว้ใน “The National Hazardous Waste Management Plan” ในปี พ.ศ. 2532 ซึ่งกรมโรงงานอุตสาหกรรมและกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมได้ร่วมกันปรับปรุงให้สมบูรณ์ขึ้น ประเมินได้ว่าในปี 2535 จะมีของเสียเกิดขึ้นทั่วประเทศและจากทุกกิจกรรมรวมประมาณปีละ 1,000,000 ตัน และพยากรณ์ว่าในปี พ.ศ. 2544 จะมีของเสียอันตรายเกิดขึ้นถึงปีละ 2.8 ล้านตัน โดยร้อยละ 55 จะมาจากอุตสาหกรรมหลอมหรือถลุงโลหะ ร้อยละ 17 จะเกิดจากขบวนการผลิตของโรงงาน นอกจากนั้นจะมาจากด้านธุรกิจพาณิชย์ การเดินเรือ โรงพยาบาล ห้องวิเคราะห์ หรือปะปนในชุมชน และกิจกรรมทางเกษตรกรรม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2539: 11) รายละเอียดดังปรากฏในตารางที่ 2.1 และ 2.2

ตารางที่ 2.1 การประเมินปริมาณกากของเสียที่เป็นอันตราย แยกตามกลุ่มแหล่งกำเนิด และปี

แหล่งกำเนิด	ปริมาณของเสียอันตราย ตัน/ปี		
	พ.ศ.2534	**พ.ศ.2539**	**พ.ศ.2544**
อุตสาหกรรมการผลิต (Manufacturing)	157,058	272,272	433,609
กิจการถ่านหิน และลิกไนต์	1,278	1,854	2,477
กิจการปิโตรเลียม	3,914	7,032	11,813
ถลุงโลหะ	521,508	922,893	1,620,190
พาณิชย์/บริการ	78,479	141,681	257,679
เดินเรือ/ท่าเรือ	75,849	134,228	235,644
โรงพยาบาล และห้องวิเคราะห์	76,078	123,219	200,699
ขยะชุมชน	11,787	19,090	31,093
กิจการไฟฟ้า	*	*	*
เกษตรกรรม	6,687	11,835	20,776
รวม	**932,638**	**1,634,104**	**2,813,980**

ที่มา: ข้อมูลจากการปรับปรุงของ Engineering Science/USTDP Study 1989. อ้างถึงใน ฝ่ายบริหารการกำจัดการสารพิษ สำนักงานพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมโรงงานอุตสาหกรรม. การกำจัดกากของเสียอันตรายจากโรงงานอุตสาหกรรม. วารสารโรงงาน. ปีที่ 14 (ฉบับที่ 2) ก.พ.-พ.ค. 2539. หน้า 12

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 ปริมาณของเสียอันตราย แยกตามประเภทและปี

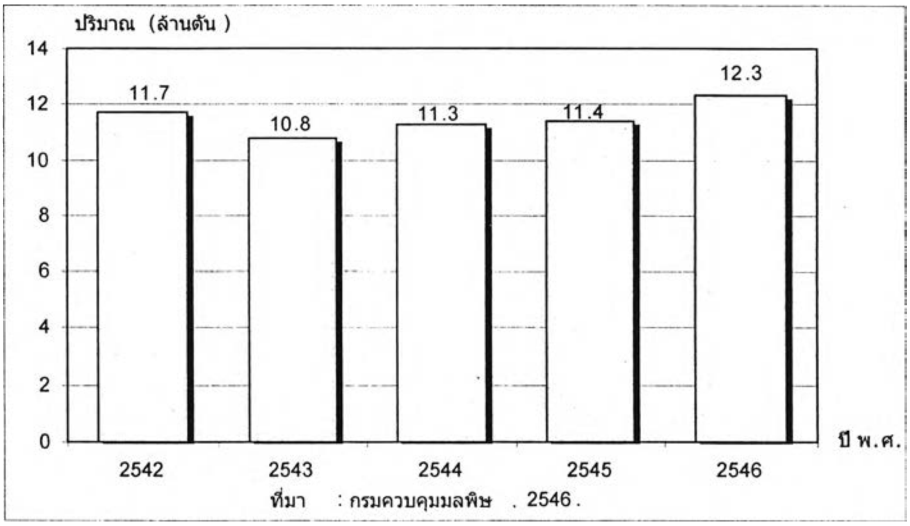
ประเภทของเสีย	ปริมาณของเสียอันตราย ตัน/ปี			
	พ.ศ. 2534[1]	พ.ศ. 2535[2]	พ.ศ. 2539[1]	พ.ศ. 2544[1]
น้ำมัน (Oil)	188,254	217,159	332,779	589,508
สารอินทรีย์ตกค้างที่เป็นของเหลว (Liquid Organic Residues)	311	353	522	876
กากตะกอนและของแข็งที่เป็นสารอินทรีย์ (Organic Sludge & Solids)	6,674	7,729	11,951	21,533
กากตะกอนและของแข็งที่เป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic Sludge & Solids)	19,163	21,702	31,858	53,606
กากตะกอนและของแข็งที่เป็นสารโลหะหนัก (Heavy Metal Sludge & Solids)	536,322	618,371	946,565	1,658,192
ตัวทำละลาย (Solvents)	36,163	42,237	66,532	124,306
ของเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรด (Acid Wastes)	31,432	35,904	53,793	46,105
ของเสียที่มีฤทธิ์เป็นด่าง (Alkaline Wastes)	9,839	11,241	16,846	29,019
ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน(Off Spec Products)	25	30	52	107
สาร พี ซี บี (P C B)	*	*	*	*
สารอินทรีย์ตกค้างที่ละลายน้ำ (Aqueous Organic Residues)	242	293	499	1,037
ของเสียจากกิจกรรมภาพถ่าย (Photo Wastes)	16,348	19,158	30,398	57,809
ของเสียจากชุมชน (Municipal Wastes)	11,787	13,248	19,090	31,093
ของเสียติดเชื้อ (Infection Wastes)	76,078	85,506	123,219	200,699
รวม	**932,638**	**1,072,931**	**1,634,104**	**2,813,980**

* = ไม่มีการนำเข้าสาร PCB หลังจากปี พ.ศ.2518

ที่มา: 1. ข้อมูลจากการปรับปรุงของ Engineering Science/USTDP Study 1989. อ้างถึงใน ฝ่ายบริหารการกำจัดการสารพิษ สำนักงานพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมโรงงานอุตสาหกรรม. การกำจัดกากของเสียอันตรายจากโรงงานอุตสาหกรรม. วารสารโรงงาน. ปีที่ 14 (ฉบับที่ 2) ก.พ.-พ.ค. 2539, หน้า 12.

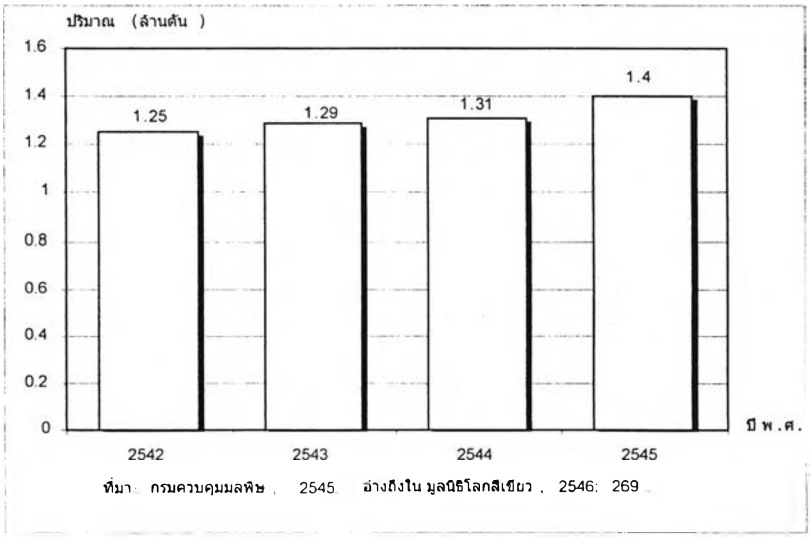
2. อ้างใน สุธีลา ตุลยะเสถียร, โกศล วงศ์สวรรค์ และสถิต วงศ์สวรรค์. มลพิษสิ่งแวดล้อม (ปัญหาสังคมไทย). กรุงเทพฯ: 2544, หน้า182.

จากรายงานสรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ.2546 ซึ่งจัดทำโดยกรมควบคุมมลพิษ มีการรายงานปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากภาคอุตสาหกรรม ระหว่างปี พ.ศ.2542-2546 แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ปริมาณของเสียจากอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นปี พ.ศ.2542-2546

และในรายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 2544-2545 (มูลนิธิโลกสีเขียว, 2546: 268) ได้อ้างถึงข้อมูลการรายงานของกรมควบคุมมลพิษเกี่ยวกับปริมาณของเสียอันตรายจากอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2544 ว่ามีประมาณ 1.3 ล้านต้น และคาดการณ์ปริมาณของปี พ.ศ.2545 ว่าเนื่องจากมีการขยายตัวด้านการลงทุนในด้านอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ดังนั้นของเสียอันตรายจากอุตสาหกรรมน่าจะมีอัตราเพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณร้อยละ 5-10 นั่นคือจะมีของเสียอันตรายจากอุตสาหกรรมเกิดขึ้นทั้งหมดประมาณ 1.4 ล้านตัน แสดงปริมาณที่เกิดขึ้นดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ปริมาณของเสียอันตรายจากอุตสาหกรรม ปี พ.ศ.2542-2545

2.5 การรายงานการลักลอบทิ้งของเสียอันตราย

จากการรายงานสถานการณ์มลพิษ พ.ศ. 2545 ของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. : 77-78) ระบุว่าของเสียอันตรายที่ถูกนำมาทิ้งส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากภาคอุตสาหกรรม โดยมากจะเป็นของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตต่างๆ เช่น การผลิตสี การผลิตพลาสติก เป็นต้น สารเคมีเสื่อมสภาพ เช่น ทินเนอร์ โพลียูรีเทน เรซิ่น (Resin) น้ำมันเครื่อง ของเสียอันตรายเหล่านี้เมื่อนำมาทิ้งไว้จะมีการรั่วซึมและส่งกลิ่นเหม็นรุนแรง หรือมีสภาพเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งอาจสังเกตได้จากภาชนะบรรจุมีสภาพโป่งบวม เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เองภายใต้อุณหภูมิและความดันบรรยากาศปกติ เช่น โพลียูรีเทน หรือเรซิ่นที่ใช้เป็นสารเคลือบสี (Coating Agent)

โดยสถิติรายงานการร้องเรียนเกี่ยวกับการลักลอบทิ้งของเสียอันตรายในประเทศไทยที่แจ้งมายังกรมควบคุมมลพิษ ระหว่างปี 2543-2545 พบว่า มีการลักลอบทิ้งของเสียอันตรายทั้งสิ้น 12 ครั้ง โดยเกิดขึ้นในปี 2543 จำนวน 3 ครั้ง ปี 2544 จำนวน 3 ครั้ง ปี 2545 จำนวน 6 ครั้ง จังหวัดที่มีการลักลอบทิ้งของเสียอันตรายมากที่สุดในรอบ 3 ปีที่ผ่านมาคือ กรุงเทพฯ รองลงมาคือจังหวัดนนทบุรี และจากข้อมูลสถิติพบว่าของเสียอันตรายถูกนำมาทิ้งสามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

1. ตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น ไซลีน (Xylene) ซึ่งใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมสี กาว และอุตสาหกรรมผลิตสารเคมีอื่นๆ, โทลูอีน (Toluene) เป็นต้น
2. สารเคมีที่ใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตพลาสติก เช่น สไตรีน โมโนเมอร์ (Styrene monomer) , กรดอะคริลิก (Acrylic acid), สารเมทิลเมทาคริเลท (Methyl methacrylate)
3. กากตะกอนที่มีโลหะหนักปนเปื้อน เช่น กากสี กากตะกอนจากระบบนำบัดน้ำเสีย
4. สารกัดกร่อนต่างๆ ที่ผ่านการใช้แล้ว เช่น กรดเกลือ (Hydrochloric acid), กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) เป็นต้น

จากสถิติการลักลอบทิ้งของเสียอันตรายดังกล่าวข้างต้น เป็นเพียงจำนวนเรื่องร้องเรียนที่แจ้งมายังกรมควบคุมพิษโดยตรงเท่านั้น ยังไม่ได้รวมถึงการถักลอบทิ้งน้ำเสียที่ปนเปื้อนสารเคมีอันตรายในแหล่งน้ำสาธารณะและของเสียอันตรายที่ถูกทิ้งปนไปกับของเสียชุมชนด้วย ปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างแน่นอนหากของเสียอันตรายถูกกำจัดอย่างไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ หรือถูกทิ้งไว้อย่างปล่อยปละละเลยตามสถานที่ต่างๆ เช่น พื้นที่รกร้างว่างเปล่า หรือสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลที่อยู่ใกล้แหล่งชุมชนหรือแหล่งน้ำสาธารณะ เนื่องจากของเสียอันตรายเหล่านั้นจะถูกชะล้างและเกิดการแพร่กระจายของสารพิษไปสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน และพื้นที่เกษตรกรรม และในบางกรณีอาจมีการจุด

เผาทำลาย จึงก่อให้เกิดผลกระทบรุนแรงต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนโดยตรง เช่น กรณีลักลอบทิ้งกากของเสียอันตรายที่อำเภอขาณุวรลักษบุรี จังหวัดกำแพงเพชร พบว่าสารเคมีในถังที่ถูกทิ้งไว้รั่วซึมลงพื้นดินและส่งกลิ่นเหม็นรุนแรง ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียง หรือกรณีโรงงานย่านจังหวัดสมุทรสาคร กองทิ้งสารเคมีไว้ข้างโรงงานแล้วส่งผลกระทบให้ต้นไม้ และพืชผักที่ชาวบ้านปลูกไว้ในบริเวณใกล้เคียงตายเป็นจำนวนมาก หรือกรณีลักลอบทิ้งสารเคมีในนิคมอุตสาหกรรมสมุทรสาคร สารดังกล่าวเมื่อถูกน้ำจะให้ก๊าซพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและอาจตายได้ถ้ารับสารนี้จำนวนมาก

2.6 แนวทางการกำจัดกากของเสียอันตรายจากโรงงานอุตสาหกรรม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2539: 13-14)

2.6.1 การลดปริมาณของเสีย

การลดปริมาณของเสีย (Waste Minimization) หรือเทคนิคในการผลิตที่สะอาด (Clean Technology) หรือการป้องกันมลพิษ (Prevention) หรือเทคนิคที่มีการผลิตที่มีของเสียน้อยหรือไม่มีของเสียเกิดขึ้นเลย (Low and Non-waste) มีแนวทางใหญ่ๆ 2 แนวทาง คือ

1) การลดที่แหล่งกำเนิด เช่น การเปลี่ยนไปใช้วัตถุดิบชนิดใหม่ เปลี่ยนวิธีการผลิต หรือปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต
2) การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เช่น การนำสารตัวทำละลายใช้แล้วมากลั่นใช้ใหม่ และการแยกสารที่มีค่าหรือโลหะหนักจากน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเพื่อนำโลหะมีค่ากลับมาใช้ประโยชน์อีก เป็นต้น ซึ่งทำได้ทั้งในโรงงาน หรือส่งไปจัดการที่อื่น (รายละเอียดในรูปที่ 2.5)

2.6.2 การกำจัด หรือทำลายฤทธิ์ และฝังกลบอย่างปลอดภัย

ก. การกำจัดหรือทำลายฤทธิ์ด้วยวิธีทาง เคมี-ฟิสิกส์

หลักการของวิธีนี้ คือ การทำลายฤทธิ์ด้วยสารเคมีให้หมดสภาพอันตราย เช่น สารไซยาไนด์ กรณีเป็นโลหะหนักก็ให้ตกตะกอนแยกออกจากน้ำเสียแล้วนำตะกอนไปผสมสารเคมีให้อยู่ในสภาพคงตัวไม่ละลายน้ำได้อีก เช่น ผสมปูนขาว และซีเมนต์ แล้วนำไปฝังกลบตามหลักวิชาการก่อนนำไปฝังกลบจะต้องทดสอบคุณสมบัติของตะกอนว่าได้ผ่านการทำให้คงตัวได้สมบูรณ์แล้ว คือ ไม่ละลายน้ำได้อีก การทำลายฤทธิ์ด้วยวิธีทาง เคมี-ฟิสิกส์ นี้เหมาะสำหรับของเสียประเภทสารอนินทรีย์

ข. การเผาด้วยเตาเผาอุณหภูมิสูง

การเผาเหมาะสำหรับของเสียประเภทสารอินทรีย์ สามารถใช้กำจัดน้ำยาเคมีที่เสื่อมคุณภาพ หรือของเสียที่มีความสลับซับซ้อนมากๆ (Complex)ได้ ขี้เถ้าหรือกากตะกอนที่เกิดขึ้นก็ยังต้องนำไปฝังกลบ การเผาของเสียอันตรายหรือกากสารพิษต้องเผาที่อุณหภูมิถึง 1,000 หรือ 1,200 องศาเซลเซียส เตาเผาต้องมีเวลาในการเผาไอก๊าซนานกว่า 2 วินาที ซึ่งต้องใช้เตาที่มีส่วนเผาไอก๊าซ (After Burner) และมีการปรับเชื้อเพลิงให้มีการเผาไหม้สมบูรณ์ มีการติดตั้งเครื่องฟอกไอก๊าซที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งเครื่องเผาเพิ่มอุณหภูมิของไอน้ำก่อนระบายออกทางปล่องเพื่อให้ไอเสียมองดูสะอาดไม่น่ากลัว นอกจากนี้ เตาเผานั้นๆ ยังต้องติดตั้งเครื่องวัดและจดบันทึกคุณภาพอากาศที่ระบายออกมาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาเพื่อการควบคุมและตรวจสอบตลอด

ค. การฝังกลบอย่างปลอดภัย

การกำจัดหรือทำลายฤทธิ์ด้วยวิธีทางเคมี-ฟิสิกส์ หรือการเผาที่อุณหภูมิสูง จะคงเหลือตะกอนเกลือที่คงรูปไม่ละลายน้ำ หรือขี้เถ้าจะต้องนำไปฝังกลบให้ถูกต้องตามหลักวิชาการอยู่อีก ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องเตรียมสถานที่กลบฝังที่ปลอดภัยและถูกต้องตามหลักวิชาการไว้

ปัจจุบันประเทศไทยโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้ก่อตั้งบริษัท บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำกัด (มหาชน) (General Environmental Conservation Public Company Limited) หรือที่รู้จักโดยทั่วไปว่า GENCO ขึ้น เพื่อให้บริการบำบัดและกำจัดของเสียแก่โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นบริษัทที่ให้บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมแห่งแรกของประเทศไทย โดยจำแนกตามประเภทและลักษณะการให้บริการได้ดังนี้

1. <u>การฝังกลบตรง (Direct Landfill)</u>

เป็นการกำจัดกากของเสียประเภทที่ไม่เป็นอันตราย (Non-Hazardous Waste) โดยนำกากของเสียที่ไม่เป็นอันตรายไปฝังกลบในหลุม (Secure Landfill) โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการปรับเสถียร

2. <u>การปรับเสถียรและฝังกลบ (Stabilization and Secure Landfill)</u>

เป็นระบบการกำจัดกากของเสียที่เป็นอันตราย (Hazardous Waste) โดยนำกากของเสียที่เป็นอันตรายไปทำการปรับเสถียร (Stabilization) เพื่อลดความเป็นพิษด้วยกระบวนการทางเคมี กากของเสียจะอยู่ในสภาพเสถียร หลังจากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการทำให้แข็งตัว (Solidification) โดยผสมกับสารเพื่อให้เกิดการแข็งตัวและห่อหุ้มกากของเสียจากนั้น จึงนำไปฝังกลบในหลุมฝังกลบปลอดภัย (Secure Landfill)

3. ระบบผสมกากเชื้อเพลิง (Fuels Blending)

เป็นระบบการกำจัดของเสียอินทรีย์ (Organic Waste) โดยใช้พลังงานความร้อนในการกำจัดกากของเสีย และเป็นการนำกลับมาใช้ใหม่ของสารในรูปพลังงานอย่างคุ้มค่า โดยการใช้กากของเสียอินทรีย์และกากน้ำมัน ซึ่งมีค่าความร้อนเพียงพอ นำมาผสมกันเป็นเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Synthetic Fuel)

4. การบำบัดน้ำเสีย (Waste Water Treatment)

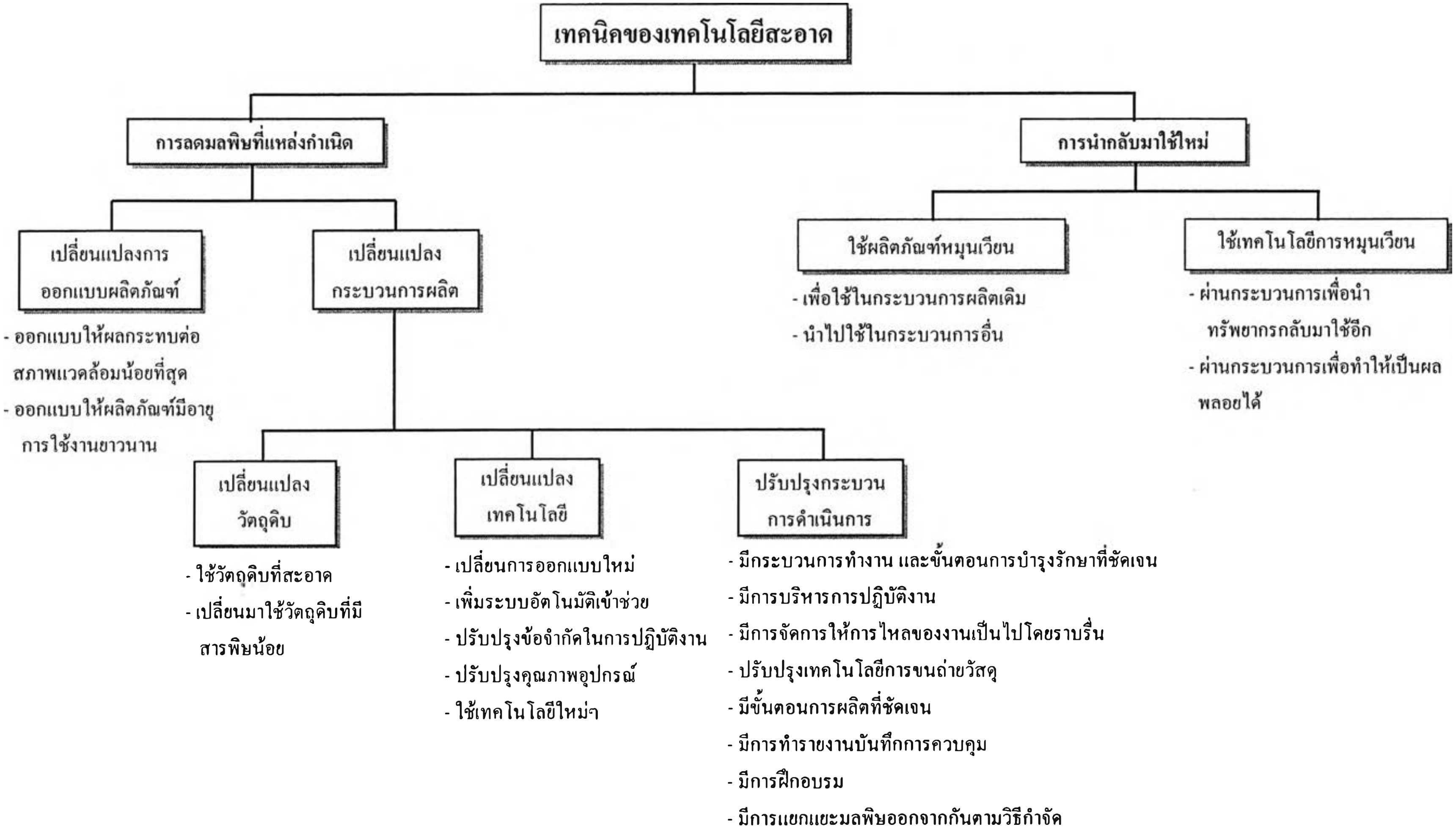
เป็นการบำบัดน้ำเสียหรือกากตะกอนที่เป็นของเหลวที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยผ่านกระบวนการทางเคมี-ฟิสิกส์

5. การขนส่ง (Transportation)

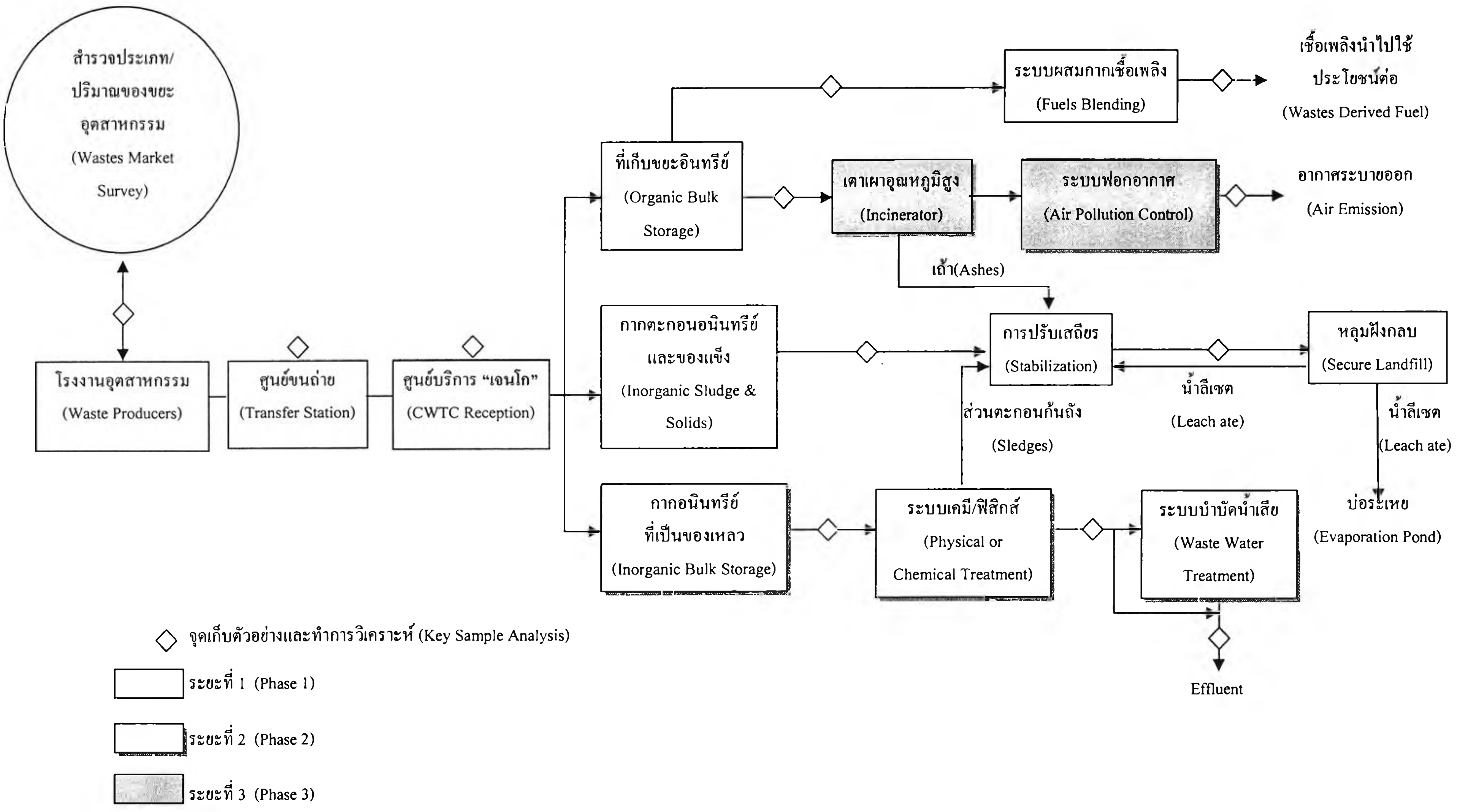
เป็นการให้บริการการขนส่ง และบริการกล่องบรรจุกากของเสียที่เกิดจากการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีการจัดเก็บและขนส่งอย่างถูกวิธี

2.7 ประเภทของผู้รับดำเนินการจัดการวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

1) โรงงานลำดับที่ 101 ได้แก่ ผู้ได้รับอนุญาตประกอบกิจการเกี่ยวกับ การเผา การบำบัดน้ำเสีย
2) โรงงานลำดับที่ 105 ได้แก่ ผู้ได้รับอนุญาตประกอบกิจการเกี่ยวกับ การคัดแยกและ/หรือฝังกลบวัสดุที่ไม่ใช้แล้วตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม
3) โรงงานลำดับที่ 106 ได้แก่ ผู้ได้รับอนุญาตประกอบกิจการเกี่ยวกับการนำเอาวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมาผ่านกระบวนการทางอุตสาหกรรมเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่
4) โรงงานลำดับอื่นๆ ได้แก่ โรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการต่างๆ ที่สามารถนำเอาวัสดุที่ไม่ใช้แล้วไปเป็นวัตถุดิบได้ (ซึ่งประเภทของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจะเป็นชนิดเดียวกับวัตถุดิบที่ใช่อยู่ เช่น เศษไม้ กระดาษ พลาสติก ฯลฯ)
5) สถานประกอบการ/นิติบุคคล/บุคคลธรรมดา ได้แก่ ร้านค้าของเก่า บุคคลธรรมดา กลุ่มเกษตรกร กลุ่มแม่บ้าน ฯลฯ



รูปที่ 2.5 แผนภาพเทคนิคของเทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) (กิตติภูมิ มีประดิษฐ์, 2544: 21)



รูปที่ 2.6 ผังกระบวนการบำบัด และกำจัดกากอุตสาหกรรม (สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2538: 37)

2.8 หลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (Polluter Pays Principle)

2.8.1 ความหมาย

หลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (Polluter Pays Principle , PPP) คือ ผู้ก่อให้เกิดมลพิษควรเป็นผู้รับผิดชอบในความเสียหาย หรือค่าใช้จ่ายในการลดมลพิษให้เป็นไปตามที่สังคมกำหนด การรับผิดชอบอาจจะอยู่ในรูปของเงินชดเชยตามความเสียหายที่เกิดขึ้น หรือรับผิดชอบในการทำให้สภาพแวดล้อมกลับสู่สภาพเดิม ซึ่งในประเทศไทยได้กล่าวถึงไว้ในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ในมาตรา 72 ระบุให้รัฐสามารถจัดเก็บค่าธรรมเนียมสำหรับค่าบริการกำจัดของเสียได้เมื่อจัดให้มีระบบกำจัดของเสียรวม ซึ่งมิได้กล่าวไว้ในกฎหมายใดอย่างชัดเจนมาก่อน และในมาตรา 97 ระบุว่าผู้ใดก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพยากรธรรมชาติต้องจ่ายค่าทดแทนความเสียหายนั้นๆ รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมที่รัฐหรือผู้เสียหายได้ดำเนินการด้วย

2.8.2 แนวคิดพื้นฐาน

หลักการ PPP มีแนวคิดพื้นฐานว่า ราคาของสินค้าและบริการควรจะสะท้อนให้เห็นถึงต้นทุนการผลิตทั้งหมดอย่างเต็มที่ รวมทั้งต้นทุนของทรัพยากรทั้งหมดที่ใช้ไปด้วย ดังนั้นการใช้อากาศ น้ำ ที่ดิน เพื่อปล่อย หรือทิ้ง หรือกักเก็บมลพิษ ก็ย่อมที่ต้องถูกนำมาคิดบัญชีต้นทุนทั้งหมด บางกรณีสิ่งแวดล้อมไม่มีราคา ถูกใช้ฟรี หรือ มีการคิดราคาเพียงส่วนเดียว สิ่งแวดล้อมแบบนี้มักถูกทำลาย หรือ ถูกขูดรีดจนทรุดโทรม สภาวะแบบนี้เรียกว่า มีความบกพร่องของตลาดดำรงอยู่ (Market failure) หลักการ PPP สามารถแก้ไขสภาวะนี้ได้โดยผลักดันให้ผู้ก่อมลภาวะหรือผู้สร้างความเสียหาย นำเอาต้นทุนการใช้สิ่งแวดล้อมเข้ามาอยู่ในการคิดบัญชีต้นทุนด้วย

2.8.3 ประเภทของเครื่องมือที่หลักการ PPP นำมาใช้

หลักการ PPP เป็นมาตรการทางเศรษฐศาสตร์โดยเครื่องมือนี้นำมาใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมมีดังนี้

1) <u>การเก็บค่าธรรมเนียมสิ่งแวดล้อม</u> (Pollution Charges) ค่าธรรมเนียมสิ่งแวดล้อมใช้หลักการจูงใจของระบบตลาดในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม (Market Based Incentive : MBI) โดยอาศัยพื้นฐานของการดำเนินการของตลาด เช่น ก่อมลพิษมากก็จ่ายมาก ก่อมลพิษน้อยก็จ่ายน้อย เป็นต้น ซึ่งอาศัยราคาเป็นสิ่งจูงใจให้ทำหรือไม่ให้ทำ เมื่อมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นก็เท่ากับเป็นการบังคับให้ใช้อย่างประหยัด ราคาที่กำหนดขึ้นเป็นค่าธรรมเนียมนี้ผู้ประกอบการสามารถรับภาระ

ต้นทุนในส่วนนี้โดย คิดรวมเข้าไปเป็นต้นทุนการผลิตแล้วผลักภาระส่วนหนึ่งไปให้ผู้ซื้อ ซึ่งจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับลักษณะตลาดของสินค้านั้น ๆ

2) ภาษีสิ่งแวดล้อม (Environmental Tax) การเก็บภาษีสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันจะมีส่วนช่วยให้มีการปรับโครงสร้างราคาของสินค้า วิธีนี้เป็นที่ใช้กันแพร่หลายมาก เช่น การเก็บภาษีน้ำมัน ใช้ในอัตราที่แตกต่างกันในยุโรป น้ำมันไร้สารตะกั่วจะมีภาษีอัตราต่ำกว่าประเภทอื่น ๆ เพื่อกระตุ้นให้มีการใช้แบบไร้สารตะกั่วมากขึ้น วิธีนี้ได้ทำให้การผลิตน้ำมันที่มีสารตะกั่วต้องยุติลงในหลายประเทศ อีกตัวอย่างคือ รถยนต์จะเห็นได้ว่า รถยนต์ที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม จะถูกเก็บภาษีต่ำกว่า การขยายตัวของรถยนต์ประเภทนี้จึงมีแนวโน้มสูงในยุโรป การเก็บภาษีที่แตกต่างกันเป็นระบบที่ทำให้ง่ายและสะดวกแก่การบริหารโดยไม่ต้องมีการปฏิรูประบบภาษีที่ดำรงอยู่แต่อย่างใด

3) การสร้างตลาด (Market Creation) เพื่อการซื้อและขายใบอนุญาตปล่อยมลพิษ ระบบการซื้อขายสิทธิในการปล่อยมลพิษมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ

ประการที่หนึ่ง เพื่อลดต้นทุนของการควบคุมมลภาวะ โดยลดการกระจายมลพิษให้มากที่สุดในกรณีที่การควบคุมถูกที่สุด และปล่อยให้มลพิษกระจายมากขึ้นในกรณีที่มีการควบคุม แพงมาก

ประการที่สอง เพื่อให้การพัฒนาสอดคล้องกับการคุ้มครองสิ่งแวดล้อม โดยอนุญาตให้โรงงานใหม่ ๆ สามารถสร้างกิจกรรมการผลิตได้ ในพื้นที่ที่กำหนดโดยต้องไม่ทำให้ระดับมลภาวะทั้งหมดในพื้นที่นั้นมีปริมาณสูงขึ้น

4) ระบบการเรียกเก็บเงินค่าก่อมลพิษล่วงหน้า (Deposit – Refund System) เป็นวิธีการเรียกเก็บเงินล่วงหน้าจากผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มทำให้เกิดมลพิษ ถ้าผลิตภัณฑ์นั้นส่งคืนกลับไปยัง จุดรวมหลังจากการใช้ ซึ่งก็หมายถึงว่าไม่ก่อมลพิษก็จะได้รับเงินคืนกลับ (Refund) ข้อได้เปรียบของวิธีนี้จะช่วยส่งเสริมการนำผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วมาใช้ใหม่ (Reuse หรือ Recycle) เงื่อนไขที่ทำให้ระบบนี้ ใช้งานได้ดีคือ มีตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่รีไซเคิลได้สำหรับตัวอย่างที่ใช้แพร่หลายมากในหลายประทศ คือ การเรียกเก็บเงินล่วงหน้าจากผู้ใช้ภาชนะบรรจุเครื่องดื่ม (ขวด กระป๋อง) ตามปริมาณภาชนะที่ใช้

5) การให้เงินอุดหนุน (Subsidies) การให้การอุดหนุนทางการเงินเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ได้นำมาใช้เพื่อแก้ปัญหามลภาวะ วิธีการดังกล่าวสนับสนุนให้ผู้ก่อมลภาวะหันมาปรับปรุงหรือติดตั้งอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดมลภาวะลดลง ทั้งนี้จะมีการกำหนดว่าหน่วยการผลิตใดก็ตามที่ก่อให้เกิดมลภาวะน้อยกว่าระดับมาตรฐานที่กำหนดจะได้รับการอุดหนุน

2.9 ISO 14000 : มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management Standards)

ISO 14000 เป็นอนุกรมมาตรฐานขององค์กรมาตรฐานสากล (International Organization for Standardization, ISO) เพื่อหวังให้มีการตระหนักถึงความสำคัญของการมีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงเหตุและผลของสิ่งแวดล้อม อันเกิดจากกิจกรรม ผลิตภัณฑ์ และการบริการของตนเองทั้งในอดีต ปัจจุบัน และที่วางแผนไว้ในอนาคต เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและป้องกันมลพิษ ควบคู่ไปกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การค้า และการอุตสาหกรรม โดยพยายามให้มีการปรับปรุงให้ดีขึ้นตามลำดับ

มาตรฐานที่มีการประกาศใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2539 คือ ISO 14001 เกี่ยวกับระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management System, EMS) โดยกำหนดหลักเกณฑ์ในการจัดระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมขององค์กร และเป็นมาตรฐานฉบับเดียวในอนุกร ISO14000 ที่ผู้ประกอบการสามารถขอรับรองได้ มาตรฐานอื่นๆ ในอนุกรมเป็นข้อเสนอแนะเพื่อส่งเสริมให้องค์กรมีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในหลายเรื่อง ซึ่งแบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ๆ คือ

1) มาตรฐานเกี่ยวกับองค์กร
   - ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management System)
   - การตรวจประเมินสิ่งแวดล้อม (Environmental Auditing)
   - การประเมินผลงานสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Evaluation)

2) มาตรฐานเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์
   - ฉลากผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Labeling)
   - การวิเคราะห์วัฏจักรชีวิต (Life Cycle Analysis)

2.9.1 <u>ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม</u> (Environmental Management System, EMS)

หมายถึง ส่วนของระบบการจัดการทั้งหมด ซึ่งรวมถึงโครงสร้างองค์กร การวางแผน ความรับผิดชอบ การปฏิบัติ ขั้นตอน กระบวนการ และทรัพยากรสำหรับจัดทำ การปฏิบัติให้บรรลุถึงผล การทบทวน และการรักษานโยบายทางด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการปรับปรุงระบบการจัดการให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นเรื่อยๆ เพื่อให้เป็นไปตามนโยบายในการรักษาสิ่งแวดล้อม ใช้ได้กับองค์กรทุกขนาด

องค์ประกอบของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001) มี 5 ประการ คือ

1) การกำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อม
2) การวางแผน

3) การปฏิบัติและดำเนินการ

4) การตรวจและการแก้ไข

5) การพิจารณาทบทวนโดยผู้บริหาร

ประโยชน์ของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

- ลดค่าใช้จ่ายในการจัดการของเสีย ลดต้นทุน
- ลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และพลังงาน
- ลดความเสี่ยงภัยที่จะเกิดต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม
- ลดข้อกีดกันทางการค้า
- เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้านการตลาด
- สร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้องค์กร
- มีคุณภาพชีวิตและสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ดีขึ้น
- เพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน
- สร้างสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชน
- รักษาและปรับปรุงสุขภาพสิ่งแวดล้อม
- ปฏิบัติตามข้อกำหนดกฎหมาย
- ปรับปรุงการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า
- นำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

2.10 การวิเคราะห์การถดถอย

การถดถอยเป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการหาสมการเส้นตรงหรือเส้นโค้ง สมการเหล่านี้จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองประเภท คือ ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หนึ่งตัว และตัวแปรอิสระ (Independent Variable) อีกหนึ่งตัวหรือมากกว่า สมการที่ได้จากเทคนิคดังกล่าวจะแสดงว่าตัวแปรตามจะมีการผันแปรตามตัวแปรอิสระที่ผู้วิเคราะห์เลือกใช้อย่างไร

การวิเคราะห์การถดถอยแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. การถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระหนึ่งตัว

2. การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระตั้งแต่สองตัวขึ้นไป

2.10.1 การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่าย (Simple Linear Regression)

การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (y) กับตัวแปรอิสระ (x) หนึ่งตัว โดยที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองเป็นเส้นตรง

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + e \qquad \text{..................(2-1)}$$

โดยที่ y เป็นค่าของตัวแปรตาม (Dependent Variable)

x เป็นค่าของตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

β_0 เป็นจุดที่เส้นการถดถอยตัดแกน Y

β_1 เป็นความชันของเส้นการถดถอย บอกอัตราการเพิ่มหรือลดของตัวแปรตาม y เมื่อค่าของตัวแปรอิสระ x เพิ่มหนึ่งหน่วย

e เป็นค่าความความแตกต่างของ y ที่เกิดขึ้นจริงกับ y บนเส้นถดถอย นั่นคือ $e = y - \hat{y}$ โดยที่ $\hat{y}$ คือค่าของ y บนเส้นถดถอย

กำหนดให้ $y|_x$ เป็นค่าของ y เมื่อ x มีค่าใดๆ

$\mu_{y|x}$ เป็นค่าเฉลี่ยของ y เมื่อ x มีค่าใดๆ

ดังนั้นสมการของการถดถอยเชิงเส้นของประชากรคือ

$$\mu_{y|_x} = \beta_0 + \beta_1 x \qquad \text{..................(2-2)}$$

β_0 และ β_1 เรียกว่า สัมประสิทธิ์การถดถอยของประชากร

โดยที่สมมติฐานของการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายคือ

1. ค่าเฉลี่ยของประชากร (Population Mean) จะอยู่บนเส้นตรง $\mu_{y|_x} = \beta_0 + \beta_1 x$
2. ความแปรปรวนของความเบี่ยงเบน (คือ $\sigma^2_{y/x} = \sigma^2_e$) มีค่าคงที่ไม่ว่า x จะมีค่าใดๆ
3. ลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของ e เป็นการกระจายแบบนอร์มอล นั่นคือ ลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของ y เป็นการกระจายแบบนอร์มอลที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\beta_0 + \beta_1 x$ และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2_e

- **สมการของการถดถอยเชิงเส้นซึ่งประมาณได้จากตัวอย่าง** คือ

$$\hat{y} = a + bx \qquad \text{..................(2-3)}$$

เมื่อ $\hat{y}$ เป็นค่าโดยประมาณของ $\mu_{Y|x}$

a ค่าโดยประมาณของ β_0

b ค่าโดยประมาณของ β_1

ซึ่ง a และ b หาจาก

$$b = \frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2} \quad \text{..................(2-4)}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad \text{..................(2-5)}$$

$$, \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n} \quad \text{และ} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{SSE}{n-2} \qquad , \text{SSE} = \text{ผลบวกกำลังสองของความเบี่ยงเบน} = \sum e_i^2$$

$$= \frac{1}{n-2}\left\{\sum_{i=1}^{n} y_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)^2}{n} - \frac{b}{n}\left(n\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i\right)\right\} \quad \text{.........(2-6)}$$

- **การทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์เส้นถดถอย**

การทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์เส้นถดถอย คือการทดสอบสมมติฐานว่าสัมประสิทธิ์เส้นถดถอยโดยเฉพาะความชันของเส้นถดถอยมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ การทดสอบสมมติฐานดังกล่าวเป็นไปเพื่อความมั่นใจของผู้วิเคราะห์ว่าตัวแปร x และ y มีความสัมพันธ์กันจริง ในกรณีที่ค่าความชันของเส้นถดถอยมีค่าเท่ากับศูนย์แสดงว่าตัวแปร x และ y ไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่ถ้าค่าความชันไม่เท่ากับศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญที่เหมาะสมแสดงว่าตัวแปร x และ y มีความสัมพันธ์กัน

การทดสอบกระทำโดยใช้สมมติฐานดังต่อไปนี้

1. ให้ β_1 แทนสัมประสิทธิ์ความชันของเส้นถดถอยของ
2. กำหนดสมมติฐานหลักและสมมติฐานอื่นๆ ดังนี้

$H_0 : \beta_1 = 0$

$H_1 : \beta_1 \neq 0$

3. กำหนดระดับนัยสำคัญ α
4. กำหนดขนาดของข้อมูล n
5. จากค่า α อ่านค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงแบบ t คือ $\left(-t_{\alpha/2,n-2}, t_{\alpha/2,n-2}\right)$
6. คำนวณค่าสถิติสำหรับทดสอบ t จากสูตร

$$t = \frac{b - \beta_1}{\sqrt{\sigma_e^2 / \left(\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2\right)}} \qquad \text{...................(2-7)}$$

7. ถ้า t ตกอยู่ในบริเวณที่ยอมรับสมมติฐานหลัก $\left(-t_{\alpha/2,n-2}, t_{\alpha/2,n-2}\right)$ ยอมรับสมมติฐานหลัก ถ้าไม่ตกในบริเวณดังกล่าวปฏิเสธสมมติฐานหลักแล้วยอมรับสมมติฐานอื่นๆ ที่ระดับนัยสำคัญ α

- **ช่วงของความเชื่อมั่นสำหรับตัวแปรตาม** y

จากการทดสอบความมีนัยสำคัญทำให้มั่นใจว่าตัวแปร x และ y มีความสัมพันธ์กัน แต่เนื่องจากการที่ใช้ข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยประมาณเป็นแบบจุดทำให้ไม่สามารถให้ความมั่นใจกับผู้ใช้ว่าค่าโดยประมาณนั้นจะใกล้เคียงกับพารามิเตอร์เพียงใด ดังนั้นทางเลือกที่ใช้คือการประมาณค่าแบบเป็นช่วงแทนค่าแบบจุด

ในการพยากรณ์ค่าใดๆ ในอนาคตของ y จะใช้สมการ

$$\hat{y}(x) = a + bx$$

ค่าของ y ที่แตกต่างไปจากค่าพยากรณ์คือ $\hat{y}(x) - y(x)$ ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวเกิดจาก

1. การใช้ $\mu_{Y|x}$ ในการประมาณค่า y
2. ความแปรปรวนใน y อันเนื่องมาจาก x คือ $\sigma^2_{y|x}$

ความคลาดเคลื่อนของ $\hat{y}$ จาก y มีลักษณะการกระจายแบบนอร์มอล โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ดังนั้นช่วงความเชื่อมั่น (1-α)100% สำหรับ y เมื่อ $x = x_0$ คือ

$$\hat{y}(x_0) \pm t_{\alpha/2,n-2}\sigma_e \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}} \qquad \text{...................(2-8)}$$

I22773374X

- **สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (The Coefficient of Determination)**

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ คือ ดัชนีที่ใช้แสดงขนาดของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในตัวแปรตามที่สามารถอธิบายได้ด้วยสมการถดถอยซึ่งก็คือฟังก์ชั่นในเทอมของตัวแปรอิสระ จึงอาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า สัมประสิทธิ์การตัดสินใจก็คือขนาดของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในตัวแปรตามที่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระ

ค่าของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (r^2) แสดงโดยใช้ค่าสัดส่วนของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในตัวแปรตามที่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระต่อความแปรปรวนที่เกิดขึ้นทั้งหมดในตัวแปรตาม ดังนั้น r^2 จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

ถ้า r^2 มีค่าเข้าใกล้ 0 เช่น r^2 = 0.1 แสดงว่า 10% ของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในตัวแปรตามสามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระ (สมการถดถอย) ส่วนอีก 90% ที่เหลือควรจะเนื่องมากจากปัจจัยอื่นๆ

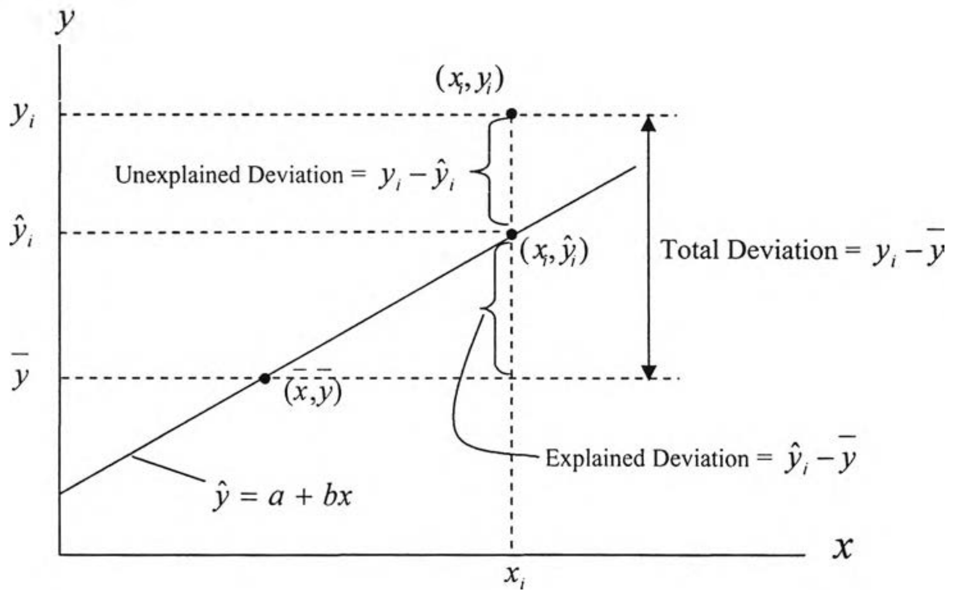
ถ้า r^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 เช่น r^2 = 0.90 แสดงว่า 90% ของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในตัวแปรตามสามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระ (สมการถดถอย)

ถ้า r^2 เท่ากับ 0 แสดงว่า ความแปรปรวนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในตัวแปรตามไม่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระ (สมการถดถอย)

ถ้า r^2 เท่ากับ 1 แสดงว่า ความแปรปรวนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในตัวแปรตามสามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระ (สมการถดถอย)

การคำนวณค่า r^2

ค่าของตัวแปรตาม (y_i) ที่ได้จากการทดลองหรือการเก็บข้อมูลใดๆ จะมีค่าต่างๆ กัน เมื่อนำค่าทั้งหมดที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{y}$) ความเบี่ยงเบนของตัวแปรตามแต่ละค่าจากค่าเฉลี่ยเรียกว่าความเบี่ยงเบนทั้งหมด (Total Deviation) โดยหลักการของการถดถอยเราเชื่อว่าตัวแปรตามสามารถคำนวณหาได้โดยการใช้สมการถดถอย ซึ่งเป็นฟังชั่นของตัวแปรอิสระที่ทราบค่า นั่นคือ ค่าของตัวแปรตามสามารถคำนวณหาได้จากค่าของตัวแปรอิสระ จากค่าของตัวแปรอิสระโดยการใช้สมการถดถอยเราจะสามารถคำนวณค่าตัวแปรตามบนเส้นถดถอย ($\hat{y}_i$) เป็นที่ยอมรับว่าค่าของตัวแปรตามบนเส้นถดถอยไม่จำเป็นต้องเท่ากับค่าของตัวแปรตาม ความเบี่ยงเบนระหว่างค่าของตัวแปรตาม (y_i) จากค่าของตัวแปรตามบนเส้นถดถอย ($\hat{y}_i$) ก็คือ ความเบี่ยงเบนที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยสมการถดถอย (Unexplained Deviation) อย่างไรก็ตามเมื่อนำค่าตัวแปรตามบนเส้นถดถอยไปหาค่าเฉลี่ย จะได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม ความเบี่ยงเบนของตัวแปรตามบนเส้นถดถอยจากค่าเฉลี่ย คือความเบี่ยงเบนที่สามารถอธิบายได้ด้วยสมการถดถอย (Explained Deviation) แสดงความเบี่ยงเบนดังกล่าวในรูปที่ 2.7 ($\bar{x}, \bar{y}$)



รูปที่ 2.7 ความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นในตัวแปรตาม

ความเบี่ยงเบนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในตัวแปรตาม คือผลรวมของความเบี่ยงเบนที่สามารถอธิบายได้ด้วยสมการถดถอย และความเบี่ยงเบนที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยสมการถดถอย นั่นคือ

Total Deviation = Explained Deviation + Unexplained Deviation

$$y_i - \bar{y} = (\hat{y}_i - \bar{y}) + (y_i - \hat{y}_i)$$

Total Variation = Explained Variation + Unexplained Variation

SST = SSR + SSE

$$\Sigma (y_i - \bar{y})^2 = \Sigma (\hat{y}_i - \bar{y})^2 + \Sigma (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$r^2 = \Sigma \{(\text{Explained Deviation})^2 / (\text{Total Deviation})^2\} \qquad \text{..........(2-9)}$$

หรือ

$$r^2 = 1 - \Sigma \{(\text{Unexplained Deviation})^2 / (\text{Total Deviation})^2\} \qquad \text{.........(2-10)}$$

- **สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (The Coefficient of Correlation)**

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นดัชนีที่ใช้แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับรากที่สองของสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ ดังนั้น สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จึงมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เครื่องหมายของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะเหมือนกับเครื่องหมายของสัมประสิทธิ์เส้นถดถอย เนื่องจากเป็นรากที่สองของ r^2 จึงใช้ r เป็นสัญลักษณ์แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ถ้า r = -1 แสดงว่า ตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระในเชิงเส้นตรงในเชิงผกผัน นั่นคือ เมื่อตัวแปรอิสระมีค่ามากขึ้นตัวแปรตามจะมีค่าน้อยลง

ถ้า r = +1 แสดงว่า ตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระในเชิงเส้นตรง นั่นคือ เมื่อตัวแปรอิสระมีค่ามากขึ้นตัวแปรตามก็จะมีค่ามากขึ้นด้วย

ถ้า r = 0 แสดงว่า ตัวแปรตามไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระในเชิงเส้นตรงในเชิงโดยที่อาจจะมีความสัมพันธ์กับในแบบอื่น หรือไม่มีความสัมพันธ์กันเลยก็ได้

$$r = \sqrt{r^2} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}} \qquad \text{..................(2-11)}$$

- **การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการถดถอย**

การหาความเหมาะสมของตัวแปรและสมการถดถอยกระทำได้โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในเรื่องของการหาสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้ชี้แนะลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ การหาสัมประสิทธิ์ดังกล่าวได้มาจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน นอกจากการหาสัมประสิทธิ์จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้ว ยังมีการทดสอบรูปแบบของสมการถดถอยโดยอาศัยการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีทางสถิติที่นำมาใช้ในกรณีนี้คือ การทดสอบสมมติฐานของค่าคงซึ่งเป็นตัวคูณของตัวแปรอิสระในสมการถดถอย

ลักษณะของสมมติฐานเป็นแบบสมมติฐานเดี่ยว คือ

H_0 : ค่าคงที่ (เช่น $\beta_1, \beta_2, \ldots\ldots$) = ค่าระบุ (เช่น 0, 1, ...)

H_1 : ค่าคงที่ $\neq$ ค่าระบุ

สถิติที่ใช้สำหรับทดสอบสมมติฐานคือ F โดยที่คำนวณได้จากตาราง ANOVA ดังนี้

ตารางที่2.3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอย

Source of Variation	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square (Variance)	F
Regression	k	SSR	$MSR = \frac{SSR}{k}$	$\frac{MSR}{MSE}$
Residual Error	n-k-1	SSE	$MSE = \frac{SSE}{n-k-1}$	
Total	n-1	SST		

ยอมรับสมมติฐานหลัก ถ้า $F < F_{1-\alpha,k,n-k-1}$

เมื่อ n คือจำนวนข้อมูล และ k คือจำนวนตัวแปรอิสระ (x) ในสมการถดถอย

ในกรณี $H_0 : \beta_1 = 0$

$H_1 : \beta_1 \neq 0$

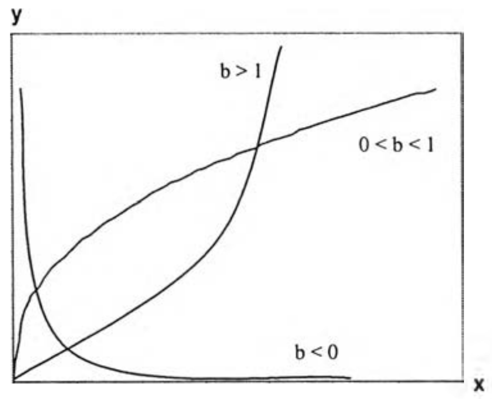
- การยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่า ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระตัวที่ 1 (x_1) กับตัวแปรตาม (y) ในลักษณะของสมการถดถอย

- การปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองในลักษณะของสมการถดถอย

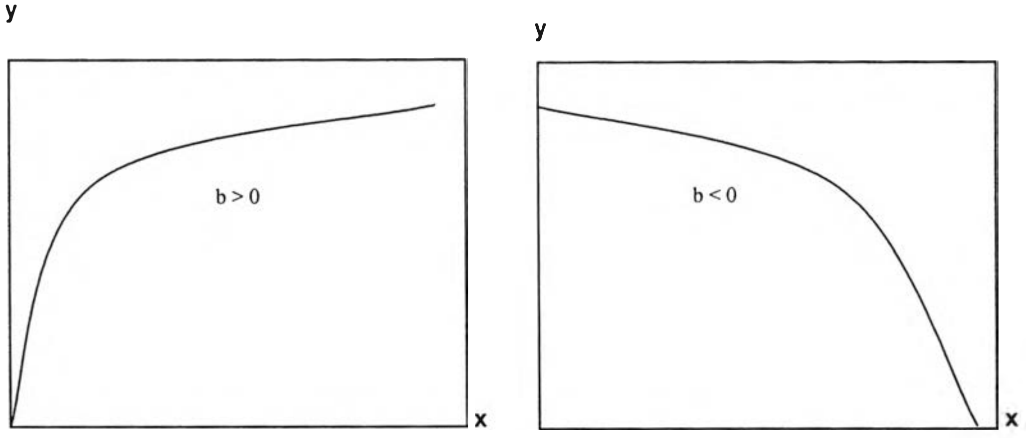
2.10.2 การถดถอยสำหรับสองตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้ง

การพยากรณ์โดยใช้เทคนิคของการถดถอยนั้น ปกติใช้ในกรณีที่มีความสัมพันธ์ของตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระเป็นเส้นตรง โดยลักษณะของความสัมพันธ์อาจจะอยู่ในลักษณะที่ไม่ใช่เส้นตรง ในกรณีที่สงสัยว่าลักษณะของความสัมพันธ์จะมีรูปแบบที่แน่นอน ก็สามารถนำวิธีการถดถอยมาใช้ในการวิเคราะห์หาสมการถดถอยได้โดยการแปลงลักษณะความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของเส้นตรงก่อน หลังจากวิเคราะห์หาสมการถดถอยในเชิงเส้นตรงได้แล้วจึงแปลงรูปความสัมพันธ์ของตัวแปรกลับไปสู่รูปเดิม ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์อาจมีเป็นดังนี้

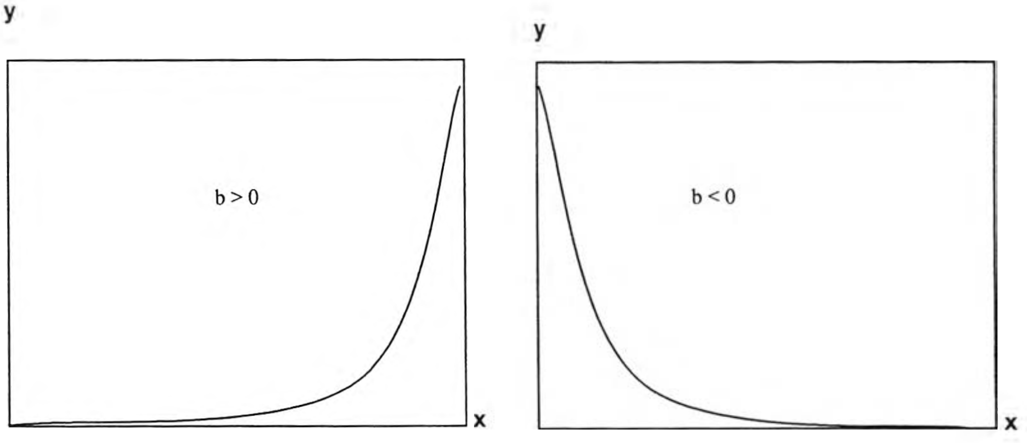
รูปแบบ	สมการความสัมพันธ์
1. Power	$\ln(y) = a + b\ln(x)$ หรือ $y = e^a x^b = a_0 x^b$ เมื่อ $a_0 = e^a$
2. Logarithmic	$y = a + b\ln(x)$
3. Exponential	$\ln(y) = a + bx$ หรือ $y = e^a e^{bx} = a_0 e^{bx}$ เมื่อ $a_0 = e^a$
4. Parabola	$y = a + bx + cx^2$



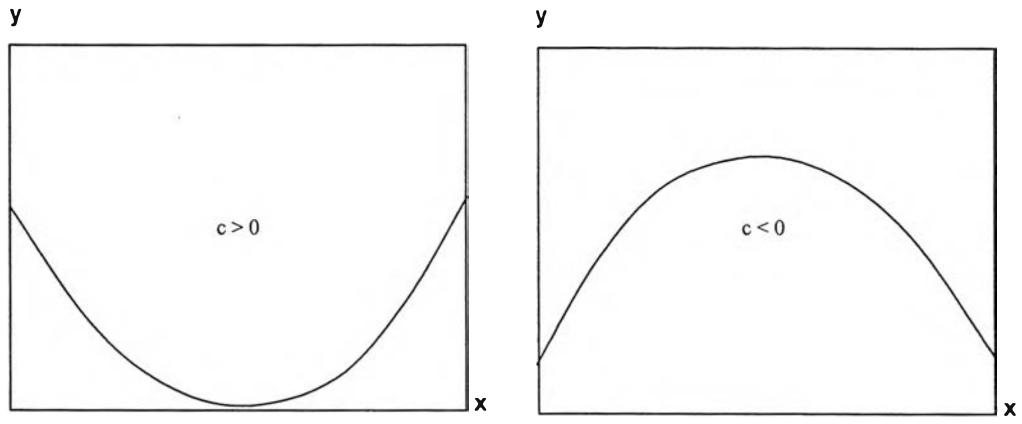
รูปที่ 2.8 แสดงเส้นการถดถอยของสมการแบบ Power



รูปที่ 2.9 แสดงเส้นการถดถอยของสมการแบบ Logarithmic



รูปที่ 2.10 แสดงเส้นการถดถอยของสมการแบบ Exponential



รูปที่ 2.11 แสดงเส้นการถดถอยของสมการแบบ Parabola

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. ฝ่ายจัดการกากของเสีย. งานการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้. (กันยายน 2532) ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์ของเสียจากแหล่งชุมชน อุตสาหกรรมและเกษตรกรรม พบว่าของเสียเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาความไม่สะอาดเรียบร้อยของบ้านเมือง รวมทั้งปัญหาสุขภาพอนามัยของประชาชน และจำแนกของเสียจากแหล่งกำเนิดที่สำคัญได้คือ

- แหล่งชุมชน ของเสียที่เป็นปัญหาสำคัญได้แก่ มูลฝอย สิ่งปฏิกูลและน้ำเสีย
- โรงงานอุตสาหกรรม ของเสียที่เป็นปัญหาสำคัญได้แก่ มูลฝอย เศษวัตถุดิบ เศษผลิตภัณฑ์ สารเคมี น้ำเสีย และอากาศเสีย
- พื้นที่เกษตรกรรม ของเสียที่เป็นปัญหาสำคัญได้แก่ มูลสัตว์ เศษพืชผลทางการเกษตร

ในรายงานการศึกษานี้ได้แสดงถึงการใช้ประโยชน์ของเสียจากแหล่งต่างๆ อุปสรรค-ปัญหาการใช้ประโยชน์ของเสีย แนวทางที่เป็นไปได้สำหรับการใช้ประโยชน์ของเสีย ตลอดจนบทบาทของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ในการสนับสนุนให้มีการใช้ประโยชน์ของเสียเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศ รวมทั้งแผนปฏิบัติในการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้ประโยชน์ของเสียและควบคุมภาวะมลพิษสิ่งแวดล้อมประเทศ

กรมควบคุมมลพิษ. กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย. ฝ่ายการใช้ประโยชน์จากของเสีย. (มิถุนายน 2536) ทำการศึกษาสำรวจการใช้ประโยชน์ของเสีย และการลดปริมาณของเสียจากโรงงาน อุตสาหกรรมต่างๆ ที่เป็นสมาชิกของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล โดยมีสาระสำคัญของการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาสภาพทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การใช้ประโยชน์ของเสีย และการลดปริมาณของเสีย
2. ศึกษาชนิด และปริมาณของเสียที่ผลิตขึ้นมา ราคาของเสียรวมทั้งวิธีการและรูปแบบต่างๆ ในการนำของเสียมาใช้ประโยชน์ และการลดปริมาณของเสีย
3. ศึกษาระบบและขั้นตอนการดำเนินงาน และการประสานงานในการนำของเสียมาใช้ประโยชน์โดยครอบคลุมถึงการใช้จ่ายและผลตอบแทนในการดำเนินงานใช้ประโยชน์ของเสีย และการป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการใช้ประโยชน์ของเสีย
4. กำหนดหลักการในการส่งเสริม และสนับสนุนกิจกรรมการใช้ประโยชน์ของเสีย และการลดปริมาณของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งกำหนดแนวทางในการใช้ประโยชน์ของเสีย และการลดปริมาณของเสีย

จันทรา ทองคำเภา (2540) เป็นการศึกษาเพื่อจัดทำแผนการจัดการของเสียในเขตพื้นที่อุตสาหกรรม กรณีศึกษาอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ทำให้ทราบถึงปัญหาการจัดการของเสียของโรงงานอุตสาหกรรม และแนวปฏิบัติที่ใช้ในปัจจุบันของผู้ประกอบการ หน่วยงานของรัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับที่ถือปฏิบัติอยู่ และวิเคราะห์ถึงการผลิตของอุตสาหกรรม เพื่อให้ทราบถึงของเสียที่จะเกิดขึ้น และวิธีการจัดการของโรงงานในปัจจุบัน โดยศึกษาเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีเงินทุนจดทะเบียนตั้งแต่ 100 ล้านบาทขึ้นไป มีกำลังเครื่องจักรตั้งแต่ขนาด 500 แรงม้า และเป็นโรงงานที่มีความซับซ้อนของเทคโนโลยีในการผลิต หรือบำบัดของเสีย

วิวัฒน์ สัมมาชีววัฒน์ (2542) ได้ทำการสำรวจ และประเมินการจัดการ การบำบัด การกำจัดของเสียอันตรายในเขตพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของไทย โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสำรวจโรงงานประเภทต่างๆ ในนิคมอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งพิจารณาเฉพาะโรงงานจำพวกที่ 2 ขึ้นไป และข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งหน่วยงานต่างๆ เพื่อประมาณประเภทและปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น วิเคราะห์และประเมินเทคโนโลยีการกำจัด บำบัดและจัดการของเสียอันตรายอย่างถูกวิธีและปลอดภัยในพื้นที่ดังกล่าว พร้อมทั้งเสนอรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการจัดการ และบำบัดของเสียอันตรายในเบื้องต้น

บริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด (2545) เป็นโครงการศึกษาความเหมาะสมในการจัดตั้งโรงงานกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยการริเริ่มของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งได้คัดเลือกให้บริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด เป็นบริษัทที่ปรึกษาเพื่อดำเนินโครงการ ได้ทำการรวบรวม สำรวจ ประเมินประเภท ชนิดและปริมาณขยะที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทั่วประเทศ โดยการส่งแบบสอบถามไปยังประเภทโรงงานลำดับที่ 69-72 เป็นจำนวนทั้งสิ้น 769 โรงงานหรือคิดเป็นร้อยละ 38 ของจำนวนโรงงานทั้งหมดในกลุ่มนี้ ซึ่งได้จำแนกโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่สำรวจออกเป็น 15 กลุ่มย่อยตามลักษณะการประกอบกิจการ เพื่อหาอัตราการเกิดขยะอิเล็กทรอนิกส์ แล้วทำการเสนอแนวทางในการจัดตั้งโรงงานกำจัดและรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ และเสนอพื้นที่ที่เหมาะสม 3 พื้นที่ ในการจัดตั้งโรงงานดังกล่าว พร้อมทั้งประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในพื้นที่เสนอด้วย