รูปแบบการจัดการขยะชุมชนแบบบูรณาการสำหรับเทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

นางสาวปัณฑริดา ไชยจิตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

Integrated Management Model for Municipal Solid Waste of KOH SAMUI, SURATTHANI

Miss Phantarida Chaijit

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Energy Technology and Management
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	รูปแบบการจัดการขยะชุมชนแบบบูรณาการสำหรับเทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี
โดย	นางสาวปัณฑริดา ไชยจิตร
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.อมร เพชรสม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.อุริช อัชชโคสิต)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัณฑริดา ไชยจิตร : รูปแบบการจัดการขยะชุมชนแบบบูรณาการสำหรับเทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี. (Integrated Management Model for Municipal Solid Waste of KOH SAMUI, 121 หน้า.

ปัจจุบันขยะชุมชนของเทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขณะที่เทศบาลฯยังคงจัดการขยะดังกล่าวด้วยการเผากำจัดโดยไม่ได้ผ่านการคัดแยก ประกอบกับการเสื่อมสภาพของเตาเผาขยะ ส่งผลให้มีขยะกองทับถมเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีขยะที่กำจัดไม่หมดประมาณวันละ 70-100 ตัน ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชน จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการจัดการขยะชุมชนของเทศบาลนครเกาะสมุย ที่เหมาะสมทั้งในระยะสั้นและระยะยาว พร้อมกับทำการศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจสำหรับผู้บริหารเทศบาลนครเกาะสมุย และเทศบาลอื่นๆที่ประสบปัญหาทำนองเดียวกัน จากข้อมูลทุติยภูมิพบว่า รูปแบบการกำจัดขยะชุมชนแบบผสมผสาน (ครบวงจร) ของเทศบาลนครราชสีมา เป็นรูปแบบที่น่าสนใจ กล่าวคือ เป็นการกำจัดขยะชุมชนควบคู่กับการเพิ่มแหล่งพลังงาน มีการแปรรูปขยะชุมชนเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพและเชื้อเพลิงอัดแข็ง ควบคู่กับการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากขยะชุมชนอย่างคุ้มค่าที่สุด ผู้วิจัยจึงใช้เป็นแบบจำลองหรือต้นแบบสำหรับคัดเลือกรูปแบบการจัดการขยะชุมชนที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลนครเกาะ สมุย ทั้งในระยะสั้น (1-5 ปี) และระยะยาว (6-15 ปี) ผลการศึกษาเปรียบเทียบดังกล่าวพบว่า หากนำรูปแบบการจัดการขยะชุมชนของเทศบาลนครราชสีมาทั้งระบบ มาใช้กับเทศบาลนครเกาะสมุย ณ สภาพปัจจุบัน จะมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์น้อยมาก เนื่องจากเงินลงทุนสูง ประกอบกับนครเกาะสมุย ยังไม่มีอุตสาหกรรมที่จะนำเชื้อเพลิงอัดแข็งไปใช้ประโยชน์ จึงได้นำเสนอรูปแบบการเผากำจัดขยะแบบเดิม แต่เพิ่มระบบคัดแยกขยะสดไปเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพและปุ๋ยหมัก (โดยที่ยังไม่มีทั้งระบบผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งและระบบผลิตไฟฟ้า) สำหรับการจัดการในระยะสั้น (1-5 ปี) และนำเสนอรูปแบบการจัดการขยะชุมชนของเทศบาลนครราชสีมาทั้งระบบ แต่ไม่มีระบบผลิตเชื้อเพลิงอัดแข็ง สำหรับการจัดการระยะยาว (6-15 ปี)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

5387511420 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT
KEYWORDS: WASTE/WEASTE MANANAGMENT/WESTE POWER PLANT/WESTE DISPOSAL TECHNOLOGY

PHANTARIDA CHAIJIT: Integrated Management Model for Municipal Solid Waste of KOH SAMUI, SURATTHANI. ADVISOR: ASSOC. PROF. PH.DDAWAN WIWATTANADATE, 121 pp.

At present, amount of municipal solid waste (MSW) of Koh Samui, Suratthani province has been continuously increasing. Meanwhile, the MSW has been disposed or eliminated only by incineration without separation and the incinerator has become low efficiency so that about 70-100 ton/day of indisposed MSW are accumulating. This brings to urgent need to reduce impact to both environment and people's health. This study aims to find appropriate models for MSW management of Koh Samui both in short term and long term. A preliminary feasibility was also studied to provide information for decision makers of both Koh Samui municipality and those having similar problems. According to secondary information, Nakorn Ratchasrima Model for MSW management has become the most interesting because it eliminates waste while increasing energy sources for the community. It efficiently utilized MSW by converting the waste to biogas, RDF (Refuse Derived Fuel) and electricity. However, it was found that the Nakorn Ratchasrima Model was not feasible for Koh Samui at present if installing full system due to high investment and there is still no industry utilizes RDF. Therefore, the present incineration system with addition of a waste separation system as well as a biogas system was suggested for the short term (1-5 years) and the Nakorn Ratchasrima Model without RDF production system was suggested for the long term (6-15 years) for Koh Samui MSW management.

Chulalongkorn University

Field of Study: Energy Technology and Management
Student's Signature .....
Advisor's Signature .....
Academic Year: 2013

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ลุล่วงได้ด้วยดีต้องอาศัย ความช่วยเหลือและความกรุณาจากบุคคลและหน่วยงานต่างๆในหลายฝ่าย

ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ และ ดร.อุริช อัชชโฆษิต ที่ได้ให้ความเมตตาเสียสละเวลาอันมีค่าในการให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณไพบูรณ์ เพชรทอง หัวหน้ากองช่างเทศบาล และเจ้าหน้าที่เทศบาล เจ้าหน้าที่โรงเผาขยะ ในความอนุเคราะห์ข้อมูล สำนักเทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี รวมถึงสถาบันวิจัยพลังงาน แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณวิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช และครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อบรมสั่งสอน ให้ความรู้และประสบการณ์ชีวิตแก่ผู้ศึกษา ตลอดจนคณาอาจารย์ในหลักสูตรเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่เพิ่มเติมความรู้ด้านเศรษฐศาสตร์และพลังงานแก่ผู้ศึกษาให้สามารถนำไปต่อยอดความรู้ด้านเทคโนโลยีและการจัดการพลังงานได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณคุณสุวรรณรัตน์ สิมหลวง เจ้าหน้าที่หลักสูตรฯและเพื่อนร่วมหลักสูตรฯทุกท่านกับคำแนะนำ คำปรึกษา และความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ศึกษา ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช สำหรับกำลังใจและความปรารถนาดีในทุกด้าน รวมถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์เล่มนี้ที่มิได้กล่าวนามทุกท่าน

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ ครอบครัวไชยจิตร และผู้บริหารวิทยาลัยเทคโนโลยีภาคใต้ทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร.สรรค์นันท์ ตันติอุโฆษกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พวงน้อย โลหะขจรภัณฑ์ และ อาจารย์โสภา โลหะขจรภัณฑ์ ที่เป็นแรงบันดาลใจตลอดจนสนับสนุนผู้ศึกษาจนเกิดความสำเร็จในวันนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเทศบาลนครเกาะสมุยและเทศบาลอื่นๆที่ประสบปัญหาการจัดการขยะชุมชนทำนองเดียวกับเทศบาลนครเกาะสมุย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญรูป ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 3

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

แนวคิดและทฤษฎี 5

2.1.แนวคิดเกี่ยวกับขยะมูลฝอยและการจัดการขยะชุมชน 5

2.2.แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะ 8

2.3.แนวคิดเกี่ยวกับการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร 30

2.4.แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการ 32

2.5.แนวคิดด้านสิ่งแวดล้อม 36

2.6 ข้อมูลทั่วไปของอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี 37

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38

บทที่ 3 วิธีการศึกษา 43

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล 43

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล 43

บทที่ 4 ผลการศึกษา 45

4.1 สถานภาพการจัดการขยะในปัจจุบัน 45

4.2 ปัญหาและอุปสรรคที่ประสบอยู่ในปัจจุบัน 50

4.3 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุย 53

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

4.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบเทคโนโลยีในการจัดการขยะชุมชน 57
4.5 ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยสำหรับพื้นที่เกาะสมุย 57
4.6 เปรียบเทียบระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุย 3 กรณี..... 89
4.7 การแก้ปัญหาระยะสั้น 92
4.8 การแก้ปัญหาระยะยาว 93
บทที่ 5 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ 94
5.1 สรุปผลการศึกษา 94
5.2 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา 99
รายการอ้างอิง 101
ภาคผนวก 102
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 121

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 สภาพกองขยะปัจจุบันของเทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี 2
รูปที่ 2.1 กระบวนการทำงานหลักของเทคโนโลยีเตาเผาขยะ 9
รูปที่ 2.2 กระบวนการของเตาเผาแบบตะกรับเคลื่อนที่ได้ (Moving grate) 11
รูปที่ 2.3 กระบวนการของเตาเผาแบบหมุน (Rotary Klin) 12
รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน 14
รูปที่ 2.5 การผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล 18
รูปที่ 2.6 การฝังกลบแบบพื้นที่ (Area Method) 19
รูปที่ 2.7 การฝังกลบขยะแบบร่อง (Trench Method) 20
รูปที่ 2.8 การฝังกลบขยะแบบลาดเอียง (Remp Method) 21
รูปที่ 2.9 หลักการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์แบบ Fixed-Bed Gasifier 23
รูปที่ 2.10 หลักการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์แบบFluidized Bed Gasifier 24
รูปที่ 2.11 การแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งที่เผาไหม้ได้ (Densified RDF: RDF5) 28
รูปที่ 4.1 องค์ประกอบขยะมูลฝอยเทศบาลนครเกาะสมุย 46
รูปที่ 4.2 โรงเผาขยะมูลฝอยสุขาภิบาลเทศบาลนครเกาะสมุย 47
รูปที่ 4.3 กระบวนการเผาขยะในโรงเผาขยะเทศบาลนครเกาะสม 48
รูปที่ 4.4 พื้นที่บ่อฝังกลบเถ้าหนักและบ่อฝังกลบเถ้าเบา 49
รูปที่ 4.5 แผนผังการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุยในปัจจุบัน 49
รูปที่ 4.6 กองขยะมูลฝอยสะสม ณ วันที่ 4 เมษายน 2555 50
รูปที่ 4.7 พื้นที่การฝังกลบขยะมูลฝอยบนเกาะสมุย 51
รูปที่ 4.8 สถิติปริมาณขยะมูลฝอยบนเกาะสมุย 52
รูปที่ 4.9 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยบนเกาะสมุย (จากการคำนวณ) 53
รูปที่ 4.10 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนชนิดขยะ เทศบาลนครนครราชสีมาและเทศบาลนครสมุย 60
รูปที่ 4.11 แผนผังระบบกำจัดขยะแบบครบวงจรเทศบาลนครนครราชสีมา 61
รูปที่ 4.12 บ่อฝังกลบขยะแบบถูกสุขลักษณะของเทศบาลนครนครราชสีมา 62
รูปที่ 4.13 ลานเทขยะโรงคัดแยกขยะเทศบาลเมืองนครราชสีมา 63
รูปที่ 4.14 เครื่องร่อนขยะแบบอุโมงของโรงคัดแยกขยะเทศบาลเมืองนครราชสี 63
รูปที่ 4.15เครื่องคัดแยกขยะอินทรีย์ด้วยน้ำของโรงคัดแยกขยะเทศบาลนครราชสีมา 64
รูปที่ 4.16 ระบบคัดแยกขยะด้วยมือบนสายพานของโรงคัดแยกขยะเทศบาลนครราชสีมา 65
รูปที่ 4.17 ระบบย่อยสลายขยะอินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศ 66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 4.18 ระบบหมักปุ๋ยอินทรีย์ 66
รูปที่ 4.19 ระบบผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง 67
รูปที่ 4.20 แบบจำลองระบบการจัดการขยะมูลฝอย แบบครบวงจรของเกาะสมุย 70
รูปที่ 4.21 แบบจำลองการจัดการขยะมูลฝอยของเกาะสมุยโดยไม่มีระบบผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็ง ระบบผลิตไฟฟ้า และระบบ Composting ในกรณีที่ 3 84
รูปที่ 4.22 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนและรายรับตลอดอายุโครงการ 92
รูปที่ 5.1 ประมาณการทางการเงินของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน 3 รูปแบบ 97
รูปที่ 5.2 อัตราส่วนทางการเงินของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน 3 รูปแบบ 98

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่างการหมักแบบแห้งและการหมักแบบเปียก 15
ตารางที่ 2.2 ความแตกต่างระหว่างการหมักที่อุณหภูมิระดับกลางและการหมักที่อุณหภูมิระดับสูง. 16
ตารางที่ 2.3 ประเภทของเชื้อเพลิงขยะตามระบบสหรัฐอเมริกา 26
ตารางที่ 2.4 ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงขยะอัดแข็ง 29
ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบขยะมูลฝอยเทศบาลนครเกาะสมุย 46
ตารางที่ 4.2 ประเภทและความจุของรถเก็บขนขยะในปีงบประมาณ 2554 47
ตารางที่ 4.3 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยจำแนกตามประเภทขยะ ปี 2555-2570 55
ตารางที่ 4.4 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยบนเกาะสมุยจำแนกตามประเภทของขยะ 56
ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในปี 2557ของ เทศบาลนครนครราชสีมา 58
ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณขยะปี 2554-25560 เทศบาลนครเกาะสมุย59
ตารางที่ 4.7 ประมาณการปริมาณไฟฟ้าและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบ Anaerobic
ในกรณีที่ 1 72
ตารางที่ 4.8 ประมาณการปริมาณปุ๋ยหมักและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบ Composting 73
ตารางที่ 4.9 ประมาณการปริมาณเชื้อเพลิง RDF และรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบในกรณีที่ 1 ... 74
ตารางที่ 4.10 งบประมาณการลงทุนของกรณีที่ 1 75
ตารางที่ 4.11 ประมาณการรายได้ต่อปีตลอดอายุโครงการในกรณีที่ 1 76
ตารางที่ 4.12 แบบจำลองการจัดการขยะมูลฝอยของเกาะสมุยโดยไม่มีระบบการผลิตเชื้อเพลิงแท่ง
อัดแข็งและระบบ Composting 77
ตารางที่ 4.13 ประมาณการปริมาณไฟฟ้าและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบ ในกรณีที่ 2 80
ตารางที่ 4.14 ปริมาณสารปรับปรุงดินและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบ ในกรณีที่ 2 81
ตารางที่ 4.15 งบประมาณการลงทุนในกรณีที่ 2 82
ตารางที่ 4.16ประมาณการรายได้ต่อปีตลอดอายุโครงการในกรณีที่ 2 83
ตารางที่ 4.17 ปริมาณสารปรับปรุงดินและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบ Anearobic ในกรณีที่ 3 86
ตารางที่ 4.18 งบประมาณการลงทุน ในกรณีที่ 3 87
ตารางที่ 4.19 ประมาณการรายได้ต่อปีตลอดอายุโครงการ ในกรณีที่ 3 88
ตารางที่ 4.20 ระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุยทั้ง 3 กรณี 89
ตารางที่ 4.21ประมาณการทางการเงินของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน 3 รูปแบบ 90
ตารางที่ 4.22 อัตราส่วนทางการเงินของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน 3 กรณี 91

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันปัญหาปริมาณขยะล้นเมืองและขาดการจัดการที่เหมาะสม มีความรุนแรงมากขึ้น ขณะที่ขยะชุมชนมีองค์ประกอบอินทรีย์ที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานได้ การผลิตพลังงานจากขยะ (Waste-to-Energy) จึงเป็นทางเลือกการจัดการขยะชุมชนที่ได้รับความนิยมมากขึ้น ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัดแล้ว ยังเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่สำคัญสามารถใช้ผลิตไฟฟ้าใช้ภายในชุมชุมหรือเชื่อมต่อเข้าระบบสายส่งเพื่อขายพลังงานไฟฟ้าให้การไฟฟ้าภูมิภาค สร้างรายได้ให้กับชุมชนหรือหน่วยงานภาครัฐระดับท้องถิ่นได้อีกด้วย

โดยทั่วไปขยะชุมชนส่วนใหญ่จะประกอบด้วย ขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย เหมาะแก่การผลิตก๊าซชีวภาพ ขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก โดยเฉพาะขยะพลาสติก เหมาะแก่การเผาเพื่อนำความร้อนมาใช้ประโยชน์ และขยะอนินทรีย์ซึ่งไม่สามารถย่อยสลายและไม่สามารถเผาไหม้ได้ จำเป็นต้องทำการคัดแยกออกตั้งแต่ต้นก่อนป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพหรือเผาเพื่อผลิตความร้อนแล้วนำความร้อนที่ได้มาผลิตไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป

ประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยเฉลี่ยสูงถึง 41,532 ตันต่อวัน เป็นขยะมูลฝอยชุมชนที่ผ่านการคัดแยกแล้วประมาณ 100 ตันต่อวัน ซึ่งสามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าขนาด 1 เมกะวัตต์ได้[1]กระทรวงพลังงานมีนโยบายในการส่งเสริมการผลิตพลังงานทดแทนจากขยะด้วยการเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าของโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานขยะจากกองทุนอนุรักษ์พลังงานเพื่อสนับสนุนงานวิจัยและการพัฒนาพร้อมทั้งสนับสนุนการมีส่วนร่วมของภาคเอกชนและชุมชนในการคัดแยกขยะเพื่อให้เหมาะกับการนำมาผลิตพลังงาน

สำหรับพื้นที่บนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปัญหาขยะทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากปริมาณขยะเพิ่มขึ้นตามอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจและการท่องเที่ยวบนเกาะสมุย ส่งผลให้เตาเผาขยะที่มีอยู่ไม่เพียงพอ จึงมีขยะรอการกำจัดบนเกาะสมุยสูงถึง 15,000 ตัน

รูปที่ 1.1 สภาพกองขยะปัจจุบันของเทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

รูปที่ 1.1 เป็นสภาพกองขยะปัจจุบันของเทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งส่งผลกระทบต่อการดำรงชีพของประชาชนในพื้นที่มากจึงทำให้มีประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง ปัจจุบันพื้นที่บนเกาะสมุยมีระบบการกำจัดขยะชุมชนโดยการเผาซึ่งในกระบวนการเผากำจัดขยะนั้นจะมีลมร้อนที่ได้จากการเผาขยะอุณหภูมิสูงประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส ถูกปล่อยทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ จากรายงานการจัดการขยะของกองช่างสุขาภิบาลเทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี (พ.ศ. 2554) พบว่า ในปี 2554 ปริมาณขยะในพื้นที่เทศบาลนครเกาะสมุยมีประมาณวันละ 168 ตัน หากนำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าจะสามารถสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 1.5 เมกะวัตต์ได้ คิดเป็นร้อยละ 1 ของปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดบนพื้นที่เกาะ สมุย นอกจากพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาขยะแล้วยังมีน้ำชะขยะอีกส่วนหนึ่งที่สามารถนำมาผลิตก๊าซชีวภาพและนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเสริมในผลิตไฟฟ้าได้อีกด้วย

ในการศึกษานี้ได้ทำการสำรวจและวิเคราะห์ความเป็นไปได้เบื้องต้นของโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจสำหรับเทศบาลนครเกาะสมุยหรือบริษัทเอกชนที่สนใจ ผู้ศึกษามีความเห็นว่าการจัดการขยะชุมชนโดยการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ จะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาขยะที่ยั่งยืนและเกิดประโยชน์ต่อชุมชนหลายด้าน และอาจใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับการแก้ปัญหาขยะให้กับเทศบาลอื่นๆทั่วประเทศที่ประสบปัญหาเดียวกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการขยะชุมชนที่เหมาะสมในระยะสั้นและระยะยาวสำหรับเทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นของโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะในพื้นที่เกาะสมุย

3. เพื่อนำเสนอรูปแบบการจัดการขยะชุมชนเป็นกรณีศึกษาให้กับหน่วยงานหรือเทศบาลอื่นที่ประสบกับปัญหาการจัดการขยะ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาสภาพปัญหาขยะที่เกิดขึ้นกับเกาะสมุย

2. ศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีการกำจัดขยะที่มีอยู่ในปัจจุบันซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลายและมีเทคโนโนโลยีต้นแบบในประเทศไทย

3. ใช้รูปแบบการจัดการขยะชุมชนที่ประสบความสำเร็จมาเป็นแบบจำลองหรือต้นแบบสำหรับคัดเลือกเทคโนโลยีและรูปแบบการจัดการที่เหมาะสมกับสภาพปัญหาของเทศบาลนครเกาะสมุย

4. ในการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาในระยะสั้นที่อยู่ในช่วงระยะเวลาปีที่ 1-5 และระยะยาวที่อยู่ในช่วงระยะเวลาปีที่ 6-15 ผู้วิจัยได้พิจารณาจากปัจจัยสำคัญ 3 ด้าน ดังนี้

    4.1 ด้านความสามารถในการกำจัดขยะในระยะสั้นและระยะยาว สามารถรองรับการเพิ่มขึ้นของขยะได้ในอนาคตได้หรือไม่

    4.2 ด้านงบประมาณการลงทุนโดยใช้แนวทางจากกรณีศึกษาของศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยชุมชน ที่คัดเลือกเป็นโมเดลต้นแบบ

    4.3 ด้านผลประโยชน์อื่นๆที่จะเกิดขึ้นกับชุมชน

5. วิเคราะห์หาความเป็นไปได้เบื้องต้นของแนวทางการจัดการปัญหาขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครเกาะสมุยโดยพิจารณาปัจจัยหลัก ดังต่อไปนี้

    5.1 งบประมาณการลงทุนของโครงการ

    5.2 ต้นทุนการดำเนินของโครงการ

    5.3 อัตราผลตอบแทนตลอดอายุโครงการ (NPV)

    5.4 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR)

    5.5 ระยะเวลาการคืนทุน (Pay Back period)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีแนวทางการจัดการขยะชุมชนที่เหมาะสมและยั่งยืนทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

2. เทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี บริษัทเอกชนและผู้สนใจทั่วไปมีข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจลงทุนในโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะบนเกาะ สมุย

3. เป็นกรณีศึกษาสำหรับหน่วยงานหรือเทศบาลอื่นต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

2.1.แนวคิดเกี่ยวกับขยะมูลฝอยและการจัดการขยะชุมชน

2.1.1 ความหมายของขยะมูลฝอย

คำจำกัดความตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานคำว่า “มูลฝอย” หมายถึง เศษสิ่งของที่ทิ้งแล้ว หยาก เยื่อ ขณะที่ “ขยะ” หมายถึง หยาก เยื่อมูลฝอย ซึ่งจะเห็นว่าทั้งสองคำนี้มีความหมายเหมือนกันใช้แทนกันได้ บางครั้งจึงเห็นว่ามีการใช้คู่กันเป็นขยะมูลฝอย ส่วนคำจำกัดความตามพระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ.2484 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 3 พ.ศ.2497 คำว่า “มูลฝอย” หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เถ้ามูลสัตว์และซากสัตว์ รวมถึงวัตถุอื่นใดซึ่งเก็บกวาดจากถนน ตลาดที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่นๆ จะมีทั้งที่เป็นอินทรียสาร[1]และอนินทรียสาร[2]ขยะมูลฝอยเป็นของเหลือทิ้งจากการใช้สอยของมนุษย์หรือเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตรกรรม การขยายตัวของชุมชนเมืองทำให้เกิดปัญหาขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นมากส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม นับเป็นปัญหาสำคัญที่ชุมชนต้องจัดการแก้ไขและได้กล่าวไว้ในข้อบังคับของกฎหมาย ดังนี้

- พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ.2542 ระบุใน มาตรา 16 “ให้เทศบาล เมืองพัทยา และองค์การบริหารส่วนตำบล มีอำนาจหน้าที่ในการจัดระบบการบริการสาธารณะประโยชน์ของประชาชนในท้องถิ่นของตัวเองในการกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลเน่าเสีย”
- พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 มาตรา 56 “ภายใต้ข้อบังคับแห่งกฎหมายเทศบาลนคร มีหน้าที่ต้องทำในเขตเทศบาลในการรักษาความสะอาดของถนนหรือทางเดินและที่สาธารณะ รวมทั้งการกำจัดขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล”
- พระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535 คำว่า “มูลฝอย” หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก เถ้า มูลสัตว์

---

[1]อินทรียสารหมายถึง วัตถุที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ในเวลาอันรวดเร็ว เช่น เศษอาหาร เศษผัก เป็นต้น

[2]อนินทรียสาร หมายถึง วัตถุที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองด้วยจุลินทรีย์ในเวลาอันรวดเร็ว เช่น เศษพลาสติก เศษแก้ว เป็นต้น

ซากสัตว์ รวมถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ ของเสียที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ชุมชน กระบวนการผลิตทางเกษตรกรรม อุตสาหกรรม ขยะมูลฝอยบางชนิดยังมีประโยชน์ เช่น กระดาษใช้แล้ว ขวดแก้ว ขวดพลาสติก ที่สามารถนำมากลับมาใช้ใหม่ได้

สาเหตุของการเกิดขยะในชุมชนส่วนมากเกิดจากการขาดจิตสำนึกในการคัดแยกขยะ หรือการทิ้งขยะตามพื้นและแหล่งน้ำ ตลอดจนการผลิตหรือใช้สิ่งของต่างๆที่มากเกินกว่าความจำเป็น ทำให้ปริมาณขยะเพิ่มขึ้นรวมถึงการเก็บและทำลายขยะอย่างไม่มีประสิทธิภาพส่งผลทำให้มีขยะตกค้างและหมักหมมจนก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้สาเหตุของการเกิดขยะในชุมชน ยังสามารถแบ่งตามแหล่งกำเนิด[3] ได้ ดังนี้

- ของเสียจากอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่เกิดจากการจัดการที่ไม่เหมาะสมโดยทิ้งรวมไว้กับมูลฝอย รัฐบาลได้จัดตั้งศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรมขึ้นแห่งแรกในพ.ศ. 2531 ที่แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน
- ของเสียจากโรงพยาบาลและสถานที่ศึกษาวิจัย ซึ่งเป็นของเสียที่มีอันตราย เช่น ขยะติดเชื้อ เศษอวัยวะผู้ป่วย สารเคมี ของเสียที่ปนเปื้อนจากการรักษาพยาบาล ที่ปะปนกับขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลต่างๆทำให้เพิ่มความเสี่ยงในการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้
- ของเสียจากภาคเกษตรกรรม เช่น ปุ๋ย มูลสัตว์ น้ำทิ้งจากการปศุสัตว์ เป็นต้น
- ของเสียจากสถานประกอบการต่างๆ เช่น ร้านอาหาร ตลาดสด เป็นต้น
- ของเสียจากครัวเรือนและแหล่งชุมชน เช่น เศษอาหาร เศษกระดาษ เศษผัก เศษพลาสติก เป็นต้น

ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดในชีวิตประจำวันหรือจากแหล่งชุมชนนั้นยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ได้แก่ ลักษณะภูมิศาสตร์ ฤดูกาล รายได้ พฤติกรรมการบริโภคอาหาร โครงสร้างของครอบครัว ลักษณะการจับจ่ายใช้สอย ทัศนคติในการดำรงชีวิต กฎหมายระเบียบข้อบังคับ ผลเสียทางตรงที่เกิดจากขยะมูลฝอยทำให้เกิดความสกปรก ขาดความเป็นระเบียบ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อโรค ทำให้เกิดมลพิษทั้งทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ ทำให้ดินเสื่อม ทำลายแหล่งน้ำ เกิดควัน ก๊าซ ขี้เถ้า เป็นก๊าซพิษ ก่อความรำคาญ ทำลายสุขภาพและมีกลิ่นเหม็น

2.1.2 การจัดการขยะชุมชน[2]

[3]ศูนย์พัฒนาทรัพยากรการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, การขจัดขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล,(online : www.elearning.msu.ac.th)

การจัดการขยะชุมชนเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมปริมาณขยะมูลฝอย การเก็บขยะชั่วคราวไว้ในภาชนะ การรวบรวมขยะมูลฝอย การขนถ่ายและการขนส่ง การแปลงรูปขยะมูลฝอย โดยคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดทางสุขภาพอนามัย เศรษฐศาสตร์ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และผลกระทบต่อสังคม

ขยะมูลฝอยที่มีผลกระทบกับสภาพแวดล้อมทำให้ดินแหล่งน้ำ อากาศ มีการปนเปื้อน เกิดเป็นมลพิษเกิดความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยและส่งผลต่อสุขภาพอนามัย การป้องกันและการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยจึงควรเริ่มจากการสร้างจิตสำนึกให้มนุษย์รู้จักรับผิดชอบในการรักษาความสะอาดตลอดจนการคัดแยกขยะเพื่อไม่ให้เป็นสาเหตุของการแพร่กระจายของเชื้อโรคโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความเสียหายที่อาจเกิดต่อการดำรงชีวิตและวิถีชีวิตที่ดีงามของสังคม โดยจะต้องไม่ก่อให้เกิดเป็นแหล่งเพาะพันธุ์พาหะนำโรค เช่น แมลงวัน แมลงสาบ หนู ยุง สัตว์มีพิษ และต้องไม่ก่อให้เกิดเหตุความเดือดร้อน และขัดผลประโยชน์ของประชาชนในบริเวณชุมชนและพื้นที่ใกล้เคียง

วิธีการจัดการกับขยะมูลฝอยที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน มี 3 หลักการ คือ

1) การฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะ(Sanitary landfill) เป็นการนำขยะมูลฝอยฝังลงในบ่อหรือหลุมดินที่เตรียมไว้ แล้วจึงบดอัดขยะมูลฝอยให้แน่นตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นนำดินที่เหมาะสมมากลบหน้าขยะมูลฝอย นิยมใช้แบบขุดร่องเพราะเป็นการฝังกลบขยะมูลฝอยในพื้นที่ราบระดับดินสม่ำเสมอ ในกรณีที่พื้นที่เป็นที่ลุ่มหรือลาดเอียง จะใช้การกลบบนพื้นที่โดยเทขยะมูลฝอยในระดับต่ำสุดก่อนจนเต็มพื้นที่ซึ่งเป็นการปรับหน้าดินให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้

2) การหมักเป็นปุ๋ย(Composting) เป็นวิธีการนำขยะมูลฝอยจำพวกอินทรียสารที่สามารถย่อยสลายได้เอง นำมาหมักด้วยวิธีที่ใช้อากาศ (Aerobic composting) และไม่ใช้อากาศ (Anerobic composting) และเมื่อขยะมูลฝอยเหล่านั้นย่อยสลายสมบูรณ์แล้วจะได้เป็นสารปรับปรุงสภาพดิน (Compost) สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรต่อไปได้

3) การเผาโดยใช้เตาเผา(Incineration) วิธีการนี้จะใช้เตาเผาขยะมูลฝอย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเตาเผาขยะมูลฝอยที่จะต้องควบคุมอุณภูมิการเผาให้มากกว่า 800 องศาเซลเซียส ควันที่เกิดขึ้นจะเข้าสู่เตาเผาและจะต้องควบคุมอุณหภูมิของควันให้มากกว่า 1,000 องศาเซลเซียส กากที่เหลือจากการเผาไหม้นี้สามารถนำไปฝังกลบหรือฝังรวมกับขยะมูลฝอยในบ่อหรือหลุมดินได้ วิธีนี้สามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยลงได้จำนวนมากและเป็นวิธีที่เหมาะกับการกำจัดขยะมูลฝอยที่ติดเชื้อและขยะมูลฝอยที่อันตรายบางอย่างได้

การจัดการกับขยะมูลฝอยทั้ง 3 หลักการดังกล่าวข้างต้นนั้นสามารถดัดแปลงให้เหมาะกับข้อจำกัดของชุมชนในแต่ละพื้นที่ได้ นอกจากจะช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยได้แล้วเรายังสามารถนำ

ประโยชน์จากขยะมูลฝอยบางประเภทมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆได้อีกด้วย เช่น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย

2.2.แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะ[3]

การใช้เทคโนโลยีเพื่อผลิตพลังงานจากขยะควรเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับพื้นที่ของแต่ละชุมชนโดยจะต้องพิจารณาจากลักษณะของขยะในพื้นที่ดังกล่าว ปริมาณขยะที่มีในแต่ละวัน ตลอดจนวัตถุประสงค์และความต้องการของชุมชน รวมถึงการพิจารณาด้านความเป็นไปได้ทางการเงิน จำนวนงบประมาณที่จะใช้ในการลงทุน และผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ได้รับผลการตอบแทนจากการลงทุนที่คุ้มค่ามากที่สุด เนื่องจากแต่ละชุมชนจะมีลักษณะเฉพาะของตนเองแนวคิดและเทคโนโลยีประเภทหนึ่งอาจจะไม่เหมาะสมกับชุมชนอื่นๆก็ได้

โดยทั่วไปแล้วพบว่าเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยโดยนำขยะมูลฝอยมาผลิตเป็นพลังงานในปัจจุบันมี 6 วิธีดังนี้

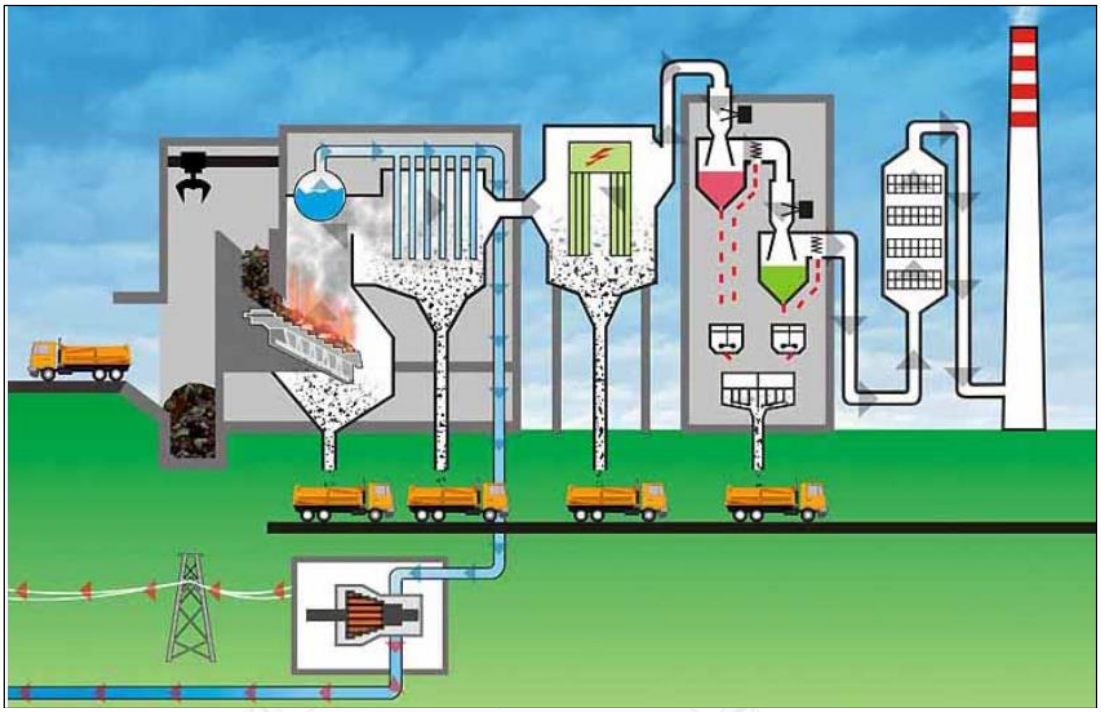
1. เทคโนโลยีการเผาในเตาเผา (Incineration)
2. เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพโดยการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion, AD)
3. เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบฝังกลบ (Landfill Gas to Energy)
4. เทคโนโลยีการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification)
5. เทคโนโลยีเชื้อเพลิงอัดแท่ง (Refuse Derived Fuel, RDF)
6. เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc)

อย่างไรก็ตาม แต่ละเทคโนโลยีจะมีหลักการทำงาน ความเหมาะสม ข้อดี ข้อจำกัดแตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพของขยะมูลฝอย วัตถุประสงค์ของการกำจัดขยะมูลฝอยในแต่ละชุมชนและสภาพพื้นที่ของชุมชนนั้น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) <u>การเผาในเตาเผา (Incineration)</u>

เทคโนโลยีการเผาขยะในเตาเผาถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับขยะที่มีอัตราความชื้นสูงและมีค่าความร้อนที่แปรผันได้การเผาไหม้จะต้องมีการควบคุมที่ดีเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษและเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมทั้งกลิ่น เขม่า และควัน ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้จะมีการกำจัดเขม่าและอนุภาคตามที่

กฎหมายควบคุม โดยขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ที่มีปริมาตรประมาณ 10% และน้ำหนักประมาณ 25-30%ของขยะที่ส่งเข้าเตาเผาจะถูกนำไปฝังกลบหรือใช้เป็นวัสดุปูพื้นสำหรับการสร้างถนนส่วนขี้เถ้าที่มีส่วนประกอบของโลหะอาจถูกนำกลับมาใช้ใหม่ได้นอกจากนั้นในบางพื้นที่ที่มีปริมาณขยะอยู่มากสามารถที่จะนำพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาขยะมาใช้ในการผลิตไอน้ำหรือทำน้ำร้อนหรือผลิตกระแสไฟฟ้าได้



รูปที่ 2.1 กระบวนการทำงานหลักของเทคโนโลยีเตาเผาขยะ

จากรูปที่ 2.1 แสดงกระบวนการทำงานหลักของเทคโนโลยีเตาเผาขยะโดยทั่วไปจะประกอบด้วยกระบวนการทำงานหลัก ดังต่อไปนี้

- ขั้นตอนการลงทะเบียนและควบคุมขยะมูลฝอย จะเป็นหน่วยรับลงทะเบียน ตรวจสอบควบคุมประเภทของขยะ การชั่งน้ำหนัก ก่อนที่ส่งเข้าสู่โรงเตาเผาขยะ
- ขั้นตอนการลดขนาด คัดแยก และตรวจสอบขยะ ในขั้นตอนนี้จะทำการคัดแยกขยะบางจำพวกออก บางชนิดใหญ่เกินไปจะต้องมีการลดขนาดให้เล็กลงเพราะไม่สามารถเข้าเตาเผาได้ซึ่งจะต้องตรวจสอบขยะก่อนที่จะส่งเข้าเตาเผา
- ขั้นตอนการถ่ายขยะและหลุมรองรับขยะ ในขั้นตอนนี้การถ่ายขยะมูลฝอยลงหลุมรับขยะซึ่งหลุมนั้นจะต้องมีความจุเพียงพอกับปริมาณขยะในแต่ละวัน ขบะบางชนิกจะต้องทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนจะส่งเข้าสู่เตาเผา

- ขั้นตอนระบบป้อนขยะ เมื่อขยะถูกผสมทำให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วจะถูกส่งเข้าเตาเผาผ่านช่องป้อนขยะ โดยขยะจะถูกทำให้แห้งก่อนที่จะติดไฟต่อด้วยการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ในลานเผาเกิดเป็นก๊าซไอเสียเข้าสู่ห้องเผาไหม้ต่อไป
- ระบบพลังงานกลับมาใช้ใหม่ ก๊าซไอเสียในขั้นตอนก่อนหน้าจะผ่านเข้าสู่อุปกรณ์ที่ทำการแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งจะทำให้สามารถนำไอน้ำหรือพลังงานความร้อนกลับมาใช้ได้ใหม่
- ขั้นตอนการนำขี้เถ้าและก้อนเถ้าออกโดยการร่อนคัดแยก ผลิตภัณฑ์ที่ได้ในขั้นตอนนี้จะนำไปใช้ในการทำวัสดุก่อสร้างถนน บางส่วนถูกคัดออกมาแล้วนำไปฝังกลบ
- ขั้นตอนควบคุมมลพิษทางอากาศ ในขั้นตอนนี้อาจมีการใช้เครื่องดักจับฝุ่นด้วยไฟฟ้าสถิตย์โดยจะดักจับอนุภาคของฝุ่นและโลหะหนักบางชนิด ก่อนทำการปล่อยไอเสียออกสู่บรรยากาศ
- ขั้นตอนการปล่อยไอเสีย เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะระบายไอเสียที่ได้รับการบำบัดแล้วโดยความสูงของปล่องจะถูกควบคุมให้อยู่ในมาตรฐานของกรมอุตุนิยมวิทยา

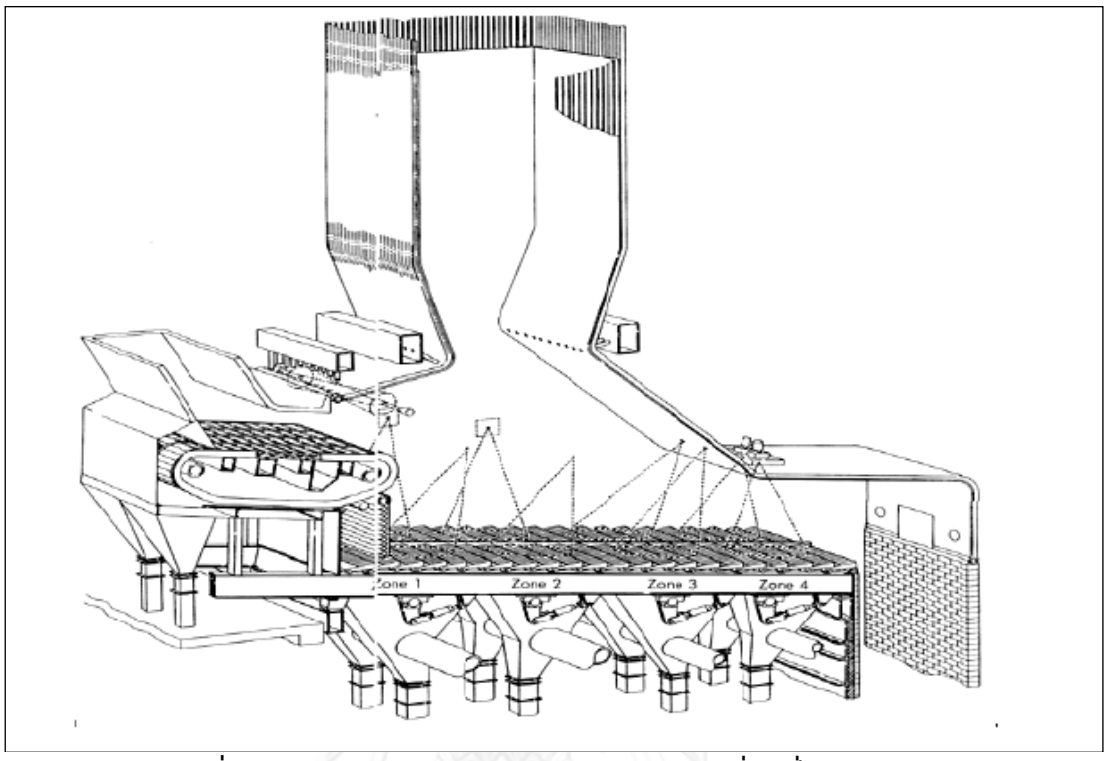
ในปัจจุบันเราแบ่งระบบเตาเผาขยะออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) ระบบที่ต้องมีการจัดการขยะเบื้องต้น (Burning of Preheated and Homogeneized Waste)เช่น การลดขนาด หรือการคัดแยก เราจะใช้ก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ขยะในเตาเผามาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงาน โดยจะถูกทำให้เย็นตัวลงในหม้อน้ำก่อนจะเข้าสู่อุปกรณ์ควบคุมมลพิษทางอากาศ

(2) ระบบการเผาไหม้มวล (Mass Burn System)[4]ซึ่งแบ่งเป็นการเผาไหม้ในเตาเผาแบบตะกรับเคลื่อนที่ได้ (Moving grate) ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.2 และระบบการเผาแบบฟลูอิดไดเบดซ์หมุน (Rotary Klin)[5]ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.2

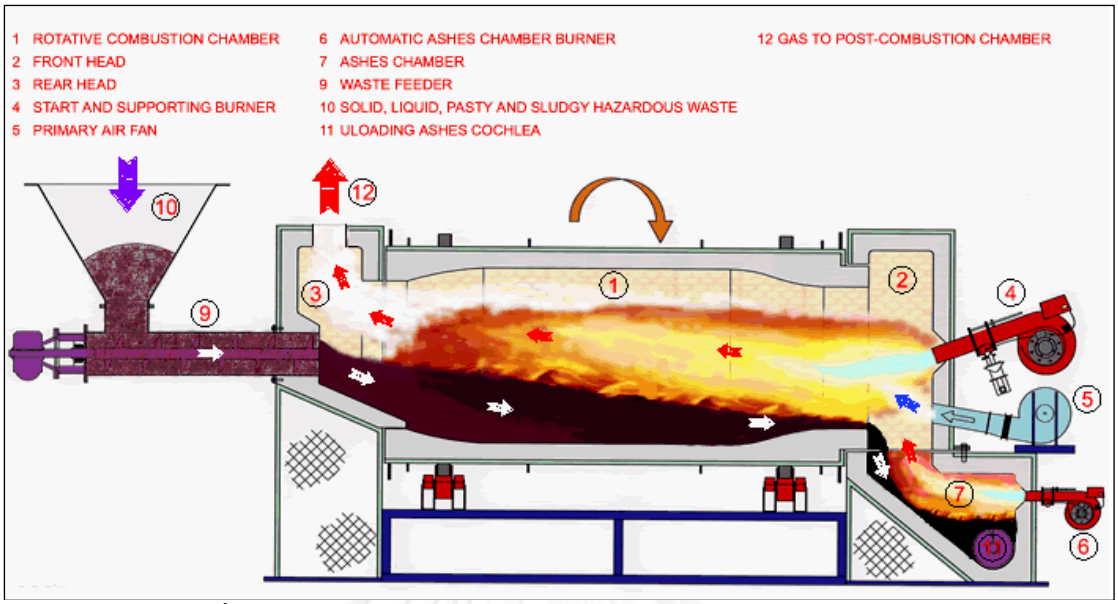
[4]ระบบการเผาไหม้มวล (Mass Burn System) หมายถึงการเผาทำลายขยะมูลฝอยในสภาพที่รับเข้ามาโดยไม่ต้องมีกระบวนการจัดการเบื้องต้นก่อน

[5]ระบบการเผาแบบฟลูอิดไดเบดซ์หมุน (Rotary Klin) หมายถึง การเผาทำลายขยะมูลฝอยโดยมีการจัดการขยะเบื้องต้นก่อนทำการเผาต้องมีระบบเพื่อการลดขนาด การบดตัด และการคัดแยกก่อน



รูปที่ 2.2 กระบวนการของเตาเผาแบบตะกรับเคลื่อนที่ได้ (Moving grate)

จากรูปที่ 2.2 แสดงกระบวนการของเตาเผาแบบตะกรับเคลื่อนที่ได้ (Moving grate) ก้ามปูของตะกรับด้านบน (Overhead Crane) จะทำหน้าที่จับขยะเพื่อป้อนลงไปในช่องป้อนก่อนที่ขยะจะตกลงเข้าไปในห้องเผาไหม้ด้วยแรงโน้มถ่วงเมื่อขยะมูลฝอยค้างบนตะกรับแล้วความร้อนในเตาเผาจะทำให้ขยะแห้งก่อนที่จะเกิดการเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิสูงกับอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้เถ้ารวมทั้งส่วนประกอบของขยะส่วนที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้จะหลุดออกจากตะกรับในลักษณะของกากตะกรัน (Slag) / เถ้าหนัก (Bottom Ash) ผ่านหลุมถ่ายเถ้า ทั้งนี้ตะกรับจะทำหน้าที่เป็นเสมือนพื้นผิวด้านล่างของเตาการเคลื่อนที่ของตะกรับหากได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องจะทำให้ขยะมีการเคลื่อนย้ายและผสมผสานกันอย่างมีประสิทธิภาพและทำให้อากาศที่ใช้ในการเผาไหม้สามารถแทรกซึมไปทั่วถึงพื้นผิวของขยะตะกรับอาจถูกจัดแบ่งใช้เป็นพื้นที่ย่อยเฉพาะซึ่งทำให้สามารถปรับปริมาณอากาศเพื่อใช้ในการเผาไหม้ได้อย่างอิสระและทำให้สามารถเผาไหม้ได้แม้ขยะที่มีค่าความร้อนต่ำการเผาไหม้ที่อยู่บนตะกรับนี้โดยขณะเผาไหม้ตะกรับจะเคลื่อนที่และลำเลียงขยะจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย



รูปที่ 2.3 กระบวนการของเตาเผาแบบหมุน (Rotary Klin)

จากรูปที่ 2.3 แสดงกระบวนการของเตาเผาแบบหมุน (Rotary Klin)เป็นระบบที่ต้องมีการจัดการขยะเบื้องต้นก่อนทำการเผาต้องมีระบบเพื่อการลดขนาดการบดตัดและการคัดแยก จะมีความยุ่งยากในการปฏิบัติงานมากขึ้นดังนั้นระบบดังกล่าวจึงมีการใช้งานอยู่ในวงจำกัดยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก กระบวนการของเตาเผาแบบหมุนจะเป็นการเผาไหม้มวลของขยะมูลฝอยโดยใช้ห้องเผาไหม้ทรงกระบอกซึ่งสามารถหมุนได้รอบแกนขยะจะเคลื่อนตัวไปตามผนังของเตาเผาทรงกระบอกตามการหมุนของเตาเผาซึ่งทำมุมเอียงกับแนวระดับเตาเผาแบบหมุนส่วนใหญ่จะเป็นผนังอิฐทนไฟ นอกจากนี้เวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ (Retention Time) ของก๊าซไอเสียค่อนข้างสั้นสำหรับการทำปฏิกิริยาการเผาไหม้ในเตาเผาแบบหมุนดังนั้นเตาทรงกระบอกจึงมักมีส่วนต่อที่ทำเป็นห้องเผาไหม้หลัง (After-Burning Chamber) และรวมอยู่ในส่วนของหม้อน้ำด้วยจะเห็นว่าเตาเผาแบบหมุน (Rotary Kiln Incinerator) ไม่ต้องการการคัดแยกหรือบดตัดขยะมูลฝอยก่อนสามารถจัดการกับขยะมูลฝอยที่มีองค์ประกอบและค่าความร้อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้เป็นอย่างดีแต่เป็นเทคโนโลยีที่ใช้เงินลงทุนและบำรุงรักษาค่อนข้างสูง

การกำจัดขยะโดยใช้เทคโนโลยีเตาเผาเป็นการผลิตพลังงานจากขยะที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ สำหรับประเทศไทยมีการใช้เทคโนโลยีนี้ที่โรงเผาขยะของเทศบาลภูเก็ตโดยเป็นเตาเผาเป็นแบบตะกรับเคลื่อนที่สามารถเผาขยะมูลฝอยได้วันละ 250ตัน(ธนู ศรีชู,2551)และโรงเผาขยะของเทศบาลเมืองสมุยซึ่งสามารถเผาขยะมูลฝอยได้วันละ 140 ตัน (เทศบาลเมืองสมุย ,2554)

ประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีเผาไหม้ขยะมูลฝอยในเตาเผานั้นเป็นการนำพลังงานเกิดจากการเผาขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่และสามารถนำพลังงานความร้อนที่ได้ไปใช้ผลิตไฟฟ้า ซึ่ง

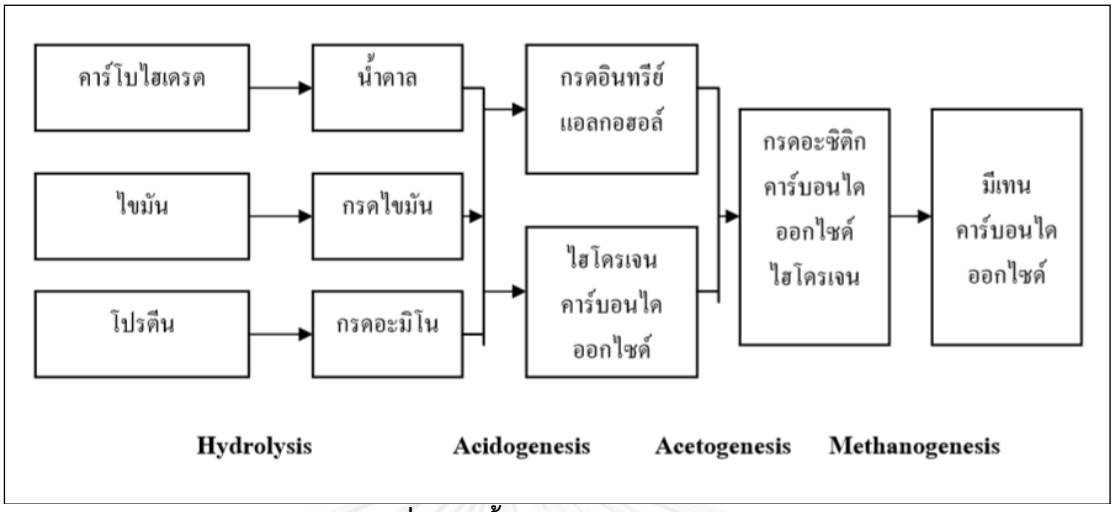
สามารถช่วยลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบและใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ เหมาะกับชุมชนที่มีพื้นที่จำกัดเนื่องจากสามารถลดน้ำหนักและปริมาตรมูลฝอยได้มาก แต่ข้อจำกัดจากการใช้เทคโนโลยีเผาไหม้ขยะมูลฝอยในเตาเผานั้นคือ การควบคุมค่าความร้อนของขยะมูลฝอยที่จะต้องไม่ต่ำเกินไปและมีค่าความชื้นที่ไม่สูงเกินไป ซึ่งหากค่าใดค่าหนึ่งสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในการเผาก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและมีโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ นอกจากนี้ยังต้องเงินลงทุนและมีค่าใช้จ่ายการดำเนินงานค่อนข้างสูงจำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญในการเดินระบบ เนื่องจากการก่อสร้างเตาเผาไม่ได้มาตรฐานจะทำให้การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์จะก่อให้เกิดปัญหามลภาวะด้านสิ่งแวดล้อม

2) <u>การผลิตก๊าซชีวภาพโดยการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion, AD)</u>

เป็นกระบวนการหมักของเสียในสภาวะที่ไร้ออกซิเจน เพื่อให้จุลินทรีย์ย่อยสลายขยะมูลฝอยให้กลายเป็นก๊าซชีวภาพสำหรับใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานความร้อน นอกจากนี้ยังได้เป็นปุ๋ยที่ใช้ปรับสภาพดินในการเกษตรต่อไป การนำแนวทางผลิตก๊าซชีวภาพโดยการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนมาใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน[3] ดังนี้

(1) การคัดแยกและเตรียมสภาพขยะ (Front-end Treatment) ซึ่งได้แก่ การคัดแยกขยะที่เป็นสารอินทรีย์ออกจากขยะรวมทั่วไปหรือสิ่งปะปนอื่นๆ รวมถึงการการสภาพขยะให้เหมาะสำหรับการหมักในระบบการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน
(2) การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) เป็นขั้นตอนการผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งขยะจะคงสภาพ ไม่มีกลิ่นเหม็นและเชื้อโรค
(3) การบำบัดขั้นหลัง (Back-end Treatment) ซึ่งได้แก่ การทำให้ขยะอินทรีย์ย่อยสลายได้มากขึ้นโดยใช้การหมักปุ๋ยแบบอากาศ การฆ่าเชื้อโรค และการปรับสภาพดินให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้เพาะปลูก

เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) เป็นเทคโนโลยีที่สามารถใช้บำบัดขยะมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถผลิตพลังงานและคืนความสมบูรณ์สู่ธรรมชาติได้ โดยใช้หลักการของกระบวนการทางจุลชีววิทยาในการย่อยสลายในสภาพแวดล้อมที่ขาดออกซิเจน (Anaerobic Environment) ดังนั้น จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Microorganism) จะย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) และก๊าซมีเทน(CH_4)



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน

โดยปกติกระบวนการนี้สามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติได้ในสภาพแวดล้อมที่มีสารอินทรีย์และขาดออกซิเจน ซึ่งเกิดจากการทำงานร่วมกันของจุลินทรีย์หลายชนิด จากรูปที่ 2.4 แสดงขั้นตอนการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน แบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม สำหรับการทำงานใน 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ขั้นตอน Hydrolysis เป็นขั้นตอนที่ Hydrolytic Bacteria ซึ่งหมายความรวมถึงจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียทั่วไปย่อยสลายของเสียจากสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนให้กลายเป็นสารอินทรีย์หน่วยย่อยๆ (Sub-units) เช่น การย่อยให้อยู่ในรูปกรดไขมันและกรดอะมิโน

- ขั้นตอน Acidogenesis เป็นขั้นตอนที่ Acidogenic Bacteria จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์หน่วยย่อยแล้วเปลี่ยนให้กลายเป็นกรดอินทรีย์คาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน

- ขั้นตอน Acetogenesis เป็นขั้นตอนที่ Acetogenic Bacteria จะทำหน้าที่เปลี่ยนกรดอินทรีย์ให้กลายเป็นกรดอะซิติกหรือเกลืออะซิเทต ที่เป็นสารตั้งต้นหลักในการผลิตมีเทนรวมทั้งในขั้นตอนนี้จะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไฮโดรเจนออกมา

- ขั้นตอน Methanogenesis เป็นขั้นตอนที่ Methanogenic Bacteria เปลี่ยนกรดอะซิติกหรือเกลืออะซิเทตให้กลายเป็นมีเทนรวมทั้งคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนบางส่วนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นมีเทนด้วยโดยกรดอะซิติกหรือเกลืออะซิเทตซึ่งเป็นสารประกอบสำคัญที่สร้างมีเทนมากที่สุดส่วนที่เหลือจะถูกเปลี่ยนรูปจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไฮโดรเจนและกรดระเหยง่ายอื่นๆ เช่น กรดแลคติก (Lactic Acid) และกรดโพรพิโอนิก (Propionic Acid) เป็นต้น

เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนที่นำมาใช้ในการบำบัดขยะมูลฝอยในปัจจุบันได้รับการพัฒนาให้มีความหลากหลายเชิงวิศวกรรมมากขึ้นสามารถแบ่งได้เป็น 2ประเภทหลักตามปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ถังหมัก ได้แก่

(1) การหมักแบบแห้ง (Dry Digestion Process) โดยที่ปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบอยู่ระหว่าง 20-40 เปอร์เซ็นต์

(2) การหมักแบบเปียก (Wet Digestion Process) โดยที่ปริมาณเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ส่วนใหญ่แล้วจะอยู่ระหว่าง 10-15เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ หากแบ่งระบบการทำงานของการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนตามอุณหภูมิที่ใช้ในการเดินระบบนั้นจะสามารถแบ่งได้เป็น การหมักที่ใช้อุณหภูมิระดับกลาง (Mesophilic Digestion Processs)[6] และการหมักที่ใช้อุณหภูมิระดับสูง (Thermophilichilic Digestion Processs)[7]

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานได้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของกระบวนการหมักแบบแห้ง (Dry Digestion Process) และการหมักแบบเปียก (Wet Digestion Process) ไว้ ตารางที่ 2.1 ได้เปรียบเทียบความแตกต่างของกระบวนการหมักที่อุณหภูมิระดับกลาง (Mesophilic Digestion Processs) และการหมักที่อุณหภูมิระดับสูง (Thermophilichilic Digestion Processs) โดยในการหมักแบบเปียกนั้นจะมี ความเข้มข้นของ Feed Substrate อยู่ในระดับมากกว่า 10 % แต่ไม่ถึง 20 % มีลักษณะของ Feed Substrate เป็น Liquid Suspension และมีปริมาณน้ำทิ้งมากกว่าการหมักแบบแห้งที่มีลักษณะของ Feed Substrate เป็น Solid ที่มีความเข้มข้นของ Feed Substrate ไม่ถึง 20 %

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่างการหมักแบบแห้งและการหมักแบบเปียก

(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548 อ้างใน ทิพย์มาศ สมนึก,2551)

รายละเอียด	การหมักแบบเปียก	การหมักแบบแห้ง
ความเข้มข้นของFeed Substrate	10%<TS<20%	TS >20%
ลักษณะของ Feed Substrate	Liquid Suspension	Solid
อุณหภูมิในการเดินระบบ	Mesophilic และ ThermophilicBand	น้อยกว่า Thermophilic Band

[6]การหมักที่ใช้อุณหภูมิระดับกลาง (Mesophilic Digestion Processs) เป็นกระบวนการหมักที่ทำงานได้ดีในอุณหภูมิประมาณ 20 ℃ – 45 ℃ และจะเหมาะสมที่สุด คือ ช่วง 37 ℃ – 41 ℃

[7]การหมักที่ใช้อุณหภูมิระดับสูง (Thermophilichilic Digestion Processs) เป็นกระบวนการหมักที่ทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่สูงกว่า โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดคือประมาณ 50 ℃ – 52 ℃ แต่สามารถทำงานได้ในอุณหภูมิที่สูงขึ้นไปถึง 70 ℃

ความจำเป็นที่ต้องมีระบบ Aerobic Composting ในการบำบัดขั้นหลัง	ส่วนใหญ่ไม่จำเป็นหาก Retention Time เหมาะสม	ส่วนใหญ่จำเป็น
ปริมาณน้ำทิ้ง	มากกว่า	น้อยกว่า

ในตารางที่ 2.2 เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการหมักที่อุณหภูมิระดับกลางและการหมักที่อุณหภูมิระดับสูง ในกระบวนการหมักด้วยอุณหภูมิระดับกลางจะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเดินระบบ 5+2 องศาเซลเซียส ในขณะที่การหมักที่อุณหภูมิระดับสูงจะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเดินระบบ 55+2 องศาเซลเซียส มีการควบคุมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและ Organic Loading ที่เหมาะสมได้ง่ายกว่าการหมักที่อุณหภูมิระดับสูง รวมถึงมีการกัดกร่อนถังและท่อ อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ พลังงานที่ใช้ในระบบ น้อยกว่าการหมักที่อุณหภูมิระดับสูง แต่มีพลังงานสุทธิที่ได้ผลิตได้จากระบบสูงกว่า แต่การหมักที่อุณหภูมิระดับกลางจะต้องมีระบบฆ่าเชื้อโรคหากเป็น Single-stage AD

ตารางที่ 2.2 ความแตกต่างระหว่างการหมักที่อุณหภูมิระดับกลางและการหมักที่อุณหภูมิระดับสูง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548 อ้างใน ทิพย์มาศ สมนึก,2551)

รายละเอียด	อุณหภูมิระดับกลาง	อุณหภูมิระดับสูง
อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเดินระบบ	5+2 องศาเซลเซียส	55+2 องศาเซลเซียส
การควบคุมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและ Organic Loading ที่เหมาะสม	ง่ายกว่า	ยากกว่า
การกัดกร่อนถังและท่อ	น้อยกว่า	มากกว่า
อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ	น้อยกว่า	สูงกว่า
พลังงานที่ใช้ในระบบ	น้อยกว่า	มากกว่า
พลังงานสุทธิที่ได้ผลิตได้จากระบบ	สูงกว่า	น้อยกว่า
การกำจัดเชื้อโรคในกากตะกอนที่เหลือจากระบบ	ต้องมีระบบฆ่าเชื้อโรคหากเป็น Single-stage AD	ไม่จำเป็นหาก GMRT/HRT เหมาะสม[8]

[8]GMRT คือ ค่า Minimum Guaranteed Retention Time, HRT คือ ค่า Hydraulic Retention Time

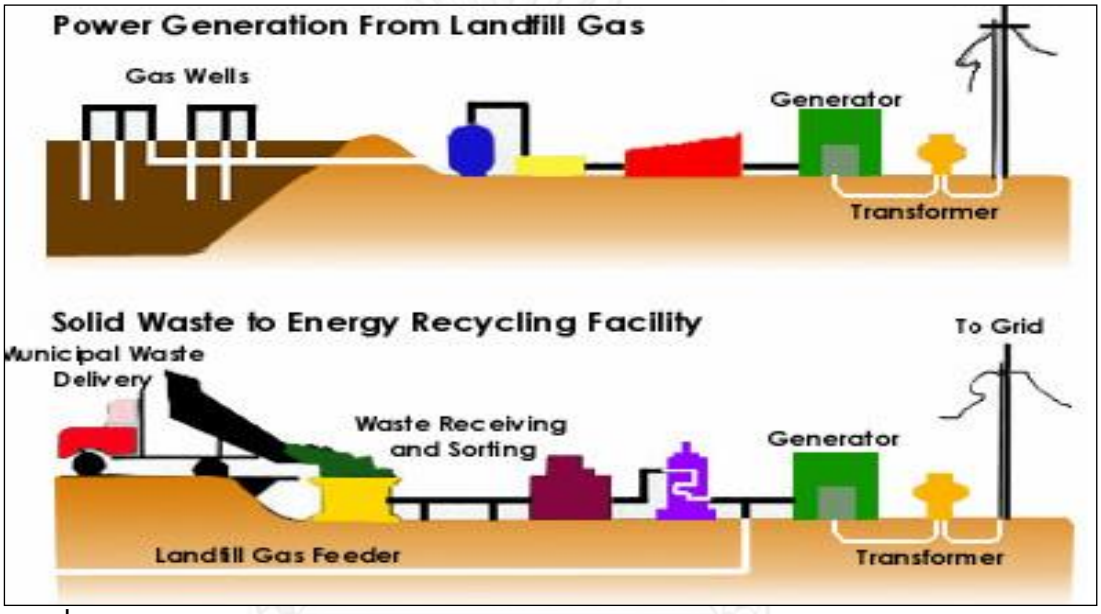
ทั้งนี้ คุณภาพและปริมาณของก๊าซชีวภาพที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจนจะขึ้นอยู่กับลักษณะของขยะนั้นเป็นหลัก นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับการควบคุมกระบวนการและสภาพแวดล้อมของการหมัก เช่น อุณหภูมิ ปริมาณของขยะอินทรีย์ ปริมาณแบคทีเรีย ระยะเวลาการพัก การผสมคลุกเคล้าขยะ ตลอดจนความเป็นกรด ด่างในขยะ เป็นต้น เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยกระบวนการย่อยสลายโดยไร้ออกซิเจน ในปัจจุบันได้รับความนิยมจากประเทศต่างๆทั่วโลก และสำหรับประเทศไทยมีการใช้เทคโนโลยีนี้แล้ว ในโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงานของเทศบาลนครระยอง โครงการศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี และโครงการกำจัดขยะบนเกาะช้าง จังหวัดตราด ภายใต้ความดูแลขององค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (อพท.)

3) <u>การผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบฝังกลบ (Landfill Gas to Energy)</u>

เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย (Landfill Gas to Energy) เป็นการพัฒนาระบบฝังกลบขยะก่อนที่จะมีการปลดปล่อยก๊าซไอเสียออกสู่ชั้นบรรยากาศ เป็นกระบวนการนำก๊าซมีเทนที่เกิดจากหลุมฝังกลบขยะมาใช้ในการผลิตพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล หลักการทำงานคือจะนำขยะมูลฝอยของชุมชนมาฝังกลบในพื้นที่จัดเตรียมไว้ จากนั้นใช้เครื่องจักรเกลี่ยและบดอัดให้ขยะมูลฝอยยุบตัวลงจนมีความหนาแน่นของชั้นขยะมูลฝอยตามที่กำหนดไว้และใช้ดินบดทับและอัดให้แน่นอีกครั้งหนึ่งแล้วจึงนำมาเกลี่ยและบดอัดอีกเป็นชั้นๆสลับด้วยชั้นดิน ทั้งนี้เพื่อป้องกันปัญหากลิ่น และน้ำที่ชะขยะ ในช่วงแรกจะเป็นการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน (AerobicDecomposition) ที่แทรกอยู่ตามช่องว่างภายในบริเวณฝังกลบเมื่อออกซิเจนหมดลงการย่อยก็จะเปลี่ยนไปเป็นแบบไร้ออกซิเจนซึ่งจะทำให้เกิดก๊าซมีเทนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ก๊าซไนโตรเจนและแอมโมเนียโดยจะพบก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าก๊าซชนิดอื่นๆก๊าซที่เกิดจากกระบวนการนี้เป็นก๊าซชีวภาพหรือ Landfill Gas (LFG) สามารถนำไปใช้ในการผลิตพลังงานความร้อนได้ หากทำให้มีค่าความร้อนสูงขึ้นสามารถนำไปผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้เครื่องยนต์ก๊าซ (Gas Engine)กังหันก๊าซ (Gas Turbine) เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ (Boiler) ได้

เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีการฝังกลบนี้เป็นวิธีที่ง่ายและใช้งานกันอย่างกว้างขวางทั่วโลกปัจจุบันก๊าซชีวภาพที่เกิดจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิต

พลังงานมากขึ้นซึ่งเทคโนโลยีการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยนั้น สามารถจำแนกตามวิธีการดำเนินงานฝังกลบขยะมูลฝอยได้เป็น 2 วิธี ได้แก่ เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากการฝังกลบขยะชุมชนแบบถูกหลักสุขาภิบาล[9] และเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากการฝังกลบขยะชุมชนแบบ Bioreactor Landfill ปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อการผลิตและการระบายก๊าซมีเทนจากพื้นที่ฝังกลบ เช่น องค์ประกอบของขยะมูลฝอย สภาพแวดล้อมแบบไร้ออกซิเจน รูปแบบของสถานที่ฝังกลบ อุณหภูมิ ความชื้น สภาพความเป็นกรด ด่าง ของขยะมูลฝอย ความหนาแน่นของขยะมูลฝอย เป็นต้น



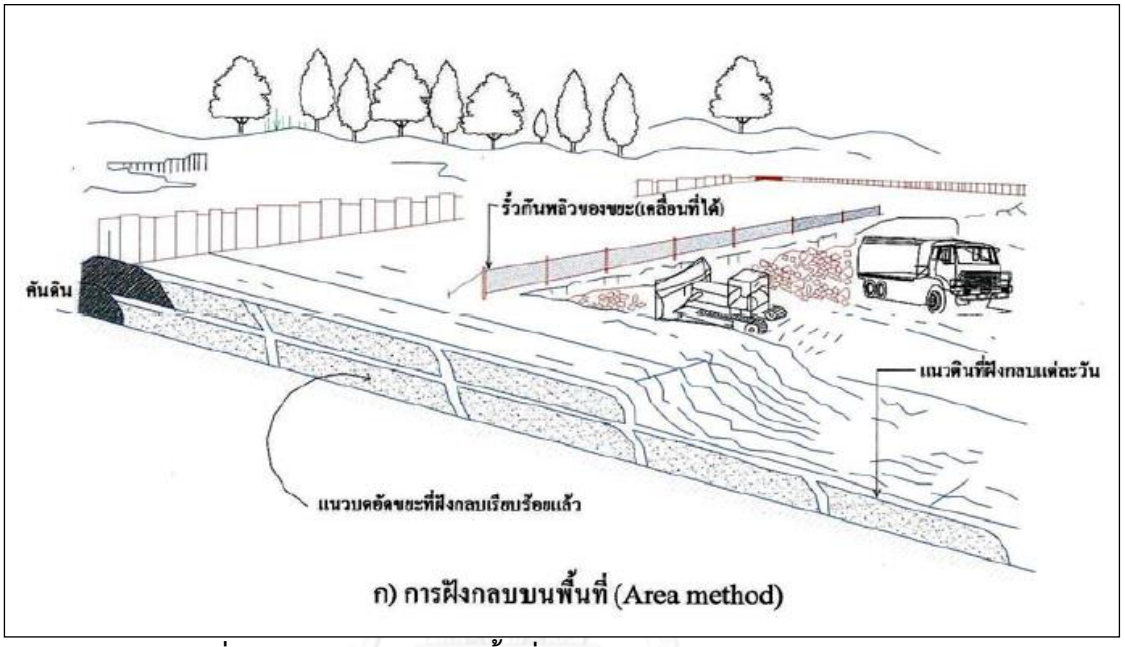
รูปที่ 2.5 การผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล **[4]**

กระบวนการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากระบบฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลมีหลักการทำงานทั่วไปดังแสดงในรูปที่ 2.5 ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

(1) ระบบบำบัดขั้นต้น (Pre-treatment System) เป็นกระบวนการปรับลักษณะของขยะให้เหมาะสมกับการย่อยสลายของจุลินทรีย์ด้วยวิธีการคัดแยก (Sorting) การบดย่อยขยะมูลฝอยให้มีขนาดเล็กลง (Shredding) ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาในการบำบัดน้ำชะขยะ และเพิ่มปริมาณการผลิตก๊าซมีเทน รวมถึงกระตุ้นให้เกิดการทรุดตัวลงของขยะมูลฝอยได้ดีขึ้นส่งผลให้ปริมาณขยะลดลงอย่างรวดเร็ว และช่วยลดระยะเวลาที่จะเกิดการปนเปื้อนต่อสภาพแวดล้อมได้

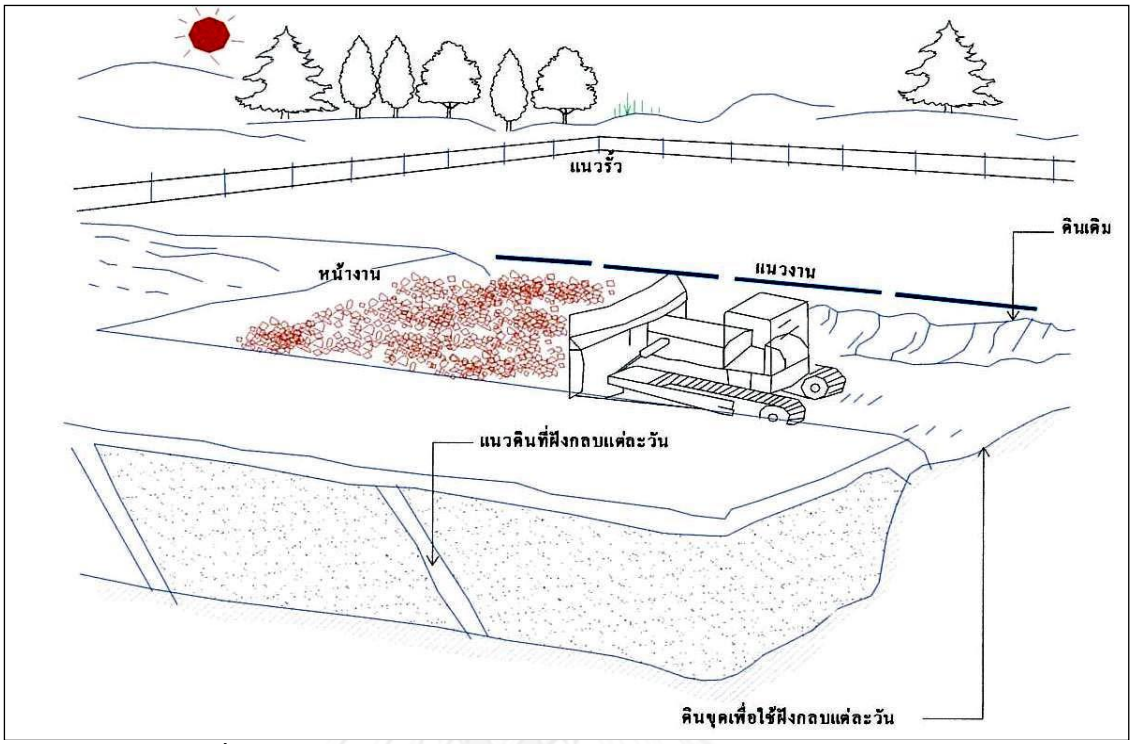
[9] เป็นการพัฒนาระบบฝังกลบขยะมูลฝอยเพื่อลดการปล่อยก๊าซมีเทนที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ภายในหลุมฝังกลบและเป็นก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas: GHG) ที่ทำให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกหรือภาวะโลกร้อน (Global Warming) ดังนั้น การผลิตพลังงานโดยใช้ LFG จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยจึงต้องทำการกู้คืนก๊าซมีเทน (Methane Recovery)

(2) การฝังกลบขยะในพื้นที่ฝังกลบ (Sanitary Landfill System) โดยแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ การฝังกลบแบบพื้นที่ (Area Method) การฝังกลบแบบร่อง (Trench Method) และการฝังกลบแบบบ่อ (Ram Method) แต่ละประเภทจะมีหลักการทำงาน ดังนี้



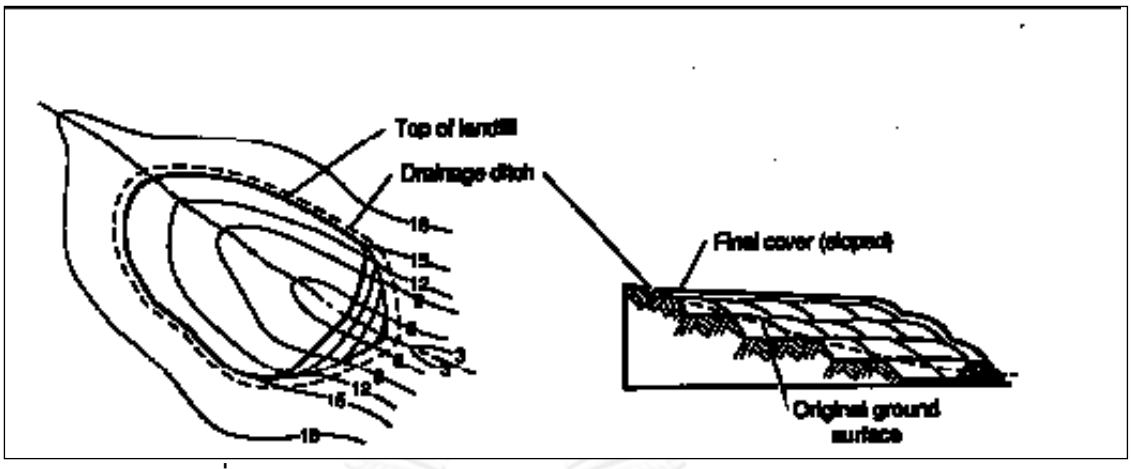
รูปที่ 2.6 การฝังกลบแบบพื้นที่ (Area Method)[4]

รูปที่ 2.6 แสดงกระบวนทำงานของการฝังกลบแบบพื้นที่ (Area Method) เป็นวิธีที่เหมาะสมกับบริเวณที่ไม่สามารถขุดดินเป็นร่องได้ หลังจากเทขยะมูลฝอยและเกลี่ยเป็นแถวยาวกว้างประมาณ 3-7 เมตรไปบนพื้นที่ฝังกลบเป็นชั้นๆโดยให้แต่ละชั้นมีความหนาประมาณ 0.40-0.75 เมตร แล้วอัดให้แน่นก่อนที่จะเทชั้นถัดไปแล้วอัดทับกันไปเรื่อยๆจนได้ความหนาประมาณ 2-3เมตร การบดอัดนี้จะต้องกะประมาณวันให้พอดีจากนั้นจึงกลบดินชั้นบนของขยะมูลฝอยให้มีความหนาประมาณ 0.15-0.30 เมตรซึ่งขยะมูลฝอยที่อัดและกลบเรียบร้อยแล้วในแต่ละชุดเรียกว่าช่องฝังกลบ (Cell)



รูปที่ 2.7 การฝังกลบขยะแบบร่อง (Trench Method) [4]

รูปที่ 2.7 การฝังกลบขยะแบบร่อง (Trench Method) เป็นวิธีที่เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีดินสามารถใช้ฝังกลบได้และชั้นดินต้องมีความหนาพอสมควร วิธีการนี้เริ่มจากการใช้รถขุดพื้นดินให้เป็นร่องยาวประมาณ 30-100 เมตร กว้าง 5-8 เมตรลึก 2 เมตร ดินที่ขุดขึ้นมาจะกองไว้ด้านข้างของร่องเป็นเขื่อนดินเมื่อขุดร่องไปตามต้องการแล้วจึงเทขยะมูลฝอยไปในร่องโดยเกลี่ยให้เป็นชั้นบางๆ มีความหนาประมาณ 0.45-0.60 เมตร แล้วอัดให้แน่นจนได้ความหนาตามที่ออกแบบไว้ก่อนที่จะเทขยะมูลฝอยชั้นต่อไปแล้วบดอัดใหม่เป็นชั้นทับกันไปเรื่อยๆจนได้ความสูงของชั้นขยะมูลฝอยตามต้องการการกำหนดความยาวของร่องที่ฝังกลบขยะมูลฝอยในแต่ละวันควรจะให้ได้ตามความสูงและความยาวที่พอดีกับการที่รถขยะจะเข้ามาถ่ายขยะมูลฝอยลงได้พร้อมกันเพื่อไม่ให้เสียเวลาในการรอคิวของรถขนขยะ



รูปที่ 2.8 การฝังกลบขยะแบบลาดเอียง (Remp Method)[4]

รูปที่ 2.8 เป็นการฝังกลบขยะแบบลาดเอียง (Remp Method) วิธีการนี้เหมาะสำหรับสถานที่ฝังกลบที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดเอียงหรือเป็นหลุมบ่อขนาดใหญ่ในชั้นแรกต้องใช้วิธีฝังกลบแบบร่องก่อนแล้วจึงเริ่มฝังกลบในชั้นถัดไปโดยใช้วิธีการอัดขยะเข้ากับสันบ่อด้วยความลาดเอียง 2 ต่อ 1 เพื่อให้อัดขยะได้แน่นขึ้นในการฝังกลบขยะด้วยวิธีนี้ควรให้ความสูงของชั้นฝังกลบขั้นสุดท้ายอยู่เหนือระดับพื้นดินในบริเวณข้างเคียงเล็กน้อยซึ่งเมื่อมีการทรุดตัวของขยะมูลฝอยในบริเวณฝังกลบจะทำให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกับพื้นดินบริเวณข้างเคียง

(3) ระบบปิดคลุมพื้นที่ฝังกลบ (Cover Systems) เป็นขั้นตอนการปิดคลุมชั้นฝังกลบรายวัน การปิดคลุมระหว่างชั้นฝังกลบขยะและการปิดชั้นฝังกลบขั้นสุดท้าย

(4) ระบบควบคุมด้านสิ่งแวดล้อม เป็นกระบวนการรวบรวมและบำบัดน้ำชะขยะเพื่อควบคุมไม่ให้น้ำชะขยะและน้ำที่ไหลมาจากภายนอกไหลซึมเข้า ออกในพื้นที่ที่ฝังกลบ รวมถึงการตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดิน

(5) ระบบรวบรวมก๊าซชีวภาพ (Landfill Gas Collection System) ประกอบด้วย ระบบหลุมดูดก๊าซ (Extraction Well) ระบบท่อเมน (Header System) ระบบควบแน่นของเหลวในก๊าซ (Condensate System) และระบบเผาก๊าซส่วนเกิน (Flaring System)

(6) ระบบผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพ (Gas Utilization System) ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบขยะมูลฝอยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยและอาจมีความจำเป็นจะต้องปรับปรุงคุณภาพก๊าซก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การกำจัดสารกัดกร่อนต่างๆที่มีอยู่ในก๊าซ

เทคโนโลยีการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบหลุมขยะได้รับความนิยมมากในแถบอเมริกาเหนือ สำหรับประเทศไทยได้มีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในโครงการผลิตไฟฟ้าโดย

ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะของอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และโครงการผลิตไฟฟ้าราชาเทวะ ข้อดีของการใช้เทคโนโลยีนี้คือสามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ทุกประเภทและไม่จำเป็นต้องคัดแยกขยะ แต่มีข้อจำกัดในการผลิตก๊าซชีวภาพในปริมาณที่น้อยกว่าระบบย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน ต้องใช้พื้นที่ในการฝังกลบจำนวนมากซึ่งพื้นที่ฝังกลบนั้นจะไม่สามารถใช้งานอื่นๆได้อีก 20-40 ปี ก่อให้เกิดการสูญเสียมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์และมีความเสี่ยงต่อการเกิดระเบิดและไฟไหม้ในพื้นที่ฝังกลบ

4) <u>การแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification)</u>

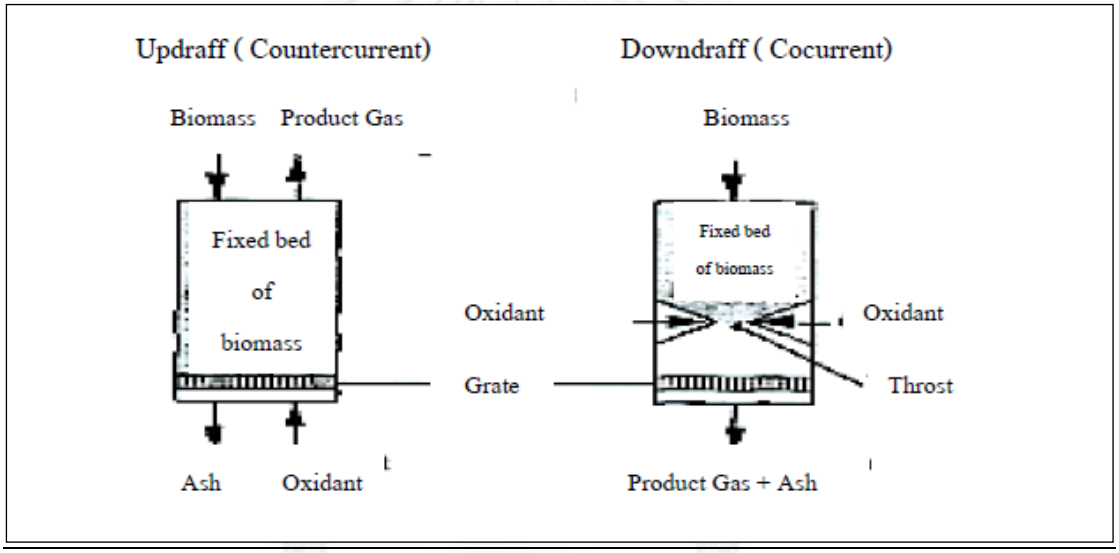
กระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะชุมชน (MSW Gasification) เป็นกระบวนการที่ทำให้ขยะมูลฝอยเป็นก๊าซโดยผ่านการทำปฏิกิริยาสันดาปแบบไม่สมบูรณ์ (Partial Combustion)[10] ทั้งนี้องค์ประกอบของก๊าซเชื้อเพลิงเหล่านั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น ชนิดของเครื่องปฏิกรณ์ (Gasifier) คุณสมบัติของเชื้อเพลิงแข็ง อุณหภูมิ สภาวะความดัน เป็นต้น ในการเลือกใช้เครื่องปฏิกรณ์ (Gasifier)ต้องขึ้นอยู่กับรูปแบบการใช้งานของก๊าซเชื้อเพลิงหรือกำลังไฟฟ้าที่เราต้องการผลิต นอกจากนี้ก๊าซที่ผลิตได้ยังสามารถนำไปใช้งานได้ในหลายรูปแบบทั้งการให้ความร้อนโดยตรง หรือนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ในการผลิตไฟฟ้าของกังหันก๊าซหรือหม้อน้ำ แต่การนำไปผลิตไฟฟ้าโดยเครื่องยนต์ดีเซลนั้นจะต้องนำไปผ่านชุดกรองน้ำมันดินก่อนเพราะอาจจะมีค่าเป็นกรด หรือสารประกอบของโละหะหนัก อัลคาไลน์ ฝุ่นละออง เพื่อลดความเสียหายของระบบและอุปกรณ์ สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดมลพิษที่จะเกิดต่อสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) ได้รับความนิยมอย่างมากในแถบประเทศยุโรปและประเทศญี่ปุ่น สำหรับประเทศไทยยังไม่มีการนำเทคโนโลยีประเภทนี้มาใช้ในการผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยของชุมชน

กระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification)[2] เป็นการแตกตัวของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนในสภาวะที่ต้องควบคุมปริมาณออกซิเจนในสัดส่วนที่ต่ำกว่าค่าที่ทำเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบหลัก รวมเรียกว่า ก๊าซสังเคราะห์ หรือ Syn Gas (Synthesis Gas) สำหรับกรณีที่มีอากาศเป็นตัวทำปฏิกิริยาจะทำให้ได้ก๊าซที่มีค่าความร้อนสูงประมาณ 15-20 MJ/Nm^3 ซึ่งสามารถนำไปใช้ต่อในรูปของพลังงานไฟฟ้าหรือนำไปผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงในรูปแบบอื่นๆได้ปริมาณก๊าซ

[10] ปฏิกิริยาที่สารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยจะทำปฏิกิริยากับอากาศหรือออกซิเจนในปริมาณจำกัดทำให้เกิดก๊าซที่มีองค์ประกอบหลักได้แก่คาร์บอนมอนอกไซด์ไฮโดรเจนและมีเทน หรือ Producer Gas

เชื้อเพลิงนี้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยจึงจำเป็นต้องมีการวิจัยและทดสอบปริมาณก๊าซเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นสำหรับองค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่แตกต่างกัน

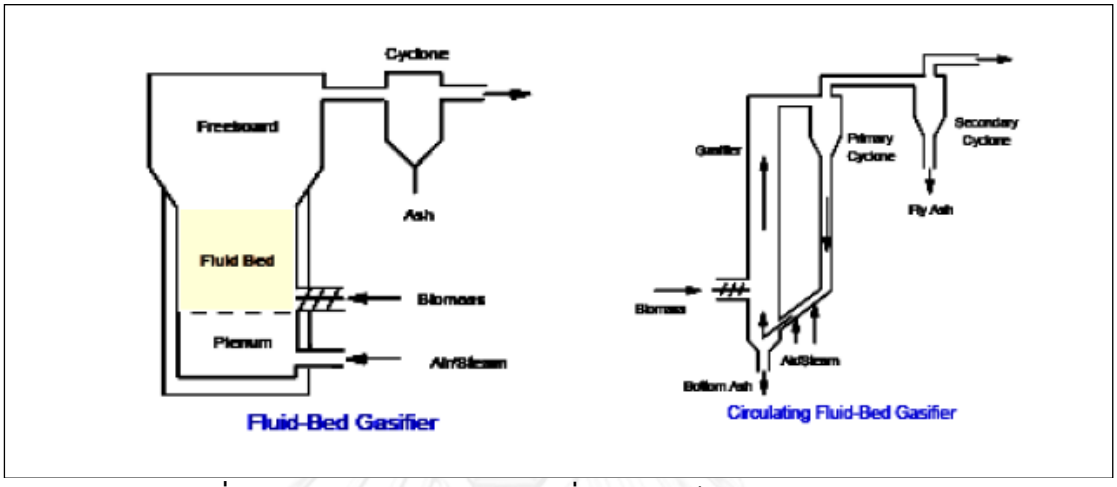
กระบวนการผลิตก๊าซจากเชื้อเพลิงแข็งประกอบไปด้วยปฏิกิริยาการสลายตัว (Decomposition) และปฏิกิริยาการกลั่นสลาย (Devolatilization) ของโมเลกุลสารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยที่มีอุณหภูมิสูงประมาณ 1,200–1,400 องศาเซลเซียสสำหรับเครื่องปฏิกรณ์ผลิตก๊าซเชื้อเพลิงที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบันนี้สามารถแบ่งได้เป็น2ประเภทใหญ่ ได้แก่1) Fixed Bed Gasifier จำแนกออกได้เป็นอีก 3 ประเภท คือ Downdraft Gasifier,Updraft Gasifierและ Cross-Current Gasifier 2) ประเภทเครื่องปฏิกรณ์แบบ Fluidized Bed Gasifier จำแนกออกได้เป็นอีก 3 ประเภท คือ Bubbling Fluidized Bed Gasifier, Circulating Fluidized Bed Gasifier และ Pressurized Fluidized Bed Gasifier



รูปที่ 2.9 หลักการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์แบบ Fixed-Bed Gasifier [4]

รูปที่ 2.9 แสดงหลักการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์แบบ Fixed-Bed Gasifier ซึ่งเป็นเครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้เริ่มแรกและมีหลักการทำงานไม่ซับซ้อน โดยเชื้อเพลิงนั้นจะถูกป้อนเข้าทางส่วนบนของเครื่องและอากาศจะถูกส่งผ่านตะแกรงเข้ามาทางด้านล่าง บริเวณเหนือตะแกรงขึ้นไปจะมีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเรียกการทำงานส่วนนี้ว่า ส่วนการเผาไหม้ (Combustion Zone) เมื่ออากาศผ่านเข้าไปในส่วนการเผาไหม้ (Combustion Zone) จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและถูกส่งผ่านไปยังบริเวณที่ทำให้การเกิดปฏิกริยารีดักชัน(ReductionZone) ซึ่งเป็นส่วนที่มีปริมาณคาร์บอนเพียงพอที่จะทำปฏิกิริยากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเกิดเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจนหลังจากนั้นก๊าซที่ได้จะไหลเข้าสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าในชั้นของเชื้อเพลิงและจะทำปฏิกิริยากลั่นสลายในช่วงอุณหภูมิ 200–500 องศาเซลเซียสก๊าซที่ออกจากเครื่องปฏิกรณ์จะมีอุณหภูมิต่ำลงทำให้เกิดสารระเหยและ

น้ำมันทาร์ขึ้นในช่วงการกลั่นสลายและจะติดออกไปกับก๊าซเชื้อเพลิง ดังนั้น ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบไหลขึ้น (Updraft Gasifier) จะมีปริมาณของน้ำมันทาร์มาก จึงจำเป็นต้องมีหน่วยทำความสะอาดก๊าซเชื้อเพลิงก่อนนำเชื้อเพลิงไปหมุนกังหันก๊าซ



รูปที่ 2.10 หลักการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์แบบFluidized Bed Gasifier[4]

ด้วยการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์แบบ Fixed-Bed Gasifier จะขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาเคมีและสภาพทางฟิสิกส์ของเชื้อเพลิงโดยจะเกิดปัญหาของตะกรัน (Slag) ที่มีมากเกินไปจนเกิดการอุดตันในเครื่องปฏิกรณ์บ่อยครั้งเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์แบบFluidized Bed Gasifier ในรูปที่ 2.10 แสดงหลักการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์แบบ Fluidized Bed Gasifierอากาศจะไหลผ่านชั้นของเชื้อเพลิงเมื่อเพิ่มความเร็วของอากาศจนกระทั่งเชื้อเพลิงที่วางอยู่เริ่มลอยตัวขึ้นภายในเครื่องปฏิกรณ์จะใส่วัสดุเฉื่อย (Inert Material) ที่ทนความร้อนสูงและไม่เกิดการหลอมรวมตัวกันโดยมีแผ่นที่เจาะรูมารองรับตัวกลางเหล่านี้ที่ตอนล่างของเครื่องปฏิกรณ์แผ่นที่เจาะรูนี้จะช่วยทำให้เกิดการกระจายตัวแบบFluidized Bed Gasifier อย่างทั่วถึงโดยการผ่านอากาศหรือออกซิเจนเข้าสู่ตอนล่างของแผ่นรองรับความเร็วของอากาศหรือออกซิเจนที่ผ่านเข้าไปต้องมีค่าที่เหมาะสมที่ทำให้ตัวกลางมีสภาพแขวนลอย (Suspension) ตามปกติเชื้อเพลิงจะถูกเปลี่ยนให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงตามปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification)โดยเป็นปฏิกิริยาของอนุภาคเชื้อเพลิงเล็กๆที่ปลิวหลุดออกมาหรือเป็นปฏิกิริยาการสลายตัวด้วยความร้อนของน้ำมันทาร์ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์เบบ Fluidized Bed Gasifier จะมีปริมาณน้ำมันทาร์อยู่ระหว่างก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบไหลขึ้น (Updraft Gasifier) และเครื่องปฏิกรณ์แบบไหลลง (Downdraft Gasifier)ปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นกับเครื่องปฏิกรณ์แบบFluidized Bed Gasifier คือการสูญเสียสภาพFluidization เนื่องจากเกิดการเผาโลหะอัลคาไลน์จากเถ้าของเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นจะรวมตัวกับซิลิกาในทรายอย่างไรก็ตามการ

สูญเสียคาร์บอนที่ติดไปกับเถ้านั้นทำให้ไม่คุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ในงานขนาดเล็กทำให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูง

อย่างไรก็ตาม ต้นทุนการก่อสร้างระบบของเทคโนโลยีการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification)กำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนาเพื่อให้มีความเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิคและทางด้านเศรษฐศาสตร์ ดังนั้น การนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันจึงมีต้นทุนในการติดตั้งระบบแตกต่างกันโดยมากจะอ้างอิงต้นทุนโดยประมาณการจากเทคโนโลยีเตาเผาขยะ อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) มาใช้นี้เป็นเทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบสิ่งแวดล้อมหรือมลพิษน้อยกว่าการนำขยะมูลฝอยมาเผาโดยตรง

5) <u>เทคโนโลยีเชื้อเพลิงอัดแท่ง (Refuse Derived Fuel,RDF)[5]</u>

การนำขยะมูลฝอยผ่านกระบวนการคัดแยก การลดขนาด การทำให้แห้ง การอัดแท่ง ตลอดจนการบรรจุและการจัดเก็บถือเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของขยะมูลฝอยให้กลายเป็นเชื้อเพลิงขยะ เรียกว่า Refuse Derived Fuel,RDFเป็นการแปลงสภาพของขยะมูลฝอยให้เป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีคุณสมบัติที่มีค่าความร้อน (Heating Value) ความชื้น ขนาดและความหนาแน่นที่เหมาะสมกับการเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้าอีกทั้งมีองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพอย่างสม่ำเสมอเทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง (Refuse Derived Fuel, RDF) จากขยะมูลฝอยสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ในหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ โรงผลิตไฟฟ้าพลังงานความร้อน เป็นต้น

ในเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งนี้จำแนกประเภทเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งได้เป็น 2 ระบบ ได้แก่ ระบบสหรัฐอเมริกาและระบบยุโรป จากตารางที่ 2.3 แสดงถึงประเภทของเชื้อเพลิงขยะตามระบบสหรัฐอเมริกา(ASTM standards)สามารถแบ่งย่อยประเภทของเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งได้เป็น 7 ประเภทย่อย เริ่มจากประเภท RDF-1 ที่มีคุณลักษณะเป็นขยะมูลฝอยที่อยู่ในรูปของขยะที่ได้รับมาโดยตรงจากชุมชนโดยไม่มีการผ่านกระบวนการใดๆทั้งสิ้นไปอาจจะมีการแยกชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ออกมาในกรณีที่สามารถเห็นได้ด้วยตา RDF-2 คือ ขยะมูลฝอยที่ถูกจัดเก็บมาแล้วนำมาผ่านกระบวนการคัดแยกสิ่งที่เผาไหม้ไม่ได้ออกหรือนำไปผ่านกระบวนการลดขนาดอย่างหยาบ ๆRDF-3 คุณลักษณะคล้ายกับ RDF-2 แต่จะลดขนาดให้เล็กลง ถ้าต้องการนำเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งไปใช้กับเทคโนโลยีที่ต้องการเชื้อเพลิงขนาดละเอียดก็จะใช้เชื้อเพลิงชนิดRDF-4 ไปใช้ แต่ถ้าต้องการขนาดใหญ่ขึ้นและมีความหนาแน่นมากขึ้นจะนำ RDF-3 มาผ่านกระบวนการอัดและเรียกว่า

RDF-5 ซึ่งในระหว่างกระบวนการอัดอาจมีการเติมส่วนประกอบต่างๆ เพิ่มเข้าไปเพื่อให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้นตามต้องการ เช่น การเติมหินปูนเพื่อช่วยดูดซับก๊าซที่มีสภาพเป็นกรด หรือการเติมถ่านหินเพื่อช่วยให้มีค่าพลังงานที่สูงขึ้น เป็นต้น สำหรับ RDF-6 และ RDF-7 เป็นเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งที่ไม่ได้อยู่ในรูปของของแข็ง อย่างเช่นประเภทRDF-1 ถึง RDF-5 แต่จะอยู่ในรูปของก๊าซและของเหลวตามลำดับ ซึ่งการเปลี่ยนสภาพจากของแข็งไปเป็นก๊าซนั้นจะทำผ่านกระบวนการที่เรียกว่า แก๊สซิฟิเคชัน (Gassification)

ในตารางที่ 2.3 แสดงประเภทของเชื้อเพลิงขยะตามระบบสหรัฐอเมริกาซึ่งมีคุณลักษณะและใช้ระบบการเผาไหม้ที่แตกต่างกัน ส่วนระบบยุโรปนั้นจำแนกประเภทของเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งตามลักษณะทางกายภาพของเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งได้เป็น 3 ประเภท[4] ได้แก่ c-RDF (Coarse RDF), f-RDF (Fluff RDF) และ d-RDF (Densified RDF) ถ้าเปรียบเทียบกับระบบสหรัฐอเมริกาแล้ว พบว่าเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งประเภทc-RDF เทียบได้กับประเภทRDF-1 ส่วนประเภทf-RDF เทียบได้กับประเภทRDF-3 และ และประเภท d-RDF เทียบได้กับ RDF-5ขั้นตอนสำคัญของกระบวนการทำเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งคือ ขั้นตอนการคัดแยกขยะ กล่าวคือ ต้องคัดแยกส่วนประกอบที่เผาไหม้ได้และส่วนประกอบที่เผาไหม้ไม่ได้ออกจากกันแม้การคัดแยกจะใช้ทั้งแรงงานคนและเครื่องจักรแล้วแต่ขั้นตอนการคัดแยกขยะที่หลากหลายและแตกต่างกันทำให้ไม่สามารถทำได้ในขั้นตอนเดียวต้องทำในหลายขั้นตอนเพื่อให้ได้ส่วนที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงขยะได้มีคุณภาพ

ตารางที่ 2.3 ประเภทของเชื้อเพลิงขยะตามระบบสหรัฐอเมริกา

(ASTM standards E856-83, 2006)

ประเภท RDF	รูปแบบ	คุณลักษณะ	ระบบการเผาไหม้
RDF-1	Raw (MSW)	เป็นขยะอยู่ในรูปของขยะที่ได้รับมาโดยตรงจากผู้ทิ้งโดยไม่ผ่านกระบวนการใดๆ	Stoker
RDF-2	Coarse (c-RDF)	เป็นขยะที่ผ่านการคัดแยกเอาโลหะเหล็กออกไปและทำให้มีขนาดลดลงแบบหยาบ ๆ	FBC , MFC
RDF-3	Fluff (f-RDF)	เป็นขยะที่ผ่านกระบวนการบดจนเหลือเพียงวัสดุที่เผาไหม้ได้เท่านั้นจนได้ขยะที่ 95% โดยน้ำหนักของขยะสามารถผ่านตะแกรงร่อน ขนาด 50 ตารางมิลลิเมตรได้	Stoker

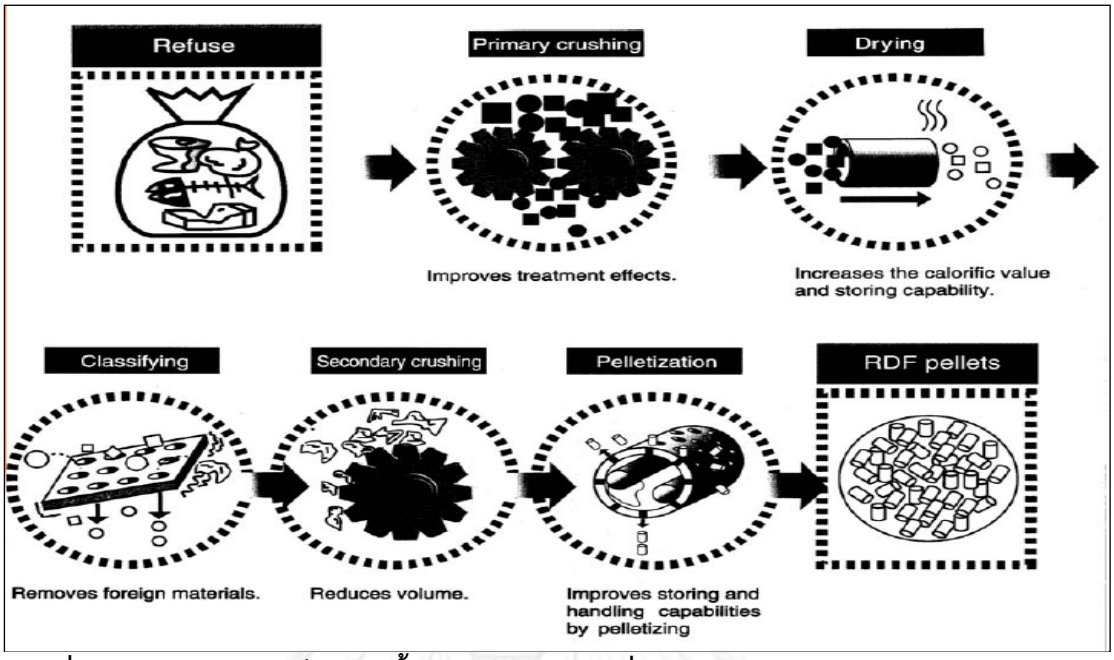
RDF-4	Powder	เป็นขยะจำพวกวัสดุที่เผาไหม้ได้เท่านั้นโดยที่ 95% โดยน้ำหนักของขยะสามารถผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2.5 ตารางเมตรได้	FBC , PF
RDF-5	Dandified (d-RDF)	เป็นขยะที่ผ่านกระบวนการบดจนเหลือเพียงวัสดุที่เผาไม้ที่นำมาอัดให้อยู่ในรูปแบบของอัดเม็ด อัดแท่งหรือก้อนเท่านั้น	FBC , MFC
RDF-6	Liquid	เป็นขยะจำพวกวัสดุที่เผาไหม้ได้ในลักษณะของเชื้อเพลิงเหลวเท่านั้น	Swirl burner
RDF-7	Gas	เป็นขยะจำพวกวัสดุที่เผาไหม้ได้ในลักษณะของเชื้อเพลิงประเภทแก๊สเท่านั้น	Burner,IGCC

คุณลักษณะทั่วไปของเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งจะต้องไม่มีกลิ่นปลอดเชื้อโรคมีขนาดเหมาะสมต่อการป้อนเตาเผาหรือหม้อไอน้ำคือมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15-30 มิลลิเมตร ความยาว 30 - 150 มิลลิเมตรมีความหนาแน่นมากกว่าขยะมูลฝอยและชีวมวลทั่วไปมาตรฐานทั่วไปอยู่ที่ 450-600 kg/m3) ซึ่งเหมาะสมต่อการจัดเก็บและขนส่งมีค่าความร้อนสูงเทียบเท่ากับชีวมวล (~ 13-18 MJ/kg) ความชื้นต่ำ (~ 5-10%) และจะเป็นการลดปัญหามลภาวะจากการเผาไหม้

กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งประกอบด้วย 2 ระบบย่อย คือ การบำบัดขั้นต้น (Front End) และการบำบัดขั้นหลัง (Back End) ในการบำบัดขั้นต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกขยะมูลฝอยออกเป็นส่วนที่เผาได้และส่วนที่เผาไม่ได้ เพื่อทำเป็นวัตถุดิบในการบำบัดขั้นหลัง ซึ่งการบำบัดขั้นหลังเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งให้เป็นพลังงานซึ่งต้องใช้เทคโนโลยีความร้อน (UNEP, 2005) นอกจากนี้ ยังสามารถแบ่งเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งได้เป็น 2 ประเภทคือ กระบวนการ Mechanical Biological Treatment Plant (MBT)[11]และกระบวนการ Autoclaving RDF Plant[12]

[11]กระบวนการMechanical Biological Treatment Plant (MBT)เป็นกระบวนการที่ผสมผสานกันระหว่างวิธีคัดแยกทางกลและวิธีย่อยสลายทางชีวภาพ ส่วนหนึ่งของเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งในกระบวนการดังกล่าวเป็นผลพลอยได้จากการคัดแยกด้วยอุปกรณ์ทางกล เช่น กระดาษ พลาสติก เศษผ้าส่วนขยะที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหารจะนำไปเข้ากระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนหรือแบบไร้ออกซิเจนต่อไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นสารที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน

[12]กระบวนการ Autoclaving RDF Plantเป็นเทคโนโลยีหนึ่งในการผลิตเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งแทนที่ระบบคัดแยกขยะมูลฝอยทางกลด้วยไอน้ำ โดยใช้ไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูงพ่นเข้าไปเพื่ออบขยะภายใต้เวลาและสภาวะที่เหมาะสมจนให้โลหะอโลหะ พลาสติก และสารอินทรีย์ต่างๆแยกตัวออกจากกันหลังจากนั้นจึงนำไปคัดขนาดเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งนี้จะต้องผ่านการร่อน การลดขนาด การคัดแยก การอบแห้ง และการอัดเพื่อจะแยกส่วนที่ไม่ต้องการออกไปทำให้ได้คุณลักษณะเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งที่ต้องการ



รูปที่ 2.11 การแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งที่เผาไหม้ได้ (Densified RDF: RDF5)[6]

รูปที่ 2.11 เป็นกระบวนการแปรรูปของเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งที่เผาไหม้ได้ (Densified RDF: RDF5) ซึ่งการทำงานของเทคโนโลยีชนิดนี้เริ่มจากการคัดแยกขยะที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ เช่นโลหะ แก้วเศษหินขยะอันตรายขยะรีไซเคิล เป็นต้น ออกจากขยะรวมทั่วไปก่อนจะป้อนขยะมูลฝอยเข้าเครื่องสับย่อยเพื่อลดขนาด จากนั้นจึงส่งเข้าเตาอบเพื่อลดความชื้นของขยะมูลฝอยโดยการใช้ความร้อนจากไอน้ำหรือลมร้อนแล้วจึงอบให้แห้งซึ่งจะทำให้ของขยะมูลฝอยมีน้ำหนักลดลงเกือบ 50% และมีความชื้นไม่เกิน 15% ขั้นตอนสุดท้ายจะส่งเข้าเครื่องอัดเม็ด (Pellet) เพื่ออัดแข็งให้มีขนาดและความหนาแน่นเหมาะสมต่อการขนส่งไปจำหน่ายเป็นเชื้อเพลิง

ตารางที่ 2.4 แสดงต้นทุนค่าใช้จ่ายในสายการผลิตแท่งเชื้อเพลิงขยะอัดแข็งในประเทศยุโรปที่มีคุณสมบัติของขยะและการกำหนดมาตรฐานของเชื้อเพลิงขยะแตกต่างกันพบว่าจะมีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตอยู่ในช่วง 6-21 ยูโรต่อตันของเชื้อเพลิงขยะอัดแข็ง ขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้า 1 เมกะวัตต์หรือ 109 ตัน เท่ากับ 54,709,440 บาทต่อปี ต้นทุนการดำเนินงานเป็น 17,189,222 บาทต่อปี (ยิ่งลักษณ์ กาญจนาฤกษ์, 2548) และมีต้นทุนในการก่อสร้างระบบอยู่ที่ 60,000-90,000 บาทต่อตัน

ตารางที่ 2.4 ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงขยะอัดแข็ง [6]

Equipment	Capacitl (t/h)	Power (kW)	Cost (kEuro)	Amortization (Euro/h)	Operating cost (Euro/h)
Densifier	6	5	206.58	4.73	3.62
Air classifier	5	12	41.31	0.95	0.87
Deyer	6	140	309.87	7.09	10.12
Belt conveyor		6	15.49	0.35	0.43
Hammer mill	2	200	129.11	2.96	14.46
	4	250	144.6	3.31	18.08
	6	300	154.93	3.55	21.69
Pelletizer	4	50	206.58	4.73	3.62
Eddy current	5	2.2	7.23	0.83	0.27
Separator	10	2.2	11.87	0.96	0.45
	15	2.2	14.97	1.14	0.48
Magnetic separator	5	3.75	36.15	0.17	0.16
	10	6.25	41.83	0.27	0.16
	15	6.6	49.57	0.34	0.16
Hand sorting				0.00	23.65
Shredder	6	25	56.81	1.30	1.81
	10	50	108.45	2.48	3.62
	15	50	129.11	2.96	3.62
	25	55	154.93	3.55	3.98
Trommel screen	15	20	103.29	2.36	1.45
	25	30	154.93	3.55	2.17

6) เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc)

เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc) เป็นเทคโนโลยีด้านพลังงานขั้นสูงที่ใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยได้ในหลายลักษณะทั้งในรูปแบบของแข็ง ของเหลว และกึ่งแข็งกึ่งเหลว โดยเทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc) นี้ถูกสร้างขึ้นจากการยิงกระแสไฟฟ้า (Electric Current) ผ่านก๊าซที่มีความดันต่ำ (Low Pressure Gas Stream) กระบวนการของเทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc) ใช้อุณหภูมิสูงถึง 5,000-15,000 องศาเซลเซียส ซึ่งการที่ใช้อุณหภูมิสูงเช่นนี้ทำให้สามารถแยกอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของขยะมูลฝอยได้ด้วยวิธีการป้อนขยะมูลฝอยเข้าไปในPlasma ArcField ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานความร้อนสำหรับการเผาไหม้ เพื่อนำก๊าซที่เกิดขึ้นไปผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า

กระบวนการสำคัญของเทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc) มี 3 ระบบ ได้แก่ ระบบผลิตพลังงาน (Power Generation Unit) ระบบควบคุมด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Control) และส่วนที่เป็นเครื่องปฏิกรณ์พลาสมา (Plasma Reactor)

เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc) เป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสูง กำจัดขยะมูลฝอยได้ทุกระเภท เหมาะสมที่จะใช้กำจัดของเสียที่มีอันตราย สามารถทำให้ของแข็งทุกชนิดเปลี่ยนสภาพกลายเป็น Slag ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เทคโนโลยีนี้ผลิตพลังงานได้จากก๊าซร้อนโดยไม่ต้องสิ้นเปลืองทรัพยากรที่จะต้องนำมาใช้เป็นพื้นที่ฝังกลบ แต่มีข้อจำกัดทางด้านงบประมาณเนื่องจากเทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc) เป็นเทคโนโลยีด้านพลังงานขั้นสูงจึงต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมากและจำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้และประสบการณ์ในการใช้เทคโนโลยีชนิดนี้

2.3.แนวคิดเกี่ยวกับการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร [5]

การกำจัดขยะมูลฝอยอย่างครบวงจรจะต้องเริ่มจากระบบการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย จากนั้นนำไปสู่การคัดแยกไปจนถึงการนำกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้งหนึ่ง แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยแบบศูนย์รวมนั้นผู้ที่มีความรับผิดชอบในท้องถิ่นหรือพื้นที่ความรับผิดชอบควรจะพิจารณารูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร โดยเริ่มจากการสำรวจข้อมูลของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่รวมถึงการคาดการณ์ถึงปริมาณของขยะมูลฝอยในอนาคตทั่วไปแล้วควรเตรียมออกแบบและวางแผนล่วงหน้ารองรับระยะเวลาใน 20 ปี ตั้งแต่ขั้นตอนการคัดแยก การเก็บรวบรวม การขนส่ง การใช้ประโยชน์จากการกำจัดขยะมูลฝอย รวมไปถึงขั้นตอนการคัดเลือกเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอย นอกจากการคัดเลือกพื้นที่ กำหนดรูปแบบของการบริหารจัดการ เช่น การออกมาตรการลดปริมาณขยะมูลฝอย การณรงค์ให้นำวัสดุต่างๆกลับมาใช้ใหม่แล้ว จะต้องพิจารณาถึงงบประมาณในการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการรวมถึงการบำรุงรักษาตลอดอายุโครงการด้วย

แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจรนั้นจะเน้นให้มีการวางแผนอย่างมีประสิทธิภาพลดปริมาณขยะมูลฝอยและสามารถนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ทั้งการใช้ซ้ำหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยบางประเภทสามารถผลิตเป็นพลังงานหรือเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เช่น ปุ๋ยหมัก เป็นต้น แนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยของชุมชนในระยะยาวคือการบริหารจัดการในรูปแบบศูนย์การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจรโดยมุ่งเน้นความร่วมมือของชุมชนตลอดจนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งในการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนอย่างถูกหลักสุขาภิบาลควรจะมีการกำหนดมาตรการในการจัดการปัญหาขยะมูลฝอยในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ด้านการจัดการ

มาตรการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยในด้านการจัดการควรระบุอยู่ในแผนหลักและแผนปฏิบัติการจัดการขยะมูลฝอยระดับจังหวัดให้สอดคล้องกับแผนระดับชาติและกำหนดหน่วยงานที่ทำหน้าที่ควบคุมให้เป็นไปตามระเบียบข้อบังคับที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่การเก็บ การขนส่ง และการกำจัด นอกจากนี้จะต้องมีการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินสภาพปัญหาอย่างต่อเนื่อง ควรใช้หลักการ Polluter Pays Principle หรือหลักการที่ผู้ก่อมลพิษต้องเป็นผู้จ่ายค่าก่อมลพิษ

2) ด้านการลงทุน

เพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณในการลงทุนกับโครงการจัดการปัญหาขยะมูลฝอยควรให้การส่งเสริมและสนับสนุนการคัดแยกขยะมูลฝอยตั้งแต่ครัวเรือนและสถานประกอบการ โรงงานอุตสาหกรรม ส่งเสริมการจัดตั้งศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยส่วนกลางและมีการทำงานแบบผสมผสาน (Integrated Municiple Solid Waste Management) มาประยุกต์ใช้กับชุมชนจัดตั้งเป็นศูนย์ประสานข้อมูลการนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ (Waste Information Center) ซึ่งทรัพยากรที่ใช้ในโครงการจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจำนวนประชากรในพื้นที่ นอกจากการสนับสนุนด้านงบประมาณลงทุน ตลอดจนความช่วยเหลือด้านวิชาการจากภาครัฐแล้ว การส่งเสริมและสร้างแรงจูงใจให้ภาคเอกชนเข้ามาดำเนินธุรกิจด้านขยะมูลฝอยเพื่อเป็นการช่วยเหลือให้การจัดการปัญหาขยะมูลฝอยชุมชนเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

3) ด้านกฎหมาย

นอกจากการปรับปรุงกฎหมายระเบียบ ข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับอัตราค่าธรรมเนียมในการจัดการขยะมูลฝอยให้สอดคล้องกับสภาวะปัจจุบันแล้วในระเบียบข้อบังคับจะต้องกำหนดมาตรฐานควบคุมมลพิษทั้งมาตรฐานน้ำทิ้ง มาตรฐานการปล่อยอากาศเสียจากปล่องของเตาเผา มาตรฐานการเรียกคืนซากผลิตภัณฑ์ที่เป็นอันตราย ตลอดจนของเสียที่ยากแก่การเก็บรวบรวม ขนส่ง บำบัด และนำกลับมาใช้ใหม่ ทั้งจากครัวเรือน โรงงาน สถานประกอบการ หน่วยงานราชการต่างๆในพื้นที่ ให้มีการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม อาจจะกำหนดให้มีระบบติดตามตรวจสอบบันทึกผลมลพิษ (Environmental Audit)

4) ด้านสนับสนุน

นอกจากการสนับสนุนให้ภาคเอกชนเข้ามาดำเนินธุรกิจด้านการเก็บขน การขนส่งขยะมูลฝอยในรูปแบบของการร่วมทุน การให้สัมปทาน หรือการว่าจ้างแล้ว ควรสนับสนุนให้มีการปลูกฝังจิตสำนึกและสร้างค่านิยมให้กับประชาชน เยาวชน เจ้าหน้าที่ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ในการรักษาความสะอาดและการจัดการขยะมูลฝอยที่ถูกต้องถูกสุขลักษณะจากการเพิ่มพูนความรู้ด้วยการฝึกอบรมด้านวิชาการ รวมถึงการสนับสนุนงบประมาณการศึกษาวิจัย พัฒนาเทคโนโลยีที่มีความ

เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และลักษณะขยะมูลฝอยของชุมชน เพื่อแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของชุมชน

การนำแนวทางการบริหารจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจรไปใช้เป็นแนวปฏิบัติจำเป็นต้องอาศัยบุคลากรผู้มีความรู้ความสามารถ ตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผน ออกแบบวิธีการดำเนินงาน ไปจนถึงการติดตาม ตรวจสอบและประเมินผล นอกจากนี้ยังต้องอาศัยความร่วมมือจากชุมชนหน่วยงานต่างๆ และการมีส่วนร่วมของประชาชนที่จะต้องดำเนินการร่วมกันเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรมและสามารถแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยชุมชนได้ในระยะยาว ในงานวิจัยนี้จะศึกษาเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยแบบผสมผสานเพื่อเป็นการศึกษาการกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจรและมีประโยชน์สูงสุด โดยเฉพาะการนำขยะสดมาหมักเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและนำความร้อนจากการเผาขยะมาผลิตไฟฟ้าแทนการปล่อยความร้อนสูญเปล่าไปกับการเผาทิ้งขยะแบบดั้งเดิม ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการกำจัดขยะมูลฝอยของต่างประเทศ ในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วมีมาตรการส่งเสริมและออกกฎหมายควบคุมปริมาณของเสีย ส่งเสริมให้ลดปริมาณขยะมูลฝอยโดยการนำกลับมาใช้ใหม่ จัดตั้งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลในการรณรงค์การทิ้งขยะของชุมชน เข้มงวดในการการกำหนดระเบียบ ข้อบังคับ ปริมาณก๊าซไอเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรม เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยในรูปแบบต่างๆจึงถูกออกแบบให้สร้างมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอย่างน้อยที่สุด

2.4.แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการ [7]

โครงการ หมายถึง กิจกรรมหรืองานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์และแผนงานภายในระยะเวลาที่กำหนด กิจกรรมหรืองานจะต้องเป็นอิสระที่สามารถทำการวิเคราะห์วางแผน และนำไปปฏิบัติอย่างชัดแจนจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุด (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,2538)

การศึกษาความเป็นไปได้จึงหมายถึง การศึกษาเพื่อต้องการทราบผลที่จะเกิดขึ้นจากการดำเนินตามโครงการนั้น เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจของผู้ที่คิดจะลงทุนในโครงการนั้นๆ การศึกษาความเป็นไปได้ โดยทั่วไปการวิเคราะห์จะครอบคลุมถึง

2.4.1 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านบริหาร

การบริหารเป็นสิ่งสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการเพราะการบริหารที่ดีจะช่วยให้มีการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาด้านบริหาร คือ ต้องการมีองค์กรการบริหารที่มี

ประสิทธิภาพสูง เพื่อช่วยให้การดำเนินงานตามโครงการนั้นๆ ประสบผลสำเร็จ ในการศึกษาด้านการบริหารจะต้องทำการศึกษาทั้ง 2 ระยะ ได้แก่ การบริหารในระยะก่อนการดำเนินงาน และการบริหารในระยะดำเนินงาน

1) การบริหารในระยะก่อนการดำเนินการ (Pre-Operating Period) การบริหารในระยะนี้เริ่มจากการริเริ่มโครงการจนกระทั้งการเริ่มการผลิตในระดับการผลิตปกติ โดยทั่วไปการบริหารโครงการในขั้นตอนนี้จะเกี่ยวกับ กิจกรรมย่อยของโครงการ การก่อสร้างตามโครงการ และการกำหนดการดำเนินการ

2) การบริหารในระยะดำเนินการ จะเป็นการศึกษารูปแบบขององค์กรธุรกิจสำหรับการผลิตของโครงการ โดยรูปแบบการบริหารภายในจะประกอบไปด้วยแผนกงานต่างๆและหน่วยงานในโครงการ ซึ่งสามารถจำแนกหน้าที่และความสัมพันธ์ของแต่ละหน่วยงานในโครงการนั้นๆ

2.4.2 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน

การศึกษาถึงต้นทุนที่เกิดขึ้น รายรับที่จะได้มา ความคุ้มค่าในการลงทุนจากการก่อตั้งโรงงานนี้ โดยการศึกษาด้านนี้ต้องอาศัยข้อมูลและผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการตลาดและเทคนิคและวิศวกรรมประกอบกัน เพื่อให้ทราบถึง จำนวนเงินทั้งสินในการดำเนินการตามโครงการ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนแต่ละด้าน เช่นค่าก่อสร้าง ค่าเครื่องจักร อุปกรณ์ในการผลิต เป็นต้น และระยะเวลาคืนทุนเมื่อตั้งโรงงานไปแล้ว ผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปี และผลตอบแทนจากการลงทุนตลอดอายุของโครงการ การวิเคราะห์ด้านการเงินประกอบด้วย

การวิเคราะห์ต้นทุนและรายรับ

ต้นทุนในการผลิตหรือค่าใช้จ่ายในการลงทุน ได้แก่ ต้นทุนในการก่อสร้างและต้นทุนในการดำเนินงาน ส่วนด้านรายรับ คือ ผลตอบแทนที่ผู้ลงทุนได้รับจากการลงทุนหรือมูลค่ายอดขายจากการผลิต นับได้ว่าเป็นประโยชน์ทางตรงของโครงการ (Direct Benefit) ไม่ยากที่จะนับหรือวัด เนื่องจากผลประโยชน์ทางตรงของโครงการก็คือ อะไรที่โครงการตั้งใจที่จะทำให้บรรลุผลการคำนวณสามารถหาได้จาก ผลคูณของยอดขายผลผลิตกับราคาขาย ซึ่งรายได้นี้จะเกิดขึ้นตลอดอายุของโครงการ

เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการจุดประสงค์ของการวิเคราะห์ด้านการเงินเพื่อทราบว่าโครงการที่จะลงทุนมีความคุ้มค่าและเป็นไปได้ทางการเงินหรือไม่ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ตัดสินใจแบบปรับค่าของเวลา

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิบ่งชี้ถึงจำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการซึ่งอาจมีค่าเป็นลบ เป็นศูนย์ หรือเป็นบวกก็ได้ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวม หักออกด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมของโครงการนั้น หลักการตัดสินใจที่ว่าโครงการมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจและการเงินหรือไม่นั้นให้ดูที่ NPV เมื่อ NPV มากกว่า 0 หรือค่าเป็นบวกแสดงว่าโครงการนั้นมีความเหมาะสมในการลงทุนโดย NPV ดังสมการที่ 2.1

$$NPV = \sum_{i=1}^{n}(NCF_i \times a_i) \quad (2.1)$$

โดยที่ NCF = กระแสเงินสดรับสุทธิในปี i

i = ปีการดำเนินงาน

n = จำนวนปีที่ผลตอบแทนเงินสดสุทธิ

a_i = อัตราดอกเบี้ย

เกณฑ์ตัดสินใจในโครงการลงทุน

ถ้า	NPV	>	0	คุ้มค่าแก่การลงทุน
	NPV	<	0	ไม่สมควรลงทุน
	NPV	=	0	ค่าเท่ากันต้องดูปัจจัยอื่นประกอบ

อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return, IRR)

อัตราผลตอบแทนของโครงการคืออัตราคิดลดที่จะทำให้ผลตอบแทน และค่าใช้จ่ายที่คิดลด เป็นค่าปัจจุบันแล้วเท่ากัน ซึ่งอัตราความสามารถของเงินลงทุนที่จะก่อให้เกิดรายได้คุ้มกับการลงทุนเพื่อการนั้นพอดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$IRR = i_1 + \frac{PV(i_2 - i_1)}{PV + NV} \quad (2.2)$$

โดยที่ i = อัตราดอกเบี้ย

PV = NPV (มีค่า +) ที่อัตราส่วนลดค่าต่ำกว่า (i_1)

NV = NPV (มีค่า -) ที่อัตราส่วนลดค่าสูงกว่า (i_2)

การพิจารณาตัดสินใจลงทุนกระทำโดยนำค่า IRR ไปเปรียบเทียบกับอัตราค่าเสียโอกาสของเงินทุนซึ่งอาจเป็นอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของสถาบันการเงิน อัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ธุรกิจ

ยอมรับได้ หรืออัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในระยะเวลาตามที่กฎหมายกำหนด อาทิอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล

หลักเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนมีดังนี้

IRR	>	i	คุ้มค่าแก่การลงทุนและยอมรับข้อเสนอโครงการ
IRR	<	i	ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนและไม่ยอมรับข้อเสนอโครงการ
IRR	=	i	ค่าเท่ากันต้องดูปัจจัยอื่นประกอบ

การคำนวณหา IRR ให้ใช้การลองผิดลองถูก (Trial and Error) ควบคู่กับการเข้าสูตรบัญญัติไตรยางศ์ประมาณค่าในช่วง (Interpolation) โดยต้องดู NPV เป็นหลัก

ในกรณีเป็นการวิเคราะห์โครงการของรัฐบาลจะใช้ค่า EIRR (Economic Internal Rate of Return) แทนค่า IRR โดยรายการต้นทุนและผลประโยชน์นำมาคำนวณหาค่า EIRR นั้นต้องเป็นรายการทางเศรษฐกิจ ไม่ใช่รายการทางการเงิน

ระยะเวลาในการคืนทุน (Payback Period)

ระยะเวลาคืนทุนเป็นเกณฑ์ที่คำนึงระยะเวลาที่ผลประโยชน์สุทธิจากการดำเนินงาน (ผลกำไรที่แต่ละปีเท่ากัน โดยเป็นกำไรสุทธิหลังหักภาษี ดอกเบี้ย และค่าเสื่อมราคาของสินทรัพย์) เท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งแรกของโครงการ นั่นคือการพิจารณาจำนวนปีที่ได้รับประโยชน์กับค่าใช้จ่ายในการลงทุน ดังนั้นหากลงทุนแล้วผลประโยชน์คุ้มกับจำนวนเงินที่ลงทุนได้เร็วยิ่งดี เกณฑ์การตัดสินใจแบบระยะเวลาคืนทุนนิยมใช้ในวงการธุรกิจที่มีความเสี่ยงสูง กรณีที่ผู้ประกอบการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ โดยยังไม่ขอลิขสิทธิ์ และนำสินค้าเข้าตลาดอาจถูกลอกเลียนแบบได้ หรือธุรกิจที่มีเทคโนโลยีเกิดขึ้นใหม่รวดเร็ว ดังนั้นนักลงทุนต้องเลือกโครงการที่มีผลประโยชน์คืนเร็วในระยะเวลาอันสั้นซึ่งสามารถหาค่าได้จากค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรกหารด้วยผลตอบแทนเฉลี่ยสุทธิต่อปี ซึ่งเกณฑ์การพิจารณา คือ ระยะเวลาคืนทุนยิ่งสั้นยิ่งเป็นผลดีต่อโครงการ

อย่างไรก็ตาม ข้อบกพร่องของเกณฑ์ระยะเวลาคืนทุน คือ เกณฑ์นี้ไม่ได้พิจารณาผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นหลังระยะเวลาคืนทุน ไม่สามารถวัดความสามารถการทำกำไรของโครงการแต่ชี้ให้เห็นถึงสภาพคล่องเท่านั้น เกณฑ์นี้ไม่ให้ความสำคัญกับมูลค่าของเงินทั้งด้านค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นต่างเวลากัน ดังนั้น จึงมีผู้เสนอแนวคิดในการพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการโดยการวิเคราะห์ไวของโครงการ (Sensitivity Analysis) (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ,2545) ซึ่งเป็น

การวิเคราะห์ว่าปัจจัยใดมีผลกระทบต่อโครงการ ถ้าปัจจัยนั้นๆมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เช่น ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น หรือยอดขายลดลงกว่าที่คาดคะเนไว้ ผลการวิเคราะห์จะแสดงให้เห็นว่าโครงการมีความทนทานต่อความเสี่ยงมากน้อยเพียงใด

2.5.แนวคิดด้านสิ่งแวดล้อม

2.5.1 การศึกษาหลักการด้านสิ่งแวดล้อม

ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2535 ให้ความหมายคำว่า “สิ่งแวดล้อม” คือ สิ่งต่างๆที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพอยู่รอบตัวมนุษย์ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น ดังนั้น การจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพจะต้องจัดการให้โครงสร้างและองค์ประกอบต่างๆของระบบมีความสมบูรณ์และแสดงศักยภาพอย่างเต็มที่มากที่สุด การใช้ทรัพยากรต่างๆจะต้องทำให้ระบบเกิดความเปลี่ยนแปลงหรือเสียสมดุลอย่างน้อยที่สุด การเปลี่ยนแปลงใดๆก็ตามที่จะส่งผลให้เกิดภาวะความผิดปกติ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง จะต้องจัดการอย่างระมัดระวังทั้งการกำจัด การบำบัด และการฟื้นฟูในกลับเข้าสู่สภาวะปกติ นอกจากนี้ยังต้องควบคุมกิจกรรมที่จะสร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างเคร่งครัด

ลักษณะของการจัดการสิ่งแวดล้อม สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1) การกำจัด การบำบัดและการฟื้นฟูของเสียและมลพิษ เป็นการกระทำที่สามารถขจัดของเสียและมลพิษให้หมดไป เช่น การกำจัดขยะ การบำบัดน้ำเสีย การฟื้นฟูพื้นที่แหล่งเสื่อมโทรมต่างๆให้คืนกลับสู่สภาพปกติ เมื่อเข้าสู่สภาวะปกติแล้วระบบจะสามารถสร้างความสมดุลให้กับโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ของทุกส่วนได้ต่อไป
2) กิจกรรมที่เกิดขึ้นในระบบสิ่งแวดล้อมซึ่งในระบบและนอกระบบการจัดการอาจส่งผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบต่อโครงสร้างหรือทรัพยากรได้ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้
3) การใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน ผู้รับผิดชอบจะต้องพิจารณาใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและใช้ทรัพยากรทดแทนเฉพาะส่วนที่เพิ่มขึ้นมา ส่วนทรัพยากรที่ใช้หมดไปที่อาจจะเกิดของเสียและมีมลพิษให้น้อยที่สุด

การจัดการสิ่งแวดล้อมโดยการใช้ทรัพยากร การกำจัด การบำบัด การฟื้นฟูของเสียและมลพิษ ชี้ให้เห็นว่า มนุษย์สามารถใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมได้แต่ต้องดำเนินไปอย่างยั่งยืน หากกิจกรรมใดสร้างปัญหาจำเป็นต้องควบคุมไม่ให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมต่อไป

2.5.2 การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม เมื่อมีการก่อตั้งโรงงานขึ้นมา หลักการสำคัญที่ทำให้การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งจำเป็น ก็คือ หน่วยงานเจ้าของโครงการจะถือสิทธิ์ในการใช้ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม และคุณค่าต่างๆที่มีต่อมนุษย์ โดยทำให้เกิดผลเสียหายเกินกว่าผลดีที่พึงจะเกิดขึ้นต่อสวัสดิภาพของประชาชนโดยทั่วไปไม่ได้ ดังนั้น การศึกษาผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม จึงต้องมุ่งหาวิธีการต่างๆที่จะทำให้โครงการสามารถดำเนินการได้ โดยไม่มีผลเสียหายร้ายแรงต่อสภาพแวดล้อมและมีการสูญเสียทรัพยากรสิ่งแวดล้อมและคุณค่าต่างๆให้น้อยที่สุดขั้นตอนต่างๆในการศึกษาผลด้านสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย การศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นและแผนป้องกัน ประเมินค่าและพิจารณาทางเลือกของโครงการ และเตรียมแผนงานตรวจสอบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.6 ข้อมูลทั่วไปของอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี [8]

2.6.1 ข้อมูลด้านสังคม

อำเภอเกาะสมุยแบ่งการปกครองเป็น 7 ตำบล จำนวน 39 หมู่บ้าน ข้อมูล ณ วันที่ 17 กันยายน 2555 อำเภอเกาะสมุยมีจำนวนประชากรทั้งหมด52,277 คน และมีครัวเรือนทั้งหมด 35,558 ครัวเรือน เป็นครัวเรือนของเกษตรกร 6,277 ครัวเรือน เป็นประชากรชายจำนวน 25,474 คน และประชากรหญิงจำนวน 26,803 คน

ประชากรในอำเภอเกาะสมุยมีพื้นที่ครอบครองเป็นของตนเองเพื่อทำกิจกรรมด้านทางเกษตร โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) มีที่ดินครอบครองโดยถูกต้องตามกฎหมาย ร้อยละ 80 ของครัวเรือนเกษตรกร 2) มีที่ดินทำกินแต่มีสิทธิ์ครองครองโดยไม่ถูกต้อง ร้อยละ 20 ของครัวเรือนเกษตรกร

รูปแบบการตั้งถิ่นฐาน การตั้งบ้านเรือนในอำเภอเกาะสมุย ส่วนใหญ่จะอยู่กระจายเรียงรายตามแนวถนนสายรอบเกาะ นอกนั้นจะกระจายอยู่ตามถนน ซอยในหมู่บ้านและอยู่ตามแนวริมทะเล มีบังกะโลให้เช่าเรียงรายหนาแน่นในแถบหาดเฉวง ตำบลบ่อผุด และหาดละไม ตำบลมะเร็ต ส่วนหาดอื่นๆ คือตลาดหน้าทอน ตำบลอ่างทอง มีการตั้งบ้านเรือนเป็นตลาดเล็ก ๆ ภายในหมู่บ้านตำบล นอกจากนี้ยังมีการตั้งบ้านเรือนเป็นหย่อม ๆ กระจายอยู่ทั่วทุกตำบล ราษฎรบางรายที่ไม่ได้ทำธุรกิจหรือการค้า ได้มีการตั้งบ้านเรือนในสวนมะพร้าว สวนผลไม้หรือที่ราบเชิงเขา

2.6.2 ข้อมูลด้านกายภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อำเภอเกาะสมุยเป็นอำเภอหนึ่งในจำนวน 18 อำเภอ 1 กิ่งอำเภอ ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ตั้งอยู่ในอ่าวไทยฝั่งตะวันออกห่างจากตัวจังหวัดสุราษฎร์ธานี 84 กิโลเมตร ห่างจากผืนแผ่นดินใหญ่เขตอำเภอดอนสัก 27 กิโลเมตร (หรือประมาณ 14 ไมล์ทะเล) ห่างจากกรุงเทพมหานคร 750 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อ	ทะเล เขตอำเภอเกาะพะงัน
ทิศตะวันออก	ติดต่อ	ทะเลอ่าวไทย
ทิศใต้	ติดต่อ	ทะเล เขตอำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช
ทิศตะวันตก	ติดต่อ	ทะเล เขตอำเภอดอนสัก อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอไชยา อำเภอท่าฉาง และอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ลักษณะภูมิประเทศของอำเภอเกาะสมุยที่จำแนกตามลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เป็นหาดทรายและสันทราย ประมาณ 7.95% ของพื้นที่เกาะทั้งหมด เป็นที่ราบน้ำทะเลท่วมถึงซึ่งพบตามบริเวณที่เป็นส่วนปลายคลอง ลำธาร เป็นบริเวณที่น้ำทะเลท่วมถึง ประมาณ 0.17% ของพื้นที่เกาะทั้งหมด เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำมากเป็นแอ่งยาวอยู่ระหว่างสันทรายหรือบริเวณด้านหลังของท่าหาดทราย 0.22% ของพื้นที่เกาะทั้งหมด เป็นพื้นที่ราบ ประมาณ 4.72% ของพื้นที่ทั้งหมด เป็นพื้นที่ดอนประมาณ 2.16% ของพื้นที่ทั้งหมด และมีบริเวณที่เป็นเขาและภูเขา นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ป่าส่วนหนึ่งเป็นป่าสงวนซึ่งจะอยู่บนภูเขาส่วนพื้นที่ที่เหลือเป็นภูเขาหินปลูกพืชทำการเกษตรไม่ได้เพราะสภาพขาดน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[3]อำนวย ทองสถิตย์ (2547)ทำการศึกษาเรื่องการจัดการขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงานซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยแก้ไขปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยที่ไม่ถูกสุขลักษณะโดยการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการผลิตพลังงาน เช่น การผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ (Landfill Gas to Energy) การผลิตความร้อนและกระแสไฟฟ้าจากการเผา (Incineration) การผลิตก๊าซชีวภาพจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) การผลิตเชื้อเพลิงขยะ (Refuse-Derived Fuel, RDF) และกระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) เป็นต้น ดังนั้น การผลิตพลังงานจากขยะเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและพลังงาน และเพิ่ม

คุณภาพชีวิตให้แก่ชุมชนและสังคม เนื่องจากระบบผลิตพลังงานจากขยะมีค่าลงทุนสูง มีความยุ่งยากในการจัดการเชื้อเพลิงและมีประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานต่ำเมื่อเทียบกับการผลิตพลังงานจากเชื้อเพลิงชนิดอื่น จึงทำให้โครงการผลิตพลังงานจากขยะในปัจจุบันมีโอกาสเป็นไปได้ทางด้านการเงินน้อยมาก หากไม่มีการสนับสนุนด้านการเงินจากภาครัฐ หรือการปรับราคารับซื้อไฟฟ้าที่แพงกว่าปัจจุบัน ดังนั้น จึงควรมีการทบทวน แก้ไข กำจัดเงื่อนไขที่เป็นปัญหาและอุปสรรคในการเข้าถึงแหล่งเงินทุน เช่น กองทุนสิ่งแวดล้อม และโครงการเงินทุนหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตลอดจนการให้ความช่วยเหลือทางวิชาการและอำนวยความสะดวกให้แก่ภาคเอกชนในการเข้าถึงแหล่งเงินสนับสนุนจากภายนอกโดยผ่านกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) เป็นต้น

[9]กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,2547 อ้างถึงสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.ศูนย์วิจัยเผากากของเสีย (2550)ได้ศึกษา รวบรวมข้อมูล ปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยชุมชนในประเทศรวมถึงการจัดการและประเมินเทคโนโลยีในการกำจัดมูลฝอยชุมชนที่เหมาะสมกับพื้นที่ต่างๆ ได้แก่ การจัดการมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานคร (ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช สถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะราชาเทวะ สถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะกำแพงแสน) โรงเผามูลฝอยเทศบาลภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงาน จังหวัดระยอง และสถานที่กำจัดมูลฝอยแบบครบวงจร จังหวัดชลบุรี

ผลการศึกษาพบว่าในส่วนของการกำจัดนั้นปัจจุบันเทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยชุมชนที่เชื่อถือได้ในระดับสากลมี 3 ประเภท ได้แก่ การเผา การฝังกลบ(อย่างถูกสุขลักษณะ) และการหมักทำปุ๋ยและก๊าซชีวภาพ โดยแต่ละเทคโนโลยีมีข้อดีและข้อด้อยต่างกันในเชิงการยอมรับของวิถีชีวิตของสังคมไทย พื้นที่และภูมิศาสตร์ ขนาดของมูลฝอยที่ต้องกำจัดต่อวันค่าใช้จ่ายและรายได้ เป็นต้น ซึ่งจะต้องพิจารณาเป็นกรณีไปและได้สรุปแนวทางการจัดการมูลฝอยไว้ 3 แนวทาง คือ 1) ในกรณีที่ไม่มีปัญหาเรื่องที่ดินและเป็นที่ยอมรับของประชาชนสามารถดำเนินการโดยวิธีการฝังกลบ 2) ในกรณีที่เป็นพื้นที่เมืองใหญ่ที่มีปัญหาเรื่องที่ดินและการยอมรับของชุมชนควรใช้วิธีการเผาในเตาเผา แต่วิธีนี้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและอาจมีปัญหาเรื่องมลพิษทางอากาศ แต่สามารถติดตั้งเครื่องมือในการลดผลกระทบดังกล่าวได้ 3) ในกรณีใช้วิธีหมักปุ๋ย/ก๊าซ เพื่อนำมาผลิตพลังงานนั้นจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการที่ดี โดยต้องมีการคัดแยกมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ได้และมูลฝอยอันตรายออกก่อนเหลือไว้แต่มูลฝอยอินทรีย์ นอกจากนี้ หากประเทศไทยมีการรณรงค์ให้เกิดวัฒนธรรมในการคัดแยกมูลฝอยอย่างจริงจังและต่อเนื่องจะสามารถทำให้ต้นทุนการกำจัดมูลฝอยโดยใช้เทคโนโลยีต่างๆต่ำลงได้

[10]นิมิต นิพัทธ์ธรรมกุล (2549) ทำการศึกษาเรื่องระบบผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะมูลฝอย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะ และประเมินศักยภาพสำหรับการผลิตพลังงานจากขยะ

มูลฝอยเครื่องผลิตก๊าซเชื้อเพลิงขนาด 15 กิโลกรัมต่อชั่วโมงเพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการแต่เพื่อให้สามารถควบคุมสภาวะและเงื่อนไขการ ทดลองได้จึงได้ใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเป็นข้อมูลอ้างอิงและเปรียบเทียบเมื่อเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นขยะมูลฝอย การประเมินสมรรถนะอาศัยข้อมูลขององค์ประกอบก๊าซเชื้อเพลิง สมดุลมวลและ ข้อมูลที่ได้ตรวจวัดระหว่างการทดลอง พบว่าโซนการเผาไหม้มีอุณหภูมิประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส ณสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงานจะมีองค์ประกอบของก๊าซเชื้อเพลิงโดยเฉลี่ยดังนี้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 15.12 ก๊าซออกซิเจนร้อยละ 1.62 ก๊าซมีเทนร้อยละ 1.73 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ร้อยละ 19.98 ก๊าซไฮโดรเจนร้อยละ 10.34 และมีค่าความร้อนค่าสูง 4.15 เมกกะจูลต่อลูกบาศก์เมตรจากการประเมินสมรรถนะการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องผลิตก๊าซเชื้อเพลิงสามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 6.15 กิโลวัตต์หรือมีอัตราส่วนการผลิตพลังงานเท่ากับ 1.50 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์ชั่วโมงที่อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเท่ากับ 9.67 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

[11]อรรถกร ฤกษ์วิรี (2549) การวิจัยเรื่องเชื้อเพลิงแข็งจากขยะมูลฝอยชุมชนอัดแท่งเป็นการทดสอบเพื่อหาความเหมาะสมในการนำขยะมูลฝอยชุมชนมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยนำขยะมูลฝอยชุมชน 2 ประเภท ได้แก่ เศษกระดาษและเศษไม้/ใบไม้ มาผสมกันในอัตราส่วนต่างกัน 5 อัตราส่วน คือ เศษกระดาษต่อเศษไม้และใบไม้ 95%:5%, 75%:25%, 50%:50%, 25%:75% และ 5%:95% โดยน้ำหนัก และทำการวิเคราะห์หาปริมาณค่าความร้อน เพื่อหาว่าอัตราส่วนใดให้ค่าปริมาณความร้อนสูงที่สุด จากผลการทดลองพบว่าในการอัดแท่งเชื้อเพลิงสามารถอัดแท่งเชื้อเพลิงได้โดยไม่ต้องใช้ตัวประสาน แต่ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงบางอัตราส่วนต้องมีการเพิ่มปริมาณความชื้นในการอัดแท่งเข้าไปอีกและจากการวิเคราะห์ค่าความร้อนที่ได้พบว่า อัตราส่วนที่ให้ปริมาณค่าความร้อนสูงที่สุด คือ เศษกระดาษต่อเศษไม้และใบไม้ 95%:5% โดยน้ำหนัก ซึ่งให้ค่าความร้อนเฉลี่ย 3,518.06 แคลอรี่ต่อกรัม(cal/g) สำหรับเชื้อเพลิงแห้ง และ 4,514.16 แคลอรี่ต่อกรัมcal/g สำหรับถ่านเชื้อเพลิง ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เช่นเดียวกับถ่านแกลบหรือถ่านชานอ้อย เป็นต้น

[12] จำนงค์ ธำรงมาศ และ มนัส แซ่ด่าน (2550) ทำการศึกษาเรื่อง การผลิตน้ำมันสังเคราะห์และก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก ได้ทำการทดลองเผาพลาสติกเมื่อใช้อุณหภูมิประมาณ 300 – 400 $^{\circ}$C ทำการทดลองเงื่อนไขความดันในท่อเตาเผาตั้งแต่ 3 atm ถึง 5 atm และความดันในแผงควบแน่นตั้งแต่ 0-2.5 atm พบว่าปริมาณน้ำมันสังเคราะห์ที่ได้อยู่ในอัตราน้ำมันโดยประมาณ 1 ลิตรต่อพลาสติก 1 กิโลกรัม หรือประมาณ 84 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก น้ำมันสังเคราะห์นี้จัดได้เป็นสองส่วนคือ 1. ส่วนที่เป็นน้ำมันเบนซินมีปริมาณอยู่ประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันสังเคราะห์ทั้งหมดและมี Hexane เป็นส่วนประกอบหลัก ไม่พบสารประกอบอะโรแมติก Benzene 2.ส่วนที่เป็น

น้ำมันดีเซลมีมาตรฐานเดียวกับน้ำมันดีเซลทั่วไปในท้องตลาด มีความถ่วงจำเพาะ ความหนืด จุดวาบไฟต่ำกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไป สอดคล้องกับการวิเคราะห์เชิงเคมี น้ำมันสังเคราะห์นี้มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไปส่วนค่าจำนวนซีเทนของน้ำมันดีเซลสังเคราะห์สูงกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไป น้ำมันดีเซลสังเคราะห์นี้จะมีสมบัติในการติดไฟดีกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไป น้ำมันสังเคราะห์ในส่วนที่เป็นดีเซลมีคุณภาพดีกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไปในท้องตลาดเพราะไม่มีส่วนประกอบของกำมะถันและเบนซิน และน้ำมันสังเคราะห์ในส่วนที่เป็นเบนซินมีความสามารถในการติดไฟลุกไหม้ได้ดีกว่าน้ำมันเบนซินในท้องตลาด กระบวนการเผาพลาสติกให้เป็นเชื้อเพลิงแบบ Pyrolysis นี้มีความคุ้มค่าในแง่เชิงเศรษฐกิจ เนื่องจากมีค่าอัตราตอบแทนภายในสูงถึง 48.2% มีช่วงเวลาคืนทุน 1.8 ปีและยิ่งคุ้มค่ามากขึ้นเมื่อนำระบบนี้มาใช้เพื่อกำจัดขยะพลาสติก

Cai, SH., Huang, SY. And Zhang, YR.(1985) ได้ทำการศึกษาการผลิตแก๊สจากเชื้อเพลิงขยะ : ผลของอุณหภูมิที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์โดยศึกษาผลของอุณหภูมิการทำงานในกระบวนการแกซิฟิเคชันด้วยไอน้ำเพื่อแปรรูปเชื้อเพลิงขยะเป็นแก๊สเชื้อเพลิง พบว่าผลได้ในรูปผลิตภัณฑ์แก๊สจะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและได้ไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบเพิ่มขึ้น เนื่องจากการแตกตัวต่อเนื่องของสารผลิตภัณฑ์ แก๊สที่ผลิตได้ที่อุณหภูมิมากกว่า 95 องศาเซลเซียส จะให้ปริมาณไฮโดรเจนที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการสังเคราะห์แอมโมเนียหรือใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงแต่ที่ได้จากการทำงานที่อุณหภูมิต่ำควรนำไปใช้ในกระบวนการ Fischer – Tropsch

Guilin Piao, et al. (1998). การผลิตไฟฟ้าจากขยะเชื้อเพลิง RDF เป็นเทคโนโลยีการนำขยะชุมชนมาใช้ประโยชน์ การอธิบายลักษณะการทำงานของเตาเผาขยะเชื้อเพลิง RDF แบบฟลูอิดไดซ์เบด ในเชิงพาณิชย์ขนาดของขยะเชื้อเพลิง RDF ขนาด 30x30 เซนติเมตร ในเตาเผาแบบฟลูอิไดซด์เบดอย่างต่อเนื่อง มีการพบว่าอัตราการป้อนเชื้อเพลิงขยะ RDF อยู่ที่ 12 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เป็นอัตราการป้อนที่สูงเกินไปสำหรับในการทดสอบนี้ และพบว่า CO มีระดับสูงกว่า 500 ppm. อย่างไรก็ตามพบว่า อัตราการป้อนเชื้อเพลิงที่เหมาะสมอยู่ที่ 10 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และ CO ถูกเก็บไวภายใต้ระดับ 150 ppm. การป้อนอากาศส่วนเกินและการเปลี่ยนแหลงอัตราส่วนของอากาศทำให้ประสิทิภาพสำหรับการเผาไหม้เชื้อเพลิง RDF สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังได้มีการพบว่าความเข้มข้น HCI ในท่อก๊าซถูกควบคุมโดยองค์ประกอบแคลเซียมซึ่งสะสมอยู่ในเชื้อเพลิง RDF และความเข้มข้นจะลดลงที่อุณหภูมิการเผาไหม้สูง

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการขยะชุมชนโดยพิจารณาถึงปัจจัยด้านวิศวกรรม ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบกับการทบทวนผลการวิจัยที่

เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ จึงสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการเสนอการแก้ไขปัญหาขยะชุมชนบนพื้นที่เทศบาลนครเกาะสมุยได้ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาเริ่มต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหนังสือ วารสาร เอกสาร วิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์ และแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมควบคุมมลพิษ เทศบาลนครเกาะสมุย เทศบาลนครนครราชสีมา ฯลฯ ควบคู่กับการค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ด้วยการเดินทางไปศึกษาดูงานเพื่อรวบรวมประเด็นปัญหาและสภาพเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการขยะชุมชนในพื้นที่เทศบาลนครเกาะสมุย ตลอดจนเข้าเยี่ยมชมเทศบาลต่างๆที่ประสบความสำเร็จในการบริหารจัดการขยะชุมชน พร้อมกับการสัมภาษณ์เชิงลึก

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการลงพื้นที่สำรวจปัญหา ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาขยะมูลฝอยจากชุมชนและข้อจำกัดต่างๆที่เกิดขึ้นกับเกาะสมุย จึงได้เป็นแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนด้วยการใช้เทคโนโลยีรูปแบบต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกมาเพียง 6 เทคโนโลยีที่มีการนำมาใช้งานจริงจากหน่วยงานอื่นๆภายในประเทศและเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย

ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์เชิงพรรณา (Descriptive Method) จากข้อมูลที่รวบรวมได้ ทั้งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) โดยเปรียบเทียบกระบวนการทำงานของเทคโนโลยีประเภทต่างๆควบคู่กับแนวทางการจัดการขยะชุมชนของเทศบาลนครเกาะสมุยในประเด็นต่างๆ เพื่อหารูปแบบการจัดการขยะชุมชนที่เหมาะสม โดยแบ่งเป็น 2 ช่วงระยะเวลา ได้แก่ การแก้ไขปัญหาระยะสั้นในช่วงระยะเวลาปีที่ 1-5 และการแก้ไขปัญหาระยะยาวในช่วงระยะเวลาปีที่ 10-15 ปีขึ้นไป

นอกจากการวิเคราะห์เชิงพรรณา (Descriptive Method) แล้วในการศึกษาครั้งนี้ยังมีการวิเคราะห์เชิงปริมาณในด้านความเป็นไปได้ของโครงการการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครเกาะสมุยซึ่งมีกระบวนการดังต่อไปนี้

3.2.1 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย จากปริมาณการกำจัดขยะมูลฝอยสูงสุดของเทศบาลนครเกาะสมุยในแต่ละวัน ข้อมูลในปี 2555 พบว่า สามารถกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนได้ประมาณ 168 ตันต่อวัน จึงเกิดเป็นประเด็นที่ผู้วิจัยให้ความสำคัญ ได้แก่ พลังงานที่ได้จากระบบ พลังงานที่ใช้ในระบบ ความสามารถในการกำจัดขยะมูลฝอยเมื่อมีองค์ประกอบของขยะมูลฝอยเปลี่ยนแปลงไป ผลพลอยได้หรือประโยชน์อื่นๆที่ได้จากระบบ ต้นทุนการผลิตต่อตันในการก่อสร้างระบบ ต้นทุนค่าดำเนินการต่อตัน ขนาดพื้นที่ในการดำเนินโครงการทั้งนี้ ยังเป็นการประมาณการอย่างหยาบ ซึ่งควรนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆมาพิจารณาร่วมด้วย เช่น ผลกระทบที่มีต่อ

สิ่งแวดล้อม ข้อดีข้อเสียของแต่ละเทคโนโลยี การยอมรับของประชาชนที่มีต่อเทคโนโลยีและความพร้อมต่อการนำไปใช้ จำนวนบุคลากรที่ต้องจัดเตรียม ความจำเป็นในการคัดแยกมูลฝอย เป็นต้น

3.2.2 ผู้ศึกษาได้คัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาระยะสั้นในช่วงระยะเวลา 1- 5 ปี และระยะยาวในช่วงระยะเวลา 10-15 ปีขึ้นไป โดยจะพิจารณาจากปัจจัยสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านขีดความสามารถในการกำจัดขยะมูลฝอยเพื่อรองรับปริมาณขยะมูลฝอยของชุมชนที่จะเพิ่มขึ้นจำนวนมากในอนาคต ด้านงบประมาณการลงทุนของแต่ละโครงการ ด้านผลประโยชน์อื่นๆ ที่จะเกิดขึ้นกับชุมชน

3.3.3 จากนั้นผู้ศึกษาได้ศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการโดยพิจารณาจากหลักเกณฑ์ทางการเงิน ได้แก่ จำนวนเงินงบประมาณในการลงทุนของโครงการ ผลตอบแทนรายปีของโครงการ อัตราผลตอบแทนตลอดอายุโครงการ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) และระยะเวลาในการคืนทุน (Pay Back period) ของโครงการทั้งที่ดำเนินการในระยะสั้นและระยะยาว

จากวิธีการศึกษาดังกล่าวข้างต้นผู้ศึกษาได้เชื่อมโยงข้อมูลและข้อเท็จจริงเข้ากับแนวคิดทฤษฎีด้านการจัดการปัญหาขยะชุมชนจากหน่วยงานต่างๆทั้งในประเทศและต่างประเทศที่ประสบความสำเร็จ ประกอบกับการทบทวนผลการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดการปัญหาขยะมูลฝอยชุมชน ซึ่งจะได้นำเสนอต่อไปในบทที่ 4 ผลการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4

ผลการศึกษา

จากการทบทวนสถานภาพการบริหารจัดการขยะชุมชนและปัญหาที่เกิดขึ้นของเทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตลอดจนการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่อาจจะเพิ่มขึ้นในอนาคต เพื่อคัดเลือกเทคโนโลยีการจัดการขยะชุมชนที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลนครเกาะสมุย ทั้งในระยะสั้น (5 ปี) และระยะยาว (15 ปี) สามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 สถานภาพการจัดการขยะในปัจจุบัน [13]

จากรายงานการจัดการขยะเทศบาลนครเกาะสมุย ปี พ.ศ. 2554 ระบุว่าเกาะสมุยเป็นเมืองท่องเที่ยวที่มีประชากรและนักท่องเที่ยวจำนวนมาก ส่งผลให้มีปัญหาการทิ้งขยะมูลฝอยในพื้นที่สาธารณะและแหล่งท่องเที่ยว จำเป็นต้องมีการรณรงค์เรื่องการรักษาความสะอาดอยู่เสมอ เนื่องจากประชาชนและนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ยังขาดสำนึกสาธารณะและขาดการคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

ในด้านข้อมูลเชิงเทคนิค เทศบาลนครเกาะสมุย มีกระบวนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่รับผิดชอบของเทศบาลประมาณ 227 ตารางกิโลเมตร มีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นและสามารถเก็บขนได้ 168 ตันต่อวัน (ข้อมูล ณ ปี พ.ศ.2554) มีประสิทธิภาพในการเก็บขนขยะมูลฝอย 100 % และมีอัตราการเกิดขยะมูลฝอย 0.597 กิโลกรัม/คน/วัน (ข้อมูล ณ ปี พ.ศ.2547-2548)

ในด้านการดำเนินงาน เทศบาลนครเกาะสมุยมีเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอยแบบตะกรับเคลื่อนที่โดยใช้น้ำมันดีเซล (Diesel Oil) เป็นเชื้อเพลิง มีจำนวนห้องเผา 1 ห้อง ต่อ 1 เตา ขีดความสามารถของเตาเผา เท่ากับ 70 x 2 ตันต่อวัน หรือ 43,800 ตันต่อปี ใช้ระยะเวลาเดินเครื่องตลอด 24 ชั่วโมง ขณะที่ขยะมูลฝอยที่เผาทั้งหมดในปีพ.ศ.2548 มีจำนวน 36,662 ตัน อย่างไรก็ตามยังมีขยะมูลฝอยจำนวนหนึ่ง ที่ไม่สามารถนำเข้าเตาเผาได้ คือ เหล็ก โลหะ ท่อนไม้ ลูกมะพร้าว ปูนซีเมนต์ หิน เป็นต้น

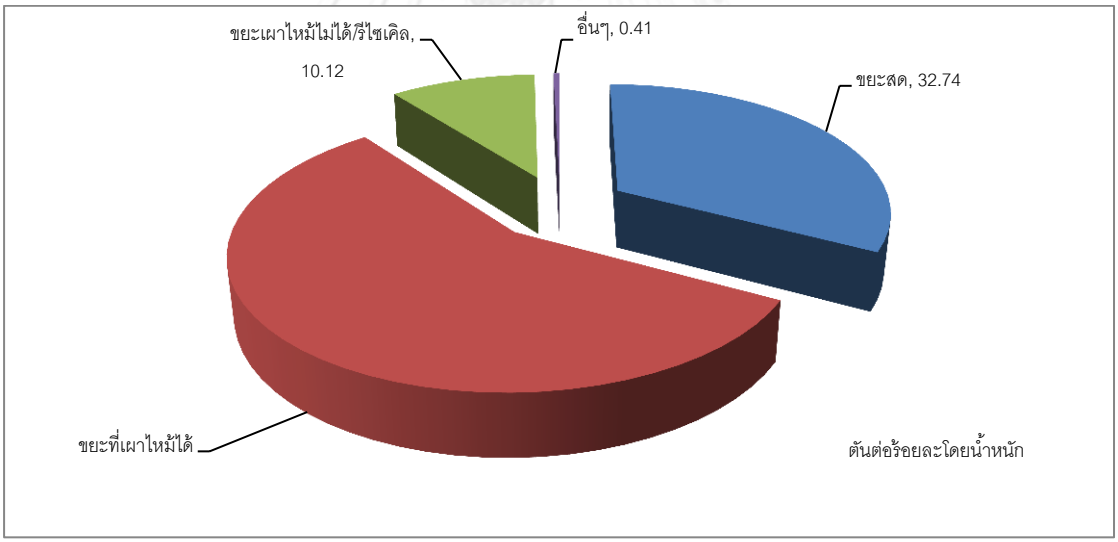
ในกระบวนการควบคุมมลพิษของเทศบาลนครเกาะสมุย ใช้อุปกรณ์ในการฉีดพ่นปูนขาวและถุงกรองเป็นการควบคุมมลพิษทางอากาศ ส่วนการควบคุมมลพิษทางน้ำ ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวเคมีและมีบ่อผึ่งก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลอง ปริมาณกากตะกอนและเถ้าที่เกิดขึ้น ประกอบด้วยเถ้าหนักประมาณ 25 ตันต่อวัน และเถ้าเบาประมาณ 1.5 ตันต่อวัน โดยการจัดการกากตะกอนและเถ้านั้นจะนำไปฝังกลบที่บ่อฝังกลบเถ้าซึ่งรองรับด้วยแผ่น HDPE จากนั้นจะรวบรวมน้ำเสียจากบ่อฝังกลบเถ้านำไปบำบัดต่อ

ในการดำเนินงานด้านการลด การคัดแยก และการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุยนั้น จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 ซึ่งแสดงองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในเดือน

มิถุนายนพ.ศ. 2554 พบว่าประกอบด้วยเศษอาหารคิดเป็นสัดส่วนมากที่สุด คือ ร้อยละ 32.73 โดยน้ำหนักของขยะมูลฝอยทั้งหมด รองลงมา คือ พลาสติก ไม้และใบไม้ กระดาษ แก้วและโลหะ ยางและหนัง ผ้า และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 26.20, 15.47, 15.18, 10.11, 0.47, 0.30 และ 0.4 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเป็นขยะที่เผาได้ (เศษอาหาร กระดาษ และพลาสติก) มากถึงประมาณ 75% การจัดการโดยการเผาผลิตพลังงานจึงเป็นทางเลือกที่สำคัญ

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบขยะมูลฝอยเทศบาลนครเกาะสมุย[13]

องค์ประกอบขยะมูลฝอยเทศบาลนครเกาะสมุย ปี พ.ศ. 2554					
ขยะสด (เศษอาหาร)	**ขยะเผาไหม้ได้** (กระดาษ +พลาสติก +ผ้า + ยาง/หนัง + ไม้/ใบไม้)	**ขยะเผาไหม้ ไม่ได้ขยะรี ไซเคิล** (แก้ว/โลหะ)	**ขยะอื่นๆ**	**รวม**	**หน่วย**
55.00	95.30	17.00	0.70	168.00	ตัน
32.74	56.73	10.12	0.41	100	% โดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.1 องค์ประกอบขยะมูลฝอยเทศบาลนครเกาะสมุย [13]

ตารางที่ 4.2 แสดงประเภทและความจุของรถเก็บขนขยะในปีพ.ศ.งบประมาณ 2554 ปริมาณขยะมูลฝอยที่เทศบาลเก็บขนได้จำนวน 168 ตันต่อวัน มีรถเก็บขนขยะที่ใช้อยู่จำนวน 25 คัน เป็นรถบรรทุกขยะ 6 ล้ออัดท้ายจำนวน 5 คัน รถบรรทุกขยะ 6 ล้อเปิดข้างเทจำนวน 3 คัน รถบรรทุกขยะ 6 ล้ออัดท้ายจำนวน 5 คัน รถบรรทุกขยะ 4 ล้อเปิดท้ายเทจำนวน 9 คัน รถคอนเทนเนอร์จำนวน 2 คัน รถดัมพ์จำนวน 1 คัน มีจำนวนบุคลากรทั้งหมด 173 คน เป็นพนักงานขับรถ 25 คน พนักงานประจำรถขยะ 68 คน พนักงานสายกวาด 74 คน ผู้ควบคุม 1 คน ผู้ช่วยควบคุม 5 คน

รถเก็บขนขยะที่เข้าไปเก็บขนขยะบริเวณพื้นที่โครงการตั้งอยู่ เป็นรถเก็บขนแบบรถบรรทุกขยะ 6 ล้อ อัดท้าย ขนาดความจุ 10 ลบ.ม.จำนวน 1 คัน และรถบรรทุกขยะ 4 ล้อเปิดท้ายเททท้ายความจุ 5 ลบ.ม.จำนวน 1 คัน มีความถี่ที่เข้าไปเก็บขน 2-3 เที่ยวต่อวัน

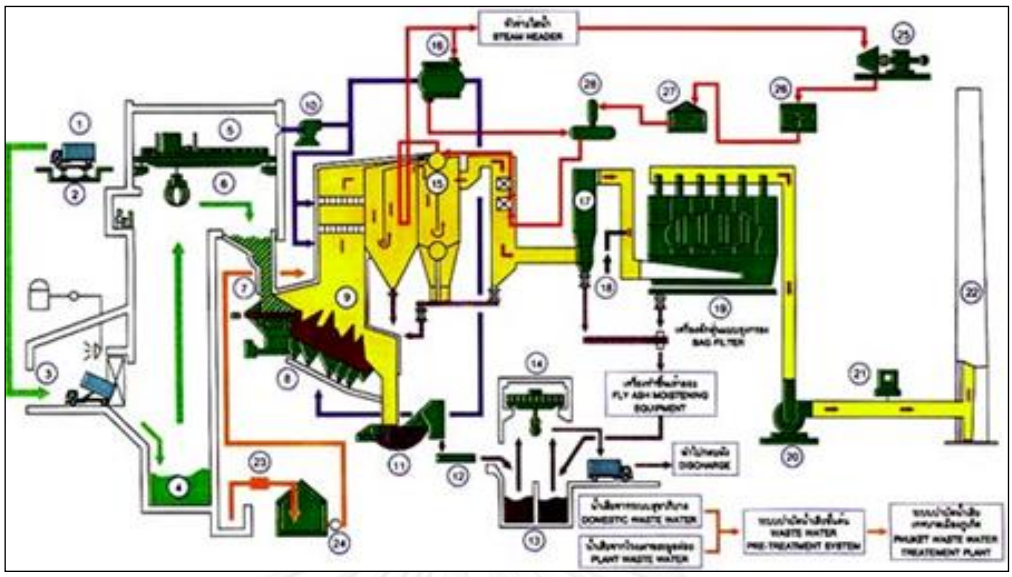
ตารางที่ 4.2 ประเภทและความจุของรถเก็บขนขยะในปีงบประมาณ 2554 [13]

ประเภท	ความจุ	จำนวน	จำนวนเที่ยวขนส่งต่อวัน
รถบรรทุกขยะ 6 ล้ออัดท้าย	10 ลบ.ม.	5	2-3
รถบรรทุกขยะ 6 ล้อเปิดข้างเท	12 ลบ.หลา	3	2-3
รถบรรทุกขยะ 6 ล้ออัดท้าย	3 ลบ.ม.	5	2-3
รถบรรทุกขยะ 4 ล้อเปิดท้ายเท	4 ลบ.หลา	9	2-3
รถคอนเทนเนอร์	8 ลบ.ม.	2	2-3
รถดัมพ์	5 ลบ.ม.	1	2-3

ข้อมูลด้านเทคนิคของโรงเผาขยะในปัจจุบัน[13]

โรงเผาขยะของเทศบาลนครเกาะสมุย ตั้งอยู่บริเวณหมู่ที่ 4 บ้านหัวถนน ตำบลมะเร็ต อำเภอสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีภูมิประเทศอยู่ภายในหุบเขาบนเนื้อที่กว่า 200 ไร่ ห่างไกลจากชุมชนประมาณ 4 กิโลเมตร ภาพถ่ายโรงเผาขยะมูลฝอยเทศบาลนครเกาะสมุยจากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลของผู้วิจัยเมื่อวันที่ 10 เมษายน พ.ศ.2555 แสดงดังรูปที่ 4.2 ส่วนกระบวนการเผาขยะในโรงเผาขยะเทศบาลนครเกาะสมุยแสดงดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.2 โรงเผาขยะมูลฝอยสุขาภิบาลเทศบาลนครเกาะสมุย



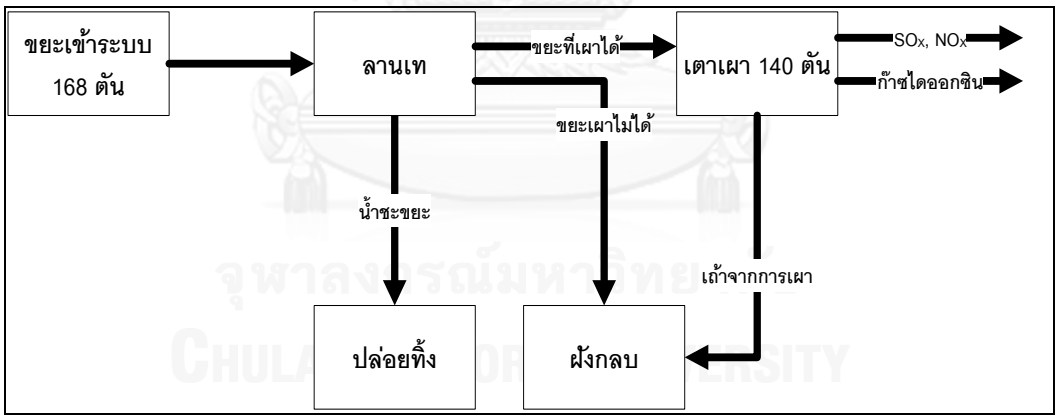
รูปที่ 4.3 กระบวนการเผาขยะในโรงเผาขยะเทศบาลนครเกาะสมุย [13]

จากรายงานการจัดการขยะเทศบาลนครเกาะสมุยปีพ.ศ. 2554 พบว่าโรงเผาขยะเทศบาลนครเกาะสมุย มีเตาเผาแบบตะกรับชนิดเคลื่อนที่ได้จำนวน 2 เตา สามารถเผาขยะได้วันละ140 ตัน ใช้หลักการเผาไหม้ที่ให้อากาศเกินพอ อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 850-1,200 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นรูปแบบที่นิยมใช้กันมาก เหมาะสำหรับการใช้กับขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมาก (ประมาณ 70 ตันต่อวันขึ้นไป) กระบวนการเผาขยะดังแสดงในรูปที่ 4.3 เริ่มจากรถเก็บขนขยะนำขยะมูลฝอยมาถ่ายเทลงบ่อรับขยะมูลฝอย จากนั้นเครนหรือก้ามปูทำหน้าที่ในการตักและป้อนขยะมูลฝอยเข้าสู่ช่องเตาเผาด้วยแรงโน้มถ่วง ซึ่งมีตะกรับอยู่เพื่อทำหน้าที่เคลื่อนขยะให้ผสมกัน และกระจายตลอดทั่วเตาเผาทำให้การเผาไหม้ขยะมูลฝอยเป็นไปได้อย่างทั่วถึง สำหรับกากของเสียที่ได้จากกระบวนการเผาขยะ แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ความร้อนที่ได้จาการเผาขยะ ซึ่งสามารถนำกลับมาเป็นพลังงานและนำไปใช้ประโยชน์ได้ แต่ปัจจุบันยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ และเถ้าที่ได้จากการเผาไหม้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เถ้าหนัก (Bottom ash) และเถ้าลอย (Fly ash) ซึ่งปัจจุบันยังจัดการโดยการฝังกลบ ดังแสดงในรูปที่ 4.4 ยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์เช่นกัน

Chulalongkorn University

รูปที่ 4.4 พื้นที่บ่อฝังกลบเถ้าหนักและบ่อฝังกลบเถ้าเบา [13]

รูปที่ 4.4 เป็นพื้นที่บ่อฝังกลบเถ้าของเทศบาลนครเกาะสมุย เถ้าที่เกิดขึ้นมีปริมาณเถ้าหนักประมาณ 25 ตันต่อวันและเถ้าเบาประมาณ 1.5 ตันต่อวัน โดยเถ้าหนักจะถูกลำเลียงไปยังบ่อรับเถ้า ส่วนเถ้าลอยจะถูกดักจับด้วยชุดถุงกรอง (Bag Filter) และเครื่องดักจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator)



รูปที่ 4.5 แผนผังการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุยในปัจจุบัน[13]

รูปที่ 4.5 แสดงแผนผังการกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบันของเทศบาลนครเกาะสมุยซึ่งขั้นตอนคร่าวๆในการกำจัดขยะมูลฝอย เริ่มต้นจากรถเก็บขนขยะนำขยะมูลฝอยจากสถานที่ต่างๆเข้าสู่ระบบคัดแยกขยะ น้ำชะขยะที่เกิดขึ้นจะถูกปล่อยทิ้ง ขยะที่เผาไม่ได้จะถูกลำเลียงไปฝังกลบ ส่วนขยะที่เผาได้จะถูกส่งต่อไปยังเตาเผาขยะ หลังจากกระบวนการเผามีระบบกรองอากาศโดยการติดตั้งเครื่องดักฝุ่นและกำจัดไดออกซินที่มีการใช้ผงคาร์บอนเพื่อควบคุมปริมาณก๊าซไดออกซิน ก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ให้อยู่ในปริมาณที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ ก่อนปล่อยออกสู่ชั้น

บรรยากาศ นอกจากนี้เถ้าที่เหลือจากกระบวนการเผาขยะรวมถึงขยะมูลฝอยที่คัดแยกแล้วแต่ไม่สามารถนำไปเข้าเตาเผาได้จะถูกส่งต่อไปยังกระบวนการฝังกลบต่อไป

4.2 ปัญหาและอุปสรรคที่ประสบอยู่ในปัจจุบัน

จากการลงพื้นที่ของผู้วิจัยเพื่อสำรวจข้อเท็จจริงของการบริหารจัดการปัญหาขยะชุมชนของเทศบาลนครเกาะสมุย เมื่อวันที่ 4-6 เมษายน พ.ศ.2555 พบว่า ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นกับโรงเผาขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุย สามารถจำแนกได้ 4 ประเด็นสำคัญ ดังนี้

4.2.1 ปัญหาการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร

เนื่องจากโรงเผาขยะมูลฝอยแห่งนี้เดินเครื่องจักรตลอด 24 ชั่วโมง มาเป็นระยะเวลานาน เครื่องจักรจึงเสื่อมสภาพประสิทธิภาพการเผาขยะต่ำ รวมถึงเกิดปัญหาเตาเผาเสียมาเป็นระยะเวลา 2 ปีแล้ว ส่งผลให้เกิดปัญหาการกองสะสมของขยะมูลฝอยดังแสดงในรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 กองขยะมูลฝอยสะสม ณ วันที่ 4 เมษายน 2555

รูปที่ 4.6 เป็นสภาพกองขยะมูลฝอยสะสม ณ วันที่ 4 เมษายน พ.ศ.2555 ซึ่งปัจจุบันมีขยะมูลฝอยกองสะสมอยู่มากกว่า 15,000 ตัน ที่ยังไม่ได้รับการกำจัดหรือส่งเข้าเตาเผาจึงก่อให้เกิดปัญหาอื่นๆตามมาอีกมาก

4.2.2 ปัญหาด้านสุขภาพและอนามัย

ในการลงพื้นที่ของผู้วิจัยได้มีโอกาสสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการกำจัดขยะมูลฝอยในพื้นที่ บทสัมภาษณ์ได้กล่าวถึงการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการฝังกลบภายในบริเวณของโรงเผาขยะนั้นเป็นการฝังกลบที่ยังไม่ถูกสุขลักษณะ ดังแสดงในรูปที่ 4.6 กองขยะมูลฝอยสะสม และรูปที่ 4.7 พื้นที่การฝังกลบขยะมูลฝอยบนเกาะสมุย เนื่องจากไม่มีการรองด้วยแผ่นพื้น HPDE ทำให้เกิดผลกระทบต่อน้ำบาดาลในรัศมี 10 กิโลเมตรรอบโรงเผาขยะ จึงกระทบกับปัญหาด้านสุขภาพอนามัยของประชาชน

และชุมชนในบริเวณดังกล่าว เกิดปัญหาการร้องเรียนตามมา นอกจากนี้การลักลอบปล่อยน้ำชะขยะลงสู่คลองธรรมชาติ เช่น คลองมะเร็ตช่วงเวลากลางคืน ทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมตามมาอีกด้วย

รูปที่ 4.7 พื้นที่การฝังกลบขยะมูลฝอยบนเกาะสมุย

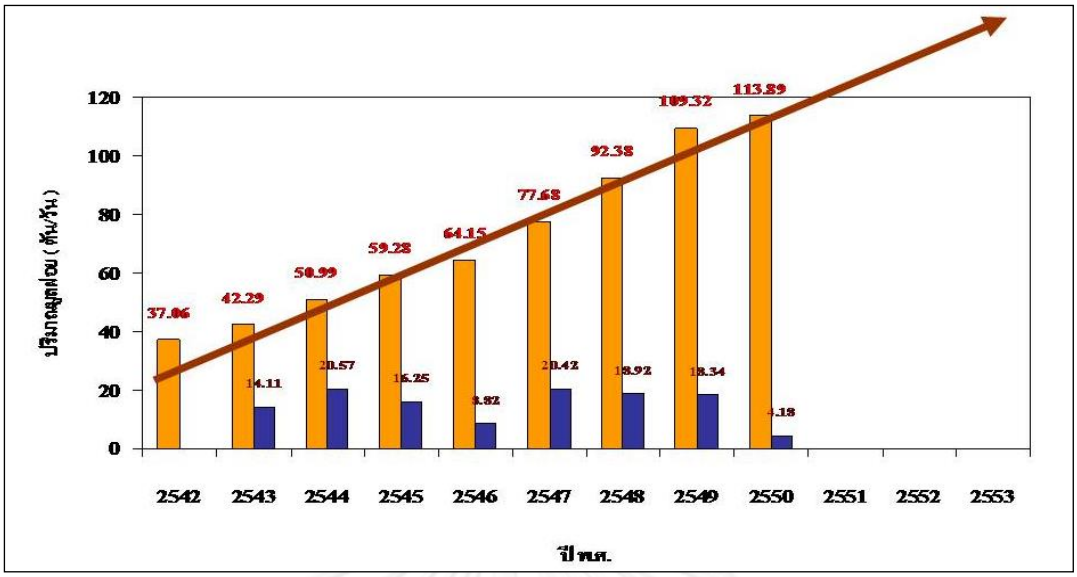
(www.nathoncity.com)

4.2.3 ปัญหาปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มมากขึ้น

การเจริญเติบโตของชุมชนบนเกาะสมุย รวมถึงการเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงของเกาะสมุย ทำให้แต่ละปีมีนักท่องเที่ยวเดินทางมาที่เกาะสมุยจำนวนมาก การบริโภคบนเกาะสมุยจึงเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นในอัตราส่วนที่สูง ประกอบกับปัญหาการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร ทำให้ไม่สามารถเผาขยะมูลฝอยได้ทันในระยะเวลาที่กำหนด เกิดการสะสมของกองขยะมูลฝอยมากขึ้น นำมาสู่ปัญหาด้านสุขภาพอนามัยของประชาชนในพื้นที่และนักท่องเที่ยวบนเกาะสมุย

4.2.4 ปัญหาการขาดจิตสำนึกของประชาชนและสถานประกอบการ

การขาดจิตสำนึกของประชาชนและสถานประกอบการในการคัดแยกขยะมูลฝอย หลังจากที่รถเก็บขนขยะมายังลานเทขยะแล้ว ขยะมูลฝอยทุกชนิดจะถูกนำมากองรวมกัน ทำให้ขยะมีความชื้นสูงขึ้น เมื่อนำขยะมูลฝอยเหล่านี้เข้าเตาเผาขยะทั้งที่มีความชื้นสูงจึงทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเตาเผาขยะลดลง เตาเผาทำงานหนัก และเกิดปัญหาเตาเผาเสื่อมสภาพ เกิดก๊าซไดออกซินตามมา ซึ่งส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขอนามัยและสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 4.8 สถิติปริมาณขยะมูลฝอยบนเกาะสมุย[13]

รูปที่ 4.8 แสดงปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นบนเกาะสมุย ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2542-2550 พบว่าเกาะสมุยมีปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 8.5 ตันต่อปีและเพิ่มขึ้นเป็น 168 ตันต่อวันในปี พ.ศ. 2555 ในปี พ.ศ.2557 การขยายตัวของภาคการท่องเที่ยวและโรงแรมเพิ่มขึ้นทำให้มีปริมาณขยะบนเกาะสมุยเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 200 ตันต่อวัน แม้จะมีการซ่อมแซมเตาเผาให้สามารถใช้การได้แล้วก็ตาม แต่สามารถเผาขยะเพิ่มขึ้นได้เพียง 100-130 ตันต่อวันเท่านั้น นอกจากนี้การที่ขยะมูลฝอยมีความชื้นสูงเพราะไม่มีการคัดแยกขยะมูลฝอยจากต้นทาง จึงยังคงมีขยะมูลฝอยเหลือจากการเผาที่ต้องกองรวมไว้อีก 70-100 ตันต่อวัน อีกทั้งกระบวนการเผาขยะที่มีความชื้นสูงนี้ยังก่อให้เกิดก๊าซไดออกซินและขณะนี้ยังไม่มีหน่วยงานใดเข้าไปแก้ไขปัญหาดังกล่าว

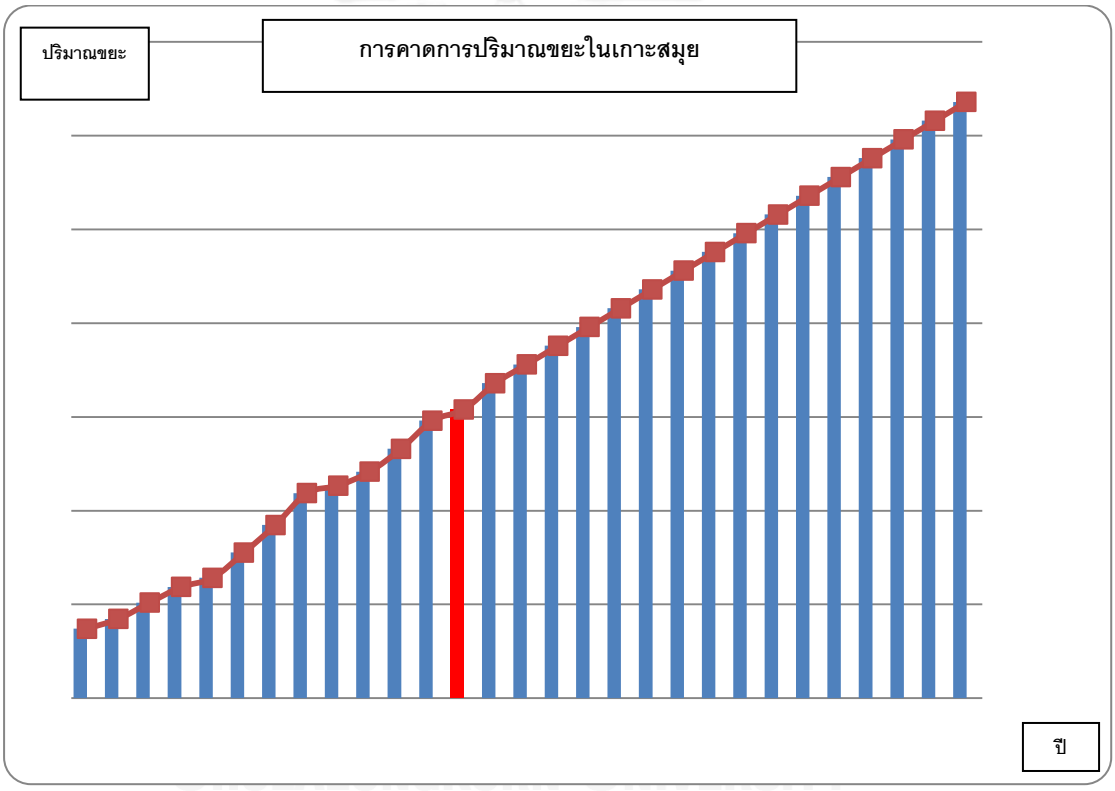
จากปัญหาและอุปสรรคของกระบวนการจัดการขยะมูลฝอยในชุมชนบนเกาะสมุยทั้ง 4 ประเด็นดังกล่าวข้างต้น พบว่า ปัญหาสำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน คือ ปัญหาการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยบนเกาะสมุย ผู้วิจัยจึงได้ทำการพยากรณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นในอนาคตบนเกาะสมุย เพื่อหาแนวทางและเทคโนโลยีที่เหมาะสมรองรับการแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

Chulalongkorn University

4.3 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุย

4.3.1 การคาดการณ์ในภาพรวม

จากปัญหาปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มมากขึ้นบนเกาะสมุย ผู้วิจัยได้ทำการพยากรณ์แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยในช่วงปีพ.ศ. 2555 ถึง ปีพ.ศ. 2570 หรือในระยะเวลา 15 ปีข้างหน้า โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ภายใต้สมมติฐานการใช้สถิติข้อมูลของปริมาณขยะมูลฝอยย้อนหลัง 12 ปี นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มของปริมาณขยะมูลฝอยตั้งแต่ปี พ.ศ.2542 ถึง ปี พ.ศ.2554 จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาทำการการพยากรณ์แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคต 15 ปีข้างหน้า ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยบนเกาะสมุย (จากการคำนวณ)

รูปที่ 4.9 แสดงการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยบนเกาะสมุย พบว่า ปริมาณขยะมูลฝอยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปีพ.ศ. 2542 ถึงปีพ.ศ.2554 ปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้น 130.24 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นปีละ 10.94 ตันโดยเฉลี่ย นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มที่ปริมาณขยะมูลฝอยจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการพยากรณ์ปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคตของผู้วิจัยโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในช่วงระยะเวลา 5 ปี (ตั้งแต่ปีพ.ศ.2555-2560) พบว่า จะมีปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนเท่ากับ 228.94 ตันต่อวัน และในระยะเวลาอีก 15 ปีข้างหน้า (ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2561-2570) พบว่า จะมีปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนเท่ากับ 328.94 ตันต่อวัน ดังนั้น ในการแก้ไขปัญหาระยะสั้นจะต้องคำนึงถึง

แนวทางที่สามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยได้ที่ปริมาณ 228.94 ตันต่อวันและในระยะยาวจะต้องเลือกแนวทางที่สามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยได้ที่ปริมาณ 328.94 ตันต่อวัน

4.3.2 การคาดการณ์ตามประเภทขยะมูลฝอย

หลังจากทำการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยในภาพรวมอีก 15 ปีข้างหน้าแล้ว ในส่วนนี้จะเป็นการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยโดยจำแนกตามประเภทของขยะมูลฝอย โดยใช้วิธีการเทียบสัดส่วนจากประเภทของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปีพ.ศ.2554

ตารางที่ 4.3 แสดงการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยของเกาะสมุยจากการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยจำแนกตามประเภทของขยะมูลฝอย ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2555 ถึง 2570 โดยคำนวนหาสัดส่วนปริมาณการเพิ่มขึ้นของขยะประเภทต่างๆ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประกอบการวิเคราะห์สำหรับคัดเลือกเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นทั้งระยะสั้นและระยะยาว จะเห็นได้ว่า ปริมาณขยะมูลฝอยจะเพิ่มขึ้นในทุกๆ ปี จะประกอบด้วยเศษอาหารเป็นสัดส่วนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขยะมูลฝอยประเภทอื่นๆ ในปีพ.ศ. 2570 จะมีปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นมากถึง 331.81 ตันต่อวัน หากไม่มีแผนการรองรับปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอยในจำนวนมาก จะทำให้เกิดปัญหากองขยะทับถมกันอย่างเช่นในปัจจุบันและจะนำมาซึ่งปัญหาสุขภาพอนามัยและปัญหาสิ่งแวดล้อมที่จะกระทบกับคนในชุมชนและนักท่องเที่ยวต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.3 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยจำแนกตามประเภทขยะ ปี 2555-2570

ประเภท	เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว/โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ	รวม (ตัน)
สัดส่วน	32.73%	15.18%	26.20%	10.11%	0.47%	0.30%	15.47%	-	0.41%	100%
2554	55.00	26.00	42.00	17.00	0.80	0.50	26.00	-	0.70	168.0
2555	58.56	26.84	46.88	18.09	0.84	0.53	27.68	-	0.75	180.17
2556	61.84	28.68	49.50	19.10	0.89	0.57	29.23	-	0.77	190.58
2557	65.11	30.20	52.12	20.11	0.94	0.60	30.78	-	0.82	200.68
2558	68.39	31.72	54.74	21.12	0.98	0.63	32.32	-	0.86	210.76
2559	71.66	33.24	57.36	22.13	0.66	0.66	33.87	-	0.90	220.48
2560	74.93	34.75	59.98	23.15	1.08	0.69	35.42	-	0.94	230.94
2561	78.21	36.27	62.60	24.16	1.12	0.72	36.96	-	0.98	241.02
2562	81.48	37.79	65.22	25.17	1.17	0.75	38.51	-	1.02	251.11
2563	84.75	39.31	67.84	26.18	1.22	0.78	40.06	-	1.06	261.20
2564	88.02	40.83	70.46	27.19	1.26	0.81	41.61	-	1.10	271.28
2565	91.30	42.34	73.08	28.20	1.31	0.84	43.15	-	1.14	281.36
2566	94.57	43.86	75.70	29.21	1.36	0.87	44.70	-	1.18	291.45
2567	97.84	45.38	78.32	30.22	1.41	0.90	46.25	-	1.23	301.55
2568	101.12	46.90	80.94	31.23	1.45	0.93	47.79	-	1.27	311.63
2569	104.39	48.42	83.56	32.24	1.50	0.96	49.34	-	1.31	321.72
2570	107.66	49.93	86.18	33.26	1.55	0.99	50.89	-	1.35	331.81

ข้อสังเกต:

ณ ปี พ.ศ. 2554 ปริมาณขยะรวมวันละประมาณ 168 ตัน (ขณะที่เผาได้วันละ 70 x 2 = 140 ตัน)

หากเผากำจัด (Incinneration) ทั้งหมด โดยไม่มีการคัดแยก

จะมีขยะกำจัดไม่หมดอย่างน้อยวันละ 168 - 140 = 28 ตัน

หากทำการคัดแยก ขยะสดออก 55 ตัน และ ขยะรีไซเคิล 17 ตัน

จะเหลือขยะป้อนเข้าเตาเผา 168 – 55 - 17 = 118 ตัน ซึ่งสามารถกำจัดได้หมด ไม่มีขยะตกค้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ณ ปี พ.ศ. 2557 ปริมาณขยะรวมวันละประมาณ 200 ตัน

หากเผากำจัด (Incinneration) ทั้งหมด โดยไม่มีการคัดแยก

จะมีขยะกำจัดไม่หมดอย่างน้อยวันละ 200 - 140 = 60 ตัน

หากทำการคัดแยก ขยะสดออก 65 ตัน และ ขยะรีไซเคิล 20 ตัน

จะเหลือขยะป้อนเข้าเตาเผา 200 – 65 - 20 = 115 ตัน ซึ่งสามารถกำจัดได้หมด ไม่มีขยะตกค้าง

ณ ปี พ.ศ. 2560 ปริมาณขยะรวมวันละประมาณ 230 ตัน

หากเผากำจัด (Incinneration) ทั้งหมด โดยไม่มีการคัดแยก

จะมีขยะกำจัดไม่หมดอย่างน้อยวันละ 230 – 140 = 90 ตัน

หากทำการคัดแยก ขยะสดออก 75 ตัน และ ขยะรีไซเคิล 23 ตัน

จะเหลือขยะป้อนเข้าเตาเผา 230 – 75 - 23 = 132 ตัน ซึ่งสามารถกำจัดได้หมด ไม่มีขยะตกค้าง

แต่ใกล้ขีดจำกัดของเตาเผา

ณ ปี พ.ศ. 2570 ปริมาณขยะรวมวันละประมาณ 332 ตัน

หากเผากำจัด (Incinneration) ทั้งหมด โดยไม่มีการคัดแยก

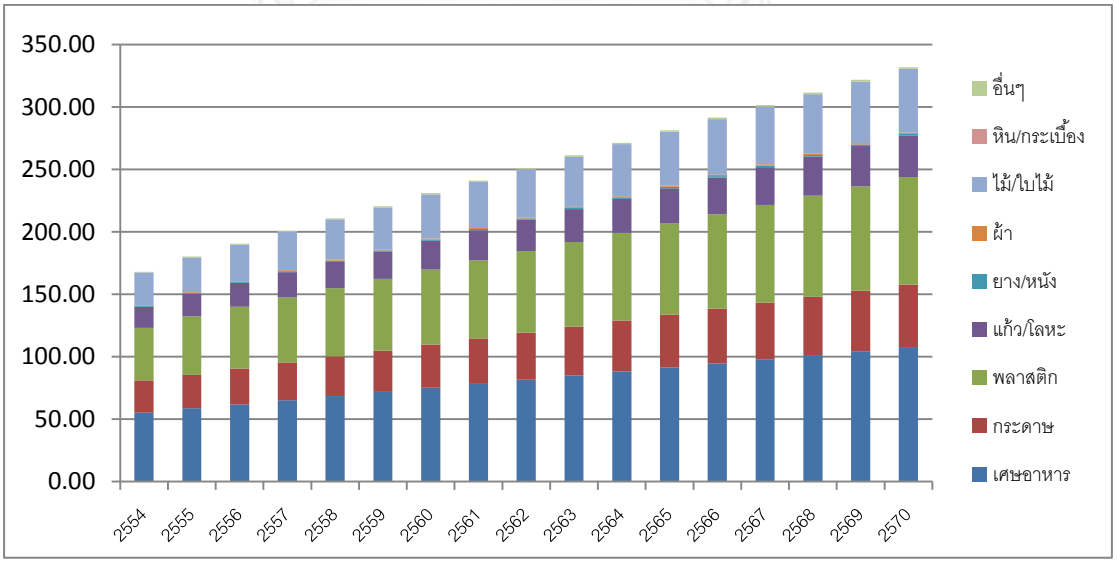
จะมีขยะกำจัดไม่หมดอย่างน้อยวันละ 332 – 140 = 292 ตัน

หากทำการคัดแยก ขยะสดออก 75 ตัน และ ขยะรีไซเคิล 23 ตัน

จะเหลือขยะป้อนเข้าเตาเผา 332 – 108 -33 = 191 ตัน ซึ่งไม่สามารถกำจัดได้หมด มีขยะตกค้างมาก

ฉะนั้นระยะสั้น ภายในปี พ.ศ. 2560 **การเพิ่มระบบคัดแยกขยะ** โดยแยกขยะสด ไปผลิตก๊าซชีวภาพ และ แยกขยะรีไซเคิล (แก้วและโลหะ) ไปจำหน่าย นอกจากสามารถกำจัดปัญหาขยะตกค้างแล้ว ยังสร้างรายได้เพิ่มจากก๊าซชีวภาพและขยะรีไซเคิลอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม**ในระยะยาว 10-15 ปีขึ้นไป** แม้จะทำการคัดแยกขยะสดและขยะรีไซเคิลแล้ว ก็ยังมีขยะป้อนเข้าเตาเผาเกินขีดจำกัดของเตาเผา จะมีขยะตกค้างจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องเพิ่มเตาเผา ซึ่งจะมีความร้อนเหลือทิ้งมาก จึงขอเสนอให้เพิ่มระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้ความร้อนจากการเผาเชื้อเพลิงร่วม ระหว่างขยะกับก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบ



ตารางที่ 4.4 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยบนเกาะสมุยจำแนกตามประเภทของขยะ

รูปที่ 4.10 แสดงการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยบนเกาะสมุยจากการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยจำแนกตามประเภทของขยะมูลฝอยจะพบว่า ในแต่ละปีปริมาณขยะมูลฝอยบนเกาะสมุยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยที่เศษอาหารจะมีสัดส่วนสูงสุด หลังจากทำการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคตแล้วจึงนำไปสู่การวิเคราะห์เปรียบเทียบเทคโนโลยีทั้งหก ได้แก่ เทคโนโลยีการใช้เตาเผา เทคโนโลยีการคัดแยก เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมัก เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้า เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็ง หรือ RDF เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาขยะมูลฝอยที่เกิดสำหรับชุมชนบนเกาะสมุยต่อไป

4.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบเทคโนโลยีในการจัดการขยะชุมชน

จากหัวข้อ 4.3 ซึ่งผู้วิจัยได้พยากรณ์ปริมาณขยะในอนาคตสำหรับเกาะสมุยจะเห็นได้ว่าข้อมูลส่วนนี้เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่ง ที่จะต้องนำมาร่วมพิจารณาหาแนวทางการแก้ปัญหา ทั้งระยะสั้นและระยะยาว กล่าวคือ เทคโนโลยีที่คัดเลือกมาจะต้องสามารถรองรับปริมาณขยะที่จะเพิ่มในอนาคตได้ ทั้งนี้ยังมีอีกหลายปัจจัยที่ผู้วิจัยให้ความสำคัญและนำมาร่วมพิจารณา อาทิ การกำจัดขยะได้ปริมาณสูงสุด (จาก 168 ตันที่เกิดขึ้นในเกาะสมุยในปีพ.ศ. 2555) พลังงานที่ได้จากระบบ พลังงานที่ใช้ในระบบ ความสามารถในกำจัดเมื่อองค์ประกอบของขยะเปลี่ยนแปลง ผลพลอยได้และประโยชน์อื่นๆจากระบบ ต้นทุนการก่อสร้างระบบต่อตัน (ประมาณการอย่างหยาบ ยังมีหลายปัจจัยที่ต้องนำเข้ามาร่วมพิจารณาด้วย) ขนาดพื้นที่โครงการ (ประมาณการอย่างหยาบ) ค่าดำเนินการต่อตัน (ประมาณการอย่างหยาบ) ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในเบื้องต้น ข้อดีข้อเสียของแต่ละเทคโนโลยี การยอมรับของประชาชนที่มีต่อเทคโนโลยีและความพร้อมต่อการนำไปใช้ จำนวนบุคลากรที่ต้องจัดเตรียม ความจำเป็นในการคัดแยกมูลฝอย โครงการต้นแบบที่ใช้ภายในประเทศภายในประเทศ เป็นต้น ดังแสดงรายละเอียดในภาคผนวกตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยทั้ง 6 ประเภท ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบโดยแบ่งประเด็นในการวิเคราะห์เป็น 14 ประเด็น ได้แก่ 1) ความสามารถในการกำจัดขยะมูลฝอยได้ปริมาณสูงสุด 2) พลังงานที่ได้จากระบบ 3) พลังงานที่ใช้ในระบบ 4) ความสามารถในกำจัดขยะเมื่อองค์ประกอบของขยะมูลฝอยเปลี่ยนแปลงไป 5) ผลพลอยได้และประโยชน์อื่นๆที่ได้จากระบบ 6) ต้นทุนการก่อสร้างระบบต่อตัน 7) ขนาดพื้นที่ในการดำเนินโครงการ 8) ต้นทุนค่าดำเนินการต่อตัน 9) ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น 10) ข้อดีข้อเสียของแต่ละเทคโนโลยี 11) การยอมรับของประชาชนที่มีต่อเทคโนโลยีและความพร้อมต่อการนำไปใช้ 12) ความพร้อมด้านบุคลากร 13) ความจำเป็นในการคัดแยกขยะมูลฝอย 14) โครงการต้นแบบที่มีการใช้ภายในประเทศ

4.5 ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยสำหรับพื้นที่เกาะสมุย

ในหัวข้อ 4.3 ผู้วิจัยได้ทำคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคตของเทศบาลนครเกาะสมุยจะเห็นได้ว่าปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนบนเกาะสมุยนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะมูลฝอยที่เป็นขยะเปียกหรือเศษอาหารจากครัวเรือนและสถานประกอบการ เนื่องจากเกาะสมุยเป็น

เมืองท่องเที่ยวมีนักท่องเที่ยวมาเยือนจำนวนมากอย่างสม่ำเสมอประกอบกับมีร้านอาหารเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากทั้งร้านอาหารภายในโรงแรมและนอกโรงแรมดังนั้นจึงทำให้ปริมาณขยะเปียกหรือเศษอาหารเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนมากที่สุดซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะต้องนำมาพิจารณาหาแนวทางการแก้ปัญหาร่วมกันทั้งระยะสั้นและระยะยาว เทคโนโลยีที่คัดเลือกมาใช้จะต้องสามารถรองรับปริมาณขยะที่จะเพิ่มในอนาคตได้ นอกจากนี้ ยังมีอีกหลายปัจจัยที่ผู้วิจัยให้ความสำคัญและนำมาร่วมพิจารณาที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.4 อาทิ ความสามารถในการกำจัดขยะได้ปริมาณสูงสุด จากปริมาณขยะมูลฝอย 168 ตันที่เกิดขึ้นในเกาะสมุยในปี 2555 พลังงานที่ได้จากระบบ พลังงานที่ใช้ในระบบ ความสามารถในการกำจัดขยะมูลฝอยเมื่อองค์ประกอบของขยะเปลี่ยนแปลงไป ผลพลอยได้และประโยชน์อื่นๆที่ได้รับจากระบบ ต้นทุนการก่อสร้างระบบต่อตัน ขนาดพื้นที่โครงการ ตุ้นทุนค่าดำเนินการต่อตัน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอในรูปแบบการประมาณการอย่างหยาบ เนื่องจากยังมีอีกหลายปัจจัยที่จะต้องนำมาร่วมพิจารณาด้วยเพื่อให้การประมาณการละเอียดมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้นำผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นกับโครงการในเบื้องต้น ข้อดีข้อเสียของแต่ละเทคโนโลยี การยอมรับของประชาชนที่มีต่อเทคโนโลยีและความพร้อมต่อการนำไปใช้ จำนวนบุคลากรที่ต้องจัดเตรียม ความจำเป็นในการคัดแยกมูลฝอย ตลอดจนโครงการต้นแบบที่ใช้ภายในประเทศภายในประเทศ การนำผลผลิตที่ได้จากระบบมาบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการพิจารณานำเทคโนโลยีที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์ เป็นปัจจัยในการวิเคราะห์คัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับบริบททของเทศบาลนครเกาะสมุย

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในปี 2557 ของ เทศบาลนครนครราชสีมาซึ่งจากการค้นคว้าพบว่า เทศบาลนครนครราชสีมา มีคุณสมบัติสำคัญใกล้เคียงกับเทศบาลนครเกาะสมุยมากที่สุด เนื่องจากเทศบาลนครนครราชสีมาเคยมีสภาพปัญหาปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากผลกระทบของการเติบโตของชุมชนเมืองและปัญหาพื้นที่ในการฝังกลบเกือบเต็มทำให้เกิดปัญหาการทับถมของกองขยะเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในปี 2557ของ เทศบาลนครนครราชสีมา [14]

องค์ประกอบขยะมูลฝอยเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ.2557						
ปี พ.ศ.	**ขยะสด** (เศษอาหาร)	**ขยะเผาไหม้ได้** (กระดาษ +พลาสติก + ผ้า + ยาง/หนัง + ไม้/ใบไม้)	**ขยะเผาไหม้ไม่ได้ขยะรีไซเคิล** (แก้ว/โลหะ)	**ขยะอื่นๆ**	**รวม**	**หน่วย**
สัดส่วน	34.78	52.17	8.71	4.34	100	% โดยน้ำหนัก
2557	80	120	20	10	230	ตัน

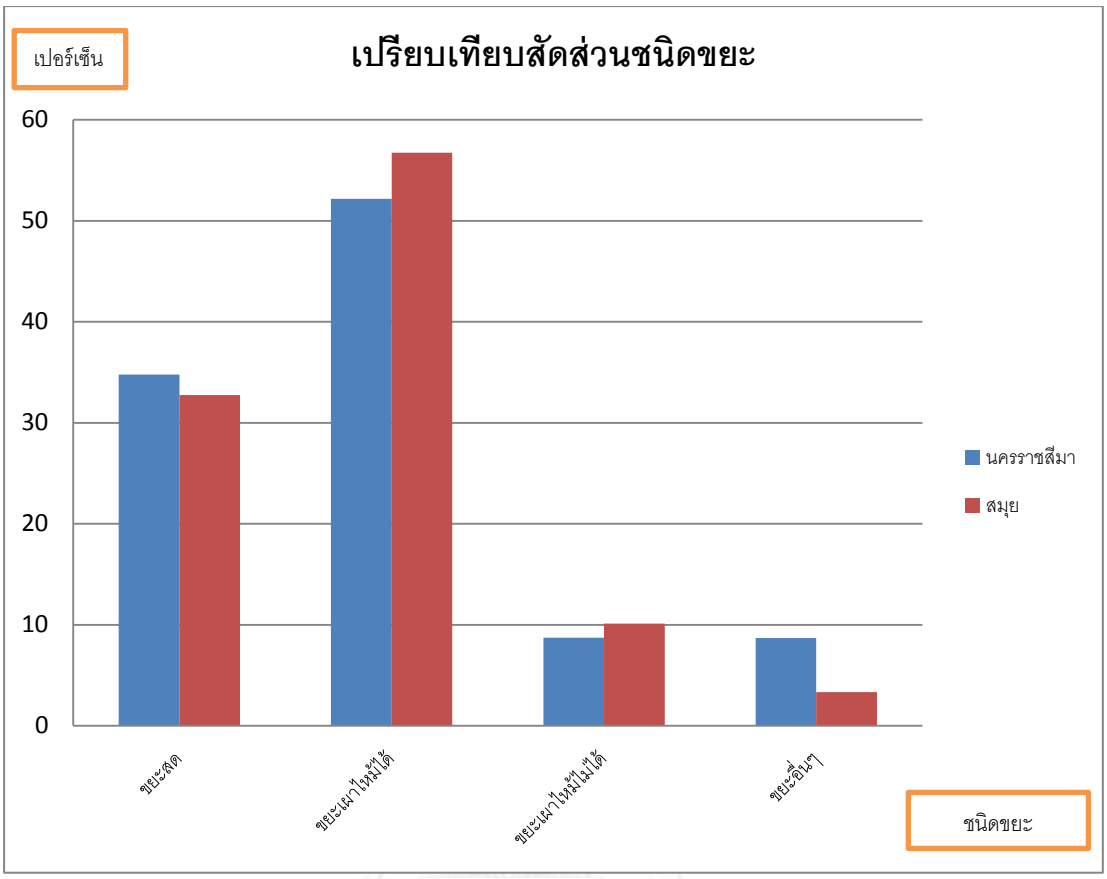
ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณขยะปี 2554-25560 เทศบาลนครเกาะสมุยจากการคาดการ เมื่อนำปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจริงในปี 2554 มาพิจารณาร่วมกับปริมาณที่การคาดว่าจะเกิดขึ้นจนถึงปี พ.ศ. 2560 ของเทศบาลนครเกาะสมุยเปรียบเทียบกับปริมาณขยะของเทศบาลนครนครราชสีมาที่เกิดขึ้นในปีพ.ศ. 2557 ตารางที่ 4.5 พบว่านอกจากสัดส่วนองค์ประกอบขยะจะใกล้เคียงกันแล้วปริมาณขยะ

ของทั้ง 2 เทศบาลยังมีปริมาณใกล้เคียงกันด้วย ปี พ.ศ. 2557 คาดว่าปริมาณขยะของเทศบาลนครเกาะสมุยจะอยู่ที่ 200.68 ตันและในปีพ.ศ. 2560 หรืออีก 3 ปีข้างหน้าคาดว่าปริมาณของเทศบาลนครเกาะสมุยจะมีปริมาณ 230.94 ตันซึ่งใกล้เคียงปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในปัจจุบันของเทศบาลนครนครราชสีมา

ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณขยะปี 2554-25560 เทศบาลนครเกาะสมุย (จากการคาดการณ์)

องค์ประกอบขยะมูลฝอยเทศบาลนครเกาะสมุย ปี พ.ศ. 2554-2560						
ปี พ.ศ.	**ขยะสด** (เศษอาหาร)	**ขยะเผาไหม้ได้** (กระดาษ +พลาสติก + ผ้า + ยาง/หนัง + ไม้/ใบไม้)	**ขยะเผาไหม้ไม่ได้ขยะรีไซเคิล** (แก้ว/โลหะ)	**ขยะอื่นๆ**	**รวม**	**หน่วย**
สัดส่วน	32.74	56.73	10.12	0.41	100	% โดยน้ำหนัก
2554	58.56	95.30	17.00	0.70	168.00	ตัน
2555	61.84	102.77	18.09	0.75	180.17	ตัน
2556	65.11	108.87	19.10	0.77	190.58	ตัน
2557	68.39	114.64	20.11	0.82	200.68	ตัน
2558	71.66	120.39	21.12	0.86	210.76	ตัน
2559	74.93	125.79	22.13	0.90	220.48	ตัน
2560	58.56	131.92	23.15	0.94	230.94	ตัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



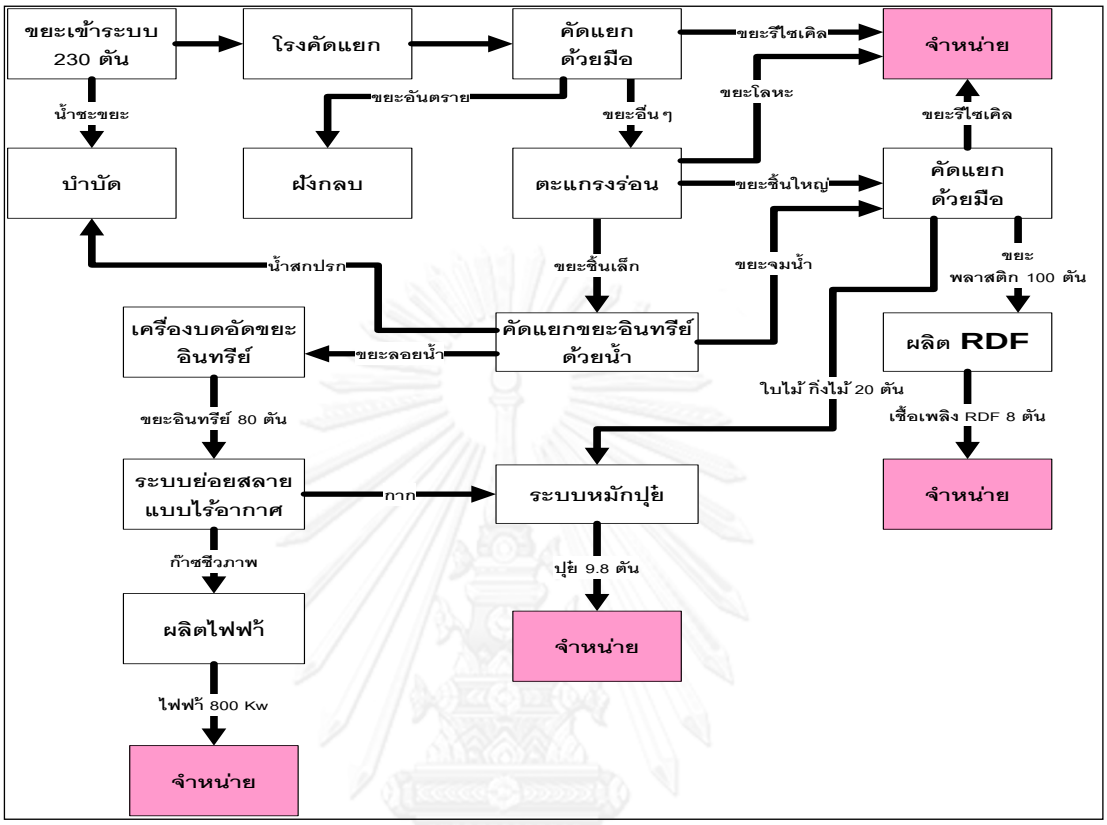
รูปที่ 4.10 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนชนิดขยะ เทศบาลนครนครราชสีมาและเทศบาลนครสมุย

รูปที่ 4.11 เป็นแผนภูมิที่แสดงสัดส่วนองค์ประกอบขยะของเทศบาลนครนครราชสีมาและเทศบาลนครสมุยจากแผนภูมิจะเห็นได้ว่าสัดส่วนชนิดขยะมีสัดส่วนใกล้เคียงกันทั้ง 4 ชนิดไม่ว่าจะเป็นขยะสด ขยะเผาไหม้ได้ ขยะเผาไหม้ไม่ได้ มีเพียงขยะอื่นๆนอกเหนือจาก 3 ชนิดแรกที่มีปริมาณแตกต่างกัน

ดังนั้นหากเทศบาลนครเกาะสมุยจะนำรูปแบบนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการกำจัดขยะมูลฝอยในชุมชนของตนเองจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ อีกทั้งยังเป็นเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจรโดยเน้นให้เกิดโครงการแบบบูรณาการในด้านสังคม ด้านการจัดการ และด้านเทคโนโลยี ให้ความสำคัญกับกระบวนการคัดแยกขยะมูลฝอยจากต้นทางหรือครัวเรือนและสถานประกอบการต่างๆ ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ นอกจากนี้ยังออกแบบให้ระบบสามารถยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในอนาคตได้ด้วย ซึ่งสามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยที่อาจจะเพิ่มขึ้นต่อไปในอนาคตได้ในระยะเวลาอีก 20-30 ปีข้างหน้า ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครนครราชสีมามาใช้เป็นเทคโนโลยีต้นแบบเพื่อหาแนวทางในการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนที่เหมาะสมให้กับเทศบาลนครเกาะสมุย

เทคโนโลยีในการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมามีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ระบบคัดแยกขยะอินทรีย์ ระบบหมักขยะอินทรีย์ ระบบผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซ

ชีวภาพ โดยอาศัยหลักการทำงานของเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion, AD) ในถังหมักขยะอินทรีย์



รูปที่ 4.11 แผนผังระบบกำจัดขยะแบบครบวงจรเทศบาลนครนครราชสีมา

(ดัดแปลงจากระบบกำจัดขยะแบบครบวงจรของเทศบาลนครนครราชสีมา)

รูปที่ 4.12 เป็นแผนผังระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจรของเทศบาลนครนครราชสีมา หลังจากที่รถเก็บขนขยะได้นำขยะมูลฝอยทั้งหมดมายังลานเทหรือหน่วยรับขยะมูลฝอยแล้ว ขยะบางส่วนที่ถูกน้ำชะไปนั้นน้ำชะขยะเหล่านี้จะถูกส่งไปบำบัด ในขณะเดียวกันขยะบางส่วนจะถูกส่งต่อไปยังโรงคัดแยก ในครั้งแรกจะเป็นการคัดแยกด้วยมือ ขยะรีไซเคิลจะนำไปจำหน่าย บางส่วนที่เป็นขยะอันตรายจะถูกนำไปฝังกลบ ส่วนที่เหลือจะถูกนำส่งผ่านตะแกรงร่อนอีกครั้งเพื่อจำแนกเป็นขยะโลหะ ขยะชิ้นเล็ก และขยะชิ้นใหญ่ ในส่วนขยะโลหะจะถูกนำไปจำหน่าย สำหรับขยะชิ้นเล็กและขยะชิ้นใหญ่จะถูกส่งต่อไปคัดแยกด้วยมืออีกครั้ง ซึ่งหากพบขยะ รีไซเคิลก็จะส่งไปจำหน่ายเช่นกัน จากนั้นขยะชิ้นเล็กจะถูกส่งเข้าขั้นตอนการแยกขยะอินทรีย์ด้วยน้ำ ขยะที่จมน้ำจะส่งต่อไปทำการคัดแยกขยะด้วยมืออีกครั้ง ส่วนขยะลอยน้ำจะถูกส่งเข้าเครื่องบดอัดขยะอินทรีย์ผ่านระบบย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งสามารถนำไปผลิตไฟฟ้าเพื่อจำหน่าย กากที่ได้จะส่งไปทำปุ๋ยหมัก น้ำสกปรกจะถูกส่งไปบำบัดต่อไป หลังจากขั้นตอนการคัดแยกด้วยมือแล้วหากพบว่าเป็นขยะพลาสติกจะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง หรือ RDF เพื่อจำหน่ายต่อไป สำหรับขยะที่เป็นใบไม้ กิ่งไม้ จะถูกส่งเข้าระบบหมักปุ๋ยเพื่อผลิตเป็นปุ๋ยสำหรับจำหน่ายต่อไป

รูปที่ 4.12 บ่อฝังกลบขยะแบบถูกสุขลักษณะของเทศบาลนครนครราชสีมา[14]

รูปที่ 4.12 เป็นภาพบ่อฝังกลบขยะแบบถูกสุขลักษณะของเทศบาลเมืองนครราชสีมา สืบเนื่องจากในปีพ.ศ. 2548 เทศบาลนครนครนครราชสีมาประสบปัญหาขยะล้นเมืองไม่สามารถกำจัดได้ทัน เช่นเดียวกับเทศบาลเกาะสมุย ซึ่งเดิมเทศบาลทำการกำจัดขยะโดยวิธีการฝังกลบแบบถูกสุขลักษณะ ต่อมาพื้นที่ฝังกลบไม่เพียงพอ จึงต้องศึกษาวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยรูปแบบใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งหาวิธีรองรับปริมาณขยะที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตด้วย ทั้งนี้การกำจัดขยะรูปแบบใหม่นี้จะต้องให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมและเกิดประโยชน์กับชุมชนมากที่สุด

ระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบบูรณาการหรือแบบครบวงจรดังกล่าว ใช้งบประมาณการก่อสร้างทั้งสิ้น 418,010,791 บาท ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมภายใต้แผนปฏิบัติการเพื่อจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัดในการก่อสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจร และได้รับการสนับสนุนที่ดินจำนวน 73 ไร่ จากกองทัพภาคที่ 2 เพื่อใช้เป็นพื้นที่ในการดำเนินการ ปัจจุบันตั้งอยู่ ตำบลโพธิกลาง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

รูปแบบเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจรของเทศบาลนครนครราชสีมาสามารถจำแนกเป็นกระบวนการได้ดังต่อไปนี้

<u>ส่วนที่ 1 กระบวนการคัดแยก</u> [14]

ขยะที่ถูกจัดเก็บจะนำมาเข้าระบบทั้ง 230 ตัน ในจำนวนนี้เป็นขยะชุมชนซึ่งถูกคัดแยกจากภาคครัวเรือนมาแล้ว 165 ตัน ขยะอินทรีย์ 65 ตัน ได้แก่ ข้าวหมู 45 ตัน ขยะใบไม้ 15 ตัน และสิ่งปฏิกูล 5 ตัน ขยะทั้งหมดจะถูกนำเข้าสู่ระบบคัดแยกอีกครั้ง โดยที่ระบบคัดแยกจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

รูปที่ 4.13 ลานเทขยะโรงคัดแยกขยะเทศบาลเมืองนครราชสีมา[14]

รูปที่ 4.13 เป็นภาพถ่ายลานเทขยะของโรงคัดแยกขยะเทศบาลเมืองนครราชสีมา ขยะมูลฝอยทั้งหมดจะถูกนำมากองรวมกันบริเวณลานเท คนงานทำหน้าที่คัดแยกขยะประเภท แก้ว โลหะ ขยะอันตราย ขยะรีไซเคิลและขยะชิ้นใหญ่ที่ไม่สามารถผ่านตะแกรงร่อนได้ในเบื้องต้น

รูปที่ 4.14 เครื่องร่อนขยะแบบอุโมงของโรงคัดแยกขยะเทศบาลเมืองนครราชสีมา[14]

รูปที่ 4.15เครื่องคัดแยกขยะอินทรีย์ด้วยน้ำของโรงคัดแยกขยะเทศบาลนครราชสีมา[14]

รูปที่ 4.14 เป็นภาพถ่ายเครื่องร่อนขยะแบบอุโมงค์ของโรงคัดแยกขยะเทศบาลนครนครราชสีมา ในส่วนนี้จะมีตะแกรงร่อนแบบอุโมงค์ ขยะมูลฝอยจากลานเทจะถูกโกยใส่ตะแกรงร่อนเพื่อร่อนขยะชิ้นใหญ่ที่ไม่สามารถบดอัดได้ออก ขยะชิ้นใหญ่ที่ไม่ผ่านตะแกรงร่อนจะถูกส่งต่อไปยังระบบสายพานคัดแยกด้วยมือ (Hand Sorting)

รูปที่ 4.15 เป็นภาพเครื่องคัดแยกขยะอินทรีย์ด้วยน้ำของโรงคัดแยกขยะเทศบาลเมืองนครราชสีมา ในส่วนนี้ระบบจะแยกขยะอินทรีย์ด้วยน้ำ ขยะชิ้นเล็กที่ผ่านตะแกรงร่อนจะถูกนำมารวมกับขยะจากตลาดสดและถังข้าวหมู เพื่อเข้าสู่ระบบคัดแยกขยะอินทรีย์ด้วยน้ำ ขยะอินทรีย์ที่ลอยน้ำจะถูกส่งต่อเข้าเครื่องบดอัดขยะอินทรีย์เพื่อให้มีขนาดเล็กก่อนเข้าระบบหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) ส่วนเส้นใยที่เหลือจากการบดจะถูกนำไปหมักปุ๋ย (Composting) ร่วมกับกากที่ได้จากการหมักแบบไม่ใช้อากาศต่อไป ขยะจมน้ำจะถูกส่งเข้าระบบคัดแยกด้วยมือบนสายพาน (Hand Sorting) อีกครั้งเพื่อคัดแยกพลาสติกเบาไปผลิตเชื้อเพลิง RDF

Chulalongkorn University

รูปที่ 4.16 ระบบคัดแยกขยะด้วยมือบนสายพานของโรงคัดแยกขยะเทศบาลนครราชสีมา[14]

รูปที่ 4.16 เป็นระบบคัดแยกขยะด้วยมือบนสายพานของโรงคัดแยกขยะเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งจะคัดแยกด้วยมือ ขยะชิ้นใหญ่และขยะอื่นๆที่เหลือจะถูกนำมาคัดแยกด้วยมือเพื่อคัดแยกพลากสติกไปผลิต RDF ต่อไป ขยะอันตรายหรือขยะอื่นๆที่ไม่สามารถเข้าระบบได้จะถูกนำไปฝังกลบแบบถูกสุขลักษณะ

<u>ส่วนที่ 2 กระบวนการแปรรูปขยะ</u> [14]

หลังจากผ่านกระบวนการคัดแยกขยะมูลฝอยแล้ว สามารถจำแนกขยะได้เป็น 5 ชนิด ขยะสดจะถูกนำไปแปรรูปเป็นขยะอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้จำนวน 80 ตันต่อวัน นำเข้าสู่ระบบหมักก๊าซชีวภาพโดยใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศที่มีขนาดความจุ 100 ตันต่อวัน ดังรูปที่ 4.18 ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบ สามารถนำไปผลิตไฟฟ้าได้ 800 กิโลวัตต์ต่อวันและสามารถขายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ประมาณ 6.4 ล้านหน่วยต่อปี ขยะอินทรีย์ขนาดใหญ่ เช่น เศษไม้ใบหญ้า จะถูกส่งไปทำปุ๋ยหมัก ขยะอันตรายและขยะที่ไม่สามารถเข้าระบบต่างๆได้ จะถูกนำไปฝังกลบโดยวิธีที่ถูกสุขลักษณะในบ่อฝังกลบขยะ ส่วนขยะรีไซเคิลจะถูกนำไปคัดแยกและจำหน่ายให้กับร้านรับซื้อของเก่าต่อไป

รูปที่ 4.17 ระบบย่อยสลายขยะอินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศ [14]

รูปที่ 4.18 ระบบหมักปุ๋ยอินทรีย์ [14]

รูปที่ 4.18 เป็นระบบหมักปุ๋ยอินทรีย์จากขยะอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น กิ่งไม้ ที่ไม่สามารถเข้าระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศได้จำนวน 20 ตันต่อวัน จะถูกนำไปเข้าระบบหมักปุ๋ยอินทรีย์ (Composting) ซึ่งจะถูกหมักรวมกับกากตะกอนที่เหลือจากระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ สามารถผลิตปุ๋ยได้ปีละ 3,600 ตัน หรือวันละประมาณ 9.8 ตัน

รูปที่ 4.19 ระบบผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง[14]

รูปที่ 4.19 เป็นระบบผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง หรือ RDF ขยะแห้งและพลาสติกที่ถูกคัดแยกด้วยมือจะถูกนำมาเข้าระบบผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง หรือ RDF ที่มีกำลังการผลิตสูงสุด 10 ตันต่อวัน โดยผ่านเครื่องย่อยพลาสติก เครื่องอบแห้งและอัดแท่งแข็ง ปัจจุบันมีขยะแห้งเข้าระบบประมาณ 80-100 ตันต่อวัน สามารถผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งได้วันละ 8 ตัน หรือ 2,500 ตันต่อปี ดังรูปที่ 4.19

<u>ส่วนที่ 3 กระบวนการจัดการผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปขยะและมูลค่าที่ได้รับ</u> [14]

ในส่วนที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะการนำผลิตภัณฑ์ต่างๆที่ได้จากระบบการกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจรของเทศบาลเมืองนครราชสีมามาประเมินเป็นมูลค่าจากผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในระบบทั้งหมด 4 ชนิด ดังนี้

- **ไฟฟ้า** ไฟฟ้าที่ได้จากระบบปีละ 6.4 ล้านหน่วย สามารถจำหน่ายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ในอัตราหน่วยละ 2.34 บาท (เทศบาลนครนครราชสีมา, 2557) สร้างรายได้ให้เทศบาลฯจากการขายไฟฟ้าปีละ 6,400,000 X 2.34 = 15,000,000 บาท และยังสามารถลดปริมาณการซื้อไฟฟ้าและปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อีกด้วย
- **ปุ๋ย** ปุ๋ยที่ได้จากระบบในปริมาณปีละ 3,600 ตัน สามารถจำหน่ายได้ตันละ 2,000 บาท (เทศบาลนครนครราชสีมา, 2557) สร้างรายได้ให้เทศบาลฯจากการขายปุ๋ยปีละ 3,600 X 2,000 = 7,200,000 บาท
- **เชื้อเพลิง RDF** ที่ได้จากระบบปีละ 2,500 ตัน สามารถจำหน่ายเป็นเชื้อเพลิงให้กับอุตสาหกรรมซีเมนต์ได้ในราคาตันละ 8,000 บาท (เทศบาลนครนครราชสีมา, 2557)

สร้างรายได้ให้เทศบาลฯจากการขายเชื้อเพลิง RDF ปีละ 2,500 X 8,000 = 20,000,000 บาท

- **ขยะรีไซเคิล** ที่ถูกคัดแยกชนิดและนำไปจำหน่ายให้กับผู้รับซื้อของเก่านั้นผู้วิจัย ไม่นำรายได้จากการจำหน่ายขยะรีไซเคิลมาคำนวนร่วมด้วย เนื่องจากไม่มีข้อมูลอ้างอิงการคัดแยกชนิดขยะและปริมาณที่ชัดเจน

อย่างไรก็ตาม หากรวมรายได้จากทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ จะเห็นได้ว่าเทศบาลฯจะมีรายได้ที่เกิดจากระบบการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจร (ที่ยังไม่ได้หักค่าใช้จ่าย) ปีละ 42,200,000 บาท หากนำตัวเลขดังกล่าวมาคำนวนหาระยะเวลาคืนทุนพบว่า ระยะเวลาในการคืนทุนของโครงการจะเท่ากับระยะเวลา 9 ปี 9 เดือน เมื่อพิจารณาจากหลายปัจจัยแล้วจะเห็นได้ว่ารูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจรของเทศบาลเมืองนครราชสีมานั้น สามารถแก้ไขปัญหาได้จริง และเกิดประโยชน์สูงสุดในด้านการบริหารจัดการ ก่อให้เกิดรายได้แก่หน่วยงาน มีความยั่งยืน สามารถรองรับการขยายตัวของเมืองและปริมาณที่เพิ่มขึ้นของขยะในอนาคตได้ ผู้วิจัยจึงเลือกรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจรของเทศบาลนครนครราชสีมาเป็นต้นแบบในการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาให้กับเทศบาลนครเกาะสมุยที่กำลังประสบปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกัน แต่ยังมี 2 ปัจจัยสำคัญที่มีลักษณะแตกต่างจากเทศบาลนครนครราชสีมาและต้องนำมาร่วมพิจารณาด้วยได้แก่

1. เทศบาลนครเกาะสมุยมีรูปแบบกำจัดขยะเดิมคือเตาเผาขยะหากนำรูปแบบการกำจัดขยะของเทศบาลมาใช้ทั้งระบบจะทำให้เตาเผาที่ถูกปล่อยทิ้งไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์

2. เชื้อเพลิง RDF ผลิตได้จากระบบไม่มีแหล่งรับซื้อภายในเกาะจะต้องขนส่งทางเรือและทางรถเพื่อส่งต่อไปจำหน่ายให้กับอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราชซึ่งมีระยะทางในการขนส่งประมาณ 250 กิโลเมตรซึ่งอาจทำให้ต้นทุนในการขนส่งเพิ่มขึ้นดังนั้นเพื่อคัดเลือกรูปแบบการบริหารจัดการและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับปัญหาของเกาะสมุยมากที่สุดผู้วิจัยจึงได้ศึกษาปรับเปลี่ยนรูปแบบเป็น 3 กรณีและได้ศึกษาเปรียบเทียบทั้ง 3 กรณี ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 Full System นำรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจรของเทศบาลเมืองนครราชสีมามาใช้อย่างเต็มรูปแบบ โดยใช้เทคโนโลยีและงบประมาณการลงทุนเท่ากับ 418,010,791 บาท เช่นเดียวกับเทศบาลเมืองนครราชสีมาทุกประการ

กรณีที่ 2 Full System without RDF and Composting System นำรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองนครราชสีมามาใช้แต่ปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีบางส่วนโดยไม่มีการผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็งและการหมักปุ๋ย มีการใช้พลังงานความร้อนจากเตาเผาขยะเดิมมาผลิตไฟฟ้าและนำก๊าซชีวภาพที่ได้มาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซล

กรณีที่ 3 Full System without Electricity Generation, RDF and Composting System นำรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองนครราชสีมามาใช้แต่ปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีบางส่วนโดยไม่มีการผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็ง การหมักปุ๋ย และการผลิตไฟฟ้าเพื่อจำหน่าย มีการใช้พลังงานความร้อนจากเตาเผาขยะเดิมและนำก๊าซชีวภาพที่ได้มาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซล

ทั้งนี้การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการทั้ง 3 กรณีนี้ เป็นการประมาณการอย่างหยาบ เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้เชิงปริมาณที่แสดงถึงผลตอบแทนหรือรายได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระบบเท่านั้น ซึ่งการศึกษานี้เป็นการคำนวณภายใต้ข้อสมมติฐาน ดังนี้

1) โครงการติดตั้งระบบกำจัดขยะมูลฝอยบนเกาะสมุยมีเทศบาลเป็นผู้ดำเนินการ

2) กำหนดอายุโครงการ 16 ปี เป็นระยะเวลาในการก่อสร้าง 1 ปี และระยะเวลาดำเนินการ 15 ปี

3) รายได้หลักของโครงการเกิดจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระบบ ไม่รวมขยะรีไซเคิล

4) คำนวณอัตราการรับซื้อไฟฟ้าโดยใช้อัตราเดียวกับเทศบาลนครนครราชสีมา คือ หน่วยละ 2.34 บาท ทั้งไฟฟ้าที่ได้จากเตาเผาและระบบก๊าซชีวภาพ

5) ราคาจำหน่ายปุ๋ยหมักที่ได้จากระบบ Composting ใช้อัตราเดียวกับเทศบาลนครนครราชสีมาในการคำนวณคือตันละ 2,000 บาท

6) ราคาจำหน่ายเชื้อเพลิง RDF ใช้อัตราเดียวกับเทศบาลนครนครราชสีมาในการคำนวณคือตันละ 8,000 บาท

7) กำหนดให้ Plant Factor เท่ากับร้อยละ 80 ฉะนั้นในแต่ละปี โรงไฟฟ้าจะเดินเครื่องเป็นจำนวน 7,008 ชั่วโมง (24 ชั่วโมง x 365 วัน x 0.8)

8) ในการคำนวณใช้อัตราดอกเบี้ย MLR ที่ร้อยละ 7 ตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ณ วันที่ 10 พฤษภาคม 2556 และใช้อัตราคิดลดร้อยละ 10 (World Bank, อ้างในประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2527)

9) เนื่องจากการคำนวณนี้เป็นเพียงกรณีศึกษาเท่านั้นจึงกำหนดให้ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักรและปัจจัยอื่นๆคงที่ตลอดอายุโครงการ

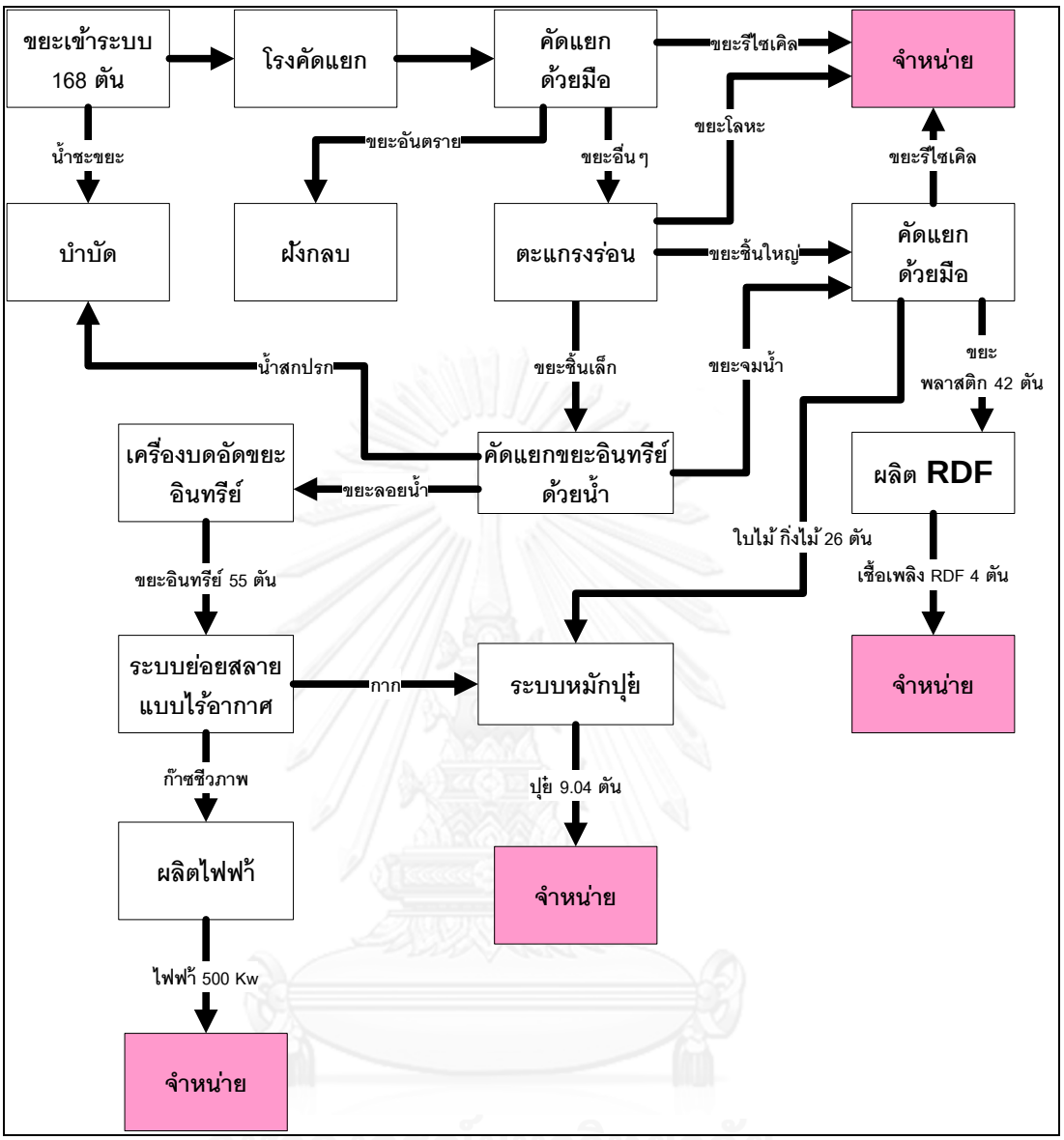
10) ไม่นำค่าที่ดินมาคำนวณร่วมเนื่องจากกำหนดให้โครงการใช้ที่ดินโรงเผาขยะเดิมในการจัดตั้งโครงการ

11) ต้นทุนค่าดำเนินงานคำนวณจาก จำนวนบุคลากรที่ใช้ในแต่ละระบบ X กับค่าแรงขั้นต่ำ (300 บาท) X จำนวนวันทำงานตามกฎหมาย (260วัน ต่อปี) X อายุโครงการ (15 ปี)

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดให้กรณีที่ 1 เป็นกรณีศึกษาที่ไม่มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานความร้อนของเตาเผาขยะเดิม

กรณีที่ 1 การใช้เทคโนโลยีกำจัดขยะมูลฝอยรูปแบบเดียวกับเทศบาลนครนครราชสีมา

ในกรณีที่ 1 ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการขยะแบบครบวงจรของเทศบาลนคร นครราชสีมามาเป็นต้นแบบในการแก้ไขปัญหาขยะสะสมของเทศบาลนครเกาะสมุยโดยใช้ระบบการบริหารจัดการและเทคโนโลยีชนิดเดียวกันกับเทศบาลนครนครราชสีมาทุกประการ



รูปที่ 4.20 แบบจำลองระบบการจัดการขยะมูลฝอย แบบครบวงจรของเกาะสมุย

(ดัดแปลงมาจากใช้รูปแบบการกำจัดขยะครบวงจรเทศบาลนครนครราชสีมา)

รูปที่ 4.20 เป็นแบบจำลองระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุยโดยดัดแปลงมาจากแบบจำลองระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งเทศบาลนครเกาะสมุยจะมีปริมาณขยะที่เกิดขึ้นประมาณ 168 ตันต่อวัน ภายใต้กระบวนการหลัก 3 ส่วน ดังนี้

<u>ส่วนที่ 1 กระบวนการคัดแยก</u>

ขยะมูลฝอยที่จัดเก็บมาจะถูกนำมาเข้าระบบทั้ง 168 ตันต่อวัน โดยที่ขยะทั้งหมดจะถูกนำเข้าระบบคัดแยกอีกครั้ง จากระบบตะแกรงร่อน ระบบแยกอินทรีย์ด้วยน้ำ จะได้ขยะอินทรีย์สำหรับป้อนเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพประมาณวันละ 55 ตัน จากนั้นระบบคัดแยกด้วยมือจะคัดแยก

ขยะส่วนที่เป็นเศษไม้ใบหญ้าสำหรับหมักปุ๋ยประมาณวันละ 26 ตัน นอกจากนี้ยังได้ขยะพลาสติกและเศษกระดาษเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง หรือ RDF ได้ประมาณวันละ 42 ตัน

ส่วนที่ 2 กระบวนการแปรรูปขยะ

หลังจากผ่านกระบวนการคัดแยกแล้วจะสามารถแบ่งขยะมูลฝอยในระบบได้เป็น 5 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังนี้

ขยะอินทรีย์ สามารถย่อยสลายได้ประมาณ 55 ตันต่อวัน จากนั้นนำเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ ในปีที่ 1 ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จะสามารถนำไปผลิตไฟฟ้าได้ 500 กิโลวัตต์ต่อวัน

ขยะอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น กิ่งไม้ ประมาณ 26 ตันต่อวัน เป็นขยะที่ไม่สามารถนำเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพได้จึงถูกส่งไปยังระบบหมักปุ๋ยอินทรีย์ (Composting) ซึ่งจะถูกหมักรวมกับกากตะกอนที่เหลือจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ในปีที่ 1สามารถผลิตเป็นปุ๋ยได้ประมาณ 9.4 ตันต่อวัน หรือ 3,305 ตันต่อปี

ขยะแห้ง เช่น พลาสติก กระดาษ ประมาณ 42 ตันต่อวัน หลังจากที่ถูกคัดแยกด้วยมือแล้วจะถูกนำมาเข้าระบบผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งโดยผ่านเครื่องย่อยพลาสติก เครื่องอบแห้งและเครื่องอัดแท่งแข็ง ในปีที่ 1จะสามารถผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ประมาณ 4 ตันต่อวัน หรือ 1,440 ตันต่อปี

ขยะอันตรายและขยะที่ไม่สามารถเข้าระบบต่างๆได้ มีประมาณ 17 ตันต่อวันจะถูกนำไปฝังกลบโดยวิธีที่ถูกสุขลักษณะ

ขยะรีไซเคิล จะถูกคัดแยกชนิดและนำไปจำหน่ายต่อไป

ส่วนที่ 3 การจัดการผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปขยะและมูลค่าที่ได้รับ

ในส่วนที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะการนำผลิตภัณฑ์ต่างๆที่ได้จากระบบการกำจัดขยะแบบครบวงจรของเทศบาลนครเกาะสมุยทั้งหมดโดยไม่ได้นำรายได้จากการจำหน่ายขยะรีไซเคิลมาคำนวนร่วมด้วย เนื่องจากไม่มีข้อมูลการแยกประเภทขยะและปริมาณที่นำไปจำหน่ายอย่างชัดเจนในการคำนวณจึงเหลือรายได้จากผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด ดังนี้

ไฟฟ้าจากระบบ กำหนดให้อายุโครงการเท่ากับ 16 ปี เป็นระยะเวลาในการก่อสร้าง 1 ปี จึงมีระยะเวลาในการจำหน่ายไฟฟ้าเข้าระบบได้ 15 ปี เมื่อนำผลการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยแยกชนิดมาร่วมวิเคราะห์ด้วย จะเห็นได้ว่า ในปีที่ 1 จะมีขยะเปียกเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 55 ตันต่อวันสามารถผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ 500 กิโลวัตต์ต่อวัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อกำหนดให้ Plant Factor เท่ากับร้อยละ 80 ดังนั้น ในแต่ละปีโรงไฟฟ้าจะเดินเครื่องเป็นจำนวน 7,008 ชั่วโมง (24ชั่วโมงx365วันx0.8) ดังนั้น ในปีที่ 1 จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 3,504,000 หน่วย เมื่อนำไปหักลบกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบร้อยละ 40[6] ยังคงเหลือพลังงานไฟฟ้าจำหน่ายปีละ 2,102,400 หน่วย เมื่อจำหน่ายที่หน่วยละ 2.34 บาท [14] ในปีที่ 1 เทศบาลนครเกาะสมุยจึงมีรายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าเท่ากับ 4,940,640.00 บาท และมีรายได้รวมจากการ

จำหน่ายไฟฟ้าตลอดอายุโครงการเท่ากับ 108,694,080 บาท ดังตารางที่ 4.7 ซึ่งเป็นประมาณการปริมาณไฟฟ้าและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบย่อยสลายโดยไม่ใช้อากาศในกรณีที่ 1

ตารางที่ 4.7 ประมาณการปริมาณไฟฟ้าและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบ Anaerobic ในกรณีที่ 1 (จากการคำนวณ)

ปี	ขยะเปียกที่คาดว่าจะเข้าระบบ (ตัน)	ไฟฟ้าที่คาดว่าจะผลิตได้ (Kw)	ไฟฟ้าที่คาดว่าจะสามารถผลิตได้ต่อปี (หน่วย)	ไฟฟ้าที่คาดว่าจะสามารถผลิตได้ต่อปีหลังหักลบใช้ในระบบร้อยละ 40 (หน่วย)	รายได้จากการขายไฟฟ้าต่อปี (หน่วยละ 2.35 บาท) (บาท)
1	55.00	500	3,504,000	2,102,400	4,940,640
2	58.56	500	3,504,000	2,102,400	4,940,640
3	61.84	600	4,204,800	2,522,880	5,928,768
4	65.11	600	4,204,800	2,522,880	5,928,768
5	68.39	600	4,204,800	2,522,880	5,928,768
6	71.66	700	4,905,600	2,943,360	6,916,896
7	74.93	700	4,905,600	2,943,360	6,916,896
8	78.21	700	4,905,600	2,943,360	6,916,896
9	81.48	800	5,606,400	3,363,840	7,905,024
10	84.75	800	5,606,400	3,363,840	7,905,024
11	88.02	800	5,606,400	3,363,840	7,905,024
12	91.30	900	6,307,200	3,784,320	8,893,152
13	94.57	900	6,307,200	3,784,320	8,893,152
14	97.84	900	6,307,200	3,784,320	8,893,152
15	101.12	1,000	7,008,000	4,204,800	9,881,280
รายได้รวมตลอดอายุโครงการ					**108,694,080**

ปุ๋ยที่ได้จากระบบ กำหนดให้อายุโครงการ 16 ปี เป็นระยะเวลาในการจำหน่ายไฟฟ้าเข้าระบบได้ 15 ปี เมื่อนำผลการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยแยกชนิดมาวิเคราะห์ร่วม จะพบว่า ในปีที่ 1 มีขยะอินทีย์เข้าสู่ระบบหมักปุ๋ยประมาณ 26 ตันและกากใยจากระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศประมาณ 22 ตัน สามารถผลิตปุ๋ยได้วันละ 9.06 ตัน คิดเป็นปีละ 3,305.66 ตัน ทำให้เทศบาลนคร

เกาะสมุยมีรายได้จากการขายปุ๋ยในปีแรก 6,611,320.75 บาท และเป็นรายได้รวมจากการขายปุ๋ยตลอดอายุโครงการ 140,964,652.83 บาท ดังตารางที่ 4.8 ประมาณการปริมาณปุ๋ยหมักและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบ Composting ในกรณีที่ 1

ตารางที่ 4.8 ประมาณการปริมาณปุ๋ยหมักและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบ Composting ในกรณีที่ 1 (จากการคำนวณ)

ปี	กากใยจากระบบที่คาดว่าจะเข้าในระบบต่อวัน (ตัน)[13]	ขยะใบไม้กิ่งไม้ ที่คาดว่าจะเข้าในระบบต่อวัน (ตัน)	ปุ๋ยที่คาดว่าจะผลิตได้ต่อวัน (ตัน)[14]	ปุ๋ยที่คาดว่าจะผลิตได้ต่อปี (ตัน)	รายได้จากการขายปุ๋ยต่อปี (2,000.- ต่อตัน[15]) (บาท)
1	22.000	26.00	9.06	3,305.66	6,611,320.75
2	23.424	27.68	9.64	3,519.43	7,038,852.83
3	24.736	29.23	10.18	3,716.53	7,433,052.83
4	26.044	30.78	10.72	3,913.35	7,826,701.89
5	27.356	32.32	11.26	4,109.76	8,219,524.53
6	28.664	33.87	11.80	4,306.59	8,613,173.58
7	29.972	35.42	12.34	4,503.41	9,006,822.64
8	31.284	36.96	12.88	4,699.82	9,399,645.28
9	32.592	38.51	13.42	4,896.65	9,793,294.34
10	33.900	40.06	13.95	5,093.47	10,186,943.40
11	35.208	41.61	14.49	5,290.30	10,580,592.45
12	36.520	43.15	15.03	5,486.71	10,973,415.09
13	37.828	44.70	15.57	5,683.53	11,367,064.15
14	39.136	46.25	16.11	5,880.36	11,760,713.21
15	40.448	47.79	16.65	6,076.77	12,153,535.85
รายได้รวมตลอดอายุโครงการ					**140,964,652.83**

[13] (กรมควบคุมมลพิษ,2554) กากใยที่เหลือจากระบบ Anaerobic จะคงเหลือ 40 % ของน้ำหนักที่เข้าระบบ

[14] ปริมาณปุ๋ยที่ได้แต่วันเทียบสัดส่วนจากเทศบาลนคร นครราชสีมา,2557

[15] เทศบาลนคร นครราชสีมา,2557

เชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง หรือ RDF กำหนดให้อายุโครงการ 16 ปี เป็นระยะเวลาในการจำหน่ายไฟฟ้าเข้าระบบ 15 ปี เมื่อนำผลการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยแยกชนิดมาวิเคราะห์ร่วมจะพบว่า ในปีที่ 1 จะมีขยะพลาสติกเข้าสู่ระบบผลิต RDF ประมาณ 42 ตัน สามารถผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง หรือ RDF ได้ประมาณวันละ 4 ตัน หรือ ปีละ1,460 ตัน ทำให้เทศบาลนครเกาะสมุยมีรายได้จากการขายเชื้อเพลิง RDF ในปีที่ 1 เท่ากับ 11,680,000 บาท และเป็นรายได้รวมจากการจำหน่ายเชื้อเพลิง RDF ตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 251,120,000 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ประมาณการปริมาณเชื้อเพลิง RDF และรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบในกรณีที่ 1 (จากการคำนวณ)

ปี	ขยะพลาสติกที่คาดว่าจะเข้าในระบบ (ตัน)	เชื้อเพลิง RDF ที่คาดว่าจะผลิตได้ต่อวัน (ตัน)	เชื้อเพลิง RDF ที่คาดว่าจะผลิตได้ต่อปี (ตัน)	รายได้จากการขายเชื้อเพลิง RDF ต่อปี (บาท)
1	42.00	4	1,460	11,680,000
2	46.88	4	1,460	11,680,000
3	49.50	4	1,460	11,680,000
4	52.12	5	1,825	14,600,000
5	54.74	5	1,825	14,600,000
6	57.36	5	1,825	14,600,000
7	59.98	5	1,825	14,600,000
8	62.60	6	2,190	17,520,000
9	65.22	6	2,190	17,520,000
10	67.84	6	2,190	17,520,000
11	70.46	7	2,555	20,440,000
12	73.08	7	2,555	20,440,000
13	75.70	7	2,555	20,440,000
14	78.32	7	2,555	20,440,000
15	80.94	8	2,920	23,360,000
รายได้รวมตลอดอายุโครงการ				**251,120,000**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อประเมินการลงทุนของโครงการในกรณีที่ 1 Full System คือ การใช้เทคโนโลยีกำจัดขยะมูลฝอยรูปแบบเดียวกับเทศบาลเมืองนครราชสีมา พบว่าโครงการใช้งบประมาณการลงทุนทั้งระบบเป็นเงินจำนวน 418 ล้านบาท ผลตอบแทนตลอดอายุโครงการ (NPV) เท่ากับ -123.82 ล้านบาทอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 6.43 โครงการมีระยะเวลาคืนทุน 12 ปี 5 เดือน

จากตารางที่ 4.10 เป็นงบประมาณการลงทุนของกรณีที่ 1 การใช้เทคโนโลยีกำจัดขยะมูลฝอยรูปแบบเดียวกับเทศบาลเมืองนครราชสีมาโดยจำแนกงบประมาณเป็น 6 ส่วน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโรงคัดแยกขยะมูลฝอยกึ่งอัตโนมัติขนาด 100 ตันขึ้นไปเป็นเงิน 120 ล้านบาท การติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) ขนาด 100 ตัน เป็นเงิน 130 ล้านบาท การก่อสร้างและติดตั้งระบบของโรงหมักปุ๋ย (Composting) ขนาด 100 ตัน เป็นเงิน 100 ล้านบาท การติดตั้งระบบและเครื่องจักรในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง หรือ RDF ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อยพลาสติก การอบไอน้ำและการอัดแท่งเชื้อเพลิงที่มีกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน เป็นเงิน 15 ล้านบาท การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 1 เมกกะวัตต์ เป็นเงิน 45 ล้านบาท และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าจ้างแรงงาน ค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภค ค่าดำเนินการต่างๆ เป็นเงิน 6 ล้านบาท รวมเป็นงบประมาณในการก่อสร้างและติดตั้งเครื่องจักรสำหรับโครงการกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจรของเทศบาลนครเกาะสมุยทั้งสิ้น 418 ล้านบาท

ตารางที่ 4.10 งบประมาณการลงทุนของกรณีที่ 1 (เทศบาลเมืองนครราชสีมา, 2557)

รูปแบบเทคโนโลยี	**ขนาด**	**ราคา (ล้านบาท)**
1.โรงคัดแยกขยะกึ่งอัตโนมัติ	100 ตันขึ้นไป	120
2.ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion)	100 ตัน	130
3.โรงหมักปุ๋ย (Composting)	100 ตัน	100
4. ระบบผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง (RDF) ประกอบไปด้วย		
4.1 เครื่องย่อยพลาสติก	กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน	15
4.2 เครื่องอบไอน้ำ		
4.3 เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง		
5. ระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ	ขนาด 1 เมกะวัตต์	45
6. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าจ้างแรงงาน ค่าดำเนินการ		6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รวมงบประมาณการลงทุนทั้งหมด	**418**

จากตารางที่ 4.11 เป็นประมาณการรายได้ต่อปีเปรียบเทียบกับต้นทุนเฉลี่ยต่อปีจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ในระบบตลอดอายุโครงการ 15 ปี พบว่าตลอดอายุโครงการจะมีรายได้จากการจำหน่ายปุ๋ยหมักคิดเป็นเงิน 140,964,652.83 บาท รายได้จากการขายไฟฟ้า 108,694,080 บาท และรายได้จากการขายเชื้อเพลิง RDF 251,120,000 บาท รวมรายได้ทั้งสิ้นตลอดอายุโครงการคิดเป็นเงิน 500,778,732.82 บาท เมื่อหักลบกับต้นทุนของโครงการ 451,612,600 บาท จะพบว่าเทศบาลฯจะมีส่วนต่างของรายได้ตลอดอายุโครงการคิดเป็นเงิน 49,166,132.82 บาท

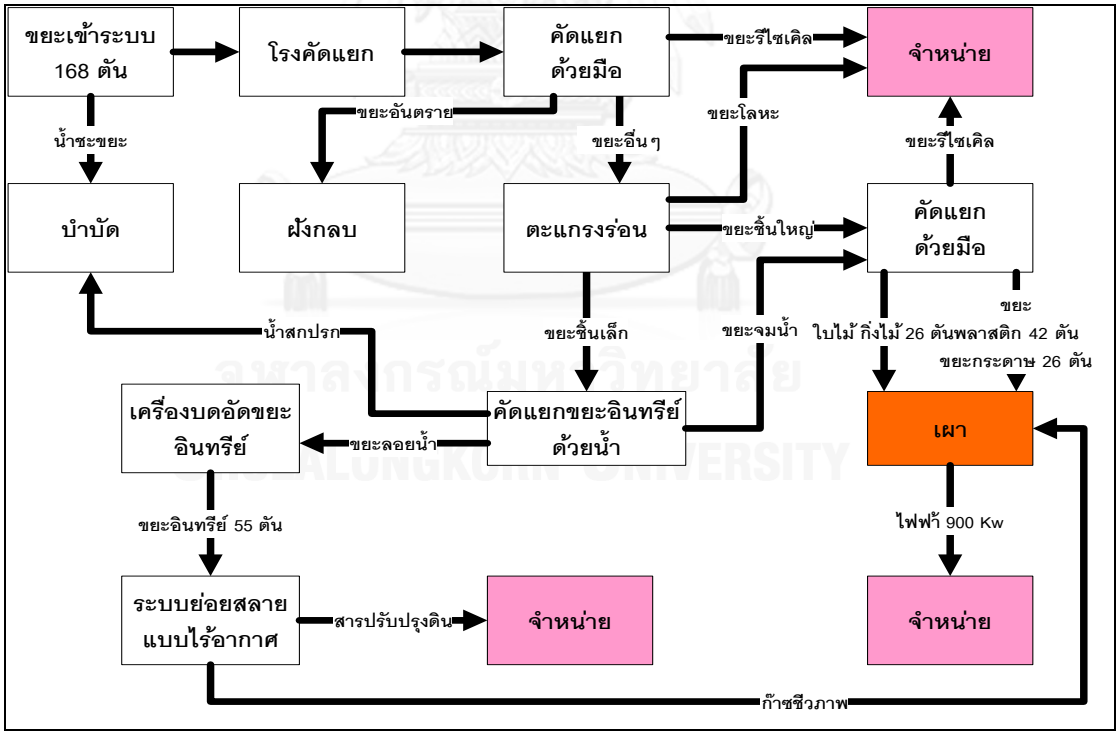
ตารางที่ 4.11 ประมาณการรายได้ต่อปีตลอดอายุโครงการในกรณีที่ 1 (จากการคำนวณ)

ปีที่	**รายได้จากการจำหน่ายปุ๋ยหมักต่อปี (บาท)**	**รายได้จากการขายไฟฟ้าต่อปี (บาท)**	**รายได้จากการขายเชื้อเพลิง RDF ต่อปี (บาท)**	**รายได้รวมต่อปี (บาท)**	**ต้นทุนเฉลี่ยต่อปี (บาท)**
1	6,611,320.75	4,940,640	11,680,000	23,231,960.75	30,107,506
2	7,038,852.83	4,940,640	11,680,000	23,659,492.83	30,107,506
3	7,433,052.83	5,928,768	11,680,000	25,041,820.83	30,107,506
4	7,826,701.89	5,928,768	14,600,000	28,355,469.89	30,107,506
5	8,219,524.53	5,928,768	14,600,000	28,748,292.53	30,107,506
6	8,613,173.58	6,916,896	14,600,000	30,130,069.58	30,107,506
7	9,006,822.64	6,916,896	14,600,000	30,523,718.64	30,107,506
8	9,399,645.28	6,916,896	17,520,000	33,836,541.28	30,107,506
9	9,793,294.34	7,905,024	17,520,000	35,218,318.34	30,107,506
10	10,186,943.40	7,905,024	17,520,000	35,611,967.40	30,107,506
11	10,580,592.45	7,905,024	20,440,000	38,925,616.45	30,107,506
12	10,973,415.09	8,893,152	20,440,000	40,306,567.09	30,107,506
13	11,367,064.15	8,893,152	20,440,000	40,700,216.15	30,107,506
14	11,760,713.21	8,893,152	20,440,000	41,093,865.21	30,107,506
15	12,153,535.85	9,881,280	23,360,000	45,394,815.85	30,107,506
รวม	**140,964,652.83**	**108,694,080**	**251,120,000**	**500,778,732.82**	**451,612,600**

หากพิจารณาความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์จะพบว่า กรณีที่ 1 โครงการยังไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจากผลตอบแทนตลอดอายุโครงการ หรือ ค่า NPV ติดลบ (-123.82 ล้านบาท) ประกอบกับมีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 6.43 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าอัตราดอกเบี้ย แม้ว่าระยะเวลาในการคืนทุนจะอยู่ในช่วงที่ชุมชนสามารถยอมรับได้แต่ยังไม่คุ้มค่าในการลงทุน นอกจากนี้จากการใช้เทคโนโลยีกำจัดขยะมูลฝอยรูปแบบเดียวกับเทศบาลนครนครราชสีมาทุกประการดังกรณีที่ 1 ยังมีข้อจำกัดในการเลือกติดตั้ง ระบบนี้จะทำให้เตาเผาเดิมที่มีอยู่ซึ่งเป็นแบบระบบ Incineration ถูกปล่อยทิ้งไว้โดยที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ อีกทั้งบนพื้นที่เกาะสมุยไม่มีโรงงานที่รองรับการใช้เชื้อเพลิง RDF ซึ่งเทศบาลอาจจะต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายในการขนส่งเชื้อเพลิง RDF มาขายในฝั่งตัวเมือง จึงอาจสรุปได้ว่ารูปแบบการแก้ปัญหาโดยใช้ต้นแบบของเทศบาล นครราชสีมาทั้งระบบ (Full System) ยังไม่ใช่แนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดสำหรับเกาะสมุย

กรณีที่ 2 การนำรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองนครราชสีมามาใช้โดยไม่มีระบบผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็งและระบบ Composting สำหรับการหมักปุ๋ย (Full System without RDF Production and Composting)

ในกรณีที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้ต้นแบบระบบการจัดการขยะของเทศบาลนครนครราชสีมาโดยไม่มีการติดตั้งเทคโนโลยีระบบผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็งและระบบ Composting สำหรับการหมักปุ๋ยเพื่อจำหน่าย



ตารางที่ 4.12 แบบจำลองการจัดการขยะมูลฝอยของเกาะสมุยโดยไม่มีระบบการผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็งและระบบ Composting (ดัดแปลงมาจากแบบจำลองระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมา

รูปที่ 4.22 เป็นแบบจำลองระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุยโดยดัดแปลงมาจากแบบจำลองระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมา จากปริมาณขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุยที่มีประมาณ 168 ตันต่อวัน(ข้อมูล ณ ปี พ.ศ. 2554) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระบบและสามารถนำไปจำหน่ายได้มีเพียงพลังงานไฟฟ้า สารปรับปรุงดินที่ได้จากระบบ และขยะรีไซเคิลเท่านั้นซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ภายใต้กระบวนการหลัก 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 กระบวนการคัดแยก

ขยะมูลฝอยที่จัดเก็บมาจะถูกนำเข้าระบบ 168 ตันต่อวัน เป็นขยะที่ถูกคัดแยกมาแล้ว โดยขยะทั้งหมดจะถูกนำเข้าระบบคัดแยกอีกครั้งจากระบบตะแกรงร่อนระบบแยกอินทรีย์ด้วยน้ำทำให้ได้ขยะอินทรีย์เพื่อป้อนเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 55 ตันต่อวัน จากนั้นระบบคัดแยกด้วยมือจะคัดแยกขยะส่วนที่เป็นใบไม้ เศษไม้ ประมาณ 26 ตันต่อวัน ขยะพลาสติกประมาณ 42 ตันต่อวัน เศษกระดาษวันละ 26 ตัน สำหรับนำเข้าเตาเผาเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า

ส่วนที่ 2 กระบวนการแปรรูปขยะ

เมื่อผ่านกระบวนการคัดแยกแล้วจะสามารถแบ่งขยะมูลฝอยในระบบได้เป็น 4 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังนี้

ขยะแห้ง ส่วนที่เป็นเศษไม้ ใบหญ้า ใบไม้ประมาณ 26 ตันต่อวัน ขยะพลาสติก 42 ตันต่อวัน เศษกระดาษประมาณ 26 ตันต่อวัน จะถูกส่งเข้าเตาเผาเพื่อผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าซึ่งสามารถผลิตได้ 900 กิโลวัตต์ต่อวัน

ขยะอินทรีย์ย่อยสลายได้ ประมาณ 55 ตันต่อวัน เมื่อนำเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศแล้วก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบจะนำไปเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซลเพื่อเผาและผลิตพลังงานไฟฟ้า ส่วนกากใยที่เหลือจากระบบประมาณ 22 ตันต่อวันจะนำไปจำหน่ายเป็นสารปรับปรุงดิน

ขยะอันตรายและขยะที่ไม่สามารถเข้าระบบต่างๆได้ ประมาณ 17 ตันต่อวันถูกนำไปฝังกลบโดยวิธีที่ถูกสุขลักษณะ

ขยะรีไซเคิล จะถูกคัดแยกชนิดและนำไปจำหน่ายต่อไป

ส่วนที่ 3 การจัดการผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปขยะและมูลค่าที่ได้รับ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การนำผลิตภัณฑ์ต่างๆที่ได้จากระบบกำจัดขยะของเทศบาลนครเกาะ สมุย โดยไม่มีติดตั้งระบบผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็งและระบบ Composting สำหรับหมักปุ๋ย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีเพียงพลังงานไฟฟ้า สารปรับปรุงดิน และขยะรีไซเคิล ซึ่งมีผลประมาณการรายได้และงบประมาณในการลงทุน ดังนี้

ไฟฟ้าที่ได้จากระบบ ด้วยกรอบระยะเวลาของโครงการในการดำเนินงาน 15 ปี จากปริมาณขยะแห้งที่ส่งเข้าเตาเผาประมาณ 68 ตันต่อวันสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 600 กิโลวัตต์ต่อวัน เมื่อกำหนดให้ Plant Factor เท่ากับร้อยละ 80 ในแต่ละปีโรงไฟฟ้าจะเดินเครื่องเป็นจำนวน 7,008 ชั่วโมง ในปีที่ 1 ระบบจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 6,307,200 หน่วย เมื่อหักพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ในระบบร้อยละ 40[16] จึงเหลือพลังงานไฟฟ้าที่สามารถจำหน่ายได้ 3,784,320 หน่วย หากขายในราคาหน่วยละ 2.35 บาท[17] ในปีที่ 1 เทศบาลนครเกาะสมุยจะมีรายได้จากการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าเป็นเงิน 8,893,152 บาท และมีรายได้รวมตลอดอายุโครงการเป็นเงิน 193,673,088 บาท

ตารางที่ 4.13 แสดงประมาณการปริมาณไฟฟ้าและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุย ในกรณีที่ 2 นั้นไม่มีการติดตั้งเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็งและระบบ Composting สำหรับการทำปุ๋ยหมัก ผลการศึกษา พบว่า จากปริมาณขยะแห้งที่ส่งเข้าระบบผลิตไฟฟ้าประมาณ 94-176 ตันต่อวันนั้น คาดว่าตลอดอายุโครงการจะมีรายได้จากการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหลังจากหักพลังงานไฟฟ้าที่ต้องสูญเสียไปในระบบแล้วคิดเป็นเงิน 193,673,088 บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

[16] กรมควบคุมมลพิษ,2554

[17] เทศบาลนคร นครราชสีมา,2557

ตารางที่ 4.13 ประมาณการปริมาณไฟฟ้าและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบ ในกรณีที่ 2

(จากการคำนวณ)

ปีที่	ขยะแห้งที่คาดว่าจะเข้าในระบบ	ไฟฟ้าที่คาดว่าจะผลิตได้ (Kw)	ไฟฟ้าที่คาดว่าจะสามารถผลิตได้ต่อปี (หน่วย)	ไฟฟ้าที่คาดว่าจะสามารถผลิตได้ต่อปีหลังหักลบใช้ในระบบ 40 % (หน่วย)	รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าต่อปี คิดที่หน่วยละ 2.35 บาท (บาท)
1	94.00	900	6,307,200	3,784,320	8,893,152
2	101.40	1,000	7,008,000	4,204,800	9,881,280
3	107.41	1,000	7,008,000	4,204,800	9,881,280
4	113.1	1,100	7,708,800	4,625,280	10,869,408
5	118.78	1,100	7,708,800	4,625,280	10,869,408
6	124.47	1,200	8,409,600	5,045,760	11,857,536
7	130.15	1,300	9,110,400	5,466,240	12,845,664
8	135.83	1,300	9,110,400	5,466,240	12,845,664
9	141.52	1,400	9,811,200	5,886,720	13,833,792
10	147.21	1,400	9,811,200	5,886,720	13,833,792
11	152.9	1,500	10,512,000	6,307,200	14,821,920
12	158.57	1,500	10,512,000	6,307,200	14,821,920
13	164.26	1,600	11,212,800	6,727,680	15,810,048
14	169.95	1,600	11,212,800	6,727,680	15,810,048
15	175.63	1,700	11,913,600	7,148,160	16,798,176
รายได้รวมตลอดอายุโครงการ					**193,673,088**

สารปรับปรุงดิน นอกจากรายได้จากการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าแล้วผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระบบที่สามารถนำมาคำนวณเป็นรายได้ในการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการในเชิงเศรษฐศาสตร์นั้น ยังมีสารปรับปรุงดินที่ได้จากส่วนกากใยที่เหลือในกระบวนการย่อยสลายโดยไม่ใช้อากาศของขยะอินทรีย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.14 เป็นประมาณการปริมาณสารปรับปรุงดินและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบในกรณีที่ 2 ผลการคำนวณ พบว่า ในปีที่ 1 จะมีขยะอินทีย์ที่ส่งเข้าระบบประมาณ 55-101 ตันต่อวัน สามารถผลิตเป็นสารปรับปรุงดินได้ประมาณ 22-40 ตันต่อวันหรือ 7,920-14,561 ตันต่อปี ทำให้เทศบาลจะมีรายได้จากการขายสารปรับปรุงดินในปีแรกเป็นเงิน 7,920,000 บาท และมีรายได้รวมจากการจำหน่ายสารปรับปรุงดินตลอดอายุโครงการเป็นเงิน 168,880,320 บาท

ตารางที่ 4.14 ปริมาณสารปรับปรุงดินและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบ ในกรณีที่ 2

(จากการคำนวณ)

ปีที่	**ขยะอินทรีย์ที่คาดว่าจะเข้าในระบบต่อวัน (ตัน)**	**สารปรับปรุงดินที่คาดว่าจะได้จากระบบต่อวัน[18] (ตัน)**	**สารปรับปรุงดินที่คาดว่าจะได้จากระบบต่อปี (ตัน)**	**รายได้จากการขายสารปรับปรุงดินต่อปี 1,000 บาท[19]ต่อตัน (บาท)**
1	55.00	22.000	7,920	7,920,000
2	58.56	23.424	8,433	8,432,640
3	61.84	24.736	8,905	8,904,960
4	65.11	26.044	9,376	9,375,840
5	68.39	27.356	9,848	9,848,160
6	71.66	28.664	10,319	10,319,040
7	74.93	29.972	10,790	10,789,920
8	78.21	31.284	11,262	11,262,240
9	81.48	32.592	11,733	11,733,120
10	84.75	33.900	12,204	12,204,000
11	88.02	35.208	12,675	12,674,880
12	91.30	36.52	13,147	13,147,200
13	94.57	37.828	13,618	13,618,080
14	97.84	39.136	14,089	14,088,960
15	101.12	40.448	14,561	14,561,280
รายได้รวมตลอดอายุโครงการ				**168,880,320**

[18] (กรมควบคุมมลพิษ,2554) กากใยที่เหลือจากระบบ Anaerobic จะคงเหลือ 40 % ของน้ำหนักที่เข้าระบบ

[19]แหล่งที่มา http://www.homekaset.com

จากผลการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อประเมินการลงทุนของโครงการในกรณีที่ 2 การใช้เทคโนโลยีกำจัดขยะมูลฝอยแบบไม่มีการติดตั้งระบบผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็ง หรือ RDF และระบบ composting เพื่อทำปุ๋ยหมัก พบว่า

1.โครงการใช้งบประมาณในการลงทุนทั้งระบบเป็นเงินจำนวน 356 ล้านบาท

2.มีผลตอบแทนตลอดอายุโครงการ (NPV) เท่ากับ -27.98 ล้านบาท

3.อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 6.77

4.โครงการมีระยะเวลาคืนทุน 16 ปี 2 เดือน

ตารางที่ 4.15 เป็นงบประมาณการลงทุนของกรณีที่ 2 เป็นระบบกำจัดขยะมูลฝอยโดยไม่มีระบบผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็ง หรือ RDF และระบบ Composting ซึ่งงบประมาณจะถูกแบ่งเป็น 5 ส่วน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโรงคัดแยกขยะมูลฝอยกึ่งอัตโนมัติขนาด 100 ตันขึ้นไปเป็นเงิน 120 ล้านบาท การติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) ขนาด 100 ตัน เป็นเงิน 130 ล้านบาท การติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 2 เมกะวัตต์ เป็นเงิน 100 ล้านบาท และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าจ้างแรงงาน ค่าระบบสาธารณูปโภค ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด เป็นเงิน 6 ล้านบาท รวมงบประมาณที่ใช้ในการก่อสร้างและติดตั้งเครื่องจักรเป็นเงินทั้งสิ้น 356 ล้านบาท

ตารางที่ 4.15 งบประมาณการลงทุนในกรณีที่ 2

(เทศบาลเมืองนครราชสีมา, 2557)

รูปแบบเทคโนโลยี	**ขนาด**	**ราคา (ล้านบาท)**
1.โรงคัดแยกขยะกึ่งอัตโนมัติ	100 ตันขึ้นไป	120
2.ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion)	100 ตัน	130
5. ระบบผลิตไฟฟ้า	ขนาด 2 เมกะวัตต์	100
6. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าจ้างแรงงาน ค่าดำเนินการ ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด		6
รวมงบประมาณการลงทุนทั้งหมด		**356**

ตารางที่ 4.16 เป็นประมาณการรายได้ต่อปีตลอดอายุโครงการในกรณีที่ 2 ซึ่งไม่มีการผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็งเพื่อจำหน่ายเปรียบเทียบกับต้นทุนเฉลี่ยต่อปีตลอดอายุโครงการทั้ง 15 ปี พบว่าโครงการมีรายได้จากการจำหน่ายสารปรับปรุงดินตลอดอายุโครงการคิดเป็นเงิน 168,880,320 บาท มีรายได้จากการขายพลังงานไฟฟ้าตลอดอายุโครงการเป็นเงิน 193,673,088 บาท รวมเป็นรายได้

ตลอดโครงการเป็นเงิน 362,553,408 บาท เมื่อหักต้นทุนของโครงการจำนวน389,612,600 บาท จะเห็นได้ว่าโครงการจะรายจ่ายมากกว่ารายรับเป็นเงิน (27,059,192) บาท

ตารางที่ 4.16ประมาณการรายได้ต่อปีตลอดอายุโครงการในกรณีที่ 2

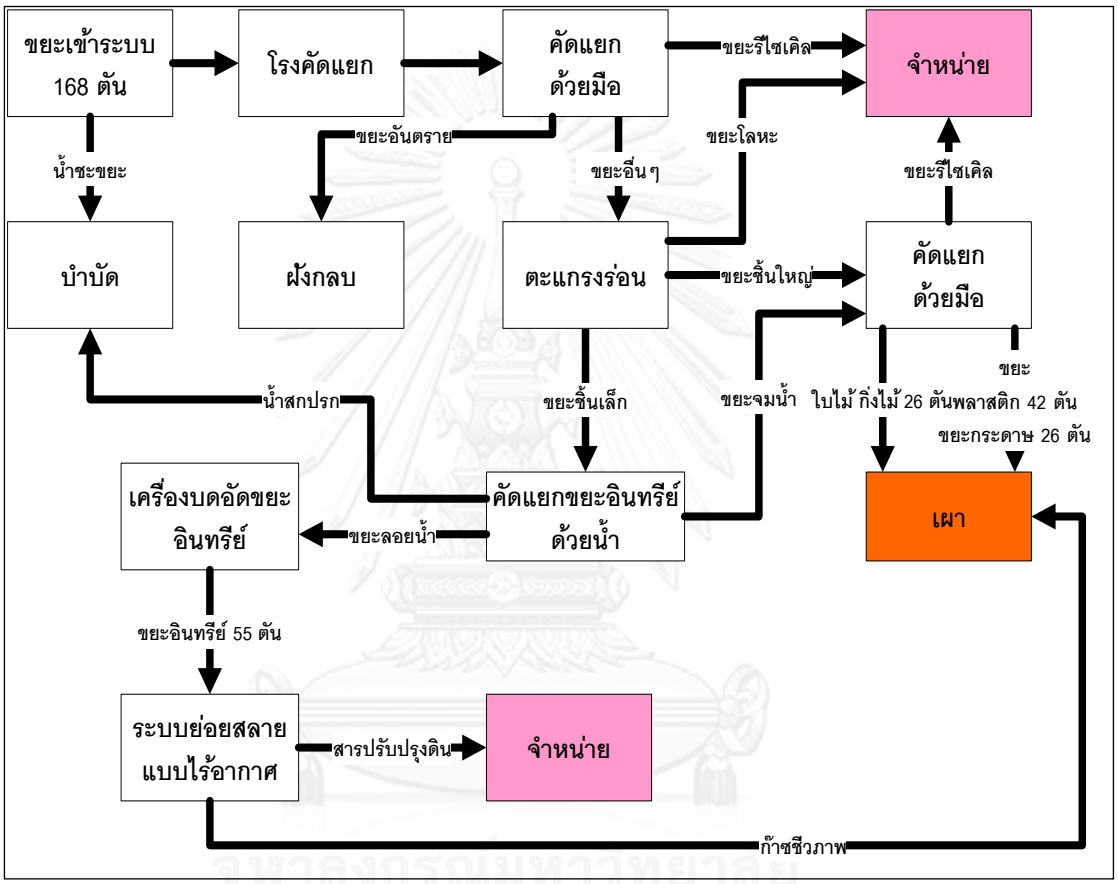
(จากการคำนวณ)

ปีที่	รายได้จากการจำหน่ายสารปรับปรุงดินต่อปี (บาท)	รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าต่อปี (บาท)	รายได้รวมต่อปี (บาท)	ต้นทุนดำเนินงานเฉลี่ยต่อปี (บาท)
1	7,920,000	8,893,152	16,813,152	25,974,173
2	8,432,640	9,881,280	18,313,920	25,974,173
3	8,904,960	9,881,280	18,786,240	25,974,173
4	9,375,840	10,869,408	20,245,248	25,974,173
5	9,848,160	10,869,408	20,717,568	25,974,173
6	10,319,040	11,857,536	22,176,576	25,974,173
7	10,789,920	12,845,664	23,635,584	25,974,173
8	11,262,240	12,845,664	24,107,904	25,974,173
9	11,733,120	13,833,792	25,566,912	25,974,173
10	12,204,000	13,833,792	26,037,792	25,974,173
11	12,674,880	14,821,920	27,496,800	25,974,173
12	13,147,200	14,821,920	27,969,120	25,974,173
13	13,618,080	15,810,048	29,428,128	25,974,173
14	14,088,960	15,810,048	29,899,008	25,974,173
15	14,561,280	16,798,176	31,359,456	25,974,173
รวม	**168,880,320**	**193,673,088**	**362,553,408**	**389,612,600**

เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์แล้ว พบว่า ในกรณีที่ 2 นี้มีค่าผลตอบแทนตลอดอายุโครงการ หรือ ค่า NPV ยังคงติดลบ (-27.98 ล้านบาท) มีอัตราผลตอบแทนภายใน หรือ ค่า IRR เท่ากับ 6.77 ระยะเวลาในการคืนทุน 16 ปี 2 เดือน ซึ่งระยะเวลาคืนทุนมากกว่าอายุของโครงการ

กรณีที่ 3 การนำรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมามาใช้โดยไม่มีระบบผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็ง ระบบผลิตไฟฟ้า และระบบ Composting (Full System without RDF Production, Electricity Generation, and Composting)

ในกรณีที่ 3 เป็นรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุยแบบไม่มีการใช้เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็ง เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้า และเทคโนโลยี Composting จากปริมาณขยะมูลฝอยปริมาณ 168 ตันต่อวัน



รูปที่ 4.21 แบบจำลองการจัดการขยะมูลฝอยของเกาะสมุยโดยไม่มีระบบผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็ง ระบบผลิตไฟฟ้า และระบบ Composting ในกรณีที่ 3

(ดัดแปลงมาจากแบบจำลองระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมา)

รูปที่ 4.24 แบบจำลองในกรณีที่ 3 เป็นการจัดการขยะมูลฝอยของเกาะสมุยโดยไม่มีการติดตั้งระบบผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็ง ระบบผลิตไฟฟ้า และระบบ Composting เพื่อผลิตปุ๋ยหมัก ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระบบจึงมีเพียงสารปรับปรุงดินที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายดดยไม่ใช้ออกซิเจนของขยะอินทรีย์ภายใต้กระบวนการหลัก 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 กระบวนการคัดแยก

ขยะมูลฝอยที่จัดเก็บมาจะถูกนำเข้าระบบ 168 ตันต่อวัน เป็นขยะที่ถูกคัดแยกมาแล้ว โดยขยะทั้งหมดจะถูกนำเข้าระบบคัดแยกอีกครั้งจากระบบตะแกรงร่อนระบบแยกอินทรีย์ด้วยน้ำทำให้ได้ขยะอินทรีย์เพื่อส่งต่อเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 55 ตันต่อวัน นอกจากนี้ระบบคัดแยกด้วยมือจะได้ขยะส่วนที่เป็นใบไม้ เศษไม้ ใบหญ้าประมาณ 26 ตันต่อวัน ขยะพลาสติกประมาณ 42 ตันต่อวัน เศษกระดาษประมาณ 26 ตันต่อวัน เพื่อส่งต่อเข้าสู่เตาเผา

ส่วนที่ 2 กระบวนการแปรรูปขยะ

เมื่อผ่านกระบวนการคัดแยกแล้วจะสามารถแบ่งขยะมูลฝอยในระบบได้เป็น 4 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังนี้

- **ขยะแห้งส่วนที่เป็นเศษไม้ ใบหญ้า** ใบไม้ประมาณ 26 ตันต่อวัน ขยะพลาสติก 42 ตันต่อวัน เศษกระดาษประมาณ 26 ตันต่อวัน จะถูกส่งเข้าเตาเผา

- **ขยะอินทรีย์ย่อยสลายได้** ประมาณ 55 ตันต่อวัน เมื่อนำเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศแล้วก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบจะนำไปเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซลเพื่อใช้ในการเผา ส่วนกากใยที่เหลือจากระบบประมาณ 22 ตันต่อวันจะนำไปจำหน่ายเป็นสารปรับปรุงดิน

- **ขยะอันตรายและขยะที่ไม่สามารถเข้าระบบต่างๆได้** ประมาณ 17 ตันต่อวันถูกนำไปฝังกลบโดยวิธีที่ถูกสุขลักษณะ

- **ขยะรีไซเคิล** จะถูกคัดแยกชนิดและนำไปจำหน่ายต่อไป

ส่วนที่ 3 การจัดการผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปขยะและมูลค่าที่ได้รับ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระบบกำจัดขยะของเทศบาลนครเกาะสมุยแบบไม่มีการติดตั้งระบบผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็ง ระบบผลิตไฟฟ้า และระบบ Composting สำหรับหมักปุ๋ย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีเพียงแต่ก๊าซชีวภาพที่ได้ซึ่งถูกนำไปใช้ในเตาเผา เหลือเป็นสารปรับปรุงดินและขยะรีไซเคิล

ตารางที่ 4.17 เป็นประมาณการปริมาณสารปรับปรุงดินและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบ Anearobic ในกรณีที่ 5 ผลการคำนวณพบว่า ในปีที่ 1 จะมีขยะอินทีย์ที่ส่งเข้าระบบประมาณ 55-101 ตันต่อวัน สามารถผลิตเป็นสารปรับปรุงดินได้ประมาณ 22-40 ตันต่อวันหรือ 7,920-14,561 ตันต่อปี ทำให้เทศบาลจะมีรายได้จากการขายสารปรับปรุงดินในปีที่ 1 เป็นเงิน 7,920,000 บาท และมีรายได้รวมจากการจำหน่ายสารปรับปรุงดินตลอดอายุโครงการเป็นเงิน 168,880,320 บาท

ตารางที่ 4.17 ปริมาณสารปรับปรุงดินและรายได้ที่คาดว่าจะได้จากระบบ Anearobic ในกรณีที่ 3 (จากการคำนวณ)

ปีที่	ขยะอินทรีย์ที่คาดว่าจะเข้าในระบบต่อวัน (ตัน)	สารปรับปรุงดินที่คาดว่าจะได้จากระบบต่อวัน[20] (ตัน)	สารปรับปรุงดินที่คาดว่าจะได้จากระบบต่อปี (ตัน)	รายได้จากการขายสารปรับปรุงดินต่อปี 1,000 บาท[21] ต่อตัน (บาท)
1	55.00	22.000	7,920	7,920,000
2	58.56	23.424	8,433	8,432,640
3	61.84	24.736	8,905	8,904,960
4	65.11	26.044	9,376	9,375,840
5	68.39	27.356	9,848	9,848,160
6	71.66	28.664	10,319	10,319,040
7	74.93	29.972	10,790	10,789,920
8	78.21	31.284	11,262	11,262,240
9	81.48	32.592	11,733	11,733,120
10	84.75	33.900	12,204	12,204,000
11	88.02	35.208	12,675	12,674,880
12	91.30	36.520	13,147	13,147,200
13	94.57	37.828	13,618	13,618,080
14	97.84	39.136	14,089	14,088,960
15	101.12	40.448	14,561	14,561,280
รายได้รวมตลอดอายุโครงการ				**168,880,320**

จากผลการคำนวณเมื่อนำมาศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อประเมินการลงทุนของโครงการในกรณีที่ 3 เป็นการใช้เทคโนโลยีกำจัดขยะมูลฝอยแบบไม่มีระบบการผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็ง ระบบการผลิตไฟฟ้า และระบบ Composting ในการทำปุ๋ยหมักเพื่อจำหน่าย พบว่า

1. โครงการใช้งบประมาณในการลงทุนทั้งระบบเป็นเงินจำนวน 256 ล้านบาท
2. มีผลตอบแทนตลอดอายุโครงการ (NPV) เท่ากับ -78.64 ล้านบาท

[20] (กรมควบคุมมลพิษ,2554) กากใยที่เหลือจากระบบ Anaerobic จะคงเหลือ 40 % ของน้ำหนักที่เข้าระบบ

[21] แหล่งที่มา http://www.homekaset.com

3. อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 6.98

4. โครงการมีระยะเวลาคืนทุน 25 ปี 2 เดือน

ตารางที่ 4.18 เป็นงบประมาณการลงทุนของกรณีที่ 3 ซึ่งมีการก่อสร้างเพียงโรงคัดแยกขยะมูลฝอยและติดตั้งเทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) โดยงบประมาณถูกแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโรงคัดแยกขยะมูลฝอยกึ่งอัตโนมัติขนาด 100 ตันขึ้นไปเป็นเงิน 120 ล้านบาท การติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) ขนาด 100 ตัน เป็นเงิน 130 ล้านบาท และงบประมาณสำหรับค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าจ้างแรงงาน ค่าระบบสาธารณูปโภค ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดต่างๆ เป็นเงิน 6 ล้านบาท รวมงบประมาณที่ใช้ในการก่อสร้างและติดตั้งเทคโนโลยีทั้งหมดเป็นเงิน 256 ล้านบาท

ตารางที่ 4.18 งบประมาณการลงทุน ในกรณีที่ 3

(เทศบาลนครนครราชสีมา,2557)

รูปแบบเทคโนโลยี	**ขนาด**	**ราคา (ล้านบาท)**
1.โรงคัดแยกขยะกึ่งอัตโนมัติ	100 ตันขึ้นไป	120
2.ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion)	100 ตัน	130
6. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ		6
รวมงบประมาณทั้งหมด		**256**

ตารางที่ 4.19 เป็นประมาณการรายได้ต่อปีตลอดอายุโครงการในกรณีที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนเฉลี่ยต่อปีตลอดอายุโครงการทั้ง 15 ปี พบว่าโครงการมีรายได้จากการจำหน่ายสารปรับปรุงดินตลอดอายุโครงการเป็นเงิน 168,880,320 บาทเมื่อหักลบกับต้นทุนของโครงการที่มีจำนวน 289,612,600 บาท จะเห็นได้ว่าตลอดโครงการจะมีรายจ่ายมากกว่ารายรับเป็นเงิน (120,732,280) บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.19 ประมาณการรายได้ต่อปีตลอดอายุโครงการ ในกรณีที่ 3 (จากการคำนวณ)

ปีที่	รายได้จากการจำหน่ายสารปรับปรุงดินต่อปี (บาท)	รายได้รวมต่อปี (บาท)	ต้นทุนดำเนินงานเฉลี่ยต่อปี (บาท)
1	7,920,000	7,920,000	19,307,507
2	8,432,640	8,432,640	19,307,507
3	8,904,960	8,904,960	19,307,507
4	9,375,840	9,375,840	19,307,507
5	9,848,160	9,848,160	19,307,507
6	10,319,040	10,319,040	19,307,507
7	10,789,920	10,789,920	19,307,507
8	11,262,240	11,262,240	19,307,507
9	11,733,120	11,733,120	19,307,507
10	12,204,000	12,204,000	19,307,507
11	12,674,880	12,674,880	19,307,507
12	13,147,200	13,147,200	19,307,507
13	13,618,080	13,618,080	19,307,507
14	14,088,960	14,088,960	19,307,507
15	14,561,280	14,561,280	19,307,507
รวม	**168,880,320**	**168,880,320**	**289,612,600**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์แล้ว พบว่า ในกรณีที่ 3 โครงการจะมีค่าผลตอบแทนตลอดอายุโครงการ หรือ ค่า NPV ยังคงติดลบ (-78.64 ล้านบาท) อัตราผลตอบแทนภายใน หรือ ค่า IRR ต่ำ เท่ากับ 6.98 ระยะเวลาในการคืนทุนนานถึง 25 ปี 2 เดือน ซึ่งมากกว่าอายุโครงการอย่างมาก แม้ว่าจะใช้งบประมาณการลงทุนต่ำกว่าในกรณีอื่นๆแต่ยังไม่เป็นการใช้ประโยชน์จากพลังงานขยะอย่างเต็มที่

4.6 เปรียบเทียบระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุย 3 กรณี

ตารางที่ 4.20 เป็นระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุยทั้ง 3 กรณี จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 กรณี ซึ่งเทศบาลนครเกาะสมุยจำเป็นจะต้องมีการติดตั้งระบบคัดแยกขยะมูลฝอยและระบบผลิตก๊าซชีวภาพเนื่องจากทั้ง 2 ระบบมีความสำคัญกับระบบการบริหารจัดการปัญหาขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุย หากไม่มีระบบคัดแยกขยะอินทรีย์ก็จะไม่สามารถนำขยะไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นต่อได้ ทางด้านระบบหมักก๊าซชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Daigestion,AD) หากขาดระบบหมักก๊าซชีวภาพแล้วก็จะไม่สามารถแก้ปัญหาขยะเปียกซึ่งไม่สามารถคัดแยกได้ที่มีมากกว่า 55 ตันต่อวันได้

ตารางที่ 4.20 ระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุยทั้ง 3 กรณี

กรณีศึกษา	ระบบคัดแยก	ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ	ระบบผลิตปุ๋ยหมัก	ระบบผลิตไฟฟ้า	ระบบผลิต RDF	การใช้งานเตาเผาเดิม
กรณีที่ 1	/	/	/	/	/	x
กรณีที่ 2	/	/	x	/	x	/
กรณีที่ 3	/	/	x	x	x	/

นอกจากนี้ ในการแก้ไขปัญหาขยะแห้ง เช่น พลาสติก กระดาษ ใบไม้และกิ่งไม้ ของเทศบาลนครเกาะสมุยผู้วิจัยจะเสนอเทคโนโลยีกำจัดขยะมูลฝอยเป็น 3 ทางเลือก ได้แก่ ระบบการผลิตปุ๋ยหมัก (Composting) ระบบการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งแข็ง (RDF) และซ่อมแซมเตาเผาเดิม (Incinaeration) กลับมาใช้ใหม่ ซึ่งมีต้นแบบมาจากระบบการบริหารจัดการขยะมูลฝอยจากเทศบาลนครนครราชสีมา เมื่อพิจารณาระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุยทั้ง 3 กรณีแล้วพบว่า เตาเผาเดิมที่มีอยู่แล้วถูกปล่อยทิ้งไว้โดยไม่ได้ใช้ประโยชน์และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งแข็ง (RDF) บนเกาะสมุยนั้นยังไม่มีโรงงานอุตสาหกรรมรองรับผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงได้ปรับแบบจำลองในกรณีที่ 2 กรณีที่ 3 โดยตัดระบบการผลิตเชื้อเพลิง RDF ออกแต่ให้นำเตาเผาเดิมกลับมาใช้ใหม่

ตารางที่ 4.21 เป็นประมาณการทางการเงินในโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครเกาะสมุย 3 รูปแบบซึ่งเป็นส่วนของต้นทุนรวมที่มาจากจำนวนเงินเงินลงทุนที่เกี่ยวข้องกับระบบและโครงสร้าง ค่าดำเนินการ เช่น ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภคต่างๆ ค่าจ้าง ค่าครุภัณฑ์ เป็นต้น นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาประมาณการรายได้รวมของโครงการ จะเห็นได้ว่าโครงการมีต้นทุนรวมทั้งหมด 454,013,500 บาท 392,013,500 บาท 292,013,500 บาท ตามลำดับ เป็นเงินลงทุนที่เกี่ยวกับระบบและโครงสร้างจำนวน 418,000,000บาท 373,000,000 บาท บาท 256,000,000 บาท ตามลำดับ โดยมีรายได้รวมจากการประมาณการเป็นจำนวน 500,778,732 บาท 392,084,652 บาท 168,880,320 บาท ภายใต้สมมติฐานที่ทุกรูปแบบของโครงการกำจัดขยะมีต้นทุนค่าดำเนินงานโดยอ้างอิงจากโครงการต้นแบบคือเทศบาลนครราชสีมา และยังไม่รวมรายได้ที่จะเกิดขึ้นจากการ

จำหน่ายขยะรีไซเคิล นอกจากนี้ พบว่า ยิ่งรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนมีการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายครบวงจรมากยิ่งขึ้นจะทำให้ต้นทุนในการก่อสร้างโครงสร้างและระบบเพิ่มมากขึ้นในขณะเดียวกันก็สามารถสร้างรายได้ให้กับเทศบาลได้เพิ่มมากขึ้นเช่นกันดังเช่นในรูปแบบที่ 1 ที่เป็นการดำเนินงานแบบครบวงจร กล่าวคือ มีการใช้ระบบคัดแยกขยะ ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ ระบบการผลิตปุ๋ยหมัก ระบบการผลิตเชื้อเพลิงอัดแข็ง ระบบการฝังกลบ และนำพลังงานจากขยะมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้ารวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระบบไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆที่ก่อให้เกิดรายได้ นอกจากนี้ยังสามารถผลิตไฟฟ้าใช้ได้เองภายในพื้นที่หรือเชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้าเพื่อขายไฟฟ้าเข้าระบบสายส่ง

ตารางที่ 4.21ประมาณการทางการเงินของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน 3 รูปแบบ

(จากการคำนวณ)

กรณีศึกษา	เงินลงทุนระบบ	ค่าดำเนินการ	ต้นทุนรวม	รายได้รวม
	(บาท)	(บาท)	(บาท)	(บาท)
กรณีที่ 1	418,000,000	36,013,500	454,013,500	500,778,732
กรณีที่ 2	356,000,000	26,191,636	382,191,636	362,553,408
กรณีที่ 3	256,000,000	19,630,000	275,630,000	168,880,320

ตารางที่ 4.22 เป็นอัตราส่วนทางการเงินของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนใน 3 รูปแบบ โดยคำนวณจากต้นทุนและรายรับตลอดอายุโครงการของกรณีศึกษาทั้ง รูปแบบอัตราส่วนทางการเงินที่นำมาใช้ในการพิจารณาความเป็นไฟได้ของโครงการโดยสรุปรูปแบบที่ 1 มีค่าผลตอบแทนตลอดอายุโครงการหรือค่า NPV เท่ากับ-123.82อัตราผลตอบแทนภายในโครงการหรือค่า IRR เท่ากับ 6.43 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเท่ากับ 12 ปี 5 เดือน รูปแบบที่ 2 มีค่าผลตอบแทนตลอดอายุโครงการหรือค่า NPV เท่ากับ -27.98 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการหรือค่า IRR เท่ากับ 6.77 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเท่ากับ 16 ปี 2 เดือนรูปแบบที่ 3 มีค่าผลตอบแทนตลอดอายุโครงการหรือค่า NPV เท่ากับ -78.64 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการหรือค่า IRR เท่ากับ 6.98 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเท่ากับ 25 ปี 2 เดือน จากการวิเคราะห์อัตราส่วนทางการเงินดังกล่าว พบว่าการจัดการขยะทุกรูปแบบที่นำเสนอนั้นยัง*ไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์* เนื่องจาก มีค่า NPV ติดลบทำให้ผลตอบแทนตลอดอายุโครงการจึงยังไม่เกิดแรงจูงใจในการลงทุน ด้านอัตราผลตอบแทนภายในโครงการหรือค่า IRR ที่ยังมีค่าต่ำกว่าอัตราผลตอบแทนภายในโครงการที่คาดหมายไว้นั่นคือร้อยละ 7 ในส่วนของอายุโครงการที่มี 15 ปี นั้น รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 มีระยะเวลาคืนทุนของโครงการมากกว่าอายุโครงการมีเพียงรูปแบบที่ 1 เท่านั้นที่มีระยะเวลาคืนทุนต่ำกว่าอายุโครงการเล็กน้อย เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วรูปแบบที่ 1 เป็นแนวทางเดียวที่มีระบบการกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจรที่มีรายรับรวมตลอดอายุโครงการมากกว่าต้นทุนรวมของโครงการ

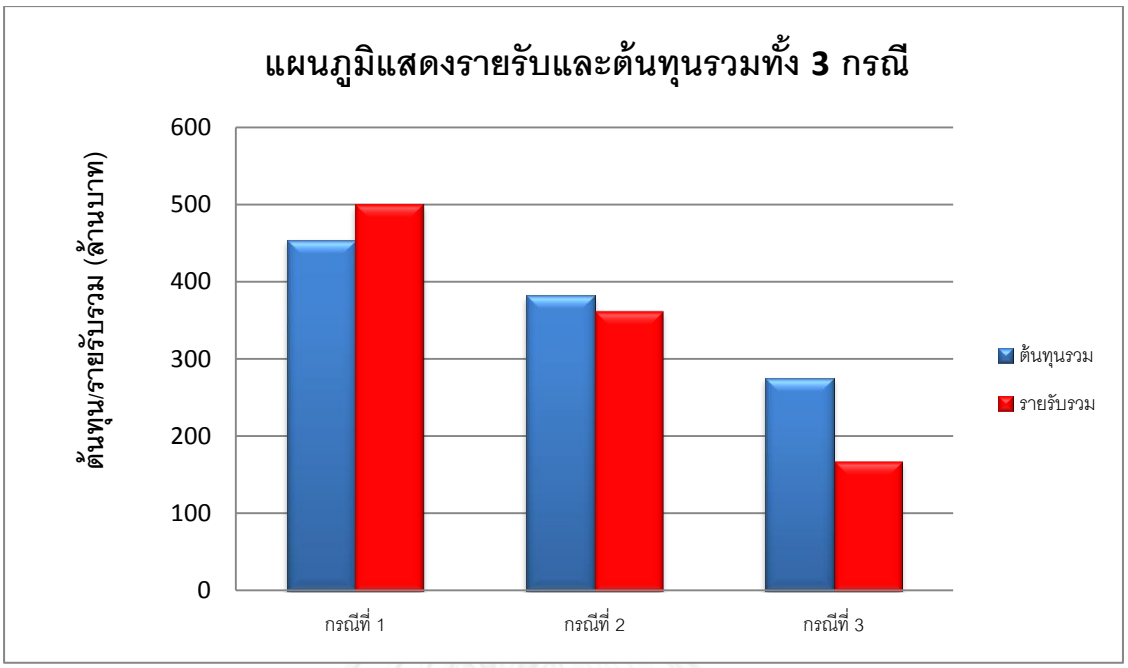
อย่างไรก็ตามรูปแบบที่ 1 นั้นก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการนำเตาเผาเดิมมาใช้ประโยชน์และสถานประกอบการที่จะรองรับผลิตภัณฑ์จากเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็งที่ผลิตได้จากระบบทั้งนี้ เมื่อพิจารณาบริบทอื่นๆประกอบกับปัจจัยทางการเงินของเกาะสมุยแล้ว แนวทางที่มีความเป็นไปได้ในการดำเนินการมากที่สุดคือรูปแบบที่ 2 ซึ่งเป็นระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่มีการใช้เทคโนโลยีการคัดแยกขยะ ติดตั้งเครื่องจักรในการผลิตก๊าซชีวภาพ และก่อสร้างโรงไฟฟ้า มีการซ่อมแซมนำเตาเผาเดิมกลับมาใช้ประโยชน์ ด้านการเงินประมาณการรายรับรวมเท่ากับ 362,553,408 บาทและมีต้นทุนรวมเท่ากับ 382,191,636 บาท ซึ่งไม่แตกต่างกันมากนัก หากนำรายได้จากการจำหน่ายขยะรีไซเคิลมาคำนวณร่วมด้วยน่าจะทำให้รายรับรวมของโครงการเพิ่มขึ้นซึ่งเหมาะกับการแก้ไขปัญหาในระยะยาว

ตารางที่ 4.22 อัตราส่วนทางการเงินของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน 3 กรณี

(จากการคำนวณ)

กรณีศึกษา	**NPV (ล้านบาท)**	**IRR (>7)**	**ระยะเวลาคืนทุน(<15ปี)**
	Preferred NPV > 0	Preferred IRR > 7%	Preferred PB < 15 ปี
กรณีที่ 1	-123.82	6.43	12 ปี 5 เดือน
กรณีที่ 2	-27.98	6.77	16 ปี 2 เดือน
กรณีที่ 3	-78.64	6.98	25 ปี 2 เดือน

เพื่อแก้ไขปัญหาการทับถมของกองขยะในระยะสั้นของเกาะสมุยเทศบาลจึงควรเร่งจัดทำแผนการบริหารจัดการโรงคัดแยกขยะโดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริหารจัดการขยะเปียกโดยใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้อากาศตามรูปแบบที่ 3 ที่มีงบประมาณการลงทุนระบบและโครงสร้างเป็นเงินจำนวน 256,000,000 บาท แต่ยังไม่มีการลงทุนในส่วนของโรงไฟฟ้าซึ่งจะทำให้เทศบาลนครเกาะสมุยมีรายได้จากการจำหน่ายสารปรับปรุงดินตลอดอายุโครงการเป็นเงิน 168,880,320 บาท หากนำรายได้จากการจำหน่ายขยะรีไซเคิลมาคำนวณด้วยเทศบาลจะมีรายได้รวมเพิ่มขึ้นและมีอัตราผลตอบแทนของโครงการที่น่าพอใจสำหรับการแก้ปัญหาระยะยาวเกาะ สมุยควรดำเนินการตามรูปแบบที่ 3 ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีต้นทุนรวมตลอดอายุโครงการทั้งระบบเป็นเงิน 275,630,000 บาท รายรับรวมตลอดอายุโครงการเป็นเงิน 168,880,320 บาท เนื่องจากมีความแตกต่างของรายรับรวมและต้นทุนรวมไม่มากนัก เมื่อรวมกับรายได้จากการขายขยะรีไซเคิลทำให้รายรับของเทศบาลเพิ่มขึ้น



รูปที่ 4.22 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนและรายรับตลอดอายุโครงการ

(จากการประมาณการ)

รูปที่ 4.23 เป็นแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนและรายรับตลอดอายุโครงการของกรณีศึกษาทั้ง 3 กรณี ผู้วิจัยได้พิจารณาความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ครอบคลุมถึงต้นทุนรวม รายรับรวมตลอดอายุโครงการพบว่า ***ทุกกรณียังไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์*** เนื่องจาก มีค่า NPV เป็นลบและค่า IRR ต่ำ อีกทั้งในบางกรณีมีระยะเวลาในการคืนทุนใกล้เคียงกับอายุโครงการ บางกรณีมีระยะเวลาในการคืนทุนมากกว่าอายุโครงการ เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วพบว่า กรณีที่ 1 ที่มีระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจรเป็นเพียงกรณีเดียวที่มีรายรับรวมตลอดอายุโครงการมากกว่าต้นทุนรวมของโครงการ อย่างไรก็ตามในกรณีที่ 1 ยังมีข้อจำกัด 2 ประการ คือ การใช้ประโยชน์จากเตาเผาเดิม ซึ่งไม่ควรทิ้งไว้โดยเปล่าประโยชน์ และข้อจำกัดของสถานประกอบการที่รองรับเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็งที่ผลิตได้ เมื่อพิจารณาบริบทอื่นๆของพื้นที่เกาะ สมุยแล้ว ผู้วิจัยมีความเห็นว่ากรณีที่ 2 คือ ระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่มีการก่อสร้างโรงคัดแยกขยะมูลฝอย ติดตั้งเทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพ และระบบผลิตไฟฟ้า ตลอดจนนำเตาเผาเดิมกลับมาใช้ประโยชน์มีความเป็นไปได้ในการดำเนินการมากที่สุด ประกอบกับปัจจัยด้านการเงินเห็นได้จากประมาณการรายรับรวมและต้นทุนรวมที่ไม่แตกต่างกันมากนัก คาดว่าหากนำรายได้จากการจำหน่ายขยะรีไซเคิลและรายได้จากการจัดเก็บขยะมาคำนวณร่วมด้วย จะทำให้รายรับรวมของโครงการเพิ่มขึ้น

4.7 การแก้ปัญหาระยะสั้น

ในการแก้ปัญหาระยะสั้นภายในระยะเวลา 5 ปี ของเกาะสมุย ความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องได้รับการแก้ไข คือ ปัญหาการสะสมของกองขยะเพราะฉะนั้นทางเทศบาลควรดำเนินการดังต่อไปนี้

4.7.1 ควรเร่งจัดทำแผนบริหารจัดการโรงคัดแยกขยะ และการบริหารจัดการขยะเปียก โดยใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้อากาศ ในแบบจำลองกรณีที่ 3 ตามที่ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาในระยะสั้น โดยมีงบประมาณการลงทุนระบบจำนวน 275,630,000 บาท ยังไม่มีการลงทุนในส่วนของระบบผลิตไฟฟ้า ทั้งนี้จะทำให้เทศบาลมีรายได้จากการจำหน่ายสารปรับปรุงดินตลอดอายุโครงการเป็นเงิน 168,880,320 บาท หากนำรายได้จากการจำหน่ายขยะรีไซเคิลมาคำนวณร่วมด้วยก็จะทำให้มีรายได้รวมเพิ่มขึ้นและให้ผลตอบแทนที่น่าพอใจมากยิ่งขึ้น

4.7.2 ควรซ่อมแซมเตาเผาเดิมให้มีประสิทธิภาพและสามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้ซึ่งจะทำให้ทางเทศบาลนครเกาะสมุยลงทุนเพิ่มเพียง 2 ส่วนในการแก้ปัญหาระยะสั้นคือโรงคัดแยกและระบบการย่อยสลายแบบไร้อากาศเท่านั้น

4.7.3 ทางเทศบาลนครเกาะสมุยควรมีนโยบายการแก้ปัญหาที่ต้นทางร่วมด้วยเพื่อลดปริมาณขยะจากต้นทางได้แก่

- การจัดเก็บค่าบริหารจัดการขยะตามปริมาณขยะที่เกิดขึ้นโรงแรมหรือสถานประกอบการใดมีปริมาณขยะมากก็จัดเก็บมากโรงแรมหรือสถานประกอบการใดมีปริมาณขยะเกิดขึ้นน้อยก็จัดเก็บน้อยวิธีนี้จะทำให้เกิดการบริหารจัดการขยะภายในเกิดขึ้น เช่น โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารภายในโรงแรม หรือโครงการธนาคารขยะภายในโรงเรียนเป็นต้น

- ทางเทศบาลควรมีการจัดให้ผู้ประกอบการเข้ามามีส่วนร่วมและสร้างจิตสำนึกร่วมกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมซึ่งเกาะสมุยเคยมีการดำเนินโครงการ Green Iland มาแล้วแต่ไม่ประสบความสำเร็จมากนัก ดังนั้นทางเทศบาลจึงควรจัดโครงการนี้ขึ้นมาอีกครั้งเพื่อให้ผู้ประกอบการทั้งหมดเข้าร่วมจะทำให้ภาพลักษณ์การท่องเที่ยวในสายตานักท่องเที่ยวดีขึ้น

- ทางเทศบาลควรมีมาตรการรีไซเคิลขยะเกิดขึ้นเพื่อลดปริมาณขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ เช่นมาตรการคืนขวด ซึ่งจะทำให้ขวดกลายเป็นขยะที่มีมูลค่าและทำให้สัดส่วนของขวดแก้วและขวดพลาสติกลดลงจากระบบมากขึ้น

4.8 การแก้ปัญหาระยะยาว

สำหรับการแก้ไขปัญหาของเกาะสมุยในระยะยาวจากผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองในกรณีที่ 2 มีความเป็นไปได้มากที่สุด เนื่องจากรายรับรวมและต้นทุนรวมไม่แตกต่างกันมากนัก หากนำรายได้จากการจำหน่ายขยะรีไซเคิลและรายได้จากการจัดเก็บขยะมาคำนวณร่วมด้วยจะทำให้รายรับของเทศบาลเพิ่มขึ้นมีการนำเตาเผาเดิมที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์ สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆได้หมดและรองรับปริมาณขยะที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตได้อีกด้วย จากกรณีศึกษาของผู้วิจัยในกรณีที่ 2 นั้น มีต้นทุนรวมตลอดอายุโครงการทั้งระบบเป็นเงิน 382,191,636 บาท และมีรายรับรวมตลอดอายุโครงการเป็นเงิน 362,553,408 บาท โดยการแก้ปัญหาระยะยาวควรนำมาตรการแก้ปัญหาจากต้นทางที่ได้เสนอแนะในระยะสั้นมาร่วมด้วย และหากทางเทศบาลได้มีการลงทุนในระยะสั้นไปแล้ว จะทำให้ในระยะยาวลงทุนเพิ่มเติมเพียงส่วนระบบผลิตไฟฟ้าจากเตาเผาเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาสภาพปัญหาขยะล้นเมืองของเทศบาลนครเกาะสมุย โดยใช้โมเดลการจัดการขยะชุมชนแบบผสมผสาน (ครบวงจร) ของเทศบาลนครราชสีมาเป็นแบบจำลองหรือต้นแบบในทำการเปรียบเทียบความเป็นไปได้เบื้องต้นด้านเทคโนโลยีและเศรษฐศาสตร์ เพื่อคัดเลือกเทคโนโลยีและรูปแบบการจัดการขยะชุมชนของเทศบาลนครเกาะสมุย สามารถสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

ปัญหาใหญ่ที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนของเทศบาลนครเกาะสมุย คือ ปัญหาการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยที่มีจำนวนมาก เนื่องจากการเติบโตเป็นชุมชนเมืองของเกาะสมุย ประกอบกับปัญหาเครื่องจักรที่ใช้กำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบันเสื่อมสภาพลง ทำให้ปริมาณการกำจัดขยะมูลฝอยในแต่ละวันทำได้น้อยลง เกิดการทับถมของขยะที่กำจัดไม่หมดเพิ่มขึ้นวันละประมาณ 70-100 ตัน ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและปัญหาสุขภาพอนามัยของประชาชนเป็นอย่างมาก นอกจากนี้การขาดจิตสำนึกของประชาชนและสถานประกอบการในการคัดแยกขยะมูลฝอยก่อนที่รถเก็บขนขยะจะขนย้ายมายังศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยส่งผลให้เมื่อนำขยะมูลฝอยมากองรวมกันแล้วขยะมูลฝอยจะมีความชื้นสูง เมื่อส่งเข้าเตาเผาขยะจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเตาเผาขยะลดลง เนื่องจากเตาเผาต้องทำงานหนักเป็นการซ้ำเติมปัญหาเตาเผาเสื่อมสภาพให้มีมากยิ่งขึ้น

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นของเกาะสมุยตั้งแต่ปีพ.ศ. 2542-2550 มีปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 8.5 ตันต่อปี และในปีพ.ศ. 2555 ได้เพิ่มขึ้นเป็น 168 ตันต่อวัน จากการขยายตัวของภาคการท่องเที่ยวและโรงแรมที่เพิ่มขึ้นทำให้มีปริมาณขยะบนเกาะสมุยเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 200 ตันต่อวัน แม้จะได้มีการซ่อมแซมเตาเผาที่เสื่อมสภาพแล้ว ก็ยังสามารถเผาขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นได้เพียง 100-130 ตันต่อวันเท่านั้น จากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคตในช่วงระยะเวลาระหว่างปีพ.ศ. 2555-2570 พบว่าปริมาณขยะมูลฝอยบนเกาะสมุยที่คาดการณ์ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในระยะเวลาระหว่างปีพ.ศ. 2555-2560 จะมีขยะมูลฝอยชุมชนเฉลี่ยวันละ 228.94 ตัน และจะเพิ่มขึ้นเป็นเฉลี่ยวันละ 328.94 ตันในระยะเวลาระหว่างปีพ.ศ. 2561-2570 ดังนั้นในการแก้ไขปัญหาการเพิ่มขึ้นของขยะมูลฝอยทั้งในระยะสั้นและระยะยาวนั้นจึงต้องคำนึงถึงแนวทางที่สามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นในอนาคตด้วย

ปัญหาขยะมูลฝอยที่มีความชื้นสูงเนื่องจากไม่มีการคัดแยกขยะมูลฝอยจากต้นทาง ทำให้ยังคงมีขยะมูลฝอยเหลือจากการเผาที่ต้องกองรวมไว้อีกประมาณวันละ 70-100 ตัน อีกทั้งกระบวนการเผาขยะที่มีความชื้นสูงนี้ยังก่อให้เกิดก๊าซไดออกซินปนเปื้อนในอากาศ ซึ่งขณะนี้ยังไม่มีหน่วยงานใดเข้าไปแก้ไขปัญหาดังกล่าวให้กับเทศบาลนครเกาะสมุย ผู้วิจัยจึงศึกษาแนวทางในการ

จัดการขยะมูลฝอยชุมชนสำหรับเทศบาลนครเกาะสมุย โดยคัดเลือกเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันและมีการใช้เทคโนโลยีเหล่านั้นในประเทศไทย ได้แก่เทคโนโลยีการเผาด้วยเตาเผา (Incineration) เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบฝังกลบ (Landfill Gas) เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน (Composting) เทคโนโลยีเชื้อเพลิงขยะอัดแข็ง (Refuse Derived Fuel, RDF) เทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากมูลฝอยชุมชน (MSW Gasification) และเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนแบบผสมผสาน โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีเพื่อคัดเลือกองค์ประกอบเทคโนโลยีและรูปแบบการจัดการที่เหมาะสมสำหรับสภาพปัญหาของเกาะสมุย

รูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยให้มีความเหมาะสมจะต้องสามารถใช้ประโยชน์จากขยะให้ได้มากที่สุดและจะต้องเหลือขยะที่ต้องกำจัดน้อยที่สุด โดยควรให้ประชาชนในชุมชนมีส่วนร่วมในการดำเนินงานตั้งแต่ต้นทาง กล่าวคือ รณรงค์และสนับสนุนสร้างจิตสำนึกให้มีการคัดแยกจากครัวเรือนและสถานประกอบการของตนเอง นำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการแปรรูปพลังงานขยะให้เป็นพลังงานทดแทนภายในโรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการ นำพลังงานที่ได้กลับมาใช้ในชุมชน วิธีการดังกล่าวจึงจะเป็นทางออกที่สามารถกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนได้อย่างครบวงจร นอกจากนี้ การกำจัดขยะนี้ยังจะมีประโยชน์อื่นๆอีก อาทิ เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่จากกระบวนการผลิต เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น อันจะนำมาซึ่งความร่วมมือของทุกฝ่าย เนื่องจากเป็นทางเลือกที่เน้นการบูรณาการทั้งด้านสังคมและด้านเทคโนโลยี รูปแบบเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครเกาะสมุยจึงควรเน้นตั้งแต่กระบวนการคัดแยกขยะจากต้นทางและควรออกแบบให้ระบบสามารถยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของขยะมูลฝอยและรองรับปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต นอกจากนี้ เทศบาลนครเกาะสมุยจะต้องให้ความสำคัญกับการรักษาสภาพแวดล้อมและป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยเสนอให้มีการรวบรวมและติดตั้งระบบในการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในชุมชน เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งเติมอากาศ หรือการกำจัดก๊าซส่วนเกิน เป็นต้น

ผลการศึกษาเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยทั้ง 6 ประเภท เพื่อคัดเลือกเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้กำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมกับพื้นที่เกาะสมุยพบว่า นอกจากจะต้องเป็นเทคโนโลยีที่สามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยจำนวนมากที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตแล้ว ยังต้องคำนึงถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับเกาะสมุยในอีกหลายมิติ ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ เพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดทั้งในระยะสั้นและระยะยาว จากประเด็นดังกล่าวจึงนำมาสู่การคัดเลือกเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยแบบผสมผสาน (ครบวงจร) โดยผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยของชุมชนในเทศบาลนคร จังหวัดนครราชสีมา เป็นต้นแบบในการศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยของชุมชนเกาะสมุย เนื่องจากในอดีตเทศบาลนคร จังหวัดนครราชสีมา เคยประสบปัญหาเช่นเดียวกับเกาะสมุย ทางเทศบาลฯจึงได้ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาโดยเน้นให้เกิดโครงการแบบบูรณาการในด้านสังคม ด้านการจัดการ และด้านเทคโนโลยี ให้ความสำคัญกับกระบวนการคัดแยกขยะมูลฝอยจากต้นทางหรือครัวเรือนและสถานประกอบการต่างๆ นอกจากนี้ยังออกแบบให้ระบบสามารถยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในอนาคตได้ด้วย ซึ่ง

สามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยที่อาจจะเพิ่มขึ้นต่อไปในอนาคตได้ในระยะเวลาอีก 20-30 ปีข้างหน้า

เนื่องจากเทศบาลนครเกาะสมุยมีข้อจำกัด 2 ประการที่มีลักษณะแตกต่างจากเทศบาลนครนครราชสีมาและต้องนำมาร่วมพิจารณาด้วยได้แก่

1. เทศบาลนครเกาะสมุยมีรูปแบบกำจัดขยะเดิมคือเตาเผาขยะหากนำรูปแบบการกำจัดขยะของเทศบาลมาใช้ทั้งระบบจะทำให้เตาเผาที่ถูกปล่อยทิ้งไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์

2. เชื้อเพลิง RDF ผลิตได้จากระบบไม่มีแหล่งรับซื้อภายในเกาะจะต้องขนส่งทางเรือและทางรถเพื่อส่งต่อไปจำหน่ายให้กับอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราชซึ่งมีระยะทางในการขนส่งประมาณ 250 กิโลเมตรซึ่งอาจทำให้ต้นทุนในการขนส่งเพิ่มขึ้น

ดังนั้นเพื่อคัดเลือกรูปแบบการบริหารจัดการและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับปัญหาของเกาะสมุยมากที่สุดผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเปรียบเทียบ 3 กรณี ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 เป็นระบบการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนแบบครบวงจร โดยใช้เทคโนโลยีต้นแบบของเทศบาลนครราชสีมาเต็มระบบ (Full system) เนื่องจากเป็นหน่วยงานที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนแบบผสมผสาน สามารถแก้ไขปัญหาการทับถมกันของกองขยะและรองรับการเพิ่มขึ้นของขยะมูลฝอยในอนาคตได้ โดยกระบวนการทำงานเริ่มต้นจากการนำขยะส่งเข้าสู่ระบบคัดแยกขยะ จากนั้นขยะเปียกจะถูกส่งผ่านไปยังระบบการผลิตก๊าซชีวภาพและระบบปุ๋ยหมัก ขยะแห้งจะถูกส่งเข้าระบบการผลิตเชื้อเพลิงอัดแข็ง (RDF) ขยะอันตรายอื่นๆจะถูกนำไปฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ (Sanitary Landfill) ส่วนก๊าซชีวภาพที่ได้จะถูกนำส่งไปสู่กระบวนการผลิตไฟฟ้า

กรณีที่ 2 เป็นรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนเดิม แต่มีการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ความร้อนทิ้งจากเตาเผาขยะเดิม ร่วมกับการใช้ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบเป็นเชื้อเพลิง จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะชุมชนของเทศบาลนครเกาะสมุยในระยะยาว (6 ปีขึ้นไป)

กรณีที่ 3 เป็นรูปแบบการใช้เทคโนโลยีการคัดแยกขยะที่มีอยู่เดิม ยังคงเผากำจัดด้วยเตาเผาเดิมที่มีอยู่ เพียงแต่เพิ่มระบบคัดแยกขยะเพื่อลดปริมาณขยะป้อนเข้าเตาเผา โดยแยกขยะสดไปเข้ากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพและปุ๋ยหมัก เชื้อเพลิง จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะชุมชนของเทศบาลนครเกาะสมุยในระยะสั้น (1-5 ปี)

ตารางที่ 5.1 เป็นประมาณการทางการเงินในโครงการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครเกาะสมุย 5 รูปแบบซึ่งเป็นส่วนของต้นทุนรวมที่มาจากจำนวนเงินลงทุนที่เกี่ยวข้องกับระบบและโครงสร้าง ค่าดำเนินการ เช่น ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภคต่างๆ ค่าจ้าง ค่าครุภัณฑ์ เป็นต้น นอกจากนี้เมื่อพิจารณาประมาณการรายได้รวมของโครงการ จะเห็นได้ว่าโครงการมีต้นทุนรวมทั้งหมด 454,013,500 บาท 382,191,636 บาท 275,630,000บาท ตามลำดับ เป็นเงินลงทุนที่เกี่ยวกับระบบและโครงสร้างจำนวน 418,000,000บาท 373,000,000 บาท 456,000,000 บาท 356,000,000 บาท 256,000,000 บาท ตามลำดับ โดยมีรายได้รวมจากการประมาณการเป็นจำนวน 500,778,732 บาท 362,553,408 บาท 168,880,320 บาท ภายใต้สมมติฐานรูปแบบของโครงการกำจัดขยะมี

ต้นทุนค่าดำเนินงานโดยอ้างอิงจากโครงการต้นแบบคือเทศบาลนครราชสีมา และยังไม่รวมรายได้ที่จะเกิดขึ้นจากการจำหน่ายขยะรีไซเคิล

นอกจากนี้พบว่ายิ่งรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนมีการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายครบวงจรมากยิ่งขึ้น จะทำให้ต้นทุนในการก่อสร้างโครงสร้างและระบบเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันก็สามารถสร้างรายได้ให้กับเทศบาลได้เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังเช่นในรูปแบบที่ 1 ที่เป็นการดำเนินงานแบบครบวงจร มีการใช้ระบบคัดแยกขยะ ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ ระบบการผลิตปุ๋ยหมัก ระบบการผลิตเชื้อเพลิงอัดแข็ง ระบบการฝังกลบ และมีการนำพลังงานจากขยะมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระบบไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆที่ก่อให้เกิดรายได้ นอกจากนี้ยังสามารถผลิตไฟฟ้าใช้ได้เองภายในพื้นที่หรือเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของการไฟฟ้าเพื่อขายไฟฟ้าเข้าระบบต่อไป

รูปที่ 5.1 ประมาณการทางการเงินของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน 3 รูปแบบ

(จากการคำนวณ)

กรณีศึกษา	เงินลงทุนระบบ	ค่าดำเนินการ	ต้นทุนรวม	รายได้รวม
	(บาท)	(บาท)	(บาท)	(บาท)
กรณีที่ 1	418,000,000	36,013,500	454,013,500	500,778,732
กรณีที่ 2	356,000,000	26,191,636	382,191,636	362,553,408
กรณีที่ 3	256,000,000	19,630,000	275,630,000	168,880,320

ตารางที่ 5.2 เป็นอัตราส่วนทางการเงินของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนใน 3 รูปแบบ โดยคำนวณจากต้นทุนและรายรับตลอดอายุโครงการของกรณีศึกษาทั้ง 3 รูปแบบอัตราส่วนทางการเงินที่นำมาใช้ในการพิจารณาความเป็นไฟได้ของโครงการโดยสรุป

รูปแบบที่ 1 มีค่าผลตอบแทนตลอดอายุโครงการหรือค่า NPV เท่ากับ-123.82 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการหรือค่า IRR เท่ากับ 6.43 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเท่ากับ 12 ปี 5 เดือน

รูปแบบที่ 2 มีค่าผลตอบแทนตลอดอายุโครงการหรือค่า NPV เท่ากับ -27.98 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการหรือค่า IRR เท่ากับ 6.77 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเท่ากับ 16 ปี 2 เดือน

รูปแบบที่ 3 มีค่าผลตอบแทนตลอดอายุโครงการหรือค่า NPV เท่ากับ -78.64 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการหรือค่า IRR เท่ากับ 6.98 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเท่ากับ 25 ปี 2 เดือน

จากการวิเคราะห์อัตราส่วนทางการเงินดังกล่าว พบว่าการจัดการขยะทุกรูปแบบที่นำเสนอนั้น *ยังไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์* เนื่องจากมีค่า NPV ติดลบ ทำให้ผลตอบแทนตลอดอายุโครงการจึงยังไม่เกิดแรงจูงใจในการลงทุน ด้านอัตราผลตอบแทนภายในโครงการหรือค่า IRR ที่ยังมีค่าต่ำกว่าอัตราผลตอบแทนภายในโครงการที่คาดหมายไว้นั่นคือร้อยละ 7

ในส่วนของอายุโครงการที่มี 15 ปี นั้น รูปแบบที่ 2 รูปแบบที่ 3 มีระยะเวลาคืนทุนของโครงการมากกว่าอายุโครงการ มีเพียงรูปแบบที่ 1 เท่านั้นที่มีระยะเวลาคืนทุนต่ำกว่าอายุโครงการเล็กน้อย

เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วรูปแบบที่ 1 เป็นแนวทางเดียวที่มีระบบการกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจรที่มีรายรับรวมตลอดอายุโครงการมากกว่าต้นทุนรวมของโครงการ อย่างไรก็ตามรูปแบบที่ 1 นั้นก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการนำเตาเผาเดิมมาใช้ประโยชน์และสถานประกอบการที่จะรองรับผลิตภัณฑ์จากเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็งที่ผลิตได้จากระบบ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาบริบทอื่นๆประกอบกับปัจจัยทางการเงินของเกาะสมุยแล้ว แนวทางที่มีความเป็นไปได้ในการดำเนินการมากที่สุด คือ รูปแบบที่ 2 ซึ่งเป็นระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่มีการใช้เทคโนโลยีการคัดแยกขยะ ติดตั้งเครื่องจักรในการผลิตก๊าซชีวภาพ และก่อสร้างโรงไฟฟ้า มีการซ่อมแซมนำเตาเผาเดิมกลับมาใช้ประโยชน์ ด้านการเงินประมาณการรายรับรวมเท่ากับ 362,553,408 บาทและมีต้นทุนรวมเท่ากับ 382,191,636 บาท ซึ่งไม่แตกต่างกันมากนัก หากนำรายได้จากการจำหน่ายขยะรีไซเคิลมาคำนวณร่วมด้วยน่าจะทำให้รายรับรวมของโครงการเพิ่มขึ้นซึ่งเหมาะกับการแก้ไขปัญหาในระยะยาว

รูปที่ 5.2 อัตราส่วนทางการเงินของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน 3 รูปแบบ

(จากการคำนวณ)

กรณีศึกษา	**NPV (ล้านบาท)**	**IRR (>7)**	**ระยะเวลาคืนทุน(<15ปี)**
	Preferred NPV > 0	Preferred IRR > 7%	Preferred PB < 15 ปี
รูปแบบที่ 1	-123.82	6.43	12 ปี 5 เดือน
รูปแบบที่ 2	-27.98	6.77	16 ปี 2 เดือน
รูปแบบที่ 3	-78.64	6.98	25 ปี 2 เดือน

เพื่อแก้ไขปัญหาการทับถมของกองขยะในระยะสั้นของเกาะสมุยเทศบาล จึงควรเร่งจัดทำแผนการบริหารจัดการโรงคัดแยกขยะโดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริหารจัดการขยะเปียกโดยใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้อากาศตามรูปแบบที่ 3 ที่มีงบประมาณการลงทุนระบบและโครงสร้างเป็นเงินจำนวน 256,000,000 บาท แต่ยังไม่มีการลงทุนในส่วนของโรงไฟฟ้าซึ่งจะทำให้เทศบาลนครเกาะสมุยมีรายได้จากการจำหน่ายสารปรับปรุงดินตลอดอายุโครงการเป็นเงิน 168,880,320 บาท หากนำรายได้จากการจำหน่ายขยะรีไซเคิลมาคำนวณด้วย เทศบาลจะมีรายได้รวมเพิ่มขึ้นและมีอัตราผลตอบแทนของโครงการที่น่าพอใจ

สำหรับการแก้ปัญหาระยะยาวเกาะสมุยควรดำเนินการตามรูปแบบที่ 2 ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีต้นทุนรวมตลอดอายุโครงการทั้งระบบเป็นเงิน 382,191,636 บาท รายรับรวมตลอดอายุโครงการเป็นเงิน 362,553,408 บาทเนื่องจากมีความแตกต่างของรายรับรวมและต้นทุนรวมไม่มากนัก เมื่อรวมกับรายได้จากการขายขยะรีไซเคิลและรายได้จากการจัดเก็บขยะจะทำให้รายรับของเทศบาลเพิ่มขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

ในการศึกษาแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน กรณีศึกษา เทศบาลนครเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้แนวคิดจากการลงพื้นที่เกาะสมุยทำให้พบกับสภาพปัญหาขยะมูลฝอยทับถมกันและการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของขยะชุมชน การศึกษาครั้งนี้ได้เสนอแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนด้วยการใช้เทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและมีการนำมาใช้แล้วในประเทศไทย ซึ่งเทคโนโลยีแต่ละประเภทจะมีข้อดีและข้อเสียต่างกันเช่น

การใช้เทคโนโลยีหลุมฝังกลบ (Landfill Gas) เป็นเทคโนโลยีที่ต้นทุนต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีประเภทอื่นๆ แต่เป็นเทคโนโลยีที่ต้องใช้พื้นที่จำนวนมาก เป็นการยากที่จะหาสถานที่ฝังกลับที่สามารถรองรับปริมาณขยะจำนวนมากได้ อาจจะมีการต่อต้านของชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง

สำหรับเทคโนโลยีการย่อยสลายโดยไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Digestion) เหมาะสำหรับขยะที่มีอัตราส่วนที่เป็นสารอินทรีย์สูง เพราะจะช่วยลดกลิ่นเหม็นของขยะมูลฝอยได้ เนื่องจากเป็กระบวนการย่อยสลายในระบบปิด หลังจากย่อยเสร็จแล้วผลิตภัณฑ์ที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นสารปรับปรุงดินหรือปุ๋ยอินทรีย์ได้ แต่ข้อเสีย คือ ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานขยะได้ทั้งหมดจึงต้องนำไปฝังกลบแทนหรือลงทุนเพิ่มเติมในส่วนของระบบการคัดแยกขยะ ซึ่งจะทำให้ต้นทุนของโครงการเพิ่มสูงขึ้น

เทคโนโลยีเตาเผาขยะ (Incineration) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้พื้นที่ไม่มาก สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ในปริมาณมาก แต่มีการใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูงมาก ทั้งนี้เตาเผาขยะที่ได้มาตรฐานจะต้องมีการติดตั้งระบบบำบัดก๊าซที่ได้มาตรฐานจึงจะมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้กำจัดขยะตามเมืองใหญ่ๆโดยไม่สร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมให้กับชุมชน

ด้านการผลิตเชื้อเพลิงแท่งอัดแข็งหรือ RDF มีข้อดีที่สามารถกำจัดขยะได้หลากหลายประเภทมากกว่าเทคโนโลยีประเภทอื่น และยังเป็นเทคโนโลยีที่ปลอดเชื้อโรค แต่เป็นโครงการที่จะต้องลงทุนจำนวนที่สูงมาก ผู้รับผิดชอบจะต้องจัดหาผู้รับซื้อเชื้อเพลิง RDF ที่จะนำไปใช้ในอุปกรณ์เผาไหม้ได้อย่างเหมาะสม และต้องคำนึงถึงต้นทุนค่าขนส่งในการจำหน่ายอีกด้วย

ดังนั้นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการกำหนดนโยบายหรือรับผิดชอบโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน จะต้องคำนึงความเหมาะสมของเทคโนโลยีแต่ละประเภท ให้สอดรับกับปัจจัยสนับสนุนและข้อจำกัดต่างๆในพื้นที่ของตนเอง เพื่อให้รองรับกับการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของขยะมูลฝอยชุมชนได้เพียงพอและเกิดปัญหาข้างเคียงน้อยที่สุด

จากการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับแนวทางการแก้ปัญหาระยะสั้น และระยะยาว โดยพิจารณาจากขีดความสามารถในการกำจัดขยะมูลฝอยเพื่อรองรับปริมาณขยะมูลฝอยของชุมชนที่

อาจจะเพิ่มขึ้นจำนวนมากในอนาคต งบประมาณการลงทุนของแต่ละโครงการ และผลประโยชน์ด้านอื่นๆที่จะเกิดขึ้นกับชุมชน ประกอบกับการวิเคราะห์อัตราส่วนทางเงินเพื่อหาความเป็นไปได้ของโครงการโดยอ้างอิงตัวเลขต้นทุนจากโครงการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครราชสีมานั้น ผู้วิจัยมีความเห็นว่าในการศึกษาครั้งต่อไปในการตั้งสมมติฐานควรให้มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัจจุบันมากที่สุด ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์ทางการเงินมีความถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะสมกับการแก้ไขสภาพปัญหาขยะของชุมชนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นการประมาณการอย่างละเอียด และยังสามารถผสมผสานเทคโนโลยีในการกำจัดขยะมูลฝอยได้มากกว่า 5 รูปแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะและความพร้อมของพื้นที่นั้นๆ ทั้งนี้ ผู้วิจัยเห็นว่าในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการพิจารณาผลกระทบทางด้านสังคมและด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มเติม เนื่องจากความสำเร็จของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนในทุกรูปแบบนั้น ส่วนสำคัญจะต้องมาจากความร่วมมือของทุกคนในชุมชน แม้ว่าจะมีความพร้อมทั้งด้านเทคโนโลยีและด้านการเงินที่เป็นปัจจัยสนับสนุนแล้วหากโครงการถูกต่อต้านจากชุมชนก็จะไม่สามารถดำเนินการให้ประสบความสำเร็จได้ สำหรับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรเพิ่มเติมการศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในการศึกษาครั้งต่อไปด้วยถึงแม้ว่าโรงกำจัดขยะเดิมจะอยู่ในหุบเขาห่างจากชุมชน 4 กิโลเมตรซึ่งถูกต้องตามหลักวิชาการก็ตาม แต่การใช้เทคโนโลยีแต่ละประเภทนั้นย่อมจะส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมในชุมชนอยู่บ้างไม่มากก็น้อย อีกทั้งเพื่อเป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้กับสมาชิกในชุมชน เกิดทัศนคติที่ดีต่อโครงการที่มีการวิเคราะห์ปัญหาและสามารถวางแผนการทำงานได้คลอบคลุมทุกด้าน ให้ความสำคัญกับทุกมิติที่เกี่ยวข้อง แสดงถึงเจตนารมณ์ที่ดีของผู้ดำเนินโครงการในการเข้ามาแก้ไขปัญหาให้กับชุมชนทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

นอกจากนั้นทางเทศบาลควรมีนโยบายการแก้ปัญหาที่ต้นทางร่วมด้วยเพื่อลดปริมาณขยะจากต้นทางได้แก่การจัดเก็บค่าบริหารจัดการขยะตามปริมาณขยะที่เกิดขึ้นโรงแรมหรือสถานประกอบการใดมีปริมาณขยะก็จัดเก็บมากโรงแรมหรือสถานประกอบการใดมีปริมาณขยะเกิดขึ้นน้อยก็จัดเก็บน้อยวิธีนี้จะทำให้เกิดการบริหารจัดการขยะภายในเกิดขึ้น เช่นโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารภายในโรงแรม หรือโครงการธนาคารขยะภายในโรงเรียนเป็นต้นและทางเทศบาลควรมีการจัดให้ผู้ประกอบการเข้ามามีส่วนร่วมและสร้างจิตสำนึกร่วมกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมซึ่งเกาะสมุยเคยมีการดำเนินโครงการ Green Iland มาแล้วแต่ไม่ประสบความสำเร็จมากนักดังนั้นทางเทศบาลจึงควรจัดโครงการนี้ขึ้นมาอีกครั้งเพื่อให้ผู้ประกอบการทั้งหมดเข้าร่วมจะทำให้ภาพลักษณ์การท่องเที่ยวในสายตานักท่องเที่ยวดีขึ้นรวมถึงมาตรการรีไซเคิลขยะเพื่อลดปริมาณขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ เช่นมาตรการคืนขวด ซึ่งจะทำให้ขวดกลายเป็นขยะที่มีมูลค่าและทำให้สัดส่วนของขวดแก้วและขวดน้ำลดลงจากระบบมากขึ้นและเป็นรูปแบบการจัดการขยะแบบครบวงจรอย่างแท้จริง

รายการอ้างอิง

1. กรมควบคุมมลพิษ, การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีการกำจัดมูลฝอย. 2547.
2. เพชรดา เวณุนันท์, วารีลิต สุพิน,ปมทอง มาลากุล ณ อยุธยา,การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะมูลฝอยชุมชน. 2549.
3. อำนวย ทองสถิตย์, การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตพลังงาน . 2547.
4. ทิพย์มาศ สมนึก, ความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยชุมชนทั่วไปของกรุงเทพมหานคร.2551.
5. กรมควบคุมมลพิษ, การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร คู่มือสำหรับผู้บริหารองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น. 2547.
6. กรมควบคุมมลพิษ, เกณฑ์ มาตรฐาน และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน. 2547.
7. นราทิพย์ ชุติวงศ์, เศรษฐศาสตร์การจัดการ. 2547.
8. นายอาทิตย์ ทองชัยเดช, น.พ. ข้อมูลทั่วไปอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี. สุราษฎร์ธานี. 2556.
9. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยชุมชนในประเทศ. 2547.
10. นิมิต นิพัทธ์ธรรมกุล, ระบบผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะมูลฝอย. 2549.
11. อรรถกร ฤกษ์วิรี, การวิจัยเรื่องเชื้อเพลิงแข็งจากขยะมูลฝอยชุมชนอัดแท่งเป็นการทดสอบเพื่อหาความเหมาะสมในการนำขยะมูลฝอยชุมชนมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง 2549.
12. จำนงค์ ธำรงมาศ, การผลิตน้ำมันสังเคราะห์และก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก. 2550.
13. เทศบาลนครเกาะสมุย,รายงานการกำจัดขยะเทศบาลอำเภอเกาะสมุยจังหวัดสุราษฎร์ธานี. 2556.
14. เทศบาลนครนครราชสีมา, โครงการกำจัดขยะแบบครบวงจรเทศบาลนครนครราชสีมา. 2557.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการกำจัดขยะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
1. ความสามารถการกำจัดขยะมูลฝอย (ปริมาณสูงสุด 168 ตัน)	**หลักการทั่วไป** กำจัดได้เฉพาะขยะแห้งและเผาไหม้ได้เท่านั้น **สำหรับเกาะสมุย** จะสามารถกำจัดขยะที่มีส่วนที่เผาได้ 57% ประมาณ 95 ตัน (เตาเผาปัจจุบันเผาขยะได้สูงสุดวันละ 140 ตัน) แต่ไม่สามารถกำจัดน้ำชะขยะและขยะอันตราย	**หลักการทั่วไป** กำจัดได้เฉพาะขยะอินทรีย์และน้ำชะขยะ **สำหรับเกาะสมุย** จะสามารถกำจัดขยะที่เป็นอินทรียสารย่อยสลายได้มี 33% หรือประมาณ 55 ตัน ของขยะทั้งหมด ส่วนที่เหลือต้องกำจัดด้วยวิธีการอื่น	**หลักการทั่วไป** กำจัดได้ทั้งขยะที่เผาได้และเผาไม่ได้ ยกเว้นขยะอันตราย แต่ปริมาณขยะอื่นๆที่ไม่ใช่อินทรีย์อาจส่งผลต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพในหลุม **สำหรับเกาะสมุย** จะสามารถกำจัดได้วันละประมาณ 151 ตัน ยกเว้นขยะอันตราย วันละ17 ตันที่ไม่สามารถนำลงไปฝังกลบร่วมได้	**หลักการทั่วไป** สามารถกำจัดขยะได้เฉพาะขยะที่สามารถเผาได้เท่านั้น **สำหรับเกาะสมุย** จะสามารถกำจัดขยะที่มีส่วนที่เผาได้ 57% ประมาณ 95ตัน (เตาเผาปัจจุบันเผาขยะได้สูงสุดวันละ 140 ตัน) แต่ไม่สามารถกำจัดน้ำชะขยะและขยะอันตราย เหมือนกรณีใช้ Incineration	**หลักการทั่วไป** กำจัดได้เฉพาะขยะที่เป็นสารอินทรีย์ทั้งที่ย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ **สำหรับเกาะสมุย** จะสามารถกำจัดขยะที่เป็นอินทรีย์ มี 48% หรือประมาณ 81 ตันต่อวัน แต่ไม่สามารถกำจัดน้ำชะขยะและขยะอันตรายได้	**หลักการทั่วไป** เริ่มต้นจากการคัดแยกขยะสดออกจากขยะแห้ง นำขยะสดไปหมักผลิตก๊าซชีวภาพ นำขยะแห้งไปคัดแยกขยะอันตรายออกไปจัดการอย่างเหมาะสม และแยกขยะรีไซเคิลได้ ออกก่อนป้อนเข้าเตาเผาหรือผลิต RDF สามารถนำความร้อนกลับมาผลิตไฟฟ้าได้ **สำหรับเกาะสมุย** สาเหตุเกิดจากการขาดจิตสำนึกของคนบนเกาะที่ไม่มีการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง ดังนั้นเทคโนโลยีการกำจัดขยะแบบครบวงจรสำหรับแก้ปัญหาขยะบนแบบครบวงจรเกาะสมุยจึงอาจทำได้ใน 2 ระยะ คือ ระยะสั้นและระยะ

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
1. ความสามารถการกำจัดขยะมูลฝอย (ปริมาณสูงสุด 168 ตัน) (ต่อ)						ยาว โดยสร้างโรงแยกขยะ 5 ประเภทออกจากกัน ได้แก่ ขยะเปียก ขยะแห้ง ขยะรีไซเคิลได้ ขยะรีไซเคิลไม่ได้ และขยะอันตราย โดยขยะแต่ละเภทจะถูกส่งไปยังแต่ละเทคโนโลยี เช่น ขยะเปียกจะใช้เทคโนโลยี Anaerobic และนำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับเตาเผาหรือใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผา ขยะแห้งจะส่งเข้าเตาเผาซึ่งต้องทำการลดความชื้นของขยะก่อน ขยะรีไซเคิล ได้แก่ แก้ว โลหะ พลาสติกบางส่วนเช่นขวดน้ำจะนำไปขาย ขยะที่รีไซเคิลไม่ได้ เช่น กล่องโฟมใส่อาหาร กระดาษทิชชู พลาสติกหุ้ม

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
1. ความสามารถการกำจัดขยะมูลฝอย (ปริมาณสูงสุด 168 ตัน) (ต่อ)						อาหาร ถุงขนม/ถุงพลาสติก กระป๋องใส่อาหารจะส่งเข้าเตาเผา และขยะอันตราย เช่น ถ่านไฟฉาย ขวดแชมพู ขวดน้ำยาขัดห้องน้ำ ขวดสเปรย์/สี กระป๋องสี/น้ำมัน หลอดไฟฟ้า จะนำไปฝังกลบด้วยวิธีที่ถูกสุขลักษณะ สำหรับในระยะยาวจะต้องจัดซื้อเตาเผาเพิ่มพร้อมกับสร้างระบบผลิตไฟฟ้าซึ่งอาจจะเป็นระบบพลังงานความร้อนร่วมเนื่องจากก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบ Anaerobic ก็สามารถนำมาร่วมเป็นเชื้อเพลิงได้อีก

ตารางท 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
2. พลังงานที่ได้จากระบบ	**หลักการทั่วไป** ขึ้นอยู่กับค่าความร้อนของขยะมูลฝอยที่เข้าเตาเผา **สมุย** ขยะที่เข้าเตาเผาวันละ 140 ตันจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 1 MW	**หลักการทั่วไป** ขึ้นกับปริมาณและคุณภาพขยะเป็นหลัก โดยทั่วไปจะได้ก๊าซชีวภาพประมาณ100-200 ลบม.ต่อตันขยะอินทรีย์ มีค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพประมาณ 5.5-7.0 กิโลวัตต์ต่อลบม. เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ 0.55 - 0.70 MWhต่อตัน (ทิพมาศ สมนึก, 2551)	**หลักการทั่วไป** ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ปริมาณและคุณลักษณะของขยะ การดำเนินงานฝังกลบในพื้นที่ (ความหนาแน่นของชั้นขยะมูลฝอย) ความชื้นขยะและระบบการจัดการก๊าซชีวภาพที่เกิดจากหลุมฝังกลบ- ประมาณการก๊าซชีวภาพ (U.S.EPA,1996) ▪ 6-18 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี/ปริมาณขยะมูลฝอยในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน (ประมาณอย่าง	**หลักการทั่วไป** พลังงานที่ผลิตได้จากขยะมูลฝอยที่ได้รับการแปรรูปไปเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จะขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณสมบัติของขยะมูลฝอย (ทิพมาศ สมนึก,2551) **สมุย** ขึ้นกับคุณสมบัติของขยะแต่คาดว่าขยะ 134 ตันเมื่อนำมาอัดแท่งแล้วจะได้เชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 0.5 เมกะวัตต์เท่านั้นเนื่องจาก การผลิตไฟฟ้า 1 เมกะวัตต์จากเชื้อเพลิง RDF จะต้องมีขยะป้อนเข้าเครื่องผลิต RDF จำนวน 189.13 ตันต่อวัน (สายวสันต์ วิชาดี, 2548)	**หลักการทั่วไป** พลังงานที่ผลิตได้จะเป็นก๊าซเชื้อเพลิงมีองค์ประกอบหลักๆ ได้แก่ CO H_2 และ CH_4ปริมาณก๊าซเชื้อเพลิงนี้จะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดขององค์ประกอบของขยะมูลฝอยและการทำงานของระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์ประกอบของ **สมุย** ไม่มีข้ออ้างอิงที่ชัดเจน	**หลักการทั่วไป** ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่เลือกนำมาใช้ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแบบAnaerobic Digestion ร่วมกับ RDF หรือ AnaerobicDigestion ร่วมกับ Incineration (กรมควบคุมมลพิษ,2556) **สมุย** ระยะสั้นภายใน 5 ปี อาจยังไม่มีพลังงานเกิดขึ้นในระบบเพียงแต่มีการนำลมร้อนและก๊าซชีวภาพที่ได้ไปเพิ่มประสิทธิภาพเตาเผา

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
2. พลังงานที่ได้จากระบบ(ต่อ)		<u>สมุย</u> ขยะอินทรีย์ย่อยสลายได้ที่เข้าระบบวันละ 42 ตันคาดว่าจะได้ก๊าซชีวภาพ 0.5เมกะวัตต์ขึ้นไป	▪ 7-32 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี/ปริมาณขยะมูลฝอยในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน(ใช้แบบจำลองการย่อยสลายอันดับที่ 1: First Order Decay Model) ▪ 9-20 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี/ปริมาณขยะมูลฝอยในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน (Waste In Place Model) <u>สมุย</u> ขยะในเกาะสมุยไม่ถึงล้านตันต่อปีการประมาณการไฟฟ้าที่ผลิตได้จึงทำได้ยากและไม่มีความแน่นอน			<u>ระยะสั้นยาวใน 6-10 ปี</u> ได้พลังงานไฟฟ้าจากระบบ 3 MW ต่อวัน

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
3.พลังงานที่ใช้ในระบบ	**ทั่วไป** ระบบต้องการพลังงานเพื่อใช้กับตัวระบบเองในรูปของพลังงานไฟฟ้าและพลังงาความร้อนโดยใช้กับระบบคัดแยกขยะระบบป้อนขยะระบบเตาเผาระบบควบคุมมลพิษอากาศเป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่เลือกใช้แต่โดยทั่วไปจะมีความต้องการพลังงานเพื่อใช้ในระบบประมาณร้อยละ20–40 ของพลังงานที่ผลิตได้	**ทั่วไป** ต้องการพลังงานสำหรับใช้ในระบบในรูปของพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนโดยความต้องการพลังงานของระบบ จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับข้อกำหนดในการออกแบบและเดินระบบ แต่โดยทั่วไปจะมีความต้องการพลังงานทั้งในรูปของพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนรวมประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้	**ทั่วไป** พลังงานที่ใช้ในระบบจะอยู่ในรูปของพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล และพลังงานไฟฟ้าซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดและประเภทเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เลือกใช้งาน(ทิพมาศ สมนึก,2551) **สมุย** ไม่มีแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่ชัดเจนจึงไม่สามารถคำนวนได้	**ทั่วไป** ในกระบวนการแปรรูปขยะมูลฝอยไปเป็นเชื้อเพลิงขยะนั้นเป็นต้องใช้พลังงานทั้งในรูปของพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน (ทิพมาศ สมนึก,2551) **สมุย** ไม่มีแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่ชัดเจนจึงไม่สามารถคำนวนได้	**ทั่วไป** กระบวนการ Gasification เป็นกระบวนการที่ต้องใช้ความร้อนเพื่อก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใส่พลังงานเข้าไปในระบบโดยทั่วไปจะใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ตัวขยะมูลฝอยเองบางส่วนเพื่อให้พลังงานความร้อนออกมาหรือใช้ไอน้ำมาเป็นแหล่งพลังงานความร้อน	**ทั่วไป** ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่เลือกนำมาใช้ **สมุย** ถ้าใช้เทคโนโลยี Incineretion ร่วมกับ Anaerobic แล้วสามารถผลิตไฟฟ้าร่วมกันได้ 1.5 เมกะวัตต์ไฟฟ้าที่ใช้ในระบบก็จะอยู่ที่ 0.3-0.6 เมกะวัตต์

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
3.พลังงานที่ใช้ในระบบ (ต่อ)	(ทิพมาศ สมนึก ,2551) **สมุย** ไฟฟ้าที่ใช้ในระ เท่ากับ 20-40% ของพลังงานที่ผลิตได้ถ้าขยะสมุยสามารถผลิตได้ 1 เมกะวัตต์ไฟฟ้าที่ใช้ในระบบก็จะอยู่ที่ 0.2-0.4 เมกะวัตต์	(ทิพมาศ สมนึก ,2551) **สมุย** ถ้าก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากขยะอินทรีย์ของเกาะสมุยเท่ากับ 0.5 เมกะวัตต์ระบบก็จะใช้พลังงาน 0.1-0.2 เมกะวัตต์			นอกจากนี้ยังต้องมีการใช้พลังงานเพื่อ ให้อุปกรณ์ต่างๆ ภายในระบบทำงานประมาณ 10% ของพลังงานที่ผลิตได้(ทิพมาศ สมนึก,2551) **สมุย** ไม่มีแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่ชัดเจนจึงไม่สามารถคำนวนได้	
4.ความสามารถในกำจัดเมื่อองค์ประกอบของขยะมูลฝอย เปลี่ยนแปลง 4.ความสามารถในกำจัด	หากค่าความชื้นมีค่าสูงขึ้นหรือปริมาณขยะอินทรีย์มีเพิ่มมากขึ้นหรือค่าอื่นๆเปลี่ยนแปลงไปเกินเกณฑ์ที่กำหนดต้องใช้เชื้อเพลิงช่วยในการเผา	ระบบสามารถรองรับขยะมูลฝอยรวม (Mixed MSW) ได้ เนื่องจากมี FET สำหรับคัดแยกขยะมูลฝอยอินทรีย์และเตรียมสภาพให้เหมาะสมกับการหมัก	ลักษณะขยะชุมชนที่เหมาะสมกับวิธีนี้ คือ ขยะมูลฝอยอินทรีย์ที่ผ่านการคัดแยกทางกล และการลดขนาดขยะมูลฝอย(ทางเลือก) รวมทั้งขยะมูลฝอยอินทรีย์ที่ผ่านคัดแยกณ แหล่งกำเนิดมีการ	สามารถรองรับขยะมูลฝอยได้ตามการออกแบบและสามารปรับเปลี่ยนการเดินระบบได้ เมื่อองค์ประกอบขยะมูลฝอยมีการเปลี่ยนแปลง	ระบบ สามารถใช้บำบัดขยะรวมได้ แต่โดยทั่วไปจำเป็นต้องมีการคัดแยกขยะมูลฝอยก่อนเข้ากระบวนการ พร้อมกับต้องมีการ	สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงได้ในระดับสูง เนื่องจากเป็นการจัดการแบบครบวงจรทำให้สามารถรองรับปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้นได้ทุกส่วน

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
4.ความสามารถในกำจัดเมื่อองค์ประกอบของขยะมูลฝอย เปลี่ยนแปลง (ต่อ)		ในแต่ระบบจะมีต้นทุนประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อใช้บำบัดขยะมูลฝอยอินทรีย์ที่คัดแยกจากแหล่งกำเนิดระบบมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและคุณภาพของขยะมูลฝอย และสามารถปรับแผนการเดินระบบให้สามารถสอดคล้องต่อการเปลี่ยนแปลงฯ ได้เป็นรายวัน	ยืดหยุ่นของระบบต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในระดับหนึ่ง		จัดการเบื้องต้นก่อน ได้แก่ การลดขนาด การลดความชื้น และการผสมกันของขยะมูลฝอยเพื่อให้ได้องค์ประกอบที่มีความเป็นเนื้อเดียวกันมากที่สุด การปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบ	

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
5ผลพลอยได้และประโยชน์อื่นๆจากระบบจากระบบ	**ทั่วไป** ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของขยะมูลฝอยส่วนที่ไม่สามารถเผาได้ในรูปของเหล็กอลูมิเนียม ซึ่งจะไม่หลอมละลาย สามารถคัดแยกเพื่อนำกลับไปผ่านกรรมวิธีการผลิตใหม่ได้(ทิพมาศ สมนึก,2551)และพลังงานความร้อนที่เกิดจากระบบสามารถนำไปใช้ประโยชน์นอย่างอื่นได้เช่นการอบแห้งขยะเพื่อผลิตเชื้อเพลิง RDF หรือลดความชื้นขยะก่อนเข้าเตาเผา(กรมควบคุมมลพิษ	**ทั่วไป** ก๊าซชีวภาพโดยปริมาณที่ได้จะขึ้นกับปริมาณของแข็งระเหยง่ายที่ถูกเปลี่ยนไปเป็นสถานะก๊าซและสารปรับสภาพดิน โดยทั่วไปจะได้สารปรับสภาพดินประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักขยะมูลฝอยอินทรีย์(ที่มีน้ำหนักของแข็งประมาณ 30-35 เปอร์เซ็นต์) (ทิพมาศ สมนึก,2551) **สมุย** - ได้ก๊าซชีวภาพสำหรับใช้แทน	**ทั่วไป** หากทำการฟื้นฟูสภาพของหลุมฝังกลบ จะทำให้ได้สารปรับสภาพดินได้ แต่ต้องใช้ระยะเวลานาน คือ 20 ปีขึ้นไป(ทิพมาศ สมนึก,2551) **สมุย** ได้สารปรับปรุงดินหลังจากฟื้นฟูหลุมฝังกลบอีก 20 ปีข้างหน้า	**ทั่วไป** นอกจากจะได้เชื้อเพลิงขยะแล้วองค์ประกอบต่างๆ จากขยะมูลฝอยที่ผ่านกระบวนการจะถูกคัดแยกออกมา เช่นโลหะ แก้ว เป็นต้น ซึ่งสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ได้ (ทิพมาศ สมนึก,2551) **สมุย** ได้เชื้อเพลิง RDF สำหรับผลิตไฟฟ้าหรือจัดจำหน่าย แต่สมุยไม่มีโรงงานรองรับการใช้เชื้อเพลิง RDF	**ทั่วไป** ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้เช่น เหล็กอลูมิเนียม ซึ่งสามารถคัดแยกเพื่อนำ กลับไปใช้ประโยชน์ได้อีก(ทิพมาศ สมนึก,2551) **สมุย** สามารถนำขยะที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้มาใช้ประโยชน์นอย่างอื่น	**ทั่วไป** สามารถนำขยะที่คัดแยกได้กลับมารีไซเคิล จำหน่ายหรือนำไปใช้ประโยชน์รูปแบบอื่นๆ (กรมควบคุมมลพิษ,2554) **สมุย** เกิดกระบวนการคัดแยกและกลับมารีไซเคิล จำหน่ายจึงทำให้ขยะที่จะเข้าเตาเผาลดลง และสามารถนำขยะที่คัดแยกแล้วไปใช้ประโยชน์รูปแบบอื่นๆเช่นการนำขยะอินทรีย์มาผลิตก๊าซชีวภาพ

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
6.ต้นทุนการก่อสร้างระบบต่อตัน (เป็นการประมาณการอย่างหยาบ ยังมีหลายปัจจัยที่ต้องนำเข้ามาร่วมพิจารณาด้วย)	**ทั่วไป** 3-4 ล้านบาท (กรมควบคุมมลพิษ,2554) **สมุย** เตาเผาเดิมเป็นชนิด Incineration แบบหยกรับเคลื่อนที่ ได้สามารถกำจัดได้วันละ 140 ตัน ใช้งบประมาณลงทุนประมาณ 520 ล้านบาท(เทศบาลเมืองสมุย,2554)	**ทั่วไป** 750,000-1,200,000 บาท(กรมควบคุมมลพิษ,2554) **สมุย** สมุยมีขยะอินทรีย์มีประมาณ 55 ตันต่อวันดังนั้นงบประมาณการลงทุนระบบจึงอยู่ที่ประมาณ 50-80 ล้านบาท	**ทั่วไป** 300,000-750,000 บาท (กรมควบคุมมลพิษ,2554) **สมุย** ขยะสมุยทั้งหมดมีประมาณ 168 ตันต่อวัน ดังนั้นค่าก่อสร้างระบบจึงอยู่ที่ประมาณ 50-126 ล้านบาทและอาจจะมากกว่านั้นหลายเท่าตัว เนื่องจากที่ดินในเกาะสมุยมีราคาสูงมากโดยมีราคาตั้งแต่ไร่ละ 1 ล้านบาทขึ้นไป(DD property,2556)	**ทั่วไป** 60,000-90,000 บาท(กรมควบคุมมลพิษ,2554) **สมุย** สมุยมีขยะที่สามารถเผาได้ทั้งสิ้นประมาณ 109 ตัน ดังนั้นงบประมาณการลงทุนระบบจึงอยู่ที่ประมาณ 6.5-10 ล้านบาท	**ทั่วไป** ไม่มีแหล่งข้อมูลภายในประเทศที่สามารถนำมาอ้างอิงได้ **สมุย** ไม่มีแหล่งข้อมูล	**ทั่วไป** ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่เลือกใช้ **สมุย**(กรมควบคุมมลพิษ,2554) Incineration = 3-4 ล้านบาท Anaerobic =750,000-1,200,000 บาท

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
7.ขนาดพื้นที่โครงการ (เป็นการประมาณการอย่างหยาบยังมีหลายปัจจัยที่ต้องนำเข้ามาร่วมพิจารณาด้วย)	ไม่น้อยกว่า 10 ไร่ (กรมควบคุมมลพิษ ,2554)	ไม่น้อยกว่า 5 ไร่ (กรมควบคุมมลพิษ ,2554)	ไม่น้อยกว่า 100 ไร่ (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	ไม่น้อยกว่า 6 ไร่ (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	ไม่มีข้อมูล	ไม่น้อยกว่า 15 ไร่
8.ค่าดำเนินการต่อตัน (เป็นการประมาณการอย่างหยาบยังมีหลายปัจจัยที่ต้องนำเข้ามาร่วมพิจารณาด้วย)	<u>ทั่วไป</u> 600-4,500 บาท (กรมควบคุมมลพิษ ,2554)	300-2,250 บาท (กรมควบคุมมลพิษ ,2554)	300-2,250 บาท (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	300-2,250 บาท (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	ไม่มีข้อมูลภายในประเทศ แต่พบว่าในต่อว่าต่างประเทศอยู่ในช่วง 90-300 ปอนด์ต่อตัน ของขนาดตันต่อปี(ทิพย์มาศ สมนึก ,2551)	800-6,750 บาท
9.ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น	มลพิษที่เกิดขึ้นได้แก่ มลพิษอากาศที่ปลดปล่อยออกมาจากปล่องควันและอยู่ในรูปของก๊าซ อนุภาคฝุ่น กากของแข็งและน้ำเสีย	- เรื่องกลิ่นและเชื้อโรคทั้งที่ปะปนมากับขยะมูลฝอยที่นำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพที่อาจส่งผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงาน - น้ำเสียจากการคัด	-น้ำชะขยะมูลฝอยเช่นเดียวกับการกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล -ก๊าซมีเทนสามารถรวมตัวและเคลื่อนย้ายไปตามใต้ชั้นดินอาจสะสมอยู่ในชั้น	มลภาวะที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง โดยมลพิษหลักที่เกิดขึ้นได้แก่ - เขม่าหรือฝุ่นที่เกิดจากการเผาแท่งเชื้อเพลิงที่มี	มลพิษที่เกิดขึ้นน้อยกว่าและควบคุมได้ง่ายกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการนำขยะมูลฝอยมาเผาไหม้โดยตรง	1.มลพิษที่เกิดขึ้นได้แก่ มลพิษอากาศที่ปลดปล่อยออกมาจากปล่องควันและอยู่ในรูปของก๊าซ อนุภาคฝุ่น กากของแข็งและน้ำเสีย(กรมควบคุมมลพิษ,2554) - เรื่องกลิ่นและเชื้อโรคทั้งที่

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
9.ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น(ต่อ)	(กรมควบคุมมลพิษ,2554)	แยกและการหมักขยะมูลฝอย	ดินที่มีโพรงอากาศซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดการระเบิดขึ้นได้ เนื่องจากก๊าซมีเทนเป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติไม่มีกลิ่น การตรวจจับปริมาณก๊าซมีเทนจึงไม่สามารถทำได้ ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการติดไฟและระเบิดขึ้นได้ กลิ่น เกิดจากการกลบทับขยะมูลฝอยไม่สนิท จะเกิดกลิ่นรุนแรง รวมทั้งอาจเกิดจากกลิ่นเน่าเหม็นจากน้ำชะขยะมูลฝอยด้วย (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	ส่วนผสมหลากหลาย - เสียงดังจากการตัดหรือบดย่อยวัสดุที่นำมาทำเป็นเชื้อเพลิง - มลพิษด้านอากาศอื่นๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาอันมาจาก ความไม่บริสุทธิ์ของแท่งเชื้อเพลิง (กรมควบคุมมลพิษ,2554)		ปะปนมากับขยะมูลฝอยที่นำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพที่อาจส่งผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงาน - น้ำเสียจากการคัดแยกและการหมักขยะมูลฝอย

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
10.ข้อดีข้อเสียของแต่ละเทคโนโลยี	**ข้อดี**(กรมควบคุมมลพิษ,2554) 1.สามารถกำจัดมูลฝอยได้หลากหลายประเภท 2.สามารถทำลายมูลฝอยได้สูงถึง 90 % 3.สามารถนำพลังงานที่เกิดจากการเผาใหม่ไปใช้ประโยชน์รูปแบบอื่นได้เช่นผลิตไฟฟ้าหรือลดความชื้นขยะก่อนเข้าเตาเผา 4.มีของเสียเหลือจากการเผาใหม้น้อย **ข้อเสีย**(กรมควบคุมมลพิษ,2554) 1.ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียและมลพิษ	**ข้อดี**(กรมควบคุมมลพิษ,2554) 1.ก๊าซในที่เกิดขึ้นในระบบสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์รูปแบบอื่นได้เช่นการใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในการเผาหรือการนำไปผลิตไฟฟ้า 2.กากที่เกิดเหลือจากระบบสามารถนำไปเป็นสารปรับปรุงดินได้ 3.สามารถหมักร่วมกับของเสียอินทรีย์ประเภทอื่นๆ (Co-digestion) เช่น มูลสัตว์ เศษจากวัสดุทาง	**ข้อดี**(กรมควบคุมมลพิษ,2554) 1.สามารถกำจัดมูลฝอยได้ทุกประเภท 2.ไม่จำเป็นต้องมีระบบการคัดแยกของรับ **ข้อเสีย**(กรมควบคุมมลพิษ,2554) 1.ได้ปริมาณก๊าซชีวภาพน้อยกว่าระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน 2.ใช้พื้นที่ในการฝังกลบจำนวนมาก 3.พื้นที่ฝังกลบไม่สามารถใช้งานได้อีก 20-40ปี ก่อให้เกิดการสูญเสียมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ 4.เสี่ยงต่อการเกิดระเบิด	**ข้อดี**(กรมควบคุมมลพิษ,2554) 1.มีค่าความร้อนสูงเมื่อเทียบกับขยะที่รวบรวมได้ 2.การจัดเก็บขนส่ง และการดำเนินการปลอดภัยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย 3.ได้แท่งเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานความร้อน 4.ใช้ร่วมกับเทคโนโลยี ไพโรไรซิสและแก๊สซิฟิเคชั่นได้ 5.ใช้พื้นที่น้อยโรงกำจัดมีขนาดเล็ก 6.สามารถเก็บเชื้อเพลิงไว้ได้นาน **ข้อเสีย**(กรมควบคุมมลพิษ,2554)	**ข้อดี** (สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม,2556) 1.ระบบแก๊สซิฟิเคชั่นเหมาะกับการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กไม่เกิน 1 เมกะวัตต์ **ข้อเสีย** (สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม,2556) 1.มีน้ำมันดิน (Tar) ผสมในก๊าซจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เทคโนโลยีนี้ไม่แพร่หลาย	**ข้อดี** 1.สามารถกำจัดมูลฝอยได้ครบทุกประเภทได้ประโยชน์จากทุกส่วนของระบบ 2.ได้พลังงานจากระบบ **ข้อเสีย** ใช้งบประมาณการลงทุนที่ค่อนข้างสูง

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
10.ข้อดีข้อเสียของแต่ละเทคโนโลยี (ต่อ)	ทางอากาศรองรับ 2.ต้องมีผู้มีความรู้และเชี่ยวชาญเฉพาะในการควบคุมดูแลระบบ 3.ราคาค่าลงทุนและดำเนินการสูง	การเกษตร น้ำเสีย หรือน้ำขยะขยะที่เกิดขึ้นโดยต้องผ่านการ ตรวจสอบค่า COD คุณสมบัติความเป็นอินทรีย์และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องก่อน 4มีศักยภาพในการกำจัดขยะเปียกซึ่งไม่สามารถเผาได้ **ข้อเสีย**(กรมควบคุมมลพิษ,2554) ไม่สามารถย่อยสลายขยะประเภทของแข็งจำพวกเศษไม้โลหะและพลาสติกได้ 2มีต้นทุนในการก่อสร้างระบบและดำเนินการสูง เนื่องจากต้องมีการดำเนินการในส่วนของ		1.ต้องมีระบบคัดแยกมูลฝอย 2.มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งเชื้อเพลิง 3.ต้องมีระบบอื่นมารองรับเพื่อให้เกิดพลังงาน 4.ยังไม่มีตลาดรองรับการซื้อขายแท่งเชื้อเพลิงขยะ 5.มีผลกระทบต่อหม้อไอน้ำและท่อดำเดียงมากกว่าแท่งเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ		

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
10.ข้อดีข้อเสียของแต่ละเทคโนโลยี (ต่อ)		การคัดแยกร่วมด้วย 3.เป็นระบบที่มีกลิ่น 4.ผลพลอยได้เป็นเพียงสารปรับปรุงดิน ต้องมีการนำสารอาหารไปเพิ่มเติมเพื่อทำปุ๋ย 5.ต้องมีระบบความปลอดภัยสูงเพื่อป้องกันการระเบิด				
11.การยอมรับของประชาชนที่มีต่อเทคโนโลยีและความพร้อมต่อการนำไปใช้	ยอมรับปานกลาง (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	ยอมรับปานกลาง (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	ยอมรับปานกลาง (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	ยอมรับน้อย (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	ยอมรับน้อย (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	ยอมรับปานกลาง (กรมควบคุมมลพิษ,2554)
12.จำนวนบุคลากรที่ต้องจัดเตรียม	ไม่น้อยกว่า 16 คน และต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญเฉพาะทาง (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	ไม่น้อยกว่า 6 คน (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	ไม่น้อยกว่า 6 คน (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	ไม่น้อยกว่า 6 คน (กรมควบคุมมลพิษ,2554)	ไม่มีข้อมูล	ไม่น้อยกว่า 22 คน

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
13.ความจำเป็นในการคัดแยกมูลฝอย	ควรมีการคัดแยกขยะเศษอาหารและขยะที่มีความชื้นสูงออกก่อนเพื่อลดพลังงานในการเผา	จำเป็น	ไม่จำเป็น	จำเป็น	ไม่จำเป็น	จำเป็น
14 โครงการต้นแบบที่ใช้ภายในประเทศภายในประเทศ	1.เตาเผาขยะเทศบาลนครภูเก็ตกรมโยธาธิการเป็นผู้ดำเนินการโครงการโดยใช้เทคโนโลยีเตาเผาชนิดตะกรับ แบบเผาไหม้ต่อเนื่อง (Moving Grate StokerIncinerator) จากประเทศญี่ปุ่น ปริมาณขยะที่ระบบสามารถรับได้ 250 ตัน/วัน ที่กำลังการผลิตติดตั้ง 2.5 MW ปัจจุบันผลิต	1.โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงานจังหวัดระยองมีความสามารถในการกำจัดขยะ 70 ตันต่อวัน มีต้นทุนค่าก่อสร้างประมาณ135 ล้านบาท 2.โครงการศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมจังหวัดชลบุรี มีความสามารถในการกำจัดขยะ300 ตันต่อวัน มีต้นทุนค่าก่อสร้างประมาณ 626 ล้านบาท (ทิพย์	1.สำหรับประเทศไทย ศูนย์ปฏิบัติการวิสวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิสวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ริเริ่มโครงการนำร่องขึ้นในปี พ.ศ. 2538 ซึ่งมีเป้าหมายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ ที่เกิดในสถานที่ฝังกลบมูลฝอยกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยปัจจุบันอยู่ระหว่างการดำเนินโครงการระยะที่ 3 เพื่อเดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าเครื่องที่ 1	1.โครงการเปลี่ยนขยะเป็นพลังงาน จ.เชียงใหม่ เทศบาลนครเชียงใหม่ร่วมกับบริษัทเซปโก จำกัด เป็นผู้ดำเนินการโครงการโดยใช้ เทคโนโลยีระบบ RCRSTAG,SteamTreatment and Gasification จากประเทศอังกฤษ ปริมาณขยะที่ระบบ รับได้ 430 ตัน/วันที่กำลังการผลิต 10 MW. ลงนามสัญญา 14 ต.ค. 47 ก่อสร้างเสร็จ เม.ย. 48 โครงการนี้ใช้ระบบกำจัดและจัดการขยะแบบ RCR-STAG ด้วยเครื่องอบไอน้ำ	ไม่มีข้อมูลในประเทศไทย	1.ศูนย์กำจัดขยะครบวงจร อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมาซึ่งเป็นโครงการแบบบูรณาการทั้งด้านสังคม การจัดการ และด้านเทคโนโลยีการกำจัด เน้นถึงกระบวนการคัดแยกขยะจากต้นทาง และออกแบบให้ระบบสามารถยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ และองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในอนาคต รองรับปริมาณขยะมูลฝอย 230 ตันต่อวัน ระยะเวลา 20-30 ปี เป็นขยะมูลฝอยภายในเขตเทศบาลนครฯ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นใกล้เคียง

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย 6 ประเภท

ประเด็นที่ทำการวิเคราะห์	Incineration	Anaerobic Digestion	Landfill Gas	RDF	Gasification	การกำจัดแบบผสมผสาน
14 .โครงการต้นแบบที่ใช้ภายในประเทศ ภายในประเทศ (ต่อ)	กระแสไฟฟ้าใช้ในโครงการและขายให้การไฟฟ้าโดยใช้เงินลงทุน 750 ล้านบาท (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน,2554) 2.เตาเผาขยะเทศบาลเมืองสมุยมีกำลังการเผาทำลายอยู่ที่ 140 ตันต่อวัน (เทศบาลเมืองสมุย ,2554)	มาศ สมนึก,2551)	ขนาดกำลังผลิต 435 kW นอกจากนี้ยังมีโครงการใช้ก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบมูลฝอยมาผลิตกระแสที่สถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะราชาเทวดำเนินการโดยห้างหุ้นส่วนจำกัด ไพโรจน์สมพงษ์พาณิชย์ โดยมีขนาดกำลังผลิต 1 MW โครงการนี้ประกอบด้วยระบบรวบรวมก๊าซ ระบบทำความสะอาดก๊าซและปรับปรุงคุณภาพก๊าซ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้เครื่องยนต์แบบสันดาปภายใน และระบบต่อขนานกับ กฟน. ปัจจุบันสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจำหน่ายให้กับการไฟฟ้า	ความร้อนสูง (Autoclave) โดยไม่ต้องมีการแยกขยะซึ่งเหมาะสมกับองค์ประกอบขยะของประเทศไทย ขยะถูกแปรรูปเป็นเชื้อเพลิง RDF (Refuse Derived Fuel) ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตปูนซีเมนต์และ ผลิตไฟฟ้า (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน,2554)		2 เทศบาลตำบล กับ 7 อบต. ที่ร่วมลงนาม (MOU) ความร่วมมือในการนำขยะมูลฝอยมากำจัดร่วมกันในลักษณะแบบรวมกลุ่ม (Cluster)โดยเลือกใช้กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนในการคัดแยกขยะ เพื่อลดปริมาณขยะที่ต้นทาง และใช้เทคโนโลยีที่นำขยะที่คัดแยกได้มาผลิตพลังงาน คือระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ และการผลิตเชื้อเพลิง RDF จากวัสดุที่เผาไหม้ได้ (เทศบาลนครราชสีมา,2556)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-สกุล	นางสาวปัณฑริดา ไชยจิตร
วันเดือนปีเกิด	23 กรกฎาคม 2528
การศึกษา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
	ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต คณะครุศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2551-2557	อาจารย์ประจำสาขา การจัดการเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคใต้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University