

บทความวิชาการ

ขยะชุมชน สถานที่ฝังกลบ และการฟื้นฟู Municipal Solid Waste, Sanitary Landfill and Remediation

สุภาพรณี สิริโสภณา*
Supaporn Sirisopana

ขยะชุมชน หรือ ขยะตามบ้านเรือน มีคำที่ใช้เรียกแตกต่างกันบ้าง เช่น ขยะ มูลฝอย มูลฝอยเทศบาล มูลฝอยบ้านเรือน และขยะมูลฝอยชุมชน เป็นต้น ตรงกับคำว่า Solid Waste, Municipal Waste, Household Waste และ Municipal Solid Waste [1] แต่คนทั่วไปมักเรียกว่า “ขยะ” และในบทความนี้จะใช้คำว่า “ขยะ” ยกเว้นข้อความที่ยกมาจากเอกสารอ้างอิงหรือจากข้อความในกฎหมาย

ความหมายของขยะ

พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ได้กำหนดว่า “มูลฝอย หมายความว่า เศษ กระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้าถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์หรือซากสัตว์ เถ้า รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น” [2]

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ควบคุมดูแลปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ได้ให้ความหมายว่า “ขยะมูลฝอยชุมชน หมายถึง ขยะมูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในชุมชน เช่น บ้านพักอาศัย ธุรกิจร้านค้า สถานประกอบการ สถานบริการ ตลาดสด สถาบันต่างๆ รวมทั้งเศษวัสดุก่อสร้าง ทั้งนี้ ไม่รวมของเสียอันตรายและมูลฝอยติดเชื้อ” [3]

Tchobanoglous และคณะ ได้ให้ความหมายของ “Solid Waste” และ “Municipal Solid Waste” แตกต่างกันเล็กน้อย กล่าวคือ Solid Waste หมายถึง ของเสียทุกชนิดที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์และสัตว์ ซึ่งโดยปกติเป็นของแข็งหรือกึ่งแข็ง และถูกทิ้งให้เป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็นหรือเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการ และ Municipal Solid Waste หมายถึง ของเสียทุกชนิดที่เกิดขึ้นในชุมชน แต่ไม่รวมของเสียที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม [4]

ประเภทของขยะ

ประเภทของขยะที่เกิดขึ้นในเขตชุมชนสามารถจำแนกได้หลายรูปแบบ เช่น

1. จำแนกตามลักษณะที่มองเห็น เช่น ขยะเปียก ขยะแห้ง ขยะขนาดใหญ่ ซากสัตว์ ซากยานพาหนะ ขยะพวกเศษสิ่งก่อสร้าง และขยะอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น
2. จำแนกตามแหล่งกำเนิด ได้แก่ ขยะจากชุมชน บ้านพักอาศัย ร้านค้า หน่วยงานหรือสถานประกอบการ พื้นที่ก่อสร้างและรื้อถอน กิจกรรมการให้บริการของเทศบาล (การจัดสวนและตกแต่งกิ่งต้นไม้ เป็นต้น) สถานที่บำบัดหรือกำจัดของเสีย โรงงานอุตสาหกรรม และ พื้นที่ทำการเกษตรกรรม เป็นต้น [4]
3. จำแนกตามความเป็นอันตราย แบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ ขยะมูลฝอยชุมชนของเสียอันตรายจากชุมชน และขยะมูลฝอยติดเชื้อ [5]
4. จำแนกตามวิธีการจัดการขยะ เช่นที่ระบุไว้ในข้อบังคับกรุงเทพมหานครว่าด้วยหลักเกณฑ์การจัดการมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลของอาคารสถานที่และสถานบริการสาธารณสุข พ.ศ. 2545 ได้แบ่งขยะออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ มูลฝอยทั่วไป มูลฝอยที่ย่อยสลายได้ มูลฝอยที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ และมูลฝอยอันตราย [5]

ถังขยะ-แยกทิ้งให้ถูกต้อง

การจัดการขยะจะสะดวก สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย เป็นประโยชน์ได้มาก และก่อให้เกิดรายได้ ถ้ามีการแยกทิ้งให้ถูกต้อง ชุมชนเมืองในปัจจุบันมักจะมีถังขยะแยกตามประเภทขยะเป็น 4 ประเภท (รูปที่ 1) ดังนี้



รูปที่ 1 ถังขยะแยกตามประเภทของขยะ [6]

1. ถังขยะย่อยสลายได้ (ถังสีเขียว) ใช้ทิ้งขยะพวกเศษอาหาร เช่น เศษผัก ผลไม้ ก้างปลา กระดูก เศษชิ้นส่วนของพืช สัตว์ที่ใช้ปรุงอาหาร และอาหารเน่าหรือเสียหรือเหลือทิ้ง เป็นต้น
2. ถังขยะทั่วไป (ถังสีฟ้า) ใช้ทิ้งขยะที่ไม่ย่อยสลายหรือไม่เป็นพิษและไม่คุ้มค่าในการรีไซเคิล

เช่น ขยะกระดาษเคลือบพลาสติกที่ใช้โฆษณาสินค้าของห้างร้าน ภาชนะหรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อนเศษอาหาร ก่องหรือถ้วยโฟมและพลาสติกบรรจุอาหารสำเร็จรูป ถ้วยเจลลี่ ก่องโยเกิร์ต กระดาษหรือพลาสติกห่ออาหาร กระดาษห่อลูกกวาดหรือลูกอม เศษตัวรถเมล์ และถุงบรรจุน้ำอัดลมหรือเครื่องดื่ม เป็นต้น

3. ถังขยะรีไซเคิล (ถังสีเหลือง) ใช้ทิ้งขยะที่ขายได้ เช่น เศษโลหะ กระจกใช้แล้วที่ทำด้วยอลูมิเนียม ขวดแก้วเปล่า กระดาษใช้แล้ว และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เสีย ฯลฯ และขยะที่นำไปใช้ประโยชน์โดยใช้ซ้ำ (reuse) ได้อีก ซึ่งอาจมีการล้างหรือปรับแต่งก่อนนำไปใช้ก็ได้ เช่น ขยะพวกภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ทั้งที่ทำจากกระดาษ พลาสติก โลหะ และแก้ว เป็นต้น รวมทั้งขยะที่สามารถนำไปแปรรูป (recycle) เพื่อเปลี่ยนเป็นวัตถุดิบที่จะใช้ในการผลิตสินค้าใหม่ เช่น ขวดแก้ว และก่องหรือเศษสิ่งของพลาสติกที่ทำจาก thermoplastic เป็นต้น ซึ่ง thermoplastic มีอยู่ 6 ชนิด ปัจจุบันบนตัวสินค้าบางประเภทได้ประทับตราสัญลักษณ์รีไซเคิล ซึ่งเป็นลูกศรโค้ง 3 อันเรียงต่อกันเป็นสามเหลี่ยม และมีตัวเลขระบุชนิดของพลาสติกที่กลางสัญลักษณ์นั้น (รูปที่ 2) โดยตัวเลขดังกล่าว หมายถึงชนิดของพลาสติก คือ

หมายเลข 1 หมายถึง พลาสติกชนิด Polyethylene Telephthalate หรือ PET

หมายเลข 2 หมายถึง พลาสติกชนิด High Density Polyethylene หรือ HDPE

หมายเลข 3 หมายถึง พลาสติกชนิด Vinyl/Polyvinyl Chloride หรือ V






หมายเลข 4 หมายถึง พลาสติกชนิด Low Density Polyethylene หรือ LDPE

หมายเลข 5 หมายถึง พลาสติกชนิด Polypropylene หรือ PP

หมายเลข 6 หมายถึง พลาสติกชนิด Polystyrene หรือ PS



THEY MADE THAT FROM RECYCLED PLASTIC!

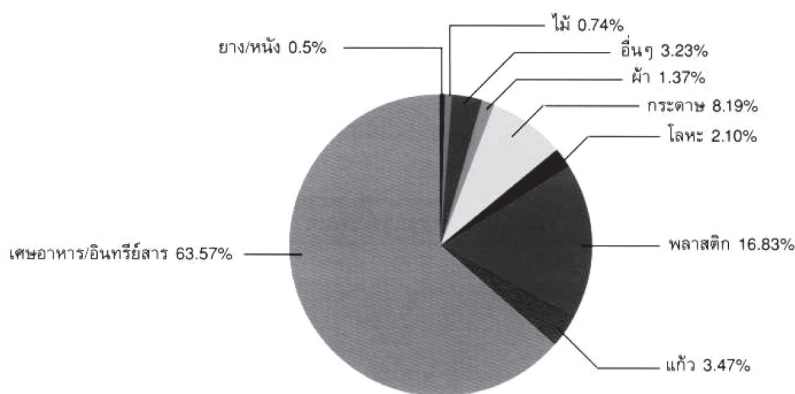
TYPE OF PLASTIC	PRODUCTS MADE FROM RECYCLED PLASTIC
Plastic # 	• Carpet • Fleece wear • Luggage
Plastic # 	• Garden edging • Flower pots • Drainage pipes
Plastic # 	• Plastic toys • Compost bins • Plastic lumber
Plastic # 	• Brooms • Ice scrappers • Pallets
Plastic # 	• Office and desk accessories (i.e. rulers) • Light switch plates • Thermal insulation

รูปที่ 2 สัญลักษณ์พลาสติกรีไซเคิลและตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากพลาสติกรีไซเคิลแต่ละชนิด [7]

4. ดังขยะอันตราย (ถังสีเทาฟ้าสีส้ม) ใช้ทิ้งขยะที่ปนเปื้อนสารพิษหรือขยะอันตรายที่เกิดจากบ้านเรือนหรืออาคารทั่วไป เช่น ขยะพวกหลอดไฟ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ อุปกรณ์ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ขวดหรือกระป๋องบรรจุสารเคมี เช่น ยาฆ่าแมลงและยุง สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาด เป็นต้น รวมทั้งยารักษาโรคและเครื่องสำอางที่เก่าหรือเสื่อมคุณภาพ

ส่วนประกอบของขยะ

ส่วนประกอบของขยะในแต่ละพื้นที่หรือประเทศหรือภูมิภาค มักมีความแตกต่างกันในด้านสัดส่วน เนื่องจากความแตกต่างในหลายด้านของแต่ละพื้นที่ เช่น กิจกรรม วัฒนธรรม ฐานะทางเศรษฐกิจ ค่านิยม และระดับการพัฒนาในพื้นที่ เป็นต้น สำหรับในประเทศไทย พบว่าปริมาณขยะในเขตเทศบาล มีสัดส่วนของเศษอาหารและขยะที่เป็นสารอินทรีย์มากที่สุด คือ ร้อยละ 63.57 รองลงมา ได้แก่ พลาสติก กระจาดาย แก้ว โลหะ ผ้า ไม้ ยางหรือหนัง ตามลำดับ ส่วนที่เหลือเป็นขยะอื่นๆ [8] ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ส่วนประกอบขยะของเทศบาลทั่วประเทศ [8]

สถานการณ์ขยะของไทย

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้เผยแพร่ข้อมูลล่าสุดของสถานการณ์ขยะของไทย ไว้ในเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2548 ว่าในปี 2548 คาดว่าจะมีปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนเกิดขึ้นประมาณ 14.3 ล้านตัน ซึ่งลดลงจากปี 2547 ประมาณ 0.3 ล้านตัน โดยเกิดในเขตเทศบาลและเมืองพัทยาประมาณวันละ 12,635 ตัน (ร้อยละ 32) นอกเขตเทศบาลซึ่งครอบคลุมพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลทั้งหมดเกิดขึ้นวันละ 18,295 ตัน (ร้อยละ 47) และในเขตกรุงเทพมหานครประมาณวันละ 8,340 ตัน (ร้อยละ 21) ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยในกรุงเทพมหานครลดลงเนื่องจากการดำเนินการลดและคัดแยกขยะมูลฝอย การเรียกคืนซากบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการรณรงค์ลดการใช้พลาสติกและโฟมในห้างสรรพสินค้าและร้านสะดวกซื้อต่างๆ สำหรับในเขตเทศบาลมีสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่ถูกต้องหลัก

สาขาวิชา 117 แห่ง แบ่งเป็นฝั่งกลบอย่างถูกหลักสาขาวิชา 104 แห่ง เตาะเผา 3 แห่ง ระบบผสม ผสาน 3 แห่ง และได้รับสนับสนุนงบประมาณเพิ่มอีก 7 แห่ง ซึ่งทำให้กำจัดขยะมูลฝอยได้ร้อยละ 43 ของปริมาณที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลทั่วประเทศ ส่วนชุมชนนอกเขตเทศบาลส่วนใหญ่ยังไม่มีสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่ถูกหลักสาขาวิชา [9]

หลักการจัดการขยะ

หลักการจัดการขยะใช้หลักการเกี่ยวกับการจัดการของเสียประเภทอื่น ๆ กล่าวคือ มี 2 หลักการใหญ่ ๆ คือ การลดปริมาณและการกำจัด [1, 10] ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ คือ การเก็บรวบรวม การขนส่ง และการกำจัด โดยการคัดแยกขยะ อาจแทรกอยู่ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมที่แหล่งกำเนิดตั้งแต่ต้น หรือทำการคัดแยกเป็นขยะชนิดย่อยๆ หลังจากการขนส่งไปถึงศูนย์รีไซเคิลก็ได้

การลดปริมาณขยะ

การลดปริมาณขยะให้เหลือขยะที่จะต้องนำไปกำจัดในปริมาณน้อยที่สุด เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกที่จะต้องคำนึงถึงในการจัดการ และเน้นให้มีการลดปริมาณขยะที่แหล่งกำเนิด (source reduction) การลดปริมาณขยะสามารถทำได้ดังนี้

1. การลดขยะในชีวิตประจำวัน ประชาชนหรือผู้บริโภคสามารถเลือกปฏิบัติได้หลายแนวทางตามความเหมาะสม โดยมีการเสนอแนวทางหรือวิธีการที่คล้ายคลึงกันหรือสอดคล้องกันและบางวิธีการมีการซ้ำซ้อนหรือเป็นวิธีเดียวกันแต่แบ่งแยกหรือรวมหัวข้อไว้แตกต่างกันบ้าง ดังนี้ [1, 4, 11-13]

1.1 ปฏิเสธหรือหลีกเลี่ยงการซื้อหรือใช้สิ่งของหรือบรรจุภัณฑ์ที่กำจัดยากหรืออาจก่อปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม เช่น กล่องโฟม ถุงพลาสติก และแบตเตอรี่รูปพร้อมด้วย เป็นต้น

1.2 หลีกเลี่ยงการซื้อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้บรรจุภัณฑ์ห่อหุ้มหลายชั้น เช่น กาแฟหรือสินค้าประเภทขดที่บรรจุของเล็กสำหรับ 1 ถ้วย หลายๆ ของไว้ในซองใหญ่

1.3 หลีกเลี่ยงการเลือกซื้อสินค้าชนิดใช้ครั้งเดียว โดยเลือกใช้ชนิดเดิม หรือหลีกเลี่ยงการซื้อและใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานต่ำ

1.4 ไม่สนับสนุนร้านค้าที่กักเก็บและจำหน่ายสินค้าที่ใช้บรรจุภัณฑ์ฟุ่มเฟือย และไม่มีระบบเรียกคืนบรรจุภัณฑ์ใช้แล้ว

1.5 กรณีการเลือกผลิตภัณฑ์ประจำบ้านที่ใช้เป็นประจำ เช่น สบู่ยาสีฟัน ผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน ฯลฯ ให้เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดบรรจุใหญ่กว่า เนื่องจากใช้บรรจุภัณฑ์น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยน้ำหนักของบรรจุภัณฑ์

1.6 ลดหรืองดการบริโภคที่ฟุ่มเฟือย โดยเลือกใช้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับความต้องการ

1.7 เลือกซื้อหรือใช้สินค้าที่ส่งคืนบรรจุภัณฑ์หรือซากผลิตภัณฑ์สู่ผู้ผลิตได้ เช่น น้ำอัดลมชนิดบรรจุขวด แบตเตอรี่สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่บางยี่ห้อ และน้ำปลาชนิดขายขวดคืน เป็นต้น

1.8 เลือกซื้อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่รีไซเคิลได้ หรือมีส่วนประกอบของวัสดุรีไซเคิล เช่น ไปสการ์ดกระดาษ น้ำดื่มชนิดขวดพลาสติกใส (PET) พลาสติกหรือสินค้าที่มีสัญลักษณ์รีไซเคิล เป็นต้น

2. การลดปริมาณขยะด้วยหลัก 4 R ได้แก่

2.1 Reduce หมายถึง ลดการใช้ ใช้อย่างประหยัด หรือใช้เท่าที่จำเป็น เช่น ทำอาหารให้พอดีรับประทาน เลือกซื้อสินค้าที่ไม่บรรจุหีบห่อหลายชั้น ใช้ผ้าเช็ดหน้าแทนกระดาษทิชชู และใช้ถุงผ้าบรรจุสิ่งของแทนถุงพลาสติก เป็นต้น

2.2 Repair หมายถึง ซ่อมแซม เช่น ซ่อมแซมโต๊ะ เคียงที่ขาเกให้มีความแข็งแรงใช้งานได้ นาน ปะหรือซุนเสื้อผ้าที่ขาด และซ่อมแซมหุ้กะทะหรือด้ามมีด เป็นต้น

2.3 Reuse หมายถึง ใช้ซ้ำ เช่น

2.3.1 ซื้อและใช้สินค้าที่ออกแบบมาให้ใช้ได้มากกว่า 1 ครั้ง เช่น แบตเตอรี่ชนิดประจุไฟใหม่ได้ สินค้าบรรจุขวดพลาสติกหรือขวดแก้ว เป็นต้น

2.3.2 นำบรรจุภัณฑ์และวัสดุเหลือใช้อื่นๆ กลับมาใช้อีก เช่น ถุงผ้า ถุงหรือขวดพลาสติก ขวดแก้ว ก่องกระดาษ และก่องใส่ขนม เป็นต้น

2.3.3 ยืม เช่า หรือใช้สิ่งของหรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้บ่อยร่วมกัน เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร ชุดตกแต่งงานเลี้ยง เครื่องดูดฝุ่น และชุดแต่งงาน เป็นต้น

2.3.4 บริจาคหรือขายสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว เช่น หนังสือ เสื้อผ้า หมวก เฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์หรือเครื่องใช้สอยอื่นๆ เป็นต้น

2.3.5 ดัดแปลงและปรับแต่งบรรจุภัณฑ์เพื่อนำมาใช้ใหม่ เช่น นำขวดพลาสติกบรรจุน้ำดื่มมาประดิษฐ์เป็นสิ่งของประดับบ้านหรือกระถางแขวนใช้ปลูกต้นไม้ และนำขวดแก้วมาใช้เป็นแจกัน เป็นต้น

2.4 Recycle หมายถึง การนำกลับมาใช้ใหม่โดยนำขยะนั้นไปผ่านขั้นตอนการแปรรูปเป็นวัตถุดิบเพื่อส่งเข้ากระบวนการผลิตเป็นสินค้าชิ้นใหม่ กลับมาจำหน่ายหรือใช้ใหม่ เช่น เศษกระดาษ แปรรูปเป็นเยื่อกระดาษ ขยะพลาสติกแปรรูปเป็นเม็ดพลาสติก เศษแก้วหลอมเป็นวัตถุดิบในการผลิตแก้ว และน้ำมันพืชเก่าแปรรูปเป็นวัตถุดิบในการผลิตสบู่หรือผงซักฟอก เป็นต้น

3. การใช้ประโยชน์ขยะ การนำขยะไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ สามารถช่วยให้ปริมาณขยะรวมที่จะต้องกำจัดน้อยลง จึงจัดเป็นกลยุทธ์ในการลดปริมาณขยะด้วย เช่น

3.1 การใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน (energy recovery) ได้แก่

3.1.1 การเปลี่ยนแปลงด้านความร้อน เป็นการนำขยะย่อยสลายได้ และขยะรีไซเคิลบางชนิด เช่น เศษอาหาร ใบไม้ เศษไม้ กระดาษ และพลาสติก มาเผาในเตาเผาที่ถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิในการเผาไหม้ ควบคุมมลพิษทางอากาศ และกำจัดกากที่เหลือจากการเผา รวมทั้งปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่นๆ จะได้พลังงานในรูปก๊าซไอร้อน ซึ่งสามารถนำไปผลิตพลังงานในรูปของไอน้ำ น้ำร้อน และกระแสไฟฟ้าได้ หากเตาเผามีการติดตั้งระบบนำพลังงานกลับมาใช้ประโยชน์ เช่น หม้อต้มน้ำ และเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าจากไอน้ำ เป็นต้น

3.1.2 การเปลี่ยนแปลงด้านชีวภาพ เป็นการนำขยะย่อยสลายได้ พืชเศษอาหาร ใบไม้ หญ้า ไม้ และกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีววิทยา มาหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic digestion) หากมีการวางระบบรวบรวมและแยกก๊าซ จะได้ก๊าซมีเทนที่สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม หรือนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงเหลว ส่วนกากที่ได้จากการหมักสามารถนำไป

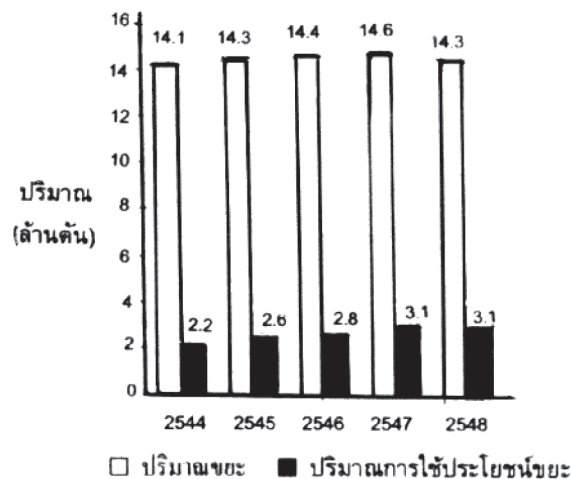
ใช้ประโยชน์ในการเกษตรต่อไปได้ด้วย

3.2 การใช้ประโยชน์ด้านเกษตรกรรมและปศุสัตว์ (agricultural and feeding application) เป็นการนำขยะที่ย่อยสลายได้ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ใช้ทำเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ คือ ใช้เลี้ยงปลา สุกร ไก่ และการหมักทำปุ๋ยน้ำชีวภาพ เป็นต้น

3.3 การใช้ถมที่หรือปรับพื้นที่ เป็นการนำขยะทั่วไป ขยะจากการก่อสร้างหรือรื้อถอนอาคาร กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย ถ้ำและกากของเสียอื่นที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ขยะในด้านต่างๆ ข้างต้น มาปรับพื้นที่ โดยการถมขยะลงบนพื้นที่ที่เป็นหลุม บ่อ ถมถนนที่ชำรุด ขรุขระ หรือเพื่อยกระดับให้สูงขึ้น ซึ่งเมื่อปรับพื้นที่แล้วจะทำให้พื้นที่นั้นเป็นประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้ดีขึ้น เช่น ปลูกพืช สร้างสวนสาธารณะ สถานที่พักผ่อน และปลูกสร้างอาคารที่ไม่สูงมาก เป็นต้น [4, 12]

ปัญหาและอุปสรรคในการลดปริมาณขยะของประเทศไทย

ขั้นตอนสำคัญที่จะทำให้ขยะเป็นประโยชน์ได้อีก คือการคัดแยกขยะและแยกทิ้งตามประเภทของขยะ ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ตามความต้องการหรือขายได้ง่ายและราคาดี แต่ในประเทศไทยขั้นตอนนี้ยังไม่ค่อยได้ผล เนื่องจากประชาชนเห็นว่ารถเก็บขนขยะของเทศบาลเกือบทั้งหมดยังคงเป็นรถขนขยะแบบรวม เจ้าหน้าที่ประจำรถจะแยกเฉพาะขยะที่ขายได้ง่ายและแยกสะดวก เช่น เก็บขวดและกระดากกล่องแยกใส่กระสอบ ฉีกถุงพลาสติกที่ชาวบ้านใช้บรรจุขยะออกแล้วรวมไว้ขายเอง ทำให้ขยะที่รวมอยู่ในรถสกปรก ปะปน และปนเปื้อนกันเองจนเป็นที่น่ารังเกียจไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที เพราะต้องจ้างแรงงานคัดแยกและทำความสะอาดก่อน ทำให้ไม่คุ้มค่าที่จะรีไซเคิลนั่นเอง เห็นได้จาก รูปที่ 4 ซึ่งแสดงถึงปริมาณการใช้ประโยชน์ขยะยังมีต่ำมาก ทั้งๆ ที่ในรูปที่ 3 ได้แสดงส่วนประกอบของขยะที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มีมาก



รูปที่ 4 ปริมาณขยะและการใช้ประโยชน์ในปี พ.ศ. 2544-2548 (หน่วยเป็นล้านตัน) [9]

ตัวอย่างความสำเร็จในการพยายามลดปริมาณขยะ

การลดปริมาณขยะในประเทศไทยนั้น แม่ว่ายังคงมีปัญหาและอุปสรรคมากมาย แต่ปัจจุบัน ความพยายามของหน่วยงานที่มีหน้าที่โดยตรง เช่น กรมส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับท้องถิ่น ประกอบกับความร่วมมือและการมีส่วนร่วมของประชาชนในบางพื้นที่ ทำให้ปรากฏความสำเร็จจนกระทั่งใช้เป็น ตัวอย่างในการพยายามลดปริมาณขยะของประเทศไทยได้ [14] เช่น การจัดการของเทศบาลนคร พิษณุโลก เทศบาลนครระยอง ศูนย์วัสดุรีไซเคิลชุมชนแห่งแรกของประเทศไทย (ชุมชนซอยลาดพร้าว 101) การทำขยะหอม ธนาคารขยะ การรีไซเคิลขยะที่วัดสวนแก้ว จังหวัดนนทบุรี และธุรกิจจุ่มทอง จากกองขยะของโรงงานคัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิลวงษ์พาณิชย์ จังหวัดพิษณุโลก เป็นต้น สำหรับในต่างประเทศ ได้ให้ความสำคัญในการดำเนินการลดปริมาณขยะอย่างยิ่งโดยได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการลดปริมาณขยะ วางแผนการดำเนินการ ออกแบบกระบวนการ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่การกำหนดประเภทขยะ ภาชนะรองรับขยะ การเชิญชวนและมาตรการให้ประชาชนแยกขยะที่แหล่งกำเนิด การเก็บขน การลดปริมาณ สถานที่หรือศูนย์คัดแยกและรีไซเคิล การใช้ประโยชน์ขยะ และการกำจัดด้วยวิธีต่างๆ จนกระทั่งการกำจัดขั้นสุดท้าย รวมทั้งการกำหนดเป็นกฎหมาย เป็นต้น [4] ซึ่งมักมีการใช้เครื่องมือและเครื่องจักรและเทคโนโลยีราคาสูง

ในบทความนี้ขอยกตัวอย่างการลดปริมาณขยะด้วยการรีไซเคิลของศูนย์รีไซเคิลขยะในพื้นที่ Niagara Region ประเทศแคนาดา ซึ่งผู้เขียนได้ไปเยี่ยมชมในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม 2549 ในครั้งนั้น ผู้จัดการศูนย์ได้เล่าให้ฟังว่า ศูนย์ฯ แห่งนี้ทำกำไรได้ปีละประมาณ 1 ล้านดอลลาร์แคนาดาหรือประมาณ 33 ล้านบาท โดยมีกรดำเนินการภายในศูนย์ฯ ดังนี้

1. รถเก็บขนขยะนำขยะประเภทรีไซเคิลที่แยกทิ้งมาจากแหล่งกำเนิด มาเทกองลงบนพื้นที่ที่จัดไว้

2. คัดแยกขยะแต่ละชนิด เช่น กระดาษ พลาสติก โลหะ และแก้ว ด้วยเครื่องจักรที่ทันสมัยเป็นหลัก โดยเครื่องจักรแต่ละชุดจะใช้แยกขยะแต่ละชนิด ไม่รวมกัน และใช้แรงงานคนช่วยตรวจสอบและแยกละเอียดอีกครั้งในระหว่างที่ขยะถูกลำเลียงผ่านสายพาน ทั้งนี้ ขยะแต่ละชนิดจะถูกแยกเป็นชนิดย่อยๆ อีก เพื่อให้ขายได้ราคาดีหรือเหมาะสมต่อการนำไปแปรรูป เช่น

- 2.1 ขยะพวกกระดาษ แยกออกเป็น กระดาษกล่อง กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษพิมพ์ที่ตัดเป็นเส้นเล็กๆ กล่องกระดาษบรรจุเครื่องดื่ม และกระดาษโฆษณาสินค้าที่เคลือบมันและมีสีหลากหลาย เป็นต้น

- 2.2 พลาสติก แยกเป็นภาชนะพลาสติกสีขาว ภาชนะพลาสติกสีต่างๆ ภาชนะพลาสติกหนาที่ใช้บรรจุเครื่องดื่มหรือน้ำยาทำความสะอาด เป็นต้น

- 2.3 ขยะโลหะ แยกเป็นกระป๋องเครื่องดื่มอลูมิเนียม ชิ้นส่วนโลหะพวกเหล็ก และขยะโลหะชิ้นใหญ่ๆ เป็นต้น

3. มัดรวมขยะที่แยกละเอียดแล้ว (ยกเว้นพวกเศษแก้ว) ด้วยลวดโดยใช้เครื่องจักรสำหรับอัดและมัด ได้เป็นก้อนสี่เหลี่ยมขนาดประมาณหนึ่ง 1 ลูกบาศก์เมตร เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายไปกองรวมเตรียมไว้ขนส่งไปขายหรือแปรรูปที่โรงงาน

4. แปรรูปเศษแก้วเป็นเม็ดแก้วที่มีลักษณะคล้ายทรายละเอียด ให้ชื่อว่า “Ecoglass” ซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีโลหะหนัก นำมาบรรจุลงถุงพลาสติกขนาดประมาณถุงปุ๋ย (รูปที่ 5) แล้วนำมาบรรจุรวมในถุงผ้าที่มีขนาด ประมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร ขนย้ายไปพักเตรียมไว้เพื่อรอขายให้ แก่โรงงานอุตสาหกรรมสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าที่ใช้ทรายหรือแก้วเป็นวัตถุดิบ ทั้งนี้ กระบวนการทุกขั้นตอนในการแปรรูปนี้ใช้ระบบเครื่องจักรทั้งหมด ซึ่งผู้สนใจรายละเอียดของการรีไซเคิลเศษแก้วหรือกิจการของศูนย์ฯ แห่งนี้ สามารถติดต่อกับผู้จัดการศูนย์ฯ ทางอินเทอร์เน็ต ได้ที่ อีเมลล์ norman.kraft@regional.niagara.on.ca



NIAGARA
ECOGLASS
ABRASIF DE SABLAGE

L'abrasif de sablage le plus sécuritaire, le plus économique et le plus performant offert sur le marché

Sécurité:

- Aucune antenne de silice cristalline, aucun métaux lourds, produit moins de poussière que les abrasifs à base de sable de la même taille, sans chlorure significatif de sel.

Économique:

- 25 % à 30 % de réduction de matériel
- 20 % à 40 % de réduction de pression d'air
- 25 % à 40 % de réduction de temps comparativement au sable

Avantages:

- Fabriqué avec du verre recyclé
- Sans risque pour l'environnement
- Augmente la productivité
- Réduit le processus de corrosion
- Ne contient pas de métaux lourds
- Idéal pour les applications de secteur automobile et industriel
- Disponible en sacs de 22 kg (50 lbs), thermosé et blanche ou en sacs de 1500 kg (3300 lbs)

Granulométrie 20-35	Granulométrie 35-60
Auto, Laminé, équipement de construction avec de la rouille due à la peinture et autres produits à l'encre recommandés au profil de 3/4"	Construction Auto, Nive de terre, gravats, ciment, béton et au revêtement recommandé au profil de 1/2"
Instructions Pression 2 à 4.5 PSI	Directions Pression 2 à 4.5 PSI
Une valve d'entrée de pression est recommandée	Une valve d'entrée de pression est recommandée

Niagara Recycling, 4935, avenue Kent, Niagara Falls (Ontario) L2N 1J6
Téléphone: (905) 356-4141 • Télécopieur: (905) 356-3628 • Courriel: norman.kraft@regional.niagara.on.ca

Attention!
Lors de son utilisation comme abrasif pour le sablage, les mesures de sécurité suivantes doivent être respectées : porter un équipement de protection adéquat, des vêtements et des chaussures de sécurité, des gants de cuir, des protège-oreilles et un

รูปที่ 5 Ecoglass ที่ได้จากกระบวนการรีไซเคิลเศษแก้ว [7]

การกำจัดขยะ

หลังจากการคัดแยกขยะ และนำขยะที่ยังใช้ประโยชน์ได้ไปดำเนินการแล้ว ในที่สุดจะยังคงเหลือขยะที่จะต้องจัดการอีก คือการนำมากำจัดตามหลักวิชาการ โดยจะแยกการกำจัดขยะออกจาก การกำจัดขยะอันตราย เนื่องจากมีวิธีการแตกต่างกัน โดยวิธีการกำจัดขยะที่นิยมมี 3 วิธี คือ การเผาในเตาเผา การฝังกลบ และการหมักทำปุ๋ย [1, 3-5]

วิธีการกำจัดขยะโดยการฝังกลบและผลกระทบ

การฝังกลบเป็นวิธีที่นิยมและเหมาะสมที่สุดในการกำจัดขยะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่กำลังพัฒนา เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการลงทุนไม่มากและการดำเนินการไม่ยุ่งยากนัก แต่ต้องใช้พื้นที่มาก ซึ่งไม่เป็นปัญหามากสำหรับประเทศเหล่านี้ [1, 3, 4] ผลกระทบสิ่งแวดล้อมหรือปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการฝังกลบขยะ [5, 11] มักจะส่งผลโดยตรงแก่ชุมชนที่ตั้งอยู่ชิด ใกล้เคียง หรือเป็นทางผ่านของสถานที่ฝังกลบขยะ ได้แก่

1. ปัญหาด้านอากาศ เช่น

1.1 กลิ่นรบกวนจากขยะขณะขนส่ง เทกอง และระหว่างอยู่ในหลุมฝังกลบ รวมทั้งกลิ่น

ของน้ำชะขยะที่ทำการบำบัด เป็นต้น

1.2 ขยะปลิว เนื่องจากไม่มีการปิดคลุมด้านบนของขยะหลังจากหยุดเทกองในแต่ละวัน หรือปิดคลุมไม่ดีหรือไม่ทั่วถึง

1.3 ฝุ่นจากการขนส่ง ฝุ่นฟุ้งกระจายขณะเทกอง เคลือบและบดอัด

1.4 ก๊าซ ที่ได้จากการย่อยสลายของขยะที่อยู่ในหลุมฝังกลบ เช่น มีเทน (CH_4) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และแอมโมเนีย (NH_3) นั้น ในส่วนของ CH_4 เป็นก๊าซที่ติดไฟง่ายและเบา กว่าอากาศ ถ้ามีปริมาณมากจะมีแรงดันออกทุกทิศทาง ประกอบกับในหลุมฝังมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง เนื่องจากกระบวนการย่อยสลาย ดังนั้น หากในหลุมฝังไม่มีระบบระบายก๊าซหรือควบคุมดูแลไม่ดีอาจ เกิดระเบิดหรือไฟไหม้ สำหรับ H_2S และ NH_3 เป็นก๊าซที่มีกลิ่นจะก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นด้วย

2. ปัญหาด้านน้ำ เช่น น้ำเสียปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำและน้ำใต้ดิน เนื่องจากการซึมของน้ำชะขยะหรือน้ำฝนที่ไหลผ่านผิวหน้ากองขยะ

3. ปัญหาเสียงรบกวนหรือเสียงดังเกินไปขณะเครื่องจักรทำงาน

4. ปัญหาด้านสุขอนามัยของชุมชนและผู้ปฏิบัติงาน เช่น โรคภัยไข้เจ็บที่มีแมลงและหนู เป็นพาหะ เนื่องจากถ้าการดำเนินการถมฝังขยะไม่ได้มาตรฐานจะมีแมลง นก หนู และสัตว์นำโรคมานกิน และปัญหาสุขภาพจากเสียง กลิ่น ฝุ่น รวมทั้งปัญหาความเครียดและสุขภาพจิต ซึ่งอาจจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงหรือขาดสมาธิ เป็นต้น

การฝังกลบขยะแบบถูกหลักสุขาภิบาล

การฝังกลบขยะที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ คือ การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (sanitary landfill) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ขยะอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถออกมาเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม และถูกสุขลักษณะ โดยวิธีการถม ฝัง กลบขยะอย่างเหมาะสม และปล่อยให้เกิดกระบวนการย่อยสลายขยะตามธรรมชาติภายในหลุมฝัง ซึ่งมีสิ่งสำคัญ ดังนี้

1. การเตรียมการ

ด้วยเหตุที่การฝังกลบขยะอาจก่อให้เกิดผลกระทบหลายประการ จึงจำเป็นต้องมีมาตรการป้องกันที่เหมาะสม โดยพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเตรียมการก่อนเริ่มดำเนินการ ดังนี้

1.1 ความรู้-ความเข้าใจ บุคลากรทุกระดับที่เกี่ยวข้องควรได้รับความรู้และความเข้าใจในการฝังกลบขยะ เพื่อการปฏิบัติอย่างถูกต้องเหมาะสมในหน้าที่ และมั่นใจในความปลอดภัยของการดำเนินการฝังกลบขยะ เพื่อประสิทธิภาพในการทำงานของตนและสามารถช่วยชี้แจงแก่ผู้ที่ไม่แน่ใจได้ เป็นต้น

1.2 มาตรการป้องกัน-แก้ไขผลกระทบ ต้องมีข้อกำหนดในการปฏิบัติงานทุกขั้นตอน และติดตามการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เป็นระบบ สามารถตรวจสอบได้ มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล มาตรการด้านสุขภาพสำหรับบุคลากร มีการเผยแพร่ และประชาสัมพันธ์ขั้นตอนและผลการดำเนินการ รวมทั้งมีโครงการให้ความรู้แก่สาธารณชน [1, 3-5, 11, 16]

2. การเลือกที่ตั้งของสถานที่ฝังกลบขยะ

สถานที่ฝังกลบขยะ หมายถึง สถานที่ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทั้งหมดในการดำเนินการฝังกลบขยะ ที่สำคัญ คือ หลุมฝังกลบ ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำชะขยะ และพื้นที่กันชน โดยจะต้อง

พิจารณาถึงความเหมาะสมของสถานที่ตั้งเป็นอันดับแรก ซึ่งเกี่ยวข้องกับระยะทางการขนส่งขยะมายังสถานที่ฝังกลบ การเข้าถึงและสภาพแวดล้อมของสถานที่ฝังกลบ โดยมีข้อควรพิจารณา ดังนี้

2.1 ระยะทางการขนส่ง ควรสั้นที่สุดและหลีกเลี่ยงการขนส่งผ่านชุมชนเท่าที่จะเป็นไปได้ ทั้งกรณีที่ขนส่งจากแหล่งกำเนิดขยะถึงสถานที่ฝังกลบ หรือจากสถานีขนถ่ายย่อยซึ่งอาจเรียกว่า สถานีเก็บกักขยะชั่วคราวถึงสถานที่ฝังกลบ เพื่อประหยัดค่าขนส่ง ช่วยลดปัญหาขยะตกค้างในแต่ละวัน และหลีกเลี่ยงเหตุร้องเรียนจากชุมชน อันอาจเกิดจากการหกหล่น รั่วไหลและการรบกวนกิจกรรมตามปกติของชุมชน เป็นต้น

2.2 การเข้าถึงสถานที่ฝังกลบ มีทางเข้าออกสถานที่ฝังกลบสะดวก และถนนแข็งแรง ได้รับการบดอัดอย่างดี

2.3 สภาพแวดล้อมสถานที่ฝังกลบ ควรเป็นไปตามเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ของสถานที่ฝังกลบขยะ [3] ที่ได้กำหนดข้อจำกัดไว้ดังนี้

2.3.1 ไม่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 และ 2

2.3.2 ตั้งอยู่ห่างจากแนวเขตโบราณสถาน ไม่น้อยกว่า 1 กิโลเมตร

2.3.3 ตั้งอยู่ห่างจากแนวเขตสนามบิน ไม่น้อยกว่า 5 กิโลเมตร

2.3.4 อยู่ห่างจากบ่อน้ำดื่มหรือโรงผลิตน้ำประปาในปัจจุบันไม่น้อยกว่า 700 เมตร

2.3.5 ควรอยู่ห่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติหรือแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างรวมทั้งพื้นที่ชุ่มน้ำ ไม่น้อยกว่า 300 เมตร ยกเว้น แหล่งน้ำที่ตั้งอยู่ในสถานที่ฝังกลบ

2.3.6 ไม่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหว รอยเลื่อน หลุมยุบ แผ่นดินถล่ม และมีการวิเคราะห์รากฐานที่รองรับภาระและแรงกดลงจากการฝังกลบ และสภาพการทรุดตัวภายหลังการฝังขยะ

2.3.7 ควรเป็นที่ดอน มีระดับน้ำใต้ดินลึก หรือระดับก้นหลุมฝังกลบต้องอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินสูงสุดไม่น้อยกว่า 1 เมตร ยกเว้นมีการออกแบบพิเศษ เช่น เป็นบ่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นต้น

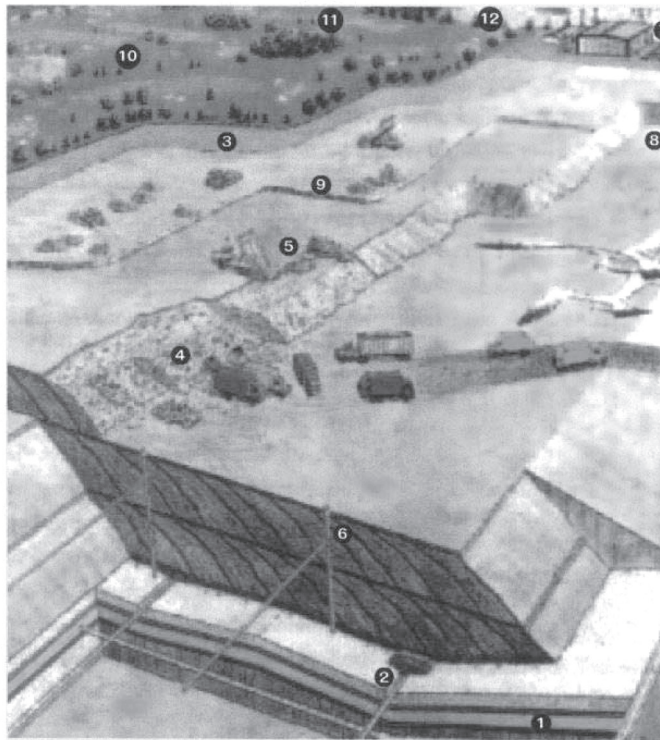
2.3.8 ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ ควรเป็นชั้นดินหรือชั้นหินตามธรรมชาติ ซึ่งน้ำหรือของเหลวซึมผ่านได้ยาก

2.3.9 มีเนื้อที่เพียงพอสำหรับใช้ฝังกลบขยะได้ประมาณ 20 ปี

3. การสร้างหลุมฝังกลบขยะ (รูปที่ 6) ควรมีลักษณะที่สำคัญ [1, 3, 4] ดังนี้

3.1 หลุมฝังกลบขยะต้องมีวัสดุกันซึมปูด้านในของหลุมโดยรอบ ทั้งที่พื้นล่างและด้านข้างก่อนทำการเทกองขยะและหลังจากเทกองเต็มหลุมหรือต้องการปิดหลุมเมื่อเลิกใช้พื้นที่ โดยอาจใช้ดินเหนียวหรือแผ่นวัสดุสังเคราะห์ที่มีค่าการซึมผ่านของน้ำต่ำ ซึ่งตามมาตรฐานอาจจะเป็นชั้นดินเหนียวดัดหนา 60 เซนติเมตร มีค่าการซึมผ่านของน้ำไม่เกิน 1×10^{-7} เซนติเมตรต่อวินาที หรือใช้แผ่นพลาสติกชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene: HDPE) ที่มีความหนาน้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ปูภายในโดยรอบ 1 ชั้น แทนชั้นดินเหนียวดังกล่าว

3.2 มีมาตรการป้องกันและควบคุม ดังต่อไปนี้ คือ มีระบบรวบรวมและนำน้ำชะขยะออกจากหลุมฝังกลบ ระบบระบายและควบคุมก๊าซซึ่งเกิดขึ้นจากการย่อยสลายของขยะภายในหลุม



วิธีฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

1. ดินเหนียวบดอัดแน่นกับแผ่นพลาสติกกรองพื้น
2. ท่อรวบรวมน้ำชะขยะมูลฝอยเพื่อนำไปบำบัด
3. บ่อตรวจสอบการปนเปื้อนของน้ำบาดาล
4. ขยะมูลฝอยในระหว่างการเทและบดอัดแน่น
5. ดินกลบขยะมูลฝอยในแต่ละวัน
6. ท่อระบายก๊าซ
7. การใช้ก๊าซผลิตไฟฟ้า
8. การใช้ดินเหนียวปิดกลบครั้งสุดท้าย
9. รางระบายน้ำฝนรอบพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย
10. การใช้ประโยชน์พื้นที่หลังการฝังกลบเป็นสนามกอล์ฟ
11. ใช้พื้นที่เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ
12. สภาพหลังการฝังกลบเสร็จสิ้นสมบูรณ์

รูปที่ 6 หลุมฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล [11]

ออกจากหลุมฝังกลบ และระบบระบายน้ำฝนหรือหยาดน้ำฟ้าที่ตกลงบนด้านบนของหลุมฝังกลบ

3.3 มีระบบบำบัดน้ำชะขยะที่รวบรวมออกจากหลุมฝัง

3.4 มีบ่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดินหรือบ่อสังเกตการณ์ ซึ่งอยู่ภายนอกหลุมฝังตามแนวทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน

4. การจัดการพื้นที่กันชนหรือพื้นที่กันชน (buffer zone) หมายถึงพื้นที่โดยรอบภายในอาณาเขตของสถานที่ฝังกลบจากขอบพื้นที่ถึงหลุมฝังกลบหรือระบบบำบัดและกำจัดของเสีย ซึ่งควรกว้างเพียงพอ โดยอาจจัดเป็นพื้นที่ปลูกต้นไม้ ถนน คูระบายน้ำ และอาคาร เพื่อปิดกั้นสายตา ลดปัญหาด้านทัศนียภาพจากการฝังกลบ ลดฝุ่นระหว่างการถมฝังและกลิ่นรบกวนสู่ภายนอก

โศกนาฏกรรมจากหลุมฝังกลบขยะ

ผลกระทบที่รุนแรงจากการฝังกลบขยะได้เป็นที่ประจักษ์แก่ชาวโลกครั้งแรกในช่วงทศวรรษของ ค.ศ. 1970 กล่าวคือ ชาวบ้านในชุมชนที่พ็อทอาศัยในแถบ Love Canal บริเวณน้ำตกในอากา รัฐนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา มีปัญหาสุขภาพที่แตกต่างจากปกติโดยหาสาเหตุไม่ได้ เช่น มีอาการเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งมากขึ้น ภาวะการเกิดที่ผิดปกติ และการแท้งลูก เป็นต้น ในที่สุดพบว่าความผิดปกติเหล่านั้นมีสาเหตุมาจากสารพิษใต้พื้นที่ เนื่องจากบริเวณนี้เดิมเคยใช้เป็นที่ถมฝังขยะและของเสียอุตสาหกรรมหลากหลายชนิดมาก่อนแล้วเปลี่ยนเจ้าของที่ดินมาเรื่อยๆ จนเป็นที่ตั้งหมู่บ้าน ต่อมาในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 1978 รัฐบาลได้ประกาศให้เป็นพื้นที่อันตราย และเคลื่อนย้ายครัวเรือนทั้งหมด 1004 ครอบครัวออกนอกพื้นที่ รวมทั้งได้ทุ่มเงินจำนวนมหาศาลในการทำความสะอาดพื้นที่นี้ จนเป็นที่มาของการจัดตั้งกองทุน Superfund ขึ้นในปี ค.ศ. 1980 เพื่อใช้เป็นค่าฟื้นฟูและทำความสะอาดพื้นที่ที่ทิ้งของเสียทุกแห่งในสหรัฐอเมริกาตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา บทเรียนจาก Love Canal ทำให้ประเทศที่พัฒนาแล้วหันมาให้ความสนใจในการทำความสะอาดที่ฝังของเสียโดยเฉพาะอย่างยิ่งของเสียอันตรายทั้งในเนเธอร์แลนด์และประเทศในสหภาพยุโรป [16] แต่ในบทความนี้ขอยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่ The Payatas Disposal Facility ในกรุงมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์ เนื่องจากเป็นพื้นที่ทิ้งขยะที่เกิดจากชุมชน และเป็นประเทศกำลังพัฒนาเช่นเดียวกับประเทศไทย โดย The Payatas Disposal Facility เป็นที่ทิ้งขยะของเทศบาล ตั้งแต่ ค.ศ. 1973 หรือกว่า 30 ปีมาแล้ว โดยไม่มีมาตรการทางวิศวกรรมตามหลักวิชาการของสถานที่ฝังขยะ ปัจจุบันมีขยะสะสมอยู่มากกว่า 3.38 ล้านลูกบาศก์เมตร เกิดเป็นกองขยะมหาศาลที่ไม่มีการจัดการที่เหมาะสม ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในบริเวณนั้นและชุมชนข้างเคียง โดยผ่านทางน้ำชะขยะที่มีสารพิษปนเปื้อน และก๊าซที่เกิดจากกองขยะอยู่เนืองๆ จนกระทั่ง ใน ค.ศ. 2000 ได้เกิดโศกนาฏกรรมครั้งสำคัญขึ้น กล่าวคือ ภูเขาของขยะในพื้นที่นี้ได้ถล่มทลายลงอย่างรุนแรง ราวกับเกิดพายุ ทำให้ขยะทับถมลงมาท่วมเต็มกระท่อมของชุมชนที่อยู่ติดกัน เป็นเหตุให้มีชาวบ้านและคนทำงานในพื้นที่ตายกว่า 100 คน [17]

สำหรับในประเทศไทย ยังไม่เคยเกิดเหตุการณ์รุนแรงขนาดที่จะเรียกได้ว่าเป็นโศกนาฏกรรม แต่ก็มีกรรือเรียนเกี่ยวกับมลพิษจากกองขยะ และการคัดค้านต่อต้านพื้นที่ฝังขยะใกล้บ้าน (NIMBY: Not In My Back Yard) อยู่เนืองๆ

การฟื้นฟูสถานที่ฝังกลบขยะ

การฟื้นฟูสถานที่ฝังกลบขยะควรเลือกวิธีการที่มีประสิทธิภาพและคุ้มกับค่าใช้จ่าย (cost-effective way) ซึ่งในความเป็นจริงมักเป็นไปได้ เนื่องจากมักใช้งบประมาณจำนวนมหาศาล ดังตัวอย่างของสหรัฐอเมริกาที่มีการใช้เงินในโครงการนี้สูงถึงหลายพันล้านดอลลาร์ รวมทั้งต้องมีการติดตามผลในระยะยาว อย่างไรก็ตามการฟื้นฟูตามหลักวิชาการพบว่ามี 2 แนวทางหลัก คือ

1) การขุดและขนย้ายสิ่งปนเปื้อน เช่น ดิน น้ำ ถังบรรจุของเสีย ขยะ และอื่นๆ ออกจากพื้นที่ไปกำจัดหรือบำบัดแล้วฝังในสถานที่ฝังกลบที่ปลอดภัย (secure landfill) ซึ่งโดยปกติจะใช้สำหรับฝังกลบของเสียอันตราย

2) ทำการบำบัดสิ่งปนเปื้อนบนพื้นที่เดิมนั้น แต่ส่วนใหญ่มักใช้วิธีหยุดการใช้พื้นที่และนำสิ่ง

ปนเปื้อนออกไปกำจัดในพื้นที่อื่นพร้อมทั้งทำความสะอาดพื้นที่เดิม ซึ่งบางกรณีอาจมีการสูบน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนขึ้นมาบำบัดและอัดน้ำสะอาดลงไปแทนที่ สำหรับวิธีการบำบัดสิ่งปนเปื้อนที่ขุดออกมาจากพื้นที่ที่มีหลายวิธี เช่น การบำบัดด้วยความร้อนหรือเผาในเตาเผาที่ควบคุมตามหลักวิชาการ (thermal treatments) การสกัดเอาสารพิษออกมากำจัด (extraction treatments) และการบำบัดโดยใช้จุลินทรีย์ (bioremediation treatments) เป็นต้น โดยวิธีนี้อาจกระทำในพื้นที่เดิมก็ได้ เรียกว่า in situ bioremediation [16]

เทคนิควิธีการในการฟื้นฟูและทำความสะอาดพื้นที่ฝังกลบที่เป็นปัญหาที่กล่าวถึงจัดเป็นนวัตกรรมใหม่ [16] ซึ่งประเทศไทยยังไม่มีประสบการณ์และต้องใช้งบประมาณสูงมาก ดังนั้นในบทความนี้จึงขอเสนอแนวคิดการฟื้นฟูสถานที่ฝังกลบขยะที่เคยเกิดขึ้นที่ the Payatas Disposal Facility in Metro Manila, Philippines เนื่องจากสภาพปัญหา และฐานะทางเศรษฐกิจไม่ต่างกันมาก ประกอบกับมีพฤติกรรมคล้ายๆกันเพื่อนำไปขายเป็นรายได้เลี้ยงครอบครัวเช่นกัน โดยตัวอย่างแนวคิดนี้เกิดจากผลงานวิจัยที่นำเสนอใน “The 2nd International Conference on Sustainable Heritage Development: Environmental, Cultural, Economic and Social Sustainability” ที่ประเทศเวียดนาม ในช่วงวันที่ 9-12 มกราคม 2549 งานวิจัยนี้ทำขึ้นเพื่อแก้ไข ป้องกันปัญหาอันเกิดจากหลุมฝังกลบขยะด้วยแนวคิดตามหลักการความยั่งยืน ซึ่งน่าสนใจมากจนได้รับรางวัล the Mondialogo Engineering Award Special Jury Recognition for Outstanding Achievement สำหรับในการประชุมนี้ได้นำเสนอในหัวข้อชื่อ “A Sustainable Approach to the Remediation of the Payatas Disposal Facility in Metro Manila, Philippines” [17] ศึกษาโดยทีมงานของ Division of Environmental Science & Engineering, National University of Singapore (NUS) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการใหญ่ ที่ร่วมงานกันระหว่างทีมงานคณะวิศวกรรมศาสตร์ของ NUS และ University of the Philippines, Diliman, Metro Manila การศึกษาเพื่อฟื้นฟูพื้นที่นี้ของทีมงานเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับภาวะการณ์ในปัจจุบันที่ทรัพยากรเริ่มขาดแคลน ซึ่งจัดว่าเป็นการเสนอแนวทางตามหลักคิดเพื่อความยั่งยืนโดยแท้ กล่าวคือ หากดูร่วมระหว่างสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม [18, 19] โดยการออกแบบทางวิศวกรรมที่รับมือกับปัญหาการปนเปื้อนของน้ำชะขยะ (leachate contamination) มีการพิจารณาเกี่ยวกับความไม่มั่นคงทางธรณีเทคนิค (geotechnical instability) การจัดการก๊าซที่เกิดในหลุมฝัง (landfill gas generation) และเรื่องเกี่ยวกับสุขภาพและความปลอดภัยอื่นๆ ใน Payatas Disposal Facility in Metro Manila, Philippines โดยทีมงานได้เสนอการออกแบบเพื่อปรับปรุงและเพิ่มเติมระบบจัดการ (facility) ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องขึ้นในพื้นที่ทิ้งขยะแห่งนี้ ในขณะที่ยังคงใช้สถานที่นี้ฝังขยะได้อย่างต่อเนื่อง และชาวบ้านซึ่งยากจนก็ยังคงหาประโยชน์หรือยังชีพจากกองขยะนี้ได้อย่างปลอดภัย [20] การฟื้นฟูตามงานวิจัยนี้น่าจะเป็นแนวทางสำหรับประเทศไทยได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการจัดการขยะจากชุมชน วิศวกรผู้ออกแบบสถานที่ฝังกลบขยะ นักสิ่งแวดล้อมที่ต้องศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากพื้นที่ฝังกลบ หน่วยงานราชการ และ NGO รวมทั้งครู อาจารย์ที่มีหน้าที่ให้ความรู้ด้านนี้แก่ลูกศิษย์และชุมชนทั้งหลาย นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจากทีมงานอื่นที่ศึกษาเกี่ยวกับหลักการความยั่งยืน โดยได้กำหนดว่าเทคโนโลยีที่ใช้ต้องเหมาะสมและ/หรือตอบสนองวัตถุประสงค์ในการฟื้นฟูพื้นที่ที่ตั้งนี้ คือ [20]

1. ความลาดเอียง (slope anchors) ของภูเขาทองขยะหรือหลุมฝังกลบจะต้องมีความมั่นคงทางธรณีเทคนิค
2. มีแนวกันการซึมผ่านของน้ำชะขยะหรือมีชั้นกันซึมที่มีประสิทธิภาพ
3. มีชั้นปิดด้านบน (cap) หลุมฝังกลบที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ เพื่อป้องกันน้ำฝนซึมลงไปชะขยะในหลุมฝังกลบ และมีระบบระบายน้ำด้านบนโดยรอบหลุมฝังกลบเพื่อระบายน้ำด้านบนหลุม
4. มีระบบบำบัดน้ำชะขยะที่เกิดขึ้นภายในหลุมฝังกลบด้วยจุลินทรีย์แบบกึ่งใช้ออกซิเจน (facultative lagoon) และระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมหรือบึงประดิษฐ์ (constructed wetland system) โดยมีการหมุนเวียนน้ำชะขยะที่บำบัดแล้วกลับมาใช้ในพื้นที่อีก
5. มีการใช้ประโยชน์จากก๊าซที่เกิดในหลุมฝังขยะเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ ในพื้นที่
6. มีสถานที่ อุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบการนำวัสดุหรือสิ่งมีค่าจากกองขยะกลับคืน (material recovery facility) เพื่อให้เกิดรายได้ มีสิ่งแวดล้อมที่ปลอดภัย และมีสุขอนามัยแก่ชาวชุมชนท้องถิ่นที่หาประโยชน์จากกองขยะนี้ต่อไป
7. มีมาตรการด้านความปลอดภัยของคนทำงานฝังกลบขยะ จัดระบบและให้ความรู้แก่ประชาชนที่เข้ามาหาประโยชน์จากขยะในพื้นที่

ความคิดเห็นของผู้เขียนเกี่ยวกับการฟื้นฟูหลุมฝังกลบขยะ

แนวคิดการฟื้นฟูหลุมฝังกลบขยะ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในประเทศไทยได้ในพื้นที่ฝังกลบที่มีแผนที่จะดำเนินการในอนาคต เพื่อเป็นการป้องกันไว้ก่อนที่จะเกิดโศกนาฏกรรม และสำหรับพื้นที่ทิ้งขยะเก่าที่ไม่ได้ดำเนินการตามหลักวิชาการ แม้จะยังไม่ปรากฏเป็นโศกนาฏกรรมแต่ก็ไม่มีใครกล้าปฏิเสธว่าไม่มีปัญหาทางสิ่งแวดล้อม ผู้เขียนจึงขอเสนอแนวคิดที่ได้จากงานวิจัยข้างต้นและประสบการณ์ส่วนตัว ดังนี้

ที่ทิ้งขยะเก่า ซึ่งหยุดการทิ้งขยะมานานแล้วเนื่องจากเต็มพื้นที่หรือมีปัญหาคัดค้านร้องเรียน อาจดำเนินการดังนี้

1. ขอความร่วมมือหน่วยงานรับผิดชอบส่วนกลาง เช่น กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ฯลฯ และหน่วยงานท้องถิ่นพร้อมผู้นำ เช่น เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล กำนัน และผู้ใหญ่บ้าน ให้ดำเนินการเผยแพร่ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความจำเป็น ความสำคัญ และแนวทางในการจัดการขยะให้ถูกต้องเหมาะสมแก่ผู้เกี่ยวข้องทุกระดับ
2. จัดเตรียมพื้นที่ว่างในบริเวณสถานที่ทิ้งขยะนั้น แล้วขุดขยะเดิมขึ้นมาหมักทำปุ๋ย จะได้ปุ๋ยไว้ใช้ในกิจการของเทศบาล หรือแจก หรือจำหน่ายในราคาถูกให้เกษตรกรและชาวชุมชน นำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งมีบางเทศบาลในต่างจังหวัดได้ดำเนินการบ้างแล้ว แต่ควรมีการเผยแพร่ สนับสนุน และส่งเสริมอย่างจริงจังโดยให้ชาวชุมชนมีส่วนร่วม ซึ่งจะทำได้พื้นที่ว่างสำหรับใช้ทำหลุมฝังกลบอย่างถูกต้องหลักวิชาการใหม่ในพื้นที่เดิม หมุนเวียนกันไปเป็นวัฏจักรในที่สุด
3. สร้างทีมงานและกลุ่มอาสาสมัครประจำท้องถิ่น เพื่อเป็นกำลังสำคัญในการจัดการต่อไป โดยอาสาสมัครไม่จำเป็นต้องมีความรู้เฉพาะด้านนี้มาก่อนเสมอไป แต่ต้องมีจิตใจรักและต้องการมีส่วน

ร่วมในการรักษาสีสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสามารถจัดอบรมเพิ่มเติมความรู้และประสบการณ์ให้ได้

4. จัดให้มีการศึกษา วิจัย ออกแบบ และวางแผนสร้างพื้นที่ฝังกลบตามหลักวิชาการบนพื้นที่ที่ขุดขยะเดิมออกไปแล้วและพื้นที่ที่จัดหาเพิ่มเติมได้ โดยอาจจัดให้มีส่วนประกอบของสถานที่ฝังกลบขยะครบวงจรหรือมีเฉพาะส่วนที่จำเป็น ทั้งนี้ขึ้นกับพื้นที่และความเหมาะสมด้านอื่นของแต่ละท้องถิ่น ซึ่งส่วนที่จำเป็น คือ หลุมฝังกลบ ระบบรวบรวมน้ำชะขยะ ระบบรวบรวมก๊าซที่เกิดในหลุมฝังและระบบติดตามตรวจสอบการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม สำหรับส่วนประกอบอื่นที่ควรมีอาจใช้ร่วมกับชุมชนอื่น หรือใช้บริการจากศูนย์จัดการขยะที่มีอยู่แล้ว ส่วนกรณีสำหรับการจัดการขยะอย่างครบวงจรควรมีส่วนประกอบอื่นเพิ่มเติม คือ ระบบและพื้นที่คัดแยก สถานที่และกระบวนการรีไซเคิล การใช้ประโยชน์ก๊าซเป็นพลังงาน การหมักทำปุ๋ยซึ่งอาจทำไปพร้อมกับการขุดขยะเก่าที่ฝังไว้มาทำปุ๋ยด้วยการจัดระบบและความปลอดภัยสำหรับผู้ทำงานในพื้นที่ ซาเล้ง หรือชาวบ้านที่หาเลี้ยงชีพจากการเก็บขยะไปขาย เป็นต้น โดยอาจจ้างทีมศึกษา ขอความร่วมมือ หรือขอความช่วยเหลือทางวิชาการจากหน่วยงานหรือองค์กรที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันการศึกษาในพื้นที่ NGO และหน่วยงานภาครัฐ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยงานของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งรับผิดชอบโดยตรงและมีกองทุนสิ่งแวดล้อมที่อาจช่วยสนับสนุนชุมชนได้อีกทางหนึ่ง เป็นต้น

5. จัดการในพื้นที่โดยยึดหลักความยั่งยืนเช่นที่งานวิจัยที่ยกมาได้เน้นเป็นจุดสำคัญ โดยควรให้ความสำคัญเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยของผู้เกี่ยวข้องกับพื้นที่นี้ทุกกลุ่ม ซึ่งเบื้องต้นอาจผ่านทาง การให้ความรู้-เข้าใจ ตระหนัก มีทัศนคติที่ดีในการร่วมกันจัดการ และมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ อย่างเต็มใจและสม่ำเสมอ โดยปัจจุบันนี้ทุกองค์การบริหารส่วนตำบลจะมีโครงการและงบประมาณสำหรับจัดกิจกรรมเพื่อชุมชนโดยส่วนรวมอยู่แล้ว จึงอาจนำส่วนหนึ่งมาใช้สำหรับงานนี้ได้ด้วย

ที่ทิ้งขยะใหม่ ซึ่งมีแผนที่จะดำเนินการนั้น หน่วยงานรับผิดชอบต้องกำหนดและติดตามตรวจสอบให้ดำเนินการตามหลักวิชาการและเป็นไปตามเกณฑ์ ข้อกำหนด หรือกฎหมายเฉพาะด้าน คือ เกณฑ์ มาตรฐาน และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ซึ่งกำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ [3] อย่างเคร่งครัด โดยควรผ่านการศึกษาลักษณะทางสิ่งแวดล้อมและเผยแพร่ให้ประชาชนในพื้นที่รับทราบและยอมรับ ทั้งนี้ กรมควบคุมมลพิษได้จัดให้มีการศึกษาและวางรูปแบบศูนย์การจัดการขยะมูลฝอยครบวงจรไว้แล้ว โดยได้พิมพ์เผยแพร่ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2543 ซึ่งได้รวมในส่วนของศูนย์การกำจัดของเสียอันตรายจากชุมชนไว้ด้วย [21] แต่จนถึงปัจจุบันศูนย์ในลักษณะดังกล่าวยังไม่ปรากฏเป็นรูปธรรม ดังนั้น ประชาชน หน่วยงานรับผิดชอบของรัฐ และองค์กรเอกชน จึงควรร่วมกันผลักดันให้สถานที่ ฝังกลบขยะที่จะเกิดขึ้นอีกเป็นศูนย์ที่ครบวงจรให้ได้โดยเร็ว โดยอาศัยช่องทางความร่วมมือของประชาชนตามรัฐธรรมนูญฉบับปัจจุบันเป็นสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

1. White, P. R., Frank, M. and Hindle, P. 1995. Integrated Solid Waste Management: A Life Cycle Inventory. London. Black Academic & Professional. p. 63-83.
2. สถาบันความแห่งประเทศไทย. 2538. รวมกฎหมายสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งแรก. นนทบุรี. บริษัท มายด์ พับลิชชิ่ง จำกัด. หน้า 271.

3. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2542. เกณฑ์ มาตรฐาน และ แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร. curskhaladprawa. หน้า 6.
4. Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vigil, S. 1993. Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issue. New York. Mc.Graw - Hill, Inc. p. 10-904.
5. สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร. 2548. สถานการณ์การจัดการมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลใน กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพมหานคร. สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร. หน้า 28.
6. สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร. ไม่มีปีที่พิมพ์. แผ่นพับเผยแพร่ เรื่อง ทำไมต้องแยก ขยะ.
7. Niagara Region ประเทศแคนาดา. ไม่มีปีที่พิมพ์. แผ่นพับเผยแพร่ เรื่อง Help Curbwaste Put in its Proper Place.
8. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548. รายงานสถานการณ์มลพิษ ของประเทศไทย พ.ศ. 2547. กรุงเทพมหานคร. curskhaladprawa. หน้า 48-51.
9. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สรุปสถานการณ์มลพิษของ ประเทศไทย พ.ศ. 2548. ได้จาก http://pcd.go.th.info_serv/wastehzmanage.htm. 20 มีนาคม 2549.
10. Blackman, W C. Jr. 1995. Basic Hazardous Waste Management. 2nd Edition New York. CRC Press. p. 115-130.
11. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2547. การกำจัดขยะมูลฝอย แบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล. กรุงเทพมหานคร. curskhaladprawa. หน้า 1-8.
12. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. คู่มือแนวทางและข้อกำหนด เบื้องต้นการลดและใช้ประโยชน์ขยะ. ได้จาก http://pcd.go.th.info_serv/wastehzmanage.htm. 12 ตุลาคม 2548.
13. สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร. ไม่มีปีที่พิมพ์. คู่มือสนับสนุนการลดและแยก ขยะ มูลฝอย. กรุงเทพมหานคร. สำนักรักษาความสะอาด. หน้า 1-15.
14. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2546. กรณีความสำเร็จของการจัดการมลพิษ. กรุงเทพมหานคร. บริษัท อินทิเกรตเต็ด โปรโมชันเทคโนโลยี จำกัด. หน้า 33-53.
15. Royal Society of Chemistry. 1996. Simple Guide on Management and Control of Wastes. Wiltshire. Redwood Books Ltd. p. 38-48.
16. Page, G. W. 1997. Contaminated Sites and Environmental Cleanup. New York. Academic Press. p. 1-154.

17. Montefrio, M. J. 2006. A Sustainable Approach to the Remediation of the Payatas Disposal Facility in Metro Manila, Philippines. In: Kalantzis, M., Cope, B. and Galla, A. Editors. The Second International Conference on Sustainable Heritage Development: Environmental, Cultural, Economic and Social Sustainability. 9-12 January 2006. Hanoi and Halong Bay, Vietnam. p. 26.
18. Enger, E. D. and Smith, B. F. 1995. Environmental Science: A Study of Interrelationship. 5th Edition. Mexico City. Wm. C. Brown Communications, Inc. p. 332- 334.
19. ปรีชา เปี่ยมพงศ์สานต์. 2540. สิ่งแวดล้อมและการพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 90-93.
20. Montefrio, M. J., NG, K. S., Koh, L. Y., Torio, E., Chua, M. H., De Sales-Papa, L., and Obbard, J. P. A. Sustainable Approach to the Control and Remediation of Municipal Solid Waste Leachate at the Payatas Disposal Facility in Metro Manila, Philippines. เอกสารไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์จาก Professor Obbard Jeffrey Philip, Environmental Science and Engineering Program, Faculty of Engineering , Block E2, Level 5, 4 Engineering Drive 4, Singapore 117576.
21. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2543. การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร: คู่มือสำหรับผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. กรุงเทพมหานคร. บริษัท เรโพร เฮาส์ จำกัด. หน้า 5-30.

ได้รับบทความวันที่ 14 มิถุนายน 2549
ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 4 สิงหาคม 2549