การลดลงของก๊าซเรือนกระจกที่ได้จากการจัดการขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ กรณีศึกษา โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

Greenhouse Gas Emission Reduction from Recycled Solid Waste Management : A Case Study of Rattanatibade School, Nonthaburi Province

สุชาดา บุญฉาย

นุสรา อ่อนสี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ. 2556

การลดลงของก๊าซเรือนกระจกที่ได้จากการจัดการขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ กรณีศึกษา โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

Greenhouse Gas Emission Reduction from Recycled Solid Waste Management : A Case Study of Rattanatibade School, Nonthaburi Province

สุชาดา บุญฉาย

นุสรา อ่อนสี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญานิพนธ์	การลดลงของก๊าซเรือนกระจกที่ได้จากการจัดการขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ กรณีศึกษา โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี
ชื่อ นามสกุล	นางสาวสุชาดา บุญฉาย นางสาวนุสรา อ่อนสี
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
คณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	นางสาววรนุช ดีละมัน

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

ดร.ภัทริกา สูงสมบัติ
ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สลักจิต ผุกจรูญ
กรรมการ

นางสาววรนุช ดีละมัน
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญานิพนธ์ การลดลงของก๊าซเรือนกระจกที่ได้จากการจัดการขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ กรณีศึกษา โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

ชื่อ นามสกุล สุชาดา บุญฉาย
นุสรา อ่อนสี

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ จากการจัดการขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ กรณีศึกษา โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี ด้วยซอฟต์แวร์การจัดการและคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะมูลฝอยชุมชน (3R-Greehouse Gas Calculation Versions 6.0) ผลจากการศึกษาพบว่าขยะมูลฝอยของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี มีขยะรวมเท่ากับ 1,748 กิโลกรัม และขยะมูลฝอยตามรายประเภทต่างๆ ที่คัดแยกได้ พบว่าขยะอื่นๆ มีปริมาณมากที่สุดรองลงมา คือ ขยะอินทรีย์ พลาสติก LDPE กระดาษลัง กระดาษ (ขาว/ดำ) แก้ว พลาสติก PS พลาสติก PET อลูมิเนียม กระดาษหนังสือพิมพ์ เหล็ก ในปริมาณ 140, 90.67, 29.05, 28.09, 27.93, 26.51, 24.54, 21.14, 5.33, 0.20 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อทำการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการจัดการขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่รวมทั้งสิ้น 666.23 $KgCO_2$ ประเภทของขยะมูลฝอยสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้มากที่สุด คือ ขยะประเภทกระดาษ (ขาว/ดำ) มีค่าปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 136.34 $KgCO_2$ รองลงมา คือ ขยะประเภทกระดาษลัง พลาสติก LDPE และขยะอินทรีย์ มีประมาณที่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 113.84, 109.23, 100.71 $KgCO_2$ ตามลำดับ

Independent Study Title Greenhouse Gas Emission Reduction from Recycled Solid Waste Management: A case Study of Rattanatibade School, Nonthaburi Province

Author Suchada Boonchai
Nussara Onsee

Degree Bachelor of Science
Major program Environmental Science and Nature Resources Faculty of Science and Technology
Academic Year 2013

ABSTRACT

The study evaluated the greenhouse gas emission reduction of waste management with software of 3R-Greenhouse Gas Calculation Versions 6.0 case study of Rattanatibade School, Nonthaburi Province. The results of solid waste from Rattanatibade School, Nonthaburi Province are totally 1,748 kilogram. Classification of waste by group, the results show that other solid waste group had the highest weight. Following by organic waste, LDPE plastic, cardboard, paper (white / black), glass, PS plastic, PET plastic, aluminum, newspaper and steel in the quantities 140, 90.67, 29.05, 28.09, 27.93, 26.51, 24.54, 21.14, 5.33, 0.20 kg, respectively. When evaluating greenhouse gas emission reduction of solid waste, it has found that greenhouse gas emission from solid waste recycled recycling totaled 666.23 $KgCO_2$. is the most paper (white / black) is equal to the amount of greenhouse gasses 136.34 $KgCO_2$. Following by cardboard, LDPE plastic and organic waste. The reduction of greenhouse gases are equal to 113.84, 109.03, 100.71 $KgCO_2$ respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่งของ ขอขอบพระคุณ อาจารย์วรนุช ดีละมัน อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ดร.ภัทริกา สูงสมบัติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สลักจิต ผุกจรูญ ที่กรุณาสละเวลาเป็นอาจารย์สอบปริญญานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ ที่ให้การอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลขยะมูลฝอย ในการทำการวิจัย และขอขอบพระคุณ อาจารย์สาริณี วังธนะรุ่งโรจน์ ครูโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ ที่ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำต่างๆ ในการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณนักเรียนในชมรมห้องเรียนสีเขียวที่ให้ความร่วมมือในการทำการเก็บข้อมูลการวิจัย

ขอขอบพระคุณคณะครูบาอาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ความสามารถต่างๆ ให้แก่ผู้วิจัยทั้งในอดีตจนถึงปัจจุบันทุกท่าน

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้มอบทุนสนับสนุนงานวิจัยจากโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 เพื่อเป็นทุนสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่เมตตา อบรมสั่งสอนให้มีความรู้จนถึงปัจจุบัน รวมถึงเพื่อนๆ วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ รุ่นที่ 3 ทุกคนที่ให้กำลังใจเสมอมา

สุชาดา บุญฉาย

นุสรา อ่อนสี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ก)

ABSTRACT (ข)

กิตติกรรมประกาศ (ค)

สารบัญ (ง)

สารบัญตาราง (ฉ)

สารบัญภาพ (ช)

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 3

1.4 กรอบแนวคิดในการศึกษา 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการเก็บข้อมูล 5

1.7 ระยะเวลาทำวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย 6

บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ 7

2.2 การจัดการขยะมูลฝอย 9

2.3 สถานการณ์ขยะมูลฝอยของประเทศไทย 23

2.4 การประยุกต์ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตในกระบวนการผลิต 28

2.5 ซอฟต์แวร์ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจก 46

2.6 ข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง 53

2.7 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 55

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต 59

3.2 ขั้นตอนการศึกษา 60

3.3 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน รูปแบบ และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอย ในปัจจุบันของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ 62

3.4 จัดเตรียมทีมงานและประชุมชี้แจงวิธีการดำเนินงาน 62

3.5 จัดเตรียมอุปกรณ์สำรวจและเก็บข้อมูล 63

3.6 สำรวจปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอย 63

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7 คัดแยกขยะมูลฝอยและจัดเก็บข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอย
ผ่านการมีส่วนร่วมของนักเรียน 65
3.8 แนวทางและรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมะสม
สำหรับโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี 67

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล
4.1 ข้อมูลพื้นฐาน รูปแบบ และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอย 68
4.2 ปริมาณขยะมูลฝอยของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ 73
4.3 องค์ประกอบของขยะมูลฝอย 75
4.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ 88

บทที่ 5 สรุปวิจัย และข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการวิจัย 99
5.2 แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดเชิงบูรณาการที่เหมาะสม
สำหรับโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี 100
5.3 ข้อเสนอแนะ 101

บรรณานุกรม 102

ประวัติการศึกษา

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1-1 แสดงระยะเวลาทำวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย 6
2-1 การจำแนกประเภทของพลาสติก 17
2-2 ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential; GWP) 20
2-3 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลง (ลดลง) จากกระบวนเตรียมการผสมเยื่อในกระบวนการผลิตกระดาษประเภทต่างๆ 30
2-4 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากกระบวนการผลิตพลาสติก ประเภทต่างๆ 37
2-5 แสดงการปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากกระบวนการผลิตเหล็ก 40
2-6 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในการผลิตอลูมิเนียม โดยการหลอมปริมาณ 1 ตัน 43
2-7 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการผลิตขวดแก้ว 45
4-1 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับ เพศ และจำนวนห้องเรียน 69
4-2 ปริมาณขยะมูลฝอยรายวัน / สัปดาห์ 74
4-3 แบ่งแยกประเภทหลักและประเภทรอง 76
4-4 ร้อยละของขยะมูลฝอยที่แยกตามองค์ประกอบ 77
4-5 ปริมาณขยะมูลฝอยตามประเภทหลัก 87
4-6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ของขยะมูลฝอยที่แยกตามองค์ประกอบ 90

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1-1 กรอบแนวคิดในการศึกษา 4
2-1 แผนผังโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ 8
2-2 ตราสัญลักษณ์โรงเรียน **9**
2-3 วงจรชีวิตของมูลฝอยชุมชน 12
2-4 แนวคิดการจัดการมูลฝอยอย่างยั่งยืน 13
2-5 ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพ 22
2-6 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยประเทศไทย 24
2-7 แสดงร้อยละวัสดุรีไซเคิลในประเทศไทย 26
2-8 แสดงปรากฏการณ์เรือนกระจก 46
2-9 ร้อยละวัสดุรีไซเคิลในประเทศไทย 49
2-10 แสดงกรอบแนวคิดการทำงานของซอฟต์แวร์ประเมินก๊าซเรือนกระจก 51
3-1 แผนผังขั้นตอนการศึกษา 61
3-2 ชี้แจงรายละเอียดโครงงานก่อนเข้าดำเนินโครงงาน 62
3-3 ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพ 64
3-4 คัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อหาองค์ประกอบโดยรวม 64
3-5 สถานที่วางถังขยะ 2 จุด 65
3-6 ประชาสัมพันธ์โครงการ 65
3-7 นักเรียนมีส่วนร่วมในการคัดแยกขยะ 66
3-8 ซอฟต์แวร์การจัดการ และคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก
จากขยะมูลฝอยชุมชน 66
3-9 แถบเครื่องมือฟังก์ชัน 67
4-1 บริเวณโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ 69
4-2 แผนผังบริเวณโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ 70
4-3 ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ 71
4-4 บริเวณรวบรวมขยะของเทศบาลนนทบุรี (ตลาดนนทบุรี) 71
4-5 การคัดแยกองค์ประกอบขยะมูลฝอย 72
4-6 ปริมาณขยะมูลฝอย (กิโลกรัมต่อวัน) 78
4-7 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณขยะตามรายประเภท 79

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4-8 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 1 80
4-9 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 2 81
4-10 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 3 82
4-11 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 4 83
4-12 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 5 84
4-13 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 6 85
4-14 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 7 86
4-15 แผนภูมิเปรียบเทียบน้ำหนักขยะมูลฝอยรายสัปดาห์ 91
4-16 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงรายสัปดาห์ 91
4-17 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 1 92
4-18 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 2 93
4-19 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 3 94
4-20 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 4 95
4-21 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 5 96
4-22 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 6 97
4-23 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 7 98
5-1 ต้นแบบการจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ 100

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันสังคมไทยมีการเปลี่ยนแปลง และมีความเจริญก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีเพิ่มมากขึ้น การนำทรัพยากรมาใช้เพื่อตอบสนองความต้องการจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ เป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านทรัพยากรและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของประเทศ ประกอบกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การพัฒนาเศรษฐกิจให้เทียบเท่ากับประเทศอื่นๆ และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทวีความรุนแรงมากขึ้น เช่น อากาศเป็นพิษ ดินเสื่อมโทรม ปัญหาสังคม ปัญหาขยะ น้ำเน่าเสียในเขตชุมชนและเมืองขนาดใหญ่

ขยะมูลฝอย หรือ ของเสีย (Waste) เป็นปัญหาที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจนในปัจจุบัน เป็นแหล่งกำเนิดและการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญแหล่งหนึ่งที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือเรียกว่า ภาวะโลกร้อน ปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละชุมชนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ซึ่งเป็นผลมาจากหลายสาเหตุ เช่น จำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น การพัฒนาเศรษฐกิจ และการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม แต่การจัดการขยะมูลฝอยทั้งในด้านการจัดเก็บและทำลาย ยังไม่ได้ประสิทธิภาพที่เพียงพอ จึงทำให้ขยะมูลฝอยตกค้างไม่ได้รับการจัดเก็บและกำจัดอย่างถูกวิธี สถานการณ์มลพิษของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2544 ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดจากชุมชนทั่วประเทศประมาณ 14.1 ล้านตัน หรือประมาณวันละ 38,640 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2543 ถึง 470 ตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) พบว่าก๊าซมีเทนที่ปล่อยออกจากหลุมฝังกลบขยะชุมชนคิดเป็นสัดส่วนประมาณ 3-19 % ของแหล่งกำเนิด ทั้งนี้ ก๊าซมีเทนนับเป็นหนึ่งในบรรดาก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญเนื่องจากมี Global Warming Potential (GWP) สูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 20 เท่า ดังนั้น การจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนด้วยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลอาจจะไม่ใช่แนวทางที่ดีในแง่การแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนด้วยการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง หากการบริหารจัดการไม่มีประสิทธิภาพ สังเกตได้จากการส่งกลิ่นเหม็นรบกวน แมลงวัน ซึ่งอาจนำเชื้อโรคสู่มนุษย์ และการปนเปื้อนของน้ำเสียจากกองขยะ (Leachate) สู่แหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำสาธารณะ

กระบวนการ 3R (Reuse Reduce และ Recycle) เป็นกระบวนการจัดการขยะที่แหล่งกำเนิดที่ง่าย สะดวก และมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสียในชุมชน (Tangri, 2010) เพื่อเป็นการจัดการขยะแบบครบวงจร และเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาปริมาณขยะจากแหล่งกำเนิดซึ่งมีการรณรงค์ให้คัดแยกขยะนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยการนำขยะอินทรีย์มาหมักหรืออาจทำการหมักแบบไร้อากาศเพื่อผลิตก๊าซมีเทนมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ ทั้งนี้ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมร่วมกับคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้ดำเนินการศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามรายประเภทของวัสดุจากขยะชุมชนที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เพื่อจัดทำฐานข้อมูลและพัฒนาเป็นโปรแกรมการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดลงได้จากการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ของชุมชนด้วยวิธี 3R ซึ่งโปรแกรมดังกล่าว ได้มีหน่วยงานต่างๆ นำไปขยายผลการจัดการขยะที่แหล่งกำเนิดอย่างแพร่หลายในพื้นที่นำร่องหลายชุมชน

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการจัดการขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดด้วยวิธีการ 3R โดยเลือกสถานศึกษาที่มีแนวโน้มของปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต รวมถึงไม่มีระบบการจัดการขยะที่ดี และหากมีการจัดการขยะมูลฝอยโดยการแยกประเภทของขยะมูลฝอย จะทำให้สามารถทราบถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ และยังส่งผลประโยชน์แก่สถานศึกษาในด้านต่างๆ เช่น ได้ค่าตอบแทนจากการขายขยะรีไซเคิลได้ ทำให้โรงเรียนมีการจัดการขยะที่ดีเป็นตัวอย่างแก่ชุมชนรอบข้าง ทั้งนี้ การศึกษาครั้งนี้ได้เลือก โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี เป็นพื้นที่นำร่องในการศึกษา เพื่อประเมินก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการจัดการขยะที่ถูกคัดแยก เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยการมีส่วนร่วมของนักเรียนและอาจารย์ โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง จากการจัดการขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

1.2.2 เพื่อเสนอแนะแนวทางและรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษาตามหัวข้อต่อไปนี้

1) ศึกษารูปแบบ และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

2) สำรวจปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอย รวมถึงระบบการจัดการขยะต่างๆ ของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

3) สร้างความรู้ ความเข้าใจถึงการจัดการขยะให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่งเสริมให้นักเรียน รวมถึงครูและบุคลากรต่างๆ ให้ส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย เช่น การคัดแยกขยะ

4) เป็นพี่เลี้ยงให้คำแนะนำด้านเทคนิค และวิธีการให้กับนักศึกษาในการสำรวจปริมาณและคัดแยกองค์ประกอบของขยะ

5) ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการจัดการขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดด้วยกระบวนการ 3R โดยใช้ซอฟแวร์การจัดการและคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะมูลฝอยชุมชน (3R-Greenhourse Gas Calculation Versions 6.0) ซึ่งพัฒนาโดยศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อมกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และคณะสาธารณะสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยการประเมินประกอบด้วย การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากปริมาณขยะก่อนดำเนินโครงการ หรือข้อมูลบรรทัดฐาน (Baseline) และการประเมินหลังจากดำเนินโครงการคัดแยกขยะ

6) เสนอแนะแนวทางและรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม โดยการมีส่วนร่วมของนักเรียน ครู และบุคลากรต่างๆ ในโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี เพื่อเป็นต้นแบบในการต่อยอดและขยายผลในโรงเรียนอื่นๆ ในจังหวัดนนทบุรีต่อไป

1.3.2 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ศึกษาคือ ขยะมูลฝอยในโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

1.3.3 ขอบเขตด้านพื้นที่

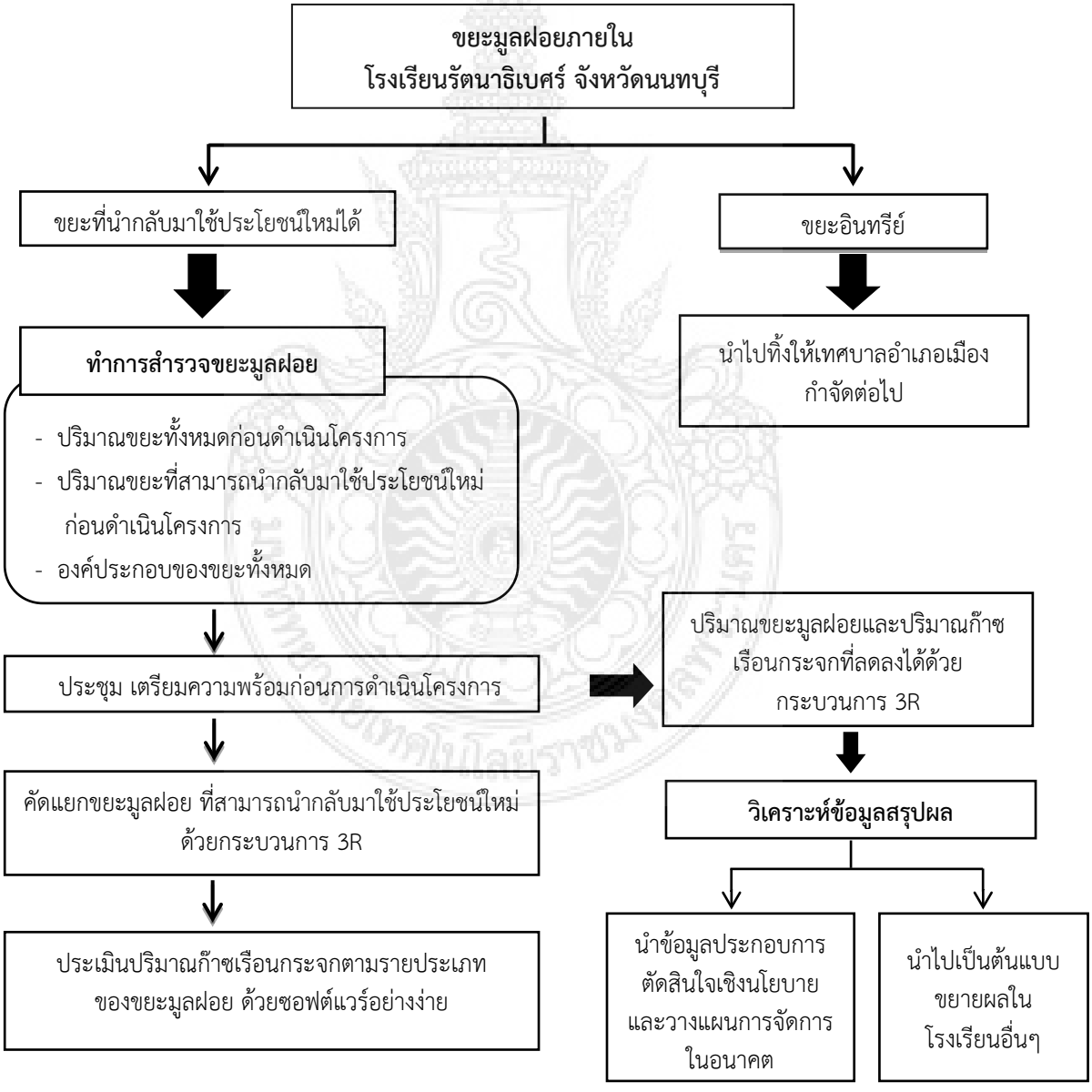
โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

1.3.4 ขอบเขตด้านเวลา

1) ผู้ศึกษาทำการเก็บข้อมูลภาคสนาม และวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม 2556

2) คำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก และวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างเดือนธันวาคม 2556 - มกราคม 2557

1.4 กรอบแนวคิดในการศึกษา



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทำให้ทราบปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดที่สามารถรีไซเคิลได้ ของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

1.5.2 ทำให้ทราบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดลงได้จากการจัดการขยะรีไซเคิลโดยการมีส่วนร่วมของนักเรียน ครู และบุคลากรของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

1.5.3 ทำให้เกิดรายได้เสริมจากการขายขยะรีไซเคิลให้กับโรงเรียน

1.5.4 ทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานในการจัดการขยะรีไซเคิล เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเชิงนโยบายในการจัดการขยะของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี ในภาพรวม และยังเป็นการแบ่งเบาภาระของการจัดการขยะส่วนกลางของจังหวัดอีกด้วย

1.5.5 เป็นกรณีศึกษาที่ดี สำหรับขยายผลในสถาบันการศึกษาอื่นๆ ต่อไป

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการเก็บข้อมูล

1.6.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เช่น พื้นที่เก็บข้อมูลขยะมูลฝอย และการเก็บตัวอย่างขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้

1.6.2 ประชุมชี้แจงรายละเอียดข้อมูลวิธีการดำเนินงาน กับโรงเรียนรัตนาธิเบศร์และจัดเตรียมอุปกรณ์ในการเก็บขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้

1.6.3 ทำการเก็บตัวอย่างขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่โดยแยกประเภทแล้วชั่งน้ำหนักทุกๆ วันจันทร์-ศุกร์ และจดบันทึกในแบบบันทึกการคัดแยกองค์ประกอบของขยะมูลฝอย โดยผ่านการมีส่วนร่วมของนักเรียน

1.6.4 นำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรม ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจก ด้วยซอฟต์แวร์การจัดการและคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก จากขยะมูลฝอยชุมชน (3R-Greenhouse Gas Calculation Version 6.0)

1.6.5 นำข้อมูลที่ได้มาสรุปผล รายงานผลการดำเนินงาน และเสนอแนะแนวทางรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม สำหรับโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

1.7 ระยะเวลาทำวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ระยะเวลาที่ดำเนินโครงงาน 1 ตุลาคม 2556 - 30 กันยายน 2557

ตารางที่ 1-1 การแสดงระยะเวลาทำวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย ดังนี้

กิจกรรม	พ.ศ. 2556			พ.ศ. 2557								
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน	←											
2. ประชุมชี้แจ้งรายละเอียดข้อมูลวิธีการดำเนินงาน	←											
3. ทำการเก็บตัวอย่างขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่		←	→									
4. นำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรม				←	→	→						
5. นำข้อมูลที่ได้มาสรุปผลรายงานผลการดำเนินงาน							←	→	→			
6. ทำรูปเล่มโครงการ										←	→	
7. เผยแพร่และนำเสนอผลงาน											←	→

บทที่ 2

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ ผู้ทำการศึกษาค้นคว้าและวิจัยการประเมินก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ จากการจัดการขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ได้ทำการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เป็นแนวทางในการดำเนินการโดยมีเนื้อหาสาระ ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

2.2 การจัดการขยะมูลฝอย

2.3 สถานการณ์ขยะมูลฝอยของประเทศไทย

2.4 การประยุกต์ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตในกระบวนการผลิต

2.5 ซอฟต์แวร์ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจก

2.6 ข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

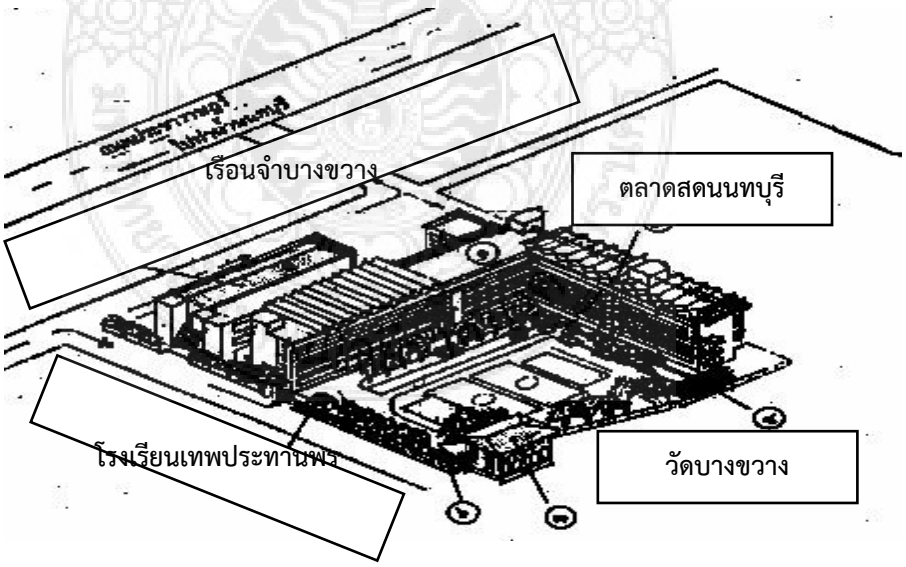
ประวัติโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ได้ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ.2443 นับเป็นโรงเรียนแห่งแรกของจังหวัดนนทบุรี ซึ่งเกิดจากการริเริ่มของพระอธิการท้วม (พระครูศีลาภิรม) เจ้าอาวาสวัดบางขวาง และท่านเจ้าพระยารัตนาธิเบศร์(พุ่ม ศรีไชยันต์) ผู้เปรียบเสมือนผู้ให้กำเนิดโรงเรียน โดยท่านบริจาคเงินจำนวน 100 ชั่ง จัดสร้างอาคารเรียนหลังแรกขึ้น เป็นอาคารตึก 2 ชั้น 4 ห้องเรียน(พระครูศีลาภิรม) เจ้าอาวาสวัดบางขวาง และ ท่านเจ้าพระยารัตนาธิเบศร์ (พุ่ม ศรีไชยันต์) ผู้เปรียบเสมือนผู้ให้กำเนิดโรงเรียน เปิดเป็นโรงเรียนสอนเด็กชาย/หญิง และขนานนามโรงเรียนว่า “โรงเรียนรัตนาธิเบศร์” จนกระทั่ง ปี พ.ศ. 2476 เมื่อเปิดโรงเรียนสตรีนนทบุรีโรงเรียนจึงไม่รับนักเรียนหญิงรับเฉพาะเด็กชาย ต่อมาโรงเรียนได้ขยายพื้นที่ และก่อสร้างอาคารเรียนเพิ่มเติม ให้เพียงพอกับจำนวนชั้นเรียน และจำนวนนักเรียนซึ่งเพิ่มขึ้นตามลำดับ จนถึงปี พ.ศ. 2527 จึงรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จึงรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้นและตอนปลาย

โรงเรียนรัตนาธิเบศร์เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่สังกัดสำนักงานกระทรวงศึกษาธิการ เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3 ตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ของวัดบางขวาง เลขที่ 238 หมู่ที่ 4 ถนนประชาราษฎร์ ตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมืองจังหวัดนนทบุรี มีพื้นที่จำนวน 5 ไร่ มีสถานที่สำคัญและชุมชนใกล้เคียงกับโรงเรียนดังนี้

ทิศเหนือ : เรือนจำบางขวาง, ทิศใต้ : วัดบางขวาง, ทิศตะวันออก : ตลาดสดนนทบุรี และทิศตะวันตก : โรงเรียนเทพประทานพร (ดรุณานุบาล) (ภาพที่ 2-1)

ในภาพรวมของลักษณะชุมชนบริเวณใกล้เคียงกับโรงเรียน ประชากรร้อยละ 90 เป็นคนไทยนับถือศาสนาพุทธ นอกนั้นนับถือศาสนาอิสลาม คริสต์ และอื่นๆ ประชากรส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพทางด้านธุรกิจการค้า เนื่องจากที่ตั้งของชุมชนอยู่ใกล้บริเวณตลาดสด แต่ยังมีชุมชนบางส่วนในเขตพื้นที่บริการของโรงเรียนที่ยังประกอบอาชีพเกษตรกรรมอยู่บ้าง อย่างไรก็ตามปัจจุบันสภาพเศรษฐกิจและสังคมเมืองได้รับการพัฒนา อันเนื่องมาจากได้รับอิทธิพลจากการเจริญเติบโตของสังคม ทำให้พื้นที่ทางการเกษตรได้เปลี่ยนแปลงไปเป็นบ้านจัดสรร สถานที่ราชการ และเส้นทางคมนาคม ซึ่งทำให้มีจำนวนประชากรที่เข้ามาพักอาศัยเพิ่มขึ้น ลักษณะของชุมชนจึงมีลักษณะค่อนข้างแออัดมากขึ้นตามไปด้วย



ภาพที่ 2-1 แผนผังโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

ภาพที่ 2-2 ตราสัญลักษณ์โรงเรียน

ที่มา: http://www.rt.ac.th/index.php?name=page&file=page&op=Vision1

2.2 การจัดการขยะมูลฝอย

2.2.1 ความหมายของขยะมูลฝอย

ขยะ หมายถึง สิ่งของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตและอุปโภคซึ่งเสื่อมสภาพ ทำให้ใช้การไม่ได้หรือไม่ต้องการใช้แล้ว บางชนิดเป็นของแข็งหรือกากของเสีย (Solid Waste) มีผลเสียต่อสุขภาพทางกายและจิตใจเนื่องจากความสกปรก เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคทำให้เกิดมลพิษและทัศนะอุจจาด (พระราชบัญญัติการสาธารณสุข, 2535)

มูลฝอย หมายความว่า เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ หรือซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่นมลพิษที่เกิดจากขยะมูลฝอย (Waste Pollution) มลพิษที่เกิดจากขยะมูลฝอยหมายถึงสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมอันเนื่องมาจากขยะมูลฝอย เช่น การทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำและการเกิดกลิ่นเน่าเหม็นจากกองขยะ (พระราชบัญญัติการสาธารณสุข, 2535)

จากนิยามของมูลฝอยสรุปได้ว่า ขยะมูลฝอย หมายถึง เศษสิ่งของวัสดุที่ไม่มีผู้ต้องการ เช่น เศษอาหาร สิ่งของ เครื่องใช้ วัสดุจากการเกษตร อุตสาหกรรมแม้แต่ซากพืชซากสัตว์ที่ถูกทิ้งอยู่ตามสถานที่สาธารณะจัดว่าเป็นมูลฝอยเช่นกัน ขยะมูลฝอยบางประเภทที่ถูกทิ้งยังมีประโยชน์อยู่ โดยอาจเป็นสิ่งที่บุคคลกลุ่มอื่นต้องการ เช่น เสื้อผ้าเก่าพลาสติกเก่า ขวดแก้ว โลหะต่างๆ (ธเรศ ศรีสถิตย์, 2550)

2.2.2 แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย (Sources of Solid Waste)

แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย สามารถแบ่งได้ 5 ประเภทหลัก ดังนี้

1) เขตที่พักอาศัย (Domestic Area) ได้แก่ มูลฝอยที่เกิดจากกิจวัตรประจำวันในการดำรงชีวิตตามบ้านเรือนของประชาชนทั่วไป ส่วนใหญ่แล้วมูลฝอยมาจากห้องครัว อาทิ เศษอาหาร ผัก ผลไม้ เป็นต้น นอกจากนี้อาจมีเศษกระดาษ พลาสติก ปะปนมาตามกิจกรรมในชุมชนที่เกิดขึ้น

2) เขตธุรกิจการค้า ตลาดสด (Commercial Area) ได้แก่ มูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมประเภทธุรกิจการค้าขายของชุมชน โดยเฉพาะตามเขตย่านพาณิชยกรรม ตลาดสด มูลฝอยส่วนใหญ่ได้แก่ พวกเศษสินค้าที่ไม่ต้องการ อาทิ บรรจุภัณฑ์พลาสติก กระดาษ กระป๋อง เป็นต้น พิจารณาในตลาดสดจะพบมูลฝอยส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ อาทิ เศษผัก ผลไม้ ที่เกิดจากการค้าขายอาหารสด โดยทั่วไปมูลฝอยจากเขตนี้ไม่ค่อยก่อให้เกิดปัญหามากนัก เพราะมูลฝอยประเภทเศษกระดาษ พลาสติก ส่วนใหญ่จะถูกคัดแยกออกไปก่อนโดยกลุ่มแม่ค้าหรือกลุ่มคนที่เก็บของเก่าไปจำหน่าย รวมทั้งเศษอาหาร ผักสด ผลไม้ จะมีคนรับซื้อไปเลี้ยงสัตว์

3) เขตสถานที่ราชการ สถาบันการศึกษา (Institutional Area) ได้แก่ มูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมบริการของทางราชการ การเรียนการสอน ขยะมูลฝอยส่วนใหญ่เป็นพวกเศษกระดาษ พลาสติก นอกจากนี้มหาวิทยาลัยอาจมีพวกของเสียอันตรายปะปนด้วยบ้างในส่วนที่มาจากอาคารที่มีการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ การแพทย์ หรือการเพาะเลี้ยงเชื้อ หรือมีสารเคมีประเภทอันตราย อาทิ โลหะหนัก สารรังสี มูลฝอยอันตรายจากบริเวณนี้สามารถควบคุมได้ง่ายกว่าจากชุมชน

4) เขตอุตสาหกรรม (Industrial Area) ได้แก่ บริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ตั้งอยู่และมีการผลิตมูลฝอยเกิดขึ้น ทั้งที่เกิดจากกระบวนการผลิตโดยตรงและโดยอ้อม อาทิ เกิดจากบรรจุภัณฑ์หรือของเสียจากการผลิตเอง องค์ประกอบของมูลฝอยจากเขตอุตสาหกรรมแบ่งเป็นมูลฝอยทั่วไปและมูลฝอยอันตราย โดยลักษณะของมูลฝอยอันตรายขึ้นอยู่กับประเภทอุตสาหกรรม มูลฝอยที่เป็นอันตรายอาจมีประโยชน์ต่อกิจกรรมอื่นได้ อาทิ น้ำมันเก่าหรือเศษน้ำมันเชื้อเพลิงอื่นส่วนมูลฝอยทั่วไปจากเขตอุตสาหกรรมมีลักษณะเหมือนมูลฝอยชุมชนทั่วไปทั้งนี้อาจเกิดกิจกรรมประจำวันของคนงานหรือพนักงาน

5) เขตเกษตรกรรม (Agricultural Area) ได้แก่ บริเวณเขตการเกษตรกรรมที่มีการเพาะปลูกหรือฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ดังนั้น มูลฝอยส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ที่พร้อมจะเน่า ย่อยสลายและส่งกลิ่นเหม็นรบกวน อาทิ พวกเศษผัก เศษผลไม้ มูลฝอยหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์เลี้ยง หากบางแห่งมีการจัดการที่ดีมูลฝอยเหล่านี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อาทิ ทำปุ๋ยหมักจากมูลสัตว์หรือเศษผัก ผลไม้

เป็นต้น นอกจากนั้นในเขตเกษตรกรรมนี้ยังมีการใช้สารเคมีและวัตถุมีพิษต่างๆ ซึ่งจะกลายเป็นมูลฝอยอันตรายได้เช่นกัน (ธเรศ ศรีสถิต, 2553)

กิจกรรมในแหล่งกำเนิดแต่ละประเภททำให้เกิดมูลฝอยที่ต่างชนิดกันทั้งปริมาณและองค์ประกอบ ดังนั้น ในการจัดการควรจำแนกให้ชัดเจนเพื่อความสะดวกในการรวบรวม เก็บขนและนำไปกำจัด

2.2.3 วัฏจักรชีวิตของขยะมูลฝอย

ในการประเมินก๊าซเรือนกระจกจากขยะมูลฝอยจำเป็นต้องรู้ถึงกระบวนการในการเกิดขยะมูลฝอยตั้งแต่การเกิดวัตถุดิบ การผลิต จนสุดท้ายการกำจัดขยะมูลฝอย ทั้งนี้เพื่อให้การประเมินก๊าซเรือนกระจกจากขยะมูลฝอยเพื่อให้ทราบถึงแหล่งที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกระบวนการแล้วผู้ศึกษาต้องวิเคราะห์วงจรชีวิตของมูลฝอยชุมชนดังแสดงในภาพที่ 2-3 ซึ่งประกอบด้วย

1) วัตถุดิบ ได้แก่ การจัดเตรียมและนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตสินค้า ทั้งวัตถุดิบภายในประเทศและที่นำเข้าจากต่างประเทศ เช่น เหล็ก อลูมิเนียม แก้ว พลาสติก เป็นต้น

2) การผลิตสินค้า เป็นกระบวนการผลิตสินค้าหรือ การนำผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศการผลิตสินค้าภายในประเทศ โดยครอบคลุมสินค้าจากภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรมและการพาณิชย์อื่นๆที่อาจก่อให้เกิดขยะมูลฝอย

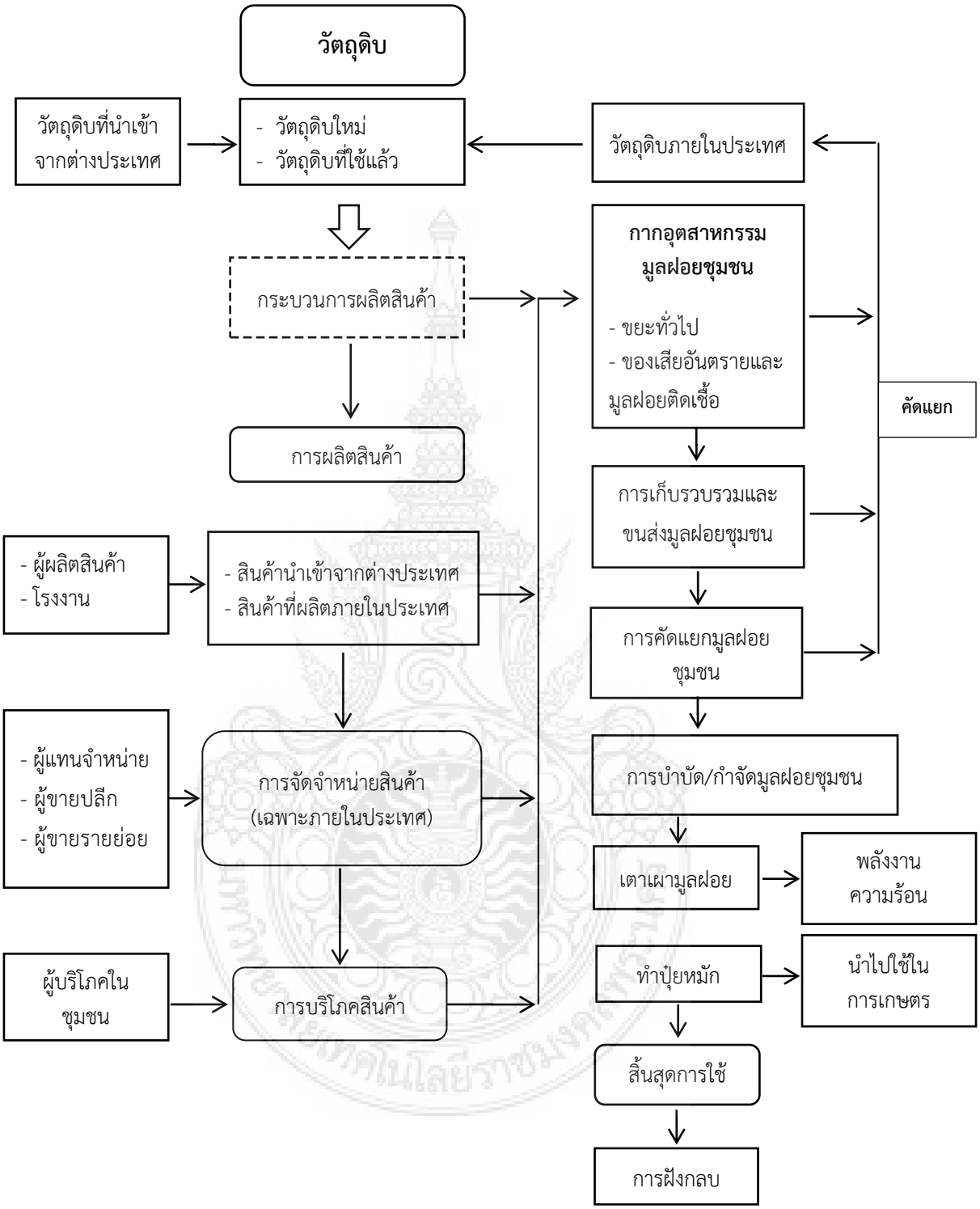
3) การจัดจำหน่ายสินค้า ได้แก่ กระบวนการจัดจำหน่ายสินค้าออกไปยังผู้บริโภคทั้งห้างสรรพสินค้า ร้านค้าส่ง ร้านค้าปลีก และตลาด

4) การบริโภคสินค้า ได้แก่ การเลือกผลิตภัณฑ์ไปอุปโภค-บริโภค จนกระทั่งผลิตภัณฑ์เสื่อมสภาพหรือหมดอายุการใช้งานไปจนถึงถูกทิ้งเป็นมูลฝอย โดยพิจารณาการบริโภคของหน่วยบริโภคต่างๆ อาทิ ครัวเรือน ประชาชนทั่วไป องค์กร สถาบันต่างๆ เป็นต้น

5) การเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย ได้แก่ การเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากประชาชน หรือหน่วยงานต่างๆ ที่หน่วยงานประจำท้องถิ่นต้องดำเนินการเอง

6) การคัดแยกมูลฝอย ได้แก่ การคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดและแหล่งกำจัดก่อนนำไปกำจัดครั้งสุดท้าย เพื่อเป็นการลดปริมาณมูลฝอยและนำกลับมาใช้ใหม่หรือการรีไซเคิล

7) การบำบัดและกำจัดมูลฝอย ได้แก่ การบำบัดมูลฝอยหรือการกำจัดมูลฝอย อันเป็นกระบวนการสุดท้าย เช่น การกำจัดโดยวิธีเต้าเผาขยะมูลฝอย การฝังกลบ เป็นต้น (ธเรศ ศรีสถิต, 2553)



ภาพที่ 2-3 วงจรชีวิตของมูลฝอยชุมชน

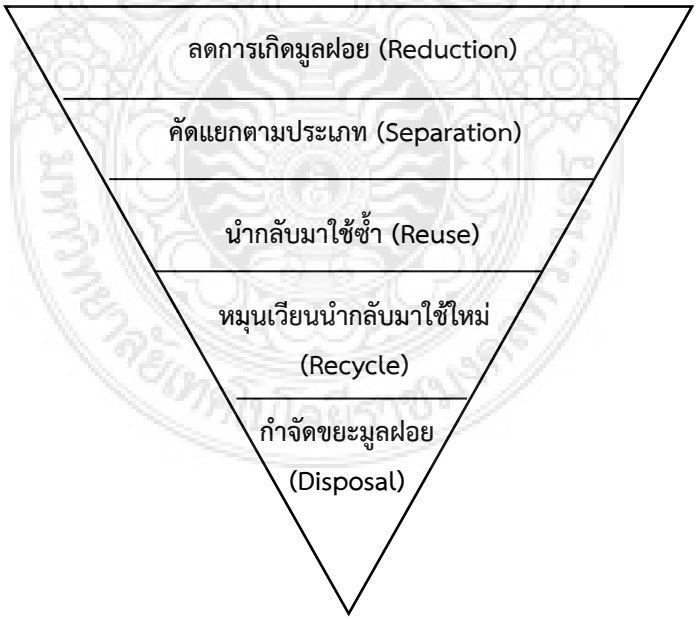
ที่มา: ธเรศ ศรีสถิต (2553)

2.2.4 แนวทางการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์

การจัดการมูลฝอยอย่างยั่งยืนเป็นแนวทางในการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด เพื่อให้สามารถดำเนินการ ได้ครอบคลุมทุกๆ ประเด็นของขั้นตอน การจัดการมูลฝอยตั้งแต่แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยจนถึงสถานีกำจัด ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีวิธีการที่เหมาะสม ดังนั้น ในการดำเนินการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมกับลักษณะสมบัติของมูลฝอย โดยการคำนึงถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและพลังงาน รวมทั้งการป้องกันรักษาสิ่งแวดล้อมให้มีคุณภาพที่ดีอย่างยั่งยืน ทั้งนี้ต้องประกอบด้วยแนวคิดการจัดการที่เริ่มต้นตั้งแต่การลดการเกิดมูลฝอย (Reduction) การคัดแยก (Separation) การใช้ซ้ำ (Reuse) การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ในรูปแบบต่างๆ และการกำจัดที่ปลอดภัย (Disposal) โดยมีแนวทางดังนี้

1) การลดมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด (Source Reduction)

หมายถึง การลดการเกิดมูลฝอย ณ แหล่งที่เกิดของมูลฝอย อาทิ บ้านเรือน อาคารสำนักงาน ตลาด ร้านค้า เป็นต้น หลักการลดการเกิดมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด เป็นแนวคิดพื้นฐานตามหลักการไม่ก่อให้เกิดมูลฝอยและไม่มีมูลฝอยถูกทิ้งออกไปสู่สิ่งแวดล้อมซึ่งทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 2-4 แนวคิดการจัดการมูลฝอยอย่างยั่งยืน

ที่มา: ธเรศ ศรีสถิต (2550)

2) การคัดแยก (Separation)

เป็นการแยกมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือมีคุณค่าที่จะเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตได้ ทั้งนี้การแยก ณ แหล่งกำเนิดสามารถดำเนินการได้ง่ายกว่าการคัดแยก ณ บริเวณสถานที่กำจัดซึ่งมีความหลากหลายของประเภทมูลฝอยมากเกินไปการคัดแยกมูลฝอยตามองค์ประกอบทางกายภาพเป็นการช่วยให้ง่ายต่อการเก็บขนและรวบรวมหรือแยกตามวัสดุที่สามารถนำไปแปลงเป็นผลผลิตอย่างอื่นได้ เช่น การคัดแยกเศษอาหารเพื่อนำไปทำปุ๋ยหมัก เพื่อการเกษตรกรรมหรือนำไปเลี้ยงสัตว์หรือแม้แต่การผลิตก๊าซชีวภาพจากสารอินทรีย์ ไม่ต้องเสียเวลาในการทำความสะอาดก่อนนำไปใช้งาน

3) การใช้ซ้ำ (Reuse)

เป็นการนำสิ่งของบางส่วนที่ต้องทิ้งมาใช้ซ้ำ เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการใช้ อาทิ ขวด แก้ว พลาสติก กล่องโลหะ โดยไม่ต้องไปหาซื้อมาใช้ใหม่ โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการแปรรูปหรือขึ้นรูปใหม่

4) การหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)

ปัจจุบันพบว่ามีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่รู้คุณค่า เช่น ป่าไม้ แร่ธาตุ น้ำมัน หรือก๊าซธรรมชาติต่างๆ ซึ่งนับวันจะหมดไป โดยมีการคาดการณ์ว่าทรัพยากรเหล่านั้นจะหมดไป ผลจากการใช้ทรัพยากรเหล่านี้ส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษจากมูลฝอยที่ไม่สามารถกำจัดให้หมดสิ้นไปหลังจากการใช้ประโยชน์หมดแล้ว ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงขยะมูลฝอยที่เกิดจากความฟุ่มเฟือยของมนุษย์แล้วจะพบว่า มูลฝอยบางส่วนสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ หรือสามารถนำไปแปรรูปให้เป็นสิ่งของที่มีบุคคลอื่นต้องการ ดังนั้น จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการหาแนวทางในการนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องกำจัดแล้วยังเป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติ และรักษาสภาพแวดล้อมไว้ต่อไปการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)

เป็นการแปรเปลี่ยนมูลฝอยที่ได้ทำการคัดแยกแล้วผลิตโดยผ่านกระบวนการใดกระบวนการหนึ่งแล้วเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น การหลอมแก้วขึ้นรูปใหม่โดยใช้ขวดเก่า การทำกระดาษจากเศษกระดาษที่ใช้แล้ว ทั้งนี้จะได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุใหม่ นอกจากนั้น การหมุนเวียนนำกลับมาใช้ยังหมายถึงการแปรเปลี่ยนให้ได้ผลิตภัณฑ์ในรูปที่เป็นพลังงานความร้อนโดยการเผา การหมักให้ได้ก๊าซที่เป็นเชื้อเพลิง การทำปุ๋ยหมัก เป็นต้น ซึ่งกระบวนการนี้จะต้องพิจารณาจากลักษณะของมูลฝอยในการนำไปแปรรูป เช่น การนำเศษอาหารอินทรีย์ไปผลิตเป็นปุ๋ยหมักหรือการนำไปหมักให้เป็นก๊าซชีวภาพ มีเทน (CH_4) ซึ่งขยะมูลฝอยดังกล่าวจะต้องมีกระบวนการคัดแยกที่ดี

การนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่นั้นมีความจำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อสังคมปัจจุบันมากโดยเฉพาะในสภาวะที่ทรัพยากรธรรมชาติไม่เหลือที่ให้มนุษย์ได้ใช้กันอย่างฟุ่มเฟือยอีกต่อไป โดยก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมหลายด้านดังนี้

(1) การลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องกำจัดหรือเก็บขน โดยสามารถลดทั้งปริมาณและปริมาตรที่ต้องเป็นภาระแก่โรงเรียน หรือหน่วยงานรัฐในการเก็บขนและขนส่งหรือทำลาย

(2) เป็นการใช้ทรัพยากร อย่างคุ้มค่าจากวัสดุเหลือใช้ต่างๆ

(3) เป็นการอนุรักษ์และรักษาสภาพแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

(4) ลดปริมาณของเสียที่ถูกทิ้งไปในสิ่งแวดล้อมปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการจัดการขยะมูลฝอยที่เป็นภาระของสภาพแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์เองตามหลักการนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งสามารถสรุปได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ที่มีความเหมาะสมในแต่ละขั้นตอนที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

- การนำวัสดุที่ได้จากขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ กล่าวคือ เป็นการนำขยะมูลฝอยที่สามารถคัดแยกได้ เช่น พลาสติก เหล็ก แก้ว กระดาษ ไม้ โลหะ หรือเศษอาหารต่างๆกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ผ่านกระบวนการเปลี่ยนรูป เช่น ขวดแก้วที่ล้างทำความสะอาดแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเรียกว่าการใช้ซ้ำ กระดาษพิมพ์เขียนนำมาใช้ซ้ำอีกหน้า เป็นต้น

- การนำวัสดุที่ได้จากขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่โดยผ่าน กระบวนการเปลี่ยนรูป เช่น การใช้เป็นวัตถุดิบรีไซเคิลในกระบวนการผลิต เศษกระดาษ พลาสติก โลหะนอกจากนี้ ยังรวมไปถึงเศษอาหารที่นำไปเลี้ยงสัตว์ในโรงสัตว์เลี้ยงต่างๆ ที่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคก่อนให้สัตว์เลี้ยงกิน

- การแปรรูปเพื่อหาพลังงาน โดยการนำขยะมูลฝอยที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานความร้อนหรือเปลี่ยนเป็นพลังงานก๊าซชีวภาพ เช่น การเผามูลฝอยให้เกิดความร้อน เพื่อนำมาผลิตกระแสไฟฟ้า การตัดมูลฝอยให้เป็นชิ้นเล็กๆ เพื่ออัดให้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงแล้วนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม การหมักมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพโดยเฉพาะก๊าซมีเทน (CH_4) การนำพลาสติกเก่ามาหลอมเป็นแท่งเชื้อเพลิงให้กับโรงงานอุตสาหกรรม

- การนำมูลฝอยไปปรับสภาพให้มีประโยชน์ต่อการบำรุงรักษาดิน หรือการถมที่ลุ่มต่างๆ ได้แก่ การทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอย แม้ว่าคุณภาพอาจไม่ดีเท่ากับปุ๋ยเคมี แต่เป็นส่วนที่ช่วยปรับปรุงดิน ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยหมักมีสารอาหารไม่ครบตามที่เกษตรกรต้องการเป็นในพืช แต่ละชนิด ถ้าต้องการให้เป็นปุ๋ยที่มีคุณสมบัติครบต้องมีการเติมสารอาหารบางตัวลงไปด้วย เช่น N P K

2.2.5 ประเภทของมูลฝอยที่หมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่

โดยทั่วไปแล้วมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ใหม่ซึ่งไม่รวมมูลฝอยประเภทเศษอาหาร สารอินทรีย์รีไซเคิล เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ/อโลหะ

1) แก้ว เป็นวัสดุที่มีผิวเรียบ แข็ง แต่เปราะบางแตกร้าวง่าย แก้วเกิดจากการนำวัตถุดิบ ประเภทโซดาแอช หินปูน หินฟันม้าหรือแร่เฟลล์สปาร์ มาเข้าสู่กระบวนการหลอมละลาย โดยสามารถหลอมให้เป็นรูปร่างและสีสันแตกต่างกัน แก้วเป็นมูลฝอยที่ไม่ย่อยสลายแต่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้การนำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่นั้นจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ขวดแก้วดีและขวดแก้วแตก ซึ่งแต่ละประเภทจะมีวิธีการนำกลับมาใช้ใหม่แตกต่างกัน ดังนี้

(1) ขวดแก้วดี จะถูกนำมาคัดแยกชนิด สี และประเภทที่บรรจุสินค้า หากไม่แตกบิ่นเสียหายจะถูกนำกลับเข้าโรงงานเพื่อนำไปล้างให้สะอาดและนำกลับมาใช้ใหม่ที่เรียกว่า กระบวนการใช้ซ้ำ (Reuse) แก้วบางชนิดใช้แล้วสามารถนำมาล้างทำความสะอาดฆ่าเชื้อโรค แล้วหมุนเวียนนำมาบรรจุใหม่ได้ซ้ำอีกถึง 30 ครั้ง โดยผู้ผลิตสินค้าประเภทเดิมหากไม่แตกหัก หรือบิ่นเสียก่อน

(2) ขวดแก้วแตก ขวดแก้วที่แตกหัก บิ่น ชำรุด เสียหายจะถูกนำมาคัดแยกสีเป็นประเภทต่างๆ ได้แก่ ขวดแก้วใส ขวดแก้วสีชา และขวดแก้วสีเขียว จากนั้นนำเศษแก้วมาผ่านกระบวนการรีไซเคิล โดยการบดให้ละเอียด ใส่น้ำยากัดสีเพื่อกัดสีที่ติดมากับขวดแก้ว ล้างให้สะอาดแล้วนำส่งโรงงานผลิตขวดแก้วเพื่อนำไปหลอมใหม่ โรงงานอุตสาหกรรมเศษแก้วต้องการเศษแก้วเก่ามาหลอมผสมกับแก้วใหม่ โดยใช้เศษแก้วเก่าในอัตราส่วน 30-40 % ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิต

การนำแก้วกลับมาใช้ใหม่นอกจากจะเป็นการนำทรัพยากรมาใช้อย่างคุ้มค่าแล้ว ยังสามารถช่วยลดการใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตได้มากกว่าการผลิตแก้วจากวัสดุธรรมชาติใหม่อีกด้วย โดยคุณภาพของแก้วที่ผ่านการรีไซเคิลยังคงทนต่อการกระแทกและใช้งานได้ดีเหมือนเดิม

2) กระดาษ เป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่ายเพราะผลิตจากเยื่อไม้ธรรมชาติ โดยปกติกระดาษจะมีการย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติประมาณ 2-5 เดือนแต่ถ้าถูกทับถมอยู่ในกองมูลฝอยจนแน่นไม่มีแสงแดด อากาศ และความชื้นสำหรับจุลินทรีย์ในการย่อยสลาย อาจต้องใช้เวลานานถึง 50 ปี ในการย่อยสลาย ในกระบวนการนำกระดาษกลับมาใช้ใหม่นั้น เริ่มจากการย่อยกระดาษให้ชิ้นเล็กลง โดยการตียุ่ยในเครื่องต้มแล้วเข้าเครื่องกรองเพื่อแยกสิ่งเจือปนออก จากนั้นนำเยื่อกระดาษใหม่มาผสมเพิ่มเข้าไปแล้วจึงผ่านเข้าเครื่องทำแผ่นกระดาษรีดออกมาเป็นม้วนกระดาษ

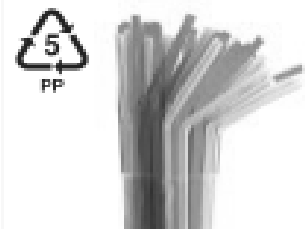
การนำกระดากลับมาใช้ใหม่ต่างจากแก้ว เนื่องจากเส้นใย (Fiber) ในเนื้อกระดาษจะลดลงทุกขั้นตอนของกระบวนการรีไซเคิล กระดาษที่ผลิตขึ้นใหม่โดยกระบวนการรีไซเคิลจึงมีคุณภาพลดลง กระดาษรีไซเคิลส่วนใหญ่นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น กล่องบรรจุสินค้า ฝ้า เพดาน ฉนวนกันความร้อน

3) พลาสติก เป็นสารสังเคราะห์จากผลิตภัณฑ์ปิโตเลียมที่มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่มาก ประกอบด้วยธาตุสำคัญ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน พลาสติกสามารถหลอมละลายเปลี่ยนรูปร่างได้ โดยใช้แรงดัน และความร้อน พลาสติกเมื่อกลายเป็นวัสดุเหลือใช้ และตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมจะเป็นปัญหาอย่างมาก เพราะใช้เวลาในการย่อยสลายนาน ดังนั้น วิธีการจัดการกับพลาสติกที่เหมาะสมที่สุด คือ การนำกลับมาใช้ใหม่

พลาสติกสามารถจำแนกออกเป็น 7 ประเภท ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 การจำแนกประเภทของพลาสติก

สัญลักษณ์	ประเภทพลาสติก
	โพลิเอทีลีนเทราฟทาเลต(Polyethylene Terephthalate, PET, PETE) ใช้ทำขวดบรรจุน้ำดื่มขวดน้ำมันพืช ถาดอาหารสำหรับเตาอบ และเครื่องสำอาง สามารถนำมารีไซเคิล เป็นเส้นใย สำหรับทำเสื้อกันหนาว พรม ใยสังเคราะห์ ถุงหูหิ้ว กระเป๋า ขวด
	โพลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Poly ethylene, HDPE) ใช้ทำขวดนม น้ำผลไม้ โยเกิร์ต บรรจุภัณฑ์สำหรับน้ำยาทำความสะอาด แชมพูสระผม แป้งเด็ก และถุงหูหิ้ว สามารถนำมารีไซเคิล เป็นขวดใส่น้ำยาซักผ้า ขวดน้ำมันเครื่อง ท่อ ถังพลาสติก
	โพลิไวนิลคลอไรด์ (Polyevinyl Chloride,PVC) ใช้ทำท่อน้ำประปา สายยางใส แผ่นฟิล์มสำหรับห่ออาหาร ม่านในห้องอาบน้ำแผ่นกระเบื้องยาง แผ่นพลาสติกปูโต๊ะ ประตู หน้าต่าง และหนังเทียม สามารถนำมารีไซเคิลเป็นท่อน้ำประปา หรือรางน้ำ กรวยจราจร เฟอร์นิเจอร์ม้านั่งพลาสติก ตลับเทปเคเบิล

สัญลักษณ์ (ต่อ)	ประเภทพลาสติก (ต่อ)
	โพลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (Low Density Poly ethylene, LDPE) ใช้ทำฟิล์มห่ออาหารและห่อของ ถุงใสขนมปัง ถุงเย็นสำหรับบรรจุอาหาร สมารถนำมารีไซเคิลเป็นถุงดำสำหรับใส่ขยะ ถุงหูหิ้ว ถังขยะ กระเบื้องปูพื้น เฟอร์นิเจอร์ แท่งไม้เทียม
	โพลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) ใช้ทำภาชนะบรรจุอาหาร เช่น กล่อง ชาม จาน ถัง ตะกร้า กระบอกใส่น้ำแช่เย็น ขวดซอส แก้วโยเกิร์ต ขวดบรรจุยา สารมารถนำมารีไซเคิลเป็นกล่องแบตเตอร์รี่ในรถยนต์ เช่น กันชนและกรวยสำหรับน้ำมันไฟท้าย ไม้กวาดพลาสติก แปรง
	โพลิสไตรีน (Polystyrene, PS) ใช้ทำภาชนะบรรจุของใช้ เช่น เทปเพลง สำลี หรือของแห้ง เช่น หมูแผ่น หมูหยอง และคุกกี้ นอกจากนั้นยังนำมาทำโฟมใส่อาหาร ซึ่งจะเบามาก สามารถนำมารีไซเคิลเป็นไม้แขวนเสื้อ กล่องวีดีโอ ไม้บรรทัด กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ แผงสวิตช์ไฟ ฉนวนความร้อน ถาดใส่ไข่ เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ
	พลาสติกชนิดอื่นที่ไม่ใช่พลาสติกทั้ง 6 กลุ่มข้างต้น หรือเป็นพลาสติกที่ทำมาจากพลาสติกหลายชนิก เช่น อะคริไนไตรล์-บิวทาไดอีน-สไตรีน (Acrylonnitrile-Butadiene-Styrene, ABS) เป็นเทอร์โมพลาสติกที่ได้จากการทำปฏิกิริยาการเกิดโพลิเมอร์ของโมโนเมอร์ 3 ชนิด คือ สไตรีน (Styrene) อะคริโลไนไตรล์ (Acrylonitrile) และโพลิบิวทาไดอีน (Polybutadiene) อะคริโลไนไตรล์มีผลต่อสมบัติการทนความร้อนและสารเคมี บิวทาไดอีนมีผลต่อสมบัติความทนทานต่อแรงกระแทก และสไตรีนมีผลต่อสมบัติความทนทานต่อแรงกระแทก ยังมีผลทำให้พลาสติกมีพื้นผิวเป็นมันเงา ตัดแต่งวัสดุได้ง่ายและช่วยลดต้นทุน ดังนั้นผู้ผลิตเอบีเอสจึงสามารปรับเปลี่ยน สัดส่วนของโมโนเมอร์ทั้งสามชนิด เพื่อให้ได้สมบัติอย่างที่ต้องการ โดยส่วนใหญ่มักใช้ในอุตสาหกรรม รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า High Impact Poly styrene, HIPS เป็นโพลิสไตรีนชนิดหนึ่ง ที่ได้จากการเติมสารเติมแต่งบางอย่าง หรือการผสมกับพวกยาง เช่น SBR

สัญลักษณ์ (ต่อ)	ประเภทพลาสติก (ต่อ)
	เหมาะสำหรับใช้งานที่ต้องรับแรงกระแทกแต่จะเสียความใส และอุณหภูมิในการใช้งานจะต่ำลงเหมาะสำหรับงานตู้เย็น โทรทัศน์ วิทยุ เฟอร์นิเจอร์ ของเด็กเล่น

ที่มา: http://www.stou.ac.th/study/sumrit/1-56(500)/page4-1-56(500).html

วิธีการแยกพลาสติกถือว่าเป็นจุดสำคัญในกระบวนการนำพลาสติกกลับมาใช้ใหม่ เพราะพลาสติกแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น พอลิโพรพิลีนติดไฟง่าย พีวีซีติดไฟยาก และบางชนิดไม่สามารถหลอมรวมกันได้ นอกจากนี้พลาสติกแต่ละชนิดยังมีราคารับซื้อแตกต่างกันด้วย

กระบวนการรีไซเคิลพลาสติกจะต้องนำมาแยกประเภท แยกสี จากนั้นนำเข้าเครื่องโม่เพื่อบดย่อยเป็นชิ้นเล็กๆ นำเข้าเครื่องล้าง ซึ่งจะใส่ผงล้างและโซดาไฟ ทำให้แห้งแล้วอบด้วยความร้อนหรือผึ่งลมให้แห้งสนิท จากนั้นจึงนำไปหลอมละลายและขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกต่างๆ ต่อไป

4) โลหะ/อโลหะ มีหลายชนิดที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง สแตนเลส ตะกั่ว การนำเศษเหล็กกลับมารีไซเคิลจะนำไปเทในเตาหลอม และปล่อยกระแสไฟฟ้าทำการหลอมละลาย ขณะที่เหล็กหลอมละลายจะต้องเติมปูนขาว ถ่านโค้ก และโลหะผสมเหล็ก (Ferroalloy) ลงไปเพื่อปรับส่วนผสมของเหล็กให้ได้ตามต้องการ น้ำเหล็กจะถูกเคี่ยวที่อุณหภูมิ 1,650 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงปล่อยลงถังรับน้ำเหล็กและเทลงเบ้ารับน้ำเหล็ก เข้าสู่เครื่องหล่อเหล็กแบบต่อเนื่องและลดอุณหภูมิด้วยน้ำ เมื่อน้ำเหล็กเย็นตัวจะได้แท่งเหล็ก จากนั้นจึงนำมาตัดเป็นท่อให้ได้ความยาวที่เหมาะสม ก่อนนำส่งเข้าโรงงานทำเป็นผลิตภัณฑ์ (ธเนศ ศรีสถิตย์, 2553)

2.2.6 วิธีการกำจัดมูลฝอย

เป็นการจัดการขยะมูลฝอยขั้นสุดท้ายที่ดำเนินการกับมูลฝอยที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกต่อไปมีทางเดียวคือการฝังกลบในหลุมฝังกลบที่ปลอดภัยและถูกหลังสุขาภิบาล ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ในการกำจัดแบบฝังกลบมักจะเป็นกลุ่มพวกที่ไม่เน่าเปื่อย ไม่ติดไฟและไม่อันตราย เพราะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ถูกคัดแยกออกไปเกือบหมดแล้ว สุดท้ายปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นถูกลดปริมาณลงให้เหลือน้อยที่สุดที่ต้องนำมากำจัดแบบฝังกลบในดิน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือทำลายทรัพยากรธรรมชาติ

จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าวิธีการที่ได้ผลมากที่สุดในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในการจัดการขยะมูลฝอยคือการลดการบริโภค การรีไซเคิลและการนำกลับมาใช้ใหม่ของวัสดุจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อม การลดการปล่อยก๊าซทางตรงเกิดขึ้นเมื่อของเสียนั้นไม่ได้ถูกกำจัดในบ่อฝังกลบหรือไม่ได้รับการบำบัดด้วยวิธีอื่น เช่น การเผา ส่วนในทางอ้อมจะทำให้เกิดการลดการปลดปล่อยก๊าซโดยลดการใช้พลังงานทั้งในการผลิตและจัดหาวัตถุดิบ และรวมถึงการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆ นอกจากนั้นการใช้พลังงานที่จะใช้ในการผลิต สามารถลดการปล่อยก๊าซในขั้นตอนการผลิต โดยการหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซที่เกิดจากตันกำเนิดและสามารถที่จะใช้วัสดุรีไซเคิลเป็นวัตถุดิบแทนการใช้วัตถุดิบเดิม ซึ่งจะเป็นการหลีกเลี่ยงต่อการเกิดก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบเดิม ในหลายๆกรณีการใช้วัสดุรีไซเคิลทดแทนในการผลิตนั้นเป็นการลดการใช้พลังงานและก๊าซเรือนกระจก ที่เกิดจากการเผาพลาญพลังงาน ก๊าซเรือนกระจก ยังสามารถลดโดยหลีกเลี่ยงการใช้วัตถุดิบเพื่อผลิตภัณฑ์ จากขั้นตอนการผลิต ในขณะเดียวกับการรีไซเคิลก็สามารถทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการขนส่งกระบวนการแปรรูปวัสดุรีไซเคิล เช่น การล้าง บด อัด เป็นต้น เนื่องจากมีการใช้พลังงานเชื่อเพลิงเช่นกัน

โดยเมื่อนำค่าการปล่อยหรือการลดลงของก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการดังกล่าวข้างต้นไปคำนวณหาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกตามข้อตกลงพิธีสารเกียวโต ซึ่งประกอบด้วยก๊าซ 6 ชนิด โดยแต่ละชนิดมีค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) แตกต่างกัน เช่น หากลดการปล่อยก๊าซมีเทนได้ 1 ตัน จะเทียบเท่าการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 21 ตัน ดังแสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential; GWP)

ก๊าซเรือนกระจก	อักษรย่อ	GWP
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	CO_2	1
ก๊าซมีเทน	CH_4	21
ก๊าซไนตรัสออกไซด์	N_2O	310
Hydro fluorocarbons	HFC_S	140 – 12,100
Perfluoro carbons	PFC_S	6,300 – 12,500
Sulphur hexafluoride	SF_6	24,900

ที่มา : IPCC, 1996

2.2.7 องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

1) การสำรวจองค์ประกอบของขยะมูลฝอย

การสำรวจองค์ประกอบของขยะมูลฝอยสามารดำเนินการได้ 2 กรณี คือ

(1) การสำรวจองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิด

การสำรวจองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิด เช่น บ้านเรือน ร้านอาหาร ตลาด โรงพยาบาล อพาร์ทเมนต์ หรือตามสถานที่ราชการต่างๆ เป็นต้น การสำรวจองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิด มีวัตถุประสงค์ เพื่อทราบอัตราการเกิดขยะมูลฝอยหรือองค์ประกอบของขยะมูลฝอยทั้งทางกายภาพและเคมี ณ แหล่งกำเนิด ซึ่งในแต่ละแหล่งกำเนิดจะมีอัตราการเกิดขยะมูลฝอยและองค์ประกอบขยะมูลฝอยแตกต่างกันออกไปตามกิจกรรมของแหล่งกำเนิด

(2) การสำรวจองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากสถานที่กำจัด

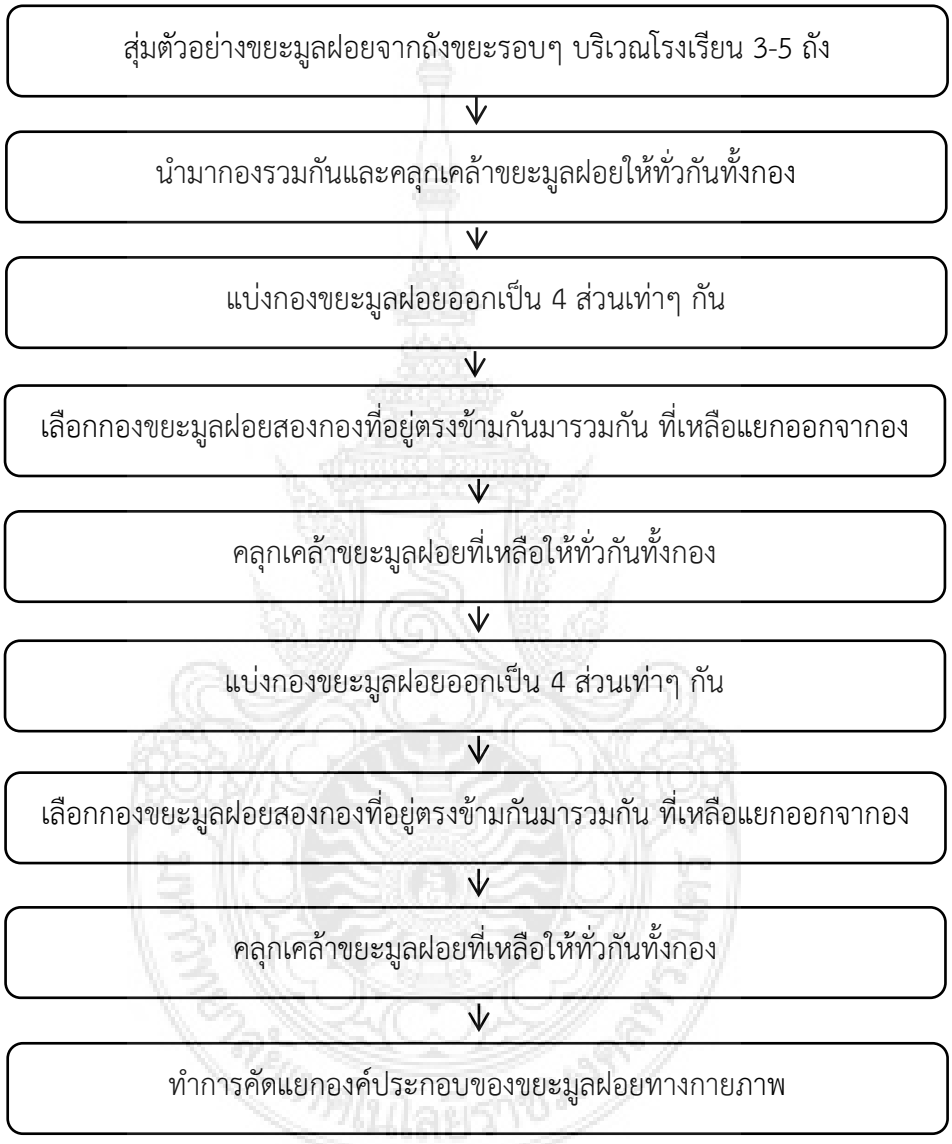
การสำรวจองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากสถานที่กำจัด เช่น บริเวณสถานที่กำจัดของเทศบาลหรือองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นต่างๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงอัตราการเกิดและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในภาพรวมของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา เนื่องจากรถเก็บขยะมูลฝอยจะนำขยะมูลฝอยจากทุกแหล่งกำเนิดมาทำการกำจัดที่สถานที่กำจัด ซึ่งแต่ละพื้นที่จะมีองค์ประกอบขยะมูลฝอยแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และวิธีการดำรงชีวิตของประชาชนและถูกนำมากองรวมกัน เพื่อทำการกำจัดดังนั้น ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์จึงเป็นค่ารวมของมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดในเขตนั้นๆ ที่ทำการศึกษา การสุ่ม ตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์จึงต้องมีความระมัดระวังโดยให้คำนึงถึงการเป็นตัวแทนของขยะมูลฝอยทั้งหมด

2) การวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอย

การวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยเป็นการหาพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับขยะมูลฝอย เพื่อนำค่าที่ได้ไปศึกษาหาแนวทางในการจัดการที่เหมาะสม อาทิ การหาองค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอยเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ส่วนองค์ประกอบทางเคมีจะนำไปใช้ในการวางแผนการกำจัดขยะมูลฝอย อาทิ การเผา การหมักทำปุ๋ยหรือการฝังกลบเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ เป็นต้น ดังนั้นในการวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะมูลฝอยจึงต้องทำด้วยวิธีการที่ถูกต้องเป็นมาตรฐาน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ มีความน่าเชื่อถือได้สูงและผู้ใช้มีความมั่นใจในการนำไปใช้

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอย สามารถแสดงขั้นตอนการทำการแบ่งมูลฝอยออกเป็น 4 ส่วน (Quartering Method) โดยหลังจากแยกองค์ประกอบของมูลฝอยทางกายภาพแล้ว จะทำการชั่งน้ำหนักขององค์ประกอบแต่ละประเภทและบันทึก และ

นำมาเทียบเป็นสัดส่วนขององค์ประกอบของมูลฝอยทั้งหมด ซึ่งแต่ละองค์ประกอบที่ได้มีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนักเปียกดังแสดงในภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพ

ที่มา: ธเนศ ศรีสถิตย์ (2553)

2.3 สถานการณ์ขยะมูลฝอยของประเทศไทย

จากรายงานสถานการณ์มลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) ระบุว่า ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศไทยร่วมทั้งสิ้น 14.63 ล้านตัน หรือประมาณวันละ 40,082 ตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2548 ประมาณ 3 แสนตัน เฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครคาดว่ามีปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ประมาณวันละ 8,473 ตัน คิดเป็นร้อยละ 21 ของทั้งประเทศ ในขณะที่ปริมาณขยะในเขตเทศบาลเมืองพัทยาเกิดขึ้นประมาณวันละ 12,912 ตัน คิดเป็นร้อยละ 32 ของทั้งประเทศ และนอกเขตเทศบาลซึ่งครอบคลุมพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลทั้งหมดประมาณวันละ 18,697 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 47 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศในการจัดการขยะมูลฝอยนั้น พบว่า ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจะถูกนำไปกำจัดอย่างถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลเพียง 14,373 ตันต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 36 ของปริมาณที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ ซึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร จะมีการว่าจ้างบริษัทเอกชนเป็นผู้ดำเนินการ โดยขยะมูลฝอยร้อยละ 70 ถูกนำไปกำจัดในสถานีฝังกลบ อำเภอกำแพงแสง จังหวัดนครปฐม และร้อยละ 30 ที่เหลือนำไปกำจัดยังสถานีฝังกลบอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

การกำจัดขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่อื่นๆ เริ่มจากพื้นที่เขตเทศบาลทั่วประเทศและเมืองพัทยา มีสถานีกำจัดขยะมูลฝอยที่ก่อสร้างตามหลักสุขาภิบาลสามารถเดินระบบได้จำนวน 96 แห่ง แบ่งออกเป็นสถานีฝังกลบ 90 แห่ง มีเตาเผาขยะมูลฝอยจำนวน 3 แห่ง ตั้งอยู่ที่เทศบาลเมืองภูเก็ต เทศบาลตำบลเกาะสมุย และเทศบาลเมืองลำพูน สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้วันละ 4,780 ตัน และสถานีกำจัดขยะมูลฝอยแบบผสมผสานจำนวน 3 แห่ง ได้แก่ ที่เทศบาลตำบลเวียงฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เทศบาลเมืองระยอง และองค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี ส่วนขยะมูลฝอย ที่เหลือยังคงกำจัดโดยวิธีที่ไม่ถูกต้อง เช่น การเทกอง การเผากลางแจ้ง เป็นต้น ส่วนพื้นที่นอกเขตเทศบาลจะเป็นหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลที่ทำการรวบรวมนำไปกำจัด ซึ่งส่วนใหญ่ยังไม่มีสถานที่กำจัดที่ถูกหลักสุขาภิบาล ส่วนที่เหลือนิยมนำไปเทกองหรือการนำไปเผาในที่แจ้งและในส่วนของชุมชนที่อยู่ห่างไกลประชาชนจะกำจัดกันเองในครัวเรือน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.)

จากข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในประเทศไทยและจากการวิจัยพบว่าขยะมูลฝอยทั้งหมดแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

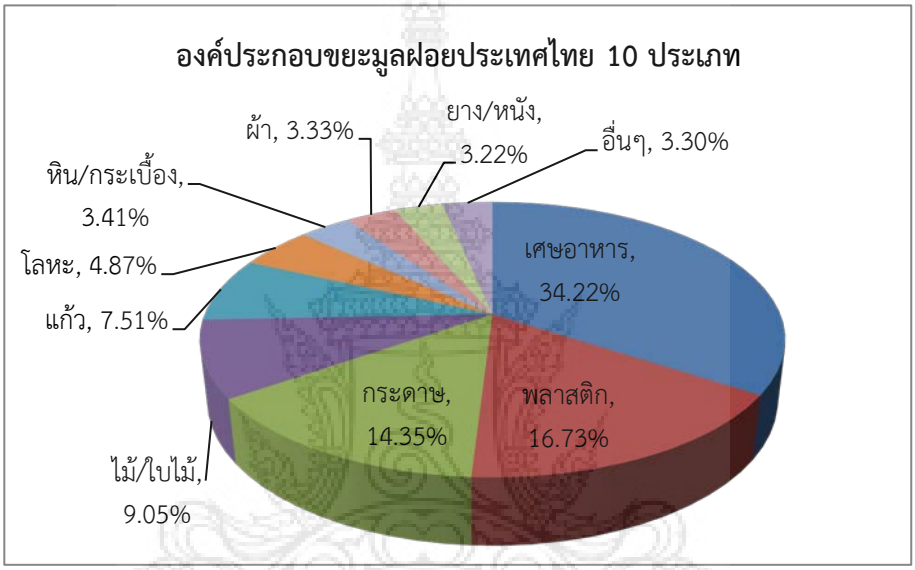
1) ขยะอินทรีย์หรือขยะมูลฝอยย่อยสลายได้ง่าย เช่น เศษอาหาร เศษผักผลไม้และใบไม้ เป็นต้น

2) ขยะรีไซเคิลหรือขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

3) ขยะพิษหรือขยะอันตราย

4) ขยะทั่วไปหรือขยะที่ไม่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ ไม่สามารถย่อยสลายได้ง่าย และไม่เป็นพิษ

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากข้อมูลการศึกษาทบทวนข้อมูลองค์ประกอบขยะมูลฝอยของประเทศไทย (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) ซึ่งแบ่งองค์ประกอบขยะมูลฝอยออกเป็น 10 ประเภท พบว่า ขยะมูลฝอยเศษอาหาร มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.22 รองลงมา คือ พลาสติก คิดเป็นร้อยละ 16.73 อันดับที่สาม คือ กระดาษ คิดเป็นร้อยละ 14.35 ส่วนที่เหลือ คือ ไม้/ใบไม้ แก้ว โลหะ หิน/กระเบื้อง ผ้า ยาง/หนัง และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 9.05, 7.51, 4.87, 3.41, 3.33, 3.22 และ 3.30 ตามลำดับ (ภาพที่ 2-6)



ภาพที่ 2-6 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยประเทศไทย
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2547)

ทั้งนี้ในส่วนขององค์ประกอบขยะมูลฝอยแยกตามภูมิภาคของประเทศไทยซึ่งแบ่งเป็น 6 ภูมิภาค มีรายละเอียดองค์ประกอบขยะมูลฝอยในแต่ละภูมิภาค ดังนี้

ภาคเหนือ 9 จังหวัด มีองค์ประกอบขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 26.71 รองลงมา คือ พลาสติก ร้อยละ 17.56 อันดับที่สาม คือ กระดาษ ร้อยละ 13.93 ส่วนที่เหลือแยกเป็น ไม้/ใบไม้ แก้ว โลหะ หิน/กระเบื้อง ผ้า ยาง/หนัง และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 13.41, 8.36, 5.32, 4.30, 3.68, 3.57 และ 3.15 ตามลำดับ

ภาคกลาง 22 จังหวัด มีองค์ประกอบขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38.84 รองลงมา คือ พลาสติก ร้อยละ 15.23 อันดับที่สาม คือ กระดาษ ร้อยละ 12.49 ส่วนที่เหลือแยกเป็น ไม้/ใบไม้ แก้ว โลหะ หิน/กระเบื้อง ผ้า ยาง/หนัง และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 7.31, 6.51, 4.77, 4.17, 3.71, 3.63 และ 3.34 ตามลำดับ

ภาคตะวันตก 5 จังหวัด มีองค์ประกอบขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36.59 รองลงมา คือ พลาสติก ร้อยละ 18.69 อันดับที่สาม คือ กระดาษ ร้อยละ 15.07 ส่วนที่เหลือแยกเป็น ไม้/ใบไม้ แก้ว โลหะ ผ้า ยาง/หนัง หิน/กระเบื้อง และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 7.33, 6.51, 4.77, 4.17, 3.71, 3.63 และ 3.34 ตามลำดับ

ภาคตะวันออก 7 จังหวัด มีองค์ประกอบขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38.23 รองลงมา คือ พลาสติก ร้อยละ 15.63 อันดับที่สาม คือ กระดาษ ร้อยละ 14.23 ส่วนที่เหลือแบ่งเป็น แก้ว ไม้/ใบไม้ โลหะ หิน/กระเบื้อง ยาง/หนัง ผ้า และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 7.83, 6.13, 5.08, 3.42, 3.33, 3.13 และ 2.99 ตามลำดับ

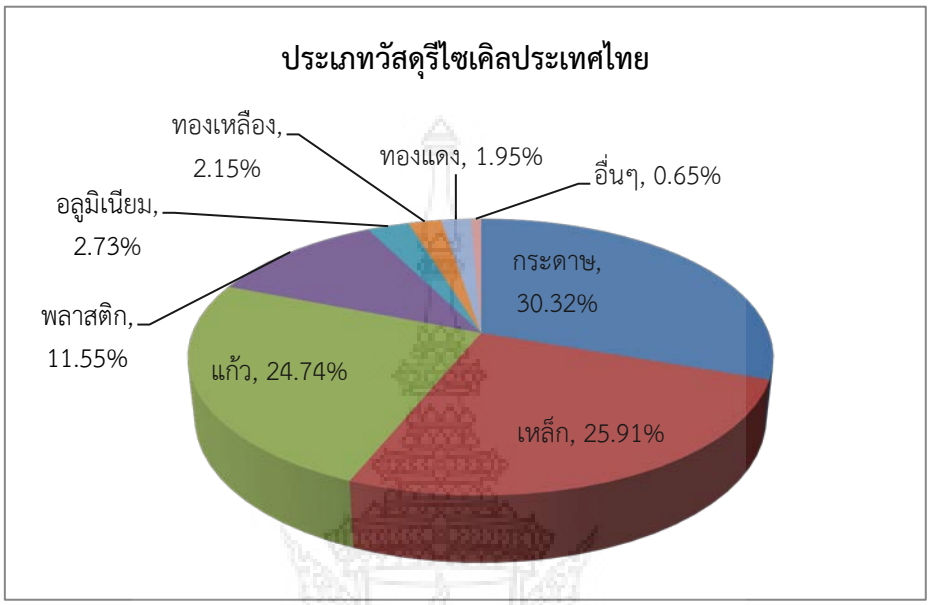
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 19 จังหวัด มีองค์ประกอบขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28.73 รองลงมา คือ พลาสติก ร้อยละ 17.23 อันดับที่สาม คือ ไม้/ใบไม้ ร้อยละ 14.60 ส่วนที่เหลือ แบ่งเป็น กระดาษ แก้ว โลหะ ผ้า หิน/กระเบื้อง ยาง/หนัง และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 14.07, 7.62, 4.17, 3.52, 3.48, 3.39 และ 3.19 ตามลำดับ

ภาคใต้ 14 จังหวัด มีองค์ประกอบขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.93 รองลงมา คือ กระดาษ ร้อยละ 17.13 อันดับที่สาม คือ พลาสติก ร้อยละ 16.41 ส่วนที่เหลือแบ่งเป็น แก้ว ไม้/ใบไม้ โลหะ หิน/กระเบื้อง ยาง/หนัง ผ้า และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 9.66, 6.42, 5.10, 3.13, 2.87, 2.77 และ 2.58 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลองค์ประกอบขยะมูลฝอย พบว่า ยังมีข้อมูลของขยะมูลฝอยที่สามารถนำมารีไซเคิลได้ เช่น กระดาษ พลาสติก แก้ว หรือโลหะต่างๆ เป็นต้น ซึ่งขยะรีไซเคิลดังกล่าวเป็นขยะมูลฝอยที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจนอกจากมูลค่าทางเศรษฐกิจแล้วยังมีความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในด้านการลดการใช้พลังงานจากภาคส่วนการผลิตและลดปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต เป็นต้น จากข้อมูลการสำรวจของกรมควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2547 ซึ่งได้ทำการสำรวจร้านค้ารับซื้อวัสดุรีไซเคิลที่ขึ้นทะเบียนในเขตพื้นที่เทศบาล รวมทั้งสิ้น 3,088 ร้าน จาก 76 จังหวัดทั่วประเทศ ซึ่งข้อมูลประเภทวัสดุรีไซเคิลที่พบหลักๆ ได้แก่ แบตเตอรี่เก่า สายยาง สังกะสี และนุ่น เป็นต้น

ทั้งนี้ในภาพรวมวัสดุรีไซเคิลของประเทศไทย พบว่า ประเภทวัสดุรีไซเคิลที่มีการรับซื้อรวมทั้งสิ้น 4,642.425 ตัน/วัน โดยวัสดุรีไซเคิลที่รับซื้อมากที่สุด คือ กระดาษ มีปริมาณการรับซื้อ 1,407.437 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 30.32 รองลงมา คือ เหล็ก มีปริมาณการรับซื้อ 1,202.961 ตัน/วัน คิดเป็น 25.91 อันดับที่สาม คือ แก้ว มีปริมาณการรับซื้อ 1,148.537 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 24.74 ส่วนวัสดุรีไซเคิลอื่นๆ ที่มีการรับซื้อ อาทิ พลาสติก อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง และอื่นๆ คิดเป็นปริมาณ

การรับซื้อ 536.156, 126.698, 99.623, 90.630 และ 30.383 ตัน/วัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 11.55, 2.73, 2.15, 1.95 และ 0.65 ตามลำดับ รายละเอียดดังในภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 แสดงร้อยละวัสดุรีไซเคิลในประเทศไทย

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2547)

สำหรับวัสดุรีไซเคิลในแต่ภูมิภาคของประเทศไทย พบว่า ร้อยละของปริมาณการรับซื้อแตกต่างกันไปในแต่ละประเภทของวัสดุรีไซเคิล ซึ่งมีรายละเอียดประเภทวัสดุรีไซเคิล (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) ดังนี้

ภาคเหนือ 9 จังหวัด พบว่า มีปริมาณวัสดุรีไซเคิลรวมทั้งสิ้น 376.931 ตัน/วัน วัสดุรีไซเคิลที่มีการรับซื้อมากที่สุด คือ เหล็ก มีปริมาณการรับซื้อ 119.915 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 31.81 รองลงมา คือ แก้ว มีปริมาณการรับซื้อ 119.679 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 31.75 อันดับที่สาม คือ กระดาษ มีปริมาณการรับซื้อ 93.216 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 24.73 ส่วนวัสดุรีไซเคิลประเภทอื่น อาทิ พลาสติก อลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง และอื่นๆ มีปริมาณการรับซื้อ 26.299, 8.388, 4.339, 3.07, และ 1.588 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 6.98, 2.23, 1.15, 0.93 และ 0.42 ตามลำดับ

ภาคกลาง 22 จังหวัด พบว่า มีปริมาณวัสดุรีไซเคิลรวมทั้งสิ้น 2,855.821 ตัน/วัน วัสดุรีไซเคิลที่มีการรับซื้อมากที่สุด คือ กระดาษ มีปริมาณการรับซื้อ 949.206 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 33.24 รองลงมา คือ แก้ว มีปริมาณการรับซื้อ 678.585 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 23.76 อันดับที่สาม คือ เหล็ก มีปริมาณการรับซื้อ 660.497 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 23.14 ส่วนวัสดุรีไซเคิลประเภทอื่น อาทิ

พลาสติก อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง และอื่นๆ มีปริมาณการรับซื้อ 342.479, 84.915, 68.062, 55.784 ตัน/วัน และ16.293 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 11.99, 2.37, 2.38, 1.95 และ0.57 ตามลำดับ

ภาคตะวันตก 5 จังหวัด พบว่า มีปริมาณวัสดุรีไซเคิลรวมทั้งสิ้น 118.486 ตัน/วัน วัสดุรีไซเคิลที่มีการรับซื้อมากที่สุด คือ กระดาษ มีปริมาณการรับซื้อ 38.699 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 32.66 รองลงมา คือ แก้ว มีปริมาณการรับซื้อ 26.458 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 22.34 อันดับที่สาม คือ พลาสติก มีปริมาณการรับซื้อ 20.136 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 16.99 ส่วนวัสดุรีไซเคิลประเภทอื่น อาทิ เหล็ก ทองแดง อลูมิเนียม ทองเหลือง และอื่นๆ มีปริมาณการรับซื้อ 18.623, 4.248, 3.998, 3.749 และ 2.575 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 15.72, 3.59, 3.37, 3.17 และ 2.17 ตามลำดับ

ภาคตะวันออก 7 จังหวัด พบว่า มีปริมาณวัสดุรีไซเคิลรวมทั้งสิ้น 697.689 ตัน/วัน วัสดุรีไซเคิลที่มีการรับซื้อมากที่สุด คือ เหล็ก มีปริมาณการรับซื้อ 277.026 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 39.71 รองลงมา คือ แก้ว มีปริมาณการรับซื้อ 194.916 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 27.97 อันดับที่สาม คือ กระดาษ มีปริมาณการรับซื้อ 146.954 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 21.01 ส่วนวัสดุรีไซเคิลประเภทอื่น อาทิ พลาสติก ทองแดง ทองเหลือง อลูมิเนียม และอื่นๆ มีปริมาณการรับซื้อ 39.499, 13.945, 11.691, 10.651 และ 3.367 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 5.66, 2.00, 1.68, 1.53 และ 0.48 ตามลำดับ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 19 จังหวัด พบว่า มีปริมาณวัสดุรีไซเคิลรวมทั้งสิ้น 379.707 ตัน/วัน วัสดุรีไซเคิลที่มีการรับซื้อมากที่สุด คือ กระดาษ มีปริมาณการรับซื้อ 103.233 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 27.19 รองลงมา คือ แก้ว มีปริมาณการรับซื้อ 91.512 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 24.10 อันดับที่สาม คือ เหล็ก มีปริมาณการรับซื้อ 87.038 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 22.92 ส่วนวัสดุรีไซเคิลประเภทอื่น อาทิ พลาสติก อลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง และอื่นๆ มีปริมาณการรับซื้อ 50.016, 14.795, 10.306, 10.049 ตัน/วัน และ 3.758 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 15.54, 3.90, 2.71, 2.65 และ 0.99 ตามลำดับ

ภาคใต้ 14 จังหวัด พบว่า มีปริมาณวัสดุรีไซเคิลรวมทั้งสิ้น 213.791 ตัน/วัน วัสดุรีไซเคิลที่มีการรับซื้อมากที่สุด คือ กระดาษ มีปริมาณการรับซื้อ 76.488 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 35.78 รองลงมา คือ พลาสติก มีปริมาณการรับซื้อ 48.728 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 22.79 อันดับที่สาม คือ เหล็ก มีปริมาณการรับซื้อ 39.863 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 18.75 ส่วนวัสดุรีไซเคิลประเภทอื่น อาทิ แก้ว อลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง และอื่นๆ มีปริมาณการรับซื้อ 37.388, 3.950, 2.840, 2.801 และ 1.733 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 17.48, 1.85, 1.33, 1.31 และ 0.80 ตามลำดับ

2.4 การประยุกต์ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตในกระบวนการผลิต

2.4.1. การประเมินก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตกระดาษ

อุตสาหกรรมกระดาษ เป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องมาจากอุตสาหกรรมเกษตร ได้แก่ การทำสวนไม้โตเร็ว โดยส่วนมากจะเป็นการปลูกต้นยูคาลิปตัสซึ่งเป็นเยื่อใหม่ (Virgin Pulp) หรือบางส่วนจะเป็นการผสมเยื่อเก่ากระดาเก่า (Recycled Paper) เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษเยื่อกระดาษที่ใช้จะป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรมกระดาษ เพื่อผลิตเป็นกระดาษประเภทต่างๆ ประกอบด้วยกระดาษคราฟท์ เพื่อทำกระดาษผิวกล่องลอนลูกฟูก กระดาษเหนียวย่นกระดาษถุงชั้นเดียว กระดาษเหนียวป้องกันความชื้นและแกนกระดาษ กระดาษพิมพ์เขียนทั้งชนิดไม่เคลือบมันกระดาษปอนด์และชนิดไม่เคลือบมัน กระดาษอาร์ต กระดาษอนามัย กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษอื่นๆ ซึ่งกระดาษบางชนิดจะถูกส่งๆ ไปยังอุตสาหกรรมปลายทาง ได้แก่ อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์และอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ต่อไป (ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2554)

1) กระบวนการผลิตกระดาษ

กระบวนการผลิตกระดาษแต่ละประเภทแม้จะต่างกันที่ชนิดและสัดส่วนของเยื่อแต่ละประเภทรวมถึงสารเคมีเติมแต่งต่างๆ แต่โดยทั่วไปแล้วกระบวนการผลิตกระดาษใหม่ทุกประเภทจะประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลักที่เหมือนกัน คือ 1) การเตรียมน้ำเยื่อ 2) การทำแผ่นกระดาษ โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

(1) การตีเยื่อกระดาษ การผลิตกระดาษเริ่มจากการนำเยื่อแห้ง หรือเศษกระดาษมาตีผสมกับน้ำในถังตีเยื่อ โดยเยื่อจะถูกใบกวนก้นถังตีจนเส้นใยกระจายตัว และมีอุปกรณ์ช่วยกำจัดเศษเชือก พลาสติก ลวด ออกจากเยื่อ

(2) การบดเยื่อ เยื่อที่ผ่านการตีจนเส้นใยกระจายตัวดีแล้วจะผ่านการบดด้วยเครื่องบดเยื่อให้แตกตัวออกมาเป็นเส้นใยย่อยๆ จนมีสมบัติเหมาะสมกับการผลิตกระดาษ

(3) การผสมเยื่อ การผลิตกระดาษใช้วัตถุดิบหลายประเภททั้งเยื่อใหม่ที่เป็นเยื่อใยขาว เยื่อใยสั้น เยื่อจากเศษกระดาษ และเยื่อจากน้ำใต้ตะแกรงลวดเดินแผ่นขั้นตอนนี้เป็นการนำเยื่อตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาผสม (Mixing Chest) และใช้สารเคมีที่ใช้ปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษ เมื่อการผสมเสร็จสิ้น น้ำเยื่อจะมีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 3-3.5 ซึ่งมีคุณสมบัติพร้อมที่จะนำไปทำแผ่นต่อไป

(4) การทำความสะอาดเยื่อ ในขั้นนี้เยื่อจะถูกเหวี่ยงในภาชนะทรงกรวยเรียกว่า Centrifugal Cleaner ส่วนที่เบา เช่น เส้นใยและสารเคมีที่เติมลงไป (Filler) จะลอยขึ้นสู่ด้านบนส่วน

ที่หนักซึ่งเป็นสีเจือปน เช่น กรวด และทราย จะตกลงมาข้างล่างและถูกแยกออกไป หรือการทำความสะอาดอีกแบบหนึ่ง คือปั๊มเยื่อผ่านตะแกรงกรองเพื่อแยกสิ่งแปลกปลอมออกก่อน เรียกว่า Pressure Screen จากนั้นปั๊มเยื่อสะอาดขึ้นสู่ Headbox ต่อไป

(5) การกำจัดหมึก ในกรณีที่มีการนำเศษกระดาษเก่าที่มีการพิมพ์มาใช้เป็นวัตถุดิบจะต้องผ่านกระบวนการกำจัดหมึก หลังจากทำความสะอาดเยื่อในขั้นแรกแล้ว ซึ่งการกำจัดหมึกจะเติมสารเคมีลงไปทำปฏิกิริยาให้หมึกแยกตัวออกมาจากเยื่อกระดาษ สารเคมีที่ใช้กำจัดหมึกได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมซิลิเกตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สบู่หรือกรดไขมัน และ Chelating Agent การกำจัดหมึกมีวัตถุประสงค์ในการเพิ่มความขาวสว่างให้กับเยื่อกระดาษ และกำจัดกาวหรือยางสนที่เจือปนอยู่ในเศษกระดาษ

(6) การทำแผ่นกระดาษจากน้ำเยื่อ หลังจากเตรียมน้ำเยื่อเรียบร้อย น้ำเยื่อจะถูกส่งไปยังถังจ่ายน้ำเยื่อ (Headbox) ซึ่งทำหน้าที่จ่ายน้ำเยื่อเข้าสู่ตะแกรงลวดเดินแผ่น (Wire) เพื่อให้เยื่อก่อตัวเป็นแผ่นกระดาษ

(7) การรีดน้ำออกจากแผ่นกระดาษเปียก หลังจากที่เยื่อประสานตัวกันเป็นแผ่นเปียกในช่วงทำแผ่นแล้ว จะผ่านการรีดน้ำออกโดยลูกกลิ้งรีดน้ำ (Press Roll) โดยน้ำส่วนหนึ่งจะถูกผ้าสักหลาด (Felt) ของชุดรีดน้ำซับไว้ และอีกส่วนหนึ่งจะผ่านรูลมดูดสุญญากาศของลูกกลิ้งลูกล่างซึ่งมีรูพรุนตลอดทั้งลูก ทำให้กระดาษที่ผ่านการรีดน้ำออกแห้งลง ชุดลูกกลิ้งรีดน้ำอาจมี 2-4 ชุด ตามความเหมาะสม

(8) การอบแห้งกระดาษที่ผ่านการรีดน้ำออกแล้ว จะมีความชื้นเหลืออยู่ประมาณร้อยละ 50 จะถูกนำเข้าสู่ขั้นตอนการทำให้แห้งด้วยชุดลูกอบ เพื่อให้เหลือความชื้นในแผ่นกระดาษร้อยละ 5-10 โดยจะจ่ายไอน้ำอิ่มตัวความดันต่ำเข้าไปในผิวลูกอบเพื่อให้ผิวลูกอบร้อนขึ้นสำหรับทำให้แผ่นกระดาษแห้ง

(9) การฉาบผิวกระดาษ กระดาษที่ผ่านส่วนอบแห้งชุดแรกจะถูกฉาบด้วยน้ำแป้งต้มสุก ทั้ง 2 ข้าง ทำให้ผิวกระดาษแข็งแรงขึ้นและทำให้กระดาษมีความต้านทานน้ำเพิ่มขึ้น เพราะน้ำแป้งจะไปอุดรูที่ผิวกระดาษ ถัดจากเครื่องฉาบผิวจะเป็นส่วนให้ความร้อนแบบลมร้อน และส่วนอบแห้งชุดหลังเพื่อให้กระดาษแห้งอาจมีการเติมสารเติมบางอย่างลงในน้ำแป้งด้วย เช่น สารฟอกนวล เป็นต้น

(10) การเคลือบผิวกระดาษ เป็นขั้นตอนการเคลือบผิวกระดาษด้วยตัวเติม เพื่อช่วยให้กระดาษมีผิวหน้าที่เรียบขึ้นทำให้สภาพพิมพ์ได้ของกระดาษดีขึ้น กระดาษที่ผ่านการเคลือบผิวมีชื่อเรียกว่า “กระดาษเคลือบผิว” (Coated Paper) ซึ่งการเคลือบผิวอาจเป็นแบบ “เคลือบด้านเดียว” หรือ “เคลือบสองด้าน” ของกระดาษ และอาจ “เคลือบมัน” ก็ได้

(11) การขัดผิวหน้ากระดาษ กระดาษพิมพ์เขียนซึ่งต้องการความเรียงของผิวหน้าจะต้องผ่านเครื่องขัด (Calender) เพื่อขัดผิวหน้าให้เรียบขึ้นและมีความสม่ำเสมอกันตลอดทั้งแผ่น

(12) การเข้าม้วนกระดาษและการตัดกระดาษตามขนาดมาตรฐาน ในขั้นนี้จะนำกระดาษมาเข้าม้วน เพื่อรอส่งต่อไปเพื่อทำผลิตภัณฑ์หรือจำหน่าย และบางส่วนจะมีการตัดเป็นแผ่นตามขนาดที่ต้องการซึ่งแผ่นกระดาษจะผ่านเครื่องตัดให้มีขนาดตามมาตรฐานให้เหมาะสำหรับการใช้งานพิมพ์เขียน ซึ่งส่วนใหญ่นิยมขนาด 24×35 นิ้ว และ 31×43 นิ้ว ส่วนกระดาษที่นิยมใช้กับเครื่องถ่ายเอกสารคือขนาด A4

2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการเตรียมการผลิตกระดาษ พลังงานที่ถูกใช้ไปในกระบวนการผลิตกระดาษ ส่วนใหญ่เป็นพลังงานความร้อน ในขั้นตอนการต้มเยื่อ, การรีดน้ำ, การอบแห้ง, การฉาบผิว เป็นต้น และทุกๆ 1,000 ตันของการผลิตเยื่อกระดาษ จะเกิดการปล่อยออกของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการฟอกขาว มีค่าเท่ากับ 0.2072 tCO_2 / ตัน เยื่อกระดาษ (ฉันฐิสา เกศมณี, 2540) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อพิจารณากระบวนการเตรียมการผสมเยื่อในกระบวนการผลิตกระดาษในแต่ละชนิดแล้วพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน และการเกิดก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบและสารเคมี โดยทบทวนข้อมูลจากโครงการการประเมินปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจากของเสียชุมชนในพื้นที่นำร่องด้วยมาตรการนำกลับมาใช้ประโยชน์และเทคโนโลยีพลังงาน (ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2554) ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลง (ลดลง) จากกระบวนเตรียมการผสมเยื่อในกระบวนการผลิตกระดาษประเภทต่างๆ

ชนิดกระดาษ	พลังงานไฟฟ้าลดลง		CO_2 จากสารเคมี (tCO_2)	รวม ปริมาณก๊าซ CO_2ที่มีการเปลี่ยนแปลง (tCO_2)
	หน่วยไฟฟ้า (KWh)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (tCO_2)		
กระดาษพิมพ์/เขียน	-37.69	-0.02190	-0.2072	-0.2291
กระดาษคราฟท์	-27.78	-0.01614	-0.2072	-0.2234
กระดาษหนังสือพิมพ์	-83.33	-0.04843	-0.2072	-0.2556
กระดาษอนามัย	+138.89	0.08072	-0.2072	-0.1265
กระดาษอื่นๆ	-166.67	-0.02777	-0.2072	-0.2350

ที่มา: ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2554)

หมายเหตุ

ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยไฟฟ้าในภาคการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2552 เท่ากับ 0.5812 tCO_2 / MWh (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก องค์การมหาชน , 2552)

2.4.2 การประเมินก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตพลาสติก

ผลิตภัณฑ์พลาสติกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ง่ายโดยธรรมชาติ เมื่อไม่สามารถทำลายได้ จึงทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและเกิดความสิ้นเปลืองในการใช้วัตถุดิบ ดังนั้นการนำวัสดุจากพลาสติกที่เหลือใช้หรือใช้แล้วนำลับมาแปรสภาพแล้วนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตใหม่จึงก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์พลาสติกอีกทางหนึ่งด้วย ปัจจุบันมีโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์จากเม็ดพลาสติกที่ได้จากเศษพลาสติกที่ใช้งานแล้ว เป็นจำนวนมากเพื่อลดต้นทุนและจำหน่ายสินค้าได้ในราคาถูก ซึ่งพลาสติกที่มีการรีไซเคิลส่วนใหญ่นั้นได้แก่โพลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate, PET, PETE) โพลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (Low Density polyethylene, LDPE) และโพลิสไตรีน (Polystyrene, PS) แสดงได้ดังนี้

1) กระบวนการผลิตพลาสติก PET (Polyethylene Terephthalate)

โพลิอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate, PET, PETE) เป็นพลาสติกที่ใช้ทำขวดบรรจุน้ำดื่ม ขวดน้ำมันพืช ถาดอาหารสำหรับเตาอบ และเครื่องสำอาง สามารถนำมารีไซเคิลเป็นเส้นใยสำหรับทำเสื้อกันหนาว พรม ใยสังเคราะห์ ถุงหูหิ้ว กระเป๋า ขวด เป็นต้น ซึ่งกระบวนการผลิต โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนเช่น ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ กระบวนการผลิตและพลังงานที่ใช้มีกระบวนการผลิตดังนี้

(1) วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้แหล่งวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต PET มีทั้งมาจากต่างประเทศและภายในประเทศ วัตถุดิบหลัก คือ Mono Ethylene Glycol (MEG) และ Purified Terephthalic Acid (PTA) นอกจากนี้ จะมีสารเติมแต่ง (Additive) และสารเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) โดยมีรายละเอียดวัตถุดิบแต่ละชนิด ปริมาณการใช้และการจัดเก็บ เช่น PTA (Purified Terephthalic Acid), MEG (Mono Ethylene Glycol) นอกจากนี้ยังมีสารเคมีอื่นๆ อีกมาก เช่น Ethylene Glycol (EG) สารเติมแต่ง (Additive) นำเข้าจากต่างประเทศ สารเร่งปฏิกิริยา (Catalyst)

(2) กระบวนการผลิตภายในโรงงานจะประกอบไปด้วยสายการผลิตสองส่วน คือ

- Continuous Polycondensation (CP Plant) จะผลิต UBL Chip (Ultra Bright Low I.V. Chip) ป้อนข้อมูลเข้าสู่กระบวนการผลิตส่วนที่ 2 คือ ส่วน Solid State Polycondensation

- Solid State Polycondensation (SSP Plant) จะนำเข้า UBL Chip จากกระบวนการขั้นที่ 1 มาผ่านกระบวนการเปลี่ยนโครงสร้างผลึก และ Polycondensation ได้เป็นผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติก PET ส่งจำหน่ายให้แก่โรงงานฉีด ยืดเป้า หรือหล่อภาชนะขวด PET ต่อไป

(3) กระบวนการ Continuous Polycondensation (CP) ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

- Paste Preparation เป็นขั้นตอนการเตรียมการผลิต โดยจะทำการป้อนวัตถุดิบ (PAT และ MEG) และสารเติมแต่ง (DEG, IPA และ PA) เข้าสู่ถังเตรียม (Paste Preparatoin Vessel) โดยใช้ระบบวัดน้ำหนักอย่างต่อเนื่องและปริมาณที่กำหนดไว้ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามกำลังการผลิต สารทุกอย่างจะถูกผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

- Esterfication I ของผสมจากถัง Paste Preparation ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจะถูกส่งเข้าสู่ถังปฏิกิริยา Esterification ขั้นที่ 1 มีอุณหภูมิภายในถังประมาณ 258 องศาเซลเซียส ความดัน 0.54 bar และมีการกวนผสมเพื่อให้สารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ในระหว่างการทำปฏิกิริยาจะเกิดน้ำ และ EG ในสภาพเป็นไอ ซึ่งจะถูกแยกจากกัน โดยการควบแน่นใน Process Columm ได้เป็นน้ำกับ EG ที่เป็นของเหลว โดยน้ำจะถูกส่งไปเข้าระบบบำบัดน้ำเสียส่วน EG จะถูกส่งกลับไปใช้ใหม่

- Esterification II สารผสมจากถัง Esterification ขั้นที่ 1 จะถูกส่งเข้ามาถัง Esterification ขั้นที่ 2 และมีการเติมสารเติมแต่ง COA ซึ่งเป็น Color Additive และสารเร่งปฏิกิริยา (S-21) เพื่อปรับคุณสมบัติของ Polymer ให้เป็นไปตามความต้องการ โดยมีการกวนอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดน้ำและ EG ซึ่งต้องส่งไปแยกและบำบัดเช่นเดียวกับปฏิกิริยา Esterification ขั้นที่ 1

- Pre-Polycondensation I ผลผลิตจากปฏิกิริยา Esterification จะถูกส่งเข้าไปสู่ถัง Pre-Polycondensation ภายใต้ความดันต่ำกว่าบรรยากาศเพื่อให้ได้อุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้ปฏิกิริยา Polymerization มีการกวนผสมกัน จนสารเริ่มมีความหนืดได้เป็นโพลีเมอร์ โดยระหว่างปฏิกิริยาจะเกิด Organic Gas ซึ่งจะถูกแยกออกไปควบแน่นที่ Scraper Condenser โดย EG จะถูกป้อนกลับเข้าไปในกระบวนการผลิต

- Pre-Polycondensation II โพลีเมอร์จากถัง Pre-Polycondensation ขั้นที่ 1 จะถูกส่งเข้ามายังถังปฏิกิริยาขั้นที่ 2 เพื่ออุณหภูมิให้สูงขึ้นภายใต้ความดันต่ำ ทำให้โพลีเมอร์มีความหนืดเพิ่มขึ้นและมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ส่วน Organic Gas จะถูกแยกออกไปควบแน่นใน Scraper Condenser

- Polycondensation โพลีเมอร์ที่ได้จาก Pre-Polycondensation ขั้นที่ 2 จะถูกกวนภายใต้ความดัน อุณหภูมิ และระยะเวลาในระดับที่เหมาะสม จนโพลีเมอร์เหลวที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากขึ้นมีความเหนียวแน่นยิ่งขึ้น พร้อมที่จะนำไปผลิตเป็น Chip ต่อไป ส่วน Organic Gas จะถูกควบแน่นใน Scraper Condenser

- การผลิต Chip โพลีเมอร์เหลวจะถูกฉีดผ่านแท่นเจาะรูเพื่อให้ได้เส้นโพลีเมอร์ และทำให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการโดยใช้น้ำหล่อเย็น หลังจากนั้นจะผ่านไปยังเครื่องตัด (Cutter) เพื่อตัดให้เป็นท่อนสั้นๆ ขนาด 3 มิลลิเมตร เรียก UBL Chip (Ultra Bright Low I.V. Chip) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกที่มีลักษณะกลมใส จัดเก็บไว้ใน Chip Silo เพื่อส่งไปเข้ากระบวนการ SSP ผลิตเป็น PET ต่อไป สำหรับน้ำหล่อเย็นจะนำไปทำให้เย็นและนำกลับมาใช้อีก

(4) กระบวนการ Continuous Solid State Polycondensation (SSP) ประกอบด้วย ขั้นตอนดังนี้

- การเปลี่ยนโครงสร้างและกำจัดฝุ่น (Hot Dedusting และ Precrystallization) UBL Chip จาก Chip Silo จะไหลไปที่เครื่อง Precrystallizer เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างผลึก จากนั้นจะถูกส่งเข้าไปที่เครื่อง Deduster ซึ่ง Chip จะถูกทำให้เหลวเพื่อเตรียมตกผลึกโดยวิธีการไหลเวียนของไนโตรเจนวงจรปิด เพื่อลดปริมาณฝุ่น จากนั้น Chip จะไหลไปที่เครื่องCrystallizer ในขั้นต่อไป ก๊าซสกปรก (ไนโตรเจนและฝุ่น) ที่เกิดขึ้นจะถูกแยกไปบำบัดโดยผ่านไซโคลนคู่ (Twin Cyclone) และเครื่องกรอง (Fillter) ฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 300 ไมครอนจะถูกกำจัดออก โดยมีถังกรองรับฝุ่น (Hopper) ขนาด 20 กิโลกรัม ซึ่งเป็นระบบปิด เมื่อเต็มจึงเปลี่ยน Hopper ตัวใหม่แล้วนำไปจำหน่ายแก่บริษัทผู้รับซื้อต่อไป ส่วนไนโตรเจนจะถูกทำให้บริสุทธิ์ในส่วนของ Nitrogen Purification Section และนำหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่

- การเปลี่ยนโครงสร้างผลึกขั้นที่ 1 และ 2 (Crystallization I & II) Chip ที่เอาฝุ่นออกจะถูกป้อนเข้าเครื่อง Crystallizer ชุดแรกทำงานที่ 170 – 200 องศาเซลเซียส และชุดที่ 2 จะทำให้ Chip ร้อนจนถึงอุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส การตกผลึกจะได้ประมาณร้อยละ 40-45 โดยน้ำหนักของ Chip ที่ป้อนเข้าไป

- Soild State Polycondensation (SSP Reactor) Chip ที่ร้อนจะถูกส่งเข้าไปยัง SSPP Reactor ซึ่งจะถูกถ่ายเทความร้อน โดย Santhotherm เพื่อควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 205-215 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 ชั่วโมง ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ภายในถัง SSP Reactor จะป้อนไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส เข้ามาในทิศทางที่สวนกัน เพื่อป้องกันความร้อนสูงเกิน ส่วน PET ที่ร้อนจะปล่อยออกจากถัง SSP Reactor เข้าสู่ Fluidzzed Bed Cooler และ Deduster (เครื่องร้อนแยกเม็ด)

- การทำให้ผลิตภัณฑ์ PET เย็น ปริมาณไนโตรเจนที่เพียงพอจะส่งเข้าไปใน Fluidzed Bed Cooler นอกจากการควบคุมการไหลแล้ว อุณหภูมิจะถูกควบคุมด้วยโดยการแลกเปลี่ยนความร้อนกับไนโตรเจนที่หล่อเย็น จากนั้น PET จะลดอุณหภูมิลงถึง 45 องศาเซลเซียส ใน Fluidzed Bed ก่อน หลังจากนั้นจึงผ่านเครื่อง Deduster (เครื่องร่อนแยกเม็ด) เม็ดพลาสติกที่ได้มาตรฐานจะถูกส่งไปเก็บในไซโลเพื่อจำหน่ายสำหรับเม็ดพลาสติกที่ไม่ได้มาตรฐาน คือ มีขนาดใหญ่ประมาณ 2×2 มิลลิเมตร ซึ่งมีปริมาณ 30-40 กิโลกรัมต่อการผลิต 1 ครั้ง จะถูกคัดเลือกไปจัดเก็บไว้ในถุง แล้วนำไปจำหน่ายต่อบริษัทผู้รับซื้อต่อไป การเปลี่ยนโครงสร้างและกำจัดฝุ่น (Hot Dedusting และ Precrystallization)

2) พลาสติก LDPE (Low Density polyethylene)

โพลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (Low Density polyethylene, LDPE) มีคุณสมบัติโปร่งใส และเหนียว ขึ้นรูปได้ง่าย ใช้ทำฟิล์มห่ออาหารและห่อของ ถุงใส่ขนมปัง ถุงเย็นสำหรับบรรจุอาหาร ถุงบรรจุอาหารเย็นและร้อน ทำภาชนะบรรจุอาหาร ถุงใส่ของ เป็นชิ้นส่วนในอุปกรณ์สื่อสาร ปลอกหุ้มสายเคเบิล สื่อสาร ของเล่น หมวก ขวดบรรจุสารทำความสะอาด รวมทั้งสามารถใช้เป็นสารประกอบในสีและสารเติมแต่ง สามารถนำมารีไซเคิลเป็นถุงดำสำหรับใส่ขยะ ถุงหูหิ้วถังขยะ กระเบื้องปูพื้น เฟอร์นิเจอร์ แท่งไม้เทียม

(1) วัตถุดิบ เอทิลีน (Ethylene) เอทิลีนความบริสุทธิ์สูงร้อยละ 99.90 นำมาเป็นวัตถุดิบหลักในกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกเอทิลีน ไวนิลอะซีเตท (Vinyl Acetate) เป็นสาร Co-monomer ที่ใช้ปรับปรุงคุณสมบัติทางกล (Mechanical Properties) ของผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกโพลิเอทิลีน สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต LDPE มีหลายชนิดเช่นสารตัวเริ่มปฏิกิริยา Isobutylene ใช้เป็นสาร Modifier Agent N-butane ตัวทำละลายสารเริ่มปฏิกิริยา (Initiator Solvent) สารเติมแต่ง ใช้เพื่อช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชั่น

(2) กระบวนการผลิตหลักการทั่วไปในการผลิตเม็ดพลาสติกโพลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำและเอวีเอ (LDPE และ EVA) คือ การนำเอทิลีนและวิลอะซิเตทมาทำปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชัน ภายใต้ความดันสูง (Hight Pressure Polymerization)

3) พลาสติก PS (Polystyrene)

โพลิสไตรีน (Polystyrene, PS) ใช้ทำภาชนะบรรจุของใช้เช่น เทปเพลง สำลี หรือของแห้งเช่น หมูแผ่น หมูหยอง และคุกกี้ นอกจากนั้นยังนำมาทำโฟมใส่อาหาร ซึ่งจะเบามาก สามารถนำมารีไซเคิลเป็นไม้แขวนเสื้อ กล่องวีดีโอ ไม้บรรทัด กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ แผงสวิตช์ไฟ ฉนวนความร้อน ถาดใส่ไข่ และเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ

(1) วัตถุดิบวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต พลาสติก PS (Polystyrene) ประกอบด้วย

- สไตรีน โมโนเมอร์ (Styrene Monomer : SN)
- โพลีบิวทาไดอีน รับเบอร์ (Polybutadiene Rubber)
- สารเติมแต่งชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 ชนิดที่ 3 และชนิดที่ 4
- Initiator และ Chain Transfer Agent
- สีย้อม (Dye)
- สารเจือจาง (Diluent)

(2) กระบวนการผลิต

สำหรับกระบวนการผลิตแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ทั้งนี้ ในกระบวนการผลิตโพลีสไตรีนชนิดโครงสร้างที่มีส่วนผสมของยาง (Ruubber Modified Polystyrene) บางเกรดมีการเติมสารเติมแต่งชนิดที่ 4

- Feed Preparation and Polymerization กระบวนการผลิตโพลีสไตรีนที่มีโครงสร้างเป็นผลึก (Crystal) ชนิดใช้งานทั่วไป หรือ โพลีสไตรีนที่มีส่วนผสมของยางทนแรงกระแทกสูง ทำการผลิตในชุดถังปฏิกรณ์

กระบวนการผลิตโพลีสไตรีนที่มีโครงสร้างเป็นผลึก (Crystal) ชนิดใช้งานทั่วไป (General Purpose Polystyrene : GPPS) นั้น สารต่างๆ ได้แก่ สไตรีนโมโนเมอร์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเม็ดพลาสติกโพลีสไตรีน สารเติมแต่งชนิดที่ 1 และ 2 (Additive #1 & #2) เพื่อช่วยทำให้เม็ดพลาสติกมีคุณภาพตามที่ต้องการ, Initiator และ Chain Transfer Agent ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมปฏิกิริยาการเกิด Polymer (Polymerization Reaction) และสีย้อม (Dye) จะถูกป้อนเข้าชุดถังปฏิกรณ์เพื่อทำการผลิตตามขั้นตอน หากจะทำการผลิตโพลีสไตรีนที่มีส่วนผสมของ

ยางทำให้ทนแรงกระแทกสูง (High Impact Polystyrene : HIPS) สารที่จะเติมเข้าถังปฏิกรณ์เพื่อการผลิต ได้แก่ โพลีบิวทาไดอีนรับเบอร์ ซึ่งเป็นประเภทยางสังเคราะห์ สไตรีนโมโนเมอร์และมีการใช้สารเติมแต่งชนิดที่ 3 หรือ 4 (Additive #3 & #4) แต่ไม่มีการใช้สีย้อม

- Devolatilization องค์ประกอบของสารที่ได้จากถังปฏิกรณ์หลังจากการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชันหรือเรียกผลิตภัณฑ์ในส่วนว่าเป็น “โพลีเมอร์” นั้น มีส่วนของวัตถุดิบที่ไม่สามารถทำปฏิกิริยาได้หมดลงเหลืออยู่รวมถึงผลพลอยได้ (By Product) ที่เกิดจากปฏิกิริยาจะถูกส่งมาที่ Devolatilizer นี้เพื่อกำจัดวัตถุดิบที่หลงเหลือจากการทำปฏิกิริยาและผลพลอยได้ ที่เกิดจากปฏิกิริยานั้นออกจากเนื้อโพลีเมอร์ในหน่วยนี้จะมีการเพิ่มอุณหภูมิของโพลีเมอร์ขึ้นไปถึง 230-250 องศาเซลเซียส โดยใช้ Dowtherm ร้อนในการให้ความร้อนและภายใต้ความดันสุญญากาศที่ประมาณ 8-10 มิลลิเมตรปรอท เพื่อทำให้วัตถุดิบที่หลงเหลือจากการทำปฏิกิริยารวมถึงผลพลอยได้ ที่เกิดจากปฏิกิริยาระเหยแยกตัวออกจากเนื้อโพลีเมอร์และเข้าสู่กระบวนการควบแน่นซึ่งจะกล่าวถึงในลำดับต่อไป สำหรับวัตถุดิบที่หลงเหลือจากการกระทำปฏิกิริยาที่ระเหยออกมานี้ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสไตรีนโมโนเมอร์และสารเจือจางเป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนในผลพลอยได้ นั้นจะเป็นพวกสารไฮโดรคาร์บอนที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่น โอลิโกเมอร์ เป็นต้น

- Finishing and Pneumatic Conveying โพลีสไตรีนที่ได้จากหน่วย Devolatilization ซึ่งมีสภาพเป็นโพลีเมอร์เหลวที่อุณหภูมิประมาณ 225-240 องศาเซลเซียส เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนนี้โพลีสไตรีนจะถูกรีดเป็นเส้นเล็กๆ อย่างต่อเนื่องและถูกทำให้เย็นเพื่อให้เส้นโพลีเมอร์แข็งตัวโดยใช้น้ำที่อุณหภูมิประมาณ 45-60 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นแบบระบบหมุนเวียนน้ำหล่อเย็น จากนั้นเส้นโพลีสไตรีนจะถูกทำให้แห้งโดยใช้ Blower เป็นตัวดูดน้ำออกจากเส้นแล้วส่งเข้าสู่เครื่องตัดเม็ด เม็ดพลาสติกที่ได้จะส่งผ่านไปยังเครื่องร่อนแยกขนาดเม็ดเพื่อแยกเม็ดที่ไม่ได้ขนาดออกไป เม็ดที่ได้ขนาดจะถูกส่งไปเก็บในไซโลโดยใช้ระบบลมเป่าเพื่อรอการจัดส่ง

4) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตพลาสติก

กระบวนการผลิตพลาสติกแต่ละประเภท ประกอบด้วย LDPE, PET, และ PS ในขั้นแรกจะมีการผลิตเป็นเม็ดพลาสติกจากสารตั้งต้น มีการใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิตซึ่งเป็นเคมีภัณฑ์ ได้เป็นผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกที่ได้จะถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกรูปแบบต่างๆ และในขั้นตอนการผลิตจะเกิดเม็ดพลาสติกที่ไม่ได้มาตรฐานและถูกนำไปเป็นวัตถุดิบผสมกับเศษพลาสติกเก่าในโรงงานผลิตพลาสติกขนาดเล็กต่อไป

การใช้พลังงาน (Energy Process) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พลังงานที่ถูกใช้ไปในการผลิตพลาสติก ประกอบด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการต่างๆ เช่น การ Feeding, Conveying, Condensation, Polymerization แล้วแต่ประเภทของพลาสติก และมี

การเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อให้พลังงานความร้อนแก่ HTM Furnace เพื่อถ่ายเทความร้อนเข้าสู่กระบวนการผลิต แล้วระบายมลสารจากการเผาไหม้ออกทางปล่องระบายอากาศ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่มีการปล่อยก๊าซจากกระบวนการผลิต ซึ่งเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการเผาไหม้มีทั้งก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันเตา ปริมาณพลังงานที่ใช้มีความแตกต่างตามประเภทของผลิตภัณฑ์พลาสติก โดยสรุปเป็นค่าพลังงานและจากการเปลี่ยนแปลงสถานะ (Non-energy Process) ต่อ tCO_2 จากการผลิตพลาสติก 1 ตัน (กำหนดให้ค่าการปล่อยก๊าซ CO_2 จากกระบวนการผลิต Ethylene เท่ากับ 0.001 ton /ton Ethylene และสำหรับ Styrene เท่ากับ 0.004 ton / ton Styrene) ได้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผลิตภัณฑ์พลาสติกได้ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2- 4 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากกระบวนการผลิตพลาสติกประเภทต่างๆ

ชนิด	พลังงานไฟฟ้า		พลังงานเชื้อเพลิง		CO_2 จากสารเคมี (tCO_2)	CO_2 Equivalent (tCO_2 eq.)
	หน่วยไฟฟ้า (kWh)	ปริมาณก๊าซ CO_2 (tCO_2)	เชื้อเพลิง *(L/ton), **(GJ/ton)	ปริมาณก๊าซ CO_2 (tCO_2)		
PET	370.0000	0.2150	0.448*	0.0014	0.000340	0.2236
LDPE	750.0000	0.4359	0.4380*	0.0007	0.000915	0.4558
PS	145.8333	0.0848	7.8214**	0.0121	0.003737	0.1753

ที่มา : กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2554)

หมายเหตุ

ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยไฟฟ้าในภาคการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2552 เท่ากับ 0.5812 tCO_2 /MWh (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก องค์การมหาชน, 2552)

*เชื้อเพลิงน้ำมันเตา มีค่าการปล่อย = 39.77 MJ/L, 77.4 tCO_2 /TJ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551)

**เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ มีค่าการปล่อย = 56.1 tCO_2 /TJ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551)

2.4.3 การประเมินก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตเหล็ก

การผลิตเหล็กในประเทศไทยเริ่มจากการเป็นการนำเศษเหล็ก เหล็กพรุนหรือเหล็กพิกมาหลอมในเตาไฟฟ้า (Electrical Arc Furnace, EAF) และทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำเหล็กให้ได้คุณภาพที่ต้องการแล้วผ่านการหล่อเหล็กให้เป็นแท่งที่มีลักษณะแตกต่างกันตามการนำไปใช้

1) กระบวนการผลิตเหล็ก

(1) การรวบรวมวัตถุดิบ เศษเหล็กทั้งที่รับซื้อจากภายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ประเทศจีน เวียดนาม ยุโรป ตะวันออก บราซิล เป็นต้น จะถูกนำมารวมเก็บไว้ที่ลานเศษเหล็ก โดยเศษเหล็กเหล่านี้มีทั้งที่อัดเป็นก้อนเรียบร้อยแล้วหรือยังไม่ได้อัดเป็นก้อน โดยปกติพ่อค้าเศษเหล็กจะคัดเลือกเศษเหล็กโดยแยกโลหะอื่นที่มิใช่เหล็กออกไปก่อน ซึ่งจะช่วยลดปริมาณสารเจือปนอื่นๆ จากเนื้อเหล็ก และจะเป็นผลดีในขั้นตอนการหลอมเศษที่เตาหลอม ซึ่งจะประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการปรุงแต่งน้ำเหล็กให้ได้ตามมาตรฐานกำหนด

(2) การเตรียมวัตถุดิบ เริ่มจากการลำเลียงเศษเหล็กจากลานเศษเหล็กโดยใช้รอกแม่เหล็กดูดเศษเหล็กแล้วถ่ายมาบรรจุลงในถังบรรจุเศษเหล็ก จากนั้นเติมเหล็กพรุน เพื่อเพิ่มคุณภาพน้ำเหล็ก ชั่งน้ำหนักให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดก่อนนำเข้าสู่กระบวนการหลอม

การจัดเตรียมสารเคมี ซึ่งเป็นสารที่ใช้ช่วยในการปรุงแต่งคุณภาพน้ำเหล็กและช่วยกำจัดสารมลทิน ทำให้น้ำเหล็กได้คุณภาพตามมาตรฐาน ได้แก่ เฟอร์โรซิลิกอน (FeSi) เฟอร์โรแมงกานีส (FeMn) ซิลิโคแมงกานีส (SiMn) ปูนขาว (CaO) โดโลไมท์ (Dolomite) ฟลูออสปาร์ (CaF_2) ถ่านโค้ก (Coke) แมกนีไซด์ ($MgCO_3$)

(3) การหลอมเหล็ก (Melting) การหลอมเศษเหล็กด้วยเตาหลอมไฟฟ้า (Electrical Arc Furnace, EAF) การทำงานของเตา จะถูกควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าและระบบ Pneumatic โดยมีอุณหภูมิที่ใช้ในการหลอมเหล็ก ประมาณ 1,600 องศาเซลเซียส ใช้เวลาหลอมประมาณ 60 นาทีต่อครั้ง การควบคุมอุณหภูมิทำได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว มลสารที่เกิดขึ้นมีปริมาณไม่สูงนัก

วิธีการหลอมเศษเหล็กจะเริ่มจากการลำเลียงถังบรรจุเศษเหล็กที่จัดเตรียมไว้แล้วมาเทลงในเตาหลอม เมื่อปิดฝาเตาแล้ว ก็จะเริ่มการหลอมเศษเหล็ก โดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านแท่งอิเลคโทรดความร้อนที่เกิดจากการอาร์คของแท่งอิเลคโทรดจะถูกส่งไปยังเศษเหล็กในลักษณะของการแผ่รังสีความร้อน ทำให้อุณหภูมิของเศษเหล็กสูงขึ้นจนถึงจุดหลอมเหลว นอกจากนี้กระแสไฟฟ้าที่วิ่งจากปลายของแท่งอิเลคโทรดกับเศษเหล็กจะทำให้เศษเหล็ก ซึ่งมีความต้านทานไฟฟ้าอยู่แล้วเกิดความร้อนขึ้น แท่งอิเลคโทรดอาจมีแบบ 2 แท่ง ซึ่งใช้กับกระแสไฟฟ้าเฟสเดียว หรือแบบ 3 แท่ง ซึ่งใช้กับไฟฟ้า 3 เฟส ระหว่างการหลอมเศษเหล็กโดยการอาร์คไฟฟ้านั้น ระบบจะฉีดออกซิเจนเหลวลงไปในเตาหลอมเพื่อให้ออกซิเจนสันดาปกับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดขึ้นก่อนภายในเตาหลอม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะทำให้ความร้อนสูง ทำให้อุณหภูมิภายในเตาสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังทำให้กากขี้เหล็กหรือตะกรัน (Slag) แตกกระจาย ไม่เกิดเป็นฉนวนความร้อนหุ้มผิวน้ำเหล็กทำให้ความร้อนส่งผ่านเข้าไปในเนื้อเหล็กได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ผลดีของการฉีดออกซิเจนเหลวลงไปในเตาอีกประการ

หนึ่งคือ จะทำให้การสันดาปภายในเตาสมบูรณ์ขึ้น และช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในบรรยากาศ

ในการหลอมเศษเหล็กจนมีน้ำเหล็กเต็มเตาหลอมแต่ละครั้ง จะต้องมีการเปิดฝาเตาหลอมเพื่อเติมเศษเหล็กประมาณ 4-5 ครั้ง การเปิดฝาเตาหลอมแต่ละครั้งจะมีการสูญเสียพลังงานความร้อนจากเตาออกไป ฝุ่นและฟูม โลหะจะหลุดลอดออกมานอกบริเวณเตา และยังทำให้อุณหภูมิบริเวณรอบๆ เตาหลอมสูงขึ้นด้วย

(4) การปรุงแต่งน้ำเหล็ก (Refining) น้ำเหล็กที่ได้จากขั้นตอนการหลอม จะถูกเทลงในเตาปรุงแต่งน้ำเหล็ก (Ladle Furnace, LF) หลังจากที่เศษเหล็กถูกหลอมละลายจนเต็มเตาแล้ว จะนำตัวอย่างน้ำเหล็กเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีต่างๆ ได้แก่ เฟอร์โรซิลิกอน (FeSi) เฟอร์โรแมงกานีส (FeMn) ซิลิโคแมงกานีส (SiMn) ปูนขาว (CaO) โดโลไมท์ (Dolomite) ฟลูออสปาร์ (CaF_2) ถ่านโค้ก (Coke) แมกนีไซด์ ($MgCO_3$) ลงไปในน้ำเหล็กเพื่อปรับปรุงคุณภาพของเนื้อเหล็กให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด จากนั้นจะนำตัวอย่างน้ำเหล็กไปตรวจวิเคราะห์อีกครั้งหนึ่ง

(5) การหล่อแบบต่อเนื่อง (Continuous Casting) น้ำเหล็กที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วจะถูกนำเข้าสู่เครื่องหล่อแบบต่อเนื่อง (Continuous Casting Machine, CCM) โดยนำถังน้ำเหล็กวางลงบนแท่นเหนือเบ้ารับน้ำเหล็ก ซึ่งจะมีการอุ่นด้วยก๊าซธรรมชาติ (NG) หรือน้ำมันเตา น้ำเหล็กจะถูกระบายออกจากก้นถังน้ำเหล็กจนกระทั่งระดับน้ำเหล็กในเบ้าสูงพอประมาณ จากนั้นเปิดรู ระบายน้ำเหล็กลงในแม่แบบ ที่มีน้ำหล่อเย็นตลอดเวลา การควบคุมระดับน้ำเหล็ก ใช้เครื่องวัดระดับด้วยรังสีเบต้าเป็นตัวควบคุม น้ำเหล็กจะเริ่มแข็งตัวและไหลผ่านเข้าสู่เครื่องดึง และเครื่องดัด ทำให้ได้เหล็กแท่งออกมาเป็นแท่งตรง

(6) การตัด (Shearing) เมื่อได้เหล็กแท่งออกมาเป็นแท่งตรงแล้ว เหล็กแท่งจะผ่านเข้าเครื่องตัด เพื่อตัดเหล็กแท่งให้ได้ขนาดตามต้องการ ในระหว่างกระบวนการตัดจะเกิดแรงกระแทกระหว่างเครื่องตัดกับแท่งเหล็กทำให้ Scale Coxed ของเหล็กที่เกิดขึ้นในกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องหลุดร่อนออกมา

2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตเหล็ก

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการผลิตเหล็ก สรุปเป็นข้อมูลสำหรับการประเมินก๊าซเรือนกระจก ได้ดังนี้

การใช้พลังงาน (Energy Process) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

สัดส่วนการใช้พลังงานในการหลอมหล่อเหล็ก 1 ตัน ใช้พลังงานในกระบวนการอื่นๆ เช่น การปรุงแต่งน้ำเหล็ก การหล่อแบบต่อเนื่อง และการตัด ส่วนน้ำมันเตา และก๊าซธรรมชาติใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก และเนื่องจากกระบวนการผลิตเหล็กในไทยเป็นแบบ EAF ทั้งหมด ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากกระบวนการผลิตจึงคิดเฉพาะจากปริมาณของเหล็กกล้าที่ผลิตด้วยเตา EAF จากค่า Electric Arc Furnace (EAF) ใช้ค่า 0.08 tCO_2/ตันเหล็กที่ผลิต โดยสรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากกระบวนการผลิตเหล็ก

ขั้นตอนการผลิต	พลังงานไฟฟ้า		การเผาไหม้เชื้อเพลิง				รวม
			ก๊าซธรรมชาติ		น้ำมันเตา		
	(kWh)	(tCO_2)	(Nm_3)	(tCO_2)	(litre)	(tCO_2)	
การหลอมเหล็ก (EAF)	414.5900	0.2410					0.2410
การปรุงแต่งน้ำเหล็ก (LF)	63.4700	0.0369					0.0369
การหล่อแบบต่อเนื่อง							
-การหล่อแบบต่อเนื่อง (CCM)	57.0900	0.0332				0.0332	
-การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก (Tundish)			5.7000	0.0088	5.4000	0.0166	0.0254
การตัด (Shear)	14.7950	0.0086					0.0086
รวม	**550.0000**	**0.3196**	**5.7000**	**0.0088**	**5.4000**	**0.0166**	**0.3451**

ที่มา: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2554)

หมายเหตุ

ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยไฟฟ้าในภาคการผลิตไฟฟ้าของประเทศ ไทยในปี พ.ศ. 2552 เท่ากับ 0.5812 tCO_2 /MWh (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก องค์การมหาชน, 2552)

นอกจากนี้ยังมีการเกิดก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนแปลงสถานะ ต่อ tCO_2 จากการผลิตเหล็ก 1 ตัน สรุปได้ดังนี้

- จากการเปลี่ยนแปลงสถานะ (Non-energy Process) = 0.08 tCO_2

- รวมทั้งหมด = 0.4251 tCO_2 ต่อการผลิตเหล็ก 1 ตันในประเทศไทย (พิชัย ศรีมันตะ, 2555)

2.4.4 การประเมินก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตอลูมิเนียม

วัตถุดิบของโรงงานหลอมหล่อเศษและตะกรันอลูมิเนียม ได้แก่ อลูมิเนียมในรูปต่างๆ คือ

เศษอลูมิเนียมใหม่ (New Scrap) หมายถึง เศษที่เหลือจากการผลิตและการแปรรูปอลูมิเนียมผลิตภัณฑ์ที่เสียจากการรีด เศษเหลือจากการแต่งขอบ (Trim) เศษเหลือจากการกลึงขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (Turning) เศษเหลือจากไส (Milling) ผลิตภัณฑ์ที่เสียจากการหล่อ เศษโลหะที่ปนเปื้อนน้ำมันและอื่นๆ ส่วนใหญ่จะมีการเก็บรวบรวมจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมโดยตรง จึงมีสิ่งปนเปื้อนไม่มากนัก บางส่วนนำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ ประเทศสิงคโปร์ ฟิลิปปินส์ เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น เยอรมัน อังกฤษ และสหรัฐอเมริกา

เศษอลูมิเนียมเก่า (Old Scrap) หมายถึง ผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ไม่ใช้แล้ว ได้แก่

- ส่วนประกอบของยานพาหนะ เช่น เครื่องบินเก่า ลูกสูบ เครื่องยนต์และชิ้นส่วนรถยนต์
- เครื่องครัวใช้แล้ว เช่น หม้อ กระทะ อลูมิเนียม เป็นต้น
- บรรจุภัณฑ์ เช่น กระป๋องเครื่องดื่มที่ใช้แล้วและภาชนะต่างๆ
- ส่วนประกอบอาคาร เช่น กรอบประตู หน้าต่าง เป็นต้น
- อุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และสายไฟฟ้าอลูมิเนียม
- เครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เป็นต้น

ตะกรันอลูมิเนียม (Dross) จากโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียมขั้นทุติยภูมิ ซึ่งยังมีอลูมิเนียมเหลืออยู่ประมาณร้อยละ 1.5-15

1) กระบวนการผลิตอลูมิเนียม

โลหะอลูมิเนียมสามารถนำกลับมาหลอมละลายได้หลายครั้ง โดยคุณสมบัติไม่เปลี่ยนไป ดังนั้นในอุตสาหกรรมกลางน้ำจึงรวมถึงกระบวนการการนำเศษอลูมิเนียมใหม่ และเศษอลูมิเนียมเก่านำกลับมาผ่านกระบวนการทางอุตสาหกรรม เพื่อหลอมหล่ออลูมิเนียมในขั้นทุติภูมิอีกด้วย สำหรับกระบวนการทางอุตสาหกรรมในการผลิตอลูมิเนียม มีรายละเอียดดังนี้

(1) การหลอมหล่ออลูมิเนียม (ขั้นปฐมภูมิ) โลหะอลูมิเนียมบริสุทธิ์ (Pure Aluminium) จะแยกสกัดออกจากอลูมิน่า (Alumina, Al_2O_3) ด้วยกรรมวิธีถลุงแร่ด้วยไฟฟ้า

(Electrolysis Process) ในเตาหลอมไฟฟ้าขนาดใหญ่ โลหะอลูมิเนียมจะแยกตัวลงมาที่ด้านล่างของเตาถลุงแร่ และไหลออกจากเตาด้วยวิธีกาลักน้ำ (Stphon)

(2) การหลอมหล่ออลูมิเนียม (ขั้นทุติยภูมิ) ประเทศไทยไม่มีแหล่งแร่บ๊อกไซด์ (Bauxite) จึงไม่มีการผลิตอลูมิเนียมอลูมิเนียมขึ้นปฐมภูมิ การผลิตภายในประเทศทั้งหมด เป็นการผลิตในขั้นทุติยภูมิ โดยการนำอลูมิเนียมแท่งที่ได้จากการถลุงแร่ขั้นปฐมภูมิ เศษอลูมิเนียมใหม่ที่ได้จากการแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ใช้แล้วหรือเศษอลูมิเนียมเก่ากลับมาผ่านกระบวนการทางอุตสาหกรรม แยกสิ่งปนเปื้อนออกไป มาทำการหลอมและหล่อแบบ โดยในขั้นตอนนี้อาจจะเติมสารเคมี หรือธาตุโลหะต่างๆ เพื่อปรับแต่งคุณภาพของอลูมิเนียมให้เหมาะสมกับการขึ้นรูปและการใช้งาน (Applications) ได้ดีขึ้น ต่อไปการหลอมหล่อขั้นทุติยภูมิเป็นการช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและประหยัดค่าพลังงานที่ใช้ในการถลุงแร่

อลูมิเนียมใช้แล้ว เป็นวัสดุใช้แล้วที่สามารถนำกลับมาคืนสภาพใหม่ (Recycleable Materials) และสามารถทดแทนการขุดสินแร่ขึ้นมาใช้ เนื่องจากการนำอลูมิเนียมกลับคืนมาใช้ 1 ตัน จะทดแทนการขุดสินแร่ได้ 4-6 ตัน และทุกๆ 1 กิโลกรัม ของโลหะอลูมิเนียมที่นำกลับมาใช้จะช่วยประหยัดพลังงานได้เทียบเท่ากับน้ำมันเบนซิน 7.12 ลิตร ผลดีอีกประการหนึ่งก็คือ การนำเศษอลูมิเนียมใช้แล้วกลับมาหลอมใช้ใหม่นั้นจะมีส่วนช่วยในการลดภาวะโลกร้อนได้เป็นอย่างดี เพราะการขุดแต่งและการถลุงแร่เพื่อผลิตอลูมิเนียม 1 ตัน นั้นจะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกในปริมาณถึง 18 ตัน (สำนักอุตสาหกรรมเพิ่มมูลค่า กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2550)

2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตอลูมิเนียม

การใช้พลังงาน และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ชนิดของเชื้อเพลิงที่เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อนในโรงงานหลอมหล่อเศษและตะกรันอลูมิเนียม ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของเตาหลอมชนิดต่างๆ เช่น เตาเบ้า, เตาสะท้อนความร้อนหรือเตาไฟฟ้าเหนี่ยวนำและเตาไฟฟ้าความต้านทาน สรุปเป็นค่าพลังงาน และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในการผลิตอลูมิเนียม โดยการหลอม ปริมาณ 1 ตัน

ขั้นตอนการผลิต	พลังงานไฟฟ้า		น้ำมันเตา		รวม
	(kWh)	(tCO_2)	(L)	(tCO_2)	(tCO_2)
การเตรียมวัตถุดิบ	52	0.0302	0.0000	0.0000	0.0302
การลำเลียง	148	0.0860	0.0000	0.0000	0.0860
การบดและร่อนแยก	103.2	0.0600	0.0000	0.0000	0.0600
การหลอม	411.2	0.2390	104.0000	0.3201	0.5591
การหล่อ	85.6	0.0498	0.0000	0.0000	0.0498
รวม	**800**	**0.4650**	**104.0000**	**0.3201**	**0.7851**

ที่มา: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2554)

หมายเหตุ

ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยไฟฟ้าในภาคการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2552 เท่ากับ 0.5812 tCO_2/MWh (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก องค์การมหาชน, 2552)

- เชื้อเพลิงที่ใช้ในโรงงานที่ศึกษา คือ น้ำมันเตา มีค่าการปล่อยก๊าซ CO_2 เท่ากับ 77.4 tCO_2 /TJ (พิชัย ศรีมันตะ, 2555)

2.4.5 การประเมินก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตแก้ว

สำหรับประเภทของแก้วที่แบ่งอย่างง่ายตามสีคือ แก้วใส ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เบื้องต้น และแก้วสี ซึ่งมีการเติมสารให้สี ในส่วนกระบวนการผลิตและการรีไซเคิลนั้น ผลิตภัณฑ์ที่มีการนำกลับมารีไซเคิลคือขวดแก้วซึ่งมีการใช้กันมากที่สุด

1) กระบวนการผลิตแก้ว

กระบวนการผลิตแก้วอุตสาหกรรมแก้วและกระจกแม้จะมีผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน แต่ก็มีกระบวนการผลิตที่เหมือนกัน ดังนี้

(1) การเตรียมและการผสมวัตถุดิบ (Batch & Mixing) เป็นขั้นตอนการนำวัตถุดิบต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย ทรายแก้ว โซดาแอช หินโดโลไมท์ หินฟันม้าและอื่นๆ วัตถุดิบเหล่านี้หลังจากที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว จะถูกนำไปเก็บไว้ในไซโลของอาคารเตรียมวัตถุดิบ โดยจะแยกตามชนิดของวัตถุดิบ หลังจากนั้นวัตถุดิบเหล่านี้จะถูกนำมาชั่งและนำมาผสมกันในอัตราส่วนตามสูตรการผลิต และถูกสายพานลำเลียงไปเข้าเตาหลอม (Furnace)

(2) การหลอมวัตถุดิบ (Melting) ส่วนผสมวัตถุดิบและเศษแก้ว (Cullet) จะถูกหลอมละลายเป็นน้ำแก้ว ด้วยเตาหลอมโดยใช้พลังงานความร้อนจากน้ำมันเตา ก๊าซเรือนกระจกหรือไฟฟ้า ที่อุณหภูมิประมาณ 1,300-1,500 องศาเซลเซียส

(3) การขึ้นรูป (Forming) เป็นการนำน้ำแก้วที่ได้จากการหลอมแล้วมาเข้าเครื่องขึ้นรูปให้ได้ผลิตภัณฑ์แก้วตามที่ต้องการ การขึ้นรูปมีอยู่หลายวิธีตามรูปร่าง ขนาด และชนิดของผลิตภัณฑ์แก้ว

(4) การอบแก้ว (Annealing) แก้วที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วจะเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวภายนอกและภายในเนื้อแก้ว ส่งผลให้เกิดความเครียด (Strain) ในเนื้อแก้ว ซึ่งทำให้เกิดรอยร้าวหรือแตกได้ ดังนั้นจึงต้องมีการอบแก้วเพื่อลดความเครียด โดยการทำให้แก้วค่อยๆ เย็นตัวลงอย่างช้าๆ เช่น การผ่านการเข้าเตาอบ

(5) การตรวจสอบและบรรจุ (Inspection & Packing) เป็นการผลิตภัณฑ์แก้วผ่านกระบวนการอบแล้ว จะมีการนำผลิตภัณฑ์ไปตรวจสอบด้วยสายตา หรือใช้เครื่องจักรในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น รูปทรง รอยร้าว ความใส หรือข้อบกพร่องอื่นๆ ที่เกิดขึ้น ผลิตภัณฑ์แก้วชิ้นไหนที่ไม่ผ่านการตรวจสอบจะถูกนำมาบดเป็นเศษแก้ว (Cullet) เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตต่อไป

2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตแก้วจากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการผลิตแก้ว สรุปข้อมูลสำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ดังนี้

การใช้พลังงาน (Energy Process) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พลังงานที่ถูกใช้ไปในการผลิตแก้ว ส่วนใหญ่เป็นพลังงานไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นในทุกขั้นตอน และมีการใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในขั้นตอนการหลอมและอบแก้ว ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่มีการปล่อยก๊าซจากกระบวนการผลิตมากที่สุดประมาณร้อยละ 99 ของขั้นตอนทั้งหมด เชื้อเพลิงที่ใช้ในเตาหลอมส่วนใหญ่เป็นก๊าซธรรมชาติ ปริมาณพลังงานที่ใช้มีความแตกต่างตามประเภทของผลิตภัณฑ์แก้วและกระจก และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนสถานะของวัตถุดิบและสารเคมี

ตามอัตราส่วนของน้ำหนักคือ 0.1315 tCO_2/ton $Na_2O*5SiO_2$ โดยสรุปเป็นค่าพลังงาน และผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแก้วได้ดังตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการผลิตขวดแก้ว

กระบวนการ	พลังงานไฟฟ้า		พลังงานเชื้อเพลิง		รวม
	ไฟฟ้า (kWh/ton)	ปริมาณ CO_2 (tCO_2)	ก๊าซธรรมชาติ (GJ/ton)	ปริมาณ CO_2 (tCO_2)	
การเตรียมวัตถุดิบ	3.14	0.0018	0	0.0000	0.0018
การหลอม	12.31	0.0072	4.26	0.2390	0.2461
การขึ้นรูป	176.31	0.1025	0	0.0000	0.1025
การอบ	2.40	0.0014	0.11	0.0062	0.0076
สารเคมี					0.1315
รวม	**194.16**	**0.1128**	**4.37**	**0.2452**	**0.4748**

ที่มา: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2554)

หมายเหตุ

ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยไฟฟ้าในภาคการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2552 เท่ากับ 0.5812 tCO_2 /MWh (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก องค์การมหาชน, 2552)

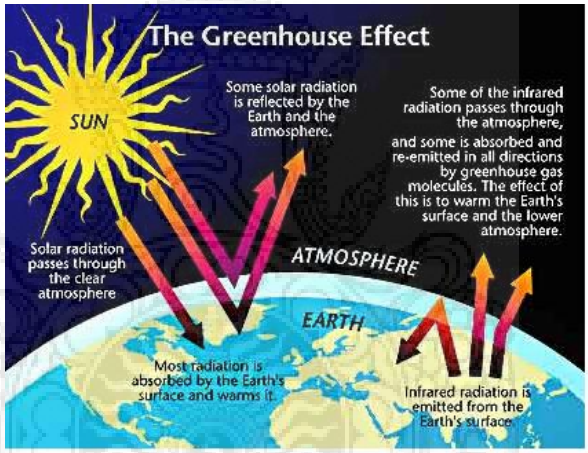
- เชื้อเพลิงที่ใช้ในเตาหลอมแก้วส่วนใหญ่ใช้ก๊าซธรรมชาติ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551) มีค่าการปล่อย = 56.1 tCO_2 /TJ

- ค่าร้อยละของเศษแก้ว (% Culler) = 70 และปริมาณการดึงน้ำแก้ว = 300 ตัน/วัน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551)

2.5 ซอฟต์แวร์ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจก

2.5.1 ความเป็นมา

ก่อนจะมาเป็นซอฟต์แวร์สำหรับใช้คำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก จากกิจกรรมการคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่นั้น ค่าในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก เป็นผลสืบเนื่องจากโครงการศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามรายประเภทของขยะชุมชนที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ซึ่งดำเนินการในช่วงปี 2553 และได้ผลการศึกษาในรูปของค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตวัสดุรายประเภท



ภาพที่ 2-8 แสดงปรากฏการณ์เรือนกระจก

ที่มา: http://www1a.biotec.or.th/SiRs/index.php?option=com_content&view=article&id=54:the-green-house-effect&catid=38:2009-08-27-09-28-57&Itemid=77

โครงการศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามรายประเภทของขยะชุมชนที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (2553) ได้รับการสนับสนุนโดยศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและจัดทำฐานข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกของขยะชุมชนในประเทศไทย วิธีการศึกษาเพื่อจำแนกประเภทของขยะชุมชนโดยการวิเคราะห์จากข้อมูลการคัดแยกและรับซื้อเศษวัสดุของศูนย์รับซื้อ ทั้งของหน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และร้านค้าเอกชนทั่วประเทศ ที่สำรวจโดยกรมควบคุมมลพิษเมื่อประมาณปี 2547 แล้วจำลำดับขยะจำนวน 10 ประเภท โดยใช้เกณฑ์ที่สำคัญ คือ ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นและได้รับการคัดแยกและมีการรับซื้อในชุมชน

กระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีที่เรียกว่า Production–based จากกระบวนการผลิตของวัสดุแต่ละประเภทโดยพิจารณาถึงค่าของการใช้ไฟฟ้าและพลังงาน ได้ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัสดุแต่ละประเภทโดยเทียบเป็นหน่วยน้ำหนัก CO_2-Equivalence ต่อหน่วยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถนำมาใช้เทียบเป็นอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยใช้สมมติฐานว่า หากไม่มีการผลิตวัสดุชิ้นนั้นในปริมาณหนึ่ง สามารถหลีกเลี่ยงการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับปริมาณที่ศึกษาไว้ (ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2553)

2.5.2 ความสำคัญของซอฟต์แวร์คำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก

การที่เราทิ้งขยะทุกประเภทรวมกันโดยไม่แยกนั้น ทำให้ขยะที่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้ (Reuse) และขยะที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ (Recycle) ถูกทิ้งรวมไปกับขยะเปียกทั้งหลาย และอาจจะไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ได้อีก และที่อันตรายมากก็คือขยะที่เป็นสารพิษ พวกบรรจุภัณฑ์สารเคมี กระป๋องยาฉีดกันยุง พวกหลอดไฟซึ่งมีสารเคมีฉาบไว้ ถ่านไฟฉาย เหล่านี้ล้วนเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมมาก ถ้าเราเอาทิ้งไปรวมกับขยะอื่นๆโดยที่ไม่แยก สารเคมีก็จะไหลลงสู่พื้นดิน ถ้าถูกเผาก็จะเป็นก๊าซพิษลอยขึ้นไปในอากาศ หรือถ้าถูกฝัง กระบวนการย่อยสลายก็จะทำให้เกิดก๊าซพิษลอยขึ้นไปในอากาศ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นสาเหตุหนึ่งของภาวะโลกร้อนด้วย

ในประเทศเรายังไม่มีกฎหมายที่เข้มงวดเกี่ยวกับการแยกขยะ แต่ถ้าเราทุกคนช่วยกันทำก็คงจะดีต่อสิ่งแวดล้อม เวลาจะทิ้งก็ให้เราแยกระหว่าง ขยะเปียก แก้ว พลาสติก และขยะที่เป็นพิษ เวลาเขาเก็บไปจะได้สามารถนำไปกำจัดได้อย่างถูกวิธี

บรรจุภัณฑ์ประเภทแก้วนอกจากจะดีต่อสิ่งแวดล้อม เพราะว่าสามารถนำมารีไซเคิลได้ แล้วยังดีต่อสุขภาพของเราอีกด้วย เพราะขวดแก้วจะไม่ทำปฏิกิริยาต่อสิ่งที่บรรจุอยู่ในนั้น ซึ่งหมายความว่ามันดีต่อสุขภาพของเรา และถือว่าเป็นบรรจุภัณฑ์ของยุคภาวะโลกร้อนเลยทีเดียว

ซอฟต์แวร์คำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจึงเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกเป็นผลสืบเนื่องมาจากโครงการศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามรายประเภทของขยะชุมชนที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ซึ่งดำเนินโครงการ ในช่วงปี 2553 และได้ผลการศึกษาในรูปของค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตวัสดุรายประเภท โดยได้รับการสนับสนุนโดยศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

2.5.3 สถานการณ์ขยะมูลฝอย และก๊าซเรือนกระจก

ของเสียชุมชน นับเป็นแหล่งกำเนิดและปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือรู้จักกันในนาม “ภาวะโลกร้อน” (IPCC, 1997) จากฐานข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่าในปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทยมีสถานการณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย เป็นสัดส่วนร้อยละ 3.9 (3.92 ล้าน tCO_2) โดยร้อยละ 52.2 (4.86 ล้าน tCO_2) เกิดจากกิจกรรมการจัดการขยะ ข้อมูลดังกล่าวนี้สอดคล้องกับสถานการณ์และแนวโน้มของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น กล่าวคือ ในปี พ.ศ. 2536 ประเทศไทยมีขยะชุมชนเกิดขึ้น 30,640 ตันต่อวัน และเพิ่มขึ้นเป็น 41,064 ตันต่อวัน ในปี พ.ศ. 2551 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 34 (สำนักงานนโยบายและทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2552) ปริมาณขยะชุมชน ได้ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศในปริมาณที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นถูกนำไปกำจัดอย่างถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลเพียง 14,373 ตันต่อวัน หรือประมาณร้อยละ 35 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นประเภท โดยส่วนที่เหลือถูกจัดการด้วยวิธีการเทกลางแจ้งหรือการเผา และในส่วนของชุมชนที่อยู่ห่างไกลประชาชนจะกำจัดกันเองในครัวเรือน

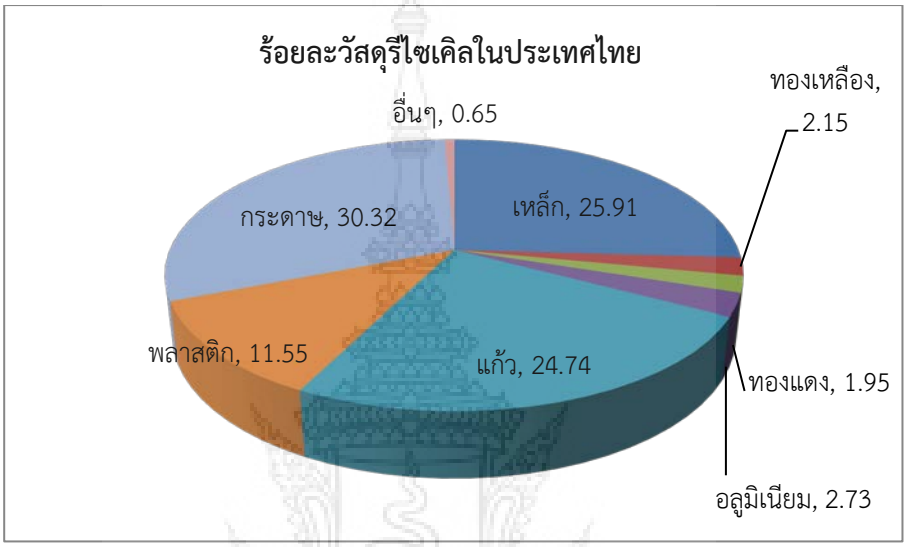
ในช่วงที่ผ่านมา ทั้งหน่วยงานของรัฐและเอกชน ได้ร่วมกันหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาขยะชุมชนแบบครบวงจรเพื่อลดปริมาณขยะจากแหล่งกำเนิด ซึ่งได้รณรงค์ให้คัดแยกขยะนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ รวมทั้งการนำขยะอินทรีย์มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบการผลิตก๊าซชีวภาพ และการทำปุ๋ยหมัก จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ พบว่าในปี พ.ศ. 2550 ได้มีการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ร้อยละ 22 ของขยะทั้งหมด (3.25 ล้านตัน) และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 23 (3.41 ล้านตัน) ในปี พ.ศ. 2551 การคัดแยกขยะและนำขยะมาผลิตก๊าซชีวภาพ นับเป็นแนวทางเชิงบูรณาการที่ส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากของเสีย เพื่ออนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรอย่างชาญฉลาด และคุ้มค่า ซึ่งเป็นแนวทางที่ส่งเสริมการบริโภคที่ยั่งยืน อีกทั้งช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก อันเป็นต้นเหตุที่สำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (สำนักงานนโยบายและทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2552)

2.5.4 สถานการณ์การนำกลับมาใช้ใหม่

ข้อมูลการสำรวจของกรมควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2547 ซึ่งได้ทำการสำรวจร้านค้ารับซื้อวัสดุรีไซเคิลที่ขึ้นทะเบียนในเขตพื้นที่เทศบาล รวมทั้งสิ้น 3,088 ร้าน จาก 76 จังหวัดทั่วประเทศ ซึ่งข้อมูลประเภทวัสดุรีไซเคิลที่พบหลักๆ ได้แก่ กระดาษ พลาสติก แก้ว อลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง เหล็ก และอื่นๆ ได้แก่ แบตเตอรี่เก่า สายยาง สังกะสี และนุ่น เป็นต้น

ทั้งนี้ในภาพรวมวัสดุรีไซเคิลของประเทศไทย พบว่า ประเภทวัสดุรีไซเคิลที่มีการรับซื้อรวมทั้งสิ้น 4,642.425 ตัน/วัน โดยวัสดุรีไซเคิลที่รับซื้อมากที่สุด คือ กระดาษ มีปริมาณการรับซื้อ

1,407.437 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 30.32 รองลงมา คือ เหล็ก มีปริมาณการรับซื้อ 1,202.961 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 25.91 อันดับที่สาม คือ แก้ว มีปริมาณการรับซื้อ อาทิ พลาสติก อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง และอื่นๆ คิดเป็นปริมาณการรับซื้อ 536.156, 126.698, 99.623, 90.630 และ 30.383 ตัน/วัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 11.55, 2.73, 2.15, 1.95 และ 0.65 ตามลำดับ



ภาพที่ 2-9 ร้อยละวัสดุรีไซเคิลในประเทศไทย

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2547)

2.5.5 เกณฑ์และวิธีการกำจัดลำดับขยะ 10 ประเภท

จากสภาพความเป็นจริงของระบบการคัดแยก และรับซื้อวัสดุเหลือใช้จากชุมชนที่มีอยู่หลากหลายประเภท ที่ไม่สามารถศึกษาครอบคลุมได้ทั้งหมด ดังนั้นจึงเลือกศึกษาประเภทที่มีการคัดแยกสูงสุด 10 ประเภท มีเกณฑ์ในการจัดลำดับประกอบอ้างอิงตามหลักเกณฑ์การจัดแบ่งประเภทของขยะของกรมควบคุมมลพิษ รวมทั้งใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลปริมาณการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่มาประกอบการพิจารณานอกจากนั้นยังเพิ่มเติมเกณฑ์การจัดลำดับอื่นๆ ดังนี้

เกณฑ์ในการจัดลำดับขยะชุมชน 10 ประเภท

- ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นแต่ละประเภท
- ปริมาณที่มีการคัดแยกและรับซื้อแต่ละประเภท
- เป็นขยะชุมชนที่มีการคัดแยกอยู่ในปัจจุบัน
- แยกประเภทตามกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน

- มีการคัดแยกเกิดขึ้นจริงในชุมชน (บ้านเรือน, รถเก็บขน และสถานที่กำจัด) เพื่อประโยชน์ในการนำไปขยายผลในท้องถิ่น

- อ้างอิงจากตามที่ควบคุมมลพิษที่มีการวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะและตัดขยะบางประเภทที่ไม่มีการรีไซเคิลที่แน่ชัดออกไป เช่น ผ้า, ยาง, หนัง และเศษอาหาร เป็นต้น

2.5.6 ผลการจัดลำดับขยะ 10 ประเภท

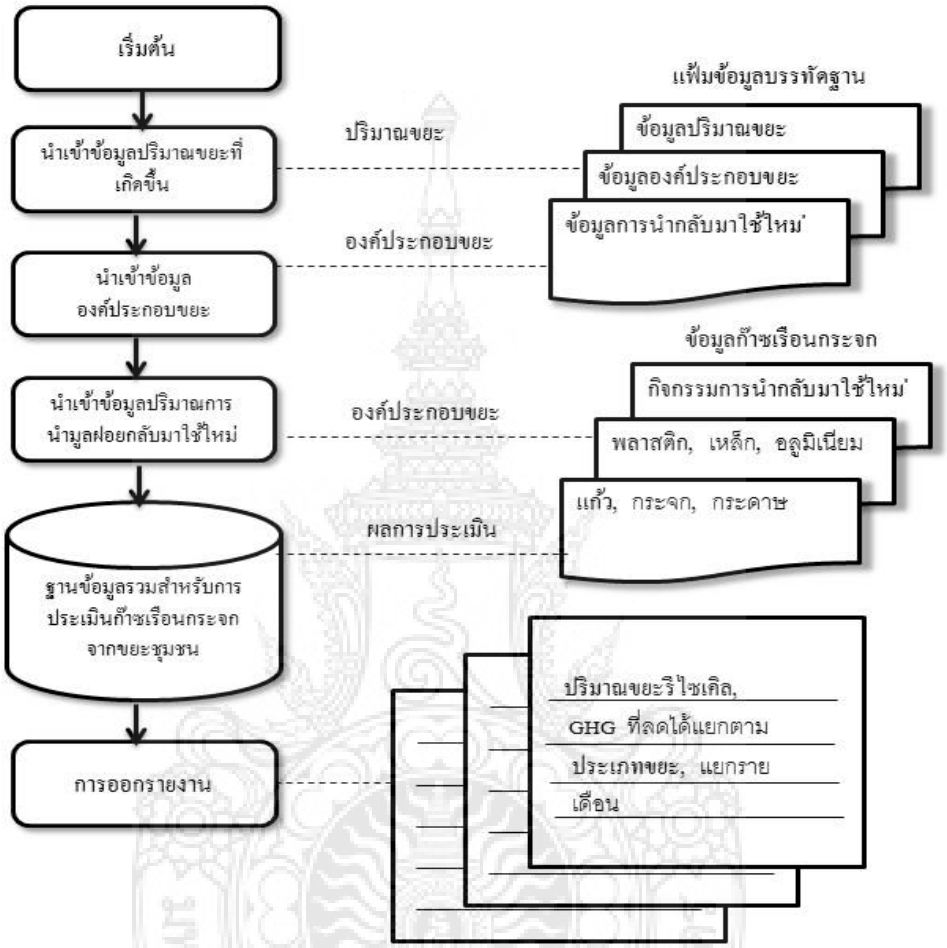
ในการคัดเลือกประเภทขยะเพื่อใช้เป็นข้อมูลฐานในการประเมินก๊าซเรือนกระจกนั้น เริ่มจากปริมาณขยะที่เกิดขึ้นปริมาณที่มีการคัดแยกแลละรับซื้อในระดับชุมชน การมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน เนื่องจากวัสดุรีไซเคิลแต่ละประเภทจะเส้นทางและมีโรงงานรองรับที่แน่นอน รวมทั้งการอ้างอิงประเภทขององค์ประกอบขยะที่มีการวิเคราะห์โดยกรมควบคุมมลพิษ โดยไม่นับรวมขยะบางประเภทที่ไม่มีการรีไซเคิลที่แน่ชัดออกไป เช่น ผ้า, ยาง, หนัง และเศษอาหาร

สรุปประเภทขยะ 10 ประเภทได้ดังนี้

(1) กระดาษพิมพ์เขียน
(2) กระดาษคราฟท์
(3) กระดาษหนังสือพิมพ์
(4) เหล็ก
(5) กระจกแผ่น
(6) ขวดแก้ว
(7) พลาสติก PET
(8) พลาสติก LDPE
(9) พลาสติก PS
(10) อลูมิเนียม

2.5.7 ซอฟต์แวร์การคำนวณก๊าซเรือนกระจก (3R – Greenhouse Gas Calculation)

การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่ออกแบบมาเฉพาะเพื่อการนำเข้าข้อมูลการนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ในโครงการตั้งแต่เริ่มดำเนินโครงการจะช่วยให้เกิดความสะดวกในการจัดการข้อมูล สามารถประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามวิธีการคำนวณที่ศึกษาไว้แล้ว ลดความผิดพลาดในการคำนวณ ตลอดจนทราบถึงข้อมูลย้อนหลังในการจัดการขยะมูลฝอย เช่น อัตราการนำกลับมาใช้ใหม่ของข้อมูลฝอยแต่ละประเภท



ภาพที่ 2-10 แสดงกรอบแนวคิดการทำงานของซอฟต์แวร์ประเมินก๊าซเรือนกระจก

1) หลักการทำงานของซอฟต์แวร์

หลักการทำงานของซอฟต์แวร์เพื่อใช้คำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะที่นำกลับมาใช้ใหม่ คือ การใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้จากผลการศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัสดุที่กลายเป็นขยะแต่ละประเภท ที่ได้จากโครงการศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจก ระยะที่ 1 มาใช้ในการคำนวณ โดยเทียบกับปริมาณขยะที่ได้รับการคัดแยก โดยแสดงค่าการคำนวณในหน่วยตันหรือกิโลกรัม CO_2-Equivalence ต่อตันขยะแต่ละประเภท ทั้งนี้แล้วแต่ความเหมาะสมของข้อมูลปริมาณขยะที่ได้รับการคัดแยก โดยเน้นประเภทขยะที่ได้รับการจัดลำดับ 10 ประเภทที่มีการคัดแยกและนำกลับมาใช้ใหม่ปริมาณมากที่สุด ที่ได้ศึกษาไว้แล้วจากโครงการระยะที่ 1

เพื่อให้เกิดประโยชน์และเกิดประสิทธิภาพกับงานคัดแยกขยะของพื้นที่ร่องที่นอกจากเป็นการลดปริมาณขยะในพื้นที่แล้ว ยังสามารถทราบได้ว่าสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มากน้อยเพียงใด ทั้งนี้นอกจากข้อมูลการคัดแยกขยะแล้ว ยังสามารถนำเข้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น ปริมาณมูลฝอย และองค์ประกอบของขยะในพื้นที่เพื่อใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการคัดแยกขยะ อัตราการเกิดขยะ ภาพรวมของปัญหาขยะมูลฝอยในพื้นที่ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย (ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2553)

2) ข้อมูลนำเข้า

ในการออกแบบระบบข้อมูลของซอฟต์แวร์คำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้แบ่งข้อมูลเป็น 2 กลุ่มหลักๆ ดังนี้

(1) ข้อมูลสถานการณ์การจัดการขยะ เป็นข้อมูลที่บอกถึงสภาพปัญหาของขยะมูลฝอยในพื้นที่ ประกอบด้วย

- ข้อมูลปริมาณขยะที่เกิดขึ้น ซึ่งบ่งบอกถึงระดับของปัญหาขยะมูลฝอยในพื้นที่ และทำให้ทราบถึงอัตราการเกิดขยะต่อคน นอกจากนั้นปริมาณขยะยังเกี่ยวข้องกับการจัดการโดยท้องถิ่น เช่น การจัดการด้านบุคลากร เครื่องจักร รถเก็บขนแรงงาน งบประมาณ รวมทั้งการจัดหาสถานที่กำจัดที่เหมาะสมด้วย

- ข้อมูลองค์ประกอบของขยะ ข้อมูลส่วนนี้จะอธิบายถึงประเภทของขยะที่เกิดขึ้น ลักษณะการบริโภคของประชาชนในพื้นที่ สภาพเศรษฐกิจของชุมชนศักยภาพในการคัดแยกและนำกลับมาใช้ใหม่ของขยะ เนื่องจากข้อมูลองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละเส้นทางของการจัดการขยะ เช่น ณ แหล่งกำเนิด รถเก็บขนหรือสถานที่กำจัดขยะ จะบอกได้ถึงลักษณะการดำเนินการดำเนินการคัดแยกขยะของท้องถิ่น การให้ความสำคัญกับการลดและคัดแยกขยะ ตลอดจนความร่วมมือของชุมชนในพื้นที่

(2) ข้อมูลการคัดแยกขยะ เป็นข้อมูลของปริมาณขยะแต่ละประเภทที่ได้รับการคัดแยกแล้ว เพื่อเตรียมนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะต่างๆ เช่น การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) หรือการนำไปรีไซเคิลผลิตเป็นสินค้าใหม่ (Recycle) ซึ่งข้อมูลอาจจะสามารถตรวจสอบได้ หากมีการดำเนินการอยู่แล้ว โดยอาจจะอยู่ที่ชุมชน หรือศูนย์รับซื้อขยะ

ลักษณะการเก็บข้อมูลทั้งสองประเภทเพื่อนำเข้าสู่การประมวลผลของซอฟต์แวร์คำนวณ เป็นการศึกษาสภาพของการจัดการในขั้นแรก เรียกว่า ข้อมูลฐาน (Baseline) ซึ่งจะบอกถึงค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นค่าเริ่มต้น และหลังจากดำเนินงานโครงการคัดแยกและ

นำขยะกลับมาใช้ใหม่แล้วจะได้ผลการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เท่าใด พร้อมกับการอธิบายถึงความเชื่อมโยงกับข้อมูลฐาน และการจัดขยะมูลฝอยในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างครอบคลุม

(3) การรายงานผล

ผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะที่ได้รับการคัดแยก และนำกลับมาใช้ใหม่จะแสดงเป็นค่า CO_2-Equivalence ที่สามารถลดได้ ทั้งนี้ลักษณะการรายงานผลสามารถแสดงเป็นผลตามความต้องการ ทั้งนี้ความถี่ในการนำเข้าข้อมูลต้องมีความสัมพันธ์กันกับระบบการรายงานผล กล่าวคือหากสามารถนำเข้าข้อมูลได้ละเอียดมากเท่าใดก็สามารถสร้างระบบการรายงานผลได้ละเอียดเช่นกัน โดยการออกแบบระบบข้อมูลจะออกแบบให้รองรับความถี่ของข้อมูลที่เหมาะสม และใช้งานได้สะดวกทั้งการนำเข้า การสร้างเงื่อนไขของการรายงานผล และการแสดงรายงานในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง รวมทั้งสามารถพิมพ์รายงานได้

(4) การใช้งาน

เนื่องจากซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้น เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานในระดับผู้ปฏิบัติงานในท้องถิ่น ดังนั้นหลักการที่จะทำให้ซอฟต์แวร์ใช้งานได้เกิดประโยชน์ และเกิดประสิทธิภาพจึงต้องสร้างให้ซอฟต์แวร์ใช้งานได้ง่าย สะดวก ลดความซ้ำซ้อน รวมทั้งแก้ไขปรับปรุงได้ง่าย เนื่องจากในช่วงของการทดสอบการทำงานของซอฟต์แวร์ทั้งในขั้นตอนการออกแบบ และการทดสอบในพื้นที่จำเป็นต้องรับข้อเสนอแนะทั้งจากผู้ใช้งาน ผู้บริหาร และผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงจนสามารถใช้งานได้อย่างราบรื่น

ลักษณะการใช้งานซอฟต์แวร์ โดยการติดตั้งไว้ยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งานในเทศบาล/อบต. เพื่อความสะดวกในการนำเข้าข้อมูล การคำนวณและรายงานผลนอกจากนั้นเพื่อประโยชน์ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงตัวระบบ การรายงานข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ สามารถติดตามได้จากเว็บไซต์เพื่อความสะดวกในการเข้าถึงในช่วงการเผยแพร่ผลงานโครงการ โดยผู้สนใจสามารถดาวโหลดซอฟต์แวร์ วิธีการติดตั้งใช้งาน และข่าวสารอื่นๆได้ทางเว็บไซต์ http://ph.kku.ac.th ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2.6 ข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการบริการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ขยะมูลฝอยอันตรายชุมชน และขยะมูลฝอยติดเชื้อ โดยรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโยงพิจารณาครอบคลุมตลอดทั้งวงจรชีวิต ตั้งแต่เกิด การนำเข้าและส่งออก การจำหน่าย การใช้งาน

การเรียกกลับคืน การจัดเก็บ การกำจัด และการดูแลหลังการกำจัด ซึ่งสามารถสรุปข้อกำหนด และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ข้อกำหนดกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมและการจัดการขยะมูลฝอยในประเทศไทย ได้บัญญัติขึ้นหลายฉบับ แต่เป็นการบัญญัติไว้ในมาตรายอ่อยแทรกอยู่ในพระราชบัญญัติหรือข้อกำหนดอื่นๆ ทั้งนี้ยังไม่มีกฎหมายเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยโดยตรง ข้อกำหนดและกฎหมายหลักที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชน สามารถสรุปได้ ดังนี้

2.6.1 รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540 มีกรอบเจตนารมณ์ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อาทิ สิทธิและหน้าที่ของชนชาวไทยในการมีส่วนร่วมในการจัดการบำรุงรักษาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและการคุ้มครองสิ่งแวดล้อม สิทธิการได้รับข้อมูลคำชี้แจงและเหตุผลจากหน่วยงานราชการ หน่วยงานของรัฐ รัฐวิสาหกิจ และราชการส่วนท้องถิ่น เป็นต้น

มาตราสำคัญ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540

มาตรา 282 ภายใต้บังคับมาตรา 1 รัฐจะต้องให้ความเป็นอิสระแก่ท้องถิ่นตามหลักแห่งการปกครองตนเองตามเจตนารมณ์ของประชาชนในท้องถิ่น

มาตรา 283 ท้องถิ่นใดมีลักษณะที่จะปกครองตนเองได้ย่อมมีสิทธิได้รับจัดตั้งเป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งนี้ตามที่กฎหมายบัญญัติ การกำกับดูแลองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องทำเท่าที่จำเป็นตามที่กฎหมายบัญญัติ แต่ต้องเป็นไปเพื่อการคุ้มครองประโยชน์ของประชาชนในท้องถิ่น หรือประโยชน์ของประเทศเป็นส่วนร่วม ทั้งนี้จะกระทบถึงสาระสำคัญแห่งหลักการปกครองตนเองตามเจตนารมณ์ของประชาชนในท้องถิ่น หรือนอกเหนือจากที่กฎหมายบัญญัติไว้มิได้

2.6.2 พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2542

สืบเนื่องจากรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 ได้ให้ความสำคัญกับการกระจายอำนาจการปกครองไปสู่ท้องถิ่น โดยได้กำหนดไว้ให้หมวด 5 แนวนโยบายพื้นฐานแห่งรัฐ มาตรา 78 “กำหนดให้รัฐต้องกระจายอำนาจให้ท้องถิ่นพึ่งตนเอง และตัดสินใจในกิจการของท้องถิ่นได้เอง พัฒนาเศรษฐกิจท้องถิ่น.....” ซึ่งหมายถึงการบริหารจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และเพื่อกระจายอำนาจให้ท้องถิ่นอย่างต่อเนื่องจึงได้มีการตรา

พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2542 จากพระราชบัญญัติกำหนดแผนฯ นี้ ได้มีการจัดทำแผนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยขอบเขตการถ่ายโดนภารกิจให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีส่วนที่เกี่ยวข้องกับกรมควบคุมมลพิษที่สำคัญ ได้แก่ งานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและมลพิษด้านต่างๆ งานการติดตามและตรวจสอบเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและมลพิษ

2.6.3 พระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535

ภายใต้พระราชบัญญัติฉบับนี้ กรมควบคุมมลพิษได้ดำเนินการด้านขยะมูลฝอย ความสะอาดของบ้านเมืองโดยทั่วไป สถานที่สาธารณใดถูกปนเปื้อนก็จะทำให้เกิดมลพิษ เช่น ขยะ กลิ่น เหตุเดือดร้อนรำคาญ และทัศนะอุจาด

2.6.4 พระราชบัญญัติทางหลวง พ.ศ. 2535

บัญญัติขึ้นเพื่อควบคุมการก่อสร้าง ห้ามทิ้งมูลฝอยสิ่งปฏิกูลและสิ่งอื่นใด ในเขตทางหลวงหรือกระทำการใดๆ ให้มูลฝอยหรือสิ่งปฏิกูลตกหล่นบนทางจราจรหรือไหล่ทาง

2.6.5 พระราชบัญญัติพิกัดอัตราภาษีสรรพสามิต พ.ศ. 2527

บัญญัติขึ้นเพื่อกำหนดประเภทของสินค้าที่ต้องเสียภาษีสรรพสามิต และระบุพิกัดอัตราภาษีสรรพสามิต ซึ่งสินค้าเหล่านี้รวมถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าและผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่สามารถแปรสภาพเป็นขยะและของเสียที่กำจัดได้ยาก

2.6.6 พระราชบัญญัติรักษาคลองประปา พ.ศ. 2526

บัญญัติขึ้นเพื่อรักษาคลองประปา ห้ามทิ้งซากสัตว์ มูลฝอยหรือสิ่งปฏิกูลลงในเขตคลองประปา

2.7 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลซึ่งได้มีผู้ทำการศึกษาค้นคว้าและวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้ศึกษาได้ทำการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เป็นแนวทางในการดำเนินการโดยมีเนื้อหาสาระดังนี้

รัตนศิริ พิมลไทย (2548) ได้ศึกษาเน้นการคัดกรองปัจจัย/ตัวแปรที่มีผลต่อการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จากการวิจัยเอกสาร สรุปตรงกันว่าการลดปริมาณมูลฝอยที่

เหมาะสมกับการหมุนเวียนใช้ประโยชน์ใหม่มาที่สุด คือ การลดปริมาณมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดมูลฝอย และจากการทบทวนตัวแบบการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ประสบความสำเร็จทั้งในประเทศและต่างประเทศ จากการทวนสอบปัจจัย/ตัวแปรการลดปริมาณมูลฝอยใน เทศบาลตำบลกำแพงเพชร อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ซึ่งได้ดำเนินการลดปริมาณมูลฝอยจนได้รับความสำเร็จอีกแห่งหนึ่ง พบว่า ปัจจัย/ตัวแปรจากการคัดกรองในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนใหญ่สามารถเป็นปัจจัย/ตัวแปรของความสำเร็จในการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนได้ หากเพียงต้องพิจารณาบางปัจจัย/ตัวแปรที่อาจไม่สอดคล้องกับรูปแบบการดำเนินงานตามสถานการณ์ในพื้นที่ ซึ่งได้แก่ 5 ปัจจัย/ตัวแปรที่อยู่ในหมวดวิธีการลดปริมาณมูลฝอยและหมวดปัจจัยสนับสนุนการลดปริมาณมูลฝอย คือ (1) ปัจจัยส่วนกลางสนับสนุนงบประมาณด้านการลดมูลฝอย (2) ปัจจัยโครงการมูลฝอยแลกสิ่งของ (3) ปัจจัยศูนย์แลกเปลี่ยนวัสดุเหลือใช้ (4) ปัจจัยกิจกรรมตลาดมูลฝอย และ (5) ปัจจัยการเก็บค่าธรรมเนียมการทิ้งมูลฝอยขนาดใหญ่ นอกจากนี้ จากการทวนสอบยังพบว่า ความสำเร็จของการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน เกิดขึ้นได้จากการบูรณาการทุกปัจจัย/ตัวแปรการลดมูลฝอย โดยควรคำนึงถึงความสอดคล้องกันและความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ ส่วนการประยุกต์ใช้ปัจจัย/ตัวแปรการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนในพื้นที่เทศบาลเมืองบ้านพรุ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า เทศบาลฯยังไม่ดำเนินการลดปริมาณมูลฝอยอย่างจริงจัง แม้ในพื้นที่จะมีปริมาณมูลฝอยเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และสถานการณ์การจัดการที่สะท้อนให้ทราบถึงข้อจำกัดบางประการ ทั้งนี้ การนำกลุ่มปัจจัย/ตัวแปรจากการศึกษาไปใช้ประโยชน์นั้น เจ้าหน้าที่เทศบาลที่รับผิดชอบงานด้านมูลฝอย ควรที่จะทำความเข้าใจในปัจจัยตัวแปรการลดมูลฝอย เพื่อให้สามารถอธิบาย โน้มน้าว นำเสนอแผนการทำงานต่อผู้บริหาร/ผู้นำท้องถิ่นและลงมือปฏิบัติการลดปริมาณมูลฝอยให้เห็นผลจริงต่อไป นอกจากนี้พบว่ากลุ่มปัจจัย/ตัวแปรที่แนะนำสามารถช่วยจุดประกายความคิดในการดำเนินงานด้านการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนในส่วนของการสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบงานด้านการลดปริมาณมูลฝอยและเห็นว่าเป็นประโยชน์สำหรับองค์กรที่จะใช้ดำเนินงานด้านการลดปริมาณ มูลฝอยชุมชน และช่วยเสริมสร้างความรู้ ทำให้เกิดความคิดและเป็นประโยชน์ต่อการใช้งานได้ในอนาคต

สรพล สุวรรณจิตร (2550) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอยของประชาชนในชุมชนเขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยสำรวจโดยการใช้แบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอย โดยรวมในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา มีพฤติกรรมอยู่ในระดับ ปฏิบัติบางครั้ง พฤติกรรมที่กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติมากที่สุด คือ พฤติกรรมการคัดแยก ขยะพิษ ออกจาก ขยะยังใช้ได้ (รีไซเคิล) โดยจะปฏิบัติในระดับ ปฏิบัติบางครั้ง และรองลงมา คือ พฤติกรรมการคัดแยก ขยะเศษอาหาร แกจาก ขยะยังใช้ได้ (รีไซเคิล) โดยจะปฏิบัติ อยู่ในระดับ ปฏิบัติบางครั้ง และปัจจัยที่ส่งผลพฤติกรรมการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอยอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 นั้นมีอยู่ด้วยกัน 8 ปัจจัย

ได้แก่ ระดับการศึกษา รายได้ต่อเดือน สถานที่ชุมชนที่อยู่อาศัย ระดับความรู้ในเรื่องการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอย ทัศนคติในเรื่องการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอย การรับรู้เกี่ยวกับโครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะเศษอาหารเป็นขยะหอม การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอยจากแหล่งข่าวสารต่างๆ ในช่วงระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา และการเพิ่มอัตราค่าธรรมเนียมการเก็บขนขยะมูลฝอยสำหรับครัวเรือนที่ไม่มีการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอย และลดอัตราค่าธรรมเนียมการเก็บขนขยะมูลฝอยสำหรับครัวเรือนที่มีการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอย

จักพงษ์ ผิวสร้อย และ โสภณ สาธุภาพ (2551) ได้ศึกษาแนวทางการรีไซเคิลขยะของมหาวิทยาลัยขอนแก่นอย่างมีประสิทธิผล พบว่าปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยขอนแก่นทั้งหมดเท่ากับ 12,546.84 ตันต่อปี หรือ 34 ตันต่อวัน มีองค์ประกอบของ เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก แก้ว เศษไม้ โลหะ ผ้า โฟม และอื่นๆ ร้อยละ 62.48, 9.95, 17.53, 2.12, 1.27, 1.42 , 0.23, 5.73 และ 0.01 ตามลำดับ มีอัตราการเกิดขยะเท่ากับ 0.98 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และขยะที่เกิดขึ้นสามารถรีไซเคิลได้ 5 ได้แก่ เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ ในอัตราร้อยละ 6.13, 15.39, 2.24, 18.97 และ10.87 ของปริมาณที่เกิดขึ้นตามลำดับ

พัชราภรณ์ ชลิตตาภรณ์ (2552) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของชุมชนเมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ประชาชนอายุ 18 ปีขึ้นไป ในชุมชนเมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี จำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ และการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะมูลฝอย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วย ค่าสถิติที (t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ Scheffe สรุปผลการศึกษา คือ กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย ส่วนใหญ่มีอายุ 18-35 ปี การศึกษาระดับมัธยมศึกษา สถานภาพสมรส โสด ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป รายได้ต่ำกว่า 10,000 บาทต่อเดือน และไม่ได้ดำรงตำแหน่งใดๆ ในชุมชน ส่วนใหญ่ย้ายมาจากที่อื่น (ต่างตำบล/อำเภอ/จังหวัด) และมีระยะเวลาที่อาศัยชุมชน 1-10 ปี มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องขยะมูลฝอย ด้านเนื้อหาวิชาการอยู่ในระดับปานกลาง และด้านวิธีดำเนินการอยู่ในระดับสูง ระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะมูลฝอยโดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างน้อย โดยระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะมูลฝอยเรียงลำดับ จากมากไปน้อย คือ ด้านการลงทุนและปฏิบัติด้านการค้นปัญหาและสาเหตุของปัญหา ด้านการติดตามและประเมินผล และด้านการวางแผน ตามลำดับ ประชาชนที่มีอายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา ราบได้ การดำรงตำแหน่งในสังคม ระยะเวลาที่อยู่อาศัย ที่แตกต่างกัน การมีส่วนร่วมในการจัดการขยะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2554) ได้ทำการศึกษาถึงวิธีการ เพื่อประเมินปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ของชุมชนในพื้นที่นำร่องด้วยวิธีการ 3R โดยบางส่วนได้ศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะอินทรีย์ ด้วยวิธีการหมักเป็นก๊าซชีวภาพซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ถัง คือ ถังผลิตกรด และถังผลิตแก๊ส เพื่อให้จุลินทรีย์แต่ละชนิดที่เหมาะสมในการทำงานในแต่ละสภาวะทำงานได้ดี โดยทดลองหมักด้วยขยะจากชุมชน 3 แหล่ง คือ เศษอาหารในครัวเรือน ขยะอินทรีย์ที่ได้จากการคัดแยกจากเทศบาล และขยะอินทรีย์จากเศษผัก พบว่าขยะอินทรีย์แต่ละประเภทสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้มากที่สุดคือ 73.20, 41.13 และ 20.12 ลิตรต่อกิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาด้านองค์ประกอบของแก๊สชีวภาพที่ได้จากขยะอินทรีย์ พบขยะจากชุมชนทั้ง 3 แหล่ง มีองค์ประกอบของมีเทนใกล้เคียงกันตามลำดับ ดังนี้ 64.95, 67.33 และ 64.44 ลิตรต่อกิโลกรัมต่อวัน

พิชัย ศรีมันตะ (2555) ได้ศึกษาการประเมินก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากแนวคิดที่นำเสนอเพื่อการปรับปรุงระบบจัดการขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัยขอนแก่นด้วยการจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอยขึ้นในมหาวิทยาลัย วิธีการประเมินได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิ และทุติยภูมิเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทั้งระบบในปัจจุบัน และระบบที่นำเสนอเพื่อหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง พบว่า ขยะมูลฝอยจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นมีอัตราการเกิดเท่ากับ 0.277 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และมีองค์ประกอบซึ่งได้แก่ เศษอาหาร กระดาษ พลาสติกPET พลาสติก LDPE/PS เหล็ก อลูมิเนียม แก้ว ผ้า กิ่งไม้ ต้นไม้ และอื่นๆ ในปริมาณร้อยละ 44.94, 4.85, 2.75, 20.43, 0.25, 0.17, 1.96, 1.60, 11.64 และ 43.90 ตามลำดับ จากการคาดการณ์พบว่าในปี พ.ศ. 2555, 2564 และ 2574 มีจำนวนประชากร 55,840, 60,743 และ 66,698 คน ตามลำดับ และคาดว่าจะมีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้น ประมาณ 5,636, 6,141 และ 6,744 ตันต่อปี ตามลำดับ เมื่อประเมินก๊าซเรือนกระจกจากระบบการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันเปรียบเทียบกับระบบที่นำเสนอ ด้วยการใช้เทคนิควิธีการวิเคราะห์ ด้วยวัฏจักรชีวิตซึ่งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต, การทำบัญชีรายการข้อมูล, การประเมินก๊าซเรือนกระจกและการแปรผล พบว่า ในปี พ.ศ. 2555, 2564 และ 2574 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณลดลงหลังจากการปรับปรุง 6,888.129, 7,505.783 และ 8,241.283 tCO_2/ปี ตามลำดับหรือลดลงร้อยละ 25.20, 61.50, 100.00 และ 42.90 ตามลำดับ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระบบการจัดการขยะมูลฝอยของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ เพื่อทำให้มีขั้นตอนและแนวทางในการดำเนินการที่ชัดเจน จำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการดำเนินงาน เพื่อให้เป็นแนวทางและข้อจำกัดขอบเขตของการศึกษา ตลอดจนเพื่อให้การวิเคราะห์ผลลัพธ์และข้อสรุปที่ได้นั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ดังแสดงเป้าหมายและขอบเขตของการดำเนินการดังนี้

3.1.1 เป้าหมาย

เพื่อประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการจัดการขยะมูลฝอยของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

3.1.2 ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษาตามหัวข้อต่อไปนี้

1) ศึกษารูปแบบและแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันภายในโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

2) สำรวจปริมาณ ประเภท และองค์ประกอบของขยะมูลฝอย รวมถึงระบบการจัดการขยะต่างๆ ของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

3) สร้างความรู้ ความเข้าใจถึงการจัดการขยะให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่งเสริมให้นักเรียน รวมถึงครูและบุคลากรต่างๆ ให้ส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย เช่น การคัดแยกขยะ

4) เป็นพี่เลี้ยงให้คำแนะนำด้านเทคนิคและวิธีการให้กับนักศึกษาในการสำรวจปริมาณและคัดแยกองค์ประกอบของขยะ

5) ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการจัดการขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิด ด้วยกระบวนการ 3R โดยใช้ซอฟแวร์การจัดการและคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะมูลฝอยชุมชน (3R-Greenhourse Gas Calculation Versions 6.0) ซึ่งพัฒนาโดยศูนย์วิจัย

และฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อมกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และคณะสาธารณะสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยการประเมินประกอบด้วย การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากปริมาณขยะก่อนดำเนินโครงการ หรือข้อมูลบรรทัดฐาน (Baseline) และการประเมินหลังจากดำเนินโครงการคัดแยกขยะ

6) เสนอแนะแนวทางและรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม ได้มีส่วนร่วมของนักเรียน ครู และบุคลากรต่างๆ ในโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี เพื่อเป็นต้นแบบในการต่อยอดและขยายผลในโรงเรียนอื่นๆ ในจังหวัดนนทบุรีต่อไป

3.2 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษา ประกอบด้วย ดังนี้

3.2.1 เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน รูปแบบ และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน

3.2.2 จัดเตรียมทีมงานและประชุมชี้แจงวิธีการดำเนินงาน

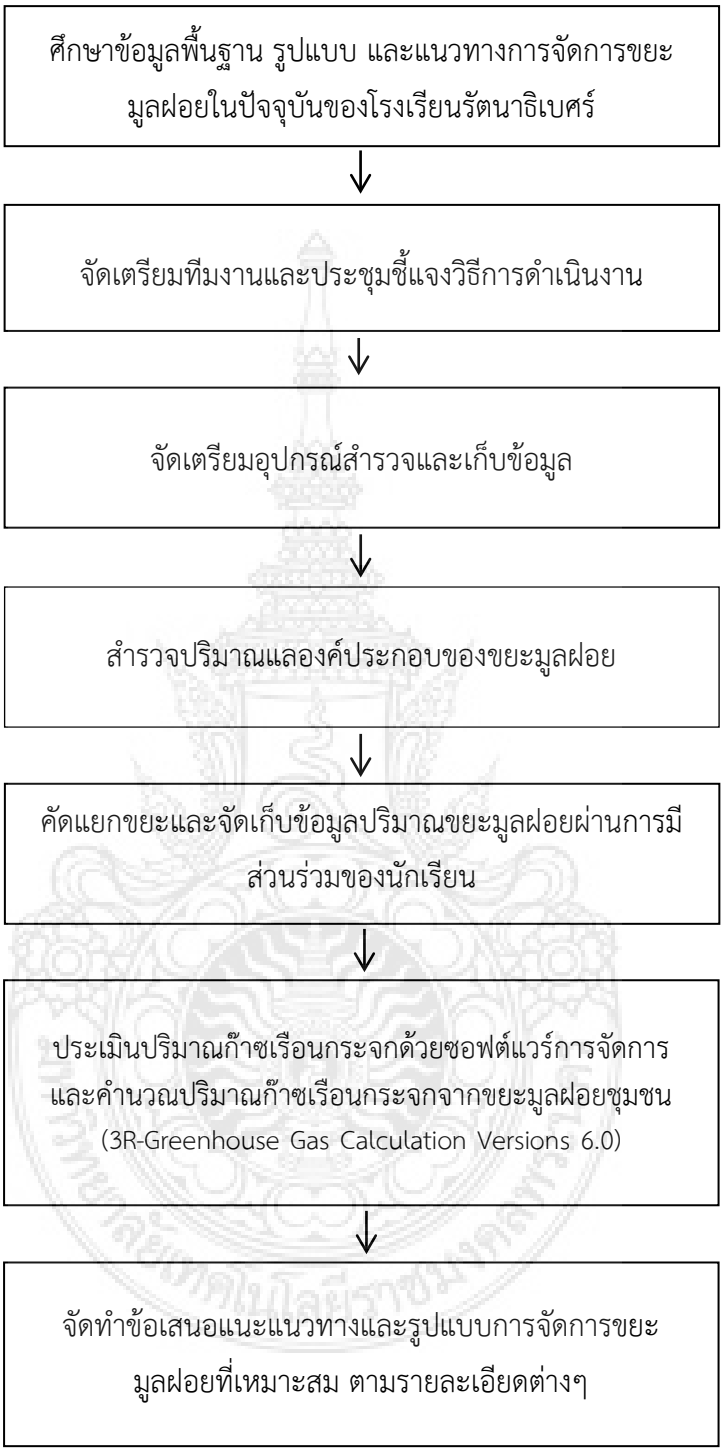
3.2.3 จัดเตรียมอุปกรณ์สำรวจและเก็บข้อมูล

3.2.4 สำรวจปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอย

3.2.5 คัดแยกขยะมูลฝอยและจัดเก็บข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยผ่านการมีส่วนร่วมของนักเรียน

3.2.6 ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกด้วยซอฟต์แวร์การจัดการและคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะมูลฝอยชุมชน (3R-Greenhouse Gas Calculation Versions 6.0)

3.2.7 จัดทำข้อเสนอแนะแนวทางและรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม ตามรายละเอียดต่างๆ



ภาพที่ 3-1 แผนผังขั้นตอนการศึกษา

3.3 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน รูปแบบ และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นต้องมีความสัมพันธ์กับการเกิดขยะมูลฝอย และปัญหาขยะมูลฝอย ได้แก่

3.3.1 จำนวนประชากรภายในพื้นที่โรงเรียน เช่น ครู นักเรียน และบุคลากร โดยการสำรวจสอบถามจากฝ่ายการเจ้าหน้าที่ ฝ่ายทะเบียน

3.3.2 บริเวณที่เป็นแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยในปัจจุบัน โดยการสำรวจโดยตรงในบริเวณโดยรอบของพื้นที่ในโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ เช่น บริเวณที่เป็นจุดวางถังขยะ บริเวณที่มีการขายน้ำดื่ม และบริเวณที่เป็นโรงอาหาร

3.3.3 ลักษณะและรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

3.4 จัดเตรียมทีมงานและประชุมชี้แจงวิธีการดำเนินงาน

มีการประชุมเพื่อจัดเตรียมนักเรียนและชี้แจงวิธีการดำเนินงาน รวมทั้งสร้างความรู้ความเข้าใจถึงการจัดการขยะมูลฝอย ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในการสำรวจปริมาณกับการคัดแยกองค์ประกอบของขยะมูลฝอย และนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ซึ่งการประชุมดังกล่าวจัดขึ้นเพื่อสร้างกระบวนการมีส่วนร่วม ในการจัดการขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการ 3R เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของการดำเนินงาน โดยมีกิจกรรมหลักๆ ได้แก่ การนำเสนอที่มา การดำเนินงานวิธี แนวทางการจัดการขยะชุมชนด้วยวิธีการ 3Rs การฝึกปฏิบัติการใช้งานซอฟต์แวร์การจัดการ และคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก จากขยะมูลฝอยชุมชน (3R-Greenhouse Gas Calculation Versions 6.0)

ภาพที่ 3-2 ชี้แจงรายละเอียดโครงงานก่อนเข้าดำเนินโครงงาน

3.5 จัดเตรียมอุปกรณ์สำรวจและเก็บข้อมูล

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษาองค์ประกอบขยะมูลฝอย และปริมาณขยะมูลฝอย ดังนี้

3.5.1 แผ่นผ้าใบพลาสติก

3.5.2 หน้ากากอนามัย/ผ้าปิดจมูก

3.5.3 ถุงมือยาง

3.5.5 ปากคีบ

3.5.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.5.6 ถุงพลาสติก

3.5.7 กระดาษบันทึกข้อมูล

3.6 สำรวจปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอย

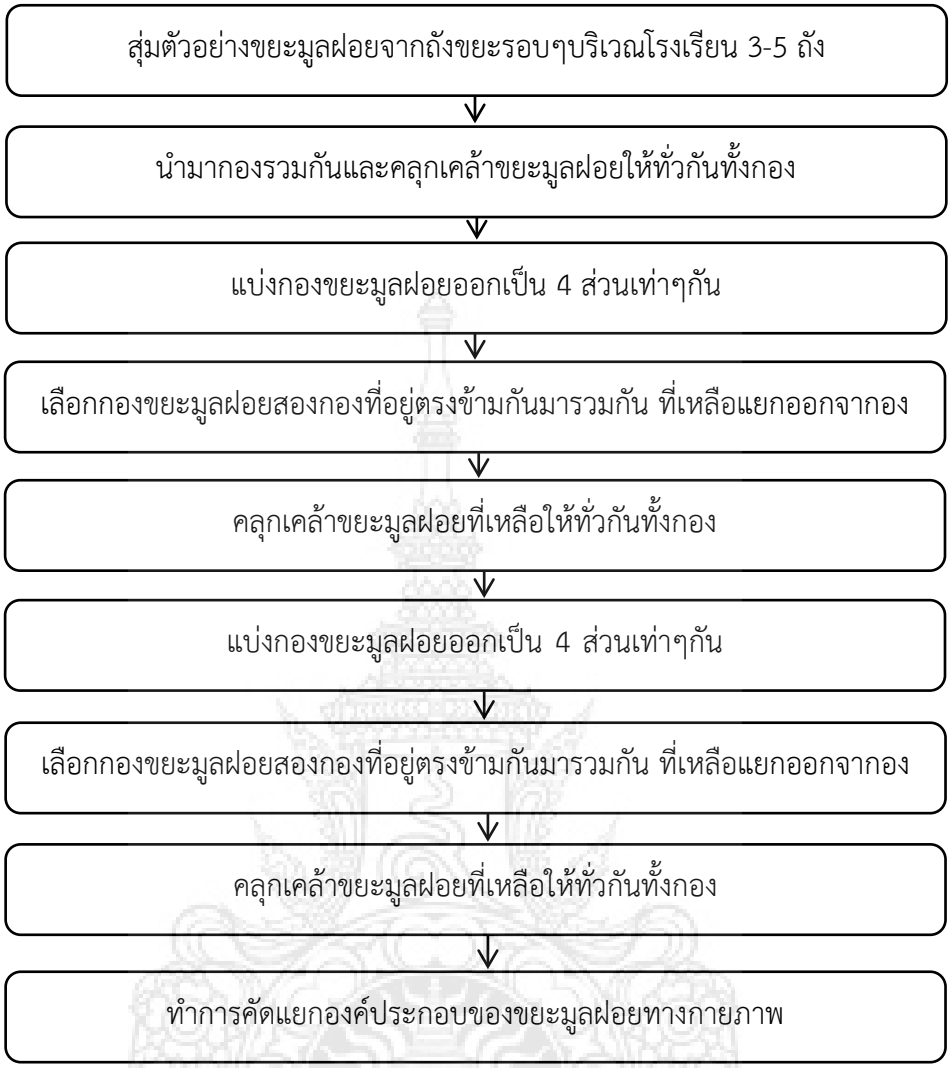
3.6.1 สำรวจปริมาณขยะมูลฝอย

การสำรวจปริมาณขยะมูลฝอย โดยการชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยทั้งหมดและขยะมูลฝอยที่คัดแยกตามรายประเภทที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อวัน

3.6.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอย

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยได้ทำการหลังจากคัดแยกแยกและชั่งน้ำหนักขององค์ประกอบแต่ละประเภทและบันทึก และนำมาเทียบเป็นสัดส่วนขององค์ประกอบของมูลฝอยทั้งหมดซึ่งแต่ละองค์ประกอบที่ได้มีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนักเปียก (ธเรศ ศรีสถิตย์, 2553)

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอย สามารถแสดงขั้นตอนการทำการแบ่งมูลฝอยออกเป็น 4 ส่วน (Quartering Method) โดยหลังจากแยกองค์ประกอบของมูลฝอยทางกายภาพแล้ว จะทำการชั่งน้ำหนักขององค์ประกอบแต่ละประเภทและบันทึก และนำมาเทียบเป็นสัดส่วนขององค์ประกอบของมูลฝอยทั้งหมด ซึ่งแต่ละองค์ประกอบที่ได้มีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนักเปียกดังแสดงในภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพ
ที่มา: ธเนศ ศรีสถิตย์ (2553)

ภาพที่ 3-4 คัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อหาองค์ประกอบโดยรวม

3.7 คัดแยกขยะมูลฝอยและจัดเก็บข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยผ่านการมีส่วนร่วมของนักเรียน

เก็บข้อมูลขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ ในช่วงเปิดภาคเรียน เดือน พฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2556 เก็บข้อมูลในวันจันทร์ถึงศุกร์ โดยในแต่ละวันจะทำการคัดแยกและชั่งน้ำหนักของขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ทั้งหมด เบื้องต้นผู้ศึกษาจะทำการคัดเลือก โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาจากปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น

ภาพที่ 3-5 สถานที่วางถังขยะ 2 จุด

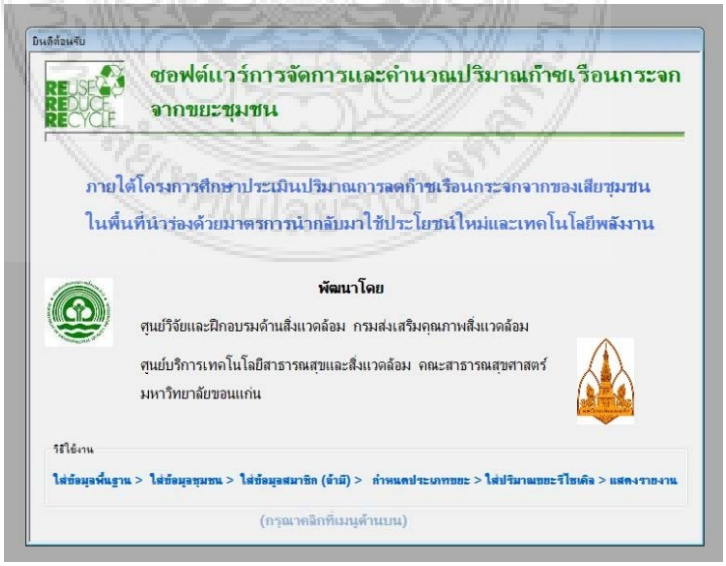
ภาพที่ 3-6 ประชาสัมพันธ์โครงการ

ภาพที่ 3-7 นักเรียนมีส่วนร่วมในการคัดแยกขยะ

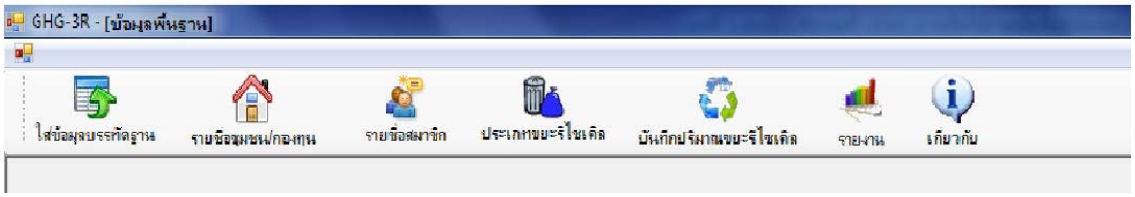
การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการจัดการขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยใช้ซอฟต์แวร์การจัดการและคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก จากขยะชุมชน (3R-Greemhouse Gas Calculation Version6.0) ซึ่งค่าที่คำนวณได้มีหน่วยเป็นกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยเน้นประเภทขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (Recycle) ได้โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ = ปริมาณของขยะมูลฝอย × Emission Factor

สูตรการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้สามารถคำนวณได้โดยใช้ซอฟต์แวร์การจัดการและคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก จากขยะมูลฝอยชุมชน (3R-Greemhouse Gas Calculation Version 6.0) ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น แสดงดังภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 ซอฟต์แวร์การจัดการ และคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะมูลฝอยชุมชน



ภาพที่ 3-9 แถบเครื่องมือฟังก์ชัน

3.8 แนวทางและรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมะสม สำหรับโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

การจัดทำข้อเสนอแนะการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์เบื้องต้น ผนวกกับบริบทการจัดการขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิด ซึ่งสามารถนำมาจัดทำเป็นโมเดลต้นแบบการจัดการขยะมูลฝอยในสถาบันการศึกษาเพื่อจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจร อันจะนำไปสู่ Zero Waste และเป็นการบริโภคที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและลดภาวะโลกร้อน

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดจนดำเนินการคัดแยกขยะมูลฝอย เพื่อประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ จากการจัดการขยะที่แหล่งกำเนิดโดยวิธีการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ กรณีศึกษาโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมในการดำเนินการของนักเรียนและบุคลากรภายในโรงเรียน รวมทั้งจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางและรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิด เชิงบูรณาการที่เหมาะสม สำหรับโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี และสำหรับขยายผลเป็นแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยที่ดีให้กับสถานศึกษาอื่นๆ ผู้ศึกษาได้นำผลการศึกษาที่ได้มาประมวลผลและนำมาวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ได้ดังนี้

4.1 ข้อมูลพื้นฐาน รูปแบบ และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอย

4.2 ปริมาณขยะมูลฝอยของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

4.3 องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

4.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

4.1 ข้อมูลพื้นฐาน รูปแบบ และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอย

4.1.1 ข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

โรงเรียนรัตนาธิเบศร์เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ตั้งอยู่เลขที่ 238 หมู่ที่ 4 ถนนประชาราษฎร์ ตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี บนพื้นที่จำนวน 5 ไร่ ของวัดบางขวางและตั้งแต่เริ่มการก่อตั้งโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ ได้รับการดูแลจากท่านเจ้าอาวาส วัดบางขวางทุกรูปมาโดยตลอด ปัจจุบันโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ เปิดทำการสอนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมี นางเฉลียว ยาจันทร์ เป็นผู้บริหารคนปัจจุบัน และมีนักเรียนรวมทั้งสิ้น 1,885 คน

ภาพที่ 4-1 บริเวณโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

จำนวนนักเรียนและบุคลากรโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

ตารางที่ 4-1 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับ เพศ และจำนวนห้องเรียน

ระดับชั้นมัธยมศึกษา	จำนวนห้องเรียน	จำนวน (คน)		รวม (คน)
		ชาย	หญิง	
ปีที่ 1	8	192	167	359
ปีที่ 2	10	198	178	376
ปีที่ 3	10	163	191	354
รวม	28	553	536	1,089
ปีที่ 4	9	129	170	299
ปีที่ 5	7	114	151	265
ปีที่ 6	7	103	129	232
รวม	23	346	450	796
รวมทั้งสิ้น	**51**	**899**	**986**	**1,885**

ภาพที่ 4-2 แผนผังบริเวณโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

รายละเอียดของแผนที่

1. อาคารเรียน 2 อาคาร จำนวน 68 ห้อง
2. อาคารเอนกประสงค์ “ศีลาภิรม” ประกอบด้วย โรงอาหารห้องสมุด ห้องเรียนการงานอาชีพฯ และศิลปะ และห้องประชุมใหญ่
3. ตึกเจ้าพระยารัตนาธิเบศร์ (อาคารหลังแรก, ตึกขาว)
4. อาคารพยาบาล
5. ศาลาเจ้าพระยารัตนาธิเบศร์
6. อนุสาวรีย์เจ้าพระยารัตนาธิเบศร์
7. อาคารประชาสัมพันธ์
8. ห้องน้ำชาย 6 ห้อง
9. ห้องน้ำหญิง 6 ห้อง

4.1.2 รูปแบบ และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอย

ผลการสำรวจข้อมูลภาชนะรองรับขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ พบว่า มีการใช้ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยเป็นแบบรวมและวางแยกตามจุดต่างๆ เช่น ห้องเรียน บริเวณหน้าห้องน้ำบนอาคารเรียน บริเวณใต้ถุนอาคารเรียน บริเวณสนาม และบริเวณจุดพักผ่อนหย่อนใจ ถังขยะมีลักษณะเป็นแบบถังพลาสติกแบบมีฝาปิดและไม่มีฝาปิดขนาด 120 ลิตร จำนวน และขนาด 50 ลิตร โดยแม่บ้านจะมีหน้าที่เป็นผู้ดูแลรับผิดชอบนำขยะไปเก็บไว้ที่รวบรวมขยะมูลฝอยประจำโรงเรียน ทำการเปลี่ยนถุงดำ และมีภารโรงเป็นผู้นำขยะที่รวบรวมไว้ไปเทกองรวมกับขยะของตลาดนนทบุรี หลังจากนั้นจะมีรถขยะของเทศบาลนำไปกำจัดต่อไป

ภาพที่ 4-3 ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

ภาพที่ 4-4 บริเวณรวบรวมขยะของเทศบาลนนทบุรี (ตลาดนนทบุรี)

ภาพที่ 4-5 การคัดแยกองค์ประกอบขยะมูลฝอย

ประเภทขยะที่คัดแยกได้

1. ถุงพลาสติกรวมสี
2. โฟม
3. เศษอาหาร
4. กระดาษ
5. ขวดแก้ว
6. พลาสติกแข็ง
7. ขวดน้ำดื่ม

4.2 ปริมาณขยะมูลฝอยของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

ข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยได้จากการชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยที่รวบรวมได้ในแต่ละวันด้วยการมีส่วนร่วมของนักเรียนและบุคลากร ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า ในช่วงเปิดภาคเรียนในวันทำการวันจันทร์ถึงศุกร์ ในระหว่างวันที่ 13 พฤศจิกายน 2556 ถึง วันที่ 27 ธันวาคม 2557 มีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเฉลี่ย 58 กิโลกรัมต่อวัน และมีปริมาณขยะมูลฝอยที่จะต้องจัดการสูงสุดเฉลี่ย 78 กิโลกรัมต่อวัน ในสัปดาห์ที่ 5 (ตารางที่ 4-2) ส่วนปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่เหลือของการสำรวจและเก็บข้อมูล มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 48 ถึง 61 กิโลกรัมต่อวัน ค่าสูงสุดของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในวันพฤหัสบดีของสัปดาห์ที่ 5 เนื่องจากมีกิจกรรมกีฬาสีเกิดขึ้นภายในโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ เป็นผลให้ปริมาณขยะมูลฝอยสูงกว่าทุกวันที่ทำการจัดเก็บข้อมูล ทั้งนี้ปริมาณรวมของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลา 7 สัปดาห์ของช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอน มีจำนวนทั้งหมด 1,748 กิโลกรัม (ตารางที่ 4-2)

ตารางที่ 4-2 ปริมาณขยะมูลฝอยรายวัน/สัปดาห์

ปริมาณขยะมูลฝอย (กิโลกรัม/วัน)							
ช่วงเวลา	**จันทร์**	**อังคาร**	**พุธ**	**พฤหัสบดี**	**ศุกร์**	**รวม (กิโลกรัม)**	**ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัม/วัน)**
สัปดาห์ที่ 1			70	47	65	182	61
สัปดาห์ที่ 2	53	41	36	50	58	238	48
สัปดาห์ที่ 3	58	55	52	73	62	300	60
สัปดาห์ที่ 4	47	62	62		49	220	55
สัปดาห์ที่ 5	66	74	72	89	88	389	78
สัปดาห์ที่ 6	56	59	53	*	**	168	56
สัปดาห์ที่ 7	53	63	61	34	40	251	50
รวมทั้งหมด						**1,748**	**58**

4.2.1 อัตราการเกิดขยะมูลฝอย

การหาอัตราการเกิดขยะมูลฝอยเพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดที่ต้องรวบรวมและขนส่งไปกำจัดได้โดยการคำนวณจากปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปัจจุบันหารด้วยจำนวนประชากรในโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ในปัจจุบัน โดยปริมาณขยะมูลฝอยได้จากการสำรวจด้วยการชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยในช่วงวันทำการที่มีการเรียนการสอน คือ วันจันทร์ถึงวันศุกร์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่า มีปริมาณขยะมูลฝอยเฉลี่ย 32 กิโลกรัมต่อวัน โดยแสดงปริมาณข้อมูลขยะมูลฝอย ดังตารางที่ 1 จากจำนวนประชากรในปัจจุบัน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ตามที่กล่าวข้างต้น ซึ่งมีจำนวนประชากรประมาณ 2,039 คน ดังนั้น อัตราการเกิดขยะมูลฝอยของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.041 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า อัตราการเกิดขยะมูลฝอยโดยเฉลี่ยต่ำกว่าอัตราการเกิดขยะมูลฝอยโดยเฉลี่ยทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2551 ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 0.640 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2555) ประมาณ 16 เท่าของอัตราการเกิดขยะมูลฝอยโดยเฉลี่ยทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2551

4.3 องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

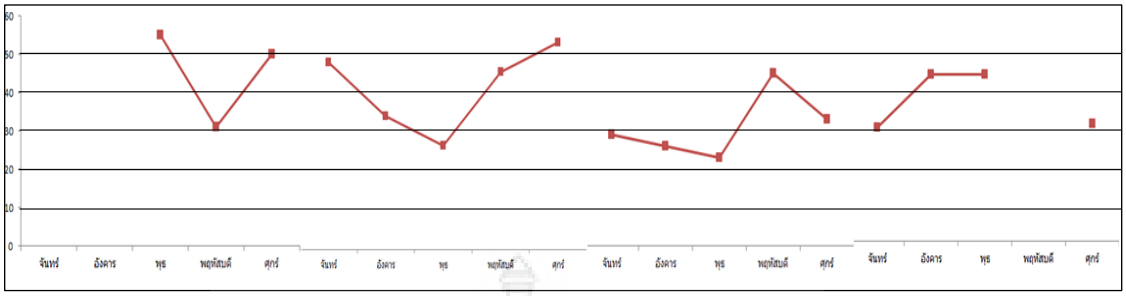
องค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่ได้จากการศึกษา พบว่า องค์ประกอบของขยะมูลฝอยสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ โดยทำการแบ่งออกเป็นประเภทหลักและประเภทรอง ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้ ประเภทหลัก คือ เหล็ก ประเภทรอง ได้แก่ เหล็กหนา เหล็กบาง กระป๋อง, ประเภทหลัก คือ แก้ว ประเภทรอง ได้แก่ เศษแก้วรวมสีแดง/ขาว ขวดน้ำปลา ขวดแบรนด์ ขวดซอสตราเด็กสมบูรณ์ ขวดลิโพ/คาราบาวแดง, ประเภทหลัก คือ กระดาษ (ขาว/ดำ) กระดาษถ่ายเอกสาร, ประเภทหลัก คือ กระดาษหนังสือพิมพ์ หนังสือเก่า, ประเภทหลัก คือ กระดาษลัง ประเภทรอง ได้แก่ ลัง กล่อง กล่องนม กระดาษแข็ง, ประเภทหลัก คือ พลาสติก LDPE ประเภทรอง ได้แก่ ขวดน้ำขาวขุ่น ถังน้ำขาวขุ่น ถุงขยะ ขวดนมเล็ก, ประเภทหลัก คือ พลาสติก PS ประเภทรอง ได้แก่ CD โฟม, ประเภทหลัก คือ พลาสติก PET ประเภทรอง ได้แก่ ขวดน้ำ PET ใส ขวดน้ำ PET สี, ประเภทหลัก คือ อลูมิเนียม ประเภทรอง ได้แก่ กระป๋องน้ำอัดลม อลูมิเนียมบาง, ประเภทหลัก คือ ขยะอินทรีย์ (เศษอาหาร) และประเภทหลัก คือ อื่นๆ ประเภทรอง ได้แก่ พลาสติกรวมสี ถุงพลาสติก/ถุงพลาสติกรวมสี เชือก โดยแสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 แบ่งแยกประเภทหลักและประเภทรอง

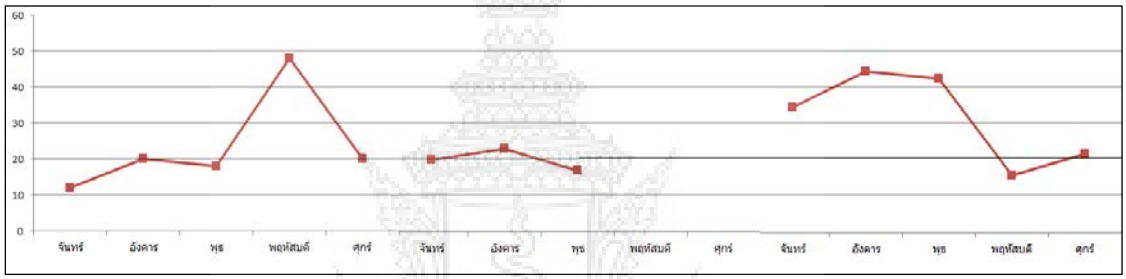
ประเภทหลัก / ประเภทรอง	
1. เหล็ก - เหล็กหนา - เหล็กบาง - กระป๋อง	7. พลาสติก PS - CD - โฟม
2. แก้ว - เศษแก้วรวมสี / แดง,ขาว - ขวดน้ำปลา - ขวดแบนเล็ก - ขวดซอสตราเด็กสมบูรณ์ - ขวดลิโพ/คาราบาวแดง	8. พลาสติก PET - ขวดน้ำ PET ใส เช่น ขวดน้ำดื่มใส - ขวดน้ำ PET สี เช่น ขวดน้ำสีต่างๆ
3. กระดาษ (ขาว/ดำ), กระดาษถ่ายเอกสาร	9. อลูมิเนียม - กระป๋องน้ำอัดลม - อลูมิเนียมบาง
4. กระดาษหนังสือพิมพ์, หนังสือเก่า	11. ขยะอินทรีย์ - เศษอาหาร
5. กระดาษลัง - ลัง, กล่อง - กล่องนม - กระดาษแข็ง	12. อื่นๆ - พลาสติกรวมสี - ถุงพลาสติก/ถุงพลาสติกรวม - เชือก
6. พลาสติก LDPE - ขวดน้ำขาวขุ่น - ถังน้ำขาวขุ่น - ถุงขยะ - ขวดขาวเล็ก/ขวดนมเล็ก	

ตารางที่ 4-4 ร้อยละของขยะมูลฝอยที่แยกตามองค์ประกอบ

ประเภทขยะมูลฝอย	สัปดาห์ที่ 1		สัปดาห์ที่ 2		สัปดาห์ที่ 3		สัปดาห์ที่ 4		สัปดาห์ที่ 5		สัปดาห์ที่ 6		สัปดาห์ที่ 7	
	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)	ร้อยละ	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)	ร้อยละ	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)	ร้อยละ	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)	ร้อยละ	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)	ร้อยละ	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)	ร้อยละ	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)	ร้อยละ
เหล็ก	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.40
แก้ว	2.33	3.84	0.80	1.68	14.81	24.68	2.50	4.55	1.00	1.29	0.67	1.20	4.40	8.76
กระดาษ (ขาว/ดำ)	7.00	11.54	3.20	6.72	2.40	4.00	1.75	3.18	5.40	6.94	1.58	2.83	6.60	13.15
กระดาษหนังสือพิมพ์	2.67	4.40	1.00	2.10	0.20	0.33	0.00	0.00	0.80	1.03	0.33	0.59	0.40	0.80
กระดาษลัง	4.66	7.68	2.80	5.88	3.00	5.00	2.50	4.55	3.00	3.86	6.33	11.32	5.80	11.55
พลาสติก LDPE	3.67	6.05	6.60	13.87	2.80	4.67	4.25	7.73	4.60	5.91	4.33	7.74	2.80	5.58
พลาสติก PS	2.33	3.84	1.20	2.52	0.80	1.33	1.00	1.82	16.00	20.57	1.67	2.99	1.40	2.79
พลาสติก PET	2.34	3.86	2.60	5.46	3.20	5.33	2.00	3.64	5.20	6.68	4.00	7.15	1.80	3.59
อลูมิเนียม	2.00	3.30	1.40	2.94	2.80	4.67	4.00	7.27	1.80	2.31	1.00	1.79	0.80	1.59
ขยะอินทรีย์	17.67	29.12	11.00	23.11	12.00	20.00	19.00	34.55	11.00	14.14	12.00	21.46	8.00	15.94
อื่นๆ	16.00	26.37	17.00	35.71	18.00	30.00	18.00	32.73	29.00	37.28	24.00	42.93	18.00	35.86
ผลรวม	60.67	100.00	47.60	100.00	60.01	100.00	55.00	100.00	77.80	100.00	55.91	100.00	50.20	100.00



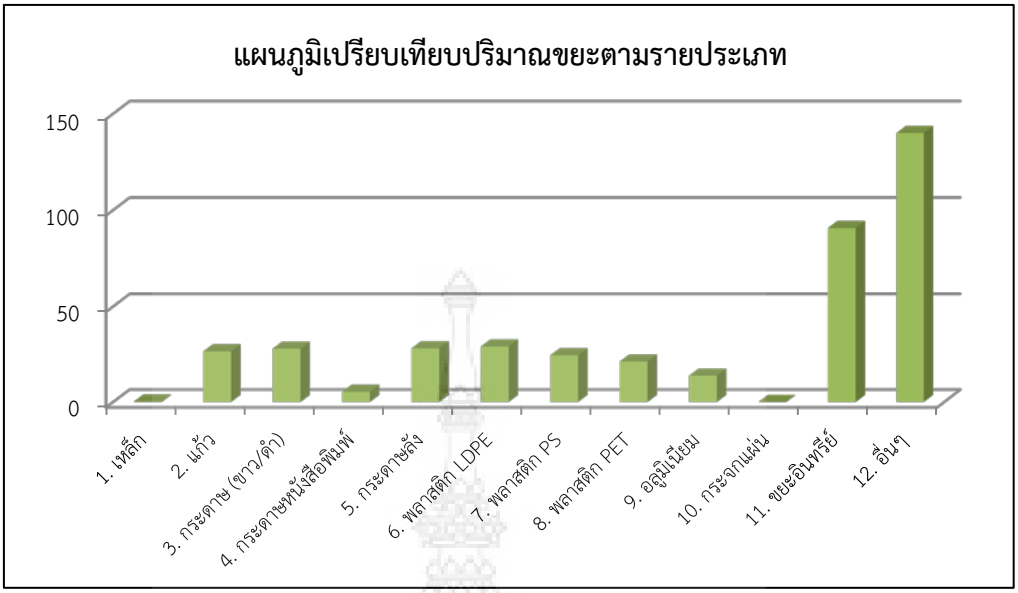
สัปดาห์ที่ 1 **สัปดาห์ที่ 2** **สัปดาห์ที่ 3** **สัปดาห์ที่ 4**



สัปดาห์ที่ 5 **สัปดาห์ที่ 6** **สัปดาห์ที่ 7**

ภาพที่ 4-6 ปริมาณขยะมูลฝอย (กิโลกรัมต่อวัน)

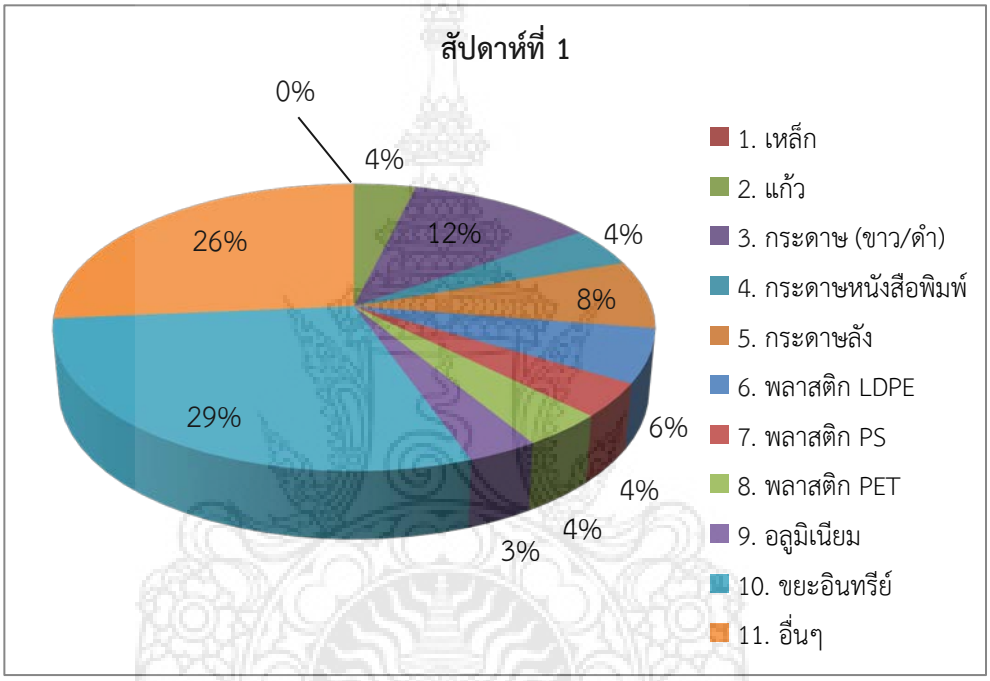
หมายเหตุ : สัปดาห์ที่ 4, 6 วันพฤหัสบดีและวันศุกร์ ไม่มีการเก็บข้อมูลเนื่องจากเป็นวันหยุดนักขัตฤกษ์ จึงไม่มีค่าปริมาณขยะมูลฝอย



ภาพที่ 4-7 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณขยะตามรายประเภท

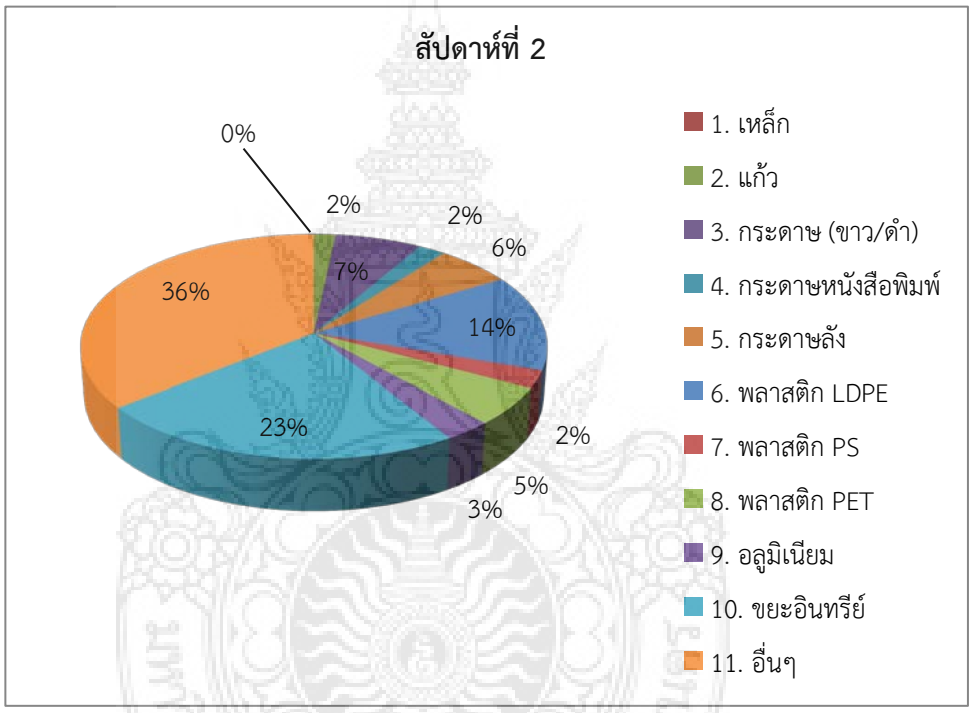
จากภาพที่ 4-8 สรุปได้ว่า องค์ประกอบขยะมูลฝอยที่สามารถคัดแยกได้ตามรายประเภท มีปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถคัดแยกได้มากที่สุด คือ ขยะประเภทอื่นๆ รองลงมาคือ ขยะอินทรีย์, พลาสติก LDPE, กระดาษลัง, กระดาษ (ขาว/ดำ), แก้ว, พลาสติก PS, พลาสติก PET, อลูมิเนียม, กระดาษหนังสือพิมพ์ และเหล็ก มีปริมาณขยะมูลฝอยรวมเท่ากับ 140.00, 90.67, 29.05, 28.09, 27.93, 26.51, 24.54, 21.14, 13.80, 5.33 และ 0.20 กิโลกรัม ตามลำดับ

องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 1 พบขยะมูลฝอยที่คัดแยกได้ คือ ขยะอินทรีย์, ขยะอื่นๆ, กระดาษ (ขาว/ดำ), กระดาษลัง, พลาสติก LDPE, กระดาษหนังสือพิมพ์, พลาสติก PET, แก้ว, พลาสติก PS และอลูมิเนียม โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 17.67, 16.00, 7.00, 4.66, 3.67, 2.67, 2.34, 2.33, 2.33 และ 2.00 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดได้ ร้อยละ 29.12, 26.37, 11.54, 7.68, 6.05, 4.40, 3.86, 3.84, 3.84 และ 3.30 ของปริมาณของขยะมูลฝอยทั้งหมด ตามลำดับ



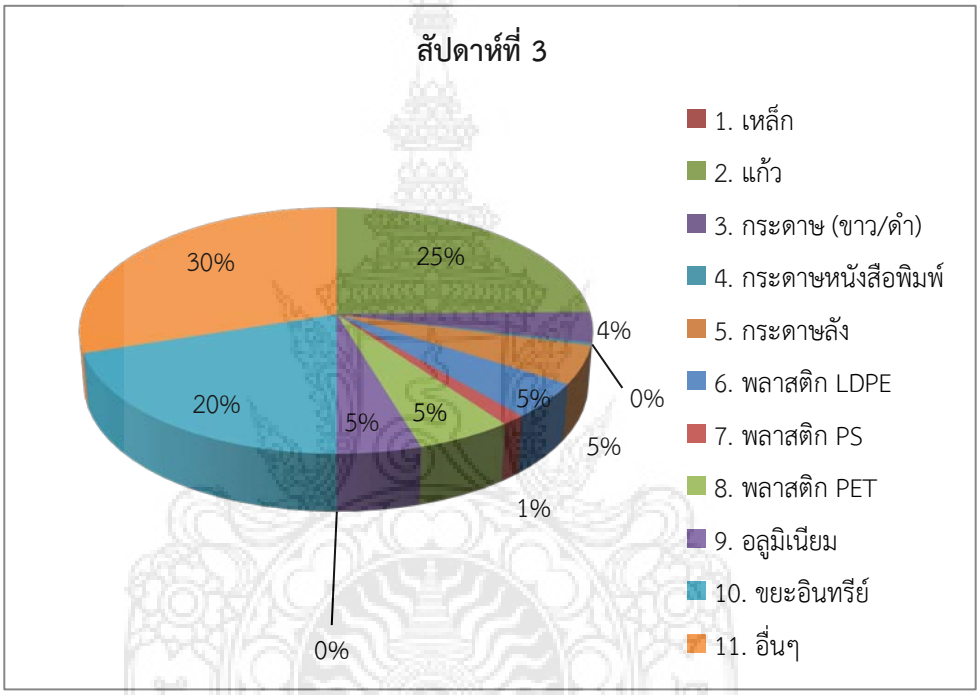
ภาพที่ 4-8 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 1

องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 2 พบขยะมูลฝอยที่คัดแยกได้ คือ ขยะอื่นๆ, ขยะอินทรีย์, พลาสติก LDPE, กระดาษ (ขาว/ดำ), กระดาษลัง, พลาสติก PET, อลูมิเนียม, พลาสติก PS, กระดาษหนังสือพิมพ์ และแก้ว โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 17.00, 11.00, 6.60, 3.20, 2.80, 2.60, 1.40, 1.20, 1.00 และ 0.80 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดได้ ร้อยละ 35.71, 23.11, 13.87, 6.72, 5.88, 5.46, 2.94, 2.52, 2.00 และ 1.68 ของปริมาณของขยะมูลฝอยทั้งหมด ตามลำดับ



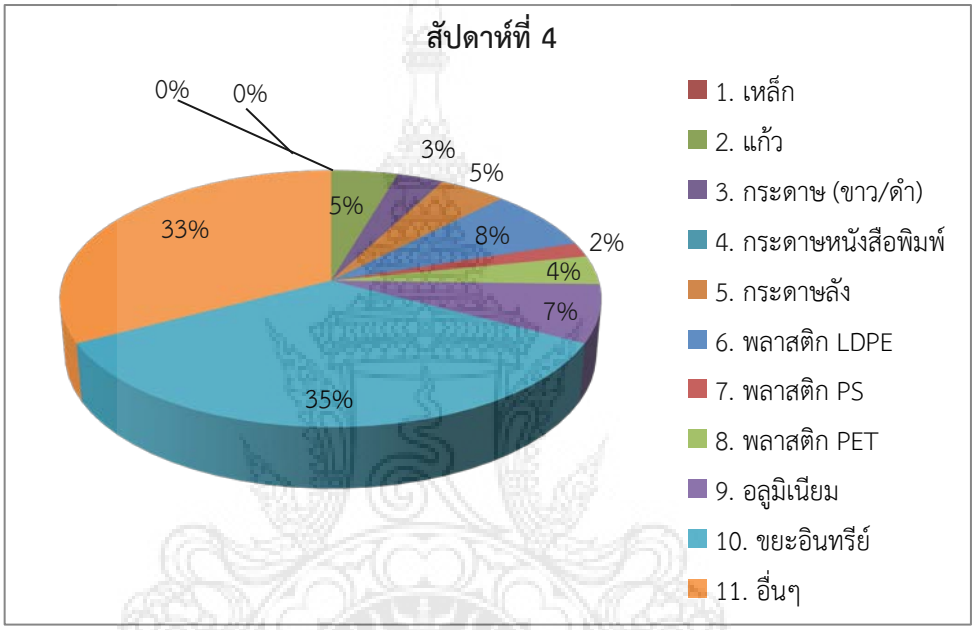
ภาพที่ 4-9 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 2

องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 3 พบขยะมูลฝอยที่คัดแยกได้ คือ ขยะอื่นๆ, แก้ว , ขยะอินทรีย์, พลาสติก PET, กระดาษลัง, พลาสติก LDPE, อลูมิเนียม, กระดาษ (ขาว/ดำ), พลาสติก PS และกระดาษหนังสือพิมพ์ โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 18.00, 14.81, 12.00, 3.20, 3.00, 2.80, 2.80, 2.40, 0.80 และ 0.20 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดได้ร้อยละ 30.00, 24.68, 20.00, 5.33, 5.00, 4.67, 4.67, 4.00, 1.33 และ 0.33 ของปริมาณของขยะมูลฝอยทั้งหมด ตามลำดับ



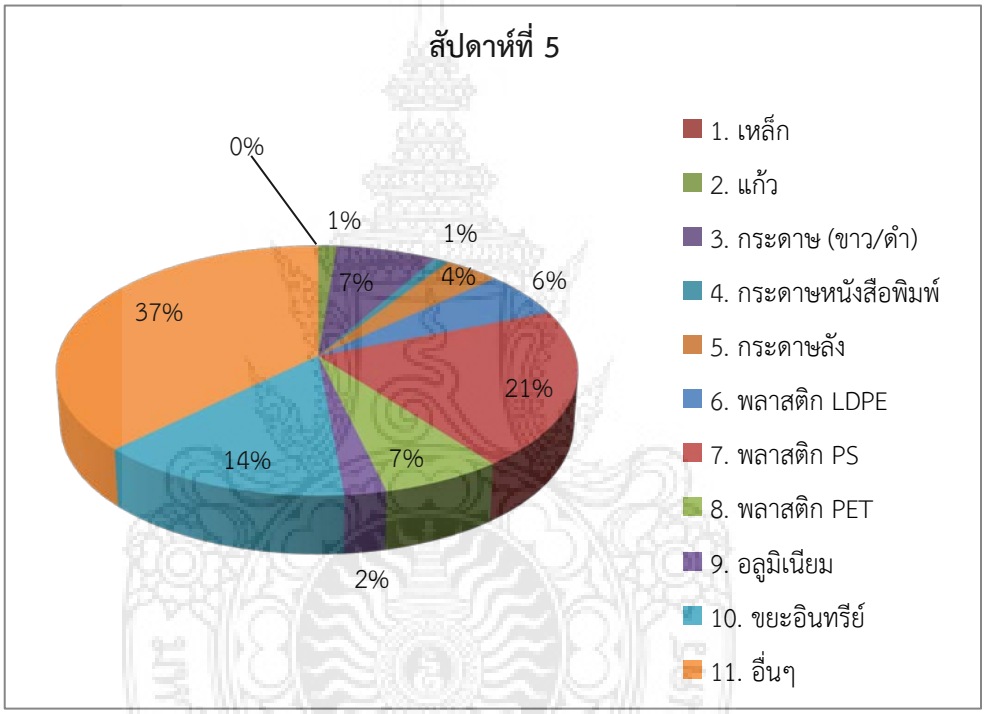
ภาพที่ 4-10 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 3

องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 4 พบขยะมูลฝอยที่คัดแยกได้ คือ ขยะอินทรีย์, ขยะอื่นๆ, พลาสติก LDPE, อลูมิเนียม, แก้ว, กระดาษลัง, พลาสติก PET, กระดาษ (ขาว/ดำ) และพลาสติก PS โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 19.00, 18.00, 4.25, 4.00, 2.50, 2.50, 2.00, 1.75 และ 1.00 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดได้ ร้อยละ 34.55, 32.73, 7.73, 7.27, 4.55, 4.55, 3.64, 3.18 และ 1.84 ของปริมาณของขยะมูลฝอยทั้งหมด ตามลำดับ



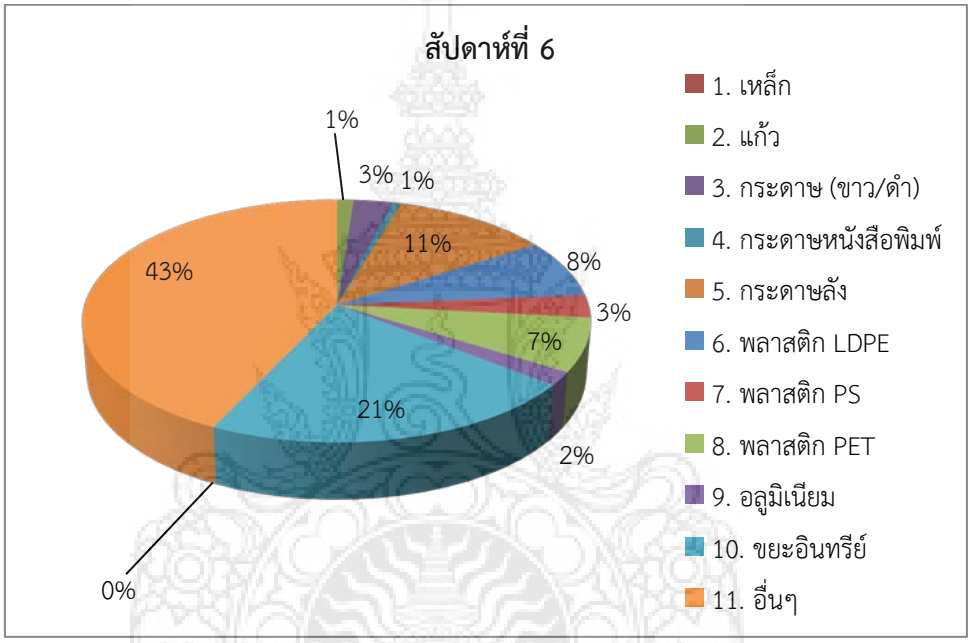
ภาพที่ 4-11 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 4

องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 5 พบขยะมูลฝอยที่คัดแยกได้ คือ ขยะอื่นๆ, พลาสติก PS, ขยะอินทรีย์, กระดาษ (ขาว/ดำ), พลาสติก PET, พลาสติก LDPE, กระดาษลัง, อลูมิเนียม, แก้ว และกระดาษหนังสือพิมพ์ โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 29.00, 16.00, 11.00, 5.40, 5.20, 4.60, 3.00, 1.80, 1.00 และ 0.80 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดได้ ร้อยละ 37.28, 20.57, 14.14, 6.94, 6.68, 5.91, 3.86, 2.31, 1.29 และ 1.03 ของปริมาณของขยะมูลฝอยทั้งหมด ตามลำดับ



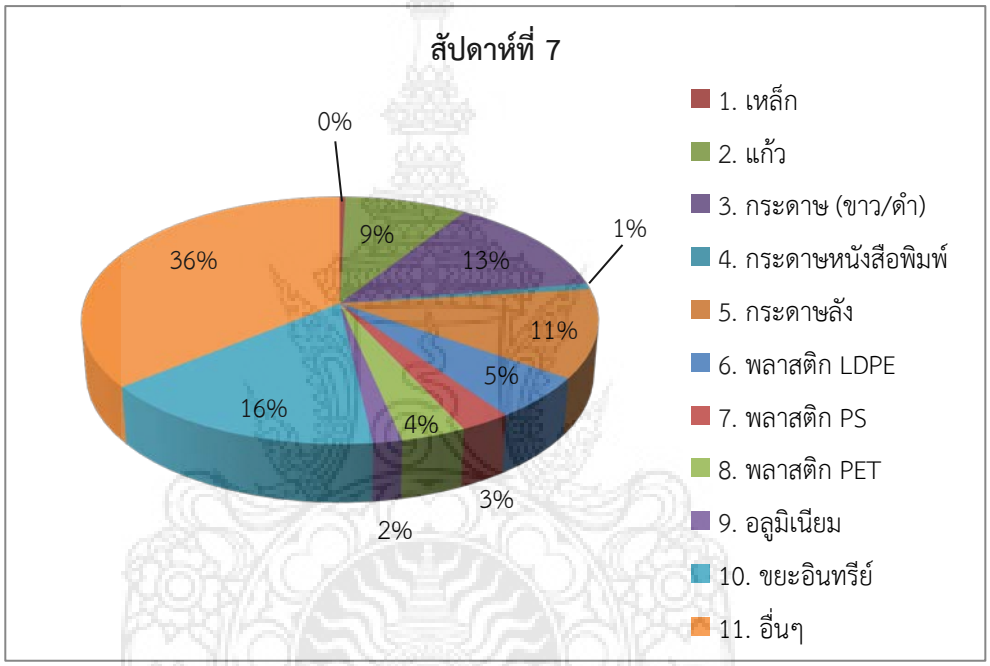
ภาพที่ 4-12 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 5

องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 6 พบขยะมูลฝอยที่คัดแยกได้ คือ ขยะอื่นๆ, ขยะอินทรีย์, กระดาษลัง, พลาสติก LDPE, พลาสติก PET, พลาสติก PS, กระดาษ (ขาว/ดำ), อลูมิเนียม, แก้ว และกระดาษหนังสือพิมพ์ โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 24.00, 12.00, 6.33, 4.33, 4.00, 1.67, 1.58, 1.00, 0.67 และ 0.33 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดได้ ร้อยละ 42.93, 21.46, 11.32, 7.74, 7.15, 2.99, 2.83, 1.74, 1.20 และ 0.59 ของปริมาณของขยะมูลฝอยทั้งหมด ตามลำดับ



ภาพที่ 4-13 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 6

องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 7 พบขยะมูลฝอยที่คัดแยกได้ คือ ขยะอื่นๆ, ขยะอินทรีย์, กระดาษ (ขาว/ดำ), กระดาษลัง, แก้ว, พลาสติก LDPE, พลาสติก PET, พลาสติก PS, อลูมิเนียม, กระดาษหนังสือพิมพ์ และเหล็ก โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 18.00, 8.00, 6.60, 5.80, 4.40, 2.80, 1.80, 1.40, 0.80, 0.40, 0.20 กิโลกรัมต่อวันตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดได้ ร้อยละ 35.86, 15.94, 13.15, 11.55, 8.76, 5.58, 3.58, 2.79, 1.59, 0.8, 0.4 ของปริมาณของขยะมูลฝอยทั้งหมดตามลำดับ



ภาพที่ 4-14 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 7

ตารางที่ 4-5 ปริมาณขยะมูลฝอยตามประเภทหลัก

ประเภทขยะมูลฝอย	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)							รวม (กิโลกรัม)
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	
เหล็ก	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2
แก้ว	2.33	0.8	14.81	2.5	1	0.67	4.4	26.51
กระดาษ (ขาว/ดำ)	7	3.2	2.4	1.75	5.4	1.58	6.6	27.93
กระดาษหนังสือพิมพ์	2.67	1	0.2	0	0.8	0.33	0.4	5.4
กระดาษลัง	4.66	2.8	3	2.5	3	6.33	5.8	28.09
พลาสติก LDPE	3.67	6.6	2.8	4.25	4.6	4.33	2.8	29.05
พลาสติก PS	2.33	1.2	0.8	1	16	1.67	1.4	24.4
พลาสติก PET	2.34	2.6	3.2	2	5.2	4	1.8	21.14
อลูมิเนียม	2	1.4	2.8	4	1.8	1	0.8	13.8
ขยะอินทรีย์	17.67	11	12	19	11	12	8	90.67

4.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการจัดการขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดด้วยกระบวนการ 3R (Reduce Reuse และ Recycle) โดยใช้ซอฟต์แวร์การจัดการ และคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะมูลฝอยชุมชน (3R – Greenhouse Gas Calculation Version 6.0) ซึ่งพัฒนาโดยศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยการประเมิน ประกอบด้วย การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากปริมาณขยะมูลฝอยก่อนดำเนินโครงการ หรือข้อมูลบรรทัดฐาน (Baseline) และการประเมินหลังจากดำเนินโครงการคัดแยกขยะมูลฝอยในการจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจำเป็นจะต้องทราบข้อมูลปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยรวมทั้งปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการจัดการขยะมูลฝอยเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

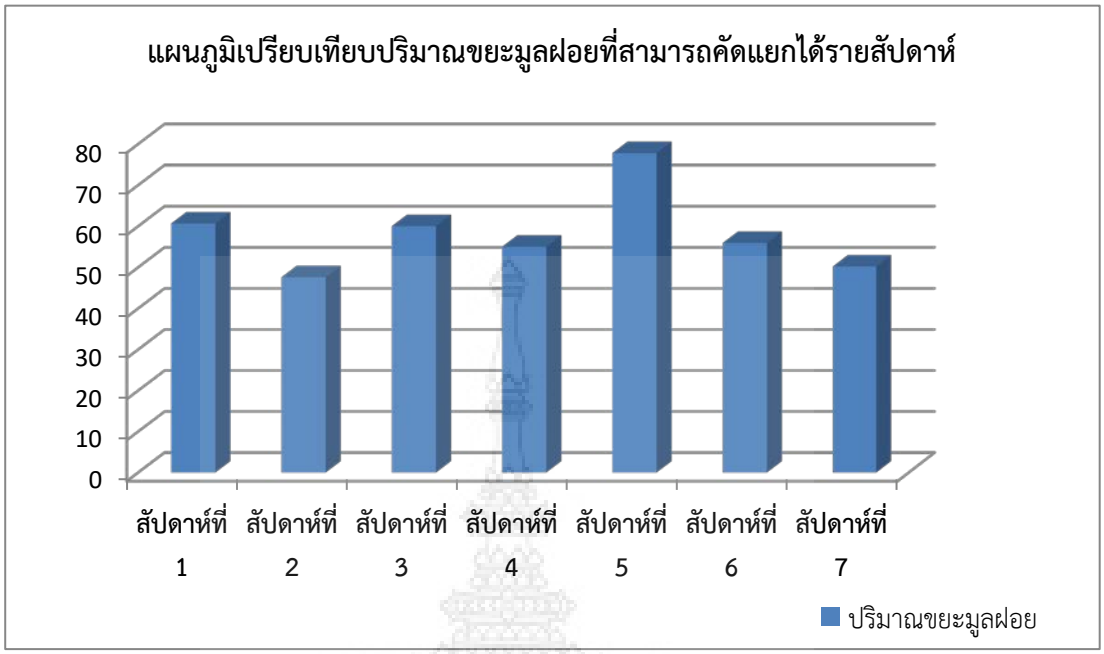
จากข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยในโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ ที่ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเปิดภาคการศึกษาในวันจันทร์ถึงวันศุกร์เป็นเวลา 7 สัปดาห์ (รวมทั้งสิ้น 33 วัน) เมื่อนำมาประเมินด้วยซอฟต์แวร์การจัดการและคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะมูลฝอยชุมชน (3R - Greenhouse Gas Calculation Version 6.0) โดยเน้นเฉพาะขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ พบว่า โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ ยังไม่มีโครงการคัดแยกขยะมูลฝอย เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จึงกำหนดให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้ก่อนดำเนินโครงการคัดแยกขยะมูลฝอย หรือข้อมูลบรรทัดฐาน (Baseline) มีค่าเท่ากับศูนย์และปริมาณก๊าซเรือนกระจกหลังจากดำเนินโครงการคัดแยกขยะมูลฝอยแสดงผลดังตารางที่ 4-6

สรุปได้ว่า ในสัปดาห์ที่ 1-7 มีปริมาณองค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ที่พบมากที่สุด คือ ขยะอินทรีย์ มีปริมาณทั้งหมด 90.67 กิโลกรัม สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ 100.71 $KgCO_2$ รองลงมา คือ พลาสติก LDPE มีปริมาณทั้งหมด 29.05 กิโลกรัม สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก 109.03 $KgCO_2$ และกระดาษลัง มีปริมาณทั้งหมด 28.09 กิโลกรัม สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ 113.84 $KgCO_2$ และปริมาณองค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่พบน้อยที่สุด คือ เหล็ก มีปริมาณทั้งหมด 0.20 กิโลกรัม สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ 0.43 $KgCO_2$

ดังนั้น ประเภทองค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้มากที่สุด คือ กระดาษ (ขาว/ดำ) สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ 136.34 $KgCO_2$ รองลงมา คือ กระดาษลัง สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ 113.84 $KgCO_2$ และพลาสติก LDPE สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ 109.03 $KgCO_2$ และขยะอินทรีย์ สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ 100.71 $KgCO_2$

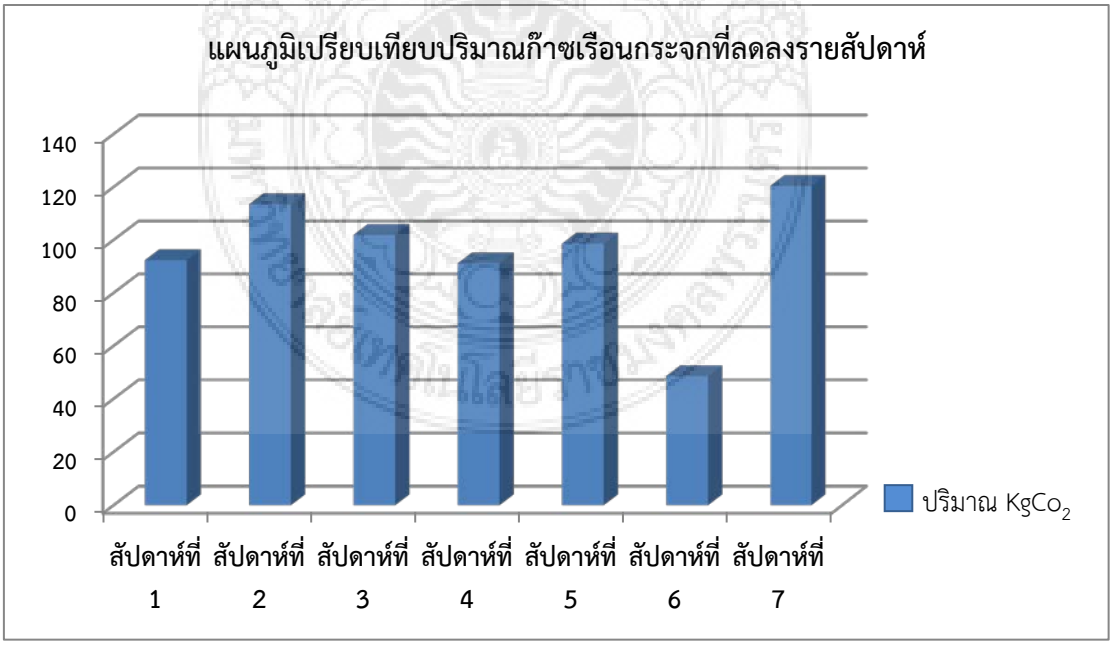
ตารางที่ 4-6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ของขยะมูลฝอยที่แยกตามองค์ประกอบ

ประเภทขยะมูลฝอย	สัปดาห์ที่ 1 ก๊าซเรือนกระจก ($KgCO_2$)	สัปดาห์ที่ 2 ก๊าซเรือนกระจก ($KgCO_2$)	สัปดาห์ที่ 3 ก๊าซเรือนกระจก ($KgCO_2$)	สัปดาห์ที่ 4 ก๊าซเรือนกระจก ($KgCO_2$)	สัปดาห์ที่ 5 ก๊าซเรือนกระจก ($KgCO_2$)	สัปดาห์ที่ 6 ก๊าซเรือนกระจก ($KgCO_2$)	สัปดาห์ที่ 7 ก๊าซเรือนกระจก ($KgCO_2$)	รวม ($KgCO_2$)
เหล็ก	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.43
แก้ว	3.43	1.96	38.67	4.90	2.45	0.98	10.77	63.15
กระดาษ (ขาว/ดำ)	23.66	18.03	13.52	7.89	30.42	5.63	37.18	136.34
กระดาษหนังสือพิมพ์	6.44	4.02	0.80	0.00	3.22	0.80	1.61	16.90
กระดาษลัง	13.06	20.53	13.06	9.33	14.00	16.80	27.06	113.84
พลาสติก LDPE	9.59	28.78	12.21	14.83	20.06	11.34	12.21	109.03
พลาสติก PS	4.12	4.15	2.37	2.36	4.73	2.96	4.14	24.83
พลาสติก PET	4.48	5.76	10.24	5.12	16.64	7.68	5.76	55.68
อลูมิเนียม	3.71	5.50	10.99	12.56	7.07	2.36	3.14	45.32
ขยะอินทรีย์	23.83	24.73	0.00	34.17	0.00	0.00	17.98	100.71

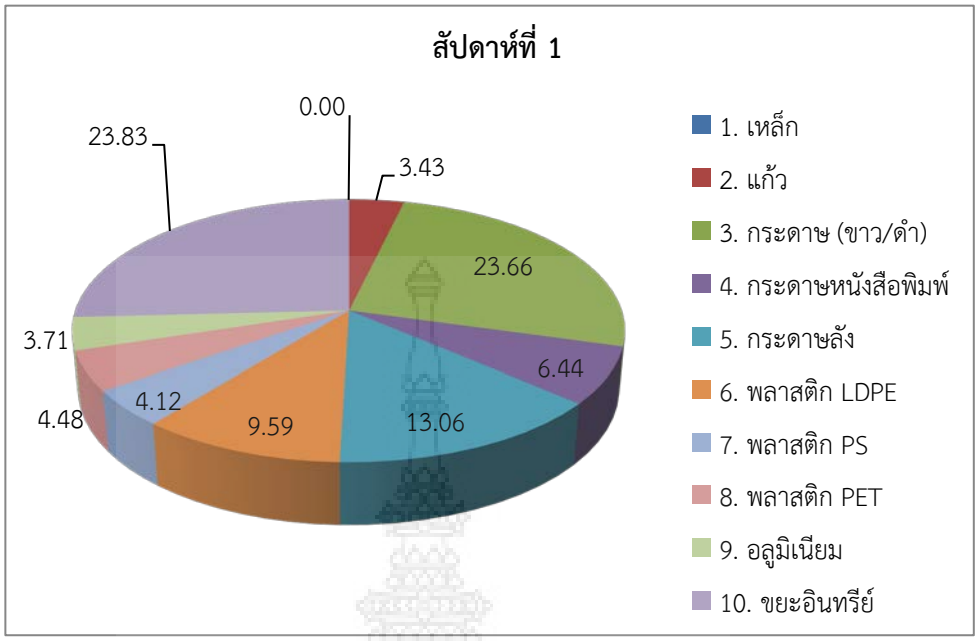


ภาพที่ 4-15 แผนภูมิเปรียบเทียบน้ำหนักขยะมูลฝอยรายสัปดาห์

หมายเหตุ : สัปดาห์ที่ 5 เป็นสัปดาห์ที่มีกิจกรรมกีฬาสี จึงทำให้มีปริมาณขยะมากที่สุด

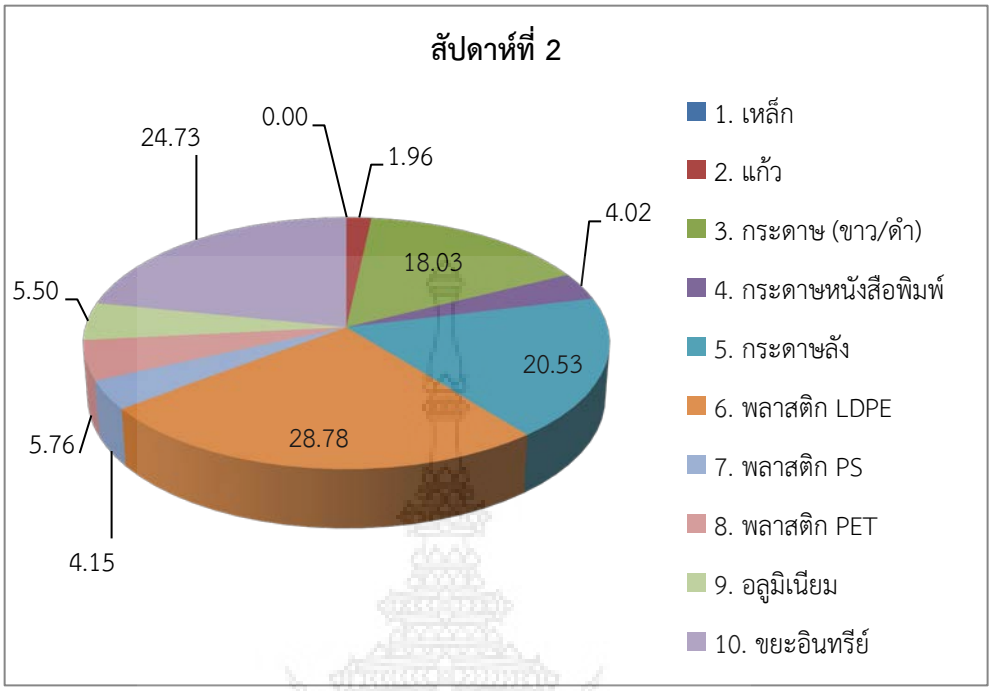


ภาพที่ 4-16 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงรายสัปดาห์



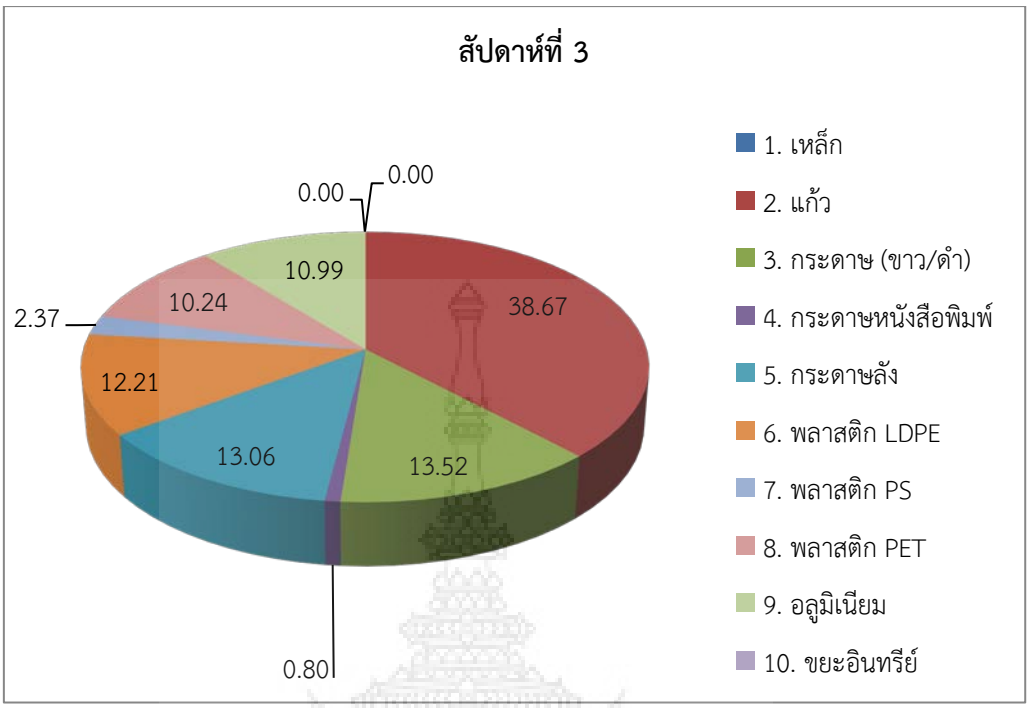
ภาพที่ 4-17 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 1

ในสัปดาห์ที่ 1 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่พบมากที่สุด คือ ขยะอินทรีย์ รองลงมา คือ กระดาษถ่ายเอกสาร, กล่องลัง, พลาสติก LDPE, กระดาษหนังสือพิมพ์, พลาสติก PET, พลาสติก PS, อลูมิเนียม และแก้ว สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก เฉลี่ย 23.83, 23.66, 13.06, 9.59, 6.44, 4.48, 4.12, 3.71 และ 3.43 $KgCO_2$ ตามลำดับ



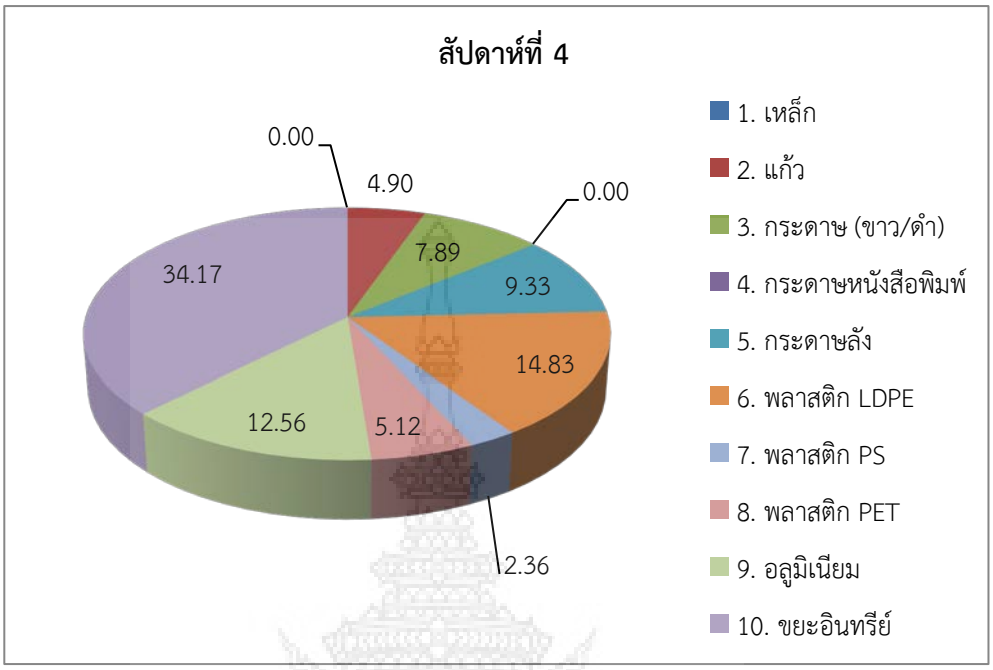
ภาพที่ 4-18 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 2

ในสัปดาห์ที่ 2 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่พบมากที่สุด คือ พลาสติก LDPE รองลงมา คือ ขยะอินทรีย์, กระดาษลัง, กระดาษ (ขาว/ดำ), พลาสติก PET, อลูมิเนียม, พลาสติก PS กระดาษหนังสือพิมพ์ และแก้ว สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก เฉลี่ย 28.78, 24.73, 20.53, 18.03, 5.76, 5.50, 4.15, 4.02 และ 1.96 $KgCO_2$ ตามลำดับ



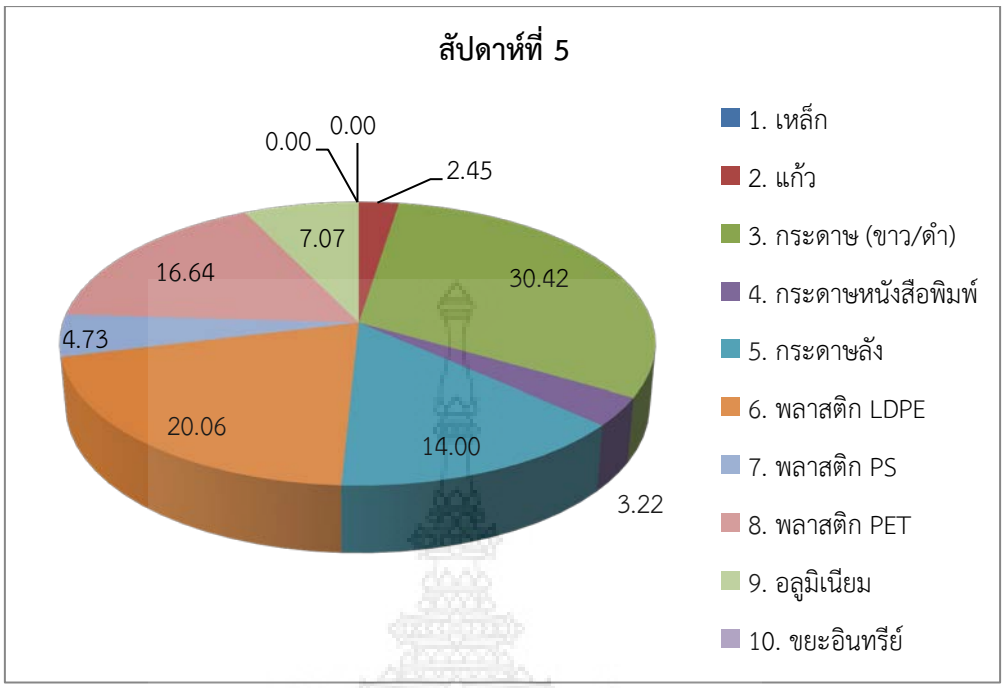
ภาพที่ 4-19 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 3

ในสัปดาห์ที่ 3 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่พบมากที่สุด คือ แก้ว รองลงมา คือ กระดาษ (ขาว/ดำ), กระดาษลัง, พลาสติก LDPE, อลูมิเนียม, พลาสติก PET, พลาสติก PS และ กระดาษหนังสือพิมพ์ สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก เฉลี่ย 38.67, 13.52, 13.06, 12.21, 10.99, 10.24, 2.37 และ 0.80 $KgCO_2$ ตามลำดับ



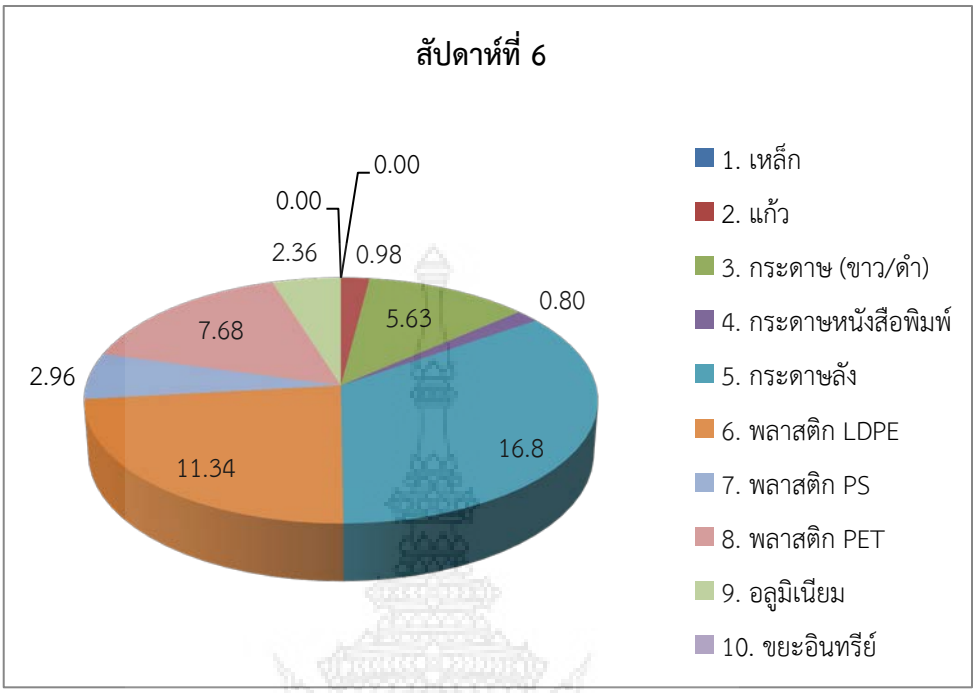
ภาพที่ 4-20 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 4

ในสัปดาห์ที่ 4 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่พบมากที่สุด คือ ขยะอินทรีย์ รองลงมา คือ พลาสติก LDPE, อลูมิเนียม, กระดาษลัง, กระดาษ (ขาว/ดำ), พลาสติก PET, แก้ว และพลาสติก PS สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก เฉลี่ย 34.17, 14.83, 12.56, 9.33, 7.89, 5.12, 4.90 และ 2.36 $KgCO_2$ ตามลำดับ



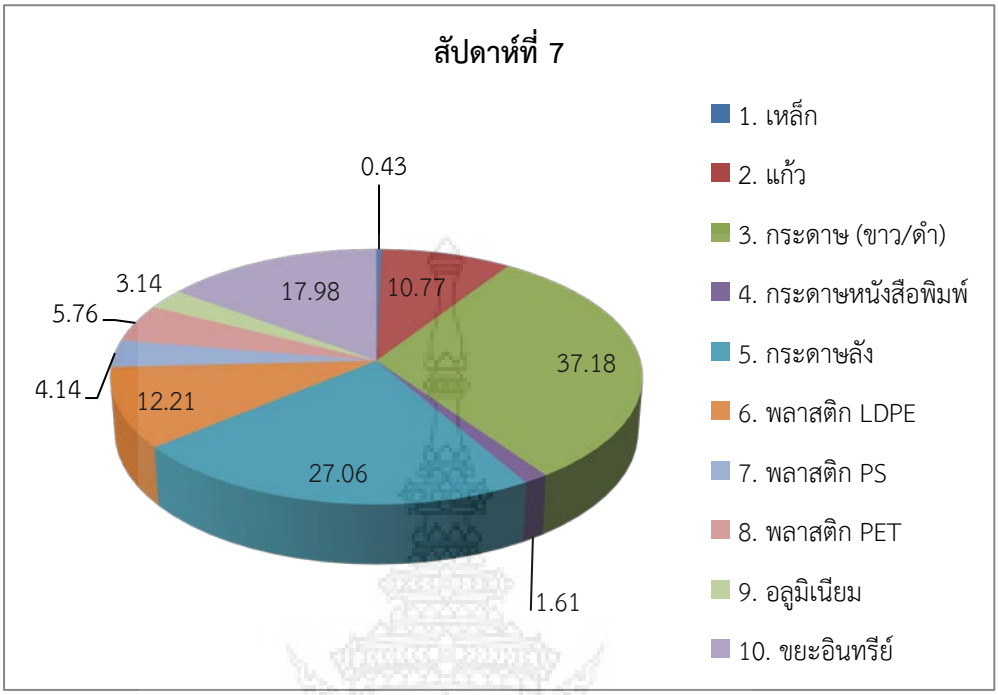
ภาพที่ 4-21 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 5

ในสัปดาห์ที่ 5 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่พบมากที่สุด คือ กระดาษ (ขาว/ดำ) รองลงมา คือ พลาสติก LDPE, พลาสติก PET, กระดาษลัง, อลูมิเนียม, พลาสติก PS, กระดาษหนังสือพิมพ์ และแก้ว สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก เฉลี่ย 30.42, 20.06, 16.64, 14.00, 7.07, 4.73, 3.22 และ 2.45 $KgCO_2$ ตามลำดับ



ภาพที่ 4-22 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 6

ในสัปดาห์ที่ 6 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่พบมากที่สุด คือ กระดาษลัง รองลงมา คือ พลาสติก LDPE, พลาสติก PET, กระดาษ (ขาว/ดำ), พลาสติก PS, อลูมิเนียม, แก้ว และกระดาษหนังสือพิมพ์ สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก เฉลี่ย 16.80, 11.34, 7.68, 5.63, 2.96, 2.36, 0.98 และ 0.80 $KgCO_2$ ตามลำดับ



ภาพที่ 4-23 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้รายประเภทสัปดาห์ที่ 7

ในสัปดาห์ที่ 7 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่พบมากที่สุด คือ กระดาษ (ขาว/ดำ) รองลงมา คือ กระดาษลัง, ขยะอินทรีย์, พลาสติก LDPE, แก้ว, พลาสติก PET, พลาสติก PS, อลูมิเนียม, กระดาษหนังสือพิมพ์ และเหล็ก สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก เฉลี่ย 37.18, 27.06, 17.98, 12.21, 10.77, 5.76, 4.14, 3.14, 1.61 และ 0.43 $KgCO_2$ ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปวิจัย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ จากการจัดการขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยทำการคัดแยกขยะตามรายประเภทโดยแบ่งเป็นรายประเภทหลัก และรายประเภทรอง แบ่งออกเป็น 11 ปะเภท ได้แก่ เหล็ก, แก้ว, กระดาษ (ขาว/ดำ), กระดาษหนังสือพิมพ์, กระดาษลัง, พลาสติก LDPE, พลาสติก PS, พลาสติก PET, อลูมิเนียม, ขยะอินทรีย์ และอื่นๆ และเสนอแนะแนวทางและรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับของโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ ซึ่งมีผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ปริมาณองค์ประกอบของขยะมูลฝอย

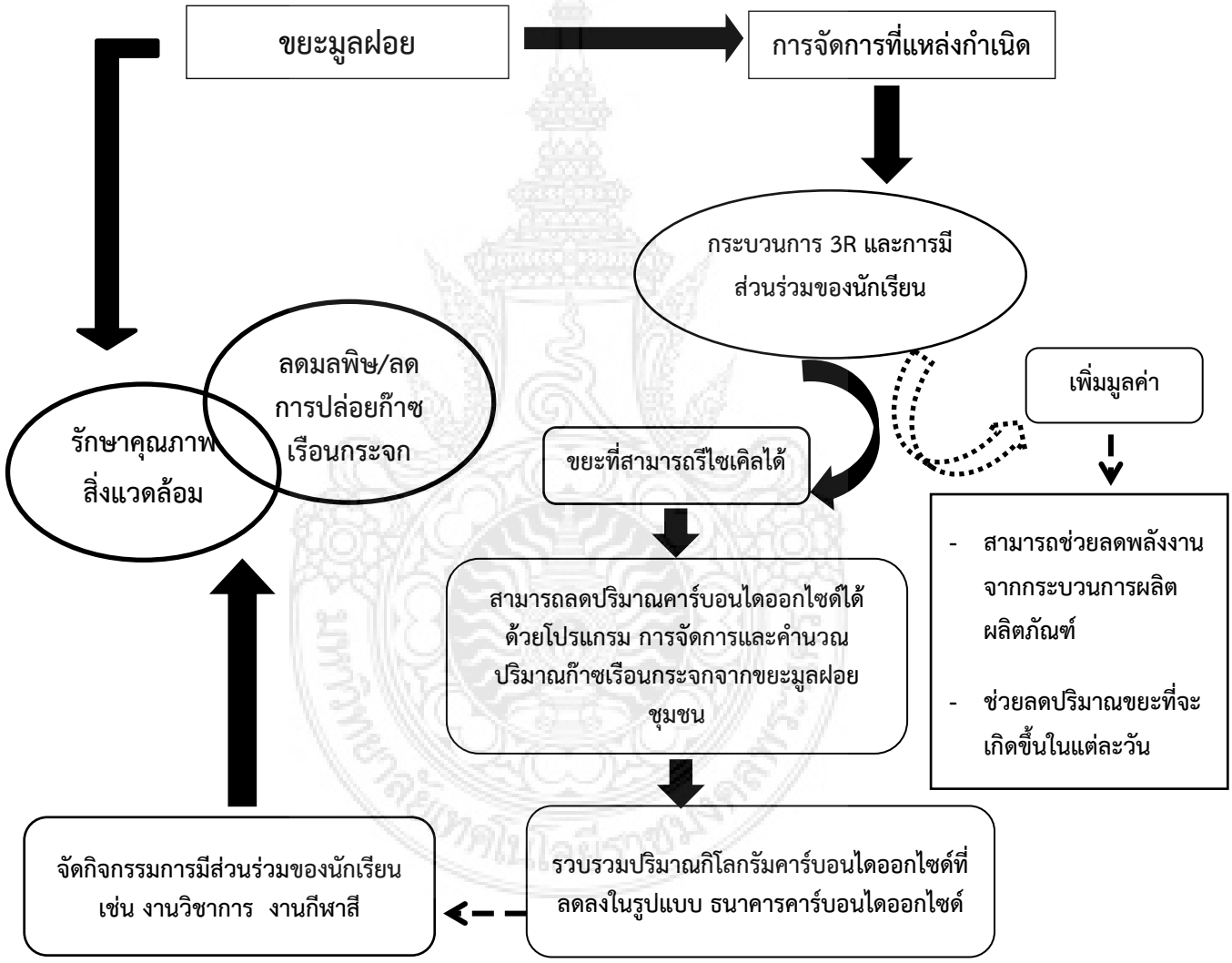
ผลการศึกษา พบว่า การสำรวจปริมาณขยะมูลฝอยในพื้นที่โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี ในช่วงวันที่มีการเรียนการสอน วันจันทร์-วันศุกร์ จำนวน 7 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 30 วัน มีปริมาณขยะมูลฝอยทั้งสิ้น 1,748 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58 กิโลกรัมต่อวัน ขยะมูลฝอยองค์ประกอบขยะมูลฝอยที่สามารถคัดแยกได้ตามรายประเภทมีปริมาณขยะที่สามารถคัดแยกได้มากที่สุด คือ ขยะประเภทอื่นๆ รองลงมาคือ ขยะอินทรีย์, พลาสติก LDPE, กระดาษลัง, กระดาษ (ขาว/ดำ), แก้ว, พลาสติก PS, พลาสติก PET, อลูมิเนียม, กระดาษหนังสือพิมพ์ และเหล็ก มีปริมาณขยะมูลฝอยรวม เท่ากับ 140, 90.67, 29.05, 28.09, 27.93, 26.51, 24.54, 21.14, 13.80, 5.33 และ 0.20 กิโลกรัม ตามลำดับ

5.1.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้

ผลการศึกษาพบว่า การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการจัดการขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้มากที่สุด คือ กระดาษลัง รองลงมา คือ กระดาษ (ขาว/ดำ), ขยะอินทรีย์, แก้ว, พลาสติก PET, พลาสติก PS, อลูมิเนียม, กระดาษหนังสือพิมพ์ และเหล็ก มีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 165.02, 140.83, 94.85, 77.34, 64.61, 58.24, 55.39, 44.52 และ 1.27 $KgCO_2$ ตามลำดับ

5.2 แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดเชิงบูรณาการที่เหมาะสม สำหรับโรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

จากผลการศึกษาเบื้องต้นผนวกกับบริบทการจัดการขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิด ผู้วิจัยสามารถนำมาจัดทำเป็นโมเดลต้นแบบการจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียน เพื่อจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจร อันจะนำไปสู่ Zero Waste รวมทั้งเป็นการบริโภคที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และลดภาวะโลกร้อน



ภาพที่ 5-1 ต้นแบบการจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียนรัตนาธิเบศร์

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรมีการวิเคราะห์ทางการเงินของขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เพื่อศึกษาถึงรายได้ที่เกิดจากการนำขยะมูลฝอยที่คัดแยกได้ไปจำหน่ายต่อให้แก่ผู้รับซื้อขยะมูลฝอย ซึ่งจะส่งผลต่อความมั่นใจที่เลือกแนวทางการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอยก่อนทิ้งหรือการกำหนดประเภทภาชนะรองรับขยะมูลฝอย

5.3.2 ควรประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจก จากการจัดการขยะมูลฝอยประเภทขยะที่ย่อยสลายได้พร้อมเสนอแนะแนวทางและรูปแบบในการจัดการขยะที่ย่อยสลายได้ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับสถาบันการศึกษา

5.3.3 สถานศึกษามีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการ 3R ในการคัดแยกองค์ประกอบขยะมูลฝอยแล้ว สถานศึกษาสามารถนำไปต่อยอดและนำไปปฏิบัติต่อหลังจากเสร็จสิ้นโครงการแล้ว

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. **“การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน”.** สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2556 จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_garbage.html

กรมควบคุมมลพิษ, 2556. **“สถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2555”.** สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2556 จาก http://www.pcd.go.th/Public/News/GetNewsThai.cfm?task=lt2009&id=16848

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2554. พิมพ์ครั้งที่ 1. **“แนวทางการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ได้รับฉลากคาร์บอน”.** กรุงเทพฯ.

จักพงษ์ ผิวสร้อย และโสภณ สาธุภาพ. 2551. **“แนวทางการรีไซเคิลขยะของมหาวิทยาลัยขอนแก่นอย่างมีประสิทธิผล”.** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ฉันฐิสา เกศมณี. 2540. **“การศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการอุตสาหกรรม การผลิต”.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

รัตนศิริ พิมลไทย. 2548. **“การคัดกรองปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน”.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธเรศ ศรีสถิตย์. 2550. **“วิศวกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน”.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

ธเรศ ศรีสถิตย์. 2553. **“วิศวกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน”.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

พัชราภรณ์ ชลิตตาภรณ์. 2551. **“การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของชุมชน เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี”.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขานโยบายสาธารณะ. รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.

พิชัย ศรีมันตะ. 2555. **“การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการปรับปรุงการจัดการขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยขอนแก่น”.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาสิ่งแวดล้อม). คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2553. **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามรายประเภทของขยะชุมชนที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่.** กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2554. **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาประเมินปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจากของเสียชุมชนในพื้นที่นำร่อง ด้วยมาตรการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ และเทคโนโลยีพลังงาน**. กรุงเทพฯ.

สรพล สุวรรณจิตร. 2550. **“ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอยของประชาชนในชุมชนเขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร”.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชานโยบายและการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเกริก.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ม.ป.ป. **โครงการศึกษาการจัดทำแผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชนและขยะมูลฝอยอันตรายชุมชน ระดับประเทศ.** กรุงเทพฯ.

หทัยรัตน์ เสียงดัง และชื่นฤทัย กาญจนะจิตรา. 2550**. ความเป็นเมืองและขยะ**. สำนักพิมพ์ประชากรและสังคม. นครปฐม.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2552. **คาร์บอนฟุตพริ้นท์**. สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2556 จาก http://www.tgo.or.th/index.php?option=com_content&task=category&sectioned=8&id=44&Itemid=68

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2552**. รายงานสรุปผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ประจำปี 2552.** สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2556 จาก http://www.tgo.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=122:thailand-grid-emission-2009-report&catid=62:tgo-research&Itemid=29

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1997. **The revised 1996 IPCC guidelines for** na**tional greenhouse gas inventories : Reference manual.**

บรรณานุกรม (ต่อ)

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1997. **Greenhouse gas reference manual : revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, Reference Volume 3.** (eds Houghton JT, MeiraFilho LG, Lin B, et al.). Intergovernmental Panel on Climate Change.

Neil Tangri. 2010. **Respect for Recyclers : Protecting the Climate through Zero Waste.** [Online] From http://www.no-burn.org/press-release-philippines-urged-to-speak-out-in-favor-of-recycling-at-climate-meet-in-china, October 12, 2013.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล นางสาวสุชาดา บุญฉาย

วัน เดือน ปีเกิด 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2535

ภูมิลำเนา อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

ประวัติการศึกษา

2546	ประถมศึกษา	โรงเรียนเทพประทานพร จังหวัดนนทบุรี
2549	มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี
2552	มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี
2556	ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ นามสกุล นางสาวนุสรา อ่อนสี

วัน เดือน ปีเกิด 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2535

ภูมิลำเนา อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี

ประวัติการศึกษา

2546	ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี
2549	มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี
2552	มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนสิงหพาหุ “ประสานมิตรอุปถัมภ์” จังหวัดสิงห์บุรี
2556	ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร