

การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของการกำจัดขยะมูลฝอย  
ของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

นางสาวอภิญญา นิลยง

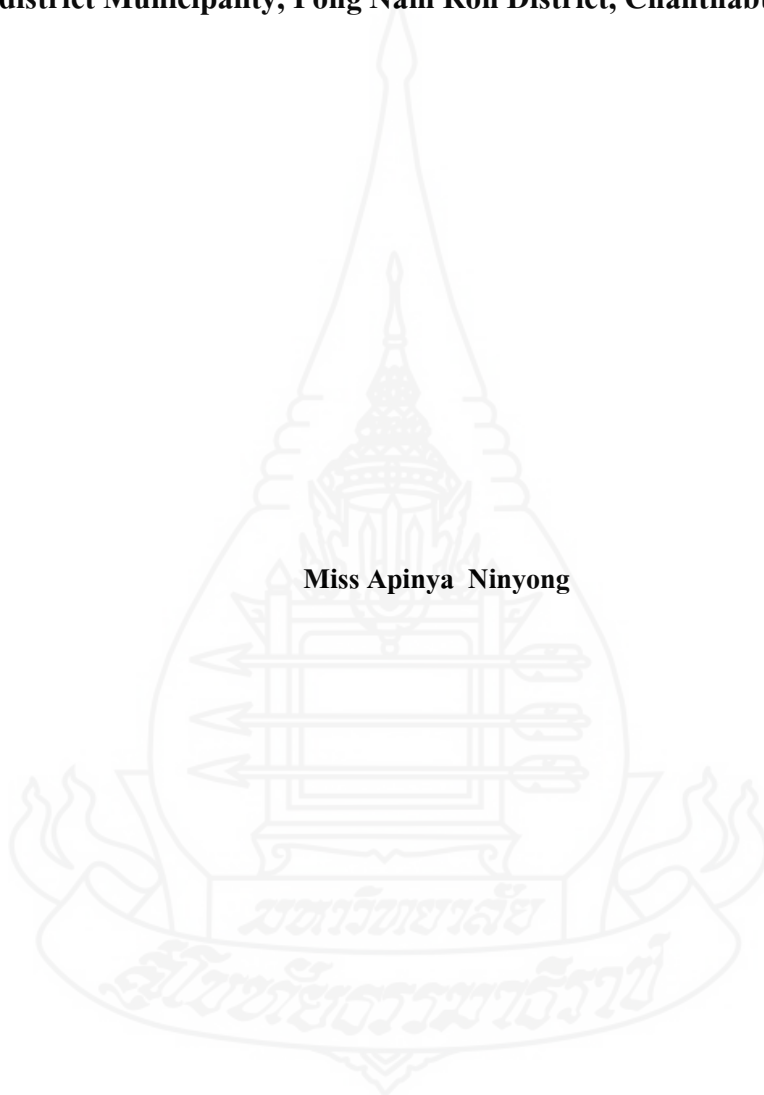


วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต  
วิชาเอกเศรษฐศาสตร์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2559

**Cost-Effectiveness Analysis of Solid Waste Management in Pong Nam Ron  
Subdistrict Municipality, Pong Nam Ron District, Chanthaburi Province**

**Miss Apinya Ninyong**



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for  
the Degree of Master of Economics

School of Economics

Sukhothai Thammathirat Open University

2016

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาล  
ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

**ชื่อและนามสกุล** นางสาวอภิญญา นิลยง

**วิชาเอก** เศรษฐศาสตร์

**สาขาวิชา** เศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

**อาจารย์ที่ปรึกษา** 1. อาจารย์ ดร. เรวดี จรุงรัตนาพงศ์  
2. รองศาสตราจารย์ ดร. อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์

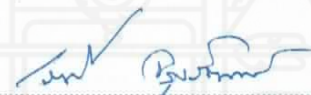
วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 21 เมษายน 2560

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร. กรรณิการ์ ชรรณพานิชวงศ์)



กรรมการ

(อาจารย์ ดร. เรวดี จรุงรัตนาพงศ์)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์)



ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ สริน ศรียะพันธุ์)



**ชื่อวิทยานิพนธ์** การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบล  
โป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

**ผู้วิจัย** นางสาวอภิญญา นิลยง รหัสนักศึกษา 2566000283 **ปริญญา** เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต

**อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) อาจารย์ ดร. เรวดี จรุงรัตนพงศ์ (2) รองศาสตราจารย์ ดร. อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์  
**ปีการศึกษา** 2559

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการ  
ขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี และ (2) วิเคราะห์ต้นทุน  
ประสิทธิผลในการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

ข้อมูลจากการศึกษานี้รวบรวมจากข้อมูลทุติยภูมิ การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ งานวิจัยในอดีต  
และการสัมภาษณ์เชิงลึกกับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลของ  
ทางเลือกที่เป็นไปได้ในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน 2 ทางเลือก ได้แก่ การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล  
และการกำจัดด้วยระบบเชิงกลและชีวภาพ โดยทางเลือกที่เหมาะสม คือ ทางเลือกที่มีต้นทุนสังคมต่อ  
หน่วยต่ำสุด และทดสอบความอ่อนไหวของผลการศึกษา ด้วยอัตราคิดลด ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ  
8 และอัตราการผลิตขยะในช่วงที่ทำการศึกษา (1.48 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน) และอัตราการผลิตขยะ 5  
กิโลกรัมต่อคนต่อวัน

ผลการวิจัยพบว่า (1) เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี มีปริมาณ  
ขยะเกิดขึ้น 20 ตันต่อวัน สามารถนำไปกำจัดได้ทั้งหมดโดยใช้วิธีเทกองฝังกลบแบบไม่ถูกหลักสุขาภิบาล  
ปัจจุบันมีประชาชนได้รับผลกระทบจากปัญหาแมลงรบกวน และการรั่วซึมของน้ำชะขยะ รวมถึงได้เกิด  
ปัญหาการลุกไหม้ของกองขยะ (2) ทางเลือกที่มีต้นทุนในการกำจัดขยะต่อตันต่ำสุดในกรณีของเทศบาล  
ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี คือ ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะด้วยระบบทางกลและ  
ชีวภาพที่มีต้นทุนต่อหน่วยในการจัดขยะอยู่ในช่วง 412 - 518 บาทต่อตัน ณ ราคาครั้งที่ พ.ศ. 2558 ผลการ  
วิเคราะห์ความอ่อนไหวพบว่า เมื่ออัตราคิดลดและอัตราการผลิตขยะต่อคนเพิ่มขึ้นไม่ส่งผลต่อการ  
เปลี่ยนแปลงลำดับของทางเลือก กล่าวคือ การกำจัดขยะด้วยระบบทางกลและชีวภาพยังคงมีต้นทุนต่อ  
หน่วยในการกำจัดขยะต่ำสุด

นอกจากนี้ การกำจัดขยะด้วยระบบทางกลและชีวภาพยังสอดคล้องกับนโยบายการรณรงค์ให้  
มีการคัดแยกขยะ เพราะการกำจัดขยะด้วยระบบทางกลและชีวภาพจะต้องทำการแยกขยะก่อนที่จะเข้า  
กระบวนการกำจัดขยะ ซึ่งนั่นหมายถึงก่อนจะเปลี่ยนไปกำจัดขยะด้วยวิธีการดังกล่าว ควรจะมีมาตรการ  
สร้างแรงจูงใจเพื่อส่งเสริมให้คนในชุมชนคัดแยกขยะก่อนนำไปทิ้งเสียก่อน

**คำสำคัญ** การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล การจัดการขยะมูลฝอย

**Thesis title:** Cost-Effectiveness Analysis of Solid Waste Management in Pong Nam Ron Subdistrict Municipality, Pong Nam Ron District, Chanthaburi Province

**Researcher:** Miss Apinya Ninyong; **ID:** 2566000283; **Degree:** Master of Economics;

**Thesis advisors:** (1) Dr. Rawadee Jarungrattanapong; (2) Dr. Orapan Srisawalak, Associate Professor;

**Academic year:** 2016

### **Abstract**

The objective of this study is (1) to describe background information and current situation of municipal solid waste management in Pong Nam Ron Subdistrict Municipality, Pong Nam Ron District, Chanthaburi Province, and (2) to analyze the cost – effectiveness option of solid waste management in Pong Nam Ron Subdistrict Municipality, Pong Nam Ron District, Chanthaburi Province.

The data used in this study were collected from secondary data, and key informant interviews to estimate cost of each waste management option. The cost – effectiveness analysis (CEA) was used as a tool to compare these two policy options of solid waste management; namely sanitary landfill and mechanical and biological waste treatment (MBT) over 20-years period. The selected optimal mean has the lowest per unit social cost. The sensitivity analysis was performed with discount rates at 3%, 5% and 8%, and solid waste generate rates at 1.48 kilogram/person/day and 5 kilogram/person/day.

The results of this study reveals that (1) Pong Nam Ron Subdistrict Municipality, Pong Nam Ron District, Chanthaburi Province generated 20 tons of waste per day. That could be disposed by non-sanitary landfill method. Currently, people are affected by insect infestation, leakage of leachate and self-combustion of waste problem. (2) The MBT is the most cost-effective option (which varies in cost between 412 - 518 Baht/ton at 2015 constant price). Sensitivity analysis for the waste generate rate shows that the mechanical and biological waste treatment (MBT) is also the most cost-effective option (which varies in cost between 382 - 477 Baht/ton). The sensitivity test did not affect the ranking of options, which the MBT option is still preferable to a sanitary landfill.

The MBT is the technology where solid waste is needed to sort them before processing, therefore, to promote the MBT option, the waste segregation campaign to encourage people in the community to segregate their waste before disposal is needed.

**Keywords:** Cost – Effectiveness Analysis, Solid Waste Management

## กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร. เรวดี จรุงรัตนางค์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อาจารย์ ดร.กรรณิการ์ ธรรมพานิชวงศ์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ อย่างใกล้ชิดตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ คุณไกรวิทย์ ปุญญโกศล วิศวกร บริษัท เอสซีจีซีเมนต์ จำกัด คุณธราทร มิตรวิเชียร หัวหน้าฝ่ายปกครอง เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี และ คุณสุกัญญา พงษ์เจตสุพรรณ หัวหน้าฝ่ายบริหารงานสาธารณสุข เทศบาลตำบลท่าวังผา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน ที่กรุณาให้ข้อมูลและคำแนะนำที่เกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณวรรณิธี สมุทรวนิช เจ้าหน้าที่สาขาวิชา เศรษฐศาสตร์ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุนช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

อภิญญา นิลยง

สิงหาคม 2560



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	8
ขอบเขตการวิจัย .....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	10
การทบทวนในส่วนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล .....	10
การทบทวนวรรณกรรมในอดีตเกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล .....	15
เทคโนโลยีในการจัดการขยะมูลฝอย .....	24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	32
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	32
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	32
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	33
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	33
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	43
ตอนที่ 1 ทางเลือกที่เป็นไปได้ .....	43
ตอนที่ 2 สัดส่วนต้นทุนประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือก .....	53
ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว .....	55

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	58
สรุปลการวิจัย .....	58
อภิปรายผล .....	59
ข้อเสนอแนะ .....	61
บรรณานุกรม .....	63
ประวัติผู้วิจัย .....	69





สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2559 .....	2
ตารางที่ 1.2 การจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2559 .....	3
ตารางที่ 1.3 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในพื้นที่ภาคตะวันออก .....	6
ตารางที่ 2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุนของโครงการการจัดการขยะ .....	17
ตารางที่ 3.1 แสดงต้นทุนและแหล่งข้อมูลของแต่ละทางเลือกในการกำจัด ขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี .....	36
ตารางที่ 3.2 อัตราการเกิดขยะมูลฝอยจำแนกตามพื้นที่ ปี พ.ศ. 2555 .....	41
ตารางที่ 3.3 อัตราการเกิดขยะมูลฝอยในเขตกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2555-2556 .....	41
ตารางที่ 4.1 การจำแนกต้นทุนของแต่ละทางเลือก .....	44
ตารางที่ 4.2 อัตราการเติบโตของประชากรและประชากรแฝงของเทศบาล โป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ตลอดอายุโครงการ 20 ปี .....	45
ตารางที่ 4.3 จำนวนประชากรและปริมาณขยะที่เกิดขึ้นตลอดอายุ โครงการ (พ.ศ. 2558-2577) .....	46
ตารางที่ 4.4 การกำหนดข้อสมมติของการศึกษา .....	47
ตารางที่ 4.5 ต้นทุนต่อหน่วยของแต่ละทางเลือก .....	51
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าปัจจุบันของต้นทุนต่ำสุดของแต่ละทางเลือก .....	54
ตารางที่ 4.7 ลำดับของทางเลือกในการจัดการขยะมูลฝอย โดยเรียงลำดับ จากต้นทุนต่ำสุด (บาทต่อตัน) .....	55
ตารางที่ 4.8 ค่าปัจจุบันของต้นทุนต่ำสุดของแต่ละทางเลือกตลอดอายุ โครงการ 20 ปี .....	55
ตารางที่ 4.9 ลำดับของทางเลือกในการจัดการขยะมูลฝอย โดยเรียงลำดับ จากต้นทุนต่ำสุด (บาทต่อตัน) .....	57

## สารบัญญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 แนวโน้มปริมาณขยะที่เกิดขึ้นและปริมาณขยะที่ไม่ได้รับการจัดการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2559 .....	4
ภาพที่ 1.2 แผนที่แสดงชุมชนต่างๆ ในเขตเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี .....	5
ภาพที่ 1.3 พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี .....	6
ภาพที่ 2.1 ถังย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน และถังเก็บก๊าซชีวภาพ โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงานจังหวัดระยอง เทศบาลนครระยอง .....	24
ภาพที่ 2.2 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill).....	25
ภาพที่ 2.3 การฝังกลบบนพื้นราบ .....	26
ภาพที่ 2.4 การฝังกลบแบบขุดร่อง .....	26
ภาพที่ 2.5 การฝังกลบแบบหุบเขา .....	26
ภาพที่ 2.6 การเผาโดยจำกัดอากาศเพื่อผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจาก มูลฝอย (Gasification) .....	27
ภาพที่ 2.7 กระบวนการบำบัดขยะด้วยวิธีการแบบเชิงกล ชีวภาพ (Mechanical and Biological Waste Treatment, MBT) ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี .....	30
ภาพที่ 2.8 การขยายผลเทคโนโลยีการจัดการขยะแบบครบวงจร เทศบาลตำบลท่าวังผา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน .....	31

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน ปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนเป็นปัญหาที่มีความสำคัญในลำดับต้นของประเทศไทย ดังจะเห็นได้ว่าแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ได้บรรจุเรื่องการจัดการขยะไว้ใน “ยุทธศาสตร์ที่ 4 การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เป้าหมายที่ 3 สร้างคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี ลดมลพิษ และลดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนและระบบนิเวศ โดยให้ความสำคัญเป็นลำดับแรกกับการจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย...” นอกจากนี้ รัฐบาลไทยได้ประกาศให้ขยะเป็นวาระแห่งชาติที่ทุกฝ่ายจะต้องร่วมมือกันลดปริมาณขยะ คัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง จนถึงกำจัดขั้นสุดท้ายอย่างถูกวิธี หรือการนำไปรีไซเคิลใช้ประโยชน์ใหม่ โดยประเทศไทยได้มี Roadmap การจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย ที่กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเสนอในวันที่ 26 สิงหาคม 2557 ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) กำจัดขยะมูลฝอยตกค้างสะสมในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยในพื้นที่วิกฤติ (ขยะมูลฝอยเก่า) ปิดสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย หรือ ปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยเดิมให้ดำเนินการได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ (2) สร้างรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตรายที่เหมาะสม (ขยะมูลฝอยใหม่) โดยเน้นการลดและคัดแยกขยะมูลฝอยตั้งแต่ต้นทาง จัดการขยะมูลฝอยแบบศูนย์รวม กำจัดโดยเทคโนโลยีแบบผสมผสานเน้นการแปรรูปเป็นพลังงาน หรือทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด (3) วางระเบียบ มาตรการบริหารจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย และ (4) สร้างวินัยของคนในชาติมุ่งสู่การจัดการที่ยั่งยืน ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการขยะมูลฝอยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดผลกระทบที่จะก่อให้เกิดความเดือดร้อนต่อประชาชนและความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมของประเทศโดยรวม

**หลักการจัดการขยะมูลฝอย** (สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ) ประกอบด้วย

1. ห้ามเทกองแบบกลางแจ้ง (No More Open Dump)
2. จัดการกับบ่อขยะมูลฝอยเดิมที่ไม่ถูกต้อง

3. ผู้ว่าราชการจังหวัดเป็นผู้กำกับดูแลการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในภาพรวมของจังหวัด

4. มีแผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ

5. คัดแยกขยะมูลฝอยตั้งแต่ต้นทาง (ขยะทั่วไป ขยะอินทรีย์ ขยะรีไซเคิล ขยะอันตราย)

6. สร้างรูปแบบใหม่ในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน (โดยกำจัดแบบศูนย์รวม และเน้นการแปรรูปสู่พลังงาน)

7. สร้างระบบจัดการของเสียอันตรายชุมชน

8. ส่งเสริมให้ภาคเอกชนลงทุน หรือร่วมลงทุนดำเนินงานระบบจัดการขยะมูลฝอย

9. สร้างวินัยคนในชาติมุ่งสู่การจัดการอย่างยั่งยืน

10. มุ่งสู่การจัดการอย่างยั่งยืน

ขยะมูลฝอยเป็นมลพิษที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดต่างๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี (ตารางที่ 1.1) โดยในปี พ.ศ. 2559 ประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยทั่วประเทศ รวม 27.09 ล้านตัน หรือมีปริมาณขยะเฉลี่ย 74,226 ตันต่อวัน (ตารางที่ 1.2) ขณะที่ปริมาณขยะมูลฝอยที่กำจัดได้เพียง 11.82 ล้านตัน หรือมีปริมาณขยะมูลฝอยที่กำจัดได้เฉลี่ย 32,376 ตันต่อวัน ซึ่งคิดเป็นเพียงร้อยละ 43.62 ของปริมาณขยะทั้งหมด และมีปริมาณขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ 5.62 ล้านตัน (เฉลี่ย 15,385 ตันต่อวัน) คิดเป็นร้อยละ 20.73 ของปริมาณขยะทั้งหมด ส่งผลให้แนวโน้มของขยะที่ไม่ได้รับการจัดการลดลง (ภาพที่ 1.1) (กรมควบคุมมลพิษ, 2559: ออนไลน์) โดยการจัดการส่วนใหญ่เป็นการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Chak Cherdstirkul, 2012) และจากการสำรวจของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ประเทศไทยมีขยะมูลฝอยตกค้าง 28 ล้านตัน ซึ่งขยะมูลฝอยดังกล่าวก่อให้เกิดผลกระทบต่อดิน น้ำ อากาศ และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนในพื้นที่ ดังนั้น การจัดการขยะมูลฝอยจึงเป็นเรื่องเร่งด่วนที่ทุกฝ่ายต้องช่วยกันเร่งดำเนินการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยงานของรัฐ

ตารางที่ 1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2559

ปี	ปริมาณขยะ (ล้านตัน/ปี)
2551	23.93
2552	24.11

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

ปี	ปริมาณขยะ (ล้านตัน/ปี)
2553	24.22
2554	25.35
2555	24.73
2556	26.77
2557	26.19
2558	26.85
2559	27.09

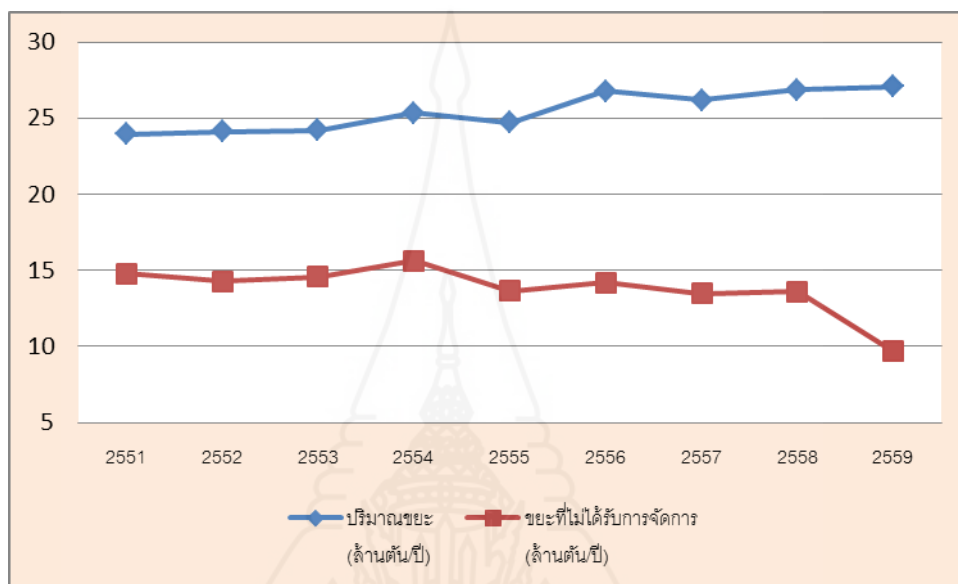
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2559

ตารางที่ 1.2 การจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2559

การจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น	ปริมาณขยะ (ตันต่อวัน)	ร้อยละ
1. ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ	74,226	-
2. ปริมาณขยะมูลฝอยที่กำจัดได้	32,376	43.62
3. ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ประโยชน์	15,385	20.73
4. ปริมาณขยะมูลฝอยที่ไม่ได้รับการจัดการ	26,465	35.65

เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของตำบลทับไทร และตำบลโป่งน้ำร้อนทั้งหมด 9 หมู่บ้าน (ภาพที่ 1.2) มีพื้นที่ทั้งหมด 43,125 ไร่ หรือ 69 ตารางกิโลเมตร มีประชากรอาศัยอยู่ในพื้นที่ตามทะเบียนราษฎร รวม 8,838 คน และมีประชากรแฝง 4,500 คน มีความหนาแน่นของประชากรโดยเฉลี่ยประมาณ 128 คนต่อตารางกิโลเมตร มีจำนวนบ้าน 3,319 หลังคาเรือน ขนาดครัวเรือนโดยเฉลี่ย 2.65 คนต่อครัวเรือน นอกจากนี้ จากการสำรวจอาคารในพื้นที่ฝั่งชุมชนเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนในปี พ.ศ. 2552 พบว่า มีจำนวนอาคารทั้งสิ้น 3,420 หลัง แบ่งเป็น อาคารที่พักอาศัย 2,131 หลัง (ร้อยละ 56.71) อาคารพาณิชยกรรม รวม 24 หลัง (ร้อยละ 1.25) อาคารที่พักอาศัยกึ่งพาณิชยกรรม 218 หลัง (ร้อยละ 5.70) อาคารอุตสาหกรรมและ

คลังสินค้า 38 หลัง (ร้อยละ 4.11) อาคารสถาบันราชการ สาธารณูปโภค และสาธารณูปการ 298 หลัง (ร้อยละ 10.51) อาคารสถาบันการศึกษา 37 หลัง (ร้อยละ 4.53) อาคารสถาบันศาสนา 92 หลัง (ร้อยละ 3.13) อาคารนันทนาการ 4 หลัง (ร้อยละ 3.51) อาคารเกษตรกรรม 21 หลัง (ร้อยละ 0.44) และอาคารอื่นๆ 557 หลัง (ร้อยละ 10.12) (เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน, 2558: ออนไลน์)



ภาพที่ 1.1 แนวโน้มปริมาณขยะที่เกิดขึ้นและปริมาณขยะที่ไม่ได้รับการจัดการ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2559

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2559

เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน เป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีหน้าที่รับผิดชอบการกำจัดขยะมูลฝอยของพื้นที่ที่รับผิดชอบในเขตของตนเอง เทศบาลได้ดำเนินการตามนโยบายของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยการจัดทำแผนปฏิบัติการจัดการขยะมูลฝอยระดับท้องถิ่นให้สอดคล้องกับแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมระดับชาติ เพื่อขอรับการจัดสรรงบประมาณสำหรับดำเนินการจัดการขยะมูลฝอย

ปัจจุบันเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนมีปริมาณขยะเกิดขึ้นประมาณ 20 ตันต่อวัน คิดเป็นอัตราการเกิดขยะ 1.48 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โดยมีรถยนต์ที่ใช้เก็บขยะจำนวน 2 คัน ประกอบด้วยรถยนต์ขนาดความจุ 14 ลูกบาศก์หลา จำนวน 1 คัน และรถยนต์ขนาดความจุ 10 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 คัน การกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนสามารถนำไปกำจัดได้ทั้งหมดโดย

ใช้วิธีเทกองฝังกลบแบบไม่ถูกหลักสุขาภิบาล (ภาพที่ 1.3) ซึ่งไม่มีมาตรการป้องกันน้ำชะมูลฝอยปนเปื้อนลงในแหล่งน้ำธรรมชาติ ไม่มีมาตรการควบคุมกลิ่น แผลงรบกวน และการแพร่กระจายของเชื้อโรคสู่สภาพแวดล้อม ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อมต่อประชาชนที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง ดังนี้ (1) ขยะมูลฝอยดังกล่าวเป็นแหล่งอาหารและเพาะพันธุ์ของแมลงนำโรคต่างๆ (2) มีสภาพที่ไม่น่าดู อาจเกิดการฟุ้งกระจายและปลิว ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ และ (3) ทำให้เกิดก๊าซจากการหมักของขยะมูลฝอยที่กองทิ้งไว้นานๆ ซึ่งติดไฟหรือระเบิดได้ อีกทั้งก๊าซบางชนิดยังส่งกลิ่นเหม็น เช่น ก๊าซมีเทน ก๊าซแอมโมเนีย เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) พื้นที่กำจัดขยะตั้งอยู่ที่บริเวณบ้านทุ่งม่วง ตำบลทับไทร อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี โดยเป็นที่ดินที่เทศบาลซื้อสำหรับจัดการขยะมูลฝอยจำนวน 83 ไร่ 2 งาน ปัจจุบันใช้พื้นที่สำหรับกำจัดขยะมูลฝอยด้วยการเทกองฝังกลบไปแล้วประมาณ 8 ไร่ ในช่วงระยะเวลา 4 ปี หากเทศบาลยังกำจัดขยะด้วยวิธีการนี้ต่อไป (ถ้าปริมาณขยะไม่เพิ่มขึ้น) ในอีก 40 ปีข้างหน้าเทศบาลจะต้องเตรียมหาพื้นที่สำหรับกำจัดขยะอีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งการจัดการที่ดินในอนาคตจะต้องใช้งบประมาณสูง อย่างไรก็ตาม เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนเคยได้รับการจัดสรรงบประมาณสำหรับการจัดการขยะ โดยใช้เตาเผาแต่ไม่สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ เนื่องจาก ขยะมูลฝอยส่วนใหญ่เป็นขยะชุมชนที่มีส่วนประกอบของสารอินทรีย์ประมาณร้อยละ 60 ซึ่งมีความชื้นสูงทำให้ไม่สามารถเผาไหม้ได้ ดังนั้น ปัจจุบันเทศบาลจึงไม่ได้ใช้เตาเผาสำหรับการจัดการขยะ



ภาพที่ 1.2 แผนที่แสดงชุมชนต่างๆ ในเขตเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

ที่มา: เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน, 2559: ออนไลน์

องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นสารอินทรีย์ ประกอบด้วย เศษอาหาร ร้อยละ 59.34 พลาสติก ร้อยละ 18.58 กระดาษ ร้อยละ 8.40 แก้ว ร้อยละ 3.31 โลหะ ร้อยละ 2.60 เศษผ้า ร้อยละ 1.89 ไม้ ร้อยละ 0.91 ยาง/หนัง ร้อยละ 0.57 และอื่นๆ ร้อยละ 4.40 (ตารางที่ 1.3) (กรมควบคุมมลพิษ, 2558: ออนไลน์)

ตารางที่ 1.3 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ประเภทขยะมูลฝอย	ร้อยละ
1. เศษอาหาร	59.34
2. พลาสติก	18.58
3. กระดาษ	8.40
4. แก้ว	3.31
5. โลหะ	2.60
6. ผ้า	1.89
7. ไม้	0.91
8. ยาง/หนัง	0.57
9. อื่นๆ	4.40



ภาพที่ 1.3 พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี



การกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบันส่งผลกระทบต่อประชาชนโดยรอบบริเวณพื้นที่ฝังกลบ กล่าวคือ มีประชาชนบางส่วนส่งข้อร้องเรียนต่อเทศบาลเรื่องแมลงรบกวน และน้ำชะขยะรั่วซึม ซึ่งเทศบาลได้แก้ปัญหาในเบื้องต้นด้วยการพ่นยาฆ่าแมลงและทำคั่นกันน้ำรั่วซึม นอกจากนี้ยังเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้กองขยะในช่วงที่อากาศมีความชื้นต่ำเฉลี่ยปีละ 3 ครั้ง รวมค่าเสียหายจากการแก้ปัญหาทั้งสิ้น 2 ล้านบาทต่อปี (เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน, 2560) เหตุการณ์ดังกล่าวอาจมีความเสียหายเป็นจำนวนเงินที่ไม่สูงมากนัก และยังไม่ส่งผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากขยะมูลฝอยในชุมชนยังมีปริมาณน้อย อีกทั้งธรรมชาติยังสามารถฟื้นฟูตัวเองได้ อย่างไรก็ตาม ในระยะยาว เมื่อประชากรมีจำนวนเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณขยะเพิ่มขึ้น (วิชัย โสสุวรรณจินดา, 2558) หากไม่มีการจัดการอย่างถูกวิธี บริเวณพื้นที่ฝังกลบขยะจะเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษต่อชุมชนและสภาพแวดล้อม ซึ่งการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมให้กลับมาดีเหมือนเดิมนั้นจะมีค่าใช้จ่ายที่สูง นอกจากนี้เทศบาลจะต้องดำเนินการปิดสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยหรือปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบันให้ดำเนินการได้ถูกต้องตามหลักวิชาการเพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางของ Roadmap การจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย ฉบับผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการความสงบแห่งชาติ เมื่อวันที่ 26 สิงหาคม 2557 ที่ไม่ให้มีการเทกองขยะแบบกลางแจ้ง (No more open dump) โดยได้แบ่งระยะเวลาในการดำเนินงานเป็น 3 ระยะ ได้แก่ 1. ระยะเร่งด่วน (6 เดือน) 2. ระยะปานกลาง (1 ปี) และ 3. ระยะยาว (1 ปี ขึ้นไป) ขณะเดียวกันกรมควบคุมมลพิษก็ได้กำหนดเป้าหมายการดำเนินงานตามแผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ พ.ศ. 2560 – 2564 กล่าวคือ ขยะมูลฝอยตกค้างได้รับการจัดการอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ร้อยละ 100 ในปี พ.ศ. 2562 และขยะมูลฝอยชุมชนได้รับการจัดการอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ร้อยละ 75 ในปี พ.ศ. 2564 ดังนั้น เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนได้ตระหนักถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต จึงได้พยายามหารูปแบบ แนวทางการบริหารจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นอย่างถูกหลักวิชาการ เหมาะสมกับปริมาณและประเภทของขยะในชุมชนเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด มีความคุ้มค่ากับการลงทุน เกิดประโยชน์สูงสุด และสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาล

งานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายที่จะวิเคราะห์วิธีการ ต้นทุน และประสิทธิผลของการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน เพื่อเลือกวิธีการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม มีต้นทุนในการกำจัดขยะต่ำสุด

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

2.2 เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลในการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

## 3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 พื้นที่ที่จะศึกษาในครั้งนี้จะศึกษาเฉพาะกรณีเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ซึ่งครอบคลุมการจัดการขยะที่เกิดขึ้นในพื้นที่บางส่วนของตำบลทับไทรและตำบลโป่งน้ำร้อน ทั้งหมด 16 ชุมชน

3.2 การศึกษาจะทำการศึกษาด้านทุนและประสิทธิผลของทางเลือกในการจัดขยะมูลฝอยครัวเรือนในช่วง 20 ปี (พ.ศ. 2558 – 2576) โดยพิจารณาต้นทุนการจัดการขยะตั้งแต่การรับขยะที่สถานที่กำจัดขยะจนเสร็จสิ้นกระบวนการฝังกลบขยะ

## 4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 ขยะมูลฝอย หมายถึง เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ ไม้ ยาง/หนัง ผ้า และอื่นๆ ที่รวบรวมจากชุมชนที่อยู่ในความรับผิดชอบของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

4.2 การจัดการขยะมูลฝอย (Solid Waste Management) หมายถึง การกำจัดขยะมูลฝอยในพื้นที่กำจัดขยะของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ไม่รวมถึงการจัดเก็บขยะจากบ้านเรือน การเก็บขน และการนำขยะไปใช้ประโยชน์ต่อ

4.3 ต้นทุน หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการกำจัดขยะ ไม่รวมค่าจัดเก็บและค่าขนส่ง ได้แก่

4.3.1 *ค่างานก่อสร้าง* ได้แก่ ค่าก่อสร้างอาคารและติดตั้งระบบ MBT ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบและระบบบำบัดน้ำเสีย

**4.3.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน** ได้แก่ ค่าจ้างพนักงาน ค่าเช่ารถตัดกล้วย และค่าน้ำมันรถตัดกล้วย ค่าน้ำ และค่าไฟฟ้า

**4.3.3 ค่าเสียโอกาสที่ดิน** หมายถึง มูลค่าของที่ดินจากกิจกรรมอื่นที่เสียไปในการนำที่ดินมาใช้เป็นสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งในการศึกษานี้จะประเมินจากค่าเช่าที่ดินที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ โดยอ้างอิงเปรียบเทียบว่ามีมูลค่าใกล้เคียงกับราคาประเมินที่ดินที่มีมูลค่าที่ดินต่ำสุด (กรณีที่ดินไม่ติดถนนสาธารณะ) โดยเป็นข้อมูลจากสำนักงานที่ดินจังหวัดจันทบุรี สาขามะขาม

**4.3.4 ต้นทุนผลกระทบภายนอก** หมายถึง มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการฝังกลบขยะมูลฝอย

**4.4 ต้นทุนประสิทธิผล** หมายถึง ต้นทุนการกำจัดขยะต่อตัน ซึ่งในการศึกษานี้ จะทำการเปรียบเทียบทางเลือกที่มีต้นทุนการกำจัดขยะต่อตันต่ำสุด

**4.5 การกำจัดขยะด้วยระบบทางกลและชีวภาพ (Mechanical and Biological Waste Treatment, MBT)** หมายถึง การใช้รูปแบบการจัดการขยะที่โดยการใช้เทคโนโลยีการกำจัดขยะด้วยวิธีทางกลและชีวภาพ ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ออกแบบให้มีความแตกต่างกับเทคโนโลยีอื่น คือ ดำเนินการปรับสภาพของขยะโดยวิธีการหมัก (ทางชีวภาพ) ก่อนทำการคัดแยก (ทางกล)

## 5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ทำให้ทราบต้นทุนประสิทธิผลของแต่ละทางเลือกที่เป็นไปได้สำหรับการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

5.2 เป็นแนวทางในการตัดสินใจของผู้บริหารในการจัดสรรงบประมาณสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยอย่างเหมาะสม

5.3 เป็นตัวอย่างในการเลือกวิธีการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับท้องถิ่นอื่นๆ ได้

## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ได้มีการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การทบทวนในส่วนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล
2. การทบทวนวรรณกรรมในอดีตเกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล
3. เทคโนโลยีในการจัดการขยะมูลฝอย

#### 1. การทบทวนในส่วนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล

การจัดการขยะเป็นสินค้าสาธารณะ กล่าวคือ สมาชิกทุกคนในสังคมสามารถใช้บริการได้ร่วมกันโดยไม่มีการกีดกันใดๆ และไม่เป็นการปรักขี้ในการบริโภค หมายถึง ปริมาณการให้บริการสินค้าสาธารณะของสมาชิกคนหนึ่ง ในสังคมไม่ทำให้ปริมาณการให้บริการสินค้าสาธารณะของคนสมาชิกคนอื่นในสังคมลดลง (วรเวศม์, 2557) ดังนั้น การผลิตสินค้าสาธารณะเพื่อบริการแก่สมาชิกคนหนึ่ง จะมีผลให้สมาชิกคนอื่นๆ ได้รับบริการไปด้วยอย่างเท่าเทียมกัน โดยที่ผู้ผลิตไม่สามารถจัดวางได้ จึงก่อให้เกิดความล้มเหลวของกลไกตลาด ภาครัฐจึงจำเป็นต้องเข้ามามีบทบาทแทรกแซงในการจัดสรรสินค้าสาธารณะ โดยการจัดสรรควรจะทำให้เกิดภาวะที่ดีขึ้นของพาเรโต (Pareto Improvement)

##### 1.1 การประเมินโครงการตามแนวทางเศรษฐศาสตร์

การประเมินโครงการทางด้านเศรษฐศาสตร์เป็นการประเมินโครงการที่ไม่ได้เน้นเพียงต้นทุนและประโยชน์ของผู้ลงทุนเท่านั้น แต่เป็นการประเมินเพื่อประเมินต้นทุนและประโยชน์ของสังคมส่วนรวม ทั้งนี้ การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์เป็นการประเมินที่มีความสำคัญกับโครงการของภาครัฐ เนื่องจากเป็นการประเมินถึงการให้ทรัพยากรที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวมว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงไร มีผลตอบแทนต่อสังคมอย่างไร เพื่อให้การ

ตัดสินใจระดับนโยบายมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน (เขาวเรศ ทับพันธุ์, 2543) ได้แก่

**1.1.1 การวิเคราะห์ต้นทุนต่ำสุด (Cost Minimization Analysis: CMA)** เป็นการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบทางเลือกที่มีผลประโยชน์เหมือนกันทุกประการ (Identical Outcome) เพื่อพิจารณาว่าทางเลือกใดมีต้นทุนต่ำสุด เพราะถ้าทุกทางเลือกให้ผลประโยชน์ที่เท่ากัน ทางเลือกที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ ทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำสุด

**1.1.2 การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผล (Cost-Effectiveness Analysis: CEA)** เป็นการวิเคราะห์สำหรับกรณีที่มีหลายทางเลือก แต่ละทางเลือกต่างมีเป้าหมายร่วมอันเดียวกัน (Single Common Effect) แต่มีประสิทธิภาพในการบรรลุผลต่างกัน การวิเคราะห์จะต้องนำประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือกมาพิจารณาเปรียบเทียบกับต้นทุน โดยประสิทธิผลของทางเลือกจะเป็นการเปรียบเทียบต้นทุนต่อหนึ่งหน่วยประสิทธิผลที่ได้รับ

**1.1.3 การวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ (Cost-Benefit Analysis: CBA)** เป็นการวิเคราะห์ทางเลือกโดยเปรียบเทียบทั้งต้นทุนและผลประโยชน์ของแต่ละทางเลือกโดยการแปลงค่าต้นทุนและผลประโยชน์ให้อยู่ในรูปของตัวเงิน ทางเลือกที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวกและมีค่าสูงสุดจะเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเทียบกับทางเลือกอื่น (เรวดี จรุงรัตนางค์, 2559: 15)

**1.1.4 การวิเคราะห์ต้นทุนอรรถประโยชน์ (Cost-Utility Analysis: CUA)** เป็นการวิเคราะห์หลักการเดียวกับ CBA แต่เป็นการคิดมูลค่าของผลประโยชน์ในรูปแบบของอรรถประโยชน์หรือความพึงพอใจ วิธีนี้ส่วนใหญ่ใช้สำหรับโครงการทางด้านสาธารณสุข เพราะเป็นวิธีการเดียวที่สามารถวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงในคุณภาพชีวิตได้ ซึ่งผลของการวิเคราะห์มักอยู่ในรูปของต้นทุนต่อหนึ่งวันหรือหนึ่งปีที่มีสุขภาพแข็งแรง (เขาวเรศ ทับพันธุ์, 2543: 155-159)

การประเมินประโยชน์จากการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในการจัดการขยะ เช่น การลดมลพิษทางกลิ่น การลดการซึมของน้ำชะขยะลงสู่ดิน เป็นเรื่องที่ทำได้ยาก รวมถึงการประเมินค่าความเสียหายจากการเจ็บป่วยที่เกิดจากการจัดการขยะที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาลก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องข้อมูล จึงไม่สามารถตีค่าผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับออกมาเป็นตัวเงินได้ เนื่องจากเห็นได้ไม่ชัดเจนเหมือนโครงการด้านเศรษฐกิจ (อังคาร, 2552) ดังนั้น ในการศึกษาคั้งนี้ จะเลือกทางเลือกที่เหมาะสมโดยการพิจารณาจากหลักประหยัดในการลงทุนต่ำสุดแต่เกิดประสิทธิผลมากที่สุด (สมชาย, 2555) ด้วยการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของโครงการ (Cost-Effectiveness Analysis)

## 1.2 การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผล (Cost-Effectiveness Analysis)

การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลเป็นวิธีการที่ใช้สำหรับการประเมินโครงการที่การตีมูลค่าด้านผลประโยชน์ทำได้ยาก (สมชาย แสงวิมาน, 2555: 15) การศึกษาในครั้งนี้จะวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลของการกำจัดขยะใน 2 ทางเลือก คือ (1) การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และ (2) การกำจัดขยะด้วยวิธีทางกลและชีวภาพ ซึ่งทั้ง 2 ทางเลือก ต่างมีเป้าหมายเดียวกัน คือ การกำจัดขยะได้หนึ่งตัน อย่างไรก็ตาม แต่ละทางเลือกมีประสิทธิภาพในการบรรลุผลแตกต่างกัน ดังนั้น การวิเคราะห์ต้นทุนอย่างเดียวจึงไม่เพียงพอ จำเป็นต้องนำประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือกมาพิจารณาเปรียบเทียบกับต้นทุนด้วย (เขาวเรศ ทับพันธุ, 2543: 156) เพื่อให้ได้ทางเลือกที่ให้ผลประโยชน์สูงสุดภายใต้ข้อจำกัดของงบประมาณ โดยสามารถคำนวณต้นทุนประสิทธิผลได้ ดังนี้

$$Ci = \sum_{t=0}^{n-1} \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad CE_i = \frac{Ci}{E_i} \quad \text{เมื่อ}$$

กำหนดให้

- CE<sub>i</sub> = ประสิทธิภาพของโครงการที่ i (i = 1, 2, 3)  
 C<sub>i</sub> = ค่าปัจจุบันของต้นทุน โครงการที่ i  
 E<sub>i</sub> = ประสิทธิภาพของโครงการที่ i  
 r = อัตราคิดลด  
 n = อายุโครงการ (20 ปี)  
 t = เวลาปีที่ t (t = 0, 1, 2, 3, ..., n)  
 i = ลำดับโครงการที่ i

## 1.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

ความไม่แน่นอนของโครงการเป็นสถานการณ์ที่ไม่สามารถคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ แม้ว่าโครงการจะได้รับการศึกษาออกแบบมาดี แต่อนาคตเป็นสิ่งที่ไม่แน่นอน ดังนั้น จึงมีโอกาสที่โครงการจะได้รับผลตอบแทนต่างจากที่มีการประเมินไว้ (วริทยา เข้ายสุวรรณ, 2559) การศึกษานี้จะทำการวิเคราะห์โครงการ 20 ปี ซึ่งทำให้ต้องมีการคาดการณ์เหตุการณ์ และประเมินมูลค่าต้นทุนในอนาคตมากมาย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการต่อสถานการณ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยทั่วไปแล้ว การวิเคราะห์ความอ่อนไหว แบ่งเป็น 3 แบบ คือ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2554: 11-31)

**1.3.1 การวิเคราะห์แบบบางส่วน** ทำได้โดยให้คัดเลือกตัวแปรที่มีความสำคัญต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ เช่น อัตราคิดลด เป็นต้น แล้วแทนค่าตัวแปรที่ละตัวด้วยค่าที่เป็นไปได้ต่างๆ หลายๆ ค่า

**1.3.2 การวิเคราะห์ภายใต้ข้อสมมติสุดขั้ว** ทำได้โดยให้คัดเลือกตัวแปรที่มีความสำคัญต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการแล้วแทนค่าตัวแปรที่ละตัวด้วยค่าที่มากที่สุด (Best Case Scenario) และค่าที่น้อยที่สุด (Worst Case Scenario)

**1.3.3 แบบจำลองสถานการณ์** คือการจำลองสถานการณ์ของมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ โดยอาศัยตัวแปรที่สำคัญเพียงไม่กี่ตัว

#### 1.4 ความล้มเหลวของตลาด

ความล้มเหลวของตลาด (Market Failure) หมายถึง การที่ตลาดไม่สามารถทำงานตามกลไกเพื่อนำมาซึ่งการจัดสรรทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพได้ เกิดจากการที่ราคาของสินค้าและบริการในหลายๆ กรณีอาจจะไม่ได้สะท้อนถึงต้นทุนที่แท้จริงในการผลิต จึงทำให้มีการผลิตมากเกินไปและทำให้ราคาของสินค้าและบริการต่ำกว่าที่ควรจะเป็นส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างไม่มีประสิทธิภาพ

ในการตัดสินใจโดยทั่วไป มักจะนึกถึงเฉพาะต้นทุนและประโยชน์ส่วนบุคคลและมักไม่คำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสังคม ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้อื่น เรียกว่า ผลกระทบภายนอก (Externality) หมายถึง ภาวะที่การกระทำของฝ่ายหนึ่งมีผลกระทบต่อฝ่ายอื่นที่ไม่ได้มีส่วนร่วมรู้ส่วนเห็นหรือเกี่ยวข้องด้วย ผลกระทบอาจจะอยู่ในวงจำกัด หรือวงกว้าง กระทบหลายคน หลายกลุ่ม และหลายฝ่ายที่ไม่สามารถเจรจาตกลงกันเองได้ ซึ่งนอกจากจะสร้างความจำเป็นที่ภาครัฐจะต้องเข้าไปเจรจาไกล่เกลี่ยแล้วยังมีต้นทุนในการดำเนินการสูง ผลกระทบภายนอกนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นด้านลบเสมอไป อาจเป็นด้านบวกก็ได้ เช่น ผลกระทบภายนอกมีมูลค่าทางเศรษฐกิจและเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นกับผู้อื่น

#### 1.5 การแทรกแซงของรัฐเพื่อแก้ไขความล้มเหลวของตลาด

เครื่องมือและมาตรการทางเศรษฐศาสตร์เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้การจัดการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมมีประสิทธิภาพมากขึ้น การแทรกแซงของรัฐก็เป็นมาตรการที่ช่วยแก้ไขความล้มเหลวของตลาด ด้วยการแทรกแซงราคาหรือการควบคุมราคา กฎระเบียบการป้องกันการผูกขาด นโยบายการส่งเสริมการแข่งขัน

การใช้นโยบายภาษีต่อกิจกรรมที่มีผลกระทบต่อภายนอกในทางลบ เช่น ภาษีน้ำเสีย ภาษีสารเคมี เป็นต้น การสนับสนุนกิจกรรมที่เกิดประโยชน์ต่อสาธารณะ เช่น การจัดให้มีสินค้าสาธารณะ การให้ความช่วยเหลือหรือสิทธิพิเศษ เป็นต้น

## 1.6 การจัดสรรทรัพยากร

การประเมินโครงการเป็นเครื่องมือหนึ่งในการจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การตัดสินใจที่เกี่ยวกับการกำหนดนโยบายหรือการลงทุนโครงการภาครัฐ จะต้องมีการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของสังคม ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงต้นทุนและผลประโยชน์ของทุกภาคส่วนที่ได้รับผลกระทบจากโครงการ โครงการที่ให้ค่าประโยชน์สุทธิเป็นบวกจะทำให้สังคมได้รับสวัสดิการสูงขึ้น นั่นคือ เกิดภาวะที่เรียกว่า ภาวะที่ดีขึ้นของพาเรโต (Pareto Improvement)

### 1.6.1 ประสิทธิภาพเชิงพาเรโต (Pareto Efficiency)

การจัดสรรทรัพยากรตามแนวคิดความมีประสิทธิภาพของพาเรโต สามารถให้นิยามได้ 2 นิยาม (วรเวศม์ สุวรรณระดา, 2557: 25) ดังนี้

1) การจัดสรรทรัพยากรที่ไม่สามารถทำให้สวัสดิการของสมาชิกคนใดคนหนึ่งในสังคมเพิ่มขึ้นได้ (Better-off) โดยไม่ทำให้สวัสดิการของอีกคนหนึ่งที่เหลือลดลง (Worse-off)

2) กำหนดให้สวัสดิการของสมาชิกคนใดคนหนึ่งในสังคมมีค่าคงที่ การจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพของพาเรโต คือการจัดสรรทรัพยากรที่ทำให้สวัสดิการของสมาชิกอีกคนหนึ่งมีค่ามากที่สุด

1.6.2 การจัดสรรที่เป็นเลิศตามหลักพิจารณาของพาเรโต (Pareto-Optimal Allocation of Resource) หมายถึง สภาวะการณ์ที่สังคมไม่สามารถปรับปรุงการจัดสรรให้ดีขึ้นได้อีก นั่นคือ การทำให้สมาชิกคนใดคนหนึ่งในสังคมได้รับผลประโยชน์มากขึ้นโดยไม่ทำให้คนอื่นในสังคมแม้แต่คนเดียวเสียผลประโยชน์ สังคมที่ไม่สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อีกตามหลักพิจารณาของพาเรโตถือว่าเป็นสังคมที่อยู่ในภาวะที่ดีที่สุดแล้ว โดยสังคมดังกล่าวจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข 3 ประการ (เยาเวศ ทับพันธุ, 2543: 15-24) ดังนี้

1) ความมีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยน (Exchange Efficiency) จะเกิดขึ้นเมื่อการแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการต่างๆ ในกลุ่มผู้บริโภคมีอัตราทดแทนส่วนเพิ่มของทุกคนในสังคมเท่ากัน

2) คุณภาพทั่วไปและประสิทธิภาพในการผลิต (General Equilibrium in Production and Production Efficiency) หมายถึง การที่อัตราการทดแทนการใช้ปัจจัยหน่วยสุดท้ายในการผลิตสินค้าแต่ละชนิดมีอัตราที่เท่ากัน

3) คุณภาพทั่วไปทั้งการแลกเปลี่ยนและการผลิต หรือประสิทธิภาพในการกำหนดปริมาณการผลิต (General Equilibrium in Exchange and Production or Output Efficiency) จะเกิดขึ้นเมื่อประสิทธิภาพในการผลิตและการบริโภคสอดคล้องกัน ทำให้เกิดคุณภาพทั่วไปของ



ระบบเศรษฐกิจ และจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่ออัตราการทดแทนในการบริโภคหน่วยสุดท้ายของสินค้า 2 ชนิด และอัตราการทดแทนในการผลิตหน่วยสุดท้ายของสินค้า 2 ชนิดนั้น มีค่าเท่ากัน

## 2. การทบทวนวรรณกรรมในอดีตเกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล

การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและประโยชน์ของโครงการจัดการขยะมูลฝอย หรือการวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลของโครงการจัดการขยะมูลฝอย พบว่า ส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของทางเลือกของการจัดการขยะมูลฝอยเพื่อเสนอแนะทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดกับพื้นที่ศึกษานั้น ซึ่งผลการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตแสดงให้เห็นว่า การจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันไม่ใช่ทางเลือกที่เหมาะสมโดยมีทางเลือกในการจัดการขยะมูลฝอยอื่นที่มีประโยชน์สุทธิที่สูงกว่า หรือมีต้นทุนต่อหน่วยในการจัดการขยะที่ต่ำกว่า ตัวอย่างงานวิจัย (ตารางที่ 2.1) เช่น บุรินทร์ (2559) วิเคราะห์ต้นทุนต่ำสุดเพื่อประมาณการต้นทุนการจัดการขยะ โดยเน้นขยะแก้วพลาสติกภายใต้โครงการระยะเวลา 20 ปี ภายในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา ซึ่งพิจารณา 3 ทางเลือก ได้แก่ 1) สถานภาพปัจจุบัน (แก้วพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้ง) 2) การใช้แก้วแบบนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และ 3) แก้วพลาสติกชีวภาพ (พอลิแลคติกแอซิด: Polylactic acid: PLA) โดยการวิเคราะห์ต้นทุนต่ำสุดจะคิดรวมต้นทุนการจัดการขยะและต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่า การใช้แก้วแบบนำกลับมาใช้ใหม่ได้ มีอัตราส่วนต้นทุนต่อประสิทธิภาพต่ำสุด ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลจากการสำรวจที่ตัวอย่างมีความยินดีร่วม โครงการการใช้แก้วแบบนำกลับมาใช้ใหม่ได้สูงที่สุด (ร้อยละ 54)

ขณะที่ วรวิทย์ พลศักดิ์ (2558) วิเคราะห์ต้นทุนและจุดคุ้มทุนการกำจัดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนที่อัตราการกำจัดขยะมูลฝอย 300 ตันต่อเดือน และ 600 ตันต่อเดือน พบว่า ทั้งสองอัตรามีต้นทุนการลงทุนที่เท่ากัน เนื่องจากการติดตั้งระบบเป็นการติดตั้งเพื่อรองรับการจัดการขยะ 600 ตันต่อเดือน ส่วนต้นทุนการดำเนินงานที่อัตราการกำจัดขยะมูลฝอย 300 ตันต่อเดือน มีต้นทุนต่อปริมาณขยะที่ถูกกำจัด 730.36 บาทต่อตัน ซึ่งสูงกว่าต้นทุนที่อัตราการกำจัดขยะมูลฝอย 600 ตันต่อเดือน ที่มีต้นทุนต่อปริมาณขยะที่ถูกกำจัด 526.35 บาทต่อตัน สำหรับการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน พบว่า ที่อัตราการกำจัดขยะมูลฝอย 300 ตันต่อเดือน มีจุดคุ้มทุน 86.68 ตันต่อเดือน ซึ่งต่ำกว่าที่อัตราการกำจัดขยะมูลฝอย 600 ตันต่อเดือน มีจุดคุ้มทุน 110.95 ตันต่อเดือน ขณะที่ ศศิวิมล (2556) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีการเผาในเตาเผาในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยการวิเคราะห์ต้นทุนและ

ผลประโยชน์ของโครงการ และใช้เกณฑ์การวัดความคุ้มค่าของโครงการ 3 เกณฑ์ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) พบว่า การกำจัดขยะด้วยการกองเทบนพื้นในปัจจุบันไม่สามารถรองรับขยะมูลฝอยได้อีกต่อไป ทำให้เกิดขยะสะสม ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่จากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์โครงการกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีการเผาในเตาเผา ไม่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอว่า ควรทำการทดสอบความอ่อนไหวของโครงการ และนำต้นทุนค่าความเสียหายจากการใช้วิธีการกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบันมาพิจารณาร่วมด้วย

นอกจากนี้ สรศักดิ์ ชุมแวงวาปี (2556) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทางเลือกระบบการกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลตำบลเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น โดยใช้เกณฑ์การวัดความคุ้มค่าของโครงการ คือ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน (Benefit-Cost Ratio) พบว่า ระบบกำจัดมูลฝอยที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ คือระบบการกำจัดขยะมูลฝอยที่มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุนมากกว่า 1 คือ ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน 1.08 เมื่อเปรียบเทียบกับระบบคัดแยกหมักทำปุ๋ย และระบบเตาเผา ที่มีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุนต่ำกว่า 1 ส่วนกฤตภาส (2555) ประเมินโครงการแปรรูปขยะเป็นพลังงานไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร โดยเปรียบเทียบโครงการแปรรูปขยะเป็นไฟฟ้าจากเทคโนโลยีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และโครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันจากเทคโนโลยีไพโรไลซิส ด้วยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน พบว่า โครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันจากเทคโนโลยีไพโรไลซิสมีผลการวิเคราะห์ที่คุ้มค่าต่อการลงทุน เช่นเดียวกับ พิณทิพย์ (2552) ประเมินมูลค่าต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคม และวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของการบริหารจัดการมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลา โดยนำผลกระทบภายนอกมาคำนวณด้วย พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ณ ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 12 ระยะเวลาโครงการ 12 ปี มีค่าเป็นบวก และมีอัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย (BCR) มากกว่า 1 และเมื่อพิจารณาถึงความอ่อนไหวพบว่าโครงการมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในทุกกรณี ยกเว้นกรณีที่ไม่คิดผลกระทบภายนอก ทั้งนี้ เทศบาลควรรณรงค์ให้ประชาชนในเขตเทศบาลคัดแยกมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดและพิจารณาลงทุนสร้างโรงคัดแยกมูลฝอยเพื่อนำไปขาย เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์มากขึ้น

ตารางที่ 2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุนของโครงการการจัดการขยะ

ทีมวิจัย	พื้นที่ศึกษา	วัตถุประสงค์ในการศึกษา	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา
บุรินทร์ โชติชัยชรินทร์ (2559)	มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา จังหวัด นครปฐม	<p>■ เพื่อหาต้นทุนการจัดการขยะที่มีต้นทุนต่ำสุดโดยเน้นขยะแก้ว</p> <p>พลาสติกตลอดจนหาแนวทางเพื่อเสนอแนะโครงการลดขยะแก้วพลาสติกในมหาวิทยาลัยมหิดลวิทยาเขตศาลายา</p>	<p>การวิจัยแบบประยุกต์ โดยใช้การวิเคราะห์ต้นทุนต่ำสุด (Cost-Effectiveness Analysis) เพื่อประมาณการต้นทุนการจัดการขยะแก้วพลาสติกภายใต้โครงการระยะเวลา 20 ปี ด้วย 3 โครงการ คือ</p> <p>สถานภาพปัจจุบัน (แก้วพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้ง) การใช้แก้วแบบนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และแก้วพลาสติกชีวภาพ และการสำรวจด้วยแบบสอบถามในกลุ่มตัวอย่าง 400 คน สัมภาษณ์ขายเครื่องดื่ม 40 ร้าน</p>	<p>โครงการการใช้แก้วแบบนำกลับมาใช้ใหม่ได้มีอัตราส่วนต้นทุนต่อประสิทธิภาพต่ำสุด ซึ่งไปในทิศทางเดียวกับผลจากการสำรวจที่ตัวอย่างมีความยินดีร่วมโครงการใช้แก้วแบบนำกลับมาใช้ใหม่ได้สูงที่สุด (ร้อยละ 54)</p>

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทีมวิจัย	พื้นที่ศึกษา	วัตถุประสงค์ในการศึกษา	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา
วรวิทย์ พลศักขวา (2558)	มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น	เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและ จุดคุ้มทุนการกำจัดขยะ มูลฝอยของ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้แบบบันทึก Record Form โดยวิเคราะห์ต้นทุน การกำจัดขยะมูลฝอยที่ อัตรา 300 ต้นต่อเดือน และ 600 ต้นต่อเดือน	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ต้นทุนการลงทุนของโครงการนี้ คือ 18.05 ล้านบาท</li> <li>● ต้นทุนการดำเนินงานที่อัตรา การกำจัดขยะมูลฝอย 300 ต้นต่อ เดือน มีต้นทุนเท่ากับ 730.36 บาทต่อตัน มีจุดคุ้มทุนที่ 86.68 ต้นต่อเดือน</li> <li>● ต้นทุนการดำเนินงานที่อัตรา การกำจัดขยะมูลฝอย 600 บาท ต่อตัน มีต้นทุนเท่ากับ 526.35 บาทต่อตัน มีจุดคุ้มทุนที่ 110.95 ต้นต่อเดือน</li> </ul>

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทีมวิจัย	พื้นที่ศึกษา	วัตถุประสงค์ในการศึกษา	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา
ศศิวิมล สำเนียงวรรณ (2556)	เทศบาลนคร พระนครศรีอยุธยา จังหวัด พระนครศรีอยุธยา	เพื่อศึกษาการบริหารจัดการ ขยะมูลฝอย และศึกษาระบบ เตาเผาขยะมูลฝอยชนิดมีแผง ตะกรับ รวมถึงวิเคราะห์ ความเป็นไปได้ทาง เศรษฐศาสตร์ในการลงทุน โครงการกำจัดขยะมูลฝอย โดยวิธีการเผาในเตาเผา	การสอบถามเจ้าหน้าที่ที่ เกี่ยวข้อง/ รวบรวมข้อมูล ทุติยภูมิจากหน่วยงาน ต่างๆ/ วิเคราะห์ต้นทุนและ ผลประโยชน์โดยใช้เกณฑ์ วัดความคุ้มค่าของโครงการ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วน ผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) และอัตรา ผลตอบแทนภายในของ โครงการ (IRR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● พื้นที่ศึกษามีปัญหาเกี่ยวกับขยะ มูลฝอยทั้งด้านปริมาณและการ กำจัด พื้นที่สำหรับการเทกองบน พื้นที่ไม่สามารถรองรับขยะมูลฝอย ได้อีก ทำให้มีขยะมูลฝอยสะสม ตกค้างเป็นจำนวนมาก</li> <li>● ระบบเตาเผาขยะมูลฝอยชนิดมี แผงตะกรับ สามารถลดปริมาณ ขยะได้มาก ใช้พื้นที่น้อย รองรับ ขยะที่มีองค์ประกอบและค่าความ ร้อนที่หลากหลาย เหมาะกับขยะ มูลฝอยชุมชน แต่มีการลงทุน ค่อนข้างสูง</li> </ul>

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทีมวิจัย	พื้นที่ศึกษา	วัตถุประสงค์ในการศึกษา	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา
				<ul style="list-style-type: none"> <li>กำหนดให้เตาเผามีขนาด 250 ตันต่อวัน ภายใต้อายุโครงการ 20 ปี (ปี พ.ศ. 2554-2573) พบว่า โครงการไม่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ ณ อัตราคิดลดร้อยละ 6.15 โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ -2,938.16 ล้านบาท มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน 0.51 และไม่สามารถหาค่า IRR ได้</li> </ul>
สรศักดิ์ ชุมแวงวาปี (2556)	เทศบาลตำบล เขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น	เพื่อศึกษารูปแบบวิธีการกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสมและคุ้มค่ากับการลงทุนโครงการก่อสร้างระบบกำจัดมูลฝอยเทศบาล และศึกษาทางเลือกระบบการจัดการมูลฝอยที่	ศึกษาระบบการจัดการมูลฝอย 3 แบบ คือ แบบฝังกลบ แบบคัดแยกหมักทำปุ๋ย และแบบเตาเผา และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการโดยใช้เกณฑ์การวัด	ระบบกำจัดมูลฝอยที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ คือระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุนมากกว่า 1 คือ ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีค่า

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทีมวิจัย	พื้นที่ศึกษา	วัตถุประสงค์ในการศึกษา	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา
		เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา	ความคุ้มค่าของ โครงการคือ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่า ลงทุน (Benefit-Cost Ratio) ระยะเวลาโครงการ 20 ปี	อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน 1.08 ส่วนระบบคัดแยกหมักทำปุ๋ย และแบบเตาเผา มีค่าอัตราส่วน ผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน 0.69 และ 0.61 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 จึง เป็นระบบที่ไม่มีความเหมาะสมกับ พื้นที่ศึกษาในครั้งนี้
กฤตภาส มงคลธำรงกุล (2555)	กรุงเทพมหานคร	เพื่อประเมินความเป็นไปได้ โครงการแปรรูปขยะเป็นพลังงาน ในเขตกรุงเทพมหานคร โดย เปรียบเทียบโครงการแปรรูปขยะ เป็นไฟฟ้าจากเทคโนโลยีฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล และ โครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันจาก เทคโนโลยีไพโรไลซิสด้วย	ใช้ข้อมูลทฤษฎีภูมิเพื่อคาดการณ์ ปริมาณขยะมูลฝอย โดยใช้เทคนิค การวิเคราะห์สมการถดถอย และ วิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ ของโครงการ โดยอาศัยเกณฑ์การ ตัดสินใจแบบปรับค่าเวลาโดยใช้ อัตราส่วนลด ร้อยละ 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>● มูลค่าปัจจุบันสุทธิของทั้งสอง โครงการมีค่าเป็นบวกส่งผลให้ ขอมรับโครงการทั้งสองโครงการ</li> <li>● อัตราผลตอบแทนภายในของ โครงการแปรรูปขยะเป็นพลังงาน ไฟฟ้ามีน้อยกว่าอัตราคิดลด จึงไม่ ขอมรับโครงการ ส่วนของ</li> </ul>

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทีมวิจัย	พื้นที่ศึกษา	วัตถุประสงค์ในการศึกษา	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา
		การวิเคราะห์ต้นทุนและ ผลตอบแทน		ส่วนของโครงการแปรรูปขยะเป็น น้ำมันมีค่ามากกว่าอัตราคิดลด จึง ยอมรับโครงการ <ul style="list-style-type: none"> <li>● อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน                              ทั้งสองโครงการมีค่ามากกว่าหนึ่ง                              จึงยอมรับโครงการทั้งสอง                              โครงการ</li> <li>● อัตราส่วนลดเป็นปัจจัยที่มี                              ความสำคัญมากสำหรับการ                              ประเมินโครงการ การเลือกใช้                              อัตราส่วนลดค่าต่ำ เป็นการ                              สนับสนุนให้มีโครงการลงทุนที่                              ก่อให้เกิดผลประโยชน์ในอนาคต</li> </ul>



ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทีมวิจัย	พื้นที่ศึกษา	วัตถุประสงค์ในการศึกษา	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา
พิณทิพย์ ศรีสมัย (2552)	เทศบาลนครสงขลา	เพื่อประเมินมูลค่าต้นทุนและ ผลประโยชน์ทางสังคม และ วิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ ทางเศรษฐศาสตร์ของการ บริหารจัดการมูลฝอยของ เทศบาลนครสงขลา	วิจัยเชิงสำรวจโดยใช้ข้อมูล ปฐมภูมิด้วยการสอบถามและ สัมภาษณ์ และข้อมูลทุติยภูมิ จากการตรวจเอกสาร	ต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคม และทางเศรษฐศาสตร์ของการ บริหารจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาล นครสงขลา มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ณ ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 12 ระยะเวลาโครงการ 12 ปี มีค่าเป็น บวก และมีอัตราผลตอบแทนต่อ ค่าใช้จ่าย (BCR) มากกว่า 1 และ เมื่อพิจารณาถึงความอ่อนไหว พบว่าโครงการมีความคุ้มค่าทาง เศรษฐศาสตร์ในทุกกรณี ยกเว้น กรณีที่ไม่นับคิดผลกระทบวงนอก

### 3. เทคโนโลยีในการจัดการขยะมูลฝอย

#### 3.1 การหมักทำปุ๋ย (Composting)

ใช้สำหรับจัดการขยะมูลฝอยอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย เช่น เศษอาหาร ผัก ผลไม้ เป็นต้น จะอาศัยกระบวนการทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในมูลฝอย ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม เช่น ความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน สภาพความเป็นกรดด่าง และ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ซึ่งกระบวนการหมักจะมีทั้งแบบที่ต้องใช้ออกซิเจน (Aerobic Digestion) และแบบที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ซึ่งผลผลิตสุดท้ายจะได้ สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายแล้วและมีสีน้ำตาล มีกลิ่นคล้ายดิน เรียกว่าคอมโปสท์ สามารถใช้เป็นสารปรับปรุงคุณภาพดินได้ และกรณีที่หมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะได้ก๊าซชีวภาพ (ก๊าซมีเทน) ด้วย

อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้มีข้อจำกัดในบางประการ ได้แก่ การจัดการขยะด้วยวิธีนี้ ต้องใช้พื้นที่มากและต้องดำเนินการในที่โล่ง อาจก่อให้เกิดเหตุรำคาญจากกลิ่นเหม็นและสัตว์พาหะนำโรคได้ นอกจากนี้ขยะอินทรีย์ที่ผ่านกระบวนการคัดแยกไปใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจนต้องมีการแยกที่เหมาะสม มีการตรวจสอบคุณภาพของขยะอินทรีย์ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ และการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมักอย่างสม่ำเสมอ การจัดการขยะด้วยวิธีนี้จึงไม่เหมาะสมกับเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน เนื่องจากอาจก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นและแมลงรบกวนต่อประชาชนเหมือนที่เคยได้รับข้อร้องเรียนในปัจจุบัน

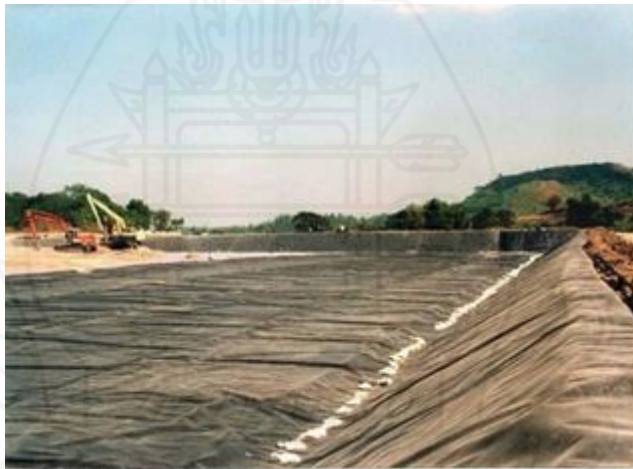


ภาพที่ 2.1 ถังย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน และถังเก็บก๊าซชีวภาพโครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงานจังหวัดระยอง เทศบาลนครระยอง

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2560: ออนไลน์

### 3.2 การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

จะเป็นการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการนำมูลฝอยมาเทกองในพื้นที่ซึ่งจัดเตรียมไว้แล้วใช้เครื่องจักรกลเกลี่ยและบดอัดให้ยุบตัวลง แล้วใช้ดินกลบทับและบดอัดให้แน่นอีกครั้งเพื่อป้องกันกลิ่น แผลงพาหะ และน้ำฝนชะล้าง และอินทรีย์สารต่างๆ ที่มีอยู่ในขยะมูลฝอยจะถูกย่อยสลายตามธรรมชาติโดยกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกาศ ทำให้มูลฝอยยุบตัวลงและเกิดก๊าซมีเทนและน้ำเสียขึ้นมา โดยวิธีการดังกล่าวจะต้องมีมาตรการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การปูแผ่นพลาสติกกันซึมด้านล่างและด้านข้างบ่อฝังกลบ การติดตั้งท่อระบายก๊าซ การติดตั้งบ่อติดตามตรวจสอบ เป็นต้น (ภาพที่ 2.2) วิธีนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีราคาที่ดินถูก และอาศัยเทคโนโลยีไม่มากนัก (กรมควบคุมมลพิษ, 2555) การดำเนินการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลให้มีประสิทธิภาพจะต้องมีการออกแบบและการดำเนินการที่ดี (ปราโมช เชี่ยวชาญ, 2557) เช่น การออกแบบและติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนที่ดีจะทำให้สามารถรวบรวมก๊าซที่เกิดขึ้นจริงได้ในปริมาณมาก เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้าหรือเผาไหม้โดยตรงได้ (อวาตีฟ มะแอ, 2553)



ภาพที่ 2.2 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

ที่มา: <http://ipmcons.weebly.com/completed-sanitary-landfills.html> วันที่สืบค้น 10 เมษายน 2560)

การฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลมี 3 วิธี (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) คือ

**3.2.1 วิธีฝังกลบบนพื้นราบ (Area Method)** เป็นวิธีฝังกลบที่เริ่มจากระดับดินเดิม โดยไม่มีการขุดดิน วิธีนี้จำเป็นต้องทำคันดินตามแนวขอบพื้นที่ เพื่อเป็นผนังสำหรับการบดอัดขยะมูลฝอย และทำหน้าที่ป้องกันน้ำชะขยะไม่ให้ซึมออกด้านนอก วิธีนี้จำเป็นต้องหาดินมาทำคันกัน ซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง เหมาะกับพื้นที่ที่เป็นที่ราบลุ่มหรือที่ที่มีน้ำใต้ดินอยู่ในระดับต่ำกว่าผิวดินเล็กน้อย (ภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 การฝังกลบบนพื้นราบ

**3.2.2 วิธีฝังกลบแบบขุดร่อง (Trench Method)** เป็นวิธีฝังกลบที่เริ่มจากระดับที่ต่ำกว่าระดับดินเดิม โดยการขุดดินลงไปให้ได้ระดับตามต้องการ วิธีการนี้สามารถใช้ดินจากการขุดมาใช้สำหรับกลบทับขยะได้ (ภาพที่ 2.4)



ภาพที่ 2.4 การฝังกลบแบบขุดร่อง

**3.2.3 วิธีฝังกลบแบบหุบเขา (Canyon Method)** เป็นวิธีฝังกลบในพื้นที่ที่เป็นแอ่งขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือเกิดจากการขุด เช่น หุบเขา ห้วย เหมืองแร่เก่า เป็นต้น (ภาพที่ 2.5)



ภาพที่ 2.5 การฝังกลบแบบหุบเขา

ข้อดีของการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ได้แก่ เป็นระบบที่สามารถจัดการได้ง่าย ไม่ซับซ้อน สามารถกำจัดขยะได้โดยไม่มีเศษเหลือตกค้างที่จะต้องนำไปกำจัดอีก ก๊าซที่เกิดจากการฝังกลบสามารถพัฒนานำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้

ข้อเสียของการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ได้แก่ ใช้พื้นที่ขนาดใหญ่สำหรับการฝังกลบ การดำเนินการในช่วงฤดูฝนทำได้ยาก อาจไม่สามารถทำการฝังกลบได้อย่างต่อเนื่อง และหากมีการดูแลที่ไม่มีประสิทธิภาพอาจก่อให้เกิดปัญหาแมลงรบกวน กลิ่น และน้ำชะขยะปนเปื้อน

### 3.3 การเผาในเตา (Incineration)

จะเป็นการกำจัดขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพดีมากวิธีหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการลดปริมาณของขยะมูลฝอย ซึ่งโดยทั่วไปจะสามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยลงได้ถึงร้อยละ 80-90 อาศัยลักษณะสมบัติของมูลฝอยซึ่งสามารถติดไฟได้ โดยการควบคุมอากาศหรือเชื้อเพลิงเสริมภายใต้อุณหภูมิ ความดัน เวลา และความปั่นป่วน (Turbulence) ที่เหมาะสม ผลที่ได้จากปฏิกิริยาเผาไหม้จะเกิดก๊าซชนิดต่างๆ ไอ น้ำ ฝุ่น และขี้เถ้า อุณหภูมิเผาไหม้ขั้นสุดท้ายภายในเตาเผาจะอยู่ในช่วงระหว่าง 850-1,200 องศาเซลเซียส วิธีนี้ต้องการพื้นที่ที่ใช้ดำเนินการไม่มากนัก แต่จะต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการดำเนินการ ตัวอย่างเทคโนโลยีของการเผาในเตาเผา เช่น การเผาโดยจำกัดอากาศเพื่อผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากมูลฝอย (Gasification) (ภาพที่ 2.6) การเผามูลฝอยโดยใช้ปริมาณอากาศมากเกินไป (Excess Air Combustion) ซึ่งความร้อนที่ได้จากเตาเผาสามารถนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ นอกจากนี้ ปัจจุบันยังมีการนำขยะมูลฝอยมาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel, RDF) ด้วย



ภาพที่ 2.6 การเผาโดยจำกัดอากาศเพื่อผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากมูลฝอย (Gasification)

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2560: ออนไลน์

อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ไม่เหมาะกับการกำจัดขยะของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนซึ่งขยะส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ มีความชื้นสูง หากต้องการกำจัดขยะด้วยการเผาจะต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่สูง จึงไม่เหมาะกับเทศบาลที่ปริมาณขยะจำนวนไม่มาก นอกจากนี้ หากการก่อสร้างและดำเนินการไม่ได้มาตรฐานอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อมได้ เช่น อากาศเป็นพิษ

### 3.4 การกำจัดขยะด้วยวิธีทางกลและชีวภาพ (Mechanical and Biological Waste Treatment, MBT)

เป็นอีกเทคโนโลยีที่สามารถปรับเสถียรภาพของขยะมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยกระบวนการทางชีววิทยาของแบคทีเรียในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในขยะมูลฝอย โดยใช้อากาศ (Aerobic Bacteria) ภายใต้อุณหภูมิที่เหมาะสมในด้านความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน รวมทั้งสัดส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ร่วมกับการพลิกกลับกองด้วยเทคนิคเชิงกล ทั้งนี้การบำบัดขยะมูลฝอยด้วยวิธี MBT โดยอาศัยเทคโนโลยีการกลั่นกองขยะด้วยสกรูในแนวตั้ง (Vertical Agitators) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จะทำให้สามารถลดระยะเวลาในการหมักเหลือเพียง 1 เดือน เนื่องจากสกรูจะทำให้กองขยะที่อยู่ทางด้านล่างมีโอกาสสัมผัสกับอากาศได้มากขึ้น ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพได้ดีขึ้น และยังป้องกันการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนทางด้านล่างของกองขยะที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น คุณสมบัติของขยะที่ผ่านกรรมวิธีการบำบัดด้วยวิธี MBT จะมีน้ำหนักลดลงประมาณร้อยละ 65 และมีความชื้นเฉลี่ยที่ร้อยละ 20 โดยองค์ประกอบส่วนใหญ่ที่เหลือจะเป็นขยะจำพวกพลาสติกประมาณ ร้อยละ 80 ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ RDF (Refuse-derive Fuel) และเศษที่เหลือคืออินทรีย์วัตถุ หรือปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณคาร์บอนสูง สามารถนำไปใช้ปรับปรุงดินได้ ซึ่งเป็นรูปแบบของการบริหารจัดการขยะชุมชนแบบครบวงจรและเป็นรูปธรรม ทั้ง การคัดแยก การกำจัด และการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม การจัดการขยะด้วยวิธีนี้ต้องใช้งบลงทุนสูงในปีแรกสำหรับการก่อสร้างและติดตั้งระบบบำบัดทางกลและชีวภาพ ต้องใช้แรงงานคนสำหรับการดำเนินการคัดแยกขยะ รวมทั้งต้องมีการจัดการระบบที่ดี เพื่อให้การจัดการขยะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

**3.4.1 รายละเอียดเทคโนโลยี** แนวคิดในการออกแบบกระบวนการบำบัดขยะด้วยวิธีการแบบเชิงกลชีวภาพ (Mechanical and Biological Waste Treatment, MBT) ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีความแตกต่างกับกระบวนการบำบัดขยะด้วยวิธีการแบบเชิงกลชีวภาพโดยทั่วไป คือ จะทำการปรับสภาพของขยะโดยวิธีการหมัก (ทางชีวภาพ) ก่อนทำการคัดแยก (ทางกล) โดยจะเริ่มจากการใช้แรงงานคนคัดแยกขยะที่สามารถรีไซเคิลได้ เช่น กระจัง

อลูมิเนียม ขวดแก้ว และพลาสติก รวมถึงเศษเหล็ก ออกก่อน บนสายพานคัดแยก (Hand Sort Conveyer) ขยะที่ผ่านการคัดแยกแล้ว ทั้งขยะอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร และขยะอนินทรีย์ เช่น ถูพลาสติก จะถูกนำไปย่อยหยาบโดยใช้เครื่องสับ Hammer Mill เพื่อลดปริมาตรของขยะลงให้เหมาะต่อการจัดการ จากนั้นขยะจะถูกลำเลียงเข้าสู่โรงบำบัดทางกลและชีวภาพ (Mechanical and Biological Treatment) ซึ่งถูกออกแบบให้เป็นระบบปิดที่มีระบบกวนทำน้ำที่ผสมและเติมอากาศ ทำให้ประสิทธิภาพการย่อยสลายสูง ใช้ระยะเวลาประมาณ 1 เดือน เพื่อปรับเสถียรภาพของขยะให้เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง เมื่อครบกำหนด 1 เดือน ขยะจะมีเสถียรภาพปราศจากกลิ่น จากนั้นทำการคัดแยกโดยใช้เครื่องคัดแยกแบบตะแกรงหมุน (Trommel Separator) ซึ่งจะแยกออกได้เป็น (1) อินทรีย์สารผงละเอียด (ปุ๋ยอินทรีย์) ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเป็นวัสดุปรับปรุงดิน (2) อินทรีย์สารผสมพลาสติก และพลาสติก หรือเชื้อเพลิง RDF ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถนำไปทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลในภาคอุตสาหกรรมได้ (ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีวมวล มหาวิทยาลัยสุรนารี, 2559: ออนไลน์)

**3.4.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยี** ปัจจุบัน เทคโนโลยีได้ถูกนำไปใช้ในการกำจัดขยะในหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น ศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจร เทศบาลตำบลท่าวังผา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน โครงการบริหารจัดการขยะชุมชน พื้นที่ตำบลเกาะยาวน้อย อำเภอเกาะยาว จังหวัดพังงา บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย แ่งคอย จำกัด เป็นต้น

		
MSW	HAND SORTING	PRE-SHREDDING
 <p>ความหนาแน่นขยะ 300 kg/m<sup>3</sup> ระยะเวลาหมัก 20-30 วัน ความชื้น 35 %wb</p>		
COMPOSTING	MIXED COMPOST (RDF)	SAPARATING
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ร้อยละ 20 , ขนาด &lt; 6 mm</li> <li>- ความหนาแน่น 600 kg/m<sup>3</sup></li> <li>- ความชื้น 30 %wb, LHV 1200 kcal/kg</li> <li>- %OM,%N,%P,%K = 17.74, 1.07, 1.34, 1.51</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ร้อยละ 30, ขนาด 6 mm – 25 mm</li> <li>- ความหนาแน่นขยะ 400 kg/m<sup>3</sup></li> <li>- ความชื้น 30 %wb</li> <li>- LHV 2900 kcal/kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ร้อยละ 50, ขนาด &gt; 25 mm</li> <li>- ความหนาแน่นขยะ 50 kg/m<sup>3</sup></li> <li>- ความชื้น 30 %wb</li> <li>- LHV 5000 kcal/kg</li> </ul>
PRODUCT		
		
ปุ๋ยอินทรีย์	RDF-4	RDF-5

ภาพที่ 2.7 กระบวนการบำบัดขยะด้วยวิธีการแบบเชิงกล-ชีวภาพ (Mechanical and Biological Waste Treatment, MBT) ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

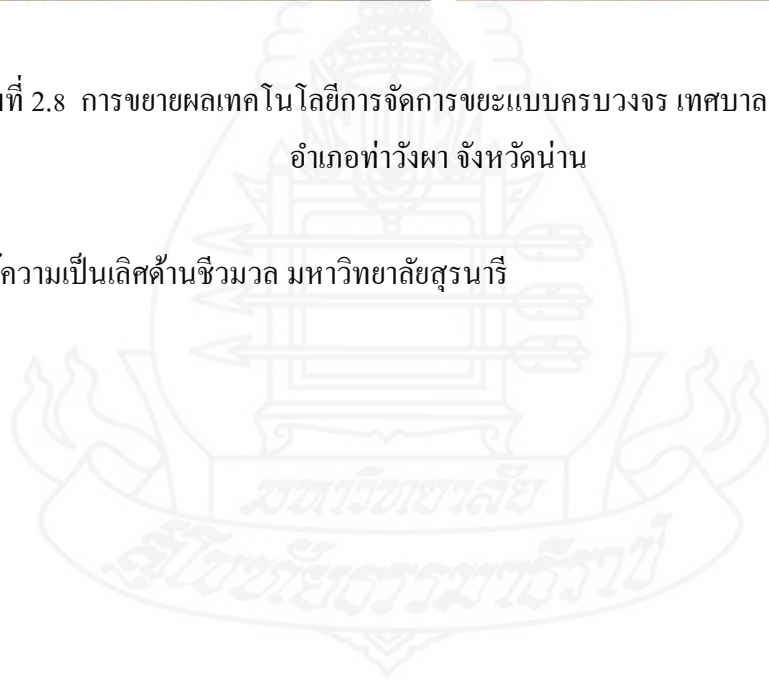
ที่มา: ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีวมวล มหาวิทยาลัยสุรนารี (2559: ออนไลน์)





ภาพที่ 2.8 การขยายผลเทคโนโลยีการจัดการขยะแบบครบวงจร เทศบาลตำบลท่าวังผา  
อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน

ที่มา: ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีวมวล มหาวิทยาลัยสุรนารี



### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้ ใช้วิธีศึกษาที่เรียกว่า มุ่งเน้นศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผล (Cost Effectiveness Analysis, CEA) วิเคราะห์ทางเลือกในการจัดการขยะมูลฝอยในระดับเทศบาล โดยใช้เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์โดยพิจารณาเปรียบเทียบทางเลือกที่เป็นไปได้ ประกอบด้วย 1) การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และ 2) การกำจัดขยะด้วยระบบทางกลและชีวภาพ ภายใต้อายุโครงการ 20 ปี (พ.ศ. 2558 - 2577) อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ไม่รวมทางเลือกของสถานการณ์ปัจจุบัน (Status quo) ในการวิเคราะห์ เพราะสถานการณ์ปัจจุบัน คือ การเทกองขยะมูลฝอยไม่ใช่ทางเลือกที่เป็นไปได้อีกต่อไปในอนาคต เนื่องจากนโยบายของรัฐตาม Roadmap การจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตรายที่จะไม่ให้มีการจัดการขยะด้วยวิธีการนี้

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้พิจารณาทางเลือกดังกล่าวข้างต้นในการจัดการขยะมูลฝอยของพื้นที่เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี โดยครอบคลุมประชากรที่ได้รับผลกระทบ 3,715 ครัวเรือน หรือคิดเป็นประชากร 8,961 คน (ข้อมูล พ.ศ. 2557) และประชากรแฝง 4,500 คน โดยเป็นข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูลองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีแผนในการนำขยะมูลฝอยมาผลิตพลังงานไฟฟ้า

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของแต่ละทางเลือกด้วยการวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผล (Cost Effectiveness Analysis) ซึ่งประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือก คือ ต้นทุนที่ใช้ในการกำจัดขยะหนึ่งตัน โดยสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$CE_i = \frac{C_i}{E_i}$$

กำหนดให้

$CE_i$  = ประสิทธิภาพของโครงการที่  $i$  ( $i = 1, 2, 3$ )

$C_i$  = ค่าปัจจุบันของต้นทุนโครงการที่  $i$

$E_i$  = ประสิทธิภาพของโครงการที่  $i$

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

**3.1 ข้อมูลปฐมภูมิ** โดยจะเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เจ้าหน้าที่เทศบาล และประชาชนที่อยู่ใกล้เคียงที่ตั้งของบ่อฝังกลบ ได้แก่ สถานการณ์ปัจจุบัน ความเหมาะสมของเทคโนโลยีการจัดการขยะ ต้นทุนการจัดการขยะในแต่ละทางเลือก

**3.2 ข้อมูลทุติยภูมิ** โดยการรวบรวมจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่นำเสนอไว้ในรูปของรายงานและการวิจัยต่างๆ เช่น ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมการปกครอง ธนาคารแห่งประเทศไทย เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน เทศบาลตำบลท่าวังผา เป็นต้น เพื่อรวบรวมข้อมูลทางวิชาการด้านความเหมาะสมของเทคโนโลยีการจัดการขยะ สถิติประชากร ต้นทุนการจัดการขยะสำหรับแต่ละทางเลือก

### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

**4.1 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (Descriptive Method)** เพื่อทราบถึงสถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อัตราการเกิดขยะ สัดส่วนขยะสภาพพื้นที่ อัตราการเติบโตของประชากร รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของพนักงานคัดแยกขยะ ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลรวมกัน โดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์คือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ อัตรา และอัตราส่วน

**4.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Method)** เป็นการนำข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิมาวิเคราะห์เพื่อประเมินความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการจัดการขยะมูลฝอย โดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์ คือ การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผล (Cost Effectiveness Analysis: CEA) เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนประสิทธิผลของแต่ละทางเลือก โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจ คือ ต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดของแต่ละทางเลือก และวิเคราะห์ความอ่อนไหวในตัวแปรต่างๆ เช่น อัตราคิดลดและอัตราการเติบโตของปริมาณขยะ เพื่อทราบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในอนาคตมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผล สามารถดัดแปลงจากขั้นตอนของการวิเคราะห์ต้นทุนและประโยชน์ของโครงการ (Cost-Benefit Analysis) ให้ออกเป็น 10 ขั้นตอน (เรวัตี จรุงรัตนพงศ์, 2559) ดังนี้

**4.2.1 การกำหนดกลุ่มอ้างอิง (Referent Group)** โดยวิเคราะห์ว่าควรครอบคลุมพื้นที่เท่าใด และใครเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของโครงการ สำหรับการจัดการขยะของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี คิดเป็นพื้นที่ 88 ไร่ 2 งานตั้งอยู่บริเวณบ้านทุ่งม่วง หมู่ที่ 7 ตำบลทับไทร อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

**4.2.2 กำหนดทางเลือกที่จะดำเนินการที่เป็นไปได้** การศึกษาครั้งนี้ จะพิจารณาทางเลือกที่มีความเป็นไปได้สำหรับการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน โดยคำนึงถึงปริมาณขยะ องค์ประกอบของขยะ ที่ดิน รูปแบบการดำเนินงาน ตลอดจนงบประมาณ ทั้งนี้เนื่องจากนโยบายของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่จะไม่ให้มีการกองขยะในที่โล่ง (Roadmap การจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย, กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) ดังนั้นในการศึกษานี้จะไม่พิจารณาสถานการณ์ปัจจุบันเป็นทางเลือกหนึ่งในการวิเคราะห์ เพราะในอนาคต องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทุกภาคส่วนจะต้องทำการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการขยะที่เดิมเคยเป็นการกองขยะในที่โล่งเป็นการจัดการขยะที่ถูกหลักสุขาภิบาลมากกว่านี้ ซึ่งจากการทบทวนงานวิจัยและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่รับผิดชอบเรื่องการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่แล้วพบว่า การจัดการขยะแบบถูกหลักวิชาการที่เหมาะสมกับพื้นที่นี้ ประกอบด้วย การหมักปุ๋ย การเผา การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และการจัดการขยะแบบผสมผสาน แต่จากเนื่องจากข้อจำกัดของวิธีการกำจัดขยะในแต่ละวิธีตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 และประกอบกับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรม พบว่า ทางเลือกที่เหมาะสมในการจัดการขยะเมื่อพิจารณาปัจจัยต่างๆ ในพื้นที่เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนมีทางเลือกที่เป็นไปได้อยู่ 2 ทางเลือก ได้แก่

- 1) การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)
- 2) การกำจัดขยะด้วยวิธีทางกลและชีวภาพ (Mechanical and Biological Treatment, MBT)

**4.2.3 กำหนดผลกระทบ (ทั้งบวกและลบ) ทางกายภาพที่จะเกิดขึ้นของโครงการ** ในการศึกษานี้จะประเมินเฉพาะผลกระทบทางลบ (ต้นทุน) ของการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ในแต่ละทางเลือก ตลอดอายุโครงการ 20 ปี (พ.ศ. 2558-2577) โดยต้นทุนของโครงการในแต่ละทางเลือกได้มาจากการสัมภาษณ์ การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ตารางที่ 3.1) มีรายละเอียด ดังนี้

1) ทางเลือกที่ 1 การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนประกอบด้วย

- (1) ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ได้แก่ แผ่น HDPE และ Geotextile สำหรับปูก้นบ่อ ระบบท่อรวบรวมน้ำชะขยะ และระบบท่อระบายก๊าซ
- (2) ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย
- (3) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการฝังกลบ
- (4) ค่าเสียโอกาสที่ดิน คำนวณจากค่าเช่าที่ดินสำหรับทำสวนผลไม้จากการสัมพันธ์เกษตรกรที่มีที่ดินอยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย
- (5) ต้นทุนผลกระทบภายนอก ได้แก่ มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2) ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะด้วยวิธีเชิงกลและชีวภาพ (MBT) มีต้นทุนประกอบด้วย

- (1) ค่าใช้จ่ายก่อสร้างอาคาร ได้แก่ อาคารและสิ่งปลูกสร้าง (Building & Surrounding) พื้นที่รับขยะส่วนหน้า (Front - End area) ฮอปเปอร์รับขยะ (Hopper Feeder) เครื่องป้อนขยะ Feeder สายพาน Belt No.1 สายพานคัดแยก (Hand Sorting Belt) สายพาน reject Belt No.3 เครื่องย่อยอินทรีย์ (Shredder) สายพาน Belt No.2
- (2) ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและติดตั้งระบบ MBT ได้แก่ โรงหมักปุ๋ย ระบบบำบัดทางกล และ ชีวภาพ ฮอปเปอร์รับขยะ (Hopper Feeder) สายพาน Belt No.4 เครื่องคัดแยกแบบตะแกรงหมุน (Trommel) สายพาน Belt No.5 สายพาน reject Belt No.6 คสล. รอบอาคาร (Surrounding)
- (3) ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย
- (4) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน อนุรักษ์ และบำรุงรักษา
- (5) ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ได้แก่ แผ่น HDPE และ Geotextile สำหรับปูก้นบ่อ ระบบท่อรวบรวมน้ำชะขยะ ระบบท่อระบายก๊าซ
- (6) ค่าเสียโอกาสที่ดิน คำนวณจากค่าเช่าที่ดินสำหรับทำสวนผลไม้จากการสัมพันธ์เกษตรกรที่มีที่ดินอยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย
- (7) ต้นทุนผลกระทบภายนอก ได้แก่ มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ 3.1 แสดงต้นทุนและแหล่งข้อมูลของแต่ละทางเลือกในการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาล  
ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอ โป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

ทางเลือก	วิธีการได้มาของข้อมูล	แหล่งข้อมูล
<b>1. การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล</b>		
<u>ต้นทุน</u>		
1. ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบแบบถูกหลัก สุขาภิบาล	ราคากลาง	กรมบัญชีกลาง/ การทบทวน
1.1 แผ่น HDPE และ Geotextile สำหรับปูก้นบ่อ	ราคากลาง	วรรณกรรมและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/ สัมภาษณ์
1.2 ระบบท่อรวบรวมน้ำชะขยะ	ราคากลาง	
1.3 ระบบท่อระบายก๊าซ	ราคากลาง	
2. ค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย	ราคากลาง	
3. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการฝังกลบ	การคำนวณ	
4. ค่าเสียโอกาสที่ดิน	การสัมภาษณ์/ การคำนวณ	
5. มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซ เรือนกระจก	การคำนวณ	
<b>2. การกำจัดขยะด้วยวิธีเชิงกลและชีวภาพ</b>		
<u>(MBT)</u>		
<u>ต้นทุน</u>		
1. ค่าก่อสร้างอาคารและติดตั้งระบบ MBT	ราคากลาง	กรมบัญชีกลาง/ การทบทวน
1.1 อาคารและสิ่งปลูกสร้าง (Building & Surrounding)		วรรณกรรมและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/ สัมภาษณ์
1.2 พื้นที่รับขยะส่วนหน้า (Front - End area)		
1.3 ฮอปเปอร์รับขยะ (Hopper Feeder)		
1.4 เครื่องป้อนขยะ Feeder		
1.5 สายพาน Belt No.1		

## ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ทางเลือก	วิธีการได้มาของข้อมูล	แหล่งข้อมูล
1.6 สายพานคัดแยก (Hand Sorting Belt)		
1.7 สายพาน reject Belt No.3		
1.8 เครื่องย่อยอินทรีย์ (Shredder)		
1.9 สายพาน Belt No.2		
2. โรงหมักปุ๋ย	ราคาตลาด	
2.1 ระบบบำบัดทางกล และ ชีวภาพ		
2.2 ฮอปเปอร์รับขยะ (Hopper Feeder)		
2.3 สายพาน Belt No.4		
3. เครื่องคัดแยกแบบตะแกรงหมุน (Trommel)	ราคาตลาด	
4. สายพาน Belt No.5	ราคาตลาด	
5. สายพาน reject Belt No.6	ราคาตลาด	
6. คสล. รอบอาคาร (Surrounding)	ราคากลาง	
7. ระบบบำบัดน้ำเสีย	ราคากลาง	
8. กุรุภัณฑ์	ราคากลาง	
9. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา	ราคากลาง/ คำนวณ	
10. ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล	ราคากลาง	
10.1 แผ่น HDPE และ Geotextile สำหรับปูกันบ่อ		
10.2 ระบบท่อรวบรวมน้ำชะขยะ		
10.3 ระบบท่อระบายก๊าซ		
11. ค่าเสียโอกาสที่ดิน	การสัมภาษณ์/ คำนวณ	
12. มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การคำนวณ	

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยนับเป็นปัญหาที่สำคัญ และเป็นสาเหตุหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ก๊าซมีเทนถือเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญที่มีแหล่งกำเนิดสำคัญจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำนาข้าว การจัดการของเสีย การเผาไหม้เชื้อเพลิง และการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล เป็นต้น (Towprayoon, 1995) โดยพบว่าการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการเทกองและการฝังกลบก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากเป็นลำดับที่ 3 ของการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากกิจกรรมของมนุษย์ และจากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าค่าเฉลี่ยของการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยแบบเทกองเปิดแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลมีค่าสูงกว่าพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยแบบเทกองเปิด (ทรงศักดิ์ ทรัพย์ประพฤทธิ์, 2545) นอกจากนี้ ยังพบว่า การแพร่ระบาดของก๊าซมีเทนจะมีอัตราเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกในชั้นขยะมูลฝอย โดยขยะมูลฝอยใหม่จะมีการแพร่ระบาดของก๊าซมีเทนมากกว่าขยะมูลฝอยเก่า และขยะมูลฝอยที่ถูกฝังกลบจะมีการแพร่ระบาดของก๊าซมีเทนมากกว่าขยะมูลฝอยที่เทกองกลางแจ้ง (ชนพล เกษมศรีธนาวัฒน์, 2551) ประเทศกำลังพัฒนาในเอเชียส่วนใหญ่ยังคงกำจัดขยะมูลฝอยด้วยการเทกองและฝังกลบ ซึ่งจะเกิดการหมักขยะอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้เกิดก๊าซในหลุมฝังกลบที่เรียกว่า Landfill Gas ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก คือ ก๊าซมีเทน ร้อยละ 60 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 40

การคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบ โดยใช้โปรแกรมคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยโดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Approach: LCA) ที่ถูกพัฒนาขึ้น โดย Institute for Global Environment Strategies (IGES) ของประเทศญี่ปุ่น ภายใต้โครงการตรวจวัด รายงานผล และการทวนสอบ สำหรับการพัฒนาระบบคาร์บอนต่ำในเอเชีย จัดแปลโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยใช้สมการ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2556) ดังนี้

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะ/การเทกอง (กิโกลรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันขยะมูลฝอย) เท่ากับ ผลคูณของการปล่อยก๊าซมีเทนต่อตันขยะมูลฝอย (กิโกลรัมมีเทนต่อตันขยะมูลฝอย) และค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (ก๊าซมีเทนมีค่า 21 เท่า ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยคิดช่วงเวลา 100 ปี) รวมกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการฝังกลบ (กิโกลรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันขยะมูลฝอย)

**4.2.4 ระบุสิ่งที่เกิดขึ้นถ้าไม่มีโครงการดังกล่าว (without project)** เป็นการระบุผลกระทบทางกายภาพเพื่อนำมาประเมินต้นทุนของโครงการในกรณีของสถานการณ์ปัจจุบัน (Status quo) ซึ่งมีต้นทุนประกอบด้วย



1) ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ่อฝังกลบ ได้แก่ ค่ารถตักส้วอย่าง ค่าจ้างแรงงาน ค่าน้ำมันรถ รวมถึงค่าบำรุงรักษา

2) ค่าเสียโอกาสที่ดิน คำนวณจากค่าเช่าที่ดินสำหรับทำสวนผลไม้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่มีที่ดินอยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย

3) ต้นทุนผลกระทบภายนอก ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการกำจัดแมลงรบกวน ค่าใช้จ่ายในการดับไฟที่ลุกไหม้จากกองขยะ และมูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

4) ปริมาณขยะที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในกรณีที่ไม่มีโครงการใดๆ โดยคาดการณ์ตามจำนวนประชากรในพื้นที่ที่จะเพิ่มขึ้น

**4.2.4 คาดการณ์ผลกระทบเชิงปริมาณตลอดช่วงอายุโครงการเป็นการแปลงผลกระทบทางกายภาพทางลบ (ต้นทุน) ที่ได้จากการกำหนดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น มาเป็นผลกระทบในเชิงปริมาณ เช่น การประเมินว่าการกำจัดขยะในแต่ละทางเลือกจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาเท่าไร เพื่อนำข้อมูลที่ได้แปลงเป็นต้นทุนของโครงการในรูปมูลค่าความเสียหายในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นมูลค่าเงินต่อไป**

**4.2.5 แปลงผลกระทบทางกายภาพเป็นมูลค่าตัวเงิน** ในการวิเคราะห์ต้นทุนของโครงการจำเป็นต้องแปลงค่าผลกระทบต่างๆ ให้อยู่ในรูปของตัวเงิน ซึ่งในการศึกษาค้างนี้ใช้เครื่องมือในการแปลงผลกระทบที่เกิดขึ้นเป็นมูลค่าเงิน คือ วิธีประเมินมูลค่าตลาดที่เกิดจากการใช้โดยตรง

**4.2.6 คิดลดต้นทุนของโครงการให้มาเป็นมูลค่าปัจจุบัน** การวิเคราะห์โครงการในการศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์โครงการที่รวมต้นทุนที่เกิดขึ้นในระยะเวลาโครงการ 20 ปี แต่มูลค่าของเงินในช่วงเวลาที่แตกต่างกันมีมูลค่าไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงต้องคำนวณมูลค่าปัจจุบัน เพื่อให้สามารถรวมมูลค่าของเงินในช่วงเวลาที่แตกต่างกันได้ ด้วยการคำนวณอัตราคิดลด โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PV(C) = \sum_{t=0}^{n-1} \frac{Ct}{(1+r)^t}$$

เมื่อ Ct หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นในปีที่ t

PV(C) หมายถึง มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนตลอดอายุโครงการ

r หมายถึง อัตราคิดลด

n หมายถึง อายุโครงการ

t หมายถึง ปีที่ดำเนินโครงการ เมื่อ  $t = 1, \dots, n$

**4.2.7 คำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)** เกณฑ์การตัดสินใจในการเลือกโครงการ คือ เลือกโครงการที่มีค่า NPV เป็นบวกและมีค่าสูงสุด โดยมีสูตรในการคำนวณ ดังแสดงในสมการด้านล่าง

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

แต่เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ การตีมูลค่าผลประโยชน์เป็นเรื่องที่ทำได้ยาก จึงประเมินเฉพาะในส่วนของต้นทุน ดังนั้น การตัดสินใจว่าจะเลือกทางเลือกใด จึงพิจารณาจากทางเลือกที่มีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนต่ำสุด

**4.2.8 วิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity analysis)** เนื่องจากการวิเคราะห์ต้นทุนในการศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ก่อนที่โครงการจะเริ่มขึ้น ทำให้เกิดความไม่แน่นอนของค่าพยากรณ์ต้นทุน จึงจำเป็นต้องทดสอบความอ่อนไหวของแต่ละทางเลือก โดยในการศึกษานี้ จะวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการใน 2 ประเด็น ได้แก่

1) อัตราคิดลดที่แตกต่างกัน โดยทำการทดสอบความอ่อนไหวด้วยการปรับเปลี่ยนระดับอัตราคิดลด ได้แก่ ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8

2) อัตราการผลิตขยะมูลฝอยต่อคนที่เพิ่มขึ้น เพราะคาดว่าในอนาคตมีแนวโน้มที่จะมีการเพิ่มขึ้นของอัตราการผลิตขยะมูลฝอย ซึ่งข้อมูลในพื้นที่มีอัตราการผลิตขยะมูลฝอยเท่ากับ 1.48 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และทำการทดสอบความอ่อนไหวของอัตราการผลิตขยะมูลฝอยเพิ่มเติม เท่ากับ 5 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ซึ่งอ้างอิงจากอัตราการผลิตขยะมูลฝอยของเมืองพัทยา และกรุงเทพมหานครที่มีอัตราสูงที่สุดในประเทศไทย กล่าวคือ อัตราการผลิตขยะมูลฝอยตามพื้นที่เมื่อ พ.ศ. 2555 (กรมควบคุมมลพิษ) พบว่า เมืองพัทยามีอัตราการผลิตขยะมูลฝอยสูงสุด 3.90 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน รองลงมาคือ เทศบาลนคร 1.89 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน เทศบาลเมือง 1.15 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน เทศบาลตำบล 1.02 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และ องค์การบริหารส่วนตำบล 0.91 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 อัตราการเกิดขยะมูลฝอยจำแนกตามพื้นที่ พ.ศ. 2555

พื้นที่	อัตราการเกิดมูลฝอย (กก./คน/วัน)
เมืองพัทยา	3.90
เทศบาลนคร	1.89
เทศบาลเมือง	1.15
เทศบาลตำบล	1.02
องค์การบริหารส่วนตำบล	0.91

สำหรับอัตราการเกิดขยะมูลฝอยในเขตกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2555-2556 พบว่าพ.ศ. 2555 มีค่าเฉลี่ย 1.14 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 0.46 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และมียุคค่าสูงสุดอยู่ที่ 3.48 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ส่วน พ.ศ. 2556 มีค่าเฉลี่ย 1.16 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 0.48 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และมียุคค่าสูงสุดอยู่ที่ 3.75 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.3 อัตราการเกิดขยะมูลฝอยในเขตกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2555-2556

พื้นที่		พ.ศ. 2555	พ.ศ. 2556
<b>กรุงเทพมหานคร</b>			
สูงสุด	เขตพระนคร	2.36	2.40
ต่ำสุด	คูสิต	1.19	1.19
	เฉลี่ย	1.53	1.57
<b>กรุงเทพใต้</b>			
สูงสุด	ปทุมวัน	3.48	3.75
ต่ำสุด	บางคอแหลม	0.98	1.02
	เฉลี่ย	1.69	1.77

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

พื้นที่		พ.ศ. 2555	พ.ศ. 2556
<b>กรุงเทพมหานคร</b>			
สูงสุด	จตุจักร	1.58	1.61
ต่ำสุด	สายไหม	0.69	0.74
	เฉลี่ย	1.00	0.96
<b>กรุงเทพมหานครตะวันออก</b>			
สูงสุด	บางกะปิ	1.54	1.57
ต่ำสุด	หนองจอก	0.46	0.48
	เฉลี่ย	0.91	0.95
<b>กรุงเทพมหานครเหนือ</b>			
สูงสุด	คลองสาน	1.17	1.18
ต่ำสุด	ตลิ่งชัน	0.80	0.81
	เฉลี่ย	0.97	0.97
<b>กรุงเทพมหานครใต้</b>			
สูงสุด	บางบอน	1.30	1.36
ต่ำสุด	ทุ่งครุ	0.71	0.75
	เฉลี่ย	0.96	0.99

ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร (2556, น 18)

**4.2.9 เสนอแนะทางเลือกจากผลของ CEA** โดยทั่วไปแล้วข้อเสนอแนะผลการศึกษของการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล จะเสนอทางเลือกที่มีอัตราส่วนต้นทุนต่อประสิทธิภาพต่ำสุด ซึ่งหมายความว่า ทางเลือกดังกล่าวเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อเทียบกับทางเลือกอื่น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ คือ โครงการที่ใช้ต้นทุนน้อยที่สุดในการกำจัดขยะได้หนึ่งตันเท่ากัน

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลของโครงการจัดการขยะมูลฝอย

##### ตอนที่ 1 ทางเลือกที่เป็นไปได้

การศึกษานี้มีจุดประสงค์ เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนต่ำสุดในการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี โดยเปรียบเทียบทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ 2 ทางเลือก ได้แก่ การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และการกำจัดด้วยวิธีเชิงกลและชีวภาพ เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนต่อไป ต้นทุนของแต่ละทางเลือกสามารถจำแนกได้ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งต้นทุนทางสังคม (Social Cost) ของการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี เกิดจากผลรวมของต้นทุนเอกชน (Private Cost) และต้นทุนผลกระทบภายนอก (External Cost) โดยต้นทุนเอกชน ได้แก่ ต้นทุนที่ใช้ในการกำจัดขยะ ค่าเสียโอกาสที่ดิน ซึ่งใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี และเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลท่าวังผา จังหวัดน่าน การคำนวณ และการทบทวนงานวิจัย และต้นทุนผลกระทบภายนอกคิดจากต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต้นทุนที่คำนวณได้ของแต่ละทางเลือกตลอดอายุโครงการ 20 ปี (พ.ศ. 2558-2577) คำนวณเป็นค่าปัจจุบันของต้นทุนด้วยอัตราคิดลด (Discount rate)

นอกจากนี้ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้ บางข้อมูลได้จากการคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตซึ่งมีความไม่แน่นอน ดังนั้น จึงวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแต่ละทางเลือก ด้วยการทดสอบอัตราคิดลดร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 และอัตราการผลิตขยะต่อคน 1.48 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และ 5 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน

ตารางที่ 4.1 การจำแนกต้นทุนของแต่ละทางเลือก

ทางเลือก	ต้นทุน
ทางเลือกที่ 1 การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล	<ol style="list-style-type: none"> <li>ต้นทุนการจัดการขยะ ได้แก่ ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบและระบบบำบัดน้ำเสีย ค่าดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอย และค่าเสียโอกาสที่ดิน</li> <li>ต้นทุนผลกระทบภายนอกจากมูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการฝังกลบขยะมูลฝอยที่มีระบบการจัดการที่ดี มีการคลุมดินทุกวันและวางระบบกันซึม</li> </ol>
ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะด้วยระบบทางกลและชีวภาพ (MBT)	<ol style="list-style-type: none"> <li>ต้นทุนการจัดการขยะ ได้แก่ ค่าก่อสร้างอาคารและติดตั้งระบบ MBT ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบและระบบบำบัดน้ำเสีย ค่าดำเนินการ และค่าเสียโอกาสที่ดิน</li> <li>ต้นทุนผลกระทบภายนอกจากมูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการฝังกลบขยะมูลฝอยที่มีระบบการจัดการที่ดี มีการคลุมดินทุกวันและวางระบบกันซึม</li> </ol>

โดยในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดข้อสมมติของแต่ละทางเลือก (ตารางที่ 4.4) สรุปได้ดังนี้

1. อัตราการเติบโตของประชากร จากการพิจารณาข้อมูลจำนวนประชากรของกรมการปกครองย้อนหลัง 15 ปี (พ.ศ. 2544 - 2558) พบว่าประชากรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.2 ต่อปี ดังนั้น การศึกษานี้จึงกำหนดให้จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.2 ทุกปี (ตารางที่ 4.2) การคำนวณจำนวนประชากรในอนาคต แสดงได้ดังสมการ

$$P_n = P_0 (1+r)^n$$

โดยที่

$P_n$  = จำนวนประชากรเมื่อปีที่  $n$  (คน)

$P_0$  = จำนวนประชากรในปัจจุบัน (คน)

$r$  = อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของประชากร (คนต่อปี)

$n$  = ช่วงเวลาที่ต้องการคำนวณการเปลี่ยนแปลงนับจากปีปัจจุบัน หรือปีที่เริ่มต้นการคำนวณ (ปี)

2. ประชากรแฝง จากข้อมูลในแบบสำรวจข้อมูลองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีแผนในการนำขยะมูลฝอยมาผลิตพลังงานไฟฟ้า พบว่าในปี 2558 เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนมีจำนวนประชากรแฝง 4,500 คน โดยในการศึกษารุ่นนี้ ได้กำหนดให้อัตราการเติบโตของประชากรแฝงเท่ากับอัตราการเติบโตของประชากร คือ เพิ่มขึ้น ร้อยละ 1.2 ต่อปี (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 อัตราการเติบโตของประชากรและประชากรแฝงของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ตลอดอายุโครงการ 20 ปี

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร	จำนวนประชากรแฝง	รวมประชากรทั้งหมด
2558	8,973	4,500	13,473
2559	9,081	4,554	13,635
2560	9,190	4,609	13,799
2561	9,300	4,664	13,964
2562	9,412	4,720	14,131
2563	9,524	4,777	14,301
2564	9,639	4,834	14,473
2565	9,754	4,892	14,646
2566	9,871	4,951	14,822
2567	9,990	5,010	15,000
2568	10,110	5,070	15,180
2569	10,231	5,131	15,362
2570	10,354	5,193	15,546
2571	10,478	5,255	15,733
2572	10,604	5,318	15,922
2573	10,731	5,382	16,113
2574	10,860	5,446	16,306
2575	10,990	5,512	16,502
2576	11,122	5,578	16,700
2577	11,256	5,645	16,900
รวม	201,470	101,038	302,507

ที่มา: กรมการปกครอง, 2559 (ข้อมูลปี 2558) และจากการคำนวณ (ข้อมูลปี 2559-2577)

3. อัตราการผลิตขยะต่อคน ในการศึกษานี้ได้กำหนดให้อัตราการเพิ่มขึ้นของขยะเท่ากับอัตราการเติบโตของประชากร และข้อมูลจาก “แบบสำรวจข้อมูลองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีแผนในการนำขยะมูลฝอยมาผลิตพลังงานไฟฟ้า” พบว่า ในเขตเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนมีปริมาณขยะเกิดขึ้น 20 ตันต่อวัน และจากข้อมูลจำนวนประชากรพบว่าในปี 2558 มีประชากรอาศัยในพื้นที่ทั้งสิ้น 13,473 คน ดังนั้น ในการศึกษาจึงกำหนดให้อัตราการเกิดขยะมีค่าคงที่ตลอดอายุโครงการเท่ากับ 1.48 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 จำนวนประชากรและปริมาณขยะที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการ (พ.ศ. 2558-2577)

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร	อัตราการเกิดขยะ (กิโลกรัมต่อคนต่อวัน)	ปริมาณขยะ (ตันต่อปี)
2558	13,473	1.48	7,300
2559	13,635	1.48	7,388
2560	13,798	1.48	7,476
2561	13,964	1.48	7,566
2562	14,131	1.48	7,656
2563	14,301	1.48	7,749
2564	14,473	1.48	7,842
2565	14,646	1.48	7,936
2566	14,822	1.48	8,031
2567	15,000	1.48	8,127
2568	15,180	1.48	8,225
2569	15,362	1.48	8,324
2570	15,546	1.48	8,423
2571	15,733	1.48	8,525
2572	15,922	1.48	8,627
2573	16,113	1.48	8,730
2574	16,306	1.48	8,835
2575	16,502	1.48	8,941
2576	16,700	1.48	9,048



ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร	อัตราการเกิดขยะ (กิโลกรัมต่อคนต่อวัน)	ปริมาณขยะ (ตันต่อปี)
2577	16,900	1.48	9,157
รวม	<b>302,507</b>		<b>163,906</b>

ที่มา: จากการคำนวณ

4. ค่าเสียโอกาสที่ดิน การประเมินมูลค่าที่ดินที่ใช้สำหรับเป็นสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนจะคิดตามค่าเสียโอกาสของการใช้ทรัพยากร กล่าวคือ หากไม่มีโครงการที่ดินนั้นจะสามารถนำไปใช้เพื่อการเกษตรกรรม ซึ่งในการศึกษานี้จะประเมินค่าเสียโอกาสของที่ดินจากค่าเช่าที่ดินที่ได้จากการสัมภาระณ์เกษตรกรรมในพื้นที่ โดยอ้างอิงเปรียบเทียบว่ามีมูลค่าใกล้เคียงกับราคาประเมินที่ดินที่มีมูลค่าที่ดินต่ำสุด (กรณีที่ดินไม่ติดถนนสาธารณะ) โดยอ้างอิงข้อมูลจากสำนักงานที่ดินจังหวัดจันทบุรี สาขามะขาม ดังนั้น การศึกษานี้จึงกำหนดให้ค่าเสียโอกาสที่ดินเท่ากับราคาประเมินที่ดินที่ไม่ติดถนนสาธารณะและกำหนดให้มีค่าคงที่ตลอดอายุโครงการเท่ากับ 40,000 บาทต่อไร่ต่อปี

ตารางที่ 4.4 การกำหนดข้อสมมติของการศึกษา

หัวข้อ	ข้อสมมติของการศึกษา	แหล่งข้อมูล
อัตราการเติบโตของประชากร	อัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.2 ต่อปี โดยเป็นค่าเฉลี่ยของอัตราการเติบโตของประชากรในอดีตย้อนหลัง 15 ปี	กรมการปกครอง (ย้อนหลัง 15 ปี) และจากการคำนวณ
ประชากรแฝง	อัตราการเติบโตของประชากรแฝงเท่ากับอัตราการเติบโตของประชากรเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.2 ต่อปี	แบบสำรวจข้อมูลองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีแผนในการนำขยะมูลฝอยมาผลิตพลังงานไฟฟ้า
อัตราการผลิตขยะต่อคน	ข้อมูลอัตราการผลิตขยะคำนวณจากปริมาณขยะและจำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งมี	แบบสำรวจข้อมูลองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีแผนในการนำขยะมูลฝอยมาผลิตพลังงานไฟฟ้า

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

หัวข้อ	ข้อสมมติของการศึกษา	แหล่งข้อมูล
	ค่าประมาณ 1.48 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โดยสมมติให้คงที่ตลอดอายุโครงการ	
ค่าเสียโอกาสที่ดิน	ประเมินจากค่าเช่าที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม 40,000 บาทต่อไร่ต่อปี	สัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่และเปรียบเทียบกับมูลค่าที่ดินของสำนักงานที่ดินจังหวัดจันทบุรี สาขามะขาม

**1.1 ทางเลือกที่ 1 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล** จะเป็นการกำจัดขยะโดยการนำขยะมาเทกองในพื้นที่ซึ่งจัดเตรียมไว้แล้วใช้เครื่องจักรกลเกลี่ยและบดอัดให้ยุบตัวลง แล้วใช้ดินกลบทับและบดอัดให้แน่นอีกครั้งเพื่อป้องกันกลิ่น แผลงพาหะ และน้ำฝนชะล้าง และอินทรีย์สารต่างๆ จะถูกย่อยสลายตามธรรมชาติโดยกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้มูลฝอยยุบตัวลงและเกิดก๊าซมีเทนและน้ำเสียขึ้นมา โดยวิธีการดังกล่าวจะต้องมีมาตรการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การปูแผ่นพลาสติกกันซึมด้านล่างและด้านข้างบ่อฝังกลบ การติดตั้งท่อระบายก๊าซ การติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น ซึ่งวิธีนี้เหมาะกับพื้นที่ที่มีราคาที่ดินถูก และอาศัยเทคโนโลยีไม่มากนัก

#### 1.1.1 ข้อสมมติ

- กำหนดให้มีการดำเนินการฝังกลบทุกวัน และการดำเนินการฝังกลบรายวันเป็นการจ้างเหมาบริษัทจากภายนอก
- กำหนดให้บ่อฝังกลบ 1 บ่อใช้พื้นที่ 6.25 ไร่ โดยตลอดอายุโครงการ 20 ปี จะต้องใช้บ่อฝังกลบทั้งหมด 5 บ่อ

#### 1.1.2 การวิเคราะห์ต้นทุน

ทางเลือกนี้จะพิจารณาต้นทุนการจัดการจัดการขยะตั้งแต่การรับขยะที่สถานที่กำจัดขยะจนเสร็จสิ้นกระบวนการฝังกลบขยะ (ตารางที่ 4.5) ได้แก่

- ค่าเสียโอกาสที่ดิน 40,000 บาทต่อไร่ต่อปี และจากการคำนวณ พบว่าต้องใช้พื้นที่สำหรับฝังกลบขยะตลอดอายุโครงการทั้งหมด 31.25 ไร่ คิดเป็นค่าเสียโอกาสที่ดินรวมทั้งสิ้น 16 ล้านบาท

2) ค่าดำเนินการก่อสร้างบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ในปี 0 ปีที่ 4 ปีที่ 8 ปีที่ 12 และปีที่ 16 ได้แก่ งานบ่อฝังกลบพร้อมถนน งานติดตั้งเครื่องจักร และงานบำบัดน้ำเสีย ใช้ข้อมูลจากการออกแบบและคำนวณโดยผู้เชี่ยวชาญ ปีละ 12.4 ล้านบาท รวมตลอดอายุโครงการเป็นเงิน 64.31 ล้านบาท และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการฝังกลบซึ่งเป็นการจ้างเหมาบริษัทภายนอก (outsourcing) ในอัตรา 112 บาทต่อตัน เป็นเงิน 18.36 ล้านบาท ดังนั้น ตลอดอายุโครงการมีค่าใช้จ่ายก่อสร้างและดำเนินการรวมทั้งสิ้น 82.67 ล้านบาท

3) มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยโดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตภายใต้โครงการตรวจวัด รายงานผล และการทวนสอบ (MRV) สำหรับการพัฒนาแบบคาร์บอนต่ำในเอเชีย โดยใช้โปรแกรมของ Institute for Global Environmental Strategies (IGES) ซึ่งจัดแปลโดยองค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ออบก. ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกเทียบเป็นหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และนำมาคิดมูลค่าความเสียหายโดยใช้มูลค่าจากการคำนวณขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมอเมริกา (United States Protection Agency: US-EPA) ที่คิดเทียบมูลค่า ปี พ.ศ. 2558 คือ 1,175.26 บาท (อัตราคิดลดร้อยละ 2.5) ต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Baht/ton CO<sub>2</sub> Equivalent) ดังนั้น มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดอายุโครงการ 20 ปี เท่ากับ 148.65 ล้านบาท

**1.2 ทางเลือกที่ 2 การจัดการขยะมูลฝอยด้วยระบบทางกลและชีวภาพ (MBT, Mechanical and Biological Waste Treatment) ที่พัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี** ด้วยแนวคิดในการออกแบบกระบวนการบำบัดขยะด้วยวิธีการแบบเชิงกล-ชีวภาพ มีความแตกต่างจากเทคโนโลยีอื่น คือ ดำเนินการปรับสภาพของขยะโดยวิธีการหมัก (ทางชีวภาพ) ก่อนทำการคัดแยก (ทางกล) โดยจะทำการแยกขยะออกจากถุงบรรจุและคัดแยกขยะที่สามารถรีไซเคิลได้ เช่น กระป๋องอลูมิเนียม ขวดแก้ว และ พลาสติก รวมถึงเศษเหล็กออกก่อน โดยใช้แรงงานคนบนสายพานคัดแยก (Hand Sort Conveyor) ขยะที่ผ่านการคัดแยกแล้วจะถูกนำไปย่อยย่อยโดยใช้เครื่องสับแบบ Hammer Mill เพื่อลดปริมาตรให้เหมาะต่อการจัดการ ขยะที่ถูกลบทิ้งจะถูกลำเลียงเข้าสู่โรงบำบัดทางกลและชีวภาพรวมกันทั้งขยะอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร และขยะอนินทรีย์ เช่น ถุงพลาสติก เศษกระดาษ เพื่อปรับเสถียรภาพของขยะให้เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ทั้งนี้ โรงบำบัดทางกลและชีวภาพถูกออกแบบให้เป็นโรงปิดที่มีระบบกวนโดยอาศัยเทคโนโลยีการกวนของขยะด้วยสกรูในแนวตั้ง (Vertical Agitators) ทำหน้าที่ผสมและเติมอากาศ ทำให้ประสิทธิภาพการย่อยสลายสูง ทำให้ระยะเวลาการย่อยสลายเร็ว ทั้งนี้ ประมาณ 1 เดือน การหมักจะสิ้นสุดลงและขยะมีเสถียรภาพปราศจากกลิ่น และทำการคัดแยกโดยใช้เครื่องคัดแยกแบบตะแกรง

หมุน (Trommel Separator) จะมีส่วนประกอบ คือ 1) อินทรีย์สารผงละเอียด (ปุ๋ยอินทรีย์) ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเป็นวัสดุปรับปรุงดิน 2) อินทรีย์สารผสมพลาสติก และพลาสติก หรือเชื้อเพลิง RDF ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถนำไปทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลในภาคอุตสาหกรรมได้ (ทิพย์สุภินทร์ หินซุย, 2556: 23-31)

### 1.2.1 ข้อสมมติ

1) ทางเลือกนี้ใช้ต้นแบบจากศูนย์กำจัดขยะครบวงจรเทศบาลตำบลท่าวังผา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน เนื่องจากมีองค์ประกอบของขยะ และปริมาณขยะใกล้เคียงกับเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ซึ่งเทศบาลท่าวังผาได้เลือกใช้การจัดการขยะมูลฝอยด้วยระบบทางกลและชีวภาพ ดังนั้นข้อมูลการคัดแยกขยะ การออกแบบเทคโนโลยี การก่อสร้าง และการดำเนินการ จึงใช้ข้อมูลอ้างอิงจากข้อมูลของเทศบาลตำบลท่าวังผา

2) การจัดการขยะด้วยระบบเชิงกลชีวภาพ (MBT) จะสามารถคัดแยกขยะ Recycle ได้ร้อยละ 5 ผลิตเชื้อเพลิง RDF ได้ร้อยละ 19 ผลิตปุ๋ยได้ ร้อยละ 32 และเหลือขยะที่ต้องไปฝังกลบ ร้อยละ 13 ของปริมาณขยะทั้งหมด (วิธีการนี้สามารถลดความชื้นของขยะลงได้ร้อยละ 31)

3) กำหนดให้มีพนักงานประจำศูนย์กำจัดขยะแบบครบวงจรสำหรับคัดแยก ร่อนปุ๋ย ดูแลเครื่องจักร จำนวน 6 คน และกำหนดอัตราค่าจ้างพนักงานเท่ากับ 9,000 บาทต่อเดือน

4) การออกแบบและคำนวณต้นทุนบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลใช้ข้อมูลและวิธีการเดียวกับการคำนวณในทางเลือกที่ 2 แต่กำหนดให้บ่อฝังกลบมีขนาดเล็กกว่า เนื่องจากขยะที่จะต้องนำไปฝังกลบสำหรับทางเลือกนี้มีปริมาณน้อย

### 1.2.2 การวิเคราะห์ต้นทุน

ทางเลือกนี้จะพิจารณาต้นทุนการจัดการจัดการขยะตั้งแต่การรับขยะที่สถานที่กำจัดขยะจนเสร็จสิ้นกระบวนการฝังกลบขยะ (ตารางที่ 4.5) ได้แก่

1) ค่าเสียโอกาสที่ดิน 40,000 บาทต่อไร่ต่อปี จากการคำนวณ พบว่า ตลอดอายุโครงการ 20 ปี ต้องใช้พื้นที่บ่อฝังกลบขยะแบบถูกหลักสุขาภิบาล และพื้นที่สำหรับศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจร คิดเป็นค่าเสียโอกาสที่ดินรวมทั้งสิ้น 3.74 ล้านบาท

2) ค่าก่อสร้างศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจรด้วยระบบ MBT ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ ค่าดำเนินการ และค่าบำรุงรักษา ตลอดอายุโครงการ คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 61.22 ล้านบาท

3) ค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายดำเนินการบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ในปีที่ 0 ปีที่ 4 ปีที่ 8 ปีที่ 12 และปีที่ 16 ปีละ 4.11 ล้านบาท ตลอดอายุโครงการ คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 23.98 ล้านบาท

4) มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยโดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต ภายใต้โครงการตรวจวัด รายงานผล และการทวนสอบ (MRV) สำหรับการพัฒนาแบบคาร์บอนต่ำ ในเอเชีย โดยใช้โปรแกรมของ Institute for Global Environmental Strategies (IGES) ซึ่งจัดแปล โดยองค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ออบก. ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกเทียบเป็นหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และนำมาคิดมูลค่าความเสียหายโดยใช้มูลค่าจากการคำนวณขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมอเมริกา (United States Protection Agency: US-EPA) ที่คิดเทียบมูลค่า ปี พ.ศ. 2558 คือ 1,175.26 บาท (อัตราคิดลดร้อยละ 2.5) ต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Baht/ton CO<sub>2</sub> Equivalent) ซึ่งปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับทางเลือกนี้คำนวณเฉพาะการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบ ดังนั้น มูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 12.92 ล้านบาท

ตารางที่ 4.5 ต้นทุนต่อหน่วยของแต่ละทางเลือก

ทางเลือก	ข้อสมมติ	ต้นทุนต่อหน่วย ณ ราคาครั้งที่ พ.ศ. 2558
ทางเลือกที่ 1 การฝังกลบ แบบถูกหลัก สุขาภิบาล	1. กำหนดให้บ่อฝังกลบ 1 บ่อ ใช้พื้นที่ 6.25 ไร่ โดยตลอดอายุโครงการ จะต้องก่อสร้างบ่อฝังกลบทั้งหมด 5 บ่อ ในปีที่ 0 ปีที่ 4 ปีที่ 8 ปีที่ 12 และปีที่ 16	1. ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบและระบบบำบัดน้ำเสีย 12.4 ล้านบาท
	2. กำหนดให้มีการดำเนินการฝังกลบทุกวัน และการดำเนินการฝังกลบรายวันเป็นการจ้างเหมาบริษัทภายนอก	2. ค่าดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอย 112 บาทต่อตัน
	3. ค่าเสียโอกาสที่ดิน	3. 40,000 บาทต่อไร่ต่อปี

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ทางเลือก	ข้อสมมติ	ต้นทุนต่อหน่วย ณ ราคา ณ พ.ศ. 2558
	4. ต้นทุนผลกระทบภายนอกจากมูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	4. 1,175.26 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Baht/ton CO <sub>2</sub> Equivalent)
ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะด้วยระบบทางกลและชีวภาพ (MBT)	1. ค่าก่อสร้างอาคารและติดตั้งระบบ MBT โดยลงทุนในปีแรก	1. ค่าก่อสร้างและติดตั้งระบบ MBT 28.25 ล้านบาท
	2. กำหนดให้มีพนักงานประจำศูนย์กำจัดขยะแบบครบวงจร จำนวน 6 คน	2. ค่าจ้างพนักงาน 9,000 บาทต่อคน
	3. กำหนดให้บ่อฝังกลบ 1 บ่อ ใช้พื้นที่ 1.56 ไร่ โดยตลอดอายุโครงการจะต้องใช้บ่อฝังกลบทั้งหมด 5 บ่อ ในปี 0 ปีที่ 4 ปีที่ 8 ปีที่ 12 และปีที่ 16	3. ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบและระบบบำบัดน้ำเสีย ปีละ 4.11 ล้านบาท
	4. กำหนดให้มีการดำเนินการฝังกลบทุกวัน และการดำเนินการฝังกลบรายวันเป็นการจ้างเหมาบริษัทภายนอก	4. ค่าดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอย 112 บาทต่อตัน
	5. ค่าเสียโอกาสที่ดิน	5. 40,000 บาทต่อไร่ต่อปี
	6. ต้นทุนผลกระทบภายนอกจากมูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	6. 1,175.26 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Baht/ton CO <sub>2</sub> Equivalent)

ผลการคำนวณมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม โดยใช้อัตราคิดลดร้อยละ 3 และมูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (อัตราคิดลดร้อยละ 2.5) พบว่า ทางเลือกที่ 1 มีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน 190 ล้านบาท ต้นทุนส่วนใหญ่เกิดจากมูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก คิดเป็นร้อยละ 60 ของต้นทุนทั้งหมด รองลงมาคือต้นทุนในการก่อสร้างบ่อฝังกลบ คิดเป็นร้อยละ 26 ของต้นทุนทั้งหมด ส่วนต้นทุนค่าเสียโอกาสที่คิดเป็นร้อยละ 7 ของต้นทุนทั้งหมด ทางเลือกที่ 2 มีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน 85 ล้านบาท โดยต้นทุนส่วนใหญ่เกิดจากค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน คิดเป็นร้อยละ 83 ของต้นทุนทั้งหมด ส่วนต้นทุนที่เกิดจากการมูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก มีเพียงร้อยละ 13 ของต้นทุนทั้งหมด และต้นทุนค่าเสียโอกาสที่คิดเป็นร้อยละ 4 ของต้นทุนทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนที่เกิดจากมูลค่าความเสียหายของก๊าซเรือนกระจก พบว่า ทางเลือกที่ 1 (การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล) มีต้นทุนที่เกิดจากความเสียหายของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดคืออยู่ในช่วง 467 - 687 บาทต่อตัน โดยมากกว่าทางเลือกที่ 2 (การกำจัดขยะด้วยวิธีทางกลและชีวภาพ) ที่มีต้นทุนที่เกิดจากความเสียหายของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งมีต้นทุนเท่ากับ 41 - 60 บาทต่อตัน เนื่องจากการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลเป็นการหมักแบบไร้อากาศ ทำให้เกิดก๊าซมีเทนที่เป็นสาเหตุของการเกิดก๊าซเรือนกระจกได้มากกว่า ทางเลือกที่ 2 เนื่องจากมีปริมาณขยะที่นำไปฝังกลบเพียงร้อยละ 13 ของปริมาณขยะทั้งหมด ทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบมีค่าน้อย

เมื่อพิจารณามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมของทั้ง 2 ทางเลือก พบว่า ทางเลือกที่ 2 มีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมต่ำสุด คือมีต้นทุนต่อหน่วยระหว่าง 412 - 518 บาทต่อตัน โดยขึ้นอยู่กับอัตราคิดลดที่พิจารณา รองลงมาคือทางเลือกที่ 1 ที่มีต้นทุนต่อหน่วยระหว่าง 805 - 1,158 บาทต่อตัน

## ตอนที่ 2 สัดส่วนต้นทุนประสิทธิภาพ (CE ratio) ของแต่ละทางเลือก

สัดส่วนต้นทุนประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือก คือ ต้นทุนที่ทำให้ขยะลดลงหนึ่งตันของแต่ละทางเลือกตลอดอายุโครงการ 20 ปี สามารถได้ตั้งสมการ โดยทางเลือกที่มีต้นทุนต่อประสิทธิภาพต่ำสุด แสดงถึงการใช้ต้นทุนที่น้อยที่สุดในการกำจัดขยะหนึ่งตัน

$$CE_i = \frac{C_i}{E_i} \quad \text{เมื่อ} \quad C_i = \sum_{t=0}^{n-1} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

กำหนดให้

$CE_i$	=	ประสิทธิภาพของโครงการที่ $i$ ( $i = 1, 2, 3$ )
$C_i$	=	ค่าปัจจุบันของต้นทุนโครงการที่ $i$
$E_i$	=	ประสิทธิภาพของโครงการที่ $i$
$r$	=	อัตราคิดลด
$n$	=	อายุโครงการ (20 ปี)
$t$	=	เวลาที่ $t$ ( $t = 0, 1, 2, 3, \dots, n$ )
$i$	=	ลำดับโครงการที่ $i$

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าปัจจุบันของต้นทุนต่ำสุดของแต่ละทางเลือก

สถานการณ์	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
<b>อัตราการเกิดขยะ 1.48 กก./คน/วัน</b>			
<b>1. การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล</b>			
1.1 ปริมาณขยะที่เกิดขึ้น (ตัน)	163,906	163,906	163,906
1.2 ต้นทุนการจัดการขยะ (ล้านบาท)	190	162	132
<b>ต้นทุนต่ำสุด (บาทต่อตัน)</b>	<b>1,158</b>	<b>990</b>	<b>805</b>
<b>2. การกำจัดขยะด้วยระบบเชิงกลและชีวภาพ (MBT)</b>			
2.1 ปริมาณขยะที่เกิดขึ้น (ตัน)	163,906	163,906	163,906
2.2 ต้นทุนการจัดการขยะ (ล้านบาท)	85	77	68
<b>ต้นทุนต่ำสุด (บาทต่อตัน)</b>	<b>518</b>	<b>468</b>	<b>412</b>



จากตารางที่ 4.6 สามารถสรุปได้ว่า ในการศึกษาทางเลือกที่มีต้นทุนในการกำจัดขยะต่อตันต่ำสุด เมื่อทดสอบโดยใช้อัตราคิดลดร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 พบว่า ทางเลือกที่มีต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดคือ ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะด้วยระบบทางกลและชีวภาพ รองลงมาคือ ทางเลือกที่ 1 การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ลำดับของทางเลือกในการจัดการขยะมูลฝอย โดยเรียงลำดับจากต้นทุนต่ำสุด (บาทต่อตัน)

ต้นทุนต่อหน่วย (บาทต่อตัน)			
อัตราการผลิตขยะ (กก./คน/วัน)		1.48	
อัตราคิดลด (ร้อยละ)	3	5	8
ทางเลือกที่ 2 (การกำจัดขยะด้วยระบบเชิงกลและชีวภาพ)	518	468	412
ทางเลือกที่ 1 (การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล)	1,158	990	805

### ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวเพื่อดูว่าหากปริมาณขยะเพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราการผลิตขยะต่อคนเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อความเป็นไปได้ของแต่ละทางเลือกในการกำจัดขยะของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรีอย่างไร โดยในการศึกษานี้ได้กำหนดให้อัตราการผลิตขยะต่อคนเพิ่มขึ้นจากอัตราการผลิตขยะในขณะที่ทำการศึกษาจาก 1.48 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน เป็น 5 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน

ตารางที่ 4.8 ค่าปัจจุบันของต้นทุนต่ำสุดของแต่ละทางเลือกตลอดอายุโครงการ 20 ปี

สถานการณ์	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
อัตราการผลิตขยะ 5 กก./คน/วัน			
1. การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล			
1.1 ปริมาณขยะที่เกิดขึ้น	552,076	552,076	552,076

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

สถานการณ์	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
<b>อัตราการผลิตขยะ 5 กก./คน/วัน</b>			
(ตัน)			
1.2 ต้นทุนการจัดการ ขยะ (ล้านบาท)	624	530	427
ต้นทุนต่ำสุด (บาทต่อตัน)	1,130	960	773
<b>2. การกำจัดขยะด้วยระบบเชิงกลและชีวภาพ (MBT)</b>			
2.1 ปริมาณขยะที่ เกิดขึ้น (ตัน)	552,076	552,076	552,076
2.2 ต้นทุนการจัดการ ขยะ (ล้านบาท)	263	239	211
ต้นทุนต่ำสุด (บาทต่อตัน)	477	432	382

ผลการศึกษา พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณอัตราการเกิดขยะจาก 1.48 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน เป็น 5 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ทางเลือกที่มีต้นทุนในการกำจัดขยะต่อตันต่ำสุด โดยใช้อัตราคิดลด ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 คือ ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะด้วยระบบทางกลและชีวภาพ มี ต้นทุนต่อหน่วย 382-477 บาท ณ ราคาของปี พ.ศ. 2558 ขึ้นอยู่กับอัตราคิดลดที่พิจารณา (ตารางที่ 4.8) ดังนั้น แม้อัตราการผลิตขยะเพิ่มขึ้นก็ไม่ส่งผลต่อลำดับของทางเลือก (ตารางที่ 4.9) โดย ทางเลือกที่มีต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดยังคงเป็นทางเลือกที่ 2 คือ การกำจัดขยะด้วยระบบทางกลและ ชีวภาพ

ตารางที่ 4.9 ลำดับของทางเลือกในการจัดการขยะมูลฝอย โดยเรียงลำดับจากต้นทุนต่ำสุด (บาทต่อตัน)

อัตราการผลิตขยะ (กก./คน/วัน)	ต้นทุนต่อหน่วย (บาทต่อตัน)					
	3	5	8	3	5	8
อัตราคิดลด (%)						
ทางเลือกที่ 2	518	468	412	477	432	382
ทางเลือกที่ 1	1,158	990	805	1,130	960	773



## บทที่ 5

# สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

### 1. สรุปการวิจัย

การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและสถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี รวมถึงทำการศึกษารูปแบบและแนวทางเลือกที่เป็นไปได้ในการจัดการขยะมูลฝอย เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนและประสิทธิผลของการจัดการขยะมูลฝอย เพื่อหาทางเลือกที่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ รวมถึงการทดสอบความอ่อนไหวของตัวแปรที่สำคัญที่คาดว่าจะมีผลต่อการศึกษาในการจัดการขยะมูลฝอยในแต่ละทางเลือก โดยในการศึกษานี้ได้ทำการเก็บข้อมูลปฐมภูมิจาก 3 แหล่งที่สำคัญได้แก่

1.1 การสัมภาษณ์เชิงลึกกับเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน ได้แก่ ข้อมูลด้านเทคนิคงบประมาณ ตลอดจนปัญหาอุปสรรคในการจัดการขยะมูลฝอย เป็นต้น

1.2 การลงพื้นที่ศึกษาและสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลท่าวังผา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน เพื่อศึกษากระบวนการและวิธีการดำเนินงาน รวมถึงค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะด้วยวิธีเชิงกลและชีวภาพ สำหรับใช้เป็นพื้นที่ต้นแบบของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

1.3 การสัมภาษณ์วิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญเรื่องการศึกษาออกแบบและก่อสร้างศูนย์กำจัดขยะ เพื่อหาข้อมูลในการออกแบบสิ่งกบขยะ อาคารและสิ่งก่อสร้างในสถานที่กำจัดขยะ

ขณะที่การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิได้รวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่นำเสนอไว้ในรูปของรายงานและการวิจัยต่างๆ เช่น ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมการปกครอง ธนาคารแห่งประเทศไทย เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน เทศบาลตำบลท่าวังผา เป็นต้น เพื่อหาข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับเทคโนโลยีการจัดการขยะ สถิติประชากร ปริมาณขยะ ต้นทุนการจัดการขยะสำหรับแต่ละทางเลือก รวมถึงการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประมาณการและคำนวณต้นทุนในการกำจัดขยะมูลฝอยในแต่ละทางเลือก เพื่อหาทางเลือก

ที่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์กับเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า วิธีการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ที่มีต้นทุนต่อหน่วยในการจัดการขยะมูลฝอยต่ำสุด คือ การจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีทางกลและชีวภาพ (Mechanical and Biological Treatment, MBT)

## 2. อภิปรายผล

### 2.1 สถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

ผลการศึกษาสถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี พบว่า เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนมีหน้าที่รับผิดชอบการกำจัดขยะมูลฝอยของพื้นที่ที่รับผิดชอบในเขตของตนเอง มีปริมาณขยะเกิดขึ้น 20 ตันต่อวัน การกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนสามารถนำไปกำจัดได้ทั้งหมดโดยใช้วิธีเทกองฝังกลบแบบไม่ถูกหลักสุขาภิบาล ไม่มีมาตรการป้องกันน้ำชะมูลฝอยปนเปื้อนลงในแหล่งน้ำธรรมชาติ ไม่มีมาตรการควบคุมกลิ่น แผลงรบกวน และการแพร่กระจายของเชื้อโรคสู่สภาพแวดล้อม ปัจจุบันมีประชาชนได้รับผลกระทบจากปัญหาแมลงรบกวน และการรั่วซึมของน้ำชะขยะ รวมถึงได้เกิดปัญหาการลุกลามของกองขยะ ทำให้เทศบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายในการแก้ปัญหาปีละ 2 ล้านบาท

### 2.2 ทางเลือกที่เป็นไปได้ในการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

ผลการศึกษาทางเลือกที่เป็นไปได้ในการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ได้แก่ 1) ทางเลือกที่ 1 การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล เป็นวิธีการที่สามารถดำเนินการได้ง่าย มีมาตรการป้องกันผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม ด้วยการปูพื้นบ่อฝังกลบด้วยพลาสติก มีระบบท่อรวบรวมน้ำชะขยะ ระบบท่อระบายก๊าซ รวมถึงมีระบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบกับการดำเนินการฝังกลบจะต้องดำเนินการทุกวัน ไม่มีการกองขยะไว้กลางแจ้ง ทำให้สามารถป้องกันการเกิดแมลงรบกวน ขยะปลิวฟุ้งกระจาย และควบคุมกลิ่นได้ แต่การจัดการขยะด้วยวิธีการนี้จะต้องใช้ที่ดินมาก ซึ่งการจัดหาที่ดินทำได้ยากและมีค่าใช้จ่ายสูง และ 2) ทางเลือกที่ 2 การบำบัดด้วยวิธีทางกลและชีวภาพ เป็นวิธีการจัดการขยะมูลฝอยแบบผสมผสาน ที่มีการคัดแยกขยะรีไซเคิลเพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้ ขยะส่วนที่เหลือจะ

นำไปหมักแบบใช้อากาศเพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นเหม็นจากก๊าซมีเทน จากนั้นจะนำขยะที่ย่อยสลายแล้วมาแยกเป็นสารปรับปรุงดิน และเชื้อเพลิงพลาสติก การจัดการด้วยวิธีนี้จะลดผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม รวมถึงลดปริมาณการฝังกลบขยะ

### 2.3 การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของการจัดการขยะในแต่ละทางเลือก

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของการจัดการขยะในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งพิจารณาต้นทุนของสังคม (Social Cost) ประกอบด้วย ต้นทุนเอกชน (Private Cost) อันได้แก่ ต้นทุนที่ใช้ในการกำจัดขยะ ค่าเสียโอกาสที่ดิน และต้นทุนผลกระทบภายนอก (External Cost) ได้แก่ มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเมื่อพิจารณาที่อัตราคิดลดร้อยละ 3 พบว่า ทางเลือกที่มีต้นทุนในการกำจัดขยะหนึ่งตันต่ำสุด คือ ทางเลือกที่ 2 การจัดการขยะมูลฝอยด้วยระบบทางกลและชีวภาพ 518 บาทต่อตัน รองลงมาคือ ทางเลือกที่ 1 การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล 1,158 บาทต่อตัน

เมื่อพิจารณาต้นทุนรวมของการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี เพื่อวิเคราะห์หาทางเลือกที่มีต้นทุนประสิทธิภาพสูงสุด โดยการพิจารณาทางเลือกที่มีต้นทุนในการกำจัดขยะหนึ่งตันต่ำสุด พบว่า ในการศึกษาครั้งนี้ ทางเลือกที่ 2 การจัดการขยะมูลฝอยด้วยระบบทางกลและชีวภาพ เป็นทางเลือกที่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุดสำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

### 2.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

การศึกษานี้จะวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการด้วยการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของอัตราคิดลด ได้แก่ ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และ ร้อยละ 8 และอัตราการผลิตขยะเพิ่มขึ้น จาก 1.48 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน เป็น 5 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ผลการศึกษา พบว่า เมื่อคำนวณโดยใช้ อัตราคิดลดร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และ ร้อยละ 8 ไม่ส่งผลกระทบต่ออันดับของทางเลือก กล่าวคือ ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะด้วยระบบทางกลและชีวภาพ ยังคงมีต้นทุนในการกำจัดขยะต่ำสุดในช่วง 412 – 518 บาทต่อตัน ณ ราคาของปี พ.ศ. 2558 รองลงมาคือ ทางเลือกที่ 1 การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนการกำจัดขยะ 805 – 1,158 บาทต่อตัน ณ ราคาของปี พ.ศ. 2558 โดยขึ้นอยู่กับอัตราคิดลดที่พิจารณา และเมื่อคำนวณ โดยใช้อัตราการผลิตขยะเท่ากับ 5 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ก็ยังคงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลำดับของทางเลือก กล่าวคือ ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะด้วยระบบทางกลและชีวภาพ มีต้นทุนในการกำจัดขยะต่ำสุดในช่วง 382-477 บาท ณ ราคาของปี

พ.ศ. 2558 รองลงมาคือทางเลือกที่ 1 การฝั่งกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนการกำจัดขยะอยู่ในช่วง 773 – 1,130 บาทต่อตัน ณ ราคาของปี พ.ศ. 2558 โดยขึ้นอยู่กับอัตราคิดลดที่พิจารณา

### 3. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ทำให้ได้ข้อเสนอแนะอันจะเป็นแนวทางสำหรับเทศบาลและผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป ดังนี้

3.1 ในการศึกษาในอนาคต ถ้าจะมีการศึกษาทางเลือกในการจัดการขยะมูลฝอย น่าจะมีการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมผลกระทบภายนอกให้ครบถ้วน โดยเป็นการวิเคราะห์ประโยชน์และต้นทุนของโครงการ เช่น ในกรณีของการจัดการขยะด้วยวิธี MBT ก่อให้เกิดรายได้จากการขายขยะที่นำไปผ่านกระบวนการเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น พลาสติก กระดาษ เป็นต้น

3.2 การดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยเป็นเรื่องที่ต้องตัดสินใจโดยอาศัยบริบทและข้อจำกัดของพื้นที่นั้นๆ เช่น การกำจัดขยะด้วยการเผาอาจไม่เหมาะสมกับพื้นที่ที่มีองค์ประกอบของขยะอินทรีย์สูง เป็นต้น

3.3 การจัดการขยะมูลฝอยด้วยระบบทางกลและชีวภาพ ถึงแม้จะเป็นทางเลือกที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการศึกษาในครั้งนี้ แต่ในการดำเนินการจริงถ้าพิจารณาเพียงขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนเท่านั้น อาจมีปัญหาเรื่องของปริมาณขยะไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีแผนรองรับโดยการรับขยะจากเทศบาลใกล้เคียงเพื่อก่อให้เกิดการประหยัดจากขนาด (economy of scale) เพื่อลดต้นทุนต่อหน่วยในการจัดการขยะมูลฝอย และยังเป็นการสร้างเสถียรภาพแก่ระบบจัดการขยะในระยะยาว อย่างไรก็ตาม เทศบาลควรสร้างความเข้าใจกับประชาชนในพื้นที่ถึงวิธีการจัดการขยะแบบศูนย์รวมว่าจะไม่ส่งผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม รวมถึงชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ที่ประชาชนในพื้นที่จะได้รับ เช่น การบรรเทาผลกระทบภายนอกทางลบที่เกิดจากการกองขยะในที่โล่ง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องควันไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ กลิ่นเหม็นที่สร้างความรำคาญให้กับครัวเรือนที่อาศัยอยู่ใกล้กองขยะ ตลอดจนลดความเสี่ยงที่จะมีการปนเปื้อนของสารพิษจากกองขยะลงน้ำใต้ดิน หรือน้ำในแม่น้ำลำคลอง เป็นต้น

3.4 ในการดำเนินการเพื่อให้การจัดการขยะมูลฝอยด้วยระบบทางกลและชีวภาพมีประสิทธิภาพมากขึ้น เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อนควรมีมาตรการณรงค์เพื่อสร้างแรงจูงใจให้คนในชุมชนหันมาคัดแยกขยะมากขึ้น เพื่อลดจำนวนขยะที่จะเข้าสู่ระบบการจัดการ

3.5 นโยบายต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเปลี่ยนผู้นำ ทำให้การดำเนินการเรื่องการจัดการขยะไม่เกิดผลอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การให้ความสำคัญต่อความต่อเนื่องของการดำเนินนโยบายมีความสำคัญต่อการบริหารจัดการขยะอย่างยั่งยืน





บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กรมการศึกษานอกโรงเรียน, และ วิทยา ยงเจริญ. (2558). การศึกษารูปแบบการจัดตั้งโรงงานแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิง กรณีศึกษาเทศบาลนครนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี. วารสารวิจัยพลังงาน. 12(2), 37-46.
- กฤตภาส มงคลธำรงกุล, และ ประพิศารีย์ ธนารักษ์. (2555). การประเมินโครงการแปรรูปขยะเป็นพลังงานในเขต. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. หน้า 3-12.
- กฤษฎา ปรีชาบริสุทธิ์กุล. (2553). การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก ตำบลอุดมทรัพย์ จังหวัดนครราชสีมา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากร)). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2549). การจัดการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี. ไกรวิทย์ ปุณฺณกุล. (2559, 10 มีนาคม). วิศวกร บริษัท เอสซีจีซีเมนต์ จำกัด [บทสัมภาษณ์].
- ชัยรัตน์ บุญนาถ. (2548). การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการกำจัดขยะมูลฝอยแบบผสมผสานของเทศบาลเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- จิตินันท์ สายเงิน. (2544). การประเมินมูลค่าความเต็มใจยอมรับของชุมชนต่อพื้นที่ฝังกลบขยะตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ทิพย์สุภินทร์ หินชูย. (2556). การศึกษาการกำจัดขยะชุมชนเพื่อผลิตพลังงานโดยใช้เทคโนโลยีพลาสมาแก๊สซิฟิเคชัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาคุยฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุรนารี, นครราชสีมา.
- ทรงศักดิ์ ทรัพย์ประพุกย์. (2545). การปลดปล่อยก๊าซมีเทนและสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายจากพื้นที่ฝังกลบ มูลฝอยเทศบาลแบบเทกองเปิด และแบบสุขาภิบาล. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- เทศบาลตำบลท่าวังผา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน. (2559). โครงการเมืองใช้ประโยชน์จากขยะ. เอกสารประกอบการติดตามผลการดำเนินงาน.
- เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน. (ม.ป.ป.). แบบสำรวจข้อมูลองค์ประกอบส่วนท้องถิ่นที่มีแผนในการนำขยะมูลฝอยมาผลิตพลังงานไฟฟ้า. จันทบุรี : เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน.

- ชนพล เกษมศรีธนาวัฒน์. (2551). *การปลดปล่อยก๊าซมีเทน และสารอินทรีย์ระเหยจากมูลฝอยใหม่ และมูลฝอยเก่าในพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และกองมูลฝอย กลางแจ้ง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- ชราธร มิตรวิเชียร. (2558, 8 ธันวาคม). *หัวหน้าฝ่ายปกครอง เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี*. [บทสัมภาษณ์]
- บุรินทร์ โชติชัยชรินทร์, เรวดี จรุงรัตนางค์, อัจฉรา อัสวรจุกุลชัย, กุลวดี แก่นสันติมงคลกุล. (2559). *การวิเคราะห์ต้นทุนค่าสุดของการจัดการขยะแก้วพลาสติกใน มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา*. (วิทยานิพนธ์). มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม.
- ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ. (2542). *การวางแผนและการวิเคราะห์โครงการ*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ประพันธ์ มุสิกพันธ์. (2541). *การวิเคราะห์ทางการเงินในการกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมการบำบัดน้ำเสีย กรณีศึกษา: โครงการระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา*. (โครงการศึกษาพิเศษ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- ปราโมช เชื้อวชาญ. (2557). *การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (จุลสารสาขาวิชาวิทยาศาสตร์) สุขภาพออนไลน์, ฉบับที่ 3*.
- ปรัชญ์ ปราบปรักษ์. (2554). *เศรษฐศาสตร์ชั้นกลาง: ฉบับสังเขป*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- พิณทิพย์ ศรีสมัย. (2552). *การวิเคราะห์ต้นทุน – ผลประโยชน์ในการบริหารจัดการมูลฝอยของ เทศบาลนครสงขลา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, ตรัง.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2552). *พื้นฐานการจัดการทรัพยากรเกษตรและสิ่งแวดล้อม*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2554). *เศรษฐศาสตร์เกษตรและการจัดการทรัพยากรเกษตร*. (พิมพ์ครั้งที่ 1) นนทบุรี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- เยาวเรศ ทับพันธุ์. (2543). *การประเมินโครงการตามแนวทางเศรษฐศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- รุจิพร หลวงฟอง. (2556). *การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าชุมชนพลังงานชีวมวล ตำบลห้วยยาว อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- เรวดี จรุงรัตนางค์. (2559). *การวิเคราะห์ต้นทุนและประโยชน์*. เอกสารประกอบการสอน.

- วรวิทย์ พลศักดิ์, สมศักดิ์ พิทักษานุรัตน์, ชีระ ฤทธิรอด. (2558). *ต้นทุนการกำจัดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยขอนแก่น. ประชุมวิชาการทางธุรกิจและนวัตกรรมทางการจัดการระดับชาติและนานาชาติ ประจำปี 2558*. หน้า 1721-1727.
- วรางคณา กิจเกื้อกูล. (2541). *การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองภูเก็ต. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์) ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- วรเวศม์ สุวรรณระดา. (2557). *เศรษฐศาสตร์สาธารณะ. (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชัย โสสุวรรณจินดา. (2558). *มาตรการทางกฎหมายในการจัดการขยะมูลฝอยของประเทศไทย. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม, ปี 11 (2), 78.*
- ศศิวิมล สำเนียงวรรณ. (2556). *การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีการเผาในเตาเผาในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากร))*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีวมวล มหาวิทยาลัยสุรนารี. (2552). *การศึกษาแนวทางการบริหารจัดการขยะชุมชนเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนแบบครบวงจร (ระดับชุมชน)*. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร.
- สมชาย แสงวิมาน. (2555). *การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลการบำบัดน้ำเสีย: กรณีศึกษาคังน้ำมันบริเวณแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร. (การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- ส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ. (2552). *การกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล*. หน้า 3 – 4.
- ส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ. (2560). *สถานการณ์ขยะมูลฝอยของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2559. รายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2559*, หน้า 4 – 6.
- ส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล. (2552). *การกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล. กรมควบคุมมลพิษ*. กรุงเทพมหานคร : กรมควบคุมมลพิษ.
- ส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล. (ม.ป.ป.). *คู่มือการจัดทำโครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบจัดการมูลฝอยแบบครบวงจรสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น*. กรุงเทพมหานคร. กรมควบคุมมลพิษ.

- สุกัญญา พงษ์เจตสุพรรณ. (2559, 20 มีนาคม). *หัวหน้าฝ่ายบริหารงานสาธารณสุข เทศบาลตำบลท่า  
วังผา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน*. [บทสัมภาษณ์]
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและ  
สังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 – 2564*. กรุงเทพมหานคร.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2556). *คู่มือคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก  
การจัดขยะมูลฝอยโดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต, โครงการตรวจวัด รายงานผล  
และการทวนสอบ สำหรับการพัฒนาแบบคาร์บอนต่ำในเอเชีย, หน้า 6 – 10*.
- อริศรา ร่มเย็น. (2549). *การประเมินทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมในการนำซากมูลฝอยเก่าจากบ่อ  
ฝังกลบแบบอุกหลักสุขาภิบาลมาผลิตเป็นพลังงานมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดสงขลาและ  
จังหวัดพัทลุง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลา  
นครินทร์, สงขลา.
- อัสมิงพนธ์ รัตติกม. (2552). *วิเคราะห์เศรษฐกิจไทย*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร:  
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อัจฉรา อัสวรจุกุลชัย, พิมพ์พรรณ หาญศึก, เพียงใจ พิระเกียรติขจร. (2554). *แนวทางการจัดการขยะ  
ให้เหลือศูนย์ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา*. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม. 7(1).  
17-29.
- อารีรักษ์ เบี้ยแก้ว, และ เรวดี จรุงรัตนพงศ์. (2559). *ต้นทุนสังคมของความแออัดด้านจราจรใน  
กรุงเทพฯ. การประชุมวิชาการในการนำเสนอผลงานวิทยานิพนธ์ด้านเศรษฐศาสตร์  
ระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 10 ประจำปี 2559*, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- C. Chiemchaisri, J.P. Juanga, C. Visvanathan. (2007). *Municipal Solid Waste Management in  
Thailand and Disposal Emission Inventory*. Journal of Environmental Monitoring  
Assessment. Vol.135: 13-20.
- Chak Cherdsatirkul. (2012). *Generation and Disposition of Municipal Solid Waste (MSW)  
Management in Thailand*. Earth Engineering Center.
- Dondej Tungtakanpoung. (2006). *Characteristics of Solid Waste after Mechanical Biological  
Treatment (MBT): A Case Study of Phitsanulok, Thailand*. Journal of Research in  
Engineering and Technology, 3(3), 241-251.
- Rawadee Jarungrattanapong, Siriporn Sajjanand. (2012). *Analysis of Policy Options to Convert  
Human-Elephant Conflict Into Human-Elephant Harmony*. Research Report.

- Sirintornthep Towprayoon. (1995). Methane Emission in Thailand and the Utilization of Methane Emission from Sanitary Landfill as Energy Sources. SCNCER Technical Information Service, 124-129.
- U.S. EPA. (2015). Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866. Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, United States Government.



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวอภิญญา นิลยอง
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 11 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2529
สถานที่เกิด	อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี
ประวัติการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2554
สถานที่ทำงาน	สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ
ตำแหน่ง	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน

