# รายงานการวิจัย

## แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจรและการมีส่วนร่วมของชุมชนในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

## Integrated Solid Waste Management and Public Participation Assessment in Takham Municipality, Suratthani Province

โดย

52S97

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ประจำปีงบประมาณ 2553

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเงินทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2553 ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณที่ปรึกษาอาจารย์พิรียุตม์ วรรณพฤกษ์ และ ผศ.ดร สุเมธ ไชยประพัทธ์และผู้เชี่ยวชาญสาขาการจัดการมูลฝอยที่ให้ความอนุเคราะห์ให้คำแนะนำและคำปรึกษารวมถึงสนับสนุนข้อมูลวิชาการเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์และปฏิบัติการกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ห้องปฏิบัติการด้านเคมี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือเพื่องานวิจัยนี้ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ที่ให้การอำนวยความสะดวกในการจัดสรรพื้นที่สำนักงานโครงการวิจัยและขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัย คุณวิไลลักษณ์ จีนศรี คุณนิติ เหมพัฒน์ และคุณสัมฤทธิ์ ขวัญจันทร์ รวมถึงคุณสุภัศร์ฐกาญจณ์ เพ็ชรทอง และคุณณิยากร ตันติวรรณกุล จากกลุ่มวิจัยการจัดการมูลฝอยและกากของเสียอันตราย (SOULWASTE) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รวมทั้งผู้นำชุมชน กลุ่ม อสม.และ เจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ดร.ภัสสา คงนคร
ผศ.ดร.จรีรัตน์ สกุลรัตน์
อภิวัฒน์ อายุสุข
มุกดา ศรีสวัสดิ์
คณะผู้วิจัย
พ.ศ. 2554

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**ชื่อแผนงานวิจัย** **แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจร และการมีส่วนร่วมของชุมชนในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี**
**Integrated Solid Waste Management and Public Participation Assessment in Takham Municipality, Suratthani Province**

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2553 จำนวนเงิน 1,700,000 บาท ระยะเวลาทำการวิจัย 12 เดือน ตั้งแต่ พฤษภาคม 2553 ถึง พฤษภาคม 2554

**ผู้รับผิดชอบและหน่วยงาน ประกอบด้วย**

1. **ผู้อำนวยการแผนงาน**
**ชื่อ-สกุล** นางสาววัสสา (Watsa) คงนคร (Khongnakorn)
**หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน** 3 9299 00393 283
**หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
ต.มะขามเตี้ย อ. เมือง จ. สุราษฎร์ธานี 84100
**เบอร์โทรศัพท์** 0-77 355453 , 084-6824830
**เบอร์โทรสาร** 0-77 355453
E-mail watsa.k@psu.ac.th , watsa_yui@yahoo.com

2. **ผู้ร่วมงานวิจัย**
2.1 **หัวหน้าโครงการวิจัยที่ 1**
**ชื่อ-สกุล** นางสาววัสสา คงนคร (Miss Watsa Khongnakorn)
**หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
ต.มะขามเตี้ย อ. เมือง จ. สุราษฎร์ธานี 84100
**เบอร์โทรศัพท์** 0-77 355453 , 084-6824830
**เบอร์โทรสาร** 0-77 355453
E-mail watsa.k@psu.ac.th , watsa_yui@yahoo.com

2.2 **หัวหน้าโครงการวิจัยที่ 2**
**ชื่อ-สกุล** ชื่อ-สกุล นางสาวจรีรัตน์ สกุลรัตน์ (Miss Jareerat Sakulrat)
หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
ต.คอหงส์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90110
โทรศัพท์ 074-287130, 086-9417245
โทรสาร 074-459396
E-mail jareerat@hotmail.com

**2.3 ผู้ร่วมงานวิจัย**

**ชื่อ-สกุล** นางสาวเชาวนา ยี่รงค์ (Miss Chaowana Yirong)
**หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
ต.มะขามเตี้ย อ. เมือง จ. สุราษฎร์ธานี 84100
**เบอร์โทรศัพท์** 0-77 355453 , 089-7333116
**เบอร์โทรสาร** 0-77 355453
**E-mail** y_chaowana@hotmail.com

**2.4 ผู้ร่วมงานวิจัย**

**ชื่อ-สกุล** นายอภิวัฒน์ อายุสุข (Mr. Apiwat Ayusuk)
**หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ** คณะศิลปศาสตร์และวิทยาการจัดการ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
ต.มะขามเตี้ย อ. เมือง จ. สุราษฎร์ธานี 84100
**เบอร์โทรศัพท์ 086-4757831**
**โทรสาร 077-355453**
E-mail : Pai_Mr_Flute@hotmail.com

**2.5 ผู้ร่วมงานวิจัย**

**ชื่อ-สกุล** นายสุรชัย สัมมาภาพ
**หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ** กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองท่าข้าม
สำนักงานเทศบาลเมืองท่าข้าม 168 ต.ท่าข้าม อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี 84130
**เบอร์โทรศัพท์** 0831042456
**เบอร์โทรสาร** 0-7731-2679

2.6 **ผู้ร่วมงานวิจัย**

**ชื่อ-สกุล** นางมุกดา ศรีสวัสดิ์

**หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ** กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองท่าข้าม สำนักงานเทศบาลเมืองท่าข้าม 168 ต.ท่าข้าม อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี 84130

**เบอร์โทรศัพท์** 0-7731-2679

**เบอร์โทรสาร** 0-7731-2679

3. **ที่ปรึกษาโครงการวิจัย**

**ชื่อ-สกุล** นายพิรียุตม์ วรรณพฤกษ์ (Mr.Pireeyutma Vanapruk)

**หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ** มูลนิธิเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและพลังงาน 5/156 ถนนเทศบาลสงเคราะห์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

**เบอร์โทรศัพท์** 0-2196-2147-9, 08-99228711

**เบอร์โทรสาร** 0-2196-2147-8

**E-mail** pireeyut@hotmail.com

4. **ที่ปรึกษาโครงการวิจัย**

**ชื่อ-สกุล** นายสุเมธ ไชยประพัทธ์ (Mr. Suate Chaiprapat)

**หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ** ภาควิชาโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90110

**เบอร์โทรศัพท์** 074-287130

**เบอร์โทรสาร** 074-459390

**E-mail** summate.c@psu.ac.th

5. **ที่ปรึกษาโครงการวิจัย** (ผู้ทรงคุณวุฒิในท้องถิ่น)

**ชื่อ-สกุล** นายทศพล งานไพโรจน์ (Mr. Todsapol Nganpairoj)

**หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ** สำนักงานเทศบาลเมืองท่าข้าม 168 ต.ท่าข้าม อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี 84130

**เบอร์โทรศัพท์** 0-77311833

**เบอร์โทรสาร** 0-2196-2147-8

**6. หน่วยงานหลัก**

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
ต.มะขามเตี้ย อ. เมือง จ. สุราษฎร์ธานี 84100
เบอร์โทรศัพท์ 0-77 355453
เบอร์โทรสาร 0-77 355453

**7. หน่วยงานสนับสนุน**

7.1 ภาควิชาโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90110

7.2 สำนักงานเทศบาลเมืองท่าข้าม
168 ต.ท่าข้าม อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี 84130
เบอร์โทรศัพท์ 0-77311833
E-mail: info@takhamcity.go.th

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

## บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานีในปัจจุบัน รวมถึงข้อมูลพื้นฐานของปริมาณมูลฝอย องค์ประกอบทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยจากแต่ละแหล่งกำเนิดในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี และเพื่อศึกษาหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จากการศึกษาพบว่า ปริมาณมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามเกิดขึ้นประมาณ 17 ตันต่อวัน โดยองค์ประกอบหลัก 3 กลุ่ม คือ ขยะอินทรีย์ พลาสติก และกระดาษ คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 60, 20 และ 7 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้มีค่าความชื้นสูงถึงประมาณร้อยละ 60 และค่าความร้อนของมูลฝอยประมาณ 2,000 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม อีกทั้งมีองค์ประกอบของของเสียอันตรายร้อยละ 1.7 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มีค่าสูง ดังนั้น เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับจัดการมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม ควรเป็นการผสมผสานกันระหว่าง ระบบคัดแยก และการบำบัดทางชีวภาพ โดยไม่เหมาะสมต่อการนำไปเผาในเตาเผาเนื่องจากมูลฝอยมีค่าความร้อนค่อนข้างต่ำ

จากการประเมินประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามในปัจจุบัน ทั้ง 4 ด้านหลัก ได้แก่ ระบบการจัดการมูลฝอยทางวิศวกรรม ศักยภาพองค์กรท้องถิ่น ศักยภาพของชุมชน และความร่วมมือระหว่างองค์กรท้องถิ่นและชุมชน พบว่า ระบบการกักเก็บและเก็บขนทำได้ดี แต่มีปัญหาในด้านการกำจัด เนื่องจากขาดพื้นที่ฝังกลบของตนเอง และเป็นการกำจัดแบบเทกองกลางแจ้ง ซึ่งสาเหตุมาจากการขาดประสิทธิภาพในด้านการวางแผน ขาดงบประมาณสำหรับการเดินระบบ และขาดการทำงานประสานกันกับชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จำเป็นต้องดำเนินการส่งเสริมการคัดแยกที่แหล่งกำเนิดโดยเฉพาะ โดยใช้หลักการให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการค้นหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา ตัดสินใจเลือกวิธีการดำเนินการจัดการมูลฝอยในชุมชน และทำแผนปฏิบัติการที่ดำเนินการร่วมกันระหว่างเทศบาลและชุมชน

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน 4 ด้าน คือ วิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม ด้วยวิธี MCDA พบว่า รูปแบบการจัดการมูลฝอย ซึ่งประกอบด้วย โรงคัดแยก ตามด้วยการหมักทำปุ๋ย และการฝังกลบ เป็นขั้นสุดท้าย มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับจัดการมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

**คำสำคัญ**

การจัดการขยะมูลฝอย, องค์ประกอบทางกายภาพ, การประเมินศักยภาพ, โครงการจัดการมูลฝอยโดยชุมชน, การวิเคราะห์แบบพหุเกณฑ์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

## Abstract

The objective of this research project is to investigate the quantity and characteristics of generated solid waste and to evaluate the management performance of TaKham Municipality, Suratthani Province in order to determine the appropriate management system for solid waste in TaKham Municipality, Suratthani Province. The result has shown that Takham municipality generates solid waste about 17 tons per day. The main components are organic waste, plastics and paper which are accounted for 60%, 20%, and 7% (by weight), respectively resulting in high moisture content, about 60% and low calorific value, approximately 2,000 kilocalories per kilograms. Hazardous waste is also found about 1.7% by weight. Therefore, the management system that is suitable for Takham municipality should be an integrated system between separation system and biological treatment technologies prior to final disposal at landfill. Thermal treatment may not be suitable regarding the high moisture content, low calorific value and also the low management capability of Takham municipality at present.

Four main criteria issues including engineering efficiency, local authority's capability, public participation, and cooperation were evaluated. The result shows that the storage and collection system are well operated unlike the disposal process in which the disposal site is operated as dump site and the land area is insufficient. Therefore, improving the efficiency of municipal solid waste management needs the promotion of source separation, particularly at the market area and commercial area and also the promotion of community-based solid-waste management systems.

Management options for Takham municipality were formulated combining the source separation/ informal recycling or the material recovery facility/ formal recycling with biological technologies between composting and anaerobic digestion before landfilling. MCDA – Multiple Criteria Decision Analysis was then used to determine the best option. Four main issues related to these 6 alternatives were evaluated. The result shows that the best option for Takham municipality regarding the current conditions is the integrated system consisting of material recovery facility followed by composting and landfill.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**Keywords**

Solid waste management, Waste composition, Capability evaluation, Community-based solid waste management, Multiple criteria decision analysis: MCDA

# สารบัญเรื่อง


| | หน้า |
|---|---|
| **กิตติกรรมประกาศ** | ก |
| **บทคัดย่อ** | ฉ |
| **คำสำคัญ** | ฉ |
| **Abstract** | ช |
| **Keyword** | ช |
| **สารบัญเรื่อง** | ซ |
| **สารบัญตาราง** | ฑ |
| **สารบัญภาพ** | ต |
| **บทนำรวม** | **1-1** |
| 1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย | 1-2 |
| 2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย | 1-2 |
| 3. รายละเอียดความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อย | 1-3 |
| 4. ประโยชน์ที่ได้รับ | 1-4 |
| 5. หน่วยงานที่นำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์ | 1-5 |
| **โครงการวิจัยที่ 1 เรื่อง การประเมินประสิทธิภาพการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี** | |
| **บทคัดย่อ** | **1-6** |
| คำสำคัญ | 1-6 |
| Abstract | 1-7 |
| Keyword | 1-7 |

# สารบัญเรื่อง (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| **บทที่ 1 บทนำ** | **1-8** |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย | 1-8 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 1-8 |
| 1.3 ขอบเขตงานวิจัย | 1-8 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 1-9 |
| **บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง** | **1-10** |
| 2.1 บทนำ ทฤษฎีและสมมติฐาน | 1-10 |
| 2.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง | 1-10 |
| 2.2.1 คำจำกัดความ | 1-10 |
| 2.2.2 แหล่งกำเนิดมูลฝอย | 1-11 |
| 2.2.3 องค์ประกอบของมูลฝอยชุมชน | 1-12 |
| 2.2.4 ลักษณะของมูลฝอย | 1-15 |
| 2.2.5 ปริมาณมูลฝอย | 1-16 |
| 2.2.6 การจัดการมูลฝอย | 1-18 |
| 2.2.7 การจัดการขยะมูลฝอยโดยชุมชน | 1-20 |
| 2.2.8 การวิจัยที่ผ่านมาด้านการจัดการมูลฝอยในชุมชน | 1-23 |
| 2.3 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย | 1-27 |
| **บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย** | **1-28** |
| 3.1 ระเบียบวิธีวิจัย | 1-28 |
| 3.1.1 ขั้นเตรียมการ | 1-28 |
| 3.1.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน | 1-29 |
| 3.1.3 ขั้นสำรวจภาคสนามข้อมูล/เก็บตัวอย่างภาคสนาม | 1-30 |
| 3.1.4 การศึกษาปริมาณและลักษณะมูลฝอยรวม ณ บ่อฝังกลบมูลฝอย | 1-30 |

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญเรื่อง (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 3.1.5 การศึกษาปริมาณและลักษณะมูลฝอยรวม ณ เขตชุมชน | 1-30 |
| 3.1.6 การศึกษาปริมาณและลักษณะมูลฝอยรวม ณ แหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ | 1-31 |
| 3.1.7 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของมูลฝอย | 1-31 |
| 3.2 แผนการดำเนินงาน | 1-35 |
| **บทที่ 4 ผลการวิจัย อภิปรายและวิจารณ์ผล** | **1-38** |
| 4.1การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา | 1-38 |
| 4.1.1 ประชากรและการคาดการณ์จำนวนประชากร | 1-38 |
| 4.1.2 ข้อมูลพื้นฐานของมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม | 1-40 |
| 4.2 ผลการศึกษาปริมาณและองค์ประกอบ ลักษณะทางกายภาพและเคมีของมูลฝอย | 1-40 |
| 4.2.1 ผลการศึกษาปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยต่างๆ | 1-40 |
| 4.2.2 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดมูลฝอย | 1-43 |
| 4.2.2.1 ลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตสถาบันการศึกษา | 1-43 |
| 4.2.2.2 ลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตตลาดสด | 1-45 |
| 4.2.2.3 ลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตพาณิชยกรรม | 1-47 |
| 4.2.2.4 ลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตอุตสาหกรรม | 1-49 |
| 4.2.2.5 องค์ประกอบของมูลฝอย ณ หลุมฝังกลบ | 1-51 |
| 4.2.3 ผลการศึกษาลักษณะทางเคมีของมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยต่างๆ | 1-52 |
| 4.2.4 ลักษณะทางเคมีของมูลฝอยเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ | 1-53 |
| 4.3 การดำเนินการด้านการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน | 1-57 |
| 4.3.1 การคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด | 1-59 |
| 4.3.2 การเก็บรวบรวมและการเก็บขน | 1-63 |
| 4.3.3 การกำจัดมูลฝอย | 1-67 |

## สารบัญเรื่อง (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 4.3.4 การจัดเก็บค่าธรรมเนียม | 1-67 |
| 4.4 การประเมินประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันของเทศบาลเมืองท่าข้าม | 1-68 |
| **บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ** | **1-84** |
| ข้อเสนอแนะของการจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม | 1-86 |
| **บรรณานุกรม** | **1-90** |
| **ภาคผนวก ก** แบบสอบถามการศึกษาความยั่งยืนของระบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองท่าข้าม | 1-92 |
| **ภาคผนวก ข** แบบฟอร์มบันทึกความสูงของมูลฝอยในถังรองรับ | 1-98 |
| **ภาคผนวก ค** แบบบันทึกผลการทดลอง | 1-100 |
| **ภาคผนวก ง** ข้อมูลพื้นฐานของระบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองท่าข้าม | 1-102 |


## โครงการวิจัยที่ 2 เรื่อง การประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี


| | |
|---|---|
| **บทคัดย่อ** | **2-1** |
| คำสำคัญ | 2-2 |
| Abstract | 2-2 |
| Keyword | 2-2 |
| **บทที่ 1 บทนำ** | **2-3** |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย | 2-3 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 2-4 |
| 1.3 ขอบเขตงานวิจัย | 2-5 |

# สารบัญเรื่อง (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 115 |
| **บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง** | **2-6** |
| 2.1 บทนำ | 2-6 |
| 2.2 การลดกรเกิดมูลฝอย | 2-7 |
| 2.3 การคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด | 2-8 |
| 2.4 การกักเก็บ | 2-8 |
| 2.5 การเก็บขนมูลฝอย | 2-9 |
| 2.6 การขนถ่ายและขนส่ง | 2-11 |
| 2.7 กระบวนการหมักปุ๋ย | 2-11 |
| 2.8 การนำมูลฝอยกลับไปใช้ประโยชน์ | 2-13 |
| 2.9 การเผาไหม้ | 2-14 |
| 2.10 การกำจัดขั้นสุดท้าย | 2-14 |
| 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 2-15 |
| **บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย** | **2-18** |
| **บทที่ 4 ผลการศึกษา** | **2-22** |
| 4.1. แนวทางการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับมูลฝอยในประเทศไทย | 2-22 |
| 4.2. คุณสมบัติของมูลฝอยเทศบาลเมืองท่าข้าม | 2-25 |
| 4.3. ทางเลือกการจัดการมูลฝอยสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม | 2-29 |
| 4.4. เทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน | 2-30 |
| 4.5. การประเมินประสิทธิภาพของทางเลือกการจัดการมูลฝอยสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม | 2-58 |
| 4.5.1. ประสิทธิภาพทางวิศวกรรม | 2-59 |

# สารบัญเรื่อง (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 4.5.2. ประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ | 2-61 |
| 4.5.3. ประสิทธิภาพทางสังคม | 2-65 |
| 4.5.4. ประสิทธิภาพทางสิ่งแวดล้อม | 2-67 |
| 4.6. การเลือกทางเลือกการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม | 2-68 |
| 4.7. วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการการเลือกทางเลือกการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม | 2-70 |
| **บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา** | **2-78** |
| **บรรณานุกรม** | **2-80** |
| **ภาคผนวก ก** การประเมินประสิทธิภาพทางวิศวกรรม | 2-84 |
| **ภาคผนวก ข** การประเมินประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ | 2-94 |
| **ภาคผนวก ค** การประเมินประสิทธิภาพทางสังคม | 2-107 |
| **ภาคผนวก ง** การประเมินประสิทธิภาพทางสิ่งแวดล้อม | 2-113 |
| **ภาคผนวก จ** การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี MCDA | 2-121 |
| **ประวัติและผลงานวิจัยที่สำคัญของนักวิจัย** | 2-125 |

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญตาราง

**โครงการวิจัยที่ 1 เรื่อง การประเมินประสิทธิภาพการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี**


| | หน้า |
|---|---|
| ตารางที่ 2.1 แหล่งกำเนิดมูลฝอยที่สำคัญ ลักษณะกิจกรรมและลักษณะของมูลฝอยที่เกิดขึ้น | 1-12 |
| ตารางที่ 2.2 ความหนาแน่นของมูลฝอยชุมชนในกลุ่มประเทศต่างๆ | 1-15 |
| ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบทางเคมีและค่าความร้อนของแต่ละองค์ประกอบของมูลฝอยชุมชน | 1-16 |
| ตารางที่ 2.4 ลักษณะของมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ภาคใต้ | 1-16 |
| ตารางที่ 2.5 อัตราการเกิดมูลฝอยตามแหล่งกำเนิดต่างๆ | 1-17 |
| ตารางที่ 2.6 แนวทางการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม | 1-20 |
| ตารางที่ 3.1 แสดงประเด็นในการประเมินศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นและชุมชนในการจัดการมูลฝอย | 1-29 |
| ตารางที่ 3.2 รายชื่อโรงงานอุตสาหกรรมและประเภทอุตสาหกรรมในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม | 1-31 |
| ตารางที่ 3.3 รายชื่อตัวแทนโรงเรียนของและขนาดในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม | 1-31 |
| ตารางที่ 3.4 วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติในแต่ละพารามิเตอร์ของมูลฝอย | 1-34 |
| ตารางที่ 3.5 แผนการดำเนินโครงการวิจัย | 1-35 |
| ตารางที่ 4.1 จำนวนประชากร จำแนกตามเขตการปกครอง ปี พ.ศ. 2547-2553 | 1-38 |
| ตารางที่ 4.2 การคาดประมาณจำนวนประชากร ภายใน 20 ปีของเทศบาลเมืองท่าข้าม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2574 | 1-39 |
| ตารางที่ 4.3 ปริมาณมูลฝอยจากหลุมฝังกลบจำแนกตามเส้นทางรถเก็บขน | 1-41 |
| ตารางที่ 4.4 ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลท่าข้ามโดยแยกตามแหล่งกำเนิด | 1-43 |
| ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตสถาบันการศึกษา | 1-44 |
| ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตตลาดสด | 1-46 |
| ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตพาณิชยกรรม | 1-48 |
| ตารางที่ 4.8 องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตอุตสาหกรรม | 1-50 |
| ตารางที่ 4.9 องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยจากหลุมฝังกลบจำแนกตามเส้นทางรถเก็บขน | 1-51 |

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.10 ค่าความชื้นของแต่ละองค์ประกอบของมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่และมูลฝอยชุมชน 1-53
ตารางที่ 4.11 ลักษณะทางเคมีของมูลฝอยรวมในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม 1-55
ตารางที่ 4.12 โครงการการจัดการมูลฝอยแบบมีส่วนร่วมของชุมชน ตั้งแต่ปี 2539 – 2553 1-60
ตารางที่ 4.13 อัตราการผลิตมูลฝอยจำแนกตามกิจกรรมการคัดแยกมูลฝอยแต่ละชุมชน 1-61
ตารางที่ 4.14 ปริมาณมูลฝอยในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามที่ถูกคัดแยกนำไปใช้ประโยชน์ 1-63
ตารางที่ 4.15 ข้อมูลการเก็บขนของรถแต่ละเส้นทางการเก็บขนในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม 1-66
ตารางที่ 4.16 ข้อมูลการวิเคราะห์ต้นทุนการจัดการขยะต่อหนึ่งกิโลกรัม ปี 2548- 2552 1-68
ตารางที่ 4.17 ปัจจัยหลักในการประเมินศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นและชุมชนในการจัดการมูลฝอย 1-69
ตารางที่ 4.18 คุณลักษณะที่เหมาะสมของหลุมฝังกลบแบบถูกสุขลักษณะ 1-72
ตารางที่ 4.19 เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพองค์ประกอบหลักของ ระบบวางแผนการจัดการมูลฝอย 1-74
ตารางที่ 4.20 เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละองค์ประกอบของระบบการวางแผนตามระดับประสิทธิภาพ 1-75
ตารางที่ 4.21 ผลการประเมินประสิทธิภาพแต่ละองค์ประกอบของระบบการวางแผนการจัดการมูลฝอย 1-75
ตารางที่ 4.22 ประสิทธิผลของระบบการวางแผนที่ควรจะเป็นตามระดับคะแนนประเมินที่ได้ 1-76
ตารางที่ 4.23 ผลการประเมินระดับความยั่งยืนของระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม 1-81
ตารางที่ 4.24 คำอธิบายระดับความยั่งยืนของระบบการจัดการมูลฝอยตามคะแนนความยั่งยืน 1-83
ตารางที่ 5.1 แนวทางแผนการดำเนินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม 1-87

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**โครงการวิจัยที่ 2 เรื่อง การประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี**


| | หน้า |
|---|---|
| ตารางที่ 2.1 วิธีการในการจัดการมูลฝอยในแต่ละขั้นตอนของระบบการจัดการมูลฝอย | 2-7 |
| ตารางที่ 3.1 ประเด็นในการประเมินศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นและชุมชนในการจัดการมูลฝอย | 2-18 |
| ตารางที่ 3.2 ประเด็นในการประเมินประสิทธิภาพทางวิศวกรรมของระบบการจัดการมูลฝอย | 2-19 |
| ตารางที่ 3.3: เกณฑ์การตัดสินใจเพื่อลงทุนโครงการ | 2-20 |
| ตารางที่ 3.4 ตารางประเมินด้วยวิธี MCDA | 2-21 |
| ตารางที่ 4.1 วิธีการในการจัดการมูลฝอยในแต่ละขั้นตอนของระบบการจัดการมูลฝอย | 2-22 |
| ตารางที่ 4.2 เทคโนโลยีผลิตพลังงานสำหรับขยะองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น | 2-23 |
| ตารางที่ 4.3 เทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมกับกลุ่มพื้นที่ | 2-23 |
| ตารางที่ 4.4 เทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมกับปริมาณมูลฝอย | 2-23 |
| ตารางที่ 4.5 เทคโนโลยีผลิตพลังงานจากมูลฝอยที่เหมาะสมกับปริมาณมูลฝอย | 2-24 |
| ตารางที่ 4.6 เกณฑ์การเลือกเทคโนโลยีจัดการมูลฝอยที่เหมาะสม (ดัดแปลง) | 2-24 |
| ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบของมูลฝอย ณ สถานที่กำจัดมูลฝอย เทศบาลเมืองท่าข้าม | 2-26 |
| ตารางที่ 4.8 ผลการประเมินระดับความยั่งยืนของระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม | 2-27 |
| ตารางที่ 4.9 รายละเอียดของปัจจัยในการประเมินศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นในการจัดการมูลฝอย | 2-28 |
| ตารางที่ 4.10 ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและเดินระบบของเทคโนโลยีแปลงมูลฝอยเป็นพลังงาน | 2-29 |
| ตารางที่ 4.11 ผลวิเคราะห์ C/N ของมูลฝอยอินทรีย์ ณ บ่อฝังกลบมูลฝอย | 2-29 |
| ตารางที่ 4.12 ทางเลือกของระบบการจัดการมูลฝอยสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม | 2-30 |
| ตารางที่ 4.13 รูปแบบของถังหมักปุ๋ย ณ บ้านเรือน | 2-34 |
| ตารางที่ 4.14 รูปแบบของถังหมักปุ๋ยสำหรับบ้านเรือนที่พัฒนาโดยผู้วิจัย | 2-38 |
| ตารางที่ 4.15 ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับใช้งานในระดับครัวเรือน | 2-49 |

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.16 ตารางประเมินด้วยวิธี MCDA 2-58

ตารางที่ 4.17 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านวิศวกรรมของแต่ละทางเลือก 2-60

ตารางที่ 4.18 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านเศรษฐศาสตร์ของแต่ละทางเลือก 2-63

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแต่ละทางเลือกในการจัดการขยะ เทศบาลเมืองท่าข้าม 2-64

ตารางที่ 4.20 การยอมรับของชุมชนต่อแต่ละทางเลือกการจัดการขยะมูลฝอย สำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม 2-65

ตารางที่ 4.21 ความพร้อมของชุมชนในการแยกขยะมูลฝอยก่อนเข้าระบบ การจัดการขยะมูลฝอย 2-66

ตารางที่ 4.22 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านสังคมของแต่ละทางเลือก 2-66

ตารางที่ 4.23 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมของแต่ละทางเลือก 2-67

ตารางที่ 4.24 ตารางประเมินประสิทธิภาพด้านต่างๆ ของแต่ละทางเลือก ด้วยวิธี MCDA 2-69

ตารางที่ 4.25 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านต่างๆ ของแต่ละทางเลือก 2-70

ตารางที่ 4.26 มาตรการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจจะเกิดจากการดำเนินการ ของโครงการในการจัดการมูลฝอย 2-74

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญภาพ

**โครงการวิจัยที่ 1 เรื่อง การประเมินประสิทธิภาพการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี**


หน้า

ภาพที่ 2.1 แหล่งกำเนิดของมูลฝอย 1-12

ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบของมูลฝอยชุมชน 1-13

ภาพที่ 2.3 องค์ประกอบของมูลฝอยทั่วไปของชุมชนขนาดใหญ่ 1-13

ภาพที่ 2.4 องค์ประกอบของมูลฝอยทั่วไปของชุมชนขนาดกลาง 1-14

ภาพที่ 2.5 องค์ประกอบของมูลฝอยทั่วไปของประเทศไทย 1-14

ภาพที่ 2.6 ระบบการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมในปัจจุบัน 1-19

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี 1-33

ภาพที่ 3.2 แผนการดำเนินงานการ 1-37

ภาพที่ 4.1 พื้นที่หลุมฝังกลบอยู่ใต้แนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต 1-40

ภาพที่ 4.2 ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจำแนกตามชุมชนในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม 1-42

ภาพที่ 4.3 ปริมาณองค์ประกอบมูลฝอย จากเขตสถาบันการศึกษา 1-45

ภาพที่ 4.4 ปริมาณองค์ประกอบมูลฝอยจากเขตตลาดสด 1-47

ภาพที่ 4.5 ปริมาณองค์ประกอบมูลฝอยจากเขตพาณิชยกรรม 1-48

ภาพที่ 4.6 ปริมาณองค์ประกอบมูลฝอยจากเขตอุตสาหกรรม 1-50

ภาพที่ 4.7 ปริมาณองค์ประกอบมูลฝอย ณ หลุมฝังกลบ 1-52

ภาพที่ 4.8 ลักษณะองค์ประกอบของมูลฝอยตามคุณสมบัติการเผาไหม้ โดยแยกตามแหล่งกำเนิด 1-56

ภาพที่ 4.9 ภาพแบบการดำเนินการด้านการจัดการมูลฝอย 1-57

ภาพที่ 4.10 สมดุลมวลของการกำจัดมูลฝอยชุมชน ของเทศบาลเมืองท่าข้าม 1-58

ภาพที่ 4.11 เส้นทางการเก็บขนมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม 1-65

ภาพที่ 4.12 รถอัดท้าย 1-67

ภาพที่ 4.13 รถเปิดข้างเทท้าย 1-67

# สารบัญภาพ (ต่อ)

**โครงการวิจัยที่ 2 เรื่อง การประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี**


| | หน้า |
|---|---|
| ภาพที่ 2.1 ระบบการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมในปัจจุบัน | 2-6 |
| ภาพที่ 4.1 สัดส่วนของกองปุ๋ยหมักแบบ Windrow | 2-31 |
| ภาพที่ 4.2 กองปุ๋ยหมักแบบ Windrow ที่มีการเจาะช่องระบายอากาศ | 2-31 |
| ภาพที่ 4.3 กองหมักแบบใช้เครื่องเติมอากาศ (Aerated Static Pile) | 2-32 |
| ภาพที่ 4.4 ถังปฏิกิริยาที่วัสดุหมักไม่มีการเคลื่อนที่ (Non-flow reactor) | 2-33 |
| ภาพที่ 4.5 แสดงลักษณะของกล่องคอนกรีตที่ใช้ในการฝังกลบประยุกต์แบบชุมชน | 2-45 |
| ภาพที่ 4.6 แสดงลักษณะของบ่อคอนกรีตชนิดกลมที่ใช้ในการฝังกลบประยุกต์แบบครัวเรือน | 2-45 |
| ภาพที่ 4.7 แสดงการหมักปุ๋ยโดยวิธีการฝังกลบประยุกต์แบบชุมชนด้วยการใช้กล่องคอนกรีต | 2-47 |
| ภาพที่ 4.8 แสดงการหมักปุ๋ยโดยวิธีการฝังกลบประยุกต์แบบครัวเรือนด้วยการใช้บ่อคอนกรีตชนิดกลม | 2-48 |
| ภาพที่ 4-9 ขั้นตอนการเผาขยะที่จังหวัดภูเก็ต | 2-54 |
| ภาพที่ 4.10 การบำบัดเชิงกลของระบบ MBT | 2-56 |
| ภาพที่ 4.11 การบำบัดทางชีวภาพของระบบ MBT | 2-57 |
| ภาพที่ 4.12 การร่อนมูลฝอยภายหลังการบำบัดทางชีวภาพด้วยระบบ MBT | 2-57 |
| ภาพที่ 4.13 การดำเนินการในโรงหมักปุ๋ย | 2-72 |

# บทนำรวม

## 1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เทศบาลเมืองท่าข้าม เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นตั้งอยู่ในเขตอำเภอพุนพิน ซึ่งเป็นอำเภอหนึ่งของจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีพื้นที่ 14.10 ตารางกิโลเมตร ลักษณะพื้นที่ตอนใต้เป็นที่สูง ตอนเหนือเป็นที่ราบตั้งอยู่ริมแม่น้ำตาปี มีอาณาเขตทิศเหนือ ติดต่อตำบลวัดประดู่ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทิศตะวันตก ติดต่อตำบลพุนพิน และตำบลท่าข้าม มีประชากรอาศัยอยู่รวมทั้งสิ้น 22 ชุมชน จำนวน 20,353 คน เป็นชาย 9,906 คน และหญิง 10,447 คน มีจำนวนครัวเรือน 8,138 หลังคาเรือน และมีความหนาแน่นของประชากร 1,443 คนต่อตารางกิโลเมตร (ข้อมูล ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2553) เทศบาลเมืองท่าข้ามเป็นจุดศูนย์กลางของชุมชนพุนพิน ซึ่งเป็นชุมชนขนาดใหญ่เป็นอันดับสองของจังหวัด รองจากชุมชนเมืองสุราษฎร์ธานี เป็นเมืองที่มีความสำคัญทางด้านประวัติศาสตร์และเป็นแหล่งสะสมทางด้านวัฒนธรรมโบราณคดีมาตั้งแต่ยุคเริ่มแรกจนถึงปัจจุบัน อีกทั้งเป็นอำเภอที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจของจังหวัดสุราษฎร์ธานี และเป็นแหล่งซื้อขายสินค้าเกษตร สินค้าอุปโภคบริโภค สินค้าอุตสาหกรรมสำหรับประชาชนซึ่งอาศัยอยู่ตามอำเภอต่าง ๆ โดยประชากรในเขตเทศบาลประกอบอาชีพค้าขาย รับจ้างและเกษตรกรรม

ในปัจจุบันเทศบาลเมืองท่าข้ามกำลังประสบปัญหาด้านการจัดการมูลฝอย เนื่องจากพื้นที่ทิ้งมูลฝอยของทางเทศบาลตั้งอยู่ในสถานที่ไม่เหมาะสม เช่น ตั้งอยู่ใต้สายส่งไฟฟ้าแรงสูง และพื้นที่รองรับมูลฝอยซึ่งดำเนินการด้วยการเทกอง (Open dump) ไม่เพียงพอกับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น อีกทั้งกำลังประสบปัญหาการจัดหาพื้นที่ใหม่สำหรับการก่อสร้างระบบกำจัดมูลฝอย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องออกแบบระบบการจัดการมูลฝอยใหม่สำหรับเทศบาลเมืองท่าข้ามเพื่อแก้ไขปัญหามูลฝอยในปัจจุบันและอนาคต โดยการจัดการมูลฝอยที่ดี ต้องเริ่มตั้งแต่การลดการเกิด การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด การนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัดด้วยการฝังกลบในขั้นตอนสุดท้ายให้มากที่สุด ซึ่งในปัจจุบันนี้ มีวิธีการหรือทางเลือกหลากหลายสำหรับแต่ละขั้นตอนของการจัดการมูลฝอย ตั้งแต่ การลดการเกิด การแยก ณ แหล่งกำเนิด การบำบัด และการกำจัด ซึ่งต้องมีการประเมินแต่ละทางเลือกอย่างมีประสิทธิภาพทั้งทางวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ได้วิธีการผสมผสานที่ดีที่สุดสำหรับท้องถิ่นนั้นๆ แต่เทศบาลเมืองท่าข้ามขาดข้อมูลปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจริงและลักษณะองค์ประกอบของมูลฝอย รวมถึงประสิทธิภาพและศักยภาพในการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันของเทศบาล ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือเทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมและยั่งยืนสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม

ดังนั้น โครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาทางเลือกของการผสมผสานวิธีการจัดการมูลฝอยที่เป็นไปได้สำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี และเลือกรูปแบบการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมและยั่งยืนที่สุดสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม เพื่อแก้ไขปัญหามูลฝอยที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยในโครงการวิจัยที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลเมืองท่าข้าม และ สถานการณ์ปัญหามูลฝอยและประสิทธิภาพการจัดการในปัจจุบัน จากนั้นโครงการวิจัยที่ 2 จะนำข้อมูลพื้นฐานที่ได้ไป สร้างทางเลือกต่างๆ ของรูปแบบการจัดการมูลฝอยแบบผสมผสานตั้งแต่แหล่งกำเนิดจนถึงการกำจัด ที่เป็นไปได้สำหรับ

พื้นที่ เทศบาลเมืองท่าข้าม และ เลือกระบบการจัดการมูลฝอยแบบผสมผสานที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม

## 2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ สภาพปัญหา อัตราการเกิด องค์ประกอบ และคุณสมบัติของมูลฝอยและระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานีในปัจจุบัน

2.2 เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงการจัดการมูลฝอย รวมถึงโครงสร้างรูปแบบการจัดการมูลฝอย

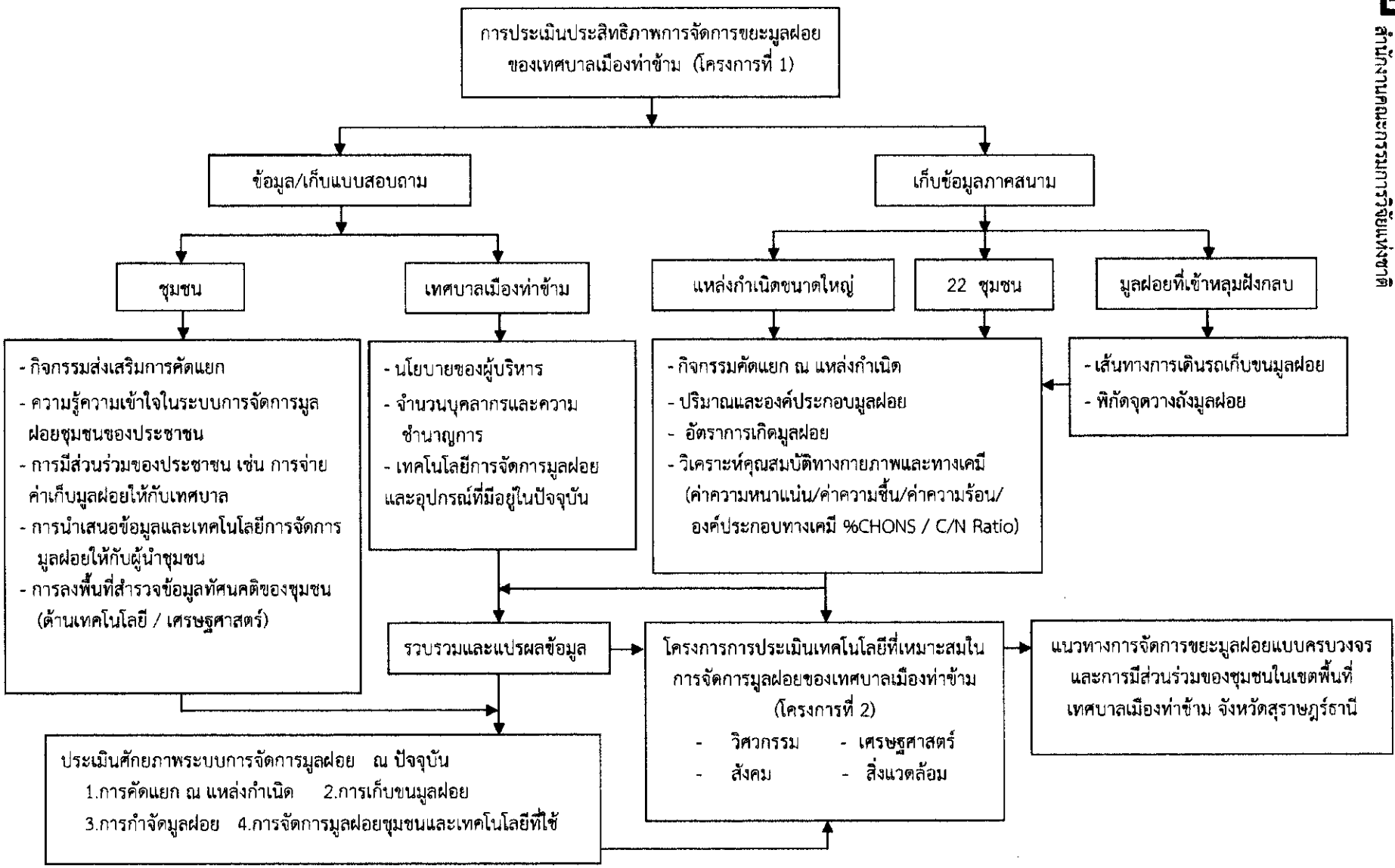
2.3 สร้างทางเลือกการจัดการมูลฝอยแบบผสมผสานรูปแบบต่างๆ ตั้งแต่แหล่งกำเนิดจนถึงการกำจัด ที่เป็นไปได้สำหรับพื้นที่ เทศบาลเมืองท่าข้าม

2.4 วิเคราะห์ความเหมาะสมของทางเลือกการจัดการมูลฝอยแต่ละรูปแบบสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม โดยพิจารณาทางด้านวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.5 เลือกระบบการจัดการมูลฝอยแบบผสมผสานที่เหมาะสมที่สุดตั้งแต่แหล่งกำเนิดจนถึงการกำจัดสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม

## 3. รายละเอียดความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อย

การดำเนินงานในแผนวิจัย เรื่องแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจรและการมีส่วนร่วมของชุมชนของชุมชนในเขตพื้นที่ในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ประกอบด้วยโครงการวิจัย 2 ชุด คือ โครงการวิจัยที่ 1 เรื่อง การประเมินประสิทธิภาพการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี และโครงการวิจัยที่ 2 เรื่อง การประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยในการดำเนินโครงการวิจัย ดังกล่าวข้างต้น แสดงดังแผนภูมิที่ 1 โดยข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการเก็บข้อมูลและทำการทดลองและวิเคราะห์ในโครงการวิจัยที่ 1 จะนำมาใช้เป็นข้อมูลทางเลือกให้กับโครงการวิจัยที่ 2




**แผนภูมิที่ 1** การดำเนินงานและการเชื่อมโยงข้อมูลของโครงการวิจัยย่อย

## 4. ประโยชน์ที่ได้รับ

4.1. ปริมาณและองค์ประกอบมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดต่างๆในขตเทศบาลเมืองท่าข้าม

4.2 แนวทางในการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม

4.3 ทางเลือกในการจัดการมูลฝอยแบบผสมผสานสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม

4.4 รูปแบบและเทคโนโลยีในการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมทั้งทางเทคนิค สังคมและสิ่งแวดล้อม

4.5. การมีส่วนร่วมของประชาชนในการคัดแยกมูลฝอยจากแหล่งกำเนิด

## 5. หน่วยงานที่นำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

5.1 เทศบาลเมืองท่าข้าม อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานีและหน่วยงานท้องถิ่นใกล้เคียง

5.2 หน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ที่มีปริมาณมูลฝอยใกล้เคียงกับพื้นที่วิจัย

5.3 หน่วยงานภาครัฐ เช่น สำนักงานสิ่งแวดล้อม

5.4 หน่วยงานด้านการวิจัย นักวิจัยและนักวิชาการจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีด้านการจัดการมูลฝอยชุมชน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**ชื่อโครงการวิจัยที่1 การประเมินประสิทธิภาพการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี**

Evaluation of solids waste management performance of Takham Municipality, Suratthani Province

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2553 จำนวนเงิน 799,800 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 12 เดือน ตั้งแต่ พฤษภาคม 2553 ถึง พฤษภาคม 2554

**ชื่อผู้วิจัย** นางสาววัสสา คงนคร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เบอร์โทรศัพท์ 0 7735 5453, 08 4682 4830

นางสาวจรีรัตน์ สกุลรัตน์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โทรศัพท์ 0 7428 7130, 08 6941 7245

นางมุกดา ศรีสวัสดิ์ กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองท่าข้าม สำนักงานเทศบาลเมืองท่าข้าม เบอร์โทรศัพท์ 0-77341-1074 ต่อ 413

## บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณมูลฝอย องค์ประกอบทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยจากแต่ละแหล่งกำเนิด และประสิทธิภาพของการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานีในปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการมูลฝอยของเทศบาล อันเนื่องมาจากพื้นที่กำจัดมูลฝอยในปัจจุบันไม่เพียงพอในการรองรับมูลฝอยที่เกิดขึ้น จากการศึกษาพบว่า ปริมาณมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามเกิดขึ้นประมาณ 17 ตันต่อวัน โดยองค์ประกอบหลักได้แก่ ขยะอินทรีย์ พลาสติก และกระดาษ คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 60, 20 และ 7 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้มีค่าความชื้นสูงถึงประมาณร้อยละ 60 ซึ่งให้ค่าความร้อนของมูลฝอยประมาณ 2,000 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตามพบองค์ประกอบของของเสียอันตรายร้อยละ 1.7 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่สูง ในด้านการจัดการ เทศบาลเมืองท่าข้ามแบ่งเส้นทางเก็บขนเป็น 5 เส้นทาง ดำเนินการตั้งแต่เวลา 2.00 น.- 11.30 น. การเก็บขนมูลฝอยส่วนใหญ่เป็นแบบ Curb side โดยไม่มีการคัดแยกมูลฝอย โดยในพื้นที่มีกิจกรรมรณรงค์เรื่องการคัดแยกและดำเนินการแบบครบวงจรเพียง 1 ชุมชน คือ ชุมชนเจริญลาภ และขนส่งไปกำจัดแบบเทกองกลางแจ้ง

จากการประเมินประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม ทั้ง 4 ด้านหลัก ได้แก่ ประสิทธิภาพทางวิศวกรรม ศักยภาพองค์กรท้องถิ่น ศักยภาพของชุมชน และความร่วมมือระหว่างองค์กรท้องถิ่นและชุมชน พบว่า ระบบการจัดการขั้นพื้นฐานในเรื่องการกักเก็บและเก็บขนทำได้ดี แต่มีปัญหาในด้านการกำจัดเนื่องจากขาดพื้นที่ฝังกลบเป็นของตนเองและเป็นการกำจัดแบบเทกองกลางแจ้ง ซึ่งสาเหตุมาจากการขาดประสิทธิภาพในด้านการวางแผนของเทศบาลเมืองท่าข้าม และ ขาดงบประมาณสำหรับการเดินระบบอย่างเพียงพอ อีกทั้งยังขาดการทำงานประสานกันกับชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จำเป็นต้องดำเนินการส่งเสริมการคัดแยกที่แหล่งกำเนิดโดยเฉพาะในเขตพื้นที่ตลาดสดและพานิชยกรรม โดยใช้หลักการของโครงการจัดการมูลฝอยโดยให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการค้นหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา ตัดสินใจเลือกวิธีการดำเนินการจัดการมูลฝอยในชุมชน และทำแผนปฏิบัติการที่ดำเนินการร่วมกันระหว่างเทศบาลและชุมชน



## คำสำคัญ

การจัดการขยะมูลฝอย, เทศบาล, องค์ประกอบทางกายภาพ, องค์ประกอบทางเคมี, การประเมินศักยภาพ, โครงการจัดการมูลฝอยโดยชุมชน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ


## Abstract

The objective of this research project is to investigate the quantity and characterstics of generated solid waste and to evaluate the management performance of TaKham Municipality, Suratthani Province in order to determine the appropriate management system for solid waste in TaKham Municipality, Suratthani Province. The result has shown that Takham municipality generates solid waste about 17 tons per day. The main components are organic waste, plastics and paper which are accounted for 60%, 20%, and 7% (by weight), respectively resulting in high moisture content, about 60% and low calorific value, approximately 2,000 kilocalories per kilograms. Hazardous waste is also found about 1.7% by weight. Considering the management system, the collection system are divided into 5 routes and the collection process starts from 2.00 to 11.30 am. The Collection system is curb side system without segregation and source separation except Chareanlap community.

Regarding the evaluating criteria, the engineering efficiency, local authorities's capability, public participation, and cooperation between local authority and public are evaluated. The result shows that the storage and collection system are well operated unlike the disposal process in which the disposal site is operated as dump site and the land area is insufficient. The key reasons for the problem are lacking proper management plan, sufficient budget and cooperative between Thakham municipality and the public.

Therefore, improving the efficiency of current municipal solid waste management needs the promotion of source separation, particularly at the market area and commercial area and also the promotion of community-based solid-waste management systems in which the communities should be cooperated in both planning and operating process.



## Keywords

Solid waste management, Municipality, Physical composition, Chemical composition, Capability evaluation, Community-based solid-waste management

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เทศบาลเมืองท่าข้าม เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นตั้งอยู่ในเขตอำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีพื้นที่ 14.10 ตารางกิโลเมตร ลักษณะพื้นที่ตอนใต้เป็นที่สูง ตอนเหนือเป็นที่ราบตั้งอยู่ริมแม่น้ำตาปี มีอาณาเขตทิศเหนือ ติดต่อตำบลวัดประดู่ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทิศตะวันตก ติดต่อตำบลพุนพิน และตำบลท่าข้าม มีประชากรอาศัยอยู่รวมทั้งสิ้น 22 ชุมชน จำนวน 20,353 คน ชาย 9,906 คน และหญิง 10,447 คน มีจำนวนครัวเรือน 8,138 หลังคาเรือน มีความหนาแน่นของประชากร 1,443 คนต่อตารางกิโลเมตร (ข้อมูล ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2553) เทศบาลเมืองท่าข้ามเป็นจุดศูนย์กลางของชุมชนพุนพิน ซึ่งเป็นชุมชนขนาดใหญ่อันดับที่สองของจังหวัด รองจากชุมชนเมืองสุราษฎร์ธานี เป็นเมืองที่มีความสำคัญทางด้านประวัติศาสตร์ตั้งแต่ยุคเริ่มแรกจนถึงปัจจุบัน รวมทั้งเป็นอำเภอที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจของจังหวัดสุราษฎร์

ในปัจจุบันเทศบาลเมืองท่าข้ามกำลังประสบปัญหาด้านการจัดการมูลฝอย เนื่องจากพื้นที่ทิ้งมูลฝอยของทางเทศบาลตั้งอยู่ในสถานที่ไม่เหมาะสม เช่น ตั้งอยู่ใต้สายส่งไฟฟ้าแรงสูง และพื้นที่รองรับมูลฝอย ดำเนินการด้วยการเทกอง (Open dump) และไม่เพียงพอกับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น อีกทั้งกำลังประสบปัญหาการจัดหาพื้นที่ใหม่สำหรับการก่อสร้างระบบกำจัดมูลฝอยมูลฝอย ซึ่งทางเทศบาลยังขาดข้อมูลปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจริงและลักษณะองค์ประกอบของมูลฝอย รวมถึงประสิทธิภาพและศักยภาพในการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันของเทศบาล ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือเทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมและยั่งยืนสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของ เทศบาลเมืองท่าข้าม ได้แก่ สภาพพื้นที่ เศรษฐกิจ สังคม ประชากร และ สถานการณ์ปัญหามูลฝอยในปัจจุบัน

1.2.2 ศึกษาและคาดการณ์ปริมาณและองค์ประกอบ ของมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเทศบาลเมืองท่าข้าม

1.2.3 ศึกษาประสิทธิภาพของระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามในปัจจุบัน และสาเหตุของปัญหา

1.2.4 เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหามูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม

## 1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษาปริมาณ คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของมูลฝอย รวมถึงการประเมิน ประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทั้ง 22 ชุมชน ทั้งในเขตพื้นที่ชุมชน ตลาดสด เขตพานิชยกรรม โรงงานอุตสาหกรรม โรงเรียน เขตชานเมืองและในเขตพื้นที่ริมแม่น้ำตาปี

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ข้อมูลพื้นฐานของปริมาณ อัตราการเกิด และ คุณลักษณะของมูลฝอย ในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม รวมทั้งเส้นทางการเก็บขน วิธีการบำบัดและกำจัดของมูลฝอย

1.4.2 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำมูลฝอยมาใช้ประโยชน์อย่างเป็นระบบ ตั้งแต่ต้นทางจนถึงการกำจัดขั้นตอนสุดท้าย

1.4.3 สร้างแนวทางการแก้ปัญหามูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับท้องถิ่น รวมถึงการนำเสนอแนวทางการปรับปรุงการจัดการมูลฝอยและรูปแบบการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม

# บทที่ 2
# การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

## 2.1. บทนำ ทฤษฎีและสมมติฐาน

การจัดการมูลฝอยที่ดี ต้องเริ่มจากการลดการเกิด การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด การนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัดด้วยการฝังกลบให้มากที่สุด ซึ่งการพิจารณาการจัดการและเทคโนโลยีที่เหมาะสมนั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับอัตราการเกิดและปริมาณมูลฝอยมูลฝอยทั้งปัจจุบันและที่จะเกิดขึ้นในอนาคต วิธีการเก็บขน วิธีบำบัดและกำจัดในปัจจุบัน โดยรูปแบบการจัดการและเทคโนโลยีที่นั้นต้องมีความเหมาะสมทั้งทางเศรษฐศาสตร์ สังคมและสิ่งแวดล้อม ของท้องถิ่น อย่างไรก็ตาม การจัดการมูลฝอยมูลฝอยที่ดี มีประสิทธิภาพและยั่งยืนนั้น มิได้เกิดจากการจัดการและวางแผนจากหน่วยงานภาครัฐเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ต้องได้รับความร่วมมือที่ดีหรือการมีส่วนร่วมจากประชาชนในพื้นที่ซึ่งเป็นผู้ผลิตและทิ้งมูลฝอยมูลฝอย ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ความเข้าใจ ทัศนคติ และพฤติกรรมของประชาชนในชุมชนนั้นๆ (นฤดี บุญชุม, 2548) ซึ่งกระบวนการตัดสินใจในการเลือกแนวทางการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมโดยทั่วไป ต้องการพื้นฐานเรื่องปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ทั้งในปัจจุบันและอนาคต รวมทั้งคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และชีวภาพรวมถึงประสิทธิภาพของระบบการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันและศักยภาพในการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันของเทศบาลและชุมชน เนื่องจากแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันตามลักษณะโครงสร้างเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้นระบบการจัดการมูลฝอยจะต้องออกแบบและเลือกสำหรับแต่ละพื้นที่ โดยไม่สามารถนำระบบที่ปฏิบัติที่อื่น มาใช้ในพื้นที่ตนเองได้ทันทีทันใด ดังนั้น จึงต้องมีการเก็บข้อมูลพื้นฐานของแต่ละพื้นที่เพื่อนำไปใช้ในการเลือกรูปแบบเทคโนโลยีและระบบที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้ามต่อไป

## 2.2. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

### 2.2.1. คำจำกัดความ

**มูลฝอย (Solid Waste)**

โดยทั่วไป คำว่า "มูลฝอย" จะมีความหมายครอบคลุมกว้างขวาง ซึ่งอาจรวมถึงของเสีย หรือวัสดุเหลือใช้ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ หรือกระบวนการการผลิตทางเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม เช่น มูลฝอยในชุมชน มูลฝอยหรือของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม มูลฝอยติดเชื้อ เป็นต้น

**มูลฝอยชุมชน (Municipal solid waste)**

มูลฝอยชุมชน หมายถึง ของเสียทุกอย่างที่เกิดในชุมชน โดยยกเว้นมูลฝอยที่มาจากอุตสาหกรรมและการเกษตร (Tchobanoglous และคณะ, 1977) หรือ มูลฝอยที่ประกอบด้วย มูลฝอยจากที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรมเบา การค้า และสถาบันต่างๆ ซึ่งมูลฝอยนั้นๆถูกเก็บขนโดยเทศบาล หรือ ผู้รับจ้างเก็บขนในนามของเทศบาลอีกที (van der Sloot, 1997)

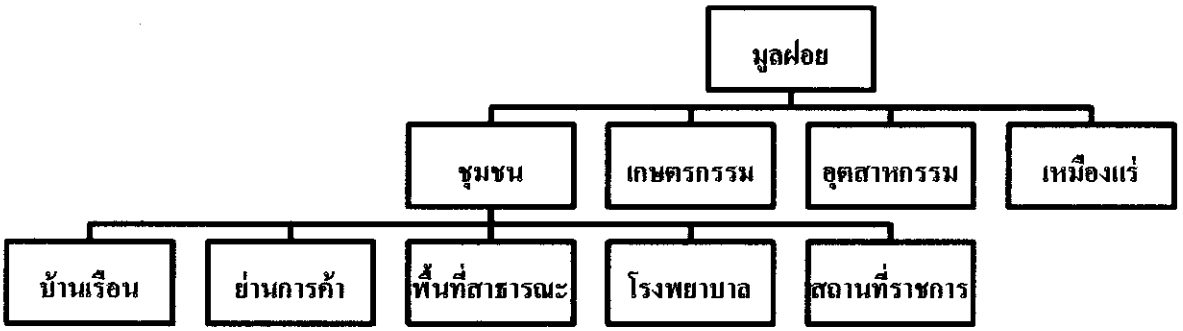
อย่างไรก็ตาม พระราชบัญญัติการสาธารณสุข 2550 ได้ให้คำจำกัดความว่า มูลฝอย หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัตถุถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ซากสัตว์หรือสิ่งอื่นใด ที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น และหมายความรวมถึงมูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชน

**2.2.2. แหล่งกำเนิดมูลฝอย**

มูลฝอยจะเกิดขึ้นตั้งแต่ขั้นตอนของการเตรียมวัตถุดิบสำหรับการอุปโภคและบริโภคของมนุษย์ในสังคม ซึ่งมาจาก 2 แหล่งใหญ่ คือ เหมืองและการเกษตรกรรม วัตถุดิบที่ได้เหล่านี้จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นสินค้าในภาคอุตสาหกรรมซึ่งจะมีของเสียเกิดขึ้นเช่นกัน สินค้าเหล่านี้จะถูกใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของชุมชน ก่อนถูกกำจัดทิ้งเมื่อคุณค่าหมดไป ดังนั้น แหล่งกำเนิดมูลฝอยหลักสามารถแยกได้ ดังนี้ คือ

- เหมืองแร่
- เกษตรกรรม
- แหล่งอุตสาหกรรม
- แหล่งชุมชน

โดยทั่วไป เมื่อกล่าวถึง มูลฝอย จะหมายถึงมูลฝอยที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชน ซึ่งสามารถแบ่งแหล่งกำเนิดตามพื้นที่กิจกรรมได้เป็น บ้านเรือนที่อยู่อาศัย ย่านการค้า พื้นที่สาธารณะ สถานที่ราชการ และ โรงพยาบาล ดังแสดงในภาพที่ 2.1 อย่างไรก็ตาม มูลฝอยที่มาจากโรงพยาบาลจะเรียกว่า มูลฝอยติดเชื้อ ซึ่งจะมีระบบการจัดการที่แตกต่างจากมูลฝอยชุมชนทั่วไป และจะไม่รวมอยู่ในมูลฝอยชุมชน




**ภาพที่ 2.1** แหล่งกำเนิดของมูลฝอย

โดยองค์ประกอบของมูลฝอยจากแต่ละแหล่งกำเนิดจะแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ซึ่งต้องการวิธีการจัดการมูลฝอยที่แตกต่างกัน

**ตารางที่ 2.1** แหล่งกำเนิดมูลฝอยที่สำคัญ ลักษณะกิจกรรมและลักษณะของมูลฝอยที่เกิดขึ้น

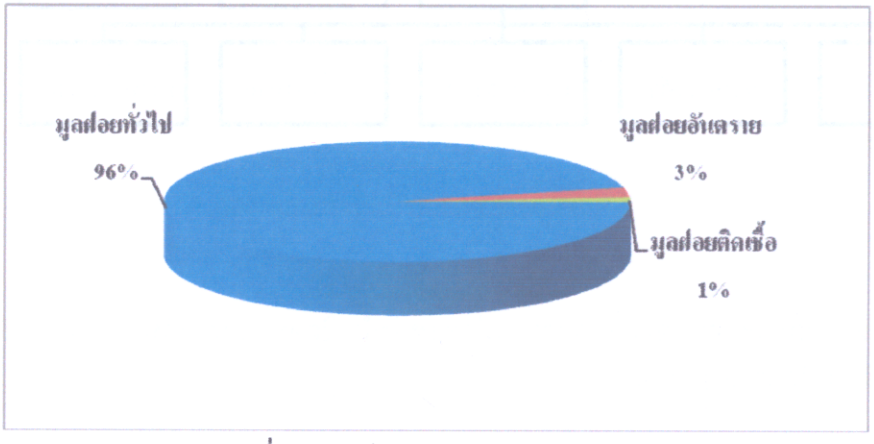
| แหล่งกำเนิด | ลักษณะกิจกรรม/สถานที่ | ลักษณะมูลฝอย |
|---|---|---|
| ที่อยู่อาศัย | บ้านเดี่ยว ตึกแถว อาคารชุด ฯลฯ | เศษอาหาร กระดาษ กล่อง พลาสติก เศษผ้า หนัง ยาง กระเบื้อง ขวดแก้ว |
| ธุรกิจการค้า | ร้านค้า ภัตตาคาร ตลาด สำนักงาน โรงแรม ฯลฯ | กระดาษ กล่องพลาสติก เศษอาหาร แก้ว ไม้ กระป๋อง |
| สถานที่ราชการ | โรงเรียน โรงพยาบาล เรือนจำ ที่ทำการของหน่วยงานราชการ | กระดาษ กล่อง พลาสติก เศษอาหาร แก้ว ไม้ กระป๋อง |
| สถานที่สาธารณะ | ถนน ที่จอดรถ สวนสาธารณะ ชาดหาด สถานที่ท่องเที่ยว | เศษกระดาษ พลาสติก กระป๋อง ใบไม้ กิ่งไม้ ฝุ่นดิน ฯลฯ |
| อุตสาหกรรม | อุตสาหกรรมก่อสร้าง ทอผ้า ฟอกย้อม อุตสาหกรรมเคมี โรงกลั่นน้ำมัน ฯลฯ | ของเสียจากกระบวนการผลิต (ขึ้นอยู่กับประเภทของโรงงาน) เศษโลหะ มูลฝอยจากคนงาน (เช่น เศษอาหาร กระดาษ ฯลฯ) |
| การเกษตรกรรม | ไร่ นา สวน ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ฯลฯ | เศษผลผลิต เช่น ฟางข้าวโพด เศษหญ้า ภาชนะบรรจุยาปราบศัตรูพืช |

**ที่มา:** Tchobanoglous และคณะ, 1993

### 2.2.3. องค์ประกอบของมูลฝอยชุมชน

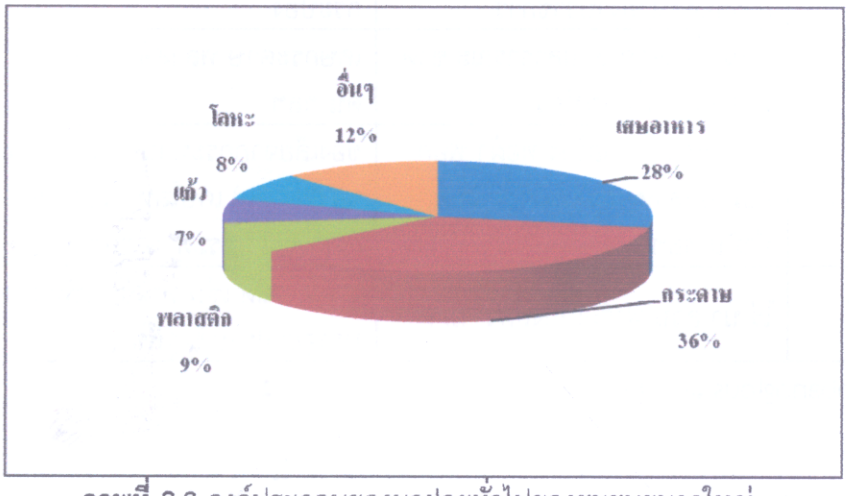
องค์ประกอบหลักของมูลฝอยชุมชน คือ เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก แก้ว และ อลูมิเนียม ซึ่งมักเรียกว่า มูลฝอยทั่วไป และเนื่องจากยังขาดการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิดอย่างเป็นระบบ ทำให้พบ มูลฝอยอันตราย เช่น กระป๋องสเปรย์ หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย และ มูลฝอยติดเชื้อ เช่น ผ้าอนามัย ในมูลฝอย

ชุมชนเช่นกัน ซึ่งสัดส่วนของมูลฝอยแต่ละประเภทในประเทศไทยดังแสดงในภาพที่ 2.2 (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

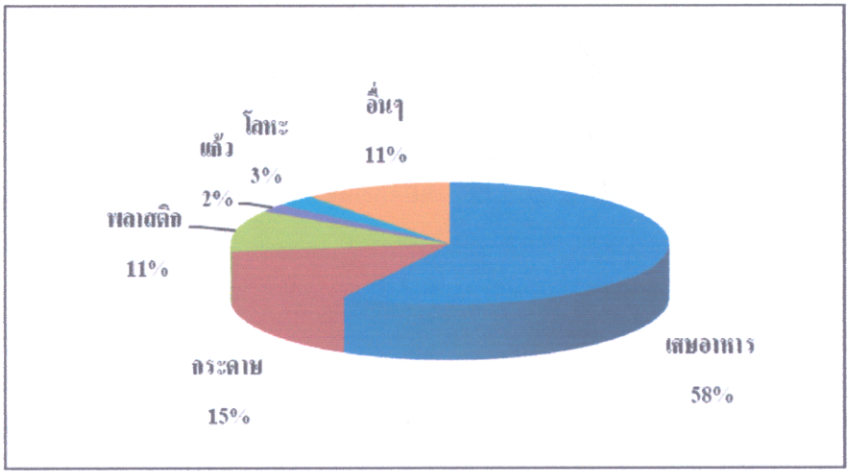



**ภาพที่ 2.2** องค์ประกอบของมูลฝอยชุมชน

โดยองค์ประกอบหลักของมูลฝอยทั่วไปนั้นจะมีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามพื้นที่ โดยเฉพาะขนาดและลักษณะเศรษฐกิจของชุมชนนั้นๆ เช่น ชุมชนขนาดใหญ่จะมีสัดส่วนของกระดาษมากกว่าเศษอาหาร ในขณะที่ชุมชนขนาดกลางหรือเล็กมักจะมีสัดส่วนของเศษอาหารมากกว่ากระดาษ ดังแสดงในภาพที่ 2.3 และ 2.4 ตามลำดับ (World Bank, 2542)

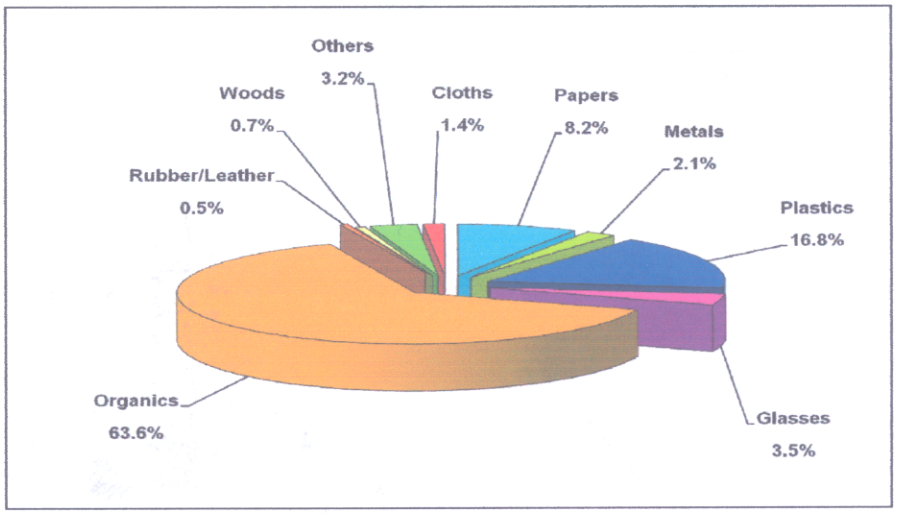



**ภาพที่ 2.3** องค์ประกอบของมูลฝอยทั่วไปของชุมชนขนาดใหญ่




**ภาพที่ 2.4** องค์ประกอบของมูลฝอยทั่วไปของชุมชนขนาดกลาง

นอกจากนี้ ในปัจจุบันยังได้มีการจำแนกประเภทของมูลฝอยทั่วไป ตามคุณสมบัติอื่นๆ เช่น มูลฝอยเปียกกับมูลฝอยแห้ง ซึ่งแบ่งตามความสามารถในการย่อยสลายตามธรรมชาติ หรือ มูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีกกับมูลฝอยที่ต้องกำจัด หรือ มูลฝอยที่เผาไหม้ได้ เช่น เศษไม้ กระดาษ พลาสติก ฯลฯ กับมูลฝอยที่เผาไหม้ไม่ได้ เช่น แก้ว โลหะ เหล็ก กระเบื้อง เป็นต้น โดยองค์ประกอบของมูลฝอยของประเทศไทยดังแสดงในภาพที่ 2.5 (กรมควบคุมมลพิษ)




**ภาพที่ 2.5** องค์ประกอบของมูลฝอยทั่วไปของประเทศไทย

### 2.2.4. ลักษณะของมูลฝอย

ลักษณะของมูลฝอยชุมชนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี และลักษณะทางชีวภาพ (Tchobanoglous และคณะ, 1993)

1. ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ องค์ประกอบมูลฝอย ความหนาแน่น และ ขนาด
2. ลักษณะทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ของแข็งทั้งหมด เถ้า ของแข็งระเหยได้ ค่าความร้อน ส่วนประกอบเคมี (C, H, O, N, S, Cl, P)
3. ลักษณะทางชีวภาพ ได้แก่ ความสามารถในการย่อยสลายของสารอินทรีย์

โดยความหนาแน่นของมูลฝอยจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบโดยเฉพาะมูลฝอยอินทรีย์ ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 2.2 ซึ่งมูลฝอยในประเทศอุตสาหกรรมจะมีความหนาแน่นน้อยกว่ามูลฝอยในประเทศกำลังพัฒนา เนื่องจากมีปริมาณมูลฝอยอินทรีย์น้อยกว่า

**ตารางที่ 2.2** ความหนาแน่นของมูลฝอยชุมชนในกลุ่มประเทศต่างๆ

| กลุ่มประเทศ | ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร) |
|---|---|
| ประเทศอุตสาหกรรม (รายได้สูง) | |
| สหรัฐอเมริกา | 100 |
| อังกฤษ | 150 |
| ประเทศอุตสาหกรรม (รายได้ปานกลาง) | |
| สิงคโปร์ | 175 |
| ประเทศกำลังพัฒนา (รายได้ต่ำ) | |
| ไทย | 250 |
| อินโดนีเซีย | 250 |
| ปากีสถาน | 500 |
| อินเดีย | 500 |

**ที่มา:** Tchobanoglous และคณะ, 1993

ค่าความร้อนของมูลฝอยสามารถหาได้จากการใช้ bomb calorimeter หรือประมาณการจากค่าองค์ประกอบทางกายภาพหรือทางเคมีของมูลฝอย ซึ่งค่าองค์ประกอบทางเคมีและค่าความร้อนทั่วไปของแต่ละองค์ประกอบของมูลฝอย ดังแสดงในตารางที่ 2.3 และ ลักษณะของมูลฝอยในภาคใต้ดังแสดงในตารางที่ 2.4

**ตารางที่ 2.3** องค์ประกอบทางเคมีและค่าความร้อนของแต่ละองค์ประกอบของมูลฝอยชุมชน

| องค์ประกอบ | C | H | O | N | S | Ash | ค่าความร้อน (kcal/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เศษอาหาร | 48.0 | 6.4 | 37.6 | 2.6 | 0.4 | 5.0 | 830 – 1,665 |
| กระดาษ | 43.5 | 6.0 | 44.0 | 0.3 | 0.2 | 6.0 | 2,775 – 4,440 |
| พลาสติก | 60.0 | 7.2 | 22.8 | - | - | 10.0 | 6,660 – 8,875 |
| แก้ว | 0.5 | 0.1 | 0.1 | < 0.1 | - | 98.9 | 30 – 60 |
| เหล็ก | 4.5 | 0.6 | 4.3 | < 0.1 | - | 90.5 | 60 – 280 |
| มูลฝอยชุมชน | | | | | | | 2,220 – 3,330 |

ที่มา : Tchobanoglous และคณะ, 1993

**ตารางที่ 2.4** ลักษณะของมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ภาคใต้

| ตัวแปร | | ปริมาณ |
|---|---|---|
| ความหนาแน่น | $kg/m^3$ | 220 – 293 |
| ความชื้น | % wet weight | 52 – 56 |
| ความร้อน | kcal/kg | 3,310 - 4,700 |
| เถ้า | % dry weight | 13 – 26 |
| C | % dry weight | 12.26 - 44.55 |
| H | % dry weight | 1.48 - 5.35 |
| O | % dry weight | 8.13 - 27.7 |
| N | % dry weight | 0.32 - 1.42 |
| S | % dry weight | 0.06 - 0.97 |
| P | % dry weight | 0.11 - 0.19 |

**ที่มา:** สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์, 2541

### 2.2.5. ปริมาณมูลฝอย

ปริมาณของมูลฝอยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เสมอ ได้แก่

- ลักษณะที่ตั้งทางภูมิศาสตร์
- ฤดูกาล
- อุปนิสัยของประชาชนในชุมชน
- ความหนาแน่นของประชากรและลักษณะชุมชน

- สภาวะเศรษฐกิจ
- สภาพการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่
- กฎหมายข้อบังคับและความร่วมมือของประชาชน

อัตราการเกิดมูลฝอยมูลฝอย (Solid Waste Generation Rate) หมายถึง ปริมาณมูลฝอยมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากการทิ้งมูลฝอยมูลฝอยของประชากรในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งสามารถคำนวณได้ จากสมการดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดมูลฝอย} = \frac{\text{ปริมาณมูลฝอยมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดในพื้นที่ของช่วงเวลา}}{\text{จำนวนประชากรทั้งหมดในช่วงเวลา}}$$

ซึ่งอัตราการผลิตมูลฝอยจะแตกต่างกันไปตามขนาดและลักษณะเศรษฐกิจของชุมชนนั้นๆ เช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.5

**ตารางที่ 2.5** อัตราการเกิดมูลฝอยตามแหล่งกำเนิดต่างๆ

| แหล่งกำเนิด | อัตราการผลิตมูลฝอย |
|---|---|
| ชุมชนที่พักอาศัย (รวมทุกกิจกรรม) | |
| - ชุมชนระดับเทศบาลเมือง | 0.8 กิโลกรัม/คน/วัน |
| - ชุมชนระดับเทศบาลตำบล | 0.6 กิโลกรัม/คน/วัน |
| - ชุมชนระดับองค์การบริหารส่วนตำบล | 0.4 กิโลกรัม/คน/วัน |
| บ้านพักอาศัย | 0.2 – 0.3 กิโลกรัม/คน/วัน |
| โรงงานอุตสาหกรรม | 18 กิโลกรัม/พื้นที่ประกอบการ 1ไร่ |
| สถานพยาบาล | 0.24 – 0.46 กิโลกรัม/เตียง/วัน |
| แหล่งท่องเที่ยว | |
| - กลุ่มที่ไม่มีที่พักอาศัย | 0.02 – 0.66 กิโลกรัม/คน/วัน |
| - กลุ่มที่ไม่มีที่พักค้างคืน | 0.06 – 0.45 กิโลกรัม/คน/วัน |

**ที่มา:** สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์, 2541

### 2.2.6. การจัดการมูลฝอย (Solid waste Management)

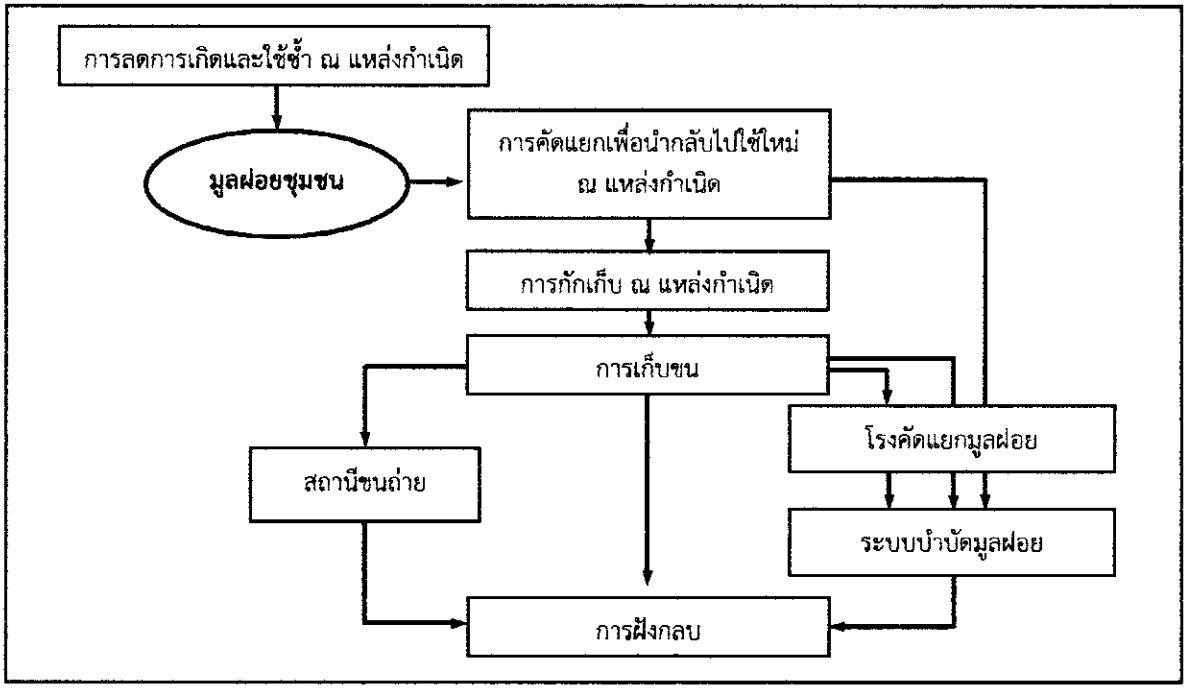
การจัดการมูลฝอย หมายถึง การดำเนินงานเกี่ยวกับมูลฝอยตั้งแต่แหล่งกำเนิดจนถึงการกำจัดขั้นสุดท้าย ซึ่งรวมถึง การควบคุมการเกิด การคัดแยกและกักเก็บ การรวบรวม การเก็บขน การขนถ่ายและขนส่ง การปรับแต่งเปลี่ยนรูป และการฝังกลบ ด้วยวิธีการที่เหมาะสมกับคุณลักษณะของมูลฝอย หลักวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สุขาภิบาล กฎหมาย ศักยภาพขององค์กรท้องถิ่น และความต้องการของชุมชน

การจัดการมูลฝอยในปัจจุบันเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและซับซ้อน เนื่องจากมีปริมาณและคุณลักษณะที่แตกต่างกันและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้ (จรีรัตน์ สกุลรัตน์, 2551)

- องค์กรท้องถิ่นที่มีศักยภาพในการวางแผน ออกแบบและเดินระบบ
- เทคโนโลยีที่เหมาะกับลักษณะท้องถิ่น
- งบประมาณที่เพียงพอการสร้างระบบและซ่อมบำรุง
- นโยบายที่ส่งเสริมการจัดการมูลฝอยตามหลักการจัดการที่ยั่งยืน
- ชุมชนที่ตระหนักถึงปัญหาและต้องการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา
- กฎหมายที่สนับสนุนให้เกิดความร่วมมือระหว่างองค์กรที่เกี่ยวข้องต่างๆ

วัตถุประสงค์ของระบบการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน คือ ลดอัตราการเกิดให้น้อยที่สุดเพื่อลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัด จากนั้นต้องมีการเคลื่อนย้ายมูลฝอยที่เกิดขึ้นออกจากชุมชนในเวลาที่เหมาะสมก่อนที่จะเกิดการย่อยสลาย และนำมูลฝอยเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุดเพื่อลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องนำไปฝังกลบในขั้นตอนสุดท้ายซึ่งในปัจจุบันเป็นปัญหาหลักของทุกองค์กรท้องถิ่นในการหาพื้นที่ที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม การฝังกลบยังมีความจำเป็นในทุกชุมชนตราบใดที่ยังไม่สามารถนำมูลฝอยที่เกิดขึ้นกลับไปใช้ใหม่ได้ทั้งหมด ซึ่งหลุมฝังกลบนี้จะต้องจัดการด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

จากวัตถุประสงค์ต่างๆ ของการจัดการมูลฝอย ทำให้ระบบการจัดการมูลฝอยปัจจุบันต้องเป็นระบบแบบผสมผสาน และจัดการมูลฝอยตั้งแต่แหล่งกำเนิดจนถึงการกำจัดขั้นตอนสุดท้าย ดังนั้นระบบการจัดการมูลฝอยชุมชนที่เหมาะสมในปัจจุบัน (จรีรัตน์ สกุลรัตน์, 2551) ดังแสดงในภาพที่ 2.6




**ภาพที่ 2.6** ระบบการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมในปัจจุบัน

โดยในปัจจุบันนี้มีวิธีการจัดการมูลฝอยแต่ละขั้นตอนหลายวิธีการ ซึ่งตัวอย่างแนวทางการเลือกเทคโนโลยีจัดการมูลฝอยแบบผสมผสานที่เหมาะสมตามพื้นที่และปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2.6 ซึ่งสามารถนำมาเป็นแนวทางสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามและเทศบาลข้างเคียงอื่น ๆ ได้ต่อไป

**ตารางที่ 2.6** แนวทางการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม

| ขนาดกลุ่มพื้นที่ | เทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยมูลฝอย |
|---|---|
| **กลุ่มพื้นที่ขนาดใหญ่ (Large Cluster)**<br>**500 ตัน/วัน** | ระบบคัดแยก+ระบบสลายทางชีวภาพ+ระบบเตาเผา+ ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล |
| **กลุ่มพื้นที่ขนาดกลาง (Medium Cluster)**<br>1. กลุ่มพื้นที่ขนาดกลาง 1 (M1)<br>250-500 ตัน/วัน | ระบบคัดแยก+ระบบสลายทางชีวภาพ+ระบบเตาเผา/ระบบผลิตมูลฝอยเชื้อเพลิง+ ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล |
| 2. กลุ่มพื้นที่ขนาดกลาง 2 (M2)<br>100-250 ตัน/วัน | ระบบคัดแยก+ระบบสลายทางชีวภาพ+ระบบผลิตมูลฝอยเชื้อเพลิง+ ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล |
| 3. กลุ่มพื้นที่ขนาดกลาง 3 (M3)<br>50-100 ตัน/วัน | ระบบคัดแยก+ระบบสลายทางชีวภาพ+ระบบผลิตมูลฝอยเชื้อเพลิง+ ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล |
| **กลุ่มพื้นที่ขนาดเล็ก (Small Cluster)**<br>**50 ตัน/วัน** | ระบบคัดแยก+ระบบสลายทางชีวภาพ+ ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล |

**ที่มา**: เชาวน์ นกอยู่, 2551

### 2.2.7. การจัดการมูลฝอยมูลฝอยโดยชุมชน (Community Based Solid Waste Management)

การจัดการมูลฝอยมูลฝอยโดยชุมชน(CBM) เป็นแนวคิดที่สอดคล้องตามนโยบายการจัดการมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดตามหลัก 3R และหลักการมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาชุมชนและสังคม ซึ่งสามารถใช้เป็นกระบวนการ สำหรับผู้บริหาร เจ้าพนักงานของเทศบาล ครัวเรือน และชุมชนต่างๆ ซึ่งในภาพรวมเป็นการใจเพื่อปรับปรุงการจัดการมูลฝอยมูลฝอยของครัวเรือน ในประเด็นของการจัดการจากแผนสู่การปฏิบัติภายใต้การกำกับดูแลด้านวิชาการ การมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการและควบคุมกำกับและตรวจสอบการดำเนินการของภาครัฐ ประชาชนมีสิทธิได้รับข้อมูล คำชี้แจงจากหน่วยงานเพราะประชาชนมีสิทธิและอำนาจตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยพุทธศักราช 2540 ได้ระบุไว้ชัดเจนในการให้ประชาชนมีส่วนร่วม และอำนาจมากขึ้นในการบริหารงานแผ่นดิน ตลอดจนการมีสิทธิและอำนาจในการควบคุมกำกับ และตรวจสอบการดำเนินการงานของภาครัฐ ประชาชนมีสิทธิได้รับข้อมูล คำชี้แจงจากหน่วยราชการ ตลอดจนการให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการและควบคุมกำกับการดำเนินงานของภาครัฐมากขึ้น ทำให้บทบาทหน้าที่การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการกับปัญหามูลฝอยมูลฝอยอย่างครบวงจร จึงได้รับการยอมรับจากรัฐ ประชาชนจึงมีสิทธิในการมีส่วนร่วมในปัญหามูลฝอยมูลฝอยตั้งแต่

1. ร่วมค้นหาปัญหา พิจารณาปัญหา และจัดลำดับความสำคัญของปัญหา
2. ร่วมค้นหาสาเหตุของปัญหา
3. ร่วมค้นหาและพิจารณาแนวทางการแก้ไขปัญหา

4. ร่วมกิจกรรมเพื่อแก้ไขปัญหา

5. ร่วมประเมินผลกิจกรรมการพัฒนา

CBM ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ การจัดการของขายได้ การทำปุ๋ยหมัก การจัดการถังมูลฝอยของตนเอง ถนนปลอดถังมูลฝอย ความถี่ในการเก็บมูลฝอย และการชำระค่าธรรมเนียมมูลฝอย นอกจากนี้ การจัดการเชื่อมยังโยงกับ สิ่งจูงใจและการได้รับประโยชน์ร่วม การกำกับดูด้านศักยภาพของเทคนิควิชาการ และมาตรการติดตามผล (สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร 2553)

***ขั้นตอนที่ 1*** การจัดการของขายได้ กิจกรรมอย่างแรกและง่ายที่สุดในการแนะนำกิจกรรมเข้าสู่ชุมชนได้แก่ การจัดการของขายได้ การให้ความรู้กับประชาชน ในการประชุมแนะนำควรให้ข้อมูลที่จำเป็นเกี่ยวกับประเภทของขายได้ การคัดแยกมูลฝอยในระดับครัวเรือน นอกจากนี้ควรจะต้องมีรูปแบบของการจัดการของขายได้ เช่นการจัดตารางกิจกรรมของครัวเรือนและชุมชนอย่างสม่ำเสมอ เช่นเป็นรายสัปดาห์ รูปแบบองค์การจัดการ ควรหารือกันเพิ่มเติมถึงรูปแบบที่ต้องการในการจัดการของขายได้ รูปแบบต่างๆนั้นมีอยู่แล้ว โดยมีบทบาทสำคัญในการรวบรวมของขายได้ให้มีปริมาณมากพอที่เอกชนจะเข้ามารับซื้อถึงชุมชนได้ ซึ่งมีรูปแบบต่างๆดังนี้

1. ธนาคารมูลฝอยรีไซเคิล ที่อาจเปิดทำการทุกวันหยุดเสาร์ – อาทิตย์

2. ตลาดนัดมูลฝอยรีไซเคิล อีกรูปหนึ่งคือการมี ผู้รับซื้อรายย่อย เช่น ซาเล้ง ที่มารับซื้อของขายได้โดยตรงกับครัวเรือนและก็จะนำในขายให้กับผู้รับซื้อรายใหญ่ต่อไป หรือเป็นรูปแบบของร้านรับซื้อขนาดเล็กที่ตั้งขึ้นในชุมชน จะเป็นรูปแบบใดก็ตามควรอยู่ในดุลพินิจของชุมชน ซึ่งจะเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดกับลักษณะทางกายภาพและสังคมของตน

นอกจากจะเชิญให้ผู้รับซื้อรายใหญ่เข้าร่วมการฝึกอบรมชุมชนแล้ว ยังเป็นโอกาสที่ดีที่จะส่งเสริมให้มีผู้ประกอบการรายย่อยภายในชุมชน และเกิดการยอมรับตลอดจนเป็นการสร้างงานอีกด้วย พบว่ามีหลายจังหวัดที่มีร้านรับซื้อของเก่าตั้งอยู่ ในหนึ่งชุมชนควรกำหนดให้มีร้านรับซื้อเพียงหนึ่งร้านเท่านั้นที่จะเข้าไปทำการ ซึ่งจะทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายพัฒนาได้ดี ทั้งนี้การตัดสินใจควรทำขึ้นโดยปรึกษาร่วมกับชุมชนอย่างใกล้ชิด

***ขั้นตอนที่ 2*** การทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์

กิจกรรมที่สองที่น่าจะแนะนำสู่ชุมชน เป็นการแยกมูลฝอยอินทรีย์เพื่อนำไปทำปุ๋ยหมัก การทำปุ๋ยหมักยังไม่เป็นที่กว้างขว้างนักในประเทศไทย โดยเฉพาะในครัวเรือนในเขตเมืองที่ความรู้ที่มีอยู่เรื่องปุ๋ยหมักยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ดังนั้นการแนะนำการทำปุ๋ยหมักให้กับครัวเรือนในชุมชนในระหว่างการอบรมช่วงแรกต้องเน้นหนักถึงพื้นฐานและเทคโนโลยีให้มาก ในช่วงเริ่มของการทำปุ๋ยหมัก จะต้องเตรียมการดังนี้

1. แนะนำให้ครัวเรือนแยกมูลฝอยอินทรีย์ทั้งจากห้องครัวและจากในสวนและเก็บไว้ต่างหาก

2. ต้องร่วมมือกันระหว่างเทศบาล ชุมชนและครัวเรือนในการกำหนดถึงวัสดุที่ต้องการเพื่อเริ่มงานปุ๋ยหมัก เช่น ถังเก็บ ถังหมักหรือคอกหมัก ตลอดจนเครื่องมือที่จำเป็นในการหมักปุ๋ย

3. ต้องกำหนดสถานที่ที่จะวางถังหมักหรือตั้งคอกหมัก การหมักปุ๋ยสามารถทำได้ในระดับชุมชนซึ่งต้องการสถานที่กว้าง และง่ายต่อการเข้าถึงของครัวเรือนที่ต้องการเข้าร่วมทำปุ๋ยอาจใช้ที่ว่างในครัวเรือนใดครัวเรือนหนึ่งก็ได้ เพื่อทำคอกหมักร่วมกันระหว่างครัวเรือนก็ได้ หรืออาจจะทำเองในแต่ละหลังคาเรือนก็ได้

4. ในช่วงแรกต้องให้ความช่วยเหลือกับชุมชนในด้านวิชาการ ต้องให้ชุมชนทราบถึงวิธีการทำปุ๋ยหมัก แนวทางแก้ไขหากมีปัญหาเกิดขึ้น หากมีคำถามเกิดขึ้นควรทำการตอบหรือแก้ไขให้ถูกต้อง

5. สิ่งสำคัญในการทำปุ๋ยหมักเมื่อได้ปุ๋ยออกมาแล้ว คือ การตลาดเพื่อจะนำปุ๋ยหมักออกจำหน่าย การหมักปุ๋ยสามารถดำเนินการได้ในระดับชุมชน เมื่อมีการดำเนินการก็จะเป็นลักษณะกิจกรรมทางสังคม ครัวเรือนหลายครองครัวเรือนจะทำการหมักปุ๋ยด้วยตนเองหรือไม่ก็ทำด้วยกันระหว่างไม่กี่หลังคาเรือน ปุ๋ยหมักที่ได้สามารถนำมาใช้เองในสวนหรือนำไปขายก็ได้

***ขั้นตอนที่ 3*** การจัดการถังมูลฝอยของตนเอง

เมื่อมีการแนะนำให้คัดแยกมูลฝอย การจัดการของขายได้ และมูลฝอยอินทรีย์แล้ว ลำดับต่อไปควรจะมีการแนะนำเกี่ยวกับการจัดการถังมูลฝอย โดยให้แต่ละครัวเรือนรับผิดชอบถังมูลฝอยของตนเอง แต่ละครัวเรือนจะมีถัง 2 ใบ สำหรับมูลฝอยชีวภาพและมูลฝอยทั่วไป

***ขั้นตอนที่*** 4 ถนนปลอดถัง

***ขั้นตอนที่ 5*** ความถี่ในการจัดเก็บมูลฝอย เมื่อการคัดแยกมูลฝอยและทำให้ปริมาณมูลฝอยที่ต้องเก็บขน กำจัดลดลง ก็คือ ความถี่ในการจัดเก็บมูลฝอยที่ลดลงตามมาด้วย

***ขั้นตอนที่ 6*** การชำระค่าธรรมเนียมมูลฝอย ทำให้ต้นทุนค่าดำเนินการในการจัดการมูลฝอยหรือหลักการผู้ก่อมลภาวะเป็นผู้จ่าย ทำให้เทศบาลต้องดำเนินการเพื่อให้ผู้ที่ก่อให้เกิดมูลฝอยมูลฝอยมีการชำระเงินให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

กรุงเทพมหานครการนำกระบวนการ CBM มาประยุกต์ใช้ในซึ่งเป็นการดำเนินการในลักษณะการวิจัยเชิงปฏิบัติการควบคู่กับการส่งเสริมให้เกิดกระบวนการในการจัดการมูลฝอยตั้งแต่ต้นทาง และจัดระบบรองรับการจัดเก็บที่กลางทางโดยสำนักงานเขตต่างๆ ในพื้นที่ 12 ชุมชนนำร่อง และผลการดำเนินการพบว่าประชาชนส่วนใหญ่มีความเข้าใจกระบวนการจัดการมูลฝอยโดยชุมชนมากขึ้น สามารถคัดแยกและใช้ประโยชน์จากมูลฝอยเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนดำเนินการ คือ จากร้อยละ 12 เป็นร้อยละ 40

**2.2.8. การวิจัยที่ผ่านมาด้านการจัดการมูลฝอยในชุมชน มีดังนี้**

วจนี จงจิตร (2543) ศึกษาทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองตรัง พบว่ามีการนำมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ใน 4 รูปแบบ ดังนี้ (1) การนำมูลฝอยมาใช้ประโยชน์โดยมีการคัดแยกตั้งแต่ต้นทาง ได้แก่ ตลาดสด โรงเรียน และแหล่งพานิชยกรรม (2) การนำมูลฝอยมาใช้ประโยชน์โดยมีการคัดแยกในระหว่างการเก็บขนโดยพนักงาน โดยเฉลี่ย 490 กิโลกรัมต่อวัน (3) การนำมูลฝอยมาใช้ประโยชน์โดยมีการคัดแยกที่สถานที่กำจัดมูลฝอยโดยผู้คุ้ยเขี่ยมูลฝอย โดยเฉลี่ย 440 กิโลกรัมต่อวัน และ (4) การรับซื้อมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ โดยเฉลี่ย 2,210 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งทางเลือกของเทศบาลในการนำมูลฝอยมาใช้ประโยชน์พิจารณาจากปัจจัยดังนี้ ปัจจัยในการบริหารงานและนโยบายของเทศบาล สถานภาพทางการเงิน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ความเหมาะสมของวัตถุดิบค่าใช้จ่ายในการลงทุนและดำเนินการ และความเป็นไปได้ของเทคโนโลยี พบว่า ทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองตรัง เป็นการจัดการแบบผสมผสานระหว่างการคัดแยกมูลฝอย ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตใหม่ การทำปุ๋ยหมักและการปรับที่ดิน

นภารัตน์ ไวยเจริญ (2544) ศึกษาสภาพการเกิดมูลฝอยและการจัดการมูลฝอยในตลาดสดของเทศบาลหาดใหญ่ พบว่ามีปริมาณมูลฝอยจากตลาดสดเกิดขึ้นเฉลี่ยวันละ 20.34 ตันต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 9 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด ประกอบด้วยองค์ประกอบมูลฝอยส่วนที่สามารถย่อยสลายได้มากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 97.23 ของน้ำหนักเปียก ส่วนองค์ประกอบมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 2.77 ของน้ำหนักเปียก ความหนาแน่นเท่ากับ 297.40 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความชื้นรวมร้อยละ79.51 ของน้ำหนักเปียก ด้านปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม มีปริมาณ ร้อยละ 2.00, 0.69 และ 2.80 ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และอัตราส่วน C:N เท่ากับ 28:1

ตลาดสดของเทศบาลนครหาดใหญ่มีระบบการคัดแยกมูลฝอย 2 ส่วน คือบริเวณแผงร้านค้าย่อย โดยเจ้าของแผงและบริเวณรถเก็บขนมูลฝอยโดยพนักงานเทศบาล ทั้งสองส่วนมีการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ คือการเลี้ยงสัตว์ ประกอบอาหารสำหรับคน ส่งโรงงานปลาป่น และจำหน่ายให้ร้านรับซื้อของเก่า

ภัสสร สวาทะสุข (2545) ศึกษาการจัดการมูลฝอยประเภทเศษอาหารของโรงแรมและห้างสรรพสินค้าในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่าการจัดการเศษอาหารของโรงแรมและห้างสรรพสินค้ามี 2 รูปแบบ คือ ส่วนหนึ่งให้คนเลี้ยงสุกรซึ่งอาจเป็นในรูปแบบการซื้อขายหรือให้เปล่า และอีกส่วนหนึ่งคือ ทิ้งให้เทศบาลรับไปกำจัดโดยมีอัตราการเกิดเศษอาหารที่ให้คนเลี้ยงสุกรจำแนกตามโรงแรมขนาดใหญ่ กลาง เล็ก รวมถึงห้างสรรพสินค้า เท่ากับ 0.49, 0.50, 0 กิโลกรัม ต่อจำนวนห้องพัก ต่อวัน และ 0.02 กิโลกรัม ต่อพื้นที่สรรพสินค้า (ตร.ม.) ต่อวัน ตามลำดับ และมีอัตราการเกิดเศษอาหารให้ทศบาลกำจัดจำแนกตามโรงแรมขนาดใหญ่ กลาง เล็ก รวมถึงห้างสรรพสินค้า เท่ากับ 0.23, 0.04, 0.07 กิโลกรัม ต่อจำนวนห้องพัก ต่อวัน และ 0.01 กิโลกรัม ต่อพื้นที่สรรพสินค้า (ตร.ม.) ต่อวัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของเศษอาหาร พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์บนฐานน้ำหนักแห้งของเถ้า โปรตีน ไขมัน

สารเยื่อใย แป้ง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และคาร์บอนของเศษอาหารที่นำไปเลี้ยงสุกรมีค่าตามมาตรฐานความต้องการโภชนาการของสัตว์แต่พบว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงกว่ามาตรฐาน

นฤดี บุญชุม (2548) ศึกษาแนวทางการปรับปรุงการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการมูลฝอยชุมชน : กรณีศึกษาตำบลปริกตก เทศบาลตำบลปริก อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา พบว่า การจัดการมูลฝอยของชุมชนปริกตกมีการพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยปริมาณมูลฝอยมูลฝอยลดลงรวมถึงมีความรู้ความเข้าใจทัศนคติ และมีเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของประชาชนภายหลังจากการมีโครงการและกิจกรรมด้านการจัดการมูลฝอยในชุมชนตลอดระยะเวลา 2 ปี ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนขึ้นอยู่กับบทบาทของคณะผู้วิจัย ผู้นำชุมชน เจ้าหน้าที่เทศบาลและรายได้เฉลี่ยของชาวบ้านในชุมชน

รัตนศิริ พิมลไทย (2549) ศึกษาการคัดกรองปัจจัยที่มีผลต่อการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนซึ่งมุ่งเน้นการลดปริมาณมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดและหมุนเวียนใช้ประโยชน์ใหม่ให้มากที่สุด ตัวแปรที่มีผลต่อการลดมูลฝอยมีทั้งหมด 5 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยผู้นำมีบทบาทและอำนาจหน้าที่เพียงพอต่อการผลักดันให้เกิดการลดมูลฝอย 2) ปัจจัยเจ้าหน้าที่มีความกระตือรือร้นและตั้งใจเต็มที่ในการทำงานเพื่อลดมูลฝอย 3) ปัจจัยเจ้าหน้าที่มีความเข้าใจถึงวิธีการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการลดมูลฝอยที่ชัดเจน 4) ปัจจัยประชาชนให้ความร่วมมือลดปริมาณมูลฝอย และ 5) ปัจจัยการคัดแยกมูลฝอยจากแหล่งพักอาศัย ซึ่งการทวนสอบปัจจัยดังกล่าวในพื้นที่ตำบลกำแพงเพชร อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา พบว่า ความสำเร็จของการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนเกิดขึ้นได้จากการบูรณาการทุกปัจจัยต่อตัวแปรการลดมูลฝอย โดยควรคำนึงถึงความสอดคล้องกันและความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

วิไลวรรณ นาหัวนิล (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่องการจัดการมูลฝอยชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบล งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) การจัดการมูลฝอยชุมชนองค์การบริหารส่วนตำบลอย่างมีประสิทธิภาพ 2) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจัดการมูลฝอยชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบล 3) ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดการมูลฝอยชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบล ประชากรในการวิจัย คือ องค์การบริหารส่วนตำบลของจังหวัดขอนแก่น จำนวนทั้งสิ้น 194 แห่ง โดยใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สถิติที่ใช้ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามโดยใช้สถิติ Chi-square และพิสูจน์สมมติฐานการวิจัยโดยใช้สถิติถดถอยพหุคูณด้วยวิธี Enter โดยผลการวิจัยพบว่าการจัดการมูลฝอยชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 50.0 ($\bar{X}$ = 6.3 S.D. = 4.1) ในด้านการเก็บรวบรวม พบว่า องค์การบริหารส่วนตำบลมีการจัดการมูลฝอยชุมชนด้านการเก็บรวบรวมอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 45.9 ด้านการขนลำเลียง พบว่า องค์การบริหารส่วนตำบลยังไม่มีการจัดการมูลฝอยชุมชนคิดเป็นร้อยละสูงถึง 74.7 และด้านการกำจัด พบว่า องค์การบริหารส่วนตำบลมีการจัดการมูลฝอยชุมชนด้านการกำจัดอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 57.7

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจัดการมูลฝอยชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ความหนาแน่นของประชากร รายได้ขององค์การบริหารส่วนตำบล และทรัพยากรในการจัดการ ทั้งนี้พบว่า ตัวแปรอิสระทุกตัวที่นำมาศึกษาสามารถร่วมกันอธิบายความผันแปรของการจัดการมูลฝอยชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลได้ร้อยละ 54.90 (R-square = 0.549)

พีรพัชร เสนุภัย และ รุ่งทิวา จินดาเพ็ชร์ (2548) ศึกษาเรื่องความเป็นไปได้ในการสร้างโรงงานแยกมูลฝอยมูลฝอย ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยจากการศึกษาพบว่าการคัดแยกมูลฝอยยังมีประสิทธิภาพไม่ดีพอ นอกจากนี้ยังพบว่า มีปริมาณมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้รวมอยู่ 2,114 กิโลกรัมต่อวัน หรือ ประมาณ ร้อยละ 47 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้น แต่พนักงานเก็บขนสามารถคัดแยกมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้เหล่านี้ได้เพียง 99 กิโลกรัมต่อวัน หรือประมาณ ร้อยละ2.2 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมดหรือประมาณ ร้อยละ 5 ของปริมาณมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้เท่านั้น ซึ่งหากมีการจัดการมูลฝอยมูลฝอยมีที่ดีขึ้น ก็จะสามารถเพิ่มปริมาณคัดแยกแยกมูลฝอยมูลฝอยรีไซเคิลออกมาได้มากขึ้น ซึ่งเป็นการลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องนำไปทิ้งยังหลุมฝังกลบและจำนวนเที่ยวการเก็บขน รวมทั้งเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่มหาวิทยาลัยอีกทางหนึ่ง จากการขายมูลฝอยรีไซเคิลเหล่านี้

อรรถกร ชาตินำไพบูลย์ (2550) ได้ศึกษาหารูปแบบการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสม ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เพื่อให้มีปริมาณมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัดให้น้อยที่สุด โดยศึกษาหาปริมาณมูลฝอยและองค์ประกอบมูลฝอย พร้อมทำแบบสอบถามเพื่อศึกษาทัศนคติและความคิดเห็นของอาจารย์ นักศึกษา เจ้าหน้าที่ พนักงานและแม่บ้าน ต่อการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันและทางเลือกอื่นๆ เพื่อเสนอแนะวิธีการที่เป็นไปได้สำหรับคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจากการศึกษาทำให้ทราบว่ามูลฝอยที่เกิดขึ้นจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีส่วนที่สามารถแยกเพื่อนำไปขายอีกได้ในปริมาณที่สูง ซึ่งช่วยลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัดยังหลุมฝังกลบเทศบาลนครหาดใหญ่ได้มาก แต่ต้องการระบบการคัดแยกที่มีประสิทธิภาพอย่างไรก็ตาม บุคลากรและนักศึกษาของคณะมีทัศนคติที่ดีต่อการคัดแยกและมีความพร้อมในการให้ความร่วมมือ

รัตนศิริ พิมลไทย (2549) ศึกษาการคัดกรองปัจจัยที่มีผลต่อการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนซึ่งมุ่งเน้นการลดปริมาณมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดและหมุนเวียนใช้ประโยชน์ใหม่ให้มากที่สุด ตัวแปรที่มีผลต่อการลดมูลฝอยมีทั้งหมด 5 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยผู้นำมีบทบาทและอำนาจหน้าที่เพียงพอต่อการผลักดันให้เกิดการลดมูลฝอย 2) ปัจจัยเจ้าหน้าที่มีความกระตือรือร้นและตั้งใจเต็มที่ในการทำงานเพื่อลดมูลฝอย 3) ปัจจัยเจ้าหน้าที่มีความเข้าใจถึงวิธีการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการลดมูลฝอยที่ชัดเจน 4) ปัจจัยประชาชนให้ความร่วมมือลดปริมาณมูลฝอย และ 5) ปัจจัยการคัดแยกมูลฝอยจากแหล่งพักอาศัย ซึ่งการทวนสอบปัจจัยดังกล่าวในพื้นที่ตำบลกำแพงเพชร อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา พบว่า ความสำเร็จของการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนเกิดขึ้นได้จากการบูรณาการทุกปัจจัยต่อตัวแปรการลดมูลฝอย โดยควรคำนึงถึงความสอดคล้องกันและความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

F. Contreras *et al.* 2008 ศึกษาการใช้ระบบการวิเคราะห์ลำดับขั้น (Analytical Hierarchical Process : AHP) ร่วมกับการประเมินวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Analysis: LCA) เพื่อเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเลือกระบบการจัดการมูลฝอยชุมชน AHP เป็นวิธีที่รวมเอาความสำคัญเชิงความสัมพันธ์ของผลกระทบแต่ละประเภทที่แตกต่างกันร่วมกับแผนการบำบัดที่ใช้เพื่อการตัดสินใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การใช้กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพและการใช้เชื้อเพลิงจากเศษเหลือ (RDF: Refuse Derived fuel) ในแผนการจัดการมูลฝอยเป็นทางเลือกสำหรับมูลฝอยจากบ้านเรือนในสถานการณ์จริง ผลจากการใช้ AHP แสดงให้เห็นความแตกต่างของผลกระทบ นั่นคือ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและอุปสรรคในแง่ความสามารถรองรับได้ของหลุมฝังกลบมีผลกระทบที่สูงกว่าค่าใช้จ่ายในการดำเนินการตามแผนและความเสียหายต่อสุขภาพอันเนื่องมาจากแผนการบำบัดซึ่งปรากฏในกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ในแง่มุมที่กว้างขึ้น การใช้การลำดับความสำคัญด้วย AHP ต่อปัญหาด้านการตัดสินใจทำให้เกิดการพัฒนารูปแบบต่าง ๆ กัน 4 รูปแบบขึ้นอยู่กับกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการตัดสินใจ ผลจากการวิเคราะห์พบว่าการใช้กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพมีความเหมาะสมมากที่สุดในแง่ของการปฏิบัติ

K.N. Kumar and S. Goel (2009) ได้ทำการศึกษาตรวจสอบรายละเอียดและสถานที่กำจัดมูลฝอยมูลฝอยและการจัดการมูลฝอยชุมชนเพื่อนำเสนอแผนการจัดการมูลฝอยแบบครบวงจรและเหมาะสมของเมือง Kharagpur ประเทศอินเดีย ซึ่งพบว่าปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นมีปริมาณ 95 ตันต่อวันแต่สามารถเก็บขนได้เพียง 50 ตันต่อวัน รวมถึงการกำจัดที่ไม่ถูกสุขลักษณะโดยเป็นการถมทิ้งกลางแจ้ง (Open dumped) และปัญหาที่สำคัญ ได้แก่ สถานที่ตั้งถังรองรับไม่เหมาะสม สมรรถนะและประสิทธิภาพของรถเก็บขนต่ำ แรงงานไม่เพียงพอสำหรับการจัดเก็บและขนส่งมูลฝอย และไม่มีระบบการกำจัดมูลฝอยและสิ่งอำนวยความสะดวกที่ถูกสุขลักษณะ ผลการศึกษาพบว่า มูลฝอยมูลฝอยมีค่าความชื้นสูง ค่าพลังงานความร้อนต่ำ กลยุทธ์ที่ดีที่สุด คือ การทำปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ (Aerobic composting) สามารถลดปริมาณมูลฝอยมูลฝอยที่ต้องกำจัดถึงร้อยละ 80 ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการเก็บขน ขนส่งและกำจัด

G. Zotos *et.al* (2009) ศึกษาการจัดการมูลฝอย จุดอ่อนด้อยและโอกาส (ทางเลือก) สำหรับหน่วยงานท้องถิ่น ซึ่งเน้นไปยังเทคโนโลยีที่ทันสมัยและปรับเปลี่ยนได้ เครื่องมือ (วิธีการ) ที่ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับเทศบาลควรสามารถวัดและแยกแยะช่วงของแผนการทำงานที่แตกต่างกันระหว่างเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นและผู้ให้บริการที่เกี่ยวข้องได้ โดยช่องว่างทางด้านนโยบาย (ยังเป็นปัญหาสำหรับหน่วยงานท้องถิ่น ปรากฏว่าเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นขาดการจัดการและการสนับสนุนการใช้นโยบาย การแยกมูลฝอย การจัดเก็บ การเฝ้าระวังและการประเมินข้อมูล และการป้องกันที่มีประสิทธิภาพรวมทั้งวิธีการที่ได้ผลในการจัดการมูลฝอยชุมชนรวมทั้งจัดการสิ่งแวดล้อม ความบกพร่องที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งเกิดเนื่องมาจากการจัดการมูลฝอยแบบแยกเขต ในแต่ละท้องที่โดยไม่มีการวางแผนด้านการใช้งบประมาณและความสามารถของระบบอย่างยั่งยืนเข้ามาสนับสนุน ส่งผลให้ท้องถิ่นยังคงมีกิจกรรมเดิม ๆ ที่ยังคงแตกต่างจากนโยบายของชาติ ทางคณะวิจัยได้พัฒนาระบบการจัดการมูลฝอยทั้งในระดับบ้านเรือนและระดับอื่น ๆ รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยร่วมกับการจัดทำแนวทางในการพัฒนาแผนการจัดการมูลฝอยในระดับเทศบาล

Jitti Mongkolnchaiarunya (2005) นำเสนอการประยุกต์ใช้ CBM ในเขตเทศบาลนครยะลา เริ่มการดำเนินการด้วยการให้ความรู้แก่พนักงานโดยการทัศนศึกษาการดำเนินการ รวมถึงการผลักดันโครงการมูลฝอยแลกไข่ในการเปลี่ยนพฤติกรรมของชาวบ้านให้มีการแยกมูลฝอยแล้วเปลี่ยนเป็นมูลค่า ซึ่งทำให้ลดปริมาณการทิ้งมูลฝอยในเขตเทศบาลได้

Samonporn Suttibak และ Vilas Nitivattananon (2007) ศึกษาโครงการธนาคารมูลฝอยภายในโรงเรียน 100 โรง ซึ่งจะเริ่มดำเนินการเองโดยโรงเรียนและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอย ส่วนใหญ่เป็นกระดาษขาวเทาที่ร้อยละ 38.9 ขวดพลาสติกร้อยละ 22.8 และ แก้วร้อยละ 11.7 ตามลำดับ โดยผลการดำเนินการจะแปรเปลี่ยนกับความไม่แน่นอนของราคาของวัสดุรีไซเคิลและตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ประสิทธิผลและการให้บริการ พบว่า การประเมินผลการปฏิบัติซึ่งพบว่าดีในแง่ของอัตราการเข้าร่วมการรีไซเคิล อัตราการรีไซเคิลอยู่ที่ 32 กิโลกรัมต่อวัสดุรีไซเคิลต่อปี และอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนมีค่าสูง 1.0

## 2.3. กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

เนื่องจากเทศบาลเมืองท่าข้ามมีปริมาณมูลฝอยสูงเป็นอันดับสองในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งทางเทศบาลเมืองท่าข้ามดำเนินการฝังกลบในสถานที่ที่ไม่ปลอดภัยและไม่ถูกสุขลักษณะ รวมถึงทางเทศบาลไม่มีข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสม ซึ่งในการดำเนินการต้องการพื้นฐานเรื่องปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ทั้งในปัจจุบันและอนาคต รวมทั้งคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และชีวภาพรวมถึงประสิทธิภาพของระบบการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันและศักยภาพในการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันของเทศบาลและชุมชน เนื่องจากแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันตามลักษณะโครงสร้างเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้นระบบการจัดการมูลฝอยจะต้องออกแบบและเลือกสำหรับแต่ละพื้นที่โดยไม่สามารถนำระบบที่ปฏิบัติที่อื่น ดังนั้น จึงต้องมีการเก็บข้อมูลพื้นฐานขององค์ประกอบมูลฝอยและลักษณะของกิจกรรมชุมชน เพื่อนำไปใช้ในการเลือกรูปแบบเทคโนโลยีและระบบที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้ามต่อไป

# บทที่ 3
# ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

## 3.1. ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาวิจัย ตามขั้นตอน ดังนี้

### 3.1.1. ขั้นเตรียมการ

1. ประชุมทีมวิจัยภายใน และประชุมร่วมกับคณะผู้บริหารและทีมทำงานวิจัยของเทศบาลเมืองท่าข้าม โดยนำเสนองานในแต่ละช่วงเวลาของการดำเนินงาน ติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องก่อนการเข้าพื้นที่วิจัย และขอความอนุเคราะห์ การเก็บตัวอย่างมูลฝอยแต่ละชุมชน

2. ประชาสัมพันธ์โครงการโดยชี้แจงให้ตัวแทนชุมชนและเจ้าหน้าที่ อาสาสมัครหมู่บ้าน ทราบถึงวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายและประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการวิจัยในวาระประชุมเจ้าหน้าที่ อาสาสมัครหมู่บ้าน.

3. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการ Sampling ตัวอย่าง และเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการ เตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและทางเคมี

4. ลงพื้นที่สำรวจและเก็บข้อมูลร่วมกับผู้นำชุมชนและเจ้าหน้าที่ อาสาสมัครหมู่บ้าน เพื่อทำความคุ้นเคยกับคนในแต่ละชุมชน

5. ศึกษาข้อมูลเทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยชุมชนพร้อมทั้งนำเสนอตัวอย่างการใช้งานภายในประเทศไทย และจัดเตรียมเอกสารคู่มือการเลือกเทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยชุมชน

6. ติดต่อหน่วยงานราชการและเอกชนที่สามารถวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของตัวอย่าง ดังนี้

- ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ศูนย์เครื่องมือและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
- ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ
- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- โรงงานผลิตเมล็ดพลาสติกกาญจนดิษฐ์

7. วิเคราะห์ผลการทดลองทางกายภาพและทางเคมี ของมูลฝอยแต่ละชุมชนเพื่อนำข้อมูลไปใช้ประกอบกับการเลือกเทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยชุมชนในโครงการที่ 2

8. ติดต่อประสานงานเพื่อจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

### 3.1.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน

รวบรวมข้อมูลพื้นฐานถึงจำนวนประชากร สภาพทั่วไปของพื้นที่เขตเทศบาลเมืองท่าข้าม และข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานจัดการมูลฝอย เช่น นโยบายการจัดการมูลฝอยของเทศบาลฯ โครงการรณรงค์การลดมูลฝอยมูลฝอยของชุมชนต่างๆ ในพื้นที่รับผิดชอบของเทศบาลฯ ข้อมูลเส้นทางการเก็บขนมูลฝอย ข้อมูลค่าจ่ายในการดำเนินการเพื่อการจัดการมูลฝอย เป็นต้น โดยข้อมูลปฐมภูมิได้จากการสัมภาษณ์ ด้วยแบบสัมภาษณ์ แบบสอบถามและแบบสำรวจ รวมถึงข้อมูลทุติยภูมิจากรายงานการวิจัย วิทยานิพนธ์ บทความทางวิชาการและรายละเอียดในโครงการที่เกี่ยวข้อง และเก็บข้อมูลตามแบบประเมินประสิทธิภาพของการทำงานในการจัดการมูลฝอย ของเทศบาลเมืองท่าข้ามในปัจจุบัน (แสดงดังภาคผนวก ก) ในประเด็นต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ซึ่งเป็นปัจจัยหลักต่อประสิทธิภาพรวมของระบบการจัดการมูลฝอย

**ตารางที่ 3.1** แสดงประเด็นในการประเมินศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นและชุมชนในการจัดการมูลฝอย

| องค์ประกอบ | ประเด็นประเมิน |
|---|---|
| ระบบการจัดการมูลฝอยทางวิศวกรรม | ● ประสิทธิภาพการกักเก็บ |
| | ● ประสิทธิภาพการเก็บขน |
| | ● ประสิทธิภาพการบำบัด |
| | ● อายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบ |
| | ● ประสิทธิภาพของพื้นที่ฝังกลบ |
| | ● ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม |
| ศักยภาพองค์กรท้องถิ่น | ● ประสิทธิภาพระบบการวางแผนในปัจจุบัน |
| | ● ประสิทธิภาพการวางแผนของเจ้าหน้าที่ |
| | ● งบประมาณการจัดการมูลฝอยของท้องถิ่น |
| | ● การให้ความสำคัญต่อปัญหาการจัดการมูลฝอย |
| ศักยภาพของชุมชน | ● การให้ความสำคัญต่อปัญหามูลฝอย |
| | ● ความต้องการมีส่วนร่วมในการคัดแยกมูลฝอย |
| ความร่วมมือระหว่างองค์กรท้องถิ่นและชุมชน | ● การสนับสนุนขององค์กรท้องถิ่นให้ชุมชนมีส่วนร่วมในระบบการจัดการมูลฝอย |
| | ● การมีส่วนร่วมของชุมชนในการออกแบบระบบ |
| | ● การมีส่วนร่วมของชุมชนในการเดินระบบ |
| | ● ประสิทธิภาพรวมในการเดินระบบการจัดการมูลฝอย |

### 3.1.3 ขั้นสำรวจภาคสนามข้อมูล/เก็บตัวอย่างภาคสนาม

1. ทำการศึกษาเส้นทางการเดินรถเก็บขนมูลฝอย พิกัดจุดวางถังมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันโดยขับรถปฏิบัติงานตามรถเก็บขนพร้อมทั้งเก็บข้อมูลปริมาณมูลฝอยในระยะเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งจดบันทึกข้อมูลโดยผู้ช่วยวิจัย

2. นำข้อมูลที่ได้จากข้อที่ 1.วางพิกัดจุด และจัดทำแผนที่เส้นทางการเก็บขนด้วยโปรแกรม Mapsource และ Arcview 9.0 เปรียบเทียบกับข้อมูลของกองวิชาการและแผนงาน (ข้อมูลปี พ.ศ. 2546)

3. ทำการศึกษาปริมาณมูลฝอย และองค์ประกอบมูลฝอย โดยแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่มตัวอย่าง คือ ชุมชน แหล่งกำเนิดขนาดใหญ่และบริเวณที่กำจัด ณ บ่อฝังกลบมูลฝอย

### 3.1.4 การศึกษาปริมาณและลักษณะมูลฝอยรวม ณ บ่อฝังกลบมูลฝอย

1. เลือกตัวอย่างมูลฝอยจากรถเก็บขนมูลฝอยทั้งหมด จำนวนทั้งสิ้น 5 คัน เพื่อเป็นตัวแทนของมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้นในเทศบาลเมืองท่าข้าม ซึ่งจะมีการบันทึกค่าน้ำหนักของมูลฝอยก่อนเข้าพื้นที่หลุมฝังกลบก่อน โดยทำการชั่งที่ห้องชั่งศรีสุราษฎร์

2. สุ่มตัวอย่างมูลฝอยจากรถเก็บขนแต่ละคัน ประมาณ 600 กิโลกรัมต่อคัน โดยการชั่งน้ำหนักจากตัวอย่างที่สุ่มมาจากรถเก็บขนมูลฝอย จากนั้นจึงหาค่าความหนาแน่นปกติของมูลฝอย โดยการตวงมูลฝอยด้วยภาชนะตวงมูลฝอยให้เต็ม แล้วจึงยกภาชนะตวงมูลฝอยขึ้น ให้สูงขึ้นจากพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้กระแทกกับพื้นถ้ามูลฝอยยุบลงให้เติมใหม่ ทำซ้ำ 3 ครั้ง แล้วชั่งน้ำหนัก นำค่าที่ได้ไปหาค่าความหนาแน่นเฉลี่ย (หน่วย กิโลกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร) ดังสมการ

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{น้ำหนักรวมของมูลฝอยและภาชนะตวง} - \text{น้ำหนักภาชนะตวง}}{\text{ปริมาตรภาชนะตวง}}$$

3. นำมูลฝอยมาเทกองรวมกันแล้วคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วแบ่งมูลฝอยออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) เลือก 2 ส่วนที่อยู่ตรงข้ามกัน นำมาคลุกเข้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนที่เหลือแยกนำกลับไปทิ้ง จากนั้นทำ Quartering ต่อไปจนกระทั่งเหลือมูลฝอยประมาณ 70 – 80 กิโลกรัม นำตัวอย่างไปแยกองค์ประกอบของมูลฝอยแต่ละประเภท และนำไปวิเคราะห์หาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีต่อไป

### 3.1.5 การศึกษาปริมาณและลักษณะมูลฝอยรวม ณ เขตชุมชน

ทำการตรวจวัดปริมาณมูลฝอย (โดยทำการวัดความสูงของมูลฝอยในถังรองรับ) และบันทึกองค์ประกอบหลักของแต่ละชุมชม ซึ่งเป็นการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยตามวิธีของกฤษฎาและอมฤต (2552) (แบบบันทึกความสูงของมูลฝอยในถังรองรับแสดงในภาคผนวก ข) โดยนำข้อมูลพิกัดจุดวางถังมูลฝอยในการขั้นสำรวจภาคสนามข้อมูล/เก็บตัวอย่างภาคสนามในข้อ 3.1.3 มาใช้ประกอบการดำเนินการ

### 3.1.6 การศึกษาปริมาณและลักษณะมูลฝอยรวม ณ แหล่งกำเนิดขนาดใหญ่

เก็บข้อมูลองค์ประกอบทางกายภาพและปริมาณของมูลฝอยรวมที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ โดยแบ่งประเภทแหล่งกำเนิดเป็น 4 ประเภท คือ

- ตลาด ได้แก่ ตลาดโชคปิ่นทอง และตลาดสดเทศบาลเมืองท่าข้าม
- เขตพาณิชยกรรมหนาแน่น ได้แก่ ตลาดศรีพุนพิน
- โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆภายในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม แสดงดังตารางที่ 3.2
- โรงเรียนภายในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม แสดงดังตารางที่ 3.3

**ตารางที่ 3.2** รายชื่อโรงงานอุตสาหกรรมและประเภทอุตสาหกรรมในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม

| ชื่อโรงงาน | ประเภทอุตสาหกรรม |
|---|---|
| บริษัท ปอมแพ่ชั่น | โรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป |
| บริษัท แพนเอเชีย (1981) จำกัด | โรงงานผลิตอาหารทะเลกระป๋อง |
| บริษัท ทักษิณอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มปาล์ม (2521) จำกัด | โรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม |
| บริษัท สุราษฎร์ซีฟูด จำกัด | โรงงานผลิตอาหารทะเลแช่แข็งส่งออก |

**ตารางที่ 3.3** รายชื่อตัวแทนโรงเรียนของและขนาดในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม

| ชื่อโรงเรียน | ประเภทของโรงเรียน |
|---|---|
| โรงเรียนพุนพินวิทยา | โรงเรียนขนาดใหญ่ (จำนวนนักเรียน 2228 คน) |
| โรงเรียนเทศบาล 1 | โรงเรียนขนาดกลาง (จำนวนนักเรียน 751 คน) |
| ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กชุมชนบนควน | โรงเรียนขนาดเล็ก (จำนวนนักเรียน 69 คน) |

จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักปริมาณตัวอย่างมูลฝอยจากแต่ละแหล่งกำเนิด จากนั้นทำการ Quartering เก็บตัวอย่างมูลฝอยเพื่อศึกษาลักษณะองค์ประกอบมูลฝอย จากนั้นจึงหาค่าความหนาแน่นปกติของมูลฝอย โดยการตวงมูลฝอยด้วยภาชนะตวงมูลฝอยให้เต็ม แล้วจึงยกภาชนะตวงมูลฝอยขึ้น ให้สูงขึ้นจากพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้กระแทกกับพื้นถ้ามูลฝอยยุบลงให้เติมใหม่ ทำซ้ำ 3 ครั้ง แล้วชั่งน้ำหนัก นำค่าที่ได้ไปหาค่าความหนาแน่น และนำตัวอย่างหาค่าความชื้น องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีอย่างละเอียด ณ ห้องปฏิบัติการ

### 3.1.7 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของมูลฝอย

นำมูลฝอยที่ได้มาทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ดังภาพที่ 3.1 และมีวิธีการวิเคราะห์ในแต่ละพารามิเตอร์ ดังตารางที่ 3.4 และมีวิธีการหาค่าการหาองค์ประกอบมูลฝอยและการหาค่าความชื้น ดังนี้

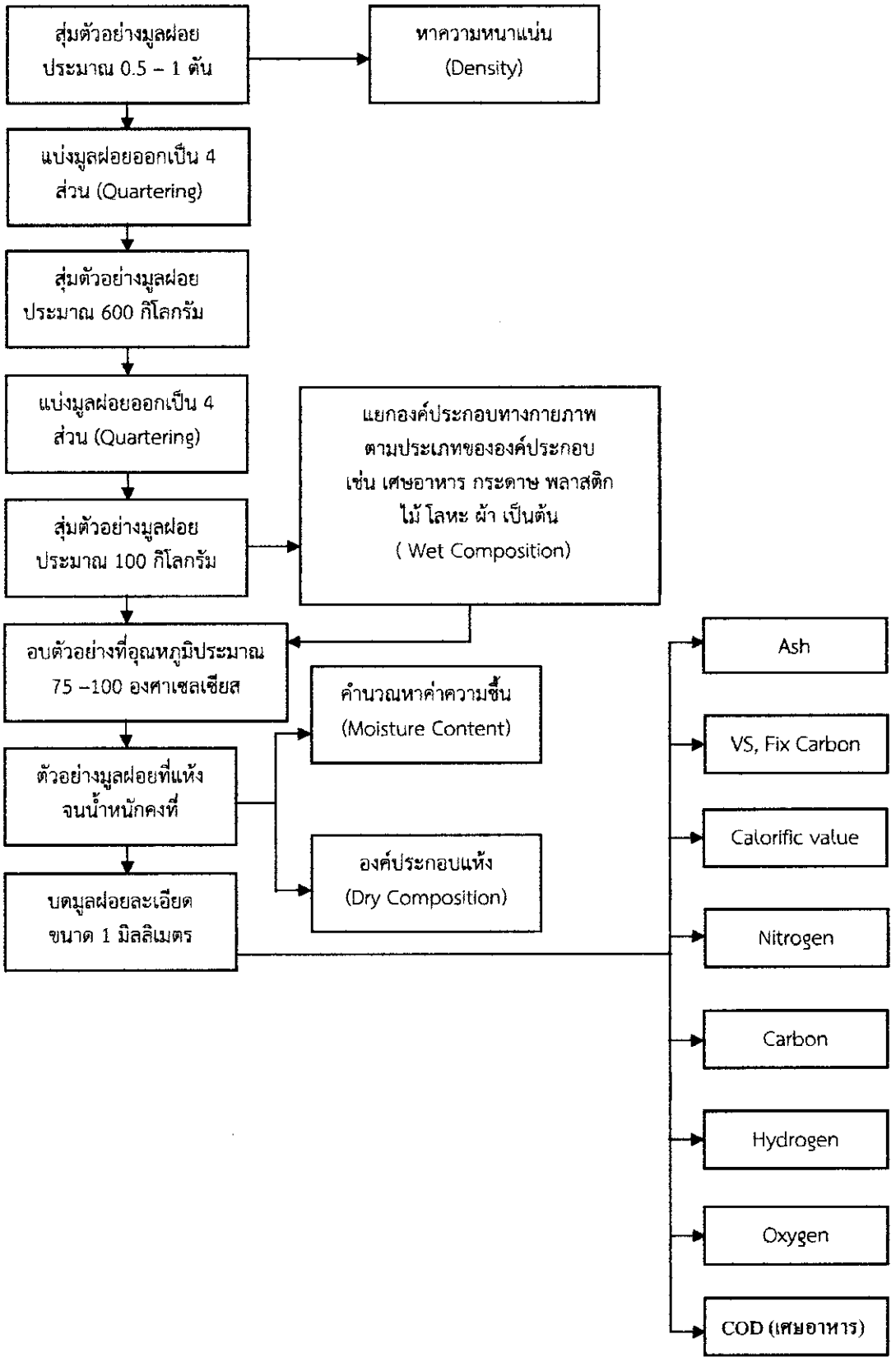
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

***การหาองค์ประกอบมูลฝอย*** นำตัวอย่างมูลฝอยที่สุ่มมาได้ มาทำการคัดแยกมูลฝอยแต่ละประเภท โดยจะแยกองค์ประกอบเป็น เศษผักเศษอาหาร กระดาษ พลาสติก ยาง/หนัง ผ้า ไม้ แก้ว โลหะ โฟม มูลฝอยอันตรายและอื่นๆ (แบบบันทึกผลการทดลองแสดงในภาคผนวก ค) ทำการชั่งน้ำหนักแต่ละองค์ประกอบแล้วคำนวณหาค่าองค์ประกอบของมูลฝอยแต่ละประเภท (หน่วย: ร้อยละ) ดังสมการ

$$\text{องค์ประกอบมูลฝอย} = \frac{\text{น้ำหนักรวมของมูลฝอยแต่ละประเภท} \times 100}{\text{น้ำหนักมูลฝอยรวม}}$$

***การหาค่าความชื้น*** โดยนำมูลฝอยใส่ในถาดโลหะที่ทราบน้ำหนัก ชั่งน้ำหนักมูลฝอยพร้อมถาดแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 90 – 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน จนกระทั่งตัวอย่างน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแล้วคำนวณหาค่าความชื้น (หน่วย: ร้อยละ) ดังสมการ

$$\text{ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนชั่ง} - \text{น้ำหนักหลังชั่ง}}{\text{น้ำหนักก่อนชั่ง}} \times 100$$




**ภาพที่ 3.1** ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (ดัดแปลงจาก ธเรศ ศรีสถิตย์, 2553)

**ตารางที่ 3.4** วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติในแต่ละพารามิเตอร์ของมูลฝอย

| พารามิเตอร์ | ตัวอย่าง | Method (Reference) |
|---|---|---|
| องค์ประกอบมูลฝอย[1] (Composition) | มูลฝอยรวมทุกตัวอย่าง | ASTM designation D 5231-92 (P. Aarne Vesilind และคณะ, 2002) |
| ความหนาแน่น[1] (Bulk density) | มูลฝอยรวมทุกตัวอย่าง | ชั่งน้ำหนักต่อปริมาตร (ธเรศ ศรีสถิตย์, 2553) |
| ค่าความชื้น[1] (Moisture content) | มูลฝอยรวมทุกตัวอย่าง | อบแห้งที่ 90-100 องศาเซลเซียส (ธเรศ ศรีสถิตย์, 2553) |
| VS, Fixed Carbon, Ash[2] | มูลฝอยรวมเศษอาหาร | เผาด้วยเตาเผาที่ 600 และ 800 องศาเซลเซียส (ธเรศ ศรีสถิตย์, 2553) |
| Calorific value[3] | มูลฝอยรวม | Automatic Bomb Calorimeter |
| C, H, O, N, S[4] | มูลฝอยรวม | CHNS-O Analyzer and N/Protein Analyzer |
| อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio)[5] | เศษอาหาร | 1).In house method Based on AOAC official Methods of Analysis of AOAC International,17th ed., 993.13,2000<br>2).คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่ม 1 และ 2, สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, 2547 |
| COD | เศษอาหาร | Closed Reflux and Colorimetric method |

**หมายเหตุ** [1] คือ ทีมวิจัยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

[2] คือ ส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[3] คือ ส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[4] คือ ส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[5] คือ ส่งวิเคราะห์ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

### 3.2 แผนการดำเนินงาน

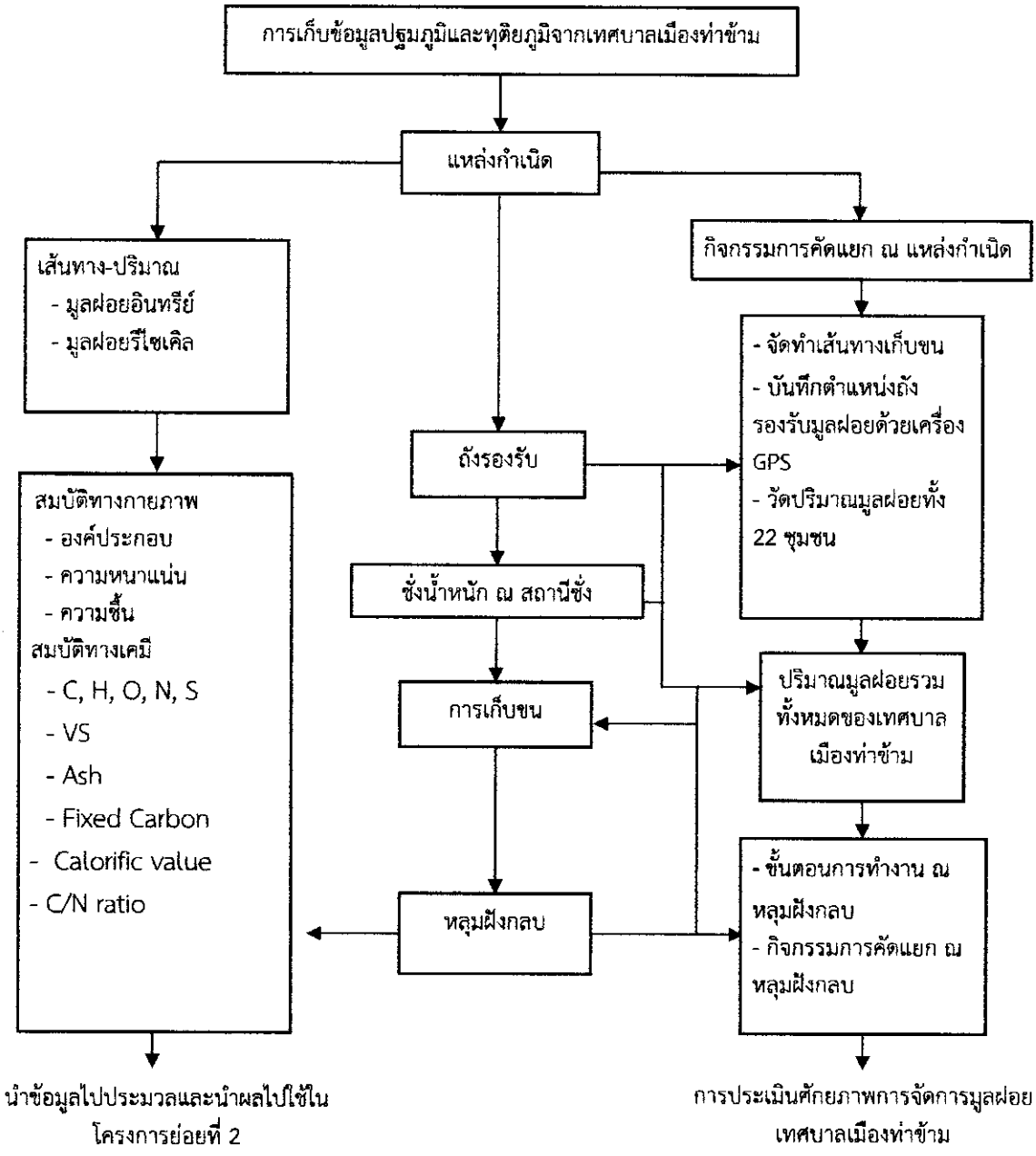
แผนการดำเนินงาน ของโครงการวิจัย แสดงดังตารางที่ 3.5 และ ภาพที่ 3.2 แสดงแผนการดำเนินงาน ของโครงการวิจัย ตามลำดับ ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2553 ถึง เดือน พฤษภาคม 2554 โดยเก็บข้อมูลการจัดการมูลฝอยชุมชน ในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของ เทศบาลเมืองท่าข้าม ได้แก่ สภาพพื้นที่ เศรษฐกิจ-สังคม ประชากร สถานการณ์ปัญหาขยะมูลฝอยในปัจจุบันและ ศึกษาประสิทธิภาพของระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม รวมถึงศึกษาและคาดการณ์ปริมาณและองค์ประกอบ ของมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเทศบาลเมืองท่าข้าม

**ตารางที่ 3.5** แผนการดำเนินโครงการวิจัย

| แผนการดำเนินงาน | เดือน | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1-2 | 3-4 | 5-6 | 7-8 | 9-10 | 11-12 |
| 1.จัดประชุมทีมงานวิจัย | ←→ | | | | | |
| 2. ติดต่อประสานงานหน่วยงาน องค์กรและหัวหน้าชุมชนในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม ให้ความรู้สร้างความเข้าใจแนวทางวิจัยในเบื้องต้นแก่ท้องถิ่น | ←→ | | | | | |
| 3.ประชุมกลุ่มผู้นำชุมชนและเจ้าหน้าที่อาสาสมัครหมู่บ้าน. | ◆ | | | | | |
| 4. เก็บข้อมูลเส้นทางเก็บขน ของรถเก็บขนทั้ง 5 คัน (5 เส้นทางเก็บขน) จัดทำแผนที่เส้นทางเก็บขนและตำแหน่งถังรองรับมูลฝอย ด้วยเครื่อง GPS | ←→ | → | | | | |
| 5. ลงพื้นที่เก็บข้อมูลในพื้นที่พร้อมเจ้าหน้าที่อาสาสมัครหมู่บ้าน. | ←→ | → | | | | |
| 6. เก็บข้อมูลปริมาณมูลฝอยจากรถเก็บขน 5 เส้นทางเก็บขน | ←→ | → | → | | | |
| 7. เก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบมูลฝอย ณ หลุมฝังกลบ | ←→ | → | | | | |
| 8. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในห้องปฏิบัติการและเตรียมตัวอย่างส่งวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี | | ←→ | → | | | |
| 9 .วิเคราะห์ปัญหา ศักยภาพ และ แนวทางแก้ไข | | ←→ | | | | |

**ตารางที่ 3.5** แผนการดำเนินโครงการวิจัย (ต่อ)

| แผนการดำเนินงาน | เดือน | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1-2 | 3-4 | 5-6 | 7-8 | 9-10 | 11-12 |
| 10. จัดทำรายงานวิจัยการประชุมเพื่อกำกับการวิจัย การแลกเปลี่ยนผลการวิจัยและการบูรณาการผลการวิจัยเพื่อนำเสนอรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 | | ◆ | | | | |
| 11. เก็บข้อมูลปริมาณมูลฝอยชุมชน 22 ชุมชนของเทศบาล | | ◆—— | ——▶ | | | |
| 12. เก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบมูลฝอยของชุมชนและแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ | | | ◆—— | ——▶ | | |
| 13. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในห้องปฏิบัติการและเตรียมตัวอย่างส่งวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี | | | | ◆—— | ——▶ | |
| 14. จัดทำรายงานวิจัยการประชุมเพื่อกำกับการวิจัย การแลกเปลี่ยนผลการวิจัยและการบูรณาการผลการวิจัยเพื่อนำเสนอรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 | | | ◆ | | | |
| 15. เก็บข้อมูลเส้นทาง – ปริมาณมูลฝอยอินทรีย์และมูลฝอยรีไซเคิล ณ แหล่งกำเนิด | | | | ◆—— | ——▶ | |
| 16. นำเสนอข้อมูลเทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับชุมชน (กลุ่มเป้าหมาย:ผู้นำชุมชน) | | | | ◆ | | |
| 17. เก็บข้อมูลทัศนคติจากประชาชนต่อเทคโนโลยีการจัดการมูลฝอย | | | | | ◆—— | ——▶ |
| 18. วิเคราะห์ปัญหา ศักยภาพ และ แนวทางแก้ไข | | | | ◆—— | ——▶ | |
| 19. จัดทำรายงานวิจัยการประชุมเพื่อกำกับการวิจัย การแลกเปลี่ยนผลการวิจัยและการบูรณาการผลการวิจัยเพื่อนำเสนอร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ | | | | | ◆—— | ——▶ |
| 20. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ | | | | | ◆—— | ——▶ |
| 21. จัดทำบทความทางวิชาการ | | | | | | ◆——▶ |




**ภาพที่ 3.2** แผนการดำเนินงานการวิจัย

# บทที่ 4

# ผลการวิจัย อภิปรายและวิจารณ์ผล

## 4.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา

### 4.1.1 ประชากรและการคาดการณ์จำนวนประชากร

จากการรวบรวมสถิติข้อมูลจากเทศบาลเมืองท่าข้าม พบว่าในปี พ.ศ. 2553 มีประชากรรวม จำนวน 20,353 คน ชาย 9,906 คน หญิง 10,447 คน มีจำนวนครัวเรือน 8,138 หลังคาเรือน มีความหนาแน่นของประชากร 1,443 คนต่อตารางกิโลเมตร (ข้อมูล ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2553) มีอัตราการขยายตัวของขนาดประชากรเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2552 จากข้อมูลประชากรย้อนหลังในระยะ 7 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547 - พ.ศ. 2553 ดังตารางที่ 4.1 เป็นจำนวนประชากรจากการปรับฐานข้อมูลของกรมการปกครอง โดยตัดข้อมูลจากทะเบียนบ้านกลาง (ทะเบียนบ้านกลาง หมายถึง บ้านเลขที่ที่ไม่มีประชากรอาศัยอยู่แล้ว) ซึ่งทำให้สามารถประเมินอัตราการเจริญเติบโตของประชากรเฉลี่ยเป็นร้อยละ 0.002 ต่อปี

**ตารางที่ 4.1** จำนวนประชากร จำแนกตามเขตการปกครอง ปี พ.ศ. 2547-2553

| ข้อมูล | 2547 | 2548 | 2549 | 2550 | 2551 | 2552 | 2553 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| จำนวนประชากรรวม (คน) | 20,567 | 20,404 | 20,349 | 20,133 | 20,204 | 20,268 | 20,353 |
| จำนวนประชากรชาย (คน) | 10,164 | 10,028 | 9,955 | 9,835 | 9,831 | 9,877 | 9,906 |
| จำนวนประชากรหญิง (คน) | 10,403 | 10,376 | 10,394 | 10,298 | 10,373 | 10,391 | 10,447 |
| จำนวนครัวเรือน (หลังคาเรือน) | 7,640 | 7,695 | 7,775 | 7,836 | 7,936 | 8,058 | 8,138 |

**ที่มา:** อุทัยทิพย์ ฉิมเรศ (สำนักงานทะเบียนราษฎร์ เทศบาลเมืองท่าข้าม, 2553)

จากตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงของประชากรเกิดขึ้นตลอดเวลา เพื่อใช้เป็นฐานในการคำนวณปริมาณของขยะในอนาคต จึงจำเป็นต้องฉายภาพประชากรหรือคาดประมาณประชากรในอนาคต (Population Projections or Future Estimates) สำหรับการคาดประมาณมูลฝอยในอนาคตของพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม ด้วยสมการ (สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์, 2541)

$$P_n = P_o (1+r)^n$$

เมื่อ $r$ = อัตราการเพิ่มประชากรเฉลี่ย

$P_n$ = จำนวนประชากรในปีที่ n

$P_o$ = จำนวนประชากรในปีปัจจุบัน

ซึ่งสามารถคาดการณ์การเจริญเติบโตของจำนวนประชากรของเทศบาลเมืองท่าข้ามในระยะเวลา 20 ปี แสดงดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** การคาดการณ์จำนวนประชากร ของเทศบาลเมืองท่าข้าม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2574

| ปีที่ | พ.ศ. | ประชากรคาดการณ์ (คน) |
|---|---|---|
| 1 | 2554 | 20,394 |
| 2 | 2555 | 20,434 |
| 3 | 2556 | 20,475 |
| 4 | 2557 | 20,516 |
| 5 | 2558 | 20,557 |
| 6 | 2559 | 20,598 |
| 7 | 2560 | 20,640 |
| 8 | 2561 | 20,681 |
| 9 | 2562 | 20,722 |
| 10 | 2563 | 20,764 |
| 11 | 2564 | 20,805 |
| 12 | 2565 | 20,847 |
| 13 | 2566 | 20,889 |
| 14 | 2567 | 20,930 |
| 15 | 2568 | 20,972 |
| 16 | 2569 | 21,014 |
| 17 | 2570 | 21,056 |
| 18 | 2571 | 21,098 |
| 19 | 2572 | 21,140 |
| 20 | 2573 | 21,183 |

อย่างไรก็ตามจากข้อมูล อรรนพและคณะ (2547) มีจำนวนประชากรแฝงร้อยละ 14.47 และจำนวนประชากรแฝง เท่ากับ 0.2 กิโลกรัมต่อคน ต่อวัน (สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533 อ้างใน วจินี จงจิตร, 2543) โดยค่าทั้งสองไม่นำมาพิจารณาเพราะ ลักษณะภูมิศาสตร์ของเทศบาลเมืองท่าข้ามเป็นจุดศูนย์กลางการคมนาคม เพื่อเดินทางต่อไปยังอำเภอหรือจังหวัดอื่น

### 4.1.2 ข้อมูลพื้นฐานของมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม

ปัจจุบันเทศบาลกำลังประสบปัญหาด้านการจัดการมูลฝอย เนื่องจากพื้นที่ทิ้งขยะมูลฝอยของทางเทศบาลตั้งอยู่ในสถานที่ไม่เหมาะสม เช่น ตั้งอยู่ใต้สายส่งไฟฟ้าแรงสูง ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลท่าสะท้อน และพื้นที่รองรับขยะมูลฝอย ซึ่งดำเนินการด้วยการเทกอง (Open dump) แสดงดังภาพที่ 4.1 และพื้นที่รองรับไม่เพียงพอกับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น

**ภาพที่ 4.1** พื้นที่หลุมฝังกลบอยู่ใต้แนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลท่าสะท้อน

## 4.2 ผลการศึกษาปริมาณและองค์ประกอบ ลักษณะทางกายภาพและเคมีของมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม

### 4.2.1 ผลการศึกษาปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยต่างๆ

ในการศึกษาปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเทศบาลเมืองท่าข้าม ได้แบ่งการศึกษาข้อมูลจาก 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการรวบรวมข้อมูลทางทุติยภูมิจากการสืบค้นเอกสาร ในส่วนที่สองเป็นการเก็บข้อมูลปริมาณมูลฝอยเฉลี่ยที่เกิดขึ้น โดยแบ่งเป็น 3 แหล่งข้อมูลคือ ใช้วิธีชั่งน้ำหนักที่บริษัทศรีสุราษฎร์การชั่งในแต่ละวันภายในระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยเก็บข้อมูลจำแนกตามรถเก็บขนมูลฝอยแต่ละเส้นทางที่เข้าหลุมฝังกลบ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และการประมาณการปริมาณมูลฝอยจากแต่ละแหล่งกำเนิดของ 22 ชุมชน ด้วยวิธีของกฤษฎาและอมฤต (2552) ดังแสดงในตารางที่ 4.3

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**ตารางที่ 4.3** ปริมาณมูลฝอยจากหลุมฝังกลบจำแนกตามเส้นทางรถเก็บขน

| เส้นทางการเก็บขน | ปริมาณมูลฝอยเฉลี่ยที่เก็บขน (กิโลกรัมต่อวัน) | ร้อยละ (เฉลี่ย) |
|---|---|---|
| สาย 1 | 3,844 ±213 | 23 |
| สาย 2 | 3,790 ±760 | 23 |
| สาย 3 | 4,648 ±353 | 28 |
| สาย 4 (รอบเช้า) | 879 ±90 | 5 |
| สาย 4 (รอบกลางวัน) | 942 ±53 | 6 |
| สาย 5 | 2,402 ±251 | 15 |
| รวม | 16,505 ±2,308 | 100 |

โดยข้อมูลปริมาณมูลฝอยที่เข้าสู่หลุมฝังกลบจำแนกตามเส้นทางรถเก็บขนซึ่งมีปริมาณเฉลี่ย 16.50 ตันต่อวัน อย่างไรก็ตามปริมาณขยะมูลฝอยมีแนวทางลดลง โดยในปี พ.ศ.2546 พ.ศ.2547 และ พ.ศ. 2550 มีปริมาณมูลฝอย 22.5 ตันต่อวัน 19 ตันต่อวัน และ 18.74 ตันต่อวัน ตามลำดับ (จุฑารัตน์ รัตนพิทักษ์ชน, 2552) ซึ่งสามารถจำแนกปริมาณมูลฝอยที่ได้ตามแหล่งกำเนิดชุมชน แสดงดังภาพที่ 4.2 พบว่า ชุมชนที่มีปริมาณมูลฝอยสูงสุด คือ ชุมชนศรีพุนพิน ชุมชนบ้านกลางและชุมชนสราญรมย์มีค่า เป็น 2.06 ตันต่อวัน 1.94 ตันต่อวัน และ 1.38 ตันต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งจากข้อมูลการลงพื้นที่ชุมชนชุมชนศรีพุนพินและชุมชนบ้านกลางมีการคัดแยกมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดแต่มูลฝอยยังคงมีปริมาณสูง ทั้งนี้เนื่องจากชุมชนทั้งสองอยู่บริเวณใจกลางเทศบาล และมีลักษณะเป็นที่อยู่อาศัยหนาแน่นในเขตพานิชยกรรม และชุมชนสราญรมย์เป็นชุมชนที่เป็นที่พักของข้าราชการพนักงานของโรงพยาบาลสราญรมย์ ซึ่งไม่มีกิจกรรมของการคัดแยกมูลฝอยที่แหล่งกำเนิด รวมถึงมูลฝอยที่จัดเก็บส่วนหนึ่งมาจากกิจกรรมในโรงพยาบาลอีกด้วย

**ภาพที่ 4.2** ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจำแนกตามชุมชนในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยต่างๆ จะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามขนาดของแหล่งกำเนิดและกิจกรรมที่เกิดขึ้น ดังแสดงใน ตารางที่ 4.4 ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ มูลฝอยจากแหล่งที่พักอาศัย มีปริมาณสูงถึงร้อยละ 73 ของมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด เนื่องจากพื้นที่ในเขตเทศบาลส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งที่พักอาศัยถึงร้อยละ 33 ของพื้นที่ทั้งหมด ปริมาณมูลฝอยรองลงมา คือ มูลฝอยจากตลาดสด แหล่งสถาบันการศึกษา และ แหล่งพาณิชยกรรม คือปริมาณร้อยละ 10, 8 และ 7 ของมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด ตามลำดับ เพราะในเขตเทศบาลจะเป็นศูนย์กลางทางการศึกษาการค้าและบริการ อย่างไรก็ตามแหล่งอุตสาหกรรมในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมเกษตรเช่น อุตสาหกรรมแปรภาพอาหารทะเล และอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีอัตราการเกิดมูลฝอยประมาณ 340 กิโลกรัมต่อวัน

**ตารางที่ 4.4** ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลเมืองท่าข้ามโดยแยกตามแหล่งกำเนิด

| แหล่งกำเนิดมูลฝอย | ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น (กิโลกรัมต่อวัน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| 1. แหล่งสถาบันการศึกษา | 1,398 | 8 |
| 2. แหล่งตลาดสด | 1,589 | 10 |
| 3. แหล่งอุตสาหกรรม | 340 | 2 |
| 4. แหล่งพาณิชยกรรมหนาแน่น | 1,111 | 7 |
| 5. แหล่งชุมชนที่พักอาศัย | 12,067 | 73 |
| **รวม** | **16,505** | **100** |

### 4.2.2 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยต่าง ๆ

ในขั้นตอนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของมูลฝอย โดยแยกหาองค์ประกอบของมูลฝอยแต่ละประเภทพร้อมทั้งหาความหนาแน่นปกติของมูลฝอย ขั้นตอนการศึกษาได้นำตัวอย่างมูลฝอยจากรถเก็บขนมูลฝอยจำนวนทั้งสิ้น 5 เส้นทาง เพื่อใช้เป็นตัวแทนของมูลฝอยมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้นในเทศบาลเมืองท่าข้ามและตัวอย่างมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ ได้แก่ เขตสถาบันการศึกษา ตลาดสด พาณิชยกรรม และอุตสาหกรรม ซึ่งการคัดแยกมูลฝอยแต่ละประเภทตามแบบเก็บตัวอย่างดังภาคผนวก ข.

#### 4.2.2.1 ลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตสถาบันการศึกษา

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตสถาบันการศึกษา ซึ่งเก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 18 – 28 พฤศจิกายน 2553 พบว่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ย อยู่ในช่วง 36.66 - 146.65 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

องค์ประกอบมูลฝอยแสดงดังตารางที่ 4.5 องค์ประกอบมูลฝอยส่วนใหญ่จะเป็นพลาสติก มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 30.42 รองลงมาได้แก่ และเศษไม้ และ กระดาษมีสัดส่วนร้อยละ 25.73 และ 19.84 ตามลำดับ โดยปริมาณเศษอาหารมีเพียงร้อยละ 19.35 เมื่อเทียบกับสัดส่วนปริมาณเศษอาหาร ของโรงเรียน จากการศึกษาของ ธเรศ ศรีสถิตย์ (2553) และ มูลนิธิเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและ

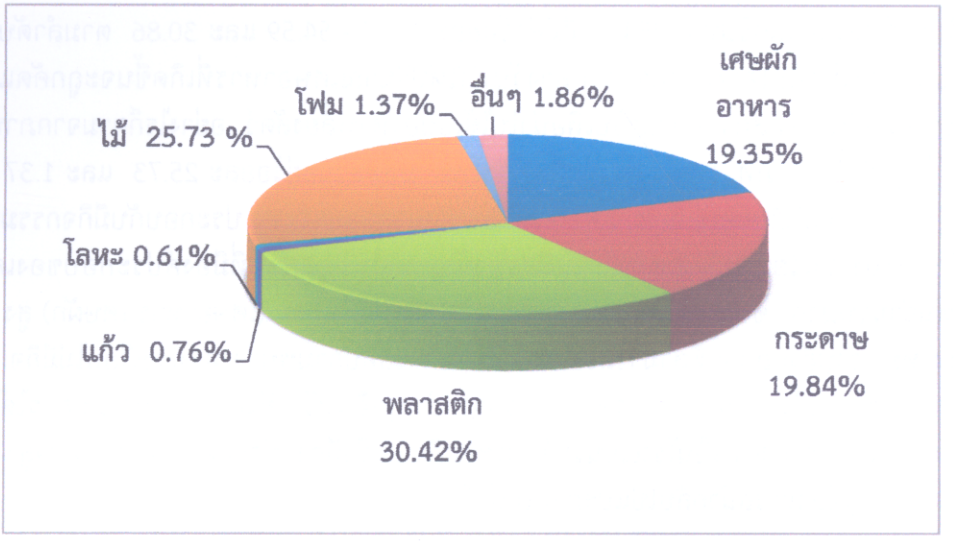
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2549) ที่มีค่าร้อยละ 5.07 - 54.59 และ 30.86 ตามลำดับ เนื่องจากโรงเรียนมีการดำเนินโครงการอาหารกลางวันทำให้ปริมาณเศษอาหารที่เกิดขึ้นจะถูกคัดแยกนำไปใช้ประโยชน์โดยจะมีบุคคลภายนอกมารับเพื่อนำไปใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ อย่างไรก็ตามจากภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่ามูลฝอยประเภท เศษไม้ เศษใบไม้ และโฟม มีสัดส่วนอยู่ร้อยละ 25.73 และ 1.37 ตามลำดับ เนื่องจากช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลอยู่ในช่วงฤดูฝนและเทศกาลลอยกระทง ประกอบกับมีกิจกรรมสัปดาห์ทางการศึกษาของโรงเรียนในสังกัดเทศบาลเมืองท่าข้าม ทำให้มีมูลฝอยที่มีองค์ประกอบของเศษไม้ ใบไม้ และโฟมจำนวนมาก ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่า ยังมีปริมาณขยะอินทรีย์ (เศษอาหาร เศษผัก) สูง ในโรงเรียนพุนพินพิทยา รวมถึงมูลฝอยที่สามารถรีไซเคิลได้ โดยการสอบถามพบว่า ทางโรงเรียนไม่มีกิจกรรมการคัดแยกจากแหล่งกำเนิด เช่น ธนาคารขยะ หรือการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ในโรงเรียน สำหรับโรงเรียนเทศบาล 1 เป็นโรงเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งมีองค์ประกอบของ กระดาษสูง แต่ทั้งนี้เป็นกล่องนม ซึ่งยังไม่สามารถนำกลับไปแปรภาพใหม่ได้

**ตารางที่ 4.5** องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตสถาบันการศึกษา (หน่วย: ร้อยละ)

| องค์ประกอบ | แหล่งกำเนิด | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | |
| | โรงเรียนเทศบาล 1 | โรงเรียนพุนพินพิทยา | องค์ประกอบมูลฝอยโรงเรียน[1] | องค์ประกอบมูลฝอยโรงเรียนเทศบาลนครหาดใหญ่[2] |
| 1. เศษผัก อาหาร | 0.53 | 38.17 | 5.07-54.59 | 30.86 |
| 2. กระดาษ | 25.33 | 14.34 | 15.41-57.81 | 14.89 |
| 3. พลาสติก | 22.40 | 38.44 | 7.83-22.53 | 33.64 |
| 4. ยาง/หนัง | 0.13 | 0.44 | - | - |
| 5. ผ้า | 0.23 | 1.35 | - | - |
| 6. ไม้ | 48.67 | 2.79 | 1.33-17.04 | - |
| 7. แก้ว | 0.20 | 1.31 | 1.69-15.42 | 1.96 |
| 8. โลหะ | 0.33 | 0.89 | 0.71-3.40 | 0.98 |
| 9. โฟม | 1.57 | 1.17 | - | - |
| 10. ขยะอันตราย | 0.00 | 0.81 | - | - |
| 11.เศษหิน กระเบื้อง | 0.47 | 0.28 | 2.25-12.17 | 17.66 |

หมายเหตุ [1] คือ ธเรศ ศรีสถิตย์ (2553)

[2] คือ มูลนิธิเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2549)




**ภาพที่ 4.3** ปริมาณองค์ประกอบมูลฝอย จากเขตสถาบันการศึกษา

**4.2.2.2 ลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตตลาดสด**

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตตลาดสด ซึ่งเก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 17 - 21 พฤศจิกายน 2553 โดยสุ่มตัวอย่างจากตลาดสดทั้งหมด จำนวน 2 แห่ง ได้แก่ตลาดสดโชคปิ่นทองและตลาดสดเทศบาล พบว่า ความหนาแน่นมูลฝอยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 200.48 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

องค์ประกอบของมูลฝอยส่วนใหญ่จะเป็น เศษอาหาร ผัก ผลไม้ ร้อยละ 59.40 รองลงมาได้แก่ พลาสติก ร้อยละ 19.85 และ กระดาษ ร้อยละ 10.75 ซึ่งปริมาณมูลฝอยอินทรีย์ที่ได้ไม่มีการคัดแยกเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ หากมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้มีประมาณร้อยละ 33.77 (โดยน้ำหนักเปียก) คิดเป็น ปริมาณได้เท่ากับ 537 กิโลกรัมต่อวัน

โดยเมื่อเทียบสัดส่วนปริมาณมูลฝอยประเภทพลาสติก ของตลาดสดเทศบาลเมืองท่าข้ามกับเทศบาลนครหาดใหญ่และเทศบาลนครสุราษฎร์ธานี แสดงดังตารางที่ 4.6 พบว่ามีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งจากการศึกษาการคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดในพื้นที่ตลาดสด เทศบาลเมืองท่าข้าม พบว่ามีการคัดแยกมูลฝอยไปใช้ประโยชน์จากมูลฝอยประเภทเศษผัก เศษอาหาร เพื่อนำไปเลี้ยงสัตว์ เท่านั้น ในส่วนของมูลฝอยที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ ได้แก่ กระดาษ พลาสติก ขวดแก้ว โลหะ เป็นต้น จะมีการคัดแยกในส่วนของร้านตัวเองเท่านั้นไม่มีกิจกรรมการคัดแยกที่ชัดเจน ประกอบกับลักษณะของพลาสติกที่ตรวจพบส่วนใหญ่จะเป็นพลาสติกประเภทถุงพลาสติกที่ไม่สามารถนำไปรีไซเคิลได้

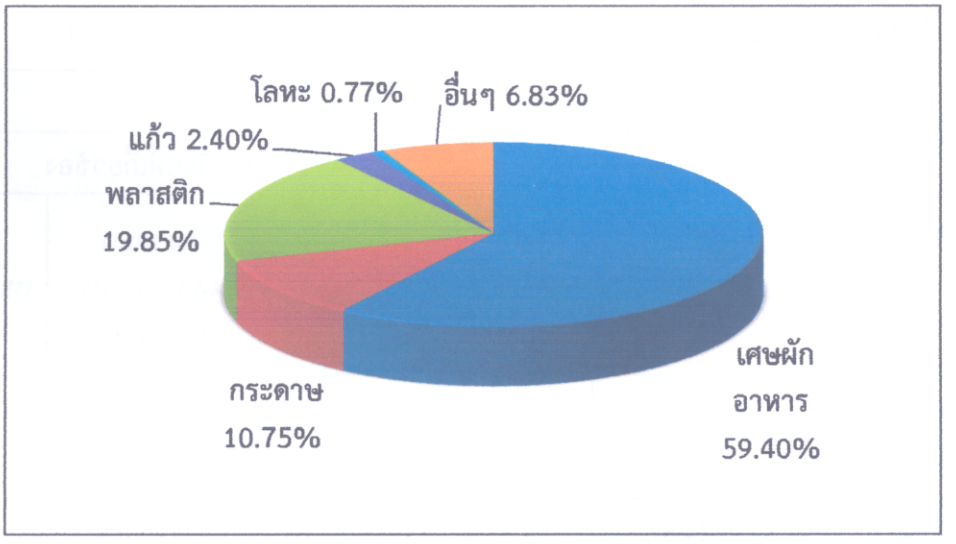
**ตารางที่ 4.6** องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตตลาดสด (หน่วย: ร้อยละ)

| องค์ประกอบ | แหล่งกำเนิด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | | |
| | ตลาดโชคปิ่นทอง | ตลาดเทศบาล | ตลาดสด[1] | ตลาดสดเทศบาลนครหาดใหญ่[2] | ตลาดสดเทศบาลนครสุราษฎร์ฯ[3] |
| 1. เศษผัก อาหาร | 56.08 | 62.72 | 24.00-82.91 | 64.51 | 94.68 |
| 2. กระดาษ | 8.27 | 13.23 | 6.47-37.20 | 8.84 | 2.58 |
| 3. พลาสติก | 24.87 | 14.83 | 4.71-20.10 | 12.59 | 1.68 |
| 4. ยาง/หนัง | 0.75 | 0.22 | 0.12-3.90 | - | - |
| 5. ผ้า | 0.78 | 0.22 | 0.32-2.73 | - | 0.03 |
| 6. ไม้ | 0.99 | 1.65 | 0.64-13.74 | - | 0.08 |
| 7. แก้ว | 0.51 | 4.29 | 0.64-11.31 | 1.69 | 0.5 |
| 8. โลหะ | 0.54 | 1.00 | 0.31-1.60 | 0.75 | 0.14 |
| 9. โฟม | 0.29 | 0.59 | 0.00-11.83 | - | 0.26 |
| 10. ขยะอันตราย | 0.17 | 1.25 | 0.00-0.09 | - | 0.01 |
| 11. เศษหิน กระเบื้อง | 6.75 | 0.00 | 0.00-8.10 | 11.63 | 0.06 |

หมายเหตุ [1] คือ ธเรศ ศรีสถิตย์ (2553)

[2] คือ มูลนิธิเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและมหาวิทยาสงขลานครินทร์ (2549)

[3] คือ สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ และคณะ (2553)




**ภาพที่ 4.4** ปริมาณองค์ประกอบมูลฝอยจากเขตตลาดสด

### 4.2.2.3 ลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตพาณิชยกรรม

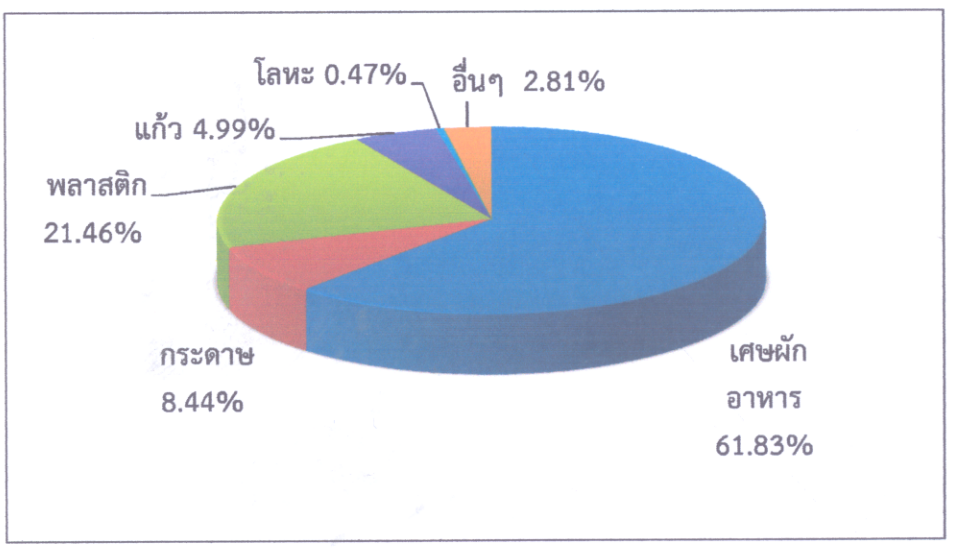
ผลการศึกษาทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตพาณิชยกรรม ซึ่งเก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 17 - 21 พฤศจิกายน 2553 โดยเก็บข้อมูลบริเวณเขตพื้นที่พาณิชยกรรมที่มีความหนาแน่น ได้แก่ ตลาดสกาล่า (ถนนจีราพันธ์) และชุมชนศรีพุนพิน พบว่าลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยมีความหนาแน่นโดยเฉลี่ยเท่ากับ 162.54 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

มูลฝอยส่วนใหญ่จะเป็นมูลฝอยประเภทเศษอาหาร และพลาสติก เมื่อเทียบกับปริมาณมูลฝอยจากเทศบาลนครหาดใหญ่ เนื่องจากพื้นที่เขตพาณิชยกรรม ตั้งอยู่บริเวณใจกลางเทศบาล และมีลักษณะเป็นที่อยู่อาศัยหนาแน่นในเขตย่านพานิชยกรรมและช่วงเวลาเย็นบริเวณถนนจิราพันธ์จะมีตลาดโต้รุ่งเพื่อค้าขายอาหาร ทำให้มีมูลฝอยที่มีองค์ประกอบของเศษอาหารและพลาสติก จำนวนมาก แสดงดังตารางที่ 4.7 และจากภาพที่ 4.5 มีสัดส่วนขององค์ประกอบประเภทเศษอาหาร ร้อยละ 61.83 รองลงมาได้แก่ พลาสติก ร้อยละ 21.46 และกระดาษ ร้อยละ 8.44 ตามลำดับ อีกทั้งพบว่าองค์ประกอบประเภทมูลฝอยอันตรายมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 0.9 ซึ่งประกอบด้วย ผ้าอ้อมเด็กและผ้าอนามัย จากแหล่งที่พักอาศัย

**ตารางที่ 4.7** องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตพาณิชยกรรม (หน่วย: ร้อยละ)

| องค์ประกอบ | แหล่งกำเนิด | |
|---|---|---|
| | แหล่งพาณิชยกรรม เทศบาลเมืองท่าข้าม | งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง |
| | | แหล่งพาณิชยกรรมเทศบาล เทศบาลนครหาดใหญ่ [1] |
| 1. เศษผัก อาหาร | 61.83 | 79.36 |
| 2. กระดาษ | 8.44 | 8.52 |
| 3. พลาสติก | 21.46 | 8.4 |
| 4. ยาง/หนัง | 0.15 | - |
| 5. ผ้า | 0.36 | - |
| 6. ไม้ | 0.65 | - |
| 7. แก้ว | 4.99 | 1.15 |
| 8. โลหะ | 0.47 | 0.43 |
| 9. โฟม | 0.35 | - |
| 10. ขยะอันตราย | 0.90 | 0.46 |
| 11.เศษหิน กระเบื้อง | 0.4 | 1.69 |

หมายเหตุ [1] คือ มูลนิธิเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและคณะ (2549)




**ภาพที่ 4.5** ปริมาณองค์ประกอบมูลฝอยจากเขตพาณิชยกรรม

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**4.2.2.4 ลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตอุตสาหกรรม**

ผลการศึกษาทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตที่พักอาศัย ซึ่งเก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 23 - 30 พฤศจิกายน และ 1 ธันวาคม 2553 โดยสุ่มตัวอย่างจาก บริษัท ทักษิณอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม (2521) จำกัด, บริษัทสุราษฎร์ซีฟู้ดส์ จำกัด, บริษัท แพนเอเชีย จำกัด และ บริษัท ปอมแฟชั่น จำกัด พบว่า ความหนาแน่นของมูลฝอยเป็น 127.58 , 162.78 , 120.99 และ 153.98 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 141.04 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จากตารางที่ 4.8 ลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม ขึ้นกับกิจกรรมหรือประเภทของอุตสาหกรรม ได้แก่

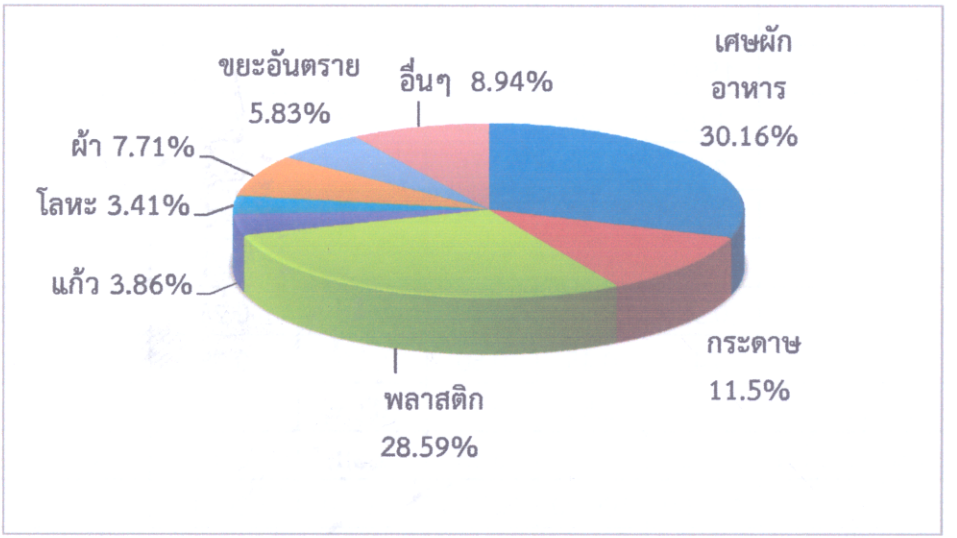
อุตสาหกรรมเสื้อผ้า จากการศึกษาพบว่า บริษัท ปอมแฟชั่น จำกัด ซึ่งเป็นโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูป ลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยส่วนใหญ่ประกอบด้วย ผ้าร้อยละ 27.12 รองลงมาคือ เศษผักอาหาร พลาสติก ร้อยละ 24.97 และ 24.16 ตามลำดับ

อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม โดยองค์ประกอบของมูลฝอยจากบริษัททักษิณอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม (2521) จำกัด พบว่ามูลฝอยส่วนใหญ่ประกอบด้วย เศษผักอาหาร ร้อยละ 34.99 รองลงมาคือ พลาสติก และเศษไม้ ร้อยละ 16.85 และ 15.03 ตามลำดับ อีกทั้งพบว่ามูลฝอยประเภทขยะอันตรายสูงถึงร้อยละ 9.02 ประกอบด้วย ผ้าอ้อมเด็ก ผ้าอนามัย จำนวนมาก เนื่องจากภายในโรงงานมีบ้านพักพนักงานภายในโรงงานด้วย

อุตสาหกรรมแปรภาพอาหารทะเล ในส่วนของบริษัทสุราษฎร์ซีฟู้ดและบริษัทแพนเอเชียซึ่งผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง พบว่ามูลฝอยส่วนใหญ่ประกอบด้วย พลาสติก ช่วงร้อยละ 26.64 - 55.00 รองลงมาคือ เศษอาหารและกระดาษ ช่วงร้อยละ 28.93-35.52 และ 11.67-19.40 ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าบริษัทแพนเอเชียมีมูลฝอยประเภทกระป๋องอลูมิเนียมประมาณเฉลี่ย 8 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งมาจากการสุ่มตรวจคุณภาพกระป๋องบรรจุภัณฑ์ในกระบวนการผลิต

**ตารางที่ 4.8** องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยจากเขตอุตสาหกรรม (หน่วย: ร้อยละ)

| องค์ประกอบ | แหล่งกำเนิด | | | |
|---|---|---|---|---|
| | บ.ปอมแฟชั่น | บ.ทักษิณอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด | บ.สุราษฎร์ซีฟู้ดส์ จำกัด | บ.แพนเอเชีย จำกัด |
| 1. เศษผัก อาหาร | 24.97 | 34.99 | 32.85 | 27.80 |
| 2. กระดาษ | 9.83 | 5.32 | 18.81 | 11.99 |
| 3. พลาสติก | 24.16 | 16.85 | 30.35 | 43.01 |
| 4. ยาง/หนัง | 1.36 | 0.16 | 0.53 | 0.38 |
| 5. ผ้า | 27.12 | 1.48 | 1.31 | 0.93 |
| 6. ไม้ | 0.41 | 15.03 | 5.17 | 1.06 |
| 7. แก้ว | 2.53 | 11.39 | 0.63 | 0.87 |
| 8. โลหะ | 0.54 | 1.37 | 2.50 | 9.23 |
| 9. โฟม | 0.29 | 4.22 | 0.92 | 4.73 |
| 10. ขยะอันตราย | 8.79 | 9.02 | 5.52 | 0.00 |
| 11.เศษหิน กระเบื้อง | 0.00 | 0.00 | 1.41 | 0.00 |




**ภาพที่ 4.6** ปริมาณองค์ประกอบมูลฝอยจากเขตอุตสาหกรรม

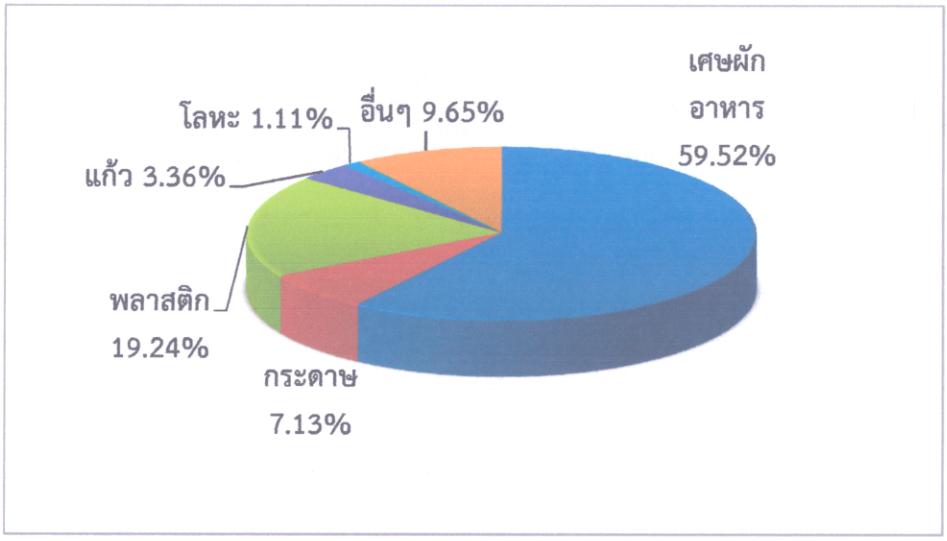
#### 4.2.2.5 องค์ประกอบของมูลฝอย ณ หลุมฝังกลบ

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยภายในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม ซึ่งเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 โดยเก็บข้อมูลจำแนกตามรถเก็บขนมูลฝอยแต่ละเส้นทางที่เข้าหลุมฝังกลบ พบว่าลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยมีความหนาแน่นโดยเฉลี่ยเท่ากับ 159.55 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าความหนาแน่นของมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ภาคใต้ ที่มีค่าเท่ากับ 220 – 293 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์, 2541) โดยความหนาแน่นของมูลฝอยแตกต่างกันเนื่องจากปริมาณองค์ประกอบมูลฝอยเป็นเศษอาหารสูง ถึงร้อยละ 70 และมีความต่างในสัดส่วนของหินและกระเบื้อง ต่างกันรวมร้อยละ 3 ลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองท่าข้าม มีองค์ประกอบหลักของมูลฝอยใกล้เคียงกับองค์ประกอบของมูลฝอยชุมชนขนาดกลาง ซึ่งมีสัดส่วนของเศษอาหาร กระดาษ และพลาสติก มีค่าร้อยละ 58 15 และ 11 ตามลำดับ

องค์ประกอบของมูลฝอยของแต่ละเส้นทางการเก็บขนแสดงดังตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.7 ประกอบด้วย เศษอาหาร อยู่ในช่วงร้อยละ 50.68 - 79.93 รองลงมาได้แก่ พลาสติก ร้อยละ10.63 - 24.23 และกระดาษ ร้อยละ 4.95 – 10.98 และเนื่องจากยังขาดการคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดอย่างเป็นระบบ ทำให้ยังตรวจพบมูลฝอยอันตราย อยู่ประมาณร้อยละ 1.76 เช่น กระป๋องสเปรย์ หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย และ มูลฝอยติดเชื้อ เช่น ผ้าอนามัย เป็นต้น

**ตารางที่ 4.9** องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอย ณ หลุมฝังกลบ จำแนกตามเส้นทางรถเก็บขน

| องค์ประกอบมูลฝอย | สัดส่วน (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก) | | | | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | สาย 1 | สาย 2 | สาย 3 | สาย 4 (รอบเช้า) | สาย 4 (รอบกลางวัน) | สาย 5 | |
| 1. เศษผัก อาหาร | 67.20 | 50.68 | 51.55 | 56.20 | 79.93 | 51.60 | 59.52±11.76 |
| 2. กระดาษ | 5.73 | 6.23 | 6.88 | 8.00 | 4.95 | 10.98 | 7.13±2.15 |
| 3. พลาสติก | 15.03 | 23.28 | 24.23 | 20.38 | 10.63 | 21.93 | 19.24±5.32 |
| 4. ยาง/หนัง | 1.03 | 1.28 | 0.55 | 0.98 | 0.25 | 1.00 | 0.84±0.38 |
| 5. ผ้า | 2.40 | 3.70 | 3.75 | 2.00 | 0.85 | 3.73 | 2.73±1.20 |
| 6. ไม้ | 0.83 | 2.40 | 1.38 | 2.98 | 0.85 | 0.48 | 1.49±0.99 |
| 7. แก้ว | 2.93 | 5.18 | 2.00 | 4.80 | 1.28 | 3.98 | 3.36±1.56 |
| 8. โลหะ | 0.58 | 1.18 | 2.55 | 0.78 | 0.25 | 1.30 | 1.11±0.81 |
| 9. โฟม | 0.48 | 0.45 | 0.50 | 0.70 | 0.28 | 0.68 | 0.51±0.16 |
| 10. ขยะอันตราย | 3.05 | 2.53 | 0.25 | 0.63 | 0.73 | 3.35 | 1.76±1.37 |
| 11. เศษหิน กระเบื้อง | 0.78 | 3.13 | 6.38 | 2.58 | 0.03 | 1.00 | 2.32±2.31 |
| รวม | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |




**ภาพที่ 4.7** ปริมาณองค์ประกอบมูลฝอย ณ หลุมฝังกลบ

### 4.2.3 ผลการศึกษาลักษณะทางเคมีของมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยต่างๆ

คุณสมบัติทางเคมีของมูลฝอยชุมชน ได้แก่ ค่าความชื้น (Moisture content) VS, Fixed Carbon, Ash, ค่าความร้อน (Calorific value), ส่วนประกอบเคมี ร้อยละ CHONS และ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) เป็นต้น ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของมูลฝอยจากชุมชน ได้ทำการวิเคราะห์มูลฝอยจาก 2 แหล่งด้วยกัน คือจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยขนาดใหญ่และมูลฝอยชุมชนจากรถเก็บขนมูลฝอยที่เก็บขนมูลฝอยภายในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม

ข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีของมูลฝอย มีความสำคัญในการประเมินความเป็นไปได้ของการเลือกภาพแบบหรือการออกแบบวิธีการกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสม เช่น การพิจารณาใช้วิธีการเผาเป็นวิธีกำจัดมูลฝอยเพื่อนำเอาพลังงานความร้อนมาใช้ประโยชน์ การพิจารณาค่าความชื้นและค่าองค์ประกอบด้านเคมี ได้แก่ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจนในขยะอินทรีย์ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกใช้ระบบหมักปุ๋ย เป็นต้น

**ตารางที่ 4.10** ค่าความชื้นของแต่ละองค์ประกอบของมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ และมูลฝอยชุมชน

| องค์ประกอบมูลฝอย | แหล่งกำเนิด (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก) | | | | มูลฝอยชุมชน |
|---|---|---|---|---|---|
| | สถาบันการศึกษา | ตลาดสด | อุตสาหกรรม | พาณิชยกรรม | |
| 1.มูลฝอยรวม | 46.7 | 67.7 | 59.5 | 70.9 | 59.1 |
| 2.เศษผัก อาหาร | 50.2 | 77.7 | 73.8 | 72.0 | 71.2 |
| 3.กระดาษ | 40.6 | 51.8 | 49.0 | 60.3 | 47.6 |
| 4.พลาสติก | 41.6 | 56.7 | 57.2 | 56.4 | 47.5 |
| 5.ยาง/หนัง | 35.7 | 6.7 | 39.0 | 6.1 | 17.7 |
| 6.ผ้า | 38.7 | 64.8 | 53.7 | 54.2 | 57.5 |
| 7.ไม้ | 58.8 | 27.8 | 45.1 | 36.1 | 36.1 |
| 8.แก้ว | 1.9 | 1.7 | 7.5 | 18.6 | 1.7 |
| 9.โลหะ | 1.1 | 5.5 | 26.6 | 4.5 | 4.9 |
| 10.โฟม | 27.4 | 40.8 | 50.7 | 27.1 | 27.8 |
| 11.ขยะอันตราย | 83.2 | 45.6 | 53.4 | 80.5 | 36.5 |
| 12. เศษหิน กระเบื้อง | 1.7 | 12.4 | 19.9 | 1.5 | 16.4 |

### 4.2.4 ลักษณะทางเคมีของมูลฝอยเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์

การวิเคราะห์ค่าความร้อน (Calorific value) ของมูลฝอยชุมชนจากรถเก็บขนมูลฝอยและจากแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ ได้ทำการวิเคราะห์ 3 วิธี ด้วยกันคือ

1. วิเคราะห์ในห้องทดลองด้วยวิธี Bomb Calorimeter

2. ค่าความร้อนด้วยวิธี Ultimate Analysisโดยใช้สูตรของดูลอง (Modified Dulong Formula) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์จากคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์จากองค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยชุมชน

3. วิธี Approximate Analysis โดยการประเมินจากองค์ประกอบของมูลฝอย

ข้อมูลผลการวิเคราะห์ค่าความร้อนทั้ง 3 วิธีแสดงไว้ในตารางที่ 4.11 พบว่าค่าความร้อนของมูลฝอยชุมชน จากผลการทดสอบด้วยวิธี Bomb Calorimeter จะได้ค่าความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 5,219.1 แคลอรี่ต่อกรัมเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณค่าความร้อนโดยใช้สูตรของดูลอง และวิธีการประเมินจากองค์ประกอบของมูลฝอย เท่ากับ 1,880.8 แคลอรี่ต่อกรัม และ 2,821.4 แคลอรี่ต่อกรัม ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนของแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนเทศบาลเมืองท่าข้ามโดยใช้สูตรของดูลองที่มีค่าเท่ากับ 1,880.8 แคลอรี่ต่อกรัม พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองชลบุรีที่มีค่าพลังงานความร้อนเท่ากับ 2,117 แคลอรี่ต่อกรัม (มูลนิธิเพื่อการพัฒนา

สิ่งแวดล้อมและพลังงาน, 2551) โดยองค์ประกอบหลักเป็น มูลฝอยอินทรีย์ประมาณร้อยละ 60 แสดงดังตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.8 ส่งผลให้มีค่าความชื้นประมาณร้อยละ 60 แสดงดังตารางที่ 4.11 ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการนำไปเผาในเตาเผาเพื่อเป็นเชื้อเพลิง สอดคล้องกับมูลฝอยจากแหล่งพาณิชยกรรมและตลาดสด ซึ่งมีองค์ประกอบของมูลฝอยเผาไหม้ได้แบบเปียกประมาณร้อยละ 60 มีค่าความชื้นประมาณร้อยละ 60 –70 โดยมีค่าความร้อนเท่ากับ 1,405.9 และ 1,629.4 แคลอรี่ต่อกรัม ตามลำดับ และมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมมีค่าพลังงานความร้อนเท่ากับ 1,896.7 แคลอรี่ต่อกรัม ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับค่าที่ได้จากการศึกษาของมูลนิธิเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและพลังงาน (2551) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2,564 แคลอรี่ต่อกรัม, เนื่องจากสัดส่วนของมูลฝอยที่ไม่เป็นเชื้อเพลิงมีค่าร้อยละ 16 แสดงดังภาพที่ 4.8 และมีค่าความชื้นประมาณร้อยละ 60 แสดงดังตารางที่ 4.9

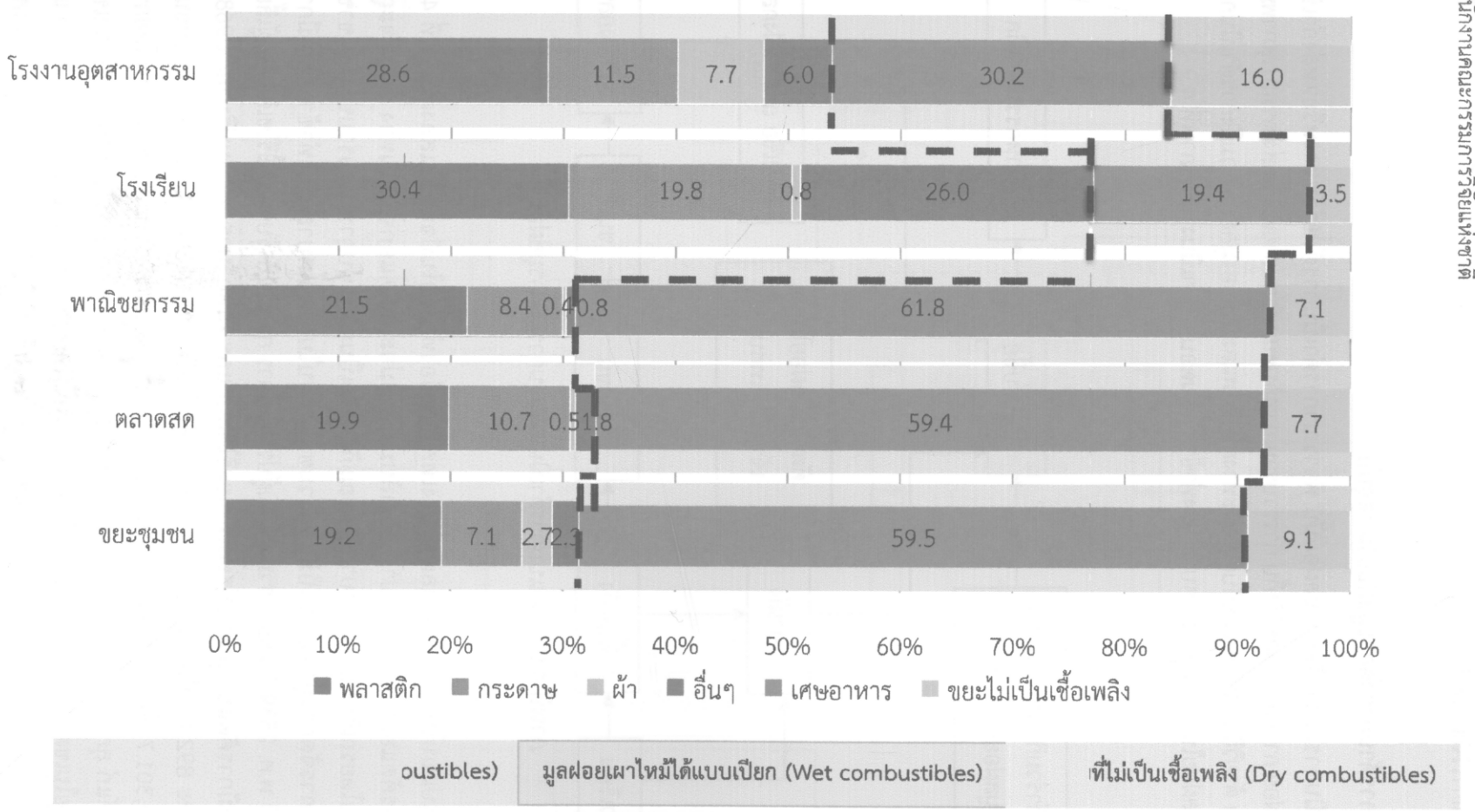
สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ของมูลฝอยชุมชนจากรถเก็บขนมูลฝอยและจากแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ แสดงดังตารางที่ 4.11 อยู่ในช่วง 12 – 22 โดยค่าที่เหมาะสมสำหรับการทำปุ๋ยหมักจะอยู่ในช่วง 25-35 (Haug, 1980; Sanderson และ Martin, 1974) ซึ่งหากทางเทศบาลเมืองท่าข้ามนำไปใช้ประโยชน์นั้น ต้องมีการผสมวัสดุหมักร่วมเพื่อให้มีลักษณะเหมาะสมต่อการทำปุ๋ยหมักต่อไป

ลักษณะทางเคมีของมูลฝอยรวมและมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม แสดงดังตารางที่ 4.11

**ตารางที่ 4.11** ลักษณะทางเคมีของมูลฝอยรวมในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม

| ตัวแปร | แหล่งกำเนิดมูลฝอย | | | | | ช่วง (ต่ำสุด – สูงสุด) | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | มูลฝอยชุมชน | สถาบันการศึกษา | ตลาดสด | อุตสาหกรรม | พาณิชยกรรม | | |
| สัดส่วนของปริมาณมูลฝอย (ร้อยละ) | 73 | 8 | 10 | 2 | 7 | - | - |
| 1. ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก) | 59.1 | 46.7 | 67.7 | 59.5 | 70.9 | 46.7 – 70.9 | **59.8** |
| 2. ของแข็งรวม (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก) | 40.9 | 53.3 | 32.3 | 40.5 | 29.1 | 29.1 – 53.3 | **40.2** |
| 3. ค่าความร้อน (แคลอรี่ต่อกรัม) (วิธี Automatic Bomb Calorimeter) | 5,219.1 | 4,372.9 | 3,258.9 | 7,277.7 | 4,752.4 | 3,258.9 - 7,277.7 | **4,965** |
| 4. ค่าความร้อน (แคลอรี่ต่อกรัม) (วิธี Ultimate Analysis) | 1,880.8 | 2,406.6 | 1,405.9 | 1,896.7 | 1,629.4 | 1,405.9 - 2,406.6 | **1,859** |
| 5. ค่าความร้อน (แคลอรี่ต่อกรัม) (วิธี Approximate Analysis) | 2,821.4 | 4,462.0 | 2,602.2 | 3,955.9 | 2,801.3 | 2,602.2 - 4,462.0 | **2,952** |
| 7. C/N [1] | 15.87 | 21.85 | 22.26 | 12.00 | 16.51 | 12.00 - 22.26 | **17.0** |

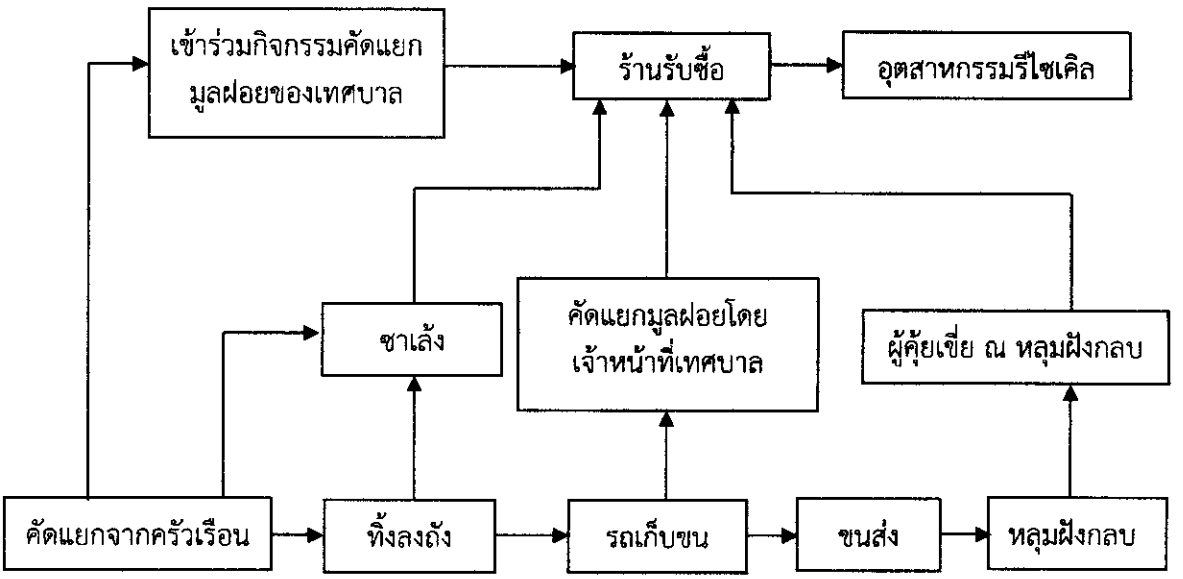
หมายเหตุ [1] คือ ผลวิเคราะห์จากมูลฝอยประเภทเศษอาหาร




**ภาพที่ 4.8** ลักษณะองค์ประกอบของมูลฝอยตามคุณสมบัติการเผาไหม้โดยแยกตามแหล่งกำเนิด

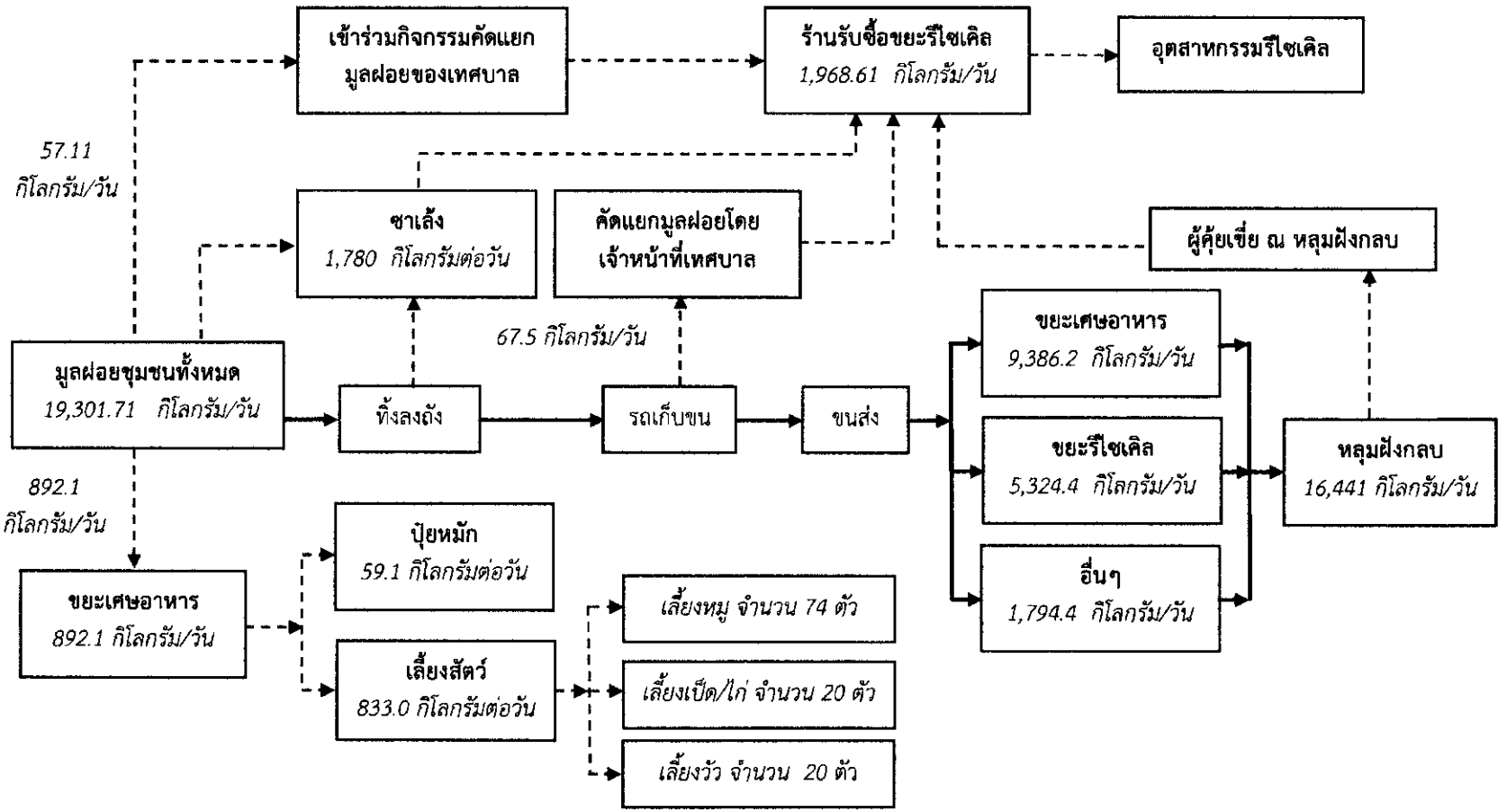
### 4.3 การดำเนินการด้านการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน

การดำเนินการในการจัดการมูลฝอยนั้น พิจารณาการดำเนินการตั้งแต่ต้นทางหรือแหล่งกำเนิด อัตราการผลิตมูลฝอย การคัดแยกและกักเก็บ การรวบรวม การเก็บขน การขนถ่ายและขนส่ง การแปรสภาพมูลฝอยและการกำจัด ด้วยวิธีการที่เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพและเคมีของมูลฝอย รวมถึงการดำเนินการด้านการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันของเทศบาลเมืองท่าข้าม มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังภาพที่ 4.9




**ภาพที่ 4.9** รูปแบบการดำเนินการด้านการจัดการมูลฝอย

สำหรับรูปแบบในการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามในปัจจุบัน แสดงดังภาพที่ 4.9 ประกอบด้วยการคัดแยกมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่จะถูกคัดแยกจากต้นทาง ก่อนที่จะถูกดำเนินการจัดเก็บโดยรถเก็บขนของเทศบาล ลักษณะกิจกรรมเป็นภาพแบบการมีส่วนร่วมของประชาชนภายใต้โครงการการจัดการมูลฝอยแบบมีส่วนร่วมของชุมชนในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม โดยมีการดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 – 2553 รวมทั้งกลุ่มผู้ประกอบการ กลุ่มซาเล้งรับซื้อขยะรีไซเคิลและผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อยโดยมีการคัดแยกมูลฝอยประเภท ขยะรีไซเคิล และ เศษอาหาร คิดเป็นปริมาณ 1,968.6 กิโลกรัมต่อวัน และ 892.1 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 14.8 จากปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นทั้งหมด 19,301.7 กิโลกรัมต่อวัน สำหรับมูลฝอยประเภทเศษอาหารมีการนำไปใช้ประโยชน์โดยการนำไปเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ สุกร เป็ด ไก่ และวัว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นลักษณะฟาร์มขนาดเล็ก พื้นที่ตั้งอยู่นอกเขตเทศบาล และภายในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม ในชุมชนพุนพินพิทยาคม ชุมชนใต้โค้ง ชุมชนมุ่งพัฒนา แต่หากแนวโน้มการใช้ประโยชน์ของมูลฝอยประเภทเศษอาหารโดยการนำไปเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มลดลง เศษอาหารที่มาจากตลาดสด ครัวเรือน หรือสถานประกอบการ จะย้อนกลับเข้ามารวมกับมูลฝอยชุมชนทำให้โอกาสการเพิ่มปริมาณของมูลฝอยกลุ่มนี้อาจเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต




**ภาพที่ 4.10** สมดุลมวลของการกำจัดมูลฝอยชุมชน ของเทศบาลเมืองท่าข้าม

### 4.3.1 การคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด

การคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดเป็นวิธีการขั้นต้นในการจัดการมูลฝอยที่เกิดขึ้น โดยประสิทธิภาพของการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิดจะมีความสำคัญอย่างยิ่งในการแก้ปัญหามูลฝอยชุมชน ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากจะช่วยลดการปนเปื้อน หรือคลุกเคล้ากับของเสียประเภทอื่น โดยเฉพาะมูลฝอยอินทรีย์ซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพของวิธีการแปรภาพหรือนำมูลฝอยกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ด้วยวิธีการต่างๆได้ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าของมูลฝอยที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้เหล่านี้อีกด้วย และลดปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นที่ต้องนำไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบขั้นสุดท้าย ซึ่งทางเทศบาลเมืองท่าข้ามได้มีนโยบายการดำเนินการรณรงค์การคัดแยกและลดการเกิดมูลฝอยที่แหล่งกำเนิด โดยได้ดำเนินกิจกรรมหรือโครงการโครงการการจัดการมูลฝอยแบบมีส่วนร่วมของชุมชน ตั้งแต่ปี 2539 - 2553 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.12 สามารถจำแนกกลุ่มชุมชนที่มีการดำเนินกิจกรรมเป็น 3 กลุ่ม ดังตารางที่ 4.13 จากข้อมูลปริมาณมูลฝอย พบว่า ปริมาณมูลฝอยมีทิศทางการลดลงอย่างต่อเนื่องโดยเฉลี่ยลดลงปีละ 0.5 ตันต่อวัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของอรรนพและคณะ (2547) ที่ระบุถึงความสำเร็จของกิจกรรมที่ดำเนินการภายใต้แนวคิดของการจัดการขยะครบวงจรที่ดำเนินการในเขตเทศบาลเมืองท่าข้ามสามารถลดปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นได้ประมาณร้อยละ 20-30 คิดเป็น 2 - 4 ตันต่อวัน

จากการลงพื้นที่สำรวจพบว่ามีเพียงชุมชนเจริญลาภเท่านั้น ที่มีการคัดแยกที่แหล่งกำเนิดอย่างชัดเจน รวมถึงเป็นชุมชนพี่เลี้ยงที่ช่วยผลักดันให้เกิดกิจกรรมต่างๆในชุมชนดรุโณทัยและชุมชนท่าล้อนอีกด้วย โดยมีการดำเนินการธนาคารขยะ การหมักปุ๋ยอินทรีย์ และการทดลองระบบหมักก๊าซชีวภาพในครัวเรือนภายใต้ศูนย์การเรียนรู้สิ่งแวดล้อมชุมชนเจริญลาภ รวมถึงการดำเนินการธนาคารขยะในชุมชนดรุโณทัย ชุมชนท่าล้อน และชุมชมศรีพุนพิน เป็นต้น ข้อมูลจากตารางสามารถประเมินอัตราการเกิดมูลฝอยในแต่ละชุมชนได้ดังนี้ อัตราการเกิดมูลฝอยจากชุมชนเจริญลาภมีค่าต่ำสุดที่ 0.52 กิโลกรัมต่อวัน ชุมชนดรุโณทัย 0.68 กิโลกรัมต่อวัน และชุมชนท่าล้อน 0.81 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ และพบว่าชุมชนสราญรมย์ ซึ่งรวมพื้นที่ของโรงพยาบาลสราญรมย์ ยังไม่มีกิจกรรมการคัดแยกมูลฝอย จึงทำให้มีอัตราการเกิดมูลฝอยค่อนข้างสูง

**ตารางที่ 4.12** โครงการการจัดการมูลฝอยแบบมีส่วนร่วมของชุมชน ตั้งแต่ปี 2539 – 2553

| โครงการ | 2539 | 2540 | 2541 | 2542 | 2543 | 2544 | 2545 | 2546 | 2547 | 2548 | 2549 | 2550 | 2551 | 2552 | 2553 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. โครงการอบรมเยาวชนเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. กิจกรรมถนนปลอดถังมูลฝอย บนถนนเจริญเวช ชุมชนเจริญลาภ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. โครงการสร้างจิตสำนึกในการพัฒนาสิ่งแวดล้อม ชุมชนและโรงเรียน | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. กิจกรรมมูลฝอยแลกไข่ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. โครงการสร้างรายได้เสริมแก่ประชาชนผู้มีรายได้น้อยในชุมชนเทศบาลเมืองท่าข้าม | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. โครงการประชาชนอาสาพิทักษ์สิ่งแวดล้อม | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. โครงการรณรงค์ดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม และ รักษาความสะอาดความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. กิจกรรมทอดผ้าป่ามูลฝอยรีไซเคิล | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. โครงการการกำจัดมูลฝอยแบบครบวงจร | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. สาธิตการทำปุ๋ยโบกาฉิ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11. น้ำหมักชีวภาพ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12. ธนาคารมูลฝอย | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13. โครงการศูนย์การเรียนรู้สิ่งแวดล้อมชุมชนเจริญลาภ | | | | | | | | | | | | | | | |

**ตารางที่ 4.13** อัตราการผลิตมูลฝอยจำแนกตามกิจกรรมการคัดแยกมูลฝอยแต่ละชุมชน

| ชุมชน | จำนวนครัวเรือน (หลัง) | จำนวนประชากร (คน) | ปริมาณมูลฝอย (กิโลกรัมต่อวัน) | อัตราการผลิตมูลฝอย (กิโลกรัมต่อวัน) | กิจกรรมการคัดแยกมูลฝอย |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.ชุมชนวัดใน | 110 | 345 | 262 | 0.76 | มีการคัดแยกมูลฝอยจากครัวเรือนเพื่อขายให้กลุ่มผู้รับซื้อขยะรีไซเคิล |
| 2.ชุมชนหมู่บ้านธารทิพย์ | 474 | 1,180 | 340 | 0.29 | ไม่มีกิจกรรมคัดแยกมูลฝอย |
| 3.ชุมชนวัดดอนกระถิน | 3,414 | 938 | 780 | 0.83 | มีการคัดแยกมูลฝอยจากครัวเรือนเพื่อขายให้กลุ่มผู้รับซื้อขยะรีไซเคิล |
| 4.ชุมชนพุมดวง | 201 | 569 | 140 | 0.25 | ไม่มีกิจกรรมคัดแยกมูลฝอย |
| 5.ชุมชนฝ่ายท่า | 233 | 818 | 820 | 1.00 | ไม่มีกิจกรรมคัดแยกมูลฝอย |
| 6.ชุมชนใต้โค้ง | 318 | 1,004 | 680 | 0.68 | มีการคัดแยกมูลฝอยจากครัวเรือนเพื่อขายให้กลุ่มผู้รับซื้อขยะรีไซเคิล |
| 7.ชุมชนตำรวจภูธร | 396 | 521 | 420 | 0.81 | มีการคัดแยกมูลฝอยจากครัวเรือนเพื่อขายให้กลุ่มผู้รับซื้อขยะรีไซเคิล |
| 8. ชุมชนมุ่งพัฒนา | 511 | 1,436 | 900 | 0.63 | มีการคัดแยกมูลฝอยจากครัวเรือนเพื่อขายให้กลุ่มผู้รับซื้อขยะรีไซเคิล |
| 9.ชุมชนศรีพุนพิน | 681 | 1,483 | 2,060 | 1.39 | โครงการกำจัดมูลฝอยแบบครบวงจร (ตลาดนัดขยะรีไซเคิล) |
| 10.ชุมชนศรีสุราษฎร์ | 296 | 681 | 500 | 0.73 | โครงการกำจัดมูลฝอยแบบครบวงจร(ร่วมกับชุมชนศรีพุนพิน) |
| 11.ชุมชนบ้านล่าง | 365 | 907 | 422 | 0.47 | โครงการกำจัดมูลฝอยแบบครบวงจร |
| 12.ชุมชนบ้านกลาง | 470 | 1,267 | 1,940 | 1.53 | โครงการกำจัดมูลฝอยแบบครบวงจร |
| 13.ชุมชนบ้านบน | 178 | 449 | 702 | 1.56 | โครงการกำจัดมูลฝอยแบบครบวงจร |
| 14.ชุมชนท้ายควน | 240 | 1,041 | 484 | 0.48 | มีการคัดแยกมูลฝอยจากครัวเรือนเพื่อขายให้กลุ่มผู้รับซื้อขยะรีไซเคิล |
| 15.ชุมชนบนควน | 278 | 986 | 732 | 0.74 | โครงการกำจัดมูลฝอยแบบครบวงจร(ร่วมกับชุมชนศรีพุนพิน) |
| 16.ชุมชนธีราศรม | 326 | 1,070 | 760 | 0.71 | มีการคัดแยกมูลฝอยจากครัวเรือนเพื่อขายให้กลุ่มผู้รับซื้อขยะรีไซเคิล |
| 17.ชุมชนสราญรมย์ | 274 | 451 | 1,380 | 3.06 | ไม่มีกิจกรรมคัดแยกมูลฝอย |

**ตารางที่ 4.13** อัตราการผลิตมูลฝอยจำแนกตามกิจกรรมการคัดแยกมูลฝอยแต่ละชุมชน (ต่อ)

| ชุมชน | จำนวนครัวเรือน (หลัง) | จำนวนประชากร (คน) | ปริมาณมูลฝอย (กิโลกรัมต่อวัน) | อัตราการผลิตมูลฝอย (กิโลกรัมต่อวัน) | กิจกรรมการคัดแยกมูลฝอย |
|---|---|---|---|---|---|
| 18.ชุมชนช่างกล | 438 | 909 | 540 | 0.59 | ไม่มีกิจกรรมคัดแยกมูลฝอย |
| 19.ชุมชนดรุโณทัย | 253 | 517 | 352 | 0.68 | กิจกรรมธนาคารขยะชุมชน |
| 20.ชุมชนพุนพินพิทยาคม | 442 | 857 | 800 | 0.93 | ไม่มีกิจกรรมคัดแยกมูลฝอย |
| 21.ชุมชนเจริญลาภ | 521 | 1,184 | 620 | 0.52 | ศูนย์การเรียนรู้สิ่งแวดล้อม / กิจกรรมธนาคารขยะชุมชน / ปุ๋ยหมักชีวภาพ / โครงการถนนปลอดถังขยะ |
| 22.ชุมชนท่าล้อน | 404 | 1,033 | 840 | 0.81 | กิจกรรมธนาคารขยะชุมชน |

การคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดและระหว่างการขนส่งมูลฝอย สามารถประเมินปริมาณมูลฝอยที่นำไปใช้ประโยชน์ในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามทั้งสิ้น 2.86 ตันต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 14.77 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 4.14

**ตารางที่ 4.14** ปริมาณมูลฝอยในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามที่ถูกคัดแยกนำไปใช้ประโยชน์

| ประเภทมูลฝอยที่คัดแยกนำไปใช้ประโยชน์ | ปริมาณมูลฝอย (กิโลกรัมต่อวัน) |
|---|---|
| ประเภทขยะรีไซเคิล | |
| 1. กิจกรรมธนาคารขยะชุมชน | 57.1 |
| 2. ร้านรับซื้อของเก่ารายย่อย / ซาเล้ง | 1,780.0 |
| 3. พนักงานเก็บขยะของเทศบาล | 67.5 |
| 4. ผู้ขุดคุ้ยขยะ | 64.0 |
| **รวม** | **1,968.6** |
| ประเภทขยะเศษอาหาร | |
| 1. ตลาดสด | 833.0 |
| 2. โครงการถนนปลอดถังขยะชุมชนเจริญลาภ | 59.1 |
| **รวม** | **892.1** |
| **รวมปริมาณมูลฝอยที่ถูกคัดแยกนำไปใช้ประโยชน์ทั้งหมด** | **2,860.1** |

### 4.3.2 การเก็บรวบรวมและการเก็บขน

จากการสัมภาษณ์และสังเกตวิธีการเก็บขนมูลฝอยและการศึกษาเส้นทางการเดินรถเก็บขนมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม พบว่า การเก็บขนสามารถจำแนกได้ 2 วิธี คือ

1. การเก็บรวบรวมแบบ Door to Door เป็นวิธีเก็บรวบรวมมูลฝอยจากถังรวบรวมขอบ้านเรือน/โรงงานโดยตรง โดยเจ้าของบ้านจะมีภาชนะรวบรวมซึ่งเป็นถังสี ถังล้อรถยนต์ ตะกร้าและถุงดำ วางไว้บริเวณหน้าบ้าน/ภายในจุดรวมมูลฝอยของโรงงาน ซึ่งจะอยู่ในพื้นที่ชุมชนเจริญลาภ ชุมชนบ้านกลาง ชุมชนพุมดวง ชุมชนธีราศรม ชุมชนบนควน และชมชนท้ายควน

2. การเก็บรวบรวมแบบ Curb Side เป็นการเก็บรวบรวมมูลฝอยที่บรรจุในถังขนาด 200 ลิตร แบบมีฝาปิด (ถังใหม่) และไม่มีฝาปิด (ถังเก่า) ที่วางไว้บริเวณริมถนน ข้างทาง ซึ่งการกระจายตามจุดต่างๆ ในพื้นที่ของเทศบาล จำนวนถังรองรับมูลฝอยของเทศบาลขนาด 200 ลิตร และถังรองรับมูลฝอยขนาดเล็กของบ้านเรือน ขนาด 20 ลิตร มีจำนวน 678 ถัง และ 394 ถัง ตามลำดับ ซึ่งสามารถรองรับปริมาณมูลฝอยได้ 23 ตันต่อวัน

การเก็บมูลฝอยจากถังรองรับมูลฝอยเป็นการเก็บขนที่ดำเนินการโดยทางเทศบาล เส้นทางการเก็บขนมูลฝอย แสดงดังภาพที่ 4.11 รายละเอียดการทำงานแสดงดังตารางที่ 4.15 โดยมีรถเก็บขนมูลฝอย

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

แบ่งเป็น รถไฮดรอลิคอัดท้าย ความจุ 10 ลูกบาศก์เมตร ดังภาพที่ 4.12 จำนวน 3 คัน และรถกระบะเปิดข้างเทท้าย ความจุ 3 ลูกบาศก์เมตร แสดงภาพที่ 4.13 จำนวน 2 คัน แบ่งการทำงานเป็น 5 สาย การทำงานของรถเก็บขนขนาดใหญ่จะใช้เวลาการทำงานมากกว่ารถเก็บขนขนาดเล็ก เนื่องมาจากจำนวนจุดที่ทำการเก็บขนมูลฝอยมีจำนวนมากสอดคล้องกับความสามารถในการบดอัดมูลฝอยและปริมาตรที่รองรับได้ แต่เมื่อพิจารณาการทำงานของรถกระบะเปิดท้าย ใช้เวลาและจำนวนเที่ยวในการทำงานสูง สาเหตุเนื่องมาจากพื้นที่รับผิดชอบเป็นพื้นที่บริเวณกว้าง ซึ่งรถเก็บขนขนาดใหญ่ไม่สามารถเข้าไปทำการเก็บขนได้

**ภาพที่ 4.11** เส้นทางการเก็บขนมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จากการลงพื้นที่

**ตารางที่ 4.15** ข้อมูลการเก็บขนของรถแต่ละเส้นทางการเก็บขนในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม จากการลงพื้นที่

| เส้นทางการเก็บขน | ประเภทรถ | เจ้าหน้าที่ประจำรถ (คน)[1] | ระยะทางการเก็บขน (กม.)[2] | จำนวนจุดเก็บ | จำนวนถัง | น้ำหนักมูลฝอย (กิโลกรัม) | จำนวนเที่ยว | ระยะเวลาการทำงาน (ชม/เที่ยว)[3] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สาย 1 | รถอัดท้าย | 3 | 67.9 | 115 | 258 | 3,844 | 2 | 4.22 |
| สาย 2 | รถอัดท้าย | 3 | 67.1 | 153 | 227 | 3,790 | 1 | 5.06 |
| สาย 3 | รถอัดท้าย | 3 | 52.7 | 145 | 223 | 4,648 | 1 | 5.14 |
| สาย 4 | รถกระบะเปิดข้างเททำย | 4 | 96.5 | 61 | 85 | 1,821 | 2 | 3.12 |
| สาย 5 | รถกระบะเปิดข้างเททำย | 4 | 98.7 | 112 | 279 | 2,402 | 2 - 3 | 5.11 |

**หมายเหตุ** [1] หมายถึง จำนวนพนักงานรวมพนักงานขับรถแล้ว

[2] หมายถึง รวมระยะทางไปหลุมฝังกลบแล้ว

[3] หมายถึง รวมเวลาระหว่างถังและเวลาเก็บขน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**ตารางที่ 4.16** ข้อมูลการวิเคราะห์ต้นทุนการจัดการขยะต่อหนึ่งกิโลกรัม ปี 2548- 2552

| | ปี 2548 | ปี 2549 | ปี 2550 | ปี 2551 | ปี 2552 |
|---|---|---|---|---|---|
| ปริมาณขยะเฉลี่ยทั้งปี (กิโลกรัม) | 8,577,500 | 8,030,000 | 6,840,100 | 6,387,500 | 6,205,000 |
| ต้นทุนในการจัดเก็บขยะ (บาทต่อกิโลกรัม) | 0.650 | 0.572 | 0.705 | 0.825 | 0.778 |
| ต้นทุนในการกำจัดขยะ (บาทต่อกิโลกรัม) | 0.073 | 0.067 | 0.098 | 0.081 | 0.103 |
| ต้นทุนในการจัดการขยะ (บาทต่อกิโลกรัม) | 0.723 | 0.639 | 0.803 | 0.907 | 0.881 |

ตารางที่ 4.16 แสดงให้เห็นว่า ปี 2551 มีต้นทุนสูงสุดและเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าเกิดจากต้นทุนค่าวัสดุเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นในปีดังกล่าว และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลจากสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 พบว่าต้นทุนในการจัดการขยะของเทศบาลเมืองหลังสวน จ.ชุมพร ปี 2551 และ 2552 มีต้นทุนที่ใกล้เคียงกันคือ 0.846 และ 0.823 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ

## 4.4 การประเมินประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันของเทศบาลเมืองท่าข้าม

การศึกษาศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นและชุมชนของเทศบาลเมืองท่าข้าม ในการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน ได้เก็บข้อมูลโดยการใช้แบบสอบถามพร้อมสัมภาษณ์ โดยผู้ตอบแบบสอบถามคือ เจ้าหน้าที่กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมที่มีหน้าที่รับผิดชอบการจัดการมูลฝอยโดยตรง (ผลการตอบแบบสอบถามดังแนบในภาคผนวก ก) และได้มีการลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับจากแบบสอบถามด้วย ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ ด้วยวิธีการที่พัฒนาโดย จรีรัตน์ สกุลรัตน์ (2553) ซึ่งมีการวิเคราะห์และให้คะแนนในประเด็นย่อยในด้านต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพรวมของระบบการจัดการมูลฝอย โดยประเด็นย่อยทั้งหมดที่ประเมิน ดังแสดงในตารางที่ 4.17 ซึ่งประกอบอยู่ใน ปัจจัยหลัก 4 ด้าน คือ

1. ประสิทธิภาพของระบบการจัดการมูลฝอยทางวิศวกรรม
2. ศักยภาพองค์กรท้องถิ่นในการจัดการมูลฝอย
3. ศักยภาพของชุมชนในการจัดการมูลฝอย
4. ความร่วมมือระหว่างองค์กรท้องถิ่นและชุมชนในการจัดการมูลฝอย

**ตารางที่ 4.17** ปัจจัยหลักในการประเมินศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นและชุมชนในการจัดการมูลฝอย

| องค์ประกอบ | ประเด็นประเมิน |
|---|---|
| ระบบการจัดการมูลฝอยทางวิศวกรรม | ● ประสิทธิภาพการกักเก็บ (E1) |
| | ● ประสิทธิภาพการเก็บขน (E2) |
| | ● ประสิทธิภาพการบำบัด (E3) |
| | ● อายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบ (E4) |
| | ● ประสิทธิภาพของพื้นที่ฝังกลบ (E5) |
| | ● ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (E6) |
| ศักยภาพองค์กรท้องถิ่น | ● ประสิทธิภาพของระบบการวางแผนในปัจจุบัน (L1) |
| | ● ประสิทธิผลของระบบการวางแผนในปัจจุบัน (L2) |
| | ● งบประมาณการจัดการมูลฝอยของท้องถิ่น (L3) |
| | ● การให้ความสำคัญต่อปัญหาการจัดการมูลฝอย (L4) |
| ศักยภาพของชุมชน | ● การให้ความสำคัญต่อปัญหามูลฝอย (P1) |
| | ● ความต้องการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหามูลฝอย (P2) |
| ความร่วมมือระหว่างองค์กรท้องถิ่นและชุมชน | ● การสนับสนุนขององค์กรท้องถิ่นให้ชุมชนมีส่วนร่วมในระบบการจัดการมูลฝอย (C1) |
| | ● การมีส่วนร่วมของชุมชนในการออกแบบระบบ (C2) |
| | ● การมีส่วนร่วมของชุมชนในการเดินระบบ (C3) |
| | ● ประสิทธิภาพรวมในการเดินระบบการจัดการมูลฝอย (C4) |

โดยประเด็นย่อยต่างๆ เหล่านี้เป็นดัชนีชี้วัดหลักในการประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการมูลฝอย ที่สามารถเก็บข้อมูลได้ง่าย (ซึ่งองค์กรท้องถิ่นสามารถเก็บข้อมูลได้ด้วยตนเอง) แต่บ่งชี้ถึงความยั่งยืนของระบบการจัดการมูลฝอยได้ชัดเจนและเชื่อถือได้ในระดับที่น่าพอใจ โดยแต่ละประเด็นย่อยมีคะแนนเต็ม 1 จากนั้นจึงนำคะแนนทั้งหมดที่ได้ไปรวมเป็นคะแนนบ่งชี้ระดับความยั่งยืนของระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามในปัจจุบัน (วิธีการให้คะแนนพัฒนาโดย จรีรัตน์ สกุลรัตน์ 2553) ซึ่งผลการประเมินประเด็นต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

### 4.4.1. ประสิทธิภาพของระบบการจัดการด้านวิศวกรรม

ปัจจัยหลักนี้ประกอบด้วย 6 ประเด็นย่อย ในการประเมินประสิทธิภาพทางวิศวกรรมของระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม ตั้งแต่การกักเก็บ การเก็บขน การบำบัด และ การกำจัด เนื่องจากการกำจัดหรือฝังกลบเป็นวิธีการที่ยังคงจำเป็นต้องมีในทุกระบบการจัดการมูลฝอย ดังนั้นจึงมีการประเมินประสิทธิภาพใน 2 ด้าน โดยการให้คะแนนประเด็นย่อยทั้ง 6 ด้าน มีรายละเอียดดังนี้

**4.4.1.1. ประสิทธิภาพการกักเก็บ (E1)**

เป็นการประเมินความเพียงพอของจำนวนถังรองรับมูลฝอยที่จัดให้กับปริมาณมูลฝอยที่ต้องกักเก็บในแต่ละวัน ซึ่งสามารถประเมินได้จาก

$$E1 = \frac{\text{ปริมาตรถังรองรับมูลฝอย (ลูกบาศก์เมตร/วัน)}}{\text{ปริมาตรมูลฝอยที่ต้องกักเก็บ (ลูกบาศก์เมตร/วัน)}}$$

$$E1 = \frac{100 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วัน}}{97 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วัน}} = 1.03 = 1 \text{ คะแนน}$$

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า **จำนวนถังรองรับมูลฝอยในปัจจุบันมีเพียงพอสำหรับการกักเก็บมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชน** (ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ E1 ดังแสดงเพิ่มเติมในภาคผนวก ง)

**4.4.1.2. ประสิทธิภาพการเก็บขน (E2)**

เป็นการประเมินความเพียงพอของจำนวนรถเก็บขนมูลฝอยและจำนวนเที่ยวการเก็บขนกับปริมาณมูลฝอยที่ต้องเก็บขนในแต่ละวัน ซึ่งสามารถประเมินได้จาก

$$E2 = \frac{\text{ปริมาตรรถเก็บขนมูลฝอยทั้งหมด (ลูกบาศก์เมตร/วัน)}}{\text{ปริมาตรมูลฝอยที่ต้องเก็บขนแบบอัดแน่น (ลูกบาศก์เมตร/วัน)}}$$

$$E2 = \frac{45 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วัน}}{44.6 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วัน}} = 1.01 = 1 \text{ คะแนน}$$

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า **จำนวนรถเก็บขนมูลฝอยและจำนวนเที่ยวเก็บขนในปัจจุบันพอดีต่อปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น โดยในบางสายการเก็บขนต้องใช้แรงงานคนในการอัดมูลฝอยเพื่อให้เก็บขนมูลฝอยได้มากขึ้นเนื่องจากไม่มีกลไกอัดท้าย** (ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ E2 ดังแสดงเพิ่มเติมในภาคผนวก ง)

**4.4.1.3. ประสิทธิภาพการบำบัด (E3)**

เป็นการประเมินความเหมาะสมของเทคโนโลยีที่ใช้บำบัดมูลฝอยที่เก็บขนได้ต่อคุณสมบัติของมูลฝอย ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพทั้งทางทางกายภาพและเคมี รวมทั้งขนาดและประสิทธิภาพของเทคโนโลยีบำบัดที่ใช้ โดย

E3 = ความเหมาะสมของเทคโนโลยีบำบัดต่อลักษณะของมูลฝอย

E3 = ความเพียงพอของขนาด × ความเหมาะสมต่อคุณสมบัติ × ประสิทธิภาพในการบำบัด

แต่เนื่องจากปัจจุบัน ทางเทศบาลเมืองท่าข้าม **ไม่ได้มีการบำบัดมูลฝอยที่เก็บขนได้อย่างเป็นระบบเพื่อลดมูลฝอยที่ต้องนำไปฝังกลบ** ซึ่งในปัจจุบันนำมูลฝอยที่เก็บขนได้ทั้งหมดส่งตรงไปยังสถานที่ฝังกลบ ดังนั้น

E3 = 0 คะแนน

**4.4.1.4. อายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบ (E4)**

เป็นการประเมินอายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบในการรองรับมูลฝอยที่เกิดขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปจะออกแบบให้พื้นที่ฝังกลบสามารถรองรับมูลฝอยได้ 20 ปี ซึ่งทำให้มั่นใจได้ว่ามูลฝอยอินทรีย์มีการย่อยสลายสมบูรณ์ซึ่งสามารถทำการรื้อร่อนเพื่อนำพื้นที่กลับมาใช้ใหม่ได้ต่อไปอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น ประสิทธิภาพของพื้นฝังกลบประเมินได้จาก

$$E4 = \frac{\text{อายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบในปัจจุบัน (ปี)}}{\text{อายุการใช้งานที่ต้องการ 20 ปี}}$$

จากการเก็บข้อมูลพบว่า พื้นที่ฝังกลบปัจจุบัน เป็นพื้นที่ของเทศบาลตำบลท่าสะท้อน ซึ่งเทศบาลเมืองท่าข้ามสามารถใช้งานได้ต่อไปอีกประมาณปีครึ่ง ดังนี้

$$E4 = \frac{1.5 \text{ ปี}}{20 \text{ ปี}} = 0.07 = 0.07 \text{ คะแนน}$$

**4.4.1.5. ประสิทธิภาพของพื้นที่ฝังกลบ (E5)**

เป็นการตรวจสอบลักษณะของพื้นที่ฝังกลบที่ใช้ว่าเป็นแบบถูกสุขลักษณะหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์การตรวจสอบดังแสดงในตารางที่ 4.18 ซึ่งเป็นคุณสมบัติหลักของหลุมฝังกลบแบบถูกสุขลักษณะในปัจจุบัน

**ตารางที่ 4.18** คุณลักษณะที่เหมาะสมของหลุมฝังกลบแบบถูกสุขลักษณะ

| | **คุณลักษณะ** |
|---|---|
| 1 | มีการปูชั้นดินเหนียวและแผ่นพลาสติกด้านล่าง |
| 2 | มีระบบรวบรวมน้ำชะมูลฝอย |
| 3 | มีระบบรวบรวมก๊าซ |
| 4 | มีการปิดทับหน้าทุกวัน |
| 5 | มีระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดิน |

โดย สามารถประเมินประสิทธิภาพของพื้นที่ฝังกลบได้จาก

$$E5 = \frac{\text{จำนวนคุณลักษณะที่ถูกสุขลักษณะของพื้นที่ฝังกลบปัจจุบัน}}{\text{จำนวนคุณลักษณะที่ถูกสุขลักษณะที่ควรมีทั้งหมด}}$$

แต่เนื่องจากพื้นที่กำจัดมูลฝอยในปัจจุบันเป็น**แบบเทกองกลางแจ้ง** ซึ่งไม่มีคุณลักษณะที่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล ดังนั้น

$$E5 = \frac{0}{5} = 0 = 0 \text{ คะแนน}$$

**4.4.1.6. ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (E6)**

เป็นการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างง่ายของระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามในปัจจุบัน เนื่องจากระบบการจัดการมูลฝอยที่ดีต้องมีประสิทธิภาพทางด้านวิศวกรรมและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่จะเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของการจัดการมูลฝอยหากขาดประสิทธิภาพ ตั้งแต่ การกักเก็บ การเก็บขน การบำบัด และ การกำจัด นอกจากนี้ได้ตรวจสอบการร้องเรียนเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมด้วย ดังนั้น การศึกษานี้จึงตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างง่ายใน 5 ประเด็นย่อย ดังนั้น

$$E6 = \frac{\text{จำนวนกิจกรรมที่บ่งชี้ว่ามีการจัดการอย่างถูกสุขลักษณะของระบบปัจจุบัน}}{\text{จำนวนกิจกรรมที่บ่งชี้การจัดการอย่างถูกสุขลักษณะที่ควรมีทั้งหมด}}$$

จากการเก็บข้อมูลพบว่า กิจกรรมการกักเก็บสามารถรองรับมูลฝอยที่เกิดขึ้นได้อย่างเพียงพอ หรือไม่มีมูลฝอยกองอยู่นองถังรองรับ ส่วนกิจกรรมเก็บขนก็สามารถเก็บขนมูลฝอยที่กักเก็บอยู่ในถังทั้งหมดในวันแต่ละวัน และไม่พบการร้องเรียนถึงปัญหาขยะในพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญ แต่มีผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการกำจัดโดยการเทกองกลางแจ้ง ดังนั้น จากกิจกรรมที่บ่งชี้การดำเนินกิจกรรมอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมทั้ง 5 ประเด็นย่อย พบว่า มี 3 ประเด็นย่อยที่ถือว่ามีการปฏิบัติได้อย่างถูกสุขลักษณะ

$$E6 = \frac{3}{5} = 0.6 = 0.6 \text{ คะแนน}$$

**4.4.2. ศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นในการจัดการมูลฝอย**

ศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการจัดการมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ หน้าที่ขององค์ท้องถิ่นในการจัดการมูลฝอย คือ สร้างนโยบาย เลือกระบบการจัดการที่เหมาะสม จัดหางบประมาณ บังคับใช้กฎหมาย และสร้างความตระหนักถึงปัญหาให้แก่ชุมชน โดยสรุป องค์กรท้องถิ่นต้องปฏิบัติ 2 หน้าที่หลัก คือ วางแผน และ ปฏิบัติ จึงทำการประเมินในประเด็นต่างๆ ดังนี้

**4.4.2.1. ประสิทธิภาพระบบการวางแผนในปัจจุบัน (L1)**

เป็นการประเมินประสิทธิภาพของระบบการวางแผนการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามในปัจจุบัน โดยใช้ความสัมพันธ์ดังแสดง (จรีรัตน์ สกุลรัตน์ 2553) ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพการวางแผนขึ้นกับปัจจัยหลักๆ 6 ด้าน คือ เจ้าหน้าที่วางแผน เครื่องมือช่วยเพิ่มศักยภาพของเจ้าหน้าที่วางแผน ระบบระบบช่วยการตัดสินใจ ระบบจัดการข้อมูล ระบบการจัดการการวางแผน และ โครงสร้างบริหารขององค์กรท้องถิ่น ดังนั้น

$$L1 = PS + PSS + DSS + IMS + PMS + AS$$

เมื่อ PS = คะแนนของเจ้าหน้าที่วางแผน

PSS = คะแนนของเครื่องมือช่วยเพิ่มศักยภาพของเจ้าหน้าที่วางแผน

DSS = คะแนนของระบบระบบช่วยการตัดสินใจ

IMS = คะแนนของระบบจัดการข้อมูล

PMS = คะแนนของระบบการจัดการการวางแผน

AS = คะแนนของโครงสร้างบริหารขององค์กรท้องถิ่น

โดยการให้คะแนน ทำโดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามเพื่อจำแนกประสิทธิภาพของแต่ละองค์ประกอบตามเกณฑ์ในตารางที่ 4.19 (จรีรัตน์ สกุลรัตน์ และ โรจนัฉริย์ ด่านสวัสดิ์ 2553; Sakulrat & Darnsawasdi 2011)

**ตารางที่ 4.19** เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพองค์ประกอบหลักของระบบวางแผนการจัดการมูลฝอย

| องค์ประกอบ | ระดับของประสิทธิภาพ | | |
|---|---|---|---|
| | ดี (G) | พอใช้ (F) | ไม่ดี (P) |
| เจ้าหน้าที่วางแผน | มีเจ้าหน้าที่วางแผน มากกว่า 1 คน | มีเจ้าหน้าที่วางแผน 1 คน | ไม่มีเจ้าหน้าที่วางแผน |
| เครื่องมือช่วยเพิ่มศักยภาพเจ้าหน้าที่วางแผน | มีงบประมาณ เครื่องมือช่วย และ การอบรม เพื่อการวางแผน | มีงบประมาณ หรือ เครื่องมือช่วย หรือ การอบรม เพื่อการวางแผน | ไม่มีงบประมาณ เครื่องมือช่วย และ การอบรม เพื่อการวางแผน |
| ระบบช่วยการตัดสินใจ | มีข้อมูลพื้นฐานสำหรับการตัดสินใจ ใช้เกณฑ์ประเมิน 4 ด้าน* มีการระดมสมอง และมีการรับฟังความคิดเห็นจากชุมชน | มีข้อมูลพื้นฐานสำหรับการตัดสินใจบางส่วน หรือไม่ใช้เกณฑ์ประเมิน 4 ด้าน* หรือไม่มีการระดมสมอง หรือ รับฟังความคิดเห็นจากชุมชน | ไม่มีข้อมูลพื้นฐานสำหรับการตัดสินใจ ไม่ใช้เกณฑ์ประเมิน 4 ด้าน* ไม่มีการระดมสมอง และไม่มีการรับฟังความคิดเห็นของชุมชน |
| ระบบการจัดการข้อมูล | มีข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นทั้งหมดและมีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ | มีข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นบางส่วนหรือไม่ได้มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ | มีข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นเล็กน้อยหรือไม่ได้มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ |
| ระบบการจัดการการวางแผน | มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบการวางแผนทั้งหมดและมีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ | มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบการวางแผนบางส่วนหรือไม่มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ | มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบการวางแผนเล็กน้อยหรือไม่มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ |
| โครงสร้างองค์กรท้องถิ่น | โครงสร้างบริหารขององค์กรเอื้อต่อการวางแผน | | โครงสร้างบริหารขององค์กรไม่เอื้อต่อการวางแผน |

จากนั้นจึงนำคะแนนของแต่ละองค์ประกอบตามระดับประสิทธิภาพที่ประเมินได้ตามตารางที่ 4.21 ซึ่งพัฒนาโดย จรีรัตน์ สกุลรัตน์ 2553 ไปคำนวณหาประสิทธิภาพของระบบการวางแผน โดยมีเกณฑ์ในการคำนวณว่าหากผลรวมของ PS, PSS และ DSS น้อยกว่า 0.595 คะแนนประสิทธิภาพของระบบการวางแผนจะเท่ากับผลรวมของคะแนนเฉพาะ 3 องค์ประกอบนี้ แต่ถ้าผลรวมของ PS, PSS และ DSS มากกว่า 0.595 คะแนนประสิทธิภาพของระบบการวางแผนจะเท่ากับผลรวมของคะแนนของทั้ง 6 องค์ประกอบ (จรีรัตน์ สกุลรัตน์ 2553)

**ตารางที่ 4.20** เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละองค์ประกอบของระบบการวางแผนตามระดับประสิทธิภาพ

| องค์ประกอบ | ระดับของประสิทธิภาพ | | |
|---|---|---|---|
| | ดี (G) | พอใช้ (F) | ไม่ดี (P) |
| เจ้าหน้าที่วางแผน (PS) | 0.305 | 0.290 | 0 |
| เครื่องมือช่วยเพิ่มศักยภาพเจ้าหน้าที่วางแผน (PSS) | 0.155 | 0.140 | 0 |
| ระบบช่วยการตัดสินใจ (DSS) | 0.145 | 0.130 | 0 |
| ระบบการจัดการข้อมูล (IMS) | 0.140 | 0.100 | 0 |
| ระบบการจัดการการวางแผน (PMS) | 0.130 | 0.080 | 0 |
| โครงสร้างองค์กรท้องถิ่น (AS) | 0.125 | 0.060 | 0 |
| | 1.000 | 0.815 | 0 |

ซึ่งผลการประเมินประสิทธิภาพของแต่ละองค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ 4.21 ซึ่งพบว่าคะแนนรวมของ 3 องค์ประกอบ (PS, PSS, DSS) น้อยกว่า 0.595

**ตารางที่ 4.21** ผลการประเมินประสิทธิภาพแต่ละองค์ประกอบของระบบการวางแผนการจัดการมูลฝอย

| องค์ประกอบ | ระดับของประสิทธิภาพ | คะแนนรวม 3 องค์ประกอบ |
|---|---|---|
| เจ้าหน้าที่วางแผน (PS) | F (0.295) | 0.425 < 0.595 |
| เครื่องมือช่วยเพิ่มศักยภาพเจ้าหน้าที่วางแผน (PSS) | P (0.000) | |
| ระบบช่วยการตัดสินใจ (DSS) | F (0.130) | |
| ระบบการจัดการข้อมูล (IMS) | F (0.100) | |
| ระบบการจัดการการวางแผน (PMS) | P (0.000) | |
| โครงสร้างองค์กรท้องถิ่น (AS) | F (0.060) | |

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ดังนั้น

$$L1 = 0.425 = 0.425 \text{ คะแนน}$$

**4.4.2.2. ประสิทธิผลของระบบการวางแผน (L2)**

เมื่อนำคะแนนของระบบการวางแผนที่ได้ (L1) มาเปรียบเทียบกับระดับความสามารถที่ระบบการวางแผนของเทศบาลเมืองท่าข้ามควรทำได้ดังแสดงในตารางที่ 4.22 (ซึ่งพัฒนาโดย จรีรัตน์ สกุลรัตน์ 2553) พบว่า ศักยภาพของระบบการวางแผนการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันของเทศบาลเมืองท่าข้ามควรสร้างแผนการจัดการมูลฝอยด้วยตนเองได้อย่างน้อย 1 แผน

**ตารางที่ 4.22** ประสิทธิผลของระบบการวางแผนที่ควรจะเป็นตามระดับคะแนนประเมินที่ได้

| คะแนนของระบบการวางแผน | จำนวนแผนที่ควรสร้างได้ |
|---|---|
| > 0.635 | 3 |
| 0.575-0.635 | 2 |
| 0.420-0.505 | 1 |
| <0.355 | 0 |

**หมายเหตุ** องค์กรท้องถิ่นควรมีแผน 3 ระดับในการจัดการมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ คือ แผนกลยุทธ์ แผนระยะกลาง 3 ปี และแผนปฏิบัติการ

แต่จากการเก็บข้อมูลพบว่า เทศบาลเมืองท่าข้าม ไม่มีแผนการจัดการมูลฝอยที่สร้างด้วยตนเอง แสดงว่าเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการวางแผนไม่ได้ใช้ศักยภาพที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น

$$L2 = \frac{\text{จำนวนแผนการจัดการมูลฝอยที่จัดทำโดยองค์กรท้องถิ่น}}{\text{จำนวนแผนการจัดการมูลฝอยที่องค์กรท้องถิ่นควรจัดทำได้ตามศักยภาพที่มี}}$$

$$L2 = \frac{0}{1} = 0 = 0 \text{ คะแนน}$$

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**4.4.2.3. งบประมาณการจัดการมูลฝอยของท้องถิ่น (L3)**

เนื่องจากงบประมาณที่เพียงพอเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อองค์กรท้องถิ่นทั้งสำหรับการจัดซื้อ การเดินระบบ และการซ่อมบำรุง ดังนั้น จึงมีการสอบถามเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องถึงความเพียงพอของงบประมาณต่อการเดินระบบการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน ซึ่งพบว่า งบประมาณที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นไม่เพียงพอสำหรับการเดินระบบการจัดการมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการเดินระบบจัดการมูลฝอยโดยทั่วไปจะมีค่าระหว่าง 500 – 1,500 บาทต่อตันขยะ (มูลนิธิเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและและพลังงาน 2553) โดยในงานวิจัยเลือกค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดในการวิเคราะห์ ดังนั้น

$$L3 = \frac{\text{งบประมาณสำหรับการเดินระบบ}}{\text{ค่าใช้จ่ายสำหรับเดินระบบ}}$$

$$L3 = \frac{100{,}000 \text{ บาท/ปี}}{500 \text{ บาท/ตัน} \times 16.5 \text{ ตัน/วัน} \times 365 \text{ วัน/ปี}} = 0.03 = 0.03 \text{ คะแนน}$$

**4.4.2.4. การให้ความสำคัญต่อปัญหาการจัดการมูลฝอย (L4)**

เป็นการประเมินระดับการให้ความสำคัญต่อปัญหามูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองท่าข้าม โดยตรวจสอบจากกิจกรรมที่ควรมีการปฏิบัติเพื่อบ่งบอกการให้ความสำคัญต่อปัญหามูลฝอย ดังนี้

1. มีการรณรงค์ส่งเสริมการคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด
2. มีการให้ถังสำหรับแยกมูลฝอยที่ครัวเรือน
3. มีรถเก็บขนเฉพาะสำหรับมูลฝอยที่แยก ณ แหล่งกำเนิด
4. มีนโยบายที่ให้ความสำคัญต่อการแก้ปัญหามูลฝอย
5. มีแนวคิดที่จะนำวิธีการใหม่ๆ มาใช้จัดการมูลฝอยในพื้นที่

ซึ่งจากการเก็บข้อมูลพบว่า มีการปฏิบัติกิจกรรมข้างต้นเพียง 1 กิจกรรม เท่านั้น ดังนั้น

$$L4 = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ คะแนน}$$

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**4.4.3. ศักยภาพของชุมชนในการจัดการมูลฝอย**

ระบบการจัดการมูลฝอยที่ยั่งยืนต้องการชุมชนที่มีความตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาและต้องการให้ความร่วมมือกับกิจกรรมที่แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้น จึงประเมินใน 2 ประเด็นย่อยนี้

**4.4.3.1. การให้ความสำคัญต่อปัญหามูลฝอย (P1)**

เป็นการประเมินความตระหนักถึงปัญหามูลฝอยที่เกิดขึ้นของชุมชน โดยตรวจสอบจากแบบสอบถามและการเก็บข้อมูลในพื้นที่ ใน 2 ประเด็นคือ จำนวนชุมชนที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมรณรงค์การลดการเกิดมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด และ ความเห็นของเทศบาลเมืองท่าข้ามถึงความตระหนักของชุมชนต่อปัญหาในปัจจุบัน และจากการเก็บข้อมูลพบว่า ชุมชนมีความตระหนักในปัญหามูลฝอยแต่ไม่มีชุมชนใดรณรงค์อย่างจริงๆ ในการลดการเกิดมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด ดังนั้น

$$P1 = \frac{\text{ร้อยละของชุมชนที่มีกิจกรรมรณรงค์การลดมูลฝอย + ความตระหนักของชุมชน}}{2}$$

$$P1 = \frac{0+1}{2} = 0.5 \text{ คะแนน}$$

**4.4.3.2. การให้ความสำคัญต่อปัญหาการจัดการมูลฝอย (P2)**

เป็นการประเมินการมีส่วนร่วมในการจัดการมูลฝอยของชุมชนจากประเด็นย่อยทั้งหมด 4 ประเด็น คือ การดำเนินกิจกรรม การเก็บขน การคัดแยก และ การหมักทำปุ๋ย ณ แหล่งกำเนิด และ การมีส่วนร่วมในกิจกรรมโดยรวมของเทศบาลเมืองท่าข้ามในการจัดการมูลฝอย โดยจากการสอบถามเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเช่นกัน ซึ่งพบว่า ไม่มีชุมชนใดมีส่วนร่วมในการเก็บขน มีชุมชนจำนวน 17 ชุมชน มีกิจกรรมคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด แต่มีเพียง 3 ชุมชน ที่มีกิจกรรมการหมักทำปุ๋ย ณ แหล่งกำเนิด แต่อย่างไรก็ตาม ในภาพรวมพบว่าชุมชนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหามูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม ดังนั้น

$$P2 = \frac{\text{ร้อยละของชุมชนที่มีการเก็บขน การคัดแยก และการทำปุ๋ย + การมีส่วนร่วมของชุมชน}}{4}$$

$$P2 = \frac{0+0.77+0.16+1}{4} = 0.48$$

**4.4.4. ความร่วมมือระหว่างองค์กรท้องถิ่นและชุมชน**

นอกจาก การมีเทคโนโลยีที่เหมาะสม มีองค์กรท้องถิ่นที่มีศักยภาพ และมีชุมชนที่เข้มแข็งแล้ว สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งต่อการมีระบบการจัดการมูลฝอยที่ยั่งยืนคือ การที่ทั้ง 3 องค์ประกอบหลักนี้สามารถทำงานประสานกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะทำการประเมินจากประเด็นต่างๆ ดังนี้

**4.4.4.1. การสนับสนุนขององค์กรท้องถิ่นให้ชุมชนมีส่วนร่วมในระบบการจัดการมูลฝอย (C1)**

ทำการสอบถามเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องถึง การที่เทศบาลเมืองท่าข้ามรณรงค์ให้ชุมชนทั้ง 22 ชุมชน มามีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาอย่างจริงจัง ซึ่งพบว่า ไม่ได้มีกิจกรรมในส่วนนี้ ดังนั้น

C1 = 0 คะแนน

**4.4.4.2. การมีส่วนร่วมของชุมชนในการออกแบบระบบ (C2)**

ทำการสอบถามเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องถึง การมีส่วนร่วมของชุมชนในกระบวนการวางแผนระบบการจัดการมูลฝอย ซึ่งชุมชนควรมีส่วนร่วมใน 3 กิจกรรมหลัก คือ (1) การเลือกระบบการจัดการมูลฝอยสำหรับท้องถิ่นตนเอง, (2) การระดมความคิดเห็นของชุมชนก่อนการตัดสินใจเลือกระบบการจัดการ, และ (3) การทำแผนกลยุทธ์ ซึ่งพบว่า ชุมชนไม่ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมวางแผนเหล่านี้ (ส่วนหนึ่งเนื่องจากเทศบาลไม่ได้มีการจัดทำแผนการจัดการมูลฝอย) ดังนั้น

C2 = 0 คะแนน

**4.4.4.3. การมีส่วนร่วมของชุมชนในการดำเนินระบบ (C3)**

ทำการสอบถามเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องถึง การมีส่วนร่วมของชุมชนในการดำเนินระบบการจัดการมูลฝอยในพื้นที่ ซึ่งกระบวนการที่ชุมชนสามารถมีส่วนร่วมได้คือ (1) การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด, (2) การเก็บขน, (3) การรวบรวมเพื่อนำไปขาย และ (4) การนำเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ยหรือน้ำหมักชีวภาพ ซึ่ง จากการเก็บข้อมูลพบว่า ชุมชนมีส่วนร่วมอย่างจริงจังใน 1 กิจกรรมคือ การนำเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ยหรือน้ำหมักชีวภาพ ดังนั้น

$$C3 = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ คะแนน}$$

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

#### 4.4.4.4. ประสิทธิภาพรวมในการดำเนินระบบการจัดการมูลฝอย (C4)

เป็นการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของระบบการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน โดยสอบถามเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องว่าในปัจจุบันและลงพื้นที่เก็บ มีการร้องเรียนเกี่ยวกับข้อมูลใน 4 ประเด็น คือ (1) ศักยภาพของเทศบาลเมืองท่าข้ามในการออกแบบระบบการจัดการมูลฝอย (2) ศักยภาพของเทศบาลเมืองท่าข้ามในการเดินระบบการจัดการมูลฝอย (3) ระบบการจัดการมูลฝอยที่เลือกเหมาะสมกับบริบทท้องถิ่น และ (4) การร้องเรียนของชุมชนต่อการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม

ซึ่งจากข้อมูลพบว่า เทศบาลเมืองท่าข้ามขาดศักยภาพในการออกแบบและเดินระบบการจัดการมูลฝอย แต่อย่างไรก็ตาม ไม่มีการร้องเรียนที่เป็นปัญหาที่แก้ไขไม่ได้หรืออาจกล่าวได้ว่า ถึงแม้ว่าระบบการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันจะไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร แต่เทศบาลเมืองท่าข้ามก็ยังสามารถจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะนี้ได้ ดังนั้น

$$C4 = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ คะแนน}$$

#### 4.4.5. ประสิทธิภาพรวมของระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามในปัจจุบัน

เมื่อได้คะแนนจากการประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการมูลฝอยตามปัจจัยย่อยทั้งหมด 16 ประเด็นแล้ว จึงนำมาวิเคราะห์หาระดับความยั่งยืนของระบบการจัดการมูลฝอยเทศบาลเมืองท่าข้ามในปัจจุบัน โดยการคำนวณดังแสดงผลในตารางที่ 14.23 (โดยมีการให้น้ำหนักประเด็นการประเมินตามความสำคัญต่อประสิทธิภาพของระบบการจัดการมูลฝอย) (จรีรัตน์ สกุลรัตน์ 2553)

$$\text{Sustainability Level} = ES + LAC + PP + CB \leq 1$$

เมื่อ ES = ระบบการจัดการมูลฝอยทางวิศวกรรม = E1 + E2 + E3 + E4 + E5 + E6

LAC = ศักยภาพองค์กรท้องถิ่น = L1 + L2 + L3 + L4

PP = ศักยภาพของชุมชน = P1 + P2

CB = ความร่วมมือระหว่างองค์กรท้องถิ่นและชุมชน = C1 + C2 + C3 + C4

**ตารางที่ 14.23** ผลการประเมินระดับความยั่งยืนของระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม

| องค์ประกอบ | ประเด็นการประเมิน | คะแนนที่ได้ (เต็ม 1) | ค่าน้ำหนักของแต่ละประเด็น | ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย | คะแนนรวมแต่ละองค์ประกอบ |
|---|---|---|---|---|---|
| ระบบการจัดการมูลฝอยทางวิศวกรรม | E1 | 1.00 | 0.10 | 0.25 | 0.07 |
| | E2 | 1.00 | 0.10 | | |
| | E3 | 0.00 | 0.10 | | |
| | E4 | 0.07 | 0.30 | | |
| | E5 | 0.00 | 0.30 | | |
| | E6 | 0.60 | 0.10 | | |
| ศักยภาพองค์กรท้องถิ่น | L1 | 0.43 | 0.35 | 0.25 | 0.06 |
| | L2 | 0.00 | 0.15 | | |
| | L3 | 0.03 | 0.15 | | |
| | L4 | 0.20 | 0.35 | | |
| ศักยภาพของชุมชน | P1 | 0.50 | 0.50 | 0.25 | 0.12 |
| | P2 | 0.48 | 0.50 | | |
| ความร่วมมือระหว่างองค์กรท้องถิ่นและชุมชน | C1 | 0.00 | 0.25 | 0.25 | 0.03 |
| | C2 | 0.00 | 0.25 | | |
| | C3 | 0.25 | 0.25 | | |
| | C4 | 0.25 | 0.25 | | |
| **รวม** | | | | | **0.28** |

คะแนนรวมแต่ละหลักปัจจัย

= ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย × ∑(ค่าน้ำหนักแต่ละประเด็น × คะแนนที่ได้แต่ละประเด็น)

ปัจจัยหลักทางวิศวกรรม

= 0.25 × (0.1×1.0 + 0.1×1.0 + 0.1×0 + 0.3×0.07 + 0.3×0 +0.1×0.06) = 0.07

ปัจจัยหลักทางประสิทธิภาพขององค์กรท้องถิ่น

= 0.25 × (0.35×0.43 + 0.15×0 + 0.15×0.3 + 0.35×0.2) = 0.06

ปัจจัยหลักทางการมีส่วนร่วมของชุมชน

$= 0.25 \times (0.5 \times 0.5 + 0.5 \times 0.48) = 0.12$

ปัจจัยหลักในการร่วมกันขององค์กรท้องถิ่นและชุมชน

$= 0.25 \times (0.25 \times 0 + 0.25 \times 0 + 0.25 \times 0.25 + 0.25 \times 0.25) = 0.03$

ดังนั้น

$$\text{Sustainability score} = 0.07 + 0.06 + 0.12 + 0.03 = 0.28$$

และเมื่อนำคะแนนความยั่งยืนของระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามที่คำนวณได้ (0.28) ไปเปรียบเทียบกับระดับประสิทธิภาพดังแสดงในตารางที่ 14.24 (ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาประสิทธิภาพขององค์กรท้องถิ่นในประเทศไทยกว่า 70 แห่ง ทั่วประเทศ โดย จรีรัตน์ สกุลรัตน์ 2553) พบว่า อยู่ในช่วง ระดับที่ 2 คือ มีระบบการกักเก็บและเก็บขน ที่เพียงพอต่อปริมาณขยะที่เกิดขึ้น แต่อาจไม่สม่ำเสมอ ขาดประสิทธิภาพ เนื่องจาก ไม่มีรถเก็บขนสำรองหากมีเกิดการชำรุด และขาดระบบการกำจัดอย่างถูกสุขลักษณะ ซึ่งสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน จึงแสดงให้เห็นว่า **ผลการวิเคราะห์ระดับความยั่งยืน หรือประสิทธิภาพรวมของระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามในปัจจุบันจากข้อมูลที่ได้ มีความน่าเชื่อถือในระดับที่น่าพอใจ**

**ตารางที่ 14.24** คำอธิบายระดับความยั่งยืนของระบบการจัดการมูลฝอยตามคะแนนความยั่งยืน

| ระดับประสิทธิภาพ | คำอธิบาย | คะแนนความยั่งยืน |
|---|---|---|
| 0 | ไม่มีระบบในพื้นที่ | 0.04 – 0.21 |
| 1 | มีระบบ แต่ไม่เพียงพอ (จำนวนถังขยะ รถเก็บขนขยะ ไม่เพียงพอต่อปริมาณขยะที่เกิดขึ้น) | 0.25 – 0.28 |
| 2 | มีระบบ แต่ไม่สม่ำเสมอ (ไม่สามารถเก็บขนได้ตามวันและเวลาที่กำหนด) | 0.28 – 0.44 |
| 3 | มีระบบ แต่ไม่ถูกสุขลักษณะ (มีปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะด้านอื่นๆ เช่น น้ำเสีย อากาศเสีย) | 0.40 – 0.52 |
| 4 | มีระบบ แต่ไม่ยั่งยืน (สามารถรองรับขยะที่เกิดขึ้นได้อีกไม่เกิน 10 ปี) | 0.59 – 0.78 |
| 5 | มีระบบ เพียงพอ สม่ำเสมอ ถูกสุขลักษณะ และยั่งยืน (สามารถรองรับขยะที่เกิดขึ้นได้นานกว่า 20 ปี) | 0.93 |

จากการประเมินประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม ทั้ง 4 ด้านหลัก พบว่า ระบบการจัดการขั้นพื้นฐานในเรื่องการกักเก็บและเก็บขนทำได้ดี แต่มีปัญหาในด้านการกำจัดเนื่องจากขาดพื้นที่ฝังกลบเป็นของตนเองและเป็นการกำจัดแบบเทกองกลางแจ้ง ซึ่งสาเหตุมาจากการขาดประสิทธิภาพในด้านการวางแผนของเทศบาลเมืองท่าข้าม และ ขาดงบประมาณสำหรับการเดินระบบอย่างเพียงพอ อีกทั้งยังขาดการทำงานประสานกันกับชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ และจุดแข็งที่พบได้ของระบบการจัดการมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามนี้คือ การมีชุมชนที่ตระหนักในปัญหาและต้องการแก้ไขปัญหาในระดับที่ดีพอสาสมัครหมู่บ้านควร ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามจำเป็นต้องแก้ไขที่จุดอ่อนที่พบเหล่านี้

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันเทศบาลเมืองท่าข้ามดำเนินการจัดการด้านการจัดการมูลฝอย ด้วยการเทกอง (Open dump) ในพื้นที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลท่าสะท้อน ที่มีระยะห่างจากเทศบาลเมืองท่าข้ามราว 40 กิโลเมตร เนื่องจากทางเทศบาลไม่มีพื้นที่ที่สามารถดำเนินการในเขตเทศบาล อีกทั้งพื้นที่ทิ้งขยะมูลฝอยในปัจจุบันตั้งอยู่ในสถานที่ไม่เหมาะสม คือ ตั้งอยู่ใต้สายส่งไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งได้รับหนังสือการร้องเรียนและคำเตือนจากการไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง รวมถึงพื้นที่ดังกล่าวมีข้อจำกัดไม่เพียงพอกับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น อีกทั้งกำลังประสบปัญหาการจัดหาพื้นที่ใหม่สำหรับการก่อสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอย แต่เนื่องจากการขาดข้อมูลสนับสนุนทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ของมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ รวมถึงประสิทธิภาพและศักยภาพในการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันเพื่อใช้ในการพัฒนาและวางแผนการจัดการที่มูลฝอยที่เกิดขึ้นและคาดว่าจะเกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ปริมาณและองค์ประกอบมูลฝอยแตกต่างกันตามกิจกรรมของแหล่งกำเนิด ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นสูงสุดตามแหล่งกำเนิด คือ จากแหล่งชุมชนที่อยู่อาศัย ตลาดสด สถาบันการศึกษา เขตพาณิชย-กรรมหนาแน่น และภาคอุตสาหกรรมเป็นร้อยละ 73, 10, 8, 7 และ 2 ตามลำดับ มีอัตราการผลิตมูลฝอยอยู่ระหว่าง 0.47 – 1.56 กิโลกรัมต่อคน อัตราการผลิตมูลฝอยเฉลี่ยเป็น 0.81 กิโลกรัมต่อคน ซึ่งมีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้นเฉลี่ย 16.5 ตันต่อวัน ค่าความหนาแน่นปกติอยู่ระหว่าง 131.98 – 212.64 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความหนาแน่นปกติเฉลี่ยเป็น 160 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความชื้นระหว่างร้อยละ 46.7 – 70.9 และค่าความชื้นเฉลี่ยเป็นร้อยละ 60 เนื่องจากเทศบาลเมืองท่าข้ามมีลักษณะเป็นจุดศูนย์กลางการคมนาคมเพื่อเป็นเส้นทางผ่านไปยังอำเภอและจังหวัดอื่น อีกทั้งการเจริญเติบโตของเมืองค่อนข้างคงที่ทำให้ในระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรค่อนข้างคงที่ ทำให้สามารถคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยในระยะเวลา 20 ปีข้างหน้าประมาณ 20 ตันต่อวัน อย่างไรก็ตาม อัตราการผลิตมูลฝอยบางชุมชนไม่สัมพันธ์กับจำนวนประชากร หากแต่สัมพันธ์กับพฤติกรรมผู้บริโภค ดัชนีราคาผู้บริโภค และอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

ซึ่งการหาอัตราการผลิตมูลฝอยสามารถหาได้จากปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์สังคมของพื้นที่นั้นๆ (Mahamah D. S., 2009) โดยมีองค์ประกอบทางกายภาพ 3 องค์ประกอบหลัก คือ เศษอาหาร กระดาษ และพลาสติกเป็นร้อยละ 59.52±11.76 19.24±5.32 และ 7.13±2.15 ตามลำดับ ซึ่งประเด็นที่น่าสนใจจากการศึกษาองค์ประกอบกายภาพของมูลฝอย พบว่า สัดส่วนการคัดแยกมูลฝอยจากต้นทางค่อนข้างต่ำ รวมถึงสัดส่วนปริมาณของมูลฝอยอันตรายที่พบจากภาคอุตสาหกรรมเฉลี่ยร้อยละ 8 มาจากกลุ่มผ้าอนามัยและผ้าอ้อมสำเร็จรูป จากกลุ่มคนงานที่อาศัยภายในโรงงานอุตสาหกรรม รวมถึงมูลฝอยอันตรายจากชุมชนเฉลี่ยร้อยละ 1.76 จากกระป๋องสเปรย์ หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย และ มูลฝอยติดเชื้อ เช่น ผ้าอนามัย ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าประชาชนยังขาดความเข้าใจและการตระหนักต่อการทิ้งมูลฝอยอันตรายร่วมกับมูลฝอยชุมชน อีกทั้งการขาดจุดรับทิ้งและการดำเนินการต่อจากภาครัฐ

สำหรับองค์ประกอบมูลฝอยทางเคมีเพื่อใช้ในการประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดการมูลฝอยข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีของมูลฝอย มีความสำคัญในการประเมินความเป็นไปได้ของการเลือกรูปแบบหรือการออกแบบวิธีการกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสม เช่น การพิจารณาใช้วิธีการเผาเป็นวิธีกำจัดมูลฝอยเพื่อนำเอาพลังงานความร้อนมาใช้ประโยชน์ การพิจารณาค่าความชื้นและค่าองค์ประกอบด้านเคมี ได้แก่ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจนในขยะอินทรีย์ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกใช้ระบบหมักปุ๋ย จากผลการทดสอบด้วยวิธี Bomb Calorimeter จะได้ค่าความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 5,219.1 แคลอรี่ต่อกรัม เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณค่าความร้อนโดยใช้สูตรของดูลองและวิธีการประเมินจากองค์ประกอบของมูลฝอย เท่ากับ 1,880.8 แคลอรี่ต่อกรัม และ 2,821.4 แคลอรี่ต่อกรัม ตามลำดับ สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ของมูลฝอยชุมชนจากรถเก็บขนมูลฝอยและจากแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ อยู่ในช่วง 12 - 22 โดยค่าที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 20-30 ซึ่งมีเพียงมูลฝอยจากแหล่งสถาบันการศึกษาและตลาดสด เท่านั้นที่มีค่า C/N Ratio อยู่ในช่วงที่เหมาะสมในการทำปุ๋ย

การประเมินประสิทธิภาพการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี สามารถจำแนกตามกระบวนการจัดการตั้งแต่การคัดแยกที่แหล่งกำเนิด การเก็บกัก การเก็บขนและการกำจัด ดังนี้

1. การคัดแยกที่แหล่งกำเนิด การมีส่วนร่วมของชุมชนกับการดำเนินงานของเทศบาลเมืองท่าข้าม รวมถึงการรณรงค์ส่งเสริมการคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มมูลฝอยอินทรีย์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ชุมชนมีความตระหนักในปัญหามูลฝอยแต่ไม่มีชุมชนใดรณรงค์อย่างจริงๆ ในการลดการเกิดมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด ซึ่งมีเพียง 3 ชุมชนเท่านั้นที่สามารถเป็นชุมชนนำร่องในการดำเนินการคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด คือ ชุมชนเจริญลาภ ชุมชนดรุโนทัยและชุมชนท่าล้อน

2. การเก็บกักและการเก็บขน ปัจจุบันประชาชนในเขตเทศบาลทิ้งมูลฝอยลงในถังรองรับที่ทางเทศบาลจัดเตรียมไว้ให้ ซึ่งเป็นถังเดี่ยว ไม่มีการรองรับการคัดแยกมูลฝอย และจำนวนถังรองรับมูลฝอยในปัจจุบันมีเพียงพอสำหรับการกักเก็บมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชน จำนวนรถเก็บขนมูลฝอยและจำนวนเที่ยวเก็บขนในปัจจุบันพอดีต่อปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น โดยในบางสายการเก็บขนต้องใช้แรงงานคนในการอัดมูลฝอยเพื่อให้เก็บขนมูลฝอยได้มากขึ้นเนื่องจากไม่มีกลไกอัดท้าย ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพในระยะยาวของผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงรถเก็บขนไม่รองรับการจัดเก็บแยกชนิดมูลฝอย

3. การกำจัด ในปัจจุบันเทศบาลเมืองท่าข้าม ไม่ได้มีการบำบัดมูลฝอยที่เก็บขนได้อย่างเป็นระบบ เพื่อลดมูลฝอยที่ต้องนำไปฝังกลบและพื้นที่กำจัดมูลฝอยในปัจจุบันเป็นแบบเทกองกลางแจ้ง ซึ่งไม่มีคุณลักษณะที่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล รวมถึงลักษณะของพื้นที่ไม่เหมาะสมต่อการดำเนินการพื้นที่ฝังกลบคือ ตั้งอยู่ใต้สายส่งไฟฟ้าแรงสูง

จากการประเมินประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม พบว่า ระบบการจัดการขั้นพื้นฐานในเรื่องการกักเก็บและเก็บขนทำได้ดี แต่มีปัญหาในด้านการกำจัดเนื่องจากขาดพื้นที่ฝังกลบเป็นของตนเองและเป็นการกำจัดแบบเทกองกลางแจ้ง ซึ่งสาเหตุมาจากการขาดประสิทธิภาพในด้านการ

วางแผนของเทศบาลเมืองท่าข้าม และ ขาดงบประมาณสำหรับการเดินระบบอย่างเพียงพอ อีกทั้งยังขาดการทำงานประสานกันกับชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ และจุดแข็งที่พบได้ของระบบการจัดการมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามนี้คือ การมีชุมชนที่ตระหนักในปัญหาและต้องการแก้ไขปัญหาในระดับที่ดีพอสาสมัครหมู่บ้านควร ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามจำเป็นต้องแก้ไขที่จุดอ่อนที่พบเหล่านี้

**ข้อเสนอแนะของการจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม**

เทศบาลเมืองท่าข้ามต้องมีแผน 3 ระดับในการจัดการมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ คือ แผนกลยุทธ์ แผนระยะกลาง 5 ปี และแผนปฏิบัติการในการจัดการมูลฝอย รวมถึงการตั้งคณะทำงานดำเนินการร่วมกันจากเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองท่าข้าม และผู้นำชุมชนหรือตัวแทนชุมชน การดำเนินการควรใช้หลักการของโครงการจัดการมูลฝอยโดยชุมชน (Community Basted Solid Waste Management: CBM) ที่ดำเนินงานพร้อมจัดทำแผนปฏิบัติการด้านการจัดการมูลฝอยโดยชุมชนในพื้นที่ที่รับผิดชอบ ให้แก่ผู้นำชุมชนในชุมชนเป้าหมาย และสร้างเครือข่ายชุมชนน่าอยู่ ชุมชนปลอดขยะและเป็นชุมชนพี่เลี้ยงให้กับชุมชนอื่น โดยทางเทศบาลเป็นผู้กำกับดูแลและสนับสนุน ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน ให้มีบทบาทสำคัญในการจัดการมูลฝอยในชุมชนของตนเอง โดยการสร้างความตระหนักในสภาพปัญหา ร่วมคิดค้นหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา และตัดสินใจเลือกวิธีการดำเนินการจัดการมูลฝอยในชุมชน และร่วมดำเนินการตามแนวทางที่ชุมชนกำหนดร่วมกัน รวมถึงการสื่อสารกันอย่างชัดเจนระหว่างเทศบาลเมืองท่าข้ามกับชุมชน และมีวิทยากรกระบวนการเพื่อทำหน้าที่สื่อสารกับประชาชนและดำเนินการสร้างการมีส่วนร่วม ตั้งแต่ร่วมคิด ร่วมตัดสินใจ ร่วมดำเนินการ และร่วมแก้ไขปัญหา โดยมีแนวทางของแผนการดำเนินการและกลุ่มเป้าหมายและผู้รับผิดชอบแสดงดังตารางที่ 5.1

**ตารางที่ 5.1** แนวทางแผนการดำเนินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม

| แนวทางการดำเนินการ | รูปแบบกิจกรรม | กลุ่มเป้าหมาย | ผู้รับผิดชอบโครงการ |
|---|---|---|---|
| 1. การเพิ่มประสิทธิภาพการคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด | 1.1 ส่งเสริมสนับสนุนและขยายผลพื้นที่นำร่องของชุมชน 3 ชุมชน คือ ชุมชนเจริญลาภ ชุมชนตรุโนทัยและชุมชนท่าล้อน | กลุ่มประชาชนในชุมชนเจริญลาภ ชุมชนตรุโนทัยและชุมชนท่าล้อน | เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ผู้นำชุมชน |
| | 1.2 ส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมในพื้นที่ที่มีการผลิตมูลฝอยในปริมาณสูงเพื่อเป็นชุมชนนำร่อง 2 ชุมชน คือ ชุมชนศรีพุนพินและชุมชนบ้านกลาง<br>-ให้ความรู้และสนับสนุนการคัดแยกมูลฝอยอินทรีย์ในกลุ่มผู้ประกอบการในตลาด<br>-มีการจัดวางถังรองรับเฉพาะจุดในบริเวณพื้นที่ตลาด<br>- มีการดำเนินการแบ่งประเภทมูลฝอยตามชนิดของถังขยะ<br>-มีการจัดเส้นทางการเดินรถเฉพาะเส้นทางและจัดเก็บตามชนิด/ประเภทของมูลฝอย | กลุ่มประชาชนในชุมชนศรีพุนพินและชุมชนบ้านกลาง<br>-ผู้ประกอบการในตลาด<br>-ประชาชนและเจ้าหน้าที่เทศบาล<br>-เจ้าหน้าที่เทศบาล | เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ผู้นำชุมชน |
| | 1.3 ให้ความรู้ สร้างจิตสำนึก และส่งเสริมกิจกรรมในพื้นที่ชุมชนสราญรมย์ | ผู้บริหารโรงพยาบาลสราญรมย์ผู้นำชุมชนและกลุ่มประชาชนในชุมชนสราญรมย์ | เทศบาลเมืองท่าข้าม |
| | 1.4 สนับสนุนให้มีกิจกรรมหรือโครงการเกษตรอินทรีย์และเศรษฐกิจพอเพียงในโรงเรียน | ผู้บริหารโรงเรียน คณะครูและนักเรียน | เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม และนักเรียน |
| | 1.5 สนับสนุนให้มีการดำเนินการเชิงพานิชย์และการหาตลาดรองรับผลิตภัณฑ์จากการทำน้ำหมักปุ๋ยชีวภาพหรือปุ๋ยหมัก | กลุ่มแม่บ้านและตัวแทนชุมชน | ผู้นำชุมชน |

**ตารางที่ 5.1** แนวทางแผนการดำเนินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม (ต่อ)

| แนวทางการดำเนินการ | รูปแบบกิจกรรม | กลุ่มเป้าหมาย | ผู้รับผิดชอบโครงการ |
|---|---|---|---|
| 1. การเพิ่มประสิทธิภาพการคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด | 1.6 ลดการใช้ถุงพลาสติกและโฟม ด้วยการรณรงค์ให้ใช้ถุงผ้าหรือสนับสนุนร้านค้าที่มีการใช้ใบตองรองสินค้า | ประชาชนและกลุ่มแม่ค้าในตลาด | เทศบาลเมืองท่าข้าม |
| | 1.7 ให้ความรู้และจัดพื้นที่เพื่อจัดวางถังรองรับมูลฝอยอันตรายและมูลฝอยติดเชื้อ รวบรวมและดำเนินการส่งกำจัด | ผู้นำชุมชน | เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมและสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 |
| | 1.8 การจัดประกวดชุมชนที่สามารถลดปริมาณมูลฝอยได้ร้อยละ 5 ต่อปีและทบทวนการดำเนินการและเป้าหมายในการลดปริมาณมูลฝอยทุกปี | ผู้นำชุมชนและประชาชน | กองส่งเสริมและสวัสดิการสังคม |
| 2. การเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บและเก็บขน | 2.1 การให้ถังสำหรับแยกมูลฝอยที่ครัวเรือนจำนวน 2 ถัง เพื่อแยกขยะทั่วไปและขยะอินทรีย์ | ประชาชน | เทศบาลเมืองท่าข้าม |
| | 2.2 วางแผนการจัดเก็บโดยกำหนดเวลาและความถี่แน่นอนสำหรับมูลฝอยแต่ละประเภท ในแต่ละชุมชนที่จัดเป็นกลุ่มพื้นที่ 4 กลุ่ม พื้นที่ คือ กลุ่มพื้นที่ที่ 1 บริเวณใจกลางเทศบาล เขตพานิชยกรรมและตลาดสด กลุ่มพื้นที่ที่ 2 กลุ่มชุมชนที่มีการดำเนินกิจกรรม กลุ่มพื้นที่ที่ 3 กลุ่มชุมชนที่ไม่มีการดำเนินกิจกรรมหรือดำเนินการเพียงบางส่วน (เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่) และกลุ่มพื้นที่ที่ 4 กลุ่มชุมชนที่ไม่มีการดำเนินกิจกรรมใดๆ | ผู้นำชุมชนและประชาชน | กองส่งเสริมและสวัสดิการสังคม |
| | 2.3 จัดซื้อรถเก็บขนเพิ่มจำนวน 2 คันทดแทนรถที่มีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี | กองส่งเสริมและสวัสดิการสังคม | กองส่งเสริมและสวัสดิการสังคม |

**ตารางที่ 5.1** แนวทางแผนการดำเนินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม (ต่อ)

| แนวทางการดำเนินการ | รูปแบบกิจกรรม | กลุ่มเป้าหมาย | ผู้รับผิดชอบโครงการ |
|---|---|---|---|
| 2. การเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บและเก็บขน | 2.4 ปรับสภาพรถกระบะเปิดข้างเทท้ายให้รองรับการแยกประเภทของการจัดเก็บโดยจัดเก็บเฉพาะมูลฝอยอินทรีย์ | กองส่งเสริมและสวัสดิการสังคม | กองส่งเสริมและสวัสดิการสังคม |
| 3. การเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดและกำจัด | 3.1 การหาพื้นที่เพื่อใช้ในการดำเนินการจัดการมูลฝอยและการมีส่วนร่วมและจัดเวทีสาธารณะรับฟังความคิดเห็นของประชาชน | ประชาชนในพื้นที่ | เทศบาลเมืองท่าข้าม |
| | 3.2 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องเทคโนโลยีที่เลือกใช้ในการจัดการมูลฝอยของเทศบาล (ที่ได้จากการศึกษาวิจัย) โดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมและการรับรู้ | ประชาชนในพื้นที่ | เทศบาลเมืองท่าข้าม |
| | 3.3 ของบสนับสนุนการดำเนินการก่อสร้างระบบจัดการมูลฝอยชุมชน | เทศบาลเมืองท่าข้าม | เทศบาลเมืองท่าข้าม |
| 4.เพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในการจัดการขยะ | 4.1 ดำเนินการจัดทำใบแจ้งหนี้และกำหนดการจ่ายในช่วงเวลาของการเสียภาษี ทำให้สามารถเรียกเก็บค่าธรรมเนียมได้ทุกบ้านเรือน | ประชาชนในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม | กองคลัง เทศบาลเมืองท่าข้าม |

# บรรณานุกรม


1. กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานและองค์กรเพื่อความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งประเทศญี่ปุ่น 2547, **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาเพื่อปรับปรุงการจัดการขยะมูลฝอย จังหวัดภูเก็ต**.
2. จุฑารัตน์ รัตนพิทักษ์ชน 2552, **ธรรมพิบาลและทุนทางสังคมในการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมของชุมชน: กรณีศึกษาเทศบาลเมืองท่าข้าม อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. สาขาวิชาการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
3. เชาวน์ นกอยู่ 2551, **หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีในการจัดการขยะมูลฝอย**. เอกสารประกอบการประชุมชี้แจงกรอบแนวทางการจัดสรรเงินกองทุนสิ่งแวดล้อมให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อดำเนินโครงการขนาดเล็กด้านการจัดการน้ำเสียและขยะมูลฝอยชุมชน, 17 ตุลาคม 2551. โรงแรมมิราเคิล แกรนด์. กรุงเทพมหานคร.
4. ธเรศ ศรีสถิตย์ 2553, **วิศวกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
5. นภารัตน์ ไวยเจริญ 2544, **การทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา,** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
6. นฤดี บุญชุม 2548, **แนวทางการปรับปรุงการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการมูลฝอยชุมชน: กรณีศึกษาตำบลปริกตก เทศบาลตำบลปริก อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
7. มูลนิธิเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและพลังงานและมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2549, **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาการจัดการมูลฝอยเทศบาลหาดใหญ่**.
8. รัตนศิริ พิมลไทย 2549, **การคัดกรองปัจจัยที่มีผลต่อการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
9. วจนี จงจิตร 2543, **ทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองตรัง** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
10. สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ 2541, **มูลฝอยและของเสียที่เป็นภัย**. UNEO-ROAP และ DANCED, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
11. สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ ปริศนา คล้ายทอง สุวัฒน์ ธนานุภาพไพศาล และวัสสา คงนคร 2553, มูล**ฝอยจากตลาดและการจัดการในเขตเทศบาลนครสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. เอกสารการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 8. 20 มีนาคม 2553. กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
12. สุเมธ ไชยประพัทธ์ 2553, **การจัดการมูลฝอยเชิงบูรณาการ หลักปฏิบัติและทฤษฎีพื้นฐาน**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

13. สำนักสิ่งแวดล้อม 2553, **บทสรุปการจัดการขยะมูลฝอยโดยชุมชนในชุมชนนำร่องของกรุงเทพมหานคร.** (http://203.155.220.174/modules.php?name=News&file=article&sid=41)

14. อรรนพ พฤกษวานิช 2547, **ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของโครงการจัดการขยะแบบครบวงจร กรณีศึกษา เทศบาลเมืองท่าข้าม อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. รายงานสัมมนา. คณะรัฐประศาสนศาสตร์ สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์.

15. อุทัยทิพย์ ฉิมเรศ 2553, สำนักงานทะเบียนราษฎร์ เทศบาลเมืองท่าข้าม

16. Arne, P., William A., and Debra R.. 2002, **Solid Waste Engineering**. United States of America: Bill Stenquist.

17. Contreras, F., Hanaki, K., Aramaki, T. and Connors, S. 2008, **Application of analytical hierarchy process to analyze stakeholder's preferences for municipal solid waste management plans.** Boston U.S.A.

18. Haug, R.T. 1980, **Compost Engineering: Principles and Practice**. Michigan U.S.A.: Ann Arbor Science Publishers, Inc.

19. Mongkolnchaiarunya, J. 2005, **Promoting a community-based solid-waste management initiative in local government: Yala municipality, Thailand.** Habitat International. 29: 27–40.

20. Zotos, G., Karagiannidis, A., Zampetoglou, S., Malamakis, A., Antonopoulos, I.-S., Kontogianni, S., and Tchobanoglous, G. 2009, **Developing a holistic strategy for integrated waste management within municipal planning: Challenges, policies, solutions and perspectives for Hellenic municipalities in the zero-waste, low-cost direction.** Waste Management, 29, 1686–1692.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# ภาคผนวก ก

## แบบสอบถามการศึกษาความยั่งยืนของระบบการจัดการมูลฝอยชุมชน ของเทศบาลเมืองท่าข้าม

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



## 1. ข้อมูลทั่วไปของท้องถิ่น

1.1. ชื่อองค์กรของท่าน (โปรดเลือกกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยม และ ระบุชื่อ)

☐ เทศบาลนคร ☑ เทศบาลเมือง ☐ เทศบาลตำบล ☐ อบต _____

1.2. ขนาดพื้นที่รับผิดชอบ 14.10 ตร.กม.

1.3. ประชากรในพื้นที่รับผิดชอบ 20364 คน อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรในพื้นที่ 0.27 %

จำนวนประชากรแฝง 14.73 % ของประชากรจริง

## 2. ข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอย

2.1. ปริมาณขยะที่ต้องจัดการในแต่ละวัน 22 ตัน/วัน (เพิ่มขึ้น หรือ ลดลง 0.2 %/ปี)

2.2. องค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้น (% โดยน้ำหนัก)

เศษอาหาร 51.87 % กระดาษ 18.48 %

พลาสติก 12.2 % แก้ว 5.5 %

เหล็ก/อลูมิเนียม 9.55 % อื่นๆ 2.4 %

## 3. ข้อมูลการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการขยะมูลฝอย

3.1. ผู้ใดมีส่วนเกี่ยวข้องในกิจกรรมเหล่านี้บ้าง (โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยม หน้าข้อมูลตามจริง และสามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.1.1.รณรงค์ ส่งเสริม การแยกขยะ ณ ครัวเรือน | ☐ ชุมชน | ☐ องค์กรท้องถิ่น | ☐ เอกชน | ☐ไม่มี | ☐ อื่นๆ |
| 3.1.2.เก็บขนมูลฝอยจากถังรองรับขยะ | ☐ ชุมชน | ☑ องค์กรท้องถิ่น | ☐ เอกชน | ☐ไม่มี | ☐ อื่นๆ |
| 3.1.3.รวบรวมขยะเพื่อนำไปขาย | ☐ ชุมชน | ☐ องค์กรท้องถิ่น | ☐ เอกชน | ☑ไม่มี | ☐ อื่นๆ |
| 3.1.4.นำเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ย หรือ ทำปุ๋ยน้ำชีวภาพ | ☑ ชุมชน | ☑ องค์กรท้องถิ่น | ☐ เอกชน | ☐ไม่มี | ☐ อื่นๆ |

3.2. ร้อยละโดยเฉลี่ยของชุมชนที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรท้องถิ่น 100 %

## 4. ข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันและการวางแผน

4.1. ระบบคัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด มีการให้ถังสำหรับแยกขยะที่ครัวเรือนหรือไม่ ☐ มี ☑ ไม่มี

มีรถเก็บขนเฉพาะสำหรับขยะที่แยกหรือไม่ ☐ มี ☑ ไม่มี

4.2. ระบบเก็บขนและขนส่ง จำนวนถังรองรับขยะ 500 ใบ ขนาดถังรองรับขยะ 200 ลิตร

จำนวนรถเก็บขนขยะ 5 คัน ปริมาตรรวมของรถเก็บขยะ _____ ลบ.ม.

ความถี่ในการเก็บขน 5b ครั้ง/สัปดาห์ ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 22 ตัน/วัน

ขนาดสถานีขนถ่าย - ตัน/วัน

4.3. ระบบบำบัดและกำจัด ปริมาณขยะที่ทำปุ๋ยหมัก/ปุ๋ยน้ำ 70 กิโลกรัม/วัน ความจุโรงหมัก - ตัน/วัน

ปริมาณขยะที่แยกเพื่อนำไปขาย - กิโลกรัม/วัน ความจุโรงแยก - ตัน/วัน

ปริมาณขยะที่เข้าเตาเผา - ตัน/วัน ความจุเตาเผา - ตัน/วัน

ปริมาณขยะที่เทกองกลางแจ้ง - ตัน/วัน พื้นที่เทกองที่เหลือ - ไร่

ปริมาณขยะที่ฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ 22 ตัน/วัน พื้นที่ฝังกลบที่เหลือ - ไร่

ขอขอบคุณในการร่วมมือตอบแบบสอบถาม

4.4. งบประมาณสำหรับการจัดการขยะทั้งหมด 100000.- บาท/ปี

มีการตั้งงบสำหรับซ่อมบำรุงหรือไม่ ☑ มี ☐ ไม่มี

4.5. ระบบการจัดการขยะในปัจจุบัน ประสบปัญหาใดเหล่านี้บ้าง (โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยม หน้าข้อมูลตามจริง และสามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☑ องค์กรท้องถิ่นไม่สามารถออกแบบระบบการจัดการขยะได้เอง

☑ องค์กรท้องถิ่นไม่สามารถเดินระบบการจัดการขยะได้เองอย่างมีประสิทธิภาพ

☑ เทคโนโลยีที่มีไม่เหมาะกับลักษณะท้องถิ่น เช่น ลักษณะขยะ ศักยภาพขององค์กรท้องถิ่น ความร่วมมือของชุมชน

☑ พื้นที่ฝังกลบกำลังจะเต็ม หรือ ขาดพื้นที่สำหรับสร้างหลุมฝังกลบ

☑ งบประมาณไม่เพียงพอต่อการสร้าง และ ซ่อม ระบบการจัดการขยะ

☑ นโยบายที่มีไม่ให้ความสำคัญต่อการแก้ปัญหาขยะ

☑ ชุมชนขาดความตระหนักถึงปัญหาขยะ

☑ ชุมชนไม่ต้องการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาขยะ

## 5. ประเด็นการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันของท้องถิ่น

5.1. องค์กรของท่านมีข้อมูลใดบ้าง (โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยม หน้าข้อมูลที่มีตามความเป็นจริง)

| | |
|---|---|
| ☑ จำนวนครัวเรือนในพื้นที่รับผิดชอบ | ☐ จำนวนครัวเรือนที่สามารถเข้าถึงถังขยะที่จัดให้ได้ |
| ☑ เป้าหมายในการเก็บขน (% ของขยะที่เกิดขึ้นที่ควรถูกเก็บขน) | ☐ ค่าใช้จ่ายในการเก็บขนขยะ (บาท/ตัน) |
| ☑ ปริมาณขยะที่ต้องเก็บในแต่ละเส้นทางของรถเก็บขน (ตัน) | ☐ จำนวนจุดเก็บขนของรถแต่ละคัน |
| ☑ ขนาดของรถเก็บขนขยะแต่ละคัน (ลบ.ม.) | ☑ เวลาที่ใช้ในการเก็บขนของรถแต่ละคัน (ชม./เที่ยว) |
| ☑ ระยะทางเก็บขนของรถเก็บขนขยะแต่ละคัน (กิโลเมตร) | ☑ เส้นทางเก็บขนของรถแต่ละคัน |
| ☑ จำนวนเที่ยวในการเก็บขนขยะของรถแต่ละคัน (เที่ยว/คัน) | ☐ จำนวนชั่วโมงทำงานที่ใช้จริงของรถเก็บขนแต่ละคัน (ชม./วัน) |
| ☐ เป้าหมายในการแยกขยะไปขาย (% ของขยะที่ควรนำไปขาย) | ☐ ปริมาณขยะแต่ละชนิดที่คัดแยกได้ (กก.) |
| ☐ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการคัดแยกขยะ (บาท) | ☐ รายได้ทั้งหมดที่ได้จากขยะที่คัดแยกได้ (บาท) |
| ☐ องค์ประกอบทางเคมีของขยะที่นำมาทำปุ๋ย | ☐ ความชุของสถานที่ทำปุ๋ย (กก./วัน) |
| ☐ ปริมาณปุ๋ยที่ผลิตได้ในแต่ละวัน (กก./วัน) | ☐ คุณภาพของปุ๋ยที่ผลิตได้ |
| ☐ ปริมาณของเสียที่เหลือจากสถานที่หมักทำปุ๋ย (กก./วัน) | ☐ ปริมาณของเสียที่นำไปฝังกลบ (กก.) |
| ☐ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการหมักทำปุ๋ย (บาท) | ☐ รายได้จากการจำหน่ายปุ๋ยที่ผลิตได้ (บาท) |
| ☑ อายุการใช้งานทั้งหมดของหลุมฝังกลบ (ปี) | ☑ อายุการใช้งานที่เหลือของหลุมฝังกลบ (ปี) |
| ☑ ปริมาณขยะทั้งหมดที่เข้าหลุมฝังกลบแต่ละวัน (ตัน/วัน) | ☐ ปริมาณน้ำชะขยะที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบ (ลบ.ม.) |
| ☐ อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน) | ☐ อัตราการเพิ่มของขยะ (%/ปี) |
| ☐ องค์ประกอบทางกายภาพของขยะที่เกิดขึ้น | ☐ องค์ประกอบทางเคมีของขยะที่เกิดขึ้น |

5.1.1. ข้อมูลเหล่านี้ถูกจัดเก็บไว้ในที่เดียวกันหรือไม่ ☑ ใช่ ☐ ไม่ใช่

5.1.2. ข้อมูลที่มีนี้สามารถเรียกใช้ได้อย่างสะดวกโดยเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องหรือไม่ ☐ สะดวก ☑ ไม่สะดวก

5.1.3. ข้อมูลเหล่านี้ถูกจัดเก็บอยู่ในรูปแบบใดบ้าง ☑ เอกสาร ☐ แฟ้มข้อมูลในคอมพิวเตอร์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

4

5.2. ท่านมีรายละเอียดใดบ้างก่อนตัดสินใจเลือกวิธีการจัดการขยะที่ต้องการ (ตั้งแต่ การลด เก็บขน บำบัด และฝังกลบ)

☑ ประสิทธิภาพของระบบการจัดการขยะในปัจจุบัน ☐ ประสิทธิภาพของวิธีการใหม่ที่ต้องการนำมาใช้

5.3. หลักเกณฑ์ใดบ้างที่ใช้พิจารณาเลือกระบบการจัดการขยะที่เหมาะสม

☐ ประสิทธิภาพ ☑ เศรษฐศาสตร์ และการเงิน ☐ ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ☑ ผลกระทบทางสังคม

5.4. ท่านมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยในขั้นตอนใดบ้าง

☐ วิเคราะห์ปัญหาของระบบจัดการขยะในปัจจุบัน ☐ ออกแบบทางเลือกของแผนกลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหาขยะที่เกิดขึ้น

☐ วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือก ☐ เลือกระบบการจัดการขยะที่เหมาะสมที่สุด ☑ ไม่มี

5.5. มีการประชุมในส่วนงานของท่านก่อนการตัดสินใจเลือกระบบการจัดการขยะที่เหมาะสมหรือไม่ ☑ มี ☐ ไม่มี

5.6. มีการสอบถามความคิดเห็นของประชาชนในพื้นที่ก่อนการตัดสินใจเลือกระบบหรือไม่ ☐ มี ☑ ไม่มี

5.7. ประชาชนในพื้นที่มีส่วนร่วมในการออกแบบระบบการจัดการขยะหรือไม่ ☐ มี ☑ ไม่มี

5.8. องค์กรเอกชนมีส่วนร่วมในการออกแบบและเดินระบบการจัดการขยะหรือไม่ ☐ มี ☑ ไม่มี

5.9. องค์กรท่านมีแผนประเภทใดบ้างในการจัดการขยะในพื้นที่

☐ ไม่มี โปรดข้ามไปตอบคำถามที่ 3.4.1.1 – 3.4.1.4

☐ มี
- ☐ แผนระยะยาว (ระยะ 7 – 20 ปี) โปรดตอบคำถามที่ 5.9.1.1 – 5.9.1.4
- ☑ แผนระยะกลาง หรือ สั้น (ระยะ 1 – 7 ปี) โปรดตอบคำถามที่ 5.9.2.1 – 5.9.2.4
- ☐ แผนปฏิบัติการประจำวัน โปรดตอบคำถามที่ 5.9.3.1 – 5.9.3.4

5.9.1.1. ผู้ใดมีส่วนร่วมในการเตรียมแผนระยะยาว (7 – 20 ปี) ☐ เจ้าหน้าที่ในองค์กร ☐ หน่วยงานภายนอก ☐ ชุมชน

5.9.1.2. แผนระยะยาวนี้นำเสนอประเด็นใดบ้าง

- ☐ สภาพทั่วไปของพื้นที่รับผิดชอบ (เช่น โครงสร้างเศรษฐกิจและสังคม, ประชากร, ปริมาณขยะ)
- ☐ เป้าหมายหรือหลักการของระบบการจัดการขยะที่ออกแบบ
- ☐ องค์ประกอบของระบบการจัดการขยะทั้งหมด ตั้งแต่ การลด เก็บขน บำบัด และฝังกลบ
- ☐ รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนของระบบการจัดการขยะ
- ☐ แผนการดำเนินการสร้างระบบการจัดการขยะ
- ☐ เทคโนโลยีที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของระบบการจัดการขยะ

5.9.1.3. แผนระยะยาวนี้สามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมโดยเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องหรือไม่ ☐ สมควร ☐ ไม่สมควร

5.9.1.4. แผนระยะยาวนี้ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการขยะในปัจจุบันหรือไม่

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่, โปรดอธิบาย _____

_____

5.9.2.1. ผู้ใดมีส่วนร่วมในการเตรียมแผนระยะกลาง (1 – 7 ปี) ☑ เจ้าหน้าที่ในองค์กร ☑ หน่วยงานภายนอก ☑ ชุมชน

5.9.2.2. แผนระยะกลางนี้นำเสนอประเด็นใดบ้าง

☑ เป้าหมายของโครงการ ☑ ระยะเวลาโครงการ
☑ วิธีการดำเนินการ ☑ อุปกรณ์ เครื่องมือที่ต้องการสำหรับโครงการ
☑ บุคลากรที่ต้องการ ☑ งบประมาณที่ต้องการ
☑ ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของโครงการ

5.9.2.3. แผนระยะกลางนี้สามารถนำมาใช้ได้สะดวกโดยเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องหรือไม่ ☐ สะดวก ☑ ไม่สะดวก

5.9.2.4. แผนระยะกลางนี้ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการขยะในปัจจุบันหรือไม่

☑ ใช่ ☐ ไม่ใช่, โปรดอธิบาย _____

_____

5.9.3.1. ผู้ใดมีส่วนร่วมในการเตรียมแผนปฏิบัติการประจำวัน ☐ เจ้าหน้าที่ในองค์กร ☐ หน่วยงานภายนอก ☐ ชุมชน

5.9.3.2. แผนปฏิบัติการประจำวันนี้นำเสนอประเด็นใดบ้าง

☐ รายละเอียดของงานที่ต้องปฏิบัติในแต่ละวัน ☐ บุคลากรในการปฏิบัติแต่ละงาน
☐ ตารางเวลาการปฏิบัติงาน ☐ อุปกรณ์ในการปฏิบัติแต่ละงาน

5.9.3.3. แผนปฏิบัติการนี้สามารถนำมาใช้ได้สะดวกโดยเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องหรือไม่ ☐ สะดวก ☐ ไม่สะดวก

5.9.3.4. แผนปฏิบัติการนี้เสนอข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการขยะในปัจจุบันหรือไม่

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่, โปรดอธิบาย _____

_____

5.10. องค์กรท่านมีเอกสารแสดงรายละเอียดใดบ้าง (โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยม หน้าข้อมูลที่มี ตามจริง)

☐ ขั้นตอนการวางแผน/ออกแบบระบบ ☐ วิธีการจัดการระบบการวางแผน
☐ วิธีการจัดการข้อมูลสำหรับวางแผน ☐ รายชื่อผู้เกี่ยวข้องในงานแต่ละด้านของการเตรียมแผน
☐ วิธีการเลือกระบบการจัดการขยะที่เหมาะสม ☐ ตารางเวลาในการเตรียมแผนการจัดการ

5.10.1. เอกสารเหล่านี้สามารถนำมาใช้ได้สะดวกโดยเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องหรือไม่ ☐ สะดวก ☑ ไม่สะดวก

5.11. องค์กรท่านมีค่าใช้จ่ายเฉพาะสำหรับกิจกรรมใดบ้าง

☐ การทำแผนสำหรับการจัดการขยะ ☐ การอบรมบุคลากรที่เกี่ยวข้องในเรื่องออกแบบระบบการจัดการขยะ
☐ จัดซื้อเครื่องมือ อุปกรณ์ ที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนระบบการจัดการขยะ

5.12. ท่านมีอุปกรณ์ใดบ้างเพื่อช่วยออกแบบระบบจัดการขยะ ☐ เครื่องคอมพิวเตอร์ ☐ ซอฟแวร์/โปรแกรม ☐ คู่มือ

ขอขอบคุณในการร่วมมือตอบแบบสอบถาม

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



5.13. จำนวนเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมแผนและออกแบบระบบการจัดการมูลฝอย 1 คน

5.13.1. มีการจัดอบรมเพื่อเพิ่มความรู้ด้านการวางแผนให้กับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเหล่านี้หรือไม่ ☑ มี ☐ ไม่มี

5.13.2. มีกลไกในการส่งเสริมความตั้งใจในการทำงานของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเหล่านี้หรือไม่ ☑ มี ☐ ไม่มี

5.13.3. มีการแจงรายละเอียดของงานต่อเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ก่อนการทำงานหรือไม่ ☑ มี ☐ ไม่มี

5.14. จำนวนเจ้าหน้าที่ทั้งหมดในองค์กรของท่าน 2 คน (ไม่รวมพนักงานเก็บขนและกำจัดขยะ)

5.15. โครงสร้างบริหารองค์กรในปัจจุบันให้ความสะดวกในการออกแบบและเดินระบบจัดการขยะหรือไม่ ☐ ใช่ ☑ ไม่ใช่

5.16. ขณะนี้มีการร้องเรียนเกี่ยวกับปัญหาขยะหรือไม่ ☐ มี ☑ ไม่มี

5.17. องค์กรของท่านมีแนวคิดที่จะนำวิธีการใหม่ๆ มาใช้จัดการขยะในพื้นที่รับผิดชอบ หรือไม่ ☑ มี ☐ ไม่มี

5.18. องค์กรของท่านมีหลุมฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะของ ตนเอง หรือไม่ ☐ มี ☑ ไม่มี

5.19. องค์กรของท่านใช้หลุมฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะของ องค์กรอื่น หรือไม่ ☐ ใช่ ☑ ไม่ใช่

5.20. องค์กรอื่น ใช้หลุมฝังกลบขององค์กรท่าน หรือไม่ ☐ ไม่ใช้ ☑ ใช้ ปริมาณขยะจากนอกพื้นที่ 23 ตัน/วัน

5.21. ท่านคิดว่าระบบการจัดการขยะขององค์กรท่านในปัจจุบันเป็นลักษณะใด (โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยม หน้าข้อมูลตามจริง *เพียงครั้งเดียว*)

☑ ไม่มีระบบในพื้นที่

☐ มีระบบ แต่ไม่เพียงพอ (จำนวนถังขยะ รถเก็บขนขยะ ไม่เพียงพอต่อปริมาณขยะที่เกิดขึ้น)

☐ มีระบบ เพียงพอ แต่ไม่สม่ำเสมอ (ไม่สามารถเก็บขนได้ตามวันและเวลาที่กำหนด)

☐ มีระบบ เพียงพอ สม่ำเสมอ แต่ไม่ถูกสุขลักษณะ (มีปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะด้านอื่นๆ เช่น น้ำเสีย อากาศเสีย)

☐ มีระบบ เพียงพอ สม่ำเสมอ ถูกสุขลักษณะ แต่ไม่ยั่งยืน (สามารถรองรับขยะที่เกิดขึ้นได้อีกไม่เกิน 10 ปี)

☐ มีระบบ เพียงพอ สม่ำเสมอ ถูกสุขลักษณะ และยั่งยืน (สามารถรองรับขยะที่เกิดขึ้นได้นานกว่า 20 ปี)

# ภาคผนวก ข

## แบบฟอร์มบันทึกความสูงของมูลฝอยในถังรองรับ

แบบฟอร์มการบันทึกความสูงของถังรองรับและการเก็บขนขยะมูลฝอยในเทศบาลท่าข้าม ชุมชน.....

วันที่ ..... เวลา ..... น.

สภาพอากาศ ..... ความหนาแน่นของมูลฝอยชุมชน ..... ลบ.ม.

| ตำแหน่งถัง | ความสูงถัง (cm) | | | | | | | | | | ภาชนะรองรับ | | | ระบุประเภทของแหล่งกำเนิด | | | | | | | ปริมาณมูลฝอย | องค์ประกอบลัก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ใบที่1 | ใบที่2 | ใบที่3 | ใบที่4 | ใบที่5 | ใบที่6 | ใบที่7 | ใบที่8 | ใบที่9 | ใบที่10 | A | B | C | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

A คือ ถังเทศบาล 200 L B คือ ถังบ้านพักอาศัย 20 L C คือ ถังแบบอื่นๆ

1 คือ สถาบันการศึกษา 5 คือ ที่พักอาศัย

2 คือ สถานที่ราชการ 6 คือ สถาบันศาสนา

3 คือ อุตสาหกรรม 7 คือ สวนสาธารณะ/นันทนาการ

4 คือ พาณิชยกรรมและบริการ 8 คือ บริการสาธารณะสุข

# ภาคผนวก ค

## แบบบันทึกผลการทดลอง

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**แบบฟอร์มการประเมินองค์ประกอบของมูลฝอย**

สถานที่เก็บตัวอย่าง .....

วันที่เก็บตัวอย่าง .....เวลาปฏิบัติงาน .....

ทะเบียนรถ .....ประเภทแหล่งกำเนิด .....

| ความหนาแน่นปกติ (Bulk Density) | หน่วย | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| น้ำหนักมูลฝอยสดและน้ำหนักภาชนะตวงมูลฝอย | กิโลกรัม | | | | |
| น้ำหนักภาชนะตวงมูลฝอย | กิโลกรัม | 4 | 4 | 4 | 4 |
| ปริมาตรภาชนะตวงมูลฝอย | ลิตร | 136.38 | 136.38 | 136.38 | 136.38 |
| ความหนาแน่น | กิโลกรัม/ลิตร | | | | |

องค์ประกอบของมูลฝอย (Composition)

| รายการ | องค์ประกอบมูลฝอยสด | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| | น้ำหนัก (กก.) | % | | |
| 1. เศษผัก อาหาร | | | | |
| 2. กระดาษ | | | | |
| 3. พลาสติก | | | | |
| 4. ยาง/หนัง | | | | |
| 5. ผ้า | | | | |
| 6. ไม้ | | | | |
| 7. แก้ว | | | | |
| 8. โลหะ | | | | |
| 9. โฟม | | | | |
| 10. ขยะอันตราย | | | | |
| 11.อื่นๆ(กระเบื้อง,อิฐ,หิน) | | | | |
| **น้ำหนักรวม (กก.)** | | | | |

**น้ำหนักขยะรวม** .....

.....

.....

.....

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# ภาคผนวก ง

## ข้อมูลพื้นฐานของระบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองท่าข้าม

**ข้อมูลพื้นฐานของระบบการจัดการมูลฝอยเทศบาลเมืองท่าข้ามจากการเก็บข้อมูลจริงในพื้นที่**

1. ปริมาณที่เกิดขึ้นเฉลี่ยวันละ = 16.5 ตัน
2. ค่าความหนาแน่นของมูลฝอยในถังรองรับมูลฝอย = 170 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

   ดังนั้น ปริมาตรมูลฝอยที่ต้องกักเก็บ = (16.5*1,000 กิโลกรัม / 170 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

   = 97 ลูกบาศก์เมตร
3. ค่าความหนาแน่นของมูลฝอยในรถเก็บขนมูลฝอย = 370 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

   ดังนั้น ปริมาตรมูลฝอยที่ต้องเก็บขน = (16.5*1,000 กิโลกรัม / 370 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

   = 44.6 ลูกบาศก์เมตร
4. จำนวนถังรองรับมูลฝอย = 500 ใบ
5. ขนาดถังรองรับมูลฝอย = 200 ลิตร

   ดังนั้น ปริมาตรถังรองรับมูลฝอยทั้งหมด = (500 * 200/1000) = 100 ลูกบาศก์เมตร
6. จำนวนรถเก็บขนมูลฝอย = 5 คัน
7. ขนาดรถเก็บขนมูลฝอย = 3 ลูกบาศก์เมตร (2 คัน) และ 10 ลูกบาศก์เมตร

   (3 คัน)
8. ความถี่ในการเก็บขน = 2 และ 3 เที่ยวต่อวัน สำหรับรถขนาด 3 ลูกบาศก์เมตร
   1 เที่ยวต่อวัน สำหรับรถขนาด 10 ลูกบาศก์เมตร

   ดังนั้น ปริมาณมูลฝอยที่รถเก็บขนรับได้ = 3 คัน*1 เที่ยว * 10 ลูกบาศก์เมตร +
   1 คัน *2 เที่ยว *3 ลูกบาศก์เมตร +
   1 คัน* 3 เที่ยว * 3 ลูกบาศก์เมตร
   = 45 ลูกบาศก์เมตร

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**ชื่อโครงการวิจัยที่ 2 การประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี**

**Study on appropriate municipal solid waste management technologies for Takham Muang Municipality, Suratthani Province**

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2553 จำนวนเงิน 399,300 บาท ระยะเวลาทำการวิจัย 12 เดือน ตั้งแต่ พฤษภาคม 2553 ถึง พฤษภาคม 2554

ชื่อผู้วิจัย นางสาวจรีรัตน์ สกุลรัตน์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โทรศัพท์ 0 7428 7130, 08 6941 7245

นางสาววัสสา คงนคร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เบอร์โทรศัพท์ 0 7735 5453, 08 4682 4830

นายอภิวัฒน์ อายุสุข คณะศิลปศาสตร์และวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เบอร์โทรศัพท์ 08 6475 7831

**บทคัดย่อ**

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี จากการศึกษาพบว่า มูลฝอยในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามเกิดขึ้นประมาณ 17 ตันต่อวัน โดยองค์ประกอบหลักคือ ขยะอินทรีย์ประมาณร้อยละ 60 ซึ่งส่งผลให้มีค่าความชื้นประมาณ ร้อยละ 60 และค่าความร้อนของมูลฝอยประมาณ 2,000 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ดังนั้น เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับจัดการมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม ควรเป็นการผสมผสานกันระหว่าง ระบบคัดแยก และการบำบัดทางชีวภาพ เช่น การหมักปุ๋ย หรือ ก๊าซชีวภาพ และไม่เหมาะสมต่อการนำไปเผาในเตาเผา ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนและไม่ต้องการผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคในการเดินระบบและรักษาดูแล และมีค่าใช้จ่ายในการเดินระบบค่อนข้างต่ำ

ดังนั้น ทางเลือกที่ที่เป็นไปได้สำหรับมูลฝอยเทศบาลเมืองท่าข้าม จึงมี 6 ทางเลือก โดยการคัดแยกมูลฝอยสามารถพิจารณาได้ 2 แนวทางคือ ส่งเสริมการคัดแยกแบบไม่เป็นทางการ (Informal recovery) หรือ สร้างโรงคัดแยกมูลฝอยรวม และบำบัดด้วยการหมักทำปุ๋ย และ การหมักก๊าซชีวภาพ ก่อนนำไปฝังกลบ และและจากการวิเคราะห์ทั้ง 6 ทางเลือก โดยประเด็นในการประเมินประสิทธิภาพ 4 ด้าน คือ วิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สังคม และ สิ่งแวดล้อม ด้วยวิธี MCDA พบว่า ทางเลือกที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย โรง

คัดแยก ตามด้วย การหมักทำปุ๋ย และการฝังกลบ เป็นขั้นสุดท้าย มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับจัดการมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

**คำสำคัญ**

มูลฝอยชุมชน, องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น, ระบบการจัดการที่เหมาะสม, การวิเคราะห์แบบพหุเกณฑ์

**Abstract**

The objective of this research project is to determine the appropriate management system for solid waste generated in TaKham Muang Municipality, Suratthani Province. The result has shown that Takham municipality generates solid waste about 17 tons a day. Organic waste is the major component (60% by weight), resulting in high moisture content 60% and low calorific value approximately 2,000 kilocalories per kilograms. Therefore, management system that is suitable for Takham municipality should be an integrated system between separation system and biological treatment technologies before final disposal at landfill. Thermal treatment may not be suitable regarding the high moisture content, low calorific value and also the low management capability of Takham municipality at present. Technologies which are simple, not required high operating skills, and able to operate at low cost is necessary in order to achieve sustainable management system.

As a result, 6 management alternatives were formulated combining the source separation/ informal recycling or the material recovery facility/ formal recycling with biological technologies between composting and anaerobic digestion before landfilling. The MCDA – Multiple Criteria Decision Analysis was used to determine the best option. Four main issues related to these 6 alternatives were evaluated. The result shows that the best option for Takham municipality regarding the current conditions is the integrated system consisting of material recovery facility followed by composting and landfill.

**Keywords**

Municipal solid waste, Local authorities, Appropriate solid waste management, Multiple Criteria Decision Analysis

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1.ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เทศบาลเมืองท่าข้าม เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นตั้งอยู่ในเขตอำเภอพุนพินเป็นอำเภอหนึ่งของจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีพื้นที่ 14.10 ตารางกิโลเมตร ลักษณะพื้นที่ตอนใต้เป็นที่สูง ตอนเหนือเป็นที่ราบตั้งอยู่ริมแม่น้ำตาปี มีอาณาเขตทิศเหนือ ติดต่อตำบลวัดประดู่ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทิศตะวันตก ติดต่อตำบลพุนพิน และตำบลท่าข้าม มีประชากร อาศัยอยู่รวมทั้งสิ้น 22 ชุมชน จำนวน 20,391 คน ชาย 10,027คน หญิง 10,364 คน มีบ้าน 7,692 หลังคาเรือน มีความหนาแน่นของประชากร 1,446 คนต่อตารางกิโลเมตร (ข้อมูล ณ วันที่ 31 ตุลาคม 2548 ) ประชากรในเขตเทศบาล ประกอบอาชีพค้าขาย รับจ้างและเกษตรกรรม

เทศบาลเมืองท่าข้ามเป็นจุดศูนย์กลางของชุมชนพุนพิน ซึ่งเป็นชุมชนขนาดใหญ่แห่งที่สองของจังหวัด รองจากชุมชนเมืองสุราษฎร์ธานี เป็นเมืองที่มีความสำคัญทางด้านประวัติศาสตร์ เป็นแหล่งสะสมทางด้านวัฒนธรรม โบราณคดีมาตั้งแต่ยุคเริ่มแรกจนถึงปัจจุบัน รวมทั้งเป็นอำเภอที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจของจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยเป็นแหล่งซื้อขายสินค้าเกษตร สินค้าอุปโภคบริโภค สินค้าอุตสาหกรรมสำหรับประชาชนซึ่งอาศัยอยู่ตามอำเภอต่าง ๆ ในเขตเทศบาล

ปัจจุบันเทศบาลกำลังประสบปัญหาด้านการจัดการมูลฝอย เนื่องจากพื้นที่ทิ้งขยะมูลฝอยของทางเทศบาลตั้งอยู่ในสถานที่ไม่เหมาะสม เช่น ตั้งอยู่ใต้สายส่งไฟฟ้าแรงสูง และพื้นที่รองรับขยะมูลฝอย ซึ่งดำเนินการด้วยการเทกอง (Open dump) ไม่เพียงพอกับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น อีกทั้งกำลังประสบปัญหาการจัดหาพื้นที่ใหม่สำหรับการก่อสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องออกแบบระบบการจัดการมูลฝอยใหม่สำหรับเทศบาลเมืองท่าข้ามเพื่อแก้ไขปัญหามูลฝอยในปัจจุบันและอนาคต

โดยการจัดการมูลฝอยที่ดี ต้องเริ่มตั้งแต่การลดการเกิด การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด การนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัดด้วยการฝังกลบในขั้นตอนสุดท้ายให้มากที่สุด ซึ่งในปัจจุบันนี้ มีวิธีการหรือทางเลือกหลากหลายสำหรับแต่ละขั้นตอนของการจัดการมูลฝอย ตั้งแต่ การลดการเกิด การแยก ณ แหล่งกำเนิด การบำบัด และการกำจัด ซึ่งต้องมีการประเมินแต่ละทางเลือกอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้ได้วิธีการผสมผสานที่ดีที่สุดสำหรับพื้นที่นั้นๆ โดยรูปแบบการจัดการและเทคโนโลยีแต่ละทางเลือกนั้นต้องมีการประเมินความเหมาะสมทั้งทางวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อมต่อท้องถิ่นนั้นๆ

ดังนั้น โครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาทางเลือกของรูปแบบผสมผสานของวิธีการจัดการมูลฝอยที่เป็นไปได้สำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี และเลือกระบบการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมและยั่งยืนที่สุดสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม เพื่อแก้ไขปัญหามูลฝอยที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

## 1.2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1. ศึกษาศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นและชุมชนในปัจจุบันของเทศบาลเมืองท่าข้าม ในการจัดการมูลฝอย

1.2.2. รวบรวบทางเลือกหรือเทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน ที่สามารถนำมาปฏิบัติในพื้นที่เทศบาเมืองท่าข้ามได้ ในแต่ละขั้นตอนตั้งแต่ การลดการเกิด การแยก ณ แหล่งกำเนิด การบำบัด และการกำจัด รวมทั้งปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของทางเลือกนั้นๆ

1.2.3. สร้างทางเลือกต่างๆ ของรูปแบบการจัดการมูลฝอยแบบผสมผสานตั้งแต่แหล่งกำเนิดจนถึงการกำจัด ที่เป็นไปได้สำหรับพื้นที่ เทศบาลเมืองท่าข้าม

1.2.4. วิเคราะห์ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการมูลฝอยแต่ละทางเลือกสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม โดยพิจารณาทางด้านวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม

1.2.5. เลือกระบบการจัดการมูลฝอยแบบผสมผสานที่เหมาะสมที่สุดตั้งแต่แหล่งกำเนิดจนถึงการกำจัดสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม

## 1.3.ขอบเขตของการวิจัย

โครงการนี้เลือกระบบการจัดการมูลฝอยแบบผสมผสานที่เหมาะสมที่สุดของวิธีการจัดการเพื่อลดการเกิดมูลฝอย การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด การบำบัด และการกำจัด สำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม โดยพิจารณาความเหมาะสมทางวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม และใช้เทคนิค Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA) เพื่อเลือกระบบการจัดการที่ดีที่สุด

โดยประเด็นที่ใช้ในการประเมินความเหมาะสมของแต่ละทางเลือกด้านวิศวกรรม ได้แก่ ศักยภาพในการลดปริมาณมูลฝอยไปยังหลุมฝังกลบ อายุการใช้งานของหลุมฝังกลบปัจจุบัน ความเหมาะสมของพื้นที่ฝังกลบใหม่ ปริมาณมูลฝอยเข้าระบบบำบัดอย่างต่อเนื่องและเพียงพอ ความเหมาะสมต่อลักษณะของมูลฝอย และความยากง่ายในการเดินระบบตามศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นและชุมชน

ประเด็นประเมินความหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ ความเหมาะสมในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการจัดทำระบบ และรายได้จากการทำระบบ

ประเด็นประเมินความหมาะสมด้านสังคม ได้แก่ การยอมรับของชุมชนต่อระบบที่นำเสนอ ระดับการมีส่วนร่วมได้ของชุมชนในระบบการจัดการ และ ความสอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของชุมชนในปัจจุบัน โดยประเด็นความหมาะสมด้านสิ่งแวดล้อม จะศึกษาเพียงผลกระทบเบื้องต้น ด้านน้ำ อากาศ และการใช้ทรัพยากร

**1.4.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

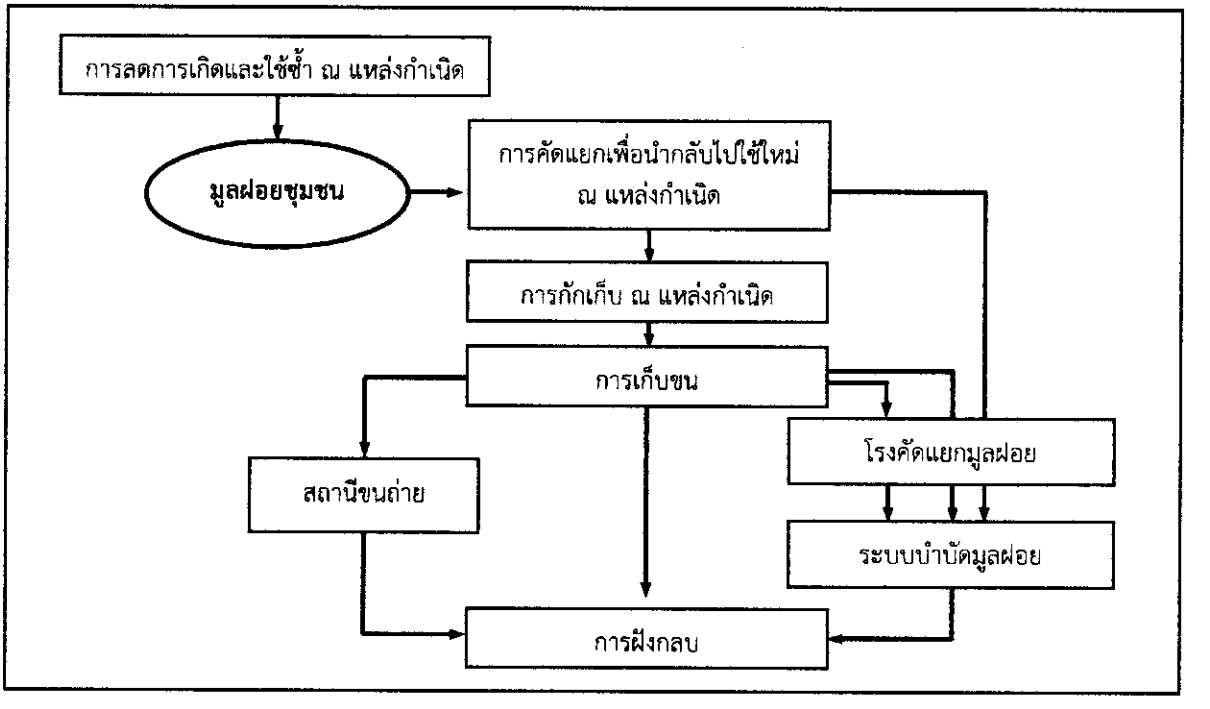
1.4.1. เทคโนโลยีที่เหมาะสม ทั้งทางวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สังคมและสิ่งแวดล้อม ในการจัดการมูลฝอย สำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม และองค์กรท้องถิ่นอื่นๆ ในประเทศไทย

1.4.2. แนวทางและรูปแบบเทคโนโลยีแบบผสมผสานที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม ในการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมเพื่อเป็นต้นแบบให้แก่เทศบาลอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

# บทที่ 2
# การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

## 2.1.บทนำ

การลำดับขั้นความสำคัญ การจัดการมูลฝอยที่ดีในปัจจุบันต้อง ลดอัตราการเกิดให้น้อยที่สุด จากนั้นเคลื่อนย้ายมูลฝอยออกจากชุมชนในเวลาที่เหมาะสม นำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด และกำจัดมูลฝอยที่เหลือด้วยวิธีการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ดังนั้นระบบการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันต้องเป็นการผสมผสานของวิธีการลดการเกิด การเก็บขน การแยก ณ แหล่งกำเนิดเพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่ให้มากที่สุด และการกำจัด เพื่อให้มีมูลฝอยออกสู่ธรรมชาติหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 2.1




**ภาพที่ 2.1** ระบบการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมในปัจจุบัน

โดยทางเลือกของแต่ละขั้นตอนที่มีการพัฒนาขึ้นและปฏิบัติในปัจจุบันดังสรุปในตารางที่ 2.1 ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงทำการสร้างทางเลือกต่างๆ ที่เป็นไปได้สำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม จากการผสมผสานวิธีการต่างๆ ในแต่ละขั้นตอน จากนั้นจึงทำการประเมินประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือกในด้านวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม และเนื่องจากมีประเด็นในการประเมินหลายประเด็นจึงใช้

เทคนิค Multiple criteria decision analysis ซึ่งนิยมให้เมื่อต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในหลายๆ ด้านพร้อมกัน เพื่อเลือกรูปแบบที่ได้คะแนนประเมินสูงสุด

โดยรูปแบบการจัดการมูลฝอยที่ดีที่สุดที่เลือกนั้นต้องสามารถจัดการมูลฝอยที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมดอย่างเป็นระบบในระยะยาวได้อย่างเพียงพอ สม่ำเสมอ และถูกสุขลักษณะ อีกทั้งยังสามารถบริหารได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่ มีค่าใช้จ่าย อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ มีผลกระทบสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และชุมชนยอมรับได้ ตามแนวคิดของการจัดการมูลฝอยอย่างยั่งยืนในปัจจุบัน

**ตารางที่ 2.1** วิธีการในการจัดการมูลฝอยในแต่ละขั้นตอนของระบบการจัดการมูลฝอย

| ขั้นตอน | วิธีการ/ทางเลือก |
|---|---|
| การลดการเกิดมูลฝอย | - Education<br>- Incentives (weight base charge)<br>- Forces (Polluter Pay Principle, Landfill Levy) |
| การคัดแยก | - Informal system (waste picker, scavengers)<br>- Formal system (MRFs) |
| การบำบัด | - Composting (windrow, static pile)<br>- EM liquid<br>- Anaerobic Digestion/ Biogasification<br>- Recycling<br>- RDF<br>- Gasification<br>- Incineration/WTE |
| การกำจัด | - Sanitary landfill<br>- Sanitary landfill with energy recovery system<br>- Landfill mining |

## 2.2.การลดการเกิดมูลฝอย

การลดการเกิดมูลฝอยเป็นเป้าหมายสูงสุดของการจัดการมูลฝอย เนื่องจากเป็นการแก้ปัญหาที่ต้นทางคือ ให้มีมูลฝอยที่ต้องจัดการให้น้อยที่สุด แต่ก็เป็นกิจกรรมที่ได้รับความร่วมมือน้อยที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากต้องมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมให้มีการอุปโภค บริโภค น้อยลง หรือใช้วัสดุที่มาจากธรรมชาติย่อยสลายง่าย แทนวัสดุสังเคราะห์โดยเฉพาะพลาสติก ซึ่งจะคงอยู่ในระบบนิเวศน์เป็นเวลานานและการกำจัดมักจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การใช้มูลฝอยซ้ำ หรือ Reuse ก็จัดว่าเป็นการลดการเกิดมูลฝอยได้เช่นกัน เช่น ถุงพลาสติกที่ใช้แล้วแต่ไม่เปื้อนมากนัก สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก 2-3 ครั้ง ขวดโค๊ก 1.25 และ 2 ลิตร สามารถนำมากรอกน้ำได้อีก ทำให้ลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องเข้าสู่ระบบกำจัด

**2.3.การคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด**

การคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดเป็นวิธีการขั้นต้นในการจัดการมูลฝอยที่เกิดขึ้น โดยประสิทธิภาพของการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิดจะมีความสำคัญอย่างยิ่งในการแก้ปัญหามูลฝอยชุมชน เนื่องจากจะช่วยลดการปนเปื้อนหรือคลุกเคล้ากับของเสียประเภทอื่นโดยเฉพาะมูลฝอยอินทรีย์ ซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพของวิธีการแปรรูปหรือนำมูลฝอยกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ด้วยวิธีการต่างๆได้ อีกทั้งยัง ความสะอาดยังช่วยเพิ่มมูลค่าของมูลฝอยที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้เหล่านี้อีกด้วยและลดปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นที่ต้องนำไปฝังกลบขั้นสุดท้าย โดยทั่วไปแล้วระบบการคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดนี้จะขึ้นกับวิธีการบำบัดมูลฝอยหรือการใช้ประโยชน์มูลฝอยในขั้นตอนต่อไป โดยปัจจุบันมักแยกมูลฝอยออกเป็นประเภท (ปรีดา แย้มเจริญวงศ์,2531) ดังนี้

- **มูลฝอยที่สามารถนำกลับมาผลิตใหม่ได้ (Recycle) หรือ ขยะขายได้** เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ เป็นต้น วัสดุดังกล่าวสามารถนำกลับไปผลิตใหม่และกลับมาใช้อีกได้ ข้อดีของวัสดุรีไซเคิลคือ ประหยัดพลังงานและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ทำให้ต้นทุนผลิตภัณฑ์ถูกลง เป็นต้น

- **มูลฝอยแห้ง** เป็นมูลฝอยที่ไม่ย่อยสลาย หรือเน่าได้ง่าย ได้แก่ มูลฝอยที่มีส่วนประกอบของน้ำในตัวมูลฝอยน้อย เช่น เศษกระดาษ ใบไม้แห้ง กิ่งไม้ ถุงพลาสติก บรรจุภัณฑ์ต่างๆ มูลฝอยจำพวกนี้จะสามารถพักไว้ในถังรองรับได้ประมาณ 2-3 วัน หากจำเป็น เช่น กรณีรถเสีย หรือรถเก็บขนมูลฝอยมีไม่เพียงพอ จะสามารถเก็บขนวันเว้นวันหรือวันเว้น 2 วันได้ โดยไม่ส่งกลิ่นเหม็น

- **มูลฝอยเปียก** ได้แก่ มูลฝอยที่มีส่วนประกอบของน้ำในตัวมูลฝอยเองมาก และจะย่อยสลายอย่างรวดเร็วโดยอาจเกิดจากจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมช่วยย่อยสลายหรือเกิดจากการย่อยสลายตัวเอง ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก ใบไม้สด ซากสัตว์ เป็นต้น ซึ่งสามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยได้

- **มูลฝอยอันตราย** ได้แก่ มูลฝอยที่มีสารเคมีอันตรายที่มีฤทธิ์ตาม พรบ. วัตถุอันตราย เป็นส่วนประกอบ หรือเป็นส่วนผสม เช่น หลอดนีออน ถ่านไฟฉาย เป็นต้น ซึ่งต้องการวิธีการจัดการที่แตกต่างไปจากมูลฝอยชุมชนทั่วไป จึงต้องมีการแยกออกไปกำจัด

**2.4.การกักเก็บ**

การกักเก็บคือ การนำมูลฝอยมาทิ้งยังถังรองรับมูลฝอยหรือจุดรวมมูลฝอยเพื่อรอการเก็บขน โดยถังรองรับมูลฝอยมีหลากหลาย ทั้งชนิด วัสดุที่ทำ และขนาดใช้งาน การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในแต่ละท้องที่ โดยต้องพิจารณาหลายๆ ด้าน เช่น ปริมาณมูลฝอย ลักษณะสมบัติของมูลฝอยแต่ละชนิด การกระจายตัวของประชากรและชุมชน ความยากง่ายในการบำรุงรักษา ราคาในการจัดซื้อ ความสะดวกในการ

ปฏิบัติงานของพนักงาน ความทนทานของวัสดุที่ทำภาชนะ การเลือกซื้อวัสดุที่มีในท้องถิ่น เป็นต้น ผู้มีหน้าที่ในการจัดซื้อ จะต้องพิจารณาให้รอบคอบ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด

**ชนิดของถังรองรับมูลฝอยที่ใช้ในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้**

- **ถังพลาสติก** ทำด้วย PVC หรือ PE มีความทนต่อการกัดกร่อนได้ดี แต่เกิดการชำรุดง่ายหากมีการโยนถังของพนักงานเก็บขนมูลฝอย มีหลายขนาด ตั้งแต่ 80 – 240 ลิตร ราคาแล้วแต่ขนาดของถัง นิยมใช้ในเทศบาลทั่วไป โดยเฉพาะบริเวณถนนสายหลักเพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย และสามารถรองรับมูลฝอยได้มาก ประกอบกับในปัจจุบันมีการผลิตถังดังกล่าวโดยแยกประเภทถังตามสีต่างๆ เพื่อใช้ในการแยกมูลฝอยของประชาชน

- **ถังโลหะ** คือ ถังโลหะที่ใช้ผ่านการบรรจุสินค้าประเภทต่างๆ เช่น น้ำมัน หรือเครื่องดื่มประเภทต่างๆ ซึ่งก่อนที่จะนำมาใช้เป็นถังรองรับมูลฝอยต้องทำความสะอาด หรือทำลายพิษของสารตกค้างในถังก่อนแล้วนำมาใช้เป็นถังรองรับมูลฝอย มีขนาดประมาณ 200 ลิตร รองรับปริมาณมูลฝอยได้มาก แต่ผุกร่อนได้ง่าย และมีราคาถูกกว่าถังพลาสติก

- **ถังยางดัดแปลง** ผลิตจากยางรถยนต์ที่หมดอายุการใช้งานแล้ว มีความจุประมาณ 50-80 ลิตร นิยมใช้กันมากตามเทศบาลขนาดเล็ก และ องค์การบริหารส่วนตำบลต่างๆ เนื่องจากมีราคาถูก และหาซื้อได้ง่าย มีความทนทานต่อการกัดกร่อน และสะดวกในการขนถ่ายของพนักงาน แต่มีข้อจำกัด คือ รองรับปริมาณมูลฝอยได้น้อย เหมาะสำหรับแหล่งชุมชนที่มีปริมาณมูลฝอยไม่มากนัก เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล และเทศบาลที่มีปริมาณมูลฝอยไม่มากนัก

- **คอนเทนเนอร์** มีขนาดประมาณ 4,000-5,000 ลิตร เหมาะที่ใช้จัดวางไว้ตามแหล่งกำเนิดที่มีปริมาณมูลฝอยมากๆ เช่น โรงแรม ห้างสรรพสินค้า ตลาด ภัตตาคาร สนามกีฬา สวนสาธารณะ เป็นต้น

- **ถุงขยะ** มีหลายขนาด เหมาะสำหรับใช้ภายในครัวเรือน และสามารถแยกประเภทถุงเพื่อการแยกมูลฝอยได้ โดยอาจทำสัญลักษณ์ประจำถุง ว่าเป็นมูลฝอยเปียก มูลฝอยแห้ง หรือมูลฝอย ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ปัจจุบันมีเทศบาลบางแห่งส่งเสริมให้ประชาชนรวบรวมมูลฝอยใส่ถุง แล้วนำมามอบให้รถเก็บขน

## 2.5.การเก็บขนมูลฝอย

การเก็บรวบรวมมูลฝอย เป็นการรวบรวมมูลฝอยจากภาชนะที่รองรับสู่รถเก็บขนมูลฝอย โดยการบริการเก็บขนมูลฝอย สามารถแบ่งเป็น 5 ประเภท (ปรีดา แย้มเจริญวงศ์,2531) คือ

1. **หน้าบ้าน (Curb side)** หมายถึง การเก็บขนมูลฝอย โดยใช้รถยนต์เก็บขนมูลฝอยวิ่งเก็บขนมูลฝอยจากถังรองรับมูลฝอยตามริมถนน ซึ่งประชาชนในบริเวณใกล้เคียงได้นำมูลฝอยมาใส่ถังรองรับมูลฝอย

2. **ถังรวม (Alley)** หมายถึง การเก็บมูลฝอยจากถังรวมมูลฝอยจากจุดรวมมูลฝอย ส่วนใหญ่ใช้กับบ้านในซอยแคบๆ รถเข้าไปไม่สะดวก โดยวางถังรวมมูลฝอยไว้หน้าปากซอย เป็นวิธีการที่ชุมชนส่วนใหญ่นิยมใช้

3. **ส่งออก-ส่งกลับ (Set out-Set back)** หมายถึง การเก็บขนมูลฝอยโดยใช้พนักงานเก็บขน ถึง 2 ชุด ชุดแรกเข้าไปเก็บมูลฝอยจากบ้านเรือนแล้วรอนำถังรองรับมูลฝอยคืน อีกชุดหนึ่งประจำรถเก็บขนจากนั้นจึงเดินต่อไปเก็บบ้านอื่นๆ โดยวิธีการเดียวกัน

4. **ส่งออก (Set out)** หมายถึง การที่มีพนักงานเก็บขนมูลฝอยเข้าไปเอามูลฝอยจากในบ้านและให้เจ้าของบ้านออกมาเอาถังรองรับมูลฝอยเอง

5. **ถึงบ้าน(Backyard carry)** หมายถึง การเก็บขนมูลฝอยที่ใช้รถยนต์เก็บขนมูลฝอยวิ่งไปจอดสถานที่ใกล้เคียงกับแหล่งเก็บขน (ห่างจากจุดเก็บขนมากกว่า 10 เมตร) แล้วเจ้าหน้าที่เก็บขนจะนำอุปกรณ์เก็บขน เช่น เข่ง ถุงพลาสติก พร้อมรถเข็นติดตัวไปทำการเก็บขนมูลฝอยจากถังรองรับมูลฝอยหน้าบ้านประชาชนจนเต็มภาชนะรองรับที่เตรียมไป แล้วบรรทุกมูลฝอยใส่รถยนต์เก็บมูลฝอยที่จอดอยู่ห่างออกไป

**วิธีการเก็บขนมูลฝอยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ ตามลักษณะของถังรองรับมูลฝอย (ปรีดา แย้มเจริญวงศ์,2531) คือ**

1. **ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่** เป็นระบบที่ใช้กับถังมูลฝอยขนาดใหญ่ โดยรถเก็บขนมูลฝอยจะยกถังมูลฝอยนี้จากสถานที่ตั้งไปยังสถานที่กำจัดมูลฝอย และเมื่อถ่ายมูลฝอยออกแล้วก็จะนำเอาถังนั้นกลับไปตั้งไว้ยังสถานที่เดิมหรือสถานที่ใหม่

2. **ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังอยู่กับที่** เป็นระบบที่ใช้กับถังมูลฝอยขนาดเล็ก โดยมูลฝอยในถังจะถูกถ่ายสู่รถเก็บขนมูลฝอย ณ จุดที่ตั้ง โดยไม่มีการเคลื่อนย้าย รถเก็บขนมูลฝอยจะวิ่งไปเรื่อยๆ ตามเส้นทางจนกว่ามูลฝอยจะเต็มความจุ ก่อนวิ่งไปยังหลุมฝังกลบเพื่อถ่ายมูลฝอยออก

การที่จะใช้ระบบการเก็บขนมูลฝอยแบบใดนั้นจะขึ้นอยู่กับสถานที่และสภาพท้องถิ่นนั้น ๆ เช่น ตลาดหรือย่านการค้า ควรใช้ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ เนื่องจากต้องการถังมูลฝอยขนาดใหญ่สำหรับรองรับมูลฝอยในปริมาณมากได้

รถเก็บขนมูลฝอยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลายประเภทและหลายขนาดความจุ (กรมควบคุมมลพิษ 2539) ได้แก่

- **ชนิดเปิดข้างเทท้าย** (Side loading and dumping truck) 6 ล้อ ความจุตั้งแต่ 7 - 10 ลูกบาศก์เมตร ใช้กันมากตามเทศบาลและสุขาภิบาลต่างๆ

- **ชนิดเทท้าย** (Dumping truck) 6 ล้อ ความจุมีตั้งแต่ 5 - 7 ลูกบาศก์เมตร ส่วนมากนิยมใช้ในการเก็บกิ่งไม้ เศษใบไม้ และใช้รถยนต์เอนกประสงค์ของเทศบาลในการบรรทุกขนส่งอุปกรณ์ต่างๆเมื่อเทศบาลจัดกิจกรรม

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

- **ชนิดบรรทุกคอนเทนเนอร์** (Container hauling truck) 6 ล้อ มีความจุตามขนาดของถังคอนเทนเนอร์ประมาณ 6 - 8 ลูกบาศก์เมตร ใช้สำหรับการยกเคลื่อนย้ายถังคอนเทนเนอร์บรรจุมูลฝอยซึ่งนำไปตั้งรองรับมูลฝอยตามจุดต่าง ๆ

- **ชนิดอัดมูลฝอย** (Compactor truck) 6 ล้อ มีความจุประมาณ 15 - 20 ลูกบาศก์เมตร ใช้ได้ดีกับเมืองใหญ่ ๆ เหมาะสำหรับเก็บขนในย่านธุรกิจการค้า หรือบริเวณที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น

- **ชนิดบรรทุกเล็กเปิดข้างเทท้าย** (Pick up) และรถอีแต๋นความจุ 3 ลูกบาศก์เมตร มีความคล่องตัวสูง สามารถเข้าไปเก็บได้ในที่มีถนนแคบๆ ใช้พนักงานประจำรถน้อย

## 2.6.การขนถ่ายและขนส่ง

รถเก็บขนมูลฝอยสามารถขนส่งมูลฝอยไปยังสถานที่บำบัด หรือ กำจัด ได้ 2 วิธีดังนี้

1. **การขนส่งโดยตรง** จะเป็นการขนส่งมูลฝอยโดยรถเก็บขนมูลฝอยจากจุดกำเนิดมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดเที่ยวต่อเที่ยว โดยทำการรวบรวมมูลฝอยจากจุดต่างๆ จนเต็มคันรถ

2. **การขนส่งโดยผ่านสถานีขนถ่าย** จะเป็นการขนส่งมูลฝอยซึ่งเก็บรวบรวมได้จากการเก็บขนมูลฝอยแต่ละคันมาถ่าย ณ สถานีขนส่งมูลฝอยก่อน แล้วจึงขนส่งมูลฝอยคราวละมากๆ ไปยังสถานีกำจัดมูลฝอย ซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายลดลง สถานีขนถ่ายมูลฝอยจะตั้งอยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดมูลฝอยกับสถานที่กำจัดมูลฝอย และทำการถ่ายมูลฝอยจากรถเก็บขนขนาดเล็ก ไปสู่รถบรรทุกลากตู้ขนาดใหญ่ เพื่อการขนส่งมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดต่อไป นอกจากนี้ สถานีขนถ่ายมูลฝอย ยังอาจมีการบดอัดเพื่อลดปริมาตรมูลฝอย

## 2.7.กระบวนการหมักปุ๋ย

การหมักปุ๋ยโดยทั่วไปประกอบด้วย 2 วิธีใหญ่ๆ ด้วยกันคือ การหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศ (Aerobic composting) และการหมักปุ๋ยแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic composting) ซึ่งการหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศจะมีอัตราการย่อยสลายเร็ว และมีความเกี่ยวข้องกับพลังงานในรูปของความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการออกซิเดชันของคาร์บอนอินทรีย์ไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (Rabbani และคณะ, 1983) ระบบการหมักปุ๋ยแบบนี้จะไม่มีปัญหาเรื่องกลิ่น และผลที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทำให้สามารถช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคของวัสดุที่ใช้หมักได้อีกด้วย (Golueke, 1977) แต่อย่างไรก็ตามระบบการหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศมีความต้องการในด้านการจัดการและอุปกรณ์มากกว่าระบบหมักปุ๋ยแบบไม่ใช้อากาศ

ส่วนระบบการหมักปุ๋ยแบบไม่ใช้อากาศมีการใช้จุลินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศในการย่อยสลาย และจะไม่ใช้อากาศหรือออกซิเจนอิสระในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Sanderson และ Martin, 1974) การย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศจะเกิดที่อุณหภูมิต่ำ มีการผลิตกลิ่นที่เกิดจากการหมัก และอัตราการย่อยสลายต่ำกว่าระบบการหมักแบบใช้อากาศ ซึ่งพบว่าข้อดีของการหมักแบบใช้อากาศคือกระบวนการหมักเกิดขึ้นได้เร็วกว่าการหมักแบบไม่ใช้อากาศ และไม่มีปัญหาเรื่องกลิ่น (Rabbani และคณะ, 1983) จากผลการศึกษา

ของนักวิจัยหลายๆ ท่านพบว่าในการหมักปุ๋ยอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ที่เหมาะสม สำหรับของเสียอินทรีย์ควรมีค่าประมาณ 25-35:1 (Haug, 1980; Sanderson และ Martin, 1974)

ดังนั้นจะเห็นว่า การย่อยสลายแบบใช้อากาศใช้เวลาในการย่อยสลายน้อย ขณะที่ย่อยสลายของเสียจะรักษาสภาพความเป็นของแข็งไว้ และมีพลังงานความร้อนเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของอินทรีย์คาร์บอนให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่มีปัญหาเรื่องกลิ่นและอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักจะสูง สามารถที่จะลดปริมาณจำนวน จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในของเสียที่ใช้เป็นวัสดุหมัก

***ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการหมักปุ๋ย***

1. **อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio)** ค่าที่เหมาะสมโดยทั่วไปของของเสียอินทรีย์มีนักวิจัยหลายท่านมีความเห็นตรงกันว่าอยู่ในช่วง 25-35 (Haug, 1980; Sanderson และ Martin, 1974)

2. **ปริมาณความชื้น** จะช่วยให้การหมักปุ๋ยมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในวัสดุที่ใช้หมัก ดังนั้นในการหมักปุ๋ยความชื้นเริ่มต้นต้องมากกว่าร้อยละ 85 และเมื่อความชื้นลดต่ำลงประมาณร้อยละ 45 หรือ 50 กระบวนการหมักปุ๋ยจะเข้าสู่สภาวะสิ้นสุดการหมัก และพบว่ากระบวนการหมักปุ๋ยจะไม่เกิดการหมักต่อไปเมื่อความชื้นมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 11.2 (Gray และคณะ, 1971)

3. **อุณหภูมิ** ในการหมักปุ๋ยอุณหภูมิจะเพิ่มจากอุณหภูมิปานกลาง ไปเป็นอุณหภูมิสูง การที่อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักเพิ่มสูงขึ้นนั้น ทำให้สภาพแวดล้อมในกองปุ๋ยหมักเปลี่ยนแปลงไป โดยที่ชนิดของจุลินทรีย์จะเปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน คือขณะที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ พบว่าจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญคือพวกที่ทนและชอบอุณหภูมิสูง และเมื่ออุณหภูมิต่ำถึงระดับหนึ่ง จุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิปานกลางสามารถที่จะเจริญเติบโตได้

4. **ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)** การย่อยสลายแบบการหมัก จะมีช่วงของค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.5-7.5 ส่วนในกระบวนการหมักปุ๋ย จะมีช่วงที่กว้างกว่า โดยปกติจะมีค่าลดลงในช่วงเริ่มต้นของกระบวนการหมักปุ๋ย (ค่าความเป็นกรดด่างจะลดลงเหลือ 5.0) เนื่องจากเป็นช่วงการหมักกรดอินทรีย์ สภาพความเป็นกรดนี้ จะทำให้การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ลดลง หลังจากนั้นค่าความเป็นกรด-ด่างจะเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับ 8.5

5. **ขนาดของวัสดุหมัก** ลักษณะและขนาดของเศษวัสดุหมักที่แตกต่างกันมีส่วนสำคัญต่อกระบวนการย่อยสลาย ถ้าหากวัสดุที่ใช้มีขนาดเล็กการผสมคลุกเคล้าทำได้ทั่วถึงเพราะมีพื้นที่สัมผัสมาก ดังนั้นโอกาสที่จะถูกย่อยสลายก็มีมาก แต่ถ้าขนาดเล็กเกินไปก็จะทำให้ลดอัตราการระบายอากาศของก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Bertoldi และคณะ, 1983; Crawford, 1983) ดังนั้นจึงควรมีช่องว่างเพียงพอในการระบายอากาศ ซึ่งขนาดที่พอเหมาะของวัสดุหมักควรมีขนาดความยาวของแต่ละชิ้นส่วนประมาณ 5 เซนติเมตรหรือเล็กกว่า (Gaur, 1980)

**ในการหมักทำปุ๋ยนั้น สามารถทำได้ 7 วิธี (พัชรี หอวิจิตร, 2545) คือ**

1. **Windrow System** เป็นการนำมูลฝอยมากองไว้ให้ได้ความสูงพอสาสมัครหมู่บ้านควร เพื่อให้มีการระบายอากาศได้ และทำให้เกิดการย่อยสลายได้ดี นอกจากนี้ต้องมีการกลับกอง เพื่อให้อากาศเข้าได้ทั่วถึง ซึ่งเป็นการเร่งปฏิกิริยาและป้องกันสภาวะการย่อยแบบไม่ใช้อากาศด้วย

2. **Static Composting System** วิธีการหมักทำปุ๋ยแบบนี้คล้ายแบบแรก แต่ที่ฐานของกองมูลฝอยจะทำในลักษณะให้มีการระบายอากาศในกองได้ทั่วถึงตลอดเวลา โดยไม่ต้องกลับกองมูลฝอย เช่น การใช้ไม้ไผ่เจาะช่องระบายอากาศเรียงเป็นฐาน เป็นต้น

3. **Round Trip Paddling Fermentator** วิธีการนี้มูลฝอยจะถูกปล่อยจากเครื่องโปรยสู่ชั้นหมักแบบลักษณะเคลื่อนกลับไปกลับมา มูลฝอยเหล่านี้จะย่อยสลายในชั้นหมัก โดยรับอากาศตลอดเวลาประมาณ 8 วัน ก่อนนำออกพักที่ลานตาก เพื่อให้การย่อยสลายสมบูรณ์ต่อไป

4. **Dynamic Composting System** มูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้จะเคลื่อนตัวช้าๆ ในถังหมักที่หมุนตลอดเวลาประมาณ 1 – 2 วัน พวกเชื้อโรคจะถูกฆ่าตาย โดยมูลฝอยที่ย่อยแล้วจะถูกนำออกลานตาก เพื่อให้ย่อยสลายสมบูรณ์ต่อไป

5. **Invessel Composting System** การหมักวิธีนี้คล้าย Windrow System และ Static Composting System แต่เป็นการหมักในภาชนะปิดที่ถูกทำให้เคลื่อนที่ตลอดเวลาด้วยเครื่องจักรจนกระทั่งสิ้นสุดการย่อยสลาย วิธีนี้ดีกว่า Windrow System และ Static Composting System เพราะสามารถควบคุมกลิ่น ใช้สถานที่น้อยไม่อุจาดตา ควบคุมการหมักง่าย และใช้แรงงานน้อย

6. **Tunnel Reactor composting System** การหมักมูลฝอยแบบในท่อหมัก โดยเครื่องจักรต่างๆ อยู่ภายนอกถังหมัก ทำให้ง่ายต่อการซ่อมแซม การระบายอากาศ ทั้งเข้าและออก สามารถควบคุมได้ ซึ่งทำให้การหมักมูลฝอยได้ผลดี

7. **Brikollare Composting Process** เป็นการหมักมูลฝอยที่ผสมกากตะกอนจากการกำจัดน้ำเสียแล้วอัดเป็นก้อน โดยภายในก้อนทำให้เกิดช่องระบายให้อากาศผ่านเข้าออกได้ ซึ่งช่วยในการย่อย

## 2.8. การนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์

ขยะที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ จะมีส่วนประกอบแต่ละอย่างของขยะที่มีความแตกต่างกัน มีส่วนประกอบของขยะหลายอย่างที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ ดังจะเห็นได้จากกระบวนการรับซื้อขยะในรูปแบบต่างๆ เช่น เศษกระดาษ ขวดแก้ว เศษโลหะ ฯลฯ และในปัจจุบันยังได้มีการรับซื้อขยะชิ้นใหญ่โดยการใช้รถบรรทุกขนาดเล็กแล่นไปตามบ้านพักอาศัยเพื่อขอรับซื้อ ตู้เย็นเก่า พัดลมเก่า ที่นอนเก่า การนำส่วนประกอบของขยะกลับไปใช้ประโยชน์นี้ถือว่าเป็นการจัดการขยะอีกวิธีการหนึ่งเพราะช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอย อีกทั้งเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรในทางอ้อมอีกด้วย

การรีไซเคิลมูลฝอยยังช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ พลังงาน และการเกิดมลพิษได้อีกด้วย อาทิ เช่น การผลิตกระป๋องอลูมิเนียมจากอลูมิเนียมรีไซเคิลจะใช้พลังงานเพียงร้อยละ 5 ของพลังงานที่ผลิตกระป๋องใหม่จากแร่บอกไซด์ และช่วยลดมลพิษทางอากาศได้ถึงร้อยละ 95 ของการผลิตกระป๋องใหม่

จากแร่บอกไซด์ ซึ่งการผลิตกระป๋องอลูมิเนียมใหม่ 1 ใบ ใช้พลังงานเท่ากับการเปิดโทรทัศน์ดู ถึง 17 ชั่วโมง แต่การผลิตกระป๋องอลูมิเนียมรีไซเคิลใช้พลังงานเท่ากับการเปิดโทรทัศน์ดูเพียง 3 ชั่วโมงเท่านั้น ส่วนการผลิตกระดาษ 1 ตันจากกระดาษรีไซเคิลใช้พลังงานเพียงร้อยละ 50 ของการผลิตกระดาษใหม่จากต้นไม้ หรือการใช้เศษแก้วเพิ่มขึ้น 10% จะช่วยประหยัดพลังงานได้ประมาณร้อยละ 1 โดยที่คุณภาพของแก้วรีไซเคิลยังคงทนต่อการกระแทกและใช้งานได้ดีเหมือนเดิมทุกประการ

## 2.9. การเผาไหม้ (Incineration)

การเผา หมายถึง กระบวนการทำลายมูลฝอยที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซให้เกิดการสันดาปด้วยกระบวนการเผาไหม้ ให้แปรสภาพเป็นเถ้า ไอเสีย หรือสิ่งที่ไม่สามารถเผาได้อีก ในการเผาจะต้องใช้อุณหภูมิประมาณ 650 – 1,200 องศาเซลเซียส และหลังการเผาจะเกิดขี้เถ้าขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องกำจัดต่อไปด้วยกระบวนการใช้ถมที่ลุ่ม หรือปรับระดับพื้นดิน เป็นต้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในกระบวนการเผา คือ กลิ่นรบกวน และมลพิษทางอากาศ (พัชรี หอวิจิตร, 2545)

*รูปแบบเตาเผาที่ใช้กำจัดมูลฝอย* แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

**1. เตาเผาชนิดต้องมีแผงตะกรับ (Stoker-Fire Incinerator)** นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน โดยแผงรับตะกรับทำหน้าที่ในการป้อนมูลฝอยในเตาเผา อุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 850 – 1,200 องศาเซลเซียส

**2. เตาเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้ (Pyrolytic Incinerator)** เป็นเตาเผาที่แบ่งการเผาไหม้เป็น 2 ขั้นตอน โดยในขั้นตอนแรกจะควบคุมการเผาไหม้มูลฝอยสภาวะไร้อากาศ หรือใช้อากาศค่อนข้างน้อย ที่อุณหภูมิประมาณ 450 องศาเซลเซียส และในขั้นสุดท้ายจะเป็นการเผาไหม้ในสภาวะอากาศมากเกินพอ ซึ่งอาจใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งอุณหภูมิในเตาสูงถึง 1,000 – 2,000 องศาเซลเซียส

**3. เตาเผาชนิดที่ใช้ตัวกลางนำความร้อน (Fluidized-Bed Incinerator)** เป็นเตาเผาที่ภายในมีตัวกลางช่วยส่งผ่านความร้อน ซึ่งได้แก่ แร่ควอทซ์ หรือทรายแม่น้ำขนาด 1 มิลลิเมตร เตาเผาประเภทนี้มูลฝอยต้องมีการถูกย่อยให้มีขนาดเล็กก่อน ตัวกลางและมูลฝอยจะถูกกวนผสมกันในเตาและเผาไหม้โดยใช้อากาศมากเกินพอ ทำให้ได้อุณหภูมิถึง 850 – 1,200 องศาเซลเซียส

## 2.10. การกำจัดขั้นสุดท้ายหรือการฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ (Sanitary Landfill)

มูลฝอยจะถูกนำมาฝังหรือกองไว้ในพื้นที่ซึ่งจัดเตรียมไว้โดยไม่ก่อเกิดผลเสียต่อสุขอนามัยของประชาชน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งในแต่ละวันจะใช้เครื่องจักรกลเกลี่ยและบดอัดให้ยุบตัวลง แล้วใช้ดินกลบทับและบดอัดให้แน่นอีกครั้ง หลังจากนั้นนำมูลฝอยมาเกลี่ยและบดอัดอีกเป็นชั้นๆ ทั้งนี้อินทรีย์สารที่มีอยู่ในมูลฝอยจะถูกย่อยสลายตามธรรมชาติโดยจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นขบวนการย่อยสลายชนิดไร้อากาศ (Anaerobic Decomposition) ทำให้มูลฝอยยุบตัว และเกิดก๊าซมีเทนขึ้นในชั้นของมูลฝอย ซึ่งจะมีระบบท่อลำเลียงและรวบรวมก๊าซที่เกิดขึ้น และมีระบบป้องกันน้ำชะมูลฝอยลงสู่ชั้นน้ำบาดาลด้านล่าง (พัชรี หอวิจิตร, 2545)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**รูปแบบของการฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ**

**1. การฝังกลบมูลฝอยแบบขุดร่อง** เป็นวิธีฝังกลบที่เริ่มจากระดับต่ำกว่าระดับดินเดิม โดยการขุดดินให้ได้ระดับตามที่กำหนดแล้วเริ่มบดอัดมูลฝอยให้เป็นชั้นบางๆ ทับกันหนาขึ้นเรื่อยๆ จนได้ระดับตามที่กำหนดของมูลฝอยบดอัดแต่ละชั้น โดยทั่วไปความลึกของการขุดร่องจะถูกกำหนดด้วยระดับน้ำใต้ดิน ควรอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินไม่น้อยกว่า 1 เมตร โดยยึดระดับน้ำในฤดูฝนเป็นเกณฑ์ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนต่อน้ำใต้ดิน ไม่ต้องทำคันดิน เพราะสามารถใช้ผนังของร่องขุดเป็นกำแพงยัน ทำให้ไม่จำเป็นต้องขนดินมาจากข้างนอก และยังสามารถใช้ดินที่ขุดออกมากลบมูลฝอยได้อีก

**2. การฝังกลบมูลฝอยบนพื้นดิน** เป็นวิธีฝังกลบที่เริ่มจากระดับดินเดิมโดยทำการบดอัดมูลฝอยตามแนวราบก่อนแล้วค่อยบดอัดในชั้นถัดไปสูงขึ้นเรื่อยๆ จนได้ระดับที่กำหนด การฝังกลบ วิธีนี้จำเป็นต้องทำคันดิน เพื่อทำหน้าที่เป็นผนัง และทำหน้าที่ป้องกันน้ำเสียที่เกิดจากการย่อยสลายของมูลฝอยที่บดอัด และฝังกลบแล้วได้ซึมออกมาด้านนอก ทำให้เกิดมลภาวะน้ำเสียได้ ลักษณะพื้นที่ที่จำเป็นต้องใช้วิธีนี้ คือ ที่ราบลุ่ม หรือที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง หรือน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าผิวดินไม่เกิน 1 เมตร เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำเสียต่อน้ำใต้ดินได้

**3. วิธีการฝังกลบมูลฝอยในหุบเขาหรือที่ลาดระหว่างเขา** อาจมีการฝังกลบมูลฝอยในบริเวณหุบเขา บ่อดินที่รกร้าง เช่น บ่อดินจากการทำเหมืองแร่ ฯลฯ แต่ต้องคำนึงถึงถนนทางเข้า รูปแบบการควบคุมน้ำเสีย ดินกลบ การควบคุมและระบายน้ำผิวดิน การดำเนินการฝังกลบแต่ละชั้น โดยขอบบนสูงสุดจะต้องขุดร่องระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำผิวดินไหลลงบ่อหลุมมูลฝอย จากนั้นดำเนินการฝังกลบมูลฝอยทีละชั้น ในลักษณะเดียวกันกับการฝังกลบบนพื้นที่ (สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์, 2541)

## 2.11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

F. Contreras *et al.* 2008 ศึกษาการใช้ระบบการวิเคราะห์ลำดับขั้น (Analytical Hierarchical Process : AHP) ร่วมกับการประเมินวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Analysis: LCA) เพื่อเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเลือกระบบการจัดการขยะชุมชน AHP เป็นวิธีที่รวมเอาความสำคัญเชิงความสัมพันธ์ของผลกระทบแต่ละประเภทที่แตกต่างกันร่วมกับแผนการบำบัดที่ใช้เพื่อการตัดสินใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การใช้กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพและการใช้เชื้อเพลิงจากเศษเหลือ (RDF: Refuse Derived fuel) ในแผนการจัดการขยะเป็นทางเลือกสำหรับขยะจากบ้านเรือนในสถานการณ์จริง ผลจากการใช้ AHP แสดงให้เห็นความแตกต่างของผลกระทบ นั่นคือ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและอุปสรรคในแง่ความสามารถรองรับได้ของหลุมฝังกลบมีผลกระทบที่สูงกว่าค่าใช้จ่ายในการดำเนินการตามแผนและความเสียหายต่อสุขภาพอันเนื่องมาจากแผนการบำบัดซึ่งปรากฏในกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ในแง่มุมที่กว้างขึ้น การใช้การลำดับความสำคัญด้วย AHP ต่อปัญหาด้านการตัดสินใจทำให้เกิดการพัฒนารูปแบบต่าง ๆ กัน 4 รูปแบบขึ้นอยู่กับกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการตัดสินใจ ผลจากการวิเคราะห์พบว่า การใช้กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพมีความเหมาะสมมากที่สุดในแง่ของการปฏิบัติ

K.N. Kumar and S. Goel (2009) ได้ทำการศึกษาตรวจสอบรายละเอียดและสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยและการจัดการมูลฝอยชุมชนเพื่อนำเสนอแผนการจัดการมูลฝอยแบบครบวงจรและเหมาะสมของเมือง Kharagpur ประเทศอินเดีย ซึ่งพบว่าปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นมีปริมาณ 95 ตันต่อวันแต่สามารถเก็บขนได้เพียง 50 ตันต่อวัน รวมถึงการกำจัดที่ไม่ถูกสุขลักษณะโดยเป็นการถมทิ้งกลางแจ้ง (Open dumped) และปัญหาที่สำคัญ ได้แก่ สถานที่ตั้งถังรองรับไม่เหมาะสม สมรรถนะและประสิทธิภาพของรถเก็บขนต่ำ แรงงานไม่เพียงพอสำหรับการจัดเก็บและขนส่งมูลฝอย และไม่มีระบบการกำจัดขยะและสิ่งอำนวยความสะดวกที่ถูกสุขลักษณะ ผลการศึกษาพบว่า ขยะมูลฝอยมีค่าความชื้นสูง ค่าพลังงานความร้อนต่ำ กลยุทธ์ที่ดีที่สุด คือ การทำปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ (Aerobic composting) สามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องกำจัดถึงร้อยละ 80 ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการเก็บขน ขนส่งและกำจัด

G. Zotos *et.al* (2009) ศึกษาการจัดการขยะ จุดอ่อนด้อยและโอกาส (ทางเลือก) สำหรับหน่วยงานท้องถิ่น ซึ่งเน้นไปยังเทคโนโลยีที่ทันสมัยและปรับเปลี่ยนได้ เครื่องมือ (วิธีการ) ที่ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับเทศบาลควรสามารถวัดและแยกแยะช่วงของแผนการทำงานที่แตกต่างกันระหว่างเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นและผู้ให้บริการที่เกี่ยวข้องได้ โดยช่องว่างทางด้านนโยบาย (ยังเป็นปัญหาสำหรับหน่วยงานท้องถิ่น ปรากฏว่าเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นขาดการจัดการและการสนับสนุนการใช้นโยบาย การแยกขยะ การจัดเก็บ การเฝ้าระวังและการประเมินข้อมูล และการป้องกันที่มีประสิทธิภาพรวมทั้งวิธีการที่ได้ผลในการจัดการขยะชุมชนรวมทั้งจัดการสิ่งแวดล้อม ความบกพร่องที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งเกิดเนื่องมาจากการจัดการขยะแบบแยกเขต ในแต่ละท้องที่โดยไม่มีการวางแผนด้านการใช้งบประมาณและความสามารถของระบบอย่างยั่งยืนเข้ามาสนับสนุน ส่งผลให้ท้องถิ่นยังคงมีกิจกรรมเดิม ๆ ที่ยังคงแตกต่างจากนโยบายของชาติ ทางคณะวิจัยได้พัฒนาระบบการจัดการขยะทั้งในระดับบ้านเรือนและระดับอื่น ๆ รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยร่วมกับการจัดทำแนวทางในการพัฒนาแผนการจัดการขยะในระดับเทศบาล

การจัดการขยะมูลฝอยที่ดี มีประสิทธิภาพและยั่งยืน มิได้เกิดจากการจัดการและวางแผนจากหน่วยงานภาครัฐเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ต้องได้รับความร่วมมือที่ดีหรือการมีส่วนร่วมจากประชาชนในพื้นที่ซึ่งเป็นผู้ผลิตและทิ้งขยะมูลฝอย ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ความเข้าใจ ทัศนคติ และพฤติกรรมของประชาชนในชุมชนนั้น ๆ (นฤดี บุญชุม, 2548) ซึ่งปัจจุบันอำนาจการบริหารงานภาครัฐเป็นรูปแบบของการกระจายอำนาจสู่ท้องถิ่น อีกทั้งนโยบายแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมภาคภาคใต้ตอนบน ปี 2550-2554 ซึ่งเป็นแผนที่จัดทำขึ้นในช่วงเวลาที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (ปี พ.ศ. 2550-2554) ที่เน้นระบบการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มีความสมดุลและยั่งยืนโดยการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในสังคมและใช้หลักการจัดการความรู้ (Knowledge Management) ในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานเพื่อให้การเข้าถึงและใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นไปอย่างโปร่งใสและเป็นธรรมนั้น จากกรอบแนวคิดของการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพโดยให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการดำเนินการตั้งแต่กระบวนการแรก คือ การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา แนวทางการแก้ปัญหา รวมถึงการระดมความคิดเห็นของทุกฝ่ายเพื่อสรรหาหรือเลือกรูปแบบและเทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมต่อท้องถิ่น ซึ่งทางผู้วิจัยมุ่งหวังให้ผลการวิจัยที่ศึกษาได้สามารถเป็นทางเลือกมุ่งเน้นให้มีผลสัมฤทธิ์ในรูปแบบของแผนปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรมและดำเนินการได้

รวมถึงการพัฒนาองค์กรเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมร่วมกันระหว่างเทศบาลเมืองท่าข้ามกับเทศบาลข้างเคียงและผู้มีส่วนได้เสียอื่น ๆ ให้เป็นโครงการนำร่องเพื่อสามารถแก้ปัญหาขยะมูลฝอยในภาพรวมของจังหวัดสุราษฎร์ธานีต่อไปได้

วิธีการที่นิยมใช้ประเมินทางเลือกในด้านเศรษฐศาสตร์คือ Cost Benefit Analysis (CBA) ในขณะที่ Life Cycle Analysis (LCA) จะนิยมใช้เพื่อประเมินความเหมาะสมทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูปหลายแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้การวิเคราะห์มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น GABI, IWM, SIMA Pro, WARM และ WISARD โดยวิธีการที่นิยมใช้เพื่อเลือกทางเลือกที่เหมาะสมจากการประเมินหลายด้านคือ Multi Criteria Decision Analysis (MCDA) ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคในการวิเคราะห์หลายรูปแบบเช่นกัน เช่น ELECTRE, PROMETHEE, AHP และ TOPSIS (Morrissey & Browne 2004; Hung, Ma, & Yang 2007) และได้พัฒนาเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปในชื่อต่างๆ กัน เช่น EXPERT CHOICE (AHP), ELECTRE TRI Assistant (ELECTRE III), PROMCALC (PROMETHEE), และ HIPRE 3+ (AHP) (Morrissey & Browne 2004)

# บทที่ 3
# ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการวิจัยในส่วนที่ 2 มีดังนี้

1. เก็บข้อมูลศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นและชุมชนในปัจจุบันของเทศบาลเมืองท่าข้าม ในการจัดการมูลฝอย ในประเด็นต่างๆ ดังตารางที่ 3.1 ซึ่งเป็นปัจจัยหลักต่อประสิทธิภาพรวมของระบบการจัดการมูลฝอย

**ตารางที่ 3.1** ประเด็นในการประเมินศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นและชุมชนในการจัดการมูลฝอย

| องค์ประกอบ | ประเด็นประเมิน |
|---|---|
| **ศักยภาพองค์กรท้องถิ่น** | ● ประสิทธิภาพระบบการวางแผนในปัจจุบัน |
| | ● ประสิทธิภาพการวางแผนของเจ้าหน้าที่ |
| | ● งบประมาณการจัดการมูลฝอยของท้องถิ่น |
| | ● การให้ความสำคัญต่อปัญหาการจัดการมูลฝอย |
| | ● ประสิทธิภาพรวมในการเดินระบบการจัดการมูลฝอย |
| **ศักยภาพของชุมชน** | ● การให้ความสำคัญต่อปัญหามูลฝอย |
| | ● ความต้องการมีส่วนร่วมในการคัดแยกมูลฝอย |
| | ● ความสมัครใจในการจ่ายค่าธรรมเนียม |
| **ความร่วมมือระหว่างองค์กรท้องถิ่นและชุมชน** | ● การสนับสนุนขององค์กรท้องถิ่นให้ชุมชนมีส่วนร่วมในระบบการจัดการมูลฝอย |
| | ● การมีส่วนร่วมของชุมชนในการออกแบบระบบ |
| | ● การมีส่วนร่วมของชุมชนในการเดินระบบ |

2. เชื่อมโยงข้อมูลจากโครงการวิจัยย่อยที่ 1 เพื่อรวบรวบทางเลือกหรือเทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน ที่สามารถนำมาปฏิบัติในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามได้ ในแต่ละขั้นตอนตั้งแต่ การลดการเกิด การแยก ณ แหล่งกำเนิด การบำบัด และการกำจัด รวมทั้งปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของทางเลือกนั้นๆ

3. สร้างทางเลือกต่างๆ ของรูปแบบการจัดการมูลฝอยแบบผสมผสานตั้งแต่แหล่งกำเนิดจนถึงการกำจัด ที่เป็นไปได้สำหรับพื้นที่ เทศบาลเมืองท่าข้าม โดยการผสมผสานวิธีการ/เทคโนโลยีของแต่ละขั้นตอนตามที่ได้นำเสนอในตารางที่ 3.1 และจากการทบทวนเอกสารจากข้อ 2

4. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการมูลฝอยแต่ละทางเลือกในด้านวิศวกรรม ดังแสดงในตารางที่ 3.2 โดยการคำนวณตามทางสูตรคณิตศาสตร์ของวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

**ตารางที่ 3.2** ประเด็นในการประเมินประสิทธิภาพทางวิศวกรรมของระบบการจัดการมูลฝอย

| องค์ประกอบ | ประเด็นประเมิน |
|---|---|
| **ประสิทธิภาพทางวิศวกรรม** | • ระบบกักเก็บ ณ แหล่งกำเนิดเพียงพอกับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น |
| | • ระบบเก็บขนเพียงพอที่จะขนย้ายมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้นออกจากชุมชน |
| | • ระบบบำบัดมูลฝอยเหมาะสมกับลักษณะของมูลฝอย |
| | • พื้นที่ฝังกลบมูลฝอยเพียงพอในการรองรับมูลฝอยในอีก 30 ปีข้างหน้า |
| | • พื้นที่ฝังกลบเป็นแบบถูกหลักสุขาภิบาล |

5. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการมูลฝอยแต่ละทางเลือกในด้านเศรษฐศาสตร์ ดังนี้

5.1. ความเหมาะสมในการลงทุน โดยคิดจากค่า *มูลค่าปัจจุบันสุทธิ* *อัตราส่วนระหว่างผลตอบแทนและต้นทุน* และ *อัตราผลตอบแทนภายใน*

a. *มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)* แสดงถึงจำนวนผลประโยชน์สุทธิที่อยู่ในรูปของมูลค่าปัจจุบันที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการ

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

โดย $B_t$ คือ ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการ

$C_t$ คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากโครงการ

$r$ คือ อัตราคิดลด(Discount Rate)

$t$ คือ ปีของโครงการ คือ ปีที่ 0,.....,n

b. *อัตราส่วนระหว่างผลตอบแทนและต้นทุน ( Benefit-cost ratio : BCR)* แสดงถึงมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^{n} B_t (1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^{n} C_t (1+r)^{-1}}$$

c. *อัตราผลตอบแทนภายใน ( Internal rate of return : IRR)* เป็นการหาอัตราคิดลดของโครงการซึ่งจะทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิมีค่าเท่ากับศูนย์

IRR คือ ค่า $r$ ที่ทำให้ $\sum_{t=0}^{n} \frac{(B-C_t)}{(1+r)^t} = 0$

โดยความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์สามารถตัดสินได้จากเกณฑ์ที่แสดงในตารางที่ 3.3

**ตารางที่ 3.3:** เกณฑ์การตัดสินใจเพื่อลงทุนโครงการ

| NPV | BCR | IRR | **การลงทุนโครงการ** |
|---|---|---|---|
| เป็นบวก | >1 | > อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ | ลงทุน |
| เท่ากับศูนย์ | =1 | = อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ | คุ้มทุน |
| เป็นลบ | <1 | < อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ | ไม่ควรลงทุน |

5.2. การทดสอบความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis)

5.3. การประมาณค่าใช้จ่ายในการจัดทำระบบการจัดการขยะ โดยแบ่งต้นทุนในการจัดทำระบบการจัดการขยะเป็นต้นทุนทางตรง (Direct Cost) ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนในการจัดเก็บขยะจากชุมชน กำจัดขยะโดยใช้การฝังกลบ ปุ๋ยหมัก ใช้เตาเผา ฯลฯ และค่าที่ดิน และต้นทุนทางอ้อม (Indirect Cost) ซึ่งประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายด้านมลพิษ

5.4. การประมาณมูลค่าผลประโยชน์จากโครงการ ทั้งผลประโยชน์ทางตรง (Direct Benefit) ซึ่งประกอบด้วยรายได้จากการขายวัสดุรีไซเคิล ปุ๋ย และพลังงาน และค่าธรรมเนียมการจัดเก็บมูลฝอยในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม จังหวัดสุราษฎร์ธานี และผลประโยชน์ทางอ้อม (Indirect Benefit) ซึ่งประกอบด้วยผลประโยชน์จากการลดการใช้ปุ๋ยเคมี หรือ การที่ประชาชนในเขตเทศบาทท่าข้ามมีสุขภาพอนามัยดีขึ้น

6. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการมูลฝอยแต่ละทางเลือกในด้านสังคม โดยสอบถามชุมชนในพื้นที่ถึงประเด็นของการยอมรับของชุมชนต่อระบบที่นำเสนอ ระดับการมีส่วนร่วมได้ของชุมชนในระบบการจัดการ และ ความสอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของชุมชนในปัจจุบัน

7. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการมูลฝอยแต่ละทางเลือกในด้านสิ่งแวดล้อม โดยการคำนวณผลกระทบเบื้องต้นต่อน้ำ อากาศ และการใช้ทรัพยากร ตามหลักการและวิธีการของ ISO 14000

8. เลือกระบบการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุดโดยวิธีการ Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA) โดยการให้คะแนนแต่ละทางเลือกจากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในแต่ละด้าน (วิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สัง และ สิ่งแวดล้อม) ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 3.4 แล้วหาคะแนนรวม เพื่อจัดลำดับความเหมาะสมของทางเลือกทั้งหมด

**ตารางที่ 3.4** ตารางประเมินด้วยวิธี MCDA

| **เกณฑ์ประเมิน** | **คะแนนของแต่ละทางเลือก** | | |
|---|---|---|---|
| | **A1** | **A2** | **...** |
| **ประสิทธิภาพด้านวิศวกรรม** | | | |
| F1: ความต้องการใช้พื้นที่ | | | |
| F2: ปริมาณมูลฝอยที่สามารถลดได้ | | | |
| F3: ความยืดหยุ่นในการบำบัดมูลฝอย | | | |
| F4: อายุการใช้งานของพื้นที่หลุมฝังกลบ | | | |
| **ประสิทธิภาพด้านเศรษฐศาสตร์** | | | |
| F5: ความเหมาะสมในการลงทุน | | | |
| F6: ค่าใช้จ่ายในการสร้างทำระบบ | | | |
| F7: รายได้จากการทำระบบ | | | |
| **ประสิทธิภาพด้านสังคม** | | | |
| F8:การยอมรับของชุมชนต่อระบบที่นำเสนอ | | | |
| F9: ระดับการมีส่วนร่วมได้ของชุมชนในระบบการจัดการ | | | |
| F10: ความสอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของชุมชนในปัจจุบัน | | | |
| F11: ผลกระทบต่อสุขภาพ | | | |
| **ประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม** | | | |
| F12: น้ำ | | | |
| F13: อากาศ | | | |
| F14: ของแข็ง | | | |

# บทที่ 4
# ผลการศึกษา

บทนี้นำเสนอ ผลการรวบรวบข้อมูลเทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน ที่สามารถนำมาปฏิบัติในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามได้ การสร้างทางเลือกต่างๆ ของรูปแบบการจัดการมูลฝอยแบบผสมผสานสำหรับพื้นที่ เทศบาลเมืองท่าข้าม และการประเมินทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม

## 4.1. แนวทางการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับมูลฝอยในประเทศไทย

วิธีการจัดการมูลฝอยในแต่ละขั้นตอนในปัจจุบันดังสรุปในตารางที่ 4.1 ซึ่งแต่ละองค์กรท้องถิ่นจำเป็นต้องผสมผสานวิธีการจัดการต่างๆ เหล่านี้ ให้เหมาะสมสำหรับพื้นที่ของตนเอง

**ตารางที่ 4.1** วิธีการในการจัดการมูลฝอยในแต่ละขั้นตอนของระบบการจัดการมูลฝอย

| ขั้นตอน | วิธีการ/ทางเลือก |
|---|---|
| การลดการเกิดมูลฝอย | - Education<br>- Incentives (weight base charge)<br>- Forces (Polluter Pay Principle, Landfill Levy) |
| การคัดแยก | - Informal system (waste picker, scavengers)<br>- Formal system (MRFs) |
| การบำบัด | - Composting (windrow, static pile, concrete box)<br>- EM liquid<br>- Anaerobic Digestion/ Biogasification<br>- Recycling<br>- RDF<br>- Gasification<br>- Incineration/WTE |
| การกำจัด | - Sanitary landfill<br>- Sanitary landfill with energy recovery system<br>- Landfill mining |

โดยแนวทางในการเลือกวิธีการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ต่างๆ ได้มีการเสนอแนะไว้ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ถึง 4.5 (ดัดแปลงจากเอกสารประกอบการประชุมชี้แจงกรอบแนวทางการจัดสรรเงินกองทุนสิ่งแวดล้อมให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อดำเนินโครงการขนาดเล็กด้านการจัดการน้ำเสียและขยะมูลฝอยชุมชน, เชาวน์ นกอยู่ (2551))

**ตารางที่ 4.2** เทคโนโลยีผลิตพลังงานสำหรับขยะองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

| ปริมาณมูลฝอย | เทคโนโลยี |
|---|---|
| ปริมาณมูลฝอยมากกว่า 100 ตันต่อวัน | เตาเผา/แก๊สซิฟิเคชั่น/น้ำมันมูลฝอยพลาสติก |
| ปริมาณมูลฝอย 50 -100 ตันต่อวัน | AD บ่อหมักก๊าซชีวภาพ + RDF |
| ปริมาณมูลฝอย 10 – 50 ตันต่อวัน | AD บ่อหมักก๊าซชีวภาพ + RDF |
| ปริมาณมูลฝอย 5 – 10 ตันต่อวัน | AD บ่อหมักก๊าซชีวภาพ + RDF |
| ปริมาณมูลฝอยน้อยกว่า 5 ตันต่อวัน | ถังหมักก๊าซชีวภาพขนาดเล็ก/ RDF |

**ที่มา:** เชาวน์ นกอยู่, 2551

**ตารางที่ 4.3** เทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมกับกลุ่มพื้นที่

| ขนาดกลุ่มพื้นที่ | เทคโนโลยีการจัดการมูลฝอย | ค่าลงทุน (ล้านบาท) |
|---|---|---|
| 1. กลุ่มพื้นที่ขนาดใหญ่ (Large Cluster) (> 500 ตัน/วัน) | ระบบคัดแยก + ระบบย่อยสลายทางชีวภาพ + ระบบเตาเผา + ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล | ≥ 3,227 |
| 2. กลุ่มพื้นที่ขนาดกลาง (Medium Cluster) | | |
| 2.1 กลุ่มพื้นที่ขนาดกลาง 1 (M1) (250 – 500 ตัน/วัน) | ระบบคัดแยก + ระบบย่อยสลายทางชีวภาพ + ระบบผลิตมูลฝอยเชื้อเพลิง/เตาเผา + ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล | 1,048 – 3,426 |
| 2.2กลุ่มพื้นที่ขนาดกลาง 2 (M2) (100 – 250 ตัน/วัน) | ระบบคัดแยก + ระบบย่อยสลายทางชีวภาพ + ระบบผลิตมูลฝอยเชื้อเพลิง + ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล | 216 – 523 |
| 2.3 กลุ่มพื้นที่ขนาดกลาง 3 (M3) (50 – 100 ตัน/วัน) | ระบบคัดแยก + ระบบย่อยสลายทางชีวภาพ + ระบบผลิตมูลฝอยเชื้อเพลิง + ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล | 168 - 287 |
| 3. กลุ่มพื้นที่ขนาดเล็ก (Small Cluster) (< 50 ตัน/วัน) | ระบบคัดแยก + ระบบย่อยสลายทางชีวภาพ + ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล | 112 + 151 |

**ที่มา:** เชาวน์ นกอยู่, 2551

**ตารางที่ 4.4** เทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมกับปริมาณมูลฝอย

| เทคโนโลยี | ปริมาณมูลฝอย |
|---|---|
| Composting | ขยะอินทรีย์ < 50 ตัน/วัน |
| Incineration | ปริมาณมูลฝอยทั้งหมด >200 ตัน/วัน |
| RDF | 5-100 ตัน/วัน |
| Anaerobic Digestion | ขยะอินทรีย์ >60 ตัน/วัน |

**ที่มา:** เชาวน์ นกอยู่, 2551

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**ตารางที่ 4.5** เทคโนโลยีผลิตพลังงานจากมูลฝอยที่เหมาะสมกับปริมาณมูลฝอย

| เทคโนโลยี | ปริมาณมูลฝอย (ตัน/วัน) |
|---|---|
| RDF | > 50 |
| Landfill Gas to Energy | > 100 |
| Stoker Incineration | 75-500 |
| Fluidized bed Incineration | > 100 |
| Gasification | > 15 |
| Anaerobic Digestion | < 100 |

**ที่มา:** เชาวน์ นกอยู่, 2551

ซึ่งจากแนวทางการเลือกเทคโนโลยีจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมทั้งหมดข้างต้น สามารถสรุปเป็นเกณฑ์การเลือกวิธีการจัดการมูลฝอยสำหรับองค์กรท้องถิ่นได้ดังแสดงในตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.6** เกณฑ์การเลือกเทคโนโลยีจัดการมูลฝอยที่เหมาะสม (ดัดแปลง)

| เกณฑ์การเลือก | เทคโนโลยี |
|---|---|
| ขยะอินทรีย์ < 50 ตัน/วัน และ<br>ปริมาณขยะทั้งหมด < 50 ตัน/วัน | MRF + Composting/Biogas |
| ขยะอินทรีย์ < 50 ตัน/วัน และ<br>ปริมาณขยะทั้งหมด > 50 ตัน/วัน | MRF + Composting/Biogas + RDF |
| ขยะอินทรีย์ < 50 ตัน/วัน และ<br>ปริมาณขยะทั้งหมด > 100 ตัน/วัน | MRF + Composting/Biogas + Incineration |
| ขยะอินทรีย์ > 50 ตัน/วัน<br>และ ปริมาณขยะทั้งหมด > 50 ตัน/วัน | MRF + AD + RDF |
| Organic waste > 50 ตัน/วัน<br>และ ปริมาณขยะทั้งหมด > 100 ตัน/วัน | MRF + AD + Incineration |

ใช้เกณฑ์ที่สร้างขึ้นนี้เป็นแนวทางในการเลือกรูปแบบการจัดการที่เหมาะสมในเบื้องต้นสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม จากนั้นจะวิเคราะห์ความเหมาะสมของทางเลือกที่ได้อีกครั้งจากข้อมูลที่เก็บได้จริงจากพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม

### 4.2. คุณสมบัติของมูลฝอยเทศบาลเมืองท่าข้าม

จากการศึกษาพบว่า มูลฝอยในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามเกิดขึ้นประมาณ 17 ตันต่อวัน โดยองค์ประกอบหลักคือ ขยะอินทรีย์ประมาณร้อยละ 60 ซึ่งส่งผลให้มีค่าความชื้นประมาณร้อยละ 60 และค่าความร้อนของมูลฝอยประมาณ 2,000 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.7

จากข้อมูลคุณลักษณะเบื้องต้นของมูลฝอยและเกณฑ์การเลือกเทคโนโลยี พบว่า เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับจัดการมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม ควรเป็นการผสมผสานกันระหว่าง ระบบคัดแยก และการบำบัดทางชีวภาพ เช่น การหมักปุ๋ย หรือ ก๊าซชีวภาพ

นอกจากปริมาณมูลฝอยแล้ว เมื่อพิจารณาค่าความร้อนของมูลฝอยพบว่ามีค่าน้อยกว่า 4,000 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการนำไปเผาในเตาเผาเป็นเชื้อเพลิงอีกเช่นกัน และจากการประเมินศักยภาพของเทศบาลเมืองท่าข้ามดังได้แสดงในโครงการย่อยที่ 1 พบว่า ความพร้อมในด้านการวางแผน เทคนิค และ เศรษฐศาสตร์ ขององค์กรท้องถิ่น ในปัจจุบันมีค่อนข้างน้อย (ตารางที่ 4.8 และ ตารางที่ 4.9) ซึ่งไม่เหมาะกับเทคโนโลยีเตาเผาที่ซับซ้อนและต้องการผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคในการเดินระบบและรักษาดูแล และมีค่าใช้จ่ายในการเดินระบบค่อนข้างสูงดังแสดงในตารางที่ 4.10

**ตารางที่ 4.7** องค์ประกอบของมูลฝอย ณ สถานที่กำจัดมูลฝอย เทศบาลเมืองท่าข้าม

| องค์ประกอบของมูลฝอย | สัดส่วน (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | สายที่ 1 | สายที่ 2 | สายที่ 2 | สายที่ 3 | สายที่ 4/1) | สายที่ 4/2 | สายที่ 5 | ช่วง (ต่ำสุด - สูงสุด) | เฉลี่ย |
| 1. เศษผัก อาหาร | 72.7 | 55.0 | 48.0 | 49.7 | 57.4 | 80.2 | 48.2 | 48.0 - 80.2 | 58.7 |
| 2. กระดาษ | 7.0 | 6.0 | 7.7 | 3.9 | 8.7 | 7.4 | 13.1 | 3.9 - 13.1 | 7.7 |
| 3. พลาสติก | 9.8 | 25.6 | 22.6 | 23.2 | 17.5 | 9.5 | 19.0 | 9.5 - 25.6 | 18.2 |
| 4. ยาง/หนัง | 1.4 | 0.5 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 0.3 | 1.5 | 0.3 - 1.5 | 0.8 |
| 5. ผ้า | 1.4 | 4.6 | 5.9 | 3.9 | 1.0 | 0.3 | 5.8 | 0.3 - 5.9 | 3.3 |
| 6. ไม้ | 1.4 | 1.9 | 0.9 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 0.7 | 0.7 - 1.9 | 1.2 |
| 7. แก้ว | 3.5 | 4.5 | 8.1 | 2.9 | 6.2 | 0.8 | 4.4 | 0.8 - 8.1 | 4.4 |
| 8. โลหะ | 0.7 | 1.2 | 1.4 | 4.6 | 1.2 | 0.3 | 2.2 | 0.3 - 4.6 | 1.6 |
| 9. โฟม | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 1.2 | 0.3 | 0.7 | 0.3 - 1.2 | 0.7 |
| 10.ขยะอันตราย | 0.0 | 0.0 | 4.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.9 | 0.0 - 4.1 | 1.0 |
| 11.อื่นๆ (หิน, กระเบื้อง) | 1.4 | 0.0 | 0.0 | 9.2 | 5.0 | 0.0 | 1.5 | 0.0 - 9.2 | 2.4 |
| ความชื้นมูลฝอยรวม | 64.2 | 53.6 | 51.8 | 47.3 | 67.8 | 68.5 | 55.1 | 47.3 - 68.5 | 58.3 |
| ค่าความร้อน (kcal/kg) | 1,897 | 2,002 | - | 2,503 | 1,129 | 1,227 | 1,816 | - | - |

**ตารางที่ 4.8:** ผลการประเมินระดับความยั่งยืนของระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม

| องค์ประกอบ | ประเด็นการประเมิน | คะแนนที่ได้ (เต็ม 1) | ค่าน้ำหนักของแต่ละประเด็น | ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย | คะแนนรวมแต่ละองค์ประกอบ |
|---|---|---|---|---|---|
| ระบบการจัดการมูลฝอยทางวิศวกรรม | E1 | 1.00 | 0.10 | 0.25 | 0.07 |
| | E2 | 1.00 | 0.10 | | |
| | E3 | 0.00 | 0.10 | | |
| | E4 | 0.07 | 0.30 | | |
| | E5 | 0.00 | 0.30 | | |
| | E6 | 0.60 | 0.10 | | |
| ศักยภาพองค์กรท้องถิ่น | L1 | 0.43 | 0.35 | 0.25 | 0.06 |
| | L2 | 0.00 | 0.15 | | |
| | L3 | 0.03 | 0.15 | | |
| | L4 | 0.20 | 0.35 | | |
| ศักยภาพของชุมชน | P1 | 0.50 | 0.50 | 0.25 | 0.12 |
| | P2 | 0.48 | 0.50 | | |
| ความร่วมมือระหว่างองค์กรท้องถิ่นและชุมชน | C1 | 0.00 | 0.25 | 0.25 | 0.03 |
| | C2 | 0.00 | 0.25 | | |
| | C3 | 0.25 | 0.25 | | |
| | C4 | 0.25 | 0.25 | | |
| **รวม** | | | | | **0.28** |

โดยรายละเอียดของแต่ละปัจจัยได้อธิบายไว้ในตารางที่ 4.9

**ตารางที่ 4.9** รายละเอียดของปัจจัยในการประเมินศักยภาพขององค์กรท้องถิ่นในการจัดการมูลฝอย

| องค์ประกอบ | ประเด็นประเมิน |
|---|---|
| **ศักยภาพทางวิศวกรรม** | • **ประสิทธิภาพการกักเก็บ (E1)** - ประเมินความเพียงพอของจำนวนถังรองรับมูลฝอยที่จัดให้กับปริมาณมูลฝอยที่ต้องกักเก็บในแต่ละวัน |
| | • **ประสิทธิภาพการเก็บขน (E2)** - ประเมินความเพียงพอของจำนวนรถเก็บขนมูลฝอยและจำนวนเที่ยวการเก็บขนกับปริมาณมูลฝอยที่ต้องเก็บขนในแต่ละวัน |
| | • **ประสิทธิภาพการบำบัด (E3)** - ประเมินความเหมาะสมของเทคโนโลยีที่ใช้บำบัดมูลฝอยที่เก็บขนได้ต่อคุณสมบัติของมูลฝอย |
| | • **อายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบ (E4)** - ประเมินอายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบในการรองรับมูลฝอยที่เกิดขึ้น |
| | • **ประสิทธิภาพของพื้นที่ฝังกลบ (E5)** - ตรวจสอบลักษณะของพื้นที่ฝังกลบที่ใช้ว่าเป็นแบบถูกสุขลักษณะ |
| | • **ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (E6)** - ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างง่ายของระบบการจัดการมูลฝอย |
| **ศักยภาพองค์กรท้องถิ่น** | • **ประสิทธิภาพระบบการวางแผนในปัจจุบัน (L1)** - ประเมินประสิทธิภาพของระบบการวางแผนการจัดการมูลฝอย |
| | • **ประสิทธิภาพการวางแผนของเจ้าหน้าที่ (L2)** – ประเมินประสิทธิภาพของระบบการวางแผนการจัดการมูลฝอย |
| | • **งบประมาณการจัดการมูลฝอยของท้องถิ่น (L3)** – ประเมินความเพียงพอของงบประมาณที่มีอยู่สำหรับการเดินระบบการจัดการมูลฝอย |
| | • **การให้ความสำคัญต่อปัญหาการจัดการมูลฝอย (L4)** - ประเมินระดับการให้ความสำคัญต่อปัญหามูลฝอยชุมชน |
| **ศักยภาพของชุมชน** | • **การให้ความสำคัญต่อปัญหามูลฝอย (P1)** - ประเมินความตระหนักถึงปัญหามูลฝอยที่เกิดขึ้นของชุมชน |
| | • **ความต้องการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหามูลฝอย (P2)** - ประเมินการมีส่วนร่วมในการจัดการมูลฝอยของชุมชน |
| **ความร่วมมือระหว่างองค์กรท้องถิ่นและชุมชน** | • **การสนับสนุนขององค์กรท้องถิ่นให้ชุมชนมีส่วนร่วมในระบบการจัดการมูลฝอย (C1)** – ประเมินความตั้งใจของเทศบาลที่ต้องการให้ชุมชนมีส่วนร่วม |
| | • **การมีส่วนร่วมของชุมชนในการออกแบบระบบ (C2)** – ประเมินการมีส่วนร่วมของชุมชนในกระบวนการวางแผนระบบการจัดการมูลฝอย |
| | • **การมีส่วนร่วมของชุมชนในการเดินระบบ (C3)** – ประเมินการมีส่วนร่วมของชุมชนในการดำเนินระบบการจัดการมูลฝอย |
| | • **ประสิทธิภาพรวมในการเดินระบบการจัดการมูลฝอย (C4)** - ประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของระบบการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน |

**ที่มา** จรีรัตน์ สกุลรัตน์ 2553

**ตารางที่ 4.10** ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและเดินระบบของเทคโนโลยีแปลงมูลฝอยเป็นพลังงาน

| ระบบ | ค่าลงทุน (ล้านบาท/ตัน) | ค่านำเนินการ (บาท/ตัน) |
|---|---|---|
| RDF | 0.74 - 1.75 | 248 - 629 |
| Landfill Gas to Energy | 0.94 - 1.25 | 257 - 932 |
| Stoker Incineration | 6.5 - 1.5 | 800 - 2,000 |
| Gasification | 2 - 4.9 | 638 - 1,004 |
| Anaerobic Digestion | 1.25 - 1.8 | 128 - 704 |

**ที่มา** เชาวน์ นกอยู่ 2551

และเมื่อพิจารณาถึงความพร้อมของชุมชนในพื้นที่พบว่า การมีส่วนร่วมต่อการจัดการมูลฝอย และการให้ความร่วมมือกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการจัดการมูลฝอย ยังมีน้อยเช่นเดียวกัน ดังนั้น เทคโนโลยีเตาเผามูลฝอยซึ่งต้องการระบบการคัดแยกมูลฝอยต้นทางที่มีประสิทธิภาพเพื่อแยกมูลฝอยที่มีค่าความร้อนต่ำออกจากขยะที่เข้าสู่ระบบ จึงยังไม่เหมาะสมกับพื้นที่นี้เช่นเดียวกัน และเมื่อพิจารณาค่า C/N ratio ดังแสดงในตารางที่ 4.11 พบว่า ค่า C/N ratio อยู่ในช่วงที่สามารถนำไปหมักเป็นปุ๋ยได้ (อย่างไรก็ตาม ต้องมีการปรับปรุงลักษณะของวัสดุหมักเริ่มต้น)

**ตารางที่ 4.11** ผลวิเคราะห์ C/N ของมูลฝอยอินทรีย์ ณ บ่อฝังกลบมูลฝอย

| เส้นทางการเก็บขน | C/N |
|---|---|
| สาย 1 | 24.02 |
| สาย 2 | 17.12 |
| สาย 3 | 12.29 |
| สาย 4 (เช้า) | 15.55 |
| สาย 4 (กลางวัน) | 9.05 |
| สาย 5 | 17.35 |

### 4.3. ทางเลือกการจัดการมูลฝอยสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม

โดยสรุป เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามต้องไม่ซับซ้อนในการเดินระบบและรักษาดูแลเพื่อให้มีระบบการจัดการมูลฝอยในพื้นที่อย่างยั่งยืน ดังนั้น ทางเลือกที่ที่เป็นไปได้สำหรับมูลฝอยเทศบาลเมืองท่าข้าม ดังแสดงในตารางที่ 4.12 โดยการคัดแยกมูลฝอยสามารถพิจารณาได้ 2 แนวทางคือ ส่งเสริมการคัดแยกแบบไม่เป็นทางการ (Informal recovery) หรือ สร้างโรงคัดแยกมูลฝอยรวม

**ตารางที่ 4.12** ทางเลือกของระบบการจัดการมูลฝอยสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม

| ทางเลือก | รายละเอียด |
|---|---|
| 1 | คัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด + การทำปุ๋ย + หลุมฝังกลบ |
| 2 | คัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด + ก๊าซชีวภาพ + หลุมฝังกลบ |
| 3 | คัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด + ก๊าซชีวภาพ + การทำปุ๋ย + หลุมฝังกลบ |
| 4 | โรงคัดแยกขยะมูลฝอย + การทำปุ๋ย + หลุมฝังกลบ |
| 5 | โรงคัดแยกขยะมูลฝอย + ก๊าซชีวภาพ + หลุมฝังกลบ |
| 6 | โรงคัดแยกขยะมูลฝอย + ก๊าซชีวภาพ + การทำปุ๋ย + หลุมฝังกลบ |

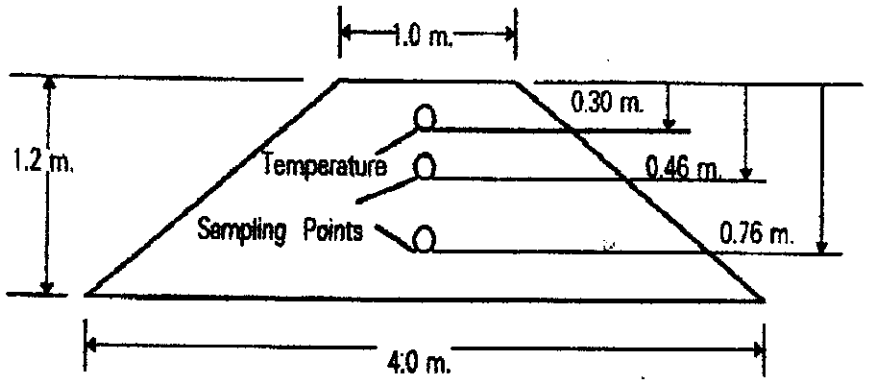
อย่างไรก็ตาม ควรต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีการแปลงมูลฝอยเป็นพลังงานที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าเตาเผามูลฝอยมาใช้ในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามในอนาคต เช่น RDF หรือ Gasification

## 4.4. เทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน

หัวข้อนี้นำเสนอรายละเอียดของเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนในการเดินระบบและรักษาดูแล ที่มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในพื้นที่ของเทศบาลเมืองท่าข้าม ซึ่งจะได้ศึกษาความเป็นไปได้ทั้งทางเทคนิค และเศรษฐศาสตร์ ในลำดับต่อไป

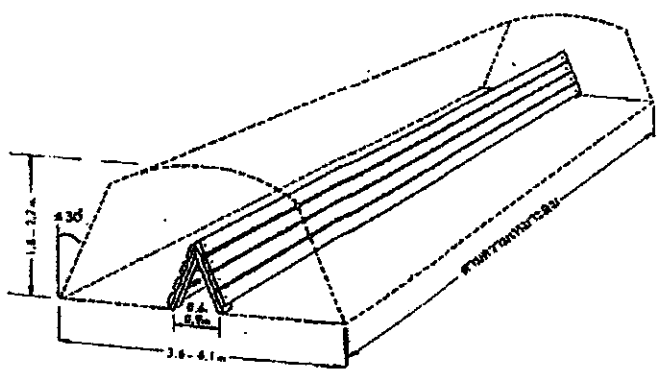
### 1. การหมักปุ๋ยแบบวินด์โรว์ (Windrow)

เป็นรูปแบบการหมักที่ไม่ใช้ถังปฏิกิริยาเป็นการหมักที่นิยมมากที่สุดเนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่ายและไม่ยุ่งยากซับซ้อน เพียงแต่ผสมวัสดุหมักให้เข้ากันแล้ววางกองไว้ทำการพลิกกลับวัสดุหมักในช่วงเวลาที่เหมาะสมประมาณ 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ (Hay และ Kucherither, 1990) วิธีการนี้จะมีการเติมอากาศจากเครื่องเติมอากาศหรือไม่ก็ได้ การพลิกกลับกองวัสดุหมักนั้นสามารถทำได้โดยใช้แรงงานคนถ้ากองวัสดุหมักมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก ส่วนขนาดความสูง ความกว้างของวัสดุหมักที่ทำการหมักแบบวินด์โรว์ดังแสดงในภาพที่ 4.1 (Rabbani และคณะ, 1983)




**ภาพที่ 4.1** สัดส่วนของกองปุ๋ยหมักแบบ Windrow

นอกจากนี้ยังสามารถเจาะช่องระบายอากาศไว้ใต้กองปุ๋ยหมักได้ดังแสดงในภาพที่ 4.2 (กรมควบคุมมลพิษ, 2536) เพื่อให้มีการระบายอากาศให้กับวัสดุหมัก ส่วนรูปร่างของกองวัสดุหมักที่ทำการหมักแบบวินด์โรว์นั้นขึ้นอยู่กับสภาพของวัสดุหมักและอุปกรณ์ในการพลิกกลับวัสดุหมัก



**ภาพที่ 4.2** กองปุ๋ยหมักแบบ Windrow ที่มีการเจาะช่องระบายอากาศ

## 2. การหมักปุ๋ยแบบกองสถิตย์ (Static)

การหมักด้วยวิธีนี้จะไม่มีการพลิกกลับกองวัสดุหมัก มักใช้วัสดุที่มีลักษณะค่อนข้างเปียกในการหมัก เช่น กากตะกอนจากน้ำเสียผสมกับวัสดุปรับสภาพเช่น ใบไม้แห้ง ขี้เลื่อย เพื่อดูดซับความชื้นที่มีมากเกินไป และช่วยปรับปรุงโครงสร้างของวัสดุให้มีความพรุนสูงขึ้น การแพร่ผ่านของอากาศเข้าสู่กองวัสดุหมักจะขึ้นอยู่กับการส่งผ่านรูพรุนอากาศ และจากการเติมอากาศโดยเครื่องเติมอากาศเท่านั้น การที่ไม่มีการพลิกกลับกองวัสดุหมักทำให้ต้องย่อยขนาดของวัสดุหมักให้เล็กลงเพื่อช่วยให้มีพื้นที่สัมผัสจุลินทรีย์มากขึ้น การ

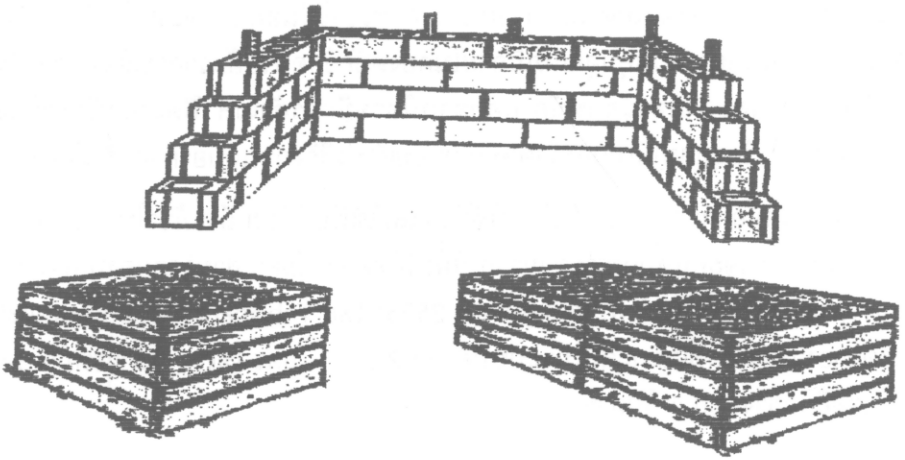
ย่อยสลายสารอินทรีย์จึงจะเกิดได้ดี การเติมอากาศเข้าไปนอกจากจะทำให้เกิดการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนแล้วยังเป็นการควบคุมอุณหภูมิภายในกองหมักวัสดุด้วยอัตราการเติมอากาศขึ้นอยู่กับคุณสมบัติวัสดุหมักและขนาดของกองวัสดุหมัก นอกจากนี้อาจมีการตั้งเวลาปิดและเปิดเครื่องเติมอากาศแบบอัตโนมัติและมีการวัดอุณหภูมิในกองวัสดุหมักจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเติมอากาศครั้งต่อไป

วิธีการเติมอากาศแบบนี้จะเสียค่าใช้จ่ายและใช้พื้นที่น้อย ถึงแม้ว่าในตอนแรกจะเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่ในระยะเวลายาวจะคุ้มทุนเพราะสามารถใช้พื้นที่ได้อย่างคุ้มค่า สามารถกองปุ๋ยได้สูง ใช้บุคลากรในการดำเนินการน้อย ดังแสดงในภาพที่ 4.3 (ESRC, 2553) โดย Tchobanoglous และคณะ (1993) กล่าวว่าขนาดของกองวัสดุหมักที่เหมาะสมในระบบนี้คือสูง 2.0-2.5 เมตร ใช้เวลาในการหมัก 3-4 สัปดาห์ แล้วจึงนำไปบ่มต่ออีกอย่างน้อย 4 สัปดาห์

**ภาพที่ 4.3** กองหมักแบบใช้เครื่องเติมอากาศ (Aerated Static Pile)

### 3. ถังปฏิกิริยาที่วัสดุหมักไม่มีการเคลื่อนที่ (Non flow reactor)

การหมักชนิดนี้จะเป็นแบบ Batch ซึ่งมักใช้ภาชนะเป็นรูปกล่องถังปฏิกิริยา วัตถุดิบจะถูกป้อนเข้าในถังตั้งแต่เริ่มต้น หลังจากนั้นใช้เวลาในถังปฏิกิริยา 7-14 วัน ก็จะสิ้นสุดการหมัก รูปแบบถังหมักแสดงในภาพที่ 4.4 (**ที่มา**: Haug 1993)

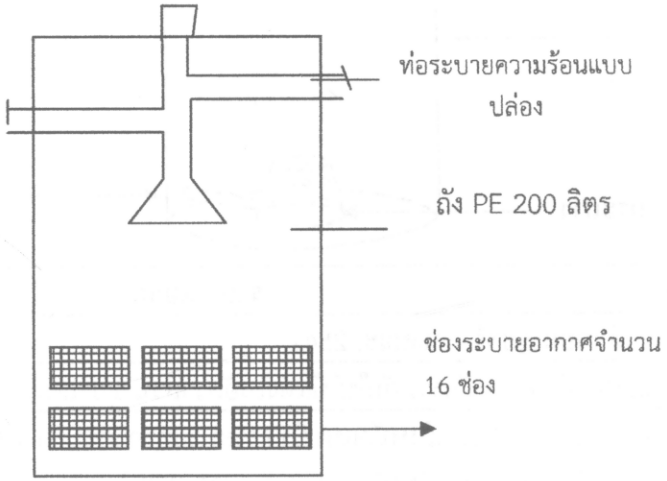


**ภาพที่ 4.4** ถังปฏิกิริยาที่วัสดุหมักไม่มีการเคลื่อนที่ (Non-flow reactor)

**4. การหมักที่บ้าน (Home Composting)**

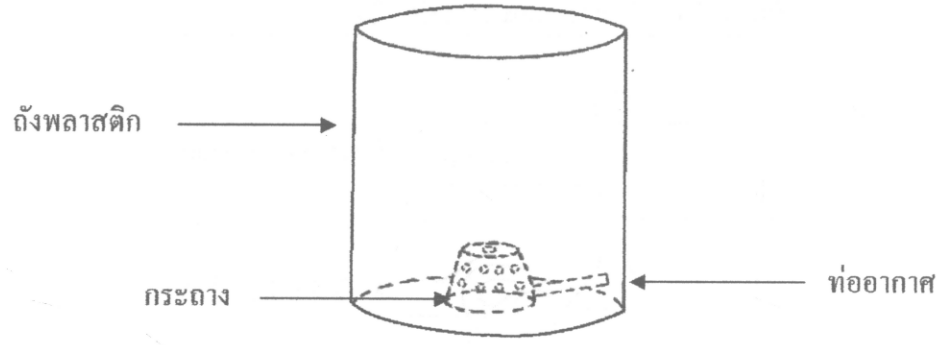
บ้านเรือนหรือชุมชนที่ผลิตมูลฝอยไม่เกิน 1 ตันต่อสัปดาห์ สามารถนำมูลฝอยที่เกิดขึ้นกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ด้วยวิธีการนำมาหมักทำปุ๋ย ณ แหล่งกำเนิด เป็นการช่วยลดปริมาณมูลฝอยอินทรีย์ เศษกิ่งไม้ และใบไม้แห้งจากบ้านเรือนหรือชุมชน ลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องนำไปทิ้งที่หลุมฝังกลบ และยังสามารถนำปุ๋ยหมักที่ได้กลับมาใช้บำรุงดิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) ซึ่งการเลือกใช้ถังหมักจะขึ้นอยู่กับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นของแต่ละบ้านเรือนหรือชุมชน ขนาดของพื้นที่ ความสะดวกในการใช้งาน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาถังหมักปุ๋ย ณ บ้านเรือน ไว้หลายรูปแบบดังสรุปในตารางที่ 4.13

**ตารางที่ 4.13** รูปแบบของถังหมักปุ๋ย ณ บ้านเรือน

| หัวข้อ | รายละเอียด |
|---|---|
| ผู้วิจัย | นคร สุริยานนท์ และสมใจ กาญจนวงศ์, 2552 |
| วัสดุหมักที่ใช้ | มูลฝอยอินทรีย์หมักร่วมกับใบไม้แห้งและคอมโพสท์ ในอัตราส่วน 1.25:0.35:0.16 โดยน้ำหนัก |
| รายละเอียดถังหมัก | ถังหมักพลาสติกโพลีเอทีลีน แบบมีฝาปิดขนาด 200 ลิตร ถังมีช่องเปิดขนาด 5x10 ตารางเซนติเมตร จำนวน 16 ช่อง ติดตั้งท่อระบายความร้อนแบบปล่องทำด้วยท่อพีวีซีที่จุดกึ่งกลางของถัง บริเวณช่องเปิดด้านล่างมีการติดตะแกรงมุ้งลวดเพื่อป้องกันวัสดุหมักหลุดออกมาตามช่องเปิด |
|  | |

**ตารางที่ 4.13** รูปแบบของถังหมักปุ๋ย ณ บ้านเรือน (ต่อ)

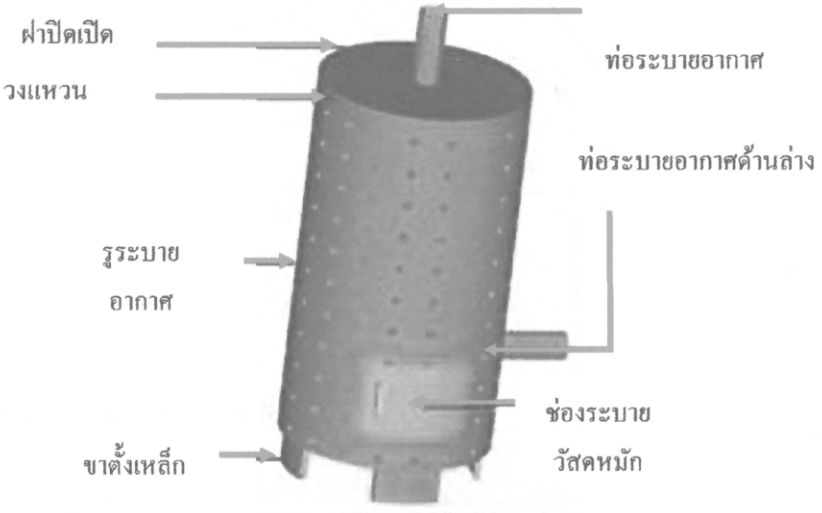
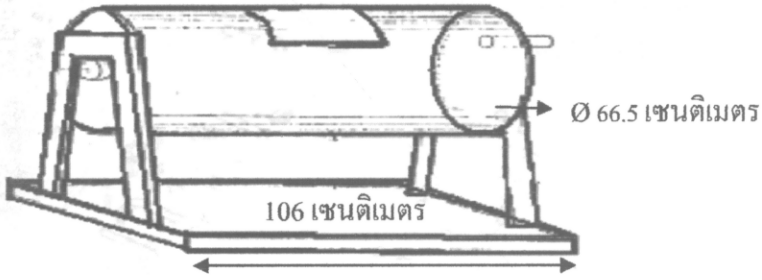
| หัวข้อ | รายละเอียด |
|---|---|
| ผู้วิจัย | อนุวัฒน์ เฟื่องจันทร์, 2546 |
| วัสดุหมักที่ใช้ | มูลฝอยอินทรีย์จากร้านอาหารหมักร่วมกับ ใบไม้แห้ง ในอัตราส่วน 1.75:1โดยน้ำหนัก และเติมเทอร์โมฟิลิคแบคทีเรีย |
| รายละเอียดถังหมัก | ถังพลาสติกมีฝาปิดปริมาตร 100 ลิตร โดยจะเจาะรูด้านล่างเพื่อสอดสายยางเติมอากาศ ภายในใส่กระถางที่เจาะรูโดยครอบหัวเติมอากาศเพื่อช่วยกระจายอากาศและป้องกันการอุดตันของหัวเติมอากาศจากการกดทับของวัสดุหมัก |



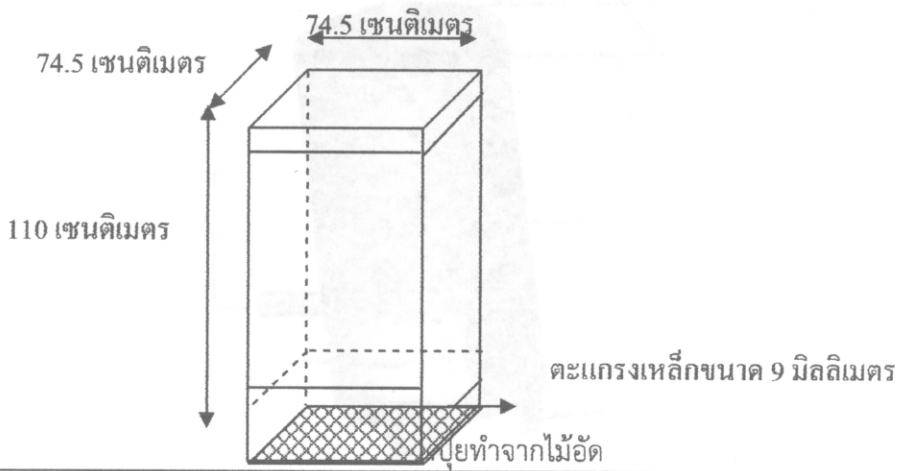

| หัวข้อ | รายละเอียด |
|---|---|
| ผู้วิจัย | ชาติ เจียมไชยศรี และคณะ, 2547 |
| วัสดุหมักที่ใช้ | มูลฝอยอินทรีย์หมักร่วมกับใบไม้แห้งในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร |
| รายละเอียดถังหมัก | - ถังหมักใบที่ 1 เป็นถังหมักแบบมีช่องระบายอากาศขนาด 185 ลิตร<br>- ถังหมักใบที่ 2 เป็นถังหมักแบบหมุนขนาด 200 ลิตร<br>- ถังหมักใบที่ 3 เป็นถังหมักแบบใช้ท่อระบายอากาศขนาด 200 ลิตร |

ถังหมักแบบมีช่องระบายอากาศขนาด 185 ลิตร

**ตารางที่ 4.13** รูปแบบของถังหมักปุ๋ย ณ บ้านเรือน (ต่อ)

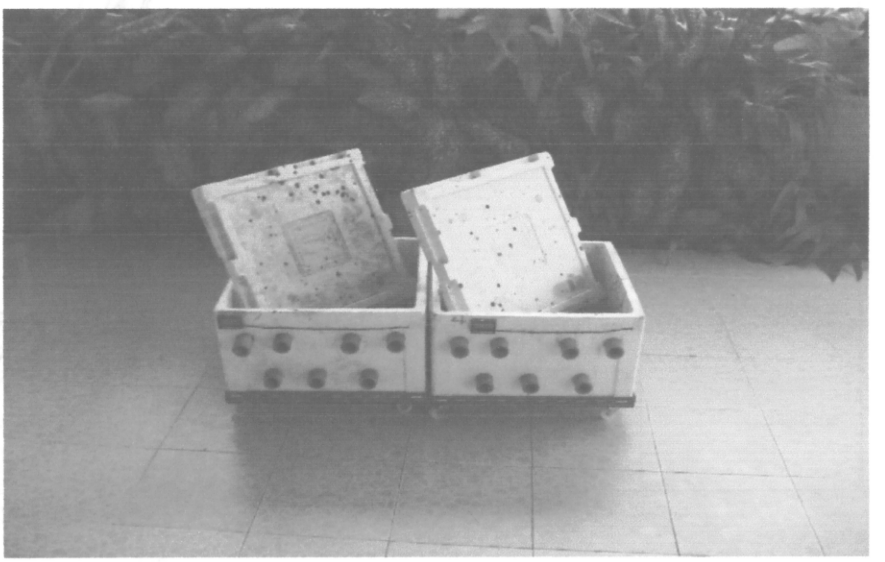
| หัวข้อ | รายละเอียด |
|---|---|
|  <br>ถังหมักแบบใช้ท่อระบายอากาศขนาด 200 ลิตร | |
| **หัวข้อ** | **รายละเอียด** |
| ผู้วิจัย | พูนศักดิ์ จันทร์จำปี, 2541 |
| วัสดุหมักที่ใช้ | มูลฝอยอินทรีย์หมักร่วมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่เปลือกข้าว ขี้เลื่อย ใบไม้แห้ง Bacillus Bacteria |
| รายละเอียดถังหมัก | - ถังหมักที่ใช้ในการทดลอง เป็นถังหมุนทำจากเหล็กวางในแนวนอนหมุนด้วยความเร็ว 2.5 รอบ/นาที ยาว 106 เซนติเมตรเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 66.5 เซนติเมตร ความจุ300ลิตร ภายในถังหมุนจะมีอุปกรณ์เพิ่มความร้อนโดยใช้แก๊ส<br>- กล่องหมักสำรับหมักวัตถุดิบ ที่ได้จากถังหมุน ทำจากไม้อัดปริมาตร 550 ลิตร ขนาดกล่องหมักกว้าง 74.5 เซนติเมตร ยาว 74.5 เซนติเมตร และสูง 100 เซนติเมตร ด้านล่างใช้ตะแกรงเหล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.9 เซนติเมตรเพื่อถ่ายเทอากาศด้านบนเปิดโล่ง |
|  <br>ถังหมักปุ๋ยแบบหมุน | |

**ตารางที่ 4.13** รูปแบบของถังหมักปุ๋ย ณ บ้านเรือน (ต่อ)

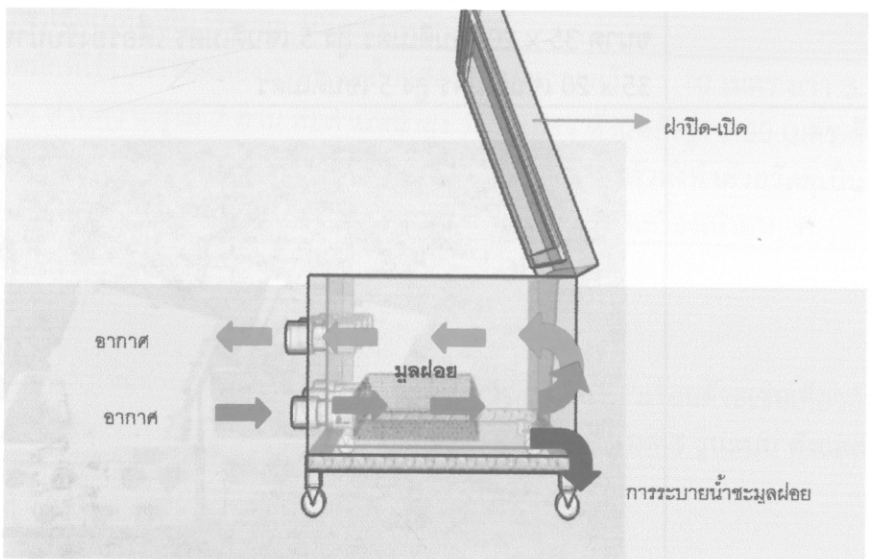
| หัวข้อ | รายละเอียด |
|---|---|
| |  |
| **หัวข้อ** | **รายละเอียด** |
| ผู้วิจัย | รุ่งนภา ทับหนองฮี และคณะ, 2551 |
| วัสดุหมักที่ใช้ | มูลฝอยอินทรีย์ (ร้อยละ 30โดยน้ำหนัก) หมักร่วมกับเศษกิ่งไม้ และใบไม้บดย่อย(ร้อยละ 20โดยน้ำหนัก) ขี้เลื่อย (ร้อยละ 30โดยน้ำหนัก) รำข้าว (ร้อยละ 10โดยน้ำหนัก) ดินหัวเชื้อในท้องถิ่น (ร้อยละ 10โดยน้ำหนัก) |
| รายละเอียดถังหมัก | ถังหมักที่ใช้ในการทดลองทำจากเหล็กแสตนเลสมีความกว้าง 1.70 เมตร ยาว 3.50 เมตร ส่วนความสูงมี 2 ด้าน คือด้านหน้าสูง 1.72 เมตร ด้านหลังสูง 1.60 เมตร ด้านก้อนถังกว้าง 2.05 เมตร ตัวถังมีความจุ 7 ลูกบาศก์เมตร ตัวถังทำด้วยวัสดุเป็นถังเหล็กมีฝาปิดเปิดโดยมี 2ชุดการทดลองคือแบบเปิดและไม่เปิดเครื่องเป่าอากาศ |

อย่างไรก็ตาม ทางผู้วิจัยได้มีการทำวิจัยเพื่อสร้างถังหมักมูลฝอยสำหรับครัวเรือนด้วยเช่นเดียวกัน และได้มีการเผยแพร่เทคโนโลยีนี้ให้กับเทศบาลต่างๆ ในพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งมีทั้งหมด 3 รูปแบบ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.14

**ตารางที่ 4.14** รูปแบบของถังหมักปุ๋ยสำหรับบ้านเรือนที่พัฒนาโดยผู้วิจัย

| หัวข้อ | รายละเอียด |
|---|---|
| ผู้วิจัย | นิติ เหมพัฒน์ และคณะ, 2553 |
| วัสดุหมักที่ใช้ | มูลฝอยอินทรีย์หมักร่วมกับใบไม้แห้ง ในอัตราส่วน 2:1 โดยน้ำหนัก |
| รายละเอียดถังหมักรูปแบบที่ 1 | ตัวถังทำมาจากถังโฟมที่ใช้บรรจุอาหารทั่วไป มีความหนา 2.5 เซนติเมตร ขนาดความจุ 75 ลิตร ความกว้าง 50 x 50 เซนติเมตร ความสูงของถัง 30 เซนติเมตร ด้านบนเป็นฝาปิดและเปิด แยกกับตัวถัง ทำมาจากวัสดุโฟมความหนา 4.5 เซนติเมตร ขนาดกว้าง 50 ยาว 50 เซนติเมตร ภายใน ถังหมักประกอบท่อระบายอากาศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว จำนวน 7 ท่อบริเวณด้านหน้าของตัวถังเพื่อให้อากาศสามารถเข้ามาสัมผัสกับวัสดุหมัก ถัดเข้าไปมาจากท่อระบายอากาศจะเป็นตะกร้าพลาสติก ขนาดความกว้างของปากตะกร้าด้านบนขนาด 35 x 25 เซนติเมตร ความกว้างของพื้นตะกร้าด้านล่างขนาด 30 x 20 เซนติเมตร ความสูงของตะกร้า10 เซนติเมตร วางคว่ำบนติดกับพื้นด้านล่างของตัวถัง เพื่อเพิ่มการระบายอากาศให้กับวัสดุหมักอย่างทั่วถึง พื้นด้านล่างของถังหมักเจาะช่องระบายน้ำชะขนาด 0.5 นิ้ว จำนวน 2 ช่อง ระยะห่างระหว่างช่อง 30 เซนติเมตร<br>ด้านล่างของตัวถังจะติดฐานล้อ ซึ่งทำมาจากโครงเหล็กฉาก ความสูงของล้อจากระดับพื้นดิน 7 เซนติเมตร ด้านล่างของช่องระบายน้ำชะจะวางถาดพลาสติกขนาด 35 x 20 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร เพื่อรองรับน้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นขนาด 35 x 20 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร |
| |  |

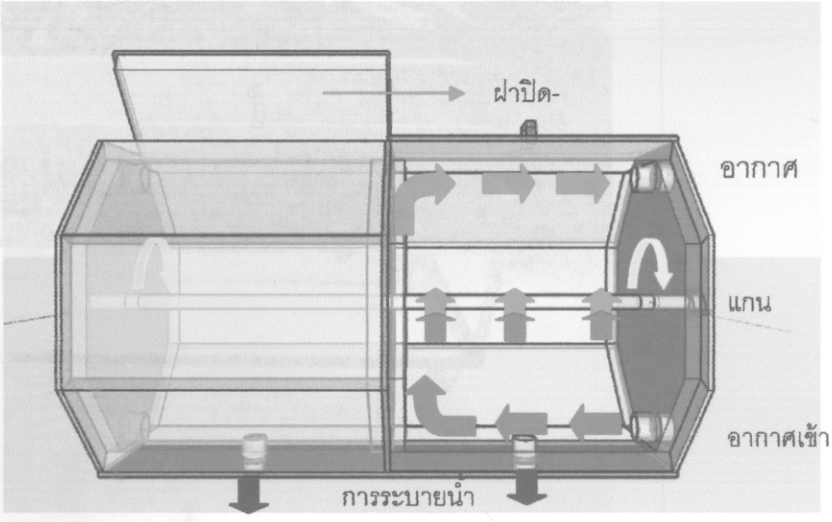
**ตารางที่ 4.14** รูปแบบของถังหมักปุ๋ยสำหรับบ้านเรือนที่พัฒนาโดยผู้วิจัย (ต่อ)

| หัวข้อ | รายละเอียด |
|---|---|
| การใช้งานถังหมักรูปแบบที่ 1 | 1. เติมวัสดุหมักซึ่งประกอบด้วยมูลฝอยอินทรีย์ 1.6 กิโลกรัมผสมกับใบไม้แห้ง 0.8 กิโลกรัม หรือใช้อัตราส่วน 2:1 โดยน้ำหนักเปียก เป็นระยะเวลา 30 วัน (กลับกองวัสดุหมักทุกๆ 4วันตลอดการใช้งานนับจากวันที่เริ่มเติมวัสดุหมัก)<br>2. เติมวัสดุหมักในถังหมักใบที่ 2 ตั้งแต่วันที่ 31 จนกระทั่งถึงวันที่ 60 ซึ่งเป็นระยะเวลาที่วัสดุหมักในถังหมักใบที่ 1 พร้อมสำหรับการนำไปใช้งาน<br>3. เติมวัสดุหมักในถังใบที่ 1 ใหม่ และดำเนินการตามข้อ 1 และ 2 อย่างต่อเนื่องต่อไป<br><br>หมายเหตุ ก่อนนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้งานควรนำไปแตกแดดผึ่งลม 1 วันก่อน ใช้งาน |
| กลไกการทำงาน | การเดินระบบอาศัยหลักการตามธรรมชาติ โดยอาศัยหลักการที่ว่าเมื่อมีอากาศผ่านเข้าไปในช่องระบายอากาศด้านข้างของถังหมักส่วนล่างผ่านชั้นของวัสดุหมัก ทำให้เกิดความร้อนและลอยตัวออกทางช่องระบายอากาศด้านข้างของถังหมักส่วนบน ทำให้อากาศหมุนเวียนตลอดเวลาดังรูป และระบบดังกล่าวไม่มีระบบไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นการติดตั้งและการใช้งานจึงไม่ยุ่งยาก<br><br>  <br> |

**ตารางที่ 4.14** รูปแบบของถังหมักปุ๋ยสำหรับบ้านเรือนที่พัฒนาโดยผู้วิจัย (ต่อ)

| หัวข้อ | รายละเอียด |
|---|---|
| ผู้วิจัย | นิติ เหมพัฒน์ และคณะ, 2553 |
| วัสดุหมักที่ใช้ | มูลฝอยอินทรีย์หมักร่วมกับใบไม้แห้ง ในอัตราส่วน 2:1 โดยน้ำหนัก |
| รายละเอียดถังหมักรูปแบบที่ 2 | ถังรูปทรงกระบอกแปดเหลี่ยมวางตัวถังในแนวแนวนอนทำจากไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร ขนาดความจุ 280 ลิตร ยาว 120 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 57 เซนติเมตร เจาะท่อระบายอากาศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว จำนวน 2 ช่อง ด้านล่างของถังหมักเจาะรูระบายน้ำชะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว มีวาล์วปิดและเปิด (Ball valve) สำหรับระบายน้ำชะที่เกิดจากกระบวนการหมัก<br>ด้านบนเป็นฝาปิด-เปิด เพื่อนำมูลฝอยเข้า-ออก ทำจากไม้อัดเช่นเดียวกับตัวถัง กว้าง 23 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร มีจำนวน 2 บาน แต่ละบานล็อคด้วยกุญแจบานพับยึดฝาปิดและเปิดให้ติดกับตัวถังหมัก ภายในของถังหมัก แบ่งเป็น 2 ส่วน แต่ละส่วนมีปริมาตร 140 ลิตร ติดฉนวนรักษาอุณหภูมิทำมาจากโฟมความหนา 2.5 เซนติเมตร บริเวณด้านล่างถังหมักแต่ละส่วนมีท่อระบายน้ำชะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว<br>โครงสร้างด้านล่างของถังหมัก ทำเป็นฐานขาตั้งเหล็กฉาก โดยมีแกนหมุนทำจากเหล็กกลมกันสนิม ขนาด 1 นิ้ว พร้อมลูกปืนขนาด 1 นิ้ว ยึดติดกับด้านข้างของตัวถัง เพื่อความสะดวกในการกลับถังหมักมูลฝอย |
| | |

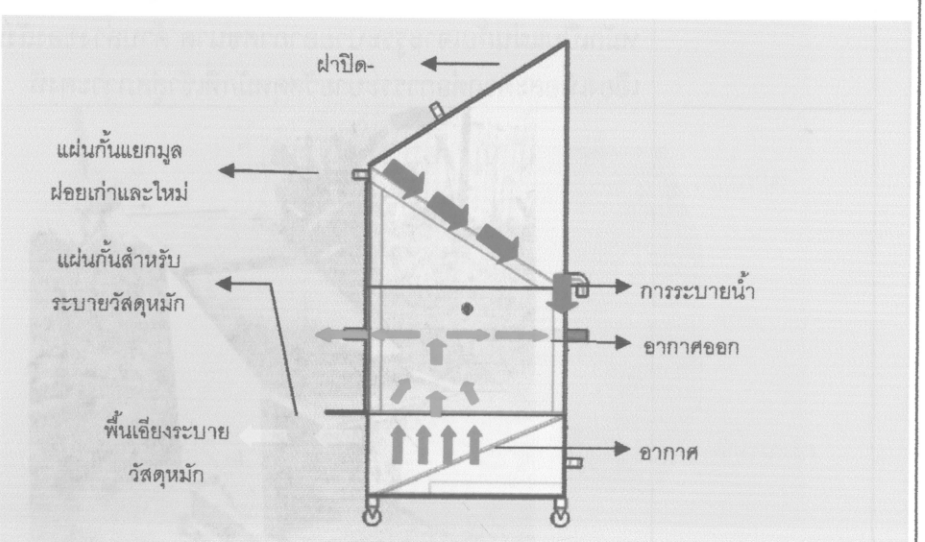
**ตารางที่ 4.14** รูปแบบของถังหมักปุ๋ยสำหรับบ้านเรือนที่พัฒนาโดยผู้วิจัย (ต่อ)

| หัวข้อ | รายละเอียด |
|---|---|
| การใช้งานถังหมักรูปแบบที่ 2 | 1. เริ่มต้นเติมวัสดุหมักซึ่งประกอบด้วยมูลฝอยอินทรีย์ 1.6 กิโลกรัม ผสมกับใบไม้แห้ง 0.8 กิโลกรัม หรือใช้อัตราส่วน 2:1 โดยน้ำหนักเปียก เป็นระยะเวลา 30 วัน (หมุนตัวถังทุกๆ 4 วัน ครั้งละ 3-4 รอบ ตลอดการใช้งานนับจากวันที่เริ่มเติมวัสดุหมัก)<br>2. เริ่มเติมวัสดุหมักในถังหมักส่วนที่ 2 ตั้งแต่วันที่ 31 จนกระทั่งถึงวันที่ 60 ซึ่งเป็นระยะเวลาที่วัสดุหมักในถังหมักส่วนที่ 1 พร้อมสำหรับการนำไปใช้งาน<br>3. ดำเนินการตามข้อ 1 และ 2 ต่อเนื่องต่อไป<br><br>**หมายเหตุ** ก่อนนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้งานควรนำไปแตกแดดผึ่งลม 1 วันก่อน ใช้งาน |
| กลไกการทำงาน | ถังหมักมูลฝอยอินทรีย์แบบที่ 2 มีการติดตั้งและการใช้งานไม่ยุ่งยากเพราะการเดินระบบอาศัยหลักการตามธรรมชาติ โดยอาศัยหลักการที่ว่าเมื่อมีอากาศผ่านเข้าไปในช่องระบายอากาศด้านข้างของถังหมักส่วนล่างผ่านชั้นของวัสดุหมัก ทำให้เกิดความร้อนและลอยตัวออกทางช่องระบายอากาศด้านข้างของถังหมักส่วนบน ทำให้อากาศหมุนเวียนตลอดเวลา นอกจากนี้ถังหมักแบบที่ 2 ยังมีกลไกสำหรับหมุนตัวถังช่วยในการกลับกองทำให้มีการคลุกเคล้ากันของวัสดุหมักเพิ่มการกระจายของอากาศแก่วัสดุหมัก และระบบดังกล่าวไม่มีระบบไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นการติดตั้งและการใช้งานจึงไม่ยุ่งยาก<br>  <br> |

**ตารางที่ 4.14** รูปแบบของถังหมักปุ๋ยสำหรับบ้านเรือนที่พัฒนาโดยผู้วิจัย (ต่อ)

| หัวข้อ | รายละเอียด |
|---|---|
| ผู้วิจัย | นิติ เหมพัฒน์ และคณะ, 2553 |
| วัสดุหมักที่ใช้ | มูลฝอยอินทรีย์หมักร่วมกับใบไม้แห้ง ในอัตราส่วน 2:1 โดยน้ำหนัก |
| รายละเอียดถังหมักรูปแบบที่ 3 | ถังทรงสี่เหลี่ยมทำจากไม้อัด ตัวถังมีความกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร ความสูงด้านหน้า 80 เซนติเมตร ความด้านหลังสูง 120 เซนติเมตร ขนาดความจุ 186 ลิตร<br>ด้านบนเป็นฝาปิดและเปิด ทำจากไม้อัด ภายในถังหมักจะแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 คือถังหมักด้านบน ทำหน้าที่รับมูลฝอยอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในแต่ละวันและทำการย่อยสลายเบื้องต้นติดฉนวน (โฟมหนา 2.5 เซนติเมตร) เพื่อรักษาอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก ด้านหลังตัวถังด้านบนเจาะรูระบายน้ำชะจำนวน 2 รู ขนาดความจุของตัวถังส่วนบน 75 ลิตร ส่วนที่ 2 ถังหมักด้านล่าง จะอยู่ถัดจากถังหมักด้านบนขนาดความจุของตัวถังด้านล่าง 111 ลิตร ระหว่างตัวถังหมักด้านล่างและตัวถังหมักด้านบนจะมีแผ่นกั้นเพื่อแยกมูลฝอยอินทรีย์เก่าที่อยู่ระหว่างกระบวนการหมักและมูลฝอยอินทรีย์ที่เติมใหม่ไม่ให้ปะปนกัน ตัวถังด้านล่างติดฉนวน (โฟมหนา 2.5 เซนติเมตร) เพื่อรักษาอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักเช่นเดียวกับตัวถังหมักด้านบน<br>บริเวณด้านข้างเจาะท่อระบายอากาศทั้งด้านซ้าย-ขวา กลางถังหมักติดปล่องระบายความร้อนรูปกรวย ต่อมายังท่อระบายความร้อนด้านหน้า-หลัง บริเวณก้นถังหมักเป็นแผ่นกั้นเจาะรูระบายอากาศขนาด ด้านล่างของถังหมักถัดจากก้นถัง เป็นพื้นเอียงเพื่อสะดวกต่อการระบายวัสดุหมักที่เข้าสู่สภาวะคงที่ |
| | |

**ตารางที่ 4.14** รูปแบบของถังหมักปุ๋ยสำหรับบ้านเรือนที่พัฒนาโดยผู้วิจัย (ต่อ)

| หัวข้อ | รายละเอียด |
|---|---|
| การใช้งานถังหมักรูปแบบที่ 3 | 1. เติมวัสดุหมักในถังหมักส่วนบน ซึ่งประกอบด้วยมูลฝอยอินทรีย์ 1.6 กิโลกรัม ผสมกับใบไม้แห้ง 0.8 กิโลกรัม หรือใช้อัตราส่วน 2:1 โดยน้ำหนักเปียก เป็นระยะเวลา 30 วัน เมื่อวันที่ 31 ให้ทำการดึงแผ่นกั้นเพื่อให้วัสดุหมักเคลื่อนตัวลงสู่ถังหมักส่วนล่าง<br>2. เติมวัสดุหมักในถังหมักส่วนบนต่อไปจนกระทั่งถึงวันที่ 60 ซึ่งเป็นระยะเวลาที่วัสดุหมักในถังหมักส่วนล่างพร้อมสำหรับการนำไปใช้งาน<br>3. ดำเนินการตามข้อ 1-2 เพื่อให้การใช้งานมีลักษณะเป็นวงรอบสามารถทำการหมักได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีมูลฝอยตกค้าง<br><br>**หมายเหตุ** ก่อนนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้งานควรนำไปแตกแดดผึ่งลม 1 วันก่อน ใช้งาน |
| กลไกการทำงาน | ถังหมักมูลฝอยอินทรีย์แบบที่ 3 การใช้งานไม่ยุ่งยากเพราะการเดินระบบอาศัยหลักการตามธรรมชาติ โดยอาศัยหลักการที่ว่าเมื่อเกิดความร้อนจากตรงกลางกองวัสดุหมักอากาศร้อนถูกระบายออกโดยปล่องระบายความร้อนจากตรงกลางกองวัสดุหมัก ทำให้มีอากาศผ่านเข้าไปในช่องระบายอากาศจากส่วนล่างของถังหมัก ทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศภายในถังหมักส่วนล่างโดยไม่ต้องมีการกลับกองวัสดุหมัก และระบบดังกล่าวไม่มีระบบไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นการติดตั้งและการใช้งานจึงไม่ยุ่งยาก<br><br>  <br> |

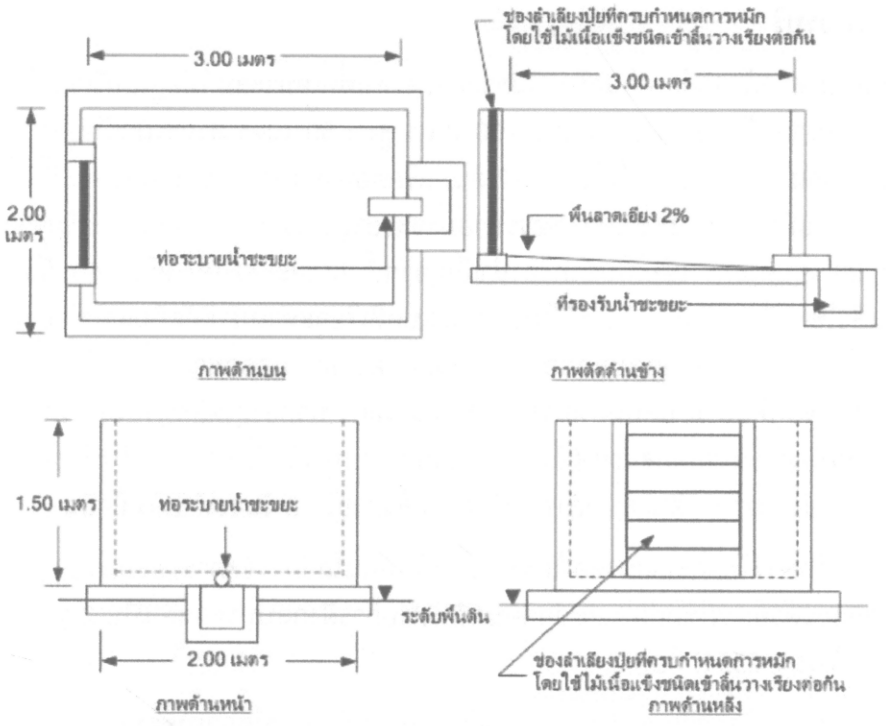
## 5. การหมักทำปุ๋ยของโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย จ.เพชรบุรี

การทำปุ๋ยหมักด้วยกล่องคอนกรีต เริ่มด้วยการหาพื้นที่ที่เหมาะสม ไม่อยู่ในบริเวณที่มีผู้คนจากนั้นกล่องคอนกรีต ขนาดกว้าง 2.00 เมตร ยาว 3.00 เมตร สูง 1.50 เมตร สามารถหมักปุ๋ยจากขยะได้สูงสุดเท่ากับ 6 ลูกบาศก์เมตรหรือ 2,000 กิโลกรัม (2 ตัน) หรือต่อประชาชนจำนวน 600 คน ขึ้นไป ที่พื้นกล่องให้เทปูนลาดเอียงในอัตราส่วน 1: 1,000 เพื่อระบายน้ำชะขยะสู่รางรับน้ำ การหมักขยะเริ่มจากการใช้ทรายละเอียดหนา 20 เซนติเมตร เพื่อเป็นตัวกรองน้ำเสีย จากนั้นใส่ขยะ 20 เข่ง หรือ 660 กิโลกรัม จากนั้นเกลี่ยให้ทั่ว แล้วใช้คนขึ้นเหยียบ จุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียจะทำหน้าที่กัดกินและย่อยสลายโดยอาศัยออกซิเจนเป็นตัวเพิ่มพลังแล้วปลดปล่อยอิเล็คตรอนและความร้อนออกมา ซึ่งจะต้องมีดินมาช่วยย่อย จากนั้นเอาดินแดงหรือดินนามากลบทับหนาสัก 3-5 เซนติเมตร พวกธาตุเหล็กหรือไนเตรตในดินจะออกมารับอิเล็คตรอนที่เกิดจากการย่อยสลายทำให้การย่อยสลายสมบูรณ์ ซึ่งการกลบทับนี้จะไม่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นแต่ไม่ว่าจะอย่างไรควรใช้ดินกลบหลังจากทำเสร็จแล้วภายใน 3 วันจะทำให้ไม่มีกลิ่น

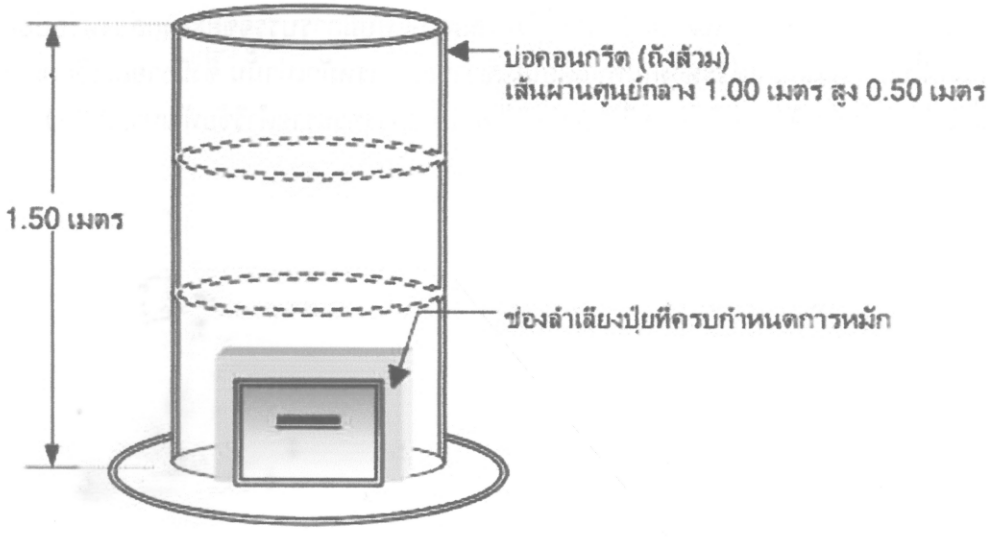
จากการศึกษาวิจัยและพัฒนาของโครงการฯ ได้เทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนโดยวิธีการทำปุ๋ยหมักจากขยะด้วยการใช้กล่องและบ่อคอนกรีต หรือการฝังกลบประยุกต์ เป็น 2 รูปแบบ (โครงการพระราชดำริชัยพัฒนา, 2551) คือ

1. การหมักปุ๋ย โดยวิธีการฝังกลบประยุกต์แบบชุมชนด้วยการใช้กล่องคอนกรีต
2. การหมักปุ๋ย โดยวิธีการฝังกลบประยุกต์แบบครัวเรือนด้วยการใช้บ่อคอนกรีตชนิดกลม

แต่ละรูปแบบอาศัยหลักการธรรมชาติช่วยธรรมชาติเหมือนกัน และเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้ได้กับชุมชนและตามครัวเรือน ซึ่งทั้งสองรูปแบบมีการบรรจุขยะลงกล่องหรือบ่อคอนกรีตในการหมักที่ไม่แตกต่างกัน แต่จะต่างกันที่ขั้นตอนในช่วงขณะการหมักเท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียดและรูปแบบกล่องและบ่อคอนกรีต ดังแสดงในภาพที่ 4.5 และ 4.6 (โครงการพระราชดำริชัยพัฒนา, 2551)




**ภาพที่ 4.5** แสดงลักษณะของกล่องคอนกรีตที่ใช้ในการฝังกลบประยุกต์แบบชุมชน




**ภาพที่ 4.6** แสดงลักษณะของบ่อคอนกรีตชนิดกลมที่ใช้ในการฝังกลบประยุกต์แบบครัวเรือน

การหมักปุ๋ยโดยวิธีการฝังกลบประยุกต์แบบชุมชนด้วยการใช้กล่องคอนกรีตชนิดเหลี่ยม ดังแสดงในภาพที่ 4.7 (โครงการพระราชดำริชัยพัฒนา, 2551) มีขั้นตอนการหมักดังนี้

1) ใส่ถ่านคลุมดินบริเวณปากท่อระบายน้ำชะขยะพร้อมทั้งใส่ทรายละเอียดรองพื้นกล่องคอนกรีตหนา 20 เซนติเมตร

2) ใส่ขยะมูลฝอยน้ำหนัก 660 กิโลกรัมลงในกล่องคอนกรีตและเกลี่ยขยะให้ปกคลุมทั่วพื้นที่และอัดขยะให้แน่นเล็กน้อย

3) เมื่อใส่ขยะได้ 1 ชั้น ใส่ดินปิดทับหน้าน้ำหนัก 210 กิโลกรัม (โดยประมาณ) หรือให้ดินปิดทับหน้าหนา 5 เซนติเมตร เกลี่ยให้ทั่วพื้นที่ผิวของขยะในกล่องคอนกรีต

4) ใส่มูลฝอยน้ำหนัก 660 กิโลกรัมลงไปในกล่องคอนกรีตอีกขั้นและเกลี่ยขยะให้ปกคลุมทั่วพื้นที่และใส่ดิน 210 กิโลกรัม ทับหน้าขยะ ให้หนาประมาณ 5 เซนติเมตร และเกลี่ยให้คลุมทั่วผิวของขยะ

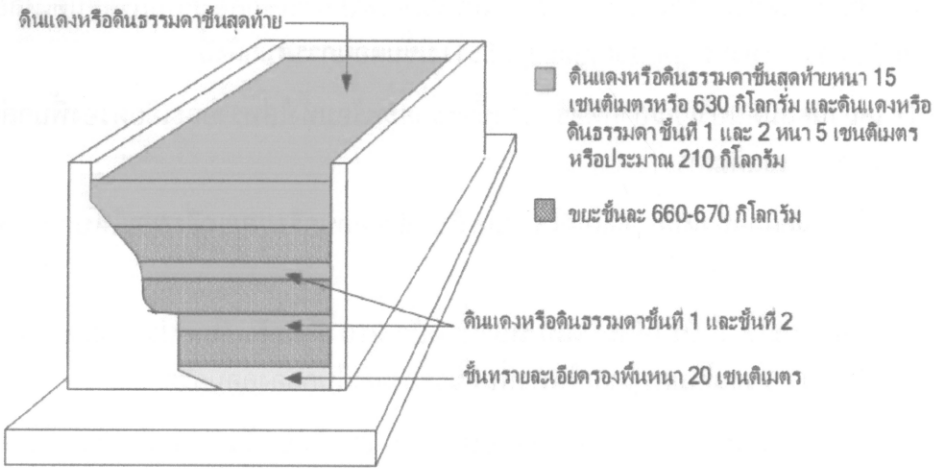
5) ใส่ขยะชั้นสุดท้ายแต่ครั้งนี้ใช้ขยะหนัก 670 กิโลกรัม

6) กลบทับด้วยดินให้หนา 15 กิโลกรัม เกลี่ยให้คลุมทั่วพื้นที่ และใช้อัดขยะให้แน่น

7) รดน้ำเพิ่มความชื้น โดยใช้บัวรดน้ำให้เป็นฝอยประมาณ 100 ลิตร เป็นอันเสร็จสิ้นการทำปุ๋ยหมัก

8) การดูแลหลังจากการฝังกลบขยะหรือหมักขยะแล้ว เพื่อเป็นการเร่งและช่วยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายของกระบวนการหมัก โดยรดน้ำให้ความชุ่มชื้นแก่ขยะที่หมักทุก 7 วัน ครั้งละ 30 ลิตร ทิ้งไว้โดยไม่ต้องกลับกองขยะ เป็นเวลา 90 วัน ก็จะได้ปุ๋ยหมักจากขยะ ปล่อยให้แห้ง 15 วัน เพื่อให้ปุ๋ยที่ได้จากการหมักมีความชื้นลดลง

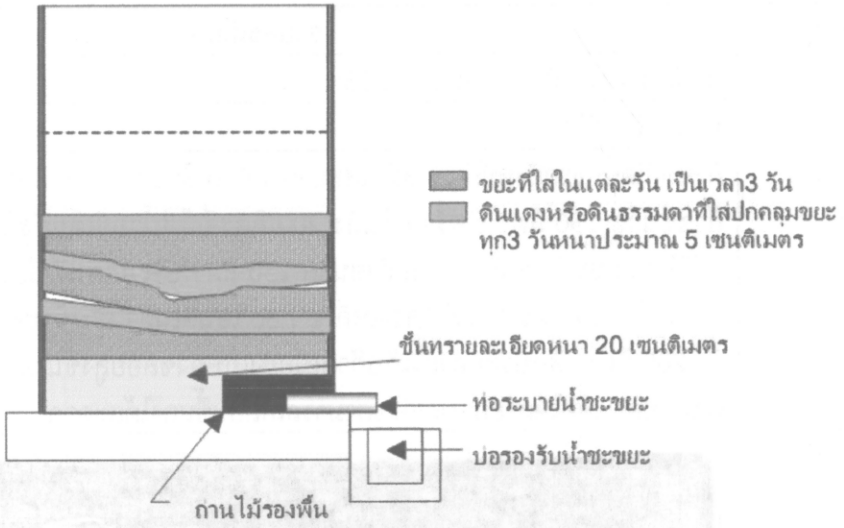
9) นำปุ๋ยที่ได้มาร่อนเพื่อแยกเศษเล็ก ๆ ของส่วนที่ไม่ย่อยสลายภายหลังการหมักออก




**ภาพที่ 4.7** แสดงการหมักปุ๋ยโดยวิธีการฝังกลบประยุกต์แบบซุมชนด้วยการใช้กล่องคอนกรีต

การหมักปุ๋ยโดยวิธีการฝังกลบประยุกต์แบบซุมชนด้วยการใช้กล่องคอนกรีตชนิดกลม ดังแสดงในภาพที่ 4.8 (โครงการพระราชดำริชัยพัฒนา, 2551) มีขั้นตอนการหมักดังนี้

1) ใส่ถ่านไม้คลุมบริเวณปากท่อระบายน้ำชะขยะ พร้อมทั้งใส่ทรายละเอียดรองพื้นบ่อคอนกรีตกลมให้หนา 20 เซนติเมตร
2) นำขยะที่ย่อยสลายง่ายจากครัวเรือนในแต่ละวัน ลงในบ่อคอนกรีตชนิดกลมที่เตรียมไว้
3) เมื่อใส่ขยะได้ครบ 3 วัน ให้นำดินปิดทับหน้าที่เตรียมไว้ กลบชั้นขยะที่ใส่ไปแล้วเกลี่ยให้ทั่วให้หนาประมาณ 5 เซนติเมตร
4) ทำการใส่ขยะและดินปิดทับหน้าเรื่อย ๆ
5) ทำจนกระทั่งครบเวลาการหมัก 90 วัน จึงนำเอาปุ๋ยที่ได้จากการหมักมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ต่อไป




**ภาพที่ 4.8** แสดงการหมักปุ๋ยโดยวิธีการฝังกลบประยุกต์แบบครัวเรือนด้วยการใช้บ่อคอนกรีตชนิดกลม

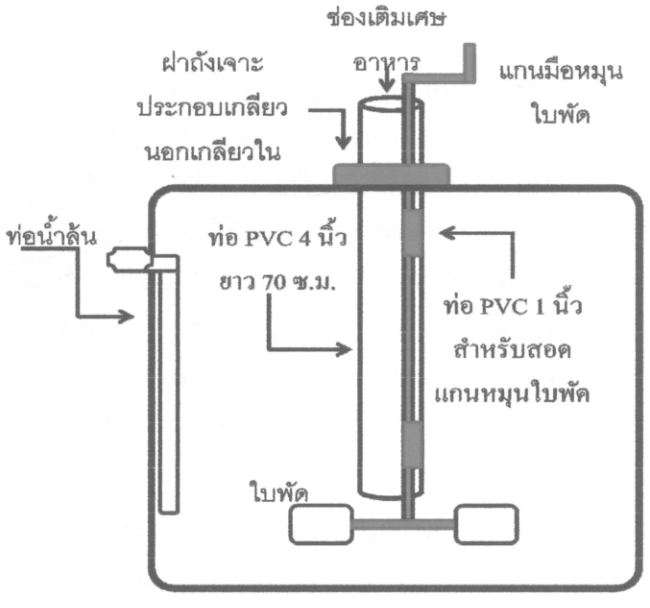
## 6. ระบบผลิตก๊าซชีวภาพในระดับครัวเรือน

ผู้วิจัยได้ร่วมศึกษา การสร้างระบบการผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับใช้งานในระดับครัวเรือน โดยนำเศษอาหารที่เหลือทิ้งจากครัวเรือนมาหมักภายใต้สภาวะไร้อากาศ ได้มาซึ่งก๊าซชีวภาพที่สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานในการหุงต้มอาหาร เหมาะสมกับการใช้งานในระดับครัวเรือน อีกทั้งช่วยลดปัญหาการจัดการขยะมูลฝอย รวมทั้งยังสามารถนำกากตะกอนที่ผ่านการย่อยสลายแล้วนำมาเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้อีกด้วย โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.15

**ตารางที่ 4.15** ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับใช้งานในระดับครัวเรือน

| หัวข้อ | รายละเอียด |
|---|---|
| ผู้วิจัย | อนุวัติ พรหมเมศม์ และคณะ, 2553 |
| วัสดุหมักที่ใช้ | มูลฝอยอินทรีย์ |
| รายละเอียดถังหมัก | ก๊าซที่เกิดขึ้นจากถังหมักพลาสติกใสขนาด 1,000 ลิตร จะต่อสายยางนำก๊าซเข้าสู่ถังเก็บก๊าซขนาด 150 ลิตร ทีคว่ำลงในถัง 200 ลิตรซึ่งใส่น้ำอยู่เต็มถัง โดยติดตั้งข้อต่อตรงเกลียวนอกขนาด 4 หุน บนกันถังขนาด 150 ลิตร บริเวณพื้นที่เรียบๆ เพื่อสวมสายยางและที่ถัง 200 ลิตร อาจทำโครงเหล็กสูง 80 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับปากถัง 200 ลิตร เพื่อประคองถังเก็บก๊าซเมื่อถังเก็บก๊าซลอยสูงขึ้นโดยต้องเว้นช่องว่าง 15 เซนติเมตร เพื่อให้สายยางนำก๊าซสามารถเคลื่อนขึ้นลงได้สะดวก |
| | |

**ตารางที่ 4.15** รูปแบบของถังหมักปุ๋ยสำหรับบ้านเรือนที่พัฒนาโดยผู้วิจัย (ต่อ)

| หัวข้อ | รายละเอียด |
|---|---|
| การใช้งานถังหมักรูปแบบที่ 3 | 1) เติมมูลสัตว์ อาจจะใช้มูลสุกร หรือมูลวัว ก็ได้ แนะนำให้ใช้มูลสด เติมมูลสัตว์ลงในถังหมักประมาณร้อยละ 20 ของถัง หรือประมาณ 160 ลิตร แล้วเติมน้ำให้ได้ระดับ 3 ใน 4 ของถังหมัก<br>2) หมักมูลสัตว์เป็นเวลา 1 อาทิตย์ หรือสังเกตได้จากหากถังเก็บก๊าซลอยสูงขึ้น แสดงว่ามีก๊าซเกิดขึ้น ระบบพร้อมทำงานสามารถเติมเศษอาหารได้<br>3) ในช่วงนี้เมื่อมีก๊าซในถังเก็บก๊าซให้ทำการปล่อยก๊าซออกบ่อยๆ เพื่อไล่อากาศส่วนที่ค้างอยู่ออกให้หมด<br>4) เติมเศษอาหารเป็นประจำทุกๆวัน โดยหากเศษอาหารค่อนข้างแห้งให้ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 ก่อนเติมลงในถังหมัก<br>5) เมื่อเติมเศษอาหารประมาณ 1-2 อาทิตย์อัตราการเกิดก๊าซจะคงที่ |
| กลไกการทำงาน |  |

## 7. เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion,AD)

ปัจจุบันประเทศไทยได้เริ่มมีการนำเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน มาใช้ในการกำจัดมูลฝอยและผลิตเป็นพลังงานมากยิ่งขึ้น เช่น โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงานจังหวัดระยอง ของเทศบาลนครระยอง โครงการศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยรวม จังหวัดชลบุรี ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี โครงการต้นแบบระบบย่อยสลายแบบไร้อากาศ ที่แหล่งฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะราชาเทวะ และโครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงาน เทศบาลนครนครราชสีมา (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2551)

1. โครงการต้นแบบระบบย่อยสลายแบบไร้อากาศ ที่แหล่งฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะราชาเทวะจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งดำเนินการโดยห้างหุ้นส่วนจำกัด ไพโรจน์สมพงษ์พาณิชย์ ประกอบไปด้วย ระบบคัดแยกมูลฝอย (Front-End Treatment) ถังย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Digester) และถุงเก็บก๊าซชีวภาพ จากข้อมูลของกระทรวงพลังงานพบว่า ระบบดังกล่าวถูกออกแบบมาให้สามารถบำบัดมูลฝอยอินทรีย์ขนาด 10 ตันต่อวัน จากการเดินระบบพบว่ามูลฝอยอินทรีย์ 1 ตัน สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 100-150 ลูกบาศก์เมตร ก๊าซชีวภาพที่ได้จะมีมีเทนประมาณร้อยละ 55-65 โดยปริมาตร

2. โครงการศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยรวม จังหวัดชลบุรี ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี ใช้เทคโนโลยีระบบผสมผสานจากประเทศเยอรมัน มีความสามารถในการบำบัดมูลฝอยได้ประมาณ 300 ตันต่อวัน โดยโครงการประกอบด้วย ระบบย่อยสลายแบบไร้อากาศ ระบบคัดแยกมูลฝอย ระบบหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศ ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดกลิ่น เตาเผามูลฝอยติดเชื้อ พื้นที่ฝังกลบมูลฝอยแบบถูกสุขลักษณะ และระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ ขนาด 950 กิโลวัตต์ โครงการมีต้นทุนค่าก่อสร้างประมาณ 625 ล้านบาท

3. โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงานจังหวัดระยอง ของเทศบาลนครระยอง ได้มีแนวคิดในการจัดทำโครงการจากการที่ เขตเทศบาลมีมูลฝอยเปียกที่ 40-45 ตันต่อวัน ซึ่งสร้างปัญหามาก และยังไม่ถูกหลักสุขาภิบาล ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และทัศนียภาพไม่เหมาะสมสำหรับการท่องเที่ยว ดังนั้นเทศบาทนครระยองจึงได้ดำเนินโครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงาน จังหวัดระยองขึ้น โดยได้รับการสนับสนุนเงินจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกว่า 142 ล้านบาท เทศบาลนครระยอง 28.3 ล้านบาท มูลนิธิเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและพลังงาน 3 ล้านบาท บริษัท Skanska ประเทศสวีเดน และบริษัท Fortum ประเทศฟินแลนด์ 45.4 ล้านบาท โดยได้ออกแบบโรงงานให้รองรับมูลฝอย 2 ส่วน คือ มูลฝอยอินทรีย์ ที่มีอยู่วันละ 20 ตัน และส่วนที่ 2 มูลฝอยทั่วไปที่ผ่านการรีไซเคิลและมูลฝอยพิษ จำนวนวันละ 50 ตัน

โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงาน จังหวัดระยอง เป็นอีกหนึ่งโครงการที่กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานสนับสนุนงบประมาณ ให้เทศบาลนครระยอง จังหวัดระยอง ร่วมกับมูลนิธิเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและพลังงาน นำร่องโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากมูลฝอย และเป็นโครงการต้นแบบในการจัดตั้งศูนย์แปรรูปมูลฝอย เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาดกำลังการผลิต 625 กิโลวัตต์ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเดินระบบเพื่อเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาวิจัยประมาณ 18 เดือน ซึ่งจากข้อมูลสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าปีละ 5.1 ล้านหน่วย และผลิตไฟฟ้าขายเข้าระบบได้ประมาณปีละ 3.8 ล้านหน่วย หรือคิดเป็นเงินได้ประมาณ 5.8 ล้านบาทต่อปี รวมทั้งผลิตปุ๋ยอินทรีย์ประมาณ 5,562 ตันต่อปี หรือคิดเป็นเงินได้ประมาณ 5.6 ล้านบาทต่อปี

สำหรับระบบย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ที่ใช้เริ่มจากนำมูลฝอยที่คัดแยกแล้วส่งเข้าเครื่องบดย่อยให้มีขนาดที่เหมาะสม จากนั้นจะส่งเข้าถังเตรียม (Feed Preparation) เพื่อแยกสิ่งปะปน เช่น กรวด ทราย พลาสติก และส่งต่อไปหมักในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (Bioreactor) ซึ่งทำหน้าที่ย่อยสลายโดยจุลินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน ภายในถังมีใบพัดสำหรับกวนส่วนผสมต่างๆ ให้เข้ากันเพื่อช่วย

ป้องกันปัญหาการเกิดฟอง โดยใช้เวลาในการหมักประมาณ 20 วัน ภายใต้อุณหภูมิประมาณ 30-38 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพที่ก๊าซมีเทนประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 60 นอกจากนี้ยังมีผลพลอยได้เป็นวัสดุบำรุงดินจากกากตะกอนอีกด้วย ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งระบบดังกล่าวที่ใช้ในโครงการฯ สามารถรองรับปริมาณมูลฝอยเปียกได้ประมาณวันละ 60 ตัน

ผลการดำเนินโครงการฯ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2547 ได้มีการทดลองเดินระบบอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน สามารถกำจัดมูลฝอยในเขตเทศบาลได้ประมาณ 10-15 ตันต่อวัน ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้จำนวน 3 ตันต่อวัน และผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 870-1,300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อการนำไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อเนื่อง

4. โครงการก่อสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลนครนครราชสีมา มีที่มาจากการที่เทศบาลนครนครราชสีมาประสบปัญหาวิกฤติในการหาพื้นที่สำหรับกำจัดมูลฝอยมาเป็นระยะเวลานาน และทวีความรุนแรงขึ้นเป็นลำดับ จึงได้พัฒนาระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจร (Integrated Solid Waste Management) และได้นำแนวทางดังกล่าวสู่กระบวนการแลกเปลี่ยนศึกษาปัญหาร่วมกันระหว่างกองทัพบก เทศบาลและชุมชนในพื้นที่ที่มีมานานกว่า 3 ปี ในปี พ.ศ. 2548 เทศบาลฯ จึงได้ดำเนินการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบระบบกำจัดมูลฝอยแบบผสมผสาน โดยส่งเสริมกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน ในการคัดแยกมูลฝอยอินทรีย์จากต้นทางและนำเทคโนโลยีและการจัดการมาช่วยให้เกิดประสิทธิภาพ ประกอบกับเทศบาลฯ ได้ถูกคัดเลือกให้เป็นศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมของจังหวัดนครราชสีมา ศูนย์ที่ 3 เพื่อรองรับการกำจัดมูลฝอยจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นในเขตอำเภอเมือง และอำเภอขามทะเลสอ จำนวน 34 แห่ง เพื่อให้สามารถกำจัดมูลฝอยแบบครบวงจรได้บรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกันกองทัพบกโดยกองทัพภาคที่ 2 จึงอนุมัติให้เทศบาลฯ ใช้พื้นที่ต่อไปอีก มีกำหนดระยะเวลา 20 ปี

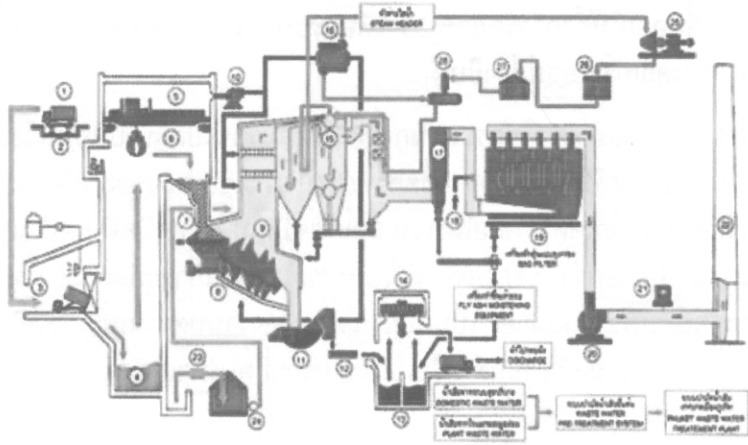
โครงการก่อสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอย (โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงาน) เทศบาลนครราชสีมา ขอรับการสนับสนุนงบประมาณจากกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นและได้รับอนุมัติเงินอุดหนุนรวมงบประมาณที่เทศบาลสมทบฯ แล้ว ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2551-2554 เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 454.05 ล้านบาท โดยได้รับการผลักดันและสนับสนุนงบประมาณโดยกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย มีกำหนดแบบก่อสร้างระบบกำจัดมูลฝอยเทศบาลนครนครราชสีมาในเดือนสิงหาคม 2551 คาดว่าแล้วเสร็จในเดือนธันวาคม 2553 โดยใช้งบประมาณดำเนินการ 454.05 ล้านบาท ผูกพันปีงบ พ.ศ.2551 ถึง 2554 ใช้เวลาก่อสร้างรวม 3 ปี โดยการก่อสร้างครั้งนี้ได้ผลผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 25 ตันต่อวัน เชื้อเพลิงมูลฝอย (เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษพลาสติก) 16 ตันต่อวันและกระแสไฟฟ้า 800 กิโลวัตต์ ซึ่งคาดว่าจะเป็นตัวอย่างในการจัดการมูลฝอยที่บูรณาการกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนกับการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมเข้าด้วยกัน ประกอบด้วยการคัดแยกมูลฝอยที่ต้นกำเนิด การจัดเก็บแยกประเภท การคัดแยกวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ การแปรรูปมูลฝอยเพื่อให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์และพลังงานและการกำจัดโดยการฝังกลบอย่างถูกสุขาภิบาลอีกด้วย

**8. เทคโนโลยีเตาเผามูลฝอย (Incineration)**

การวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกใช้เตาเผาเทศบาลนครภูเก็ตเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญ เพื่อเป็นตัวแทนของเทคโนโลยี Incinerator เนื่องจากเป็นเตาเผา 1 ใน 3 แห่งของประเทศไทยที่ใช้เทคโนโลยี Incinerator ในการกำจัดมูลฝอยชุมชน (เทศบาลนครภูเก็ต เทศบาลเมืองเกาะสมุย และเทศบาลเมืองลำพูน) และเป็นเพียงแห่งเดียวจากอีกสามแห่งข้างต้นที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานมูลฝอยได้ สอดคล้องกับเป้าหมายของงานวิจัยในครั้งนี้ที่ต้องการจะเปรียบเทียบหาเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากมูลฝอยที่เหมาะสมกับเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

เทคโนโลยีที่เตาเผาที่เทศบาลนครภูเก็ตใช้ คือ เตาเผาแบบตะกรับ (Moving Grate Stoker Incinerator) ดังแสดงในภาพที่ 4.9 (เทศบาลนครภูเก็ต) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้รับการทดสอบแล้วว่ามีสมรรถนะทางเทคนิคที่ยอมรับได้ สามารถรองรับการเผาทำลายขยะมูลฝอยที่มีองค์ประกอบ และค่าความร้อนที่หลากหลาย ซึ่งในจุดนี้สอดคล้องกับองค์ประกอบของมูลฝอยของประเทศไทยที่ยังขาดการคัดแยกที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้แล้วเตาเผาแบบตะกรับยังเหมาะสมกับมูลฝอยที่มีปริมาณมาก ประมาณ 150 ตันต่อวันขึ้นไป ซึ่งปริมาณมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่ที่มีอยู่ 184 ตันต่อวัน (เทศบาลนครหาดใหญ่, 2551) พอเพียงสำหรับเทคโนโลยีนี้

**เตาเผาชนิดตะกรับ** (Stoker-Fired Incinerator) เป็นเตาเผาที่ใช้หลักการในการเผาไหม้ที่ให้อากาศเกินพอ โดยอุณหภูมิภายในเตาประมาณ 850-1,200 $^{\circ}$C เป็นรูปแบบที่นิยมใช้กันมาก เหมาะสำหรับใช้กับขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมาก ประมาณ 150 ตันต่อวันขึ้นไป การทำงานเริ่มจากรถเก็บขนขยะมูลฝอยมาถ่ายเทลงบ่อรับขยะมูลฝอย จากนั้นเครนหรือก้ามปูทำหน้าที่ในการตักและป้อนขยะมูลฝอยเข้าสู่ช่องเตาเผา ด้วยแรงโน้มถ่วง ซึ่งมีตะกรับอยู่เพื่อทำหน้าที่เคลื่อนขยะให้ผสมกัน และกระจายตลอดทั่วเตาเผาทำให้การเผาไหม้ขยะมูลฝอยเป็นไปได้อย่างทั่วถึง ความร้อนที่ได้สามารถนำกลับมาเป็นพลังงานและนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนเถ้าที่ได้จากการเผาไหม้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เถ้าหนัก คือเถ้าที่เหลืออยู่กับเตาเผา (Bottom ash) และเถ้าลอย คือเถ้าที่ลอยปะปนไปกับอากาศเสีย (Fly ash) เถ้าหนักจะถูกลำเลียงไปยังบ่อรับเถ้า ส่วนเถ้าลอยจะปนไปกับอากาศเสียเข้าสู่ระบบบำบัดอากาศ ซึ่งนิยมใช้ชุดถุงกรอง (Bag Filter) หรือเครื่องดักจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator) ก่อนที่จะระบายออกสู่บรรยากาศภายนอก (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2551)



**ภาพที่ 4.9 ขั้นตอนการเผาขยะที่จังหวัดภูเก็ต**

**9. การผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากมูลฝอย (Pyrolysis & Gasification)**

**1. ต้นแบบระบบ GASSE Gasification ระบบ Gasse**

ระบบนี้ได้ถูกออกแบบและพัฒนาร่วมกันระหว่างนักวิจัยจากประเทศอังกฤษ และ กลุ่มบริษัทกันยง ซึ่งต่อมากลุ่มกันยงได้วิจัยและพัฒนาต่อยอดโดยได้ทำการสร้างเครื่อง GASSE Gasifier ขนาด 250-500 kWe ขึ้นไป เครื่องแก๊สซิฟายเออร์นี้ออกแบบให้สามารถรองรับวัตถุดิบได้ 250 -500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยเชื้อเพลิงต้องมีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 25 และควรมีขนาด 5-10 เซนติเมตร จากการทดสอบสามารถใช้วัตถุดิบได้หลากหลายประเภท เช่น แกลบ, เปลือกไม้ยูคาลิปตัส, กะลา, ปาล์ม, ทางปาล์ม, ทะลายปาล์ม , เศษไม้, เศษยาง และขยะแห้ง โดยระบบ GASSE Gasifier ขนาดเล็กที่สุดที่ทางกลุ่มกันยงสามารถผลิตได้จะมีขนาด 3 ตันต่อวัน สำหรับผลิตไฟฟ้าได้ 100 กิโลวัตต์ และมีระบบขนาดมาตรฐานที่สามารถขยายการผลิตได้ง่าย

ผลการทดสอบก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้ซึ่งทางบริษัทได้ส่งไปตรวจวิเคราะห์ประกอบด้วย ไฮโดรเจนร้อยละ 15, คาร์บอนมอนอกไซด์ร้อยละ 20, มีเทนร้อยละ 3, ไนโตรเจนร้อยละ 42, คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10, เอทธิลีนร้อยละ 0.65, โพรพิลีนร้อยละ 0.35, น้ำร้อยละ 9, ทาร์น้อยกว่า 80 ppm และฝุ่นละอองน้อยกว่า 80 ppm โดยปริมาตรค่าความร้อนของก๊าซเชื้อเพลิงเท่ากับ 6.10 $MJ/m^3$

ระบบ Gasification เป็นระบบผลิตพลังงานทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้กับขยะได้ โดยมีข้อดีที่นำก๊าซที่เกิดขึ้นไปใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยมีระบบทำความสะอาดก๊าซประกอบอยู่แล้ว ทำให้สามารถควบคุมการปล่อยก๊าซพิษออกจากระบบได้ง่ายกว่าระบบเตาเผาและสามารถพัฒนาระบบขนาดเล็กเพื่อใช้กับขยะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีปริมาณขยะไม่มากนักหรืออาจเตรียมขยะให้อยู่ในรูป RDF แล้วนำมาป้อนเข้าระบบ Gasification ที่ตั้งเป็นศูนย์รับกำจัดมูลฝอยรวมก็สามารถทำได้ ซึ่งนอกจากจะช่วยกำจัดขยะแล้วยังได้พลังงานมาใช้ประโยชน์อีกด้วย อย่างไรก็ดีระบบ Gasification อาจไม่ใช่คำตอบเดียวของปัญหาขยะ หากแต่ยังต้องพึ่งพิงระบบคัดแยกและการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ โดยควรมีระบบคัดแยกที่สามารถคัดเอาส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ เช่น อิฐ หิน ดิน ทราย เศษแก้ว ออกให้มากที่สุด

รวมทั้งต้องลดความชื้นออกให้ต่ำกว่าร้อยละ 25 เพื่อระบบจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการแก้ปัญหาด้วยการสร้างคุณประโยชน์ที่ยั่งยืนได้

การทำงานของ Gasifier ใช้กระบวนการทางความร้อนเปลี่ยนเป็นอินทรีย์สาร เช่น วัสดุชีวมวล ขยะเทศบาล กากน้ำเสีย กากปิโตรเลียม กากอุตสาหกรรม และเชื้อเพลิงขยะ ให้กลายเป็นเชื้อเพลิงที่ติดไฟได้ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซมีเทน ใช้เทคนิคจำกัดปริมาณออกซิเจน จากนั้นนำก๊าซดังกล่าวมารวมกันเรียกว่า SYNGAS นำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า หรือให้ความร้อน หรืออีกนัยหนึ่งอาจกล่าวได้ว่า Gasifier เป็นอุปกรณ์ผลิตพลังงานทดแทนที่ใช้วัสดุชีวมวล หรือขยะแปลงเป็นพลังงานก๊าซเชื้อเพลิง ผ่านเครื่องยนต์ หรือเอ็นจิน เพื่อผลิตไฟฟ้าและความร้อน เป็นระบบปิด สูญเสียความร้อนไม่มาก

ความโดดเด่นอีกประการของ GASSE Gasifier คือ สามารถเลือกใช้ให้เหมาะกับปริมาณวัตถุดิบที่มีอยู่ตั้งแต่ 2.5 ตันต่อวัน ผลิตไฟฟ้าได้ 100 กิโลวัตต์ ไปจนถึงปริมาณ 48 ตันต่อวัน ผลิตไฟฟ้าได้ 2 เมกะวัตต์ โดยเมื่อปริมาณวัตถุดิบเพิ่มขึ้น ก็ติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมได้ง่าย เคลื่อนย้ายสะดวกไปยังแหล่งที่ตั้งของวัตถุดิบใหม่ ทำให้เงินลงทุนไม่จมในครั้งเดียวเหมือนระบบขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังไม่เกิดมลพิษต่อชุมชนรอบข้างเพราะขยะกำจัดแบบวันต่อวัน ไม่ตกค้าง ทำให้มีกลิ่นเหม็น เรื่องเสียง เครื่องยนต์ก็ติดตั้งในห้องเก็บเสียงในระดับไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ไม่รบกวนชุมชนรอบข้าง ส่วนน้ำทิ้งที่เกิดจากอุปกรณ์ใช้งานหมุนเวียนภายในอุปกรณ์ จึงไม่มีน้ำเสียจำนวนมากเหมือนโรงไฟฟ้าทั่วไป

**2. ระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลระดับชุมชน แบบ Three Stages Gasifier**

ระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลระดับชุมชน เป็นระบบ Gasifier ที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พัฒนาร่วมกับเครือเจริญโภคภัณฑ์ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นระบบแรกในประเทศไทยที่มีการแยกขั้นตอนการทำปฏิกิริยาออกจากเตาเผาหลัก โดยปริมาณน้ำมันดินในก๊าซน้อย (21 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรก๊าซ) การ Operate ค่อนข้างซับซ้อนซึ่งอยู่ระหว่างขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ ปัจจุบันติดตั้งและสาธิตขนาด 400 กิโลวัตต์ อยู่ที่โรงสีข้างสหกรณ์การเกษตรท่าโขลง จังหวัดลพบุรี

**3. ระบบผลิตก๊าซชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก**

สถานที่ติดตั้ง อยู่ที่บริษัท อุตสาหกรรมการเกษตรเขาค้อ จำกัด (โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยมีกำลังการผลิตติดตั้ง 320 กิโลวัตต์ –ความร้อน

**4. โรงไฟฟ้าระบบ Gasification**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ใช้ระบบ Downdraft Gasification โดยมีกำลังการผลิตติดตั้ง 100 กิโลวัตต์ ใช้เชื้อเพลิง คือ ซังข้าวโพด ไม้ฟืน เหง้ามันสำปะหลัง มีระบบทำความสะอาดก๊าซ คือ Cyclone และ Chiller โดยเทคโนโลยีเป็นของ Satake ประเทศ ญี่ปุ่น

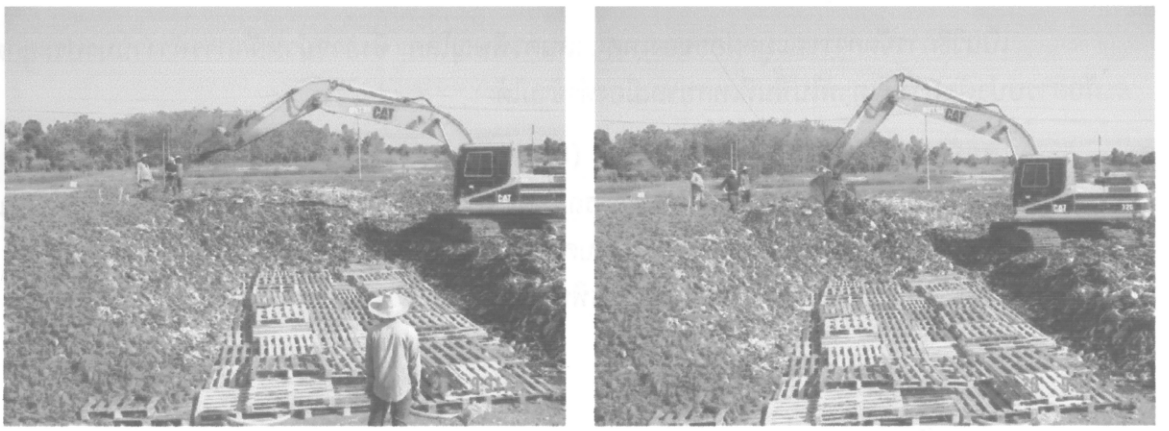
## 10. การจัดการขยะมูลฝอยโดยระบบเชิงกล – ชีวภาพ (MBT)

เป็นวิธีการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครพิษณุโลก ซึ่งอาจนำหลักการทำงานมาประยุกต์ใช้กับการบบำบัดทางชีวภาพในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามได้

โดยอันดับแรกก็คือการบำบัดเชิงกล (Mechanical) ต้องทำการแยกขยะที่ไม่เหมาะกับกระบวนการ เช่นเศษขยะชิ้นใหญ่ๆ แบตเตอรี่รถยนต์ ยางรถยนต์ เฟอร์นิเจอร์หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ไม่ใช้แล้วและมีขนาดใหญ่ ในบางกรณีต้องใช้เครื่องบด บดเป็นชิ้นเล็กๆ ก่อนจึงจะนำเข้าสู่กระบวนการได้ ดังแสดงในภาพที่ 4.10 (จากการดูงานเทศบาลนครพิษณุโลก)

**ภาพที่ 4.10** การบำบัดเชิงกลของระบบ MBT

ขั้นต่อไปก็เป็นขั้นตอนชีวภาพ (Biological) ก็คือนำเอาขยะที่เหลือทั้งหมดมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วทำการหมัก (ขั้นตอนต่างๆเหมือนการหมักปุ๋ยทุกประการ แต่วิธีการจะเป็นแบบไม่ต้องกลับกอง เพราะมีการนำเอาอากาศเข้าไปในกองโดย มีท่อนำอากาศเข้าไป เพราะอากาศร้อนจะลอยตัวขึ้น อากาศเย็นก็จะหมุนเวียนเข้าไปแทนที่ ทางเทคนิคเรียกว่า Static Passive Aerated Method ใน การตั้งกองหมักก็จะตั้งกองบน Pallet ไม้ เพื่อให้อากาศผ่านเข้ากองขยะได้ มีการวางท่อเข้าไปในกองขยะ ท่อจะเป็นท่ออ่อนเจาะรูไว้ (Perforate Corrugated Tube) มีการคลุมกองหมักด้วยเศษกิ่งไม้ใบหญ้าแห้งหนาประมาณ 30 เซนติเมตร ทำหน้าที่กรองลดกลิ่น (Biofilter) ตั้งกองไว้ 9 เดือน ช่วงนี้จะต้องควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณออกซิเจนในกองหมัก อินทรียสารต่างๆก็จะย่อยสลายหมดและกองก็จะแห้งและยุบตัวลง เวลานำไปฝังกลบก็จะสามารถบดอัดให้แน่นกว่าเดิม ปัญหาเรื่องกลิ่นและน้ำเสียก็ลดลง สามารถยืดอายุการใช้งานของหลุมฝังกลบขยะออกไปได้ 2.5 – 3 เท่าของเดิม ดังแสดงในภาพที่ 4.11 (จากการดูงานเทศบาลนครพิษณุโลก)



**ภาพที่ 4.11** การบำบัดทางชีวภาพของระบบ MBT

เมื่อกองปุ๋ยมีอายุครบ 9 เดือนแล้ว มาร่อนเพื่อแยกเอาอินทรียสารชิ้นเล็กๆ ออก ซึ่งคือ ปุ๋ยหมัก (Compost) ส่วน ที่เหลือซึ่งมีขนาดใหญ่จะเป็นเศษถุงพลาสติกและโฟมซึ่งจะแห้ง มีความชื้นต่ำและให้ค่าความร้อนสูง ได้นำไปทดลองใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์ ดังแสดงในภาพที่ 4.12 (จากการดูงานเทศบาลนครพิษณุโลก)

**ภาพที่ 4.12** การร่อนมูลฝอยภายหลังการบำบัดทางชีวภาพด้วยระบบ MBT

ดังนั้น ในงานที่จะทำในช่วงต่อไปคือ ศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเทคโนโลยีจัดการมูลฝอยที่นำเสนอข้างต้นไปปรับใช้กับมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม

### 4.5. การประเมินประสิทธิภาพของทางเลือกการจัดการมูลฝอยสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม

เมื่อได้ทางเลือกการจัดการมูลฝอยที่มีความเป็นไปได้สำหรับเทศบาลเมืองท่าข้ามทั้ง 6 ทางเลือก แล้ว จึงนำมาประเมินความเหมาะสมในด้านต่างๆ เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับพื้นที่นี้ โดยประเด็นในการประเมินประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือกดังแสดงในตารางที่ 4.16 ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยหลัก 4 ด้าน คือ วิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สังคม และ สิ่งแวดล้อม โดยในแต่ละปัจจัยหลักมีประเด็นประเมินย่อยดังนี้

1. ด้านวิศวกรรม ประกอบด้วยประเด็นย่อย 4 ประเด็น เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการบำบัดหรือลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัด เนื่องจากต้องการทางเลือกที่ลดมูลฝอยเข้าหลุมฝังกลบให้น้อยที่สุด เพื่อทำให้หลุมฝังกลบมูลฝอยมีอายุการใช้งานนานที่สุด นอกจากนี้ต้องเป็นทางเลือกที่มีความยืดหยุ่นในการเดินระบบ เพื่อให้เทศบาลเมืองท่าข้ามสามารถเดินระบบด้วยตนเองได้

**ตารางที่ 4.16** ตารางประเมินด้วยวิธี MCDA

| เกณฑ์ประเมิน | คะแนนของแต่ละทางเลือก | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 |
| **ประสิทธิภาพทางวิศวกรรม** | | | | | | |
| F1: ความต้องการใช้พื้นที่ | | | | | | |
| F2: ปริมาณมูลฝอยที่สามารถลดได้ | | | | | | |
| F3: ความยืดหยุ่นในการบำบัดมูลฝอย | | | | | | |
| F4: อายุการใช้งานของพื้นที่หลุมฝังกลบ | | | | | | |
| **ประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์** | | | | | | |
| F5: ความเหมาะสมในการลงทุน | | | | | | |
| F6: ค่าใช้จ่ายในการสร้างทำระบบ | | | | | | |
| F7: รายได้จากการทำระบบ | | | | | | |
| **ผลกระทบต่อสังคม** | | | | | | |
| F8:การยอมรับของชุมชนต่อระบบที่นำเสนอ | | | | | | |
| F9: ระดับการมีส่วนร่วมได้ของชุมชนในระบบการจัดการ | | | | | | |
| F10: ความสอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของชุมชนในปัจจุบัน | | | | | | |
| F11: ผลกระทบต่อสุขภาพ | | | | | | |
| **ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม** | | | | | | |
| F12: น้ำ | | | | | | |
| F13: อากาศ | | | | | | |
| F14: ของแข็ง | | | | | | |

2. ด้านเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วยประเด็นย่อย 4 ประเด็น เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนและการเดินระบบ

3. ด้านสังคม ประกอบด้วยประเด็นย่อย 3 ประเด็น เพื่อประเมินผลกระทบต่อชุมชนทั้งด้านการยอมรับและการมีส่วนร่วม รวมทั้งวิเคราะห์ผลกระทบต่อสุขภาพอย่างง่าย หากต้องนำแต่ละทางเลือกไปปฏิบัติจริง

4. ด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยประเด็นย่อย 3 ประเด็น เพื่อประเมินผลกะทบทางสิ่งแวดล้อมอย่างง่ายใน 3 ด้าน คือ น้ำ อากาศ และ ของแข็ง

โดยรายละเอียดในการประเมินแต่ละประเด็นย่อยดังแสดงต่อไปนี้

### 4.5.1. ประสิทธิภาพทางวิศวกรรม

เนื่องจากปัญหาหลักของการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามในปัจจุบันคือ การขาดพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยที่เพียงพอ ดังนั้น ระบบการจัดการที่นำเสนอควรต้องสามารถแก้ปัญหานี้ได้ และเมื่อพิจารณาขนาดพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยที่อาจใช้ได้สำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม ซึ่งมีขนาดประมาณ 10 ไร่ พบว่าจำเป็นต้องลดปริมาณมูลฝอยที่เข้าสู่พื้นที่ฝังกลบลงจากปริมาณปัจจุบันอย่างน้อยร้อยละ 43 หรือ 6.6 ตันต่อวัน เพื่อยืดอายุของหลุมฝังกลบให้ใช้งานได้ 15 ปี ดังรายละเอียดการคำนวณที่แสดงข้างล่าง

**ข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลเมืองท่าข้าม**

| | |
|---|---|
| จำนวนประชากร | 22,000 คน |
| อัตราการเกิดขยะ | 0.7 กิโลกรัม/คน/วัน |
| ร้อยละของการนำขยะกลับไปใช้ | 30 |

**กำหนดให้**

| | |
|---|---|
| อายุการใช้งานของหลุมฝังกลบ | 15 ปี |
| ปริมาตรดินที่ใช้ปิดทับ | ร้อยละ 10 ของปริมาตรขยะ |
| ความลึกหลุมฝังกลบ | 8 เมตร |
| พื้นที่สำนักงาน | ร้อยละ 20 ของพื้นที่หลุมฝังกลบขยะ |
| ความหนาแน่นบดอัดของขยะ | 0.5 ตัน ต่อ ลูกบาศก์เมตร |

**ดังนั้น ขนาดพื้นที่ฝังกลบที่ต้องการสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม เพื่อรองรับมูลฝอยในเวลา 15 ปี คือ**

ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมดในเวลา 15 ปี = 22,000 x 0.7 x 365 x 15 = 84,315 ตัน

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณขยะที่ต้องนำกลับไปใช้ใหม่ | = 0.43 x 84,315 / (15x365) | = 6.6 ตันต่อวัน |
| ปริมาตรขยะที่เข้าหลุมฝังกลบ | = 0.57 x 84,315 / 0.5 | = 96,119 ลูกบาศก์เมตร |
| ปริมาตรหลุมฝังกลบทั้งหมดที่ต้องการ | = 1.1 x 96,119 | = 105,731 ลูกบาศก์เมตร |
| พื้นที่หลุมฝังกลบที่ต้องการ | = 105,731 / 8 | = 13,216 ตารางเมตร |
| พื้นที่สถานที่ฝังกลบที่ต้องการทั้งหมด | = 1.2 x 13,216 | = 15,860 ตารางเมตร |
| | | = 10 ไร่ |

โดยสรุป ทางเลือกในการจัดการมูลฝอยต้องสามารถลดมูลฝอยที่ต้องนำไปฝังกลบให้ได้อย่างน้อย 5 ตันต่อวัน ดังนั้น เพื่อให้แต่ละทางเลือกสามารถลดมูลฝอยลงได้มากกว่า 5 ตันต่อวัน จึงกำหนดให้

- ประสิทธิภาพการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด = 60%
- ประสิทธิภาพการคัดแยก ของโรงคัดแยก = 80%

จากข้อกำหนดข้างต้นจึงสามารถประเมินความต้องการใช้พื้นที่ ปริมาณมูลฝอยที่ลดได้ และอายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบ ดังแสดงในตารางที่ 4.17 โดยค่าความยืดหยุ่นเป็นการใช้คะแนนเปรียบเทียบเชิงคุณภาพระหว่างทั้ง 6 ทางเลือก โดยทางเลือกที่ 1 มีค่าความยืดหยุ่นสูงสุดเนื่องจากชุมชนและองค์กรท้องถิ่นสามารถปฏิบัติได้ง่าย โดยไม่ต้องอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูงในการเดินระบบ ซึ่งรายละเอียดการคำนวณประสิทธิภาพด้านวิศวกรรมดังแสดงในภาคผนวก ก

**ตารางที่ 4.17** ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านวิศวกรรมของแต่ละทางเลือก

| ประเด็นประเมิน | Opt 1 | Opt 2 | Opt 3 | Opt 4 | Opt 5 | Opt 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ประสิทธิภาพด้านวิศวกรรม** | | | | | | |
| F1: ความต้องการใช้พื้นที่ (ตร.ม.) | 23,532 | 26,912 | 21,817 | 15,460 | 19,984 | 13,175 |
| F2: ปริมาณมูลฝอยที่สามารถลดได้ (ตัน/วัน) | 8.38 | 7.19 | 8.97 | 11.17 | 9.59 | 11.96 |
| F3: ความยืดหยุ่นในการบำบัดมูลฝอย | 5 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 |
| F4: อายุการใช้งานของพื้นที่หลุมฝังกลบ (ปี) | 12.26 | 10.70 | 13.23 | 18.69 | 14.41 | 21.94 |

**4.5.2. ประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์**

จากการศึกษาเพื่อวัดประสิทธิภาพของทางเศรษฐศาสตร์ของทางเลือกเพื่อนำไปใช้ในการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม มีข้อกำหนดและสมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ระยะเวลาที่ทำการวิเคราะห์ โดยเริ่มวิเคราะห์โครงการปี 2553 สิ้นสุดโครงการในปี 2568 รวมทั้งสิ้น 15 ปี

2. สินทรัพย์คิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง อายุ 10 ปี ดังนั้นเมื่อโครงการครบอายุ 10 ปีจะต้องมีการลงทุนในสินทรัพย์ใหม่

3. อัตราคิดลด (Discount Rate) ของโครงการที่เป็นโครงการลงทุนภาครัฐคือ เท่ากับร้อยละ 12 ตามที่สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติกำหนด

4. อัตราเงินเฟ้อ เท่ากับร้อยละ 2.68 (คำนวณจากอัตราเงินเฟ้อทั่วไปเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปีของประเทศไทยข้อมูลจากธนาคารแห่งประเทศไทย)

5. โครงการไม่นำ ค่าที่ดินมาคำนวณเป็นต้นทุนทั้งนี้เพราะเทศบาลเมืองท่าข้ามมีที่ดินและเป็นเจ้าของที่ดินอยู่แล้ว

6. ผลประโยชน์ของระบบจากการจัดการมูลฝอย ประกอบด้วย

6.1) ค่าธรรมเนียมการจัดการขยะซึ่งทางกลุ่มผู้วิจัยประเมินจากการสำรวจแบบสอบถามของมูลค่าความเต็มใจจ่ายในการจัดการมูลฝอยของกลุ่มตัวอย่างประชาชนเทศบาลเมืองท่าข้าม ซึ่งประชาชนในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามมีความเต็มใจจ่ายค่าธรรมเนียมในการจัดการขยะเฉลี่ยแล้วเท่ากับ 35.32 บาทต่อเดือน

6.2) ผลประโยชน์จากการขายก๊าซชีวภาพจากงานศึกษาของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้กำหนดว่าขยะ 1 ตัน สามารถผลิตเป็นก๊าซชีวภาพได้ 33.6 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งราคาก๊าซหุงต้ม (LPG) ในตลาดปัจจุบัน รัฐแทรกแซงกำหนดราคาไว้ที่ 18.13 บาทต่อกิโลกรัม และก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร สามารถให้พลังงานความร้อนเทียบเท่าก๊าซหุงต้ม (LPG) 0.46 กิโลกรัม ดังนั้นราคาก๊าซชีวภาพจึงเทียบได้เท่ากับ 8.34 บาทต่อกิโลกรัม

6.3) ผลประโยชน์จากการขายปุ๋ยหมัก กำหนดให้ราคาขายปุ๋ยหมักกิโลกรัมละ 1 บาท

6.4) ผลประโยชน์ของการโรงงานคัดแยกมูลฝอย คือ รายได้จากการขายมูลฝอยรีไซเคิลได้ ซึ่งได้แก่ ขยะประเภท กระดาษ พลาสติก แก้ว และ โลหะ

รายละเอียดของต้นทุนของเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการขยะของเทศบาลเมืองท่าข้าม มีดังนี้

1. การคัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด

- ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ไม่มีค่าใช้จ่ายในการคัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิดทั้งนี้เพราะการคัดแยกขยะสามารถทำได้ในครัวเรือน

2. การทำปุ๋ยหมัก

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เปรียบเทียบกรณีศึกษาของทำปุ๋ยหมักอินทรีย์จากมูลฝอยตลาดสดของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมซึ่งได้ทำการสำรวจเก็บตัวอย่างมูลฝอยและรวบรวมสถานการณ์การจัดการมูลฝอยที่รองรับขยะมูลฝอยอินทรีย์ขนาด 1 ตันต่อวันกรณีศึกษาตลาดสดเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีและตลาดสดเทศบาลเมืองชัยนาททั้งนี้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของมูลฝอยพบว่ามีปริมาณของมูลฝอยอินทรีย์มากกว่า 40 % ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำมูลฝอยมาหมักทำปุ๋ยได้ กระบวนการหมักจากขยะอินทรีย์จนกลายเป็นปุ๋ยใช้เวลา 2 เดือน ทั้งนี้ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดประสิทธิภาพในการหมักขยะกลายเป็นปุ๋ยเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยต้นทุนของการลงทุน (Investment Cost) เป็นค่าลงทุนสำหรับโรงหมักปุ๋ยและอุปกรณ์ ประกอบด้วย ค่าโรงหมักปุ๋ย ค่าเครื่องสับมูลฝอยและเศษใบไม้ ค่าเครื่องเติมอากาศ รถเข็น ซึ่งมีต้นทุนเท่ากับ 319,000 บาท กรณีที่ขนาดโครงการเท่ากับ 1 ตันต่อวัน ในส่วนของต้นทุนการดำเนินการและบำรุงรักษาของระบบหมักปุ๋ย (Operating Cost) ได้แก่ ค่าแรง ค่าไฟฟ้า ค่าดูแลรักษาพื้นที่และสาธารณูปโภคต่างๆ ซึ่งมีต้นทุนเท่ากับ 14,037 บาทต่อเดือนหรือประมาณตันละ 461.49 บาทต่อตัน

3. ก๊าซชีวภาพจากขยะ

ในการศึกษาก๊าซชีวภาพจากขยะครั้งนี้เปรียบเทียบตัวอย่างโดยใช้กรณีศึกษาของเทศบาลทุ่งสง ทั้งนี้พบว่ามีอัตราการเกิดขยะอยู่ระหว่าง 20 – 30 ตันต่อวันซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับเทศบาลท่าข้าม โดยใช้ข้อมูลจากรายงานการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชนโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จากตัวอย่างที่ทำการศึกษาพบว่าสามารถกำจัดขยะได้ปริมาณ 15 ตันต่อวัน สำหรับการศึกษาของผู้วิจัยครั้งนี้กำหนดประสิทธิภาพของการทำก๊าซชีวภาพจากขยะเท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์ โดยต้นทุนของการลงทุน ประกอบด้วย ค่าลงทุนก่อสร้างระบบและค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์อื่นๆ เป็นมูลค่า 4,104,650 บาทต่อปีหรือ 205,232.5 บาทกรณีที่ขนาดโครงการเท่ากับ 1 ตันต่อวัน ต้นทุนของการดำเนินการและบำรุงรักษาของการทำก๊าซชีวภาพจากขยะ ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าจ้างแรงงาน ค่าซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอุปกรณ์ 620,246 บาทต่อปีหรือประมาณ 86.15 บาทต่อตัน

4. การฝังกลบ

ต้นทุนของการลงทุน ในการศึกษาทั้งนี้จะไม่คำนวณค่าที่ดินลงไปในโครงการเพราะทางเทศบาลเป็นเจ้าของที่ดินอยู่แล้ว ในส่วนของ รถบรรทุก รถแทรคเตอร์และรถแบคโฮ และต้นทุนของการก่อสร้างอาคารสำนักงาน เท่ากับ 18,250,000 บาท ต้นทุนของการดำเนินการและบำรุงรักษาของระบบฝังกลบ (Operating Cost) ซึ่งได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าสาธารณูปโภค ค่าน้ำมันรถ ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด เท่ากับ 235.68 บาทต่อตัน

5. โรงงานคัดแยก

ต้นทุนของการลงทุนในการศึกษาทั้งนี้จะไม่คำนวณค่าที่ดินลงไปในโครงการเพราะทางเทศบาลเป็นเจ้าของที่ดินอยู่แล้ว ในส่วนของค่าเครื่องจักร ค่าอุปกรณ์คัดแยก และก่อสร้างอาคารคัดแยกพบว่ามีต้นทุนเท่ากับ 387,144.63 บาทต่อตันต่อวัน ต้นทุนของการดำเนินการและบำรุงรักษาของระบบฝังกลบ (Operating Cost) ได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าสาธารณูปโภค และค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด เท่ากับ 163.93 บาทต่อตัน

ข้อมูลในตารางที่ 4.18 เป็นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งวัดในรูปของตัวเงินพบว่า หากอายุโครงการ 15 ปี ผลการประเมินโดยใช้หลักเกณฑ์ความเหมาะสมในการลงทุนจากค่า NPV, IRR และ BCR ของแต่ละทางเลือกพบว่าทางเลือกที่ 5 ให้ค่า NPV, IRR และ BCR สูงสุดรองลงมาคือ ทางเลือกที่ 6 และทางเลือกที่ 4 ตามลำดับ แสดงว่าทางเลือกที่ 5 มีความเหมาะสมที่สุด โดยรายละเอียดการคำนวณดังแสดงในภาคผนวก ข

**ตารางที่ 4.18** ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านเศรษฐศาสตร์ของแต่ละทางเลือก

| ประเด็นประเมิน | | Opt 1 | Opt 2 | Opt 3 | Opt 4 | Opt 5 | Opt 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ประสิทธิภาพด้านเศรษฐศาสตร์** | | | | | | | |
| F5: ความเหมาะสมในการลงทุน | NPV | 4,595,466 | 9,278,841 | 9,202,773 | 30,380,342 | 35,063,718 | 34,987,650 |
| | IRR | 1.11 | 1.31 | 1.27 | 1.52 | 1.78 | 1.71 |
| | BC | 16.96% | 22.49% | 22.06% | 37.90% | 43.63% | 42.56% |
| F6: ค่าใช้จ่ายในการจัดทำระบบ | | 43,174,716 | 29,735,578 | 33,936,880 | 58,241,955 | 44,802,817 | 49,004,118 |
| F7: รายได้จากการทำระบบ | | 47,770,1822 | 39,014,419 | 43,139,653 | 88,622,297 | 79,866,534 | 83,991,768 |

กรณีที่พิจารณาจากค่าใช้จ่ายในแต่ละทางเลือก ซึ่งพิจารณาจากต้นทุนในรูปของมูลค่าปัจจุบันตลอดอายุโครงการ 15 ปี ทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำที่สุดตามหลักการ Least Cost Method คือ ทางเลือกที่ 2 ทางเลือกที่ 3 และทางเลือกที่ 1 ตามลำดับ เนื่องจากทั้ง 3 ทางเลือก ผู้ที่ทำการการคัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด คือกลุ่มประชาชนในท้องถิ่นทำให้ไม่ก่อให้เกิดต้นทุนดังกล่าวขึ้น

กรณีที่พิจารณาจากรายได้ที่จะได้รับจากการจัดทำระบบของแต่ละทางเลือก ซึ่งใช้รายได้ โดยคำนวณในรูปของมูลค่าปัจจุบันตลอดอายุโครงการ 15 ปี พบว่าทางเลือกที่มีรายได้สูงสุดหรือตามหลักการ Maximize Income คือ ทางเลือกที่ 4 ทางเลือกที่ 6 และ ทางเลือกที่ 5 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากทั้ง 3 ทางเลือก ทางเทศบาลเป็นผู้ลงทุนและจัดการกับมูลฝอยที่รีไซเคิลได้เอง ทำให้เทศบาลมีรายรับเพิ่มจากการขายมูลฝอย Recycle นี้

ข้อสังเกตจากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า หากเทศบาลมีการลงทุนระบบการคัดแยกมูลฝอยแบบศูนย์รวม เทศบาลจะมีรายได้เพิ่มจากการขายมูลฝอยรีไซเคิลได้เหล่านี้ แต่ก็ต้องรับภาระต้นทุนค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบคัดแยกในตอนเริ่มต้นโครงการ

**การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแต่ละทางเลือกในการจัดการขยะเทศบาลเมืองท่าข้าม**

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ข้างต้น เป็นการประมาณการณ์กรณีที่เหตุการณ์มีสภาวะที่ปกติ แต่การดำเนินโครงการใดๆ นั้นย่อมมีความเสี่ยง ดังนั้นในการศึกษาต่อไปนี้จะเป็นการจำลองสถานการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นกับโครงการได้และประเมินผลกระทบในแต่ละสถานการณ์ของแต่ละทางเลือก โดยการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจะจำลองสถานการณ์ออกเป็น 2 สถานการณ์ด้วยกัน คือ

1. กรณีที่เกิดเหตุการณ์ปริมาณขยะของเทศบาลเพิ่มขึ้นจากเดิม ร้อยละ 10
2. กรณีที่เกิดเหตุการณ์ปริมาณขยะของเทศบาลลดจากเดิม ร้อยละ 10

ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.19

**ตารางที่ 4.19** ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแต่ละทางเลือกในการจัดการขยะเทศบาลเมืองท่าข้าม

| มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) | กรณีขยะลดลง 10% | กรณีปกติ | กรณีขยะเพิ่ม 10% |
|---|---|---|---|
| Opt1. | 4,825,481.25 | 4,595,465.59 | 4,365,449.93 |
| Opt2. | 9,374,708.02 | 9,278,840.83 | 9,182,973.64 |
| Opt3. | 9,407,064.73 | 9,202,773.27 | 8,998,481.81 |
| Opt4. | 31,307,503.68 | 30,380,342.17 | 29,453,180.65 |
| Opt 5. | 35,664,996.07 | 35,063,717.41 | 34,462,438.74 |
| Opt 6. | 35,480,504.24 | 34,987,649.85 | 34,494,795.45 |

ที่มา : จากการคำนวณ แสดงในภาคผนวก ข

จากข้อมูลในตารางแสดงชี้ให้เห็นได้ว่าหากกำหนดให้เกิดเหตุการณ์ที่ปริมาณมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ10 พบว่าค่า NPV ลดลงทุกทางเลือก แสดงถึงผลตอบแทนของทุกทางเลือกในการจัดการขยะลดลง และกรณีที่เกิดเหตุการณ์ปริมาณมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้ามลดจากเดิมร้อยละ 10 ผลตอบแทนของทุกทางเลือกในการจัดการขยะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ทุกทางเลือกเกณฑ์ที่ใช้ในการชี้วัด (ค่า NPV) ให้ผลการศึกษายืนยันตรงกัน

ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าถ้าหากพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามมีมูลฝอยเพิ่มขึ้นจะส่งผลกระทบต่อระบบการจัดการมูลฝอยทุกทางเลือก เนื่องจากทำให้เกิดต้นทุนของการจัดการมูลฝอยเพิ่มขึ้นซึ่งจะส่งผลต่อผลตอบแทนจากการจัดการมูลฝอยลดลง ดังนั้น แนวทางที่ดีที่สุดในการจัดการมูลฝอย คือ การลดการเพิ่มปริมาณมูลฝอยนั่นเอง

### 4.5.3. ประสิทธิภาพทางสังคม

ปัจจัยด้านสังคมประเมิน 4 ประเด็นย่อย คือ การยอมรับของชุมชนต่อระบบที่นำเสนอ ระดับการมีส่วนร่วมได้ของชุมชนในระบบการจัดการ ความสอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของชุมชนในปัจจุบัน และผลกระทบต่อสุขภาพ โดยใน 2 ประเด็นแรก ได้ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามของตัวแทนจากชุมชนเทศบาลเมืองท่าข้าม ดังแสดงผลในตารางที่ 4.20

**ตารางที่ 4.20** การยอมรับของชุมชนต่อแต่ละทางเลือกการจัดการขยะมูลฝอยสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม

| ทางเลือก | รายละเอียด | กลุ่มตัวอย่างประชาชน | | กลุ่มผู้นำชุมชน | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | จำนวน | ร้อยละ | จำนวน | ร้อยละ |
| 1 | คัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด + การทำปุ๋ย + หลุมฝังกลบ | 124 | 31.6 | 9 | 23.1 |
| 2 | คัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด + ก๊าซชีวภาพ + หลุมฝังกลบ | 21 | 5.4 | 0 | 0 |
| 3 | คัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด + ก๊าซชีวภาพ + การทำปุ๋ย + หลุมฝังกลบ | 73 | 18.6 | 16 | 41.1 |
| 4 | โรงคัดแยกขยะมูลฝอย + การทำปุ๋ย + หลุมฝังกลบ | 74 | 18.9 | 3 | 7.7 |
| 5 | โรงคัดแยกขยะมูลฝอย + ก๊าซชีวภาพ + หลุมฝังกลบ | 11 | 2.8 | 2 | 5.1 |
| 6 | โรงคัดแยกขยะมูลฝอย + ก๊าซชีวภาพ + การทำปุ๋ย + หลุมฝังกลบ | 70 | 17.8 | 7 | 17.9 |

จากตารางที่ 4.20 พบว่าทางเลือกที่กลุ่มตัวอย่างประชาชนเลือกระบบการจัดการขยะมากที่สุด คือ ทางเลือกที่ 1 คือประชาชนจะมีการคัดแยกขยะเอง ณ แหล่งกำเนิดซึ่งถือได้ว่าไม่มีต้นทุนเกิดขึ้นในการจัดการจากนั้นนำมูลฝอยที่อยู่ในลักษณะขยะอินทรีย์มาหมักทำเป็นปุ๋ย ส่วนที่เหลือนำไปฝังกลบ ทั้งนี้ชุมชนจึงต้องมีความพร้อมในการแยกขยะมูลฝอยก่อนเข้าระบบการจัดการขยะมูลฝอย แต่กลับพบว่ากลุ่มผู้นำชุมชนมีความเห็นว่าทางเลือกที่ 3 มีความเหมาะสมที่จะเป็นระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่ดี และจากแบบสอบถามพบว่า ทั้งกลุ่มตัวอย่างของประชาชนและกลุ่มผู้นำในชุมชนส่วนใหญ่ร้อยละ 62.3 มีความพร้อมในการแยกขยะมูลฝอยก่อนเข้าระบบการจัดการขยะเอง ดังแสดงในตารางที่ 4.21

**ตารางที่ 4.21** ความพร้อมของชุมชนในการแยกขยะมูลฝอยก่อนเข้าระบบการจัดการขยะมูลฝอย

| ท่านคิดว่าชุมชนของท่านมีความพร้อมในการแยกขยะมูลฝอยก่อนเข้าระบบการจัดการ ขยะหรือไม่ | กลุ่มตัวอย่างประชาชน | | กลุ่มผู้นำชุมชน | |
|---|---|---|---|---|
| | จำนวน | ร้อยละ | จำนวน | ร้อยละ |
| 1. มีความพร้อม | 244 | 62.3 | 16 | 41.0 |
| 2. ไม่มีความพร้อม | 96 | 24.5 | 6 | 15.3 |
| 3. อื่นๆ | 52 | 13.3 | 0 | 0 |
| 4. ไม่มีผู้ตอบ | 0 | 0 | 17 | 43.6 |

จากข้อมูลเหล่านี้ จึงนำไปประเมินประสิทธิภาพด้านสังคมของทั้ง 6 ทางเลือก ดังแสดงในตารางที่ 4.22

**ตารางที่ 4.22** ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านสังคมของแต่ละทางเลือก

| ประเด็นประเมิน | Opt 1 | Opt 2 | Opt 3 | Opt 4 | Opt 5 | Opt 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ประสิทธิภาพด้านสังคม** | | | | | | |
| **F9: การยอมรับของชุมชนต่อระบบที่นำเสนอ** | 32.44 | 5.12 | 21.71 | 18.78 | 3.17 | 18.78 |
| **F10: ระดับการมีส่วนร่วมได้ของชุมชนในระบบการจัดการ** | 60.3 | 60.3 | 60.3 | 39.7 | 39.7 | 39.7 |
| **F11: ความสอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของชุมชนในปัจจุบัน** | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| **F12: ผลกระทบต่อสุขภาพ** | 4.507 | 4.173 | 4.070 | 4.587 | 4.253 | 4.130 |

โดยค่าความสอดคล้องกับวิธีชีวิตของชุมชนในปัจจุบันเป็นการให้คะแนนเปรียบเทียบเชิงคุณภาพระหว่างทั้ง 6 ทางเลือก เช่นกัน โดยทางเลือกที่ 1ได้คะแนนสูงสุดเนื่องจาก การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด และ การหมักปุ๋ย เป็นกิจกรรมที่ชุมชนรู้จักเป็นอย่างดีและมีการปฏิบัติอยู่ในบางชุมชน และเป็นวิธีการที่ไม่อาศัยเทคโนโลยีขั้นสูง

ในส่วนของผลกระทบต่อสุขภาพได้มีการประเมินโดยประยุกต์ใช้หลักการของการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ (Health Impact Assessment; HIA) โดยในงานวิจัยครั้งนี้ได้ประเมินผลกระทบต่อสุขภาพแบบปานกลาง (Intermediate HIA) โดยข้อมูลปฐมภูมและทุติยภูมิที่ใช้ในการประเมินได้จากการสอบถามจากผู้ปฏิบัติงานและการประเมินจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีลักษณะของโครงการประเภทเดียวกัน ซึ่งผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหรือผู้ที่มีส่วนได้ ส่วนเสีย ในการประเมินผลกระทบทางสุขภาพจากเทคโนโลยีที่เป็นทางเลือกสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม ได้แก่

1) กลุ่มพนักงาน เจ้าหน้าที่ ลูกจ้าง ของเทศบาลฯ ที่ทำ หน้าที่จัดการขยะมูลฝอย

2) กลุ่ม ประชาชน ชุมชนโดยรอบสถานที่กำ จัดขยะมูลฝอย

3) กลุ่มผู้คุ้ยขยะ ซาเล้ง

4) กลุ่มผู้บริหารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะมูลฝอย

แต่เนื่องจากทางเทศบาลยังไม่มีสถานที่กำจัดขยะมูลแห่งใหม่ ดังนั้นจึงพิจารณาโดยเน้นกลุ่มผู้ปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะมูลฝอย ผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน ประชาชนโดยรอบและใกล้เคียงเป็นหลัก และกลุ่มผู้บริหาร ซึ่งในการประเมินทางสุขภาพนั้นทั้งมิติทางกาย ทางจิต ทางสังคม และทางจิตวิญญาณ โดยจะเน้นหนักว่ากลุ่มใดเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงหรือผลกระทบโดยตรง และทางอ้อม สำหรับการประเมินผู้วิจัยใช้วิธีการและเกณฑ์ในการวิเคราะห์ผลกระทบด้วยวิธี Health Risk Matrix และจากการประเมินเมตริกความเสี่ยงต่อสุขภาพของทางเลือกของเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการมูลฝอยทั้ง 6 ทางเลือก ซึ่งประกอบด้วย 5 เทคนิค คือ การคัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด โรงคัดแยกขยะมูลฝอย การทำปุ๋ย การหมักก๊าซชีวภาพ และ หลุมฝังกลบ สามารถสรุประดับคะแนนความเสี่ยงของแต่ละทางเลือกได้ ดังตารางที่ 4.22 โดยรายละเอียดการวิเคราะห์ดังแสดงในภาคผนวก ค

### 4.5.4. ประสิทธิภาพทางสิ่งแวดล้อม

ในการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของทั้ง 6 ทางเลือก ได้ประยุกต์ใช้หลักการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานและสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมด้วยเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งพัฒนาโดย ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) และ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช) โดยประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมหลัก 3 ด้านคือ น้ำ อากาศ และ ของแข็ง ซึ่งผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 4.23 และรายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ง

**ตารางที่ 4.23** ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมของแต่ละทางเลือก

| ประเด็นประเมิน | Opt 1 | Opt 2 | Opt 3 | Opt 4 | Opt 5 | Opt 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม** | | | | | | |
| F13: น้ำ | 21 | 27 | 23 | 22 | 26 | 28 |
| F14: อากาศ | 110 | 117 | 92 | 103 | 117 | 125 |
| F15: ของแข็ง | 7 | 8 | 10 | 4 | 6 | 7 |

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**4.6. การเลือกทางเลือกการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม**

จากการประเมินประสิทธิภาพทั้ง 4 ด้าน ของทั้ง 6 ทางเลือก จึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ต่อโดยใช้หลักการ MCDA (Multiple Criteria Decision Analysis) เพื่อเลือกคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในปัจจุบันในกรณีที่ต้องพิจารณาหลายเกณฑ์ โดยมีการให้ค่าน้ำหนักและคะแนนในแต่ละประเด็น จากนั้น MCDA จะจัดลำดับความเหมาะสมของทั้ง 6 ทางเลือกตามคะแนนที่ได้ โดยทางเลือกที่ได้คะแนนสูงสุดจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด โดยตารางประเมิน MCDA ของทั้ง 6 ทางเลือก ดังแสดงในตารางที่ 4.24 ซึ่งในการศึกษานี้ให้ความสำคัญกับปัจจัยทั้ง 4 ด้านเท่ากัน จึงมีค่าน้ำหนัก เท่ากับ 0.25 ทุกปัจจัย

**ตารางที่ 4.24** ตารางประเมินประสิทธิภาพด้านต่างๆ ของแต่ละทางเลือก ด้วยวิธี MCDA

| | น้ำหนักปัจจัย | น้ำหนักประเด็น | Opt 1 | Opt 2 | Opt 3 | Opt 4 | Opt 5 | Opt 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F1: ความต้องการใช้พื้นที่ (ตร.ม.) | 0.25 | 1.2 | 23,532 | 26,912 | 21,817 | 15,460 | 19,984 | 13,175 |
| F2: ปริมาณมูลฝอยที่สามารถลดได้ | | 1.1 | 8.38 | 7.19 | 8.97 | 11.17 | 9.59 | 11.96 |
| F3: ความยืดหยุ่นในการบำบัดมูลฝอย | | 1 | 5 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 |
| F4: อายุการใช้งานของพื้นที่หลุมฝังกลบ | | 1.2 | 12.26 | 10.70 | 13.23 | 18.69 | 14.41 | 21.94 |
| F5: ความเหมาะสมในการลงทุน | 0.25 | 1 | 4,595,466 | 9,278,841 | 9,202,773 | 30,380,342 | 35,063,717 | 34,987,650 |
| F6: ค่าใช้จ่ายในการจัดทำระบบ | | 1.2 | 43,174,716 | 29,735,578 | 33,936,879 | 58,241,955 | 44,802,817 | 49,004,118 |
| F7: รายได้จากการทำระบบ | | 1.1 | 47,770,182 | 39,014,419 | 43,139,653 | 88,622,297 | 79,866,534 | 83,991,768 |
| F8: การยอมรับของชุมชนต่อระบบที่นำเสนอ | 0.25 | 1.2 | 32.44 | 5.12 | 21.71 | 18.78 | 3.17 | 18.78 |
| F10: ระดับการมีส่วนร่วมของชุมชน | | 1.2 | 60.3 | 60.3 | 60.3 | 39.7 | 39.7 | 39.7 |
| F11: ความสอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิต | | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| F11: ผลกระทบต่อสุขภาพ | | 1 | 4.507 | 4.173 | 4.070 | 4.587 | 4.253 | 4.130 |
| F12: น้ำ | 0.25 | 1 | 21 | 27 | 23 | 22 | 26 | 28 |
| F13: อากาศ | | 1 | 110 | 117 | 92 | 103 | 117 | 125 |
| F14: ของแข็ง | | 1 | 7 | 8 | 10 | 4 | 6 | 7 |

และจากการวิเคราะห์ค่าคะแนนของแต่ละทางเลือกด้วยวิธี MCDA (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก จ) พบว่า ทางเลือกที่ 4 (โรงคัดแยก + การหมักทำปุ๋ย + การฝังกลบ) ได้รับคะแนนสูงสุด ตามด้วย ทางเลือกที่ 1 (การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด + การหมักทำปุ๋ย + การฝังกลบ) ดังแสดงในตารางที่ 4.25

**ตารางที่ 4.25** ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านต่างๆ ของแต่ละทางเลือก

| | Opt 1 | Opt 2 | Opt 3 | Opt 4 | Opt 5 | Opt 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Opt 1 | 0.000 | 0.429 | 0.857 | 1.000 | 0.857 | 1.000 |
| Opt 2 | 1.000 | 0.000 | 0.800 | 1.000 | 0.700 | 0.800 |
| Opt 3 | 0.750 | 0.375 | 0.000 | 1.000 | 0.750 | 0.750 |
| Opt 4 | 1.000 | 0.429 | 0.714 | 0.000 | 0.429 | 0.857 |
| Opt 5 | 0.600 | 0.600 | 0.800 | 1.000 | 0.000 | 0.600 |
| Opt 6 | 0.875 | 0.750 | 1.000 | 0.750 | 0.625 | 0.000 |
| | | | | | | |
| **คะแนนรวม** | **4.225** | **2.582** | **4.171** | **4.750** | **3.361** | **4.007** |
| | | | | | | |
| **ลำดับ** | **2** | **6** | **3** | **1** | **5** | **4** |

## 4.7.วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการการเลือกทางเลือกการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเทศบาลเมืองท่าข้าม

จากผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี MCDA พบว่า ทางเลือกที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย โรงคัดแยกมูลฝอย ซึ่งดำเนินการโดยเทศบาลเมืองท่าข้าม ตามด้วยการนำขยะอินทรีย์มาหมักปุ๋ย และการขายมูลฝอยที่รีไซเคิลได้ ส่วนมูลฝอยที่เหลือจากกระบวนการบำบัดทั้งหมด จะถูกนำไปฝังกลบ เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม ตามด้วย ทางเลือกที่ 1 ซึ่งแตกต่างกันเฉพาะกิจกรรมการคัดแยกที่เกิดขึ้น ณ แหล่งกำเนิด แทนที่จะเป็นระบบโรงคัดแยกรวม โดยในเวลา 15 ปีข้างหน้านี้ เทศบาลท่าข้ามมีค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะตามทางเลือกที่ 4 คิดเป็นเงินมูลค่า 58,241,955 บาท ในขณะที่จะมีรายได้ โดยคำนวณในรูปของมูลค่าปัจจุบันตลอดอายุโครงการ 15 ปี จากการขายมูลฝอยรีไซเคิล เป็นเงินมูลค่า 88,622,297 บาท ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับทางเลือกที่ 1 ถึงแม้ว่าจะมีมูลค่าการลงทุนต่ำกว่า (43,174,716 ล้านบาท) แต่ก็ให้รายได้แก่เทศบาลเมืองท่าข้ามที่ต่ำกว่าเช่นกัน (47,770,1822 ล้านบาท) จึงทำให้ทางเลือกการจัดการมูลฝอยที่ 4 มีความเหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามที่สุด

อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหว พบว่า ทางเลือกที่ 4 จะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด เมื่อเทศบาลเมืองท่าข้ามสามารถเดินระบบโรงคัดแยกได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่า การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด (การวิเคราะห์ภายใต้สภาวะที่โรงคัดแยกมีประสิทธิภาพสูงกว่าการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด) เนื่องจากผลกำไรจากการขายมูลฝอยที่คัดแยกได้ในระบบ จะทำให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ดังนั้น ความเข้มแข็งและศักยภาพของเทศบาลเมืองท่าข้ามจึงเป็นปัจจัยสำคัญเพื่อให้การดำเนินงานตามทางเลือกที่ 4 เป็นรูปแบบการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของโรงคัดแยก ก็ขึ้นอยู่กับความร่วมมือของชุมชนในการกักเก็บมูลฝอยและคัดแยกมูลฝอยต้นทางเช่นกัน ดังนั้น ทางเลือกการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามยังคงต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างชุมชนและเทศบาล ไม่ว่าจะมีระบบการคัดแยกมูลฝอยเป็นแบบใด เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยสูงสุด

อย่างไรก็ดี จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้นำชุมชนทั้ง 22 ชุมชน พบว่าหลายชุมชน มีความพร้อมที่จะจัดให้มีกิจกรรมคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด อย่างเป็นรูปธรรม รวมทั้งต้องการมีส่วนร่วมในการจัดการมูลฝอยของพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม ในรูปแบบของคณะกรรมการชุมชนเพื่อร่วมกับทางเทศบาลในการจัดการมูลฝอยในพื้นที่ ดังนั้น ทางเลือกการจัดการรูปแบบที่ 1 สามารถเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดได้ หากพื้นที่สามารถจัดตั้งคณะกรรมการร่วมบริหารระบบการจัดการมูลฝอยหรือ คัดแยกมูลฝอย ได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

สำหรับการจัดการมูลฝอยอินทรีย์ ทางเทศบาลและชุมชนสามารถสร้างโรงหมักปุ๋ยขนาดเล็กได้ ดังตัวอย่างข้างล่างนี้ ซึ่งเป็นโรงหมักปุ๋ยขนาด 1 ตันต่อวัน เผยแพร่โดย ส่วนส่งเสริมเทคโนโลยีที่เหมาะสม สำนักส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. อาคารโรงหมัก เป็นอาคารเปิดขนาดประมาณ 48 ตารางเมตร หลังคา มุงกระเบื้องภายในอาคารก่อสร้างบล็อกคอนกรีต ขนาด 2.00 x 2.00 เมตร จำนวน 12 บล็อก สำหรับใส่วัสดุหมักปุ๋ย

2. อุปกรณ์ภายในโรงหมักปุ๋ย ประกอบด้วย เครื่องสับมูลฝอยขนาด 5.5 แรงม้า มีช่องป้อนมูลฝอยด้านข้างสำหรับกิ่งไม้ขนาด 3-5 นิ้วและช่องด้านบนสำหรับมูลฝอยอินทรีย์ เช่น เศษผัก เปลือกผลไม้ เป็นต้น เครื่องเติมอากาศแบบพัดลมดูดอากาศ (Blower) ขนาด 0.5 แรงม้า ที่มีอัตราการไหลของอากาศประมาณ 0.2 – 0.8 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมของวัสดุหมักต่อวัน ตะแกรงร่อนปุ๋ย จอบ พลั่ว และ รถเข็น

3. การดำเนินงานมีขั้นตอนดังนี้ (ภาพที่ 4-12)

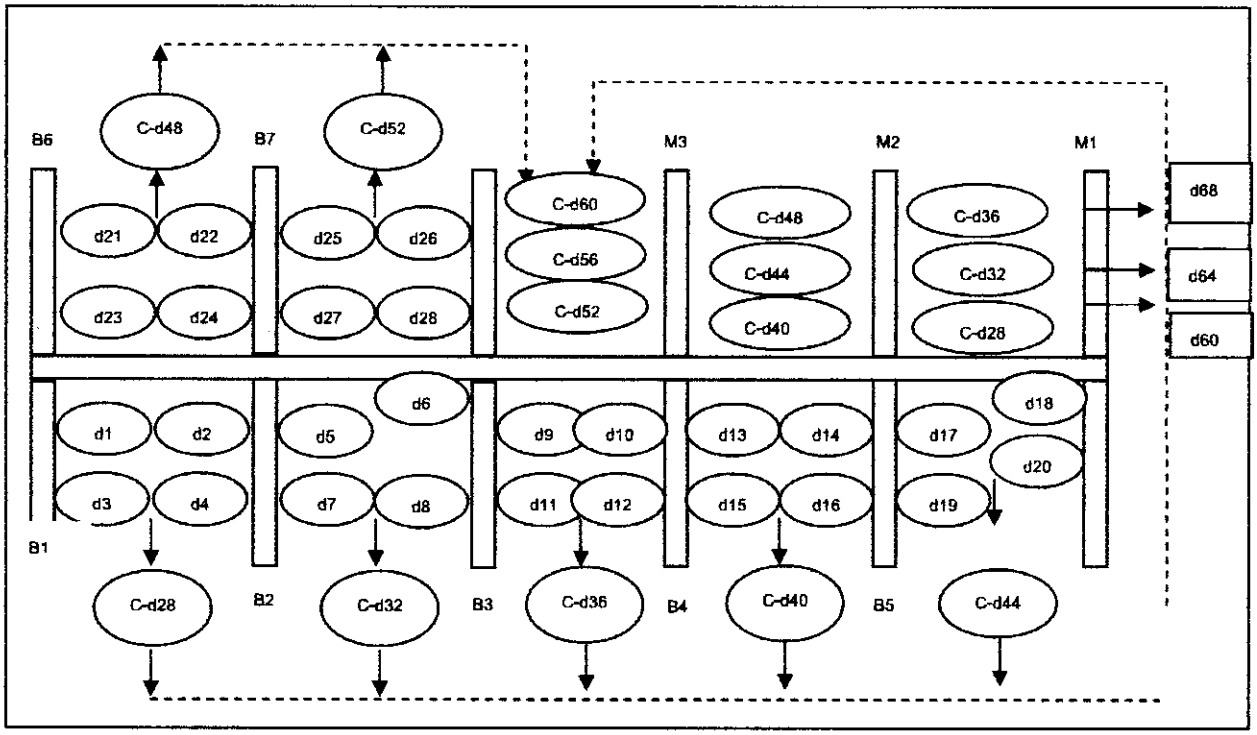
3.1. ผสมมูลฝอยและวัสดุหมักร่วมที่ได้ทำการตัดหรือสับให้มีขนาดพอเหมาะ (1-2 นิ้ว) เติมน้ำขณะผสมเพื่อให้มีความชื้นประมาณร้อยละ 40-60

3.2. นำวัสดุผสมของวันที่ 1-4 เข้าช่องหมักที่ 1 (B1) โดยสามารถเติมวัสดุหมักของวันถัดมาไว้ด้านบนของกองปุ๋ยหมักวันก่อนหน้าได้ (หรือวัสดุของวันที่ 1 อยู่ด้านล่างสุด วัสดุของวันที่ 4 อยู่ด้านบนสุด) ทำการหมักเป็นเวลา 28 วัน (C-d28) ซึ่งกองปุ๋ยหมักจะยุบตัว และเหลือน้ำหนักประมาณ 2 ตัน ย้ายปุ๋ยหมักนี้ออกไปบ่มในช่องบ่มที่ 1 (M1)

3.3. นำวัสดุผสม ของวันที่ 5-8 เข้าช่องหมักที่ 2 (B2) โดยทำเช่นเดียวกันกับข้อ 2 ทำการหมัก 28 วัน (C-d32) ย้ายปุ๋ยหมักนี้ออกไปที่บ่มช่องบ่มที่ 1 (M1)

3.4. นำวัสดุผสม ของวันที่ 9-12 เข้าช่องหมักที่ 3 (B3) ทำการหมัก 28 วัน (C-d36) ย้ายปุ๋ยหมักนี้ออกไปที่บ่มช่องบ่มที่ 1 (M1)

3.5. ปุ๋ยหมักรวมตั้งแต่วันที่ 1-12 ที่บ่มในช่องที่ 1 มีน้ำหนักรวมประมาณ 6 ตัน ทำการบ่มปุ๋ยหมักในช่อง M1 เป็นระยะเวลาประมาณ 32 วัน หรือนับเป็นวันที่ 60 นับตั้งแต่เริ่มดำเนินการหมักปุ๋ย (ในขั้นตอนอาจเติมอากาศเล็กน้อยได้เพื่อป้องกันการอับชื้น) ซึ่งเมื่อสิ้นสุดการบ่มน้ำหนักของปุ๋ยจะลดลงไปอีกประมาณร้อยละ 30-40 ดังนั้น ได้น้ำหนักปุ๋ยหมักในขั้นตอนนี้ประมาณ 1.8-2.4 ตัน จากนั้นหากร่อนปุ๋ยหมักให้ได้ขนาดต่ำกว่า 2.5 มิลลิเมตร และสามารถบรรจุปุ๋ยหมักลงถุงหรือภาชนะปิดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป




หมายเหตุ d : วัน , C : ปุ๋ยหมัก , B : ช่องหมักปุ๋ย , M : ช่องบ่มปุ๋ย
ตัวเลขหลังตัวอักษร (d28): ระยะเวลาในเดือนที่ 1 (วัน)

**ภาพที่ 4.13** การดำเนินการในโรงหมักปุ๋ย

และจากการศึกษาพบว่า ทุกทางเลือกจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของชุมชนในพื้นที่ ดังนั้น จึงควรมีมาตรการป้องกันเป็นการกำหนดมาตรการในการควบคุมเบื้องต้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบหรือความเสียหาย ซึ่งสามารถป้องกันได้ตั้งแต่แหล่งกำเนิด (Source) ช่องทางการได้รับสัมผัส (Pathway) และผู้ได้รับผลกระทบ (Receiver) รวมถึงมาตรการส่งเสริมสุขภาพ เช่น การตรวจสุขภาพประจำปีอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง จากการประเมินเมตริกความเสี่ยงต่อสุขภาพของเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการจัดการมูลฝอยสามารถแบ่งการป้องกันได้ เป็น 2 ช่วงการดำเนินการ (แสดงดังตารางที่ 4.26) ดังนี้

1. ระยะก่อสร้าง ปัญหาจากการก่อสร้างมักอยู่ในรูปของมลพิษทางอากาศและทางเสียงเป็นประเด็นหลัก
2. ระยะดำเนินการ ปัญหามักอยู่ในรูปของมลพิษทางอากาศ ทางเสียง อุบัติเหตุและโรคที่เกิดจากการทำงาน

**ตารางที่ 4.26** มาตรการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจจะเกิดจากการดำเนินการของโครงการในการจัดการมูลฝอย

| ประเด็นผลกระทบต่อสุขภาพในแต่ละเทคนิค/กิจกรรม | กลุ่มเสี่ยง | พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ | มาตรการป้องกัน | ตัวชี้วัด | | ระยะเวลา/ความถี่ในการตรวจวัด | วิธีการ/เครื่องมือ | ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการมาตรการต่างๆ ตามข้อเสนอแนะ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | สิ่งแวดล้อม | สุขภาพ | | | |
| **มลพิษทางอากาศ**<br>- ฝุ่นละออง<br>- $CO_2$<br>- $CH_4$<br>- CO<br>- กลิ่น | คนงานก่อสร้าง, คนงานคัดแยกและประชาชนในพื้นที่ | พื้นที่ก่อสร้างและชุมชนที่มีมลพิษกระจายไปถึง | <u>ระยะก่อสร้าง</u><br>- ใช้วัสดุปกคลุมในระหว่างการขนส่งวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง<br>- รดน้ำพื้นถนนป้องกันฝุ่นละออง<br>- สร้างแนวรั้วป้องกันในเขตพื้นที่ก่อสร้าง<br><u>ระยะดำเนินการ</u><br>- รถบรรทุกมูลฝอยปิดมิดชิด ไม่มีการรั่วซึมของน้ำชะมูลฝอยจากรถบรรทุก<br>- ตรวจสอบการทำงานที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องจักร<br>- ให้คนงานมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่จำเป็นให้กับคนงานตามตำแหน่งหน้าที่ๆรับผิดชอบ<br>- สร้างแนวรั้วป้องกันในเขตพื้นที่ดำเนินการและมีการสร้าง Buffer zone ของพื้นที่ดำเนินการ | -ปริมาณอนุภาคแขวนลอยในบรรยากาศ<br>-ปริมาณอนุภาคแขวนลอยตามมาตรฐานอากาศในสถานประกอบการ | -โรคระบบทางเดินหายใจ<br>-สมรรถภาพการทำงานของปอด | ทุก 6 เดือน-1 ปี | ตามมาตรฐานหรือตามกฎหมายกำหนด | 1. ผู้รับเหมาโดยเทศบาลเป็นผู้ควบคุมกำกับการทำงาน<br>2. เทศบาลร่วมกับสถานีอนามัยในเขตพื้นที่โครงการ |

**ตารางที่ 4.26** มาตรการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจจะเกิดจากการดำเนินการของโครงการในการจัดการมูลฝอย (ต่อ)

| ประเด็นผลกระทบต่อสุขภาพในแต่ละเทคนิค/กิจกรรม | กลุ่มเสี่ยง | พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ | มาตรการป้องกัน | ตัวชี้วัด | | ระยะเวลา/ความถี่ในการตรวจวัด | วิธีการ/เครื่องมือ | ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการมาตรการต่างๆ ตามข้อเสนอแนะ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | สิ่งแวดล้อม | สุขภาพ | | | |
| **มลพิษทางน้ำ**<br>-สารอินทรีย์<br>-โลหะหนัก | คนงานก่อสร้าง, คนงานคัดแยกและประชาชนในพื้นที่ | พื้นที่ก่อสร้างและชุมชนที่มีมลพิษกระจายไปถึง | <u>ระยะก่อสร้าง</u><br>-สร้างหรือจัดหาระบบบำบัดน้ำเสียแบบ on site ในพื้นที่การก่อสร้าง เช่น ห้องน้ำจากบ้านพักคนงาน<br><u>ระยะดำเนินการ</u><br>- สร้างระบบระบายน้ำและระบบบำบัดน้ำเสียแบบ on site ในพื้นที่ดำเนินการ | -ตรวจสอบค่าความสกปรกของมลสารในรูปของ $BOD_5$, COD, TN, TP, โลหะหนัก ฯลฯ | -โรคระบบทางเดินอาหาร<br>-แหล่งเพาะพันธุ์แมลงวัน ยุง เชื้อโรค ฯลฯ | ทุก 6 เดือน-1 ปี | ตามมาตรฐานหรือตามกฎหมายกำหนด | 1. ผู้รับเหมาโดยเทศบาลเป็นผู้ควบคุมกำกับ<br>2. เทศบาลร่วมกับสถานีอนามัยในเขตพื้นที่โครงการ |
| **มลพิษทางดิน**<br>-โลหะหนัก<br>-สารอินทรีย์ที่ตกค้างยาวนาน (POPs) | ประชาชนในพื้นที่ | ชุมชนที่มีมลพิษกระจายไปถึง | <u>ระยะก่อสร้าง</u><br>- มีการคัดแยกมูลฝอยอันตราย สี ตัวทำละลาย สารเคมี แล้วนำไปกำจัดให้ถูกต้อง<br><u>ระยะดำเนินการ</u><br>- มีการคัดแยกมูลฝอยอันตรายที่ชัดเจน และดำเนินการถูกต้องตามหลักวิชาการ | -ปริมาณโลหะหนักและสารอินทรีย์ เช่น กลุ่มสารออแกนโนฟอสเฟต ฯลฯ | -โรคผิวหนัง<br>-ไข้เรื้อรัง<br>-อาการผื่นคัน | ทุก 1 ปี | ตามมาตรฐานหรือตามกฎหมายกำหนด | 1. ผู้รับเหมาโดยเทศบาลเป็นผู้ควบคุมกำกับ<br>2. เทศบาลร่วมกับสถานีอนามัยในเขตพื้นที่โครงการ |

**ตารางที่ 4.26** มาตรการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจจะเกิดจากการดำเนินการของโครงการในการจัดการมูลฝอย (ต่อ)

| ประเด็นผลกระทบต่อสุขภาพในแต่ละเทคนิค/กิจกรรม | กลุ่มเสี่ยง | พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ | มาตรการป้องกัน | ตัวชี้วัด | | ระยะเวลา/ความถี่ในการตรวจวัด | วิธีการ/เครื่องมือ | ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการมาตรการต่างๆ ตามข้อเสนอแนะ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | สิ่งแวดล้อม | สุขภาพ | | | |
| **มลพิษทางเสียง**<br>-เสียงจากเครื่องจักร | คนงานก่อสร้าง, คนงานคัดแยกและประชาชนในพื้นที่ | พื้นที่ก่อสร้างและชุมชนที่มีมลพิษกระจายไปถึง | <u>ระยะก่อสร้าง</u><br>-เสียงดังจากเครื่องจักรกลก่อสร้าง<br>- ผู้ปฏิบัติงานต้องมีมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่จำเป็นให้กับคนงานตามตำแหน่งหน้าที่ๆ รับผิดชอบ<br><u>ระยะดำเนินการ</u><br>-เสียงดังจากเครื่องจักรกลขณะปฏิบัติงาน<br>- ผู้ปฏิบัติงานต้องมีมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่จำเป็นให้กับคนงานตามตำแหน่งหน้าที่ๆ รับผิดชอบ | -มาตรฐานเสียงนอกอาคาร<br>-มาตรฐานคุ้มครองความปลอดภัยในสถานประกอบกิจการฯ | -ระดับการได้ยิน | ทุก 6 เดือน-1 ปี | ตามมาตรฐานหรือตามกฎหมายกำหนด | 1. ผู้รับเหมาโดยเทศบาลเป็นผู้ควบคุมกำกับ<br>2. เทศบาลร่วมกับสถานีอนามัยในเขตพื้นที่โครงการ |

**ตารางที่ 4.26** มาตรการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจจะเกิดจากการดำเนินการของโครงการในการจัดการมูลฝอย (ต่อ)

| ประเด็นผลกระทบต่อสุขภาพในแต่ละเทคนิค/กิจกรรม | กลุ่มเสี่ยง | พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ | มาตรการป้องกัน | ตัวชี้วัด | | ระยะเวลา/ความถี่ในการตรวจวัด | วิธีการ/เครื่องมือ | ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการมาตรการต่างๆ ตามข้อเสนอแนะ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | สิ่งแวดล้อม | สุขภาพ | | | |
| -อุบัติเหตุ และการบาดเจ็บจากของมีคมต่างๆ<br>-อุบัติเหตุจากการทำงาน<br>-อุบัติเหตุทางถนนในชุมชนมากขึ้น | ผู้ปฏิบัติงาน (คนงาน) | พื้นที่ที่ปฏิบัติ งาน | <u>ระยะก่อสร้าง</u><br>-ผู้รับเหมาก่อสร้างจัดวางป้ายเตือนผู้สัญจรไปมาให้ชัดเจน<br>- ประชาสัมพันธ์โครงการให้ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ รถยนต์ ไม่ให้ขับขี่เร็วหรือประมาท<br>- ผู้ปฏิบัติงานต้องมีมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่จำเป็นให้กับคนงานตามตำแหน่งหน้าที่ๆ รับผิดชอบ<br><u>ระยะดำเนินการ</u><br>- ผู้ปฏิบัติงานต้องมีมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่จำเป็นให้กับคนงานตามตำแหน่งหน้าที่ๆ รับผิดชอบ | | -สถิติอุบัติเหตุ<br>-โรคระบบทางเดินอาหาร<br>-โรคระบบทางเดิน | ทุก 6 เดือน-1 ปี | ตามมาตรฐานหรือตามกฎหมายกำหนด | 1. ผู้รับเหมาโดยเทศบาลเป็นผู้ควบคุม กำกับ<br>2. เทศบาลร่วมกับสถานีอนามัยในเขตพื้นที่โครงการ |

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# บทที่ 5

# สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า มูลฝอยในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามเกิดขึ้นประมาณ 17 ตันต่อวัน โดยองค์ประกอบหลักคือ ขยะอินทรีย์ประมาณร้อยละ 60 ซึ่งส่งผลให้มีค่าความชื้นประมาณร้อยละ 60 และค่าความร้อนของมูลฝอยประมาณ 2,000 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ซึ่งจากข้อมูลคุณลักษณะเหล่านี้ พบว่าเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับจัดการมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้าม ควรเป็นการผสมผสานกันระหว่างระบบคัดแยก และการบำบัดทางชีวภาพ เช่น การหมักปุ๋ย หรือ ก๊าซชีวภาพ และไม่เหมาะสมต่อการนำไปเผาในเตาเผาเนื่องจากพบว่า ค่าความร้อนของมูลฝอยพบว่ามีค่าน้อยกว่า 4,000 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม และจากการประเมินศักยภาพของเทศบาลเมืองท่าข้ามดังในปัจจุบัน พบว่า ความพร้อมในด้านการวางแผนเทคนิค และ เศรษฐศาสตร์ ขององค์กรท้องถิ่น ในปัจจุบันมีค่อนข้างน้อย ซึ่งไม่เหมาะกับเทคโนโลยีเตาเผาที่ซับซ้อนและต้องการผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคในการเดินระบบและรักษาดูแล และมีค่าใช้จ่ายในการเดินระบบค่อนข้างสูง

และเมื่อพิจารณาถึงความพร้อมของชุมชนในพื้นที่พบว่า การมีส่วนร่วมต่อการจัดการมูลฝอย และการให้ความร่วมมือกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการจัดการมูลฝอย ยังมีน้อยเช่นเดียวกัน ดังนั้นเทคโนโลยีเตาเผามูลฝอยซึ่งต้องการระบบการคัดแยกมูลฝอยต้นทางที่มีประสิทธิภาพเพื่อแยกมูลฝอยที่มีค่าความร้อนต่ำออกจากขยะที่เข้าสู่ระบบ จึงยังไม่เหมาะสมกับพื้นที่นี้เช่นเดียวกัน และเมื่อพิจารณาค่า C/N ratio พบว่า ค่า C/N ratio อยู่ในช่วงที่สามารถนำไปหมักเป็นปุ๋ยได้ (อย่างไรก็ตาม ต้องมีการปรับปรุงลักษณะของวัสดุหมักเริ่มต้น)

ดังนั้น เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลเมืองท่าข้ามต้องไม่ซับซ้อนในการเดินระบบและรักษาดูแลเพื่อให้มีระบบการจัดการมูลฝอยในพื้นที่อย่างยั่งยืน ดังนั้น ทางเลือกที่ที่เป็นไปได้สำหรับมูลฝอยเทศบาลเมืองท่าข้าม จึงมี 6 ทางเลือก โดยการคัดแยกมูลฝอยสามารถพิจารณาได้ 2 แนวทางคือ ส่งเสริมการคัดแยกแบบไม่เป็นทางการ (Informal recovery) หรือ สร้างโรงคัดแยกมูลฝอยรวม ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 การคัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด + การทำปุ๋ย + หลุมฝังกลบ

ทางเลือกที่ 2 การคัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด + ก๊าซชีวภาพ + หลุมฝังกลบ

ทางเลือกที่ 3 การคัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด + ก๊าซชีวภาพ + การทำปุ๋ย + หลุมฝังกลบ

ทางเลือกที่ 4 โรงคัดแยกขยะมูลฝอย + การทำปุ๋ย + หลุมฝังกลบ

ทางเลือกที่ 5 โรงคัดแยกขยะมูลฝอย + ก๊าซชีวภาพ + หลุมฝังกลบ

ทางเลือกที่ 6 โรงคัดแยกขยะมูลฝอย + ก๊าซชีวภาพ + การทำปุ๋ย + หลุมฝังกลบ

และจากการวิเคราะห์ทั้ง 6 ทางเลือก โดยประเด็นในการประเมินประสิทธิภาพ 4 ด้าน คือ วิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สังคม และ สิ่งแวดล้อม ด้วยวิธี MCDA พบว่า ทางเลือกที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย โรงคัดแยกมูลฝอย ตามด้วย การหมักทำปุ๋ย และ การฝังกลบ ได้รับคะแนนการประเมินสูงสุดหรือมีความเหมาะสมที่สุด ตามด้วย ทางเลือกที่ 1 ซึ่งมีการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด ตามด้วย การหมักทำปุ๋ย และ การฝังกลบ โดยทั้ง 2 ทางเลือกนี้จะเปลี่ยนลำดับความสำคัญเมื่อประสิทธิภาพการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด มากกว่า ประสิทธิภาพของโรงคัดแยก หรือ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพและศักยภาพในการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองท่าข้าม และ ชุมชน

## บรรณานุกรม


1. AOAC 1990, Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., USA: AOAC, Inc.
2. APHA, AWWA and WEF. 1992, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed., American Public Health Association, New York.
3. Bertoldi, M., Villini, G. and Pera, A. 1983, The biology of composting : A review, Waste manage and Research, 1 : 157-176.
4. Contreras, F., Hanaki, K., Aramaki, T. and Connors, S. 2008, Application of analytical hierarchy process to analyze stakeholder's preferences for municipal solid waste management plans, Boston, USA. Resources, Conservation and Recycling, 52, 979-991.
5. ESRC: Environmental Sustainability Resource Center 2553, Industrail composting: Operations and technology, (http://wrrc.p2pays.org/images/Compos4.jpg)
6. Gray, K.R., Sherman, K., Biddlestone, A.J. 1971, A review of composting, Part I. Process Biochem., 6(6), 32-36.
7. Haug, R.T. 1980, Compost Engineering: Principles and Practice, Ann Arbor Science Publishers, Inc., Michigan, U.S.A.
8. Haug, R.T. 1993, The Practical Handbook of Compost Engineering, Boca Raton: Lewis Publisher.
9. Hay, J.C., and Kuchuenrither, R.D. 1990, Fundamental and application of windrow Composting, Journal of Environmental Engineering, 4, 746-763.
10. Hung, M., Ma, H. and Yang, W. 2007, A novel sustainable decision making model for municipal solid waste management, Waste Management, 27, 209-219.
11. Kumar, K.N. and Goel, S. 2009, Characterization of Municipal SolidWaste (MSW) and a proposed management plan for Kharagpur,West Bengal, India, Resources, Conservation and Recycling, 53, 166–174.
12. Morrissey. A., and Browne. J. 2004, Waste management models and their application to sustainable waste management, Waste Management, 24, 297-308.
13. Rabbani, K.R., Jindal R., Kubota H. and Obeng, L. 1983, Environmental sanitation reviews: composting of domestic refuse, Environmental sanitation information center, Asian Institute of Technology, No 11/11, October. Thailand.

14. Sanderson, K.C. and Martin, W.C. 1974, Performance of Woody Ornamentals in Municipal Compost Medium under Nine Fertilize Regimes, Horticulture Science, 9(3), 242-243

15. Shekdar, A.V. 2009, Sustainable solid waste management: An integrated approach for Asian countries, Waste Management, 29, 1438–1448.

16. Tchobanoglous G., Theisen H. and Vigil S. 1993, Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues, Singapore : McGraw-Hill, Inc.

17. Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Eliassen, R.1977, Solid wastes: Engineering principles and management issues, McGraw Hill, London, U.K.

18. Zotos, G., Karagiannidis, A., Zampetoglou, S., Malamakis, A., Antonopoulos, I.S., Kontogianni, S., and Tchobanoglous, G. 2009, Developing a holistic strategy for integrated waste management within municipal planning: Challenges, policies, solutions and perspectives for Hellenic municipalities in the zero-waste, low-cost direction, Waste Management, 29, 1686–1692.

19. กรมควบคุมมลพิษ 2547, คู่มือการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์, กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

20. กรมควบคุมมลพิษ 2547, รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ.2546

21. กรมควบคุมมลพิษ 2553, (http://www.pcd.go.th/download/pollution.cfm)

22. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2551, รายงานฉบับสมบูรณ์การพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

23. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม 2548, การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์จากมูลฝอยตลาดสด. ส่วนส่งเสริมเทคโนโลยีที่เหมาะสม, สำนักส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน, กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

24. จรีรัตน์ สกุลรัตน์ 2553, An Assessment Tool for the Sustainability of Municipal Solid Waste Management in Thailand, วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์., สงขลา

25. จรีรัตน์ สกุลรัตน์ และ โรจนัฉริย์ ด่านสวัสดิ์ 2553, "วิธีการประเมินศักยภาพการวางแผนระบบการจัดการมูลฝอยชุมชนขององค์กรท้องถิ่นในประเทศไทย.", การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งครั้งที่ 9., 24-27 มีนาคม 2553, อุบลราชธานี , หน้าที่ 75-76

26. ชาติ เจียมไชยศรี, เกียรติไกร อายุวัฒน์ และ ชนินทร์ ทองธรรมชาติ 2547, การพัฒนาถังหมักมูลฝอยขนาดเล็กสำหรับบ้านเรือนและตลาดสด. เอกสารการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 1, 17-19 มกราคม 2547 ,พิษณุโลก

27. เชาวน์ นกอยู่ 2551, หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีในการจัดการขยะมูลฝอย, เอกสารประกอบการประชุมชี้แจงกรอบแนวทางการจัดสรรเงินกองทุนสิ่งแวดล้อมให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อดำเนินโครงการขนาดเล็กด้านการจัดการน้ำเสียและขยะมูลฝอยชุมชน, 17 ตุลาคม 2551, โรงแรมมิราเคิล แกรนด์, กรุงเทพมหานคร.

28. เชาวน์ นกอยู่ 2551, เอกสารประกอบการประชุมชี้แจงกรอบแนวทางการจัดสรรเงินกองทุนสิ่งแวดล้อมให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อดำเนินโครงการขนาดเล็กด้านการจัดการน้ำเสียและขยะมูลฝอยชุมชน

29. เทศบาลนครภูเก็ต 2553, (http://www.phuketcity.go.th)

30. ธเรศ ศรีสถิตย์ 2553, วิศวกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน, กรุงเทพ

31. นคร สุริยานนท์ และสมใจ กาญจนวงศ์ 2552, การหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือนในถังหมักที่มีการเติมอากาศด้วยวิธีพาสแบบต่างๆ. เอกสารการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 3, 23-25 มีนาคม 2552, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

32. นภารัตน์ ไวยเจริญ 2544, การทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

33. นฤดี บุญชุม 2548, แนวทางการปรับปรุงการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการมูลฝอยชุมชน : กรณีศึกษาตำบลปริกตก เทศบาลตำบลปริก อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

34. นิติ เหมพัฒน์, จรีรัตน์ สกุลรัตน์ และ จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์ 2553, รูปแบบถังหมักปุ๋ยสำหรับขยะอินทรีย์จากบ้านเรือน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

35. พัชรี หอวิจิตร 2545, การจัดการขยะมูลฝอย, กรุงเทพ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิชย์ จำกัด

36. พิรียุตม์ วรรณพฤกษ์ 2553, รายการคำนวณค่าก่อสร้างและดำเนินการระบบคัดแยกมูลฝอย, มูลนิธิเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและพลังงาน, กรุงเทพ.

37. พูนศักดิ์ จันทร์จำปี 2541, การหมักปุ๋ยจากเศษอาหารและวัสดุเหลือใช้การเกษตรแบบเทอร์โมฟิลิคโดยใช้ถังหมัก. สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

38. ภัสสร สวาทะสุข 2545, การจัดการมูลฝอยประเภทเศษอาหารของโรงแรมและห้างสรรพสินค้าในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

39. รัตนศิริ พิมลไทย 2549, การคัดกรองปัจจัยที่มีผลต่อการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

40. รุ่งนภา ทับหนองฮี, สมภพ สนองราษฎร์, ประกิตติ์สิน สีหนนทน์ และ วิภาดา สนองราษฎร์ 2551, การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์แบบเปิดและไม่เปิดเครื่องเป่าอากาศในถังหมักชีวภาพ, เอกสารการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 7, 12-14 มีนาคม 2551, กรุงเทพ.

41. วงพานิชย์ 2554, ราคากลางรับซื้อขยะรีไซเคิล (http://www.wongpanit.com/wpnnew/)

42. วจนี จงจิตร 2543, ทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองตรัง, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

43. สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ 2541, มูลฝอยและของเสียที่เป็นภัย, คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา

44. สุเมธ ไชยประพัทธ์ และ กร ศรเลิศล้ำวาณิช 2552, แบบรายงานการก่อสร้างติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพ, โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพเพื่อการจัดการของเสียเศษอาหารจากโรงแรมและสถานประกอบการต่างๆ, สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , กรุงเทพ

45. หนังสือพิมพ์โพสต์ทูเดย์ 2553, That Environmental, (http://www.thaienv.com/content/view/337/39/)

46. อนุวัฒน์ เฟื่องจันทร์ 2546, ผลของการกวนและเติมอากาศในการทำปุ๋ยหมักจากขยะในครัวเรือนโดยใช้เทอร์โมฟิลิคแบคทีเรีย, สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่

47. อนุวัตติ์ พรหมเมศร์, สุเมธ ไชยประพัทธ์ และ จรีรัตน์ สกุลรัตน์ 2553, ระบบหมักก๊าซชีวภาพสำหรับครัวเรือน, โครงงานนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

48. อุดมผล พืชน์ไพบูลย์ และ โรสนา กาซอ 2546, เทคนิคการวิเคราะห์น้ำ น้ำเสียและขยะมูลฝอย, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

# ภาคผนวก ก

## การประเมินประสิทธิภาพทางวิศวกรรม

## การคำนวณประสิทธิภาพด้านวิศวกรรมของแต่ละทางเลือก

**ทางเลือกที่ 1: การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด การหมักทำปุ๋ย และ การฝังกลบ**

กำหนดให้ มูลฝอยที่เข้าระบบ 16.5 ตันต่อวัน

ประสิทธิภาพการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด 60 %

**ตารางที่ ก-1:** ปริมาณมูลฝอยแต่ละองค์ประกอบที่แยกได้

| องค์ประกอบขยะที่เข้าระบบ | ร้อยละ | อ้างอิง | ปริมาณขยะแต่ละชนิดที่แยกได้ (กิโลกรัม/วัน) |
|---|---|---|---|
| 1. เศษผัก อาหาร | 59.9 | ข้อมูลจากภาคสนาม พย 53 | 5,930 |
| 2. กระดาษ | 7.8 | ข้อมูลจากภาคสนาม พย 53 | 772 |
| 3. พลาสติก | 17.2 | ข้อมูลจากภาคสนาม พย 53 | 1,703 |
| 4. ยาง/หนัง | 0.8 | ข้อมูลจากภาคสนาม พย 53 | 79 |
| 5. ผ้า | 2.9 | ข้อมูลจากภาคสนาม พย 53 | 287 |
| 6. ไม้ | 1.2 | ข้อมูลจากภาคสนาม พย 53 | 119 |
| 7. แก้ว | 4 | ข้อมูลจากภาคสนาม พย 53 | 396 |
| 8. โลหะ | 1.7 | ข้อมูลจากภาคสนาม พย 53 | 168 |
| 9. โฟม | 0.7 | ข้อมูลจากภาคสนาม พย 53 | 69 |
| 10. ขยะอันตราย | 0.8 | ข้อมูลจากภาคสนาม พย 53 | 79 |
| 11.อื่นๆ | 3.0 | ข้อมูลจากภาคสนาม พย 53 | 297 |
| | 100 | | 9,900 |

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณขยะที่ตรงเข้าหลุมฝังกลบ | 6.60 | ตันต่อวัน |
| ปริมาณขยะที่รีไซเคิล | 3.04 | ตันต่อวัน |
| ปริมาณขยะที่เข้าสู่ระบบต่อไป | 5.93 | ตันต่อวัน |
| ปริมาณขยะขายไม่ได้เข้าหลุมฝังกลบ | 0.93 | ตันต่อวัน |
| **รวม** | **16.50** | **ตันต่อวัน** |

**ประสิทธิภาพการหมักทำปุ๋ย**

กำหนดให้ ความสามารถในการลดมูลฝอย 40 %

จากประสิทธิภาพของการคัดแยก

| | |
|---|---|
| ปริมาณมูลฝอยอินทรีย์เข้าระบบ | 5.93 ตันต่อวัน |
| ปริมาณสิ่งปนเปื้อน | 10 % |
| ปริมาณปุ๋ยที่ผลิตได้ | 2.97 ตันต่อวัน |

**ประสิทธิภาพการฝังกลบ**

| | | |
|---|---|---|
| กำหนดให้ | ความหนาแน่นมูลฝอยบดอัด | 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร |
| | พท.หลุมฝังกลบ | 10 ไร่ |
| | ความลึก (ม.) | 5 เมตร |
| | ปริมาตรวัสดุปิดทับ | 10 % |
| | ปริมาณมูลฝอยเข้าหลุมฝังกลบ | 8.12 ตันต่อวัน |

ดังนั้น

ปริมาตรมูลฝอยที่เข้าหลุมฝังกลบ = 1.1 x (8.12 ตันต่อวัน x 1,000/500 กก. ต่อ ลบ.ม.)

= 17.86 ลบ.ม. ต่อ วัน

ปริมาตรหลุมฝังกลบ = 10 ไร่ x 1,600 ตารางเมตรต่อไร x 5 เมตร

= 80,000 ลบ.ม.

อายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบ = (80,000 ลบ.ม. / 17.86 ลบ.ม. ต่อ วัน)/365 วันต่อปี

= 12.27 ปี

**ทางเลือกที่ 2: การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด การหมักก๊าซชีวภาพ และ การฝังกลบ**

กำหนดให้ มูลฝอยที่เข้าระบบ 16.5 ตันต่อวัน

**ประสิทธิภาพการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด**

กำหนดให้ ประสิทธิภาพการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด 60 %

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณขยะที่ตรงเข้าหลุมฝังกลบ | 6.60 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะที่รีไซเคิล | 3.04 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะที่เข้าสู่ระบบต่อไป | 5.93 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะขายไม่ได้เข้าหลุมฝังกลบ | 0.93 | (ตันต่อวัน) |
| รวม | 16.50 | (ตันต่อวัน) |

**ประสิทธิภาพการหมักก๊าซชีวภาพ**

กำหนดให้ ความสามารถในการลดมูลฝอย 70 %

ปริมาณก๊าซที่ผลิตได้ 33.6 ลบม./ตันขยะ

จากประสิทธิภาพของการคัดแยก

ปริมาณมูลฝอยอินทรีย์เข้าระบบ 5.93 ตันต่อวัน

ปริมาณกากของระบบ 1.78 ตัน./28วัน

ปริมาณก๊าซชีวภาพผลิตได้ 199.25 ลบม./วัน

**ประสิทธิภาพการฝังกลบ**

กำหนดให้

| | |
|---|---|
| ความหนาแน่นมูลฝอยบดอัด | 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร |
| พท.หลุมฝังกลบ | 10 ไร่ |
| ความลึก (ม.) | 5 เมตร |
| ปริมาตรวัสดุปิดทับ | 10 % |
| ปริมาณมูลฝอยเข้าหลุมฝังกลบ | 9.31 ตันต่อวัน |

ดังนั้น

ปริมาตรมูลฝอยที่เข้าหลุมฝังกลบ = 1.1 x (9.31 ตันต่อวัน x 1,000/500 กก. ต่อ ลบ.ม.)

= 20.48 ลบ.ม. ต่อ วัน

ปริมาตรหลุมฝังกลบ = 10 ไร่ x 1,600 ตารางเมตรต่อไร x 5 เมตร

= 80,000 ลบ.ม.

อายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบ = (80,000 ลบ.ม. / 20.48 ลบ.ม. ต่อ วัน)/365 วันต่อปี

= 10.7 ปี

**ทางเลือกที่ 3: การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด การหมักก๊าซชีวภาพ การหมักทำปุ๋ย และ การฝังกลบ**

กำหนดให้ มูลฝอยที่เข้าระบบ 16.5 ตันต่อวัน

**ประสิทธิภาพการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด**

กำหนดให้ ประสิทธิภาพการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด 60 %

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณขยะที่ตรงเข้าหลุมฝังกลบ | 6.60 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะที่รีไซเคิล | 3.04 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะที่เข้าสู่ระบบต่อไป | 5.93 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะขายไม่ได้เข้าหลุมฝังกลบ | 0.93 | (ตันต่อวัน) |
| รวม | 16.50 | (ตันต่อวัน) |

**ประสิทธิภาพการหมักก๊าซชีวภาพ**

กำหนดให้ ความสามารถในการลดมูลฝอย 70 %

ปริมาณก๊าซที่ผลิตได้ 33.6 ลบม./ตันขยะ

จากประสิทธิภาพของการคัดแยก

ปริมาณมูลฝอยอินทรีย์เข้าระบบ 5.93 ตันต่อวัน

ปริมาณกากของระบบ 1.78 ตัน./28วัน

ปริมาณก๊าซชีวภาพผลิตได้ 199.25 ลบม./วัน

**ประสิทธิภาพการหมักทำปุ๋ย**

กำหนดให้ ความสามารถในการลดมูลฝอย 40 %

จากประสิทธิภาพของการคัดแยก

ปริมาณมูลฝอยอินทรีย์เข้าระบบ 1.78 ตันต่อวัน

ปริมาณสิ่งปนเปื้อน 10 %

ปริมาณปุ๋ยที่ผลิตได้ 0.89 ตันต่อวัน

**ประสิทธิภาพการฝังกลบ**

กำหนดให้

| | |
|---|---|
| ความหนาแน่นมูลฝอยบดอัด | 600 กิโลกรัม/ลบม. |
| พท.หลุมฝังกลบ | 10 ไร่ |
| ความลึก (ม.) | 5 เมตร |
| ปริมาตรวัสดุปิดทับ | 10 % |
| ปริมาณมูลฝอยเข้าระบบ | 7.53 ตันต่อวัน |

ดังนั้น

ปริมาตรมูลฝอยที่เข้าหลุมฝังกลบ = 1.1 x (7.53 ตันต่อวัน x 1,000/500 กก. ต่อ ลบ.ม.)

= 16.57 ลบ.ม. ต่อ วัน

ปริมาตรหลุมฝังกลบ = 10 ไร่ x 1,600 ตารางเมตรต่อไร x 5 เมตร

= 80,000 ลบ.ม.

อายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบ = (80,000 ลบ.ม. / 16.57 ลบ.ม. ต่อ วัน)/365 วันต่อปี

= 13.22 ปี

**ทางเลือกที่ 4: โรงคัดแยกมูลฝอย การหมักทำปุ๋ย และ การฝังกลบ**

กำหนดให้ มูลฝอยที่เข้าระบบ 16.5 ตันต่อวัน

**ประสิทธิภาพการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด**

กำหนดให้ ประสิทธิภาพโรงคัดแยก 80 %

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณขยะที่ตรงเข้าหลุมฝังกลบ | 3.30 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะที่รีไซเคิล | 4.05 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะที่เข้าสู่ระบบต่อไป | 7.91 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะขายไม่ได้เข้าหลุมฝังกลบ | 1.24 | (ตันต่อวัน) |
| รวม | 16.50 | (ตันต่อวัน) |

**ประสิทธิภาพการหมักทำปุ๋ย**

กำหนดให้ ความสามารถในการลดมูลฝอย 40 %

จากประสิทธิภาพของการคัดแยก

| | |
|---|---|
| ปริมาณมูลฝอยอินทรีย์เข้าระบบ | 7.91 ตันต่อวัน |
| ปริมาณสิ่งปนเปื้อน | 10 % |
| ปริมาณปุ๋ยที่ผลิตได้ | 3.95 ตันต่อวัน |

**ประสิทธิภาพการฝังกลบ**

| กำหนดให้ | | |
|---|---|---|
| | ความหนาแน่นมูลฝอยบดอัด | 600 กิโลกรัม/ลบม. |
| | พท.หลุมฝังกลบ | 10 ไร่ |
| | ความลึก (ม.) | 5 เมตร |
| | ปริมตารวัสดุปิดทับ | 10 % |
| | ปริมาณมูลฝอยเข้าระบบ | 5.33 ตันต่อวัน |

ดังนั้น

ปริมาตรมูลฝอยที่เข้าหลุมฝังกลบ = 1.1 x (5.33 ตันต่อวัน x 1,000/500 กก. ต่อ ลบ.ม.)
= 11.73 ลบ.ม. ต่อ วัน

ปริมาตรหลุมฝังกลบ = 10 ไร่ x 1,600 ตารางเมตรต่อไร x 5 เมตร
= 80,000 ลบ.ม.

อายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบ = (80,000 ลบ.ม. / 11.73 ลบ.ม. ต่อ วัน)/365 วันต่อปี
= 18.7 ปี

**ทางเลือกที่ 5: โรงคัดแยกมูลฝอย การหมักก๊าซชีวภาพ และ การฝังกลบ**

กำหนดให้ มูลฝอยที่เข้าระบบ 16.5 ตันต่อวัน

**ประสิทธิภาพการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด**

กำหนดให้ ประสิทธิภาพโรงคัดแยก 80 %

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณขยะที่ตรงเข้าหลุมฝังกลบ | 3.30 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะที่รีไซเคิล | 4.05 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะที่เข้าสู่ระบบต่อไป | 7.91 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะขายไม่ได้เข้าหลุมฝังกลบ | 1.24 | (ตันต่อวัน) |
| รวม | 16.50 | (ตันต่อวัน) |

**ประสิทธิภาพการหมักก๊าซชีวภาพ**

กำหนดให้ ความสามารถในการลดมูลฝอย 70 %

ปริมาณก๊าซที่ผลิตได้ 33.6 ลบม./ตันขยะ

จากประสิทธิภาพของการคัดแยก

ปริมาณมูลฝอยอินทรีย์เข้าระบบ 7.91 ตันต่อวัน

ปริมาณกากของระบบ 2.37 ตัน./28วัน

ปริมาณก๊าซชีวภาพผลิตได้ 265.67 ลบม./วัน

**ประสิทธิภาพการฝังกลบ**

| | | |
|---|---|---|
| กำหนดให้ | ความหนาแน่นมูลฝอยบดอัด | 600 กิโลกรัม/ลบม. |
| | พท.หลุมฝังกลบ | 10 ไร่ |
| | ความลึก (ม.) | 5 เมตร |
| | ปริมตารวัสดุปิดทับ | 10 % |
| | ปริมาณมูลฝอยเข้าระบบ | 6.91 ตันต่อวัน |

ดังนั้น

ปริมาตรมูลฝอยที่เข้าหลุมฝังกลบ = 1.1 x (6.91 ตันต่อวัน x 1,000/500 กก. ต่อ ลบ.ม.)

= 15.2 ลบ.ม. ต่อ วัน

ปริมาตรหลุมฝังกลบ = 10 ไร่ x 1,600 ตารางเมตรต่อไร x 5 เมตร

= 80,000 ลบ.ม.

อายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบ = (80,000 ลบ.ม. / 15.2 ลบ.ม. ต่อ วัน)/365 วันต่อปี

= 14.4 ปี

**ทางเลือกที่ 6: โรงคัดแยกมูลฝอย การหมักก๊าซชีวภาพ การหมักทำปุ๋ย และ การฝังกลบ**

กำหนดให้ มูลฝอยที่เข้าระบบ 16.5 ตันต่อวัน

**ประสิทธิภาพการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด**

กำหนดให้ ประสิทธิภาพโรงคัดแยก 80 %

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณขยะที่ตรงเข้าหลุมฝังกลบ | 3.30 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะที่รีไซเคิล | 4.05 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะที่เข้าสู่ระบบต่อไป | 7.91 | (ตันต่อวัน) |
| ปริมาณขยะขายไม่ได้เข้าหลุมฝังกลบ | 1.24 | (ตันต่อวัน) |
| รวม | 16.50 | (ตันต่อวัน) |

**ประสิทธิภาพการหมักก๊าซชีวภาพ**

กำหนดให้ ความสามารถในการลดมูลฝอย 70 %

ปริมาณก๊าซที่ผลิตได้ 33.6 ลบม./ตันขยะ

จากประสิทธิภาพของการคัดแยก

ปริมาณมูลฝอยอินทรีย์เข้าระบบ 7.91 ตันต่อวัน

ปริมาณกากของระบบ 2.37 ตัน./28วัน

ปริมาณก๊าซชีวภาพผลิตได้ 265.67 ลบม./วัน

**ประสิทธิภาพการหมักทำปุ๋ย**

กำหนดให้ ความสามารถในการลดมูลฝอย 40 %

จากประสิทธิภาพของการคัดแยก

ปริมาณมูลฝอยอินทรีย์เข้าระบบ 2.37 ตันต่อวัน

ปริมาณสิ่งปนเปื้อน 10 %

ปริมาณปุ๋ยที่ผลิตได้ 1.19 ตันต่อวัน

**ประสิทธิภาพการฝังกลบ**

กำหนดให้

| | |
|---|---|
| ความหนาแน่นมูลฝอยบดอัด | 600 กิโลกรัม/ลบม. |
| พท.หลุมฝังกลบ | 10 ไร่ |
| ความลึก (ม.) | 5 เมตร |
| ปริมตารวัสดุปิดทับ | 10 % |
| ปริมาณมูลฝอยเข้าระบบ | 4.54 ตัน/วัน |

ดังนั้น

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาตรมูลฝอยที่เข้าหลุมฝังกลบ | = | 1.1 x (4.54 ตันต่อวัน x 1,000/500 กก. ต่อ ลบ.ม.) |
| | = | 10.0 ลบ.ม. ต่อ วัน |
| ปริมาตรหลุมฝังกลบ | = | 10 ไร่ x 1,600 ตารางเมตรต่อไร x 5 เมตร |
| | = | 80,000 ลบ.ม. |
| อายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบ | = | (80,000 ลบ.ม. / 10 ลบ.ม. ต่อ วัน)/365 วันต่อปี |
| | = | 21.9 ปี |

# ภาคผนวก ข

## การประเมินประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของทางเลือกที่ 1

| รายการ | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | 2558 | 2559 | 2560 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ต้นทุน | | | | | | | | |
| 1. การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด (SP) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2. การหมักทำปุ๋ย (CP) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 3,151,720.00 | - | - | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 1,664,225.24 | 1,668,192.41 | 1,672,158.60 | 1,676,134.22 | 1,680,119.30 | 1,684,113.84 | 1,688,117.89 | 1,692,131.45 |
| 3. หลุมฝังกลบ (LD) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 18,250,000.00 | - | - | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 594,936.45 | 612,336.96 | 613,792.82 | 615,252.13 | 616,714.92 | 618,181.18 | 619,650.93 | 621,124.17 |
| รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท) | 23,660,881.69 | 2,280,529.37 | 2,285,951.42 | 2,291,386.36 | 2,296,834.21 | 2,302,295.02 | 2,307,768.82 | 2,313,255.63 |
| ผลประโยชน์ | | | | | | | | |
| 1. ค่าธรรมเนียม (บาท) | 3,321,210.24 | 3,547,052.54 | 3,788,252.11 | 4,045,853.25 | 4,320,971.27 | 4,614,797.32 | 4,928,603.54 | 5,263,748.58 |
| 2. ขายปุ๋ย (บาท) | 1,947,348.00 | 1,951,990.08 | 1,956,631.01 | 1,961,282.98 | 1,965,946.00 | 1,970,620.11 | 1,975,305.34 | 1,980,001.70 |
| รวมผลประโยชน์ทั้งหมด (บาท) | 5,268,558.24 | 5,499,042.62 | 5,744,883.12 | 6,007,136.23 | 6,286,917.27 | 6,585,417.43 | 6,903,908.87 | 7,243,750.28 |
| ผลประโยชน์สุทธิ (บาท) | 18,392,323.45 | 3,218,513.24 | 3,458,931.70 | 3,715,749.87 | 3,990,083.06 | 4,283,122.41 | 4,596,140.05 | 4,930,494.65 |

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของทางเลือกที่ 1 (ต่อ)

| รายการ | 2561 | 2562 | 2563 | 2564 | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ต้นทุน | | | | | | | | |
| 1. การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด (SP) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2. การหมักทำปุ๋ย (CP) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | - | - | 4,105,879.77 | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 1,696,154.56 | 1,700,187.23 | 1,704,229.49 | 1,708,281.36 | 1,712,342.86 | 1,716,414.02 | 1,720,494.86 | 1,724,585.40 |
| 3. หลุมฝังกลบ (LD) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | - | - | 23,775,051.63 | - | - | - | - | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 622,600.92 | 624,081.18 | 625,564.95 | 627,052.26 | 628,543.10 | 630,037.48 | 631,535.42 | 633,036.92 |
| รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท) | 2,318,755.48 | 2,324,268.41 | 30,210,725.84 | 2,335,333.62 | 2,340,885.96 | 2,346,451.51 | 2,352,030.28 | 2,357,622.33 |
| ผลประโยชน์ | | | | | | | | |
| 1. ค่าธรรมเนียม (บาท) | 5,621,683.48 | 6,003,957.96 | 6,412,227.10 | 6,848,258.54 | 7,313,940.12 | 7,811,288.05 | 8,342,455.64 | 8,909,742.62 |
| 2. ขายปุ๋ย (บาท) | 1,984,709.23 | 1,989,427.95 | 1,994,157.89 | 1,998,899.07 | 2,003,651.53 | 2,008,415.29 | 2,013,190.37 | 2,017,976.81 |
| รวมผลประโยชน์ทั้งหมด (บาท) | 7,606,392.71 | 7,993,385.91 | 8,406,384.99 | 8,847,157.62 | 9,317,591.66 | 9,819,703.34 | 10,355,646.01 | 10,927,719.43 |
| ผลประโยชน์สุทธิ (บาท) | 5,287,637.23 | 5,669,117.50 | 21,804,340.85 | 6,511,824.00 | 6,976,705.69 | 7,473,251.83 | 8,003,615.73 | 8,570,097.11 |

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของทางเลือกที่ 2

| รายการ | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | 2558 | 2559 | 2560 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ต้นทุน | | | | | | | | |
| 1. การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด (SP) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2. ก๊าซชีวภาพจากขยะ | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 2,027,697.10 | - | - | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 310,674.13 | 311,414.71 | 312,155.11 | 312,897.27 | 313,641.20 | 314,386.89 | 315,134.36 | 315,883.60 |
| 3. หลุมฝังกลบ (LD) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 18,250,000.0 | - | - | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 254,972.76 | 262,430.13 | 263,054.06 | 263,679.49 | 264,306.39 | 264,934.79 | 265,564.68 | 266,196.07 |
| รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท) | 20,843,343.9 | 573,844.84 | 575,209.18 | 576,576.76 | 577,947.59 | 579,321.69 | 580,699.05 | 582,079.68 |
| ผลประโยชน์ | | | | | | | | |
| 1. ค่าธรรมเนียม (บาท) | 3,321,210.24 | 3,547,052.5 | 3,788,252.11 | 4,045,853.25 | 4,320,971.27 | 4,614,797.32 | 4,928,603.54 | 5,263,748.58 |
| 2. ขายก๊าซ (บาท) | 707,380.65 | 709,066.90 | 710,752.74 | 712,442.58 | 714,136.44 | 715,834.32 | 717,536.25 | 719,242.22 |
| รวมผลประโยชน์ทั้งหมด (บาท) | 4,028,590.89 | 4,256,119.44 | 4,499,004.85 | 4,758,295.83 | 5,035,107.71 | 5,330,631.64 | 5,646,139.78 | 5,982,990.80 |
| ผลประโยชน์สุทธิ (บาท) | 16,814,753.10 | 3,682,274.60 | 3,923,795.67 | 4,181,719.07 | 4,457,160.12 | 4,751,309.96 | 5,065,440.74 | 5,400,911.12 |

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของทางเลือกที่ 2 (ต่อ)

| รายการ | 2561 | 2562 | 2563 | 2564 | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ต้นทุน | | | | | | | | |
| 1. การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด (SP) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2. ก๊าซชีวภาพจากขยะ | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | - | - | 2,641,567.30 | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 316,634.63 | 317,387.44 | 318,142.04 | 318,898.44 | 319,656.63 | 320,416.62 | 321,178.43 | 321,942.04 |
| 3. หลุมฝังกลบ (LD) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | - | - | 23,775,051.63 | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 266,828.97 | 267,463.36 | 268,099.27 | 268,736.68 | 269,375.61 | 270,016.06 | 270,658.04 | 271,301.54 |
| รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท) | 583,463.60 | 584,850.80 | 27,002,860.24 | 587,635.12 | 589,032.24 | 590,432.69 | 591,836.47 | 593,243.58 |
| ผลประโยชน์ | | | | | | | | |
| 1. ค่าธรรมเนียม (บาท) | 5,621,683.48 | 6,003,957.96 | 6,412,227.10 | 6,848,258.54 | 7,313,940.12 | 7,811,288.05 | 8,342,455.64 | 8,909,742.62 |
| 2. ขายก๊าซ (บาท) | 720,952.24 | 722,666.33 | 724,384.50 | 726,106.75 | 727,833.10 | 729,563.55 | 731,298.11 | 733,036.80 |
| รวมผลประโยชน์ทั้งหมด (บาท) | 6,342,635.72 | 6,726,624.29 | 7,136,611.60 | 7,574,365.29 | 8,041,773.22 | 8,540,851.60 | 9,073,753.75 | 9,642,779.43 |
| ผลประโยชน์สุทธิ (บาท) | 5,759,172.13 | 6,141,773.49 | 19,866,248.64 | 6,986,730.18 | 7,452,740.98 | 7,950,418.91 | 8,481,917.29 | 9,049,535.85 |

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของทางเลือกที่ 3

| รายการ | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | 2558 | 2559 | 2560 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ต้นทุน | | | | | | | | |
| 1. การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด (SP) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2. ก๊าซชีวภาพจากขยะ | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 2,027,697.10 | | | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 310,674.13 | 311,414.71 | 312,155.11 | 312,897.27 | 313,641.20 | 314,386.89 | 315,134.36 | 315,883.60 |
| 3. การหมักปุ๋ย | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 915,530.00 | | | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 499,267.57 | 500,457.72 | 501,647.58 | 502,840.27 | 504,035.79 | 505,234.15 | 506,435.37 | 507,639.44 |
| 4. หลุมฝังกลบ (LD) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 18,250,000 | | | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 254,972.76 | 183,701.09 | 184,137.85 | 184,575.64 | 185,014.48 | 185,454.35 | 185,895.28 | 186,337.25 |
| รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท) | 22,258,141.57 | 995,573.53 | 997,940.54 | 1,000,313.18 | 1,002,691.46 | 1,005,075.40 | 1,007,465.01 | 1,009,860.29 |
| ผลประโยชน์ | | | | | | | | |
| 1. ค่าธรรมเนียม (บาท) | 3,321,210.24 | 3,547,052.54 | 3,788,252.11 | 4,045,853.25 | 4,320,971.27 | 4,614,797.32 | 4,928,603.54 | 5,263,748.58 |
| 2. ขายก๊าซ (บาท) | 707,380.65 | 709,066.90 | 710,752.74 | 712,442.58 | 714,136.44 | 715,834.32 | 717,536.25 | 719,242.22 |
| 3. ขายปุ๋ย (บาท) | 584,204.40 | 585,597.02 | 586,989.30 | 588,384.89 | 589,783.80 | 591,186.03 | 592,591.60 | 594,000.51 |
| รวมผลประโยชน์ทั้งหมด (บาท) | 4,612,795.29 | 4,841,716.46 | 5,085,994.15 | 5,346,680.72 | 5,624,891.51 | 5,921,817.68 | 6,238,731.39 | 6,576,991.30 |
| ผลประโยชน์สุทธิ (บาท) | 17,645,346.27 | 3,846,142.94 | 4,088,053.61 | 4,346,367.54 | 4,622,200.05 | 4,916,742.28 | 5,231,266.38 | 5,567,131.01 |

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของทางเลือกที่ 3 (ต่อ)

| รายการ | 2561 | 2562 | 2563 | 2564 | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ต้นทุน | | | | | | | | |
| 1. การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด (SP) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | - | - | | - | - | - | - | - |
| 2. ก๊าซชีวภาพจากขยะ | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | | | 2,641,567.30 | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 316,634.63 | 317,387.44 | 318,142.04 | 318,898.44 | 319,656.63 | 320,416.62 | 321,178.43 | 321,942.04 |
| 3. การหมักปุ๋ย | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | | | 1,192,699.89 | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 508,846.37 | 510,056.17 | 511,268.85 | 512,484.41 | 513,702.86 | 514,924.21 | 516,148.46 | 517,375.62 |
| 4. หลุมฝังกลบ (LD) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | | | 23,775,051.63 | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 186,780.28 | 187,224.35 | 187,669.49 | 188,115.68 | 188,562.93 | 189,011.25 | 189,460.63 | 189,911.08 |
| รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท) | 1,012,261.27 | 1,014,667.96 | 28,626,399.20 | 1,019,498.52 | 1,021,922.42 | 1,024,352.08 | 1,026,787.51 | 1,029,228.74 |
| ผลประโยชน์ | | | | | | | | |
| 1. ค่าธรรมเนียม (บาท) | 5,621,683.48 | 6,003,957.96 | 6,412,227.10 | 6,848,258.54 | 7,313,940.12 | 7,811,288.05 | 8,342,455.64 | 8,909,742.62 |
| 2. ขายก๊าซ (บาท) | 720,952.24 | 722,666.33 | 724,384.50 | 726,106.75 | 727,833.10 | 729,563.55 | 731,298.11 | 733,036.80 |
| 3. ขายปุ๋ย (บาท) | 595,412.77 | 596,828.38 | 598,247.37 | 599,669.72 | 601,095.46 | 602,524.59 | 603,957.11 | 605,393.04 |
| รวมผลประโยชน์ทั้งหมด (บาท) | 6,938,048.49 | 7,323,452.68 | 7,734,858.97 | 8,174,035.02 | 8,642,868.68 | 9,143,376.19 | 9,677,710.87 | 10,248,172.47 |
| ผลประโยชน์สุทธิ (บาท) | 5,925,787.22 | 6,308,784.71 | -20,891,540.23 | 7,154,536.50 | 7,620,946.26 | 8,119,024.11 | 8,650,923.35 | 9,218,943.73 |

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของทางเลือกที่ 4

| รายการ | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | 2558 | 2559 | 2560 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ต้นทุน | | | | | | | | |
| 1. โรงงานการคัดแยก | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 6,387,886.40 | | | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 987,268.43 | 989,621.82 | 991,977.12 | 994,338.03 | 996,704.55 | 999,076.71 | 1,001,454.51 | 1,003,837.97 |
| 2. การหมักทำปุ๋ย (CP) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 3,151,720.00 | | | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 1,664,225.24 | 1,668,192.41 | 1,672,158.60 | 1,676,134.22 | 1,680,119.30 | 1,684,113.84 | 1,688,117.89 | 1,692,131.45 |
| 3. หลุมฝังกลบ (LD) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 18,250,000.00 | | | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 594,936.45 | 612,336.96 | 613,792.82 | 615,252.13 | 616,714.92 | 618,181.18 | 619,650.93 | 621,124.17 |
| รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท) | 31,036,036.51 | 3,270,151.20 | 3,277,928.54 | 3,285,724.38 | 3,293,538.77 | 3,301,371.73 | 3,309,223.33 | 3,317,093.60 |
| ผลประโยชน์ | | | | | | | | |
| 1. ค่าธรรมเนียม (บาท) | 3,321,210.24 | 3,547,052.54 | 3,788,252.11 | 4,045,853.25 | 4,320,971.27 | 4,614,797.32 | 4,928,603.54 | 5,263,748.58 |
| 2. การ Recycle (บาท) | 5,001,385.13 | 5,147,663.42 | 5,298,220.00 | 5,453,179.99 | 5,612,672.18 | 5,776,829.13 | 5,945,787.27 | 6,119,687.02 |
| 3. ขายปุ๋ย (บาท) | 1,947,348.00 | 1,951,990.08 | 1,956,631.01 | 1,961,282.98 | 1,965,946.00 | 1,970,620.11 | 1,975,305.34 | 1,980,001.70 |
| รวมผลประโยชน์ทั้งหมด (บาท) | 10,269,943.37 | 10,646,706.04 | 11,043,103.12 | 11,460,316.22 | 11,899,589.46 | 12,362,246.56 | 12,849,696.14 | 13,363,437.30 |
| ผลประโยชน์สุทธิ (บาท) | - 20,766,093.14 | 7,376,554.84 | 7,765,174.58 | 8,174,591.83 | 8,606,050.69 | 9,060,874.83 | 9,540,472.81 | 10,046,343.70 |

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของทางเลือกที่ 4 (ต่อ)

| รายการ | 2561 | 2562 | 2563 | 2564 | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ต้นทุน | | | | | | | | |
| 1. โรงงานการคัดแยก | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | | | 8,321,771.44 | - | - | - | - | - |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 1,006,227.11 | 1,008,621.93 | 1,011,022.45 | 1,013,428.68 | 1,015,840.64 | 1,018,258.34 | 1,020,681.80 | 1,023,111.02 |
| 2. การหมักทำปุ๋ย (CP) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | | | 4,105,879.77 | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 1,696,154.56 | 1,700,187.23 | 1,704,229.49 | 1,708,281.36 | 1,712,342.86 | 1,716,414.02 | 1,720,494.86 | 1,724,585.40 |
| 3. หลุมฝังกลบ (LD) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | | | 23,775,051.63 | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 622,600.92 | 624,081.18 | 625,564.95 | 627,052.26 | 628,543.10 | 630,037.48 | 631,535.42 | 633,036.92 |
| รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท) | 3,324,982.59 | 3,332,890.34 | 39,543,519.74 | 3,348,762.30 | 3,356,726.61 | 3,364,709.85 | 3,372,712.08 | 3,380,733.35 |
| ผลประโยชน์ | | | | | | | | |
| 1. ค่าธรรมเนียม (บาท) | 5,621,683.48 | 6,003,957.96 | 6,412,227.10 | 6,848,258.54 | 7,313,940.12 | 7,811,288.05 | 8,342,455.64 | 8,909,742.62 |
| 2. การ Recycle (บาท) | 6,298,672.92 | 6,482,893.71 | 6,672,502.51 | 6,867,656.91 | 7,068,519.10 | 7,275,256.01 | 7,488,039.48 | 7,707,046.34 |
| 3. ขายปุ๋ย (บาท) | 1,984,709.23 | 1,989,427.95 | 1,994,157.89 | 1,998,899.07 | 2,003,651.53 | 2,008,415.29 | 2,013,190.37 | 2,017,976.81 |
| รวมผลประโยชน์ทั้งหมด (บาท) | 13,905,065.63 | 14,476,279.62 | 15,078,887.50 | 15,714,814.53 | 16,386,110.75 | 17,094,959.35 | 17,843,685.49 | 18,634,765.77 |
| ผลประโยชน์สุทธิ (บาท) | 10,580,083.04 | 11,143,389.28 | -24,464,632.24 | 12,366,052.23 | 13,029,384.15 | 13,730,249.50 | 14,470,973.40 | 15,254,032.42 |

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของทางเลือกที่ 5

| รายการ | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | 2558 | 2559 | 2560 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ต้นทุน | | | | | | | | |
| 1. โรงงานการคัดแยก | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 6,387,886.40 | | | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 987,268.43 | 989,621.82 | 991,977.12 | 994,338.03 | 996,704.55 | 999,076.71 | 1,001,454.51 | 1,003,837.97 |
| 2. ก๊าซชีวภาพจากขยะ | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 2,027,697.10 | | | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 310,674.13 | 311,414.71 | 312,155.11 | 312,897.27 | 313,641.20 | 314,386.89 | 315,134.36 | 315,883.60 |
| 3. หลุมฝังกลบ (LD) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 18,250,000.00 | | | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 254,972.76 | 262,430.13 | 263,054.06 | 263,679.49 | 264,306.39 | 264,934.79 | 265,564.68 | 266,196.07 |
| รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท) | 28,218,498.81 | 1,563,466.66 | 1,567,186.30 | 1,570,914.79 | 1,574,652.15 | 1,578,398.40 | 1,582,153.56 | 1,585,917.65 |
| ผลประโยชน์ | | | | | | | | |
| 1. ค่าธรรมเนียม (บาท) | 3,321,210.24 | 3,547,052.54 | 3,788,252.11 | 4,045,853.25 | 4,320,971.27 | 4,614,797.32 | 4,928,603.54 | 5,263,748.58 |
| 2. การ Recycle (บาท) | 5,001,385.13 | 5,147,663.42 | 5,298,220.00 | 5,453,179.99 | 5,612,672.18 | 5,776,829.13 | 5,945,787.27 | 6,119,687.02 |
| 3. ขายก๊าซ (บาท) | 707,380.65 | 709,066.90 | 710,752.74 | 712,442.58 | 714,136.44 | 715,834.32 | 717,536.25 | 719,242.22 |
| รวมผลประโยชน์ทั้งหมด (บาท) | 9,029,976.02 | 9,403,782.86 | 9,797,224.85 | 10,211,475.82 | 10,647,779.89 | 11,107,460.78 | 11,591,927.06 | 12,102,677.82 |
| ผลประโยชน์สุทธิ (บาท) | - 19,188,522.80 | 7,840,316.20 | 8,230,038.54 | 8,640,561.03 | 9,073,127.75 | 9,529,062.38 | 10,009,773.50 | 10,516,760.16 |

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของทางเลือกที่ 5 (ต่อ)

| รายการ | 2561 | 2562 | 2563 | 2564 | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ต้นทุน | | | | | | | | |
| 1. โรงงานการคัดแยก | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | | | 8,321,771.44 | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 1,006,227.11 | 1,008,621.93 | 1,011,022.45 | 1,013,428.68 | 1,015,840.64 | 1,018,258.34 | 1,020,681.80 | 1,023,111.02 |
| 2. ก๊าซชีวภาพจากขยะ | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | | | 2,641,567.30 | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 316,634.63 | 317,387.44 | 318,142.04 | 318,898.44 | 319,656.63 | 320,416.62 | 321,178.43 | 321,942.04 |
| 3. หลุมฝังกลบ (LD) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | | | 23,775,051.63 | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 266,828.97 | 267,463.36 | 268,099.27 | 268,736.68 | 269,375.61 | 270,016.06 | 270,658.04 | 271,301.54 |
| รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท) | 1,589,690.70 | 1,593,472.73 | 36,335,654.14 | 1,601,063.80 | 1,604,872.89 | 1,608,691.03 | 1,612,518.26 | 1,616,354.60 |
| ผลประโยชน์ | | | | | | | | |
| 1. ค่าธรรมเนียม (บาท) | 5,621,683.48 | 6,003,957.96 | 6,412,227.10 | 6,848,258.54 | 7,313,940.12 | 7,811,288.05 | 8,342,455.64 | 8,909,742.62 |
| 2. การ Recycle (บาท) | 6,298,672.92 | 6,482,893.71 | 6,672,502.51 | 6,867,656.91 | 7,068,519.10 | 7,275,256.01 | 7,488,039.48 | 7,707,046.34 |
| 3. ขายก๊าซ (บาท) | 720,952.24 | 722,666.33 | 724,384.50 | 726,106.75 | 727,833.10 | 729,563.55 | 731,298.11 | 733,036.80 |
| รวมผลประโยชน์ทั้งหมด (บาท) | 12,641,308.64 | 13,209,518.00 | 13,809,114.11 | 14,442,022.20 | 15,110,292.32 | 15,816,107.61 | 16,561,793.23 | 17,349,825.76 |
| ผลประโยชน์สุทธิ (บาท) | 11,051,617.94 | 11,616,045.27 | -22,526,540.02 | 12,840,958.40 | 13,505,419.43 | 14,207,416.58 | 14,949,274.96 | 15,733,471.16 |

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของทางเลือกที่ 6

| รายการ | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | 2558 | 2559 | 2560 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ต้นทุน | | | | | | | | |
| 1. การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด (SP) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 6,387,886.40 | | | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 987,268.43 | 989,621.82 | 991,977.12 | 994,338.03 | 996,704.55 | 999,076.71 | 1,001,454.51 | 1,003,837.97 |
| 2. ก๊าซชีวภาพจากขยะ | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 2,027,697.10 | | | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 310,674.13 | 311,414.71 | 312,155.11 | 312,897.27 | 313,641.20 | 314,386.89 | 315,134.36 | 315,883.60 |
| 3. การหมักปุ๋ย | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 915,530.00 | | | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 499,267.57 | 500,457.72 | 501,647.58 | 502,840.27 | 504,035.79 | 505,234.15 | 506,435.37 | 507,639.44 |
| 4. หลุมฝังกลบ (LD) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | 18,250,000.00 | | | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 254,972.76 | 183,701.09 | 184,137.85 | 184,575.64 | 185,014.48 | 185,454.35 | 185,895.28 | 186,337.25 |
| รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท) | 29,633,296.39 | 1,985,195.35 | 1,989,917.66 | 1,994,651.21 | 1,999,396.02 | 2,004,152.11 | 2,008,919.52 | 2,013,698.27 |
| ผลประโยชน์ | | | | | | | | |
| 1. ค่าธรรมเนียม (บาท) | 3,321,210.24 | 3,547,052.54 | 3,788,252.11 | 4,045,853.25 | 4,320,971.27 | 4,614,797.32 | 4,928,603.54 | 5,263,748.58 |
| 2. การ Recycle (บาท) | 5,001,385.13 | 5,147,663.42 | 5,298,220.00 | 5,453,179.99 | 5,612,672.18 | 5,776,829.13 | 5,945,787.27 | 6,119,687.02 |
| 3. ขายก๊าซ (บาท) | 707,380.65 | 709,066.90 | 710,752.74 | 712,442.58 | 714,136.44 | 715,834.32 | 717,536.25 | 719,242.22 |
| 4. ขายปุ๋ย (บาท) | 584,204.40 | 585,597.02 | 586,989.30 | 588,384.89 | 589,783.80 | 591,186.03 | 592,591.60 | 594,000.51 |
| รวมผลประโยชน์ทั้งหมด (บาท) | 9,614,180.42 | 9,989,379.88 | 10,384,214.15 | 10,799,860.71 | 11,237,563.69 | 11,698,646.81 | 12,184,518.66 | 12,696,678.33 |
| ผลประโยชน์สุทธิ (บาท) | - 20,019,115.97 | 8,004,184.54 | 8,394,296.49 | 8,805,209.50 | 9,238,167.68 | 9,694,494.70 | 10,175,599.14 | 10,682,980.06 |

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของทางเลือกที่ 6

| รายการ | 2561 | 2562 | 2563 | 2564 | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ต้นทุน | | | | | | | | |
| 1. การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด (SP) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | | | 8,321,771.44 | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 1,006,227.11 | 1,008,621.93 | 1,011,022.45 | 1,013,428.68 | 1,015,840.64 | 1,018,258.34 | 1,020,681.80 | 1,023,111.02 |
| 2. ก๊าซชีวภาพจากขยะ | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | | | 2,641,567.30 | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 316,634.63 | 317,387.44 | 318,142.04 | 318,898.44 | 319,656.63 | 320,416.62 | 321,178.43 | 321,942.04 |
| 3. การหมักปุ๋ย | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | | | 1,192,699.89 | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 508,846.37 | 510,056.17 | 511,268.85 | 512,484.41 | 513,702.86 | 514,924.21 | 516,148.46 | 517,375.62 |
| 4. หลุมฝังกลบ (LD) | | | | | | | | |
| ต้นทุนการลงทุน (บาท) | | | 23,775,051.63 | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินงาน (บาท) | 186,780.28 | 187,224.35 | 187,669.49 | 188,115.68 | 188,562.93 | 189,011.25 | 189,460.63 | 189,911.08 |
| รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท) | 2,018,488.38 | 2,023,289.89 | 37,959,193.09 | 2,032,927.20 | 2,037,763.06 | 2,042,610.42 | 2,047,469.31 | 2,052,339.76 |
| ผลประโยชน์ | | | | | | | | |
| 1. ค่าธรรมเนียม (บาท) | 5,621,683.48 | 6,003,957.96 | 6,412,227.10 | 6,848,258.54 | 7,313,940.12 | 7,811,288.05 | 8,342,455.64 | 8,909,742.62 |
| 2. การ Recycle (บาท) | 6,298,672.92 | 6,482,893.71 | 6,672,502.51 | 6,867,656.91 | 7,068,519.10 | 7,275,256.01 | 7,488,039.48 | 7,707,046.34 |
| 3. ขายก๊าซ (บาท) | 720,952.24 | 722,666.33 | 724,384.50 | 726,106.75 | 727,833.10 | 729,563.55 | 731,298.11 | 733,036.80 |
| 4. ขายปุ๋ย (บาท) | 595,412.77 | 596,828.38 | 598,247.37 | 599,669.72 | 601,095.46 | 602,524.59 | 603,957.11 | 605,393.04 |
| รวมผลประโยชน์ทั้งหมด (บาท) | 13,236,721.41 | 13,806,346.39 | 14,407,361.48 | 15,041,691.93 | 15,711,387.78 | 16,418,632.20 | 17,165,750.34 | 17,955,218.80 |
| ผลประโยชน์สุทธิ (บาท) | 11,218,233.03 | 11,783,056.50 | - 23,551,831.61 | 13,008,764.72 | 13,673,624.72 | 14,376,021.78 | 15,118,281.03 | 15,902,879.04 |

# ภาคผนวก ค

# การประเมินประสิทธิภาพทางสังคม

**ตารางการประเมินผลกระทบทางสุขภาพต่อประชากรศึกษาหรือผู้มีส่วนได้เสีย**

| มิติสุขภาพ | ประชากรศึกษา | ขอบเขต/กรอบแนวคิด | ระเบียบวิธี/เครื่องมือในการตรวจติดตาม |
|---|---|---|---|
| 1.ทางกาย | 1.-พนักงาน ลูกจ้างของเทศบาลฯที่ทำหน้าที่เก็บกวาดขนย้าย กำ จัดขยะมูลฝอย -กลุ่มผู้คุ้ยขยะ ชาเล้งผู้รับซื้อขยะ<br>2.ประชาชน ชุมชนโดยรอบบริเวณที่กำ จัดขยะมูลฝอย | 1.โรคภัยไข้เจ็บต่างๆ เช่น โรคระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร โรคผิวหนัง โรคติดเชื้อ โรคภูมิแพ้ โรคตา การบาดเจ็บ อุบัติเหตุต่างๆ อันจะเกิดจากการประกอบอาชีพเกี่ยวข้องกับขยะมูลฝอย<br>2.โรคภัยไข้เจ็บต่างๆ โรคทางสิ่งแวดล้อม | 1.การตรวจร่างกายตรวจทางห้องปฏิบัติการ เฝ้าระวังโรค การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์โรค โดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเป็นระยะๆ ประจำ<br>2.การเฝ้าระวัง สถานการณ์โรค การเปลี่ยนแปลงโรคที่เกี่ยวข้อง |
| ทางจิตใจ | 1.-พนักงาน ลูกจ้างของเทศบาลฯที่ทำหน้าที่เก็บกวาดขนย้าย กำ จัดขยะมูลฝอย -กลุ่มผู้คุ้ยขยะ ชาเล้ง ผู้รับซื้อขยะ<br>2.ประชาชน ชุมชนโดยรอบบริเวณที่กำ จัดขยะมูลฝอย | 1.ขวัญและกำ ลังใจ ความวิตกกังวลใจในการประกอบอาชีพ ความพึงพอใจในชีวิต ความเป็นอยู่ รายได้ ในนโยบายการจัดการขยะ<br>2. ความวิตกกังวล ความเครียด ภาวะทางจิตใจ | 1.การตรวจสภาพทางจิตใจโดยจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ หรือใช้เครื่องมือแบบสอบถาม เพื่อการประเมินสถานภาพทางจิตใจ<br>2. ใช้เครื่องมือ แบบสอบถาม สัมภาษณ์ |
| ทางจิตวิญญาณ | 1.-พนักงาน ลูกจ้างของเทศบาลฯที่ทำหน้าที่เก็บกวาดขนย้าย กำ จัดขยะมูลฝอย -กลุ่มผู้คุ้ยขยะ ชาเล้งผู้รับซื้อขยะ<br>2.ประชาชน ชุมชน โดยรอบบริเวณที่กำ จัดขยะมูลฝอย<br>3. ผู้บริหารระดับนโยบาย ทั้งภาครัฐ และเอกชน | -จิตสำ นึกด้านในการปฏิบัติหน้าที่และการประกอบอาชีพของพนักงานเทศบาลนครขอนแก่น ผู้บริหาร และชาเล้ง คนคุ้ยขยะ ตลอดจนประชาชนชุมชนโดยรอบสถานที่กำ จัดขยะ<br>-การมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอยของของชาเล้ง ผู้คุ้ยขยะ ประชาชนทั่วไป และผู้บริหาร เช่น ความรับผิดชอบ การเสียค่าธรรมเนียม การคัดแยกขยะ การป้องกัน และลดปริมาณขยะมูลฝอย | -ใช้การสัมภาษณ์เจาะลึก แบบสอบถาม ในประเด็นความรับผิดชอบ จิตสำ นึกในบทบาทและหน้าที่ของแต่ละบุคคล<br>-วัดความร่วมมือ ร่วมใจ ของการเข้าร่วม การมีส่วนร่วม การเสนอความคิดเห็นต่างๆ การเอาใจใส่ การรณรงค์จิตสำ นึกในบทบาทและหน้าที่ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม |

**ตารางการประเมินผลกระทบทางสุขภาพต่อประชากรศึกษาหรือผู้มีส่วนได้เสีย**

| มิติสุขภาพ | ประชากรศึกษา | ขอบเขต/กรอบแนวคิด | ระเบียบวิธี/เครื่องมือในการตรวจติดตาม |
|---|---|---|---|
| ทางสังคม | 1.-พนักงาน ลูกจ้างของเทศบาลฯที่ทำหน้าที่เก็บกวาดขนย้าย กำ จัดขยะมูลฝอย<br>-กลุ่มผู้คุ้ยขยะ ซาเล้ง ผู้รับซื้อขยะ<br>2.ประชาชน ชุมชนโดยรอบบริเวณที่กำ จัดขยะมูลฝอย | -ความสัมพันธ์ระหว่างซาเล้งกับพนักงานจัดการขยะมูลฝอย ความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนประชาชนกับเทศบาล ความสัมพันธ์ภายในกลุ่มอาชีพเดียวกัน<br>-สถานะทางสังคมของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพซาเล้ง คุ้ยขยะ และพนักงานจัดการขยะมูลฝอย<br>-รายได้ของกลุ่มซาเล้ง ผู้คุ้ยขยะและพนักงาน เจ้าหน้าที่ของเทศบาลฯ<br>-การเปลี่ยนแปลงอาชีพ<br>-การอพยพย้ายแหล่งที่อยู่อาศัยโดยเฉพาะกลุ่มผู้คุ้ยขยะ ซาเล้ง<br>-สุขลักษณะของชุมชน | ใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ จัดเวทีประชาคมโดยประเด็นข้อมูลต่างๆเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ทั้งภายในครอบครัว ชุมชน ของซาเล้ง คนคุ้ยขยะ พนักงานของเทศบาลและประชาชนรอบๆพื้นที่กำ จัดขยะ-ลักษณะและการเปลี่ยนแปลงอาชีพรายได้จากการประกอบอาชีพ<br>-ประเด็นการยอมรับในสังคมของการประกอบอาชีพพนักงาน เก็บขน กำ จัดขยะ ผู้คุ้ยขยะ ซาเล้ง ผู้ประกอบอาชีพรับซื้อขยะ<br>-ความเคลื่อนไหวของชุมชนต่อนโยบายการจัดการขยะมูลฝอย |

**เกณฑ์การวิเคราะห์โอกาสเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ (กระทรวงสาธารณสุข, 2552)**

| โอกาสเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ | นิยาม |
|---|---|
| น้อยมาก (1) | ไม่พบหลักฐานว่าเคยเกิดขึ้น |
| น้อย (2) | ทฤษฎีบอกว่ามีโอกาสจะเกิดขึ้น แต่ยังไม่มีรายงานว่าเกิดขึ้นในพื้นที่หรือในต่างประเทศ |
| ปานกลาง (3) | เคยมีเหตุการณ์เกิดขึ้น 1 ครั้งในประเทศไทยหรือต่างประเทศจากการพัฒนาโครงการที่เหมือนกัน |
| สูง (4) | เคยมีเหตุการณ์เกิดขึ้นมากกว่า 1 ครั้งในประเทศไทยหรือต่างประเทศจากการพัฒนาโครงการที่เหมือนกัน |
| สูงมาก (5) | เคยมีเหตุการณ์กำลังเกิดขึ้นระหว่างการดำเนินโครงการที่เหมือนกันและมีการดำเนินโครงการในประเทศไทยหรือต่างประเทศ |

**เกณฑ์การวิเคราะห์ความรุนแรงของผลที่จะเกิดตามมา (กระทรวงสาธารณสุข, 2552)**

| ระดับผลกระทบ | นิยาม |
|---|---|
| 1 | ไม่เกิดบาดเจ็บหรือการเจ็บป่วย<br>: ไม่เกิดผลกระทบต่อการทำงานหรือการดำเนินกิจวัตรประจำวัน, ไม่เกิดการเจ็บป่วยในชุมชน<br>- สิ่งที่ก่อให้เกิดโรคไม่มีอันตรายต่อสุขภาพ |
| 2 | เกิดการบาดเจ็บหรือการเจ็บป่วยเล็กน้อย<br>: เกิดผลกระทบต่อการทำงานหรือการดำเนินกิจวัตรประจำวัน, เกิดการเจ็บป่วยในชุมชน<br>- สิ่งที่ก่อให้เกิดโรคส่งผลทำให้เกิดโรคเพียงเล็กน้อย |
| 3 | เกิดการบาดเจ็บหรือการเจ็บป่วยปานกลาง<br>: เกิดผลกระทบต่อการทำงานหรือการดำเนินกิจวัตรประจำวันต่อกลุ่มเสี่ยงในชุมชนเป็นเวลานาน<br>-สิ่งที่ก่อให้เกิดโรคส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระดับที่ไม่รุนแรง |
| 4 | ทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือการเจ็บป่วยถาวร<br>: ทำให้เกิดการสูญเสียอวัยวะหรือการตายในกลุ่มคนงานหรือกลุ่มเสี่ยงในชุมชน |
| 5 | ทำให้เกิดผลกระทบทวีคูณความรุนแรงหรือกระทบในวงกว้าง |

**ตารางประเมินผลกระทบต่อสุขภาพโดยการประยุกต์ใช้หลักการ HIA**

| ประเด็นผลกระทบต่อสุขภาพในแต่ละเทคนิค/กิจกรรม | กลุ่มเสี่ยง | พื้นที่ | ความรุนแรงของผลที่เกิดตามมา | | | | | โอกาสของการเกิด | | | | | ค่าคะแนนความเสี่ยง | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| มลพิษทางอากาศ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - ฝุ่นละออง | คนงานก่อสร้าง,คนงานคัดแยกและประชาชนในพื้นที่ | พื้นที่ก่อสร้างและชุมชนที่มีมลพิษกระจายไปถึง | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 8 | 8 | 4 | 4 | 8 |
| CO2 | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 25 |
| CH4 | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 25 |
| - CO | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| - กลิ่น | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 2 | 5 | 12 | 12 | 15 | 6 | 15 |
| มลพิษทางน้ำ | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -สารอินทรีย์ | คนงานก่อสร้าง,คนงานคัดแยกและประชาชนในพื้นที่ | พื้นที่ก่อสร้างและชุมชนที่มีมลพิษกระจายไปถึง | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 6 | 4 | 8 |
| -โลหะหนัก | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 4 | 10 | 10 | 15 | 5 | 20 |
| มลพิษทางดิน | | ชุมชนที่มีมลพิษกระจายไปถึง | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -โลหะหนัก | ประชาชนในพื้นที่ | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 15 |

**ตารางประเมินผลกระทบต่อสุขภาพโดยการประยุกต์ใช้หลักการ HIA**

| ประเด็นผลกระทบต่อสุขภาพในแต่ละเทคนิค/กิจกรรม | กลุ่มเสี่ยง | พื้นที่ | ความรุนแรงของผลที่เกิดตามมา | | | | | โอกาสของการเกิด | | | | | ค่าคะแนนความเสี่ยง | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| มลพิษทางเสียง | คนงานก่อสร้าง,คนงานคัดแยกและประชาชนในพื้นที่ | พื้นที่ก่อสร้างและชุมชนที่มีมลพิษกระจายไปถึง | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -เสียงจากเครื่องจักร | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 9 | 6 | 6 | 9 |
| -อุบัติเหตุ และการบาดเจ็บจากของมีคมต่างๆ | ผู้ปฏิบัติงาน (คนงาน) | พื้นที่ทำงาน | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 12 | 12 | 6 | 6 | 9 |
| -โรคระบบทางเดินอาหาร | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| -โรคระบบทางเดินหายใจ | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| -อาการผื่นคัน | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 6 | 6 | 4 | 2 | 4 |

# ภาคผนวก ง

## การประเมินประสิทธิภาพทางสิ่งแวดล้อม

# ภาคผนวก ง

# การประเมินประสิทธิภาพทางสิ่งแวดล้อม

**การประเมินความสำคัญทางด้านสิ่งแวดล้อม**

การประเมินความสำคัญทางด้านสิ่งแวดล้อม มีความแตกต่างจากการประเมินทั้ง 2 ด้านที่ผ่านมา เนื่องจากไม่มีการนำค่าดัชนีข้อมูล มาใช้ในการคิดคำนวณ

การประเมินความสำคัญทางด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการพิจารณาเบื้องต้นเพื่อค้นหาประเด็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง โดยพิจารณาในประเด็นย่อย คือ ปริมาณ (Q) ผลกระทบ (E) และการแพร่กระจาย (D) ในแต่ละประเด็นให้คะแนนอยู่ในระหว่าง 1 – 3 แล้วคำนวณค่าผลคูณของคะแนนในแต่ละประเด็นย่อย โดยมีเกณฑ์การพิจารณาเพื่อประเมินความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น ดังนี้

| เกณฑ์การพิจารณา | 1 คะแนน | 2 คะแนน | 3 คะแนน |
|---|---|---|---|
| ปริมาณ (Q) | ไม่มี หรือ มีศักยภาพที่จะเกิดเล็กน้อย หรือมีการใช้วัตถุดิบเล็กน้อย | มีศักยภาพที่จะเกิดปานกลาง หรือมีการใช้วัตถุดิบปานกลาง | มีศักยภาพที่จะเกิดสูง หรือมีการใช้วัตถุดิบสูง |
| ช่วงปริมาณ | 0 - 100,000 | 100,001 - 1,000,000 | มากกว่า 1,000,000 |
| ผลกระทบ (E) | พิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นว่าเกี่ยวข้อง / มีผลต่อ 3 ประเด็นที่สำคัญ คือ<br>1. มีข้อกำหนดกฎหมาย<br>2. มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน<br>3. มีผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัย | | |
| | ไม่มี หรือ มีผลกระทบต่ำ / ส่งผลกระทบเกี่ยวข้องกับครอบคลุม 1 ใน 3 ประเด็นข้างต้น | มีผลกระทบปานกลาง / ส่งผลกระทบเกี่ยวข้อง 2 ใน 3 ประเด็นข้างต้น | มีผลกระทบสูง / ส่งผลกระทบเกี่ยวข้องครบทั้ง 3 ประเด็นข้างต้น |
| การแพร่กระจาย (D) | ผลกระทบที่เกิดขึ้นอยู่ในรูปของของแข็ง | ผลกระทบที่เกิดขึ้นอยู่ในรูปของของเหลว | ผลกระทบที่เกิดขึ้นอยู่ในรูปของก๊าซ |

หมายเหตุ :

ช่วงปริมาณเป็นช่วงตัวเลขที่ทางกลุ่มกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้ในการพิจารณาสำหรับให้คะแนน

นอกจากนี้ทางกลุ่มได้กำหนดเกณฑ์การประเมินความสำคัญทางด้านสิ่งแวดล้อม (ผลคูณ Q*E*D) ไว้ดังนี้

| **เกณฑ์การประเมินความสำคัญทางด้านสิ่งแวดล้อม (X3)** | | | |
|---|---|---|---|
| **เงื่อนไขในการประเมินให้คะแนน** | | | |
| ช่วงคะแนน (1-3) | 1 คะแนน | 2 คะแนน | 3 คะแนน |
| ความหมาย | ไม่มีหรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ | มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมปานกลาง | มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง |
| ผลคูณ (Q*E*D) | 0 – 7 | 8 - 15 | มากกว่า16 |

**ตารางแสดงคะแนนประเมินประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมของทางเลือกที่ 1**

| ประเด็นปัญหา (ทางเลือก 1) | การให้คะแนนทางด้านสิ่งแวดล้อม | | | ผลรวม |
|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณ (Q) | ผลกระทบ (E) | การแพร่กระจาย (D) | |
| 1. การคัดแยก ณแหล่งกำเนิด | | | | |
| - กลิ่น | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 3 | 1 | 1 | 3 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - มลพิษทางอากาศ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2. การหมักปุ๋ย | | | | |
| - กลิ่น | 1 | 1 | 2 | 2 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 1 | 1 | 2 | 2 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 1 | 2 | 2 | 4 |
| - มลพิษทางอากาศ | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 3. หลุมฝังกลบ | | | | |
| - กลิ่น | 3 | 3 | 3 | 27 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 3 | 3 | 2 | 18 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 3 | 1 | 1 | 3 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 3 | 2 | 3 | 18 |
| - มลพิษทางอากาศ (ก๊าซรีอนกระจก) | 3 | | | |
| - ก๊าซมีเทน | 3 | 3 | 3 | 27 |
| - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | 3 | 3 | 3 | 27 |
| รวมคะแนนผลกระทบทางเลือก 1 | | | | 138 |

**ตารางแสดงคะแนนประเมินประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมของทางเลือกที่ 2**

| ประเด็นปัญหา (ทางเลือก 2) | การให้คะแนนทางด้านสิ่งแวดล้อม | | | ผลรวม |
|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณ (Q) | ผลกระทบ (E) | การแพร่กระจาย (D) | |
| 1. การคัดแยก ณแหล่งกำเนิด | | | | |
| - กลิ่น | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 3 | 1 | 1 | 3 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - มลพิษทางอากาศ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2. การหมักก๊าซชีวภาพ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - กลิ่น | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 3 | 1 | 1 | 3 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - มลพิษทางอากาศ | | | | 0 |
| 3. หลุมฝังกลบ | 1 | 2 | 3 | 6 |
| - กลิ่น | 2 | 2 | 2 | 8 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 1 | 1 | 2 | 2 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 1 | 1 | 3 | 3 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 1 | 2 | 3 | 6 |
| - มลพิษทางอากาศ (ก๊าซรีอนกระจก) | | | | 0 |
| - ก๊าซมีเทน | 3 | 3 | 3 | 27 |
| - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | 3 | 3 | 2 | 18 |
| รวมคะแนนผลกระทบทางเลือก 2 | 3 | 1 | 1 | 3 |

**ตารางแสดงคะแนนประเมินประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมของทางเลือกที่ 3**

| ประเด็นปัญหา (ทางเลือก 3) | การให้คะแนนทางด้านสิ่งแวดล้อม | | | ผลรวม |
|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณ (Q) | ผลกระทบ (E) | การแพร่กระจาย (D) | |
| 1. การคัดแยก ณแหล่งกำเนิด | | | | |
| - กลิ่น | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - มลพิษทางอากาศ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2. การหมักก๊าซชีวภาพ | | | | 0 |
| - กลิ่น | 1 | 2 | 3 | 6 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 2 | 2 | 2 | 8 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 3 | 1 | 2 | 6 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 1 | 1 | 3 | 3 |
| - มลพิษทางอากาศ | 1 | 2 | 3 | 6 |
| 3. การหมักปุ๋ย | | | | 0 |
| - กลิ่น | 1 | 1 | 2 | 2 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 1 | 1 | 2 | 2 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 1 | 2 | 2 | 4 |
| - มลพิษทางอากาศ | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 4. หลุมฝังกลบ | | | | 0 |
| - กลิ่น | 2 | 3 | 3 | 18 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 2 | 3 | 2 | 12 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 2 | 1 | 1 | 2 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 2 | 2 | 3 | 12 |
| - มลพิษทางอากาศ | | | | 0 |
| - ก๊าซมีเทน | 2 | 3 | 3 | 18 |
| - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | 2 | 3 | 3 | 18 |
| รวมคะแนนผลกระทบทางเลือก 6 | | | | 125 |

**ตารางแสดงคะแนนประเมินประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมของทางเลือกที่ 4**

| ประเด็นปัญหา (ทางเลือก 4) | การให้คะแนนทางด้านสิ่งแวดล้อม | | | ผลรวม |
|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณ (Q) | ผลกระทบ (E) | การแพร่กระจาย (D) | |
| 1. โรงงานคัดแยก | | | | |
| - กลิ่น | 3 | 2 | 3 | 18 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 3 | 2 | 2 | 12 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 3 | 2 | 3 | 18 |
| - มลพิษทางอากาศ | 3 | 2 | 3 | 18 |
| 2. การหมักปุ๋ย | | | | 0 |
| - กลิ่น | 2 | 1 | 2 | 4 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 2 | 1 | 2 | 4 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 2 | 1 | 1 | 2 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 2 | 2 | 2 | 8 |
| - มลพิษทางอากาศ | 2 | 1 | 2 | 4 |
| 3. หลุมฝังกลบ | | | | 0 |
| - กลิ่น | 1 | 3 | 3 | 9 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 1 | 3 | 2 | 6 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 1 | 2 | 3 | 6 |
| - มลพิษทางอากาศ (ก๊าซรีอนกระจก) | | | | 0 |
| - ก๊าซมีเทน | 1 | 3 | 3 | 9 |
| - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | 1 | 3 | 3 | 9 |
| รวมคะแนนผลกระทบทางเลือก 4 | | | | 129 |

**ตารางแสดงคะแนนประเมินประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมของทางเลือกที่ 5**

| ประเด็นปัญหา (ทางเลือก 5) | การให้คะแนนทางด้านสิ่งแวดล้อม | | | ผลรวม |
|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณ (Q) | ผลกระทบ (E) | การแพร่กระจาย (D) | |
| 1. โรงงานคัดแยก | | | | |
| - กลิ่น | 3 | 2 | 3 | 18 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 3 | 2 | 2 | 12 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 3 | 2 | 3 | 18 |
| - มลพิษทางอากาศ | 3 | 2 | 3 | 18 |
| 2. การหมักก๊าซชีวภาพ | | | | 0 |
| - กลิ่น | 2 | 2 | 3 | 12 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 2 | 2 | 2 | 8 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 2 | 1 | 2 | 4 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 2 | 1 | 3 | 6 |
| - มลพิษทางอากาศ | 2 | 2 | 3 | 12 |
| 3. หลุมฝังกลบ | | | | 0 |
| - กลิ่น | 1 | 3 | 3 | 9 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 1 | 3 | 2 | 6 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 1 | 2 | 3 | 6 |
| - มลพิษทางอากาศ (ก๊าซรีอนกระจก) | | | | 0 |
| - ก๊าซมีเทน | 1 | 3 | 3 | 9 |
| - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | 1 | 3 | 3 | 9 |
| รวมคะแนนผลกระทบทางเลือก 5 | | | | 149 |

**ตารางแสดงคะแนนประเมินประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมของทางเลือกที่ 6**

| ประเด็นปัญหา (ทางเลือก 6) | การให้คะแนนทางด้านสิ่งแวดล้อม | | | ผลรวม |
|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณ (Q) | ผลกระทบ (E) | การแพร่กระจาย (D) | |
| 1. โรงงานคัดแยก | | | | |
| - กลิ่น | 3 | 2 | 3 | 18 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 3 | 2 | 2 | 12 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 3 | 2 | 3 | 18 |
| - มลพิษทางอากาศ | 3 | 2 | 3 | 18 |
| 2. การหมักก๊าซชีวภาพ | | | | 0 |
| - กลิ่น | 2 | 2 | 3 | 12 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 2 | 2 | 2 | 8 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 2 | 1 | 2 | 4 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 2 | 1 | 3 | 6 |
| - มลพิษทางอากาศ | 2 | 2 | 3 | 12 |
| 3. การหมักปุ๋ย | | | | 0 |
| - กลิ่น | 1 | 1 | 2 | 2 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 1 | 1 | 2 | 2 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 1 | 2 | 2 | 4 |
| - มลพิษทางอากาศ | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 4. หลุมฝังกลบ | | | | 0 |
| - กลิ่น | 1 | 3 | 3 | 9 |
| - น้ำชะ/น้ำเสีย | 1 | 3 | 2 | 6 |
| - เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - เสียงและการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร | 1 | 2 | 3 | 6 |
| - มลพิษทางอากาศ | | | | 0 |
| - ก๊าซมีเทน | 1 | 3 | 3 | 9 |
| - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | 1 | 3 | 3 | 9 |
| รวมคะแนนผลกระทบทางเลือก 6 | | | | 160 |

# ภาคผนวก จ

## การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี MCDA

ตาราง Normalisation เพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่ดีที่สุดด้วยวิธี MCDA

| | น้ำหนักปัจจัย | น้ำหนักประเด็น | Opt 1 | Opt 2 | Opt 3 | Opt 4 | Opt 5 | Opt 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F1: ความต้องการใช้พื้นที่ (ตร.ม.) | 0.25 | 1.2 | 0.246 | 0.000 | 0.371 | 0.834 | 0.504 | 1.000 |
| F2: ปริมาณมูลฝอยที่สามารถลดได้ | | 1.1 | 0.249 | 0.000 | 0.373 | 0.834 | 0.503 | 1.000 |
| F3: ความยืดหยุ่นในการบำบัดมูลฝอย | | 1 | 1.000 | 0.333 | 0.333 | 0.667 | 0.000 | 0.000 |
| F4: อายุการใช้งานของพื้นที่หลุมฝังกลบ | | 1.2 | 0.139 | 0.000 | 0.225 | 0.710 | 0.330 | 1.000 |
| F5: ความเหมาะสมในการลงทุน | 0.25 | 1 | 0.000 | 0.154 | 0.151 | 0.846 | 1.000 | 0.998 |
| F6: ค่าใช้จ่ายในการจัดทำระบบ | | 1.2 | 0.471 | 1.000 | 0.853 | 0.000 | 0.471 | 0.324 |
| F7: รายได้จากการทำระบบ | | 1.1 | 0.176 | 0.000 | 0.083 | 1.000 | 0.824 | 0.907 |
| F8: การยอมรับของชุมชนต่อระบบที่นำเสนอ | 0.25 | 1.2 | 1.000 | 0.067 | 0.633 | 0.533 | 0.000 | 0.533 |
| F10: ระดับการมีส่วนร่วมของชุมชน | | 1.2 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| F11: ความสอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิต | | 1 | 1.000 | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.000 | 0.000 |
| F11: ผลกระทบต่อสุขภาพ | | 1 | 0.155 | 0.800 | 1.000 | 0.000 | 0.645 | 0.884 |
| F12: น้ำ | 0.25 | 1 | 1.000 | 0.143 | 0.714 | 0.857 | 0.286 | 0.000 |
| F13: อากาศ | | 1 | 0.455 | 0.242 | 1.000 | 0.667 | 0.242 | 0.000 |
| F14: ของแข็ง | | 1 | 0.500 | 0.333 | 0.000 | 1.000 | 0.667 | 0.500 |

**ตาราง V Matrix เพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่ดีที่สุดด้วยวิธี MCDA**

| | น้ำหนักปัจจัย | น้ำหนักประเด็น | Opt 1 | Opt 2 | Opt 3 | Opt 4 | Opt 5 | Opt 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F1: ความต้องการใช้พื้นที่ (ตร.ม.) | 0.25 | 1.2 | 0.123 | 0.000 | 0.185 | 0.417 | 0.252 | 0.500 |
| F2: ปริมาณมูลฝอยที่สามารถลดได้ | | 1.1 | 0.068 | 0.000 | 0.103 | 0.229 | 0.138 | 0.275 |
| F3: ความยืดหยุ่นในการบำบัดมูลฝอย | | 1 | 0.250 | 0.083 | 0.083 | 0.167 | 0.000 | 0.000 |
| F4: อายุการใช้งานของพื้นที่หลุมฝังกลบ | | 1.2 | 0.070 | 0.000 | 0.112 | 0.355 | 0.165 | 0.500 |
| F5: ความเหมาะสมในการลงทุน | 0.25 | 1 | 0.000 | 0.038 | 0.038 | 0.212 | 0.250 | 0.249 |
| F6: ค่าใช้จ่ายในการจัดทำระบบ | | 1.2 | 0.141 | 0.300 | 0.256 | 0.000 | 0.141 | 0.097 |
| F7: รายได้จากการทำระบบ | | 1.1 | 0.049 | 0.000 | 0.023 | 0.275 | 0.226 | 0.249 |
| F8: การยอมรับของชุมชนต่อระบบที่นำเสนอ | 0.25 | 1.2 | 0.250 | 0.017 | 0.158 | 0.133 | 0.000 | 0.133 |
| F10: ระดับการมีส่วนร่วมของชุมชน | | 1.2 | 0.300 | 0.300 | 0.300 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| F11: ความสอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิต | | 1 | 0.250 | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.000 | 0.000 |
| F11: ผลกระทบต่อสุขภาพ | | 1 | 0.039 | 0.200 | 0.250 | 0.000 | 0.161 | 0.221 |
| F12: น้ำ | 0.25 | 1 | 0.250 | 0.036 | 0.179 | 0.214 | 0.071 | 0.000 |
| F13: อากาศ | | 1 | 0.114 | 0.061 | 0.250 | 0.167 | 0.061 | 0.000 |
| F14: ของแข็ง | | 1 | 0.125 | 0.083 | 0.000 | 0.250 | 0.167 | 0.125 |

**ตาราง Dominance เพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่ดีที่สุดด้วยวิธี MCDA**

| | Opt 1 | Opt 2 | Opt 3 | Opt 4 | Opt 5 | Opt 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Opt 1 | 0 | 3.000 | 6.000 | 7.000 | 6.000 | 7.000 |
| Opt 2 | 10.000 | 0 | 8.000 | 10.000 | 7.000 | 8.000 |
| Opt 3 | 6.000 | 3.000 | 0 | 8.000 | 6.000 | 6.000 |
| Opt 4 | 7.000 | 3.000 | 5.000 | 0 | 3.000 | 6.000 |
| Opt 5 | 6.000 | 6.000 | 8.000 | 10.000 | 0 | 6.000 |
| Opt 6 | 7.000 | 6.000 | 8.000 | 6.000 | 5.000 | 0 |

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

## ประวัติและผลงานวิจัยที่สำคัญของนักวิจัย

**หัวหน้าโครงการวิจัยที่ 1**


| | |
|---|---|
| **ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)** | นางสาววัสสา คงนคร |
| **ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)** | Miss Watsa Khongnakorn |
| **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** | 3 9299 00393 283 |
| **ตำแหน่งปัจจุบัน** | อาจารย์ |
| **หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ** | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม<br>มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี<br>ต.มะขามเตี้ย อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี 84100 |
| **เบอร์โทรศัพท์** | 0 7735 5453, 08 4682 4830 |
| **เบอร์โทรสาร** | 0 7735 5453 |


**ประวัติการศึกษา**

| วุฒิการศึกษา | ชื่อสถาบัน | ปีการศึกษา |
|---|---|---|
| วศ.บ. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2540 - 2543 |
| วศ.ม. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย | 2544 - 2546 |
| Ph.D. (Chemical Engineering) | University of Montpellier2 | 2005 – 2008 |

**สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)** การจัดการสิ่งแวดล้อม

**ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ**

1. The Study of Improvement of Waste Management for Phuket Province, Thailand under sponsorship of Japan International Cooperation Agency (JICA). 2004.
2. The Study of Improvement of Waste Management for Had Yai, Thailand. (งบพัฒนาเทศบาลนครหาดใหญ่). 2005.
3. โครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดการพัฒนาบึงขุนทะเล อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี. (งบพัฒนาจังหวัดสุราษฎร์ธานี). 2005.
4. **Khongnakorn, W.,** Mori, M., Vachoud, L., Delalonde, M., Wisniewski, C. (2010). Rheological properties of sMBR sludge under unsteady state conditions. Desalination.

5. **Khongnakorn, W.,** Wisniewski, C., Choksuchart, S.P. (2008). Physico-chemical characteristics and dewatering aptitude of sMBR sludge. Journal Applied Membrane Science, 7, 31-38.
6. **Khongnakorn, W.,** Wisniewski, C. (2007). Production of Sludge in a Submerged Membrane Bioreactor and Dewatering. International Journal of Chemical reactor Engineering, 5, Article A16.
7. **Khongnakorn, W.,** Wisniewski, C., Potier, L., Vachoud, L. (2007). Physical properties of activated sludge in a submerged membrane bioreactor and relation with membrane fouling. Separation and Purification Technology, 55, 125-131.
8. Sridang, P., Chevagidagarn, P., Sawatasuk, P., Vanapruk, P., **Khongnakorn, W.,** and Danteravanich, S. (2005) Management of Solid Waste from Hotels: A Case Study in Hat Yai and Phuket Cities, Southern Thailand, Proceeding in R'05, the 7th World Congress on Recovery, Recycling and Re-integration, Beijing, China, September 25-29, 2005
9. **Khongnakorn, W.** and Danteravanich, S. (2004). The current status of water pollution: an overview of Surat Thani province in the upper South of Thailand, Proc. The 2nd International Symposium on Southeast Asian Water Environment, 1-4 Dec, 2004, Hanoi, Vietnam.
10. **Khongnakorn, W.,** Osathaphan, K. and Khaodhiar, S. (2004) Transport and biodegradation of benzene in the saturated groundwater layer, Songklanakarin J. Sci. Techno., 26(Suppl.1) : 143-150.
11. Puetpaiboon, U., **Khongnakorn, W.,** and Cheensri, W. (2001) Study of leachate from disposed of dry battery in sanitary landfill, Proc. 13th National Annual Conference 2001, May 17-18, 2001, 61-67.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**หัวหน้าโครงการวิจัยที่ 2**


| | |
|---|---|
| **ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)** | น.ส.จรีรัตน์ สกุลรัตน์ |
| **ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)** | Miss Jareerat Sakulrat |
| **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** | 3 9099 00584 291 |
| **ตำแหน่งปัจจุบัน** | ผู้ช่วยศาสตรจารย์ |
| **หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ** | ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ต.คอหงส์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90110 |
| **เบอร์โทรศัพท์** | 0 7428 7130, 08 6941 7245 |
| **เบอร์โทรสาร** | 0 7445 9396 |
| **E-mail:** | jareerat.s@psu.ac.th |


**ประวัติการศึกษา**

| วุฒิการศึกษา | ชื่อสถาบัน | ปีการศึกษา |
|---|---|---|
| วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา) | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2535 - 2539 |
| M.Eng.Sc (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) | University of Melbourne | 2541 – 2543 |
| Ph.D. (การจัดการสิ่งแวดล้อม) | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2550 - 2553 |

**สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)**

Municipal solid waste management planning capability of local authorities in Thailand

**ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ**

1. โครงการวิจัย "ผลกระทบของการรุกล้ำของน้ำเค็มต่อคุณภาพของน้ำใต้ดินในแอ่งหาดใหญ่" คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. โครงการ "การเสริมสร้างศักยภาพและขยายผลการใช้แนวปฏิบัติที่ดีในการป้องกัน และลดมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรมสู่ท้องถิ่นและผู้ประกอบการในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบ" กรมควบคุมมลพิษ
3. Jareerat Sakulrat, Tanit Chalermyanont, and Rattana Thongyoi (2005), "Effects of Tsunami on Groundwater Quality in Kamala Beach, Phuket", Proceeding of 4th PSU Engineering Conference 2005, Prince of Songkla University, Faculty of Engineering, Songkhla, Thailand

4. Sakulrat, J. (2005), "MSW management planning of local authorities in Thailand", Proceeding of PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment - ICEE-2005, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia & Montenegro, No.T1-2.4
5. Phanuphun Kachinphuak, Panatda Nil-aya, and Jareerat Sakulrat (2005), "Effect of size of the landfill cell on the decomposition of solid waste", Proceeding of 4th PSU Engineering Conference 2005,Prince of Songkla University, Faculty of Engineering, Songkhla, Thailand
6. Sakulrat, J. (2006), "Effective MSW management planning system for local authorities in Thailand" *Thai Environmental Engineering Journal*, Vol.20, No.3, pp.13-24, Bangkok, Thailand
7. Sakulrat, J., Chalermyanont, T., Chetpattananondh, P. & Piromlert, S. (2007), Indication of seawater intrusion in hat yai basin using groundwater chemistry, Proceeding of PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment - ICEE-2005, Phuket, Thailand
8. Sakulrat, J., Chalermyanont, T., Chetpattananondh, P. & Rodrak, O (2007), "The Change of Groundwater Quality in Hatyai Basin in the Vicinity of Songkhla Lake", Proceeding of 5th PSU Engineering Conference 2007, Prince of Songkla University, Faculty of Engineering, Songkhla,Thailand
9. Sakulrat, J., Chartnampaiboon, A. (2008), "Reduction of solid waste from Engineering Faculty, Prince of Songkla University to Hatyai Municipality Landfill", Proceeding of 6th PSU Engineering Conference 2008, Prince of Songkla University, Faculty of Engineering, Songkhla, Thailand
10. Sakulrat, J. & Reungrit, B. (2009), "Effects of Effective Microorganisms Liquid on Leachate", Proceeding of the 8th National Environment Conference of the Environmental Engineering Association of Thailand, Nakhon Ratchasima, Thailand, No. 25R5-02, pp.1-9
11. Hamaphat, N., Sakulrat, J. & Musigavong, J. (2009), "Optimal ratio of organic wastes to dry leaves for household composting", Proceeding of 8th National Environment Conference of the Environmental Engineering Association of Thailand, Nakhon Ratchasima, Thailand, No.P-10, pp.1-7

**ผู้ร่วมงานวิจัยที่ 1**


| | |
|---|---|
| **ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)** | นายอภิวัฒน์ อายุสุข |
| **ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)** | Mr. Apiwat Ayusuk |
| **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** | 3 9299 00244 814 |
| **ตำแหน่งปัจจุบัน** | อาจารย์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ |
| **หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อ** | ศิลปศาสตร์และวิทยาการจัดการ<br>มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี<br>ต.มะขามเตี้ย อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี 84100 |
| **โทรศัพท์** | 08 6475 7831 |
| **โทรสาร** | 0 77355 5453 |
| E-mail: | Pai_Mr_Flute@hotmail.com |


**ประวัติการศึกษา**

เศรษฐศาสตรบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์การเงิน) มหาวิทยาลัยหอการค้าไทยเกียรตินิยมอันดับสอง

เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาการเศรษฐกิจ-วิเคราะห์โครงการ) สถาบันบัณฑิตพัฒน บริหารศาสตร์

**สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)** เศรษฐมิติประยุกต์

**ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ**

"การเชื่อมโยงของตลาดหลักทรัพย์ต่างประเทศที่มีต่อตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย: หลักฐานเชิงประจักษ์จากช่วงวิกฤตการณ์ซับไพรม์" นำเสนอการประชุมวิชาการของนักเศรษฐศาสตร์ระดับชาติ ครั้งที่ 5 ประจำปี 2552 ร่วมจัดโดย สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, และ ธนาคารแห่งประเทศไทย

**ผู้ร่วมงานวิจัยที่ 2**

| | |
|---|---|
| **ชื่อ - สกุล** | นางมุกดา ศรีสวัสดิ์ |
| **หมายเลขบัตรประชาชน** | 3 8298 00022 00 4 |
| **ตำแหน่งปัจจุบัน** | นักบริหารงานสาธารณสุข 7 (หัวหน้าฝ่ายบริหารงานสาธารณสุข) |
| **หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ** | กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองท่าข้าม<br>สำนักงานเทศบาลเมืองท่าข้าม 168 ต.ท่าข้าม อ.พุนพิน<br>จ.สุราษฎร์ธานี 84130 |
| **เบอร์โทรศัพท์** | 0 77341 1074 ต่อ 413 |
| **เบอร์โทรสาร** | 0 7731 2679 |
| **ประวัติการศึกษา** | ปริญญาโท รัฐประศาสน์ศาตร์มหาบัณฑิต (การปกครองท้องถิ่น) |
| **สาขาวิชาที่ชำนาญการ** | สาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม (งานสุขาภิบาล, งานสาธารณสุขมูลฐาน, งานกำจัดขยะ) |

**งานวิจัยที่ดำเนินการและเคยดำเนินการ**

- ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครสาธารณสุขเทศบาลเมืองท่าข้าม อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี