การวิเคราะห์หาแนวทางการจัดการขยะอย่างยั่งยืนของเทศบาลตำบลป่าซาง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ

สุบรรณ์ ฟูวัน

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

พฤษภาคม 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

อาจารย์ที่ปรึกษา และคณบดีวิทยาลัยการศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยพะเยาได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เรื่อง “การวิเคราะห์หาแนวทางการจัดการขยะอย่างยั่งยืนของเทศบาล ตำบลป่าซาง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยพะเยา

.....

(ดร.ณภัทร จักรวัฒนา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ นพรัก)

คณบดีวิทยาลัยการศึกษาต่อเนื่อง

พฤษภาคม 2555

ชื่อเรื่อง	การวิเคราะห์หาแนวทางการจัดการขยะอย่างยั่งยืนของเทศบาล ตำบลป่าซาง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ
ผู้ศึกษาค้นคว้า	สุบรรณ์ ฟูวัน
ที่ปรึกษา	ดร. ณภัทร จักรวัฒนา
ประเภทสารนิพนธ์	การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วศ.ม. สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยพะเยา, 2555
คำสำคัญ	ขยะมูลฝอย, การวิเคราะห์การไหลของมวลสาร

บทคัดย่อ

เทศบาลตำบลป่าซาง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ไม่สามารถที่จะดำเนินการกำจัดขยะได้เอง จึงว่าจ้างบริษัทเอกชนดำเนินการ แต่ทว่าว่าในอนาคตความสามารถในการจัดการขยะของเอกชนอาจมีขีดจำกัด ทางเทศบาลตำบลป่าซางจึงมีความจำเป็นต้องเตรียมตัวพร้อมรับกับปัญหาดังกล่าว ด้วยการศึกษาถึงกระบวนการกำจัดขยะของบริษัทเอกชนที่รับกำจัดขยะให้เทศบาลตำบลป่าซาง โดยใช้เทคนิควิเคราะห์การไหลของมวลสาร(Material Flow Analysis) จากข้อมูลปริมาณขยะมี 2 แหล่งหลักคือขยะชุมชนในพื้นที่มีปริมาณเฉลี่ย 8.01 ตัน/วัน และขยะอินทรีย์จากเศษวัตถุดิบจากกระบวนการผลิตอาหารกระป๋องจากโรงงานโครงการหลวงดอยคำมีปริมาณเฉลี่ยวันละ 1.19 ตัน/วัน เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยเทคนิควิเคราะห์การไหลของมวลสาร ในกระบวนการกำจัดขยะ ณ ปัจจุบัน ทำให้ทราบว่าการคัดแยกขยะรีไซเคิลไปขายยังร้านรับซื้อของเก่าด้วยแรงงานคนทำให้มีปริมาณขยะคงค้างจากการคัดแยก 8.04 ตัน/วัน และถูกกองไว้ในที่โล่งซึ่งเป็นวิธีการกำจัดที่ไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล เพื่อต้องการหากระบวนการกำจัดขยะที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลตำบลป่าซางในอนาคต โดยเพิ่มกระบวนการกำจัดขยะในรูปสถานการณ์จำลองต่างๆ 4 รูปแบบ ซึ่งแต่ละกระบวนการมีสัดส่วนสมดุลมวลสารแตกต่างกัน โดยแบบที่ 1 มีปริมาณขยะคงค้างในระบบ 5.90 ตัน/วัน แบบที่ 2 มี 1.90 ตัน/วัน แบบที่ 3 มี 0.74 ตัน/วัน แบบที่ 4 มี 0.54 ตัน/วัน

Title	SCENARIO ANALYSIS FOR SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT OF PASANG MUNICIPALITY USING MATERIAL FLOW ANALYSIS
Author	Subhan Foowan
Advisor	Dr.Napat Jakrawatana
Academic Paper	Independent Study M.Eng in Environmental Engineering, University of Phayao, 2012
Keywords	Waste, Material Flow Analysis

ABSTRACT

Pasang Manicipality, Maechan Distric, Chiang Rai can not operate there own waste they hired a private companies. But in the future the ability to limit the waste of the public may have a limit. Pasang Manicipality is necessary to prepare and get to the problem by studying the process of waste disposal of a private companies with Material Flow Analysis. Form data of waste they have 2 source. Municipal waste average 8.01 tons./day and organic waste from the canning process of Doi Kham Factory average 1.19 tons/day. When the data were analyzed by Material Flow Analysis in the process of waste disposal. Now it was found that the segregation of recyclable waste was sold to the store with human labor The outstanding amount of waste segregation 8.04 tons/day and was stack outdoor as a way to disposal incorrect by sanitation. To find the proper waste disposal in the future for Pasang Manicipality. By increase the waste disposal scenarios in 4 format. In each process have the difference transfer coefficient mass balance. Format 1 the outstanding amount of waste in the system are 5.90 tons/day. Format 2 are 1.90 tons/day. Format 3 are 0.74 tons/day. Format 4 are 0.54 tons/day.

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ณภัทร จักรวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำตั้งแต่เริ่มดำเนินงานจนแล้วเสร็จ รวมถึงคณาจารย์สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้และความอนุเคราะห์ด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ เทศบาลตำบลป่าซาง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ที่อนุเคราะห์เป็นพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณชยิน ปาราเมศธนกร ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลรายละเอียดในการกำจัดขยะในพื้นที่ ณ ปัจจุบัน

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม รุ่นที่ 2 วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา สำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือ

ประโยชน์ใด ๆ ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการศึกษาครั้งนี้ ขอมอบแด่ครอบครัวฟูวัน ซึ่งเป็นเหมือนพลังในการเรียนและการทำงานสำหรับข้าพเจ้าตลอดมา

สุบรรณ์ ฟูวัน

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

นิยามศัพท์เฉพาะ 2

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย 2

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

ขยะมูลฝอย 3

การเก็บรวบรวมและการเก็บขนขยะมูลฝอย 14

การเปลี่ยนรูปขยะมูลฝอย 20

ระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย 27

เตาเผาขยะ (Incineration) 30

มลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยและการป้องกัน 32

ปัจจัยประกอบการเลือกใช้เตาเผา 34

การทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย 35

ขั้นตอนการหมักขยะมูลฝอยให้เป็นปุ๋ยหมักสำหรับชุมชน 36

ขั้นตอนการหมักขยะมูลฝอยให้เป็นปุ๋ยหมักสำหรับครัวเรือน 37

การฝังกลบ (Landfill) 39

ลักษณะของสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะ 41

การเลือกสถานที่ตั้งของแหล่งฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะ 41

การดำเนินงานฝังกลบมูลฝอย 42

การใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบมูลฝอย 42

การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Material Flow Analysis–MFA) 43

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 52

การกำหนดขอบเขตของระบบ..... 53

การเก็บข้อมูลการไหลของวัสดุ..... 54

การสมดุลมวล..... 56

วิเคราะห์สถานการณ์จำลองแบบต่าง ๆ..... 57

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 59

5 บทสรุป..... 70

สรุปผลการวิจัย..... 71

อภิปรายผลการวิจัย..... 71

ข้อเสนอแนะ..... 72

บรรณานุกรม..... 72

ประวัติผู้ศึกษาค้นคว้า..... 74

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

1 แสดงส่วนประกอบของขยะมูลฝอยในกรุงเทพมหานคร..... 7
2 แสดงปริมาณความชื้นของส่วนประกอบของขยะมูลฝอยจากชุมชน..... 8
3 แสดงอัตราการผลิตขยะมูลฝอยของแต่ละภาค..... 13
4 แสดงประเภทและขนาดของถังที่ใช้ในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย..... 16
5 แสดงคุณลักษณะของเครื่องดักจับฝุ่นแต่ละประเภท..... 33
6 ประเภทของขยะมูลฝอยสำหรับหมักทำปุ๋ย..... 36
7 การแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นบริเวณหมักทำปุ๋ย..... 39
8 แสดงข้อมูลทั่วไปและการจัดการขยะ ณ ปัจจุบัน..... 54
9 แสดงแหล่งข้อมูลองค์ประกอบของขยะ..... 55
10 แสดงแหล่งข้อมูลปริมาณขยะ..... 56
11 แสดงสถานการณ์จำลอง 4 รูปแบบ..... 58
12 ค่าสัดส่วนสมดุลมวลกระบวนการหมักทำปุ๋ยแบบใช้อากาศ..... 58
13 ค่าสัดส่วนสมดุลมวลกระบวนการเผาด้วยเตาเผาขยะชุมชน..... 58
14 ค่าสัดส่วนสมดุลมวลกระบวนการเผาด้วยเตาเผาแบบ Pyrolysis 58
15 แสดงจำนวนครัวเรือนและจำนวนประชากร..... 59
16 องค์ประกอบขยะของเทศบาลตำบลป่าซาง..... 63

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

1 ผังอย่างง่ายแสดงการไหลของวัสดุ..... 44
2 พื้นที่ศึกษาและสถานที่กำจัดขยะของบริษัทเอกชน..... 53
3 แสดงการคัดแยกหาองค์ประกอบของขยะโดยวิธี Quartering 56
4 แสดงผลก่อนการวิเคราะห์ของโปรแกรม STAN2..... 57
5 ผังแบ่งเขตการปกครองของเทศบาลตำบลป่าซาง..... 59
6 แสดงตำแหน่งจุดรวบรวมขยะ..... 60
7 กราฟแสดงปริมาณขยะเทศบาลตำบลป่าซาง..... 61
8 แสดงองค์ประกอบของขยะของเทศบาลตำบลป่าซาง..... 62
9 กราฟแสดงปริมาณวัสดุรีไซเคิล..... 64
10 ขยะที่เหลือจากการคัดแยกซึ่งจะถูกนำไปกองไว้ในที่โล่ง..... 64
11 แสดงการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ ปัจจุบัน..... 65
12 แสดงการวิเคราะห์การไหลของวัสดุแบบจำลองที่ 1..... 66
13 แสดงการวิเคราะห์การไหลของวัสดุแบบจำลองที่ 2..... 67
14 แสดงการวิเคราะห์การไหลของวัสดุแบบจำลองที่ 3..... 68
15 แสดงการวิเคราะห์การไหลของวัสดุแบบจำลองที่ 4..... 69

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาขยะชุมชนที่นับวันจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ถ้าไม่มีวิธีการกำจัดที่ถูกต้องจะส่งผลกระทบกับชุมชนหลายด้าน เช่น เกิดมลพิษทั้งทาง ดิน น้ำ และอากาศ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคต่าง ๆ และแมลงนำโรค ทั้งเสี่ยงต่อสุขภาพ เสี่ยงต่อการติดโรคร้าย เช่น อหิวาต์ ไทฟอยด์ บิด พยาธิต่าง ๆ เป็นต้น รวมถึงการสูญเสียทางเศรษฐกิจ ทำให้ชุมชนหมดความงดงามและยังก่อให้เกิดสิ่งรบกวนทางสภาพแวดล้อม เช่น กลิ่นเหม็น

เทศบาลตำบลป่าซาง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย เป็นเทศบาลที่เพิ่งได้รับการยกฐานะจากองค์การบริหารส่วนตำบลป่าซางมาเป็นเทศบาลตำบลป่าซาง เมื่อปลายปี พ.ศ.2551 โดยมีพื้นที่รับผิดชอบ 42 ตารางกิโลเมตร แบ่งเป็น 15 หมู่บ้าน มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 2,412 ครัวเรือน มีจำนวนประชากร โดยรวมประชากรแฝงจากถิ่นอื่นที่เข้ามาอาศัยในพื้นที่ แต่ยังไม่มีสถานะทางทะเบียนแล้วทั้งหมด 7,570 คน เนื่องจากพื้นที่เทศบาลตำบลป่าซางตั้งอยู่บริเวณสามแยกทางขึ้นดอยแม่สลอง แยกจากถนนพหลโยธินหมายเลข 1 เส้นทางระหว่างอำเภอแม่จันไปอำเภอแม่สาย ซึ่งเป็นพื้นที่ทางผ่านไปยังสถานที่ท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงของจังหวัดเชียงราย ทั้งอำเภอแม่สายและดอยแม่สลอง นอกจากนั้นพื้นที่ตำบลป่าซางยังมีความหลากหลายของสภาพพื้นที่ เนื่องจากพื้นที่รับผิดชอบของเทศบาลตำบลป่าซางแบ่งเป็น 2 โซนหลัก คือ โซนชุมชนหนาแน่นซึ่งอยู่สองข้างทางถนนพหลโยธินหมายเลข 1 นอกจากจะมีปริมาณครัวเรือนที่หนาแน่นแล้ว พื้นที่โซนนี้ยังเป็นแหล่งรวมที่ตั้งของโรงสีข้าวจำนวนหลายโรง เป็นที่ตั้งของโรงแรมและห้องพักจำนวนมาก เพื่อรองรับนักท่องเที่ยวที่จะไปเที่ยวอำเภอแม่สาย และยังเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้กระป๋อง โครงการหลวงดอยคำซึ่งเป็นโครงการตามพระราชดำริ ส่วนอีกโซนเป็นชุมชนชนบทที่แต่ละหมู่บ้านจะอยู่ห่างกันและสภาพพื้นที่เป็นภูเขาโดยมีธรรมชาติและทัศนียภาพสวยงามอยู่สองข้างทางถนนขึ้นดอยแม่สลอง เป็นแหล่งที่ตั้งของโรงแรม รีสอร์ทและเกสเฮาท์จำนวนมาก แสดงให้เห็นว่าในพื้นที่มีแหล่งผลิตขยะที่หลากหลายทั้งขยะจากชุมชน ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม และขยะจากโรงแรม รีสอร์ท และเกสเฮ้าท์ ที่เปิดให้บริการนักท่องเที่ยว ปัจจุบันเทศบาลตำบลป่าซางไม่สามารถกำจัดขยะได้เอง จึงใช้วิธีการจ้างบริษัทเอกชน ให้ทำการเก็บและขนขยะไปกำจัดนอกพื้นที่ตำบลป่าซาง อย่างไรก็ตามแนวทางการกำจัดของบริษัทดังกล่าวไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อ

สิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อต้องการหาแนวทางในการกำจัดขยะของเทศบาลตำบลป่าซางที่เหมาะสม เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาแนวทางในการกำจัดขยะของเทศบาลตำบลป่าซางที่เหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและยั่งยืน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ

นิยามศัพท์เฉพาะ

การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Material Flow Analysis) หมายถึง เทคนิคที่ใช้อธิบายถึงเส้นทางผ่านเข้า – ออก ของวัสดุ จากจุดที่วัสดุนั้นเริ่มต้น ผ่านขั้นตอนทั้งหมดของกระบวนการผลิต จนถึงขั้นตอนการกำจัด รวมถึงการปลดปล่อยวัสดุนั้นออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยหลักในการวิเคราะห์จะใช้ หลักการทำสมดุลมวล (Mass Balance) ซึ่งจัดเป็นหลักการพื้นฐานของกฎการอนุรักษ์มวล ว่า มวลสารไม่สูญหาย หรือถูกทำลายไป สมการทั่วไปของสมดุลมวล คือ
มวลที่สะสมในระบบ = มวลที่เข้าสู่ระบบ – มวลที่ออกจากระบบ

ขยะ หมายถึง สิ่งที่มนุษย์ไม่ต้องการและหมดประโยชน์แล้วในสิ่งมีชีวิต

ปฏิกูล หมายถึง สสารซึ่งไม่จำเป็นหรือสารพิษซึ่งถูกขับออกจากร่างกายสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อให้ได้แนวทางในการกำจัดขยะที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลตำบลป่าซาง ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยโดยทั่วไป หมายถึง เศษวัสดุเศษของเหลือใช้ที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ขยะมูลฝอยชุมชน หมายถึง ขยะมูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดในชุมชน เช่น บ้านพักอาศัย ย่านธุรกิจการค้า สถานประกอบการ สถานบริการ ตลาดสด สถาบันต่าง ๆ รวมทั้งเศษวัสดุก่อสร้างโดยไม่รวมของเสียอันตรายและมูลฝอยติดเชื้อ

1. ขยะมูลฝอยสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทดังนี้

1.1 ขยะที่ย่อยสลายได้ง่าย หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า ขยะเปียก เป็นขยะที่เน่าเปื่อยได้ง่าย เช่น เศษอาหาร เศษพืชผัก เปลือกผลไม้ เป็นต้น ขยะพวกนี้มีความชื้นสูง สามารถเน่าเปื่อยง่าย และส่งกลิ่นเหม็นได้เร็ว

1.2 ขยะที่ย่อยสลายได้ยากหรือที่นิยมเรียกกันโดยทั่วไปว่า ขยะแห้ง เช่น กระดาษ ถุงพลาสติก ขวดแก้ว กระป๋องโลหะ เศษผ้า เศษไม้ ยาง เป็นต้น ขยะพวกนี้เน่าเปื่อยได้ยากหรืออาจไม่เน่าเปื่อย ทั้งยังสามารถเลือกเอาวัสดุที่ยังมีประโยชน์กลับมาใช้ใหม่ได้อีก โดยทำการคัดแยกก่อนทิ้ง อันจะช่วยให้ปริมาณขยะลดลง และสามารถนำไปขายเพื่อสร้างรายได้

1.3 ขยะอันตราย ได้แก่ สารเคมี หรือวัตถุที่มีสารพิษต่าง ๆ ที่พ้นจากสภาพใช้งานแล้ว รวมทั้งขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาล เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ ภาชนะบรรจุน้ำยาทำความสะอาดต่าง ๆ หลอดฟลูออเรสเซนต์ กากสารเคมีจากโรงงานอุตสาหกรรมยา และสารเคมีเสื่อมสภาพ สำลี และเศษอวัยวะจากสถานพยาบาล เป็นต้น ขยะเหล่านี้จะต้องมีการทำลายด้วยวิธีพิเศษเพื่อลดการแพร่กระจายของเชื้อโรค และสารพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม และถูกเรียกว่าเป็นของเสียอันตราย

2. ผลกระทบของขยะมูลฝอยที่มีต่อสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปแล้วมักจะมองกันว่าขยะมูลฝอยนั้นไม่ได้เป็นปัญหาใหญ่ต่อคนเรามากนัก อาจเป็นเพราะผลกระทบที่เกิดขึ้นยังไม่รุนแรง หรือเป็นผลกระทบทางอ้อมเป็นส่วนใหญ่ แต่ในความเป็นจริงแล้วขยะมูลฝอยได้ก่อให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อมอย่างมาก ซึ่งส่งผลไปถึงสุขภาพอนามัยของคนเราอีกด้วย ผลกระทบของขยะมูลฝอยที่มีต่อสิ่งแวดล้อมมีดังนี้

2.1 เป็นแหล่งอาหารและเป็นเพาะพันธุ์ของแมลงนำโรคต่าง ๆ ได้แก่ แมลงวัน หนู แมลงสาป ยุง และสัตว์ร้ายอื่น ๆ ทั้งที่เป็นพาหะของโรคและไม่เป็นพาหะของโรค

2.2 ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น และสภาพที่ไม่น่าดู

2.3 เป็นแหล่งแพร่กระจายสิ่งสกปรกไปสู่บรรยากาศ จากการที่ขยะมูลฝอยถูกลมพัดพาสิ่งสกปรกที่มีขนาดเล็กและเบา ลอยไปในอากาศและกระจายไปทั่วบริเวณรอบข้าง ซึ่งเป็นผลเสียต่อผู้ที่อยู่ในบริเวณนั้น นอกจากนี้ขยะมูลฝอยที่กองทิ้งไว้นาน ๆ จะมีก๊าซจากการหมักเกิดขึ้น ได้แก่ ก๊าซชีวภาพ ซึ่งติดไฟหรือเกิดการระเบิดได้ และก๊าซไข่เน่าซึ่งมีกลิ่นเหม็น

2.4 เป็นแหล่งที่แพร่กระจายสิ่งสกปรกไปยังแหล่งน้ำต่าง ๆ ทำให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำใต้ดินและน้ำผิวดินที่อยู่ใกล้เคียง รวมทั้งเมื่อตกค้างอยู่ในทางระบายน้ำก็ทำให้เกิดการสกัดกั้นการไหลของน้ำ โดยเฉพาะน้ำฝนที่ตกลงมา และชะสิ่งสกปรกต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมซึ่งเป็นอันตรายต่อการใช้น้ำอาจทำให้สัตว์น้ำตายในเวลาอันสั้น นอกจากนั้นยังส่งผลไปยังระบบนิเวศน์ของน้ำ ทำให้สัตว์น้ำที่มีค่าบางชนิดสูญพันธุ์ไปอีกด้วย

2.5 เป็นแหล่งแพร่กระจายสิ่งสกปรกไปยังพื้นผิวดินและสิ่งแวดล้อมใกล้เคียง กองขยะที่หมักสะสมอยู่นั้นทำให้เกิดน้ำเสียที่มีมลพิษสูง ซึ่งเรียกว่า น้ำชะละลายขยะ (Leachate) เป็นน้ำเสียที่มีทั้งสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ เชื้อโรค และสารพิษต่าง ๆ เจือปนอยู่ เมื่อน้ำเสียจากกองขยะมูลฝอยไหลไปตามพื้นดินบริเวณใดจะทำให้เกิดความสกปรก และความเสื่อมโทรมของพื้นดินบริเวณนั้น และอาจเปลี่ยนสภาพทำให้ดินมีลักษณะสมบัติเป็นดินด่างหรือดินกรดได้

3. แหล่งกำเนิดของมูลฝอย สามารถแยกได้เป็นแหล่งใหญ่ ๆ 3 แหล่ง ดังนี้

3.1 มูลฝอยชุมชน ได้แก่ มูลฝอยที่เกิดจากสถานที่ต่าง ๆ ดังนี้ ที่พักอาศัย ย่านธุรกิจการค้า ตลาดสด สถานที่ราชการหรือสถาบันทางการศึกษา โรงพยาบาล ลักษณะของมูลฝอยขึ้นอยู่กับกิจกรรมต่าง ๆ ตามประเภทของแหล่งกำเนิด เช่น มูลฝอยจากที่พักอาศัย ตลาดสด ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเศษอาหาร พืช ผัก ส่วนมูลฝอยจากสถานที่ราชการหรือโรงเรียนส่วนใหญ่เป็นเศษวัสดุเหลือใช้จากสำนักงาน เช่น กระดาษ ถุงพลาสติก เป็นต้น

3.2 มูลฝอยจากการเกษตร เช่น เศษจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และจากการเพาะปลูก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ ที่พร้อมจะเน่าและย่อยสลาย ส่งกลิ่นเหม็นรบกวน เช่น เศษพืช ผัก มูลสัตว์ เป็นต้น ในเขตเกษตรกรรมบางแห่งมีการใช้สารเคมี และวัสดุมีพิษต่าง ๆ ซึ่งเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม

3.3 มูลฝอยอุตสาหกรรม ได้แก่ มูลฝอยที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั้งจากกระบวนการผลิต หรือที่ปะปนมากับวัตถุดิบ

4. ชนิดของขยะมูลฝอย โดยทั่วไปแล้ว ขยะมูลฝอยแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 ขยะจากชุมชน (Municipal Wastes)

ประเภทที่ 2 ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Wastes)

ประเภทที่ 3 ขยะเสี่ยงอันตราย (Hazardous Wastes)

ซึ่งขยะมูลฝอยแต่ละประเภทสามารถแบ่งย่อยออกได้เป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้

4.1 ขยะเปียก (Garbage) เป็นบรรดาขยะมูลฝอยที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่เกิดการย่อยสลายโดยจุลชีพได้ โดยปกติขยะชนิดนี้จะมีความชื้นสูง เมื่อปล่อยทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่งขยะมูลฝอยจะเกิดการเน่าเปื่อยทำให้เกิดกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเชื้อโรค มีแมลงวันตอม เป็นแหล่งอาหารของพวกหนู ขยะมูลฝอยชนิดนี้ ได้แก่ เศษอาหาร เศษผักผลไม้ เป็นต้น

4.2 ขยะแห้ง (Rubbish) เป็นขยะมูลฝอยที่มักจะย่อยสลายตามธรรมชาติด้วยจุลชีพได้ยาก ขยะชนิดนี้มีทั้งขยะที่เผาไหม้ได้ เช่น กระดาษ กระดาษแข็งทำกล่อง พลาสติก เศษผ้า เป็นต้น และขยะที่เผาไหม้ไม่ได้ เช่น แก้ว กระเบื้อง กระป๋อง โลหะต่าง ๆ เป็นต้น

4.3 ขี้เถ้าและสารตกค้าง (Ashes and Residues) เป็นบรรดาเศษซากขยะต่าง ๆ ที่ผ่านการเผาไหม้มาแล้วประกอบด้วย ฝุ่นขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ และสารตกค้างที่ไม่ไหม้ เช่น เศษแก้ว เศษโลหะต่าง ๆ

4.4 เศษสิ่งก่อสร้าง (Construction Wastes) ได้แก่ เศษคอนกรีต เศษอิฐ เศษไม้ เศษตะปู เศษหิน ปูน ทราย เป็นต้น

4.5 ซากสัตว์ (Dead Animals) เป็นเศษซากสัตว์ที่ตายแล้ว ได้แก่ ซากสุนัข ซากหนู ซากแมว มักตายอยู่ข้างถนนหรือบนถนน ถ้าปล่อยทิ้งไว้จะมีกลิ่นเหม็นมาก เป็นที่น่ารังเกียจแก่ผู้ผ่านไปมา

4.6 ขยะจากถนน (Street Refuse) เป็นเศษขยะต่าง ๆ ที่ตกอยู่ริมถนนหรือบนถนน ได้แก่ เศษพลาสติก เศษใบไม้ เศษหิน ทราย เป็นต้น ทำให้ไม่ปลอดภัยในการขับรถบนถนน และดูไม่เรียบร้อย

4.7 ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Wastes) เป็นเศษขยะทุกประเภทที่มาจากโรงงานต่าง ๆ ดังนั้นขยะประเภทนี้จะมีความแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับชนิดหรือประเภทของโรงงานนั้น เช่น เศษกระดาษจากโรงงานผลิตกระดาษ เศษอาหารที่เหลือจากการผลิตจากโรงงานอาหาร เป็นต้น

4.8 เศษขยะจากการเกษตรกรรม (Agricultural Wastes) เป็นเศษขยะทุกประเภทที่ได้มาจากการเกษตรกรรม เช่น เศษฟาง เศษหญ้า ถุงปุ๋ยที่ใช้แล้ว กระป๋องย่าฆ่าแมลง เป็นต้น

4.9 ขยะพิเศษ (Specials Wastes) เป็นเศษขยะที่จัดอยู่ในประเภทที่มีความอันตรายสูง เช่น ขยะจากโรงพยาบาล ขยะที่มีสารกัมมันตภาพรังสี ขยะที่มีสารเคมีอันตราย เป็นต้น

5. ลักษณะของขยะมูลฝอย ในการจัดการขยะมูลฝอยต้องมีการพิจารณาลักษณะของขยะมูลฝอยด้วย ทั้งนี้เนื่องเพราะว่าลักษณะของขยะมูลฝอยเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงรูปแบบในการจัดการขยะมูลฝอยที่แตกต่างกันออกไป เป็นต้นว่า ขยะมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์จะย่อยสลายได้ง่ายมากจึงเหมาะกับการนำไปทำปุ๋ย หรือขยะมูลฝอยที่ประกอบไปด้วยขยะแห้งที่มีความชื้นน้อยการกำจัดโดยวิธีการเผาเป็นสิ่งที่ควรพิจารณา

ในการพิจารณาถึงลักษณะของขยะมูลฝอย แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

5.1 ลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics) มีส่วนสำคัญในการพิจารณาเลือกและวางแผนการใช้เครื่องมือในการจัดการขยะมูลฝอย การนำขยะมูลฝอยมาใช้ใหม่ และการกำจัดขยะมูลฝอย โดยทั่วไปลักษณะทางกายภาพประกอบด้วย

5.1.1 ส่วนประกอบของขยะมูลฝอย (Physical Composition) ประกอบด้วยชนิดของขยะมูลฝอยที่มีอยู่ ได้แก่ กระดาษ เศษอาหาร พลาสติก ยาง เศษผ้า หนัง ใบไม้กิ่งไม้ ไม้ แก้ว กระป๋อง โลหะเหล็ก โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก ฝุ่น ขี้เถ้า อิฐและอื่น ๆ ซึ่งขยะจากแต่ละแห่งจะมีส่วนประกอบแตกต่างกันไปตามปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ สภาพเศรษฐกิจ ฤดูกาล และอื่น ๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว เช่น เมืองท่องเที่ยวมีลักษณะของขยะที่เป็นแก้ว กระป๋อง พลาสติก มากกว่าเมืองทั่วไป เป็นต้น ดังนั้นในการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่แต่ละแห่ง ต้องมีข้อมูลส่วนประกอบของขยะในพื้นที่นั้น ๆ มาใช้ในการพิจารณาร่วมด้วย โดยต้องมีการวิเคราะห์ส่วนประกอบให้ถูกต้อง ซึ่งการวิเคราะห์ส่วนประกอบนี้ยังส่งผลไปถึงการวางแผนที่เหมาะสมในด้านการจัดการขยะมูลฝอยอีกด้วย

ตาราง 1 แสดงส่วนประกอบของขยะมูลฝอยในกรุงเทพมหานคร

ส่วนประกอบ (% น้ำหนักเปียก)	ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างวิเคราะห์	
	พฤษภาคม 2533 *	สิงหาคม 2533 **
กระดาษ	15.7	16.5
อาหาร	13.9	13.6
ผ้าและสิ่งทอ	4.4	4.6
ไม้	2.9	8.0
พลาสติก	9.1	11.8
ยาง	0.2	2.6
โลหะ	3.1	4.7
แก้ว	9.9	6.5
อื่น ๆ	40.8	33.9
รวม	100.0	100.0

ที่มา : * สำนักรักษาความสะอาด

5.1.2 ค่าความชื้น (Moisture Content) แสดงได้ 2 ลักษณะ คือ บอกในรูปปริมาณความชื้นต่อมวลขยะมูลฝอยเปียก และค่าปริมาณความชื้นต่อมวลขยะมูลฝอยแห้ง โดยทั่วไปมักจะใช้ในรูปแบบของมวลขยะมูลฝอยเปียก

การหาค่าความชื้นของขยะมูลฝอยเปียก โดยวิธีการหาค่าดังนี้

$$M = \frac{(W - d) \times 100}{W} \qquad (1)$$

M = ค่าความชื้น (%)

w = น้ำหนักของตัวอย่างขยะมูลฝอยที่วัดได้ในการเก็บขน, กก.

d = น้ำหนักของตัวอย่างขยะมูลฝอยหลังจากอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 ^{0}C, กก.

สำหรับขยะมูลฝอยของชุมชนค่าปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 15 – 40 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของขยะมูลฝอยนั้น ๆ ตามฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ และปัจจัยอื่น ๆ

ตาราง 2 แสดงปริมาณความชื้นของส่วนประกอบของขยะมูลฝอยจากชุมชน

ส่วนประกอบ	ความชื้น (%)	
	ช่วงค่าความชื้น	ค่าเฉลี่ยทั่วไป
เศษอาหาร	50 – 80	70
กระดาษ	4 – 10	6
กระดาษแข็ง	4 – 8	5
พลาสติก	1 – 4	2
ยาง	1 – 4	2
เศษผ้า	6 – 15	10
หนัง	8 – 12	10
ใบไม้กิ่งไม้	30 – 80	60
ไม้	15 – 40	20
แก้ว	1 – 4	2
กระป๋องอาหาร	2 – 4	3
โลหะเหล็ก	2 – 6	2
โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	2 – 4	3
ฝุ่น เถ้า อิฐ และอื่น ๆ	6 – 12	8
ขยะมูลฝอยรวมจากชุมชน	15 – 40	20

5.1.3 ค่าความหนาแน่น (Density) มีความสำคัญในการใช้ประเมินค่าน้ำหนักและปริมาตรของขยะมูลฝอยที่ต้องจัดการ โดยความหนาแน่นของขยะมูลฝอยจะเปลี่ยนไปตามลักษณะสภาพภูมิประเทศ ฤดูกาล และระยะเวลาที่ถูกทิ้งไว้ในถังขยะ และต้องพิจารณาค่าความหนาแน่นแบบไม่ได้บดอัดและแบบบดอัดของขยะมูลฝอยอีกด้วย โดยทั่วไปแล้วขยะมูลฝอยจากชุมชนที่ถ่ายจากรถอัดขยะมักมีความหนาแน่นประมาณ 180 – 420 กก./ลบม. โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 300 กก./ลบม.

5.2 ลักษณะทางเคมี (Chemical Characteristics) เป็นข้อมูลที่มีความสำคัญมากในการช่วยพิจารณาเลือกระบวนการกำจัดขยะมูลฝอย และกระบวนการนำขยะมูลฝอยกลับมาแปลงรูปให้ใหม่ได้ เช่น การเผาขยะมูลฝอย เพื่อต้องการพลังงานความร้อนมาใช้ผลิตไฟฟ้า การพิจารณาขยะมูลฝอยที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลงมีดังนี้

5.2.1 การวิเคราะห์หาค่าส่วนประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอยนั้น ประกอบด้วยการประเมินปริมาณของคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) ซัลเฟอร์ (S)

และเถ้า (Ash) ในรูปของร้อยละของปริมาณส่วนประกอบทางเคมีทั้งหมด ค่าต่าง ๆเหล่านี้ได้นำไปใช้ในการเลือกวิธีการกำจัดที่เหมาะสม รวมทั้งใช้ในการหาภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดนั้น ๆ เช่น ในการใช้เตาเผาสำหรับเผาขยะ ค่าเหล่านี้ได้นำไปใช้ในการประเมินปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้ในการเผาขยะรวมทั้งปริมาณสารประเภทคลอริเนเต็ดที่เกิดขึ้นในช่วงการเผาไหม้ขยะ หรือในการนำขยะมูลฝอยไปเปลี่ยนรูปเป็นปุ๋ยหมัก ต้องมีการคำนึงถึงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนเพื่อให้การหมักเกิดประสิทธิภาพที่ดี

5.2.2 การหาค่าความร้อน (Heating Value) สามารถคำนวณหาได้จากข้อมูลค่าความร้อนของส่วนประกอบของขยะมูลฝอยแต่ละประเภท ซึ่งจะได้ค่าความร้อนโดยประมาณของขยะมูลฝอยสดในการหาค่าความร้อนของขยะมูลฝอยที่ได้จากการเผา ต้องนำค่าปริมาณเถ้าและค่าความชื้นมาคำนวณดังแสดงไว้ในสมการ (2) และ (3) สำหรับพิจารณาเมื่อขยะมูลฝอยนั้นผ่านกระบวนการความร้อนแล้วมีเถ้าหรือไม่มีเถ้าตามลำดับ

$$\text{ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยมีเถ้า} = \frac{\text{ค่าความร้อน (กิโลจูล/กก.)} \times 100}{(100 - \text{ค่าความชื้น, \%})} \quad (2)$$

(กิโลจูล/กก.)

$$\text{ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยไม่มีเถ้า} = \frac{\text{ค่าความร้อน (กิโลจูล/กก.)} \times 100}{(100 - \text{ค่าความชื้น, \%})} \quad (3)$$

(กิโลจูล/กก.)

ค่าความร้อนยังสามารถคำนวณได้จากส่วนประกอบทางเคมี ซึ่งเป็นค่าประมาณโดยใช้สมการ (3) Modified Dulong Formula และใช้ข้อมูลจากการหาค่าคาร์บอน ไฮโรเจน ออกซิเจน ซัลเฟอร์ ตามการหาส่วนประกอบทางเคมีดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

$$\text{ค่าความร้อน (บีทียู/ปอนด์)} = 145C + 610(H_2 - \tfrac{1}{8}O_2) + 40S + 10N \quad (4)$$

โดย C ร้อยละของคาร์บอน

H ร้อยละของไฮโรเจน

O ร้อยละของออกซิเจน

S ร้อยละของซัลเฟอร์

กิโลจูล/กก. = 2.326 บีทียู/ปอนด์

5.3 ลักษณะทางชีวภาพ (Biological Characteristics) หมายถึง ลักษณะของขยะมูลฝอยที่มีจุลินทรีย์ต่าง ๆ อาศัยอยู่ซึ่งมีทั้งชนิดก่อให้เกิดโรคภัยและไม่ก่อให้เกิดโรคภัย โดยทั่วไปจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ตามกองขยะมูลฝอยแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

5.3.1 Pathogenic Bacteria คือจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ซึ่งมักจะมีอยู่ตามขยะมูลฝอยโดยเฉพาะถ้าขยะมูลฝอยมาจากโรงพยาบาลและศูนย์อนามัยต่าง ๆ ขยะมูลฝอยจากแหล่งดังกล่าวมีเชื้อโรคติดมาด้วยแน่นอน เช่น เข็มฉีดยา เศษเนื้อเยื่อจากห้องผ่าตัด เป็นต้น จากการสำรวจกองขยะเทศบาลหลายจังหวัด พบว่าขยะมูลฝอยจากโรงพยาบาลยังคงมีการทิ้งไปรวมกับขยะมูลฝอยทั่วไปอยู่ ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้มีอาชีพเก็บเลือกสิ่งของจากกองขยะและพนักงานเก็บขนขยะของเทศบาล ในขณะเดียวกันยังมีแมลงวัน แมลงสาบ หนู และสัตว์อื่น ๆ อีกหลายชนิดอาศัยในกองขยะหาอาหารและแพร่พันธุ์ ซึ่งจะเป็นพาหะนำโรคร้ายต่าง ๆ มาสู่คนได้แก่ อหิวาต์ ไทฟอยด์ บิด และพยาธิต่าง ๆ

5.3.2 Decomposition Bacteria คือจุลินทรีย์ที่ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในขยะมูลฝอย จุลินทรีย์ชนิดนี้จะทำให้ขยะมูลฝอยลดปริมาณลงตามเวลาที่ผ่านไป เช่น ขยะในหลุมฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล หรือขยะหมักทำปุ๋ย ถ้ามีจุลินทรีย์ประเภทนี้มากจะเอื้ออำนวยให้ขยะมูลฝอยเปลี่ยนรูปหรือถูกกำจัดได้เร็วมากขึ้น

6. การหาอัตราการเกิดขยะมูลฝอยเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการที่จะหาปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่แต่ละแห่ง ซึ่งมีค่าอัตราการเกิดขยะมูลฝอยแตกต่างกันไป

การหาอัตราการเกิดขยะมูลฝอย หมายถึง การหาอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อหนึ่งหน่วยเวลาต่อประชากร ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ในการคำนวณหาปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน

การหาอัตราการเกิดขยะมูลฝอย สามารถทำได้ 2 รูปแบบ คือ

6.1 การหาอัตราการเกิดขยะมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด เป็นการหาอัตราการเกิดขยะมูลฝอยตามแหล่งที่เกิดขยะมูลฝอย อันได้แก่ บ้านเรือน ที่พักอาศัย ร้านค้า ตลาดสด สถานธุรกิจการค้า ร้านอาหาร โรงแรม โรงพยาบาล สวนสาธารณะ สถาบันการศึกษา เป็นต้น การหาอัตราการเกิดขยะมูลฝอยทำได้โดยการชั่งขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแหล่งกำเนิดเทียบกับหน่วยในการเกิดขยะของแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท เช่น อัตราการเกิดขยะมูลฝอยของโรงแรม 1.0 – 2.5 กิโลกรัม/ห้อง/วัน อัตราการเกิดขยะมูลฝอยของสวนสาธารณะ 0.1 กิโลกรัม/ตารางเมตร/วัน เป็นต้น โดยมีหน่วยในการวัดค่าตามแหล่งกำเนิด ดังนี้

บ้านพักอาศัย	หน่วยเป็น	กก./คน/วัน
ธุรกิจและอาคารพาณิชย์	หน่วยเป็น	กก./ตรม/วัน
		กก./คูหา/วัน
ร้านอาหาร	หน่วยเป็น	กก./ที่นั่ง/วัน
		กก./คนที่มาทานอาหาร/วัน
ตลาด	หน่วยเป็น	กก./ตรม./วัน
โรงแรม	หน่วยเป็น	กก./ห้อง/วัน
		กก./คน/วัน
โรงพยาบาล	หน่วยเป็น	กก./เตียง/วัน
สถาบันศึกษา	หน่วยเป็น	กก./คน/วัน
ศาสนสถาน	หน่วยเป็น	กก./ตรม./วัน
สถานที่ราชการ	หน่วยเป็น	กก./ตรม./วัน
สวนสาธารณะ	หน่วยเป็น	กก./ตรม./วัน
ห้างสรรพสินค้า	หน่วยเป็น	กก./ตรม./วัน

อัตราการเกิดขยะมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดนี้จะแตกต่างกันออกไป ตามลักษณะของปัจจัยที่ทำให้เกิดขยะ เช่น ลักษณะของเมือง การพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม ดังจะเห็นได้จากอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของประชากรที่อาศัยอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีค่าสูงกว่าอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของประชากรที่อาศัยอยู่ในจังหวัดอ่างทอง หรืออัตราการเกิดขยะมูลฝอยของโรงแรมในจังหวัดภูเก็ต จะแตกต่างไปจากอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของโรงแรมในจังหวัดระนอง ซึ่งสืบเนื่องมาจากลักษณะของจังหวัดภูเก็ตที่เป็นเมืองท่องเที่ยวนั่นเอง

6.2 การหาอัตราการเกิดขยะมูลฝอย ณ สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เป็นการหาอัตราการเกิดมูลฝอยได้จากน้ำหนักของขยะมูลฝอย ณ บริเวณที่กำจัดในแต่ละวันแล้วหารด้วยจำนวนประชากรของเมืองหรือเขตที่ให้บริการ ก็จะสามารถคำนวณหาอัตราการเกิดขยะมูลฝอยโดยรวมของเมืองได้ วิธีการหาอัตราการเกิดขยะมูลฝอย ณ สถานที่กำจัดมีดังนี้

6.2.1 การวัดน้ำหนักขยะมูลฝอยที่รถเก็บขนขยะมูลฝอยบรรทุกมาในช่วงที่ทำการวัดน้ำหนัก รถเก็บขนขยะมูลฝอยทุกคันและทุกเที่ยวที่บรรทุกขยะมูลฝอยมาทิ้งยังสถานที่กำจัดจะถูกชั่งน้ำหนัก ซึ่งทำได้โดยการใช้เครื่องชั่งขนาดใหญ่ซึ่งชั่งได้ทั้งคันรถ หรือในกรณีที่ไม่มีเครื่องชั่งดังกล่าวก็อาจใช้เครื่องชั่งขนาดเล็ก ซึ่งความแม่นยำในการชั่งอาจน้อยลงไป นอกจากชั่งน้ำหนักแล้วยังต้องบันทึกปริมาตรของขยะมูลฝอยที่บรรทุกมาในรถเก็บขนแต่ละคันด้วย ผลจากการชั่งจะออกมาในรูปของมวล (น้ำหนัก) และปริมาตรของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่และ

ถูกนำมาทิ้งยังสถานที่กำจัดในแต่ละวัน ซึ่งสามารถนำมาหาค่าเฉลี่ยได้ ข้อมูลดังกล่าวนำมาใช้คำนวณหาอัตราการผลิตขยะมูลฝอยต่อคนต่อวันของประชากรในพื้นที่ที่ได้รับบริการการเก็บขนขยะและความหนาแน่นของขยะมูลฝอยที่บรรทุกมาในรถเก็บขน จากสูตรคำนวณ

อัตราการผลิตขยะมูลฝอย (กก./คน/วัน) = น้ำหนักเฉลี่ยของขยะมูลฝอยที่วัด (กก./วัน) / จำนวนประชากรที่ได้รับการบริการเก็บขนขยะ (คน) (5)

ความหนาแน่นของขยะมูลฝอย (ลบ.ม./วัน) = น้ำหนักเฉลี่ยของขยะมูลฝอยที่วัด (กก./วัน) / ปริมาตรเฉลี่ยของขยะมูลฝอยที่วัด (ลบ.ม./วัน) (6)

6.2.2 การวัดปริมาตรของขยะมูลฝอยที่รถเก็บขยะมูลฝอยบรรทุกมา วิธีนี้ใช้ในกรณีที่ไม่สามารถหาเครื่องชั่งน้ำหนักมาชั่งรถทั้งคันได้ ทำได้โดยการวัดปริมาตรของขยะมูลฝอยที่ถูกนำมาทิ้งยังที่กำจัดในช่วงระยะเวลาที่กำหนด โดยมีขั้นตอนคือ กำหนดพื้นที่ทิ้งขยะมูลฝอยที่ทราบขนาด (ตารางเมตร) แน่นอน แล้วให้รถเก็บขนขยะมูลฝอยเทขยะมูลฝอยที่นำมาลงบนพื้นที่ดังกล่าว ทุกเที่ยวทุกคันตลอดช่วงเวลาที่กำหนด โดยบันทึกช่วงเวลาที่เริ่มต้นจนกระทั่งช่วงเวลาสุดท้ายที่มีการเทขยะ (วัน) ที่กำหนดไว้ เช่น 70 วัน จะได้ความสูงของกองขยะมูลฝอยที่นำมาทิ้ง โดยทำการวัดความสูงเฉลี่ยของกองขยะมูลฝอยซึ่งอยู่ในพื้นที่ที่กำหนดนั้น ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเวลาหนึ่งคำนวณได้จาก

ปริมาตรขยะมูลฝอย (ลบ.ม./วัน) = พื้นที่ของกองขยะ (ตร.ม.) x ความสูงเฉลี่ยของกองขยะ (ม.) / ช่วงเวลาที่กำหนด (วัน) (7)

จากนั้นใช้ปริมาตรขยะมูลฝอยที่คำนวณได้ มาหาน้ำหนักของขยะมูลฝอย โดยใช้ค่าความหนาแน่นของขยะมูลฝอยในกอง (ซึ่งได้จากการสำรวจ) ช่วยในการคำนวณจากสูตร

น้ำหนักขยะมูลฝอย (กก./วัน) = ปริมาตรขยะมูลฝอย (ลบ.ม./วัน) x ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม) (8)

การหาค่าความหนาแน่นของขยะมูลฝอยในกองนั้น ทำได้โดยการนำภาชนะที่ทราบปริมาตรและน้ำหนักแน่นอน มารองรับขยะมูลฝอยแต่ละประเภทที่ตักมาใส่ให้เต็ม นำไปชั่งหาน้ำหนักของขยะมูลฝอยนั้น แล้วนำมาคำนวณหาความหนาแน่น จากสูตร

ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.) = $\frac{\text{น้ำหนักขยะมูลฝอย (กก.)}}{\text{ปริมาณของภาชนะบรรจุ (ลบ.ม.)}}$ (9)

การศึกษาเรื่องอัตราการผลิตขยะมูลฝอย จากรายงานการศึกษาเรื่อง สถานการณ์การจัดการขยะมูลฝอยในประเทศของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี 2534 ซึ่งเป็นรายงานที่ทำเพื่อเสนอสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เพื่อใช้ในการจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (2535 – 2539) โดยได้ทำการสำรวจข้อมูลจากเทศบาลทั่วประเทศ จำนวน 133 เทศบาล ซึ่งได้รับคำตอบ 128 เทศบาล จากการประเมินผลรวมทั้งหมดทั่วประเทศ พบว่ามีอัตราการเกิดขยะมูลฝอยเฉลี่ย 0.925 กก./คน/วัน ดังแสดงผลการศึกษาโดยสรุปในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงอัตราการผลิตขยะมูลฝอยของแต่ละภาค

ภาค	อัตราการผลิตขยะมูลฝอย (กก./คน/วัน)		
	ค่าสูงสุด	**ค่าต่ำสุด**	**ค่าเฉลี่ย**
ภาคเหนือ	4.271	0.194	0.877
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3.990	0.108	1.008
ภาคตะวันออก	2.406	0.229	1.107
ภาคใต้	3.908	0.714	0.783
ภาคกลาง	2.991	0.031	0.897
ประเทศไทย	–	–	0.925

ที่มา: ข้อมูลจากการสำรวจของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2533

และรายงานการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ในปี 2536 ได้ศึกษาอัตราการผลิตขยะมูลฝอยของเทศบาลโดยได้แบ่งกลุ่มของเทศบาลออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

- เทศบาลขนาดใหญ่ มีประชากรมากกว่า 50,000 คน
- เทศบาลขนาดกลาง มีประชากรระหว่าง 25,001 – 50,000 คน
- เทศบาลขนาดเล็ก มีประชากรไม่เกิน 25,000 คน

ผลการสำรวจ อัตราการผลิตขยะมูลฝอยของชุมชนในเขตเทศบาลขนาดใหญ่มีค่าพิสัย 0.66 – 0.91กก./คน/วัน มีค่าเฉลี่ย 0.726 กก./คน/วัน สำหรับชุมชนในเขตเทศบาลขนาดกลาง อัตราการผลิตขยะมูลฝอยมีค่าพิสัย 0.55 – 1.04 กก./คน/วัน มีค่าเฉลี่ย 0.711 กก./คน/วัน ส่วนเทศบาลขนาดเล็กอัตราการผลิตขยะมูลฝอยมีค่าพิสัยระหว่าง 0.46 – 0.98 กก./คน/วัน ค่าเฉลี่ย 0.700 กก./คน/วัน

7. การคำนวณหาปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคต

7.1 การหาปริมาณขยะมูลฝอยของชุมชนเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการกำหนดแผนการจัดการขยะมูลฝอยในขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ จำนวนประชากรในพื้นที่ที่ศึกษา และอัตราการผลิตขยะมูลฝอยในพื้นที่นั้น ๆ

การคำนวณหาปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคต ทำได้โดยใช้สูตรดังนี้

ปริมาณขยะมูลฝอยปีที่ n = จำนวนประชากรปีที่ n x อัตราการเกิดขยะมูลฝอยปีที่ n

เมื่อ n มีค่า 1 , 2 ,.....,n (10)

การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยเป็นเรื่องของเทคนิคที่ขึ้นอยู่กับความพร้อมในด้านข้อมูลพื้นฐาน อาทิ จำนวนประชากร ปริมาณขยะมูลฝอย ภาวะการพัฒนาการเมือง

การเก็บรวบรวมและการเก็บขนขยะมูลฝอย

ปัญหาด้านการจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน นอกจากสาเหตุหลักคือการเพิ่มจำนวนของประชากรที่มีมากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยมีมากขึ้นแล้ว ปัญหาด้านการจัดการในการเก็บรวบรวมและการเก็บขนขยะมูลฝอยไม่เหมาะสม ก็นับเป็นปัญหาสำคัญอีกปัญหาหนึ่ง ดังจะเห็นได้จากการจัดการด้านการเลือกใช้ขนาดและจำนวนของถังขยะที่ไม่เพียงพอที่จะรองรับขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น การจัดวางเส้นทางในการเก็บขยะมูลฝอยของรถบรรทุกขยะมูลฝอยที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น ในปัจจุบันการจัดการด้านการเก็บรวบรวมและการเก็บขนขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นตามชุมชน อาคารบ้านเรือน เป็นหน้าที่ของเทศบาล ด้วยการใช้รถบรรทุกขยะบรรทุกขยะมูลฝอย โดยต้องมีการจัดการให้เหมาะสมกับสภาพบ้านเมือง และความหนาแน่นของประชากร

1. การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย

1.1 การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด วิธีการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น จะแตกต่างกันไปตามลักษณะของแหล่งกำเนิด ดังนี้

อาคารเตี้ย หมายถึง อาคารที่สูงน้อยกว่า 4 ชั้น ซึ่งได้แก่ บ้านเดี่ยว บ้านจัดสรร ทาวน์เฮาส์ อาคารห้องแถว การเก็บรวบรวมขยะของอาคารประเภทนี้ผู้อยู่อาศัยในอาคารจะเป็นผู้กำหนดตำแหน่งที่ตั้งถังขยะไว้ตามจุดต่าง ๆ ในบริเวณอาคารเอง ถังขยะที่ใช้ในอาคารควรมี

น้ำหนักเบา เมื่อบรรจุขยะมูลฝอยเต็มถังแล้วสามารถยกไปขนถ่ายได้ง่าย และไม่หนักแรงเกินไป ประเภทของถังขยะที่ใช้กันมาก คือ ถังพลาสติก และถังเหล็กชุบสังกะสี ซึ่งมีขนาดบรรจุตั้งแต่ 50 ลิตรขึ้นไป จนถึง 150 ลิตร ซึ่งแล้วแต่ผู้ใช้จะชอบใช้ถังขยะประเภทใด ถังเหล็กชุบสังกะสีเหมาะที่จะตั้งอยู่นอกบ้านเพราะมีความคงทนแข็งแรงสูงกว่า ในขณะที่ถังพลาสติกซึ่งนิยมใช้กันมากมีความคงทนแข็งแรงพอสมควร และแลดูสวยงามเหมาะที่จะตั้งไว้ภายในบ้านมากกว่านอกบ้าน สำหรับชุมชนที่เป็นลักษณะบ้านพักอาศัยอยู่ติดกันเป็นกลุ่ม เช่น บ้านจัดสรรหรือตึกแถว แบ่งการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ การใช้ถังขยะของบ้านแต่ละหลังโดยมีเทศบาลมาบริการเก็บขนขยะ ซึ่งในกรณีนี้ถังขยะที่ใช้มักนิยมใช้ขนาดตั้งแต่ 100 ลิตรไปจนถึงขนาด 200 ลิตร ส่วนรูปแบบที่สองเป็นการติดตั้งถังขยะรวมของชุมชนไว้เป็นจุด ๆ เพื่อแต่ละบ้านมาขนถ่ายขยะไว้ในที่ถังขยะรวมได้ ซึ่งกรณีถังขยะรวมนิยมใช้ถังขนาดใหญ่ โดยส่วนใหญ่มักเป็นถึงคอนเทนเนอร์ขนาด 3 ลบ.ม.

อาคารกลางและอาคารสูง อาคารขนาดกลาง หมายถึง อาคารที่สูงตั้งแต่ 4 ชั้น ถึง 7 ชั้น และอาคารสูง หมายถึง อาคารที่สูงเกิน 7 ชั้นขึ้นไป

การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยของอาคารเหล่านี้มี 2 รูปแบบ ดังนี้

– การใช้ถังขยะในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย โดยมีถังขยะรวมตั้งไว้เป็นจุด ๆ ตามชั้นต่าง ๆ และนำไปขนถ่ายยังถังขยะรวม ถังขยะที่นิยมตั้งไว้เป็นจุด ๆ ตามชั้นต่าง ๆ มักมีขนาดบรรจุตั้งแต่ 100 ลิตรขึ้นไป จนถึง 150 ลิตร ส่วนถังขยะรวมที่นิยมใช้มีหลายรูปแบบ ได้แก่ ถังเหลี่ยมมีฝาปิด ถังเหลี่ยมมีฝาปิดใช้กับเครื่องอัดขยะ ถังเหลี่ยมฝาเปิดขนาดใหญ่และที่นิยมใช้กันมาก คือ ถังคอนเทนเนอร์

– การใช้ปล่องทิ้งขยะมูลฝอยพร้อมทั้งห้องเก็บขยะ โดยปล่องทิ้งขยะจะมีลักษณะกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.30 ไปจนถึง 0.90 เมตร โดยทั่วไปมักใช้ขนาด 0.60 เมตร ในการออกแบบปล่องจะต้องคำนึงถึงสุขลักษณะ อันได้แก่ ฝาปิดที่มิดชิดของช่องเปิดในแต่ละชั้น ระบบฆ่าเชื้อโรค การทำความสะอาดปล่องทิ้งขยะ การระบายอากาศ และยังต้องคำนึงถึงการแยกอุปกรณ์วัสดุที่เป็นแก้ว ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำมาทิ้งที่ปล่องทิ้งขยะ

อาคารสำนักงานและอาคารพาณิชย์ ขยะมูลฝอยจากอาคารสำนักงานและอาคารพาณิชย์ มักมีปริมาณค่อนข้างมาก จึงนิยมใช้ถังขยะที่มีขนาดใหญ่ และมีล้อติดเพื่อความสะดวกในการขนย้ายขยะ และเมื่อถังขยะเหล่านี้เต็มจะขนผ่านทางลิฟท์ไปถ่ายยังถังขยะส่วนกลาง ส่วนถังขยะขนาดเล็กสำหรับใช้ประจำแต่ละสำนักงานควรมีน้ำหนักเบา เพื่อใช้ในการยกถ่ายเทขยะได้ง่าย

ตาราง 4 แสดงประเภทและขนาดของถังที่ใช้ในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย

ประเภท	ความจุ			ขนาดของถัง
	หน่วย	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	(เมตร)
ถังขนาดเล็ก				
– ถังพลาสติก, ถังเหล็กชุบ	ลิตร	75–150	120	& 0.5 x 0.7 H
สังกะสี	ลิตร	75–200	120	& 0.5 x 0.7 H
– ถังอลูมิเนียม, ถังไฟเบอร์,				
ถังน้ำมัน	ลิตร	75–200	120	0.4W x 0.3d x 1.0H
– ถุงกระดาษ	ลิตร	75–200	120	0.4W x 0.3d x 1.0H
ชนิดธรรมดา	ลิตร	75–200	120	0.4W x 0.3d x 1.0H
ชนิดเ หนียว (ไม่รั่ว)	ลิตร	75–200	120	0.45W x 0.4d x 1.0H
ชนิดเหนียวพิเศษ				
– ถุงพลาสติก	ลบ.ม.	0.8–8	3	1.1W x 1.8L x 1.65H
ถังขนาดกลาง				
– ถังคอนเทนเนอร์ขนาด	ลบ.ม.	10–40	+	2.4W x 6.0L x 1.8H
กลาง	ลบ.ม.	15–30	+	2.4W x 5.5L x 1.8H
ถังขนาดใหญ่	ลบ.ม.	15–30	+	2.4W x 6.7L x 2.4H
– ถังมีฝาเปิด				
– ถังใช้กับเครื่องอัดขยะ	ลบ.ม.	15–40	+	2.4W x 6.0L x 3.7H
– ถังมีเครื่องอัดขยะในตัว	ลบ.ม.	15–40	+	2.4W x 7.3L x 3.7H
– ถังคอนเทนเนอร์ที่พ่วงได้				
ชนิดเปิดฝาได้				
ชนิดติดตั้งเครื่องอัดขยะ				
ในตัว				

หมายเหตุ : & = เส้นผ่านศูนย์กลาง, W = ความกว้าง, d = ความหนา, L = ความยาว, H = ความสูง, + = ขนาดของถังจะเปลี่ยนไปตามลักษณะของขยะมูลฝอยและพื้นที่แต่ละแห่ง

1.2 ลักษณะภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่ถูกสุขลักษณะ ภาชนะที่ใช้ในการรองรับขยะมูลฝอยมีหลายประเภทและหลายขนาด แต่ละแบบจะมีความเหมาะสม และข้อจำกัดแตกต่างกันไป การเลือกใช้ภาชะแต่ละประเภทต้องมีการคำนึงปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.2.1 มีฝาปิดมิดชิด สามารถป้องกันแมลงและสัตว์ไม่ให้เข้าไปถึงขยะมูลฝอยที่อยู่ข้างในได้

1.2.2 ทำด้วยวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน ภายในเรียบ ไม่มีการรั่วซึม สามารถขนถ่ายและทำความสะอาดได้ง่าย

1.2.3 มีรูปทรงที่เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น มีรูปทรงที่สะดวกและง่ายต่อการยกเท ได้แก่ ถังที่มีส่วนบนกว้างกว่าส่วนล่าง มีหูหิ้วยกเทได้ง่าย สีสันของภาชนะกลมกลืนกับสภาพแวดล้อมที่ตั้งวางภาชนะนั้น เช่น ถังที่ตั้งภายนอกอาคารอาจใช้สีเขียว สีเหลือง ส่วนถังที่ตั้งในอาคารอาจใช้สีเทา สีดำ หรือสีอื่น ๆ แล้วแต่ลักษณะของอาคาร

1.2.4 มีขนาดและความจุเพียงพอกับปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น

1.3 สถานที่ตั้งของภาชนะรองรับขยะมูลฝอย ควรมีลักษณะดังนี้

1.3.1 อยู่ห่างจากแหล่งที่เก็บวัตถุไวไฟ

1.3.2 อยู่ในที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขังหรือน้ำท่วมถึง หรือใกล้แหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งทำให้เกิดการปนเปื้อนต่อแหล่งน้ำได้ในกรณีที่ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยรั่วหรือล้ม รวมทั้งกรณีที่มีขยะมูลฝอยมากกว่าภาชนะรองรับขยะมูลฝอยซึ่งมีขยะกองอยู่ด้านข้าง

1.3.3 อยู่ในบริเวณที่ระบายอากาศได้สะดวก

1.3.4 อยู่ในบริเวณที่ไม่กีดขวางทางเดินหรือการสัญจร

1.3.5 อยู่ในบริเวณที่ถ่ายเทขยะมูลฝอยได้สะดวก รถเก็บขนขยะมูลฝอยสามารถเข้ามาถ่ายเทขยะได้ง่าย

2. การเก็บขนขยะมูลฝอย

2.1 ระบบเก็บขนขยะมูลฝอย การเก็บขนขยะมูลฝอยในบ้านพักอาศัย ศูนย์การค้า ธุรกิจการค้า ตลาดสด รวมทั้งโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ผู้เป็นเจ้าของสถานที่นั้นจะเป็นผู้จัดเก็บและรวบรวมขยะมูลฝอยมารวมไว้ที่จุดรวบรวมขยะมูลฝอยเพื่อรอการเก็บขนส่งไปกำจัด โดยในปัจจุบันการเก็บขนขยะมูลฝอยส่วนใหญ่มักจะเป็นหน้าที่ของเทศบาลในพื้นที่นั้น ๆ เป็นผู้ดูแลรับผิดชอบ แต่ในบางพื้นที่ได้มีการว่าจ้างบริษัทเอกชนทำหน้าที่ในการเก็บขนขยะมูลฝอย หรือว่าจ้างประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นเป็นผู้ดำเนินการก็มี ระบบเก็บขนขยะมูลฝอยโดยทั่วไปแล้วแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ

2.1.1 ระบบการขนถังขยะ (Hauled Container System) เป็นระบบที่เหมาะสำหรับแหล่งกำเนิดขยะที่มีปริมาณของขยะมูลฝอยในแต่ละวันมีปริมาณมาก เช่น ตลาดสด

ศูนย์การค้า โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น โดยระบบนี้เป็นการใช้ถังขยะที่มีขนาดใหญ่ เช่น ถังคอนเทนเนอร์มารองรับขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ในการเก็บขนขยะมูลฝอยจะใช้รถเก็บขนชนิดยกถังคอนเทนเนอร์ หรือที่เรียกว่า รถเก็บขนขยะมูลฝอยชนิดบรรทุกคอนเทนเนอร์ โดยนำถังคอนเทนเนอร์ที่มีขยะมูลฝอยเต็มไปและนำถังคอนเทนเนอร์เปล่ามาตั้งทิ้งไว้แทนที่ ซึ่งวิธีนี้มีข้อดีหลายประการ ได้แก่ ลดเวลาที่ใช้ในการจัดการเก็บขนขยะมูลฝอย เพราะเป็นการเก็บจากถังเดียวแทนการขนขยะจากถังใบเล็กกว่าหลาย ๆ ถัง นอกจากนี้การใช้คอนเทนเนอร์เพียงใบเดียวทำให้ดูเป็นระเบียบเรียบร้อยมากกว่ารวมทั้งสามารถรองรับขยะมูลฝอยได้ทุกขนาด โดยเฉพาะในกรณีที่ขยะมูลฝอยมีขนาดใหญ่ การดำเนินงานในการเก็บขนจะมีความสะดวกมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันระบบนี้ก็มีข้อเสีย อันเนื่องมาจากถังคอนเทนเนอร์ที่มีขนาดใหญ่ ทำให้การทิ้งขยะมูลฝอยมักเป็นการทิ้งลงไปเฉพาะจุดที่สะดวกต่อการทิ้งเท่านั้น ซึ่งมักเป็นด้านหนึ่งหรือมุมหนึ่งของถังคอนเทนเนอร์ ทำให้ขยะมูลฝอยในถังจะกองเป็นแห่ง ๆ และเต็มเพียงด้านใดด้านหนึ่ง ในขณะที่พื้นที่ส่วนอื่น ๆ ของถังยังคงเป็นพื้นที่ว่างอยู่เป็นการใช้ถังคอนเทนเนอร์ที่ไม่ได้ผลคุ้มค่าเท่าที่ควร การแก้ไขปัญหานี้ทำได้โดยต่อทางลาดกับถังคอนเทนเนอร์ หรือยกพื้นโดยรอบของถังเพื่อทำให้การทิ้งขยะเป็นไปได้ทุกจุดของถัง ในด้านการดำเนินการเก็บขนขยะมูลฝอย สามารถทำได้โดยใช้รถบรรทุกคอนเทนเนอร์เพียง 1 คันและคนขับ 1 คนก็สามารถทำการเก็บขนขยะมูลฝอยได้ ในการขนถังขยะแต่ละถังต้องวิ่งรถไป – กลับจากแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยถึงปลายทางทุกครั้ง ดังนั้นขนาดของถังคอนเทนเนอร์จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ค่าใช้จ่ายของระบบเพิ่มขึ้นหรือลดลง และถ้ามีการนำเครื่องบดอัดขยะมาใช้ร่วมด้วย ยิ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นลดลงอีก

รถที่ใช้ในระบบการขนถังขยะแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ

1. ระบบยกถังขยะ (Hoist Truck System) ใช้สำหรับยกถังขยะขนาดใหญ่และมีความจุมากเป็นระบบที่ใช้มานาน ก่อนที่จะมีระบบเครื่องอัดขยะมาใช้ มักจะใช้ในการเก็บขนขยะเป็นจุด ๆ และใช้ในการขนขยะมูลฝอยมาจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะขยะมูลฝอยจำพวกเศษโลหะและขยะมูลฝอยจากการก่อสร้าง ซึ่งขยะดังกล่าวไม่เหมาะสมในการเก็บขนโดยใช้รถที่มีเครื่องอัดขยะ

2. ระบบยกถังขยะโดยมีโครงเหล็กเอน (Tilt – Frame Container Systems) เป็นระบบที่ใช้สำหรับถังขยะประเภทตู้บรรทุกขยะที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีความจุในช่วง 10 – 30 ลบ. ม. ซึ่งถังชนิดนี้มักจะใช้ในการบรรจุขยะมูลฝอยจากแหล่งที่มีปริมาณขยะมูลฝอยมาก ๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น การถ่ายขยะมูลฝอยออกจากตู้บรรทุกขยะสามารถทำได้โดยเอียงโครงเหล็กที่รองรับตู้บรรทุกขยะอยู่ด้วยระบบไฮโดรลิก ลักษณะของระบบยกถังขยะโดยมีโครงเหล็กเอียงนี้มีหลายรูปแบบและหลายขนาด ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะในการนำไปใช้งานกับขยะ

มูลฝอยแต่ละประเภท เช่น แบบตู้ฝาเปิดเหมาะสำหรับบรรทุกขยะมูลฝอยจากการก่อสร้าง เศษโลหะชิ้นใหญ่ ๆ หรือขยะอื่น ๆ ซึ่งมีขนาดใหญ่และไม่สามารถอัดได้ ส่วนตู้บรรทุกขยะที่ใช้กับเครื่องอัดขยะ นิยมใช้บรรทุกขยะมูลฝอยจากอพาร์ตเมนต์ อาคารพาณิชย์ใหญ่ ๆ และสถานีขนส่ง ขยะมูลฝอยระบบนี้นิยมใช้กันมากโดยเฉพาะบริษัทเอกชนที่รับจ้างขนขยะมูลฝอยในต่างประเทศ

3. ระบบรถพ่วง (Trash – Trailer System) สำหรับการรวบรวมขนขยะมูลฝอยของระบบนี้คล้ายกับระบบยกถึงขยะโดยมีโครงเหล็กเอียง เหมาะใช้กับการขนขยะมูลฝอยที่มีน้ำหนักมาก ๆ ซึ่งระบบนี้จะใช้งานได้ดี เช่น การขนหิน ทราย ท่อนไม้ ขยะมูลฝอยจากการทำลายตึก และการก่อสร้าง

2.2.2 ระบบถังขยะประจำที่ (Stationary Container Systems) เป็นระบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป เช่น ถังขยะบริเวณหน้าอาคาร บ้านเรือน ที่พักอาศัยแต่ละแห่ง อาคารพาณิชย์ หรือแม้แต่ริมถนน รูปแบบของระบบถังขยะประจำที่เป็นการวางถังขยะที่จุดที่มีการทิ้งขยะเป็นประจำแล้วให้รถเก็บขนขยะวิ่งมาถ่ายเทขยะแต่ละถังลงยังรถเก็บขนขยะ และวางถังขยะที่ถ่ายเทขยะแล้วไว้ในที่เดิม ระบบนี้เป็นระบบที่ใช้ในการรวบรวมขนขยะมูลฝอยได้ทุกประเภท โดยระบบสามารถปรับเปลี่ยนไปตามประเภทและปริมาณของขยะมูลฝอยนั้น ๆ ในการเลือกใช้ระบบนี้ต้องคำนึงถึงจุดที่ตั้งถังขยะอีกด้วย อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในกับระบบนี้ ได้แก่ เครื่องอัดขยะ ซึ่งมีอยู่ 2 รูปแบบคือ ระบบอัดขยะที่ขนถ่ายขยะมูลฝอยจากถังขยะด้วยเครื่อง และระบบอัดขยะที่ขนถ่ายขยะมูลฝอยจากถังขยะด้วยคน โดยมีรายละเอียดแต่ละรูปแบบดังนี้

1. ระบบขนถ่ายขยะโดยใช้เครื่อง (Systems with Mechanically Loaded Collection Vehicles) เป็นการขนถ่ายขยะมูลฝอยจากถังขยะสู่ตัวรถด้วยเครื่องยกซึ่งติดตั้งกับตัวรถนั้น ถังขยะที่ใช้กับระบบนี้มีขนาดตั้งแต่ประมาณ 0.8 – 6 ลบ.ม. ซึ่งเป็นการใช้ถังขยะที่มีขนาดเล็กกว่าการใช้ถังขยะในระบบการขนถังขยะ (Hauled Container Systems) ซึ่งการใช้ถังขยะขนาดเล็กนี้จะมีข้อดีกว่าการใช้ถังขยะขนาดใหญ่หลายประการ เช่น มีความคล่องตัวในการขนถ่ายขยะมูลฝอย สัดส่วนปริมาตรการใช้งานของถังขยะขนาดเล็กจะสูงกว่าถังขยะขนาดใหญ่ การเคลื่อนย้ายถังสะดวกกว่า แต่การใช้ระบบนี้มีข้อจำกัด คือไม่เหมาะที่จะบรรทุกขยะมูลฝอยที่มีน้ำหนักมากหรือชิ้นใหญ่ เพราะอาจทำให้รถซึ่งมีระบบที่ยุ่งยากพอสมควรเกิดความเสียหายได้

2. ระบบการขนถ่ายขยะโดยใช้คน (Systems with Manually Loaded Collection Vehicles) ระบบนี้นิยมใช้รวบรวมขนขยะมูลฝอยจากที่พักอาศัยซึ่งมีจำนวนจุดที่ต้องขนถ่ายขยะมูลฝอยหลายจุดและแต่ละจุดมีปริมาณขยะไม่มากนัก ใช้เวลาในการขนถ่ายสั้น นอกจากนี้แล้วยังเหมาะที่ใช้ระบบนี้ในบริเวณที่เป็นถนนเล็ก ๆ ซึ่งรถเข้าไม่ถึงด้วย

การเปลี่ยนรูปขยะมูลฝอย

การเปลี่ยนรูปขยะมูลฝอยเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการจัดการขยะมูลฝอย เพื่อเปลี่ยนรูปของขยะให้มีลักษณะเหมาะสม รวมทั้งคัดแยกขยะบางประเภทออกไป เพื่อให้เกิดความสะดวกในการดำเนินงานต่าง ๆ ที่ตามมา เช่น การนำขยะกลับมาใช้ใหม่ การกำจัดขยะมูลฝอย เป็นต้น

1. จุดประสงค์หลักในการออกแบบให้มีหน่วยการทำงานต่าง ๆ ในการเปลี่ยนรูปของขยะมูลฝอย ได้แก่

1.1 เพื่อเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของขยะมูลฝอย ช่วยให้การแยกขยะทำได้ง่ายขึ้น

1.2 เพื่อแยกส่วนประกอบของขยะมูลฝอยที่ไม่ต้องการ และแยกขยะมูลฝอยที่มีการปนเปื้อนเชื้อโรค หรือปนเปื้อนของเสียเสี่ยงอันตรายออก

1.3 เพื่อเตรียมขยะมูลฝอยที่จะนำมาเป็นวัสดุสำหรับกระบวนการอื่น ๆ ให้อยู่ในรูปร่างลักษณะที่เหมาะสม เช่น การทำให้ขนาดของขยะมูลฝอยเล็กลงสำหรับการหมักทำปุ๋ย เป็นต้น

2. การทำงานในส่วนการเปลี่ยนรูปขยะมูลฝอย ประกอบด้วย

2.1 การลดขนาด เป็นหน่วยการทำงานที่ใช้ในการลดขนาดของวัสดุต่าง ๆ ของขยะจากชุมชน โดยมีการนำมาใช้ใน 2 รูปแบบ คือ การลดขนาดโดยตรงเพื่อประโยชน์ในการทำงาน เช่น การนำขยะไปหมักทำปุ๋ย และการลดขนาดขยะในการนำกลับมาใช้ใหม่

อุปกรณ์ที่ใช้ในการลดขนาดของขยะมูลฝอย ประกอบด้วย

2.1.1 Hammermill Shredders เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับขยะที่แตกหักง่าย ลักษณะของอุปกรณ์ ประกอบด้วยฆ้อนตี ซึ่งติดตั้งกับเพลาและจานหมุน โดยหมุนที่ความเร็วรอบสูงประมาณ 700 – 1200 รอบต่อนาที และหมุนเหวี่ยงด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เมื่อขยะมูลฝอยเข้ามาสู่อุปกรณ์นี้ ขยะจะถูกเหวี่ยงทำให้ขยะแตกหัก ฉีกขาด และมีขนาดเล็กลงในที่สุด ค้อนตีนี้จะทำงานไปจนกระทั่งขยะมีขนาดเล็กลงและร่วงลงสู่ด้านล่างของเครื่อง

2.1.2 Shear Shredders เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดขยะให้มีขนาดเล็กลง ลักษณะของอุปกรณ์ ประกอบด้วยมีดตัดขนาดใหญ่ 2 ชุด ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายกรรไกร โดยทำงานที่ความเร็วรอบต่ำกว่า Hammermill Shredders คือ ประมาณ 60 – 190 รอบต่อนาที

2.1.3 Tub Grinders เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการลดขนาดของขยะมูลฝอยประเภทกิ่งไม้ใบหญ้า เศษสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ซึ่งมีลักษณะคล้าย Hammermill Shredders แต่สามารถเคลื่อนย้ายไปทำงาน ณ แหล่งกำเนิดได้

ประสิทธิภาพในการทำงาน

การใช้ Hammermill ในการลดขนาดจะให้ขนาดที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากการใช้ Hammermill ไม่ได้มีการกำหนดขนาดที่อยู่ในรูปแบบเดียว ซึ่งการนำ Hammermill ไปใช้จะให้ประโยชน์มากถ้ามีการใช้เครื่องร่อน (screens) ตามมาเพื่อแยกแก้ว ทราย และหินออกจากส่วนประกอบอื่น ๆ ในขยะ ในขณะเดียวกันการที่ Hammermill มีการทำงานที่ความเร็วรอบสูงอาจทำให้แก้ว และทราย มีขนาดเล็กละเอียดและฝังอยู่ในเนื้อของส่วนประกอบอื่น ๆ ที่นิ่มกว่า เช่น กระดาษ ผ้า

ส่วนการใช้ Shear Shredders จะให้ขนาดของขยะมูลฝอยหลังการลดขนาดแล้ว มีขนาดใกล้เคียงกัน ซึ่งเหมาะนำมาใช้กับขยะชุมชน ขยะอุตสาหกรรมบางชนิด และยาง

ข้อกำหนดในการออกแบบ

การออกแบบอุปกรณ์ในการลดขนาดนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/ชม.) และกำลังที่ใช้ โดยการเลือกกำลังม้าที่ใช้ในการลดขนาด ซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ผลิตอุปกรณ์ ในส่วนการลดขนาดที่มีการลดขนาดของขยะมูลฝอยก่อนนำไปเข้าเครื่อง Hammermill ให้เพิ่มกำลังแรงม้าไปอีก 1.5 hd.ตัน/ชม.

2.2 การแยกขนาดขยะหรือการร่อน เป็นการแยกส่วนประกอบของขยะมูลฝอยเป็น 2 ส่วน หรือมากกว่าขึ้นไป การแยกขนาดขยะทำได้ทั้งในรูปของขยะเปียก และขยะแห้ง การแยกขนาดขยะนี้สามารถได้ทั้งก่อนและหลังการลดขนาด และหลังจากการแยกขยะด้วยอากาศ (Air Classification) ในกระบวนการนำขยะมูลฝอยไปเป็นเชื้อเพลิง (refuse – derived fuel, RDF) นอกจากนี้ยังได้นำไปใช้ในการหมักทำปุ๋ยเพื่อใช้ในการร่อนปุ๋ยให้มีขนาดเดียวกัน

2.2.1 ชนิดของอุปกรณ์ในการแยกขนาดขยะที่มีการนำมาใช้กันมาก ได้แก่

1. Vibrating Screens เป็นอุปกรณ์ที่มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งในการแยกขยะแห้ง เช่น แก้ว หรือโลหะ ใช้กับการแยกเศษไม้ ใช้ในการร่อนปุ๋ยสำหรับการหมักทำปุ๋ย และใช้ในการร่อนเศษวัสดุคอนกรีตที่แตกหักออกจากเศษวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ

2. Trommel Screens เป็นอุปกรณ์ชนิดที่เหมาะสมและสะดวกในการทำงานในกระบวนการต่าง ๆ ของขยะมูลฝอย ประกอบด้วยเครื่องร่อนขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 ฟุต และมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก และหมุนรอบตัวเองในแนวนอน อุปกรณ์ชนิดนี้มักนำมาใช้ในการคัดแยกขยะที่มีขนาดใหญ่เกินไปออกจากขยะที่มีอยู่ในกระบวนการนำขยะมูลฝอยไปเป็นเชื้อเพลิง (refuse – derived fuel, RDF) และยังนำไปใช้ในการแยกกระดาษแข็งและกระดาษในการนำกลับคืนวัสดุเพื่อมาใช้ใหม่

3. Disc Screens เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบชุดของเพลาในแนวนอนที่ขนานกัน ซึ่งมีจานเป็นชุดวางเรียงต่อกันเป็นลอน ขยะมูลฝอยที่มีขนาดเล็กจะร่วงลงสู่ช่องว่างระหว่าง

จานสู่ที่รองรับด้านล่าง ส่วนขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่จะอยู่ด้านบนของจาน และถูกลำเลียงไปตามสายพาน การปรับขนาดในการคัดแยกขยะมูลฝอยทำได้โดยการปรับช่องว่างระหว่างจาน ข้อดีของอุปกรณ์ชนิดนี้คือ สามารถทำความสะอาดได้ด้วยตนเอง (self – cleaning) และสามรถปรับระยะช่องห่างของจานได้ด้วยการปรับเพลา

2.3 การแยกขยะด้วยความหนาแน่น เป็นวิธีการหนึ่งที่นำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการแยกวัสดุออกจากกันโดยอาศัยความหนาแน่น และลักษณะทางการเคลื่อนไหวของอากาศ (Aerodynamic) การแยกขยะด้วยความหนาแน่นนี้ได้นำมาใช้ในการแยกขยะชุมชนในสองส่วน คือ การแยกส่วนประกอบที่เบา (light fraction) เช่น กระดาษ พลาสติก และสารอินทรีย์ ส่วนที่สอง คือ การแยกส่วนประกอบที่หนัก (heavy fraction) เช่น โลหะ ไม้ และสารอนินทรีย์ที่มีความหนาแน่นต่าง ๆ

2.3.1 ชนิดอุปกรณ์ เทคโนโลยีหลายชนิดได้นำเข้ามาใช้ในการแยกขยะด้วยความหนาแน่น ได้แก่

1. เครื่องแยกขยะแบบลมเป่า (Air Classification) เป็นอุปกรณ์ที่มีในหลายรูปแบบในแบบที่ง่าย ขยะมูลฝอยที่ผ่านการลดขนาดแล้วจะนำมาปล่อยลงสู่ปล่องในแนวดิ่ง ซึ่งมีอากาศเคลื่อนที่จากด้านล่างของปล่องไปสู่ด้านบน เพื่อให้สามารถแยกส่วนประกอบที่เบาออกทางด้านบนของปล่องได้ ส่วนประกอบที่หนักจะไม่สามารถลอยขึ้นด้านบนได้ก็จะตกลงสู่ด้านล่างของปล่อง การควบคุมเปอร์เซ็นต์ในการแยกส่วนประกอบที่หนักและเบาขึ้นอยู่กับอัตราภาระบรรทุกขยะ (waste – loading rate) อัตราอากาศที่ไหล (airflow rate) และพื้นที่หน้าตัดของปล่อง

เครื่องแยกขยะแบบลมเป่าอีกรูปแบบหนึ่ง เรียกว่า Zigzag Air Classification ซึ่งประกอบด้วยปล่องในแนวดิ่งที่มีมุมเบี่ยงด้านในแบบซิกแซก และอากาศไหลผ่านปล่องด้วยความเร็วสูง ขยะมูลฝอยที่ผ่านการลดขนาดแล้วจะปล่อยมาจากด้านบน และอากาศเคลื่อนที่จากด้านล่างของปล่อง ในทางทฤษฎีแล้วการทำให้เกิดมุมเบี่ยงภายในปล่องทำให้เกิดความปั่นป่วนในอากาศที่ไหลขึ้น ซึ่งจะทำให้ขยะมูลฝอยเกิดการกระแทก และเกิดการแตกหักได้

เครื่องแยกขยะแบบลมเป่าแบบ Pulsed Air Classification เป็นเครื่องแยกขยะแบบลมเป่าที่พัฒนาขึ้นโดยการเปลี่ยนความเร็วของอากาศที่ไหลขึ้น แทนการให้ความเร็วของอากาศคงที่และได้นำมาใช้กับเครื่องแยกขยะแบบลมเป่าชนิดธรรมดา และชนิด zigzag ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างในการแยกวัสดุต่าง ๆ โดยความเร็วของอากาศที่เปลี่ยนไปมีผลกับการตกของวัสดุต่าง ๆ ในช่วงความเร็วที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถแยกวัสดุที่ความเร็วต่าง ๆ ได้

เครื่องแยกขยะแบบลมเป่าที่สมบูรณ์ประกอบด้วย สายพานลำเลียง 1 ชุด หรือมากกว่านั้น เครื่องแยกขยะแบบลมเป่า และเครื่องแยกขยะแบบกรวยลมวน (cyclone) โดยสายพานลำเลียงขยะมูลฝอยเข้าสู่กรวยรับขยะ (hopper) และเข้าสู่เครื่องแยกขยะแบบลมเป่า จากนั้นอากาศที่ประกอบด้วยส่วนประกอบเบาจะเข้าสู่เครื่องแยกขยะแบบกรวยลมวน เพื่อแยกขยะเบาออกจากอากาศก่อนที่จะระบายอากาศ ซึ่งอาจจะผ่านเครื่องแยกฝุ่นออกก่อนระบายสู่บรรยากาศต่อไป ส่วนขยะหนักจะถูกลำเลียงไปยังระบบการนำกลับคืนวัสดุเพื่อมาใช้ใหม่ และบางส่วนนำไปสถานีกำจัดต่อไป

2. เครื่องแยกหิน (Stoners) เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบไว้สำหรับแยกหินและวัสดุหนักที่ไม่ต้องการออกจากพืชผลต่าง ๆ เช่น ข้าวสาลี ในส่วนของการนำมาใช้กับขยะชุมชน เครื่องแยกหินได้นำมาใช้ในการแยกกรวดทรายที่หนัก ออกจากขยะที่เป็นสารอินทรีย์ในส่วนของขยะที่มีขนาดเล็กเกินกว่าที่จะเข้าอุปกรณ์แยกขยะ โดยทั่วไปมักจะเรียกว่าเครื่องแยกสารเฉื่อย (inert separators) แนวโน้มในปัจจุบันอุปกรณ์ชนิดนี้ได้นำเข้ามาใช้แทนอุปกรณ์ลดขนาดและเครื่องแยกขยะแบบลมเป่า สำหรับขยะมูลฝอยที่ไม่ผ่านกระบวนการใด ๆ โดยใช้เครื่องแยกขยะแบบ trommel หนึ่งเครื่องหรือมากกว่านั้นและเครื่องแยกหินหนึ่งเครื่อง

ลักษณะของเครื่องแยกหิน ประกอบด้วยชั้นพรุนที่สามารถสั่นได้ โดยมีอากาศเป่าจากด้านล่างของชั้นขึ้นไปสู่ด้านบน ชั้นพรุนจะวางเอียงประมาณ 4 องศา และจะสั่นในทิศขึ้นบน ขยะที่ต้องการจะแยกจะปล่อยลงมาสู่ด้านบนของชั้นพรุนในตำแหน่งระหว่างกลางและตำแหน่ง 1/3 ของชั้นพรุน ขยะที่เบาจะปล่อยตัวและไหลลงมาทางปลายด้านล่างของชั้นพรุน ส่วนขยะที่หนักจะยังคงอยู่ที่ชั้นพรุนนั้นและจะเคลื่อนที่ไปยังปลายด้านบนด้วยแรงสั่น การแยกขยะด้วยวิธีนี้ขึ้นอยู่กับการให้ค่าลาดเอียงและปริมาณอากาศ

3. การลอย (Flotation) เป็นการใช้ของเหลวในการแยกส่วนประกอบที่มีความหนาแน่นต่างกันสองชนิดออกจากกัน เช่น การแยกแก้ว ออกจากสารอินทรีย์ที่เบา ด้วยการให้แก้วจมตัวในน้ำ ซึ่งการแยกส่วนประกอบลักษณะนี้ได้นำมาใช้กันมากในการแยกหิน อิฐ กระดูก และวัสดุที่มีความหนาแน่นสูงด้วยการจม ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้จะถูกลำเลียงด้วยสายพานลำเลียงไปสู่กระบวนการต่อไป ส่วนประกอบที่เบาจะถูกกวาดออกจากผิวหน้าของของเหลวและนำไปฝังกลบ

4. การแยกโดยใช้ชั้นตัวกลาง (Heavy Media Separation) การแยกขยะลักษณะนี้มักนิยมใช้กับการแยกอลูมิเนียม ซึ่งมักจะใช้ในการแยกอุปกรณ์ของเครื่องยนต์ไปใช้ใหม่ โดยการนำชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่มีอลูมิเนียมอยู่ในปริมาณมาก ซึ่งผ่านการบดอัดและแยกโลหะเหล็กและแก้วออกแล้ว ใส่ไปในของเหลวที่มีน้ำหนักถ่วงจำเพาะที่สูง (high specific gravity) ซึ่งค่าของน้ำหนักถ่วงจำเพาะของของเหลวต้องอยู่ในค่าที่อลูมิเนียมสามารถลอยตัวอยู่ได้ ใน

ขณะเดียวกันทำให้วัสดุอื่น ๆ จมตัวลงในของเหลวนั้น ข้อเสียของวิธีนี้คือ สามารถใช้ได้กับขนาดของวัสดุที่แยกในช่วง 2,000 – 3,000 ตัน/วัน

2.4 การแยกขยะด้วยไฟฟ้าและพลังแม่เหล็ก วิธีนี้เป็นการนำคุณสมบัติของไฟฟ้าและแม่เหล็กมาใช้ในการแยกวัสดุต่าง ๆ ออกจากขยะส่วนใหญ่ การแยกด้วยแม่เหล็ก (magnetic separation) เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการแยกโลหะเหล็กออกจากโลหะอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เหล็ก ส่วนการแยกด้วยไฟฟ้า (electrostatic separation) มักนิยมใช้ในการแยกพลาสติกออกจากกระดาษ โดยใช้ลักษณะในการทำให้เกิดประจุที่ผิวหน้าของผิววัสดุต่างกันของสองวัสดุ การแยกด้วยกระแสไหลวน (eddy current separation) เป็นวิธีการที่ใช้หลักการในการเปลี่ยนกระแสแม่เหล็กเพื่อใช้ในการเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลวนมันใช้ในการแยกโลหะที่ไม่ใช่เหล็กออก เช่น อลูมิเนียม ซึ่งเรียกว่า แม่เหล็ก อลูมิเนียม (aluminium magnet)

2.4.1 ชนิดของอุปกรณ์

1. การแยกด้วยแม่เหล็ก (Magnetic Separation) เป็นการใช้แม่เหล็กถาวรหรือแม่เหล็กไฟฟ้าในการแยกโลหะ อุปกรณ์ประกอบด้วยสายพานลำเลียงที่ได้รับการออกแบบให้มีการแยกด้วยแม่เหล็กที่ด้านปลายของสายพาน ซึ่งประกอบด้วยแม่เหล็ก 3 ชุด แม่เหล็กชุดแรกใช้ในการดูดโลหะ แม่เหล็กชุดที่สองที่เรียกว่า transfer magnet ใช้ในการดูดโลหะให้หมุนวนโดยรอบและทำให้เกิดการกวนปนกันขึ้น และเมื่อโลหะไปถึงจุดที่ไม่มีแม่เหล็กแล้ว โลหะที่ไม่ใช่เหล็กร่วงหล่นสู่ที่รองรับด้านล่าง ส่วนโลหะเหล็กจะถูกดึงไปสู่สายพานอีกชุดหนึ่งด้วยแม่เหล็กชุดสุดท้าย และนำไปสู่ที่เก็บต่อไป

กรณีที่ต้องการโลหะที่ไม่ผ่านการลดขนาดครั้งที่สอง หรือการแยกขยะด้วยลมเป่า การแยกโลหะทำได้โดยการใช้แม่เหล็กในรูปทรงกระบอก 2 ชุด แม่เหล็กชุดแรกใช้ในการดึงโลหะเหล็กออกจากขยะอื่น ๆ ในสายพานชุดแรก และส่งต่อไปยังสายพานชุดกลาง โลหะที่ไม่ใช่เหล็กจะร่วงหล่นสู่สายพานด้านล่าง ส่วนแม่เหล็กชุดที่สองเป็นแม่เหล็กขนาดเล็กเพื่อใช้ในการขนถ่ายโลหะเหล็กออกจากสายพาน และเพื่อไม่ให้เกิดการขัดข้องจากการที่แม่เหล็กไปติดระหว่างแม่เหล็กและสายพาน แม่เหล็กชุดที่สองจะหมุนในทิศทางตรงกันข้ามกับสายพาน และนำโลหะไปสู่ที่รองรับต่อไป

2. การแยกด้วยพลังไฟฟ้า (Electrostatic Separation) เป็นการใช้สนามไฟฟ้าแรงสูงในการแยกวัสดุที่ไม่ใช่สื่อไฟฟ้า เช่น แก้ว พลาสติก และกระดาษ ออกจากวัสดุที่เป็นสื่อไฟฟ้า เช่น โลหะ โดยอาศัยความแตกต่างของค่า electrical permittivity, ε หรือความสามารถในการเก็บประจุไฟฟ้า วิธีการแยกด้วยไฟฟ้านี้ไม่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ส่วนมากมักนำมาใช้ในการแยกพลาสติกเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

3. การแยกด้วยกระแสไหลวน (Eddy Current Separation) เป็นการใช้กระแสไหลวนในการแยกโลหะโดยใช้หลักการของ Faraday's Law ในการเหนี่ยวนำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้า วัสดุที่เป็นสื่อไฟฟ้า เช่น อลูมิเนียม จะเข้ามาสู่สนามแม่เหล็กได้ โดยจะเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นที่วัสดุนั้น ความต่างศักย์ไฟฟ้านี้จะทำให้เกิดกระแสไหลวนและเหนี่ยวนำทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่ตรงข้ามกันกับสนามแม่เหล็กเดิม ทำให้เกิดแรงแม่เหล็กที่นำวัสดุที่เป็นสื่อไฟฟ้าออกไปจากสนามแม่เหล็ก

2.5 การบีบอัดขยะ (Densification or Compaction) เป็นวิธีการในการเพิ่มความหนาแน่นให้กับขยะ ซึ่งทำให้สะดวกกับการเก็บและขนย้าย เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการอัดขยะและใช้ในการนำกลับวัสดุต่าง ๆ ได้แก่ การอัดแท่ง (baling) การอัดเม็ด (palleting) การอัดก้อน (cubing) วัตถุประสงค์ในการอัดขยะได้แก่ การช่วยในการจัดเก็บสำหรับการนำกลับคืนไปใช้ใหม่ การลดปริมาตรสำหรับการขนส่ง และการเตรียมการอัดแน่นขยะสำหรับการเผาขยะเป็นเชื้อเพลิง (RDF)

2.5.1 ชนิดของอุปกรณ์

1. เครื่องอัดขยะประจำที่ (Stationary Compactors) เครื่องอัดขยะที่นำมาใช้ในการอัดขยะมูลฝอยแบ่งเป็น เครื่องอัดขยะแบบประจำที่ และเครื่องอัดขยะแบบเคลื่อนที่ได้ โดยเครื่องอัดขยะแบบประจำที่ หมายถึง เครื่องอัดขยะที่ใช้สำหรับการอัดขยะในยานพาหนะสำหรับเก็บขนขยะ ในขณะที่เครื่องอัดขยะแบบเคลื่อนที่ได้เป็นเครื่องอัดขยะที่ประกอบด้วยล้อ และใช้ในการฝังกลบขยะมูลฝอย เครื่องอัดขยะแบ่งตามประเภทการใช้งานแบ่งได้เป็น

1.1 เครื่องอัดขยะสำหรับที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม

1.2 เครื่องอัดขยะสำหรับอุตสาหกรรมเบา

1.3 เครื่องอัดขยะสำหรับอุตสาหกรรมหนัก

1.4 เครื่องอัดขยะสำหรับสถานีขนถ่ายขยะ แบ่งเป็น เครื่องอัดขยะที่ใช้ความดันต่ำ และเครื่องอัดขยะที่ใช้ความดันสูง

2. เครื่องอัดแท่งขยะ (Baling Equipment) เครื่องอัดแท่งเป็นลักษณะหนึ่งในการอัดขยะ โดยทำงานที่ความดันสูง ประมาณ 100 – 200 ปอนด์/ตารางนิ้ว ซึ่งทำให้เกิดขยะที่อัดเป็นแท่งขนาดเล็ก ซึ่งใช้ในการนำไปกำจัดหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ต่อไป ขนาดของขยะที่อัดแท่งแล้วมีขนาดตั้งแต่ 48 x 30 x 42 นิ้ว ไปจนถึง 74 x 30 x 44 นิ้ว ส่วนน้ำหนักขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของขยะที่นำมาอัดแท่ง ประเภทของขยะที่นิยมมาอัดแท่งได้แก่ กระดาษแข็ง พลาสติก ขวดพลาสติก PETE และกระป๋องอลูมิเนียม ทำให้สะดวกในการขนย้ายและนำกลับมาใช้ใหม่

3. การอัดก้อนและการอัดเม็ด (Cubing and Palleting Equipment) เทคโนโลยีนี้มักนิยมใช้ในการเพิ่มความหนาแน่นให้ขยะมูลฝอยสำหรบการนำขยะไปเป็นเชื้อเพลง ด้วยการเผาไหม้ในวิธีการต่าง ๆ เช่น incinerator, gasification และ pyrolysis โดยขยะมูลฝอยที่ผ่านการลดขนาดแล้ว(ด้วยเครื่องฉีก) เข้าสู่แม่พิมพ์ (die) ซึ่งประกอบด้วยลูกล้อกลมหมุนอยู่ภายในแม่พิมพ์สำหรับอัดขยะให้เป็นก้อน ในการอัดก้อนและการอัดเม็ดจะประกอบด้วยอุปกรณ์ คือ เครื่องฉีก สายพานลำเลียง และระบบควบคุมความชื้น ขยะที่ผ่านการอัดแล้วสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่เกิดการย่อยสลายก่อนที่จะนำไปเป็นเชื้อเพลิง

2.6 การนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ ประเภทของขยะมูลฝอยที่นิยมนำกลับมาใช้ใหม่มีหลายชนิด เช่น กระดาษ แก้ว พลาสติก โลหะ ยาง เป็นต้น การนำกลับขยะมูลฝอยเหล่านี้ทำได้โดยผ่านโรงงานคัดแยกและนำกลับขยะมูลฝอย หรือมีการคัดแยกทางอ้อมโดยผ่านตัวกลาง เช่น คนคุ้ยขยะ ร้านรับซื้อของเก่า เป็นต้น สำหรับประเทศไทยแล้วการจัดตั้งโรงงานคัดแยกและนำกลับขยะยังไม่แพร่หลายนัก จึงมีการนำกลับขยะมาใช้ใหม่โดยผ่านตัวกลาง โดยขยะมูลฝอยเหล่านี้ส่วนหนึ่งจะถูกรวบรวมไว้ก่อนแล้ว จึงไม่ได้ทิ้งปนไปกับขยะมูลฝอยที่เทศบาล/สุขาภิบาล รวบรวมและนำไปกำจัด ผู้ที่ทำหน้าที่ตัวกลางนำขยะมูลฝอยเหล่านี้มาใช้ได้แก่ พนักงานเก็บขน คนคุ้ยขยะ รถเร่รับซื้อของเก่า และโรงงานอุตสาหกรรม โดยตัวกลางเหล่านี้จะนำขยะมูลฝอยเหล่านี้มาขาย และส่งต่อไปยังโรงงานแปรรูป เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป นอกจากนี้ระบบการมัดจำบรรจุภัณฑ์ เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งมักนิยมใช้ในการมัดจำขวดแก้ว และขวดพลาสติก

ระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย

แบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. การแยกขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิด (Source Separation) เป็นการแยกขยะมูลฝอยโดยผู้ผลิตขยะ โดยทั่วไปหมายถึงครัวเรือนในแต่ละชุมชน ซึ่งมักแยกขยะมูลฝอยก่อนทิ้ง โดยแยกขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ออกจากขยะมูลฝอยทั่วไป นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการทิ้งขยะตามการแบ่งประเภทของถังขยะที่รองรับ เช่น ถังสีเขียวสำหรับขยะจำพวกเศษอาหารหรือขยะเปียก ถังสีเหลืองสำหรับขยะแห้ง ถังสีเทาสำหรับโลหะ ถังสีส้มสำหรับพลาสติก เป็นต้น การรวบรวมขยะมูลฝอยเหล่านี้ มักนิยมใช้รถเก็บขยะมูลฝอยสำหรับแยกประเภทขยะมูลฝอยโดยเฉพาะซึ่งมีการแบ่งช่องรับขยะแต่ละประเภทไว้แล้ว เพื่อสะดวกในการนำขยะมูลฝอยไปแปรรูปในขั้นตอนต่อไป นอกจากนี้ยังมีรูปแบบในการแยกขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งนิยมใช้ในชุมชนกันมาก โดยจัดตั้งเป็นศูนย์รับขยะ โดยแต่ละบ้านนำขยะของตนมาทิ้งที่

ศูนย์ดังกล่าว รูปแบบของศูนย์รับขยะนี้แบ่งเป็น ศูนย์รับแยกขยะ (drop–off center) และศูนย์รับซื้อคืน (buy–back center)

ศูนย์รับแยกขยะ (drop–off center) การจัดตั้งศูนย์รับแยกขยะนี้ เป็นการทำงานร่วมกันในการคัดแยกขยะในชุมชน ซึ่งต้องมีการร่วมกันคัดแยกขยะตั้งแต่แหล่งกำเนิด และนำไปทิ้งในที่สถานีกำจัด โดยประชาชนต้องมีส่วนร่วมในการแยกขยะแต่ละประเภทจากบ้าน และนำขยะมาทิ้งที่ศูนย์รับแยกขยะของชุมชน ศูนย์รับแยกขยะแบ่งเป็นหลายรูปแบบ ตั้งแต่เป็นการแยกขยะประเภทเดียว เช่น รับเฉพาะขยะแห้ง เป็นต้น ไปจนถึงการแยกขยะหลายประเภท เช่น พลาสติก แก้ว กระดาษ เป็นต้น การจัดตั้งศูนย์รับแยกขยะนี้ ควรคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้งเป็นอย่างมาก ควรตั้งอยู่ในบริเวณที่เป็นศูนย์กลาง มีคนผ่านไปผ่านมา และมีความสะดวกในการนำขยะมาทิ้ง เช่น การจัดตั้งศูนย์รับแยกขยะในบริเวณศูนย์การค้า ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ซึ่งมักประสบผลสำเร็จ นอกจากนี้ยังอาจจัดในรูปแบบของศูนย์รับแยกขยะเคลื่อนที่ก็ได้ การจัดการขยะมูลฝอยที่แยกมาได้นั้น ทำได้ในหลายลักษณะ โดยชุมชนที่มีการจัดตั้งศูนย์รับแยกขยะดำเนินการในการนำขยะไปแปรรูปเอง หรือส่งขายให้กับผู้รับซื้อโดยตรง หรือจัดให้เป็นการดำเนินการของเทศบาลในชุมชนนั้น ๆ ปัญหาที่มักพบอยู่บ่อย ๆ ในการจัดตั้งศูนย์นี้ คือการขาดความร่วมมือจากประชาชน ส่วนในพื้นที่ที่ได้รับความร่วมมือจากประชาชนอย่างดี มักจะพบกับปัญหาในเรื่องขนาดของที่รองรับขยะ โดยขยะมีมากทำให้ถังหรือพื้นที่รองรับขยะไม่เพียงพอกับขยะ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงช่วงเวลาและความถี่ในการนำขยะไปจัดการด้วย

ศูนย์รับซื้อคืน (buy–back center) เป็นโครงการหนึ่งที่จัดตั้งขึ้น เพื่อส่งเสริมให้เกิดการแยกขยะมูลฝอยให้มากขึ้น โดยมีรูปแบบในการดำเนินงานเหมือนกับศูนย์รับแยกขยะ แต่แตกต่างตรงที่มีการจ่ายเงินให้ผู้ที่นำขยะมาทิ้งทันที หรือเป็นการนำเงินที่ได้จากการทิ้งขยะไปหักกับค่าธรรมเนียมการให้บริการการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาล นอกจากนี้ยังมีการใช้ระบบจูงใจอื่น ๆ เพื่อให้ประชาชนนำขยะมาทิ้ง เช่น การแข่งขันทิ้งขยะแยกประเภทชิงรางวัล เป็นต้น

2. การแยกขยะมูลฝอยด้วยรถเก็บขนขยะและศูนย์คัดแยกขยะระบบการคัดแยกนี้เป็นการแยกขยะมูลฝอยจากผู้ทิ้งขยะซึ่งแบ่งถังขยะรองรับเป็น 2 ประเภท คือ ถังขยะรองรับขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น ถังเขียวสำหรับขยะเปียก และ ถังเหลืองสำหรับขยะแห้ง เป็นต้น การจัดระบบถังขยะแบบนี้เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากขยะรวมไปยังขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งทำให้การคัดแยกมีประสิทธิภาพลดลง เช่น กระดาษที่มีเศษอาหารปนอยู่ไม่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้ เป็นต้น นอกจากนี้การแยกขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ยังนิยมบรรจุไว้ในถุงสีฟ้าหรือที่นิยมเรียกว่า blue bags โดยขยะเหล่านี้ผู้ทิ้งขยะเป็นผู้แยกก่อนนำมาทิ้งลงถังขยะ ระบบรวบรวมขยะมูลฝอยเหล่านี้ ทำได้โดยแยกประเภทรถเก็บขนขยะเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของถังรองรับขยะมูลฝอย โดยรถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทที่สามารถนำกลับไปใช้

ใหม่ได้ จะนำขยะมูลฝอยไปยังศูนย์คัดแยกขยะ เพื่อทำการคัดแยกขยะแต่ละประเภท และแปรรูปเพื่อส่งไปเป็นวัตถุดิบยังโรงงานอุตสาหกรรมต่อไป ส่วนขยะมูลฝอยทั่วไปจะมีรถเก็บขนขยะมารับขยะเหล่านี้ไปกำจัดยังสถานีกำจัดขยะ

3. การแยกเศษขยะโดยใช้ศูนย์คัดแยกขยะ ระบบนี้เป็นการแยกขยะที่ศูนย์คัดแยกขยะโดยตรง โดยผู้ทิ้งขยะจะทิ้งขยะทุกประเภทลงสู่ถังเดียวกัน จากนั้นรถเก็บขนขยะจะนำขยะรวมไปยังศูนย์คัดแยกขยะเพื่อแยกขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยไม่มีการคัดแยกขยะมูลฝอยมาก่อน ที่ศูนย์คัดแยกขยะมีอุปกรณ์ในการคัดแยกเพื่อใช้ในการคัดแยกขยะ ซึ่งมีทั้งการใช้คนในการคัดแยกขยะ และการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ในการแปรรูปขยะ ซึ่งขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้จะถูกแยกและนำส่งให้โรงงานอุตสาหกรรม ส่วนขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้จะนำไปกำจัดยังสถานีกำจัดขยะต่อไป

วิธีการทั้ง 3 วิธีนี้ให้ปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ในปริมาณที่แตกต่างกัน และมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป วิธีการแรกต้องใช้ความร่วมมือจากผู้ทิ้งขยะมูลฝอยอย่างมาก สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในด้านถังรองรับขยะมูลฝอยและรถเก็บขนขยะมูลฝอย แต่ค่าใช้จ่ายในกระบวนการคัดแยกจะต่ำ ส่วนวิธีที่สองใช้ความร่วมมือจากผู้ทิ้งขยะมูลฝอยไม่มากเท่าวิธีแรก แต่ต้องมีศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอย ซึ่งมีกระบวนการคัดแยกที่ต้องลงทุนค่อนข้างสูง ในขณะที่วิธีสุดท้าย การจัดการคัดแยกขยะไม่ต้องอาศัยความร่วมมือของผู้ทิ้งขยะมูลฝอย แต่ต้องลงทุนในกระบวนการคัดแยกขยะมูลฝอยซึ่งต้องซื้ออุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้สูง แต่ขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้มีคุณภาพต่ำ

การคัดแยกขยะจะใช้วิธีใดนั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับเงินลงทุนแล้วยังสัมพันธ์กับคุณภาพของขยะมูลฝอยที่ได้ การรับซื้อของโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งลักษณะอุปนิสัยในการทิ้งขยะมูลฝอยของคนในพื้นที่อีกด้วย

ปัญหาที่มักเกิดขึ้นในการคัดแยกขยะมูลฝอยที่ควรพิจารณา ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพในการคัดแยกขยะมูลฝอย ได้แก่

1. ขาดการแยกและระบุว่าขยะมูลฝอยประเภทใดเป็นขยะเสี่ยงอันตราย ซึ่งต้องมีการนำไปกำจัดด้วยวิธีที่เหมาะสม ทำให้มักมีขยะมูลฝอยประเภทนี้ปนมากับขยะมูลฝอยที่ต้องการแยกนำกลับไปใช้ใหม่เสมอ ๆ รวมทั้งเกิดการปนเปื้อนกับขยะมูลฝอยโดยรวมอีกด้วย เช่น ถ่านไฟฉาย ขวดบรรจุน้ำยาล้างห้องน้ำ กระป๋องสี น้ำยาเช็ดกระจก เป็นต้น

ดังนั้น การแก้ไขปัญหาดังกล่าว ควรมีการระบุขยะมูลฝอยที่เป็นขยะเสี่ยงอันตรายให้ชัดเจน และมีถังขยะรองรับขยะมูลฝอยประเภทนี้โดยเฉพาะ เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อน และสามารถนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ถังเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ใหม่ไม่เหมาะสม โดยทั่วไปมักนิยมใช้ถังขยะรับขยะรวมของบ้าน โดยไม่มีการแยกถังขยะตามลักษณะของขยะมูลฝอย ทำให้ขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้เกิดการปนเปื้อนกับขยะรวม ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้มีน้อยลงและคุณภาพต่ำ จึงควรมีการพิจารณาการนำถังขยะแบบแยกประเภทมาใช้ ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์กรต่าง ๆ ที่รับผิดชอบในส่วนนี้ รวมทั้งควรมีการจูงใจให้ประชาชนหันมาใช้ถังขยะแยกประเภทเหล่านี้

3. ขาดความร่วมมือจากประชาชน การคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่จะสำเร็จลงได้ ต้องได้รับความร่วมมือจากประชาชน โดยเฉพาะการใช้ถังขยะแยกประเภท ซึ่งต้องมีการเปลี่ยนนิสัย รวมทั้งสร้างค่านิยมในการแยกประเภทของขยะมูลฝอยให้เกิดขึ้นในชุมชน ซึ่งส่วนใหญ่มักคุ้นเคยกับการใช้ถังเดียวสำหรับรับขยะรวมทั้งหมดที่เกิดขึ้น

4. การรับซื้อขยะมูลฝอยไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร ทั้งนี้ส่วนหนึ่งสืบเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่ การนำขยะมูลฝอยบางประเภทไปใช้เป็นวัตถุดิบนั้น ต้องมีการลงทุนที่สูงขึ้น เพราะมีการปนเปื้อนมาก มีสิ่งเจือปนมาก ทำให้ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการคัดแยก เมื่อนำขยะมูลฝอยเหล่านี้ไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่แล้วบางประเภทมีคุณภาพต่ำลง เช่น กระดาษมีความขาวลดลง แก้วมีเนื้อแก้วที่ไม่ใส เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังรวมไปถึงทัศนคติของประชาชนมักไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความทนทานต่ำ คุณภาพไม่ทัดเทียมกับผลิตภัณฑ์ที่นำวัตถุดิบโดยตรงมาใช้

การคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่นั้นต้องมีการพิจารณาในหลายด้าน พร้อมทั้งต้องได้รับการสนับสนุนในหลายส่วน ทั้งในส่วนของรัฐบาลที่ต้องมีนโยบายในการจัดการการวางแผนที่ชัดเจน และการประชาสัมพันธ์ ทำให้การคัดแยกขยะมูลฝอยสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนของภาคเอกชน อุตสาหกรรม ต้องมีการพัฒนากระบวนการผลิตในการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ การพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขยะมูลฝอยรวมทั้งในส่วนของประชาชนเองต้องให้ความร่วมมือในการทิ้งขยะมูลฝอย ตามประเภทของถังขยะที่ทางรัฐบาลได้จัดทำขึ้น เปลี่ยนนิสัยในการทิ้งขยะ รวมทั้งหันมาใช้ผลิตภัณฑ์ที่มาจากการนำขยะมูลฝอยมาใช้ใหม่ให้มากขึ้น

เตาเผาขยะ (Incineration)

เตาเผาขยะเป็นวิธีการกำจัดขยะอีกวิธีหนึ่ง เมื่อไม่มีสถานที่ฝังกลบเพียงพอ เนื่องจากการเผาขยะจะช่วยลดปริมาตรขยะลงอย่างมาก ทำให้ปริมาณขยะที่ส่งเข้าเตาเผาเหลือเป็นขี้เถ้าประมาณไม่เกิน 10% (โดยปริมาตร) หรือประมาณ 25 – 30% (โดยน้ำหนัก) ซึ่งขี้เถ้าที่ได้จะถูกนำไปฝังกลบอย่างถูกวิธีหรือใช้ผลิตเป็นวัสดุก่อสร้างต่อไป นอกจากนี้ในบางพื้นที่ที่มีปริมาณ

ขยะอยู่มาก สามารถที่จะนำพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาขยะมาใช้ในการผลิตไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้ การใช้เตาเผาในการกำจัดขยะมูลฝอยเป็นการลงทุนที่สูงในระยะแรก ไม่เฉพาะกับตัวเตาเผาเท่านั้นแต่ที่สำคัญจะต้องมีระบบบำบัดอากาศเสียที่มีประสิทธิภาพสูง เพราะการเผาขยะมูลฝอยที่มีส่วนประกอบหลากหลายและมีสัดส่วนไม่คงที่อาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ เทคโนโลยีนี้นิยมในทวีปยุโรปและประเทศญี่ปุ่น ส่วนประเทศไทยมีเตาเผาขยะมูลฝอยและระบบผลิตไฟฟ้าจากมูลฝอยเพียงแห่งเดียวที่จังหวัดภูเก็ต ทั้งนี้ถ้ามีการออกแบบและติดตั้งที่ถูกต้อง เตาเผาขยะก็สามารถทำงานได้โดยไม่ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนใกล้เคียงแต่อย่างใด จุดสำคัญของระบบนี้คือ ต้องไม่ให้มีสารหรือวัตถุที่ระเบิดได้เข้าไปในเตาเผาอย่างเด็ดขาด (เช่น กระป๋องสเปรย์) เพราะจะสร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อโครงสร้างของหม้อไอน้ำได้ นอกจากนี้ ในการออกแบบต้องคำนึงถึงองค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะซึ่งไม่เหมือนชีวมวลทั่วไป เช่น มีความชื้นสูง มีความหลากหลายไม่สม่ำเสมอของคุณสมบัติ (Non – homogeneous) และมีค่าความร้อนต่ำ รวมถึงการเผาสารอันตรายที่หลุดลอดจากการคัดแยก เช่น ถ่านไฟฉาย และแบตเตอรี่ ทำให้ต้องติดตั้งอุปกรณ์บำบัดก๊าซทิ้งเป็นกรณีพิเศษ รวมถึงขี้เถ้าต้องนำไปฝังกลบอย่างถูกหลักวิชาการ การกำจัดขยะโดยการเผาจึงมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการดำเนินงานค่อนข้างสูงกว่าวิธีอื่น ๆ

ข้อดี

1. เหมาะกับสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัด เนื่องจากสามารถลดน้ำหนักและปริมาตรมูลฝอยได้มาก

2. สามารถนำพลังงานความร้อนที่ได้ ไปใช้ผลิตไฟฟ้า

ข้อเสีย

1. เงินลงทุนรวมถึงค่าใช้จ่ายการดำเนินงานค่อนข้างสูง

2. จำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญในการเดินระบบ

3. หากการก่อสร้างเตาเผาขยะไม่ได้มาตรฐาน การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ก็จะก่อให้เกิดปัญหามลภาวะด้านสิ่งแวดล้อม

การเผาไหม้โดยทั่วไปแล้วแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การเผาไหม้ขยะมวลรวม (Mass–Fired Combustion Systems) เป็นการเผาไหม้ขยะโดยรวมทั้งหมด ขยะที่เข้าสู่รูปแบบการเผานี้ จะไม่ผ่านกระบวนการแปรรูปและคัดแยกก่อนเข้าเตาเผา

2. การเผาไหม้ขยะเพื่อเป็นเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel – Fired Combustion Systems) เป็นการเผาไหม้ขยะที่มีการแปรรูป และคัดแยกมาก่อนเพื่อให้ได้พลังงานจากการเผา

ไหม้ ขยะที่แยกออกจะเป็นขยะที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ เช่น แก้ว เหล็ก โลหะ รวมทั้งขยะที่มีการปนเปื้อน ทำให้พลังงานจากการเผาไหม้มีค่าสูงโดยสม่ำเสมอ การควบคุมการเผาไหม้ทำได้ง่าย พลังงานที่ได้จากขยะมูลฝอยนี้มีค่าสูงกว่าขยะมูลฝอยในรูปแบบมวลรวมมาก

1. ชนิดเตาเผาขยะ

1.1 เตาเผาชนิดตะกรับ (Stoker–Fired Incinerator) เป็นเตาเผาที่ใช้หลักการในการเผาไหม้ที่ให้อากาศเกินพอ โดยอุณหภูมิภายในเตาประมาณ 850 – 1,200 C เป็นรูปแบบที่นิยมใช้กันมาก เหมาะสำหรับใช้กับขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมาก ประมาณ 150 ตันต่อวันขึ้นไป การทำงานเริ่มจากรถเก็บขนขยะมูลฝอยมาถ่ายเทลงบ่อรับขยะมูลฝอย จากนั้นเครนหรือก้ามปูทำหน้าที่ในการตักและป้อนขยะมูลฝอยเข้าสู่ช่องเตาเผาด้วยแรงโน้มถ่วง ซึ่งมีตะกรับอยู่เพื่อทำหน้าที่เคลื่อนขยะให้ผสมกัน และกระจายตลอดทั่วเตาเผาทำให้การเผาไหม้ขยะมูลฝอยเป็นไปได้อย่างทั่วถึง ความร้อนที่ได้สามารถนำกลับมาเป็นพลังงานและนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนเถ้าที่ได้จากการเผาไหม้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เถ้าหนัก คือเถ้าที่เหลืออยู่กับเตาเผา (Bottom ash) และเถ้าลอย คือเถ้าที่ลอยปะปนไปกับอากาศเสีย (Fly ash) เถ้าหนักจะถูกลำเลียงไปยังบ่อรับเถ้า ส่วนเถ้าลอยจะปนไปกับอากาศเสียเข้าสู่ระบบบำบัดอากาศ ซึ่งนิยมใช้ชุดถุงกรอง (Bag Filter) หรือเครื่องดักจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator) ก่อนที่จะระบายออกสู่บรรยากาศภายนอก (ดูภาพแสดงระบบเตาเผาขยะแบบดังกล่าวซึ่งใช้ในเทศบาลภูเก็ต)

1.2 เตาเผาชนิดใช้ตัวกลางนำความร้อน (Fluidized Bed Incinerator) เป็นเตาเผาขยะมูลฝอยที่ใช้ตัวกลางในการนำความร้อน โดยตัวกลางต้องมีคุณสมบัติในการกระจายความร้อนได้เป็นอย่างดี ตัวกลางที่มักนิยมใช้ได้แก่ ทราย โดยขยะมูลฝอยที่จะนำมาเผาต้องผ่านการลดขนาดให้มีขนาดเล็กลงก่อน เมื่อขยะถูกลำเลียงมายังช่องเผา ตัวกลางและขยะมูลฝอยจะถูกกวนผสมกันในเตาและเผาไหม้โดยใช้อากาศเกินพอ โดยใช้อากาศเป่าทำให้ขยะมูลฝอยมีพฤติกรรมเหมือนกับของไหล มีอุณหภูมิการเผาไหม้ประมาณ 600 – 1,000 องศาเซลเซียส ข้อดีของเตาเผาแบบนี้ คือมีความยืดหยุ่นในการรับขยะที่มีคุณสมบัติไม่สม่ำเสมอได้มากกว่าเตาเผาชนิดตะกรับ และสามารถควบคุมอุณหภูมิและคุณภาพของการเผาไหม้มูลฝอยได้ดีกว่าแบบตะกรับ จึงทำให้สามารถควบคุมมลสารและก๊าซมลพิษ ได้แก่ ออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ได้ดีกว่าเตาเผาแบบตะกรับ และมีประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่า ข้อเสียเปรียบของเตาเผาแบบนี้ อยู่ที่ต้องมีกระบวนการจัดการและเตรียมขยะมูลฝอยเบื้องต้นให้มีขนาดตามที่กำหนดก่อนป้อนเข้าสู่เตาเผา รวมทั้งเทคโนโลยีดังกล่าวยังมีราคาแพง และมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่สูงกว่าเตาเผาแบบตะกรับ

1.3 เตาเผาแบบหมุน (Rotary Kiln Incinerator) เป็นการเผาไหม้มวลของขยะมูลฝอยโดยใช้ห้องเผาไหม้ทรงกระบอกซึ่งสามารถหมุนได้รอบแกนและมีฉนวนหุ้มโดยรอบ ขยะจะ

เคลื่อนตัวไปตามผนังของเตาเผาทรงกระบอกตามการหมุนของเตาเผาซึ่งทำมุมเอียงกับแนวระดับ เตาเผาแบบนี้สามารถเผาไหม้มูลฝอยที่มีคุณสมบัติไม่สม่ำเสมอได้สูง และสามารถควบคุมระยะเวลาการเผาไหม้ของขยะในเตาเผา (Residence combustion time of waste) ได้ดี ทำให้สามารถเผาทำลายขยะประเภทขยะอันตราย (Hazardous waste) ได้ดี อย่างไรก็ตาม เตาเผาแบบดังกล่าว ต้องใช้อัตราส่วนอากาศส่วนเกินมากกว่าแบบอื่น ทำให้มีประสิทธิภาพพลังงานที่ต่ำกว่า

มลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยและการป้องกัน

1. มลพิษทางอากาศ คือมวลสารที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของเศษขยะมูลฝอยชุมชน ประกอบด้วย ฝุ่น และก๊าซหลายชนิด ซึ่งต้องมีการนำมาบำบัดก่อนระบายออกสู่บรรยากาศภายนอก ก๊าซที่เกิดขึ้นนี้บางชนิดสามารถควบคุมได้จากการเผาไหม้ ในขณะที่บางชนิดต้องใช้สารเคมีในการกำจัด ขึ้นอยู่กับประเภทของมลสารที่เกิดขึ้นนี้ประกอบด้วย ฝุ่น (Particulate) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โลหะ ไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) ไดออกซินและฟูราน (Dioxins และ Furans) (มาตรฐานคุณภาพอากาศเสียจากปล่องเตาเผาขยะมูลฝอย) การกำจัดฝุ่นที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ สามารถใช้อุปกรณ์ดักจับฝุ่นซึ่งมีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นตั้งแต่ 50 – 99.5% ขึ้นอยู่กับประเภทและหลักการทำงาน เช่น เครื่องดักจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์ ถุงกรอง ไซโคลน ฯลฯ โดยการเลือกใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นที่เกิดขึ้น เงินลงทุน ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาที่เหมาะสมเป็นต้น รายละเอียดแสดงในตารางต่อไปนี้

ตาราง 5 แสดงคุณลักษณะของเครื่องดักจับฝุ่นแต่ละประเภท

ประเภท	ขนาดฝุ่นที่สามารถดักจับได้ (Micron)	ประสิทธิภาพการดักจับฝุ่น	เงินลงทุน	O&M
เครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator)	20 ~ 0.05	90 ~ 99.5	สูง	ต่ำ – ปานกลาง
ถุงกรอง (Bag Filter)	20 ~ 0.1	90 ~ 99	ปานกลาง	ปานกลาง – สูง
ไซโคลน (Cyclone)	100 ~ 3	75 ~ 85	ปานกลาง	ปานกลาง
เครื่องดักจับฝุ่นแบบใช้แรงโน้มถ่วง(Gravitational Dust Collector)	1000 ~ 50	40 ~ 60	ต่ำ	ต่ำ
เครื่องดักจับฝุ่นแบบใช้แรงเฉื่อย (Inertia Dust Collector)	100 ~ 10	50 ~ 70	ต่ำ	ต่ำ

ที่มา : Commentary of Guideline for Structure of Waste Treatment Facilities, “Japan Waste Management Association”

สำหรับการกำจัดก๊าซพิษต่าง ๆ และไดออกซินและฟูราน มีวิธีการในการบำบัดซึ่งจะทำให้การปล่อยสารไดออกซินลดลงมาต่ำกว่าระดับมาตรฐานสิ่งแวดล้อมได้ โดยการควบคุมการเผาไหม้ให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ และควบคุมให้มีอุณหภูมิการเผาไหม้สูงกว่า 850 C อย่างน้อย 2 วินาที ประกอบด้วย

1.1 การบำบัดแบบแห้ง โดยวิธีการพ่นอนุภาคสารเคมีในรูปของแข็ง ที่จะเข้าไปทำปฏิกิริยากับก๊าซเสีย เช่น Calcium carbonate, Calcium hydroxide, Calcium oxide, Magnesium

oxide, Calcium magnesium bicarbonate เพื่อให้ก๊าซพิษหรือก๊าซกรด เปลี่ยนรูปไปเป็นสารที่เป็นกลาง

1.2 การบำบัดแบบแห้ง โดยการพ่นสารละลายด่างเข้าไปทำปฏิกิริยาเช่นเดียวกับข้อ 1.1

1.3 การฉีดแอมโมเนียเพื่อลดออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx)

1.4 บางโรงงานเผาขยะ ได้มีการใช้หอดูดซับซึ่งมี Activated Carbon หรือพ่น Activated Carbon เพื่อใช้ในการดูดซับไดออกซินและฟูราน ในขั้นตอนสุดท้ายของระบบ

2. มลพิษจากน้ำเสีย น้ำเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยด้วยการใช้เตาเผา มาจากหลายแหล่ง ได้แก่ น้ำเสียจากบ่อรับขยะ (น้ำชะขยะ) น้ำเสียจากอุปกรณ์ Scrubber น้ำเสียจากการแยกเถ้าออกจากอากาศเสีย น้ำเสียจากการล้างพื้น น้ำเสียจากการล้างรถเก็บขนขยะ จะต้องถูกรวบรวมและบำบัดให้ผ่านคุณภาพมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยสามารถใช้วิธีบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ อันจะทำให้ได้ก๊าซชีวภาพเพิ่มเติมได้

3. มลพิษจากกลิ่น กลิ่นที่เกิดขึ้นมากที่สุดมาจากบ่อรับขยะมูลฝอย ซึ่งโดยปกติแล้วบ่อรับขยะนี้จะสร้างในอาคารที่เป็นระบบปิด มีการป้องกันการรั่วไหลของกลิ่นที่เกิดจากขยะมูลฝอยออกไปสู่ภายนอก โดยมีการติดตั้งเครื่องระบายอากาศ เพื่อใช้ระบายอากาศที่มีกลิ่นเหม็นเข้าไปในเตาเผา และกำจัดกลิ่นโดยการเผาไหม้

ปัจจัยประกอบการเลือกใช้เตาเผา

ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้ประกอบการเลือกใช้เตาเผา ประกอบด้วย ลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยควรมีส่วนประกอบของขยะมูลฝอยที่สามารถเผาไหม้ได้ในปริมาณสูง มีความชื้นต่ำกว่า 40–50% และมีค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ที่สูงกว่า 800 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม นอกจากนี้ควรพิจารณาถึงปริมาณขยะมูลฝอยที่ใช้ในการกำจัด มาตรฐานคุณภาพอากาศที่ใช้ควบคุมเตาเผา และที่สำคัญคือ งบประมาณในการจัดตั้งและดำเนินการโรงงานเตาเผาขยะมูลฝอย

การทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย

เป็นกระบวนการแปรสภาพอินทรีย์วัตถุโดยอาศัยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติช่วยย่อยแล้วได้ผลสุดท้ายเป็นแร่ธาตุที่มีลักษณะค่อนข้างคงรูป มีสีค่อนข้างดำ มีความชื้นเล็กน้อย ไม่มีกลิ่นและสามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน กระบวนการหมักปุ๋ย มี 2 กระบวนการ คือ

1. การหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Decomposition) คือ กระบวนการที่จุลินทรีย์ที่ดำรงชีวิตโดยใช้ออกซิเจนได้รับสารอาหารแล้วเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และมีการย่อย

สลายให้กลายเป็นแร่ธาตุ กระบวนการนี้ไม่ก่อให้เกิดปัญหามากนัก เนื่องจากการย่อยสลายอินทรีย์สารไม่เกิดก๊าซชนิดที่มีกลิ่นเหม็น แต่จะได้ปุ๋ยที่มีคุณสมบัติดี มีองค์ประกอบของไนโตรเจนและซัลเฟต

การหมักปุ๋ยจากขยะมูลฝอยแบบใช้ออกซิเจนอย่างง่ายมี 2 วิธี ดังนี้

1.1 แบบกองบนลาน (Windrow System) นำขยะมูลฝอยที่คัดแยกไว้สำหรับทำปุ๋ยหมักมากองบนพื้นราบให้มีความสูงพอสมควร ต้องพลิกกลับกองปุ๋ยหมักให้ส่วนที่อยู่ด้านล่างขึ้นมาด้านบน เพื่อให้เกิดการระบายอากาศได้ดีและทั่วถึงทั้งกองปุ๋ยหมัก ซึ่งจะเป็นการเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายและยังป้องกันไม่ให้เกิดขบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น

1.2 แบบอุโมงค์อากาศ (Static Composting System) นำขยะมูลฝอยที่คัดแยกไว้สำหรับทำปุ๋ยหมักมากองสุมบนฐานที่สร้างเป็นอุโมงค์อากาศ เป็นการช่วยให้อากาศภายในกองปุ๋ยหมักมีการระบายได้อย่างทั่วถึง

2. การหมักปุ๋ยชนิดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposition) คือ กระบวนการที่จุลินทรีย์ชนิดที่ดำรงชีวิตโดยไม่ใช้ออกซิเจน ได้รับสารอาหารแล้วเจริญเติบโต และย่อยสลายสารให้แปรสภาพเป็นแร่ธาตุ แต่กระบวนการนี้มักมีปัญหาเกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น เช่น ก๊าซไข่เน่า ก๊าซแอมโมเนีย รวมทั้งคุณภาพของปุ๋ยที่ได้จะค่อนข้างต่ำและใช้เวลาในการหมักนานกว่าการหมักแบบใช้ออกซิเจน

องค์ประกอบขอบขยะที่เหมาะสมในการทำปุ๋ยหมัก

ต้องมีองค์ประกอบของอินทรีย์สารมากกว่า ร้อยละ 40

C:N ในขยะมูลฝอย	=	30 – 35:1
C:P ในขยะมูลฝอย	=	75 – 150:1
ขนาด	=	0.5 – 1.5 นิ้ว
ความชื้น	=	50 – 60 %
อุณหภูมิ	=	45 – 65 °C

ในการทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย จะต้องเลือกประเภทขยะมูลฝอยที่จะนำมาใช้หมักโดยมีปริมาณของธาตุคาร์บอนและไนโตรเจนที่เหมาะสม และควรคัดแยกมูลฝอยที่ไม่เหมาะสมออกก่อนทำการหมัก ดังตาราง 6

ตาราง 6 ประเภทของขยะมูลฝอยสำหรับหมักทำปุ๋ย

ขยะสีน้ำตาล (มีสารคาร์บอนมาก)	ขยะสีเขียว (มีสารไนโตรเจนมาก)	ขยะที่ไม่ควรนำมาหมัก
ส่วนใหญ่เป็นขยะแห้ง ได้แก่ หญ้าแห้ง ฟางข้าว ใบไม้ เศษไม้ กระดาษและกล่องกระดาษ ขี้เลื่อย เปลือกไม้	ส่วนใหญ่เป็นขยะเปียก ได้แก่ หญ้าและใบไม้สด เศษอาหาร ผักและเปลือกผลไม้ กากกาแฟ เปลือกไข่ ดอกไม้ ต้นหญ้า	ได้แก่ เนื้อปลา เนื้อวัว กระดูก น้ำมันปรุงอาหาร ผลิตภัณฑ์อาหารนม พืชหรือต้นไม้ที่เป็นโรค หรือปนเปื้อนสารพิษ มูลสุนัขและแมว กระดาษอาบมัน วัชพืชที่มีเมล็ด

ขั้นตอนการหมักขยะมูลฝอยให้เป็นปุ๋ยหมักสำหรับชุมชน

ขั้นตอนที่ 1 ทำการกองสุมกองขยะมูลฝอย

การสุมกองขยะมูลฝอยสามารถเลือกได้ 2 แบบ ตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ ปริมาณ และชนิดของขยะมูลฝอย

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบอุณหภูมิ

การตรวจสอบอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย เพื่อให้ทราบถึงเวลาที่จะต้องทำการพลิกกลับกองปุ๋ยหมัก ทำได้โดยการเสียบเทอร์โมมิเตอร์เข้าไปที่บริเวณกองปุ๋ยหมัก หลายจุด ทั่วกอง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่เหมาะสม ควรอยู่ระหว่าง 45 – 69 °C หากสูงกว่า 65 °C แสดงว่าต้องทำการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักทันที

ขั้นตอนที่ 3 การพลิกกลับกองปุ๋ยหมัก

ความสำคัญของขั้นตอนนี้อยู่ที่ว่า ขณะที่พลิกกลับกองปุ๋ยหมัก อากาศจากภายนอกจะถ่ายเทเข้ามาคลุกกับขยะมูลฝอย ทำให้เกิดสภาพการหมักแบบใช้ออกซิเจน และเป็นช่วงเวลาของการตรวจสอบความชื้น หากกองปุ๋ยหมักแห่งเกินไป ควรพรมน้ำเพื่อเพิ่มความชื้น ขยะมูลฝอยที่อยู่ด้านนอกจะเข้าไปอบภายในกลางกองที่ระอุไปด้วยความร้อน เป็นการเร่งการย่อยสลายและฆ่าเชื้อโรค รวมทั้งหนอนหรือแมลงต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบขั้นสุดท้าย

ขยะมูลฝอยที่ผ่านการหมักแล้ว จะแปรสภาพเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ให้ดูสีของปุ๋ยหมักจะเปลี่ยนเป็น สีดำ หรือสีคล้ำกว่าเดิม มีเนื้อละเอียด ร่วนซุย มีกลิ่นคล้ายดิน ในขั้นตอนสุดท้ายอุณหภูมิควรอยู่ระหว่าง 45 °C ใช้เวลา 4 – 5 สัปดาห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 หากปุ๋ยหมักมีสีตามที่กล่าวมาแล้ว หมายความว่าอีก 2 สัปดาห์ ก็สามารถนำไปปุ๋ยมาผ่านตะแกรงร่อนเพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีขนาดและคุณภาพดี และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ขั้นตอนการหมักขยะมูลฝอยให้เป็นปุ๋ยหมักสำหรับครัวเรือน

การทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอยสำหรับครัวเรือหรือชุมชนขนาดเล็ก ที่ผลิตขยะมูลฝอยไม่เกิน 1 ตันต่อสัปดาห์ เป็นการช่วงลดปริมาณขยะมูลฝอยจำพวกเศษอาหาร กิ่งไม้แทนที่จะนำไปทิ้งในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย และยังสามารถนำปุ๋ยหมักมาใช้บำรุงดิน การทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอยมี 6 ขั้นตอน ด้วยกัน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับหมักปุ๋ย

- สามารถระบายน้ำได้สะดวก
- มีน้ำสำหรับใช้รดปุ๋ยหมักได้สะดวก
- อยู่ใกล้จุดกั้นลม เช่น กำแพงหรือพุ่มไม้
- อยู่ห่างจากสวนผัก เพื่อป้องกันแมลงและหอยหากกัดกินพืชผัก
- เป็นบริเวณที่ขนส่งขยะมูลฝอยได้สะดวก
- ควรมีแนวกั้นระหว่างหลุมและพื้นที่ใช้สอย

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมหลุม

ถังหมักแบบคอกสัตว์ นำไม้ระแนงมาประกอบกัน 4 ด้าน โดยให้ด้านหนึ่งสามารถเปิดออกได้ รองพื้นถังหมักด้วยแผ่นพลาสติก เพื่อช่วยรักษาความชื้นไว้ หากปริมาณขยะมูลฝอยมีมากให้เพิ่มจำนวนถังหมักตามปริมาณ

ถังหมักแบบคอกซีเมนต์ ก่อคอกด้วยอิฐถือปูน โดยเว้นช่องว่างระหว่างก้อนอิฐแต่ละก้อนไว้เป็นช่องระบายอากาศ

ถังหมักแบบถังทั่วไป นำถังน้ำพลาสติกหรือถังทั่วไป มาเป็นถังหมักขยะได้ โดยตัดฝาด้านบนและก้นถังออก เจาะรูรอบ ๆ สำหรับระบายอากาศ และควรวางถังสูงกว่าพื้นที่เล็กน้อยเพื่อให้อากาศระบายได้ดี

ขั้นตอนที่ 3 การเลือกประเภทของขยะมูลฝอยที่ใช้หมัก

สัดส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจน สามารถทำได้โดยการเลือกประเภทขยะมูลฝอยที่จะใช้หมัก โดยขยะมูลฝอยที่มีคาร์บอนมากจะมีสีน้ำตาล ส่วนขยะที่มีไนโตรเจนมากจะมีสีเขียว ควรทำให้ขยะมีขนาดเล็กลงประมาณ 0.5 – 1.5 นิ้ว จะทำให้ระยะเวลาการหมักสั้นลง และเพื่อไม่ให้ขยะมูลฝอยจับตัวกัน ควรมีขยะมูลฝอยหลายประเภทที่ใช้ในการหมัก

ขั้นตอนที่ 4 วิธีการหมักขยะมูลฝอย

- รดน้ำพื้นบ่อหมักเพื่อให้ก้นบ่อเปียก จะช่วยป้องกันไม่ให้ดินดึงความชื้นจากขยะมูลฝอยไป
- รองก้นบ่อหมักด้วยเศษไม้หรือกิ่งไม้ หนาประมาณ 10 – 15 เซนติเมตร เพื่อให้อากาศก้นบ่อถ่ายเทได้สะดวก
- ใส่ขยะมูลฝอยที่มีคาร์บอนก่อน และตามด้วยขยะมูลฝอยที่มีไนโตรเจน เติมน้ำและคลุกเคล้าให้เข้ากันวางเรียงขยะมูลฝอยเป็นชั้น ๆ
- การหมักที่ดีควรมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 45 – 50% สังเกตได้จากเมื่อกำดูจะเหมือนฟองน้ำที่เปียกน้ำและมีหยดน้ำออกมา 2 – 3 หยด

ขั้นตอนที่ 5 การดูแลและพลิกกลับกองปุ๋ยหมัก

ในการหมักต้องพลิกกลับกองปุ๋ยหมักให้สัมผัสอากาศในปริมาณที่เพียงพอและทำสม่ำเสมอจะช่วยให้การย่อยสลายเร็ว ถ้าอากาศน้อยเกินไปจะเกิดกลิ่นเหม็นการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักทำได้โดยการใช้พลั่วพลิกกองปุ๋ยหมักไปเรื่อย ๆ หากสังเกตได้ว่ากองปุ๋ยหมักแห้งเกินไปให้ฉีดพรมน้ำหลังจากเริ่มหมักได้ 2 – 3 วัน ภายในถังหมักจะมีความร้อนเกิดขึ้นถึงระดับ 55 °C แสดงว่าจุลินทรีย์กำลังทำงาน หากไม่มีความร้อนเกิดขึ้นเสดงว่ามีขยะสีเขียวปนอยู่น้อยเกินไป หรือบ่อหมักแห้งเกินไป หรือมีอากาศอยู่น้อยเกินไป จะต้องทำการพลิกกลับเพื่อเพิ่มออกซิเจนและฉีดพรมน้ำ

ขั้นตอนที่ 6 การนำไปใช้ประโยชน์

ปุ๋ยหมักที่ดีจะมีสีดำ เป็นเนื้อเดียวกัน ร่วมซุยเหมือนดินธรรมชาติ สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยบำรุงดินได้ดี

ตาราง 7 การแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นบริเวณหมักทำปุ๋ย

ปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
มีกลิ่นเหม็นคล้ายไข่เน่า	ความชื้นมากเกินไป/การถ่ายเทอากาศน้อยเกินไป	ผสมขยะจำพวกใบไม้แห้ง หญ้าแห้ง เพื่อดูดซับความชื้นและทำให้อากาศถ่ายเทสะดวกยิ่งขึ้น
มีกลิ่นเหม็นคล้ายแอมโมเนีย	มีมูลฝอยสีเขียวมากทำให้ปริมาณไนโตรเจนมากเกินไป	เติมขยะที่มีคาร์บอน เช่น ใบไม้และกิ่งไม้แห้ง
อุณหภูมิต่ำเกินไป	ปริมาณมูลฝอยน้อยเกินไปทำให้ขาดไนโตรเจนและความชื้นจึงไม่เกิดกระบวนการหมัก	เติมขยะให้มีประมาณมากขึ้นให้พอเหมาะกับถังหมัก
สุนัข หนูและแมลง คุ้ยเขี่ยหลุมหมัก	มีขยะจำพวกเศษอาหารมาก	ใช้ดินปกคลุมขยะสดทันทีที่นำมาเติมในบ่อหมัก
กระบวนการหมักใช้เวลานานเกินกว่าปกติ	ขนาดของชิ้นขยะใหญ่เกินไป	ตัด สับให้มีขนาดเล็กลงเหลือ 0.5–1.5 นิ้ว
หลุมหมักเปียกเกินไป	มีความชื้นมากเกินไป การระบายอากาศไม่เพียงพอ	ย้ายหลุมหมักไปอยู่ในบริเวณที่อากาศถ่ายเทดี เติมใบไม้แห้งและพลิกกลับขยะ

การฝังกลบ (Landfill)

การกำจัดขยะโดยการขุดหลุมและฝังกลบเป็นวิธีที่ใช้กันมานับร้อยปี เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายถูกที่สุด และเชื่อกันว่าไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่นการไหลซึมน้ำชะจากขยะ (Leachate) ไม่มีผลถึงแหล่งน้ำใต้ดินเพราะถูกกรองโดยชั้นดินก่อน โดยประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มเปลี่ยนวิธีการกำจัดมูลฝอยจากการเผาและเททิ้งในพื้นที่กลางแจ้ง มาเป็นการใช้สถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะ (Sanitary Landfill) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2483 (ค.ศ. 1940) เพื่อ

หลีกเลี่ยงปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งด้านน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และการระบาดของเชื้อโรค แต่จากการศึกษาตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2493 เป็นต้นมา (ค.ศ. 1950) พบว่าน้ำชะขยะ มีผลเสียต่อคุณภาพน้ำใต้ดิน จึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการฝังกลบ โดยแบ่งขยะออกเป็น 2 ประเภทคือ ขยะมูลฝอยทั่วไปและขยะอันตราย โดยขยะมูลฝอยทั่วไปจะถูกฝังกลบโดยการขุดหลุมที่มีการบดอัดพื้นอย่างแน่นหนา ซึ่งจากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่า ยังคงไม่สามารถป้องกันการรั่วไหลของน้ำชะขยะได้ไม่ว่าจะเพิ่มความหนาของพื้นบดอัดเท่าไรก็ตาม วิธีนี้จึงถูกห้ามใช้ในบางประเทศ ส่วนขยะอันตรายจำเป็นต้องมีการปูผ้ายางรองพื้นในหลุมก่อนการฝังกลบ ซึ่งเป็นวิธีสากลที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน เช่น หลุมฝังกลบขยะของกรุงเทพมหานคร เป็นต้น อย่างไรก็ตามสถานที่ฝังกลบมูลฝอย (Landfill) ยังเป็นส่วนจำเป็นหลักของระบบการจัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร (Integrated Solid Waste Management) ซึ่งระบบดังกล่าวประกอบด้วยการฝังกลบมูลฝอย (Land – filling) การเผาโดยเตาเผา (Combustion) การนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (Recycle) การทำปุ๋ย (Composting) และ การลดปริมาณขยะมูลฝอย (Source Reduction) โดยการฝังกลบมูลฝอยถือว่าเป็นวิธีการหลักในการจัดการมูลฝอย เนื่องจาก

– เป็นระบบที่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนและดำเนินการน้อยกว่าวิธีอื่น

– การจัดการไม่สลับซับซ้อนมากนัก

– มีความยืดหยุ่นมากในการรองรับ ทั้งด้านปริมาณและลักษณะของขยะมูลฝอย

– เป็นระบบกำจัดขยะในขั้นตอนสุดท้าย

สำหรับประเทศไทยนั้นการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะนั้น (Sanitary Landfill) เพิ่งเข้ามามีบทบาทในรอบ 10 ปีนี้ เนื่องจากแต่เดิมการกำจัดมูลฝอยในอดีตเป็นเพียงการเทกองทิ้งกลางแจ้ง (Open Dump) เท่านั้น อย่างไรก็ตามหากสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะขาดการดำเนินงานที่ดีและถูกต้องนั้น อาจทำให้สาธารณูปโภคดังกล่าวกลายเป็นที่เทกองทิ้งกลางแจ้งได้เหมือนในอดีต ถึงแม้การกำจัดขยะโดยการฝังกลบจะมีค่าใช้จ่ายถูกที่สุด แต่หากขาดการจัดการที่ดี ก็อาจส่งผลต่อสภาพแวดล้อมหลายประการ เช่น เกิดกลิ่นเหม็นรบกวนชุมชนรอบข้าง เกิดการรั่วซึมของผ้ายางปูพื้น และเป็นแหล่งกักเก็บเชื้อโรคต่างๆ เป็นต้น ปัจจุบันได้มีการพัฒนาการฝังกลบให้เป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้น เช่น การบีบอัดเพื่อเอาน้ำชะขยะออก การมัดขยะให้เป็นก้อนและหุ้มด้วยพลาสติกก่อนนำไปฝังกลบ เป็นต้น

ข้อดี

1.ค่าใช้จ่ายถูกที่สุดเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีอื่น

2.สามารถได้ก๊าซชีวภาพหลุมขยะ (Landfill Gas) เป็นผลพลอยได้ในรูปพลังงานทดแทนหากมีสัดส่วนของขยะอินทรีย์อยู่ในหลุมฝังกลบมากเพียงพอ

ข้อเสีย

1.หาแหล่งสถานที่ฝังกลบยากเนื่องจากการต่อต้านของชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง

2.อาจมีปัญหากับแหล่งน้ำใต้ดินหากมีการจัดการที่ไม่ดี

ลักษณะของสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะ

มีรายละเอียดด้านการออกแบบ การก่อสร้าง และการดำเนินการ ประกอบด้วย

1. ระบบการควบคุมการเข้าออก (Access Control) เพื่อป้องกันการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่ผิดวิธี มีการรักษาความปลอดภัยและทรัพย์สิน

2. การพิจารณาเลือกสถานที่ตั้งของโครงการ (Site) ในการป้องกันและลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งพิจารณาทั้งด้านภูมิศาสตร์และธรณีวิทยา

3. การบดอัดขยะมูลฝอย (Compaction of Solid Waste) เพื่อเพิ่มปริมาณการรองรับขยะมูลฝอยเมื่อฝังกลบแล้ว

4. การปิดทับวัสดุกลบทับรายวัน (Daily Cover) เพื่อควบคุมกลิ่น ไฟไหม้ การปลิวของขยะมูลฝอย แมลง และพาหะนำโรค

5. ใช้วัสดุกลบทับชั้นกลางและวัสดุกลบทับขั้นสุดท้าย (Intermediate and Final cover) เพื่อใช้เป็นถนนสำหรับรถบรรทุกขยะมูลฝอย และปิดทับเมื่อเสร็จสิ้นการฝังกลบเพื่อลดการแพร่ของก๊าซชีวภาพจากขยะมูลฝอย (Landfill Gas)

6. ห้ามไม่ให้ทำการเผาขยะมูลฝอยกลางที่แจ้ง (No Open–Burning) ในสถานที่ฝังกลบมูลฝอย

7. ห้ามมิให้การฝังกลบส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน

การเลือกสถานที่ตั้งของแหล่งฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะ

องค์ประกอบที่สำคัญในการเลือกสถานที่ตั้งแหล่งฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะ คือ โครงสร้างทางสังคม การเมือง และเศรษฐกิจ ผนวกกับความรู้ทางวิศวกรรมโยธาและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม การเลือกสถานที่กำจัดมีความสำคัญต่อระบบการจัดการขยะมูลฝอยโดยเฉพาะระบบการขนส่งและระบบการกำจัด โดยกรมควบคุมมลพิษได้ให้เกณฑ์ในการพิจารณาประกอบด้วย

ระยะห่างจากจุดกำเนิดขยะ

ขนาดที่ดิน

สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะการระบายน้ำผิวดิน

การใช้ที่ดิน
ลักษณะดิน
ระดับน้ำใต้ดิน
สภาพแวดล้อมโดยรอบ

การดำเนินงานฝังกลบมูลฝอย

แม้จะไม่มีกฎกำหนดตายตัวในเรื่องของการดำเนินงานฝังกลบมูลฝอยแต่ละแห่ง การดำเนินงานฝังกลบมูลฝอยนั้นควรดำเนินงานให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะคือไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม และถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยแต่ละแห่งอาจปฏิบัติแตกต่างกันตามลักษณะภูมิศาสตร์ ลักษณะธรณีวิทยา รูปแบบการไหลของน้ำใต้ดินและลักษณะทางชลศาสตร์ ลักษณะภูมิอากาศ ปริมาณขยะมูลฝอยที่ทำการฝังกลบ ตลอดจนคุณลักษณะของขยะมูลฝอยที่ทำการฝังกลบ

แนวทางที่จะสามารถทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ ได้แก่ รูปแบบของการฝังกลบมูลฝอยที่ถูกต้อง การเลือกใช้ประเภทและจำนวนเครื่องจักรให้เหมาะสม การใช้วัสดุกลบทับ ลักษณะการดำเนินงานในแต่ละฤดูกาล การป้องกันและจัดการอัคคีภัย การป้องกันขยะปลิว การจัดการทรุดตัวของกองขยะมูลฝอย และการป้องกันกลิ่นรบกวน ซึ่งแหล่งกำเนิดกลิ่นมาจากหน้าพื้นที่ที่ทำการฝังกลบ น้ำชะมูลฝอย และก๊าซชีวภาพจากขยะมูลฝอย นอกจากนี้กรมควบคุมมลพิษได้มีข้อกำหนดในการติดตามคุณภาพน้ำจากน้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน และน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งผู้ดำเนินการฝังกลบจะต้องปฏิบัติตามด้วย

การใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบมูลฝอย

ขยะมูลฝอยที่ถูกฝังกลบโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ จะเกิดการย่อยสลายภายใต้กระบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศ (Anaerobic Decomposition) และก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบมูลฝอย (Landfill Gas) ซึ่งจะประกอบไปด้วยก๊าซมีเทน (CH_4) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซอื่น ๆ ก๊าซมีเทนจะมีปริมาณ 45 – 60% โดยปริมาตร ก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบมูลฝอย ถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนปานกลาง (Medium BTU fuel) โดยมีค่าความร้อนอยู่ระหว่าง 400 – 550 BTU/ft3 (14,893 – 20,478 kJ/m3) ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของมีเทน ก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบมูลฝอยที่เกิดในแหล่งฝังกลบมูลฝอยที่ฝังกลบอย่างถูกหลักสุขลักษณะ สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานทดแทนได้หลายรูปแบบ เช่น นำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง นำไปใช้รวมกับท่อส่งก๊าซ และอาจจะ

สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์และเซลเชื้อเพลิง (Fuel cell) การพิจารณาการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของก๊าซชีวภาพที่ดูดขึ้นมาใช้ได้ การนำก๊าซชีวภาพไปผลิตกระแสไฟฟ้า นอกจากจะได้พลังงานทดแทนที่เป็นประโยชน์โดยตรงแล้ว ยังมีประโยชน์ทางอ้อม คือ การช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ของการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) ซึ่งจะก่อให้เกิดปรากฏการณ์โลกร้อน (Global Warming) เนื่องจากก๊าซมีเทนที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในก๊าซชีวภาพจะก่อให้เกิดผลกระทบมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 21 เท่า นอกจากนี้ยังช่วยแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างน้อยใน 2 ลักษณะ คือ

1. ลดปัญหาด้านกลิ่นรบกวน และลดปัญหาการปล่อยก๊าซมีเทนขึ้นไปสู่ชั้นบรรยากาศ เพราะก๊าซนี้จะถูกใช้ในการเผาไหม้โดยตรง

2. ลดการแพร่กระจายในทางราบของก๊าซจากกองขยะ เพราะการดูดก๊าซขึ้นมาใช้ทำให้ความดันภายในกองขยะลดลง และก๊าซส่วนใหญ่จะถูกเก็บเข้าในระบบรวบรวมก๊าซ การแพร่กระจายก๊าซในทิศทางต่าง ๆ จะลดลง เป็นผลต่อการลดความเสี่ยงต่อการลุกไหม้และการระเบิด

สำหรับประเทศไทย ศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ริเริ่มโครงการนำร่องขึ้นในปี พ.ศ. 2538 ซึ่งมีเป้าหมายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ ที่เกิดในสถานที่ฝังกลบมูลฝอยกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยปัจจุบันอยู่ระหว่างการดำเนินโครงการระยะที่ 3 เพื่อเดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าเครื่องที่ 1 ขนาดกำลังผลิต 435 kW นอกจากนี้ยังมีโครงการใช้ก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบมูลฝอยมาผลิตกระแสที่สถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะราชาเทวะ ซึ่งดำเนินการโดยห้างหุ้นส่วนจำกัด ไพโรจน์สมพงษ์พาณิชย์ โดยมีขนาดกำลังผลิต 1 MW โครงการนี้ประกอบด้วย ระบบรวบรวมก๊าซ ระบบทำความสะอาดก๊าซและปรับปรุงคุณภาพก๊าซ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้เครื่องยนต์แบบสันดาปภายใน และระบบต่อขนานกับการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) ปัจจุบันสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจำหน่ายให้กับการไฟฟ้านครหลวงได้ ตั้งแต่ต้นเดือนมกราคม พ.ศ. 2548

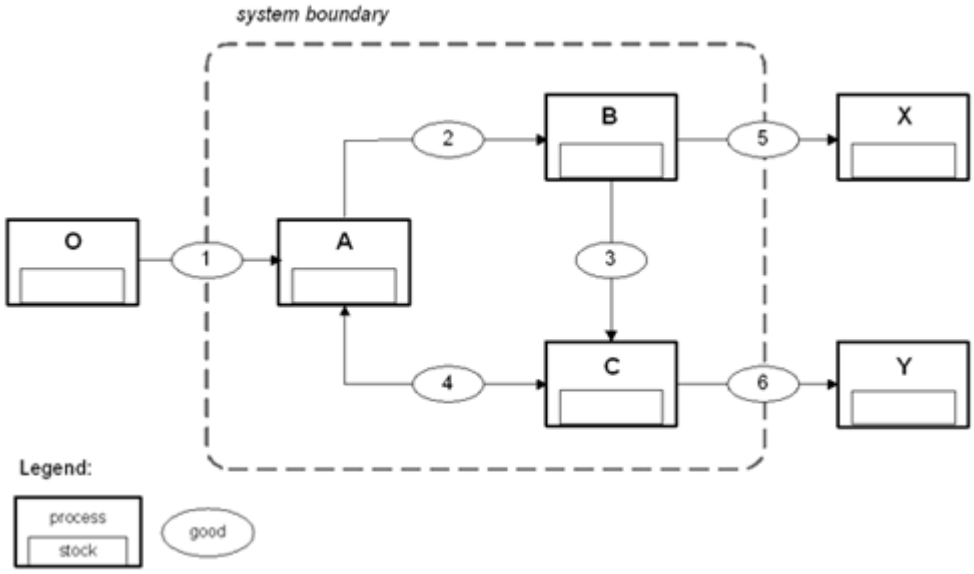
การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Material Flow Analysis–MFA)

เทคนิคที่ใช้อธิบายถึงเส้นทางผ่านเข้า – ออก ของวัสดุ จากจุดที่วัสดุนั้นเริ่มต้น ผ่านขั้นตอนทั้งหมดของกระบวนการผลิต จนถึงขั้นตอนการกำจัด รวมถึงการปลดปล่อยวัสดุนั้นออกสู่สิ่งแวดล้อม

โดยหลักในการวิเคราะห์จะใช้หลักการทำสมดุลมวล (Mass Balance) ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของกฎการอนุรักษ์มวล ว่า มวลสารไม่สูญหาย หรือถูกทำลายไป สมการทั่วไปของสมดุลมวล คือ

มวลที่สะสมในระบบ = มวลที่เข้าสู่ระบบ – มวลที่ออกจากระบบ

ในการศึกษาวิเคราะห์เบื้องต้นเราจะสมมติว่า ระบบอยู่ในสภาวะคงที่ (Steady State) หมายถึง วัสดุที่เข้าและออกคงที่ไม่เปลี่ยนไปตามเวลา



ภาพ 1 ผังอย่างง่ายแสดงการไหลของวัสดุ

1. การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ แบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ การวิเคราะห์ระบบและการเก็บข้อมูล ซึ่งสามารถแยกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ได้ดังนี้

1.1 เลือกขอบเขตของระบบ (System boundary) สารหรือวัสดุ (Substance, Material) และระยะเวลาที่สนใจจะศึกษาเก็บข้อมูล

1.2 ระบุผลิตภัณฑ์สินค้า กระบวนการผลิต ขนส่ง แปรรูป ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุที่สนใจ

1.3 เขียนแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการและการไหลของสาร

1.4 เก็บข้อมูล เช่น ปริมาณของวัสดุ การจัดเก็บรวบรวม การคัดแยก

1.5 คำนวณปริมาณการไหลของวัสดุ ใช้หลักสมดุลมวล

1.6 เขียนแผนภูมิเชิงปริมาณสรุปผลการวิเคราะห์ แสดงการไหลของวัสดุทั้งระบบ

2. การใช้ MFA สำหรับการจัดการของเสียชุมชน

ข้อมูลองค์ประกอบและลักษณะของของเสียชุมชนเป็นสิ่งสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับการวิเคราะห์ MFA โดยมีวัตถุประสงค์หลัก ๆ ดังนี้

2.1 เพื่อหากระบวนการรีไซเคิลที่มีประสิทธิภาพ

2.2 เพื่อออกแบบและบำรุงรักษาเทคโนโลยีระบบบำบัดของเสีย

2.3 เพื่อทำนายการปลดปล่อยมลพิษจากกระบวนการบำบัดของเสีย

2.4 เพื่อตรวจสอบผลกระทบทางกฎหมาย การขนส่งและวิธีการกำจัด โดยดูทิศทางของของเสียชุมชนจากการวิเคราะห์ในการจัดการของเสียขยะชุมชนโดย MFA ที่อาศัยข้อมูลองค์ประกอบและลักษณะของวัสดุ

3. ลักษณะของขยะ สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม

3.1 วัสดุหรือสัดส่วนของขยะชุมชน เช่น กระดาษ แก้ว พลาสติก เหล็ก ฯลฯ

3.2 ทางฟิสิกส์ ทางเคมี และทางชีวภาพของขยะชุมชน เช่น ความหนาแน่น ค่าความร้อน ค่าการย่อยสลายทางชีวภาพ

3.3 ค่าความเข้มข้นของมวลสาร เช่น คาร์บอน ปรอท

ในการวิเคราะห์การจัดการของเสียชุมชนไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มาวิเคราะห์

4. วิธีการวิเคราะห์ MFA ในกระบวนการกำจัดขยะหรือของเสียชุมชนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี

4.1 วิธีการวิเคราะห์โดยตรง Direct analysis โดยใช้ข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับจำนวนองค์ประกอบของขยะหรือของเสียชุมชนที่รวบรวมได้

4.2 วิธีการวิเคราะห์ทางอ้อม Indirect analysis โดยใช้ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าสู่กระบวนการใช้หรือกระบวนการบริโภค โดยใช้ข้อมูลจากแหล่งผลิตหรือจากหน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบ

4.3 วิธีการวิเคราะห์ทางอ้อม Indirect analysis โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากองค์ประกอบของขยะหรือของเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้ว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองภูเก็ต

ความเป็นไปได้และความเหมาะสมของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองภูเก็ต เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกลงทุนในวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุด เป็นการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล การหมักทำปุ๋ย และการเผาในเตาเผา โดยการประเมินผลประโยชน์ทางตรงและ

ทางอ้อมของโครงการที่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายของโครงการ ทั้งนี้โดยอาศัยหลักเกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุน ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ ข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากการรวบรวมจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่าการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลให้ค่าผลตอบแทนมากที่สุด กล่าวคือ ณ อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 16 มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับ 630.19 ล้านบาท (มีค่ามากกว่า 0) อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 2.17 (มีค่ามากกว่า 1) และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับ 31 (มีค่ามากกว่า 16%) อย่างไรก็ตามในช่วงปี พ.ศ.2537 – 2541 พบว่าการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลจะก่อให้เกิดปัญหาขาดแคลนที่ดินฝังกลบ ดังนั้นการแก้ปัญหาขยะมูลฝอยในจังหวัดภูเก็ตของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน จะต้องพิจารณาวิธีกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีอื่นควบคู่ด้วย เพื่อช่วยแก้ปัญหาขยะมูลฝอยตกค้างได้อย่างมีประสิทธิภาพและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในจังหวัดน้อยที่สุด

ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในการกำจัดขยะด้วยกล่องคอนกรีตของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในการกำจัดขยะด้วยกล่องคอนกรีต ตามรูปแบบของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาได้มาจากผลการศึกษาของผู้ที่เคยศึกษาไว้และสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะโดยตรง ทั้งด้านต้นทุนและผลประโยชน์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการดำเนินการ โดยนำต้นทุนและผลประโยชน์มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยเกณฑ์ชี้วัดต่าง ๆ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ ผลการศึกษาพบว่า โครงการไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากการวัดค่าของการลงทุนที่อัตราหักลดร้อยละ 12 ปรากฏว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ –150.56 ล้านบาท ซึ่งน้อยกว่าศูนย์ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 0.38 ซึ่งน้อยกว่าหนึ่ง และไม่สามารถหาค่าผลตอบแทนภายในโครงการได้ เนื่องจาก ณ อัตราหักลดร้อยละ 1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการก็ยังมีค่าน้อยกว่าศูนย์ อย่างไรก็ตาม โครงการดังกล่าวเป็นโครงการเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ที่มีลักษณะองค์ประกอบใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับชุมชนเมืองที่ประสบปัญหาดังกล่าวได้ต่อไป

การศึกษาความเหมาะสมระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลเมืองแกลง

ความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลเมืองแกลงในระยะเวลาข้างหน้า วัตถุประสงค์ของการศึกษาวางแผนและศึกษาความเหมาะสมของระบบการจัดการขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลตำบลเมืองแกลง และศึกษาความเหมาะสมระบบกำจัดมูลฝอยเทศบาลตำบลเมืองแกลง โดยในการศึกษาผู้ศึกษาค้นคว้าได้ใช้ข้อมูลจากการปฏิบัติจริง โดยวิธีสัมภาษณ์ออกแบบสอบถาม และเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชาชนในเขตเทศบาลตำบลเมืองแกลง ประกอบการศึกษาทางวิชาการจากเอกสาร ในช่วงเดือนมิถุนายน 2540 – ธันวาคม 2540 จากการศึกษาพบว่าเทศบาลตำบลเมืองแกลง ควรจะใช้ระบบการจัดการมูลฝอยในอนาคตโดยมีทางเลือกคือ 1. การหมักทำปุ๋ย 2. การเผาในเตา 3. การฝังกลบพื้นที่

การประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

แนวทางเลือกระบบกำจัดขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานครโดยใช้เทคโนโลยีที่นิยมใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยที่มี 3 แบบ คือการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) การหมักทำปุ๋ย (Composting) การเผาในเตาเผา (Incineration) มาเป็นแนวทางในการประเมินเพื่อกำจัดขยะที่จะเกิดขึ้นให้หมดไปลงในวันต่อวัน ซึ่งในปี พ.ศ.2548 คาดว่าจะมีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นวันละ 8,456 ตัน/วัน โดยแบ่งแนวทางศึกษาออกเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 การกลบฝังอย่างถูกหลักสุขาภิบาล เป็นวิธีกำจัดขยะมูลฝอยที่สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ทุกประเภท มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนประมาณ 6,173.58 ล้านบาท คิดเป็นราคาต่อตันมูลฝอยประมาณ 196 บาท/ตันมูลฝอย

แนวทางที่ 2 การใช้ระบบหลักการหมักทำปุ๋ยร่วมกับการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล โดยใช้การหมักทำปุ๋ยมาช่วยแก้ปัญหาในเรื่องการใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ในการฝังกลบ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของแนวทางนี้ประมาณ 13,664.78 ล้านบาท คิดเป็นราคาต่อตันมูลฝอยประมาณ 435 บาท/ตันมูลฝอย

แนวทางที่ 3 การใช้ระบบการเผาในเตาเผาร่วมกับการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลเพื่อให้การกำจัดขยะมูลฝอยมีประสิทธิภาพมากขึ้น และช่วยแก้ปัญหาการใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ในการฝังกลบด้วย ค่าใช้จ่ายของแนวทางนี้ประมาณ 55,721.87 ล้านบาท คิดเป็นราคาต่อตันมูลฝอยประมาณ 1,613 บาท/ตันมูลฝอย

จากการพิจารณาทั้ง 3 แนวทางเลือกพบว่า แนวทางที่ 1 มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดและเป็นระบบที่มีวิธีดำเนินงานไม่ยุ่งยากซับซ้อน และใช้ได้กับขยะมูลฝอยทุกประเภท เมื่อเทียบกับอีก 2 แนวทาง ดังนั้นแนวทางที่ 1 ระบบการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลจึงเป็นระบบที่เหมาะสมที่สุดในแง่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนน้อย และใช้ได้กับขยะมูลฝอยทุกประเภท ระบบนี้จึงมีแนวโน้ม

ที่จะไปเป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานครต่อไป ในอนาคตที่สำคัญต้องมีมาตรการในการป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม และประชากรที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงควบคู่ไปด้วย

โครงการเก็บข้อมูลเพื่อสนับสนุนการจัดตั้งโครงการกำจัดขยะนำร่อง

จากปัญหาขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ เมืองใหญ่ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานจึงมอบหมายให้สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำการศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อสนับสนุนการจัดตั้งโครงการกำจัดขยะนำร่อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาแนวโน้มความเป็นไปได้ หรือแนวทางในการจัดการหรือตัดสินใจเลือกวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุด โดยทำการศึกษาจากเทศบาลเมืองของจังหวัดต่าง ๆ ภายในประเทศ 18 เทศบาล โดยได้ผลจากการศึกษาของแต่ละพื้นที่แตกต่างกันไป ทั้งเรื่องการประเมินการเติบโตประชากรในอนาคต ทิศทางปริมาณขยะที่จะเกิดขึ้นในอนาคต วิธีการจัดเก็บ ขนส่งขยะและค่าใช่จ่าย วิธีการกำจัดขยะและค่าใช้จ่าย

การประเมินสมรรถนะเตาเผาขยะเพื่อการจัดการขยะระดับชุมชน

ขยะชุมชนเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของประเทศไทย เพราะขยะเป็นปัญหาที่ซับซ้อน ต้องใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมร่วมกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการแก้ไขปัญหาขยะ วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินสมรรถนะเตาเผาขยะที่ใช้กำจัดขยะในชุมชนให้เกิดเป็นข้อมูลทางวิชาการ นอกจากนั้นแล้วยังเป็นการศึกษาแนวทางเชิงวิศวกรรม (Wholistic Engineering) ในการพัฒนาการจัดการขยะชุมชน โดยการเข้าไปศึกษาวิธีการจัดการขยะชุมชน จำนวน 2 แห่ง ได้แก่ วิสาหกิจชุมชนท่าสุด ตำบลท่าสุด อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย และเทศบาลตำบลต้นเปา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิสาหกิจชุมชนท่าสุด เลือกเทคโนโลยีเตาเผาขยะแบบไม่ใช้พลังงาน ที่มีต้นทุนในการก่อสร้างและดำเนินการต่ำ ในการดำเนินงานสามารถเผากำจัดขยะแห้งจะทำให้สามารถเผากำจัดได้ถึง 184 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อุณหภูมิก๊าซไอเสียเฉลี่ย 691°C ประสิทธิภาพการเผาไหม้เฉลี่ย 99.95% ผลิตกำลังความร้อนในรูปของก๊าซไอเสียได้ 519 kW แต่สมรรถนะจะลดน้อยลงไปเมื่อมีส่วนผสมของขยะเปียกเพิ่มขึ้น ปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) สูงสุด 134 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ไม่พบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และความทึบแสงไม่เกิน 20%ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมกำหนดไว้ ภายหลังการปรับปรุงการจัดการขยะ สามารถคัดแยกเศษอาหารได้เฉลี่ยวันละ 721 กิโลกรัม ลดปริมาณขยะที่ต้องทำการเผากำจัดได้ 20.6% วิสาหกิจชุมชนสามารถเพิ่มอัตราการเผากำจัดขยะได้มากขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 242

กิโลกรัมต่อชั่วโมง เพิ่มอุณหภูมิก๊าซไอเสียเฉลี่ยเป็น 829°C สามารถผลิตกำลังความร้อนได้ 597 kW การดำเนินการจัดการขยะโดยจัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชนเป็นวิธีการจัดการโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยมีชุมชนเป็นเจ้าของ ลดปัญหาการขัดแย้งจากมวลชนและการประกอบการมีผลตอบแทนที่ดี มีอัตราผลตอบแทนภายในสูง คือ 74.15% ระยะเวลาคืนทุนเพียง 1 ปี 4 เดือน

โครงการรณรงค์การจัดการขยะในเขตเทศบาลต้นเปา เป็นโครงการที่มีความพยายามให้เกิดการคัดแยกขยะที่ต้นทาง ซึ่งการคัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิลจะเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดและประสบผลสำเร็จได้ไวในการเริ่มพัฒนาการจัดการขยะ ผลการดำเนินงานเทศบาล ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 จนถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 สามารถลดปริมาณขยะลงได้ 6.5 ตันต่อเดือน มีมูลค่าการค้าขายขยะรีไซเคิลตั้งแต่ 25,913 ถึง 47,323 บาทต่อเดือน ผ่านโครงการรับซื้อขยะรีไซเคิล คิดปริมาณขยะที่ลดลงได้ 3.25% จากผู้มาเข้าร่วมโครงการคัดแยกขยะรีไซเคิล 3.23% จากจำนวนครัวเรือนที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลต้นเปาทั้งหมด โดยเฉลี่ยผู้เข้าร่วมโครงการมีรายได้จากการคัดแยกขยะ 162.74 บาทต่อคนต่อเดือน

การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการจัดเก็บขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเชียงราย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการจัดเก็บขยะมูลฝอย ของเทศบาลนครเชียงราย โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดเก็บข้อมูลของต้นทุนและค่าธรรมเนียมในการจัดการขยะมูลฝอย ในปีงบประมาณ 2548 ถึง ปีงบประมาณ 2551 เพื่อนำมาวิเคราะห์แยกข้อมูลให้ได้ต้นทุน 2 ประเภทคือต้นทุนคงที่ (Fixed Costs) และต้นทุนผันแปร (Variable Costs) และนำไปเปรียบเทียบผลตอบแทนโดยใช้การหาจุดคุ้มทุน

จากการศึกษาพบว่า ต้นทุนในการดำเนินงานของการจัดเก็บขยะมูลฝอย โดยวิธีฝังกลบแบบหลักสุขาภิบาลต่อปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บได้ในเขตเทศบาลนครเชียงราย เท่ากับ 697.77 บาทต่อตัน เมื่อจำแนกต้นทุนพบว่าเป็นต้นทุนคงที่จำนวน 1,299,293.55 บาทต่อเดือน และมีต้นทุนผันแปรในอัตรา 175.39 บาทต่อตัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่าธรรมเนียมในการจัดการขยะมูลฝอยให้คุ้มกับต้นทุนในการจัดการขยะมูลฝอย เทศบาลนครเชียงรายจะต้องจัดเก็บค่าธรรมเนียมในอัตราคนละ 28.38 บาทต่อคนต่อเดือน หรือ 49.67 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือน ในปัจจุบันเทศบาลนครเชียงรายได้จัดเก็บค่าธรรมเนียมในอัตรา 3.07 บาทต่อคนต่อเดือน หรือ 6.00 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือน ซึ่งไม่สอดคล้องกับเทศบัญญัติ เทศบาลนครเชียงราย เรื่องการเก็บ ขน และการกำจัดสิ่งปฏิกูลและมูลฝอย พ.ศ. 2549 โดยกำหนดการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในอัตราครอบครัวละ 10 บาทต่อเดือน

Material Flux Analysis for Planning of Domestic Solid Waste and Wastewater Management: A Case Study in Pak Kret Municipality, Nonthaburi, Thailand

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษา คือ การนำหลักการ Material Flux Analysis (MFA) มาใช้เพื่อการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชน พื้นที่ศึกษาครอบคลุมเขตเทศบาลนครปากเกร็ด จ.นนทบุรี และพื้นที่เกษตรโดยรอบ ไนโตรเจน (N) ซึ่งเป็นส่วนประกอบในของเสียอินทรีย์และน้ำเสียชุมชนถูกเลือกเป็นตัวบ่งชี้ปัญหา การวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าปริมาณไนโตรเจนจากขยะอินทรีย์ถูกส่งไปยังสถานที่กำจัดมูลฝอยประมาณ 540 กิโลกรัมต่อวัน และจากน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลถูกปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมประมาณ 1,900 กิโลกรัมต่อวัน การศึกษานี้เสนอแนวทางแก้ไข 3 วิธี ได้แก่ 1) การสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย 2) การหมักปุ๋ยจากสิ่งปฏิกูลร่วมกับขยะอินทรีย์ และ 3) การสร้างระบบบำบัดน้ำเสียควบคู่ไปกับการหมักปุ๋ยจากขยะอินทรีย์ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแนวทางที่สามารถลดการปล่อยไนโตรเจนสู่สิ่งแวดล้อมได้สูงสุด (45%) คือแนวทางแก้ไขที่ 3 และแนวทางที่สามารถลดการใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีได้มากที่สุด (77%) คือแนวทางการแก้ไขที่ 2

Setting priorities for waste management strategies in developing countries

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าระบบการจัดการของเสียนี้ที่ใช้ในปัจจุบันในประเทศที่ร่ำรวยเป็นโซลูชั่นที่เหมาะสมสำหรับการจัดการของเสียในภูมิภาคที่พัฒนาน้อย เพื่อการนี้สามเมือง (เวียนนา, ดามัสกัส และธากา) ซึ่งต่างกันมากในผลิตภัณฑ์รวมในประเทศของพวกเขา และการจัดการของเสียมาเปรียบเทียบเกณฑ์สำหรับการประเมินผล พบว่าค่าพารามิเตอร์ทางเศรษฐกิจและตัวชี้วัดเป็นไปได้ว่าเป้าหมายของการจัดการของเสีย (การคุ้มครองสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อมการอนุรักษ์ทรัพยากร) ได้ถึง ขึ้นอยู่กับกรณีศึกษา พบว่าการใช้จ่ายสำหรับภูมิภาค 1–10 € $capita^{-1}$ $year^{-1}$สำหรับการจัดการของเสีย, ‘ลำดับชั้นของเสีย’ ของการป้องกันการรีไซเคิลและการกำจัดไม่ได้เป็นกลยุทธ์ที่เหมาะสม ในภูมิภาคดังกล่าวในการปรับปรุงระบบการกำจัด (คอลเลกชันที่สมบูรณ์อัพเกรดไปฝังกลบสุขาภิบาล) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการขยะมูลฝอย แนวคิดที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น การเผาและการบำบัดของเสียทางกลที่มีจะไม่ใช้วิธีที่เหมาะสม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการจัดการขยะในประเทศที่ผู้คนไม่สามารถใช้จ่ายมากกว่า 10 € ต่อคน ในการเก็บรวบรวมการบำบัดและกำจัดของเสียของพวกเขา ขอแนะนำว่าแต่ละภูมิภาค ครั้งแรกที่จะกำหนดความจุทางเศรษฐกิจ ที่สำหรับการจัดการของเสียและการ

ออกแบบแล้ว ระบบการจัดการของเสียตามความสามารถที่นี้และเป้าหมายของการจัดการของเสีย

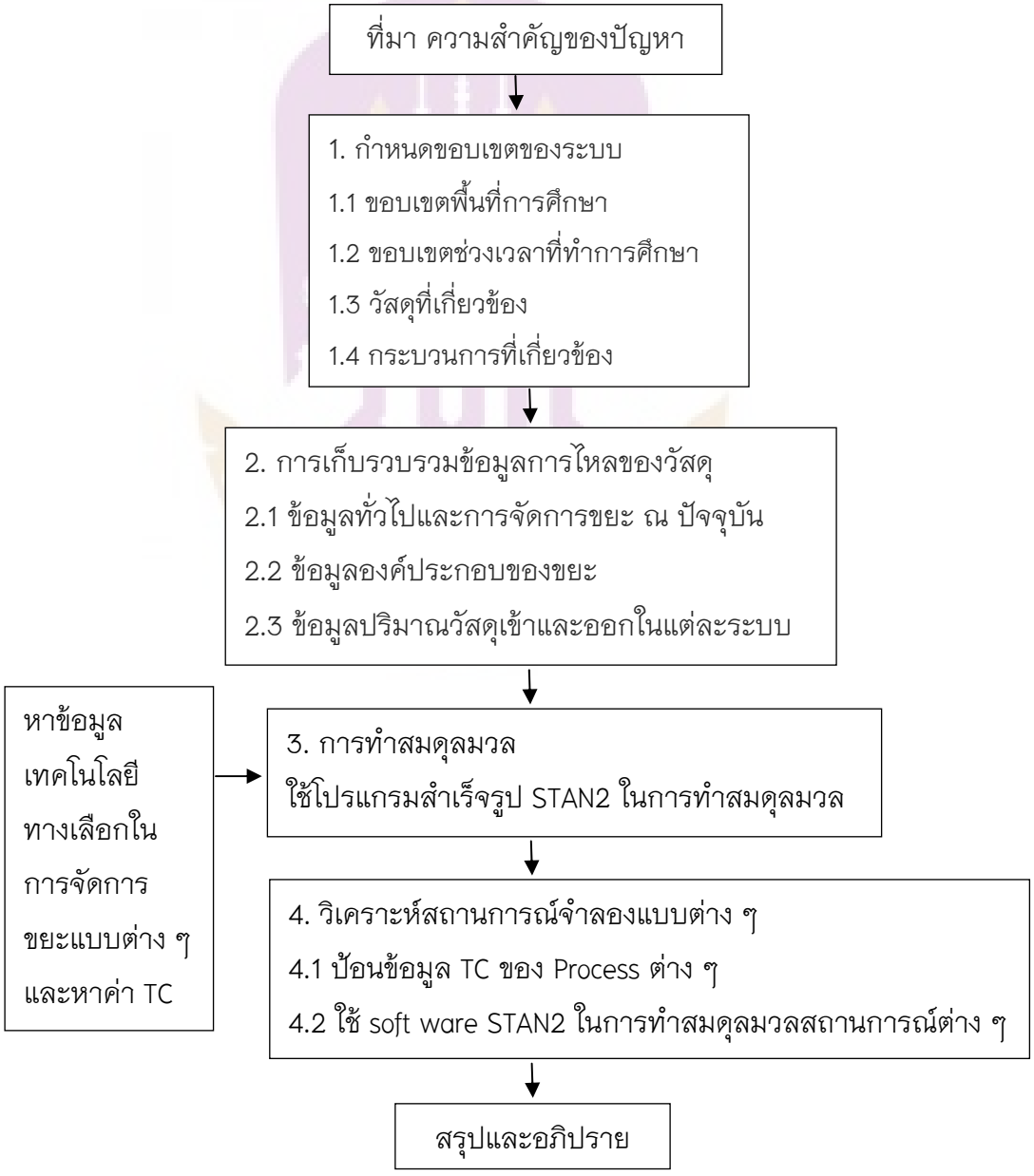
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยใช้หลักการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ Material Flow Analysis โดยใช้หลักการสมดุลมวล คือ

มวลที่อยู่ในระบบ = มวลที่เข้าระบบ – มวลที่ออกระบบ

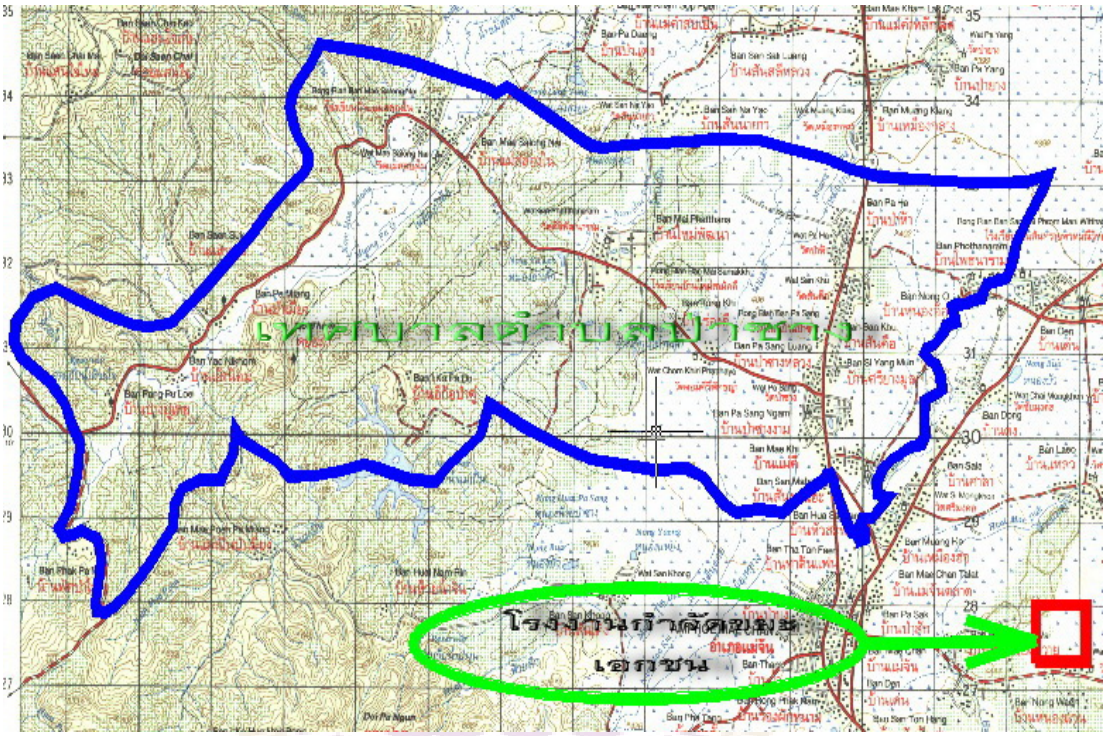
โดยมีขั้นตอนดังนี้



การกำหนดขอบเขตของระบบ

1. ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

ศึกษาการกำจัดขยะของเทศบาลตำบลป่าซาง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย และพื้นที่กำจัดขยะของบริษัทเอกชนที่รับกำจัด



ภาพ 2 พื้นที่ศึกษาและสถานที่กำจัดขยะของบริษัทเอกชน

2. ขอบเขตช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

ปริมาณขยะของเทศบาลตำบลป่าซาง ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2554

3. วัสดุที่เกี่ยวข้อง

ขยะชุมชนที่มีสัดส่วนองค์ประกอบของขยะโดยน้ำหนัก ประกอบด้วย เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก เศษผ้า หนัง ใบไม้ กิ่งไม้ ไม้ แก้ว เหล็ก โลหะ ขี้เถ้า อิฐและอื่น ๆ

4. กระบวนการที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการรวบรวมและเก็บขนขยะ เป็นกระบวนการรวบรวมขยะจากจุดรวบรวมขยะ ครอบคลุมพื้นที่เทศบาลตำบลป่าซาง แล้วใช้รถขยะขนาด 6 ล้อ ทำการเก็บและขนส่งไปยังโรงงานกำจัดขยะนอกพื้นที่เทศบาลตำบลป่าซาง

กระบวนการคัดแยกประเภทของขยะ เป็นกระบวนการคัดแยกประเภทของขยะออกเป็นแต่ละประเภทตามองค์ประกอบของขยะ ได้แก่ เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก เศษผ้า หนัง ใบไม้ กิ่งไม้ ไม้ แก้ว เหล็ก โลหะ ขี้เถ้า อิฐและอื่น ๆ

กระบวนการบีบอัดขยะรีไซเคิลให้เป็นก้อน เป็นกระบวนการบีบอัดขยะด้วยเครื่องจักรเพื่อทำให้เป็นก้อน สะดวกต่อการขนย้าย ก่อนนำไปขายยังร้านรับซื้อของเก่า

กระบวนการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล เป็นกระบวนการกำจัดขยะขั้นสุดท้าย มีลักษณะเป็นหลุมและปูแผ่นยางป้องกันปัญหาน้ำชะขยะและมีการปิดทับวัสดุกลบทับทุกวัน เพื่อควบคุมกลิ่นและแมลง

กระบวนการหมักทำปุ๋ยแบบใช้อากาศ เป็นขั้นตอนกระบวนการแปรสภาพอินทรียวัตถุโดยอาศัยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติช่วยย่อยแล้วได้ปุ๋ยคุณภาพดี มีองค์ประกอบของไนโตรเจนและซัลเฟต

กระบวนการเผาด้วยเตาเผาขยะชุมชน เป็นกระบวนการกำจัดขยะที่ช่วยลดปริมาณขยะด้วยการเผาและแปรสภาพเป็นขี้เถ้า และเป็นก๊าซลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ

กระบวนการเผาด้วยเตาเผาแบบ Pyrolysis มีหลักการในการควบคุมอากาศในระหว่างการเผาไหม้ โดยจะมีการเติมอากาศช่วยในการเผาไหม้ในปริมาณที่น้อย จึงทำให้ความเร็วของอากาศต่ำ ไม่เกิดการฟุ้งกระจายของขยะและเถ้าที่เกิดขึ้น

การเก็บข้อมูลการไหลของวัสดุ

1. ข้อมูลทั่วไปและการจัดการขยะ ณ ปัจจุบัน

ตาราง 8 แสดงข้อมูลทั่วไปและการจัดการขยะ ณ ปัจจุบัน

ข้อมูล	แหล่งที่มา
ข้อมูลสภาพพื้นที่	เทศบาลตำบลป่าซาง
ข้อมูลประชากรและครัวเรือน	เทศบาลตำบลป่าซาง
ข้อมูลจุดรวบรวมขยะ	จากการสำรวจของผู้ทำการค้นคว้าด้วยตนเอง

2.2 ข้อมูลองค์ประกอบของขยะ

ตาราง 9 แสดงแหล่งข้อมูลองค์ประกอบของขยะ

ข้อมูล	แหล่งที่มา
ข้อมูลองค์ประกอบของขยะ	ทำการคัดแยกหาองค์ประกอบของขยะด้วยวิธี Quartering

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. การเก็บตัวอย่างขยะของเทศบาลตำบลป่าซาง แต่ละรอบการเก็บขนมาเป็นตัวแทนขยะทั้งหมด

2. นำขยะที่ได้ มาเทกองรวมกันบนพื้นที่ ที่เตรียมไว้ ทำการคลุกเคล้าให้องค์ประกอบต่าง ๆ กระจายกันอย่างทั่วถึง กองขยะในลักษณะสมมาตรรูปกรวย

3. แบ่งขยะออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) เลือก 2 ส่วนที่กองอยู่ตรงกันข้ามมารวมกัน ส่วนที่เหลือแยกทิ้งไป แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันอีกครั้งดังรูป

4. ทำ Quartering ไปเรื่อย ๆ จนได้กระทั่งได้ตัวอย่างขยะในประมาณ 100 กิโลกรัม แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม แล้วคัดแยกขยะออกเป็นแต่ละประเภท เศษอาหาร พลาสติก เศษผ้า แก้ว ขี้เถ้า หนัง กระดาษ ไม้ โลหะ ใบไม้กิ่ง ไม้ เหล็ก อิฐและอื่น ๆ แล้วทำการชั่งน้ำหนัก

สูตรการคำนวณ

$$C = Wi / W \times 100$$

โดยที่

C = ร้อยละขององค์ประกอบแต่ละประเภท

Wi = น้ำหนักขยะแต่ละประเภท

W = น้ำหนักขยะรวม

ภาพ 3 แสดงการคัดแยกหาองค์ประกอบของขยะโดยวิธี Quartering

3. ข้อมูลปริมาณวัสดุเข้าและออกในแต่ละระบบ

ตาราง 10 แสดงแหล่งข้อมูลปริมาณขยะ

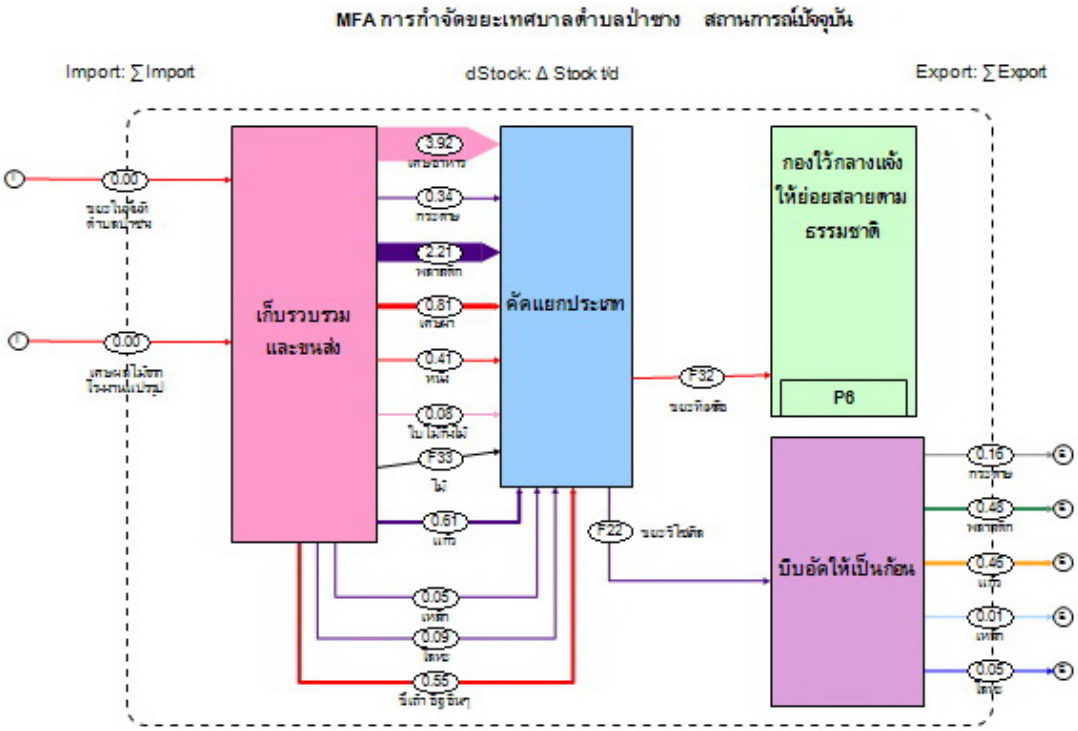
ข้อมูล	แหล่งที่มา
ข้อมูลปริมาณขยะ	จากรายงานของบริษัทเอกชนที่ดำเนินการให้เทศบาลขณะนี้
ข้อมูลปริมาณการคัดแยกขยะ	จากรายงานของบริษัทเอกชนที่ดำเนินการให้เทศบาลขณะนี้

การสมดุลมวล

การทำสมดุลมวล (Mass Balance) จะอาศัยหลักการพื้นฐานของกฎการอนุรักษ์มวล ว่ามวลสารไม่สูญหาย หรือถูกทำลายไป สมการทั่วไปของสมดุลมวล คือ

มวลอยู่ในระบบ = มวลที่เข้าระบบ – มวลที่ออกจากระบบ

โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป STAN2 ที่ได้รับการพัฒนามาจาก Vienna University of Technology (http://iwr.tuwien.ac.at/ressourcen/downloads/stan.html)



ภาพ 4 แสดงผลก่อนการวิเคราะห์ของโปรแกรม STAN2

วิเคราะห์สถานการณ์จำลองแบบต่าง ๆ

สถานการณ์จำลอง 4 รูปแบบ ได้แก่

แบบที่ 1 ปรับปรุงการคัดแยกขยะรีไซเคิลโดยเพิ่มเครื่องจักรช่วยในการคัดแยก ส่วนขยะที่เหลือฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

แบบที่ 2 ปรับปรุงการคัดแยกขยะรีไซเคิลโดยเพิ่มเครื่องจักรช่วยในการคัดแยก ส่วนขยะอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ทำการหมักปุ๋ยแบบเติมอากาศ ขยะส่วนที่เหลือฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

แบบที่ 3 ปรับปรุงการคัดแยกขยะรีไซเคิลโดยเพิ่มเครื่องจักรช่วยในการคัดแยก ส่วนขยะอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ทำการหมักปุ๋ยแบบเติมอากาศ ขยะที่เผาไหม้ได้นำไปเผาในเตาเผา (incineration) ขยะส่วนที่เหลือฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

แบบที่ 4 ปรับปรุงการคัดแยกขยะรีไซเคิลโดยเพิ่มเครื่องจักรช่วยในการคัดแยก ส่วนขยะอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ทำการหมักปุ๋ยแบบเติมอากาศ ขยะที่เผาไหม้ได้นำไปเผาในเตา Pyrolysis ขยะส่วนที่เหลือฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ตาราง 11 แสดงสถานการณ์จำลอง 4 รูปแบบ

รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4
เก็บรวบรวมขนส่ง ปรับปรุงการคัดแยก บีบอัดให้เป็นก้อน ฝังกลบแบบถูกหลัก สุขาภิบาล	เก็บรวบรวมขนส่ง ปรับปรุงการคัดแยก บีบอัดให้เป็นก้อน ปุ๋ยหมักแบบใช้ อากาศ ฝังกลบแบบถูกหลัก สุขาภิบาล	เก็บรวบรวมขนส่ง ปรับปรุงการคัดแยก บีบอัดให้เป็นก้อน ปุ๋ยหมักแบบใช้ อากาศ เตาเผาขยะชุมชน ฝังกลบแบบถูกหลัก สุขาภิบาล	เก็บรวบรวมขนส่ง ปรับปรุงการคัดแยก บีบอัดให้เป็นก้อน ปุ๋ยหมักแบบใช้ อากาศ เตาเผาขยะแบบ Pyrolysis ฝังกลบแบบถูกหลัก สุขาภิบาล

ในการทำสมดุลมวลใช้สมมุติฐาน กระบวนการบีบอัดขยะให้เป็นก้อน และกระบวนการคัดแยกขยะเมื่อมีการปรับปรุงแล้วจะมีประสิทธิภาพการคัดแยกได้ 100% ส่วนกระบวนการอื่นๆให้ใช้ค่าสัดส่วนสมดุลมวลตามตาราง 12, 13 และ 14

ตาราง 12 ค่าสัดส่วนสมดุลมวลกระบวนการหมักทำปุ๋ยแบบใช้อากาศ

	Offgas	Solid digestate	Liquid digestate	References
Mass	0.05	0.45	0.5	Schafer 2006

ตาราง 13 ค่าสัดส่วนสมดุลมวลกระบวนการเผาด้วยเตาเผาขยะชุมชน

	Offgas	Fly ash	Bottom ash	References
Mass	0.84	0.02	0.14	Demirbas, 2007 and Fehringer et al, 1997

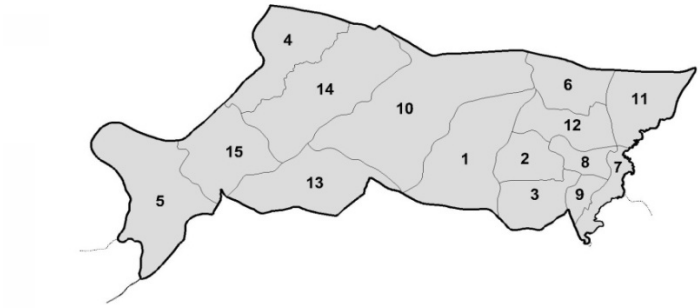
ตาราง 14 ค่าสัดส่วนสมดุลมวลกระบวนการเผาด้วยเตาเผาแบบ Pyrolysis

	Offgas	Char	References
Mass	0.82	0.18	Adriana, 2008

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการรวบรวมข้อมูล เทศบาลตำบลป่าซาง มีพื้นที่ 42 ตารางกิโลเมตร แบ่งเป็น 15 หมู่บ้าน ดังแสดงในภาพ 3 มีประชากร ชาย 3,690 คน หญิง 3,880 คน รวมมีประชากรทั้งหมด 7,570 คน และมีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 2,412 ครัวเรือน



ภาพ 5 ผังแบ่งเขตการปกครองของเทศบาลตำบลป่าซาง

ที่มา: เทศบาลตำบลป่าซาง

ตาราง 15 แสดงจำนวนครัวเรือนและจำนวนประชากร

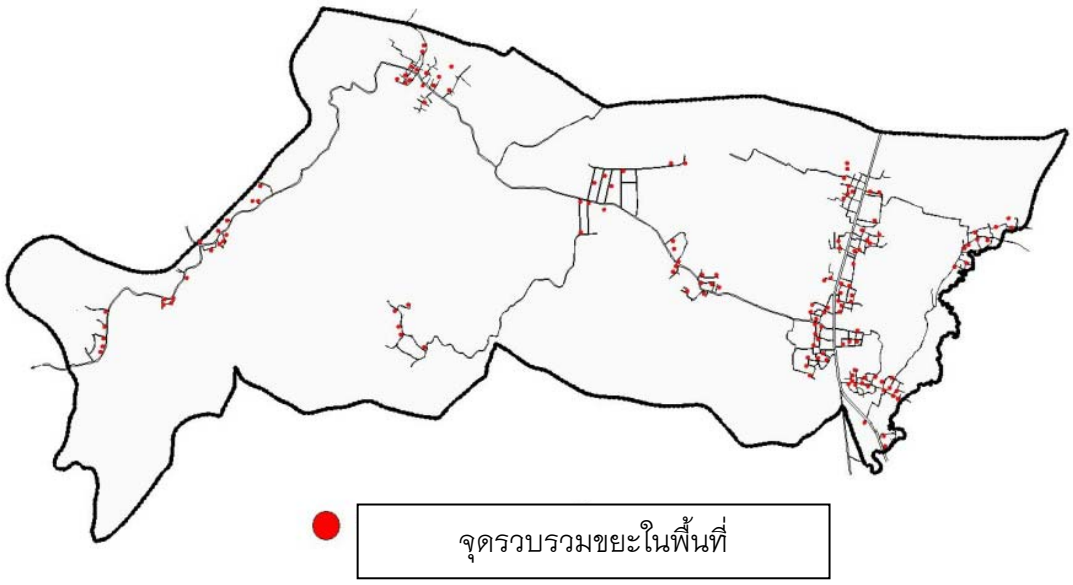
หมู่ที่	ชื่อบ้าน	จำนวนครัวเรือน	จำนวนประชากร(คน)		
			ชาย	หญิง	รวม
1	บ้านร่องคี	115	170	183	353
2	บ้านป่าซาง	225	323	370	693
3	บ้านป่าซาง	176	251	272	523
4	บ้านแม่สลองใน	166	247	257	504
5	บ้านปางปูเลย	112	189	230	419
6	บ้านป่าห้า	227	334	356	690
7	บ้านแม่คี	168	256	237	493
8	บ้านศรียางมูล	118	167	186	353
9	บ้านแม่คี	220	327	313	640
10	บ้านใหม่พัฒนา	150	283	295	578

ตาราง 15 (ต่อ) แสดงจำนวนครัวเรือนและจำนวนประชากร

หมู่ที่	ชื่อบ้าน	จำนวนครัวเรือน	จำนวนประชากร(คน)		
			ชาย	หญิง	รวม
11	บ้านหนองอ้อ	159	238	239	477
12	บ้านสันคือ	265	366	405	771
13	บ้านป่าดู่	51	91	89	180
14	บ้านแม่สลอง	172	268	261	529
15	บ้านป่าเมี้ยง	88	180	187	367
	รวม	2,412	3,690	3,880	7,570

ที่มา: เทศบาลตำบลป่าซาง

ในการเก็บขนขยะของเทศบาลตำบลป่าซางได้ทำการว่าจ้างให้บริษัทเอกชนดำเนินการ โดยการใช้รถบรรทุกขยะเก็บขน โดยที่ทางเทศบาลได้เตรียมจุดรวบรวมขยะไว้แต่ละหมู่บ้านครอบคลุมทั่วพื้นที่ 140 จุด โดยทำเก็บขนขยะจำนวน 3 เที่ยวต่อวัน การเก็บขนแต่ละเที่ยวจะมีการชั่งน้ำหนักของขยะแต่ละเที่ยวและรวบรวมเป็นปริมาณขยะต่อวัน



ภาพ 6 แสดงตำแหน่งจุดรวบรวมขยะ

จากข้อมูลปริมาณขยะของเทศบาลตำบลป่าซาง จากการเก็บขนของบริษัทเอกชน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 จนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 มีปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ 8.01 ตัน และยังมีปริมาณขยะอินทรีย์จากเศษวัตถุดิบที่เหลือจากกระบวนการผลิตอาหารบรรจุกระป๋องของโรงงานโครงการหลวงดอยคำซึ่งมีรถนำขยะส่วนนี้ไปทิ้งยังโรงงานกำจัดขยะเองโดยมีปริมาณขยะอินทรีย์ดังกล่าว เฉลี่ย 1.19 ตันต่อวัน รวมเทศบาลตำบลป่าซางจะมีปริมาณขยะที่เข้าสู่กระบวนการกำจัดอยู่ที่ วันละ 9.20 ตันต่อวัน

ภาพ 7 กราฟแสดงปริมาณขยะเทศบาลตำบลป่าซาง

ที่มา : บริษัทเอกชนที่กำจัดขยะให้เทศบาลตำบลป่าซาง

จากข้อมูลปริมาณขยะ ทำให้ทราบว่าเทศบาลตำบลป่าซาง มีปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ 8.01 ตัน คิดเป็นอัตราการผลิตขยะต่อคน

$$\text{อัตราการผลิตขยะต่อคน} = \frac{8,014.39}{7,570}$$

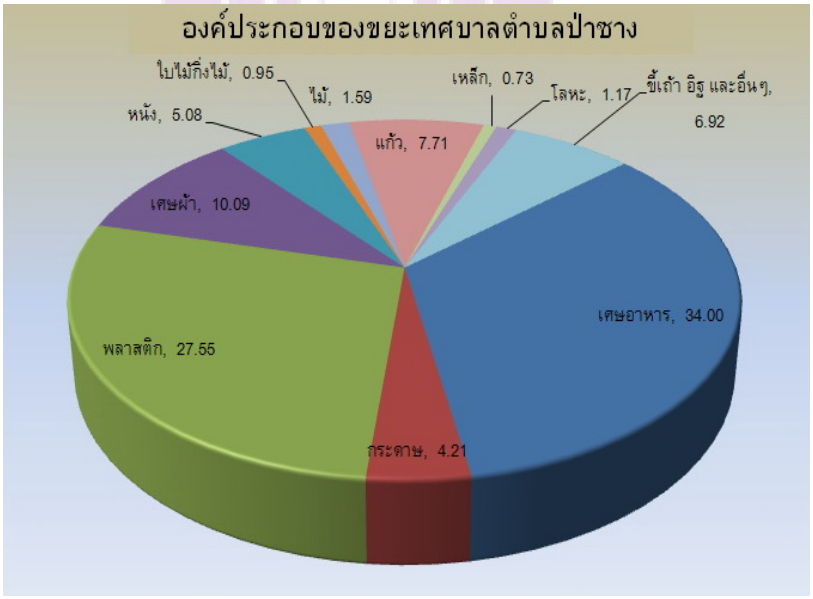
$$= 1.058 \text{ กก./คน/วัน}$$

และคิดเป็นอัตราการผลิตขยะต่อครัวเรือน

$$\text{อัตราการผลิตขยะต่อครัวเรือน} = \frac{8{,}014.39}{2{,}412}$$

= 3.322 กก./ครัวเรือน/วัน

จากนั้นนำตัวอย่างขยะของเทศบาลตำบลป่าซางมาแยกองค์ประกอบของขยะด้วยน้ำหนัก โดยนำตัวอย่างขยะจากแต่ละเที่ยวการเก็บขนมาคัดแยกขยะออกเป็นแต่ละประเภท แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นค่าองค์ประกอบของขยะเทศบาลตำบลป่าซาง ซึ่งค่าที่ได้ จัดว่าอยู่ในช่วงของขยะชุมชนทั่วไป โดยมีค่าองค์ประกอบของขยะ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ เศษอาหารมีปริมาณ 34% พลาสติก 27.55% เศษผ้า 10.09% แก้ว 7.71% ขี้เถ้า อิฐ และอื่น ๆ 6.92% หนัง 5.09% กระดาษ 4.21% ไม้ 1.59% โลหะ 1.17% ใบไม้กิ่งไม้ 0.95% และเหล็ก 0.73% ดังแสดงในภาพ 8



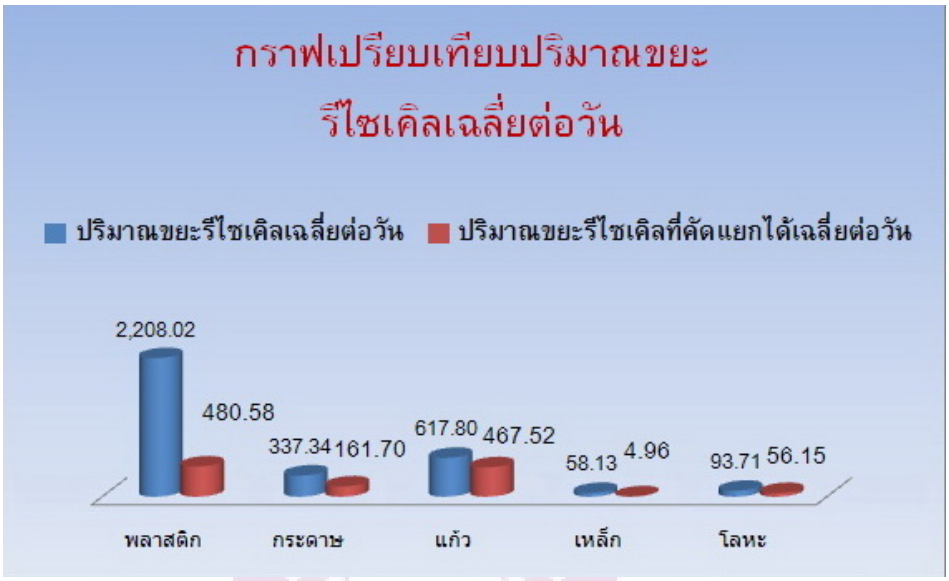
ภาพ 8 แสดงองค์ประกอบของขยะของเทศบาลตำบลป่าซาง

ตาราง 16 องค์ประกอบขยะของเทศบาลตำบลป่าซาง

องค์ประกอบ	รอบเก็บขนที่ 1		รอบเก็บขนที่ 2		รอบเก็บขนที่ 3		เฉลี่ย
	น้ำหนัก kg.	% โดยน้ำหนัก	น้ำหนัก kg.	% โดยน้ำหนัก	น้ำหนัก kg.	% โดยน้ำหนัก	% โดยน้ำหนัก
เศษอาหาร	31.60	35.31	26.70	32.76	39.00	33.94	34.00
กระดาษ	5.60	6.26	2.00	2.45	4.50	3.92	4.21
พลาสติก	23.80	26.59	23.70	29.08	31.00	26.98	27.55
เศษผ้า	5.00	5.59	15.50	19.02	6.50	5.66	10.09
หนัง	2.50	2.79	5.90	7.24	6.00	5.22	5.08
ใบไม้กิ่งไม้	1.00	1.12	–	–	2.00	1.74	0.95
ไม้	3.50	3.91	–	–	1.00	0.87	1.59
แก้ว	6.00	6.70	7.00	8.59	9.00	7.83	7.71
เหล็ก	–	–	–	–	2.50	2.18	0.73
โลหะ	1.50	1.68	0.50	0.61	1.40	1.22	1.17
ขี้เถ้า อิฐ และอื่นๆ	9.00	10.06	0.20	0.25	12.00	10.44	6.92
รวม	89.50	100.00	81.50	100.00	114.90	100.00	100.00

จากกระบวนการกำจัดขยะของบริษัทเอกชน ที่ดำเนินการกำจัดขยะให้กับเทศบาลตำบลป่าซาง โดยมีกระบวนการเริ่มจากชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักขยะของแต่ละรอบการเก็บขน จากนั้นนำไปคัดแยกด้วยแรงงานคนเพื่อคัดแยกเอาวัสดุที่รีไซเคิลได้แยกไว้เป็นแต่ละประเภท เพื่อรอเข้าสู่กระบวนการบีบอัดเป็นก้อนและขนส่งไปยังร้านรับซื้อของเก่า จากการตรวจสอบการคัดแยกของบริษัทดังกล่าว พบว่าการใช้แรงงานคนในการคัดแยกขยะ ไม่สามารถแยกขยะรีไซเคิลได้หมด จากข้อมูลองค์ประกอบของขยะเทศบาลตำบลป่าซางจะมีปริมาณขยะที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ถึง 41.36% หรือ 3,314.99 กิโลกรัมต่อวัน แต่สามารคัดแยกได้เพียง 1,170.90 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็น 35.32% ของขยะที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ ทำให้ยังคงเหลือปริมาณขยะรีไซเคิลอีก 64.68% ปนกับขยะที่เหลือจากการคัดแยกซึ่งจะถูกนำไปกองไว้ในที่โล่ง

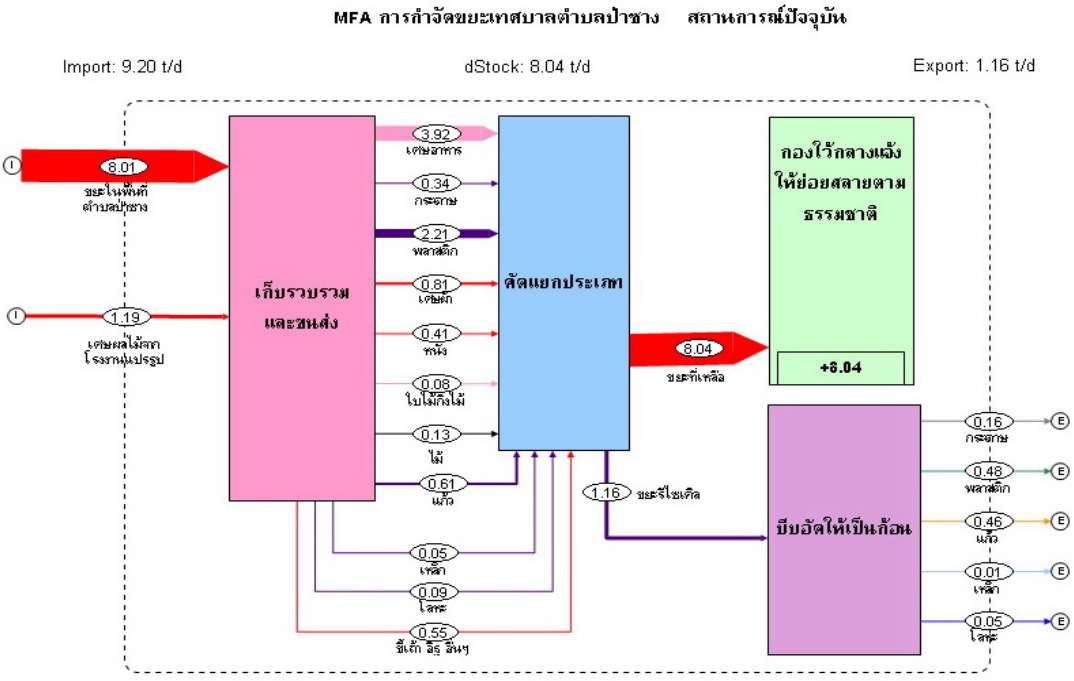
กลางแจ้งปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล ส่งกลิ่นเหม็น ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและเป็นเหตุรำคาญของประชาชนที่อยู่อาศัยพื้นที่ข้างเคียงและยังมีน้ำชะขยะที่ไหลลงสู่พื้นที่ลุ่มข้างเคียงอีกด้วย



ภาพ 9 กราฟแสดงปริมาณวัสดุรีไซเคิล

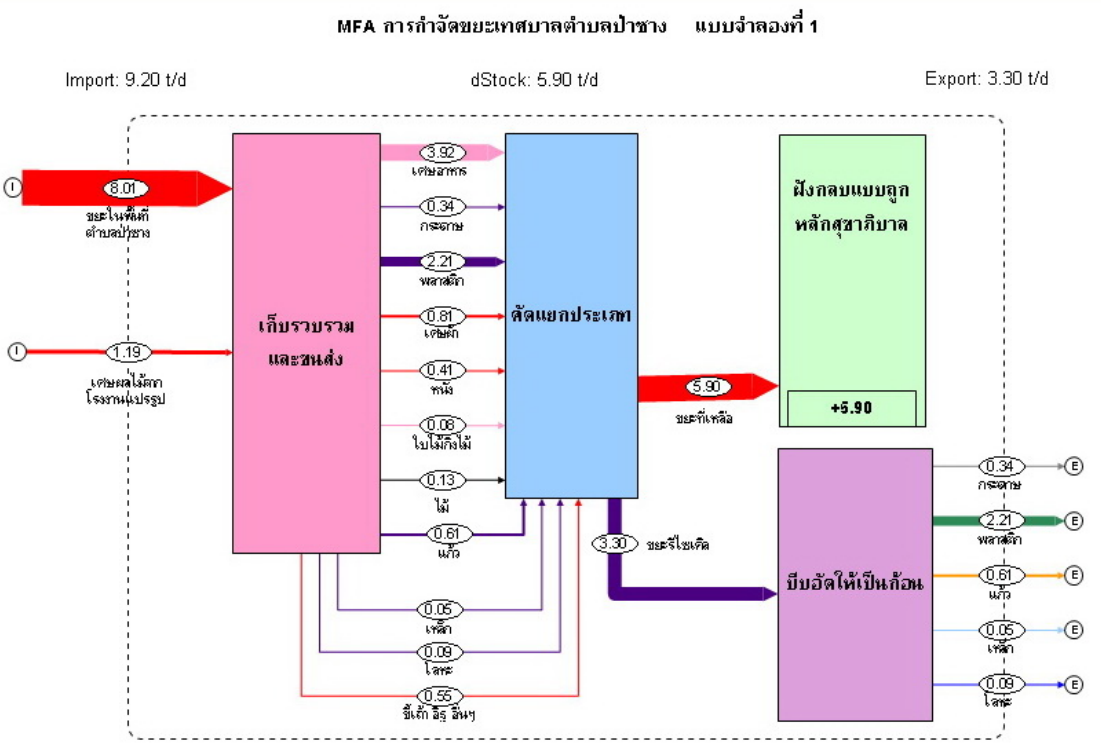
ภาพ 10 ขยะที่เหลือจากการคัดแยกซึ่งจะถูกนำไปกองไว้ในที่โล่ง

เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้นำมาวิเคราะห์การไหลของวัสดุในระบบจัดการขยะของเทศบาลป่าซาง ณ ปัจจุบัน เมื่อขยะจากชุมชนและขยะอินทรีย์เข้าสู่กระบวนการรวบรวมและขนส่ง แล้วทำการคัดแยกด้วยแรงงานคนทำให้มีปริมาณขยะที่รีไซเคิลได้เข้าสู่กระบวนการบีบอัดให้เป็นก้อนก่อนนำไปขายยังร้านรับซื้อของเก่าที่ 1.16 ตัน ส่วนขยะที่เหลือจะถูกกองไว้ในที่โล่งให้ย่อยสลายตามธรรมชาติวันละ 8.04 ตัน รายละเอียดดังแสดงในภาพ 11



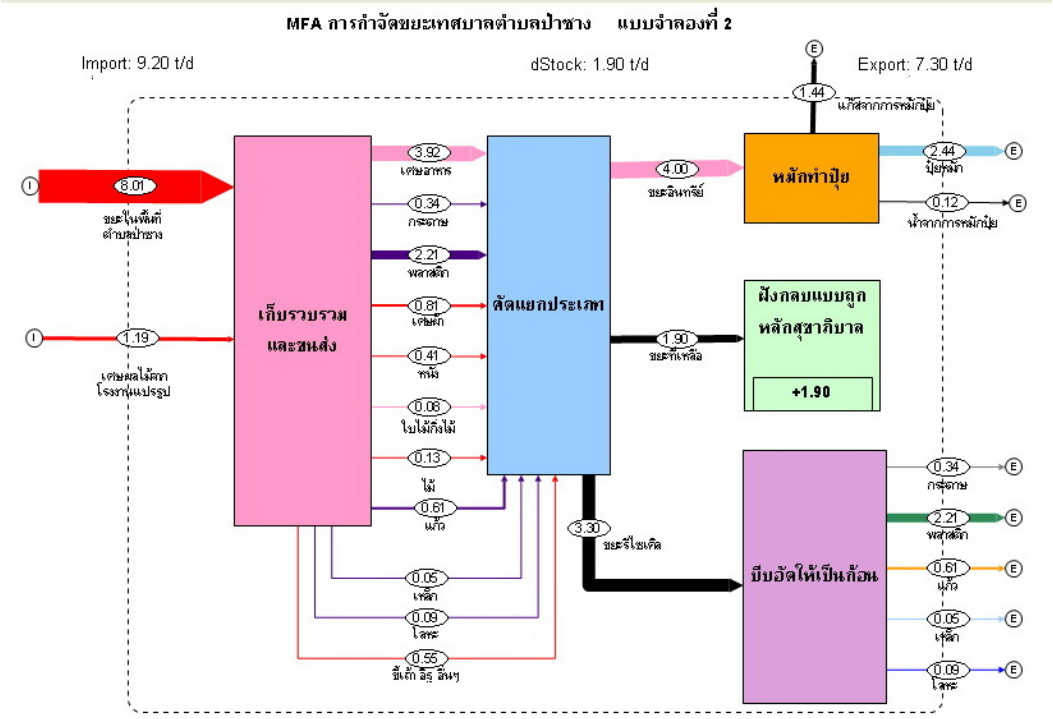
ภาพ 11 แสดงการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ ปัจจุบัน

เมื่อทำการวิเคราะห์การไหลของวัสดุตามสถานการณ์แบบจำลองที่ 1 โดยการปรับปรุงกระบวนการคัดแยกให้มีความละเอียดมากขึ้นเหมือนกับการแยกองค์ประกอบของขยะ โดยใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยในการคัดแยก ทำให้มีปริมาณขยะที่คัดแยกได้ก่อนนำไปขายยังร้านรับซื้อของเก่าที่ 3.30 ตันต่อวัน ส่วนขยะที่เหลือจะถูกกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลเพื่อป้องกันผลระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่วันละ 5.90 ตันต่อวัน ดังแสดงในภาพ 12



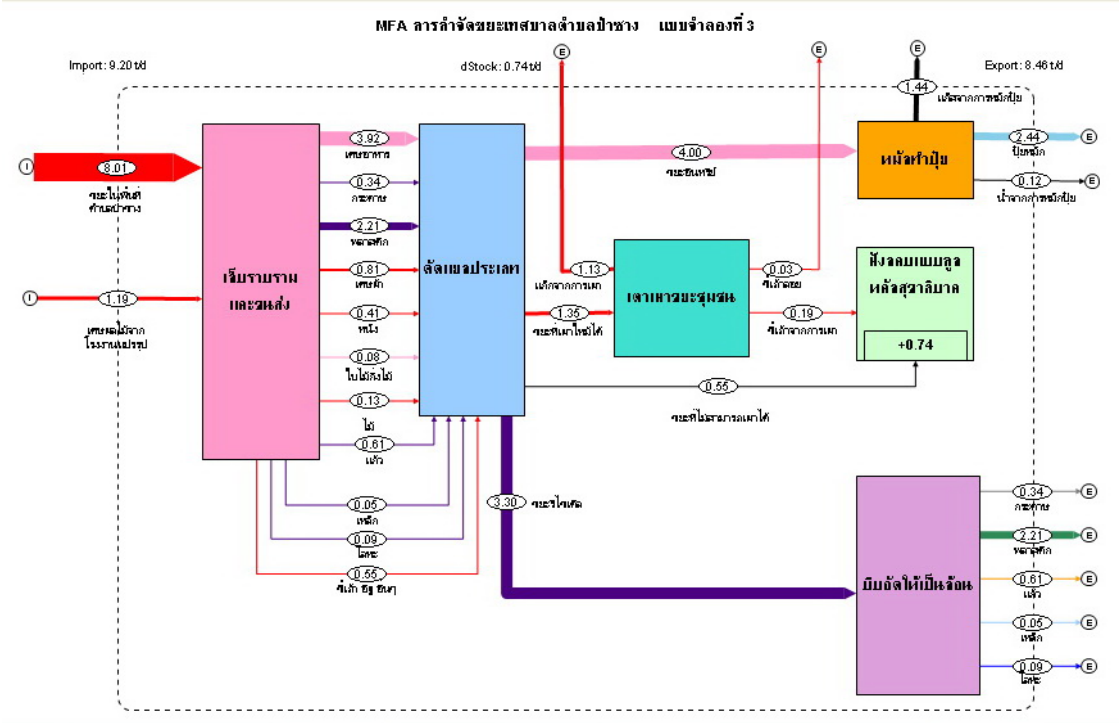
ภาพ 12 แสดงการวิเคราะห์การไหลของวัสดุแบบจำลองที่ 1

แบบจำลองที่ 2 ปรับปรุงรูปแบบการคัดแยกขยะเช่นเดียวกับแบบจำลองที่ 1 โดยจะได้ปริมาณขยะรีไซเคิลเข้าสู่กระบวนการบีบอัดเป็นก้อนก่อนนำไปขายยังร้านรับซื้อของเก่า 3.30 ตันต่อวัน และเพิ่มกระบวนการหมักทำปุ๋ยแบบเติมอากาศ ทำให้มีปริมาณขยะอินทรีย์เข้าสู่กระบวนการหมักทำปุ๋ยที่วันละ 4 ตันต่อวัน ส่วนขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายได้จะส่งไปกำจัดในกระบวนการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลซึ่งมีปริมาณที่วันละ 1.9 ตันต่อวัน ดังแสดงในภาพ 13



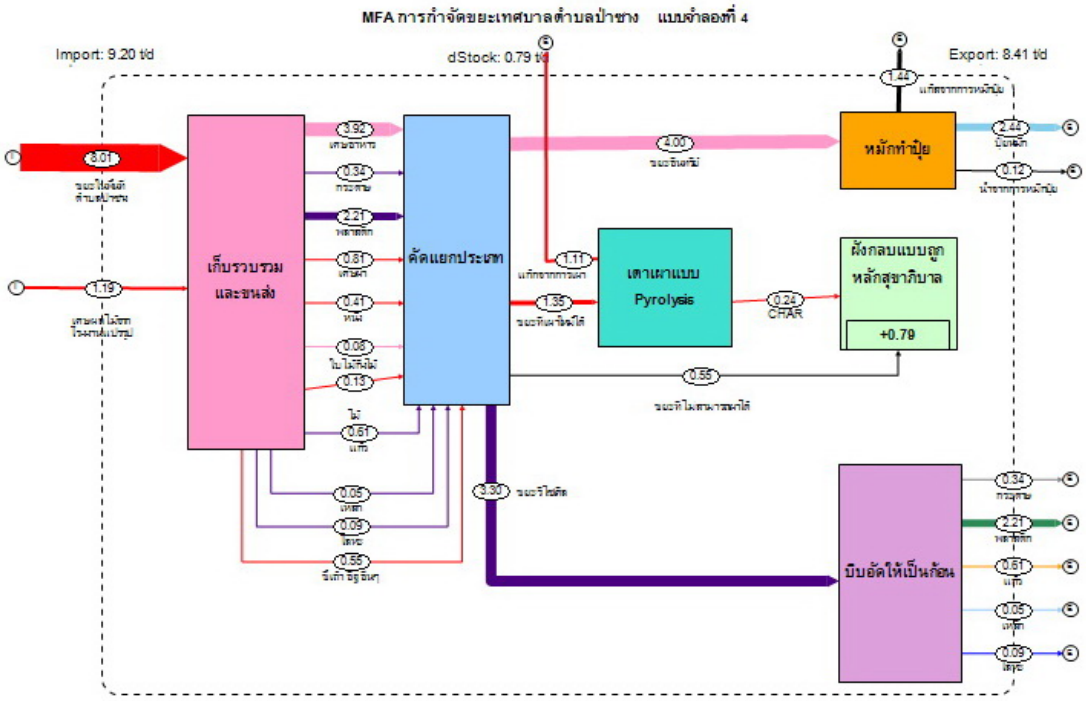
ภาพ 13 แสดงการวิเคราะห์การไหลของวัสดุแบบจำลองที่ 2

แบบจำลองที่ 3 เพิ่มกระบวนการเผาด้วยเตาเผาขยะชุมชนในแบบจำลองที่ 2 โดยจะมีขยะที่รีไซเคิล 3.3 ตันต่อวัน ขยะอินทรีย์ที่เข้าสู่กระบวนการหมักทำปุ๋ยวันละ 4 ตันต่อวัน ขยะที่เผาได้เข้าสู่เตาเผาแบบเตาเผาชุมชนวันละ 1.35 ตัน ทำให้เหลือเศษขี้เถ้ารวมกับขยะที่ไม่สามารถเผาได้เข้าสู่กระบวนการฝังกลบที่วันละ 0.74 ตันต่อวัน ดังแสดงในภาพ 14



ภาพ 14 แสดงการวิเคราะห์การไหลของวัสดุแบบจำลองที่ 3

แบบจำลองที่ 4 เปลี่ยนแปลงกระบวนการเผาด้วยเตาเผาขยะชุมชนเป็นเตาเผาแบบ Pyrolysis ในแบบจำลองที่ 3 ในกระบวนการเผาแบบ Pyrolysis ทำให้ปริมาณขยะที่เข้าสู่กระบวนการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลที่ 0.79 ตันต่อวัน ดังแสดงในภาพ 15



ภาพ 15 แสดงการวิเคราะห์การไหลของวัสดุแบบจำลองที่ 4

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันพื้นที่เทศบาลตำบลป่าซางมีปริมาณขยะชุมชนในพื้นที่เฉลี่ย 8.01 ตัน/วัน และยังมีขยะอินทรีย์จากเศษวัตถุดิบจากกระบวนการผลิตอาหารกระป๋องจากโรงงานโครงการหลวงดอยคำ มีปริมาณเฉลี่ยวันละ 1.19 ตัน/วัน รวมทั้งหมดเป็น 9.20 ตัน/วัน ในกระบวนการกำจัดขยะ ณ ปัจจุบัน สามารถทำการคัดแยกขยะรีไซเคิลไปใช้ประโยชน์ได้น้อย ทำให้มีขยะส่วนที่เหลือจากการคัดแยกถูกกองไว้ในที่โล่งอยู่ที่ 8.04 ตัน/วัน

เพื่อหากระบวนการกำจัดขยะที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลตำบลป่าซางในอนาคต โดยวิเคราะห์และจำลองกระบวนการกำจัดขยะในรูปสถานการณ์จำลองต่าง ๆ 4 รูปแบบที่คิดว่าเหมาะสมและไม่เกินศักยภาพของเทศบาลตำบลป่าซางสามารถนำสถานการณ์ต่าง ๆ ไปใช้ได้จริง หากต้องดำเนินการกำจัดขยะในอนาคต โดยแบบที่ 1 คือการปรับปรุงการคัดแยกขยะรีไซเคิลโดยเพิ่มเครื่องจักรช่วยในการคัดแยก ส่วนขยะที่เหลือฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล มีปริมาณ 5.90 ตัน/วัน แบบที่ 2 ปรับปรุงการคัดแยกขยะรีไซเคิลโดยเพิ่มเครื่องจักรช่วยในการคัดแยก ส่วนขยะอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ทำการหมักปุ๋ยแบบเติมอากาศ ขยะส่วนที่เหลือฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลมี 1.90 ตัน/วัน แบบที่ 3 ปรับปรุงการคัดแยกขยะรีไซเคิลโดยเพิ่มเครื่องจักรช่วยในการคัดแยก ส่วนขยะอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ทำการหมักปุ๋ยแบบเติมอากาศ ขยะที่เผาไหม้ได้นำไปเผาในเตาเผา (incineration) ขยะส่วนที่เหลือฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลมี 0.74 ตัน/วัน แบบที่ 4 ปรับปรุงการคัดแยกขยะรีไซเคิลโดยเพิ่มเครื่องจักรช่วยในการคัดแยก ส่วนขยะอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ทำการหมักปุ๋ยแบบเติมอากาศ ขยะที่เผาไหม้ได้นำไปเผาในเตา Pyrolysis ขยะส่วนที่เหลือฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลมี 0.79 ตัน/วัน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองที่ 3 สามารถทำให้ลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัดขั้นสุดท้ายโดยการฝังกลบได้มากที่สุดที่ 0.74 ตัน/วัน จะสังเกตเห็นแต่ละกระบวนการมุ่งที่จะลดปริมาณขยะที่เหลือกำจัดขั้นตอนสุดท้ายให้น้อยที่สุด กระบวนการหนึ่งที่คิดว่าควรนำมาใช้สำหรับการจัดการขยะของเทศบาลตำบลป่าซาง คือ การรณรงค์ส่งเสริมให้ประชาชนในพื้นที่ทำการคัดแยกขยะก่อนทิ้ง จะสามารถลดปริมาณขยะก่อนการเก็บขนได้เป็นจำนวนมาก แต่

ทั้งนี้ต้องมีการศึกษาถึงความคุ้มค่าของการลงทุน ข้อจำกัดด้านพื้นที่ที่ใช้กำจัดขยะ รวมถึงงบประมาณที่ใช้ในแต่ละแบบและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ได้รูปแบบการกกำจัดขยะที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลตำบลป่าซางต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ในการจัดทำการศึกษาด้วยตนเองในครั้งนี้ มีระยะเวลาที่สั้นเกินไปหากต้องการผลที่ครอบคลุมทุกด้านควรมีการศึกษาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของแต่ละกระบวนการกำจัดด้วย และเพื่อให้ได้กระบวนการจัดการที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลตำบลป่าซ่างมากที่สุด ควรเพิ่มกระบวนการกำจัดในสถานการณ์จำลองให้มีความหลายหลายยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2543). **การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร คู่มือสำหรับผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น**. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กุลธิดา บรรจงศิริ.(ม.ป.ป.). **การตรวจวัดคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมในการกำจัดมูลฝอยจากชุมชนโดยใช้เตาเผาขยะแบบครัวเรือน**.วิทยานิพนธ์ วศ.ม., มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์, กรุงเทพฯ.

ธนา นาถไตรภพ. (2551). **การประเมินสมรรถนะเตาเผาขยะเพื่อการจัดการขยะระดับชุมชน.** วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

เสริมศักดิ์ วงศ์วิวัฒน์. (2546). **การประเมินทางเศรษฐกิจของระบบการจัดการขยะโดยทำปุ๋ยหมักควบคู่กับเตาเผาขยะ:กรณีศึกษาเทศบาลเมืองลำพูน.**วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อานุภาพ แก้วกอง. (2541). **การผลิตปุ๋ยหมักจากเศษหญ้า เศษใบไม้แห้ง และกากตะกอนน้ำเสียด้วยวิธีกองแบบการระบายอาศ**.วิทยานิพนธ์ วศ.ม.,มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อุไรวรรณ แซ่อุ้ย. (2550). **การไหลของสารไนโตรเจนในบ่อปลาสลิด โดยวิธี Material flow analysisพื้นที่ศึกษาจังหวัดสมุทรสงคราม**. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

เอกชัย อุตสาหะ. (2553). **การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการจัดเก็บขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเชียงราย**. วิทยานิพนธ์ บธ.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

Brunner, P. H. and Fellner, J., (2007). **Setting priorities for waste management strategies in developing countries.** Waste Management & Research, UK.

Brunner, P. H. and Rechberger, H.(2003) **Pretical Handbook of MATERRIAL FLOW ANALYSIS**: LEWIS PLUBLISHS.

Plubcharoensuk, P., Nakayama, H. and Shimaoka, T. (2008). **Material Flow Analysis for Industrial Waste Management in Thailand.** N.P. Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyushu University.

ประวัติผู้ศึกษาค้นคว้า

ประวัติผู้ศึกษาค้นคว้า

ชื่อ นามสกุล นายสุบรรณ์ ฟูวัน

วัน เดือน ปี เกิด 13 กันยายน 2522

ที่อยู่ปัจจุบัน 98 หมู่ 1 บ้านจำบอน ต.ดอยลาน อ.เมือง จังหวัดเชียงราย

ที่ทำงานปัจจุบัน เทศบาลตำบลป่าซาง อ.แม่จัน จังหวัดเชียงราย

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน นายช่างโยธา ระดับ 5

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2549 – ปัจจุบัน	กองช่าง เทศบาลตำบลป่าซาง
พ.ศ. 2545 – พ.ศ. 2549	ส่วนอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
พ.ศ. 2544 – พ.ศ. 2545	บมจ. ช การช่าง

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2555	วศ.ม. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยพะเยา
พ.ศ. 2549 – พ.ศ. 2552	วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยราชมงคลล้านนา
พ.ศ. 2545 – พ.ศ. 2546	วท.บ. (เทคโนโลยีอุตสาหกรรมก่อสร้าง) มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย