

บทที่ 6

การลด การแยก และการรีไซเคิล

การลด การแยกขยะ เป็นการจัดการขยะที่แหล่งกำเนิด ทำให้ปริมาณขยะลด และสามารถนำขยะที่ยังใช้ประโยชน์ได้กลับมาใช้ใหม่ ทำให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ประหยัดพลังงาน ประหยัดทรัพยากรธรรมชาติ สามารถใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้นานขึ้น

หลักสำคัญในการจัดการขยะควรเริ่มต้นที่การส่งเสริมให้ประชาชนรู้จักวิธีการข้อควรปฏิบัติและประโยชน์ในการรักษาความสะอาด เช่น การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด วิธีการแยกขยะก่อนทิ้ง การทิ้งขยะให้ถูกประเภทของถัง เป็นต้น

6.1 การลดการเกิดขยะชุมชน (Municipal Waste Reduction)⁽¹⁾

การป้องกันและควบคุมการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะที่สำคัญ คือ การลดขยะที่แหล่งกำเนิด (Source reduction) โดยอาศัยกระบวนการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในชีวิตประจำวัน การลดปริมาณขยะจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะตั้งแต่การเก็บรวบรวม ขนส่ง การคัดแยกและใช้ประโยชน์ ตลอดจนการกำจัดขั้นสุดท้าย ลดปัญหาสภาวะสิ่งแวดล้อม และประหยัดทรัพยากรธรรมชาติ

การลดขยะที่การออกแบบ กระบวนการผลิต การซื้อขาย หรือการใช้วัสดุ เช่น ผลิตภัณฑ์ การบรรจุหีบห่อ โดยลดขยะที่แหล่งกำเนิด และลดความเป็นพิษของขยะ การลดขยะที่แหล่งกำเนิดสามารถทำให้ลดขยะที่นำไปกำจัดได้ และลดราคาการจัดการขยะได้ เพราะเป็นการหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายในการรีไซเคิล การทำปุ๋ยหมัก การฝังกลบขยะ และการเผาทำลายเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด และลดมลพิษ โดยทั่วไปแล้วหน่วยงานองค์กรและชุมชนสามารถลดปริมาณขยะที่จะเกิดขึ้นได้

6.1.1 การใช้ผลิตภัณฑ์ซ้ำ (REUSE)

การใช้ผลิตภัณฑ์ซ้ำเป็นการใช้ผลิตภัณฑ์นั้นหลาย ๆ ครั้ง จนไม่สามารถใช้ได้แล้ว จึงทำการ เข้ากระบวนการผลิตซ้ำ หรือทำไปกำจัด การลดการเกิดขยะจากการใช้ผลิตภัณฑ์ซ้ำนั้นขึ้นกับจำนวนครั้งในการใช้ซ้ำ หรือการแทนที่ด้วยผลิตภัณฑ์อื่น ของใช้ในบ้านเรือน เสื้อผ้า และผลิตภัณฑ์ที่ทนทานสามารถใช้ซ้ำได้ หรืออาจทำการบริจาคใช้กับ

บุคคล ผลิตภัณฑ์บางชนิดสามารถนำไปขายในตลาดนัด ตลาดท้ายรถ หนังสือโฆษณาสินค้ามือสอง หรือตลาด ทั่ว ๆ ไป

กิจกรรมต่อไปนี้เป็นกิจกรรมที่มีผลต่อการลดปริมาณขยะที่สามารถกระทำได้ในส่วนของการทำงานในหน่วยงานที่สามารถกระทำได้เฉพาะตัว

- การลดปริมาณกระดาษในสำนักงาน : การใช้กระดาษสำเนาให้ใช้สำเนาทั้งสองหน้า กระดาษบันทึกข้อความที่ต้องทำการสำเนาหลาย ๆ ชุดเพื่อกระจายให้ทุกคนทราบ ปรับเปลี่ยนเป็นใช้กระดาษข่าวอิเล็กทรอนิกส์สำหรับข่าวทั่วไป และกระจายข่าวเฉพาะข่าวที่สำคัญ และจำเป็นเท่านั้นที่ใช้เป็นกระดาษบันทึก

- ของเอกสารที่ผ่านใช้งานมาแล้วให้ใช้ซ้ำในส่วนหน้าที่ว่าง หรือใช้ของเดิมนั้นส่งกลับ หรือแบ่งช่องหน้าของเพื่อเรียงตามลำดับช่องจำหน่ายของ

- กระดาษเช็ดมือ ให้ใช้เป็นแบบผ้าเช็ดมือแทน

- เครื่องพิมพ์ ให้ใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่สามารถเติมผงหมึกได้

- เครื่องใช้บนโต๊ะสำนักงาน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ได้คงทนไม่เสียหายได้ง่าย และ

จำเป็น

- ภาชนะบรรจุน้ำควรใช้แบบพลาสติกโพลีสไตรีน แบบแก้ว ส่วนแก้วกาแฟแบบใช้แล้วทิ้งไม่ควรใช้ เช่น แก้วกระดาษที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง

- เครื่องดื่ม ควรซื้อแบบเติม (Refillable) เช่น มีภาชนะบรรจุกาแฟแล้ว ควรซื้อกาแฟแบบเติมมาเติม

- หมวกฟอก น้ำยาชะล้าง ควรใช้แบบเติม (Refillable)

- ผ้าเช็ดพื้น ให้ใช้ซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้งก่อนจะทิ้งไป

- แฟ้มเอกสารแบบห่วงใช้ซ้ำ พนักงานรวบรวมแฟ้มจากหลาย ๆ จุดเพื่อนำไปทำ ความสะอาด ปรับปรุงและนำมาใช้ซ้ำ

- สารเคมีในห้องปฏิบัติการ ซื้อเท่าที่จำเป็นต้องใช้เท่านั้น การซื้อมากเก็บไว้เป็น หนทางไม่ถูกต้อง ซื้อเท่าที่จำเป็นต้องใช้ ตามเวลาที่ต้องการ (Just-in-time) สามารถช่วยลดของเสียอันตราย และค่าใช้จ่ายในการกำจัด

- เครื่องถ่ายเอกสาร ประหยัดพลังงานด้วยการใช้ฟังก์ชันประหยัดพลังงาน หรือ ถ้าเสียแล้วควรเปลี่ยนเทคโนโลยีใหม่ที่ประหยัดพลังงาน

- แบตเตอรี่ ควรใช้แบบประจุไฟฟ้าได้ (Rechargeable batteries) เพื่อลดขยะและลดพิษโลหะที่เกิดจากขยะแบตเตอรี่ ใช้แบตเตอรี่ที่หลีกเลี่ยงการผลิตด้วยโลหะพิษ

6.1.2 เพิ่มผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ได้ยาวนานขึ้น (INCREASED PRODUCT DURABILITY)

ผลิตภัณฑ์ที่มีความทนทาน มีอายุการใช้งานที่นานขึ้น เช่น ตู้เย็น เครื่องซักผ้า และยางรถยนต์ สามารถลดปริมาณขยะได้ ตัวอย่างในปี ค.ศ. 1973 มีการพัฒนายางที่มีอายุการใช้งานนานขึ้นคือ ยางแบบเรเดียล (radial tires) แทนยางรถยนต์แบบเดิม ยางแบบเรเดียลมีอายุการใช้งานได้ถึง 40,000 ถึง 60,000 ไมล์ โดยยางแบบเดิมใช้งานได้เพียง 15,000 ถึง 20,000 ไมล์ เท่านั้น

ตัวอย่างของการลดปริมาณของเสียด้วยการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานนานขึ้นมีดังนี้

- ใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์พลังงานต่ำ เปล่งแสงมากกว่า ความยาวของหลอดยาวกว่า แต่ราคาต่ำกว่าของเดิม

- มีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอโดยบริการของผู้ผลิตเพื่อการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

- การพิจารณาของใช้ในครัวเรือนควรพิจารณาถึงอายุการใช้งาน เช่น เฟอร์นิเจอร์ กระเป๋าเดินทาง ผลิตภัณฑ์ทางการกีฬา เครื่องมือ และ ของเล่น ต้องพิจารณาความแข็งแรงต่อการใช้งานด้วย

- เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มเมื่อชำรุดแทนที่จะทิ้งไป ให้ทำการซ่อมแซมก่อน หรือ ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่สามารถซ่อมได้ ได้แก่ รองเท้าเก่า บูท กระเป๋าถือ และ กระเป๋าเอกสาร

- เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่มีการรับประกัน เพื่อการใช้งานที่ยาวนาน หรืออ่านจากรายงานที่แสดงคุณภาพของสินค้า มีข้อบกพร่องน้อย หรือพิจารณาผลิตภัณฑ์ที่งานต่อการซ่อมแซมในอนาคต

6.1.3 การลดวัสดุที่ใช้ต่อผลิตภัณฑ์ (REDUCED MATERIAL USAGE PER PRODUCT UNIT)

การลดวัสดุที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์หมายถึงจะทำให้ของเสียลดลงจาก เมื่อใช้ผลิตภัณฑ์นั้นแล้ว ผู้บริโภคสามารถช่วยลดของเสียได้ ด้วยการซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีกล่องบรรจุที่มีขนาดใหญ่ เช่น สัตว์ส่วนของน้ำหนักต่อปริมาตร ที่ใช้ผลิตกระป๋องโลหะในผลิตภัณฑ์อาหาร เปลี่ยนภาชนะบรรจุจาก ขนาดเล็กให้เป็นขนาดใหญ่ขึ้น

วิธีการลดการใช้วัสดุของผลิตภัณฑ์ที่มีเพิ่มเติมอื่น ๆ ดังนี้

- ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการหีบห่อ เพื่อลดปริมาณขยะจากการหีบห่อผลิตภัณฑ์

- ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในบ้านซึ่งใช้เป็นประจำ ให้ชื่อขนาดใหญ่ เช่น สบู่ แชมพู อาหารสัตว์เลี้ยง

- ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเข้มข้นสูง เพื่อลดปริมาณที่ต้องใช้ ลดพลังงานในการขนถ่ายไปยังโกดัง ประหยัดค่าใช้จ่าย

ถ้าการใช้รูปแบบเป็นไปตามที่จัดไว้ได้อย่างเหมาะสม ทำให้การลดปริมาณขยะเกิดขึ้นได้

6.1.4 การลดการบริโภค (DECREASED CONSUMPTION)

อุปกรณ์บางอย่างนาน ๆ ใช้ครั้งอาจเป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ในบ้านเรือน ก็ไม่จำเป็นต้องซื้อมาเป็นเจ้าของ เนื่องจากจะเช่าเก็บเป็นสนิมได้ ให้ทำการเช่า หรือยืมมาใช้เป็นครั้งคราว สามารถลดการบริโภคได้ สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้บ่อยสามารถแบ่งปันกับเพื่อนบ้าน หรือญาติมิตร การยืม การเช่า และแบ่งปันกัน เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและลดปริมาณขยะได้

หนทางอื่น ๆ ที่ช่วยลดการบริโภคได้มีดังนี้

- เช่า หรือยืมอุปกรณ์ เครื่องมือ เช่น บันได เลื่อย เครื่องทำความสะอาดพรม สำหรับผู้อาศัยในอพาร์ทเมนต์ ผู้อาศัยสามารถแบ่งปันเครื่องมือเครื่องใช้ดังกล่าวมาแล้วข้างต้นที่ใช้บ่อย ๆ บางชุมชนอาจมีห้องเก็บอุปกรณ์กองกลางเพื่อให้สมาชิกสามารถยืมไปใช้งานตามต้องการได้

- เช่า หรือยืมอุปกรณ์เครื่องขยายเสียง

- เช่า หรือยืมอุปกรณ์สำหรับการจัดงานเลี้ยง เช่น โต๊ะ เก้าอี้ แจกัน ผ้าปูโต๊ะ จาน หรืออุปกรณ์ช้อนส้อม

- แบ่งปันหนังสือพิมพ์ และแมกกาซีน กันอ่าน เป็นการลดการเกิดของขยะกระดาษ

- ก่อนที่จะทิ้งอุปกรณ์เก่า เช่น กล้องถ่ายภาพ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ให้ถามเพื่อน ญาติมิตร เพื่อนบ้าน หรือกลุ่มชุมชนที่ยังต้องการผลิตภัณฑ์

6.1.5 การลดขยะพิษ (REDUCING WASTE TOXICITY)

การลดขยะพิษ เป็นการมุ่งเน้นที่จะลดของเสียอันตรายในผลิตภัณฑ์ ในการลดขยะพิษนั้นอาจใช้ขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบไม่เป็นอันตราย หรืออันตรายน้อย ตัวอย่างเช่น

ให้เลือกใช้แบตเตอรี่ที่ไม่มีปรอท และ ปลุกดอกดาวเรืองในสวนเพื่อขับไล่แมลง ลดการใช้สารปราบศัตรูพืช

- เมื่อจำเป็นต้องใช้สารอันตราย ให้ใช้เท่าที่จำเป็นเท่านั้น น้ำมันเครื่องที่ใช้งานแล้วสามารถนำไปผ่านขบวนการที่สถานีบริการ ไม่ควรเก็บสารอันตรายรวมกับอาหารหรือเครื่องดื่ม

- สำหรับผลิตภัณฑ์ของมีสารอันตราย ต้องมีการระบุในฉลากบนภาชนะบรรจุ การเก็บรวบรวม ควรเก็บเฉพาะที่เป็นกลุ่มเช่น สารปราบศัตรูพืช สารระเหย แบตเตอรี่ บางชุมชนมีอาคารสำหรับเก็บของเสียอันตรายเฉพาะเพื่อการตรวจสอบประจำปีได้

6.1.6 สรุปหลักการของแนวทางในการลดขยะ

การปฏิเสธหรือหลีกเลี่ยงสิ่งของหรือบรรจุภัณฑ์ที่จะสร้างปัญหาขยะ

(Refuse)

- 1) ปฏิเสธการใช้บรรจุภัณฑ์ฟุ่มเฟือย รวมทั้งขยะที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม อาทิ ก่อส่งโฟม ถุงพลาสติก หรือขยะมีพิษอื่น ๆ
- 2) หลีกเลี่ยงการเลือกซื้อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้บรรจุภัณฑ์ห่อหุ้มหลายชั้น
- 3) หลีกเลี่ยงการเลือกซื้อสินค้าชนิดใช้ครั้งเดียว หรือผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานต่ำ
- 4) ไม่สนับสนุนร้านค้าที่กักเก็บและจำหน่ายสินค้าที่ใช้บรรจุภัณฑ์ฟุ่มเฟือย และไม่มีระบบเรียกคืนบรรจุภัณฑ์ใช้แล้ว
- 5) กรณีการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ประจำบ้านที่ใช้เป็นประจำ เช่น สบู่ ผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน ให้เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดบรรจุใหญ่กว่า เนื่องจากใช้บรรจุภัณฑ์น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์
- 6) ลดหรืองดการบริโภคที่ฟุ่มเฟือย โดยเลือกใช้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับความต้องการ

การเลือกใช้สินค้าที่สามารถส่งคืนบรรจุภัณฑ์สู่ผู้ผลิตได้ (Return)

- 1) เลือกซื้อสินค้าหรือใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีระบบมัดจำ – คืนเงิน เช่น ขวดเครื่องดื่มประเภทต่าง ๆ
- 2) เลือกซื้อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำกลับไปรีไซเคิลได้ หรือมีส่วนประกอบของวัสดุรีไซเคิล เช่น ถุงช้อปปิ้ง โปสการ์ด

3) เลือกซื้อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตเรียกคืนซากบรรจุภัณฑ์หลังจากการบริโภคของประชาชน

การใช้ซ้ำผลิตภัณฑ์ (Reuse)

1) เลือกซื้อหรือใช้ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาให้ใช้ได้มากกว่า 1 ครั้ง เช่น แบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าใหม่ได้

2) การเลือกซื้อสินค้าชนิดเติม (Refill) เช่น มงชักฟอก สบู่เหลว น้ำยาล้างจาน เป็นต้น

3) ซ่อมแซมเครื่องใช้ และอุปกรณ์ต่างๆ (Repair) ให้สามารถใช้งานได้ต่อไปได้อีก

4) บำรุงรักษาเครื่องใช้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานได้คงทน และยาวนานขึ้น

5) การนำบรรจุภัณฑ์และวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น การใช้ขวดพลาสติก ถังผ้า ถังกระดาษ และกล่องกระดาษ การใช้ผ้าเช็ดหน้าผ้าเช็ดมือ และกล่องใส่ขนม

6) ยืมเช่า หรือใช้สิ่งของหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้บ่อยครั้งร่วมกัน เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร ชุดตกแต่งงานเลี้ยง เครื่องดูดฝุ่น และอุปกรณ์ทำความสะอาดบ้านอื่น ๆ

7) บริจาคหรือขายสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ เช่น หนังสือ เสื้อผ้า เฟอร์นิเจอร์ และเครื่องมือใช้สอยอื่น ๆ

แนวทางการลดขยะที่แหล่งกำเนิดสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบาย และเป้าหมายที่กำหนดไว้ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่รับผิดชอบด้านการจัดการขยะในชุมชนควรจัดให้มีมาตรการหรือแนวทางการลดขยะดังต่อไปนี้

1) จัดทำแผนการดำเนินงานด้านการลดและใช้ประโยชน์ขยะเสนอไว้ในแผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัด โดยแผนงานดังกล่าว อย่างน้อยจะต้องประกอบไปด้วย

- เป้าหมายและประเภทขยะที่ต้องการจะลด ในระยะเวลาที่กำหนดในแผนการดำเนินงาน เช่น กำหนดเป้าหมายในการลดขยะย่อยสลายและขยะรีไซเคิลให้ได้ร้อยละ 30 ภายใน 5 ปี เป็นต้น

- กิจกรรมต่างๆ ที่จะดำเนินการ เช่น การรณรงค์ประชาสัมพันธ์มาตรการส่งเสริมสนับสนุน และการกำหนดมาตรการอื่นๆ ที่จะก่อให้เกิดการลดขยะตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

- งบประมาณดำเนินการ ซึ่งรวมถึง ค่าจ้างบุคลากร ค่าจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ เงินลงทุนสำหรับก่อสร้าง ดำเนินการและบำรุงรักษาระบบที่เกี่ยวข้อง

- ระยะเวลาดำเนินการและการติดตามประเมินผล

2) จัดให้มีการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้กับชุมชน สถาบันการศึกษา และหน่วยงานต่างๆ ในด้านการลดขยะอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอโดยมีแนวทางดังนี้

- รณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ชุมชนปฏิเสธหรือหลีกเลี่ยงสิ่งของ หรือบรรจุภัณฑ์ที่จะสร้างปัญหาขยะรวมทั้งเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ถุงพลาสติก กล่องโฟม สินค้าที่มีบรรจุภัณฑ์ห่อหุ้มหลายชั้น และบรรจุภัณฑ์ฟุ่มเฟือยอื่น ๆ

- รณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ชุมชนเลือกใช้สินค้าชนิดเติม (Refill) ซึ่งจะใช้บรรจุภัณฑ์น้อยชิ้น และมีน้ำหนักเบากว่าทำให้สามารถลดปริมาณขยะบรรจุภัณฑ์ได้

- รณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ชุมชนเลือกใช้สินค้าที่สามารถส่งคืนบรรจุภัณฑ์กลับสู่ผู้ผลิตได้ เช่น ขวดเครื่องดื่มที่มีระบบมัดจำคืนเงิน

- รณรงค์ประชาสัมพันธ์ด้านการซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องใช้ต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานได้คงทนและยาวนานยิ่งขึ้น รวมทั้ง การเลือกซื้อสินค้าที่สามารถใช้งานได้ยาวนาน

- รณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ชุมชนใช้ซ้ำบรรจุภัณฑ์และวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ เช่น การใช้ซ้ำถุงพลาสติก ถุงผ้า ถุงกระดาษ กล่องกระดาษ การใช้กระดาษสี และกระดาษกันกระแทกเพื่องานศิลปะ

- รณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนบริโภคตามความจำเป็นและเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจ ลดการบริโภคที่ฟุ่มเฟือย และเลือกใช้สินค้าที่สามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้ง เช่น แบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าใหม่ได้

- รณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนสนใจบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากวัสดุรีไซเคิล เช่น ถุงช้อปปิ้ง ไปสการ์ด บรรจุภัณฑ์ที่มีระบบมัดจำและเรียกคืนรวมทั้งการรณรงค์ให้ประชาชนลดหรือเลิกใช้บรรจุภัณฑ์ฟุ่มเฟือย เช่น กล่องโฟม ถุงพลาสติก สินค้าชนิดใช้ครั้งเดียว

3) จัดให้มีโครงการหรือกิจกรรมส่งเสริมสนับสนุนการลดขยะในชุมชน ดังนี้

- จัดทำโครงการหรือประสานให้มีการดำเนินโครงการที่เน้นการลด และใช้

ประโยชน์ระยะชุมชน ณ แหล่งกำเนิด ซึ่งจะลดภาระการดำเนินงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยโครงการดังกล่าว ได้แก่ การจัดตั้งธนาคารขยะหรือวัสดุเหลือใช้ การหมักทำปุ๋ย การหมักปุ๋ยน้ำชีวภาพ ตลาดนัดขยะรีไซเคิล ขยะแลกไข่ ผ้าป่ารีไซเคิล สหกรณ์สินค้ารีไซเคิล การบริจาคสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว เป็นต้น

- ให้รางวัลตอบแทน ใบประกาศเกียรติคุณ หรือการส่งเสริมการขายจากภาครัฐ แก่ร้านค้าที่สามารถลดบรรจุภัณฑ์ฟุ่มเฟือย เช่น ร้านค้าที่มีการกักเก็บ หรือจำหน่ายสินค้าที่มีบรรจุภัณฑ์ห่อหุ้มน้อย หรือมีการรวบรวมบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วเพื่อใช้ประโยชน์ใหม่

- ส่งเสริมและสนับสนุนผู้ที่ประกอบการที่ให้เช่า ยืมวัสดุอุปกรณ์ หรือ เครื่องมือ ต่างๆ เช่น ชุดตกแต่งรวมทั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานเลี้ยง ชุดอุปกรณ์ทำความสะอาดบ้าน เป็นต้น

- จัดตั้งกลุ่มองค์กรเอกชน กลุ่มอาสาสมัครต่างๆ เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของภาครัฐในด้านการลดและใช้ประโยชน์ขยะ ตลอดจนการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ในชุมชน

- จัดตั้งศูนย์แลกเปลี่ยนของเสียระหว่างผู้ประกอบการ

4) ตราเทศบัญญัติหรือข้อบัญญัติองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อจัดเก็บค่าบริการจัดการขยะที่สะท้อนต้นทุนที่แท้จริง ซึ่งรวมถึงค่าบริการเก็บรวบรวม ขนส่ง ตลอดจนการกำจัด โดยมีวิธีดำเนินการในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

- จำหน่ายถุงบรรจุขยะในราคาที่แตกต่างกันตามปริมาณบรรจุ โดยเป็นราคาที่รวมอัตราค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวม การขนส่งและการกำจัดไว้แล้วจากนั้นให้ดำเนินการเก็บขนและกำจัดเฉพาะขยะที่บรรจุอยู่ในถุงดังกล่าว

- จัดทำแสตมป์ หรือ สติกเกอร์ เพื่อจำหน่ายในราคาที่แตกต่างกัน ตามปริมาณของภาชนะรองรับขยะ โดยเป็นราคาที่รวมค่าเก็บรวบรวม ขนส่งและกำจัดขยะไว้แล้ว ซึ่งแต่ละครัวเรือนจะนำไปติดกับภาชนะรองรับขยะของตนเอง เพื่อรอให้หน่วยงานที่รับผิดชอบเก็บขนและกำจัดต่อไป

5) ตราเทศบัญญัติ หรือข้อบัญญัติองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อจัดเก็บค่าธรรมเนียมจัดการขยะเพิ่มเติมจากผู้ประกอบการที่ผลิตสินค้าหรือบริการที่จะก่อให้เกิด ขยะที่เป็นปัญหาต่อระบบจัดการในท้องถิ่น เช่น ถุงพลาสติก ก่องโฟมบรรจุอาหาร เป็นต้น

6) ตราเทศบัญญัติ หรือข้อบัญญัติองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อลดหย่อน หรือลดค่าธรรมเนียมจัดการขยะให้แก่ร้านค้าที่สามารถลดการใช้บรรจุภัณฑ์ฟุ่มเฟือยหรือ

ผู้ประกอบการที่สามารถลดชยะได้ตามเป้าหมายที่หน่วยงานภาครัฐกำหนด

7) ให้การส่งเสริมด้านภาษีโดยการลดอัตราภาษีท้องถิ่นสำหรับผู้ประกอบการ ธุรกิจที่ส่งเสริมให้เกิดกลไกการลดชยะ เช่น ธุรกิจซื้อขายแลกเปลี่ยนของเสีย ธุรกิจเรียกคืนบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ใช้แล้ว ธุรกิจมัดจำคืนเงิน ธุรกิจตลาดนัดสินค้าเสื้อผ้า หรือ เฟอร์นิเจอร์ ใช้แล้ว เป็นต้น

8) กำหนดให้ส่วนราชการในท้องถิ่นดำเนินกิจกรรมที่จะก่อให้เกิดการลดชยะดังนี้

- พิมพ์หรือถ่ายเอกสารทั้ง 2 ด้านของกระดาษ
- จัดตั้งศูนย์รวมเอกสาร/ข้อมูลภายในหน่วยงานและให้ใช้เอกสารเวียน
- ใช้หรือส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์
- ใช้ซ้ำกระดาษที่พิมพ์หน้าเดียว
- ใช้ซ้ำกล่องกระดาษลูกฟูกหรือนำกลับคืนสู่ผู้จำหน่ายสินค้า
- จัดซื้อวัสดุสิ่งของที่ใช้บ่อยให้มีขนาดบรรจุใหญ่กว่าเพื่อลดชยะบรรจุภัณฑ์
- จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์สำนักงานที่มีภาชนะบรรจุน้อยกว่าหรือภาชนะบรรจุที่

สามารถใช้ซ้ำได้

- จัดซื้อหรือใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานยาวนาน ซ่อมแซมได้ง่าย สามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้ง มีส่วนประกอบของวัสดุรีไซเคิลหรือสามารถนำกลับไปรีไซเคิลได้ และผู้ผลิตเรียกคืนซากผลิตภัณฑ์ภายหลังจากการบริโภค

9) ส่งเสริมให้ผู้จำหน่ายสินค้าอุปโภคบริโภค เช่น ห้างสรรพสินค้า หรือร้านค้าปลีก-ส่ง อำนวยความสะดวกให้กับผู้บริโภคในการคัดแยกและส่งคืนบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ห่อหุ้มสินค้า โดยจัดให้มีภาชนะรองรับที่เหมาะสม ณ จุดขายและเปิดโอกาสให้ผู้บริโภคแยกบรรจุภัณฑ์ออกจากสินค้า ณ จุดขาย หรือใกล้จุดขาย โดยไม่เรียกเก็บค่าใช้จ่าย

10) ส่งเสริมให้อาคารสำนักงาน สถาบันการศึกษา ห้างสรรพสินค้า โรงแรม และสถานประกอบการอื่นๆ ที่มีบุคลากรหรือบุคคลพักอาศัยอยู่ตั้งแต่ 50 คนขึ้นไป จัดทำแผนและกิจการลดชยะ ซึ่งประกอบไปด้วย เป้าหมาย วิธีดำเนินการ ระยะเวลาและงบประมาณที่ใช้ และการประเมินผล แล้วนำเสนอแผนดังกล่าวให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่รับผิดชอบด้านการจัดการชยะ เพื่อให้สามารถติดตามตรวจสอบผลการดำเนินงานได้

6.2 การแยกชนิดของขยะที่แหล่งกำเนิด (Separation at the Source)

การแยกขยะนั้นแต่ละห้องที่จะแตกต่างกันไป บางห้องที่อาจจะแยกระหว่างขยะที่เผาได้กับที่เผาไม่ได้ บางห้องที่อาจจะไม่แยก บางห้องที่อาจจะแยกวันเก็บหรือแยกถังขยะตามชนิดของขยะ การแยกขยะในห้องที่อาศัยอยู่ ขอให้สอบถามจากเพื่อนบ้านหรือที่ว่าการของแต่ละหมู่บ้าน ขอให้นำขยะออกมาทิ้งตามวันเวลาและวิธีที่กำหนดไว้ในแต่ละห้องที่

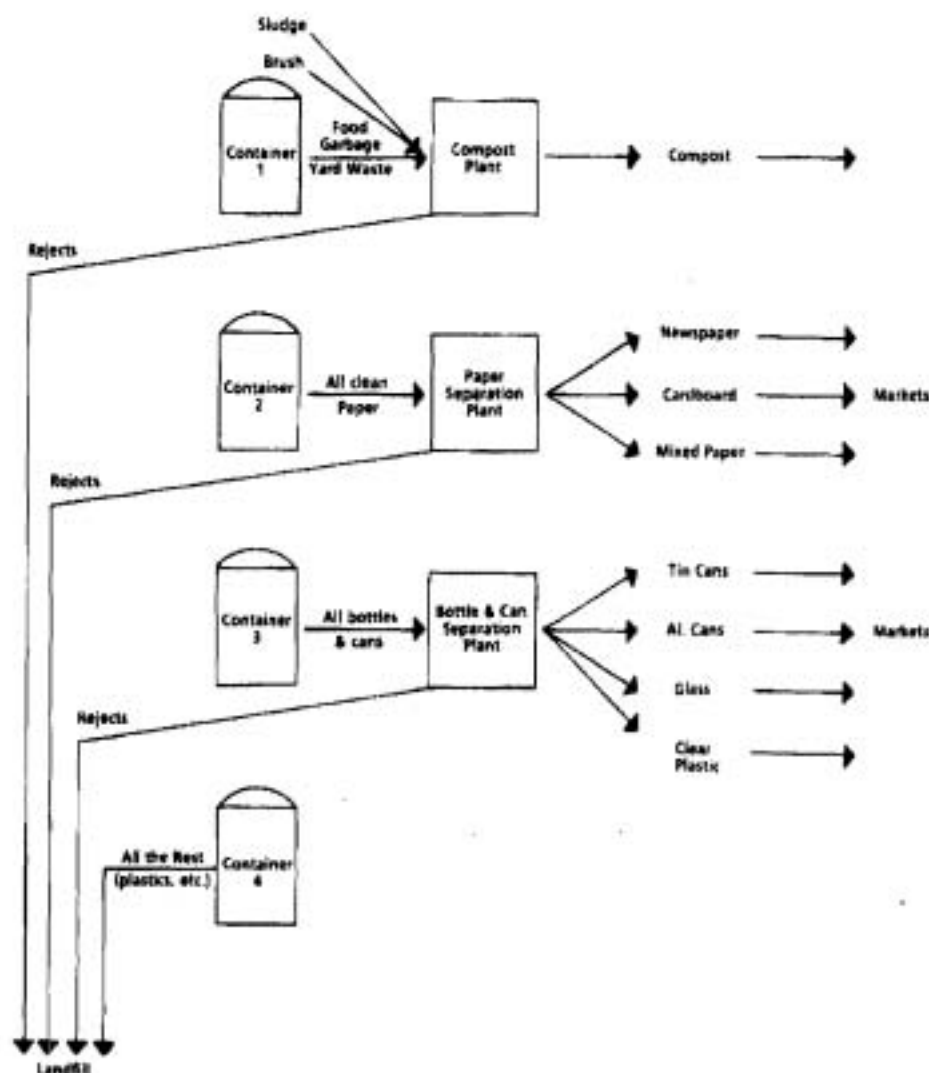
การคัดแยกขยะเป็นขั้นตอนที่ดำเนินการภายหลังการเกิดขึ้นของขยะ และถือว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญต่อระบบการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เนื่องจากสามารถลดการปนเปื้อนของวัสดุรีไซเคิล ส่งผลให้วัสดุที่จะเข้าสู่โรงงานแปรรูปมีคุณภาพสูง ลดค่าใช้จ่ายจากการล้างทำความสะอาดหรือการคัดแยกเพิ่มเติม รวมทั้งลดปริมาณขยะที่จะนำไปกำจัดทิ้งขั้นสุดท้ายลงได้ การคัดแยกขยะสามารถดำเนินการได้

ห้องครัวเป็นจุดเริ่มต้นของการรีไซเคิล อุปกรณ์ในห้องครัวที่จัดสร้างไว้ควรมี ภาชนะที่ไว้แยกขยะ ถังแยกขยะ หรือถังขยะในตู้ลิ้นชัก จัดเตรียมไว้เป็นมาตรฐานอุปกรณ์ครัว โดยจัดไว้ในที่สะดวกต่อการแยกขยะของคนในบ้าน อาจมีเครื่องหลอกถากอัดโน้มติ รางขยะ และเครื่องบีบให้กระป๋องแบนเพื่อการรีไซเคิล ภาพที่ 6-1 แสดงการคัดแยกขยะในถังแยกขยะแบบ 4 ถัง

ถังใบที่ 1 ใ้รับขยะอินทรีย์หรือ วัสดุย่อยสลายได้ รวมถึงเศษกระดาษที่ปนเปื้อนอาหาร และ ผ้าอ้อม ไม่รวมถังสสารที่มีพิษ และเศษแก้ว หรือพลาสติก ขยะในถังนี้สามารถที่จะนำไปหมักทำปุ๋ย เศษหญ้าจากสนามหญ้า และอาจจะเป็นกากตะกอน และสามารถใช้เป็นปุ๋ยสำหรับดินได้

ถังใบที่ 2 ใ้รับกระดาษที่สะอาด กระดาษหนังสือพิมพ์ ก่อ่งกระดาษ และกระดาษแข็ง สามารถขายในตลาดรับซื้อของเก่าได้

ถังใบที่ 3 ใ้รับขวดแก้ว อลูมิเนียม และกระป๋องดีบุก ชิ้นส่วนโลหะ และพลาสติก



ภาพที่ 6-1 แบบแผนการคัดแยกพื้นฐาน^[1]

ถังใบที่ 4 ใช้รับขยะทั้งหมด รวมถึง พลาสติก โลหะ เซรามิก เศษผ้า และยาง หรือ อาจเพิ่มเป็นถังใบที่ 5 ใช้รับเฉพาะพลาสติกรีไซเคิล สำหรับถังใบที่ 4 พิจารณารับขยะที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้เป็นหลัก และส่งไปทำการฝังกลบ หรือโรงงานรีไซเคิลเพื่อทำการคัดแยกต่อไป ถังแยกขยะสามารถแยกขยะได้ 12% ของขยะชุมชนทั้งหมด

ขยะที่ต้องคัดแยก ต้องรวบรวมนั้น ไม่ได้เกิดขึ้นประจำทุกวัน เช่น เศษหญ้า กิ่งไม้ และไม้ เฟอร์นิเจอร์ที่ไม่ต้องการแล้ว เสื้อผ้า ตู้เย็น อุปกรณ์ในห้องครัวที่ไม่ใช้แล้ว สาร

อันตราย แบคทีเรียรายนต์ ยางรถยนต์ น้ำมันใช้แล้ว และสีสำหรับทาบ้าน

6.2.1 บริเวณพื้นที่ดำเนินการคัดแยกขยะ

การคัดแยกขยะในแหล่งที่พักอาศัย

ขยะจำพวก เศษอาหาร แก้ว กระดาษ โลหะ พลาสติก และขยะอันตราย ที่เกิดขึ้นภายในบ้านเรือน อาคารสำนักงาน สถาบันการศึกษา โรงแรม โรงงานอุตสาหกรรมและที่อยู่อาศัยอื่นๆ จะถูกคัดแยกและเก็บรวบรวมไว้ในถุงบรรจุขยะตามประเภทที่ได้คัดแยกไว้เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ประโยชน์ หรือกู้จัดต่อไป

การคัดแยกขยะรวมในชุมชน

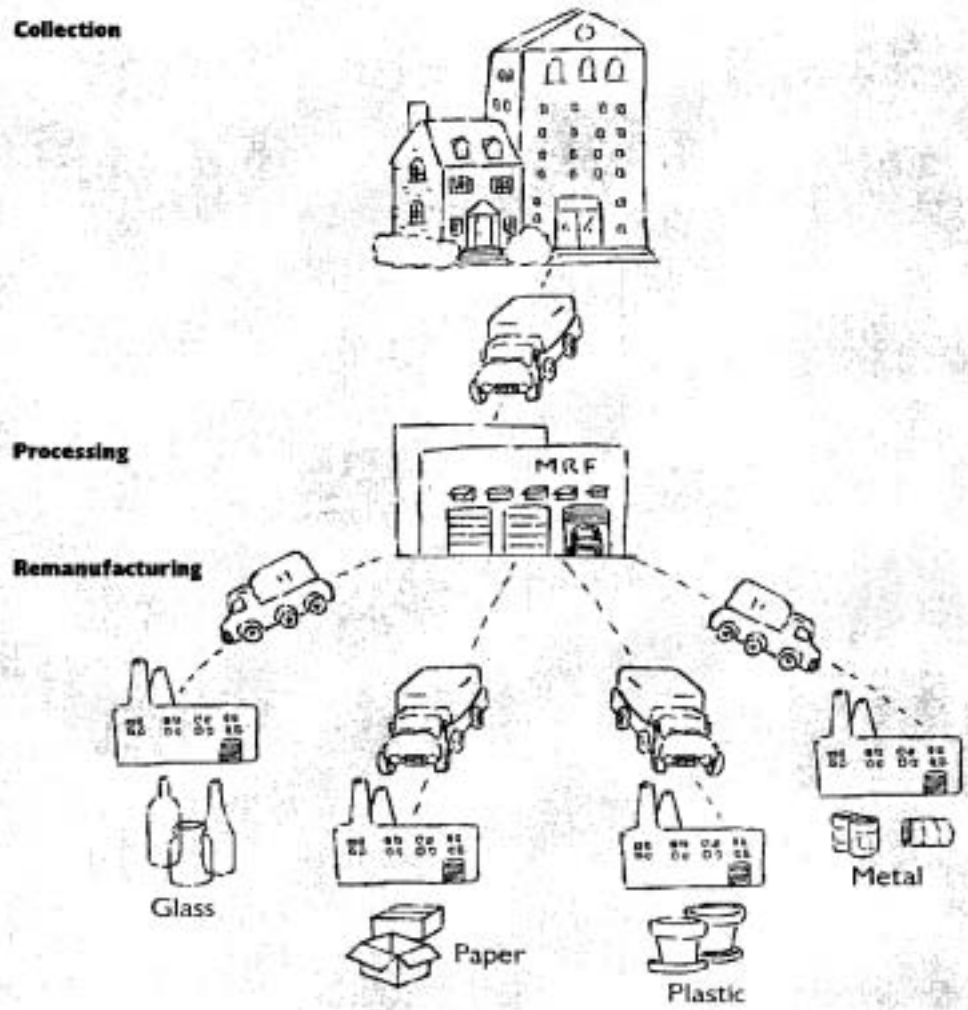
หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการจัดการขยะจะจัดให้มีภาชนะรองรับขยะหรือสถานที่ทิ้งขยะรวมของชุมชนซึ่งแบ่งตามประเภท/ชนิดของขยะที่ต้องการให้มีการคัดแยก เช่น ภาชนะรองรับขยะย่อยสลาย ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย เป็นต้น โดยภาชนะดังกล่าวจะถูกจัดวางอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น เช่น ตลาด ที่พักอาศัย สถาบันการศึกษาและชุมชนอุตสาหกรรม

การคัดแยกในสถานที่จัดการขยะ

สถานที่จัดการขยะรวมถึงโรงงานคัดแยกและแปรสภาพขยะ โรงงานหมักปุ๋ย เตาเผาและสถานที่ฝังกลบขยะ โดยทั่วไปแล้วขยะจะถูกคัดแยกตามข้อกำหนดในการดำเนินงานของแต่ละโรงงาน/สถานที่จัดการ อาทิ การคัดแยกวัสดุที่ย่อยสลายหรือเผาไหม้ได้ยาก (แก้ว โลหะ อลูมิเนียม) ก่อนเข้าสู่กระบวนการหมักปุ๋ย และการเผาในเตาเผา เป็นต้น

6.2.2 รูปแบบของการคัดแยกขยะ

การคัดแยกขยะจะสามารถดำเนินการได้หลายรูปแบบตามประเภท/ชนิดของขยะ ลักษณะการใช้ประโยชน์ ความพร้อมของชุมชนและศักยภาพในการเก็บรวบรวมขนส่งมีรูปแบบดัง แสดงในภาพที่ 6-2 โดยทั่วไปแล้ว จะพิจารณาได้ดังนี้



ภาพที่ 6-2 เส้นทางกรรีไซเคิล

การคัดแยกขยะย่อยสลายและขยะทั่วไป

โดยขยะย่อยสลายประเภทเศษอาหาร ผลไม้ ใบไม้ จะถูกแยกออกแล้วนำไปเก็บรวบรวมไว้ในภาชนะรองรับขยะย่อยสลาย ส่วนขยะทั่วไปและขยะรีไซเคิล ประเภท แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ นำไปเก็บรวบรวมไว้ในภาชนะรองรับขยะทั่วไป

การคัดแยกขยะรีไซเคิล ขยะย่อยสลาย และขยะทั่วไป

โดยขยะที่สามารถนำไปรีไซเคิล เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะจะถูกรวบรวมแยกจากขยะย่อยสลายและขยะทั่วไป

การคัดแยกขยะทุกประเภท

โดยการคัดแยกขยะออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ขยะย่อยสลาย ขยะรีไซเคิล ขยะอันตราย และขยะทั่วไป

6.2.3 ข้อควรพิจารณาในการดำเนินงาน

- 1) ความสอดคล้องกับลักษณะการใช้ประโยชน์จากขยะ เช่น การคัดแยกขยะเพื่อขาย การจัดตั้งธนาคารขยะ โครงการขยะแลกไข่ สิ่งประดิษฐ์จากขยะ การหมักทำปุ๋ย การปลูกสัตว์ ศูนย์/โรงงานคัดแยกขยะ
- 2) ปริมาณและองค์ประกอบของขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ ที่พบในชุมชน
- 3) งบประมาณสนับสนุนในการดำเนินงานรณรงค์ประชาสัมพันธ์ จัดซื้อถังรองรับ และรถเก็บขนขยะที่คัดแยกแล้ว จัดตั้งศูนย์/โรงงานแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์จากขยะรวมทั้งการกำจัดซากวัสดุเหลือใช้
- 4) ความพร้อมของชุมชนในการให้ความร่วมมือคัดแยกขยะ โดยจะต้องพิจารณาถึงเทคโนโลยีที่เลือกใช้ ความตระหนักและรับผิดชอบของชุมชน ทั้งในระดับผู้นำและชาวบ้าน ในการแก้ไขปัญหาจากขยะ

6.2.4 กฎหมายเกี่ยวกับการเก็บคืนขวดแก้ว

ในปี ค.ศ. 1981 ในอเมริกายังไม่ได้มีการเก็บคืนขวดโซดา ต่อมาในปี ค.ศ. 1983 มีการร่างกฎหมายบังคับเก็บค่ากำจัด 5 เซ็นต์ต่อขวด จึงเป็นผลทำให้ในเมืองนิวยอร์กมีการเก็บคืนขวดได้มากถึง 90% และ 80% ของ 6 พันล้านขวดเบียร์และขวดอื่น ๆ ต่อมาได้ปรับปรุงกฎหมายในการคิดภาษีในการกำจัดขวดที่ไม่เก็บคือเป็น 10 เซ็นต์ต่อขวด และทำให้ศูนย์รีไซเคิลสิ่งพบขวดแก้วน้อยลงและปัญหาคลี่คลายไปได้มาก

กฎหมายเกี่ยวกับการเก็บคืนขวดแก้ว ประสบความสำเร็จในการจัดการขยะ ในส่วนของโปรแกรมรีไซเคิลสิ่ง หนังสือพิมพ์ และกระดาษในสำนักงาน กระดาษแข็ง ถูกรวบรวมจากแหล่งชุมชน ริมถนน ศูนย์รับซื้อขยะรีไซเคิลสิ่ง เศษไม้ และโลหะรีไซเคิลสิ่ง แก้ว และขวดถูก

รวบรวมจากร้านอาหาร ภัตตาคาร การประชาสัมพันธ์เป็นสิ่งสำคัญต้องทำการโฆษณาชวนเชื่ออย่างต่อเนื่อง ตามที่ต่างที่ประชาชนสามารถพบได้ทั่วไป เช่น ป้ายรถเมล์ บนถนน สมุดโทรศัพท์ และการปลูกฝังระยะยาวทำการรณรงค์ในโรงเรียนเพื่อให้เด็กนักเรียนมีพฤติกรรมในการรีไซเคิลลงจนเป็นนิสัย

6.3 รีไซเคิล (Recycling)

การนำขยะออกมาทิ้ง

ขยะที่นำออกมาทิ้งนั้น ทางเทศบาลของแต่ละเขตก็จะมาเก็บไป การแยกขยะและวิธีการนำขยะออกมาทิ้งจะแตกต่างกันไปตามแต่ละท้องที่ วัน เวลา และจุดที่จะมาเก็บก็จะแตกต่างกันไป ขอให้สอบถามจากเพื่อนบ้านหรือที่ว่าการ ของแต่ละหมู่บ้าน ขอให้ให้นำขยะออกมาทิ้งตามวันเวลาและวิธีที่กำหนดไว้ในแต่ละท้องที่

การเก็บขยะที่สามารถนำกลับมาใช้เป็นวัสดุได้อีก

บางท้องที่จะแยกเก็บขยะธรรมดา กับขยะที่สามารถนำกลับมาใช้เป็นวัสดุได้อีก อาทิ เช่น หนังสือพิมพ์หรือนิตยสารเก่าๆ ขวด กระป๋อง เป็นต้น วิธีเก็บและประเภทของขยะที่จะสามารถนำกลับมาใช้เป็นวัสดุได้อีกจะแตกต่างกันไปใน แต่ละท้องที่ ขอให้สอบถามจากเพื่อนบ้านหรือที่ว่าการของแต่ละหมู่บ้านถึงวิธีนำออกมา ทิ้ง

การนำขยะขนาดใหญ่ออกมาทิ้ง

การนำขยะขนาดใหญ่ อาทิเช่น เครื่องไฟฟ้า(ยกเว้น เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ ตู้เย็น ตู้แช่แข็งและตู้ซักผ้า) ออกมาทิ้งนั้นจะแตกต่างกันไปตามแต่ละท้องที่ บางท้องที่อาจจะกำหนดวันเก็บล่วงหน้าไว้ บางท้องที่อาจจะต้องโทรไปนัดให้มาเก็บ บาง ท้องที่อาจจะเก็บค่าทิ้งต่างหากล่วงหน้า ขอให้ติดต่อสอบถามที่ที่ว่าการของแต่ละท้องที่ถึงวิธีนำขยะขนาดใหญ่ ออกมาทิ้ง

การนำเครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ ตู้เย็น ตู้แช่แข็งและตู้ซักผ้าที่ไม่ใช้แล้วมาทิ้ง

ทางแต่ละท้องที่จะไม่มาเก็บเครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ ตู้เย็น ตู้แช่แข็งและตู้ซักผ้าที่นำออกมาทิ้ง ถ้าไม่ต้องการใช้ของเหล่านี้แล้ว ขอให้ติดต่อทางร้านที่ซื้อหรือร้านที่ชื่อของใหม่ ให้มา เก็บไป ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะต้องเสียค่าเก็บไปทิ้งอีกต่างหาก ถ้าไม่สามารถติดต่อทางร้านได้ ขอให้ติดต่อสอบถามที่ที่ว่าการของแต่ละท้องที่

คอมพิวเตอรืที่ไม่ใช้

คอมพิวเตอรืที่ไม่ต้องการใช้แล้วนั้น ขอให้ติดต่อทางบริษัทผู้ผลิต (ผู้ผลิตสินค้าหรือผู้นำเข้า) ให้มา เก็บรับเอาไป ถ้าทางผู้ผลิตไม่สามารถมาเก็บรับได้ ขอให้ติดต่อสอบถามที่ว่าการของแต่ละท้องถิ่น

สารพิษ (TOXIC SUBSTANCES)

การกำจัดผลิตภัณฑ์ที่มีสารพิษและสารอันตรายประกอบอยู่อย่างไม่ระมัดระวัง ทำให้อันตรายต่อสุขภาพและมีการปนเปื้อนลงสู่ น้ำใต้ดิน จากหลุมฝังกลบ หรือเป็นก๊าซพิษจากเตาเผา เมื่อหลุมฝังกลบขยะอันตรายถูกจำกัด กระบวนการใช้วัตถุมีพิษแทนที่ด้วยการใช้วัตถุไม่มีพิษ หรือรีไซเคิลผลิตภัณฑ์ที่มีวัตถุมีพิษ หน่วยงานของรัฐได้เริ่มพิจารณาการรีไซเคิลวัตถุมีพิษ ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยวัตถุมีพิษ เช่น สีทาบ้าน แบตเตอรี่ ยางรถยนต์ พลาสติกบางชนิด สารปราบศัตรูพืช สารทำความสะอาด และพบสาร PCBs ในตู้เย็น ส่วนขยะติดเชื้อจะต้องทำการแยกจัดเก็บเป็นพิเศษ

ขยะแบตเตอรี่เป็นขยะที่สำคัญที่สามารถรีไซเคิลสิ่งสารพิษได้มากหลายชนิด พบแบตเตอรี่ในเตาเผามากถึง 2.5 พันล้านชิ้นต่อปี ปัจจุบันการรีไซเคิลแบตเตอรี่ยังมีการดำเนินการน้อย กระบวนการรีไซเคิลแบตเตอรี่ยังไม่ประสบความสำเร็จ เป็นผลทำให้ต้องการแบตเตอรี่ที่ใช้สารพิษในปริมาณน้อย มีการฝังกลบแบตเตอรี่รถยนต์ถึง 28 ล้านชิ้นต่อปี ซึ่งประกอบด้วยตะกั่วถึง 260,000 ตัน ซึ่งปริมาณตะกั่วเหล่านี้สามารถทำลายระบบประสาทของมนุษย์และระบบภูมิคุ้มกันได้ แบตเตอรี่จากบ้านเรือนนับพันล้านก้อนต่อปีถูกฝังกลบประกอบด้วย 170 ตันปรอท และ 200 ตัน แคดเมียม ซึ่งเป็นเหตุทำให้เป็นโรคเกี่ยวกับระบบประสาทและระบบสืบพันธุ์ และเป็นสารก่อมะเร็ง แบตเตอรี่บางชนิดมีส่วนประกอบของแมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide) เป็นเหตุทำให้ปอดอักเสบ (pneumonia) เมื่อเผาในเตาเผา โลหะเหล่านี้จะลอยออกไปสู่บรรยากาศ

ทางราชการควรบังคับโรงงานผลิตแบตเตอรี่ให้เก็บรวบรวมและรีไซเคิล เพื่อความปลอดภัย จึงจำเป็นต้องออกข้อกำหนด กฎหมายในการรีไซเคิลแบตเตอรี่รถยนต์ ในประเทศทางยุโรปหลายประเทศบังคับให้มีการเก็บคืนแบตเตอรี่เพื่อการกำจัดต่อไป

การกำจัดขยะจำพวกตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เต้าไมโครเวฟ ขยะจำพวกนี้จะมีการใช้ PCBs (polychlorinated biphenyls) หลังจากมีการเลิกใช้สารพิษนี้แล้วแต่ยังมีผลิตภัณฑ์ที่ใช้ PCBs เหลืออยู่ในตลาด และเมื่อมีการบด ย่อย ขยะจำพวกนี้ แยกโลหะ ประกอบด้วย ยาง แก้ว พลาสติก ที่นำไปหลุมฝังกลบ ส่วนประกอบของ PCBs ที่พบมากกว่า 50 ppm ดังนั้น

ก่อนทำการแยกขยะกลุ่มนี้จำเป็นต้องมีการจัดการกำจัด PCB ส่วนโลหะ และส่วนประกอบรีไซเคิลนำไปขายให้พ่อค้ารับซื้อของเก่า ส่วนขยะมีพิษที่พบในขยะจำพวกอิเล็กทรอนิกส์ หรืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ แผงวงจร มีส่วนประกอบของโลหะหนัก (heavy metals)

การรีไซเคิลสิ่งสารพิษที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ เป็นการแก้ปัญหาขยะพิษที่ต้องนำไปกำจัดในระยะยาวได้ หรืออย่างน้อยมีข้อเสนอแนะในการรีไซเคิลในฉลาก

กระดาษ (PAPER)

กระดาษ หมายถึง วัสดุสำหรับใช้เขียน ใช้พิมพ์ ใช้ทำภาชนะบรรจุ ห่อของใช้ทำความสะอาด และดูดซับ ตลอดจนใช้งานด้านอุตสาหกรรม ด้านศิลป์ ด้านการฝีมือ เป็นต้น

ประวัติของการผลิตกระดาษ (History of making paper)

กระดาษเป็นวัสดุที่มนุษย์ใช้งานมากกว่าพันปีแล้ว ในยุคแรกของการใช้กระดาษทำจากต้นปapyrus (Papyrus) ทำโดยคนอียิปต์ก่อนคริสตศักราช 2,200 ปี ชาวจีนได้ประดิษฐ์กระดาษด้วยวิธีที่แตกต่างจากชาวอียิปต์เมื่อ 2,000 ปีที่ผ่านมา การผลิตกระดาษของชาวจีนทำจากเศษผ้า ป่านและเปลือกของต้นหม่อน ความคิดนี้แพร่กระจายไปยังตะวันออกกลางและยุโรปในศตวรรษที่ 12 หลายศตวรรษผ่านไป กระดาษของชาวยุโรปทำจากเศษผ้า (rag) และฟาง (straw) ความต้องการกระดาษเพิ่มมากขึ้น เศษไม้เป็นเส้นใยหลักในการผลิตกระดาษ และในศตวรรษที่ 18 มีการผลิตเครื่องผลิตกระดาษขึ้น กระดาษจึงราคาถูกและเป็นวัสดุที่สามารถผลิตได้ง่ายขึ้น

สถานการณ์การใช้กระดาษ

ในปี 2540 ประเทศไทยมีการใช้กระดาษเฉลี่ย 43.5 กก./คน/ปี รวมการบริโภคทั้งสิ้น 2,355,000 ตัน โดยในการผลิตกระดาษ 1 ตัน จากเยื่อบริสุทธิ์ (virgin pulp) ต้องใช้ไม้ยูคาลิปตัสอายุ 5 ปี จำนวน 17 ตัน ใช้กระแสไฟฟ้า 4,100 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ใช้น้ำ 31,500 ลิตร และปล่อย คลอรีนเป็นของเสียสู่สิ่งแวดล้อมประมาณ 7 กิโลกรัม แต่ถ้าใช้เศษกระดาษ (wastepaper) ซึ่งได้มาจากกระดาษใช้แล้วมาผลิตใหม่ก็จะลดขั้นตอน และพลังงานในการผลิตลง โดยการผลิต กระดาษ 1 ตัน จากเศษกระดาษจะลดการตัดต้นไม้ 17 ตัน ลดการใช้กระแสไฟฟ้า 1,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ลดการใช้น้ำมันเตา 300 ลิตร ลดการใช้น้ำ 20 ลูกบาศก์เมตรนอกจากนี้ยังลดการใช้สารคลอรีนฟอกเยื่อกระดาษ 5 กิโลกรัม ลดการนำเข้ากระดาษจากต่างประเทศ 25,000 บาท ลดขยะกระดาษ 1 ตัน ลดค่ากำจัดขยะ 1,000 บาทและเพิ่ม

มูลค่าวัสดุเหลือใช้ในการนำกระดาษมารีไซเคิล 12,000 บาท^[2]

ประเภทของกระดาษ แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ 4 ประเภท คือ

1) กระดาษพิมพ์และกระดาษเขียนหรือกระดาษขาวดำ เป็นกระดาษที่นำไปพิมพ์หรือเขียน เมื่อสัมผัสผิว กระดาษจะไม่มีน้ำมัน ได้แก่ กระดาษปอนด์ กระดาษอาร์ต กระดาษวาดเขียน กระดาษสมุด กระดาษปก กระดาษคอมพิวเตอร์ กระดาษอัดสำเนา กระดาษถ่ายเอกสาร เป็นต้น

2) กระดาษเพื่อการอุตสาหกรรมหรือกระดาษเหนียว ได้แก่ กระดาษกราฟที่สีน้ำตาล กระดาษลูกฟูก กระดาษกล่อง ของกระดาษใส่เอกสารสีน้ำตาล เป็นต้น

3) กระดาษอนามัย ได้แก่ กระดาษชำระต่าง ๆ กระดาษเช็ดหน้า กระดาษเช็ดมือ กระดาษเช็ดปาก เป็นต้น

4) กระดาษชนิดอื่น ๆ นอกเหนือจากกระดาษทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ กระดาษสา กระดาษมวนบุหรี่ กระดาษทำถุงชา กระดาษฟาง และกระดาษหนังสือพิมพ์ เป็นต้น

ปริมาณเศษกระดาษในประเทศเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้กระดาษ ยังมีการใช้กระดาษเพิ่มขึ้น ปริมาณเศษกระดาษก็จะเพิ่มตามไปด้วยโดยเศษกระดาษเหล่านี้จะถูกปล่อยทิ้งให้ผู้พังไปเอง ถูกนำไปทิ้งเป็นขยะ หรือนำไปจัดการด้วยวิธีการเผาหรือการฝังกลบ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมทั้งดิน น้ำ และอากาศต่อไป ดังนั้นจึงมีการนำเศษกระดาษกลับมาใช้ใหม่เพื่อลดปัญหาดังกล่าว เช่นในประเทศญี่ปุ่นได้มีมาตรการให้ประชาชนแยกวัสดุเหลือใช้ เช่น แก้ว กระดาษ กระป๋อง ออกจากมูลฝอยก่อนการเก็บขนของเทศบาล ทำให้สามารถลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องนำเข้า โรงงานกำจัดได้ถึงร้อยละ 40

สำหรับประเทศไทย สันนิษฐานว่าได้รับรูปแบบ และประเพณีการนำทรัพยากรกลับมาใช้ใหม่จากชาวจีนผู้ยากจน ที่มีประสบการณ์และเข้าใจในคุณค่าของทรัพยากรเป็นแบบอย่าง ในการแยกเศษกระดาษกลับมาใช้ใหม่ โดยในช่วงแรกการแยกเศษกระดาษดำเนินไปเพื่อลดปริมาณการสะสมในครัวเรือน และได้รับค่าตอบแทนพร้อมกัน แต่ในปัจจุบันการหมุนเวียนกระดาษดำเนินไปเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อประหยัดทรัพยากรธรรมชาติ และลดต้นทุนการผลิตเป็นสำคัญ

จากตารางที่ 6-1 จะเห็นได้ว่าอัตราการนำกลับมาใช้ใหม่แต่ละประเทศแตกต่างกันแต่มีแนวโน้มการนำกลับมาใช้ใหม่เพิ่มขึ้น โดยในปี ค.ศ. 2001 ประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้ที่นำเศษกระดาษกลับมาใช้ใหม่สูงสุดถึง ร้อยละ 52 ตามด้วยกลุ่มประเทศสมาคมการค้าเสรีแห่งยุโรป (European Free Trade Association, E.F.T.A.) ร้อยละ 47.8 และสหรัฐอเมริกา ร้อยละ 44.4

กระดาษผลิตจากเยื่อไม้ กระดาษ 1 ตันผลิตจากต้นไม้ประมาณ 17 ตัน หนังสือพิมพ์
วันอาทิตย์ในอเมริกาต้องใช้ไม้ถึงครึ่งล้านตัน เพื่อผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์ทุก ๆ สัปดาห์
เมื่อกระดาษกลายเป็นขยะ และนำมาผลิตเป็นกระดาษรีไซเคิลสามารถประหยัดพลังงานได้ 4,100
kWh ต่อตัน 7,000 แกลลอนน้ำ 60 ปอนด์ของมลพิษทางอากาศ และ การรีไซเคิลกระดาษ
ต้องใช้สารเคมีในการฟอกขาวเล็กน้อย

กระดาษมีการใช้เพิ่มขึ้น 30% ในทศวรรษที่ผ่านมา ในปี ค.ศ. 1990 อเมริกาใช้
กระดาษมากถึง 72 ล้านตัน 25.5% คือประมาณ 18.4 ล้านตันผลิตจากกระดาษรีไซเคิล ใน
ยุโรปตะวันตกใช้ 35% ในญี่ปุ่นใช้ 50% ในเนเธอร์แลนด์ใช้ 70% ในอเมริกามีผู้รวบรวมขยะ
กระดาษถึง 2,000 กว่าบริษัท และสามารถรวบรวมได้ประมาณ 20 ล้านตันต่อปี ในปี 1988
20% ของขยะกระดาษถูกส่งไปยังญี่ปุ่น

ตารางที่ 6-1 อัตราการนำเศษกระดาษกลับมาใช้ใหม่ ในประเทศและภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก

ภูมิภาค	ปี ค.ศ. (หน่วย : ร้อยละ)	
	1988	2001
อเมริกาเหนือ (North America)	29.4	42.9
อเมริกา (U.S.A)	30.2	44.4
ยุโรปตะวันตก (Western Europe)	35.8	41.5
E.F.T.A. countries	40.9	47.8
European Community	35.1	40.7
ยุโรปตะวันออก รัสเซีย (Eastern Europe U.S.S.R)	29.0	38.7
หมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก (Oceania)	24.8	31.3
ลาตินอเมริกา (Latin America)	33.6	36.8
ญี่ปุ่น (Japan)	48.0	52.0
จีน (China)	20.4	24.5
Rest of Asia	34.2	40.9
แอฟริกา (Africa)	16.5	19.0
ทั้งโลก (World Total)	32.7	41.0

ตลาดของขยะกระดาษมีการเปลี่ยนแปลงง่าย ในบางที่มีการผสมขยะกระดาษสำนักงานกับขยะกระดาษทั่วไป เป็นขยะกระดาษผสม (Mixed-paper waste, MPW) เพื่อเป็นการเพิ่มราคามากขึ้น แต่การจัดการขยะกระดาษนั้นมีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ซึ่งถ้าไม่นำขยะกระดาษไปรีไซเคิล ค่าขนส่งก็ต้องเสียไปกับการขนส่งไปยังหลุมฝังกลบอยู่แล้ว ขยะกระดาษสามารถแบ่งเป็นเกรดคุณภาพต่ำ (bulk) และเกรดคุณภาพสูง (high) กระดาษที่มีคุณภาพเกรดที่ดีที่สุดเป็นกระดาษจำพวก กระดาษขาว กระดาษพิมพ์งานจากคอมพิวเตอร์ ขยะกระดาษคุณภาพดีสามารถใช้เป็นเยื่อทดแทนเยื่อไม้ได้ ส่วนกระดาษคุณภาพต่ำสามารถใช้ทำกระดาษกล่อง กระดาษงานก่อสร้าง และผลิตภัณฑ์กระดาษรีไซเคิลอื่น ๆ กระดาษคุณภาพต่ำประกอบด้วย กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษลูกฟูก และ กระดาษผสม กระดาษผสมประกอบด้วยกระดาษที่ไม่สามารถแยกได้จากสำนักงาน แหล่งพาณิชย์ หรือจากสำนักพิมพ์ หมึกพิมพ์สีที่ใช้ในกระดาษหนังสือพิมพ์ทำให้มูลค่าของกระดาษลดลง อย่างไรก็ตามขยะกระดาษมีมูลค่าลดลงจากที่ปนเปื้อนกาวยึดสัน หรือสารเคมีที่ใช้เคลือบบนนิตยสาร ที่หลุดเข้าไปปนเปื้อนเยื่อกระดาษในกระบวนการ

หนทางที่มีประสิทธิภาพในการดึงดูดให้ขยะกระดาษเข้าสู่ตลาดเยื่อกระดาษ จะต้องใช้โรงงานดำเนินการที่ใช้ขยะกระดาษคุณภาพดีประมาณ 300 ตันต่อวัน และมีระบบบำบัดน้ำเสียรองรับอุตสาหกรรมผลิตกระดาษด้วย

กระบวนการผลิตกระดาษจากวัสดุใหม่ (Manufacture from virgin materials)

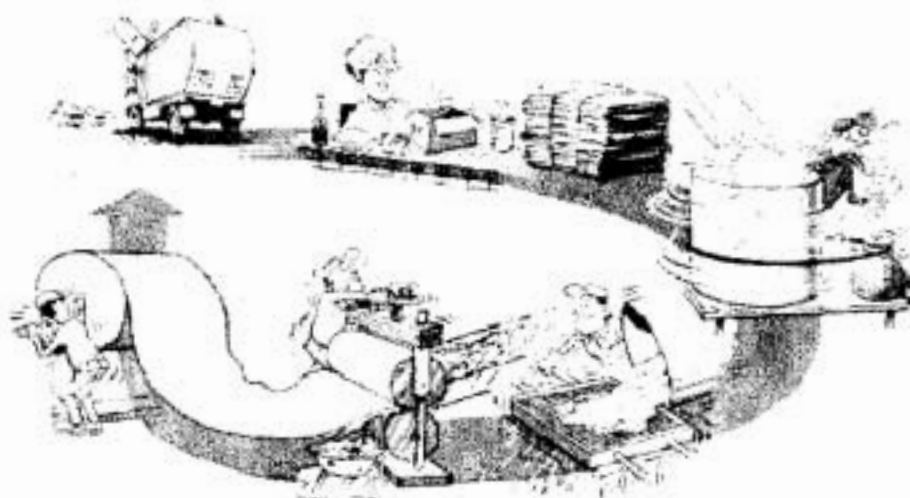
วัตถุดิบที่ใช้ผลิตกระดาษในปัจจุบันทำจากเยื่อไม้ที่บดละเอียดมาจากเศษไม้ เส้นใยสั้นจากไม้แข็ง เช่น ยูคาลิปตัส (Eucalypts) หรือเส้นใยยาวจากไม้อ่อน เช่น ไม้สน (pines) อาจมีกระดาษทำจากเส้นใยฝ้าย (cotton) กระดาษและกระดาษแข็งทั้งหมดมีวิธีการผลิตที่เหมือนกัน ในขั้นต้นทำการจัดการเศษไม้ให้เส้นใยออกมาด้วยหนึ่งในสามวิธีการ: วิธีทางกลไก วิธีทางเคมี หรือทั้งสองวิธีทั้งกลไกและเคมี กระบวนการนี้ทำให้ได้เยื่อ ขึ้นตอนในการผลิตกระดาษผสมเยื่อไม้กับน้ำเพื่อให้เป็นสิ่งที่บดละเอียด ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ผ่านตะแกรงน้ำในเนื้อเยื่อไหลผ่านตะแกรงไป เหลือไว้แต่เส้นใยบนตะแกรง กระดาษเปียกขึ้นผ่านลูกกลิ้งรีดเพื่อทำให้แห้ง มีการปรับปรุงพื้นผิวของกระดาษเพื่อให้ได้สมบัติตามต้องการ ในตอนสุดท้ายของกระบวนการ กระดาษถูกม้วนเป็นม้วนใหญ่โต กระดาษหรือกระดาษแข็งทำด้วยวิธีดังกล่าวและส่งไปยังโรงงานที่ทำการตัดให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ กระดาษลูกฟูกผลิตจากกระดาษที่ทำให้เป็นแผ่นร่องคลื่น และประกอบกระดาษแข็งทั้งสองด้านด้วยกระดาษเรียบ

กระบวนการผลิตกระดาษจากวัสดุรีไซเคิล (Manufacture from recycled materials)

การรีไซเคิลกระดาษจะมีวิธีการที่แตกต่างจากการผลิตกระดาษจากวัตถุดิบ เริ่มการทำกระดาษจากขยะกระดาษด้วยการล้างขยะกระดาษด้วยสารเคมีบำบัดเบื้องต้น ขยะกระดาษถูกผสมด้วยเครื่องจักรที่ผสมขนาดใหญ่และทำให้เป็นเส้นใยบดละเอียด ทำการกำจัดสิ่งปนเปื้อน เช่น พลาสติก เชือกป่าน คลิปกระดาษ จะต้องใช้เทคนิคการคัดแยกด้วยตะแกรง แล้วก็ใช้วิธีการเดียวกันวิธีการผลิตกระดาษใหม่ ๆ ขยะกระดาษส่วนมากมาจากการใช้กระดาษในส่วนบรรจุภัณฑ์ และมีส่วนน้อยที่มาจาก กระดาษหนังสือพิมพ์ วารสาร แมกกาซีน และกระดาษเขียน ในประเทศออสเตรเลีย ใช้ขยะกระดาษทำเป็นบรรจุภัณฑ์และกระดาษอุตสาหกรรม ที่เหลือใช้ทำกระดาษพิมพ์ และกระดาษเขียน กระดาษชำระ และกระดาษพิมพ์หนังสือพิมพ์ มีส่วนน้อยที่นำไปใช้เป็นฉนวน ที่นอนของสัตว์เลี้ยง อาจใช้ทำดั่งใส่ไข่ ถาดใส่อาหาร หรือที่เพาะปลูกพืช

อุตสาหกรรมการรีไซเคิลกระดาษมีข้อจำกัดสำหรับการรีไซเคิลกระดาษ กระดาษสามารถรีไซเคิลได้อย่างกว้างขวางทำเป็นกระดาษ และผลิตภัณฑ์เซลลูโลส (Cellulose) ปัญหาการปนเปื้อนจากอาหารทำให้การรีไซเคิลถูกจำกัด เช่น กล่องนม และการย่อยสลายของเส้นใย ในระหว่างการรีไซเคิล ทำให้ต้องผลิตกระดาษคุณภาพต่ำ กระดาษหนังสือพิมพ์เก่าไม่สามารถผลิตกระดาษคุณภาพสูงจำพวกกระดาษพิมพ์งาน หรือกระดาษเขียนแต่สามารถใช้เป็นกระดาษพิมพ์หนังสือพิมพ์ หรือกระดาษชำระ การย่อยสลายเส้นใยในระหว่างการรีไซเคิล ถูกจำกัดด้วยจำนวนครั้งที่ใช้งาน หรืออาจเพิ่มเส้นใยวัตถุดิบ และมีการตรวจสอบ

กระดาษที่จะรีไซเคิลให้เก็บรวบรวมแยกไว้ต่างหาก มัดกองหนังสือพิมพ์ กองแมกกาซีน มัดด้วยเชือกป่าน หรือทับด้วยก้อนอิฐ หรือเก็บไว้ในลังหรือถัง ไม่ควรใส่ไว้ในถุงพลาสติก เนื่องจากพลาสติกทำให้ระบบโรงงานเสียหายได้ ดังแสดงการรีไซเคิลในภาพที่ 6-3 เป็นกระบวนการรีไซเคิลกระดาษมีวิธีการดังนี้



ภาพที่ 6-3 กระบวนการรีไซเคิลกระดาษ^[3]

- 1) รวบรวมกระดาษจากบ้าน โรงเรียน สำนักงาน แยกเป็นกองตามชนิดของกระดาษ
- 2) หลังจากแยกเป็นกองแล้วทำการมัดและนำไปเก็บไว้ในโกดัง
- 3) สำเลียงกองกระดาษไปตามสายพานแล้วตกลงไปยังหม้อขนาดใหญ่ เป็นหม้อผสมที่ใหญ่มาก ทำการปั่นกระดาษในแยกออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย และละเอียด
- 4) เยื่อกระดาษที่ได้เทลงบนตะแกรงที่เขย่า มีน้ำหนักที่หนักมาก จนกว่าน้ำจะออกไปจนหมด น้ำหนักกลับไปใช้ซ้ำได้ในโรงงาน

5) เยื่อจะถูกส่งเข้าไปยังลูกกลิ้งที่รีดเอาน้ำออกและเป่าให้แห้ง

6) กระดาษหมุนทำให้ได้กระดาษใหม่

การรีไซเคิลกระดาษทำให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และประหยัด ดังนี้ :

- 1) อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ
- 2) ทำให้ลดการใช้วัตถุดิบในการผลิตกระดาษ
- 3) ลดก๊าซเรือนกระจกโดยการลดการเผากระดาษ
- 4) ลดค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ
- 5) ประหยัดค่าใช้จ่ายในการรีไซเคิลเนื่องจากส่งออกนอกประเทศ
- 6) สร้างงานสร้างรายได้
- 7) ประหยัดน้ำ และพลังงาน

กระดาษที่รวบรวมได้นั้นมีความแตกต่างกันทั้งคุณภาพและปริมาณ กระดาษที่แตกต่างกันใช้วิธีการรีไซเคิลที่ต่างกัน กระดาษที่สามารถรีไซเคิลได้ประกอบด้วย

- 1) กระดาษหนังสือพิมพ์
- 2) แม็กกาซีน รวมทั้ง แคตตาล็อก (catalogues) โปรชัวร์ขายของ (sales brochures) และเอกสารโฆษณา
- 3) สมุดโทรศัพท์
- 4) กระดาษสำนักงาน
- 5) กระดาษแข็ง เช่น กล่องอาหาร กล่องข้าง และ ของจดหมายต่าง ๆ

กระดาษบางชนิดไม่เหมาะกับการรีไซเคิล กระดาษที่ไม่สามารถนำไปรีไซเคิลได้แก่ กระดาษหรือกล่องที่เคลือบแว็กซ์ กระดาษชำระ และ กระดาษแฟกซ์ (Thermal fax paper) กระดาษที่มีส่วนผสมของวัสดุเหล่านี้ไม่ควรนำไปรีไซเคิล

- 1) พลาสติก
- 2) แผ่นพอยท์ทูมอาหาร เช่น ที่ห่อหุ้มช็อคโกแลต (Chocolate)
- 3) กระดาษห่อของขวัญ
- 4) กล่องพิซซ่า (Pizza)
- 5) ปฏิทิน
- 6) กระดาษแว็กซ์
- 7) เครื่องห่อหุ้มขนมปัง
- 8) ห่อไม้
- 9) กล่องไข่

กระดาษและกระดาษแข็งมีระบบการทำที่เหมือนกัน กระดาษและกระดาษแข็งใช้ลูกกลิ้งที่มีขนาดใหญ่ หลังจากนั้นถูกส่งไปยังโรงงานทำขนาดและระยะ กระดาษถูกใช้ทำเป็นกระดาษแข็ง กระดาษแข็งมีสามชั้น

รีไซเคิลกระดาษพิมพ์หนังสือพิมพ์ (Newsprint Recycling)

อุตสาหกรรมพิมพ์หนังสือพิมพ์ต้องการขยะกระดาษมารีไซเคิล ขยะกระดาษส่วนหนึ่งก็มาจากหนังสือพิมพ์ 13 ล้านตันของหนังสือพิมพ์ในอเมริกา กระดาษพิมพ์หนังสือพิมพ์ 60% นำเข้าจากแคนาดา ดังนั้นความต้องการการรีไซเคิลจำเป็นอย่างยิ่ง ในอเมริกาก็มีกฎหมายในการรีไซเคิลขยะกระดาษหนังสือพิมพ์ กฎหมายในการรีไซเคิลทำให้เพิ่มความต้องการขยะกระดาษมากขึ้น เพื่อนำเข้าสู่อุตสาหกรรมกระดาษ

กระดาษหนังสือพิมพ์เก่าถูกใช้เป็นตัวบรรจุภัณฑ์ ไม่สามารถใช้เป็นกระดาษพิมพ์หนังสือพิมพ์ได้ เนื่องจากหมึกที่ใช้พิมพ์ต้องมีกระบวนการลดหมึกก่อน

แก้ว (GLASS)

สถานการณ์การใช้แก้ว

ในอเมริกาทำการกำจัดแก้วในทุก ๆ ปีประมาณ 13 ล้านตัน ในขณะที่ชุมชนที่เกิดขึ้นทั้งหมดพบแก้วมากกว่า 7% มีแก้วถูกรีไซเคิลเป็นผลิตภัณฑ์ประมาณ 12% ในประเทศญี่ปุ่นสามารถรีไซเคิลแก้วได้ 50%

ขยะแก้วสามารถนำไปใช้ผสมในอิฐ (Bricks) และผสมเป็นวัสดุลาดถนน เรียกว่า "Glasphalt" เป็นส่วนผสมของแก้วกับ แอสฟัลต์ หรือ มีส่วนผสมของแก้ว 20% ทราบ 10% กรวด 30% และ หินปูน 40% การใช้แก้วบดเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายพลังงาน และลดมลพิษมากกว่าที่จะนำแก้วกลับไปหลอม

ประวัติของการผลิตแก้ว (History of glass)

แก้วเป็นวัสดุที่ใช้ประโยชน์กันในสังคมมนุษย์มาตั้งแต่โบราณกาล มนุษย์รู้จักใช้แก้วตั้งแต่สมัยฟินิเซีย (Phoenicians) ยาวนานกว่า 5,000 ปี สันนิษฐานว่าชาวอียิปต์ (Egyptians) เป็นผู้ประดิษฐ์คิดค้นวิธีการเป่าแก้วขวดขึ้นก่อนคริสต์ศักราชหนึ่งร้อยปี การเป่าแก้วด้วยมือเป็นหลักการผลิตขวดแก้ว ในช่วงร้อยกว่าปีที่ผ่านมา กลไกการเป่าแก้วได้ถูกพัฒนาเทคนิคในการผลิตขวดบรรจุแก้ว ทำให้การผลิตขวดแก้วได้รวดเร็วและถูก ปัจจุบันขวดแก้วมีการใช้บรรจุเครื่องดื่ม อาหารกันอย่างกว้างขวางมากมาย

การผลิตแก้วจากวัตถุดิบใหม่ (Manufacture from virgin materials)

วัตถุดิบหลักสามชนิดที่ใช้ในการผลิตขวดแก้วประกอบด้วย ทราโยซิลิกา (Silica) โซดาแอส (Soda ash) ใช้ลดจุดหลอมเหลว และ หินปูน (limestone) ใช้เพิ่มความแข็งแรง ปัจจุบันการบดแก้วให้เป็น เศษแก้ว (Cullet) เป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญในกระบวนการผลิตแก้วทั่วโลก ส่วนผสมอื่น ๆ ใช้น้อยมาก ซึ่งขึ้นกับชนิดของแก้วที่ต้องการ

การผลิตขวดแก้วจะทำการผสมส่วนประกอบเป็นกะ (Batch) บ้อนเข้าเตาเผาอย่างต่อเนื่องและหลอมที่อุณหภูมิ 1,500°C แก้วถูกหลอมด้วยเตาแล้วถูกส่งเข้าเครื่องพิมพ์แม่พิมพ์ (moulding) ที่หยดแก้วหลอมลงในแม่พิมพ์ เป่าอากาศเข้าไปสู่ลูกแก้วกลวง (globules) กลายเป็นขวด แล้วปล่อยให้เย็นลงช้า ๆ และส่งไปยังโรงเก็บขวดเพื่อกระบวนการต่อไป

การผลิตแก้วจากวัสดุรีไซเคิล (Manufacture from recycled materials)

ขวดและเหยือกแก้วที่เก็บรวบรวมมาสำหรับการรีไซเคิลนั้น ถูกคัดแยกด้วยแรงงานในโรงงานคัดแยก โดยคัดแยกออกเป็นแก้วใส (Clear) แก้วน้ำตาล (amber) และแก้วเขียว (green) ภาชนะแก้วที่มีสีแตกต่างกันถูกจัดการปรับปรุงคุณภาพก่อนเข้ากระบวนการอีกครั้ง โดยทำการทำความสะอาด กำจัดสิ่งแปลกปลอม เช่น โลหะ พลาสติก เซรามิกส์ และหิน และบดแก้ว แก้วที่ถูกบดแล้วจะถูกส่งไปยังโรงงานที่ใช้แก้วเพื่อผลิตภาชนะแก้ว การผลิตแก้วที่ได้คุณภาพต้องขึ้นกับคุณภาพและปริมาณของแก้วบด การใช้แก้วบด ทำให้สามารถประหยัด ลดพลังงานและช่วยประหยัดทรัพยากร หนึ่งตันของแก้วบดทำให้ประหยัดวัตถุดิบได้ 1.1 ตัน

มีหลากหลายเหตุผลที่ทำให้แก้วเป็นภาชนะบรรจุ

- 1) แก้วเป็นวัสดุกันน้ำ
- 2) แก้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ไม่จำกัดครั้ง (Infinitely recyclable)
- 3) แก้วสามารถทำได้หลากหลายรูปร่าง ขนาด หรือสี
- 4) แก้วไม่ทำให้อาหารที่ใส่ในภาชนะที่ทำด้วยแก้วรสชาติเปลี่ยนไป

ปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมแก้ว ได้ผลิตภาชนะแก้วให้มีน้ำหนักเบามากกว่าขวดแก้วที่ผลิตได้จากก่อนหน้านี้ กระบวนการนี้เรียกว่า 'lightweighting' ทำให้ประหยัดพลังงานและวัตถุดิบ เช่น ขวดเบียร์ขนาดเล็ก (stubby) ทำในปี ค.ศ. 1986 มีน้ำหนัก 260 กรัม ในปี ค.ศ. 1997 ขวดขนาดเดียวกันสามารถผลิตได้ในน้ำหนัก 180 กรัม น้ำหนักลดลงไป 31%

แก้วที่สามารถรีไซเคิลได้

- 1) ขวดแก้วใส สีน้ำตาล และสีเขียว เช่น เครื่องดื่ม (soft drink) น้ำแร่ ไวน์ เบียร์
- 2) เหยือกแก้วทั้งหมด
- 3) ขวดแก้วใสใส่เครื่องปรุงรส

แก้วที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้

แก้วที่ปนเปื้อนไม่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ การปนเปื้อนเล็กน้อยประมาณ 5 กรัมต่อตัน เทียบเท่าเหรียญ 10 เซ็นต์ มีผลทำให้คุณค่าของแก้วถูกส่งไปสู่หลุมฝังกลบเพราะว่าคุณค่าลดลง แก้วที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้มีดังนี้

- 1) กระจกหน้าต่าง และแก้วกระจกรถยนต์ที่แตก
- 2) Heat-treated glass เช่น Corning Ware, Pyrex or Vision Ware

- 3) แก้วทำโคมไฟ (Light globes)
- 4) ขวดขุ่นสีขาว (White opaque bottles)
- 5) แก้วในห้องปฏิบัติการและสถานพยาบาล (Laboratory and medical glass)
- 6) แก้วน้ำแตก ถ้วยกระเบื้อง เซรามิกส์

การเตรียมการรีไซเคิลแก้ว

- 1) กำจัดฝาปิดภาชนะ หรือฉลาก
- 2) ล้างขวดและเหยือกด้วยน้ำ และน้ำที่ล้างขวดและเหยือกแล้วไม่นำกลับมาใช้ใหม่

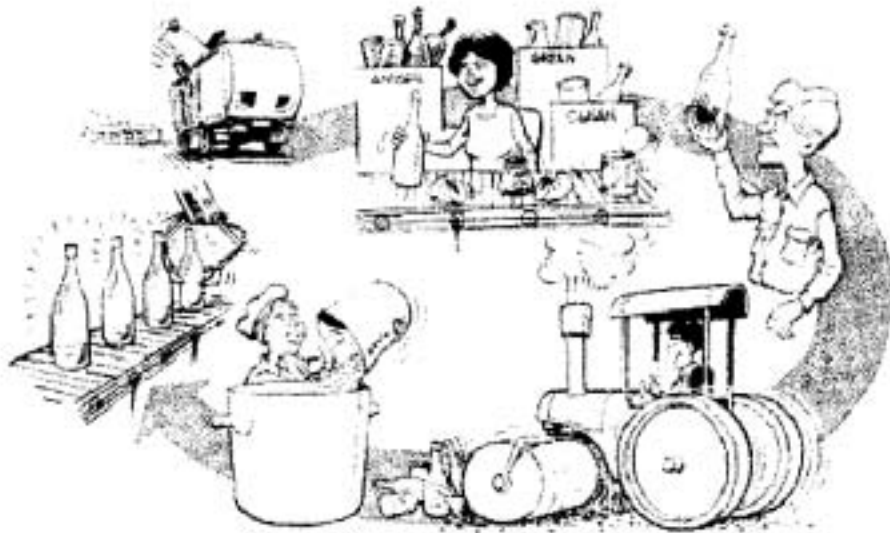
การลด การใช้ซ้ำ (Reduce Reuse)

การคัดเลือกขนาดที่เหมาะสมในการใช้ขวดแก้วมีผลทำให้ลดการใช้ขวดแก้ว เช่น ใช้ซอสมะเขือเทศ 1 กิโลกรัม แทนที่จะซื้อขวดแบบ 500 ml หรือซื้อน้ำผลไม้ขนาด 2 ลิตรแทนการซื้อขนาด 500ml

ขวดแก้วและเหยือกที่ถูกล้างกลับมาใช้ใหม่เพื่อผลิตเป็นภาชนะบรรจุแก้ว แก้วคุณภาพต่ำ ได้แก่ แก้วที่ผสมสี สามารถนำไปใช้ผสมคอนกรีต ทำให้ค่าใช้จ่ายของการสร้างถนนลดลง

กระบวนการรีไซเคิล (The Recycling Process)

- 1) รวบรวมขวดแก้วจากบ้านเรือนเป็นสีของขวด เป็นขวดใส สีน้ำตาล สีเขียว
- 2) คัดแยกขวดในโรงคัดแยกขยะ
- 3) บดแก้วให้มีขนาดเล็ก เรียก cullet
- 4) แก้วบด เป็นวัตถุดิบการผลิตแก้วใหม่ส่วนผสม สำเลียงเข้าเตาเผาเพื่อหลอม
- 5) แก้วหลอมเทเข้าแม่พิมพ์ทำให้เกิดขวดและเหยือกใหม่



ภาพที่ 6-4 กระบวนการรีไซเคิลแก้ว^[3]

แก้วบดถูกใส่ในเตา ช่วยให้กระบวนการผลิตแก้วสามารถลดการใช้พลังงานในการหลอมวัตถุดิบ กระบวนการรีไซเคิลดังแสดงในภาพที่ 6-4

พลาสติก (PLASTIC)

พลาสติกมีความแข็งแรง กันน้ำ น้ำหนักเบา ทนทาน ใช้กับไมโครเวฟได้ และมีความยืดหยุ่นมาก ด้วยเหตุผลทั้งหมดนี้จึงนำมาใช้แทนไม้ กระดาษ และวัสดุโลหะ ใช้หีบห่อ และการใช้งานอื่น ๆ เมื่อเผาพลาสติกทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่เป็นพิษ พลาสติกไม่สามารถย่อยสลายได้เมื่อในไปฝังกลบ พลาสติกทำให้พื้นที่ในหลุมฝังกลบเสียไปประมาณ 30% เปอร์เซนต์ น้ำหนักมีเพียง 7% ถึง 9% และยังคงพบว่ากระดาษไม่สามารถย่อยสลายได้ในหลุมฝังกลบ เพราะการบดอัดของรถบดอัดในขณะที่ขนส่งมาฝังกลบ ถึงขยะห้องครัวสามารถลดปริมาณได้ 30% โดยปริมาตร ในหลุมฝังกลบสามารถลดปริมาณ 12% ถึง 21% พลาสติกที่อยู่ในทะเลเป็นอันตรายและสามารถทำให้สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมตามได้ ปัญหาอื่น ๆ ที่เกิดจากกระบวนการผลิตพลาสติกที่ใช้สารเคมีมีพิษ การผลิตพลาสติกใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เป็นวัตถุดิบ และใช้สารเคมีในการผลิตโพลีสไตรีนโฟมพลาสติก เช่น คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (chlorofluorocarbons, CFCs) เป็นเหตุทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ ในปัจจุบันใช้ HCFC-22 หรือ เพนเทน (pentane) แทน CFCs ซึ่งไม่ทำลายชั้นโอโซน ดังนั้นการรีไซเคิลพลาสติกทำให้แก้ปัญหาได้

ประวัติในการผลิตพลาสติก (History of plastic)

พลาสติกเป็นวัสดุใหม่ ประดิษฐ์โดย Alexander Parkes ในปี ค.ศ. 1860 และ ได้รับความนิยมในการใช้งานอย่างกว้างขวางไม่ก็สิบปีที่ผ่านมา มีการใช้มากกว่า 1.5 ล้านตันในปี ค.ศ. 2000

กระบวนการผลิตจากวัตถุดิบ (Manufacture from virgin materials)

พลาสติกทำจากน้ำมันดิบ ก๊าซ และถ่านหิน วัตถุดิบในการผลิตพลาสติกเป็นของเสียจากโรงกลั่นปิโตรเลียม ที่เหลือจากการเผาทิ้งไปแล้ว พลาสติกเป็นโพลิเมอร์ มีโมเลกุลที่ยาวเชื่อมต่อกันเป็นโมเลกุลขนาดเล็ก เรียกว่า Monomers โพลิเมอร์ผลิตในภาชนะที่กำหนดสภาพ เช่น อุณหภูมิ ความดัน และใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเฉพาะ ทำให้ได้โพลิเมอร์ในรูปของเม็ดหรือผงเรซิน (resin) ปัจจุบันมีพลาสติกมากกว่า 40 แบบที่แตกต่างกัน โดยแต่ละชนิดจะใช้สารเคมีเป็นส่วนประกอบที่ต่างกัน เพื่อกำหนดสมบัติในการใช้งานต่อไป การผลิตพลาสติกมีขั้นตอนในการผลิตสามขั้นตอนดังนี้

- 1) ผงและเม็ดเรซินถูกหลอมด้วยความร้อนให้อ่อนตัว
- 2) วัสดุที่อ่อนสามารถหล่อได้ตามแม่พิมพ์ให้ได้ตามรูปร่างที่ต้องการ
- 3) เมื่อผลิตภัณฑ์เย็นตัวลง ได้รูปร่างตามต้องการ

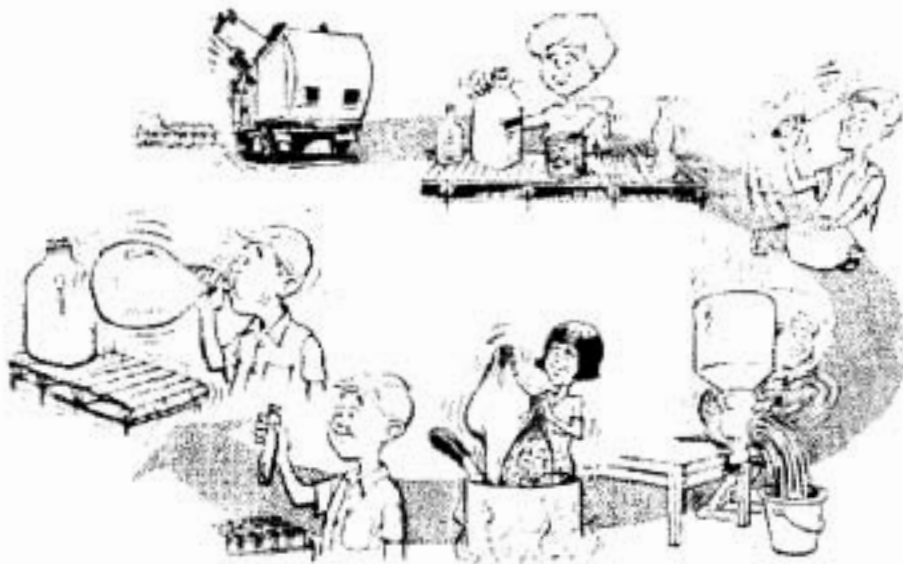
มีวิธีการหลายวิธีการที่จะหล่อผลิตภัณฑ์ พลาสติกถูกฉีดเข้าไปยังแบบหล่อฉีด (injection moulding) (สำหรับแบบหล่อวัตถุ เช่น ถ้วย ของเล่นเด็ก เครื่องประกอบบีบี) แบบหล่อขับ (extrusion moulding) (สำหรับแผ่นพลาสติก ท่อ หลอด) และ แบบพิมพ์แบบเป่า (blow moulding) (สำหรับการผลิตขวด และลูกกอล์ฟ) เทคนิคกระบวนการผลิตอื่นใช้ในการผลิตเส้นใย ถาด ลัง

กระบวนการผลิตจากวัสดุรีไซเคิล (Manufacture from recycled materials)

พลาสติกส่วนมากสามารถรีไซเคิลได้ แต่มีความแตกต่างที่ต้องเก็บรวบรวม คัดแยก ทำความสะอาด และเริ่มกระบวนการซ้ำ เป็นหนทางในการประหยัด พลาสติกจากชุมชนที่สามารถรีไซเคิลได้ คือ PET (ขวดน้ำดื่ม) HDPE (ขวดน้ำผลไม้ และนม) Vinyl (V) (ขวดน้ำผลไม้ ขวดยา)

พลาสติกถูกรวบรวมและคัดแยกตามชนิดของโพลิเมอร์ โดยคัดแยกตามสัญลักษณ์ที่ปรากฏ ทำการมัดเป็นก้อนตามชนิด ส่งกลับไปยังโรงงานเป็นผลิตซ้ำ ดังแสดงในภาพที่ 6-5 กระบวนการผลิตซ้ำเป็นไปดังนี้

- 1) คัดภาชนะขนาดใหญ่ออก
- 2) ทำการฉีกฉีก สับ ทำการล้างสิ่งปนเปื้อนออก
- 3) เป่าให้พลาสติกให้แห้งทำการหลอมให้เป็นเม็ดหรือผง พร้อมทั้งจะนำไปผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกใหม่



ภาพที่ 6-5 กระบวนการรีไซเคิลพลาสติก⁽³⁾

การจัดการขยะด้วยวิธีของกระบวนการรีไซเคิลและการใช้ซ้ำนั้น ไม่ได้สำเร็จได้ง่ายอย่างที่คิด เพราะว่า พลาสติกมีหลายประเภท และแต่ละประเภทต้องใช้กระบวนการที่แตกต่างกันในการรีไซเคิล ประเภทของพลาสติกมีมากถึงร้อยชนิด มีอยู่ 80% ของพลาสติกที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด เช่น พลาสติกโพลีเอธิลีนความหนาแน่นสูง (High-density polyethylene, HDPE) ใช้กับขวดนม หรือ โพลีเอธิลีนเทเลฟทาเลต (polyethylene terephthalate, PET) เป็นขวดน้ำดื่ม ขวดน้ำอัดลมขนาดใหญ่ การแยกชนิดของพลาสติกยังไม่สามารถทำได้เนื่องจากไม่มีกระบวนการที่แยกชนิดของพลาสติกได้ พลาสติกที่ใช้ทำชิ้นส่วนของรถยนต์ยังไม่ได้ระบุสัญลักษณ์ ทำให้การแยกเป็นไปได้ยาก พลาสติกชนิด โพลิสไตรีน (polystyrene) ที่ถูกแยกได้ทำให้สามารถนำไปรีไซเคิลโดยใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการ หรือ โรงงานรีไซเคิลพลาสติก

โลหะ (METALS)

ในอเมริกาทุก ๆ ปีพบขยะโลหะกว่า 15 ล้านตัน ในปริมาณนี้เป็น 9% ของขยะชุมชน โดยน้ำหนัก รีไซเคิลได้ประมาณ 14% ของขยะโลหะ 64% เป็นอลูมิเนียม ในรอบ 50 ปีที่ผ่านมา วัสดุที่พบมากกว่าครึ่งหนึ่งมาจากถาวรรีไซเคิลเหล็กจากโรงทำเหล็กกล้า อย่างน้อยหนึ่งในสามของผลิตภัณฑ์ทำจากอลูมิเนียมมาจากการรีไซเคิล การรีไซเคิลอลูมิเนียมเป็นตัวอย่างที่ดี ในกระบวนการรีไซเคิลเนื่องจากใช้พลังงานไฟฟ้าเพียง 5% ในการหลอมขยะอลูมิเนียมอีกครั้ง ซึ่งใช้พลังงานน้อยกว่าการที่จะสกัดอลูมิเนียมจากสินแร่ (Bauxite ore) กระป๋องอลูมิเนียมกว่า 55 พันล้านกระป๋อง (0.96 ล้านตัน) ถูกรีไซเคิล รีไซเคิลอลูมิเนียมเพิ่มจาก 61% ในปี ค.ศ. 1989 เป็น 63.5% ในปี ค.ศ. 1990 เหล็กถูกรีไซเคิลเพื่อผลิตใหม่ กระป๋องเหล็กจำเป็นต้องมีการกำจัดขั้นต้นป้องกันสนิมก่อนจะทำการหลอมในเตา การรีไซเคิลเหล็กเพิ่มจาก 5 พันล้านกระป๋องในปี ค.ศ. 1988 เป็น 9 พันล้านในปี ค.ศ. 1990 แหล่งที่จะนำขยะโลหะไปใช้ในกระบวนการผลิตคือ กระป๋อง รถยนต์ อุปกรณ์ในห้องครัวจำพวกตู้เย็น เครื่องซักผ้า โครงสร้างเหล็ก และอุปกรณ์ในฟาร์ม

ประวัติของการผลิตเหล็ก (History of steel)

เหล็กได้ถูกนำมาใช้งานในปี ค.ศ. 1740 ในกลางปี ค.ศ. 1800 ถูกพัฒนาเป็นการใช้เหล็กขนาดใหญ่ เหล็กเคลือบด้วยดีบุกใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างกว้างขวาง ประดิษฐ์โดย Durand ปี ค.ศ. 1810 และการผลิตกระป๋องด้วยแรงงานคนผลิตก่อนปี ค.ศ. ค.ศ. 1800 หลังจากนั้นผลิตด้วยเครื่องจักร

กระบวนการใช้เหล็กเป็นวัสดุขั้นต้นใหม่ (Manufacture from virgin materials)

เริ่มต้นจากที่ทำการหลอมเหล็กด้วยความร้อนจากถ่านหิน สินแร่เหล็ก และหินปูนในเตาเผา เหล็กหล่อนำไปผลิตเป็นเหล็กกล้าด้วยกระบวนการผลิตเหล็กด้วยออกซิเจน (oxygen steel-making process) ระหว่างกระบวนการ เหล็กจากเตาเผาที่มีความร้อนประมาณ 1,7000 °C ใส่ชิ้นเหล็ก 20% เพื่อควบคุมอุณหภูมิ ในกระบวนการผลิตเหล็กด้วยออกซิเจนที่เป่าเข้าเตาเพื่อหลอมพื้นผิว ทำการกำจัดส่วนที่ไม่บริสุทธิ์และรักษาระดับของคาร์บอนในเหล็ก เหล็กกล้าทำจากเตาอิเล็กทรอนิกส์ โดยเศษเหล็กถูกหลอมโดยไฟฟ้า แล้วหล่อให้เป็นแผ่นหรือนำไปหล่อตามรูปร่างที่ต้องการ

กระบวนการผลิตเหล็กแบบออกซิเจนใช้ทำเป็นขดม้วนเหล็ก เพื่อเคลือบดีบุกในอุตสาหกรรมกระป๋องเหล็ก เตาเผาหลอมเหล็กจนเป็นของเหลวและหล่อเป็นแผ่น ทำการรีดให้

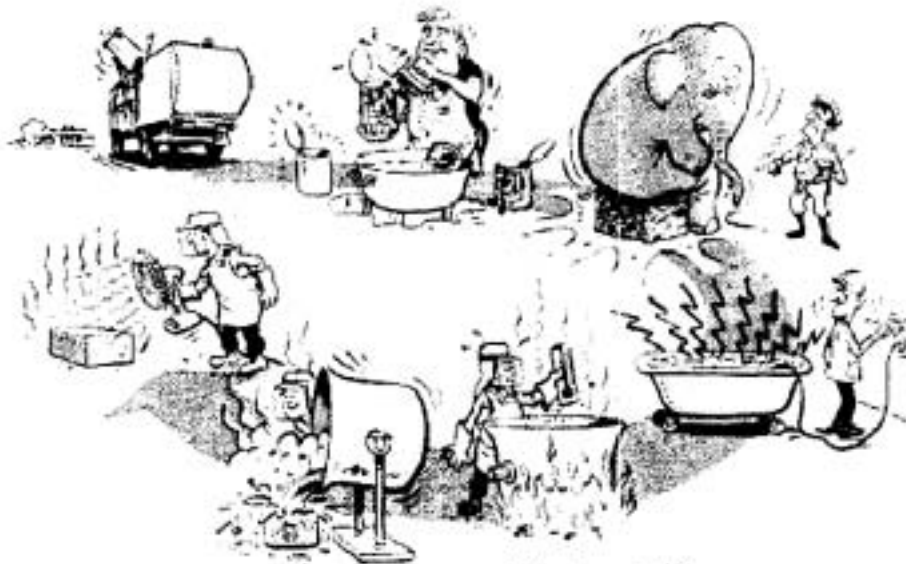
เรียบจนเป็นม้วน ม้วนเหล็กถูกทำความสะอาดและเคลือบด้วยดีบุกด้วยกระแสไฟฟ้า สุดท้ายเรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่า แผ่นดีบุก (tinplate) ใช้ทำกระป๋องเหล็ก

ดีบุกป้องกันสนิมที่จะเกิดบนพื้นผิวของเหล็ก เพื่อนำไปใช้บรรจุอาหาร กระป๋องอัดน้ำยา สี น้ำผลไม้ และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

กระบวนการผลิตเหล็กโดยใช้เหล็กรีไซเคิล (Manufacture from recycled materials)

กระป๋องเหล็กที่เก็บรวบรวมจากชุมชนให้ทำการคัดแยกที่โรงงานคัดแยกขยะ อาจแยกด้วยแรงงานคน หรือเครื่องแยกแม่เหล็ก ทำการบดอัดส่งไปยังโรงงานผลิตซ้ำ ดังแสดงในภาพที่ 6-6

- 1) กระป๋องเหล็กสามารถผลิตซ้ำได้
- 2) ทำการกำจัดดีบุกที่เคลือบไว้ นำไปผสมในกระบวนการผลิตเหล็ก



ภาพที่ 6-6 กระบวนการรีไซเคิลเหล็ก^[3]

- 1) การการตัดเฉือนเหล็กและทำความสะอาดเศษอาหารและฉลาก
- 2) เหล็กที่ทำความสะอาดทำการอัดเป็นก้อนส่งไปยังโรงงานกำจัดดีบุก
- 3) การกำจัดดีบุกด้วยวิธีการแช่แผ่นเหล็กลงในอ่างและปล่อยกระแสไฟฟ้าลงไป
- 4) เพื่อความร้อนให้กับเหล็กถึง $1,700^{\circ}\text{C}$ ผสมกับเหล็กที่ยังไม่ได้ใช้งาน
- 5) หลอมเป็นเหล็กหล่อใช้ระบบ Basic Oxygen Steel เพื่อกำจัดคาร์บอน
- 6) เหล็กหลอมเทให้เป็นผลิตภัณฑ์ตามสมบัติ

7) ทำให้เหล็กเย็นตัวลงเป็นแผ่นตามรูปร่างที่จำเป็นต่อการใช้งาน

ประวัติของการใช้อะลูมิเนียม (History of aluminium)

โลหะอะลูมิเนียมมีการใช้กันทั่วทุกคร่าวเรือน อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่ไม่เหมือนกับ เหล็ก ทองเหลือง และทองแดง มีการใช้อะลูมิเนียมตั้งแต่กลางศตวรรษที่ 19 มีการใช้ผลิตเป็น กระจ่างเครื่องตีมากกว่า 20 ปี

แหล่งสินแร่อะลูมิเนียม (Bauxite) ที่มีขนาดใหญ่พบในประเทศออสเตรเลีย เป็นสินแร่ ที่นำมาผลิตอะลูมิเนียม และมีการใช้กันมากยิ่งขึ้น ในออสเตรเลียมีการขุดสินแร่ได้ 53.2 ล้าน ตัน และผลิตอะลูมิเนียมได้ 1.7 ล้านตัน ในปี ค.ศ. 2001

กระบวนการผลิต (Manufacture)

โรงถลุงและสกัดแร่ (Refining and smelting)

สินแร่เป็นวัตถุดิบที่ใช้ผลิตอะลูมิเนียม สินแร่อยู่ในรูปของอะลูมิเนียมออกไซด์ (aluminium oxides) เหล็กออกไซด์ (iron oxides) และดิน ในขั้นแรกให้ทำการกำจัด อะลูมินา (alumina) ผงทรายสีขาวที่เป็นส่วนประกอบของอะลูมิเนียมออกไซด์ จากสินแร่โดยวิธีการ ละลายในสารละลายด่าง (liquid caustic) ของที่เหลือเป็นสิ่งที่ไม่สามารถละลายได้ในด่าง ให้ ทำการรวบรวม สามารถทำไปทำก้อนอิฐ หรือส่วนผสมของพื้นถนนได้ อะลูมินาที่ถูกกำจัด ด้วยสารละลายด่าง ทำให้เป็นจนกระทั่งเกิดเป็นผลึก (crystals) นำผลึกไปล้าง ทำให้แห้งและ นำไปหลอมแร่ ในขั้นสุดท้ายของการผลิตอะลูมิเนียมทำการหลอมอะลูมินาเข้าไปในโลหะ กระบวนการกำจัดออกซิเจนจากอะลูมินาเพื่อให้เกิดอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ อะลูมินาถูกป้อนเข้าไป ยังหน่วยลดออกซิเจนที่อุณหภูมิสูง พร้อมด้วย sodium aluminium fluoride เป็นที่รู้จักในชื่อ cryolite ปล่องกระแสไฟฟ้าเข้าไปผสม ทำให้ออกซิเจนออกจากอะลูมินาและทำให้เกิดเป็น โลหะอะลูมิเนียม

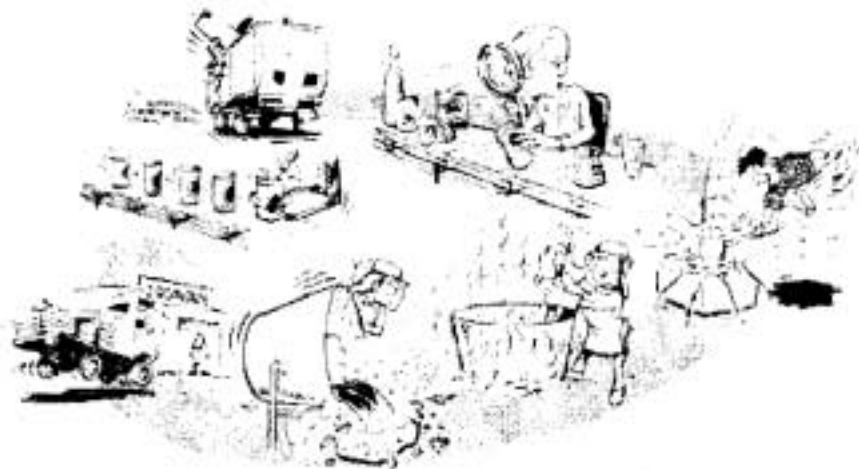
หล่อและม้วน (Casting and rolling)

อะลูมิเนียมบริสุทธิ์หล่อให้เป็นก้อน หรืออาจนำไปผสมกับโลหะอื่น เช่น ซิลิคอน (silicon) ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ คือ อัลลอยส์ (alloys) ก้อนโลหะที่หล่อทำให้เย็นลง ในกระบวนการ นี้ อะลูมิเนียมเหลวผ่านเข้ายังเตาเผาเพื่อกำจัดแก๊สและสิ่งไม่บริสุทธิ์ อะลูมิเนียมเหลวถูกหล่อ ให้เป็นก้อนลูกบาทก์ ก้อนอะลูมิเนียมสามารถรีดหรือบีบให้แบนระหว่างลูกกลิ้งสองลูกเพื่อผลิต ให้เป็นแผ่นฟอยล์ ก่อนทำการรีดต้องเพิ่มอุณหภูมิขึ้นประมาณ 500°C ทำให้การรีดง่ายขึ้น

กระบวนการผลิตจากอะลูมิเนียมรีไซเคิล (Manufacture from recycled materials)

กระป๋องอะลูมิเนียมเก็บรวบรวมและได้รับการตัดแยก บิดอัดเป็นก้อน ทำการขนส่งไปยังโรงงานผลิต ถูกป้อนเข้ายังเตาหมุน (Rotary furnaces) หลอมอะลูมิเนียมด้วยอุณหภูมิที่ 780 °C ถูกหล่อ รีดเป็นม้วน นำไปผลิตกระป๋องใหม่ หรือนำไปผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 6-7 และมีขั้นตอนดังนี้

- 1) รวบรวมกระป๋องอะลูมิเนียมส่งไปยังโรงงานทุก ๆ วัน
- 2) อะลูมิเนียมถูกแยกจากโลหะรีไซเคิลอื่นด้วยแรงงานคนหรือ เครื่องแยก 'Eddy Current'
- 3) กระป๋องถูกบีบอัดเป็นก้อนลูกบาศก์ ส่งไปยังเตาเผา
- 4) หลอมก้อนอะลูมิเนียมในเตาหมุนให้หลอมละลาย
- 5) ทำการเทอะลูมิเนียมหลอมลงในแบบหล่อให้เป็นก้อน
- 6) นำเอาก้อนหล่อไปผลิตผลิตภัณฑ์อะลูมิเนียมต่อไป



ภาพที่ 6-7 กระบวนการรีไซเคิลอะลูมิเนียม^[3]

ยาง (RUBBER)

ในอเมริกา ยางรถยนต์เก่ากว่า 2 พันล้านเส้นถูกทิ้งเมื่อหมดอายุการใช้งาน และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 240 พันล้านเส้นต่อปี ยางรถยนต์ที่ถูกทิ้งแล้วจะถูกกองทับถม หรือฝังกลบในหลุมฝังกลบ เผาทำลาย หรือนำไปผสมกับแอสฟัลต์เพื่อราดเป็นผิวถนน ทางออกที่กล่าวมาแล้วมีค่าใช้จ่ายที่สูง และบ่อยครั้งก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะด้าน

มลพิษทางอากาศเป็นผลมาจากการเผาขยะรถยนต์ กระบวนการรีไซเคิลยางใหม่เป็นทางออกที่สามารถแก้ปัญหาตั้งที่กล่าวมาแล้ว กระบวนการรีไซเคิลยางไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศหรือมลพิษทางน้ำเพราะไม่มีการเผาหรือใช้น้ำ ยางรถยนต์จะถูกตัดเฉือนให้มีขนาดเล็ก และเส้นใยโพลีเอสเตอร์ (polyester fibers) จะถูกเป่าแยกออกด้วยลม ลวดเหล็กจากยางรถยนต์จะถูกแยกด้วยแม่เหล็ก ผงยางที่เหลือจะผสมด้วยสารเคมีเพื่อฟื้นฟูสมบัติการยืดหยุ่นของยางที่เสียไป กลับคืนเพื่อให้เชื่อมต่อกับโมเลกุลของยางหรือพลาสติก การฟื้นฟูสภาพยางด้วยกรรมวิธีวัลคาไนท์ (vulcanizing process) ผสมยางเก่าด้วยยางใหม่ หรือพลาสติกเพื่อฟื้นฟูสภาพ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ประหยัด ราคาของยางใหม่ ๆ ประมาณ 65 เซ็นต์ต่อปอนด์ และโพลิโพรพิลีน (polypropylene) ราคาอยู่ที่ 68 เซ็นต์ สำหรับการรีไซเคิลยางจะมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 30 เซ็นต์ต่อปอนด์ (\$600/ton)

เถ้าจากเตาเผา (INCINERATOR ASH)

ขยะชุมชนในเมืองนิวยอร์กถูกเผาด้วยเตาเผา เถ้าเหลือจากการเผาขยะ 6,000 ถึง 7,000 ตันวัน เป็นผลทำให้เกิดปัญหาที่ใหญ่มาก ประมาณ 10% โดยน้ำหนักเป็นเถ้าลอยจากการเผาและรวบรวมโดยระบบก่อบกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต (electrostatic precipitators) scrubbers หรือถุงกรอง (bag filters) เถ้าเหลือจากการเผาใหม่ส่วนใหญ่เป็นเถ้าหนัก (bottom ash) 90% จากการเผาใหม่ในส่วนการเผาเบื้องต้น หรือขั้นที่สอง กากที่เหลือนี้เบี่ยงกลุ่ม และมีส่วนประกอบของ โลหะ แก้ว ตะกรันโลหะ (slag) กระดาษที่ยังไม่ไหม้ไฟ หรือไหม้เล็กน้อย เถ้าที่เหลือประกอบด้วยธาตุออกไซด์ กากที่เหลือจากเตาเผา 1,000 ปอนด์จะพบโลหะขนาดใหญ่ 166 ปอนด์ เช่น ลวด ชิ้นเหล็ก และชิ้นส่วนของกระป๋อง สัดส่วนของโลหะทั้งหมดจะพบเป็น 30.5% โดยน้ำหนักของกากเหลือจากเตาเผา เป็นแก้ว 50% โดยน้ำหนักของกากเหลือจากเตาเผา การแยกโลหะออกจากกากเหลือจากการเผาในเตาเผาจะแยกโดยวิธีแม่เหล็ก แยกได้ 75% และที่เหลือนำไปฝังกลบ

กากเหลือจากการเผาอาจใช้เป็นวัสดุปกคลุมหลุมฝังกลบ (Landfill cover) พื้นถนนในพื้นที่หลุมฝังกลบ ส่วนผสมในซีเมนต์ และส่วนผสมในการก่อสร้างถนน ส่วนผสมของพื้นถนน กากเหลือจากเตาเผาที่นำกลับมาใช้ใหม่ และใช้ซ้ำ จะช่วยลดปริมาณกากจากเตาที่ต้องนำไปฝังกลบ การนำกลับของโลหะจะใช้แม่เหล็กในการแยก ใช้ตะแกรงเพื่อคัดแยกขนาดของกาก เพื่อใช้สำหรับเป็นวัสดุผสมในการก่อสร้าง ผสมกับปูนขาวเพื่อให้มีสภาพเสถียร (ลดการชะออกมาของโลหะสู่สิ่งแวดล้อม) และการตรึง (solidification) หรือ ห่อหุ้มกากเหลือจากเตาโดยการผสมด้วยแอสฟัลต์ โดยกระบวนการในการจัดการกากเตาเผาอาจจะประกอบด้วยกระบวนการ

ต่อไปนี้

- (1) ถ้าวางและเข้าหน้าถูกรวบรวมนำและแยกเอาไว้ ผสมถ้าวางกับปูนขาว
- (2) คัดแยกวัสดุเหล็กออกจากถ้าวาง
- (3) กากเหลือที่ถูกคัดแยกเหล็กแล้วถูกคัดด้วยตะแกรงเพื่อคัดขนาด นำไปเป็นวัสดุ

ผสม

- (4) ส่วนสิ่งที่เหลือนอกเหนือความต้องการนำไปทำการปรับให้เสถียรก่อนนำไปฝังกลบ

ในกระบวนการจัดการถ้าวางที่เหลือจากการแยก ฉีดอัดเหล็ก หรือกำจัดส่วนเกินแล้ว อาจนำไปหลอมให้ได้เป็นเซรามิก หรือผลิตภัณฑ์ที่คล้ายแก้ว ข้อดีสำหรับเตาเผาที่มีเทคโนโลยีขั้นสูงคือสามารถเผาวัสดุที่เผาไหม้ได้ทั้งหมด รวมทั้งไดออกซิน (Dioxins) และ ฮาโลอินทรีย์อื่น ๆ และตรึงโลหะเพื่อป้องกันการระเหิดออกมา ผลจากการหลอมถ้าวางจะได้วัสดุที่คล้ายแก้ว ไม่มีมุมคม น้ำหนักเบา วัสดุสีดำ ในประเทศญี่ปุ่นจะทำการหลอมรวมกันระหว่างกากตะกอนกับถ้าวางจากเตาเผา ในอเมริกามีการสร้างตึกจากอิฐทำจากถ้าวางเหลือจากเตาเผา 8,000 ตารางฟุต ถ้าวางจากเตาเผาจะถูกนำไปผสมกับทราย และซีเมนต์เพื่อก่อนอิฐมีความคงทนมากขึ้น เทคโนโลยีเหล่านี้ถูกนำไปใช้ในยุโรปด้วย อิฐที่ได้สามารถใช้ทำกำแพงกันคลื่นในทะเล (seawalls) กำแพงกันบนทางหลวง (highway dividers) และกำแพงกันเสียง (sound barriers) ให้เป็นไปตามข้อบัญญัติอาคาร ถ้าวางที่ใช้ประโยชน์ดังกล่าวมักเป็นถ้าวางเนื่องจากเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ ถ้าวางประกอบด้วยสารอินทรีย์เป็นหลัก มีส่วนประกอบที่ใหญ่กว่า 2 นิ้ว (50.8 mm) ประมาณ 20% โดยน้ำหนัก โลหะมากกว่า 80% โดยน้ำหนัก ส่วนประกอบของถ้าวางแสดงในตารางที่ 6-2

ตารางที่ 6-2 ส่วนประกอบของถ้าวางจากเตาเผา

องค์ประกอบ	เปอร์เซ็นต์
โลหะเหล็ก	35
แก้ว	28
แร่ และถ้าวาง	16
เซรามิก	8
วัสดุเผาไม่ได้	9
โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	4

ส่วนประกอบของแก้วที่มีขนาดเล็กกว่า 2 นิ้ว (50.8 mm) ดังแสดงในตารางที่ตารางที่ 6-3 ซึ่งส่วนประกอบนี้จะนำไปใช้เป็นวัสดุการทางผสมในแอสฟัลต์

ตารางที่ 6-3 ส่วนประกอบของแก้วจากเตาเผา (เล็กกว่า 2 นิ้ว)

องค์ประกอบ	เปอร์เซ็นต์
แก้ว	37
แร่และแก้ว	21
โลหะเหล็ก	19
เซรามิก	9
วัสดุไม่สามารถเผาได้	8
โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	6

สรุป

- การลดขยะเป็นการแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ เป็นหลักการของการป้องกันการเกิดมลพิษ (Pollution Prevention, PII) โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์ให้มีการใช้ได้อายุยาวนานมากขึ้น ลดปริมาณขยะที่ไม่จำเป็น เช่น พลาสติกห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ ลดการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารเคมีอันตราย ส่งเสริมให้ใช้ผลิตภัณฑ์ใช้ซ้ำหลายครั้ง เช่น แบตเตอรี่แบบประจุไฟฟ้า ใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทนปุ๋ยเคมี

- การแยกขยะ ควรแยกให้เป็นกิจวัตร เริ่มจากการแยกขยะที่บ้าน เป็นการส่งเสริมให้นำขยะที่ยังสามารถใช้ประโยชน์ได้มีโอกาสนำกลับไปใช้ได้

- การรีไซเคิล ขยะที่สามารถรีไซเคิลได้ ได้แก่ พลาสติก กระดาษ แก้ว โลหะ ยาง การรีไซเคิลมีผลทำให้ประหยัดพลังงาน ลดมลพิษ อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติไว้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- [1] Susan Fox, 1999, Environmental Engineers' Handbook, CRCnetBASE, CRC Press. (CD-ROM)
- [2] สมาคมพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม, สาระและความรู้ : กระดาษ, แหล่งข้อมูล
<http://www.adeq.or.th/knowledge/index.html>
- [3] EcoRecycle Victoria, 2000. Recycling, Source:
<http://www.wastewise.wa.gov.au/pages/recycling.asp>

แบบฝึกหัดท้ายบท

ตอนที่ 1 จงเลือกข้อที่ถูกที่สุด

- ข้อใดเป็นการจัดการขยะที่แหล่งกำเนิด?
 - การฝังกลบ การลด การแยกขยะ
 - การลด การแยกขยะ การรีไซเคิล
 - การแยกขยะ การรีไซเคิล การหมักทำปุ๋ย
 - การรีไซเคิล การหมักทำปุ๋ย การเผา
 - ถูกทุกข้อ
- ข้อใดเป็นการลดการเกิดขยะชุมชน?
 - ใช้ผลิตภัณฑ์ซ้ำ ใช้ผลิตภัณฑ์นาน
 - ใช้ผลิตภัณฑ์นาน ลดการบริโภค
 - ลดการบริโภค ลดการเก็บขยะ
 - ข้อ ก และ ข ถูก
 - ถูกทุกข้อ
- กิจกรรมต่อไปนี้กิจกรรมใดที่มีผลต่อการลดปริมาณขยะที่สามารถกระทำได้?
 - ใช้กระดาษทั้งสองหน้า
 - ใช้แบตเตอรี่แบบประจุไฟได้
 - ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเข้มข้นสูง
 - ใช้ผลิตภัณฑ์แบบเติมได้
 - ถูกทุกข้อ
- การลดปริมาณขยะจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะตั้งแต่ขั้นตอนใดบ้าง?
 - การเก็บรวบรวม ขนส่ง
 - การคัดแยกและใช้ประโยชน์
 - การกำจัดขั้นสุดท้าย
 - การรีไซเคิล
 - ถูกทุกข้อ
- สารเคมีในห้องปฏิบัติการ สามารถลดการใช้ด้วยวิธีการใด?
 - ซื้อเท่าที่จำเป็นต้องใช้เท่านั้น
 - ซื้อมาเก็บไว้เมื่อสารเคมีราคาขึ้น
 - เลือกซื้อสารเคมีเป็นน้ำแทนแบบผง
 - ถูกทั้งข้อ ก และ ข
 - ถูกทุกข้อ
- การแยกขยะมีประโยชน์ต่อการจัดการขยะอย่างไร?
 - ลดการปนเปื้อนของวัสดุรีไซเคิล
 - ลดค่าใช้จ่ายจากการทำความสะอาด
 - ลดการคัดแยกขยะเพิ่ม
 - ลดปริมาณขยะที่นำไปกำจัด
 - ถูกทุกข้อ

7. ถึงขยะที่แยกเก็บแบบ 4 ถึงอาจแบ่งเป็นถึงเก็บขยะอะไรบ้าง?
- ก. รับขยะอินทรีย์
 - ข. รับกระดาษที่สะอาด
 - ค. รับวัสดุรีไซเคิล
 - ง. รับขยะทั้งหมด
 - จ. ถูกทุกข้อ
8. พื้นที่ที่ดำเนินการคัดแยกขยะมีที่ใดบ้าง?
- ก. แหล่งที่พักอาศัย
 - ข. ในชุมชน
 - ค. สถานที่จัดขยะ
 - ง. ห้องครัว
 - จ. โรงงานรีไซเคิล
9. รูปแบบของการคัดแยกขยะมีแบบใดบ้าง?
- ก. ขยะย่อยสลายและขยะทั่วไป
 - ข. ขยะรีไซเคิล ขยะย่อยสลาย และขยะทั่วไป
 - ค. ขยะย่อยสลาย ขยะรีไซเคิล ขยะอันตราย และขยะทั่วไป
 - ง. ถูกข้อ ข และค
 - จ. ถูกทุกข้อ
10. ปัญหาการรีไซเคิลกระดาษมีข้อจำกัดอะไรบ้าง?
- ก. การปนเปื้อนจากอาหาร
 - ข. จำนวนครั้งที่ใช้งานของกระดาษ
 - ค. พลาสติกที่ใช้มัดกระดาษ
 - ง. การรวบรวมกระดาษ
 - จ. การแยกประเภทของกระดาษ
11. กระบวนการคัดแยกพลาสติกคัดแยกด้วยอะไร?
- ก. สีของพลาสติก
 - ข. เนื้อของพลาสติก
 - ค. สัญลักษณ์ที่ปรากฏ
 - ง. การตีไฟของพลาสติก
 - จ. ถูกทุกข้อ

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีแนวทางการลดขยะที่แหล่งกำเนิดได้อย่างไร?
2. การแยกขยะที่แหล่งกำเนิดสามารถกระทำได้อย่างไร?
3. ข้อพิจารณาในการดำเนินงานเพื่อการแยกขยะมีอะไรบ้าง?
4. ประเภทของกระดาษ แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ที่ประเภท อะไรบ้าง?
5. กระบวนการผลิตกระดาษจากวัสดุรีไซเคิลมีกระบวนการอย่างไร?
6. กระบวนการผลิตแก้วจากวัสดุรีไซเคิลต่างจากกระบวนการผลิตแก้วจากวัตถุดิบใหม่อย่างไร?
7. กระบวนการผลิตเหล็กโดยใช้เหล็กรีไซเคิลมีกระบวนการอย่างไร?
8. ยางรถยนต์ที่ใช้งานแล้วสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง?
9. จงแนะนำวิธีการจัดการกับเก้าอี้จากเตาเผาที่มีวิธีการใดบ้าง?