การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอย ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

นายวิสนุ่ญ์ ชอบธรรม

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกเศรษฐศาสตร์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2561

The Cost-Benefit Analysis of Solid Waste Management in Nonthaburi Provincial Administrative Organization

Mr. Wisanu Chobtham

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Economics in Economics

School of Economics

Sukhothai Thammathirat Open University

2018

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี
ชื่อและนามสกุล	นายวิสนุญ์ ชอบธรรม
วิชาเอก	เศรษฐศาสตร์
สาขาวิชา	เศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรวดี จรุงรัตนาพงศ์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 23 มกราคม 2562

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรวดี จรุงรัตนาพงศ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะศิริ เรืองศรีมั่น)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาเศรษฐศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอย
ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี
ผู้ศึกษา นายวิสนุณ์ ชอบธรรม **รหัสนักศึกษา** 2596000188 **ปริญญา** เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรวดี จรุงรัตนาพงศ์ **ปีการศึกษา** 2561

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดนนทบุรี โดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี 2) วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

ข้อมูลจากการศึกษานี้รวบรวมจากข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลทุติยภูมิจากงานวิจัยในอดีตและข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของทางเลือกที่เป็นไปได้ในการกำจัดขยะมูลฝอย 3 ทางเลือก ได้แก่ ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (สถานการณ์ปัจจุบัน) ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผาร่วมกับเทคโนโลยีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะร่วมกับเทคโนโลยีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และทดสอบความอ่อนไหวของผลการศึกษาด้วย (1) อัตราคิดลด (ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และ ร้อยละ 8) (2) การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20 (3) ราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ในการฝังกลบเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 และ (4) อายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลงซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพิ่มขึ้น

ผลการศึกษา พบว่า 1) การจัดการขยะมูลฝอยในสถานการณ์ปัจจุบันในพื้นที่ศึกษามีจัดการด้วยเทคโนโลยีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และ 2) ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน พบว่า ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะร่วมกับเทคโนโลยีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ให้ผลตอบแทนสุทธิมากที่สุด โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 18,527 – 21,332 ล้านบาท ณ ราคาคงที่ พ.ศ. 2561 ตามอัตราคิดลดที่แตกต่างกัน และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวทั้ง 3 ตัวแปร พบว่า ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลำดับทางเลือกแต่อย่างใด การที่ทางเลือกที่ 3 จะมีความเป็นไปได้มากขึ้น จึงควรส่งเสริมให้มีมาตรการสร้างแรงจูงใจในการคัดแยกขยะตั้งแต่ระดับครัวเรือน

คำสำคัญ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย ขยะครัวเรือน

Independent Study title: The Cost-Benefit Analysis of Solid Waste Management in Nonthaburi Provincial Administrative Organization
Author: Mr.Wisanu Chobtham; **ID:** 2596000188; **Degree:** Master of Economics;
Independent Study advisor: Dr.Rawadee Jarungrattanapong, Assistant Professor;
Academic year: 2018

Abstract

The objectives of this study are 1) to study information of municipal solid waste management in Nonthaburi Provincial Administrative Organization and 2) to conduct the cost-benefit analysis of solid wastes management in Nonthaburi Provincial Administrative Organization.

The data used in this study were collected from primary data by interviewing related officers as the key informants and secondary data were collected from related research. The cost- benefit analysis (CBA) was used as a tool to compare the three policy options of solid waste management over 20 years period; namely sanitary landfill (status quo), the incinerator and Sanitary Landfill, and the refuse derived fuel (RDF) and sanitary landfill. The parameters for the sensitivity analysis were (1) discount rates (3 %, 5 %, and 8 %); (2) the increasing rate of solid waste generation by 20 % per year; (3) the increasing land price of sanitary landfill by 30%; and (4) the decreasing lifetime of machinery and equipment leading to the higher maintenance costs.

The results of this study reveal that 1) the current solid waste management (status quo) in the study area is the sanitary landfill and 2) the results of the cost-benefit analysis of solid wastes management shows that Option 3the Refuse Derived Fuel (RDF) and Sanitary Landfill, provides the highest net benefits. The present values of the net benefits of Option 3 vary between 18,527 - 21,332 million baht at the 2018 constant price with different discount rates. The sensitivity tests for those three parameters has no effect of the ranking of the options. To promote the possibility of Option 3 the waste segregation campaign to encourage people in the community to segregate their waste before disposal is needed.

Keywords: Cost-Benefit Analysis (CBA), Solid Waste Disposal Technologies, Household Solid Waste

กิตติกรรมประกาศ

การทำหัวข้อค้นคว้าอิสระครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เรวดี จรุงรัตนาพงศ์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและติดตามการจัดทำหัวข้อค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ อย่างใกล้ชิดตลอดมา รวมถึงรองศาสตราจารย์ ดร. อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์ ที่กรุณาเสียสละเวลา อันมีค่าเพื่อเป็นคณะกรรมการสอบหัวข้อค้นคว้าอิสระครั้งนี้ พร้อมทั้งได้แนะนำสิ่งที่เป็นประโยชน์ ต่อการจัดทำหัวข้อค้นคว้าอิสระให้เสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ พันตำรวจเอกธงชัย เย็นประเสริฐ นายกองค์การบริหารส่วนจังหวัด นนทบุรี คุณอุดร ระโหฐาน ผู้อำนวยการกองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม องค์การบริหาร ส่วนจังหวัดนนทบุรี และคุณดวงเนตร วรเพชรายุทธ นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ องค์การ บริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลและแนะนำการจัดทำหัวข้อค้นคว้าอิสระครั้งนี้

นอกจากนี้ ผู้จัดทำหัวข้อค้นคว้าอิสระครั้งนี้ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สาขาวิชา เศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช และผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดทำหัวข้อค้นคว้าอิสระ ครั้งนี้ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้การส่งเสริม สนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

วิสนุญ์ ชอบธรรม

มกราคม 2562

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ในการศึกษา 5
ขอบเขตของการศึกษา 5
นิยามศัพท์เฉพาะ 5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 8
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน 10
วรรณกรรมในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน 16
หลักการจัดการและเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย 34
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา 44
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 44
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 44
การเก็บรวมรวมข้อมูล 46
การวิเคราะห์ข้อมูล 46
การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการ (Cost-Benefit Analysis, CBA) 47
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 66
ตอนที่ 1 ทางเลือกที่เป็นไปได้ของโครงการ 66
ตอนที่ 2 ต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก 79
ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน
ของแต่ละทางเลือก (Cost-Benefit Analysis) 100

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 113

สรุปการศึกษา 113

อภิปรายผล 114

ข้อเสนอแนะ 121

บรรณานุกรม 125

ประวัติผู้ศึกษา 133

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยทั่วราชอาณาจักร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 - 2559 2
ตารางที่ 1.2 จังหวัดที่มีปริมาณขยะมูลฝอยสูงสุด 10 อันดับแรก ในปี พ.ศ. 2559 3
ตารางที่ 1.3 เปรียบเทียบปริมาณขยะมูลฝอยของจังหวัดนนทบุรี ในปี พ.ศ. 2557 - 2559 3
ตารางที่ 1.4 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี 4
ตารางที่ 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน ของโครงการกำจัดขยะ 17
ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีสำหรับการแปรรูปขยะมูลฝอย ให้เป็นพลังงาน 39
ตารางที่ 3.1 แสดงต้นทุนและแหล่งข้อมูลในแต่ละทางเลือก 59
ตารางที่ 4.1 การจำแนกผลตอบแทนและต้นทุนของแต่ละทางเลือก 67
ตารางที่ 4.2 อัตราการเติบโตของประชากรในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี 69
ตารางที่ 4.3 แสดงอัตราปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน) และ จำนวนประชากร (คน) ในจังหวัดนนทบุรีช่วงปี พ.ศ. 2550 - 2559 70
ตารางที่ 4.4 อัตราการเติบโตของประชากรในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี 71
ตารางที่ 4.5 ปริมาณขยะมูลฝอยตลอดอายุของโครงการ 20 ปี 72
ตารางที่ 4.6 สรุปราคาประเมินทุนทรัพย์ที่ดินรอบบัญชี ปี พ.ศ. 2559 – 2562 รอบพื้นที่ฝั่งกลบเดิม 73
ตารางที่ 4.7 ราคาสินค้าเกษตรที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา (ช่วงมกราคม 2552 – กรกฎาคม 2561) 74
ตารางที่ 4.8 สถิติการปลูกข้าว จังหวัดนนทบุรี ปีเพาะปลูก 2548/49 - 2557/58 (STATISTICS OF RICE CULTIVATION, NONTHABURI PROVINCE: CROPS YEAR 2005/06 - 2014/15) 75
ตารางที่ 4.9 ค่าเสียโอกาสของที่ดิน – จากการเพาะปลูกข้าว (ข้าวเจ้า) 75
ตารางที่ 4.10 อัตรา Feed-in Tariff (FiT) สำหรับโครงการผลิตไฟฟ้า จากพลังงานหมุนเวียน ขนาดเล็ก (VSPP) กรณีกำลังการผลิตเกินกว่า 3 เมกะวัตต์ – การจัดการขยะแบบผสมผสาน 77
ตารางที่ 4.11 การกำหนดข้อสมมติการศึกษา 77

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.12 มูลค่าผลกระทบจากบ่อขยะมูลฝอย 80
ตารางที่ 4.13 ข้อสมมติในการวิเคราะห์ 84
ตารางที่ 4.14 แสดงต้นทุนผลกระทบภายนอกต่อสิ่งแวดล้อมจากโรงไฟฟ้าทางเลือกที่ 2 87
ตารางที่ 4.15 ความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าทางเลือกที่ 2 89
ตารางที่ 4.16 แสดงสัดส่วนปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกกำจัดสำหรับทางเลือกที่ 2 90
ตารางที่ 4.17 ข้อสมมติในการวิเคราะห์ทางเลือกที่ 3 96
ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2) 98
ตารางที่ 4.19 ผลการคำนวณวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก 101
ตารางที่ 4.20 ผลการคำนวณวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนต่อหน่วยของแต่ละทางเลือก 103
ตารางที่ 4.21 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20 107
ตารางที่ 4.22 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20 และราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินการเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 109
ตารางที่ 4.23 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20, ราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินการเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 และอายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลงส่งผลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 110

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ความเชื่อมโยงระหว่างฐานทรัพยากรธรรมชาติและระบบเศรษฐกิจ 9
ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบหลักของการจัดการขยะมูลฝอย 34
ภาพที่ 2.3 แนวคิดการจัดการขยะมูลฝอย 35
ภาพที่ 2.4 การจัดการขยะมูลฝอยแต่ละประเภทตามลักษณะขยะมูลฝอย 36
ภาพที่ 3.1 โรงไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย 48
ภาพที่ 3.2 กระบวนการทำงานของเตาเผาขยะมูลฝอย 49
ภาพที่ 3.3 เตาเผาชนิดมีแผงตะกรับ 50
ภาพที่ 3.4 ระบบเตาเผาขยะมูลฝอย (Incinerator) 50
ภาพที่ 3.5 เครื่องร่อนขยะจากหลุมฝังกลบ 52
ภาพที่ 3.6 เครื่องจักรสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) 52
ภาพที่ 3.7 กระบวนการรื้อวัสดุจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย และเครื่องจักรอุปกรณ์ 53
ภาพที่ 3.8 กระบวนการรื้อวัสดุจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย และเครื่องจักรอุปกรณ์ 54
ภาพที่ 3.9 เทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่น 55
ภาพที่ 3.10 เครื่องจักรสำหรับการผลิตไฟฟ้า เทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่น 56
ภาพที่ 3.11 ระบบฝังกลบขยะมูลฝอย 57
ภาพที่ 3.12 แผ่น High Density Polyethylene (HDPE) 57
ภาพที่ 3.13 การก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ส่วนขยาย 59
ภาพที่ 4.1 กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับทางเลือกที่ 2 86
ภาพที่ 4.2 กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับทางเลือกที่ 3 RDF + Gasification 93
ภาพที่ 4.3 กระบวนการผลิต RDF จากขยะมูลฝอยสด 94
ภาพที่ 4.4 กระบวนการผลิต RDF จากระบบรื้อวัสดุจากบ่อฝังกลบ 95

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตลอดช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมาการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นผลให้อุตสาหกรรมและชุมชนมีการขยายตัว การขยายตัวดังที่กล่าวนั้นนำมาสู่ปัญหาขยะมูลฝอย ซึ่งเป็นปัญหามาอย่างยาวนานจนกระทั่งกลายเป็นวิกฤตของชาติ การแก้ไขปัญหาดังกล่าว รัฐบาลจึงมีการกำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560 – 2564 ส่วนที่ 4 ยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ ยุทธศาสตร์ที่ 4 การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เป้าหมายที่ 3 สร้างคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี ลดมลพิษและลดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ระบบนิเวศ โดยให้ความสำคัญเป็นลำดับแรกกับการจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย โดยกำหนดสัดส่วนของขยะมูลฝอยชุมชนที่ได้รับการจัดการอย่างถูกต้องและนำไปใช้ประโยชน์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 โดยการเร่งรัดแก้ไขปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยตกค้างสะสมในพื้นที่วิกฤต ผลักดันการจัดทำแผนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในระดับจังหวัดและระดับท้องถิ่น ส่งเสริมการร่วมกลุ่มขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและการร่วมลงทุนของภาคเอกชน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการขยะ สนับสนุนการจัดการขยะแบบครบวงจรตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทางโดยลดปริมาณการผลิตขยะ และการส่งเสริมให้เกิดกลไกการคัดแยกขยะเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ให้มากที่สุด ส่งเสริมการแปรรูปขยะมูลฝอยและวัตถุดิบที่เหลือจากกระบวนการผลิตเป็นพลังงาน โดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่ ส่งเสริมการนำเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์มาใช้ในการบริหารจัดการขยะ โดยใช้หลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย ทบทวนหลักเกณฑ์การเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการขยะที่เหมาะสม รวมทั้งการสร้างวินัยคนในชาติเพื่อการจัดการขยะอย่างยั่งยืน และนอกจากนี้ ปัญหาขยะมูลฝอยยังกำหนดไว้ในแผนการปฏิรูปประเทศ ซึ่งได้มีการประกาศบังคับใช้แล้วเมื่อวันที่ 6 เมษายน 2561 ส่วนที่ 1 ภาพรวมการปฏิรูปประเทศด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

โดยรัฐบาลกำหนดออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะเร่งด่วน ระยะปานกลาง และระยะยาว

ตารางที่ 1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยทั่วราชอาณาจักร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 - 2559

ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะ (ตันต่อวัน)
2550	40,332.00
2551	41,064.00
2552	41,410.00
2553	41,532.00
2554	43,779.00
2555	43,432.58
2556	73,354.97
2257	71,779.00
2558	73,560.00
2559	74,130.74

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2561).

โดยในระยะเร่งด่วนมีพื้นที่เป้าหมาย 11 จังหวัด ได้แก่ การกำจัดขยะเก่าใน 6 จังหวัด คือ พระนครศรีอยุธยา สระบุรี นครปฐม สมุทรปราการ ลพบุรี ปทุมธานี และจังหวัดนำร่องที่จัดการขยะรูปแบบใหม่ 5 จังหวัด ได้แก่ คือ นนทบุรี ภูเก็ต สงขลา เชียงราย และกรุงเทพมหานคร

จังหวัดนนทบุรีมีปริมาณขยะติด 1 ใน 10 อันดับแรกของประเทศไทย โดยมีอันดับที่ 6 (ตารางที่ 1.2) โดยมีอัตราการเติบโตของปริมาณขยะเฉลี่ยร้อยละ 6.76 ต่อปีในช่วงปี พ.ศ. 2550 – 2559 และมีแนวโน้มว่าปริมาณขยะในจังหวัดนนทบุรีน่าจะเพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของเศรษฐกิจ ซึ่งถ้าไม่มีการวางแผนในการจัดการขยะ อาจจะส่งผลให้เกิดปัญหาในอนาคตได้

ในส่วนของจังหวัดนนทบุรี มีองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีเป็นผู้ดูแลและรับผิดชอบในการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการรับขยะมาจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดทั้ง 45 แห่ง โดยใช้วิธีการกำจัดแบบกองทิ้งไว้กลางแดดและฝั่งกลบ ภายในพื้นที่ศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย จำนวน 457 ไร่ ตั้งอยู่ ณ ตำบลคลองขวาง อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี

ตารางที่ 1.2 จังหวัดที่มีปริมาณขยะมูลฝอยสูงสุด 10 อันดับแรก ในปี พ.ศ. 2559

จังหวัด	ปริมาณขยะ (ตันต่อวัน)	ร้อยละ (100.00)
1. กรุงเทพมหานคร	11,530.00	15.55
2. ชลบุรี	2,619.72	3.53
3. นครราชสีมา	2,458.33	3.32
4. สมุทรปราการ	2,362.24	3.19
5. ขอนแก่น	1,946.02	2.63
6. นนทบุรี	1,679.23	2.27
7. ปทุมธานี	1,675.99	2.26
8. เชียงใหม่	1,658.50	2.24
9. สงขลา	1,624.59	2.19
10. อุดรธานี	1,622.03	2.19
11. อื่นๆ	44,954.09	60.64

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2561).

ตารางที่ 1.3 เปรียบเทียบปริมาณขยะมูลฝอยของจังหวัดนนทบุรี ในปี พ.ศ. 2557 - 2559

รายละเอียดขยะ	ปริมาณขยะ (ตันต่อวัน)			การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)		
ปี พ.ศ.	2557	2558	2559	2557	2558	2559
1. ที่เกิดขึ้น	1,616.89	1,624.14	1,679.23	N/a	+0.45	+3.39
2. ได้รับการจัดการ	1,278.86	1,301.43	1,189.26	N/a	+1.76	-8.62
3. จัดการแบบถูกต้อง	1,278.86	1,301.43	1,189.26	N/a	+1.76	-8.62
4. นำกลับมาใช้ประโยชน์	338.05	322.75	489.92	N/a	-4.52	+51.81

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2561).

ตารางที่ 1.4 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

ประเภทขยะมูลฝอย	ร้อยละ (100.00)
1. เศษอาหารและอินทรีย์สาร	40.55
2. พลาสติก	23.19
3. แก้ว	7.41
4. เศษกระดาษ/หนังสือพิมพ์/กล่อง	5.51
5. โลหะ	5.34
6. ผ้า	5.17
7. ยาง	1.48
8. ไม้	0.95
9. สารพิษ/สารอันตราย(ถ่านไฟฉาย/หลอดไฟ)	0.34
10. หิน/กระเบื้อง	0.31
11. หนัง	0.28
13. อื่นๆ	9.47

ที่มา: สำนักงานสถิติจังหวัดนนทบุรี, (2561).

สำหรับวิธีการกำจัดขยะของจังหวัดนนทบุรี โดยศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีในปัจจุบันใช้วิธีตากแดดทิ้งไว้และฝั่งกลบ บนพื้นที่บ่อ H ดำเนินการฝั่งกลบขยะมูลฝอย เนื้อที่ประมาณ 110 ไร่ เป็นบ่อลึกประมาณ 15 เมตร มีพื้นที่ที่ปิดทับขยะมูลฝอยไปแล้วประมาณ 70 ไร่ ปริมาณขยะมูลฝอยที่ปิดทับไปแล้วประมาณ 1.8 ล้านตัน

การกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีให้บริการกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ของจังหวัดนนทบุรี ทั้ง 45 แห่ง แบ่งเป็นเทศบาลจำนวน 15 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบลจำนวน 30 แห่ง จำนวนรถที่นำขยะเข้ามายังศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย 334 คัน (สำนักงานสถิติจังหวัดนนทบุรี, 2560: ออนไลน์) อีกทั้งระยะเวลาการย่อยสลายต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน จึงเป็นข้อจำกัดและมีความไม่สมดุลกับปริมาณของขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นทุกวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาพื้นที่ในการฝั่งกลบขยะมูลฝอยในอนาคตและปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ซึ่งต้องอาศัยเงินงบประมาณขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีในจำนวนที่สูงขึ้นทุกปี

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี เพื่อเลือกวิธีการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม

2. วัตถุประสงค์ในการศึกษา

2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดนนทบุรี โดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

2.2 เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

3. ขอบเขตของการศึกษา

3.1 พื้นที่ที่จะศึกษาในครั้งนี้ ทำการศึกษาเฉพาะการกำจัดขยะมูลฝอยซึ่งดำเนินการโดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

3.2 การศึกษาจะทำการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของทางเลือกในการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีในช่วง 20 ปี (2562-2581) ด้วยพิจารณาต้นทุนและผลตอบแทนในการกำจัดขยะตั้งแต่การรับขยะจากรถบรรทุกขยะที่นำขยะเข้ามายังศูนย์กำจัดขยะจนเสร็จสิ้นกระบวนการฝังกลบ

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 ขยะมูลฝอย หมายถึง เศษอาหารและอินทรีย์สาร พลาสติก แก้ว เศษกระดาษ/หนังสือพิมพ์/กล่อง โลหะ ผ้า ยาง ไม้ สารพิษ/สารอันตราย (ถ่านไฟฉาย/หลอดไฟ) หิน/กระเบื้อง หนัง และอื่นๆที่รวบรวมหรือจัดเก็บจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

4.2 การจัดการขยะมูลฝอย หมายถึง การกำจัดขยะของศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ตำบลคลองขวาง อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี โดยไม่รวมการจัดเก็บขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีและการขนส่งขยะมายังศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

4.3 ต้นทุน หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการกำจัดขยะภายในศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ทั้งนี้ไม่รวมถึงค่าจัดเก็บขยะจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีและค่าขนส่งขยะมูลฝอยมายังศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย

4.3.1 ต้นทุนของสินทรัพย์ หมายถึง ต้นทุนของที่ดิน ต้นทุนงานก่อสร้างอาคาร รวมงานระบบ ระบบบำบัดน้ำเสีย งานก่อสร้างบ่อฝั่งกลบ แต่ไม่รวมถึงต้นทุนของงานซ่อมแซมบำรุงรักษาสินทรัพย์

4.3.2 ต้นทุนดำเนินงาน หมายถึง ต้นทุนดำเนินงานสำหรับการกำจัดขยะมูลฝอย ได้แก่ ค่าจ้างแรงงาน เงินเดือน ค่าวัสดุต่างๆในงานกำจัดขยะมูลฝอย ค่าใช้จ่ายอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับงานกำจัดขยะมูลฝอย รวมถึงต้นทุนของการซ่อมแซมและบำรุงรักษา แต่ไม่รวมถึงต้นทุนของสินทรัพย์

4.3.3 ต้นทุนค่าเสียโอกาส หมายถึง มูลค่าของที่ดินที่ใช้ในเป็นสถานกำจัดขยะมูลฝอย โดยในการศึกษาครั้งนี้จะประเมินรายได้จากการจำหน่ายข้าว เนื่องจากพื้นที่โดยรอบบริเวณสถานที่กำจัดในปัจจุบันเป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าว โดยอ้างอิงราคาข้าวและผลิตผลต่อไร่ (ตัน) จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

4.3.4 ต้นทุนผลกระทบภายนอก หมายถึง มูลค่าความเสียหายของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการฝังกลบขยะมูลฝอย การเผาขยะมูลฝอยโดยเตาเผาขยะเพื่อการผลิตไฟฟ้า การเผาขยะเชื้อเพลิงโดยเตาเผาเพื่อการผลิตไฟฟ้า และมูลค่าความเสียหายด้านอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย

4.4 ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการ/ทางเลือก หมายถึง ต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอยของศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ซึ่งการศึกษาในครั้งจะทำการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis: CBA) ของโครงการหรือทางเลือกสำหรับการตัดสินใจเพื่อหาโครงการหรือทางเลือกที่มีความคุ้มค่ามากที่สุดในโครงการหรือทางเลือกที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้

4.5 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration) โดยเตาเผาแบบตะกรับ (Stoker – Fired or Grate – Fired Incineration) หมายถึง การกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้กระบวนการเผาไหม้ในเตาเผาแบบตะกรับที่ใช้อากาศมากกว่า (Stoichiometric Condition) ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ ความร้อน (Heat) โดยความร้อนนี้สามารถนำไปใช้กับหม้อไอน้ำสำหรับการผลิตไฟฟ้า

4.6 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิง (RDF) หมายถึง การจัดการขยะมูลฝอยโดยการนำขยะมาผ่านกระบวนการบำบัดขยะโดยวิธีเชิงกลและชีวภาพ (Mechanical and Biological Treatment : MBT) โดยอาศัยการกลับกองขยะมูลฝอยด้วยสกรูแนวตั้ง (Vertical Agitator) ทำให้กองขยะมูลฝอยด้านล่างมีโอกาสสัมผัสกับอากาศมากขึ้น เกิดการย่อยสลายมากขึ้นด้วย รวมถึงป้องกันการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกองขยะมูลฝอยด้านล่าง ซึ่งก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น ตลอดรวมไปถึงการผลิตแท่งเชื้อเพลิงขยะมูลฝอยจากขยะมูลฝอยที่ถูกฝังกลบแล้วนำกลับมาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิง

4.7 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล หมายถึง การกำจัดมูลฝอยโดยการรวบรวมขยะมูลฝอยชุมชนมาเทกองบนพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้แล้วจึงนำดินไปกลบพร้อมกับบดอัดให้แน่น เพื่อป้องกันการย่อยสลายโดยใช้อากาศ ปัญหากลิ่น ปัญหาสัตว์และแมลงคุ้ยเขี่ย รวมถึงปัญหาน้ำฝนชะล้างกองขยะมูลฝอย

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ทำให้ทราบต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือกที่เป็นไปได้ในการกำจัดขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

5.2 เป็นทางเลือกตัวอย่างสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

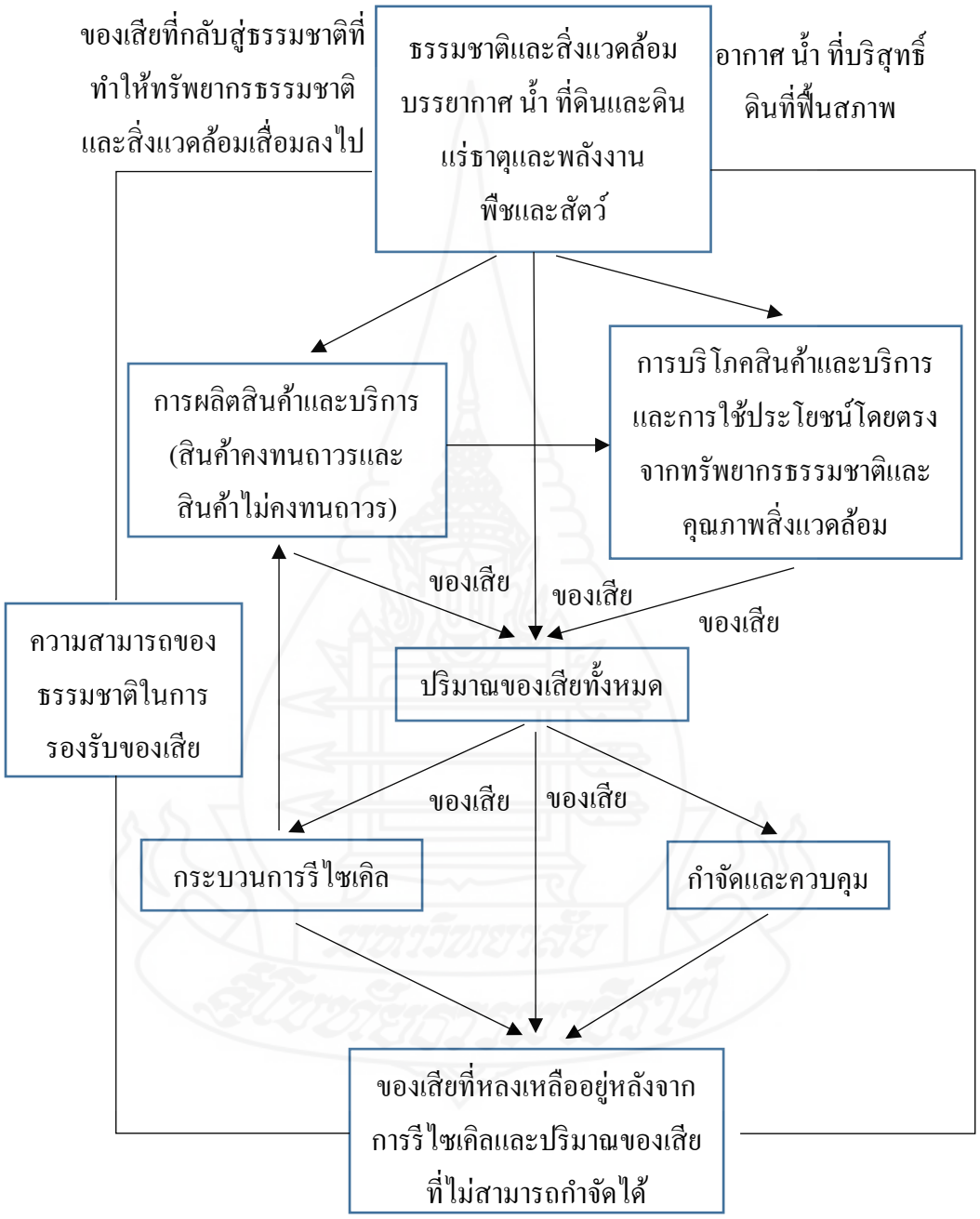
การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ได้มีการศึกษาทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน
2. การทบทวนวรรณกรรมในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน
3. การศึกษาหลักการจัดการขยะมูลฝอยและเทคโนโลยีสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย

ในการพัฒนาประเทศย่อมหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ทั้งในรูปของการผลิตและการบริโภค ซึ่งการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอาจจะอยู่ในรูปของการใช้บริโภคโดยตรง การนำมาใช้ประกอบปัจจัยการผลิตอื่นๆ เพื่อผลิตสินค้าและบริการ ตลอดจนสิ่งแวดล้อมยังเป็นแหล่งรองรับของเสียจากกระบวนการผลิต การแปรรูป หรือการบริโภคโดยตรงของมนุษย์

ความเชื่อมโยงระหว่างฐานทรัพยากรธรรมชาติและระบบเศรษฐกิจ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความต้องการใช้ทรัพยากรธรรมชาตินั้นมีทั้งการบริโภคทางตรง และการนำมาใช้เพื่อเป็นปัจจัยการผลิตนั้น เช่น เราใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้โดยตรงจากการเดินทางไปท่องเที่ยว หรือการใช้ทรัพยากรจากป่าในรูปของปัจจัยการผลิต เช่น การนำไม้มาทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ สร้างบ้าน หรือการเก็บสมุนไพรมาสกัดตัวยา ต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากมนุษย์จะได้ประโยชน์ทั้งที่เป็นประโยชน์ทางตรงและทางอ้อมในรูปของปัจจัยการผลิตแล้ว ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมยังเป็นแหล่งรองรับของเสียจากการผลิตและการบริโภคของมนุษย์อีกด้วย ทั้งนี้ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นนั้นมีทั้งที่มาจากกระบวนการนำเอาทรัพยากรมาใช้ในการผลิตและจากการบริโภคโดยตรงของครัวเรือน โดยของเสียที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ อีกส่วนหนึ่งสามารถกำจัดทั้งของเสียและมลพิษที่เกิดขึ้นได้ ทั้งนี้ของเสียส่วนที่มนุษย์สามารถกำจัดได้จะนำเข้าสู่ระบบธรรมชาติและจะไม่มีผลต่อความเสื่อมโทรมของฐานทรัพยากรธรรมชาติ แต่ของเสียบางส่วนที่ไม่สามารถกำจัดได้ก็จะกลับคืนสู่ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งถ้าของเสียดังกล่าวยังอยู่ในระดับที่ไม่เกินขีดความสามารถของธรรมชาติที่จะรองรับปริมาณของเสียในส่วนนี้ได้ย่อมไม่ก่อปัญหาที่ส่งผล

กระทบทางลบต่อกลุ่มคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง แต่ในหลายๆ กรณี คือ ของเสียที่หลงเหลืออยู่มีปริมาณมากเกินกว่าที่กำจัดได้ หรือมีปริมาณมากเกินกว่าที่ธรรมชาติจะรองรับได้ (อรพรรณ ณ บางช้าง ศรีเสาวลักษณ์ และคณะ, 2554)



ที่มา : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, (2559).

ภาพที่ 2.1 ความเชื่อมโยงระหว่างฐานทรัพยากรธรรมชาติและระบบเศรษฐกิจ

ของเสียที่เกิดขึ้นจากการบริโภคสินค้าและบริการในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ จึงกลายเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมอันส่งผลกระทบต่อการดำรงอยู่ของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ทั้งปัญหาสิ่งแวดล้อมกลไกของตลาดสินค้าไม่สามารถทำงานได้ เพราะต้นทุนผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมไม่ได้ถูกนำไปรวมกับต้นทุนการผลิตสินค้า ทำให้ราคาของสินค้าต่ำกว่าราคาที่ควรจะเป็น จึงส่งผลทำให้ผู้บริโภคบริโภคสินค้าที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากเกินไป ประกอบผู้ที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมกับผู้ที่ได้รับกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่สามารถตกลงชดเชยค่าความเสียหายที่เกิดขึ้น รัฐจึงต้องเข้ามาดำเนินการจัดการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัญหาขยะมูลฝอยก็เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญปัญหาหนึ่งที่รัฐจะต้องเข้ามาดำเนินการจัดการ

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคม ทำให้เมืองเกิดการขยายตัวและประชากรเมืองให้เพิ่มขึ้น ซึ่งกระบวนการเข้าสู่ภาวะความเป็นเมืองนี้มักก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมและเศรษฐกิจตามมาอย่างหลีกเลียงไม่ได้ และเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบทั้งในเชิงบวกและเชิงลบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ อาทิเช่น ปัญหาความไม่เท่าเทียมกัน ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัญหาสิ่งแวดล้อมซึ่งจากผลการศึกษาของ หทัยรัตน์ เสียงดัง และชื่นฤทัย กาญจนาจิตรา (2550) พบว่า คนในเมืองผลิตขยะมากกว่าคนในชนบท โดยคนกรุงเทพมหานครผลิตขยะ 1.5 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ในขณะที่คนในชนบทผลิตขยะเพียง 0.4 – 0.5 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และพบอีกว่า เมืองอุตสาหกรรมและเมืองท่องเที่ยว อย่างเมืองพระประแดงซึ่งเป็นเมืองอุตสาหกรรม ผลิตขยะสูงถึง 4.3 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และเมืองพัทยาซึ่งเป็นเมืองท่องเที่ยว ผลิตขยะสูงถึง 2.6 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ซึ่งมากกว่าคนกรุงเทพมหานคร

ดังนั้นการตัดสินใจเพื่อลงทุนในโครงการใดโครงการหนึ่งหรือจัดทำกิจกรรมใดของภาครัฐจึงจะต้องอาศัยข้อมูลต่างๆที่หลากหลาย เช่น เงินงบประมาณ ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อประชาชน เป็นต้น เพื่อที่ให้ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจพิจารณาและเปรียบเทียบทางเลือกต่างๆ บนพื้นฐานของการจัดการสรรทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือเกิดประโยชน์สูงสุดต่อสังคมโดยรวม ดังนั้น การประเมินหรือการวิเคราะห์โครงการภาครัฐจึงมีที่มาจากแนวคิดมาจากหลักเศรษฐศาสตร์สวัสดิการ (Welfare Economics) ซึ่งจะทำการประเมินสวัสดิการของสังคม (Social Welfare) เพื่อเปรียบเทียบกรณีที่มีการดำเนินโครงการหรือกรณีที่ไม่ได้ดำเนินโครงการหรือกรณีใช้ทางเลือกอื่นๆว่ากรณีใดจะทำให้สังคมได้รับประโยชน์สูงสุด หลังจากนั้นจึงค่อยพิจารณาดำเนินการตัดสินใจที่จะดำเนินการตามทางเลือกหรือโครงการที่พิจารณาตามความเหมาะสม

สำหรับวิธีการประเมินหรือวิเคราะห์โครงการโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ และการวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผล (โกเมน จิรัญกุล และวสุ สุวรรณวิหค, 2558)

อย่างไรการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี ยังมีข้อจำกัดบางประการ อาทิเช่น มีความซับซ้อนในเนื้อหา มีการใช้ดุลยพินิจซึ่งอาจทำให้เกิดความลำเอียงได้ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้น ในการวิเคราะห์ผู้ทำการวิเคราะห์ควรมีการกำหนดกรอบสำหรับการวิเคราะห์ให้ชัดเจน กำหนดรายละเอียด วิธีการประเมิน ให้มีความสมเหตุสมผล และมีข้อมูลเพื่อจะนำวิเคราะห์อย่างเพียงพอ เพื่อประกอบการตัดสินใจต่อไป และนอกจากนี้การวิเคราะห์ความอ่อนไหวและการอธิบายข้อสมมติฐานต่างๆสำหรับการประเมินค่าอย่างชัดเจน จะช่วยให้การวิเคราะห์ทั้งสองอย่างนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ดียิ่งขึ้น (โกเมน จิรัญกุล และวสุ สุวรรณวิหค, 2558)

1.1 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis : CBA)

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนก็เพื่อการนำข้อมูลไปประกอบการพิจารณาและตัดสินใจที่จะดำเนินการโครงการต่างๆ โดยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจะเป็นการคาดการณ์ถึงความคุ้มค่าหรือความเป็นไปของโครงการ หรือนำไปใช้ในการเปรียบเทียบเกี่ยวกับทางเลือกของแต่ละโครงการ โดยการเปรียบเทียบอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในแต่ละโครงการหรือทางเลือก ทั้งนี้เพราะแต่ละโครงการหรือทางเลือกจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่แตกต่างกันเหล่านี้จึงต้องอาศัยเครื่องมือเพื่อช่วยในการพิจารณาและตัดสินใจ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจึงมีบทบาทสำคัญสำหรับการวัดค่าความแตกต่างดังกล่าว

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนตั้งอยู่บนสมมติฐานเกี่ยวกับสถานะของโครงการ 2 สมมติฐาน กล่าวคือ **สมมติฐานที่มีการดำเนินโครงการ (with the project)** และ **สมมติฐานที่หากไม่มีการดำเนินโครงการ (without the project)** และยังเป็นการเน้นย้ำถึงหลักการของ **ต้นทุนค่าเสียโอกาส (opportunity cost)** (โกเมน จิรัญกุล และวสุ สุวรรณวิหค, 2558)

สำหรับการวิเคราะห์โครงการในภาครัฐ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนคือ เครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจของภาครัฐในการจัดสรรทรัพยากร ซึ่งก็คือเครื่องมือพื้นฐานในการวิเคราะห์โครงการของรัฐต่างๆ เช่น การป้องกันน้ำท่วม การสร้างเขื่อน การสร้างโรงเผาขยะ เป็นต้น โดยทั่วไปการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน จะมีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้ (เรวดี จรุงรัตนาพงศ์, 2560, น. 5 - 28)

1.1.1 การกำหนดกลุ่มอ้างอิง (Referent Group) เป็นการพิจารณาว่าใครเป็นกลุ่มคนที่จะอยู่ในการวิเคราะห์หรือใครเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของโครงการ การกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ว่าเป็นการวิเคราะห์ในระดับใด ระดับท้องถิ่น หรือ ระดับประเทศ หรือ ระดับภูมิภาค หรือ

ระดับโลก ซึ่งต้องมีการกำหนดขอบเขตว่าการวิเคราะห์ครอบคลุมถึงพื้นที่ใด (Geographical scoping) ใครเป็นผู้ได้รับประโยชน์จากโครงการและใครเป็นผู้เสียผลประโยชน์จากโครงการ (Stakeholders scoping) เป็นต้น

1.1.2 การกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ บางครั้งในการวิเคราะห์โครงการคงเป็นไปได้ยากที่จะระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมด ในทางปฏิบัติแล้วการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจะทำทีละโครงการ แล้วพิจารณาดูว่าทางเลือกใดก่อให้เกิดประสิทธิภาพแบบ พาเรโต (Pareto Improvement) กล่าวคือ เป็นสภาพที่เกิดขึ้นแล้วไม่สามารถที่จะจัดสรรทรัพยากรใหม่อีกครั้ง และจะทำให้คนอย่างน้อย 1 คน ดีขึ้น แต่ไม่ทำให้ใครในสังคมแย่ลง นอกจากนี้แล้วทางเลือกของโครงการที่จะทำการวิเคราะห์ก็ควรมีจำนวนไม่มากและควรกำหนดอายุของโครงการที่จะใช้วิเคราะห์

1.1.3 การกำหนดผลกระทบ (ทั้งทางบวกและทางลบ) ทางกายภาพที่จะเกิดขึ้นของโครงการ อาจกล่าวได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดและเป็นขั้นตอนที่จะทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้มากที่สุด ซึ่งเป็นการระบุผลกระทบทางกายภาพทั้งหมด ซึ่งรวมถึงปัจจัยการผลิต (แรงงาน ทุน ฯลฯ) และผลผลิตที่ได้ของโครงการ ข้อควรระวัง คือ ไม่อาจทราบว่าจะเกิดผลกระทบบางอย่าง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบางเรื่องยังไม่มีความสมบูรณ์และบ่อยครั้งที่ขัดแย้งกันเอง

1.1.4 ระบุสิ่งที่จะเกิดขึ้นถ้าไม่มีโครงการดังกล่าว (Without Project) ยกตัวอย่าง เช่น ปัจจุบันปริมาณมลพิษทั้งหมดอยู่ที่ 100 ตัน หากภาครัฐดำเนินโครงการควบคุมมลพิษอีก 10 ปีข้างหน้าปริมาณมลพิษทั้งหมดจะเท่ากับ 150 ตัน แต่ถ้าหากไม่ดำเนินการใดๆในอีก 10 ปีข้างหน้าปริมาณมลพิษจะเท่ากับ 200 ตัน เป็นต้น

1.1.5 คาดการณ์ผลกระทบเชิงปริมาณตลอดช่วงอายุโครงการ ยกตัวอย่างเช่น โครงการก่อสร้างถนนเลียบเมือง ประเด็น คือ การเวนคืนที่ดิน การคาดการณ์ผลกระทบเชิงปริมาณ คือ จำนวนครัวเรือนที่ต้องอพยพ เป็นต้น

1.1.6 แปลงผลกระทบทางกายภาพเป็นมูลค่าเงิน ประเภทของเครื่องมือในการแปลงผลกระทบเป็นมูลค่าเงิน ดังนี้

1) วิธีการใช้มูลค่าตลาดที่เกิดจากการใช้โดยตรง

2) วิธีการวัดความพึงพอใจเปิดเผย (Revealed Preference Method) เช่น การวัดต้นทุนพฤติกรรมการหลีกเลี่ยง (Averting Behavior Method) การวัดต้นทุนการทดแทน (Replacement Cost Method) การวัดต้นทุนการเดินทาง (Travel Cost Method : TCM) เป็นต้น

3) วิธีการประเมินทางตรง (Stated Preference Method) เช่น การประเมินค่าโดยการสัมภาษณ์ประชาชนโดยตรง (Contingent Valuation Method : CVM)

1.1.7 การคิดลดต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน (Discount and Present Value) ในการประเมินโครงการโดยทั่วไปต้องมีการเปรียบเทียบผลตอบแทนและต้นทุนในช่วงเวลาที่ต่างกันตามระยะเวลาของโครงการ เช่น โครงการจัดการศึกษาให้กับเด็กยากจน จะมีค่าใช้จ่ายมากในช่วงเวลาเริ่มต้นโครงการ แต่หลังจากนั้นผลตอบแทนจึงค่อยเกิดขึ้นในอีกหลายปี เนื่องจากมูลค่าของเงินในช่วงเวลาต่างๆนั้น มีค่าไม่เท่ากัน ฉะนั้น จึงต้องมีการปรับค่าต้นทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาตามโครงการที่ทำการวิเคราะห์ให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน (Present Value : PV) เพื่อที่จะนำมาคำนวณผลตอบแทนสุทธิหรือมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio : B/C Ratio) ของโครงการเพื่อการตัดสินใจ (โกเมน จิรัญกุล, วสุ สุวรรณวิหค, 2558, น. 31)

มูลค่าปัจจุบันของเงินจำนวนหนึ่งในอนาคต หมายถึง จำนวนเงินที่มากที่สุดที่หน่วยงานหรือบุคคลยินดีที่จะจ่ายในวันนี้เพื่อที่จะได้รับเงินดังกล่าวในอนาคต โดยคำนวณมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนและต้นทุนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตเมื่ออัตราส่วนลด (Discount Rate) หรืออัตราดอกเบี้ยอยู่ที่ r (หน่วย: ร้อยละต่อปี) จะได้มูลค่าปัจจุบันของเงินจำนวน R (หน่วย: บาท) ในปีที่ T คือ RT/(1+ r)T (หน่วย: บาท) (โกเมน จิรัญกุล, วสุ สุวรรณวิหค, 2558, น. 31)

สำหรับแนวคิดอัตราคิดลดมีอยู่ 2 แนวคิด (เรวดี จรุงรัตนาพงศ์, 2560, น. 20 - 21) คือ

1) อัตราชดเชยการบริโภคต่างเวลาของสังคม (Social Rate of Time Preference : SRTP) คือ อัตราเปรียบเทียบความพอใจในการบริโภคของสังคมในอนาคตกับการบริโภคในปัจจุบัน

2) อัตราค่าเสียโอกาสทางสังคม (Social Opportunity Cost Rate : SOCR) คือ ต้นทุน ค่าเสียโอกาสของสังคมในการใช้ทรัพยากรเพื่อโครงการนั้นๆ แนวคิดนี้ความคิดพื้นฐานว่าทรัพยากรจำกัดไม่เพียงพอกับความต้องการของคนในสังคม ดังนั้น การนำทรัพยากรส่วนหนึ่งมาใช้จึงเกิดต้นทุนค่าเสียโอกาสของสังคม ถ้าไม่ทำโครงการนี้ก็สามารถนำทรัพยากรดังกล่าวไปทำอีกโครงการหนึ่ง อัตราค่าเสียโอกาสของสังคมจึงควรเท่ากับอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนส่วนเพิ่ม (Marginal Project) ของโครงการ

วิธีกำหนดอัตราคิดลดของสังคมในทางปฏิบัติ ดังนี้

1) อัตราชดเชยของการบริโภคต่างเวลาของสังคม (SRTP) อัตราที่นิยมใช้ คือ อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลระยะยาว การที่คนในสังคมกลุ่มหนึ่งยอมถือพันธบัตรรัฐบาลระยะยาว ทั้งๆที่ให้ผลตอบแทนต่ำ แสดงว่า SRTP ของคนกลุ่มนี้ น้อยกว่าหรือเท่ากับ อัตราผลตอบแทนพันธบัตรรัฐบาล

2) อัตราค่าเสียโอกาสของสังคม (SOCR) อัตราที่นิยมใช้ คือ อัตราผลตอบแทนของหน่วยลงทุนหน่วยสุดท้ายในภาคเอกชนก่อนหักภาษีหรืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้ต่ำสุด (ลูกค้าชั้นดีที่มีความเสี่ยงต่ำ) ที่หักเงินเฟ้อแล้ว

อัตราคิดลดไม่ใช่อัตราดอกเบี้ยที่เป็นตัวเงิน (Nominal Interest Rate) สำหรับงานศึกษาที่เป็นโครงการของรัฐใช้อัตราคิดลดระหว่าง 3% - 8%

1.1.8 คำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) เป็นตัวบ่งชี้ถึงจำนวนผลตอบแทนสุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการที่สะท้อนมูลค่าปัจจุบันของเงินที่จ่ายออกไปภายใต้โครงการที่กำลังพิจารณา ณ อัตราคิดลด (Discount Rate) หรือต้นทุนของเงิน (Cost of Capital)

การคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิจำเป็นต้องทราบข้อมูล กระแสเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ กระแสเงินสดรับรายปีตลอดอายุโครงการ ระยะเวลาโครงการ อัตราคิดลด (ซึ่งจะมีค่าเดียวตลอดอายุโครงการ) ตามสมการดังนี้

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

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

r คือ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่เหมาะสม

หลักการตัดสินใจ (Decision Rule) ที่แสดงว่าโครงการใดมีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์และทางการเงินหรือไม่ ให้พิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ เมื่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นบวก แสดงว่า โครงการนั้นมีความเหมาะสมที่จะลงทุน กล่าวคือ มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนรวมมากกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม

นอกจากพิจารณามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) แล้ว ยังต้องพิจารณาถึงอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) คือ ผลตอบแทนคิดเป็นร้อยละต่อโครงการ หรือ หมายถึง อัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของโครงการมีค่าเท่ากับ 0 ณ จุดนี้ ต้องอธิบายเพิ่มเติมถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราดอกเบี้ยกับขนาดของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ถ้าอัตราดอกเบี้ยระดับหนึ่งที่ใช้ในกระบวนการคิดลดแล้วทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าลดลงแล้วทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นบวก อัตราดอกเบี้ยใหม่ที่สูงกว่าจะทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าลดลงและลดลงต่อไปตราบเท่าที่อัตราดอกเบี้ยยังคงเพิ่มขึ้นสูงตามลำดับ

ในที่นี้จะมีอัตราดอกเบี้ยระดับหนึ่งที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 0 พอดี ซึ่งก็คือ อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ

เมื่อกำหนด r คือ อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ และค่าของ r จะสามารถหาได้จากการแก้สมการดังนี้

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

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

r คือ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่เหมาะสม

หลักการตัดสินใจว่าโครงการมีความเหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและทางการเงินหรือไม่ ให้พิจารณาจากอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ คือ เมื่ออัตราผลตอบแทนภายในโครงการมากกว่าค่าเสียโอกาสของทุน แสดงว่าโครงการนั้นมีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและทางการเงิน

และเพื่อให้มีความมั่นใจในการตัดสิน ต้องพิจารณาอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (Benefit-Cost Ratio : B/C Ratio) คือ มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ผลตอบแทนจะเกิดขึ้นตลอดอายุทางเศรษฐกิจของโครงการ แม้ว่าการลงทุนจะผ่านพ้นไปแล้ว ขณะที่ต้นทุนการก่อสร้างจะเกิดขึ้นเฉพาะในส่วนการลงทุนเท่านั้น สำหรับต้นทุนการดำเนินการจะอยู่ในรูปของค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการ ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาและค่าบำรุงทดแทนอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพจะเกิดขึ้นตลอดอายุทางเศรษฐกิจของโครงการ จากนั้นจะนำเอากระแสของผลตอบแทนและกระแสของต้นทุนของโครงการที่ได้ปรับค่าตามเวลาหรือคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน ตามสมการดังนี้

$$B/C\ Ratio = \frac{\sum_{t=0}^{N-1} B_t}{\sum_{t=0}^{N-1} C_t}$$

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

หลักในการตัดสินใจที่แสดงว่าโครงการมีค่าความเหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและทางการเงินหรือไม่ ให้พิจารณาจากอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน คือ เมื่ออัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่า มีความเหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและทางการเงิน

1.1.9 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เป็นการทดสอบความอ่อนไหวของผลการศึกษาเมื่อค่าของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์เปลี่ยนไป เช่น การทดสอบด้วยการแทนค่ากรณีดีที่สุด (Best Case scenario) หรือ กรณีเลวร้ายสุด (Worst Case Scenario)

1.1.10 การเสนอแนะทางเลือกจากผลของ CBA แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ว่าโครงการดังกล่าวดี (NPV มากว่า 0) หรือไม่ดี (NPV น้อยว่า 0) และส่วนที่สอง ประกอบด้วย การอภิปรายถึงประเด็นที่อาจก่อให้เกิดความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของผลการศึกษา ซึ่งอาจมาจากการขาดข้อมูลบางส่วน การอภิปรายว่าการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ไม่ได้ครอบคลุมผลกระทบทุกด้าน แต่ในการตัดสินใจเชิงนโยบายต้องนำผลกระทบเหล่านั้นมาพิจารณาด้วย รวมถึงประเด็นความเป็นธรรม ใครได้ประโยชน์ ใครเสียประโยชน์จากโครงการ

2. วรรณกรรมในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะมูลฝอย พบว่า ส่วนใหญ่เป็นการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และการเงินของแต่ละทางเลือกในการจัดการขยะมูลฝอยตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ และบริบทที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลจากการศึกษางานวิจัยในอดีตพบว่า วิธีการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันอาจไม่ได้เป็นทางเลือกที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีการกำจัดขยะ รวมถึงองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในแต่ละพื้นที่ ทำให้ต้นทุนการจัดการขยะมูลฝอยแตกต่างด้วยเช่นกัน ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการกำจัดขยะ

1. เรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	อภิญญา นิลยอง (2559)
พื้นที่ศึกษา	เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อศึกษาต้นทุนและประสิทธิผลของการจัดการขยะมูลฝอย
วิธีการศึกษา	รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ งานวิจัยในอดีต และการสัมภาษณ์เชิงลึกเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลของทางเลือกที่เป็นไปได้ในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน โดยทางเลือกที่เหมาะสม คือทางเลือกที่มีต้นทุนสังคมต่อหน่วยต่ำที่สุด และทดสอบความอ่อนไหวของผลการศึกษา ด้วยอัตราคิดลดร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8
ผลการศึกษา	ทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำสุด คือ การกำจัดขยะด้วยระบบทางกล และทางชีวภาพที่มีต้นทุนต่อหน่วยในการจัดการอยู่ในช่วง 412 – 518 บาทต่อตัน ณ ราคาคงที่ ณ พ.ศ. 2558 และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว พบว่าอัตราคิดลดและอัตราการผลิตขยะมีค่าเพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเลือก
2. เรื่อง แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยจังหวัดสมุทรสาคร ในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ภายใต้พระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	เอี่ยมเจริญ (2557)
พื้นที่ศึกษา	อำเภอเมืองสมุทรสาคร อำเภอกระทุ่มแบน และอำเภอบ้านแพ้ว
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของแนวทางการจัดการขยะและเทคโนโลยี
วิธีการศึกษา	1. เก็บรวมรวมข้อมูลปฐมภูมิ จากการสำรวจและข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยแผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดสมุทรสาคร และข้อมูลทุติยภูมิจากหนังสือ วารสาร เอกสารวิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์ และสิ่งตีพิมพ์อื่นๆ โดยแยกตามสถานที่ตั้งของโครงการ จำนวน 3 สถานที่

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

2. เรื่อง แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยจังหวัดสมุทรสาคร ในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ภายใต้พระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556 (ต่อ)	
	2. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ/วิเคราะห์และเปรียบเทียบแนวของเทคโนโลยีการจัดการขยะ สถานที่ตั้ง ต้นทุนงานก่อสร้าง ต้นทุนการดำเนินงาน เป็นต้น หรือ วิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน NPV IRR PB รายจ่าย และรายรับหรือผลประโยชน์ที่ได้รับ
ผลการศึกษา	1. ระบบการจัดการขยะมูลฝอยแบบผสมผสานด้วยวิธีการคัดแยกขยะ การใช้ระบบถังหมักแบบไร้อากาศ และระบบเชื้อเพลิงอัดแท่ง เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด 2. กรณีที่ไม่มีพระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐจะใช้ระยะเวลาในการคืนทุนมมากกว่าและมีกำไรสุทธิน้อยกว่ากรณีที่มีพระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐซึ่งการลงทุนตามพระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐจะทำให้การลงทุนมีระยะเวลาคืนทุน 6.6 ปี และกำไรสุทธิ 446,577,719 บาท
3. เรื่อง แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ภายใต้พระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	จามรี ศรีจันทร์ (2557)
พื้นที่ศึกษา	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
วิธีการศึกษา	1. ข้อมูลปฐมภูมิ จากการสำรวจและข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและข้อมูลทุติยภูมิจากหนังสือวารสาร เอกสาร วิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์ และสิ่งตีพิมพ์อื่นๆ โดยแบ่งออกเป็น 3 ทางเลือก

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

3. เรื่อง แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ภายใต้พระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556	
	2. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ และเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะ ต้นทุนงานก่อสร้าง ต้นทุนการดำเนินงาน ในแต่ละทางเลือก เป็นต้น วิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน NPV IRR PB รายจ่าย และผลประโยชน์ที่ได้รับ 3. การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงพรรณนาและเชิงปริมาณ
ผลการศึกษา	1. ทางเลือกที่เหมาะสมมากที่สุด คือ ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการผลิตก๊าชชีวภาพแบบไร้ออกซิเจน สำหรับขยะจำพวกอาหาร ร้อยละ 44.73 เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะ สำหรับขยะพวกกระดาษ พลาสติก ไม้และใบไม้ ยาง หนัง และผ้า ร้อยละ 43.51 และเทคโนโลยีการจัดการขยะให้เหลือศูนย์สำหรับการจัดการขยะพวกแก้ว และโลหะ ร้อยละ 6.71 2. พบว่า มีกำไรสุทธิของมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดเข้าสะสมเพิ่มขึ้น 1.38 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่ได้ดำเนินการตาม พรบ. มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 1,875,497,16.60 บาท อัตราตอบแทนภายในโครงการเท่ากับร้อยละ 21.65 และระยะเวลาคืนทุน 5 ปี 7 เดือน
4. เรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงงานจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	จามรี ศรีจันทร์ (2557)
พื้นที่ศึกษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อศึกษาและวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนต่อหน่วยในการกำจัดขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีระหว่างโรงงานจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีกับการส่งขยะไปกำจัดภายนอกโดยการฝังกลบอย่างถูกสุขาภิบาล

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

4. เรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงงานจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
วิธีการศึกษา	เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยนำข้อมูลที่เป็นตัวเลขเพื่อนำมาวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยและการประเมินข้อดีด้านวงจรสิ่งแวดล้อมและสังคมด้วยวิธีการเชิงพรรณนา
ผลการศึกษา	1. ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจรมีค่าเท่ากับ1,838.14 บาทต่อตัน และต้นทุนต่อหน่วยในการส่งขยะไปฝังกลบภายนอกเท่ากับ 1,585.71 บาทต่อตันโดยต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจรสูงกว่าต้นทุนการส่งขยะไปกำจัดภายนอก เท่ากับ 252.43 บาทต่อตัน 2. การมีโรงจัดการขยะแบบครบวงจรภายในมหาวิทยาลัยช่วยส่งเสริมผลดีด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม สามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าชเรือนกระจกได้จำนวน 17,428.606 tCO_2e หรือ 5.973 tCO_2e/ตันขยะรวม มีรายได้จากการดำเนินงาน และเป็นสถานที่ถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่ชุมชน
5. เรื่อง แนวทางการลงทุนการจัดการสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนขององค์การบริหารส่วนตำบลขนาดเล็ก	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	อารีรัตน์ ภาคพิชเจริญ (2555)
พื้นที่ศึกษา	จำนวน 4 ภาค ภาคละ 1 แห่ง ประกอบด้วย 1. อบต.ถึมตอง จังหวัดน่าน 2. อบต.สลักได จังหวัดสุรินทร์ 3. อบต.สวนหลวง จังหวัดสมุทรสาคร และ 4. อบต.เกาะทวด จังหวัดนครศรีธรรมราช
วัตถุประสงค์การศึกษา	1. ศึกษาสภาพการลงทุนและรูปแบบการจัดสิ่งแวดล้อมศึกษาในการจัดการขยะครัวเรือนสำหรับ อบต.ขนาดเล็ก 2. วิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนจัดสิ่งแวดล้อมศึกษา (ผลตอบแทนจากการลงทุนทางการศึกษา) ในการจัดการขยะครัวเรือนสำหรับ อบต. ขนาดเล็ก

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

5. เรื่อง แนวทางการลงทุนการจัดการสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนขององค์การบริหารส่วนตำบลขนาดเล็ก	
	3. นำเสนอแนวทางการลงทุนจัดสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนของ อบต.ขนาดเล็ก
วิธีการศึกษา	โดยเป็นการวิเคราะห์เนื้อหา สร้างข้อสรุปอุปนัยสภาพการลงทุนและรูปแบบการจัดสิ่งแวดล้อมในการจัดการขยะครัวเรือนของ อบต.ขนาดเล็ก และการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน จัดสิ่งแวดล้อมศึกษาในการจัดการขยะครัวเรือนของ อบต.ขนาดเล็ก ในพื้นที่กรณีศึกษาทั้ง 4 แห่ง
ผลการศึกษา	1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงทุนการจัดการสิ่งแวดล้อมศึกษา มี 5 ปัจจัย ดังนี้ (1) ด้านนโยบายที่เน้นให้คนเป็นศูนย์กลางในการจัดการ (2) ด้านแนวคิดผู้บริหารที่สามารถบูรณาการรูปแบบการจัดสิ่งแวดล้อม (3) ด้านบทบาทของ อบต. ที่สามารถลดข้อจำกัดศักยภาพโดยเชื่อมต่อชุมชน (4) ด้านการดึงศักยภาพชุมชนมาปรับใช้หรือร่วมลงทุนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อส่วนร่วม และ (5) ด้านการเตรียมชุมชนให้เกิดความเข้าใจมีจิตสำนึกต่อส่วนรวม และร่วมทำกิจกรรม 2. อบต.ขนาดเล็ก มีการนำทุนมนุษย์ ทุนทรัพยากร และทุนทางสังคม มาใช้เป็นทุน เพื่อเสริมสร้างข้อจำกัด โดยรูปแบบการลงทุน แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ 2.1 ร่วมลงทุน และร่วมขยายผล โดยมีลักษณะที่ อบต.ขนาดเล็กร่วมคิด ร่วมเตรียมคน ร่วมมือ ร่วมสนับสนุน และร่วมตรวจสอบแก้ไข ในส่วนร่วมขยายผลมีลักษณะที่ อบต.ขนาดเล็กร่วมต่อยอด และร่วมเป็นแม่ข่ายกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ท้องที่ หน่วยงานภาครัฐและภาคประชาชนในชุมชน 3. รูปแบบการจัดสิ่งแวดล้อมศึกษาในการจัดการขยะครัวเรือน พบว่ามีจุดประสงค์ เพื่อสร้างจิตสำนึกและความตระหนักให้กับประชาชนในพื้นที่ และการเริ่มประสิทธิภาพกลไกการจัดการขยะชุมชน โดยมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาคน สิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น และคุณภาพชีวิตที่ดีมีกลุ่มเป้าหมายของโครงการแตกต่างกันไป ตามบริบทของชุมชนและสภาพปัญหาในพื้นที่ ทั้งนี้กิจกรรม

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

5. เรื่อง แนวทางการลงทุนการจัดการสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนขององค์การบริหารส่วนตำบลขนาดเล็ก	
	สิ่งแวดล้อมศึกษามีลักษณะเพื่อการพัฒนา 5 ด้าน 1. ความคิด 2.กระบวนการ 3.เพื่อปรับปรุง 4.ต้นแบบ และ 5.ต่อยอด 4. ปัจจัยที่มีผลต่อความคุ้มค่าการลงทุนได้แก่ สภาพปัญหาขยะ ทุนทางสังคม การร่วมทุนที่หลากหลาย และการร่วมขยายผล 5. แนวทางการลงทุน ดังนี้ 1.พัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในชุมชน 2.พัฒนากระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน 3.จัดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษาในเชิงบูรณการ 4.จัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชน 5 .ดึงศักยภาพชุมชนมาใช้ในการลงทุน 6.ใช้มาตรการต่างๆ ในการบริหารจัดการการลงทุน 7.เชื่อมต่อกิจกรรมระหว่าง อบต. กับชุมชน 8.มีกลไกในการตรวจสอบและคืนข้อมูลจากการลงทุน และ 9.พัฒนารูปแบบการจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อขยายผลการลงทุน
6. เรื่อง แนวทางการลงทุนการจัดการสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนขององค์การบริหารส่วนตำบลขนาดเล็ก	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	ธีรยุทธ หวังศรีนภาวงศ์ (2556)
พื้นที่ศึกษา	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอยหนองแขม กรุงเทพมหานคร (กทม.)
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐศาสตร์ การตลาดเพื่อสังคม (Social Marketing) และการจัดการความเสี่ยง (Risk Management) ของการกำจัดขยะมูลฝอย ระบบเตาเผาไม่ต่ำกว่า500 ตันต่อวัน ของโรงไฟฟ้าขยะมูลฝอยชุมชน ขนาดไม่เกิน 10 เมกะวัตต์ อายุโครงการ 20 ปี
วิธีการศึกษา	ใน 5 หัวข้อ (1) การประเมินต้นทุนภายใน (2) การประเมินผลประโยชน์ภายใน (3) การประเมินผลกระทบภายนอก (4) การศึกษาตลาดเพื่อสังคมและ (5) การศึกษาการจัดการความเสี่ยง
ผลการศึกษา	1. ทางการเงิน กรณีปกติ อัตรา 500 ตันต่อวันและการวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยเปลี่ยนแปลงอัตราการเผาเป็น 850 ตันต่อวัน การเปลี่ยนแปลงอัตราขายส่งไฟฟ้าและค่า Ft ขายส่งเฉลี่ยต่อหน่วย

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

6. เรื่อง แนวทางการลงทุนการจัดการสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนขององค์การบริหารส่วนตำบลขนาดเล็ก	
	ลดลง 15% และ 30% ปรากฏว่า NPV เป็นบวก และ IRR สูงกว่าอัตราส่วนลด ยกเว้นกรณีอัตราการเผา 500 ตันต่อวันโดยต้นทุนดำเนินงานคงที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 30% IRR ต่ำกว่าอัตราส่วนลด ประกอบด้วยการวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ทุกกรณีไม่ต่ำกว่า 1 เท่า แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมต่อการลงทุนในภาวะปัจจุบัน 2. ทางเศรษฐศาสตร์ ทั้งกรณีอัตราการเผา 500 ตันต่อวันและการวิเคราะห์ความอ่อนไหว ปรากฏว่า NPV ทุกกรณีเป็นบวก และ IRR ทุกกรณีสูงกว่าอัตราส่วนลด ประกอบกับ BCR ทุกกรณี ไม่ต่ำกว่า 1 เท่า แสดงว่าโครงการเหมาะสมต่อการลงทุนในภาวะปัจจุบันเช่นกัน
7. เรื่อง การศึกษาความเป็นไปของการประยุกต์เทคโนโลยีไพโรไลซิส – แก๊สซิฟิเคชั่นมาใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยของชุมชน กรณีศึกษา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	ชัชพล ทรงสุนทรวงศ์, สมศรี ทองชั้น และศรัณญา กังพาณิชกุล (2552)
พื้นที่ศึกษา	อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี
วัตถุประสงค์การศึกษา	ศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคนิคและการเงินของการนำเทคโนโลยีไพโรไลซิส – แก๊สซิฟิเคชั่นมาใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยในจังหวัดนนทบุรี รวมถึงวิธีการประเมินความคุ้มค่าตามหลักเกณฑ์การตัดสินใจแบบคำนึงถึงมูลค่าของเงินในอนาคตโดยวิธีวิเคราะห์ตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ ประกอบด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนและอัตราผลตอบแทนภายใน
วิธีการศึกษา	รวบรวมจากการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง และรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเพื่อนำมาวิเคราะห์ในเชิงพรรณนาและเชิงปริมาณ ความเหมาะสมของสถานความเหมาะสมตามหลักต้นทุนผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis, CBA) และการประเมินความคุ้มค่าของทางด้านการเงิน(Financial Feasibility Study – NPV, BCR & IRR)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

7. เรื่อง การศึกษาความเป็นไปของการประยุกต์เทคโนโลยีไพโรไลซิส – แก๊สซิฟิเคชั่น มาใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยของชุมชน กรณีศึกษา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี	
ผลการศึกษา	1. มีความเป็นไปได้ด้านเทคนิค เนื่องจากความเหมาะสมด้านสถานและกระบวนการผลิต คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า เริ่มจากปี 2554 ประมาณ 336 ตันต่อวัน จนกระทั่งประมาณ 613 ตันต่อวัน ในปีสิ้นสุดโครงการ พ.ศ. 2578 ขยะมูลฝอยดังกล่าวนำไปผลิตเชื้อเพลิง ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 3 – 5 เมกะวัตต์ 2. มีความเป็นไปได้ทางการเงิน อัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 10 มี NPV = 5,413.99 ล้านบาท ค่าเสียโอกาสการลงทุน ผู้ลงทุนจะได้รับผลตอบแทนทางการเงินคุ้มค่ากับการลงทุนและโครงการมีความเหมาะสมแก่การลงทุน
8. เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิง : กรณีศึกษาเทศบาลนครนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	กรกมล สราญรมย์ (2554)
พื้นที่ศึกษา	เทศบาลนครนนทบุรีอำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี
วัตถุประสงค์การศึกษา	ศึกษาความเป็นไปได้ในการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิง และการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
วิธีการศึกษา	สำรวจข้อมูลปริมาณขยะและองค์ประกอบของขยะ จากนั้นเลือกประเภทขยะ ทดสอบค่าความร้อน รูปแบบของเทคโนโลยี รวมถึงขั้นตอนที่ในการผลิตขยะเชื้อเพลิง แล้วนำมาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ ระยะเวลาการคุ้มทุน (Discounted Payback Period) อัตราคิดลดผลตอบแทนการลงทุน (Rate of Return) และการวิเคราะห์ความไวต่อปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

8. เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิง : กรณีศึกษาเทศบาลนครนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี	
ผลการศึกษา	1. มีขยะที่นำมาเป็นส่วนประกอบของเชื้อเพลิงขยะ ทั้งสิ้น 289.81 ตันต่อวัน โดยเลือกเศษอาหาร พลาสติก กระดาษและไม้ มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิง กำลังการผลิตเท่ากับ 172.84 ตันต่อวัน ค่าความร้อนเท่ากับ 26.66 MJ/KG 2. ทางเลือกที่ดีที่สุด คือ การใช้ฮีทปั๊ม ในขั้นตอนที่ 5 ไล่ความชื้นออก พบว่า อัตราคิดลด 10% NPV 396.79 ล้านบาท IRR เท่ากับ 55.47% และระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.11 ปี อายุโครงการ 15 ปี 3. การวิเคราะห์ความไว พบว่า ปริมาณขยะ ราคาเชื้อเพลิงขยะ และค่าความร้อน เป็นปัจจัยที่มีอิทธิผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากกว่าปัจจัยต้นทุนเครื่องจักร เมื่อปัจจัยปริมาณขยะ ราคาเชื้อเพลิงขยะ และค่าความร้อนขยะ
9. เรื่อง การศึกษาทางเลือกระบบกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลตำบลเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	สรศักดิ์ ชุมแวงวาปี (2556)
พื้นที่ศึกษา	เทศบาลตำบลเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น
วัตถุประสงค์การศึกษา	ศึกษารูปแบบวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม และคุ้มค่ากับการลงทุนโครงการก่อสร้างระบบกำจัดขยะ เลือกศึกษาระบบการกำจัดขยะ 3 ระบบ คือ แบบฝังกลบ แบบคัดแยกหมักทำปุ๋ย และแบบเตาเผา รวมถึงการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน โดยใช้เกณฑ์การวัดความคุ้มค่าของโครงการ คืออัตราส่วนผลประโยชน์ต่อการลงทุน (Benefit-Cost Ratio) โครงการอายุ 20 ปี เริ่มทำการศึกษา พ.ศ. 2556 – 2576

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

9. เรื่อง การศึกษาทางเลือกระบบกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลตำบลเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น	
วิธีการศึกษา	เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น ข้อมูลประชากร ปริมาณมูลฝอย วิธีกำจัดมูลฝอย เกณฑ์ในการออกแบบ เป็นต้น เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน โดยใช้แนวทางการวิเคราะห์อัตราผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน (Benefit-Cost) ของระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่ได้ศึกษา
ผลการศึกษา	ทางเลือกที่เหมาะสมกับพื้นที่ คือ ระบบ ฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุนเท่ากับ 1.08 ด้วยเหตุผลสนับสนุนด้านความเหมาะสมในด้านการดำเนินการ เทคโนโลยีการดูแลรักษาง่ายและสะดวก ไม่ซับซ้อน จากทางเลือกดังกล่าวควรได้รับการสนับสนุนจากเทศบาล และหน่วยงานภาครัฐเพื่อพิจารณาดำเนินการต่อไปให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อชุมชน
10.เรื่อง การประเมินศักยภาพและความคุ้มทุนด้านเศรษฐศาสตร์การใช้ขยะชุมชนจากเทศบาลนครขอนแก่น เพื่อเป็นพลังงานทดแทน	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	ณัชชลิดา ศรีประทุม (2556)
พื้นที่ศึกษา	เทศบาลนครขอนแก่น อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
วัตถุประสงค์การศึกษา	ศึกษาศักยภาพการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิงในรูปแบบพลังงานความร้อน ทั้งขยะสด ขยะแปรสภาพ และขยะเก่า เพื่อผลิตพลังงาน รวมถึงศึกษาความเหมาะสมของเทคโนโลยี ความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์ และความยั่งยืนในการแปรรูปขยะเป็นพลังงานทดแทนจากเชื้อเพลิงขยะ
วิธีการศึกษา	รวบรวมข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาศึกษาศักยภาพค่าพลังงานความร้อนของขยะสด และขยะเก่าที่จะนำไปสู่การแปรรูปเชื้อเพลิงขยะ และความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการสร้างพลังงานทดแทนจากเชื้อเพลิงขยะ โดยกระบวนการเผาตรง ณ สถานที่กำจัดขยะ ในพื้นที่ 98 ไร่

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

10.เรื่อง การประเมินศักยภาพและความคุ้มทุนด้านเศรษฐศาสตร์การใช้ขยะชุมชน จากเทศบาลนครขอนแก่น เพื่อเป็นพลังงานทดแทน	
ผลการศึกษา	พบว่า ค่าความร้อนแปรผันตรงกับระยะเวลาที่เก็บกักขยะในระยะเวลาหนึ่ง เริ่มคงที่และมีแนวโน้มต่ำลง โดยผลบ่งชี้ได้ว่าค่าพลังงานขยะเก่า (Aged Waste) มีค่ามากกว่าขยะสด (Fresh Waste) ประมาณ 44 % หากต้องการเพิ่มศักยภาพค่าพลังงานขยะใหม่ให้เพิ่มขึ้น ต้องกักเก็บขยะสดและเปลี่ยนสภาพเป็นขยะเก่าระยะเวลาที่สั้นที่สุด คือ 7 – 9 วันค่าความร้อนของขยะแปรสภาพจะมากกว่าหรือใกล้เคียงขยะเก่า ทั้งนี้ค่าความร้อนต่ำของขยะที่เพิ่มขึ้นไม่ได้มีผลต่อความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์โดยตรง แต่มีผลต่อการออกแบบในการเลือกขนาดของการผลิตไฟฟ้า
11.เรื่อง ความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยชุมชนทั่วไปของกรุงเทพมหานคร	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	ทิพย์มาศ สมนึก (2551)
พื้นที่ศึกษา	กรุงเทพมหานคร
วัตถุประสงค์การศึกษา	1. ศึกษาความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอย 2. เสนอแนวทางในการบริหารจัดการมูลฝอย
วิธีการศึกษา	ศึกษาความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย 5 วิธี คือ 1. เทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยโดยใช้เตาเผา (Incinerator) 2. เทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากมูลฝอย (MSW Gasification) 3. เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากมูลฝอย (Refuse Derived Fuel, RDF) 4. เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) 5. เทคโนโลยีการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอยชุมชน (Landfill Gas-to-Energy) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์เชิงลึก (Key Information) เพื่อเสนอแนวทางการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม รวมถึงการสรุปผลเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหา

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

11.เรื่อง ความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยชุมชนทั่วไปของกรุงเทพมหานคร	
ผลการศึกษา	เมื่อพิจารณาข้อมูลด้านเทคนิค การลงทุน และค่าดำเนินการ พบว่า เทคโนโลยีในแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป คือ เทคโนโลยีการผลิตพลังงานมูลฝอยโดยใช้เตาเผา (Incinerator) มีประสิทธิภาพการเผาไหม้ทำลายสูงและเผามูลฝอยได้ทุกประเภท แต่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง หากระบบบำบัดมลพิษมีประสิทธิภาพต่ำและเงินลงทุนและค่าดำเนินการสูง เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากมูลฝอย (MSW Gasification) มีประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงและมลพิษเกิดขึ้นน้อย แต่ต้องมีการคัดแยกมูลฝอยเบื้องต้นก่อน และเงินลงทุนและค่าดำเนินการสูง เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงจากขยะมูลฝอย (RDF) มีประสิทธิภาพการกำจัดมูลฝอยสูง และแปรรูปมูลฝอยเป็นเชื้อเพลิงได้ แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามาก เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) มีประสิทธิภาพการกำจัดมูลฝอยสูง และกากที่เหลือสามารถนำมาผลิตเป็นวัสดุปรับปรุงดิน แต่ใช้ได้เฉพาะมูลฝอยอินทรีย์และการเดินระบบค่อนข้างยาก และเทคโนโลยีการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอย (Landfill Gas-to-Energy) มีประสิทธิภาพการกำจัดมูลฝอยดี ลดการระเบิดและการปล่อยก๊าซมีเทน แต่ต้องใช้พื้นที่มาก ดังนั้น การพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีใดว่าเหมาะสมในพื้นที่กรุงเทพมหานครต้องคำนึงว่าเทคโนโลยีนั้นสามารถรองรับกับปริมาณองค์ประกอบ มูลฝอยมากน้อยแค่ไหน ความพร้อมความสามารถของบุคลากรในด้านการจัดการการเห็นความสำคัญในการกำจัดมูลฝอยของฝ่ายบริหารในกรุงเทพมหานครและที่สำคัญ คือ งบประมาณและการคลัง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

12. เรื่อง ความเหมาะสมของการจัดการขยะมูลฝอยผสมผสาน เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบ	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	วินัย ทองชุบ (2547)
พื้นที่ศึกษา	เทศบาลเมืองพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ
วัตถุประสงค์การศึกษา	ศึกษาหาแนวทางการลดปริมาณขยะมูลฝอยของเทศบาลเมือง พระประแดง คือ การรีไซเคิล การหมักปุ๋ย และผสมผสานทั้ง 2 แนวทาง
วิธีการศึกษา	โดยการเปรียบเทียบคุณลักษณะสมบัติและปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ตลอดจนการวิเคราะห์ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้วิธี Numerical Environmental Total Standard (NETS) ร่วมกับการประมาณราคาเบื้องต้นในการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาล เพื่อเปรียบเทียบแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย
ผลการศึกษา	อัตราการเกิดขยะมูลฝอย สภาพปัจจุบันมีค่า 2.36 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และในอนาคต ปี พ.ศ. 2555 จะเพิ่มขึ้นเป็น 2.74 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โดยปริมาณขยะมูลฝอยฝังกลบ 83,832 ตัน ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนทั้งสิ้น 3,695 ตัน และ 1,340 ตัน และสามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยด้วยการรีไซเคิลร้อยละ 16.84 แนวทางการหมักปุ๋ยร้อยละ 20.27 และแนวทางผสมผสาน ร้อยละ 37.11 ของปริมาณขยะมูลฝอยสภาพปัจจุบัน ทั้งนี้ จากการเปรียบเทียบคุณลักษณะสมบัติทางเคมี ประกอบด้วย ปริมาณความชื้น ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ ปริมาณเถ้า ปริมาณธาตุคาร์บอน ไฮโดนเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน และค่าความร้อนต่ำขององค์ประกอบขยะมูลฝอยทั้ง 4 แนวทาง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และพบว่า มีแนวโน้มลดลงตามแนวทางการลดปริมาณขยะมูลฝอย โดยเมื่อดำเนินการตามแนวทางการผสมผสาน สามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย มีปริมาณก๊าซแตกต่างกับการจัดการสภาพปัจจุบัน โดยมีระดับนัยสำคัญ 0.027, 0.021 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

12. เรื่อง ความเหมาะสมของการจัดการขยะมูลฝอยผสมผสาน เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบ	
	การประเมินต้นทุนรวมโดยรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากสภาวะเรือนกระจก ตามการจัดการสภาพปัจจุบันมูลค่า 3.12 บาทต่อคนต่อวัน การรีไซเคิลมูลค่า 2.60 บาทต่อคนต่อวัน การหมักปุ๋ยมูลค่า 2.48 บาทต่อคนต่อวัน และการผสมผสาน (รีไซเคิลควบคู่กับการหมักปุ๋ย) มีมูลค่าต่ำสุด 1.97 บาทต่อคนต่อวัน โดยมีต้นทุนค่าลงทุนและค่าดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยมีมูลค่า 1,255.45 บาทต่อตัน ขยะมูลฝอย และมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากสภาวะเรือนกระจก 45.36, 44.18, 42.96 และ 46.12 บาทต่อตันขยะมูลฝอย ตามการจัดการสภาพปัจจุบัน การรีไซเคิล การหมักปุ๋ย และการผสมผสาน ตามลำดับ ฉะนั้นการรณรงค์กิจกรรมการรีไซเคิลและการหมักปุ๋ยควบคู่กันไป สามารถลดปริมาณขยะมูลฝอย รวมถึงต้นทุนรวมการจัดการขยะมูลฝอยและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศดีที่สุด แตกต่างจากการดำเนินกิจกรรมตามแนวทางการ รีไซเคิลและหมักปุ๋ยเพียงอย่างเดียว
13. เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่และความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์การลงทุน	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	การุณย์ แสงบุริมทิศ (2541)
พื้นที่ศึกษา	กรุงเทพมหานคร
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อหาผลตอบแทนจากการลงทุนจากการจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่
วิธีการศึกษา	โดยนำข้อมูลสถิติ คือ ปริมาณ องค์ประกอบทางกายภาพ คุณสมบัติ และทางเคมีของขยะมูลฝอย นำวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้กำหนดให้โรงกำจัดขยะมูลฝอยได้ 200 ตัน/วัน อายุโครงการ 25 ปี และนำผลมาวิเคราะห์หาอัตราค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะที่น่าสนใจในแง่เศรษฐศาสตร์

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

13. เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่และความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์การลงทุน	
ผลการศึกษา	การจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ โดยจะคัดแยกวัสดุรีไซเคิล เช่น กระดาษ แก้ว พลาสติก โลหะ เป็นต้น เพื่อขายให้โรงงานรีไซเคิล ส่วนขยะอินทรีย์สารจะถูกกำจัดด้วยกระบวนการชีวภาพ วิธีนี้ทำให้ขยะมูลฝอยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก ได้วัสดุรีไซเคิล 52 ตัน/วัน ปุ๋ยหมัก 11 ตัน/วัน และกระแสไฟฟ้า 1.4 MW-hr เป็นรายได้จากวัสดุรีไซเคิลประมาณ 18 ล้านบาท/ปี ปุ๋ยหมักประมาณ 4 ล้านบาท/ปี และกระแสไฟฟ้าประมาณ 25 ล้านบาท/ปี รวมทั้งสิ้น 47 ล้านบาท/ปี เงินลงทุนรวม 335 ล้านบาท ควรกู้เงินจากกองทุนสิ่งแวดล้อมอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.8 ต่อปี ระยะเวลาผ่อนชำระคืนเงินกู้ 20 ปี และค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะ 300 บาท/ตัน มีระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 9 ปี NPV ประมาณ 84 ล้านบาท ที่อัตราลดค่า 12% อัตราผลตอบแทนของโครงการประมาณ 27% ซึ่งนับได้ว่าโครงการนี้มีความเหมาะสมในการลงทุน เนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนสั้นและผลตอบแทนที่คุ้มค่า
14. เรื่อง การประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	จรรยา ใจเย็น (2540)
พื้นที่ศึกษา	กรุงเทพมหานคร
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อศึกษาแนวทางเลือกระบบการกำจัดขยะมูลฝอย
วิธีการศึกษา	ศึกษาเทคโนโลยีที่ใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอย มี 3 แบบ คือ การฝังกลบอย่าถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) การหมักปุ๋ย (Composting) และการเผาในเตาเผา (Incinerator) มาเป็นแนวทางในการประเมินเพื่อกำจัดขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นให้หมดไปในวันต่อวัน
ผลการศึกษา	พบว่า แนวทางที่ 1 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยได้ทุกประเภท มีค่าใช้จ่ายประมาณ 6,173.58 ล้านบาท ราคาต่อตันมูลฝอยประมาณ 196 บาท แนวทางที่ 2ระบบหมักปุ๋ยและการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล โดยใช้การหมักปุ๋ยมาช่วยแก้ปัญหา

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

14. เรื่อง การประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร	
	การใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ในการฝังกลบ ค่าใช้จ่ายประมาณ 13,664.78 ล้านบาท หรือ 435 บาทต่อตันมูลฝอย และแนวทางที่ 3 ระบบเตาเผาร่วมกับการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล เพื่อให้กำจัดขยะมูลฝอยมีประสิทธิภาพมากขึ้น และช่วยแก้ปัญหาการใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ในการฝังกลบด้วย ค่าใช้จ่ายประมาณ 55,721.87 ล้านบาท หรือประมาณ 1,613 บาทต่อตัน โดยพิจารณาทั้ง 3 แนวทาง พบว่า แนวทางที่ 1 มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน และใช้ได้กับขยะทุกประเภท เมื่อเทียบกับอีก 2 แนวทาง ดังนั้น แนวทางที่ 1 จึงเป็นระบบที่เหมาะสมที่สุดในแง่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และใช้ได้กับขยะทุกประเภท มีแนวโน้มเป็นแนวทางในอนาคตในการกำจัดขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร ควรมีมาตรการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้น
15. เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยจากกรุงเทพมหานคร	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	กฤตภาส มงคลธำรงกุล และประพิธาริ์ ธนารักษ์
พื้นที่ศึกษา	กรุงเทพมหานคร
วัตถุประสงค์การศึกษา	ศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนการใช้ประยุกต์จากขยะของกรุงเทพมหานครโดยการแปรรูปขยะเป็นไฟฟ้าจากเทคโนโลยีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันจากเทคโนโลยีไพโรไลซิส ระยะเวลาโครงการ 15 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2564
วิธีการศึกษา	วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์
ผลการศึกษา	พบว่า ปี 2564 ปริมาณขยะมูลฝอยจะมีปริมาณสูงถึง 12,212.48 ตันต่อวัน เทียบกับ 8,820 ตันต่อวันในปี 2550 มีปริมาณมากพอในการแปรรูปโดยเทคโนโลยีที่ศึกษา การวิเคราะห์ทางการเงินโครงการแปรรูปขยะเป็นไฟฟ้า พบว่า ณ อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.25 เกิดความคุ้มค่า

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

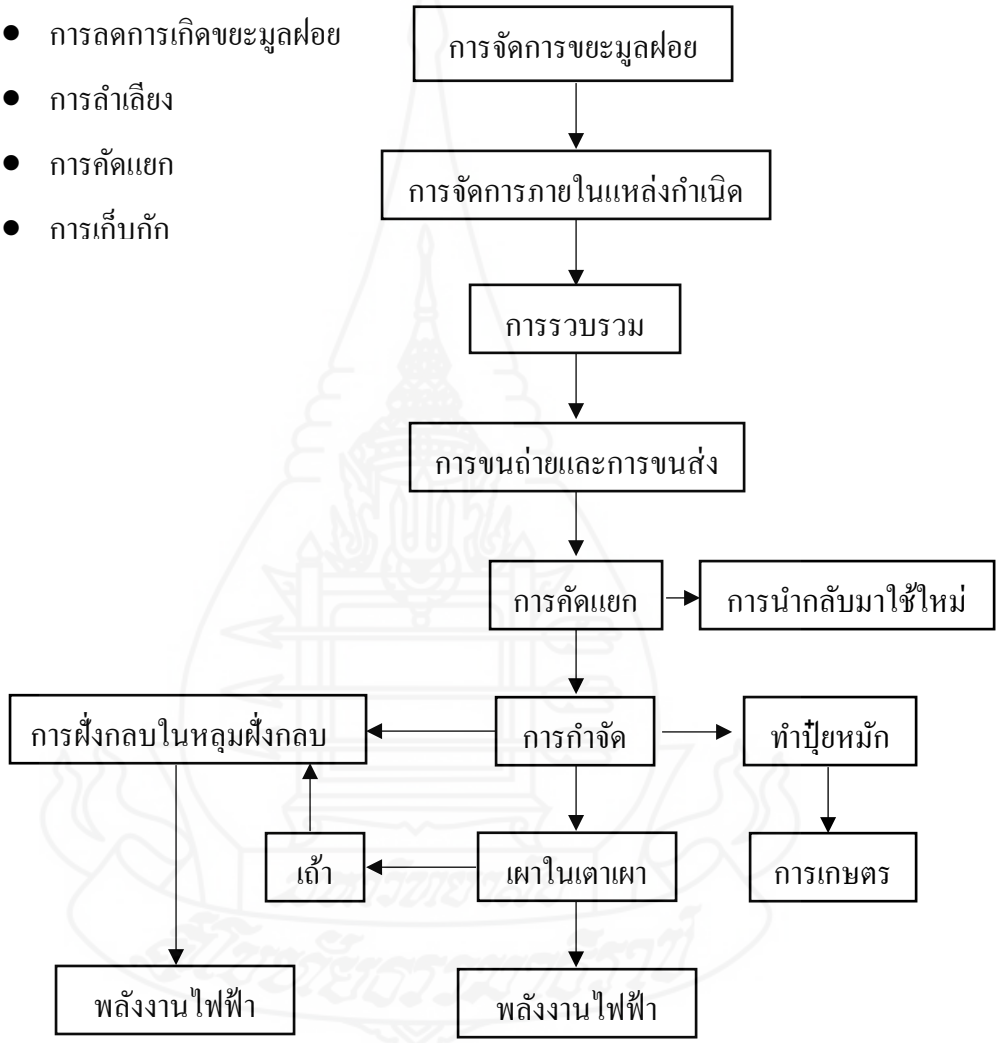
15. เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยจากกรุงเทพมหานคร	
	เมื่อเครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงถึงร้อยละ 90 ถ้าคิดที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10.25 เครื่องจักรต้องมีประสิทธิภาพเต็มร้อยเปอร์เซ็นต์ จึงจะเกิดความคุ้มค่า สำหรับโครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน พบว่า ณ อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.25 มีความคุ้มค่าเมื่อเครื่องจักรมีประสิทธิภาพการผลิต 8 ตันต่อวัน และ ณ อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10.25 จะต้องแปรรูปได้ 10 ตันต่อวัน ส่วนการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการแปรรูปขยะเป็นไฟฟ้า พบว่า ณ อัตราคิดลดร้อยละ 8 มีความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อเครื่องจักรมีประสิทธิภาพร้อยละ 80 และ ณ อัตราคิดลดร้อยละ 10 ขึ้นไป เครื่องจักรจะต้องมีประสิทธิภาพถึงร้อยละ 90 สำหรับโครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน พบว่า ณ อัตราคิดลดร้อยละ 8 และ 10 เกิดความคุ้มค่าเมื่อเครื่องจักรมีประสิทธิภาพการผลิต 4 ตันต่อวัน และถ้าคิดที่อัตราคิดลดร้อยละ 12 ต้องแปรรูปได้ 6 ตันต่อวันการนำขยะไปแปรรูปเป็นไฟฟ้าหรือน้ำมันเป็นทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ในการลงทุนระยะยาวของภาครัฐสำหรับการลงทุนภาคเอกชนนั้น โครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันจะมีความเป็นไปได้สูงกว่าโครงการแปรรูปเป็นไฟฟ้า

3. หลักการจัดการและเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย

3.1 หลักการจัดการขยะมูลฝอย

โดยทั่วไปองค์ประกอบหลักการจัดการมูลฝอย ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

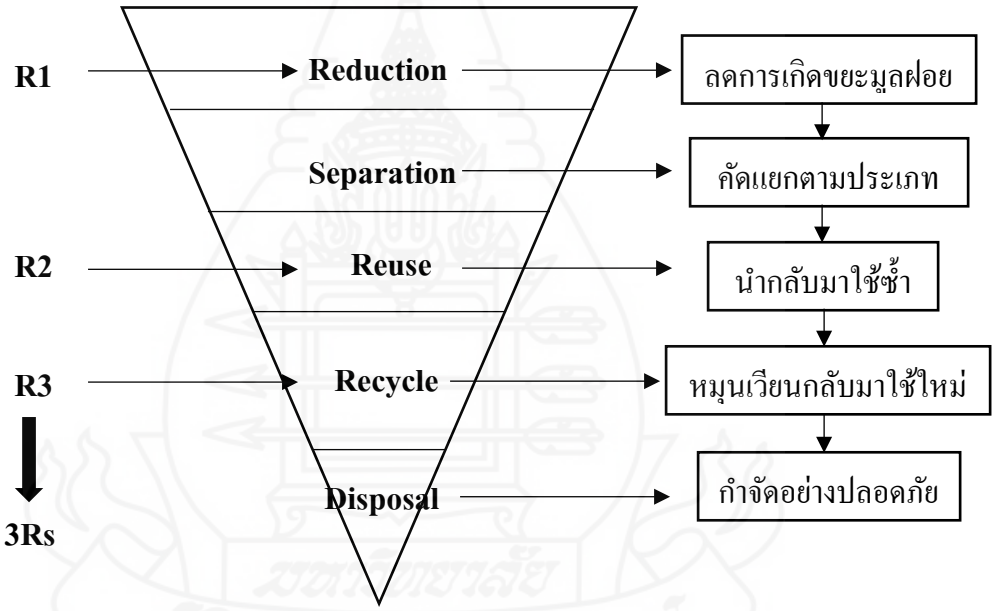
- การลดการเกิดขยะมูลฝอย
- การลำเลียง
- การคัดแยก
- การเก็บกัก



ที่มา: คณะอนุกรรมการมาตรฐานการประกอบวิชาชีพ สภาวิศวกร, (2560).

ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบหลักของการจัดการขยะมูลฝอย

สำหรับแนวคิดในการจัดการขยะมูลฝอย ประกอบด้วยแนวคิดของ 3Rs อันได้แก่ Reduce หมายถึง ลดการเกิดขยะมูลฝอย Reuse หมายถึง นำกลับมาใช้ซ้ำ และ Recycle หมายถึง หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งการดำเนินงานตามหลัก 3 Rs จะใช้หลักการคัดแยกองค์ประกอบของขยะมูลฝอยเป็นกลุ่มๆ ตามประเภทของขยะ เช่น กระดาษ พลาสติก โลหะ แก้ว หรือเศษอาหาร เป็นต้น ทั้งนี้การคัดแยกขยะทำให้สามารถลดปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัดให้เหลือน้อยลง ยิ่งทำการคัดแยกเป็นกลุ่มหรือหมวดหมู่มากเท่าใดก็จะสามารถนำขยะกลับมาใช้ใหม่ได้มากขึ้น ปริมาณขยะที่เป็นภาระต้องกำจัดก็จะเหลือน้อยลง ช่วยทำให้ต้นทุนการกำจัดลดลงด้วยเช่นกัน เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยลง รวมถึงเป็นการรักษาทรัพยากรไว้ใช้ประโยชน์ได้นานยิ่งขึ้นจากการนำกลับมาใช้ใหม่



ที่มา: คณะอนุกรรมการมาตรฐานการประกอบวิชาชีพ สภาวิศวกร, (2560).

ภาพที่ 2.3 แนวคิดการจัดการขยะมูลฝอย

3.2 การจัดการขยะมูลฝอยแต่ละประเภทตามลักษณะของขยะมูลฝอย

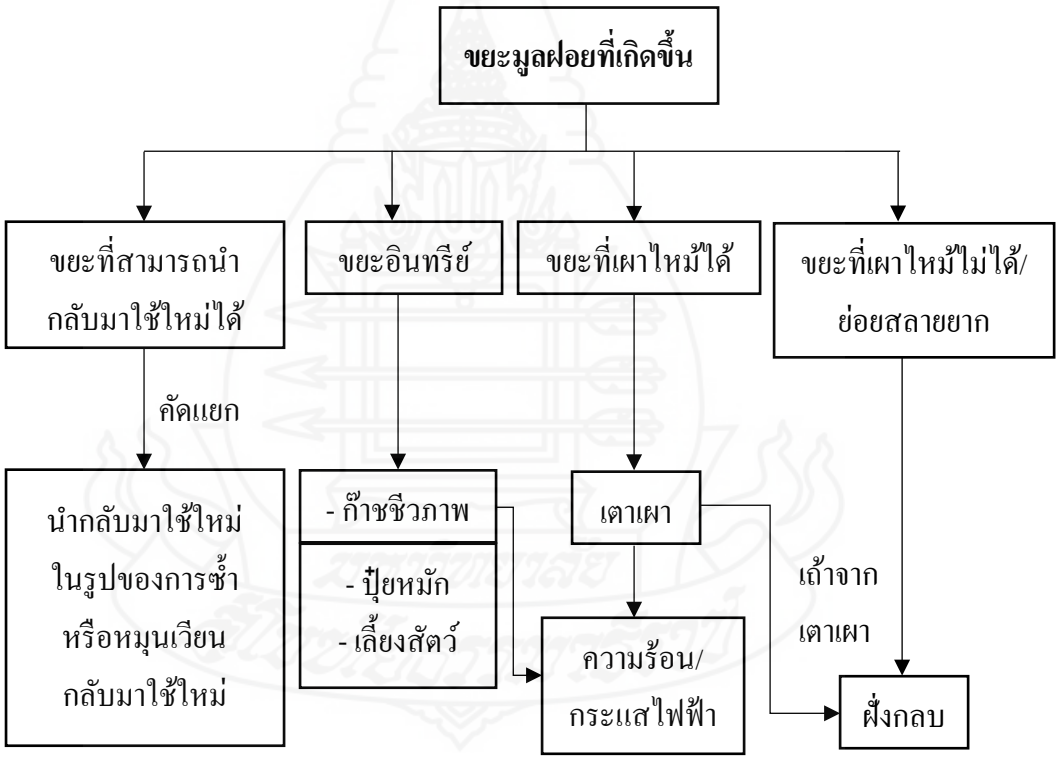
ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้น หลักการจัดการที่เหมาะสมต้องพิจารณาจากลักษณะของขยะมูลฝอยเป็นสำคัญ โดยทั่วไปแบ่งลักษณะของขยะมูลฝอยเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

3.2.1 ขยะที่สามารถนำกลับมาใหม่ได้ (Recycle Waste) เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ อโลหะ

3.2.2 ขยะอินทรีย์ (Organic Waste) เช่น เศษอาหาร กิ่งไม้ ใบไม้ เป็นต้น

3.2.3 ขยะที่เผาไหม้ได้ (Combustible Waste) เช่น กระดาษ พลาสติก ที่ผ่านการคัดแยกไปรีไซเคิล เป็นต้น

3.2.4 ขยะที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non-Combustible Waste) เช่น เศษดิน หิน อิฐ ปูน เป็นต้น



ที่มา: คณะอนุกรรมการมาตรฐานการประกอบวิชาชีพ สภาวิศวกร, (2560).

ภาพที่ 2.4 การจัดการขยะมูลฝอยแต่ละประเภทตามลักษณะขยะมูลฝอย

3.3 การกำจัดขยะมูลฝอย

การกำจัดขยะมูลฝอย เป็นกิจกรรมสุดท้ายในวงจรชีวิตของขยะมูลฝอย การกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบันมีหลายวิธีการแต่ที่นิยมและมีประสิทธิภาพ มีอยู่ 5 วิธีการใหญ่ๆ คือ

3.3.1 การกำจัดด้วยวิธีเชิงกล-ชีวภาพ (Mechanical Biological Waste Treatment : MBT) มีหลักการ คือ กระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุซึ่งเป็นอาการขอองจุลินทรีย์ที่ปนมากับขยะมูลฝอยจนกระทั่งสารอาหารหมด ทำให้กระบวนการย่อยสลายสิ้นสุดลง ไม่ก่อให้เกิดก๊าซมีเทน (CH4) จากระบบและมีน้ำซะขยะในปริมาณน้อย จากนั้นขยะประเภทกระดาษ พลาสติก จะถูกนำไปคัดแยกเพื่อนำกลับไปแปรูปใช้ใหม่ (Recycle) ส่วนขยะที่ย่อยสลายแล้ว เช่น อินทรียวัตถุ จะถูกรวบรวมไปเป็นสารปรับปรุงดิน (Soil Conditioner) เป็นต้น ส่วนเศษมูลฝอยที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้จะถูกนำไปฝังกลบในหลุมฝังกลบ ซึ่งถือเป็นการสิ้นสุดของกระบวนการ MBT

3.3.2 การผลิตก๊าซชีวภาพด้วยกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion: AD) เป็นการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Process) ที่ได้ก๊าซมีเทน (CH4) ที่ติดไฟ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น กระบวนการสลายแบบไร้ออกซิเจน แบ่งเป็น

1) การผลิตก๊าซชีวภาพโดยคัดแยกขยะอินทรีย์และนำไปหมักในถังหมักเฉพาะ (Anaerobic Digestion: AD)

2) การผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุดฝังกลบขยะมูลฝอยหรือเรียกว่า Landfill Gas

3.3.3 การทำปุ๋ยหมัก (Composting) เป็นการนำเฉพาะขยะอินทรีย์มาหมักให้กลายสภาพเป็นสารอินทรีย์ในรูปของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยใช้สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กๆ เช่น ไส้เดือนดิน หนอนดิน และจุลินทรีย์ในขยะมูลฝอยเป็นผู้ทำการย่อยสลาย การทำปุ๋ยหมักสามารถทำได้ทั้ง 2 ปฏิกิริยา คือ การหมักแบบไร้ออกซิเจน และการหมักแบบใช้ออกซิเจน

3.3.4 การเผาในเตาเผา (Incineration) เป็นการทำลายขยะมูลฝอยประเภทที่สามารถติดไฟได้ เช่น ขยะอินทรีย์ พลาสติก กระดาษ ไม้และเศษไม้ โดยการใช้ความร้อนในตัวของขยะเหล่านั้นเป็นตัวทำลายขยะมูลฝอยเอง โดยการเผาในที่สามารถควบคุมอากาศและมีการบำบัดมลพิษที่เกิดจากการเผาก่อนปล่อยสู่อากาศอย่างปลอดภัย ส่วนเถ้าที่เกิดจากการเผาจะต้องนำไปฝังกลบอย่างปลอดภัย ผลที่ได้จากการเผาขยะ คือ ความร้อนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น น้ำร้อน ไอน้ำ ผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

3.3.5 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) เป็นการนำขยะมูลฝอยทั้งหมดที่ไม่ได้ผ่านการคัดแยกหรือผ่านการคัดแยกมาแล้วฝังลงหลุมดินที่ขุดรองรับขยะได้ โดยที่ก้นหลุมมีการปูวัสดุกันซึม อาทิ ดินเหนียวหรือแผ่นพลาสติกกันซึม เมื่อนำขยะบรรจุลงในหลุมมี

การบดอัดแน่นแล้วมีการกลบทับด้วยดินหรือวัสดุที่ทำหน้าที่ป้องกันกลิ่น แมลง หรือสัตว์ไปคุ้ยเขี่ยในแต่ละวัน ระบบฝังกลบมีการรวบรวมน้ำชะขยะที่เกิดขึ้นออกไปบำบัดก่อนทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ นอกจากนั้นยังมีการระบายก๊าซที่เกิดจากหลุมฝังกลบออกจากหลุม เพื่อป้องกันการเกิดระเบิดหรือการติดไฟของก๊าซมีเทน เป็นต้น

3.4 การกำจัดขยะมูลฝอย

มีอยู่ 5 วิธี ได้แก่

3.4.1 การเผาในเตาเผา (Incinerator) เป็นการนำพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยกลับมาใช้ ซึ่งอยู่ในรูปของอากาศร้อนจำเป็นต้องระบายออกจากห้องเผาและเตาเผา โดยสามารถนำอากาศร้อนที่ได้มาใช้ประโยชน์ เช่น การต้มน้ำให้ร้อนและส่งไปยังผู้ที่ต้องการใช้ หรือ การต้มน้ำให้เดือดกลายเป็นไอน้ำเพื่อนำไปใช้ผลิตพลังงานหรือประโยชน์อย่างอื่นในอุตสาหกรรม เป็นต้น รูปแบบของการนำพลังงานความร้อนไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันไอน้ำ (Steam turbine) อากาศร้อนที่ผ่านหม้อต้มน้ำ (Boiler) ได้เป็นไอน้ำที่มีแรงดันสูงผ่านไปหมุนกังหัน (Turbine) แล้วไปหมุนเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า (Generator) และได้กระแสไฟฟ้าที่พร้อมจะนำไปใช้ประโยชน์

3.4.2 แท่งเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel, RDF) หลักการทำงานของเทคโนโลยีแท่งเชื้อเพลิงขยะ เริ่มจากการคัดแยะขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ ขยะอันตรายและขยะรีไซเคิลออกจากขยะมูลฝอยรวม จากนั้นจึงป้อนเข้าเครื่องบดเพื่อลดขนาด ซึ่งอาจมีการป้อนเข้าเตาอบเพื่อลดความชื้นของขยะมูลฝอยโดยการใช้ความร้อนจากลมร้อนหรือไอน้ำเพื่ออบขยะให้แห้งซึ่งจะทำให้น้ำหนักลดลงเกือบร้อยละ 50 (ความชื้นเหลือไม่เกินร้อยละ 15) และสุดท้ายจะส่งไปเข้าเครื่องอัดเม็ด (Pellet) หรือทำเป็นแท่งเพื่อทำให้ได้เชื้อเพลิงขยะอัดเม็ดหรือเป็นแท่งที่มีขนาดและความหนาแน่นเหมาะสมต่อการขนส่งหรือการใช้งาน

3.4.3 การผลิตก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Biogas Production by Anaerobic Digestion) แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย (Landfill gas) และการคัดแยกเฉพาะขยะอินทรีย์และนำไปหมักในถังหมักเฉพาะเพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ (Anaerobic Digestion, AD) โดยเฉพาะก๊าซมีเทน (CH4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) และก๊าซอื่นๆ สำหรับก๊าซที่รวบรวมได้ทั้งหมดจะถูกไปสันดาปในห้องเผา (Internal Combustion) แล้วผลิตกระแสไฟฟ้า

3.4.4 การแปรรูปขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกเป็นน้ำมัน เนื่องจากขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเช่นเดียวกับน้ำมัน เพียงแต่จำนวนคาร์บอนน้อยกว่าพลาสติก เช่น ดีเซลจะมีคาร์บอน 12 – 20 ตัว แต่พลาสติกจะเป็นโซ่ยาวมากมีคาร์บอนจำนวนมาก

โดยจำนวนคาร์บอนขึ้นอยู่กับชนิดของโพลิเมอร์นั้นๆ การที่จะเปลี่ยนให้เป็นน้ำมันได้จะต้องตัดโซ่ให้สั้นลงพลาสติกโดยทั่วไปมีหลายประเภทที่มีความสามารถในการผลิตน้ำมันได้ แต่อาจได้ปริมาณและผลผลิตที่ต่างกัน โดยน้ำมันที่ได้จากขวดใสและถุงพลาสติกทั่วไปจะได้ดีเซลสีขุ่นดำ แต่หากใช้วัตถุดิบประเภทถุงพลาสติกใหม่จะได้น้ำมันเหลืองใส

3.4.5 เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc) เป็นเทคโนโลยีด้านพลังงานขั้นสูงที่ใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยได้หลายลักษณะ หลักการ คือ การป้อนขยะมูลฝอยเข้าไปใน Plasma arc field ซึ่งมีอุณหภูมิสูงประมาณ 5,000 – 15,000 องศาเซลเซียล โดยตรง อุณหภูมิที่สูงระดับนี้จะสามารถแยกอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของขยะมูลฝอยได้ ทำให้ขยะมูลฝอยถูกความร้อนเผาทำลายหมด ความร้อนที่ได้สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยใช้เป็นเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำและนำไอน้ำมาผลิตเป็นพลังงานกระแสไฟฟ้าต่อไป โดยเทคโนโลยีพลาสมาอาร์คประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ เครื่องปฏิกรณ์พลาสมา (Plasma Reactor) ระบบควบคุมด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Control) และระบบผลิตพลังงาน (Power Generation Unit)

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีสำหรับการแปรรูปขยะมูลฝอยให้เป็นพลังงาน

หัวข้อ	เทคโนโลยี	รายละเอียด
1.ปริมาณขยะมูลฝอย	**Incinerator**	ไม่น้อยกว่า 50 ตัน/วัน
	RDF	ขยะมูลฝอยที่คัดแยกและพร้อมจะนำไปทำเป็นเชื้อเพลิง ไม่น้อยกว่า 50 ตัน/วัน
	Landfill Gas	ไม่น้อยกว่า 100 ตัน/วัน มีสัดส่วนของปริมาณขยะมูลฝอยอินทรีย์ไม่น้อยกว่า 40 ตัน/วัน
	AD	ไม่น้อยกว่า 10 ตัน/วัน ปริมาณขยะอินทรีย์ที่คัดแยกได้ไม่น้อยกว่า 4 ตัน/วัน
	Plastic to Oil	ขยะพลาสติกไม่น้อยกว่า 5 ตัน/วัน
2.องค์ประกอบของขยะมูลฝอย	**Incinerator**	เหมาะสำหรับท้องถิ่นที่มีขยะมูลฝอยประเภทที่ให้ความร้อนสูง เช่น พลาสติก กระดาษ เพราะจะทำให้ใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้น้อยและให้ความร้อนสูง
	RDF	เหมาะสำหรับท้องถิ่นที่มีขยะมูลฝอยประเภทที่ให้ความร้อนสูง เช่น พลาสติก กระดาษ เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

หัวข้อ	เทคโนโลยี	รายละเอียด
	Landfill Gas	ใช้กำจัดขยะมูลฝอยได้ทุกประเภท แต่เหมาะสำหรับท้องถิ่นที่มีขยะมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ปริมาณสูง เพราะจะให้ก๊าซมีเทนในปริมาณที่มาก
	AD	เหมาะสำหรับท้องถิ่นที่มีขยะมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ปริมาณสูง
	Plastic to Oil	เหมาะสำหรับท้องถิ่นที่มีขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกปริมาณสูง
	Plasma Arc	ไม่มีข้อจำกัดเรื่องประเภทขยะมูลฝอย
3.จำนวนบุคลากรที่ต้องเตรียม	**Incinerator**	ไม่น้อยกว่า 16 คน โดยเป็นบุคลากรค่อนข้างมีความรู้และความชำนาญ
	RDF	ไม่น้อยกว่า 6 คน
	Landfill Gas	ไม่น้อยกว่า 6 คน
	AD	ไม่น้อยกว่า 6 คน
	Plastic to Oil	ไม่น้อยกว่า 6 คน โดยเป็นบุคลากรค่อนข้างมีความรู้และความชำนาญระดับปานกลาง
	Plasma Arc	ไม่น้อยกว่า 30 คน โดยเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญสูงมาก
4.การคัดแยกขยะมูลฝอย	**Incinerator**	ควรมีการคัดแยกขยะมูลฝอยพวกเศษอาหารหรือขยะที่มีความชื้นสูงออกก่อน เพื่อลดการใช้พลังงานในการเผาไหม้
	RDF	จำเป็นต้องใช้ขยะมูลฝอยประเภทเฉพาะเจาะจง ดังนั้นหากต้องการดำเนินการให้ได้ผลดี จะต้องมีระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย
	Landfill Gas	ไม่จำเป็น
	AD	จำเป็นต้องใช้ขยะมูลฝอยประเภทเฉพาะเจาะจง ดังนั้นหากต้องการดำเนินการให้ได้ผลดี จะต้องมีระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

หัวข้อ	เทคโนโลยี	รายละเอียด
	Plastic to Oil	จำเป็นต้องใช้ขยะมูลฝอยประเภทเฉพาะเจาะจง ดังนั้น หากต้องการดำเนินการให้ได้ผลดี จะต้องมีระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย
	Plasma Arc	ไม่มีข้อจำกัดเรื่องประเภทขยะมูลฝอย
5. จำนวนเงินลงทุน (โดยประมาณ)	**Incinerator**	ประมาณ 3 – 4 ล้านบาท/ตันขยะมูลฝอย
	RDF	ประมาณ 60,000 – 90,000 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	Landfill Gas	ประมาณ 300,000 – 750,000 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	AD	ประมาณ 750,000 – 1,200,000 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	Plastic to Oil	ประมาณ 8,000,000 บาท/ตันขยะมูลฝอยประเภทพลาสติก
	Plasma Arc	ไม่มีข้อมูล
6.ค่าดำเนินการ (โดยประมาณ)	**Incinerator**	ประมาณ 600 – 4,500 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	RDF	ประมาณ 300 – 2,250 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	Landfill Gas	ประมาณ 900 – 2,250 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	AD	ประมาณ 900 – 2,250 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	Plastic to Oil	ประมาณ 700 – 1,800 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	Plasma Arc	ไม่มีข้อ
7. พื้นที่ที่ต้องจัดเตรียม (โดยประมาณ)	**Incinerator**	ไม่น้อยกว่า 10 ไร่
	RDF	ไม่น้อยกว่า 6 ไร่
	Landfill Gas	ไม่น้อยกว่า 100 ไร่
	AD	ไม่น้อยกว่า 5 ไร่
	Plastic to Oil	ไม่น้อยกว่า 5 ไร่
	Plasma Arc	ไม่มีข้อมูล
8. ความพร้อมของบุคลากร	**Incinerator**	ใช้เทคโนโลยีค่อนข้างสูงต้องจัดเตรียมและอบรมบุคลากรให้พร้อมก่อนเริ่มดำเนินการ
	RDF	ใช้เทคโนโลยีไม่สูงมากนักใช้ระยะเวลาในการอบรมบุคลากรไม่นาน

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

หัวข้อ	เทคโนโลยี	รายละเอียด
	Landfill Gas	ใช้เทคโนโลยีไม่สูงมากนักใช้ระยะเวลาในการอบรมบุคลากรไม่นาน
	AD	ใช้เทคโนโลยีไม่สูงมากนักใช้ระยะเวลาในการอบรมบุคลากรไม่นาน
	Plastic to Oil	ใช้เทคโนโลยีปานกลาง ใช้ระยะเวลาในการอบรมบุคลากรพอสมควร
	Plasma Arc	เป็นเทคโนโลยีขั้นสูง ต้องใช้ระยะเวลาจัดเตรียมบุคลากรนานมาก
9.ความจำเป็นในการร่วมกลุ่มกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นข้างเคียง	**Incinerator**	จำเป็น หากมีขยะมูลฝอยปริมาณน้อย
	RDF	ไม่จำเป็น
	Landfill Gas	จำเป็น หากมีขยะมูลฝอยปริมาณน้อย
	AD	จำเป็น หากมีขยะมูลฝอยปริมาณน้อย
	Plastic to Oil	จำเป็น หากมีขยะมูลฝอยปริมาณน้อยเพราะจะไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
	Plasma Arc	จำเป็น เพื่อให้มีปริมาณขยะมูลฝอยเพียงพอ
10. ศักยภาพของท้องถิ่น	**Incinerator**	ต้องเป็นท้องถิ่นที่มีศักยภาพพอสมควรทั้งในด้านบุคลากรและงบประมาณ เนื่องจากต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ รวมทั้งใช้งบประมาณในการก่อสร้างและค่าดำเนินการเมื่อเปิดใช้ค่อนข้างสูง
	RDF	ไม่จำเป็นต้องมีศักยภาพสูงมากนัก แต่ควรมีบุคลากรที่มีความเอาใจใส่ในการดำเนินการ เพราะต้องมีการคัดแยกเพื่อนำขยะมูลฝอยเฉพาะที่นำมาทำเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้เท่านั้น
	Landfill Gas	ท้องถิ่นไม่จำเป็นต้องมีศักยภาพสูง

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

หัวข้อ	เทคโนโลยี	รายละเอียด
	AD	ท้องถิ่นไม่จำเป็นต้องมีศักยภาพสูง แต่หากต้องการผลิตก๊าซชีวภาพให้ได้ผลดี ควรมีบุคลากรที่มีความเอาใจใส่ในการดำเนินการคัดแยกเอาเฉพาะขยะอินทรีย์
	Plastic to Oil	ท้องถิ่นต้องมีศักยภาพปานกลาง ในการมีเจ้าหน้าที่ดูแลรักษาเครื่องจักรที่ใช้แปรรูปพลาสติกเป็นน้ำมัน
	Plasma Arc	ต้องเป็นท้องถิ่นที่มีศักยภาพสูงมากทั้งในด้านบุคลากรและงบประมาณ เนื่องจากต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญเฉพาะด้าน รวมทั้งใช้งบประมาณในการลงทุนก่อสร้างและค่าดำเนินการเมื่อเปิดใช้งานค่อนข้างสูง
11. การยอมรับของประชาชนและความพร้อมในการ	**Incinerator**	ยอมรับปานกลาง
	RDF	ยอมรับน้อย
	Landfill Gas	ยอมรับปานกลาง
	AD	ยอมรับปานกลาง
	Plastic to Oil	ยอมรับมาก
	Plasma Arc	ประชาชนยังไม่รู้จักและไม่คุ้นเคย

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2554).

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

งานวิจัยฉบับนี้ มุ่งเน้นศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis, CBA) สำหรับวิเคราะห์ทางเลือกในการจัดการขยะมูลฝอยระดับจังหวัดของจังหวัดนนทบุรี โดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี โดยพิจารณาเปรียบเทียบทางเลือกที่เป็นไปได้ของเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย ในปัจจุบันภายใต้อายุโครงการ 20 ปี (พ.ศ. 2562 – 2581) ประกอบด้วย ทางเลือกที่ 1 คือ เทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน) ทางเลือกที่ 2 คือ เทคโนโลยีการกำจัดขยะโดยใช้เตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และทางเลือกที่ 3 คือ เทคโนโลยีผลิตแท่งเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยกำหนดให้ทั้งทางเลือกที่ 2 และ 3 ผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายด้วย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ได้พิจารณาทางเลือกดังกล่าวข้างต้นในการจัดการขยะมูลฝอย โดยครอบคลุมพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ทั้ง 6 อำเภอ มีประชาชนที่จะได้รับผลกระทบจำนวน 648,649 ครัวเรือน หรือ คิดเป็นจำนวนประชากร 1,211,924 คน (ข้อมูล ณ เดือนธันวาคม 2559) และประชากรแฝงจำนวน 579,900 คน ทั้งนี้ ข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลตามทะเบียนราษฎร์ กระทรวงมหาดไทย และการสำรวจประชากรแฝงในปี 2559 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

งานศึกษานี้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์มาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในแต่ละทางเลือกด้วยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis, CBA) ประกอบด้วย

2.1 คำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) การคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ ตามสมการดังนี้

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

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

r คือ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่เหมาะสม

2.2 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) เมื่อกำหนด r คือ อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ และค่าของ r จะสามารถหาได้จากการแก้สมการดังนี้

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

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

r คือ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่เหมาะสม

2.3 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (Benefit-Cost Ratio : B/C Ratio) ตามสมการดังนี้

$$B/C\ Ratio = \frac{\sum_{t=0}^{N-1} B_t}{\sum_{t=0}^{N-1} C_t}$$

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

นอกจากการวิเคราะห์ดังที่ได้กล่าวในข้างต้นแล้ว จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เพื่อเป็นการทดสอบความอ่อนไหวของผลการศึกษาเมื่อค่าของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์เปลี่ยนไป เช่น การทดสอบด้วยการแทนค่ากรณีดีที่สุด (Best Case scenario) หรือ กรณีเลวร้ายสุด (Worst Case Scenario)

3. การเก็บรวมรวมข้อมูล

3.1 ข้อมูลปฐมภูมิ โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ได้แก่ สถานการณ์ปัจจุบันเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย ความเหมาะสมของเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย ต้นทุนในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันและในแต่ละทางเลือก

3.2 ข้อมูลทุติยภูมิ โดยทำการรวบรวมข้อมูลทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่นำเสนอในรูปของข้อมูลทางสถิติ รายงานและการวิจัยต่างๆ อาทิเช่น ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงพลังงาน กรมควบคุมมลพิษ กรมการปกครอง กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาแห่งประเทศไทย องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี เป็นต้น เพื่อรวบรวมข้อมูลทางวิชาการถึงความเหมาะสมของเทคโนโลยีการจัดการขยะ จำนวนประชากร ปริมาณขยะมูลฝอย ต้นทุนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยแต่ละทางเลือก

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (Descriptive Method) เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีโดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี อัตราการเกิดขยะ อัตราการเติบโตของประชากร ค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน โดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์ คือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ อัตรา และอัตราส่วน

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Method) โดยการนำข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิมาทำการวิเคราะห์ เพื่อการประเมินถึงความเหมาะสมในทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการบริหารจัดการขยะมูลฝอย สำหรับเครื่องมือการวิเคราะห์ คือ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis, CBA) เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก ซึ่งมีเกณฑ์ในการตัดสินใจ คือ ความคุ้มค่าของแต่ละทางเลือก และการวิเคราะห์

ความอ่อนไหวในตัวแปรต่างๆ เช่น อัตราคิดลด อัตราปริมาณขยะมูลฝอย เป็นต้น เพื่อให้ทราบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในอนาคตมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

5. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการ (Cost-Benefit Analysis, CBA)

แบ่งออกเป็นดังนี้ (เรวดี จรุงรัตนาพงศ์, 2560)

5.1 การกำหนดกลุ่มอ้างอิง (Referent Group) เป็นการกำหนดพื้นที่ของโครงการ และใครเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของโครงการ สำหรับการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี มีพื้นที่ในการให้บริการกำจัดขยะมูลฝอยสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 622 ตารางกิโลเมตร ในส่วนของพื้นที่กำจัดมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีตั้งอยู่บนพื้นที่หมู่ที่ 8 ตำบลคลองขวาง อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี จำนวน 457 ไร่

5.2 กำหนดทางเลือกที่จะดำเนินการที่เป็นไปได้ การศึกษาครั้งนี้ ได้พิจารณาถึงทางเลือกที่มีความเป็นไปได้สำหรับการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี โดยพิจารณาถึงปัจจัยปริมาณขยะมูลฝอย องค์ประกอบของขยะมูลฝอย ที่ดิน ลักษณะรูปแบบการดำเนินการ ตลอดรวมถึงเงินงบประมาณสำหรับการลงทุนและการดำเนินงาน และจากการทบทวนงานวิจัยและการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบเรื่องการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี พบว่า หากดำเนินการฝั่งกลบอย่างถูกสุขาภิบาลขยะมูลฝอยในปริมาณประมาณวันละ 1,100 ตัน คาดว่าจะมีพื้นที่สำหรับการฝั่งกลบที่จะสามารถใช้งานได้ไม่เกิน 5 ปี ฉะนั้นทางเลือกที่เหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอย คือ 1. เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยกำหนดให้เป็นทางเลือกที่ 2 และ 2. เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยนำไปผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงขยะ (RDF) และบางส่วนนำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเตาเผาแบบ Gasification (RDF + Gasification) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยกำหนดให้เป็นทางเลือกที่ 3 เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น งานศึกษานี้จึงได้ศึกษาเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีในปัจจุบันด้วย คือ เทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยกำหนดให้เป็นทางเลือกที่ 1

5.3 กำหนดผลกระทบ (ทั้งทางบวกและลบ) ทางกายภาพที่จะเกิดขึ้นของโครงการ

การศึกษาในครั้งนี้จะทำการประเมินผลกระทบของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ตำบลคลองขวาง อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ในแต่ละทางเลือก ตลอดอายุโครงการ 20 ปี (พ.ศ. 2562 – 2581) โดยต้นทุนของแต่ละทางเลือกได้มาจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสัมภาษณ์ ตามตารางที่ 3.1 มีรายละเอียด ดังนี้

5.3.1 เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (ทางเลือกที่ 2) มีต้นทุนและผลตอบแทน ประกอบด้วย

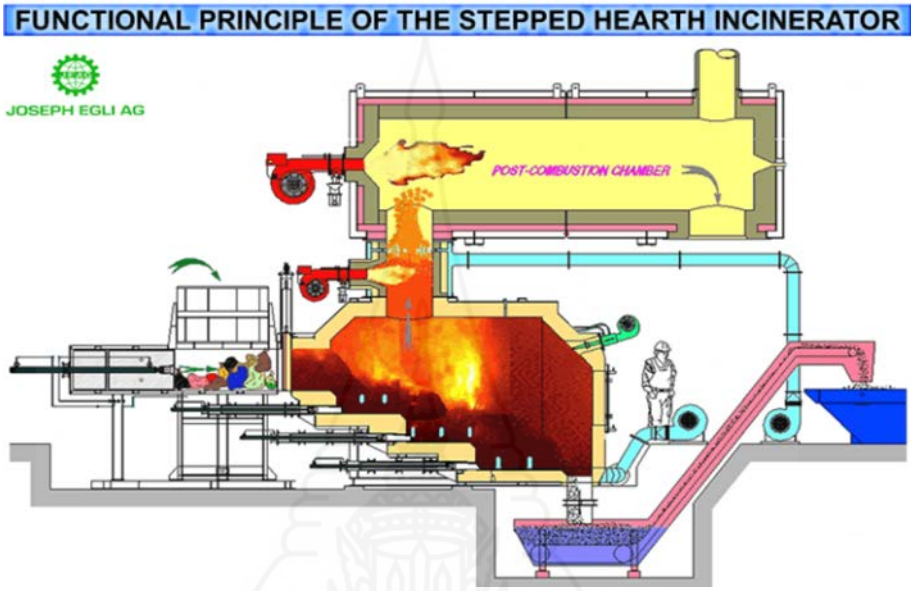
1) ต้นทุนในการเริ่มโครงการ (Capital Investment Cost) ได้แก่ ค่าที่ดิน ค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างโรงงานกำจัดขยะมูลฝอย ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย ค่าก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย ค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างโรงผลิตไฟฟ้า ค่าระบบสาธารณูปโภคและโครงสร้างพื้นฐาน ค่าจัดเตรียมพื้นที่งานก่อสร้าง ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดรวมถึงค่าติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์

2) ต้นทุนดำเนินงานและการบำรุงรักษา (Operating and Maintenance) เป็นค่าใช้จ่ายเพื่อให้การดำเนินงานตามปกติ และการบำรุงรักษาให้สิ่งก่อสร้าง เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ในสภาพที่สามารถดำเนินการหรืองานใช้ได้ตลอดอายุของโครงการ ตลอดจนรวมถึงค่าบำบัดน้ำชะมูลฝอย ค่าแรงงาน และค่าวัสดุและสารเคมีต่างๆ เป็นต้น

ที่มา: วรพจน์ กนกกัณฑพงษ์, (2557).

ภาพที่ 3.1 โรงไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย

3) ต้นทุนค่าเสียโอกาสที่ดิน การศึกษาครั้งนี้ประเมินค่าเสียโอกาสที่ดินจากมูลค่าการจำหน่ายข้าวเปลือกเจ้าที่ผลิตได้ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีตามจำนวนแปลง (ไร่) เนื่องจากพื้นที่โดยรอบโครงการในปัจจุบันเป็นพื้นที่การเพาะปลูกข้าวเจ้า



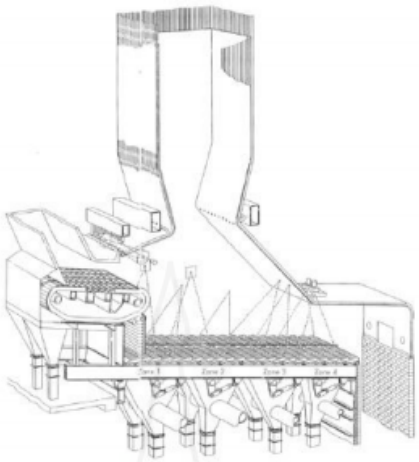
ที่มา: วรพจน์ กนกกัณฑพงษ์, (2557).

ภาพที่ 3.2 กระบวนการทำงานของเตาเผาขยะมูลฝอย

4) ผลกระทบภายนอก

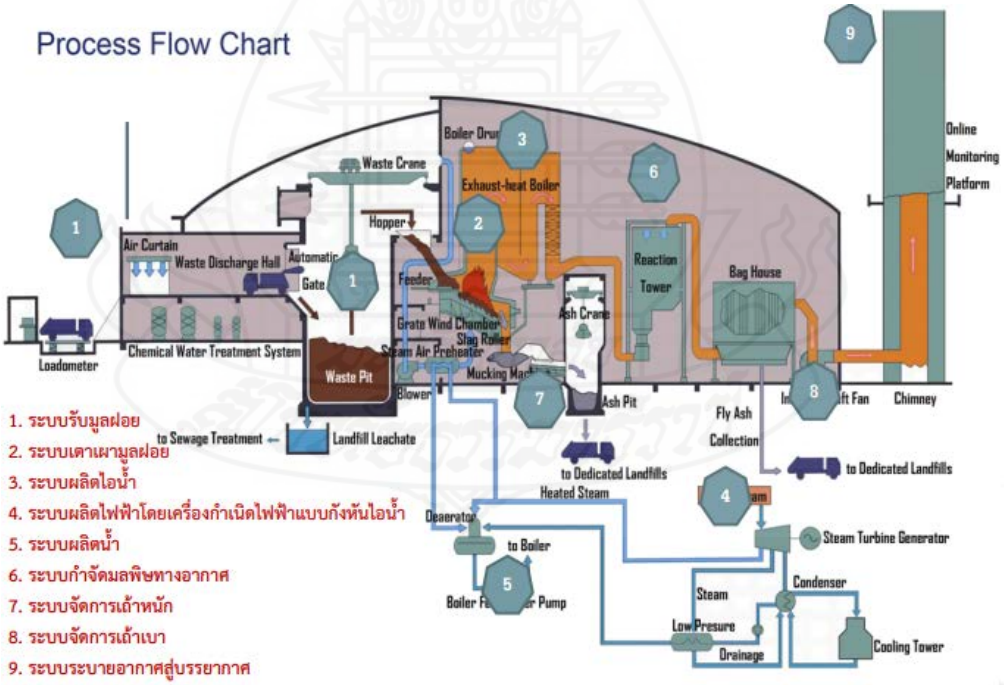
(1) ทางบวก ได้แก่ การประหยัดที่ดินสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย การประหยัดค่าจ้างดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอย ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอย และลดปัญหาอื่นที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย

(2) ทางลบ ได้แก่ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเผาขยะมูลฝอยของโรงไฟฟ้า ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย และปัญหาอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูล



ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, (2558).

ภาพที่ 3.3 เตาเผาชนิดมีแผงตะกรับ



ที่มา: ศูนย์วิจัยความเป็นเลิศทางด้านชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2561: ออนไลน์).

ภาพที่ 3.4 ระบบเตาเผาขยะมูลฝอย (Incinerator)

5) ผลตอบแทนของโครงการ ได้แก่ รายได้จากการขายพลังงานไฟฟ้า และรายได้จากการรับกำจัดขยะมูลฝอย

5.3.2 เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยนำไปผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงขยะ (Refuse- derived Fuel: RDF) บางส่วนนำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเตาเผาแบบ Gasification (RDF + Gasification) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนและผลตอบแทน ดังนี้

1) ต้นทุนในการเริ่มโครงการ (Capital Investment Cost) ได้แก่ ค่าที่ดิน ค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างโรงผลิตเชื้อเพลิงขยะจากหลุมฝังกลบ (Re-Hub site) ค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างโรงผลิตเชื้อเพลิงขยะจากขยะมูลฝอยชุมชน ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย ค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างโรงผลิตไฟฟ้าแบบ Gasification ค่าระบบสาธารณูปโภคและโครงสร้างพื้นฐาน ค่าจัดเตรียมพื้นที่งานก่อสร้าง ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดรวมถึงค่าติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์

2) ต้นทุนดำเนินงานและการบำรุงรักษา (Operating and Maintenance) เป็นค่าใช้จ่ายเพื่อให้การดำเนินงานตามปกติ และการบำรุงรักษาให้สิ่งก่อสร้าง เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ในสภาพที่สามารถดำเนินการหรืองานใช้ได้ตลอดอายุของโครงการ

3) ต้นทุนค่าเสียโอกาสที่ดิน การศึกษาครั้งนี้ประเมินค่าเสียโอกาสที่ดินจากมูลค่าการจำหน่ายข้าวเปลือกเจ้าที่ผลิตได้ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีตามจำนวนแปลง (ไร่) เนื่องจากพื้นที่โดยรอบโครงการในปัจจุบันเป็นพื้นที่การเพาะปลูกข้าวเจ้า

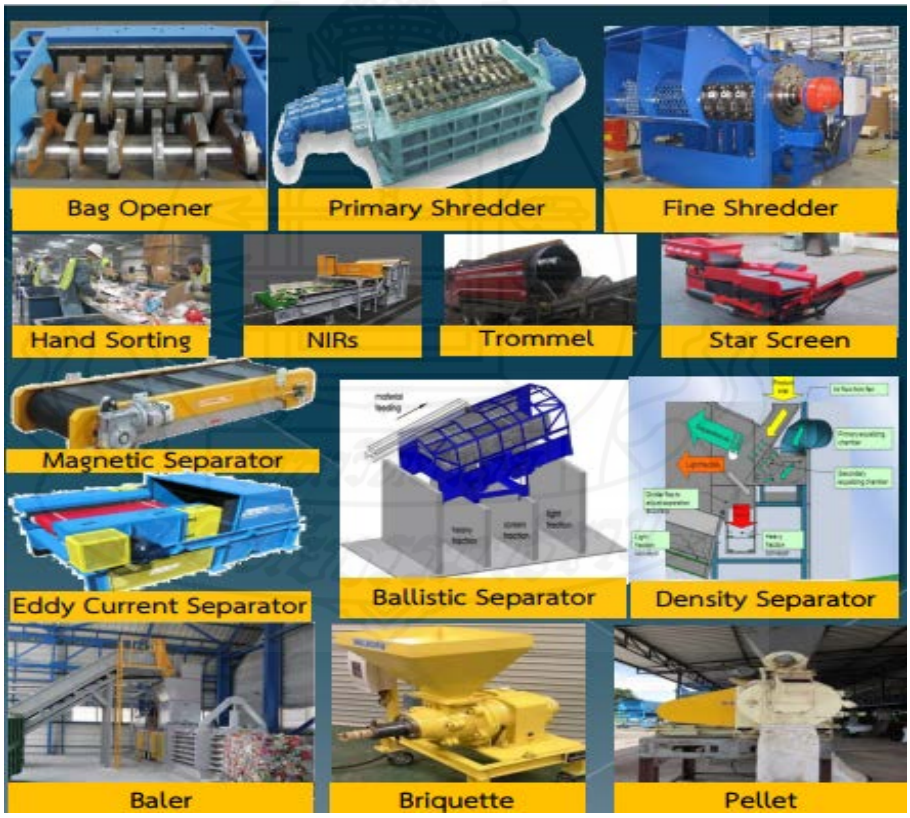
4) ผลกระทบภายนอก

(1) ทางบวก ได้แก่ ประหยัดที่ดินสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย (เนื่องจากนำขยะมูลฝอยไปผลิตเป็น RDF) ประหยัดที่ดินสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย วัสดุคัดทิ้งและขี้เถ้า (จากการรื้อหลุมฝังกลบ) ประหยัดค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย (จากการรื้อหลุมฝังกลบ) ประหยัดค่าจ้างดำเนินงานการฝังกลบขยะมูลฝอย ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอย และลดปัญหาอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย

(2) ทางลบ ได้แก่ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงขยะของโรงไฟฟ้า ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย และปัญหาอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย

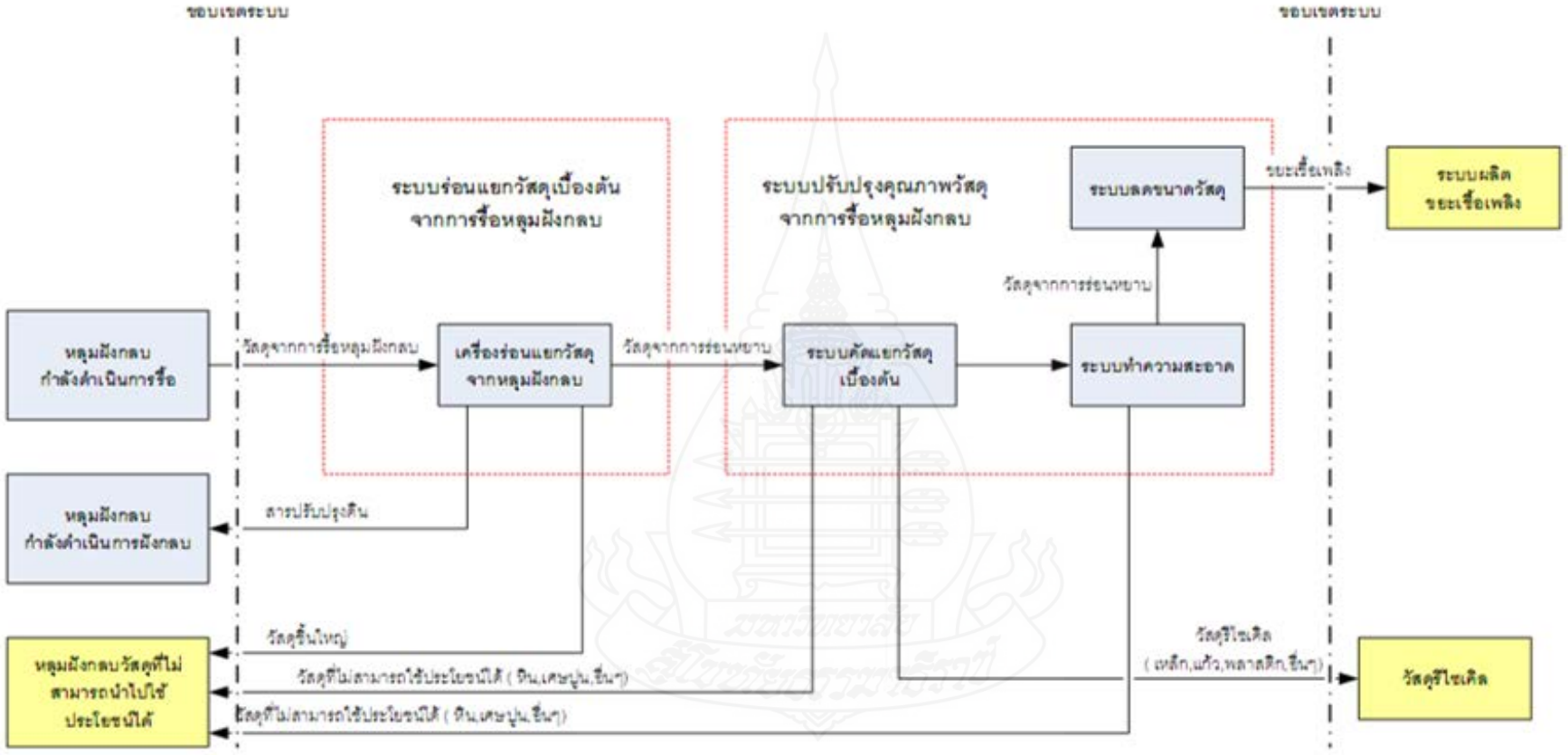
ที่มา : ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, (2549).

ภาพที่ 3.5 เครื่องร่อนขยะจากหลุมฝังกลบ



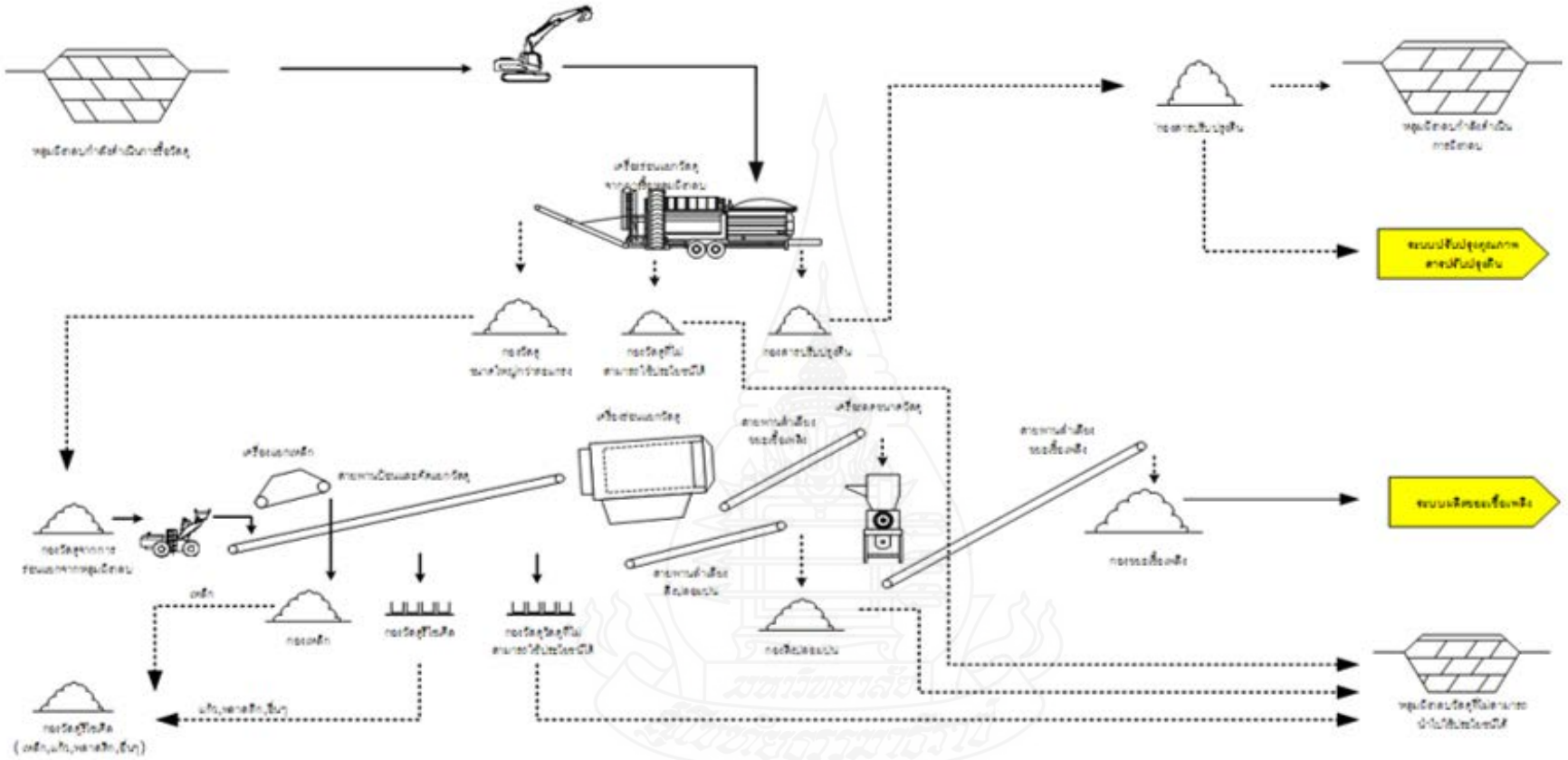
ที่มา: ศูนย์วิจัยความเป็นเลิศทางด้านชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2561: ออนไลน์)

ภาพที่ 3.6 เครื่องจักรสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF)



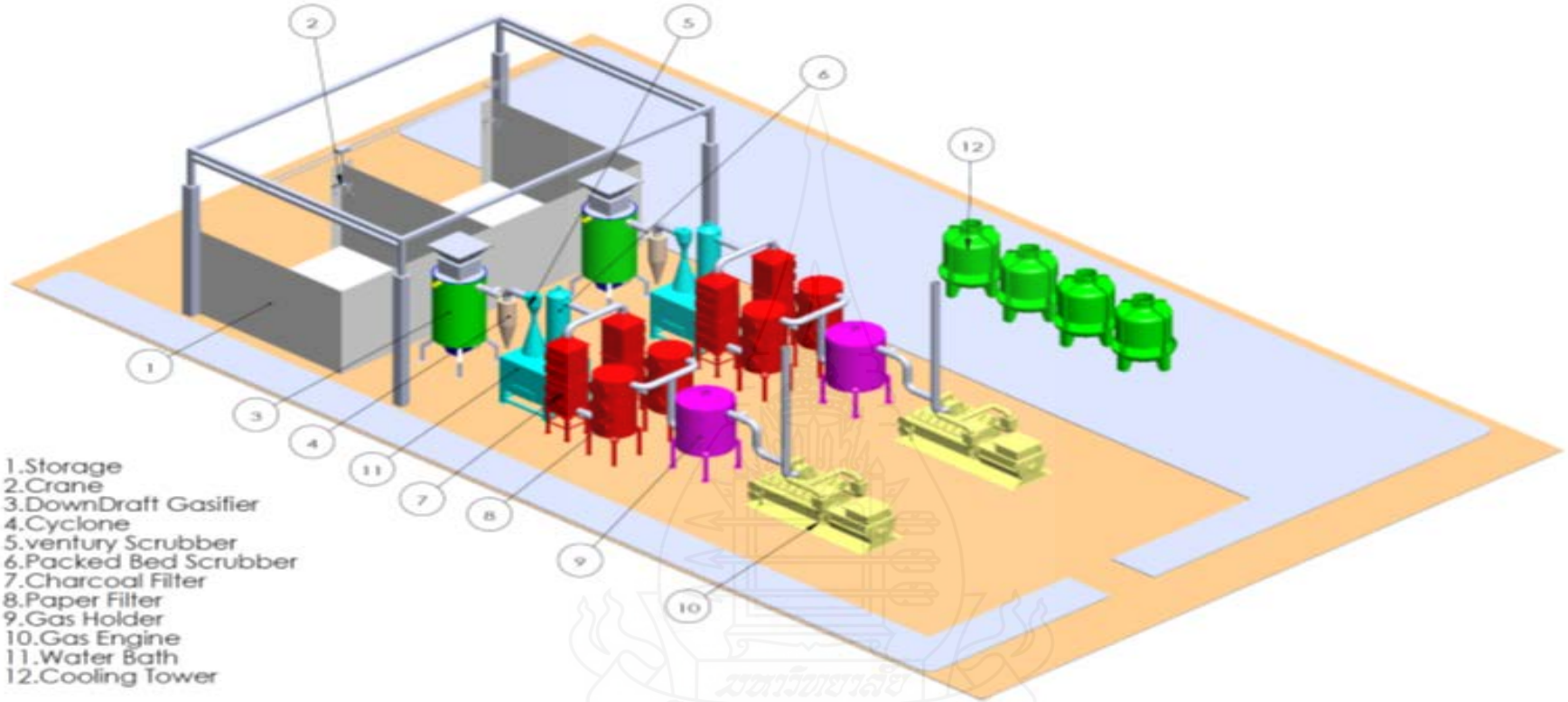
ที่มา : ศูนย์วิจัยการเผากากของเสีย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2553).

ภาพที่ 3.7 กระบวนการรื้อวัสดุจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย และเครื่องจักรอุปกรณ์



ที่มา : ศูนย์วิจัยการเผากากของเสีย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2553).

ภาพที่ 3.8 กระบวนการรื้อวัสดุจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย และเครื่องจักรอุปกรณ์



ที่มา : ศูนย์วิจัยการเผากากของเสีย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2553).

ภาพที่ 3.9 เทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่น

5) ผลตอบแทนของโครงการ ได้แก่ รายได้จากการขายพลังงานไฟฟ้า รายรับจากการจำหน่ายเชื้อเพลิงขยะ (RDF) รายรับจากการจำหน่ายสารปรับปรุงดิน รายรับจากการจำหน่ายวัสดุรีไซเคิล และรายได้จากการรับกำจัดขยะมูลฝอย

ที่มา: ศูนย์วิจัยความเป็นเลิศทางด้านชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2561: ออนไลน์).

ภาพที่ 3.10 เครื่องจักรสำหรับการผลิตไฟฟ้า เทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่น

5.4 การระบุสิ่งที่จะเกิดขึ้นถ้าไม่มีโครงการดังกล่าว (without project) เป็นการระบุถึงผลกระทบทางกายภาพ เพื่อนำไปประเมินต้นทุนของโครงการในกรณีของสถานการณ์ปัจจุบัน (Status Quo) ในที่นี้ คือ **ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน)** มีต้นทุนและผลตอบแทน ดังนี้

5.4.1 ต้นทุนในการเริ่มโครงการ (Capital Investment Cost) ได้แก่ ค่าที่ดิน และค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยพร้อมระบบบำบัดน้ำเสีย

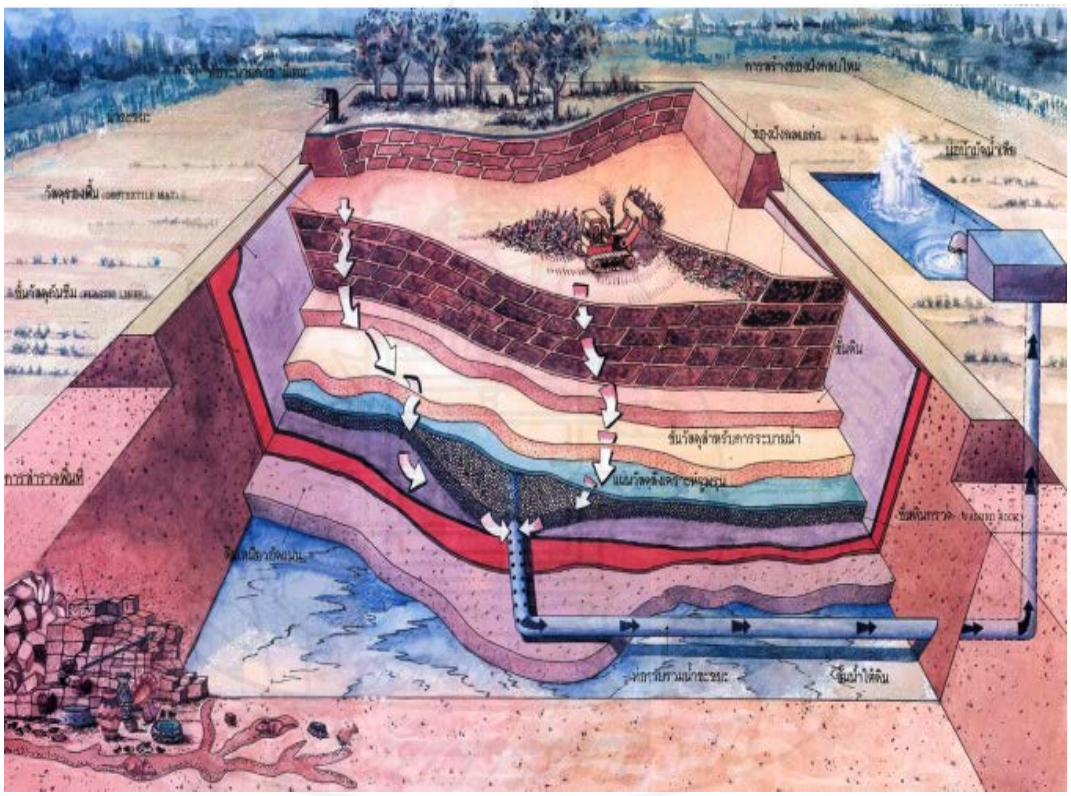
5.4.2 ต้นทุนดำเนินงาน (Operating) เป็นค่าใช้จ่ายเพื่อให้การดำเนินงานตามปกติ ได้แก่ ค่าจ้างดำเนินการฝังกลบ ค่าดำเนินการบำบัดน้ำเสีย (น้ำชะมูลฝอย) และค่าตอบแทนองค์การบริหารส่วนตำบลคลองขวาง อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี เพื่อตอบแทนการใช้ประโยชน์ในพื้นที่

5.4.3 ต้นทุนค่าเสียโอกาสที่ดิน การศึกษาครั้งนี้ประเมินค่าเสียโอกาสที่ดินจากมูลค่าการจำหน่ายข้าวเปลือกเจ้าที่ผลิตได้ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีตามจำนวนแปลง (ไร่) เนื่องจากพื้นที่โดยรอบโครงการในปัจจุบันเป็นพื้นที่การเพาะปลูกข้าวเจ้า

5.4.4 ต้นทุนผลกระทบภายนอก ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย และปัญหาอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย

5.4.5 ผลตอบแทนของโครงการ ได้แก่ รายได้จากการรับกำจัดขยะมูลฝอย

5.4.6 ปริมาณขยะที่คาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้นในกรณีที่ไม่มีโครงการใดๆ
โดยคาดการณ์ตามจำนวนประชากรในพื้นที่ที่จะเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของขยะมูลฝอย



ที่มา: วรพจน์ กนกกัณฑพงษ์, (2557).

ภาพที่ 3.11 ระบบฝังกลบขยะมูลฝอย

ที่มา: วรพจน์ กนกกัณฑพงษ์, (2557).

ภาพที่ 3.12 แผ่น High Density Polyethylene (HDPE)

ที่มา: องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี, (2560).

ภาพที่ 3.13 การก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ส่วนขยาย

ที่มา: องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี, (2560).

ภาพที่ 3.14 การก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ส่วนขยาย

ตารางที่ 3.1 แสดงต้นทุนและแหล่งข้อมูลในแต่ละทางเลือก

ทางเลือก	วิธีการได้มา	แหล่งข้อมูล
ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล		
1. ค่าที่ดิน	ราคาตลาด/การคำนวณ	1. กรมธนารักษ์
2. ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะ	ราคาตลาด/การคำนวณ	2. กรมควบคุมมลพิษ
3. ค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย	ราคาตลาด/การคำนวณ	3. องค์การบริหารส่วน
4. ค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ	ราคาตลาด/การคำนวณ	จังหวัดนนทบุรี
5. ค่าเสียโอกาสของที่ดิน	การคำนวณ	4. กรมบัญชีกลาง
6. มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การคำนวณ	5. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
7. มูลค่าความเสียหายที่เกิดจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยด้านอื่นๆ	การคำนวณ	6. ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ทางเลือกที่ 2 คือ เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ต้นทุนประกอบด้วย		
1. งานเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง	ราคากลาง/ราคาตลาด	1.รายงานโครงการ
2. งานโครงสร้างพื้นฐาน	ราคากลาง/ราคาตลาด	ศึกษาความเป็นไป
3. งานก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง	ราคากลาง/ราคาตลาด	ได้จากการผลิตไฟฟ้า
4. งานก่อสร้างบ่อฝังกลบเถ้า	ราคากลาง/ราคาตลาด	จากขยะด้วยเทคโนโลยี
5. งานก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย	ราคากลาง/ราคาตลาด	เตาเผาขยะมูลฝอย

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ทางเลือก	วิธีการได้มา	แหล่งข้อมูล
6. งานเครื่องจักรและอุปกรณ์ระบบเตาเผา ราคาตลาด/การคำนวณ		(Incinerator)
6.1 ระบบป้อนขยะมูลฝอย		กรมพัฒนาพลังงาน
6.1.1 Shedder		ทดแทนและอนุรักษ์
6.1.2 กรวยรับมูลฝอย (Waste Hopper)		2. การทบทวน
6.1.3 ชุดอุปกรณ์การป้อนมูลฝอย (ปั้นจั่น)		วรรณกรรมและ
6.2 อุปกรณ์จ่ายเชื้อเพลิงและอากาศในห้องเผาไหม้		งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
6.2.1 หัวเผาน้ำมันเชื้อเพลิง		3. กรมธนารักษ์
6.2.2 หัวเผาก๊าซไฮโดรเจน		4. กรมบัญชีกลาง
6.2.3 Primary Air Fans with Associated Dampers		5. สำนักงบประมาณ
6.2.4 Secondary Air Fans with Associated Dampers		6. องค์การบริหารส่วน
6.2.5 Induced Draught Axial Fans with Associated Damper		จังหวัดนนทบุรี
6.3 ระบบเตาเผาขยะมูลฝอยแบบตะกรับ Moving Grate และ		7. กรมควบคุมมลพิษ
ห้องเผาไหม้		8. สำนักงานเศรษฐกิจ
6.4 ระบบผลิตไอน้ำ (Boiler)		การเกษตร
6.4.1 หม้อไอน้ำ (Water Tube, Drum Type Boiler)		9. การไฟฟ้าฝ่ายผลิต
6.4.2 ถังพักน้ำก่อนป้อนเข้า Boiler (Deaerator)		แห่งประเทศไทย
6.4.3 Boiler Feed Water Pump		
6.4.4 แผงท่อรับความร้อน (Economizer)		
6.4.5 ท่อผนัง (Water Wall Tube)		
6.4.6 หม้อพักไอน้ำ (Steam Drum)		
6.5 กังหันไอน้ำ (Steam Turbine) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)		
และหม้อแปลงไฟฟ้า (Step-up Generator Transformer)		
6.6 ระบบหล่อเย็น		
6.6.1 เครื่องควบแน่น (Condenser)		
6.6.2 หอลดอุณหภูมิ (Cooling Tower)		
6.7 ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ		
6.7.1 ระบบบำบัดมลพิษแบบกึ่งแห้ง (Semi Dry Scrubber)		

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ทางเลือก	วิธีการได้มา	แหล่งข้อมูล
6.7.2 ระบบดักฝุ่นแบบถุงกรอง (Bag Filter)		
6.8 ระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศอย่างต่อเนื่อง (CEMS) (Continuous Emission Monitoring System)		
6.9 ระบบกรองน้ำใช้ในระบบ		
6.9.1 ระบบกรองหลายชั้น (Medium Filter and Ultra Filter)		
6.9.2 ระบบออสโมซิสผันกลับ (Reverse Osmosis, RO)		
6.9.3 ระบบผลิตน้ำปราศจากแร่ธาตุ (Demineralization System)		
6.9.4 ระบบฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet)		
6.10 ระบบกำจัดเถ้าลอยและเถ้าหนัก		
6.11 ระบบบำบัดน้ำเสีย		
6.12 ระบบไฟฟ้าและการสำรอง		
6.13 ระบบควบคุมและอุปกรณ์		
7. ค่าที่ดิน	ราคาตลาด/การคำนวณ	
8. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา	ราคาตลาด/การคำนวณ	
9. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล	ราคากลาง/ราคาตลาด	
10. ค่าเสียโอกาสของที่ดิน	การคำนวณ	
11. มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การคำนวณ	
12. มูลค่าความเสียหายที่เกิดจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยด้านอื่นๆ	การคำนวณ	
ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงขยะ (Refuse- derived Fuel : RDF) บางส่วนเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าในเตาเผาแบบ Gasification (RDF + Gasification) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ต้นทุนประกอบด้วย		
1. งานเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง	ราคากลาง/ราคาตลาด	1.รายงานโครงการ
2. งานโครงสร้างพื้นฐาน	ราคากลาง/ราคาตลาด	สร้างระบบจัดการ

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ทางเลือก	วิธีการได้มา	แหล่งข้อมูล
3. งานก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง	ราคากลาง/ราคาตลาด	ขยะเพื่อผลิตเป็นแท่ง
4. งานก่อสร้างบ่อฝังกลบวัสดุคัดทิ้ง/ขี้เถ้า	ราคากลาง/ราคาตลาด	เชื้อเพลิง (Refuse
5. งานก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย	ราคากลาง/ราคาตลาด	Derived Fuel: RDF)
6. งานเครื่องจักรและอุปกรณ์ระบบเตาเผา	ราคาตลาด	และปุ๋ยอินทรีย์
ส่วนที่ 1 ระบบผลิต RDF จากขยะมูลฝอยชุมชน		ศูนย์ความเป็นเลิศ
6.1 ระบบรับขยะส่วนหน้า		ทางด้านชีวมวล
6.1.1 ฮอปเปอร์รับขยะ (Hopper)		มหาวิทยาลัย
6.1.2 สายพานคัดแยก (Hand Sorting Belt)		เทคโนโลยีสุรนารี
6.1.3 สายพานส่ง (Take-off Belt)		2. ร่างโครงการผลิต
6.1.4 เครื่องสับย่อยขยะชั้นต้น (Pre-Shredder)		ไฟฟ้าจากการ
6.1.5 สายพานส่งขยะสับย่อย (Shoot Belt Conveyer)		กำจัดขยะ จังหวัด
6.2 เครื่องจักรชุดบำบัดทางกลและทางชีวภาพ		พระนครศรีอยุธยา
(Mechanical and Biological Treatment, MBT)		โดยบริษัท พีอีเอ
6.2.1 ชุดบำบัดทางกลและชีวภาพ (SUT MBT CELL)		เอ็นคอม อินเตอร์
6.3 ระบบชุดร่อนเชื้อเพลิง		เนชั่นแนล จำกัด
6.3.1 สายพานลำเลียงขยะจาก SUT MST CELL	บริษัทในเครือ	
6.3.2 กระบะรับขยะแห้งจากการหมัก MBT		การไฟฟ้าส่วน
พร้อมสายลำเลียง		ภูมิภาค
6.3.3 กระบะพักขยะแห้ง		3. รายงานการศึกษา
6.3.4 สายพานลำเลียงขยะหมัก MBT		ความเหมาะสมและ
(Feeder Belt Conveyor)		แบบรายละเอียดใน
6.3.5 เครื่องร่อนขยะพลาสติกแบบตะแกรงหมุน		การลงทุนและดำเนิน
(Trammel Separator)		การฝังกลบขยะมูลฝอย
6.4 ระบบผลิตแท่งเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF)		ด้วยกระบวนการทาง
6.4.1 แม่เหล็กคัดแยก (Magnetic Separator)		ชีวภาพ-กล โครงการ
6.4.2 เครื่องคัดแยกด้วยลม (Air Classifier)		ศึกษาความเหมาะสม
6.4.3 เครื่องสะบัดพลาสติก (Spinner)		และการออกแบบ

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ทางเลือก	วิธีการได้มา	แหล่งข้อมูล
	6.4.4 สายพานลำเลียง (RDF 3 Belt Conveyor)	ระบบกำจัดขยะรวม
	6.4.5 กระบะพลาสติก RDF 3	เทศบาลนครภูเก็ต
	6.4.6 ระบบปั้นก้อนเชื้อเพลิง (Agglomerator)	จังหวัดภูเก็ต ประจำปี
	6.4.7 เครื่องคัดขนาดและลดอุณหภูมิ (RDF Screener)	งบประมาณ 255 โดย
	6.4.8 กะพ้อลำเลียงและไซโลเก็บก้อนเชื้อเพลิง	ศูนย์วิจัยการเผากาก
	6.4.9 สกรูลำเลียง RDF 5	ของเสีย มหาวิทยาลัย
ส่วนที่ 2 ระบบผลิต RDF จากการรื้อหลุมฝังกลบ (Re-Hub site)		เทคโนโลยีพระจอมเกล้า
6.5 ระบบรื้อขยะมูลฝอยเก่าและระบบร่อนแยกวัสดุเบื้องต้น		พระนครเหนือ
	6.5.1 รถขุดตักไฮดรอลิค (รถขุดตักตีนตะขาบ)	4. บัญชีนวัตกรรมไทย
	6.5.2 เครื่องร่อนแยกวัสดุจากบ่อฝังกลบ	สำนักงบประมาณ
6.6 ระบบปรับปรุงคุณภาพวัสดุจากการรื้อหลุมฝังกลบ		5. การทบทวน
	6.6.1 รถตักล้อยาง	วรรณกรรมและงาน
	6.6.2 เครื่องแยกเหล็ก (Magnetic Separator)	วิจัยที่เกี่ยวข้อง
	6.6.3 อุปกรณ์ร่อนแยกวัสดุ	6. กรมธนารักษ์
	6.6.4 เครื่องย่อยขนาดวัสดุ (Fragmentizer)	7. กรมบัญชีกลาง
	6.6.5 สายพานลำเลียง	8. สำนักงานเศรษฐกิจ
ส่วนที่ 3 เตาปฏิกรณ์และระบบผลิตพลังงาน		การเกษตร
6.7 ระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิง		9. กรมควบคุมมลพิษ
	6.7.1 สายพานลำเลียงและสกรูป้อนแท่งเชื้อเพลิง	10. องค์การบริหารส่วน
	6.7.2 เตาปฏิกรณ์ (Gasifier)	จังหวัดนนทบุรี
6.8 ระบบทำความสะอาดแก๊ส (Gas Treatment unit)		11. หนังสือชี้ชวนเสนอ
	6.8.1 อุปกรณ์แยกฝุ่น (Cyclone Collector)	ขายหุ้นสามัญเพิ่มทุน
	6.8.2 อุปกรณ์ดักฝุ่นและอนุภาคขนาดเล็ก	บริษัท ทีพีไอโพลีน
	(Water Scrubber and Chiller Scrubber)	เพาว์เวอร์ จำกัด
	6.8.3 ระบบกรอง (Biomass Filter Unit)	(มหาชน)
	6.8.4 ระบบกรอง (Fabric Filler Unit)	
6.9 ระบบบำบัดน้ำเสียและถังพักน้ำ (Buffer Tank)		

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ทางเลือก	วิธีการได้มา	แหล่งข้อมูล
6.10 ระบบผลิตไฟฟ้า		
6.10.1 ระบบทดสอบการลุกไหม้ของแก๊ส (Start Up Flare)		
6.10.2 เครื่องยนต์แก๊สและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Engine-Generator Set)		
7. ค่าที่ดิน	ราคาตลาด/การคำนวณ	
8. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา	ราคาตลาด/การคำนวณ	
9. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล	ราคากลาง/ราคาตลาด	
10. ค่าเสียโอกาสของที่ดิน	การคำนวณ	
11. มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การคำนวณ	
12. มูลค่าความเสียหายที่เกิดจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยด้านอื่นๆ	การคำนวณ	

5.5 การคาดการณ์ผลกระทบเชิงปริมาณตลอดช่วงอายุของโครงการ โดยเป็นการแปลงผลกระทบ ทางกายภาพทั้งทางบวกและทางลบ (ผลตอบแทนและต้นทุน) ที่ได้จากการกำหนดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นหรือจะเกิดขึ้น มาเป็นปริมาณผลกระทบในเชิงปริมาณ เช่น การประเมินผลประโยชน์จากการประหยัดต้นทุนในการจ้างบริหารจัดการฝังกลบขยะมูลฝอยมาเป็นระบบเตาเผา เพื่อจะนำข้อมูลที่ได้มาแปลงเป็นต้นทุนหรือผลตอบแทนของโครงการในรูปมูลค่าของเงินต่อไป เป็นต้น

5.6 การแปลงผลกระทบทางกายภาพเป็นมูลค่าตัวเงิน สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการจำเป็นต้องทำการแปลงค่าผลกระทบต่างๆ ให้อยู่ในรูปของตัวเงิน โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการแปลงผลกระทบที่เกิดขึ้นเป็นมูลค่าเงิน คือ วิธีการประเมินมูลค่าตลาดที่เกิดจากการใช้โดยตรง และวิธีการโอนผลตอบแทน

5.7 การติดลดต้นทุนของโครงการให้มาเป็นปัจจุบัน งานศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์โครงการที่รวมต้นทุนที่เกิดขึ้นตลอดอายุของโครงการ 20 ปี ซึ่งมูลค่าของเงินในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกันมีมูลค่าไม่เท่ากัน จึงต้องมีการคำนวณอัตราคิดลด สูตรการคำนวณมีสมการดังนี้

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

โดยกำหนดให้ PV(C) คือ มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนตลอดอายุโครงการ

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

r คือ อัตราคิดลด

5.8 การคำนวณมูลค่าปัจจุบัน (Net Present Value, NPV) โดยมีเกณฑ์การตัดสินใจในการเลือกโครงการ คือ เลือกโครงการที่มีค่า NPV เป็นบวกและมีค่าสูงสุด สูตรการคำนวณมีสมการดังนี้

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

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

r คือ อัตราคิดลด

5.9 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เนื่องจากงานศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการก่อนที่จะเริ่มโครงการ จึงเกิดความไม่แน่นอนของค่าพยากรณ์ต้นทุน จำเป็นต้องทดสอบความอ่อนไหวของแต่ละทางเลือก การศึกษาในครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวด้วยการเปลี่ยนระดับอัตราคิดลด ได้แก่ ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8

5.10 การเสนอทางเลือกจากผลของ CBA ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนแรก การวิเคราะห์ว่าโครงการดังกล่าวดี (NPV > 0) หรือไม่ดี (NPV < 0) และส่วนที่สอง คือ การอภิปรายผลหรือประเด็นที่อาจเกิดจากความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของผลการศึกษา อภิปรายว่าการวิเคราะห์ในทางเศรษฐศาสตร์ที่ไม่ครอบคลุมในผลกระทบทุกด้านแต่จำเป็นต้องนำผลกระทบดังกล่าวมาอภิปรายด้วยเพื่อการตัดสินใจ เป็นต้น

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินผลตอบแทนและต้นทุนของการศึกษาการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี มีการอ้างอิงแหล่งข้อมูลทั้งจากหน่วยงานรัฐ เช่น กระทรวงพลังงาน องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี เป็นต้น ตลอดจนถึงข้อมูลจากงานวิจัย บทความ ทั้งภายในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงขยะมูลฝอย ซึ่งนำผลการศึกษาวิจัยที่ได้มาพิจารณาถึงความเหมาะสมในแนวทางการจัดการขยะมูลฝอย

ตอนที่ 1 ทางเลือกที่เป็นไปได้ของโครงการ

การศึกษาครั้งนี้โดยทำการเปรียบเทียบทางเลือกที่เป็นไปได้ 3 ทางเลือก ได้แก่ ทางเลือกที่ 1 คือ การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) (ทางเลือกในปัจจุบัน) ทางเลือกที่ 2 คือ การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration) และผลิตไฟฟ้า ขยะมูลฝอยส่วนเกินจากระบบเตาเผาจะถูกนำไปฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) และทางเลือกที่ 3 คือ การกำจัดขยะมูลฝอยโดยนำไปผลิตเชื้อเพลิงขยะและผลิตไฟฟ้า (RDF & Gasification) ขยะมูลฝอยส่วนเกินจากระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะจะถูกไปนำฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) เพื่อรอรื้อนำมาผลิตเชื้อเพลิงขยะต่อไป

สำหรับต้นทุนของโครงการในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยผลรวมของต้นทุนเอกชน (Private Cost) และต้นทุนผลกระทบภายนอก (External Cost) รวมเรียกว่า “ต้นทุนทางสังคม” (Social Cost) โดยต้นทุนของเอกชน ได้แก่ ต้นทุนการกำจัดขยะมูลฝอย และค่าที่ดิน ซึ่งใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลอื่นของขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีจากเจ้าหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี การคำนวณ การวิเคราะห์ข้อมูล และการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนต้นทุนผลกระทบภายนอกคิดคำนวณจากผลกระทบของการดำเนินการที่มีต่อสิ่งแวดล้อม หรือเรียกว่า “ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม” ได้แก่ มูลค่าความเสียที่เกิดขึ้นจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และมูลค่าความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมด้านอื่นๆ เช่น ผลกระทบต่อพื้นที่บริเวณโดยรอบของโครงการ ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน เป็นต้น ซึ่งใช้ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ และคำนวณต้นทุนที่คำนวณได้ในแต่ละทางเลือกตลอดอายุ

โครงการรวม 20 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2562 – 2581 คำนวณเป็นมูลค่าปัจจุบันของมูลค่าต้นทุนด้วยอัตราคิดลด (Discount rate) สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การจำแนกผลตอบแทนและต้นทุนของแต่ละทางเลือก

ทางเลือก	รายละเอียด
ทางเลือกที่ 1 คือ การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล(Sanitary Landfill) (ปัจจุบัน)	1. ต้นทุนในการกำจัดขยะ ได้แก่ ค่าที่ดิน ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบ และค่าใช้จ่ายดำเนินการ 2. ต้นทุนผลกระทบภายนอก ได้แก่ มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มูลค่าความเสียอื่นที่มีผลกระทบต่อประชาชนและพื้นที่ และค่าเสียโอกาสของที่ดิน 3. ผลตอบแทน ได้แก่ รายได้จากการกำจัดขยะมูลฝอย
ทางเลือกที่ 2 คือ เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล	1. ต้นทุนในการกำจัดขยะ ได้แก่ ค่าก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบและระบบบำบัด น้ำเสีย ค่าใช้จ่ายดำเนินการและค่าที่ดิน 2. ต้นทุนผลกระทบภายนอก ได้แก่ มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มูลค่าผลกระทบที่เกิดจากการดำเนินงานกำจัดขยะมูลฝอยโดยการเผาที่มีต่อประชาชนและพื้นที่ และค่าเสียโอกาสของที่ดิน 3. ผลตอบแทน ได้แก่ รายได้จากการขายกระแสไฟฟ้า รายได้จากการกำจัดขยะมูลฝอย มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และมูลค่าผลกระทบที่มีต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากนำขยะมูลฝอยไปเผาแทนการฝังกลบ ขยะมูลฝอย

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทางเลือก	รายละเอียด
ทางเลือกที่ 3 คือ เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล	1. ต้นทุนในการกำจัดขยะ ได้แก่ ค่าก่อสร้างสิ่งปลูกสร้าง ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบและระบบบำบัดน้ำเสีย ค่าใช้จ่ายดำเนินการและค่าที่ดิน 2. ต้นทุนผลกระทบภายนอก ได้แก่ มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มูลค่าผลกระทบที่เกิดจากการดำเนินงานกำจัดขยะมูลฝอยโดยการเผาที่มีต่อประชาชนและพื้นที่ และค่าเสียโอกาสของที่ดิน 3. ผลตอบแทน ได้แก่ รายได้จากการขายกระแสไฟฟ้า รายได้จากการกำจัดขยะมูลฝอย รายได้จากการขายสิ่งของ รายได้จากการขาย RDF รายได้จากการขายสารปรับปรุงดินและอื่นๆ มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงและมูลค่าผลกระทบที่มีต่อประชาชนและพื้นที่ที่ลดลง เนื่องจากการนำขยะมูลฝอยไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะแทนการฝังกลบขยะมูลฝอย

และนอกจากนี้ การศึกษาครั้งนี้บางข้อมูลเป็นการคำนวณโดยการคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคตอาจเกิดความไม่แน่นอน ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแต่ละทางเลือกด้วยการทดสอบอัตราคิดลดร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 โดยในการศึกษานี้ กำหนดข้อสมมติในแต่ละทางเลือก ดังนี้

1.1 อัตราการเติบโตของประชากร พิจารณาข้อมูลประชากรย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2550 – 2559) จากกรมการปกครอง พบว่า ประชากรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.89 ต่อปี ตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 อัตราการเติบโตของประชากรในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	ผลต่าง (คน)	Growth Rate
2550	1,024,191	-	-
2551	1,052,592	28,401	2.77
2552	1,078,071	25,479	2.42
2553	1,101,743	23,672	2.20
2554	1,122,627	20,884	1.90
2555	1,141,673	19,046	1.70
2556	1,156,271	14,598	1.28
2557	1,173,870	17,599	1.52
2558	1,193,711	19,841	1.69
2559	1,211,924	18,213	1.53
รวม/เฉลี่ย	**11,256,673**	**20,859**	**1.89**

ที่มา: กรมการปกครอง (2561) และจากการคำนวณ

ดังนั้น การศึกษานี้จึงกำหนดให้จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.89 ทุกปี สำหรับการคำนวณจำนวนประชากรในอนาคตตลอดช่วงอายุของโครงการ พ.ศ. 2562 – 2581

1.2 อัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อการเติบโตของประชากร โดยพิจารณาข้อมูลอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อจำนวนประชากรย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2550 – 2559) พบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยต่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.01 ต่อปี ตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงอัตราปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน) และ จำนวนประชากร (คน) ในจังหวัดนนทบุรี ช่วงปี พ.ศ. 2550 - 2559

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	ปริมาณขยะ (ตัน)	อัตราขยะต่อคน (ตัน)	Growth Rate
2550	1,024,191	320,470	0.31	-
2551	1,052,592	317,185	0.30	-0.01
2552	1,078,071	298,935	0.28	-0.02
2553	1,101,743	299,665	0.27	-0.01
2554	1,122,627	337,990	0.30	0.03
2555	1,141,673	385,075	0.34	0.04
2556	1,156,271	409,655	0.35	0.02
2557	1,173,870	430,246	0.37	0.01
2558	1,193,711	473,097	0.40	0.03
2559	1,211,924	481,800	0.40	0.00
รวม/เฉลี่ย	**11,256,673**	**3,754,118**	**0.33**	**0.01**

ที่มา: องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี (2561) และจากการคำนวณ

ดังนั้น การศึกษานี้จึงกำหนดให้อัตราของปริมาณขยะมูลฝอยต่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 0.01 ทุกปี สำหรับการคำนวณปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคตตลอดช่วงอายุของโครงการ พ.ศ. 2562 – 2581

1.3 ปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคต การศึกษานี้กำหนดให้ปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคตคำนวณจากจำนวนประชากรในอนาคตกับอัตราการเพิ่มขึ้นของขยะมูลฝอย ตามตารางที่ 4.4 และ 4.5

ตารางที่ 4.4 อัตราการเติบโตของประชากรในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	Growth Rate	ประชากรที่เพิ่ม (คน)	ประชากรรวม (คน)
2562	1,258,168	1.89	23,779	1,281,947
2563	1,281,947	1.89	24,229	1,306,176
2564	1,306,176	1.89	24,687	1,330,863
2565	1,330,863	1.89	25,153	1,356,016
2566	1,356,016	1.89	25,629	1,381,645
2567	1,381,645	1.89	26,113	1,407,758
2568	1,407,758	1.89	26,607	1,434,364
2569	1,434,364	1.89	27,109	1,461,474
2570	1,461,474	1.89	27,622	1,489,096
2571	1,489,096	1.89	28,144	1,517,239
2572	1,517,239	1.89	28,676	1,545,915
2573	1,545,915	1.89	29,218	1,575,133
2574	1,575,133	1.89	29,770	1,604,903
2575	1,604,903	1.89	30,333	1,635,236
2576	1,635,236	1.89	30,966	1,666,142
2577	1,666,142	1.89	31,490	1,697,632
2578	1,697,632	1.89	32,085	1,729,717
2579	1,729,717	1.89	32,692	1,762,409
2580	1,762,409	1.89	33,310	1,795,718
2581	1,795,718	1.89	33,939	1,829,657
รวม	**30,237,549**		**571,489**	**30,809,038**

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.5 ปริมาณขยะมูลฝอยตลอดอายุของโครงการ 20 ปี

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	Growth Rate	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน)
2562	1,281,947	0.43	551,237.21
2563	1,306,176	0.44	574,717.35
2564	1,330,863	0.45	598,888.14
2565	1,356,016	0.46	623,767.28
2566	1,381,645	0.47	649,372.93
2567	1,407,758	0.48	675,723.65
2568	1,434,364	0.49	702,838.47
2569	1,461,474	0.50	730,736.86
2570	1,489,096	0.51	759,438.74
2571	1,517,239	0.52	788,964.53
2572	1,545,915	0.53	819,335.11
2573	1,575,133	0.54	850,571.87
2574	1,604,903	0.55	882,696.71
2575	1,635,236	0.56	915,732.04
2576	1,666,142	0.57	949,700.79
2577	1,697,632	0.58	984,262.45
2578	1,729,717	0.59	1,020,533.06
2579	1,762,409	0.60	1,057,445.23
2580	1,795,718	0.61	1,095,388.12
2581	1,829,657	0.62	1,134,387.53
รวม	**30,809,038**		**16,366,102.90**

ที่มา: จากการคำนวณ

1.4 ค่าที่ดิน ตามรายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการให้เอกชนลงทุนก่อสร้างและบริหารจัดการระบบบำบัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี (ฉบับปรับปรุง 2558) คาดการณ์ว่าพื้นที่การฝังกลบขยะมูลฝอยสามารถใช้งานได้ไม่เกิน 5 ปี (พ.ศ. 2562) ดังนั้น การศึกษานี้จึงกำหนดให้ทางเลือกต่างๆมีการก่อสร้างในพื้นที่ใหม่บริเวณโดยรอบพื้นที่ฝังกลบเดิม สำหรับราคาที่ดินกำหนดจากสรุปราคาประเมินทุนทรัพย์ที่ดินรอบปี พ.ศ. 2559 – 2562 จังหวัดนนทบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ใกล้เคียงพื้นที่ฝังกลบเดิม ดังนี้

ตารางที่ 4.6 สรุปราคาประเมินทุนทรัพย์ที่ดินรอบบัญชี ปี พ.ศ. 2559 – 2562 รอบพื้นที่ฝังกลบเดิม

ลำดับที่	พื้นที่	ราคา (บาท/ตร.ว.)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ตร.ว.)
1	ถนนเลียบคลองนาหมอน จ.นนทบุรี	3,500 – 5,000	4,250
2	คลองนาหมอน	1,500	1,500
3	แนวทางหลวงชนบท นบ 3008	6,000	6,000
4	ถนนเลียบคลองทวีวัฒนา	4,000	4,000
	ราคาเฉลี่ยรวม		15,750
	ราคาเฉลี่ยต่อตารางวา		**3,937.50**

ที่มา: กรมธนารักษ์, (2561).

1.5 ค่าเสียโอกาสของที่ดิน ในการศึกษานี้ประเมินค่าเสียโอกาสของที่ดินจากการคำนวณมูลค่าของผลผลิตข้าวที่ผลิตได้ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี เนื่องจากพื้นที่รอบบริเวณบ่อฝังกลบในปัจจุบันเป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าว ทั้งนี้โดยอ้างอิงข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตต่อไร่) และกรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ (ราคาข้าวเปลือก) สรุปตามตารางที่ 4.7, 4.8 และ 4.9

ตารางที่ 4.7 ราคาสินค้าเกษตรที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา (ช่วงมกราคม 2552 – กรกฎาคม 2561)

ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15 % (บาท/ตัน)										
พ.ศ.	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561
ม.ค.	10,005	9,326	8,543	9,641	10,526	7,914	7,895	7,663	7,517	7,804
ก.พ.	10,029	9,400	8,903	9,645	10,559	7,827	7,873	7,900	7,358	7,609
มี.ค.	10,334	8,692	8,384	9,921	10,158	7,482	7,723	7,773	7,478	7,635
เม.ย.	9,857	7,891	8,026	10,000	9,753	6,982	7,607	7,727	7,551	7,838
พ.ค.	9,924	7,808	7,982	10,242	9,799	7,034	7,674	8,074	7,664	8,018
มิ.ย.	10,037	7,956	8,591	10,467	9,897	7,337	7,624	8,452	8,195	7,979
ก.ค.	10,158	8,189	8,993	10,326	9,578	7,870	8,029	8,670	8,084	7,541
ส.ค.	9,005	8,220	9,523	9,914	9,329	8,339	8,121	8,735	7,776	n/a
ก.ย.	9,318	8,492	9,949	10,584	8,480	8,055	7,614	7,999	7,632	n/a
ต.ค.	8,460	8,184	10,217	10,123	8,280	7,980	7,676	7,487	7,358	n/a
พ.ย.	8,948	8,229	10,305	10,160	8,126	7,878	7,698	7,057	8,028	n/a
ธ.ค.	9,825	8,415	10,322	10,221	8,134	7,862	7,543	7,272	8,223	n/a
เฉลี่ย	9,658	8,400	9,145	10,104	9,385	7,713	7,756	7,901	7,739	7,775

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, (2561).

ตารางที่ 4.8 สถิติการปลูกข้าว จังหวัดนนทบุรี ปีเพาะปลูก 2548/49 - 2557/58 (STATISTICS OF RICE CULTIVATION, NONTHABURI PROVINCE: CROPS YEAR 2005/06 - 2014/15)

ปีเพาะปลูก	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัม)
2548/49	233,051	232,031	181,346	782
2549/50	213,201	204,511	163,578	800
2550/51	232,517	231,603	179,328	774
2551/52	209,497	209,038	162,249	776
2552/53	201,610	198,181	148,348	749
2553/54	218,672	217,921	163,239	749
2554/55	228,908	201,106	146,776	730
2555/56	238,187	236,952	174,813	738
2556/57	220,581	220,324	158,300	718
2557/58	102,229	102,052	71,500	701
รวม/เฉลี่ย	**2,098,453**	**2,053,719**	**1,549,477**	**752**

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, (2561).

ตารางที่ 4.9 ค่าเสียโอกาสของที่ดิน – จากการเพาะปลูกข้าว (ข้าวเจ้า)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน
1	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัม)	752
2	ราคาเฉลี่ยข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15 % (ตันละ/บาท)	8,557.60
	เฉลี่ยกิโลกรัมละ/บาท	8.56
3	ฤดูกาลเพาะปลูกข้าวต่อปี (ครั้ง)	2
	ค่าเสียโอกาสของที่ดินเฉลี่ยต่อไร่ต่อปี (บาท)	**12,874.24**

ที่มา: จากการคำนวณ

1.6 พื้นที่ฝังกลบและพื้นที่กันชน ตามรายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการให้เอกชนลงทุนก่อสร้างและบริหารจัดการระบบบำบัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี (ฉบับปรับปรุง 2558) โดยในปัจจุบันดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอยใช้พื้นที่บ่อ H เนื้อที่ประมาณ 110 ไร่ ฝังกลบและปิดทับพื้นที่ไปแล้วประมาณ 70 ไร่ ความลึกประมาณ 15 เมตร มีปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกฝังและปิดทับแล้วประมาณ 1,800,000 ตัน ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงกำหนดให้พื้นที่ฝังกลบ 1 ไร่ สามารถฝังกลบขยะมูลฝอยได้ประมาณ 25,715 ตัน

ในส่วนของพื้นที่กันชน (Buffer Zone) ตามรายงานการปฏิบัติตามมาตรการลดผลกระทบและติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม (ระยะก่อสร้างและทดสอบเครื่องจักร) โครงการโรงเผามูลฝอยชุมชนและผลิตไฟฟ้าเทศบาลนครภูเก็ตในนามบริษัท พีเจที เทคโนโลยี จำกัด ประจำเดือนมกราคม – มิถุนายน 2555 โดยบริษัท เซ้าเทิร์นไทยคอนซัลติ้ง จำกัด ตามมติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ วันที่ 13 พฤศจิกายน 2534 และมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 17 สิงหาคม 2535 มีข้อกำหนดการใช้พื้นที่สำหรับการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลรวมไม่เกิน 180 ไร่ โดยห่างจากลำคลองไม่น้อยกว่า 20 เมตร และพื้นที่ฉนวน (Buffer Zone) รอบบริเวณกำจัดมูลฝอยรวม เป็นพื้นที่ประมาณ 136 ไร่ และปลูกต้นไม้ในบริเวณดังกล่าว (หน้า 1-3) ดังนั้น ในการศึกษานี้ จึงกำหนดพื้นที่ฉนวนให้เท่ากับร้อยละ 75 ของพื้นที่ฝังกลบ (1 ไร่ ของพื้นที่ฝังกลบ ต่อ 0.75 ไร่ ของพื้นที่ฉนวน)

1.7 อัตรารับซื้อไฟฟ้า ในการศึกษานี้กำหนดอัตรารับซื้อไฟฟ้าให้เป็นไปตามประกาศคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เรื่อง การรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (ไม่รวมพลังงานแสงอาทิตย์) ในช่วงเปลี่ยนผ่านจากแบบ Adder เป็น Feed-in Tariff (FiT) พ.ศ. 2558 ประกาศ ณ วันที่ 11 มิถุนายน 2558 ตามตารางที่ 4.10 โดยอัตรา FiT จะใช้สำหรับโครงการที่จ่ายไฟฟ้าเข้าระบบภายในปี 2560 โดยหลังจากปี 2560 นั้น อัตรา FiT_V จะเพิ่มขึ้นต่อเนื่องตามอัตราเงินเฟ้อขั้นพื้นฐาน (Core inflation) โดยสมมติให้เท่ากับร้อยละ 2.5 ต่อปี สำหรับประเภทเชื้อเพลิงขยะ (การจัดการขยะแบบผสมผสาน) ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ (พืชพลังงาน) เท่านั้น

ตารางที่ 4.10 อัตรา Feed-in Tariff (FiT) สำหรับโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็ก (VSPP) กรณีกำลังการผลิตเกินกว่า 3 เมกะวัตต์ – การจัดการขยะแบบผสมผสาน

ลำดับที่	รายละเอียด	บาท/หน่วย
1	FiT_F	2.39
2	FiT_{v2560}	2.69
3	FiT	5.08
4	FiT Premium (8 ปีแรก นับจากจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบ)	0.70
	อายุระยะเวลาการสนับสนุน (ปี)	20

ที่มา: คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานฯ, (2558)

1.8 การปรับมูลค่าพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้จะปรับด้วยอัตราเงินเฟ้อ – ดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐาน สำหรับการคำนวณต้นทุนและกำหนดข้อสมมติการศึกษา โดยกำหนดให้ปี พ.ศ. 2561 เป็นปีฐาน ตามตารางที่ 4.11 ดังนี้

ตารางที่ 4.11 การกำหนดข้อสมมติการศึกษา

หัวข้อ	ข้อสมมติของการศึกษา	แหล่งข้อมูล
อัตราการเติบโตของประชากร	อัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.89 ต่อปี โดยเป็นค่าเฉลี่ยของอัตราการเติบโตของประชากรในอดีตย้อนหลัง 10 ปี	องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทยย้อนหลัง 10 ปี และจากการคำนวณ
อัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อการเติบโตของประชากร	อัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.01 ต่อปี โดยเป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนประชากรและปริมาณขยะมูลฝอยในอดีตย้อนหลัง 10 ปี	กรมการปกครอง และจากการคำนวณ

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

หัวข้อ	ข้อสมมติของการศึกษา	แหล่งข้อมูล
ค่าที่ดิน	เท่ากับตารางวาละ 3,868.99 บาท	กรมธนารักษ์ และจากการคำนวณ
ค่าเสียโอกาสของที่ดิน	ประเมินค่าจากมูลค่าผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อปี 12,320.72 บาท (ราคาคงที่ปี พ.ศ. 2560) สมมติให้เท่ากันตลอดอายุโครงการ	สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กรมการค้าภายใน และจากการคำนวณ
พื้นที่ฝังกลบและพื้นที่ฉนวน	พื้นที่ 1 ไร่ ฝังกลบได้ 25,715 ตัน และพื้นที่ฝังกลบ 1 ไร่ ต้องมีพื้นที่ฉนวน 0.75 ไร่	องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี เทศบาลนครภูเก็ต และจากการคำนวณ
อัตรารับซื้อไฟฟ้า	แบบ Feed-in Tariff (FiT)	คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน

ตอนที่ 2 ต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก

1.1 ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยทางเลือกนี้เป็นการกำจัดมูลฝอยในปัจจุบันขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี โดยการรวบรวมขยะมูลฝอยชุมชนมาเทกองบนพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ แล้วจึงนำดินไปกลบพร้อมกับบดอัดให้แน่น เพื่อป้องกันการย่อยสลายโดยใช้อากาศ ปัญหากลิ่น ปัญหาสัตว์และแมลงคุ้ยเขี่ย รวมถึงปัญหาน้ำฝนชะล้างกองขยะมูลฝอย การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลทำให้เกิดการย่อยสลายโดยไม่ใช้อากาศเกิดก๊าซมีเธน และทำให้กองขยะที่ฝังกลบนั้นเกิดการยุบตัวลง ทั้งนี้ มาตรการป้องกันทางด้านสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น การปูแผ่นพลาสติกกันซึม การติดตั้งท่อสำหรับระบายก๊าซที่เกิดขึ้นในหลุมฝังกลบ เป็นต้น

1.1.1 ข้อสมมติ

1) บ่อฝังกลบขยะมูลฝอย ใช้ข้อมูลผลการดำเนินงานจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีที่ผ่านมา มาเป็นข้อมูลการออกแบบเทคโนโลยี การก่อสร้างและการดำเนินงานในการศึกษาครั้งนี้ด้วย

2) การดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอย กำหนดให้ดำเนินการทุกวัน และโดยการจ้างเอกชนภายนอกดำเนินการ

3) พื้นที่ฝังกลบและพื้นที่ฉนวน พื้นที่ฝังกลบ จำนวน 640 ไร่ แบ่งออกเป็น 5 บ่อ โดย 1 บ่อ ใช้พื้นที่เท่ากับ 128 ไร่ ปริมาณการฝังกลบต่อพื้นที่ 1 ไร่เท่ากับ 25,715 ตัน และมีพื้นที่ฉนวน เท่ากับ 480 ไร่ (ร้อยละ 75 ของพื้นที่ฝังกลบ) รวมเป็นพื้นที่ดำเนินการ 1,220 ไร่ ตลอดอายุโครงการ

4) มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีการฝังกลบขยะมูลฝอย จากการศึกษาวิจัยของอภิญญา นิลยอง (2559) เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี พบว่า มูลค่าความเสียหายที่เกิดจากก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกสุขาภิบาล ปริมาณขยะมูลฝอยจำนวน 163,906 ตัน ตลอดอายุโครงการ 20 ปี ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งสร้างมูลค่าความเสียหายได้เท่ากับ 148.65 ล้านบาท โดยมูลค่าความเสียหายต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เท่ากับ 1,175.26 บาท (องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมอเมริกา, 2558) ดังนั้น ขยะมูลฝอยที่ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล จำนวน 1 ตัน สามารถปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เท่ากับ 0.77 ตัน ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ขยะ 1 ตัน หากนำไปฝังกลบจะปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.77 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า สำหรับมูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากงานศึกษาของอภิญญา นิลยอง โดยคำนวณปริมาณ

การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอย โดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตภายใต้โครงการตรวจวัด รายงานผล และการทวนสอบ (MRV) สำหรับการพัฒนาแบบคาร์บอนต่ำในเอเชีย โดยใช้โปรแกรมของ Institute for Global Environmental Strategies (IGES) ซึ่งจัดแปลโดยองค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และนำมาคิดมูลค่าความเสียหายโดยใช้มูลค่าจากการคำนวณขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมอเมริกา (United States Protection Agency : US-EPA) ที่คิดเทียบมูลค่า ปี พ.ศ. 2558 คือ 1,175.26 บาท (อัตราคิดลดร้อยละ 2.5) ต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Baht/ton CO_2 Equivalent) สำหรับงานศึกษาครั้งนี้ได้ปรับมูลค่าพื้นฐานให้เป็นราคาคงที่ ณ ปี พ.ศ. 2561 คือ 1,154.81 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Baht/ton CO_2 Equivalent)

5) มูลค่าความเสียหายอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย ได้แก่ ปัญหาสุขภาพต่อพนักงาน ปัญหาน้ำใต้ดิน และปัญหากลิ่น ตามรายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการให้เอกชนลงทุนก่อสร้างและบริหารจัดการระบบกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี (ฉบับปรับปรุง 2558) พบว่า จากการประเมินมูลค่าต้นทุนผลกระทบจากการฝังกลบขยะมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลา โดยมีปริมาณขยะมูลฝอย 41,565.18 ตัน/ปี

ตารางที่ 4.12 มูลค่าผลกระทบจากบ่อขยะมูลฝอย

ลำดับที่	รายการ	บาท/ปี
1	การเกิดโรคของพนักงานกำจัดมูลฝอย	49,261.68
2	ปัญหาน้ำใต้ดิน ณ บ่อฝังกลบ	215,958.34
3	กลิ่นเหม็น ณ บ่อฝังกลบ	10,000.00
	รวม	**275,220.02**

ที่มา: พิณทิพย์ ศรีสมัย, (2548).

สำหรับงานศึกษาในครั้งนี้ ได้ปรับมูลค่าพื้นฐานมูลค่าผลกระทบจากบ่อขยะมูลฝอยให้เป็นราคาคงที่ ณ ปี พ.ศ. 2561 คือ 5.61 บาทต่อตันมูลฝอย

6) ค่าจ้างเอกชนฝังกลบขยะมูลฝอย และค่าดำเนินการบำบัดน้ำเสีย โดยกำหนดให้ค่าจ้างเอกชนดำเนินการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลในอัตราตันละ 200 บาทต่อตันขยะมูลฝอย ส่วนค่าบำบัดน้ำเสียจากขยะมูลฝอย 1 หน่วย เท่ากับ 0.20 ตันมูลฝอย ในราคาหน่วยละ 95.73 บาท ซึ่งได้ปรับค่าพื้นฐานให้เป็นราคาคงที่ ณ ปี พ.ศ. 2561 แล้ว

1.1.2 ต้นทุน ประกอบด้วย

1) ค่าที่ดิน ราคาตารางวาละ 3,868.99 บาท และจากการคำนวณ พบว่าต้องใช้พื้นที่สำหรับฝังกลบขยะมูลฝอย จำนวน 640 ไร่ และพื้นที่กันชน จำนวน 480 ไร่ ตามที่กำหนดในการศึกษาครั้งนี้ รวมพื้นที่ทั้งหมด จำนวน 1,220 ไร่ คิดเป็นค่าที่ดิน เท่ากับ 1,888 ล้านบาท

2) ค่าเสียโอกาสของที่ดิน 12,302.72 ต่อไร่ต่อปี และจากการคำนวณ พบว่าพื้นที่ดำเนินโครงการ จำนวน 1,220 ไร่ คิดเป็นค่าเสียโอกาสที่ดินตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 300 ล้านบาท

3) ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ในปีที่ 0 ปีที่ 4 ปีที่ 8 ปีที่ 12 และปีที่ 16 และระบบบำบัดน้ำเสีย โดยใช้ข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี และการออกแบบและคำนวณจากรายงานผลการศึกษาต้นแบบทำการคำนวณ เท่ากับ 1,673 ล้านบาท

4) ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน ประกอบด้วย

(1) ค่าจ้างเอกชนดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอย โดยอาศัยข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ซึ่งจากการคำนวณตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 3,273 ล้านบาท

(2) ค่าบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากน้ำชะมูลฝอย ตลอดอายุโครงการรวม เท่ากับ 313 ล้านบาท

(3) ค่าตอบแทนองค์การบริหารส่วนตำบลคลองขวาง ในการให้ใช้พื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย คิดร้อยละ 10 จากรายรับค่ากำจัดขยะมูลฝอย (ตันละ 150 บาท) โดยอาศัยข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ตลอดอายุโครงการ 20 ปี มูลค่าเท่ากับ 25 ล้านบาท

5) ต้นทุนผลกระทบภายนอก ประกอบด้วย

(1) มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีการฝังกลบขยะมูลฝอย มูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 14,553 ล้านบาท

(2) มูลค่าความเสียหายอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย มีมูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 92 ล้านบาท

1.1.3 ผลตอบแทน รายรับจากการรับกำจัดขยะมูลฝอยจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี โดยกำหนดให้เริ่มดำเนินการในเชิงพาณิชย์ในเดือนมกราคม 2562 โดยตลอดอายุของโครงการมีมูลค่ารวมเท่ากับ 2,455 ล้านบาท

1.2 ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration) แบบตะกรับ (Stoker – Fired or Grate – Fired Incineration) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้กระบวนการเผาไหม้ในเตาเผาที่ใช้อากาศมากกว่า (Stoichiometric Condition) ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ ความร้อน (Heat) โดยความร้อนนี้สามารถนำไปใช้กับหม้อไอน้ำสำหรับการผลิตไฟฟ้า การกำจัดด้วยวิธีการนี้สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ประมาณร้อยละ 80 – 90 สำหรับข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับความมีประสิทธิภาพของทางเลือกดังกล่าวนี้มี 3 ประการ ประกอบด้วย 1. ค่าความชื้น 2. ค่าความร้อน และ 3. ลักษณะองค์ประกอบของขยะมูลฝอย ตลอดรวมจนถึงมลภาวะทางอากาศจากการเผาไหม้และจากขยะมูลฝอยที่ปนเปื้อนสารพิษ และสารพิษที่อาจเหลืออยู่ในขี้เถ้าซึ่งต้องนำไปฝังกลบในขั้นตอนสุดท้าย

1.2.1 ข้อสมมติ

1) เทคโนโลยีเตาเผาขยะ ใช้ต้นแบบจากรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะด้วยเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) เนื่องจากเป็นการออกแบบระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้น ข้อมูลการออกแบบเทคโนโลยี การก่อสร้าง และการดำเนินงาน จึงใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

2) ข้อพิจารณาอื่นๆสำหรับประกอบการออกแบบ การออกแบบการดำเนินงานนอกจากต้นแบบแล้ว ยังพิจารณาข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี รายงานผลการวิเคราะห์การดำเนินการโรงกำจัดขยะเทศบาลนครภูเก็ต และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเปรียบเทียบและปรับปรุงข้อมูลให้เป็นองค์ประกอบขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

3) เตาเผาขยะ กำหนดให้มีเตาเผาขยะมูลฝอยขนาด 250 ตัน จำนวน 6 เตา รวมเป็นระบบเตาเผาขนาด 1,500 ตันต่อวัน รองรับปริมาณขยะมูลฝอยสดได้สูงสุด 2,000 ตันต่อวัน การพักขยะมูลฝอยไว้ในหลุมพักขยะมูลฝอย จำนวน 14 วัน ลดค่าความชื้นจากร้อยละ 70 (ค่าความชื้นร้อยละ 69.19) เหลือร้อยละ 35 เหลือปริมาณขยะมูลฝอยที่นำเข้าสู่เตาเผาร้อยละ 65 จากปริมาณขยะมูลฝอยสด ซึ่งกำจัดได้ทั้งหมด และเกิดขี้เถ้าจากการเผาร้อยละ 15 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบเตาเผา และจะถูกนำไปฝังกลบ

4) การดำเนินงานฝังกลบขยะมูลฝอยและอื่นๆ กำหนดให้มีการฝังกลบทุกวัน และเป็นการจ้างเหมาฝังกลบทั้งขยะมูลฝอยชุมชนและขี้เถ้าจากการเผา โดยเอกชนภายนอกดำเนินการในอัตราราคาเช่นเดียวกันกับทางเลือกที่ 1

5) ค่าความร้อนของขยะมูลฝอย (Calorific Value of Municipal Solid Waste) เท่ากับ 2,100 kcal/kg และประมาณการกำลังการผลิตไฟฟ้า 1 MW ต่อปริมาณขยะ 44.51 ตันต่อวัน (หลังผ่านการพักขยะแล้ว) ตามรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะด้วยเทคโนโลยีการเผาขยะมูลฝอย (Incineration) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2558) หาได้จากสูตรค่าความร้อนสูง Higher heating value (HHV) (kcal/kg) = 80.60C + 339.10(H-O/8) + 22.20S + 5.56N = 2,885.02 kcal/kg ซึ่งค่าความร้อนสูงที่คำนวณได้สามรถนำไปหาค่าความร้อนต่ำ (Lower heating value ; LHV) (Geory Tchobanoglouse, Solid Waste, 1993, P. 61) HHV = LHV + 5.72(9H + M) = 2,187.07 kcal/kg

โดยที่ HHV : การนำชีวมวลหนัก 1 kg มาลดความชื้นหรือกำจัดน้ำออกให้หมดจากนั้นนำมาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้คือ ค่าความร้อนสูง

LHV : การนำชีวมวลในสภาพปกติ 1 kg มาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้คือ ค่าความร้อนต่ำ

M : ค่าความชื้น (Moisture content) % (wt)

C : คาร์บอน % (wt)

H : ไฮโดรเจน % (wt)

O : ออกซิเจน % (wt)

S : ซัลเฟอร์ % (wt)

Cl : คลอไรด์ % (wt)

N : ไนโตรเจน % (wt)

ค่าความร้อนต่ำ (LHV) ของขยะมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดด้วยวิธีเตาเผาเพื่อผลิตพลังงานต้องมีค่าความร้อนต่ำเฉลี่ยประมาณ 1,670 kcal/kg และต้องไม่ต่ำกว่า 1,440 kcal/kg (Haukohlot, 2000)

และงานศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานครโดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณเชิงเส้นของณัฐวุฒิ แสนอำนวย (2547) สามารถคำนวณค่าความร้อนต่ำได้จากสูตร Lower Solid Calorific Value ; LSCV = 4,407.73 + 59.77MC + 23.08P + 6.63B

โดยที่ MC : ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)

P : สัดส่วนน้ำหนักของพลาสติก (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก)

B : สัดส่วนน้ำหนักของเศษอาหารและใบไม้ (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก)

ค่า LSCV ที่คำนวณได้ เท่ากับ 1,082.61 kcal/kg (ค่าความชื้นในขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ร้อยละ 69.19) หากลดความชื้นของขยะมูลฝอยเหลือร้อยละ 35 ค่า LSVC ที่คำนวณได้ เท่ากับ 3,126.15 kcal/kg ดังนั้น ค่า LSCV เฉลี่ยที่คำนวณได้ จึงเท่ากับ 2,104.38 kcal/kg

สำหรับการศึกษานี้ ค่าความร้อนต่ำตามสภาพของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีทั้ง 2 วิธี ที่คำนวณได้เท่ากับ 2,187.07 kcal/kg และ 2,104.38 kcal/kg ตามลำดับนั้น มีค่าสูงกว่าค่าความร้อนโดยเฉลี่ยที่สามารถนำไปกำจัดด้วยวิธีการเผาได้ (Incineration)กล่าวคือ สภาพโดยรวมของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในจังหวัดนนทบุรีมีค่าความร้อนที่เหมาะสมกับการกำจัดด้วยวิธีการเผา ถ้าลดค่าความชื้นในขยะมูลฝอยให้ได้เท่ากับที่ออกแบบไว้ คือ ร้อยละ 35ดังนั้น จึงกำหนดให้ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในจังหวัดนนทบุรีเมื่อพักขยะไว้ตามที่ออกแบบ (พักไว้ 14 วัน) ค่าความชื้นในขยะจะลดลงเหลือร้อยละ 35และมีค่าความร้อน 2,100 kcal/kg

1) ข้อสมมติในการวิเคราะห์ สรุปได้ตามตารางที่ 4.13 สำหรับค่าความร้อนที่ใช้ในการออกแบบ เท่ากับ 2,100 kcal/kg และประมาณการกำลังการผลิตไฟฟ้า 1 MW ต่อปริมาณขยะ 44.51 ตันต่อวัน (หลังผ่านการพักขยะแล้ว) ตามรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะด้วยเทคโนโลยีการเผาขยะมูลฝอย (Incineration) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2558) การกำหนดขนาดระบบผลิตพลังงาน และการประมาณการกำลังการผลิตไฟฟ้าใช้หลักการประมาณการจากค่าความร้อนของขยะและปริมาณขยะที่เผากำจัดได้ การศึกษานี้กำหนดให้ปริมาณขยะเข้าเตาเผา 434 ตัน ต่อเตาเผาขนาด 250 ตัน จำนวน 2 เตาเผา ผลิตไฟฟ้าได้ 9.75 MW ค่าความร้อน 2,100 kcal/kg

สำหรับจำนวนวันในการรับขยะมูลฝอยชุมชนเข้าระบบเตาเผาคิดที่จำนวน 300 วัน เท่ากับจำนวนวันที่ทำการผลิตไฟฟ้าต่อปี

ตารางที่ 4.13 ข้อสมมติในการวิเคราะห์

ลำดับที่	รายละเอียดข้อสมมติ	หน่วย	ขนาดระบบ (100 %)
1	ขีดความสามารถในการรองรับขยะมูลฝอยสูงสุด	ตัน/วัน	2,000
2	2.1 ปริมาณขยะมูลฝอยเข้าสู่ระบบเตาเผาต่อวัน	ตัน/วัน	1,300
	2.2 ปริมาณขยะมูลฝอยเข้าสู่ระบบเตาเผาต่อชั่วโมง	ตัน/ชั่วโมง	54.17
3	ค่าพลังงานความร้อน	Kcal/kg	2,100

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ลำดับที่	รายละเอียดข้อสมมติ	หน่วย	ขนาดระบบ (100 %)
4	การเดินระบบ		
	4.1 ชั่วโมงการเดนระบบต่อวัน	ชั่วโมง/วัน	24
	4.2 จำนวนวันที่เดินระบบในรอบปี	วัน/ปี	300
	4.3 ชั่วโมงเดินระบบในรอบปีต่อ 1 เตา (500 ตัน)	ชั่วโมง/ปี	7,200
	4.4 ชั่วโมงเดินระบบในรอบปีต่อ 3 เตา (1,500 ตัน)	ชั่วโมง/ปี	21,600
5	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้		
	5.1 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อ 1 เตา (500 ตัน)	MW	9.74
	5.2 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อ 3 เตา (1,500 ตัน)	MWh/ปี	210,384
	5.3 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้	ร้อยละ	96
		MWh/ปี	201,968.64
6	อัตราความสามารถในการผลิตของโรงไฟฟ้า (Capacity Factor)	ร้อยละ	85
7	ค่าประสิทธิภาพการเดินระบบ (ค่า Plant Factor)	ร้อยละ	82.19

ที่มา: จากการคำนวณ

อัตราความสามารถในการผลิตของโรงไฟฟ้า (Capacity Factor) หมายถึง อัตราส่วนความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้จริง ณ เวลาหนึ่ง เปรียบเทียบกับการผลิตเต็มกำลังการผลิตติดตั้ง (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2561) คำนวณได้จาก

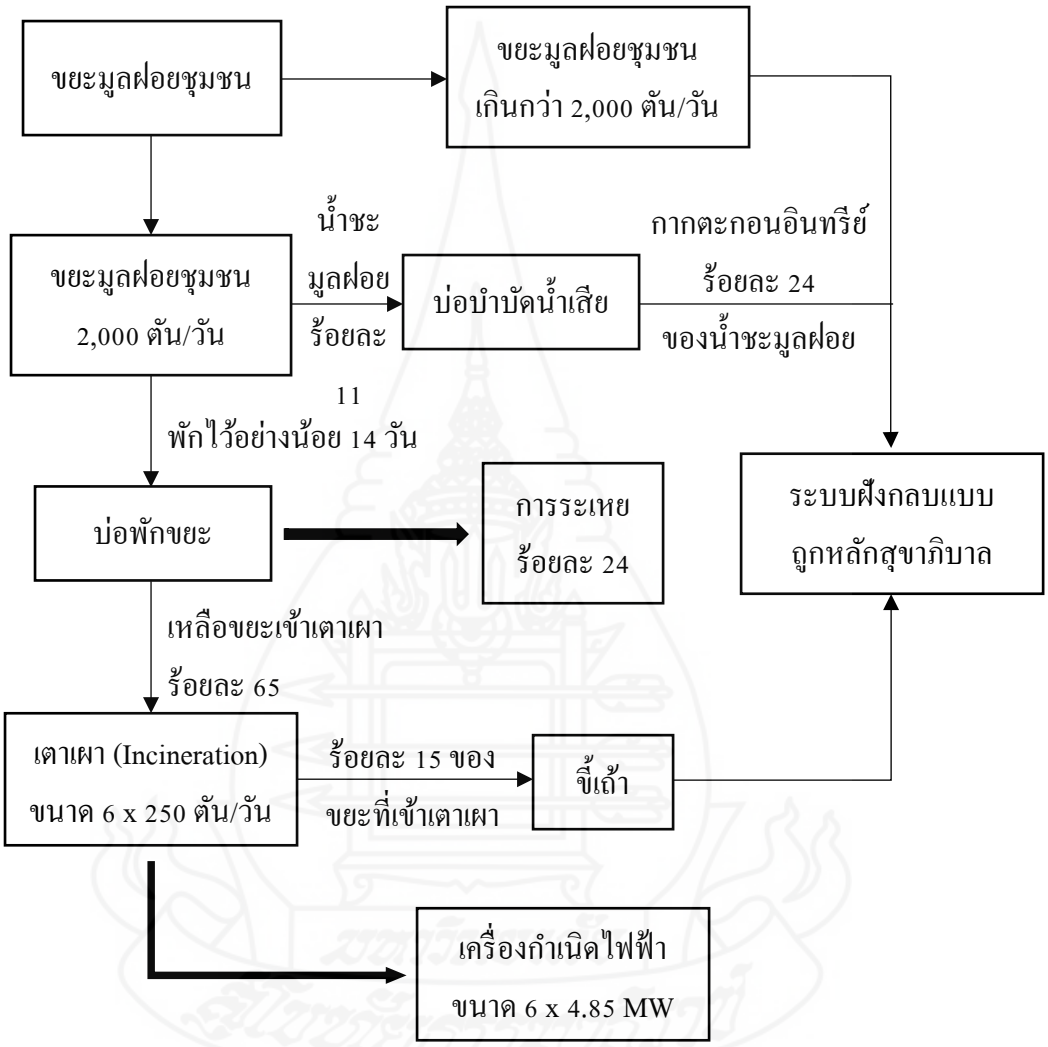
= ความสามารถในการผลิตพลังงานจริงใน 1 ปี/การผลิตเต็มกำลังผลิตใน 1 ปี X 100

การผลิตเต็มกำลังผลิตใน 1 ปี

= กำลังผลิตติดตั้ง X 24 ชั่วโมง X 365 วัน

ทั้งนี้ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนมีความสามารถในการผลิตไฟฟ้าได้ราว 300 วัน ใน 1 ปี เพราะไม่สามารถเดินเครื่องได้เต็มกำลังการผลิตได้จริงตลอดเวลา และยังต้องมีการหยุดบำรุงรักษาทุกปี และค่าประสิทธิภาพการเดินระบบ (ค่า Plant Factor) หมายถึง สัดส่วนการเดินเครื่อง

ไฟฟ้า ค่า Plant Factor ที่สูงแสดงให้เห็นถึงการเดินเครื่องอย่างสม่ำเสมอ ถ้าค่าต่ำแสดงถึงการเดินเครื่องน้อย เช่น โรงไฟฟ้า A เดินเครื่อง 6,000 ชั่วโมง ใน 1 ปี ค่า Plant Factor ของโรงไฟฟ้า A เท่ากับ 6,000 ชั่วโมงต่อปี หารด้วย 8,760 ชั่วโมงต่อปี ผลลัพธ์ คือ 0.6849 หรือ 68.49 % (ประสิทธิ์ สิริทิพย์รัศมี และคณะ, 2557)



ที่มา : จากข้อสมมติ

ภาพที่ 4.1 กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับทางเลือกที่ 2

2) ต้นทุนผลกระทบภายนอกต่อสิ่งแวดล้อมจากโรงไฟฟ้าทางเลือกที่ 2
ตามรายงานของคณะกรรมาธิการการขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศด้านสังคม สภาขับเคลื่อนการปฏิรูป โรงไฟฟ้าจากขยะมูลฝอยจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมดังนี้

ตารางที่ 4.14 แสดงต้นทุนผลกระทบภายนอกต่อสิ่งแวดล้อมจากโรงไฟฟ้าทางเลือกที่ 2

ลำดับที่	ต้นทุนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพประชาชน	หน่วย	
1	ผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน (Human Heath)	บาท/kWh	0.163
2	ผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ (Loss of Biodiversity)	บาท/kWh	0.019
3	ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช (Crop N deposition & Crops O)	บาท/kWh	0.005
4	Materials: SO2 & Nox	บาท/kWh	0.003
5	ผลกระทบด้านอื่นต่อสุขภาพของประชาชน (Other pollution – human health)	บาท/kWh	0.014
6	ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change - generic)	บาท/kWh	0.046

ที่มา: สภาขับเคลื่อนการปฏิรูป, (2560).

สำหรับการศึกษานี้ ได้มีการปรับค่าพื้นฐานของต้นทุนผลกระทบภายนอกดังกล่าวให้เป็นราคาคงที่ ณ ปี พ.ศ. 2561 เท่ากับ 0.25 บาท/kWh

3) ต้นทุนดำเนินงานของโรงกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้าทางเลือกที่ 2
จากการรวบรวมข้อมูลงานวิจัย และเอกสารต่างๆทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ตามตารางที่ 4.15 ทั้งนี้ได้มีการปรับค่าพื้นฐานต้นทุนการดำเนินงานดังกล่าวให้เป็นราคาคงที่ ณ ปี พ.ศ. 2561

1.2.2 ต้นทุน ประกอบด้วย

1) ค่าที่ดิน ราคาตารางวาละ 3,868.99 บาท และจากการคำนวณ พบว่า ต้องใช้พื้นที่สำหรับก่อสร้างโรงกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้า จำนวน 150 ไร่ พื้นที่สำหรับฝังกลบขยะมูลฝอย จำนวน 480 ไร่ และพื้นที่กันชน จำนวน 360 ไร่ รวมพื้นที่ทั้งหมด จำนวน 1,090 ไร่ คิดเป็นค่าที่ดิน เท่ากับ 1,687 ล้านบาท

2) ค่าเสียโอกาสของที่ดิน 12,302.72 ต่อไร่ต่อปี และจากการคำนวณ พบว่า พื้นที่ดำเนินโครงการ จำนวน 1,090 ไร่ คิดเป็นค่าเสียโอกาสที่ดินตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 268 ล้านบาท

3) ต้นทุนการก่อสร้างโรงงานและโรงไฟฟ้า ปีที่ 0 ถึงปีที่ 2 ได้แก่ งานปรับปรุงพื้นที่และจัดเตรียมโครงสร้าง งานก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง และงานติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ ใช้ข้อมูลจากการออกแบบและคำนวณจากรายงานผลการศึกษาต้นแบบซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ทำการคำนวณ เท่ากับ 6,239 ล้านบาท

4) ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลและบ่อบำบัดน้ำเสีย ในปีที่ 0 ปีที่ 4 ปีที่ 8 ปีที่ 12 และปีที่ 16 โดยใช้ข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี และการออกแบบและคำนวณจากรายงานผลการศึกษาต้นแบบทำการคำนวณ เท่ากับ 1,289 ล้านบาท

5) ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน ประกอบด้วย

(1) ค่าดำเนินงานของโรงกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้า จากการคำนวณตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 5,364 ล้านบาท ทั้งนี้ ในค่าดำเนินงานดังกล่าวเป็นค่าตอบแทนให้องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีจากการให้สัมปทาน ทั้งสิ้น 179 ล้านบาท และค่าตอบแทนให้องค์การบริหารส่วนตำบลคลองขวางในการให้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ ทั้งสิ้น 18 ล้านบาท

(2) ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาโรงกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้า ตลอดอายุโครงการรวม เท่ากับ 1,873 ล้านบาท

(3) ค่าดำเนินงานฝังกลบขยะมูลฝอยและบำบัดน้ำเสีย ตลอดอายุโครงการ 20 ปี มูลค่าเท่ากับ 1,873 ล้านบาท

6) ต้นทุนผลกระทบภายนอก ประกอบด้วย

(1) มูลค่าความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมและประชาชน กรณี โรงงานกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้า มูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 858 ล้านบาท

(2) มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีการฝังกลบขยะมูลฝอย มูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 5,483 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางเลือกที่ 1

(3) มูลค่าความเสียหายอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย มีมูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 35 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางเลือกที่ 1

1.2.3 ผลตอบแทน ประกอบด้วย

1) รายรับจากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้า ถือเป็นประโยชน์อันดับแรกของโรงกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้าจากทางเลือกดังกล่าวนี้ โดยกำหนดให้เริ่มดำเนินการผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ในเดือนมกราคม 2565 ซึ่งมีความสามารถในการผลิตไฟฟ้าจากการเผาขยะมูลฝอยตามตารางที่ 4.15 ดังนี้

ตารางที่ 4.15 ความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าทางเลือกที่ 2

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	
1	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด ร้อยละ 100	210,384.00	MWh/ปี
2	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้วิเคราะห์ครั้งนี้ ร้อยละ 96	201,968.64	MWh/ปี
3	อัตราความสามารถในการผลิตไฟฟ้า	85	ร้อยละ
4	ความสามารถในการผลิตไฟฟ้า	171,673.34	MWh/ปี

ที่มา: จากการคำนวณ

2) รายรับค่าดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอย ตามบันทึกข้อตกลงระหว่างองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นๆในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ในอัตราตันละ 150 บาท โดยตลอดอายุโครงการ พบว่า มีรายรับดังกล่าว เท่ากับ 2,455 ล้านบาท

3) ผลตอบแทนภายนอก ประกอบด้วย

(1) ประหยัดพื้นที่สำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยระบบเตาเผา ซึ่งตลอดอายุโครงการมีขยะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบเตาเผาจำนวน 10,200,000 ตัน สามารถประหยัดพื้นที่ฝังกลบได้ 397 ไร่ และพื้นที่ชนวน 297 ไร่ รวม 694ไร่ คิดเป็นมูลค่าของที่ดินที่ประหยัดได้ เท่ากับ 1,074 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

(2) ประหยัดค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยระบบเตาเผา ซึ่งตลอดอายุโครงการ สามารถประหยัดค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบได้ 397 ไร่ คิดเป็นมูลค่าที่ประหยัดได้ เท่ากับ 952 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

ตารางที่ 4.16 แสดงสัดส่วนปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกกำจัดสำหรับทางเลือกที่ 2

ปีที่	ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน)	ระบบเตาเผา (ตัน)	ระบบฝังกลบ (ตัน)
0	2562	551,237.21		551,237.21
1	2563	574,717.35		574,717.35
2	2564	598,888.14		598,888.14
3	2565	623,767.28	600,000.00	23,767.28
4	2566	649,372.93	600,000.00	49,372.93
5	2567	675,723.65	600,000.00	75,723.65
6	2568	702,838.47	600,000.00	102,838.47
7	2569	730,736.86	600,000.00	130,736.86
8	2570	759,438.74	600,000.00	159,438.74
9	2571	788,964.53	600,000.00	188,964.53
10	2572	819,335.11	600,000.00	219,335.11
11	2573	850,571.87	600,000.00	250,571.87
12	2574	882,696.71	600,000.00	282,696.71
13	2575	915,732.04	600,000.00	315,732.04
14	2576	949,700.79	600,000.00	349,700.79
15	2577	984,262.45	600,000.00	384,626.45
16	2578	1,020,533.06	600,000.00	420,533.06
17	2579	1,057,445.23	600,000.00	457,445.23
18	2580	1,095,388.12	600,000.00	495,388.12
19	2581	1,134,387.53	600,000.00	534,387.53
รวม		**16,366,102.09**	**10,200,000.00**	**6,166,102.09**

ที่มา: จากการคำนวณ

(3) ประหยัดค่าใช้จ่ายในการฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยระบบเตาเผา ซึ่งตลอดอายุโครงการมีขยะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบเตาเผาจำนวน 10,200,000 ตัน สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ เท่ากับ 2,040 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

(4) ประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียจากน้ำชะมูลฝอยที่ถูกฝังกลบเนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยระบบเตาเผา ตลอดอายุของโครงการมีมูลค่าเท่ากับ 195 ล้านบาท

(5) ลดความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณี การฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยระบบเตาเผา ซึ่งช่วยลดความเสียหายตลอดอายุโครงการ มีมูลค่าเท่ากับ 9,070 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

(6) ลดความเสียหายอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยระบบเตาเผา ซึ่งช่วยลดความเสียหายตลอดอายุโครงการ มีมูลค่าเท่ากับ 57 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

1.3 ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตแท่งเชื้อเพลิง (RDF) และโรงผลิตไฟฟ้าจาก RDF แบบ Gasification ร่วมกับการฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล

โดยทางเลือกที่ 3 นี้ เป็นการจัดการขยะมูลฝอยโดยการนำขยะมาผ่านกระบวนการบำบัดขยะโดยวิธีเชิงกลและชีวภาพ (Mechanical and Biological Treatment : MBT) เป็นกระบวนการโดยอาศัยการกลับกองขยะมูลฝอยด้วยสกรูแนวตั้ง (Vertical Agitator) ทำให้กองขยะมูลฝอยด้านล่างมีโอกาสสัมผัสกับอากาศมากขึ้น เกิดการย่อยสลายมากขึ้นด้วย รวมถึงป้องกันการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกองขยะมูลฝอยด้านล่างซึ่งก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น โดยมีขั้นตอนการดำเนินการอยู่ 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1. ระบบคัดแยก 2. โรงบำบัดทางกลและชีวภาพ 3.ชุดเครื่องร่อน 4. เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงขยะ เมื่อผ่านกระบวนการต่างๆแล้วน้ำหนักของขยะมูลฝอยจะลดลงประมาณร้อยละ 35 และมีความชื้นในขยะประมาณร้อยละ 30 และผลพลอยได้ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้ 1. ปุ๋ยอินทรีย์ 2. วัสดุปรับปรุงดิน 3. เชื้อเพลิงขยะ (Refuse-Derived Fuel; RDF) และ 4. ขยะรีไซเคิล จากกระบวนการคัดแยก

1.3.1 ข้อสมมติ

1) โรงผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากขยะมูลฝอยสด ทางเลือกนี้ใช้ต้นแบบจากโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โครงการสร้างระบบการจัดการขยะเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel, RDF) และปุ๋ยอินทรีย์ : เทศบาลตำบลแชะ จังหวัดนครราชสีมา โครงการผลิตเชื้อเพลิง RDF บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน) และ

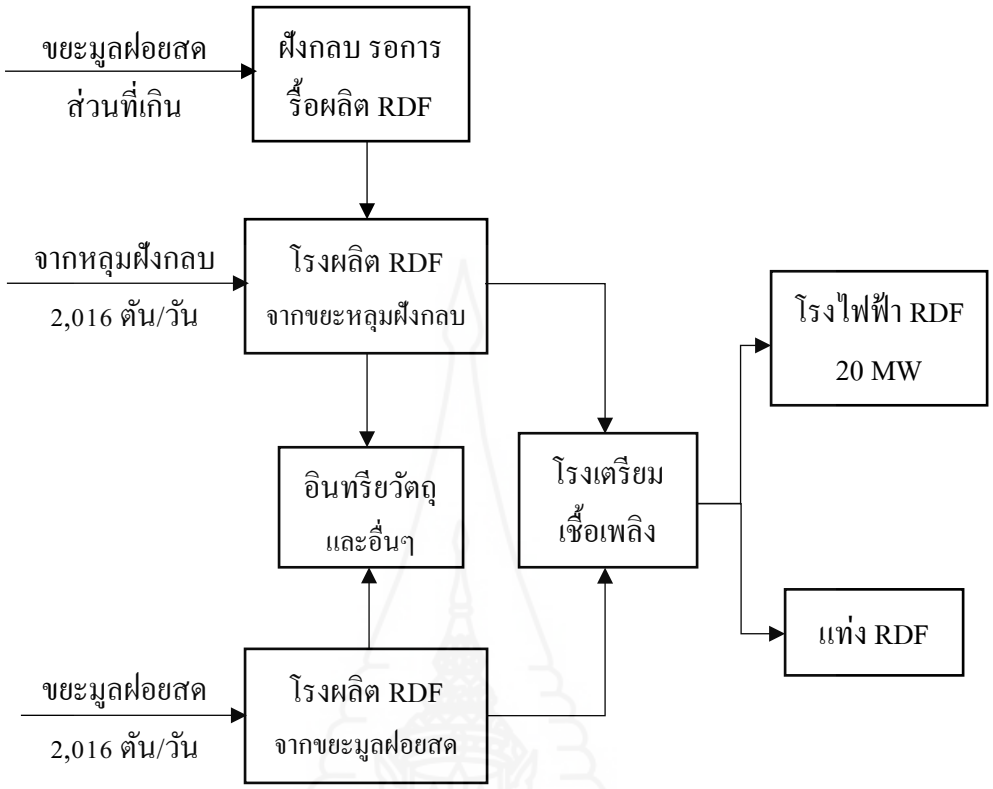
โครงการผลิตไฟฟ้าจากการกำจัดขยะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา บริษัท พีอีเอ เอ็นคอม อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด เนื่องจากเป็นการออกแบบระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้น ข้อมูลการออกแบบเทคโนโลยี การก่อสร้าง และการดำเนินงาน จึงใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

2) องค์ประกอบของขยะมูลฝอย การออกแบบการดำเนินงานนอกจากต้นแบบแล้ว ยังพิจารณาข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเปรียบเทียบและปรับปรุงข้อมูลให้เป็นองค์ประกอบขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

3) โรงผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากขยะมูลฝอยที่ถูกฝังกลบแล้ว สำหรับการผลิต RDF จากการรื้อขยะจากหลุมฝังกลบใช้ต้นแบบจากโครงการศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียดระบบกำจัดขยะรวม เทศบาลนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต ประจำปีงบประมาณ 2553 รายงานการศึกษาความเหมาะสมและแบบรายละเอียดในการลงทุน และการดำเนินฝังกลบขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการชีวภาพ – กล ศูนย์วิจัยการเผากากของเสีย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เนื่องจากเป็นการออกแบบระบบโดยผู้เชี่ยวชาญจึงใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิง นอกจากนี้ยังพิจารณาข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเปรียบเทียบและปรับปรุงข้อมูลให้เป็นองค์ประกอบขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

4) กำลังการผลิต RDF กำหนดให้ระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะจากขยะมูลฝอยสด และระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะจากการรื้อบ่อฝังกลบ ขนาดของระบบเท่ากับ 2,100 ตัน/วัน ทั้ง 2 ระบบ รวมเป็นระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ 4,200 ตัน/วัน แต่สำหรับงานศึกษานี้กำหนดการวิเคราะห์ข้อมูลที่ร้อยละ 96 ดังนั้น ระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะสามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยสดได้สูงสุดวันละ 2,016 ตัน และรื้อบ่อฝังกลบได้สูงสุดวันละ 2,016 ตัน

5) ค่าความชื้นในขยะมูลฝอยและค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงขยะ (RDF) กำหนดให้ค่าความชื้นในขยะมูลฝอยสดประมาณร้อยละ 70 (ค่าความชื้นร้อยละ 69.19) เมื่อผ่านกระบวนการ MBT แล้ว ในระยะเวลาประมาณ 30 วัน ค่าความชื้นในขยะเชื้อเพลิง (RDF) เหลือประมาณร้อยละ 30 และมีค่าความร้อนขั้นต่ำเฉลี่ยที่ 3,500 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม รวมถึงขยะเชื้อเพลิง (RDF) ที่ผลิตจากการรื้อบ่อฝังกลบ

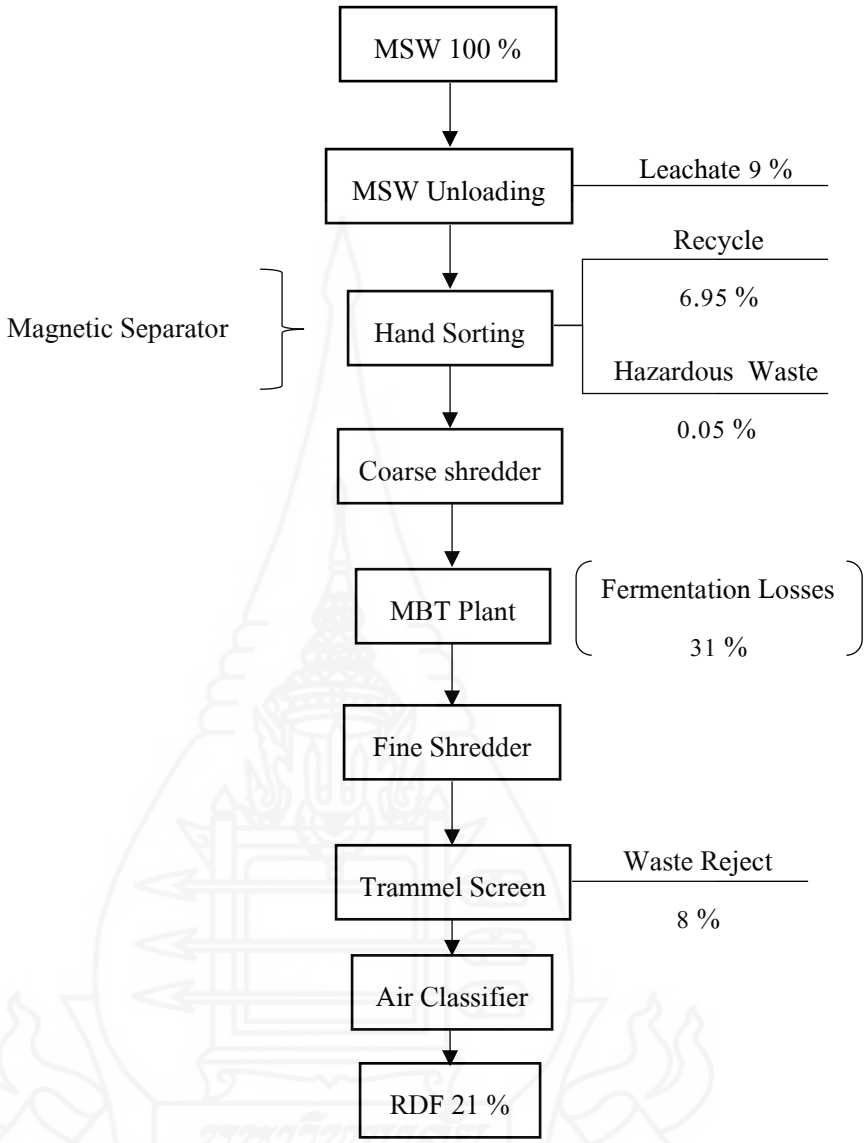


ที่มา : จากข้อสมมติ

ภาพที่ 4.2 กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับทางเลือกที่ 3 RDF + Gasification

6) ค่าความชื้นในขยะมูลฝอยและค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงขยะ (RDF) กำหนดให้ค่าความชื้นในขยะมูลฝอยสดประมาณร้อยละ 70 (ค่าความชื้นร้อยละ 69.19) เมื่อผ่านกระบวนการ MBT แล้ว ในระยะเวลาประมาณ 30 วัน ค่าความชื้นในขยะเชื้อเพลิง (RDF) เหลือประมาณร้อยละ 30 และมีค่าความร้อนขั้นต่ำเฉลี่ยที่ 3,500 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม รวมถึงขยะเชื้อเพลิง (RDF) ที่ผลิตจากการรื้อบ่อฝังกลบ

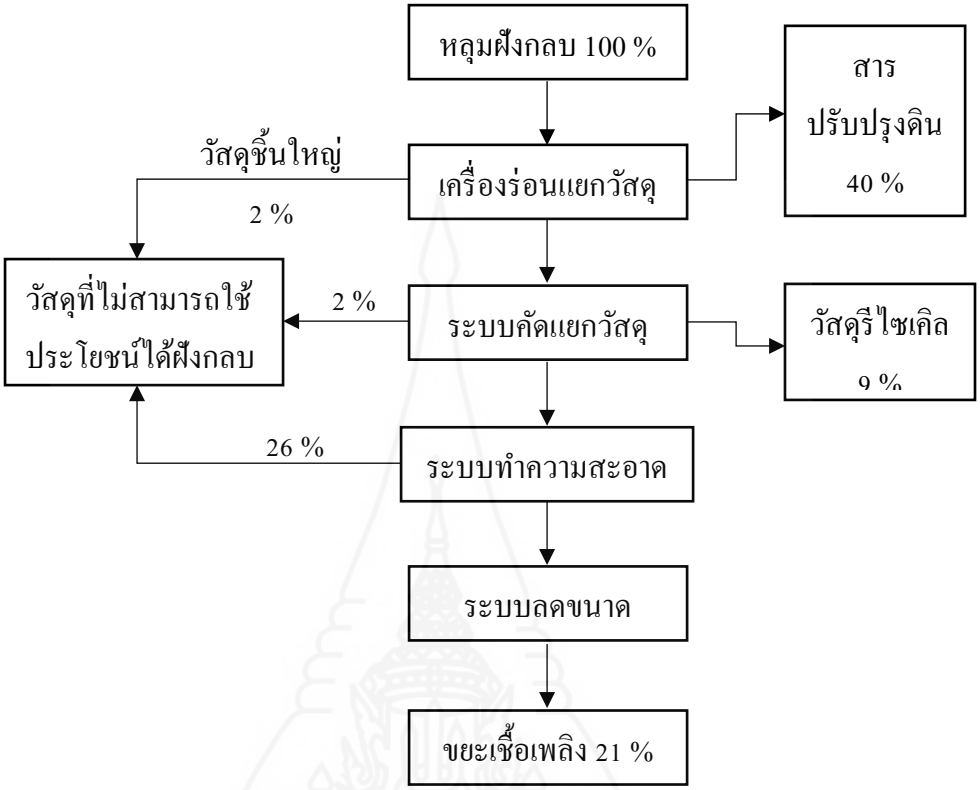
7) ข้อสมมติการผลิตและผลผลิตพลอยได้ สำหรับการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากขยะมูลฝอยสด เป็นไปตามภาพที่ 4.2 และ 4.3 และการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากการรื้อบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย เป็นไปตามตารางภาพที่ 4.2 และ 4.4



ที่มา : จากข้อสมมติ

ภาพที่ 4.3 กระบวนการผลิต RDF จากขยะมูลฝอยสด

8) การฝังกลบขยะมูลฝอย สำหรับขยะมูลฝอยชุมชนที่เกินกว่าปริมาณการรองรับของระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) กำหนดให้มีการฝังกลบทุกวันเพื่อรอการรื้อหลุมฝังกลบนำกลับมาผลิต RDF จากหลุมฝังกลบต่อไป และการจ้างเหมาฝังกลบทั้งขยะมูลฝอยสดและอื่นๆ เป็นการจ้างเอกชนภายนอกดำเนินการทั้งหมด



ที่มา : จากข้อสมมติ

ภาพที่ 4.4 กระบวนการผลิต RDF จากระบบรื้อวัสดุจากบ่อฝังกลบ

9) ข้อสมมติในการวิเคราะห์สำหรับแนวทางเลือกที่ 3 ตามตารางที่ 4.17 สำหรับระยะเวลาในการดำเนินการผลิต RDF ในรอบปีเท่ากับ 300 วัน

1.3.2 ต้นทุน ประกอบด้วย

1) ค่าที่ดิน ราคาตารางวาละ 3,868.99 บาท และจากการคำนวณ พบว่าต้องใช้พื้นที่สำหรับก่อสร้างโรงงานและติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์สำหรับการผลิต RDF พร้อมทั้งโรงไฟฟ้า RDF จำนวน 400 ไร่ และเป็นพื้นที่สำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอยส่วนที่เกินกำลังการผลิตและอื่นๆจากกระบวนการผลิต จำนวน 194 ไร่ และพื้นที่กันชน จำนวน 146 ไร่ รวมพื้นที่ทั้งหมดจำนวน 740 ไร่ คิดเป็นค่าที่ดิน เท่ากับ 1,145 ล้านบาท

2) ค่าเสียโอกาสของที่ดิน 12,302.72 ต่อไร่ต่อปี จากการคำนวณ พบว่าพื้นที่ดำเนินโครงการ 740 ไร่ คิดเป็นค่าเสียโอกาสที่ดินตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 182 ล้านบาท

ตารางที่ 4.17 ข้อสมมติในการวิเคราะห์ทางเลือกที่ 3

ลำดับที่	รายละเอียดข้อสมมติ	หน่วย	ขนาดระบบ (100 %)
1	ขีดความสามารถในการผลิต RDF	ตัน/วัน	4,200
	1.1 RDF ที่ผลิตจากขยะมูลฝอยสด	ตัน/วัน	2,100
	(ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้) ร้อยละ 96	ตัน/วัน	2,016
	1.2 RDF ที่ผลิตจากการรื้อหลุมฝังกลบ	ตัน/วัน	2,100
	(ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้) ร้อยละ 96	ตัน/วัน	2,016
2	ปริมาณ RDF ที่ผลิตได้ทั้งหมด	ตัน/วัน	846
	2.1 สำหรับใช้ผลิตไฟฟ้าในโรงเตาเผา RDF	ตัน/วัน	362
	2.2 สำหรับจำหน่ายให้กับภาคเอกชน	ตัน/วัน	484
3	ค่าความร้อนของ RDF ที่ผลิตได้	Kcal/kg	3,500
4	การเดินระบบของโรงไฟฟ้า RDF		
	4.1 ชั่วโมงการเดินระบบต่อวัน	ชั่วโมง/วัน	24
	4.2 จำนวนวันที่เดินระบบในรอบปี	วัน	300
	4.3 ชั่วโมงการเดินระบบต่อโรงไฟฟ้าขนาด 1 MW	ชั่วโมง/ปี	7,200
	4.4 ชั่วโมงการเดินระบบต่อโรงไฟฟ้าขนาด 20 MW	ชั่วโมง/ปี	144,000
5	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	MW	1.00
	(โรงไฟฟ้า RDF ขนาด 1 MW)	MWh	144,000
6	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จริง (ใช้ในการศึกษาครั้งนี้)	MW	0.90
	(โรงไฟฟ้า RDF ขนาด 1 MW)	MWh	129,600
7	อัตราความสามารถในการผลิตของโรงไฟฟ้า RDF (Capacity Factor)	ร้อยละ	73.97
8	ค่าประสิทธิภาพการเดินระบบ (ค่า Plant Factor)	ร้อยละ	82.19

ที่มา : จากข้อสมมติ

3) ต้นทุนการก่อสร้างโรงงานและโรงไฟฟ้า RDF ค่าก่อสร้างโรงงานผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) โรงงานผลิตไฟฟ้าจาก RDF บ่อฝังกลบ และระบบบำบัดน้ำเสีย ในปีที่ 0 ถึง ปีที่ 2 ได้แก่ งานปรับปรุงพื้นที่และจัดเตรียม งานก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง งานก่อสร้างบ่อฝังกลบ งานระบบบำบัดน้ำเสีย เครื่องจักรและอุปกรณ์ ใช้ข้อมูลจากการออกแบบและคำนวณจากรายงานผลการศึกษาต้นแบบซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ทำการคำนวณ ประกอบด้วย โรงไฟฟ้า RDF เท่ากับ 1,587 ล้านบาท โรงงานผลิต RDF จากขยะมูลฝอยชุมชน (สด) เท่ากับ 5,497 ล้านบาท และโรงผลิต RDF จากการรื้อหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย เท่ากับ 381 ล้านบาท รวมเป็นต้นทุนงานก่อสร้างทั้งสิ้นเท่ากับ 7,465 ล้านบาท

4) ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน ประกอบด้วย

(1) ต้นทุนดำเนินการของโรงผลิต RDF จากขยะมูลฝอยสด ประกอบด้วย ค่าดำเนินงาน เท่ากับ 650 ล้านบาท และค่าบำรุงรักษาซ่อมแซม เท่ากับ 1,276 ล้านบาท รวมเป็นมูลค่าเท่ากับ 1,926 ล้านบาท

(2) ต้นทุนดำเนินการผลิต RDF จากการรื้อหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย ประกอบด้วย ค่าดำเนินงาน เท่ากับ 1,869 ล้านบาท และค่าบำรุงรักษาซ่อมแซม เท่ากับ 201 ล้านบาท รวมเป็นมูลค่าเท่ากับ 2,070 ล้านบาท

(3) ต้นทุนดำเนินการของโรงไฟฟ้า RDF ประกอบด้วย ค่าดำเนินงาน เท่ากับ 1,200 ล้านบาท และค่าบำรุงรักษาซ่อมแซม เท่ากับ 770 ล้านบาท รวมตลอดอายุโครงการเท่ากับ 1,970 ล้านบาท

(4) ต้นทุนเกี่ยวกับพนักงาน ได้แก่ เงินเดือนค่าจ้าง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ของพนักงาน เช่น ค่าฝึกอบรม ค่าประกันสังคม เป็นต้น ซึ่งต้นทุนดังกล่าวนี้เป็นต้นทุนที่ใช้รวมกันกับทุกระบบงาน ซึ่งจากการคำนวณตลอดอายุโครงการ 20 ปี มูลค่าเท่ากับ 952 ล้านบาท

(5) ต้นทุนค่าสัมปทานและค่าใช้ประโยชน์ในพื้นที่ ประกอบด้วย ค่าสัมปทานในการรับกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ตลอดอายุของโครงการ เท่ากับ 1,674 ล้านบาท และค่าตอบแทนในการใช้พื้นที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลคลองขวาง อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ตลอดอายุของโครงการ เท่ากับ 335 ล้านบาท

5) ต้นทุนผลกระทบภายนอก ประกอบด้วย

(1) มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณี โรงผลิตไฟฟ้าจาก RDF สำหรับการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดังกล่าวนี้เป็นไปตามตารางที่ 4.18 โดยก๊าซเรือนกระจก (CO2) 1 ตัน จะมีมูลค่าความเสียหายเท่ากับ 8 ยูโร (วิภาสพล ชินวัฒนโชติ, 2554) (www.carboncredit.com) แล้วนำมาคิดค่าค่าความเสียหายโดยแปลง

ค่าเงินตราต่างประเทศเป็นสกุลเงินบาท โดยใช้อัตราขายถัวเฉลี่ยเงินตราต่างประเทศสกุลเงินยูโร ตลอดปี พ.ศ. 2561 ซึ่งเท่ากับ 38.519 บาทต่อยูโร (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2562) ตลอดอายุโครงการ มีมูลค่าความเสียหายเท่ากับ 364 ล้านบาท

ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2)

ลำดับที่	เชื้อเพลิง (Fuel)	ค่าความร้อน (Heating Value)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2 emission)
1	ถ่านหิน (Coal)	25 MJ/kg	2.41 t CO_2/t
2	ถ่านเพ็ดโค้ก (Pet Coke)	33 MJ/kg	3.34 t CO_2/t
3	น้ำมันเตา (Fuel Oil)	42 MJ/kg	3.16 t CO_2/t
4	RDF/SRF	20 MJ/kg	0.64 t CO_2/t

ที่มา: วิภาสพล ชินวัฒนโชติ, (2554).

(2) มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีการฝังกลบขยะมูลฝอย มูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 5,410 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางเลือกที่ 1

(3) มูลค่าความเสียหายอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย มีมูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 34 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางเลือกที่ 1

1.3.3 ผลตอบแทน

1) รายรับจากการรับกำจัดขยะมูลฝอยจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี โดยกำหนดให้เริ่มดำเนินการในเชิงพาณิชย์ในเดือนมกราคม 2562 ตลอดอายุของโครงการมีมูลค่ารวมเท่ากับ 2,454 ล้านบาท

2) รายรับจากการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) โดยระบบการผลิตแท่งเชื้อเพลิงขยะ (RDF) มีที่มาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. จากการรื้อหลุมฝังกลบ โดยกำหนดให้เริ่มดำเนินการผลิตในเชิงพาณิชย์ในเดือนมกราคม 2563 และ 2. จากขยะมูลฝอยชุมชน โดยกำหนดให้เริ่มดำเนินการผลิตในเชิงพาณิชย์ในเดือนมกราคม 2565 ประกอบด้วยรายรับ ดังนี้

(1) รายรับจากการจำหน่ายวัสดุรีไซเคิล จากการคำนวณตลอดอายุของโครงการมีมูลค่ารวมเท่ากับ 3,491 ล้านบาท

(2) รายรับจากการจำหน่ายสารปรับปรุงดิน/ปุ๋ยอินทรีย์ จากการคำนวณตลอดอายุของโครงการมีมูลค่ารวมเท่ากับ 10,596 ล้านบาท

(3) รายรับจากการจำหน่ายเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากการคำนวณตลอดอายุของโครงการมีมูลค่ารวมเท่ากับ 2,726 ล้านบาท

3) รายรับค่าจำหน่ายไฟฟ้า โดยกำหนดให้เริ่มดำเนินการผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ในเดือนมกราคม 2565 ซึ่งจากการคำนวณตลอดอายุโครงการมีมูลค่ารวมเท่ากับ 14,221 ล้านบาท

4) ผลตอบแทนภายนอกประหยัดค่าที่ดินสำหรับพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยและพื้นที่ชนวน เป็นพื้นที่ฝังกลบ จำนวน 235 ไร่ พื้นที่ชนวน 177 ไร่ รวมเป็นพื้นที่ที่ประหยัดได้ 414 ไร่ คิดเป็นมูลค่าที่ดินที่ประหยัดได้ เท่ากับ 641 ล้านบาท

5) ผลตอบแทนภายนอกประหยัดค่าใช้จ่ายในการฝังกลบขยะมูล เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากการคำนวณตลอดอายุของโครงการเท่ากับ 2,056 ล้านบาท

6) ผลตอบแทนภายนอกประหยัดค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยเนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากการคำนวณตลอดอายุของโครงการเท่ากับ 993 ล้านบาท

7) ผลตอบแทนภายนอกประหยัดค่าบำบัดน้ำเสียจากการฝังกลบ เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากการคำนวณตลอดอายุของโครงการเท่ากับ 197 ล้านบาท

6) ลดความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณี การฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยการนำไปผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ซึ่งช่วยลดความเสียหายตลอดอายุโครงการ มีมูลค่าเท่ากับ 9,142 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

7) ลดความเสียหายอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยการนำไปผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF ซึ่งช่วยลดความเสียหายตลอดอายุโครงการ มีมูลค่าเท่ากับ 58 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก (Cost-Benefit Analysis)

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการในแต่ละทางเลือก คือ เป็นการวิเคราะห์ถึงทางเลือกหรือนโยบายในการกำจัดขยะมูลฝอยที่มีความเหมาะสมต่อสังคม ซึ่งอาศัยเครื่องมือต่างๆมาช่วยในการพิจารณาตัดสินใจทางเลือกเหล่านั้น โดยระบุถึงต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละทางเลือกไม่ว่าจะเป็นต้นทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นภายในโครงการและภายนอกโครงการ ทั้งนี้เพื่อที่ต้องการทราบถึงมูลค่าของทรัพยากรที่ใช้ไปในโครงการทั้งหมด ตลอดรวมถึงมูลค่าของผลตอบแทนที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการในแต่ละทางเลือก ประกอบด้วย

3.1 หลักเกณฑ์ในการเลือกทางเลือก ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนและผลตอบแทนในแต่ละทางเลือก ดังนี้

3.1.1 มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิ (Net Present Value; NPV) เป็นการบ่งถึงผลตอบแทนสุทธิตลอดอายุโครงการ อาจมีค่าเป็นลบ เป็นศูนย์ หรือเป็นบวกก็ได้ ตามสมการ

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

เมื่อ B_t หมายถึง ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t (บาท)

C_t หมายถึง ต้นทุนของโครงการในปีที่ t (บาท)

r หมายถึง อัตราคิดลด (% ต่อปี)

t หมายถึง ระยะเวลาของโครงการ (0, 1, 2,…,n) (ปี)

หลักในการตัดสินใจ (Decision Rule) คือ ถ้า NPV มากกว่า 0 ยอมรับโครงการ แต่ถ้า NPV น้อยกว่า 0 ปฏิเสธโครงการ

3.1.2 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return ; IRR) คือ อัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสิทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์หรือผลตอบแทนโดยร้อยละต่อโครงการ ตามสมการ

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

หลักในการตัดสินใจ (Decision Rule) คือ ถ้า IRR มากกว่า r เป็นโครงการที่ดี แต่ถ้า IRR น้อยกว่า r เป็นโครงการที่ไม่ดี

เมื่อ r คือ ค่าเสียโอกาสของทรัพยากรที่นำมาใช้ในโครงการ

3.1.3 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio ; B/C ratio) คือ มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนรวมหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ตามสมการ

$$B/C\ ratio\ = \frac{\sum_{t=0}^{N-1} B_t}{\sum_{t=0}^{N-1} C_t}$$

หลักในการตัดสินใจ (Decision Rule) คือ ถ้า B/C ratio มากกว่า 1 เป็นโครงการที่ดี แต่ถ้า B/C ratio น้อยกว่า 1 ปฏิเสธโครงการ

ตารางที่ 4.19 ผลการคำนวณวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
1. เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน)			
1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ล้านตัน)	16,366	16,366	16,366
1.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	2,294	2,193	2,050
1.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	20,810	19,992	18,839
1.4 NPV (ล้านบาท)	(18,517)	(17,799)	(16,788)
1.5 IRR (%)	n/a	n/a	n/a
1.6 B/C ratio	0.11	0.11	0.11

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
2. เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
2.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ล้านตัน)	16,366	16,366	16,366
2.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	32,433	31,024	29,036
2.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	23,321	22,578	21,529
2.4 NPV (ล้านบาท)	9,111	8,445	5,510
2.5 IRR (%)	9.93	9.47	8.79
2.6 B/C ratio	1.39	1.37	1.35
3. เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิง (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
3.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ล้านตัน)	16,366	16,366	16,366
3.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	45,014	43,106	40,414
3.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	23,682	22,939	21,887
3.4 NPV (ล้านบาท)	21,332	20,167	18,527
3.5 IRR (%)	23.34	22.77	21.94
3.6 B/C ratio	1.90	1.88	1.85

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.20 ผลการคำนวณวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนต่อหน่วยของแต่ละทางเลือก

ทางเลือก/อัตราคิดลด	ทางเลือกที่ 1 ฝังกลบ (ปัจจุบัน)			ทางเลือกที่ 2 เตาเผาร่วมฝังกลบ			ทางเลือกที่ 3 RDF ร่วมฝังกลบ		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
1. ปริมาณขยะมูลฝอยที่ได้รับการจัดการ (ล้านตัน)									
1.1 ที่เกิดขึ้นใหม่จากการคาดการณ์	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366
1.2 ขยะเดิมที่ฝังกลบแล้ว	-	-	-	-	-	-	11,491	11,491	11,491
รวมปริมาณขยะมูลฝอยทั้งสิ้น	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366	27,857	27,857	27,857
2. ผลตอบแทนของสังคม (ล้านบาท)									
2.1 ผลตอบแทนเอกชน	2,294	2,193	2,050	19,827	18,909	17,615	31,235	29,822	27,828
2.2 ผลตอบแทนภายนอก	-	-	-	12,605	12,114	11,422	13,779	13,284	12,586
รวมผลตอบแทนของสังคม	2,294	2,193	2,050	32,433	31,024	29,036	45,014	43,106	40,414
3. ต้นทุนของสังคม (ล้านบาท)									
3.1 ต้นทุนเอกชน	6,845	6,641	6,353	17,085	16,597	15,905	18,055	17,539	16,807
3.2 ต้นทุนผลกระทบภายนอก	13,965	13,351	12,486	6,236	5,981	5,622	5,627	5,400	5,080
รวมผลตอบแทนของสังคม	20,810	19,992	18,839	23,321	22,578	21,526	23,682	22,939	21,887
ผลตอบแทนสุทธิ (ล้านบาท)	**(18,517)**	**(17,799)**	**(16,788)**	**9,111**	**8,445**	**7,526**	**21,332**	**20,167**	**18,527**

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

ทางเลือก/อัตราคิดลด	ทางเลือกที่ 1 ฝังกลบ (ปัจจุบัน)			ทางเลือกที่ 2 เตาเผาร่วมฝังกลบ			ทางเลือกที่ 3 RDF ร่วมฝังกลบ		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
4. ผลตอบแทนของสังคมต่อหน่วย (บาทต่อหน่วย)									
4.1 ผลตอบแทนเอกชน	140.17	134.00	125.26	1,211.48	1,155.38	1,076.32	1,121.26	1,070.54	998.96
4.2 ผลตอบแทนภายนอก	-	-	-	770.19	740.19	697.91	494.63	476.86	451.81
รวมผลตอบแทนของสังคมต่อหน่วย	140.17	134.00	125.26	1,981.67	1,895.58	1,774.23	1,615.90	1,547.40	1,450.77
5. ต้นทุนของสังคมต่อหน่วย (บาทต่อหน่วย)									
5.1 ต้นทุนเอกชน	418.25	405.78	388.18	1,043.93	1,041.12	971.83	648.13	629.61	603.33
5.2 ต้นทุนผลกระทบภายนอก	853.29	815.78	762.92	381.04	365.45	343.52	202.00	193.85	182.36
รวมต้นทุนของสังคมต่อหน่วย	1,271.54	1,221.56	1,151.11	1,424.97	1,379.57	1,315.35	850.13	823.46	785.69
ผลตอบแทนสุทธิ บาทต่อหน่วย	**(1,131.37)**	**(1,087.56)**	**(1,025.85)**	**556.70**	**516.01**	**458.88**	**765.77**	**723.95**	**665.08**

ที่มา: จากการคำนวณ

โดยผลการคำนวณมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมและผลตอบแทนรวมในแต่ละทางเลือก จากตารางที่ 4.20 และ 4.21 โดยใช้อัตราคิดลดร้อยละ 3 พบว่า

ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน) มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม (ต้นทุนของสังคม) เท่ากับ 20,810 ล้านบาท ต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อ 1 ตัน เท่ากับ 1,271.54 บาท ต้นทุนส่วนใหญ่เกิดจากต้นทุนผลกระทบภายนอกจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากการฝังกลบขยะมูลฝอย คิดเป็นร้อยละ 65.80 ของต้นทุนรวมทั้งหมด รองลงมา คือ ต้นทุนการดำเนินงานในการฝังกลบขยะมูลฝอย คิดเป็นร้อยละ 14.80 ของต้นทุนรวมทั้งหมด ต้นทุนค่าเสียโอกาสของที่ดิน คิดเป็นร้อยละ 1.36 ของต้นทุนรวมทั้งหมด ในส่วนของผลตอบแทนรวม มูลค่าปัจจุบัน เท่ากับ 2,294 ล้านบาท หรือเท่ากับ 140.15 บาทต่อตัน โดยผลตอบแทนมีเพียงอย่างเดียว คือ ผลตอบแทนของเอกชน (รายรับจากการรับกำจัดขยะมูลฝอย) เท่ากับ 140.15 บาทต่อตัน และทางเลือกที่ 1 นี้ ให้ผลตอบแทนสุทธิมีค่าติดลบหรือกล่าวได้อีกนัยหนึ่ง คือ ขาดทุนเท่ากับ 1,131.37 บาทต่อตัน

ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอยร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม (ต้นทุนของสังคม) เท่ากับ 23,321 ล้านบาท ต้นทุนรวม (ต้นทุนของสังคม) เฉลี่ยต่อขยะมูลฝอย 1 ตัน เท่ากับ 1,424.97 บาท ต้นทุนส่วนใหญ่เกิดจากต้นทุนการก่อสร้าง คิดเป็นร้อยละ 30.72 ของต้นทุนรวม (ต้นทุนของสังคม) รองลงมาอีก คือ ต้นทุนการผลกระทบภายนอก ที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล คิดเป็นร้อยละ 22.38 ของต้นทุนรวมทั้งหมด ส่วนต้นทุนค่าเสียโอกาสของที่ดิน คิดเป็นร้อยละ 1.09 ของต้นทุนรวมทั้งหมด ในส่วนของผลตอบแทนรวม (ผลตอบแทนของสังคม) มูลค่าปัจจุบัน เท่ากับ 32,433 ล้านบาท หรือเท่ากับ 1,981.67 บาทต่อตัน ผลตอบแทนส่วนใหญ่เกิดจากรายรับจากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้าและรายรับจากการรับกำจัดขยะมูลฝอย คิดเป็นร้อยละ 53.22 ของผลตอบแทนรวม (ผลตอบแทนของสังคม) รองลงมา คือ ผลตอบแทนภายนอกที่เกิดจากการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากการฝังหลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล คิดเป็นร้อยละ 25.62 ของผลตอบแทนรวม (ผลตอบแทนของสังคม) และทางเลือกที่ 2 นี้ ให้ผลตอบแทนสุทธิ เท่ากับ 556.70 บาทต่อตัน

ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิง (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม 23,682 ล้านบาท ต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อขยะมูลฝอย 1 ตัน เท่ากับ 850.13 บาท ต้นทุนส่วนใหญ่เกิดจากต้นทุนค่าก่อสร้าง คิดเป็นร้อยละ 30.02 ของต้นทุนรวมทั้งหมด (ต้นทุนของสังคม) รองลงมา คือ ต้นทุนผลกระทบภายนอกที่เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คิดเป็นร้อยละ 21.76 สำหรับต้นทุนค่าเสียโอกาสของที่ดิน คิดเป็นร้อยละ 0.73 ของต้นทุน

รวมทั้งหมด (ต้นทุนของสังคม) ส่วนผลตอบแทนของสังคม มีมูลค่าปัจจุบัน เท่ากับ 45,014 ล้านบาท หรือเท่ากับ 1,615.90 บาทต่อตัน ผลตอบแทนส่วนใหญ่เกิดจากรายรับจากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 29.59 ของผลตอบแทนของสังคม รองลงมา คือ รายรับจากการจำหน่ายสารปรับปรุงดิน คิดเป็นร้อยละ 22.05 ถัดรองมา คือ ผลตอบแทนภายนอกที่เกิดจากการช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบ คิดเป็นร้อยละ 19.02 ของผลตอบแทนของสังคม และสำหรับทางเลือกที่ 3 นี้ ให้ผลตอบแทนสุทธิ เท่ากับ 765.77 บาทต่อตัน ซึ่งสูงสุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนผลกระทบภายนอก ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยพบว่า ทางเลือกที่ 1 การฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนผลกระทบภายนอกที่เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดในบรรดาทุกทางเลือก กล่าวคือ อยู่ในช่วง 502.00 – 561.47 บาทต่อตัน โดยมากกว่าทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล และมากกว่าทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ที่มีต้นทุนผลกระทบภายนอกต่อสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งน้อยกว่าทางเลือกที่ 1 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 76.88 – 85.28 บาทต่อตัน และ 39.68 – 43.95 บาทต่อตัน ตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจากการเลือกที่ 2 และทางเลือกที่ 3 มีปริมาณขยะมูลฝอยที่นำไปฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล เพียงร้อยละ 37.68 และ 37.18 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นใหม่ทั้งหมดตลอดอายุของโครงการตามลำดับ จึงก่อให้เกิดผลกระทบภายนอกต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าทางเลือกที่ 1 (ทางเลือกในปัจจุบัน)

ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนภายนอก ซึ่งส่วนใหญ่ พบว่า ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ให้ผลตอบแทนภายนอกสูงสุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมด คือ อยู่ในช่วง 182.50 – 201.41 บาทต่อตัน ซึ่งมากกว่าทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) และการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ที่มีผลตอบแทนภายนอกต่อสิ่งแวดล้อม อยู่ในช่วง 85.13 – 94.08 บาทต่อตัน ส่วนทางเลือกที่ 1 นั้นไม่ก่อให้เกิดผลตอบแทนภายนอกใดๆ

นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนสุทธิในแต่ละทางเลือก พบว่า ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล พบว่า ให้ผลตอบแทนสุทธิต่อหน่วยสูงที่สุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมด คือ อยู่ในช่วง 665.08 – 765.77 บาทต่อตัน รองลงมา คือ ทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ให้ผลตอบแทนสุทธิต่อหน่วย คือ อยู่ในช่วง 458.88 – 556.70 บาทต่อตัน ทั้งนี้ เนื่องจากต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมสำหรับทางเลือกที่ 3 นั้นต่ำกว่าต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมของทางเลือกที่ 2 ถึงประมาณร้อยละ 40 (อัตราคิดลดร้อยละ 3)

จึงสรุปได้ว่า การศึกษานี้ทางเลือกที่ให้ประโยชน์หรือผลตอบแทนกับสังคมเมื่อทดสอบโดยใช้อัตราคิดลดร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 พบว่า ทางเลือกที่มีประโยชน์หรือผลตอบแทนกับสังคมสูงสุด คือ ทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยการนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล หมายความว่า การกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี โดยทางเลือกที่ 3 ให้ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ในสภาวะปัจจุบันมีความเหมาะสมในการลงทุน รองลงมา คือ ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยการเผาในเตาเผา (Incineration) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

3.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาดูว่าเมื่อตัวแปรเปลี่ยนแปลงไปแล้ว จะมีผลต่อความเป็นไปได้ของแต่ละทางเลือกในการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีอย่างไร

3.2.1 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20 เนื่องจากการขยายตัวของชุมชนเมือง ตามตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
1. เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน)			
1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
1.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	2,752	2,631	2,461
1.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	25,381	24,382	22,972
1.4 NPV (ล้านบาท)	(22,628)	(21,750)	(20,512)
1.5 IRR (%)	n/a	n/a	n/a
1.6 B/C ratio	0.11	0.11	0.11

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
2. เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
2.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
2.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	31,467	30,104	28,181
2.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	27,363	26,461	25,185
2.4 NPV (ล้านบาท)	4,104	3,643	2,996
2.5 IRR (%)	4.77	4.35	3.73
2.6 B/C ratio	1.15	1.12	1.12
3. เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิง (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
3.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
3.2 ปริมาณวัสดุฝังกลบรื้อผลิต RDF (ล้านตัน)	11,491	11,491	11,491
3.3 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	45,014	43,387	40,677
3.4 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	27,117	26,222	24,957
3.5 NPV (ล้านบาท)	17,897	17,165	15,720
3.6 IRR (%)	20.22	19.68	18.89
3.7 B/C ratio	1.67	1.65	1.63

ที่มา: จากการคำนวณ

3.2.2 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20 และราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 เดิมราคาที่ดินตารางวาละ 3,868.99 บาท ต่อมาราคาที่ดินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 30 เป็นตารางวาละ 5,029.68 บาท ตามตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.22 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20 และราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินการเพิ่มขึ้นร้อยละ 30

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
1. เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน)			
1.1 คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
1.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	2,752	2,631	2,461
1.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	26,052	25,052	23,643
1.4 NPV (ล้านบาท)	(23,299)	(22,421)	(21,183)
1.5 IRR (%)	n/a	n/a	n/a
1.6 B/C ratio	0.11	0.11	0.10
2. เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
2.1 คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
2.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	31,789	30,426	28,504
2.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	27,974	27,072	25,796
2.4 NPV (ล้านบาท)	3,815	3,354	2,708
2.5 IRR (%)	4.32	3.90	3.28
2.6 B/C ratio	1.14	1.12	1.10
3. เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิง (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
3.1 คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
3.2 ปริมาณวัสดุฝังกลบรื้อผลิต RDF (ล้านตัน)	11,491	11,491	11,491
3.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	45,633	43,712	41,002
3.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	27,460	26,566	25,301
3.4 NPV (ล้านบาท)	18,173	17,146	15,702
3.5 IRR (%)	20.14	19.61	18.81
3.6 B/C ratio	1.66	1.65	1.62

ที่มา: จากการคำนวณ

3.2.3 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20, ราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 และอายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลงซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพิ่มขึ้น ตามตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20, ราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินการเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 และอายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลงส่งผลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพิ่มขึ้น

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
1. เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน)			
1.1 คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
1.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	2,752	2,631	2,461
1.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	26,052	25,052	23,643
1.4 NPV (ล้านบาท)	(23,299)	(22,421)	(21,183)
1.5 IRR (%)	n/a	n/a	n/a
1.6 B/C ratio	0.11	0.11	0.10
2. เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
2.1 คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
2.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	31,789	30,426	28,504
2.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	28,150	27,240	25,954
2.4 NPV (ล้านบาท)	3,639	3,186	2,549
2.5 IRR (%)	4.12	3.70	3.08
2.6 B/C ratio	1.13	1.12	1.10

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
3. เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิง (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
3.1 คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
3.2 ปริมาณวัสดุฝังกลบรื้อผลิต RDF (ล้านตัน)	11,491	11,491	11,491
3.3 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	45,633	43,712	41,002
3.4 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	27,681	26,778	25,500
3.5 NPV (ล้านบาท)	17,952	16,934	15,503
3.6 IRR (%)	19.90	19.36	18.57
3.7 B/C ratio	1.65	1.63	1.61

ที่มา: จากการคำนวณ

โดยในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดให้การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง แบ่งออกเป็น 3 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 เมื่อปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 จากเดิม เนื่องจากการขยายตัวของชุมชนเมือง กรณีที่ 2 เมื่อราคาที่ดินขยับเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 30 จากเดิม เนื่องจากการเจริญเติบโตของชุมชนเมือง จึงมีความต้องการที่ดินเพื่อก่อสร้างที่อยู่อาศัย และกรณีที่ 3 เมื่ออายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลง ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพิ่มขึ้น โดยผลการศึกษาของทั้ง 3 กรณีดังกล่าว โดยใช้อัตราคิดลดร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 พบว่า ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิง (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล มีมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์หรือผลตอบแทนสุทธิ (NPV) สูงที่สุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมด รวมถึงอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) มีค่าสูงกว่าทุกทางเลือก และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) ก็มีค่าสูงที่สุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมด หรือ อาจกล่าวได้ว่า แม้ว่าปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นร้อยละ 20, ราคาที่ดินเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 30 และอายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลงซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพิ่มขึ้น ทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนสุทธิสูงที่สุด คือ ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยขึ้นอยู่กับอัตราคิดลดที่พิจารณาตามตารางที่ 4.21, 4.22 และ 4.23

ดังนั้น กรณีใดก็ตามดังที่กล่าวไว้ในข้างก็ไม่ส่งผลต่อลำดับการเลือกของทางเลือก โดยทางเลือกที่มีความเหมาะสมกับการลงทุนยังคงเป็นทางเลือกที่ 3 คือ การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยการนำไปผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล

บทที่ 5
สรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. สรุปการศึกษา

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนโครงการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและสถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี รวมทั้งทำการศึกษารูปแบบและแนวทางเลือกในแต่ละเทคโนโลยีของการกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบัน เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะมูลฝอย เพื่อหาทางเลือกที่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ รวมถึงการทดสอบความอ่อนไหวของตัวแปรที่สำคัญที่คาดว่าจะมีผลต่อการศึกษาในการจัดการขยะมูลฝอยในแต่ละทางเลือก โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ข้อมูลและปริมาณขยะมูลฝอย ข้อมูลทางด้านเทคนิค งบประมาณและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดการ ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน เป็นต้น

สำหรับข้อมูลทุติยภูมิได้ทำการรวบรวมข้อมูลทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่นำเสนอในรูปของรายงานและงานวิจัยต่างๆ เช่น องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี กรมบัญชีกลาง สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กระทรวงพลังงาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงพาณิชย์ กรมการปกครอง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ธนาคารแห่งประเทศไทย มหาวิทยาลัยต่างๆ เป็นต้น เพื่อหาข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย ข้อมูลสถิติต่างๆ เช่น จำนวนประชากร ปริมาณขยะมูลฝอย ผลผลิตข้าวต่อไร่ เป็นต้น ต้นทุนการบริหารจัดการเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยในแต่ละทางเลือก ข้อมูลทางเทคนิค และอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อหาทางเลือกที่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์กับองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า แนวทางการกำจัดขยะมูลฝอยที่มีความเหมาะสมกับการลงทุน คือ ทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล

2. อภิปรายผล

2.1 สถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

ผลการศึกษาสถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี พบว่า องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีมีหน้าที่รับผิดชอบในการกำจัดขยะมูลฝอยแต่ผู้เดียวในพื้นที่ของจังหวัดนนทบุรี ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีทั้ง 45 แห่ง ตามบันทึกข้อตกร่วมระหว่างองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่กับองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ตามข้อมูล ณ ปี 2561 มีปริมาณขยะมูลฝอยด้วยวิธีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลไม่ต่ำกว่าวันละ 1,500 ตัน ต่อวัน แต่ในปัจจุบัน พบว่า ประชาชนได้รับผลกระทบจากปัญหากลิ่นจากน้ำในบ่อพักน้ำชะมูลฝอยและปัญหาการรั่วซึมของน้ำในบ่อพักดังกล่าว ทำให้องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีเสียค่าใช้จ่ายเพื่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าวในแต่ละปีงบประมาณไม่ต่ำกว่าหลายล้านบาท

และนอกจากนี้ พบว่า ต้นทุนในการจ้างเอกชนภายนอกดำเนินการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลปัจจุบันอยู่ที่ตันละ 200 บาท โดยประมาณ ในขณะที่องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีได้รับรายรับจากการรับกำจัดขยะมูลฝอยจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีในอัตราตันละ 150 บาท ซึ่งเป็นภาระทางการเงินการคลังขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี คิดเป็นจำนวนเงินงบประมาณที่ต้องชดเชยไม่ต่ำกว่าปีละหลายล้านบาท

2.2 ทางเลือกที่เป็นไปได้ในการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

ผลการศึกษาทางเลือกที่เป็นไปได้ในการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ได้แก่

ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล เป็นทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับทางเลือกอื่นๆ หากพิจารณาเฉพาะในแง่ของการลงทุน แต่ข้อเสียของทางเลือกนี้ คือ ต้องใช้พื้นที่ในการฝังกลบและพื้นที่ชนวนสูงที่สุดในทางเลือกทั้งหมด และ

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมดในการศึกษาครั้งนี้ โดยเฉพาะการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด

ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผาขยะ ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล สำหรับเทคโนโลยีเตาเผา (Incineration) เป็นเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยขั้นสูง ต้องอาศัยบุคลากรผู้มีความรู้ความชำนาญเฉพาะด้านเป็นพิเศษและเงินลงทุนที่สูงมาก อีกทั้งการดำเนินงานมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูงมากเมื่อเทียบกับทางเลือกอื่นๆ ส่วนข้อดีของการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการนี้ คือ จะช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปฝังกลบได้ประมาณร้อยละ 80 – 90 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถนำเข้าเตาเผาได้

ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล สำหรับเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ประกอบด้วย 2 ระบบ คือ 1. การบำบัดด้วยวิธีการทางกลและทางชีวภาพ (SUT MBT) และการรื้อหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งเป็นวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยแบบผสมผสานเช่นเดียวกันกับทางเลือกที่ 2 แต่การจัดการตามแนวทางเลือกที่ 3 นี้ เป็นการใช้ประโยชน์ในที่ดินที่ใช้เป็นบ่อฝังกลบและขยะมูลฝอยที่ถูกฝังกลบกลับนำมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง ทั้งการนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) และการใช้ประโยชน์ในที่ดินที่ถูกรื้อหลุมฝังกลบเพื่อฝังกลบขยะมูลฝอยใหม่และอื่นๆอีกครั้งหนึ่ง ทำให้ลดการใช้พื้นที่ฝังกลบได้เป็นจำนวนมาก และนอกจากนี้ผลพลอยได้จากการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการดังกล่าวนี้ยังได้สารปรับปรุงดินและขยะรีไซเคิล

ในส่วนของต้นทุนนั้น เนื่องจากเป็นการกำจัดขยะมูลฝอยแบบผสมผสาน ทำให้ต้นทุนการก่อสร้างจึงค่อนข้างสูง แต่เมื่อนำมาเทียบกับปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถจัดการได้ซึ่งสูงกว่าทางเลือกอื่นๆ จึงเป็นผลทำให้สัดส่วนของต้นทุนต่อหน่วยต่ำกว่าทางเลือกที่ 2 อย่างเห็นได้ชัด ทั้งต้นทุนของเอกชนและต้นทุนผลกระทบภายนอกก็น้อยที่สุดในบรรดาทางเลือกที่ได้ทำการศึกษาครั้งนี้

2.3 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะในแต่ละทางเลือก

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

2.3.1 ในช่วง ปีที่ 0 – ปีที่ 2 ไม่ว่าจะทางเลือกใด ผลตอบแทนสุทธิ (Net Benefit) จะมีค่าติดลบ เนื่องจากเป็นช่วงเริ่มต้นโครงการการดำเนินการในช่วงนี้จึงเป็นการจัดหาพื้นที่และงานก่อสร้างอาคาร เครื่องจักรและอุปกรณ์ เพื่อรองรับกับการดำเนินการในอนาคต ในช่วงนี้จึงยังไม่ก่อให้เกิดรายรับใดๆ รวมถึงผลตอบแทนภายนอกที่จะเกิดขึ้นจากทางเลือกที่ 2 และ 3 (ยกเว้นทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล) ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ในช่วงนี้จึงเป็น

ค่าที่ดิน ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ และค่างานก่อสร้างประเภทต่างๆ เช่น อาคารสำนักงาน อาคารโรงงาน เครื่องจักร เป็นต้น โดยในทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนค่าที่ดินและค่างานก่อสร้างคิดเป็นร้อยละ 30.07 และ30.02 ของต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมโดยประมาณ ตามลำดับ ส่วนทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน) มีต้นทุนค่าที่ดินและค่างานก่อสร้างบ่อฝังกลบ คิดเป็นร้อยละ 16.10 ของต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคม

หลังจากนั้นช่วงตั้งแต่ปีที่ 3 เป็นต้นไปจนกระทั่งถึงปีที่ 19 (สิ้นสุดโครงการ) สำหรับทางเลือกที่ 2 และทางเลือกที่ 3 ผลตอบแทนสุทธิจะมีค่าเป็นบวก ทั้งนี้ เนื่องจากเมื่อโรงงานกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้าเริ่มดำเนินการแล้วจะทำให้มีรายรับอื่นนอกเหนือจากรายรับค่ากำจัดขยะมูลฝอย เช่น รายรับการจำหน่ายไฟฟ้า รายรับการจำหน่ายเชื้อเพลิงขยะ เป็นต้น ทั้งการเริ่มดำเนินงานของโรงกำจัดจะทำให้การฝังกลบขยะมูลฝอยมีปริมาณลดน้อยลง ทำให้การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลลดลงเป็นจำนวนมาก ถือเป็นผลตอบแทนภายนอกที่จะได้รับเมื่อโรงกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้าเริ่มดำเนินงานแล้ว ส่งผลทำให้ผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคมมีค่าสูงกว่าต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคม ดังนั้น ผลตอบแทนสุทธิตั้งแต่ปีที่ 3 – ปีที่ 19 จึงมีค่าเป็นบวก ยกเว้นเฉพาะทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ไม่ว่าช่วงปีก็ตามผลตอบแทนสุทธิจะมีค่าติดลบเสมอ ทั้งนี้ เนื่องจากทางเลือกที่ 1 ให้ผลตอบแทนสุทธิเพียงอย่างเดียว กล่าวคือ รายรับจากการรับกำจัดขยะมูลฝอย (ผลตอบแทนของเอกชน) ทำให้ผลตอบแทนของสังคมของทางเลือกที่ 1 มีค่าน้อยกว่าต้นทุนของเอกชน อีกทั้งการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นจำนวนมาก ส่งผลต้นทุนผลกระทบภายนอกสูงขึ้นอีกด้วย ดังนั้น ต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมของทางเลือกที่ 1 จึงมีค่ามากกว่าผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคม จึงส่งผลทำให้ผลตอบแทนสุทธิของทางเลือกที่ 1 นี้ มีค่าเป็นลบเสมอ

2.3.2 ตลอดอายุโครงการ 20 ปี (พ.ศ. 2562 – 2581) พบว่า ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้มากที่สุด โดยทางเลือกที่ 3 จะมีขยะมูลฝอยที่ได้รับการจัดการตลอดอายุโครงการ 20 ปี จำนวน 27,828 ล้านตัน แบ่งเป็น ขยะมูลฝอยใหม่ จำนวน 16,366 ล้านตัน และขยะมูลฝอยที่ถูกฝังกลบ จำนวน 11,491 ล้านตัน ซึ่งมากกว่าทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งสามารถจัดการได้เพียง ทางเลือกละ 16,366 ล้านตัน ทั้งนี้ เนื่องจากใน

การออกแบบทางเลือกที่ 3 มีระบบการรื้อขยะมูลฝอยหรือวัสดุที่ฝังกลบจากหลุมฝังกลบเพื่อนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ทั้งขยะเก่าที่ถูกฝังกลบ และหรือขยะใหม่ที่ถูกฝังกลบเนื่องจากเกินกำลังของระบบการผลิต RDF จากขยะมูลฝอยใหม่ จึงทำให้ทางเลือกที่ 3 นี้ เป็นทางเลือกที่มีความหยุ่นยืดสูง

2.3.3 การเปรียบเทียบต้นทุนในแต่ละทางเลือก โดยพิจารณาจากอัตราคิดลดร้อยละ 3 ต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมต่อตันมูลฝอย พบว่า ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนต่อหน่วยต่ำที่สุด คือ 850.13 บาทต่อตัน รองลงมาคือ ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนต่อหน่วย ที่ 1,271.54 บาทต่อตัน ลำดับสุดท้าย คือ ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนต่อหน่วยสูงที่สุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมด คือ 1,424.97 บาทต่อตัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของจรรยา ใจเย็น (2540) ได้ศึกษาเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย 3 แบบ คือ การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) การหมักปุ๋ย (Composting) การเผาในเตา (Incineration) พบว่า การใช้ระบบการเผาในเตาเผาร่วมกับการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนต่อตันมูลฝอยสูงที่สุด คือ ประมาณ 1,613 บาทต่อตันมูลฝอย

เมื่อพิจารณาถึงลักษณะของต้นทุนโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนของเอกชน และต้นทุนผลกระทบภายนอก พบว่า ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนของเอกชนต่อหน่วยสูงที่สุด คือ 1,043.93 บาทต่อตันมูลฝอย ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาของทิพย์มาศ สมนึก (2551) ที่ศึกษาความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยทั่วไปของกรุงเทพมหานครในแต่ละเทคโนโลยี พบว่า เทคโนโลยีการผลิตพลังงานมูลฝอยชุมชนโดยใช้เตาเผา (Incinerator) จะต้องใช้เงินลงทุนและค่าดำเนินการสูง รองลงมา คือ ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล คือ 648.13 บาทต่อตันมูลฝอย ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาของทิพย์มาศ สมนึก (2551) พบว่า เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะ (RDF) ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามาก สำหรับทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน) มีต้นทุนของเอกชนต่อหน่วยต่ำสุด คือ 418.25 บาทต่อตันมูลฝอย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจรรยา ใจเย็น (2540) ซึ่งพบว่า การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลมีต้นทุนต่ำ คือ 196 บาทต่อตันมูลฝอย โดยพิจารณาเฉพาะในแง่ของค่าใช้จ่ายในการลงทุนเท่านั้น

สำหรับต้นทุนผลกระทบภายนอก พบว่า ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด คือ 202.00 บาทต่อตันมูลฝอย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของการุณย์ แสงบุริมทิศ (2541) ศึกษาการจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีการหมุนเวียนกลับใช้ใหม่ โดยการคัดแยกวัสดุรีไซเคิล เช่น กระดาษ แก้ว พลาสติก โลหะ เป็นต้น เพื่อขายให้กับโรงงานรีไซเคิล ส่วนขยะประเภทอินทรีย์สารจะถูกกำจัดด้วยขบวนการชีวภาพ วิธีนี้จะทำให้ขยะมูลฝอยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก และสอดคล้องกับงานศึกษาของวินัย ทองชุบ (2547) ซึ่งทำการศึกษาการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการในสภาพปัจจุบัน เพื่อหาแนวทางการลดปริมาณขยะมูลฝอย โดยสภาพปัจจุบันนำไปฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ส่วนแนวทางลดปริมาณขยะมูลฝอยประกอบด้วย การรีไซเคิล การหมักปุ๋ย และการผสมผสาน รวมถึงการประเมินต้นทุนรวมซึ่งรวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากสภาวะเรือนกระจก โดยผลการศึกษาพบว่า ต้นทุนรวมซึ่งรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากสภาวะเรือนกระจกตามสภาพการปัจจุบันมีมูลค่า 3.12 บาทต่อคนต่อวัน การรีไซเคิลมูลค่า 2.60 บาทต่อคนต่อวัน การหมักปุ๋ยมูลค่า 2.48 บาทต่อคนต่อวัน และการผสมผสาน (รีไซเคิลควบคู่กับหมักปุ๋ย) มีมูลค่าต่ำสุด 1.97 บาทต่อคนต่อวัน และในส่วนของทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน) เป็นทางเลือกที่มีต้นทุนผลกระทบภายนอกต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอย โดยมีต้นทุนผลกระทบภายนอก คือ 853.29 บาทต่อตันมูลฝอยหรือประมาณ 4 เท่าของต้นทุนผลกระทบภายนอกของทางเลือกที่ 3 ทั้งนี้ เนื่องจากการฝังกลบขยะมูลฝอยเป็นการหมักแบบไร้อากาศ ทำให้เกิดก๊าซมีเธนมากกว่าทางเลือกอื่นๆ (อภิญญา นิลยอง, 2559) และยังสอดคล้องกับงานศึกษาของวินัย ทองชุบ (2547) อีกด้วย

2.3.4 การเปรียบเทียบผลตอบแทนในแต่ละทางเลือก โดยพิจารณาจากอัตราคิดลดร้อยละ 3 พบว่า ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้ผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคมต่อหน่วยสูงสุด คือ 1,981.67 บาทต่อตันมูลฝอย รองลงมาคือ ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้ผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคมต่อหน่วย เท่ากับ 1,615.90 บาทต่อตันมูลฝอย และส่วนที่ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลให้ผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคม เพียง 140.17 บาทต่อตันมูลฝอย

2.3.5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนในแต่ละทางเลือก

โดยพิจารณาจากอัตราคิดลดร้อยละ 3 พบว่า ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้ผลตอบแทนสุทธิสูงที่สุด (Net Benefit) ในบรรดาทางเลือกที่ทำการศึกษาครั้งนี้ คือ 765.77 บาทต่อตันมูลฝอย เนื่องจากต้นทุนของสังคม (Social Cost) ประกอบด้วย 1. ต้นทุนของเอกชน (Private Cost) ได้แก่ ต้นทุนในการดำเนินงานของโครงการทั้งหมด และ 2. ต้นทุนผลกระทบภายนอก (External Cost) ได้แก่ มูลค่าความเสียที่เกิดจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก มูลค่าความเสียหายด้านอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย และค่าเสียโอกาสของที่ดิน ของทางเลือกที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด กล่าวคือ มีต้นทุนของเอกชน เท่ากับ 648.13 บาทต่อตันมูลฝอย และต้นทุนผลกระทบภายนอก เท่ากับ 202.00 บาทต่อตันมูลฝอย รวมเป็นต้นทุนของสังคมเท่ากับ 850.13 บาทต่อตันมูลฝอย ในขณะที่ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน) และทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนของสังคมเท่ากับ 1,271.54 บาทต่อตันมูลฝอย และ 1,424.97 บาทต่อตันมูลฝอย ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าทางเลือกที่ 3 ประมาณ 1.50 เท่า และ 1.68 เท่า ตามลำดับ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนผลกระทบภายนอกของทางเลือกที่ 3 ซึ่งมีค่าต่ำที่สุดในบรรดาทางเลือกที่ทำการศึกษา ซึ่งการคัดแยกขยะมูลฝอยเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการลดปริมาณขยะที่จะถูกฝังกลบหรือนำไปกำจัดด้วยวิธีการอื่นอีกต่อไป จึงทำให้ปริมาณขยะมูลที่จะถูกนำไปฝังมีปริมาณลดลง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอยก็จะลดลงด้วยเช่นกัน ทั้งเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) แบบ SUT – MBT ช่วยให้ขยะมูลฝอยได้มีโอกาสสัมผัสกับอากาศจากกระบวนการผลิตที่ต้องมีการผลิกกลับกองขยะมูลฝอย ป้องกันการย่อยสลายโดยไม่ใช้อากาศเป็นการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ดังนั้น ทางเลือกที่ 3 จึงสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดในบรรดาทางเลือกที่ทำการศึกษาในครั้งนี้

สำหรับทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้ผลตอบแทนสุทธิ (Net Benefit) เท่ากับ 556.70 บาทต่อตันมูลฝอย ถือเป็นลำดับรองลงมาจากทางเลือกที่ 3 ถึงแม้ว่าจะให้ผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคมสูงที่สุด เท่ากับ 1,981.67 บาทต่อตันมูลฝอย แต่ก็มีต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมสูงที่สุดเช่นกัน คือ 1,424.97 บาทต่อตันมูลฝอย และโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนทางเอกชน อยู่ที่ตันละ 1,043.93 บาทต่อตันมูลฝอย หรือคิดเป็นร้อยละ 73.26 ของต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมต่อหน่วย (ตันมูลฝอย) อีกทั้งต้นทุนผลกระทบภายนอกมีค่าสูงกว่าต้นทุนผลกระทบภายนอกของทางเลือกที่ 3 ประมาณ 1.89 เท่า จึงทำให้ผลตอบแทนสุทธิของทางเลือกที่ 2 น้อยกว่าทางเลือกที่ 3

และในส่วนทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล จะให้ผลตอบแทนสุทธิ (Net Benefit) ซึ่งเป็นค่าเป็นลบ เท่ากับ 1,131.37 บาทต่อตันมูลฝอย ทั้งนี้เนื่องจากผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคมของทางเลือกที่ 1 มีเพียงอย่างเดียวคือผลตอบแทนของเอกชนเท่านั้น ซึ่งเกิดจากการรับกำจัดขยะมูลฝอยจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ในอัตราตันละ 150 บาท (ราคา ณ ปี พ.ศ. 2561) ขณะที่องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีต้องว่าจ้างเอกชนภายนอกในการดำเนินการฝังกลบในอัตราตันละ 200 บาท (ราคา ณ ปี พ.ศ. 2561) เบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีมีต้นทุนของภาครัฐ (ต้นทุนของเอกชน) สูงกว่าผลตอบแทนของภาครัฐ (ผลตอบแทนของเอกชน) ต่างกันถึงตันละ 50 บาท และเมื่อพิจารณาพิจารณาต้นทุนผลกระทบภายนอกก็พบว่าการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเป็นปริมาณที่สูงมาก และการฝังกลบขยะมูลฝอยยังทำให้เกิดปัญหาอื่นๆตามมา เช่น ปัญหาน้ำใต้ดิน ปัญหากลิ่น เป็นต้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดในบรรดาทางเลือกที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ คิดเป็นต้นทุนผลกระทบภายนอก เท่ากับ 853.29 บาทต่อตันมูลฝอย และนอกจากนี้การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลก็ไม่ได้ก่อให้เกิดผลตอบแทนภายนอกอื่นใดอีกด้วย ดังนั้นผลตอบแทนสุทธิจึงมีค่าเป็นลบตลอดช่วงอายุของโครงการ

ฉะนั้น เมื่อพิจารณาในแต่ละทางเลือกที่อัตราคิดลดร้อยละ 3 จึงสรุปผลได้ว่าทางเลือกที่มีความเหมาะสมในการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด คือ ทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล รองลงมา คือ ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ส่วนทางเลือกที่ 1 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าไม่มีความเหมาะสมในการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์

2.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการด้วยการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของอัตราคิดลด ได้แก่ ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 และกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร โดยแบ่งออกเป็น 3 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 เมื่อปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 20 ต่อปี ตลอดช่วงอายุของโครงการ เนื่องจากการขยายตัวของชุมชนเมือง กรณีที่ 2 เมื่อราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 และกรณีที่ 3 เมื่อระยะเวลาในการซ่อมเปลี่ยนเครื่องจักรและอุปกรณ์บ่อยครั้งมากขึ้น จากเดิมต้องดำเนินการซ่อมเปลี่ยนทุก 4 ปี/ครั้ง เปลี่ยนมาเป็นทุก 3 ปี/ครั้ง เนื่องจากอายุการใช้งานสั้นลง ซึ่งผลการศึกษา พบว่า เมื่อคำนวณโดยใช้

อัตราคิดลดร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 ไม่ว่ากรณีใดก็ตามก็ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลำดับของทางเลือก กล่าวคือ ทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ยังคงมีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยขึ้นอยู่กับอัตราคิดลดที่พิจารณา

3. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ทำให้ได้ข้อเสนอแนะอันจะเป็นแนวทางสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและผู้สนใจศึกษาต่อไป ดังนี้

3.1 การศึกษาในอนาคตสำหรับทางเลือกในการกำจัดขยะมูลฝอย แม้ว่าจะได้มีการกำหนดทางเลือกของเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยจากผู้มีอำนาจหน้าที่แล้วก็ตาม แต่เมื่อต้องมีการรับฟังความคิดเห็นจากประชาชนในพื้นที่และหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเกี่ยวกับโครงการ ก็ควรมีการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยอื่นๆ ที่ไม่ได้ถูกกำหนดไว้ให้เป็นนโยบายหรือโครงการในอนาคต สำหรับประกอบการพิจารณาของประชาชนในพื้นที่และหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอันเกิดจากโครงการดังกล่าว อย่างน้อยก็เพื่อให้ประชาชนได้รับทราบตลอดรวมถึงความรู้ความเข้าใจของประชาชนในพื้นที่และหรือของผู้มีส่วนได้เสียที่จะได้รับผลกระทบจากการตัดสินใจดำเนินการในทางเลือกนั้น ซึ่งอย่างน้อยก็ควรทำการเปรียบเทียบ 2 เทคโนโลยี กล่าวคือ เทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบัน และเทคโนโลยีที่จะดำเนินการในอนาคตเป็นขั้นต่ำสุด รวมถึงควรมีการกล่าวถึงและหรือสรุปข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีในปัจจุบันว่าได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีอื่นใดอีกหรือไม่สำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ได้กล่าวไว้ในรายงานการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน แยกต่างหากจากรายงานฉบับดังกล่าว

และนอกจากนี้ แม้จะได้มีการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการที่จะดำเนินการในอนาคต รวมถึงทางเลือกเปรียบเทียบดังที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้นแล้ว ผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องก็ควรทำการวิเคราะห์ถึงสถานการณ์ปัจจุบันด้วย อาทิเช่น ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกินกว่าโครงการที่จะดำเนินการในอนาคตเหล่านั้นจะดำเนินการอย่างไร หรือในช่วงระยะเวลาการก่อสร้างโครงการจะจัดการขยะมูลฝอยเหล่านั้นอย่างไร เป็นต้น ไม่ใช่เพียงแต่ทำการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนเฉพาะของโครงการที่จะดำเนินการเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนที่ดีก็ควรพิจารณาถึงความรับผิดชอบต่อขยะมูลฝอยทั้งหมดที่ต้องได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง และการได้รับการยอมรับจากประชาชนในพื้นที่อีกด้วย

3.2 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม เนื่องด้วยปัญหาขยะมูลฝอยเป็นวิกฤตของชาติที่ต้องได้รับการจัดการโดยเร่งด่วน รัฐบาลจึงได้ยกเว้นการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมสำหรับโครงการโรงไฟฟ้าพลังความร้อนที่ใช้ขยะมูลฝอยเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งผลจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การเผาขยะมูลฝอยหรือเชื้อเพลิงขยะมูลฝอยทำให้เกิดก๊าซมลพิษ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารไดอ๊อกซินและฟูราน รวมถึงสารโลหะหนักบางชนิด เช่น สารปรอท ตลอดรวมถึงปัญหากลิ่นและปัญหาการปนเปื้อนของน้ำชะมูลฝอยที่อาจปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำผิวดินและใต้ดิน การไม่ได้จัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมทำให้ภาครัฐและหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องขาดเครื่องมือในการวางแผนและหรือกำหนดนโยบายในการดำเนินงาน การติดสอบติดตามการประเมินผลของโครงการ การกำหนดมาตรการต่างๆ เป็นต้น ซึ่งอาจนำมาสู่ปัญหาความขัดแย้งและการต่อต้านการดำเนินงานของโครงการจากประชาชนในพื้นที่ได้ เพราะปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้การจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมสำหรับโครงการจัดการขยะมูลฝอย ควรร่วมกันดำเนินการทั้งประชาชนในพื้นที่ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ภาคเอกชนต่างๆ ภาควิชาการ เป็นต้น ไม่ควรให้ใครผู้ใดผู้หนึ่งดำเนินการเพียงฝ่ายเดียว เพราะอาจจะทำให้เกิดการรายงานข้อมูลเพียงด้านเดียว โดยมิได้คำนึงถึงผลกระทบภายนอก ทั้งนี้การจัดทำรายงานการวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อมควรจัดทำให้ครอบคลุมทั้งทางเลือกในปัจจุบันและทางเลือกในอนาคต และควรจัดทำเป็นระยะๆ ตลอดช่วงอายุของโครงการและหลังการดำเนินโครงการด้วย

3.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรต่างๆ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีหรือของหน่วยงานอื่น ตั้งอยู่บนข้อสมมติเท่านั้นยังไม่ได้ดำเนินงานจริง การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของทางเลือกใดๆ ก็ตาม ควรทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรต่างๆให้ครอบคลุมทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนของเอกชน ต้นทุนผลกระทบภายนอก ผลตอบแทนของเอกชน และผลตอบแทนภายนอก ซึ่งเกิดจากการดำเนินการของโครงการตามแนวทางเลือกที่ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ เช่น กรณีปริมาณขยะมูลฝอยมีการเปลี่ยนแปลงไปทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของประชากร กรณีปริมาณความชื้นในขยะมูลฝอยในแต่ละช่วงฤดูกาล กรณีองค์ประกอบของขยะมูลฝอยเปลี่ยนแปลงไป กรณีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยเปลี่ยนแปลง ทำให้เทคโนโลยีทางเลือกเหล่านั้นไม่มีการผลิตชิ้นส่วนอะไหล่สำหรับซ่อมเปลี่ยนเครื่องจักรและอุปกรณ์ในอนาคต กรณีการซ่อมเปลี่ยนเครื่องจักรและอุปกรณ์ต้องใช้ระยะเวลานานเกินกว่าที่คาดการณ์หรือกรณีที่ต้องหยุดดำเนินการเนื่องจากต้องรออะไหล่จากต่างๆประเทศ

กรณีรายรับจากการผลิตไฟฟ้าลดลงตามนโยบายของภาครัฐในอนาคตหรือไม่อาจขึ้นค่าไฟฟ้าได้ในระยะเวลาตามที่ตกลงในสัญญา กรณีรายรับจากการจำหน่ายวัสดุรีไซเคิลลดลงหรือเพิ่มขึ้น เป็นต้น

3.4 รายละเอียดของต้นทุนและผลตอบแทนในแต่ละทางเลือกควรระบุให้ชัดเจน การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนในแต่ละทางเลือกควรระบุรายละเอียดให้ชัดเจน โดยควรแยกเป็นต้นทุนของเอกชน ต้นทุนผลกระทบภายนอก ผลตอบแทนของเอกชน และผลตอบแทนภายนอก ไม่ควรแสดงเป็นต้นทุนรวมและผลตอบแทนรวม เช่น ต้นทุนค่าที่ดินจะต้องใช้จำนวนพื้นที่กี่ไร่ ราคาประเมินต่อไร่เป็นราคาเท่าใด ต้นทุนการก่อสร้างในแต่ละส่วนงานเป็นมูลค่าประมาณเท่าใด ต้นทุนการดำเนินการต่างๆ เป็นเท่าใด มีต้นทุนดำเนินงานประเภทใดบ้าง ผลตอบแทนที่จะเกิดขึ้นมีอะไรบ้าง เป็นต้น และนอกจากนี้ ควรระบุถึงต้นทุนและหรือผลตอบแทนที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตที่ไม่ได้นำมาคำนวณประกอบพิจารณาในแต่ละทางเลือกที่กำหนดไว้ เช่น กรณีนำขี้เถ้าจากการเผาไปใช้ประโยชน์ในการผสมกับปูนซีเมนต์ การผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำชะมูลฝอย การบำบัดน้ำเสียจากน้ำชะมูลฝอยด้วยวิธีการทางธรรมชาติ การกำจัดกากวัสดุคงเหลือจากการเผาด้วยเทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc) เป็นต้น อย่างน้อยก็เพื่อจะเป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนของโครงการในอนาคตหรือแนวทางในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้

3.5 การจัดการและอื่นๆ การดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอยไม่ว่าทางจะทางเลือกใดต้องอาศัยบริบทต่างๆเพื่อประกอบการตัดสินใจ เช่น ข้อดีและข้อเสียของแต่ละเทคโนโลยี ขนาดของโครงการลงทุนและเงินลงทุน รูปแบบของการลงทุน องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในแต่ละพื้นที่ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเลือกและออกแบบระบบการกำจัดขยะ รวมถึงค่าความชื้นในขยะมูลฝอยด้วยซึ่งมีผลโดยตรงต่อการนำขยะมูลฝอยมาเผา ผลประโยชน์หรือผลตอบแทนของภาครัฐและท้องถิ่น รวมถึงชุมชน ภาระทางเงินการคลังของภาครัฐและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ความเหมาะสมของอัตราค่าธรรมเนียมกำจัดขยะมูลฝอย เป็นต้น ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนหรือความเป็นไปได้ในแต่ละทางเลือก พบว่า การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการผสมผสานทั้งทางเลือกที่ 2 ด้วยเทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) และเทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และทางเลือกที่ 3 ด้วยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) และเทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีความเหมาะสมในการลงทุนเพื่อการแก้ไขปัญหาด้านการจัดการขยะมูลฝอย ช่วยลดปัญหามลภาวะอันเกิดจากขยะมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิผล รวมถึงประโยชน์เกี่ยวเนื่องโดยตรงโดยเฉพาะพลังงานทดแทน ทั้งพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า ดังนั้น ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีมาตรการส่งเสริม สนับสนุนเพื่อให้เกิดการลงทุนและเกิดความยั่งยืนในอนาคต รวมถึงมาตรการคัดแยกขยะมูลฝอยอย่างเป็นระบบด้วย โดยควรเริ่มตั้งแต่ระดับครัวเรือน

ทั้งนี้ ผู้ศึกษาเห็นว่า การดำเนินมาตรการเกี่ยวกับการคัดแยกขยะมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพนั้น ควรดำเนินการไปพร้อมกับมาตรการกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมให้เหมาะสม กล่าวคือ ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจะกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมที่สะท้อนถึงต้นทุนในการจัดการและต้นทุนผลกระทบภายนอก ตามหลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย เช่น การศึกษาในครั้งนี้พบว่า ทางเลือกในปัจจุบัน คือ การฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลโดยการจ้างเอกชนดำเนินการนั้น มีต้นทุนของเอกชนต่อตันมูลฝอย (ต้นทุนการดำเนินงานขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี) เท่ากับ 418.25 บาทต่อตัน (อัตราคิดลดร้อยละ 3) ค่าธรรมเนียมที่ควรจะจัดเก็บก็ไม่ควรต่ำกว่าต้นทุนของเอกชนในการกำจัดขยะมูลฝอย เพราะถ้าหากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีจัดเก็บในอัตราค่าธรรมเนียมซึ่งต่ำกว่าต้นทุนดำเนินการขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีแล้ว องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีจะต้องรับภาระค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากส่วนต่างดังกล่าว หรืออาจกล่าวได้ว่าองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีมีต้นทุนค่าเสียโอกาสในการจัดทำบริการและกิจกรรมสาธารณะอื่นๆ ให้กับประชาชนในพื้นที่ เช่น การพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน การศึกษา การสาธารณสุข เป็นต้น และการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการขยะมูลฝอยก็ไม่ควรใช้อัตราเดียวกันกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทุกแห่งในพื้นที่ความรับผิดชอบ แต่ควรจัดเก็บตามสภาพของการจัดการขยะมูลฝอย กล่าวคือ กรณีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีการคัดแยกขยะมูลฝอยตามประเภทที่กำหนดจะจัดเก็บในอัตราที่ต่ำกว่ากรณีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ไม่ได้มีการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอย สภาพการบังคับนี้จะส่งผลให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นมีการริเริ่มมาตรการหรือโครงการลดค่าใช้จ่ายจากการกำจัดขยะมูลฝอยโดยหันมาคัดแยกขยะมูลฝอยตามประเภทที่กำหนด ซึ่งจะส่งผลต่อประชาชนในพื้นที่โดยตรง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรกมล สราญรมย์. (2554). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิง กรณีศึกษาเทศบาลนครนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

กรมควบคุมมลพิษ. (2544). *เกณฑ์ มาตรฐาน และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน*. (พิมพ์ครั้งที่ 5) กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____ . (2561, 31 มีนาคม). *รายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย พ.ศ. 2559*. สืบค้นจาก http://infofile.pcd.go.th/waste/wsthaz_annual59.pdf

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2561, 31 มีนาคม). *โครงการศึกษาความเป็นไปได้จากการผลิตไฟฟ้าจากขยะด้วยเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration)*. สืบค้นจาก http://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files/การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟ.pdf

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น. (2561, 18 กุมภาพันธ์). *มาตรฐานการจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล*. สืบค้นจาก http://www.dla.go.th/work/e_book/eb1/stan9.htm

กฤตภาส มงคงธำรงกุล, และ ประพิธาร์ ธนารักษ์. (2554). การศึกษาความเป็นไปในการใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยจากกรุงเทพมหานคร. *วารสารเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 18(1), 64 – 75.

กฤติยา พุตติ, และ วนารัตน์ กรอิสรานุกุล. (2560). การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณขยะมูลฝอยจากการขยายตัวของอาคารที่อยู่อาศัยในอนาคต : กรณีศึกษาเทศบาลนครนนทบุรี (Estimation of Future Residential Solid Waste Generation : A case Study of Nonthaburi Municipality). *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(2), 210 – 224.

กฤษณ์ คงเจริญ, และ ธันวา จิตต์สงวน. (2547). การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนโครงการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์ : กรณีศึกษาโรงพยาบาลแกลง จังหวัดระยอง. *วารสารเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,* 11(1 – 2), 33 – 48.

การุณย์ แสงบุริมทิศ. (2542). *การจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่และความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์การลงทุน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.

โกเมน จิรัญกุล, และ วสุ สุวรรณวิหค. (2558). การวิเคราะห์นโยบายการใช้จ่ายและการวิเคราะห์โครงการภาครัฐ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาเศรษฐศาสตร์ภาครัฐและนโยบายสาธารณะ*. หน่วยที่ 11. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2558). ประกาศคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เรื่อง การรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (ไม่รวมพลังงานแสงอาทิตย์) ในช่วงเปลี่ยนผ่านจากแบบ Adder เป็น Feed-in Tariff (FiT) พ.ศ. 2558, *ราชกิจจานุเบกษา*, เล่มที่ 132 ตอนพิเศษ 147 ง, หน้า 13 – 15.

คณะกรรมาธิการขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน สภาขับเคลื่อนการปฏิรูป. (2560). *เรื่อง ผลการศึกษาและข้อพิจารณาในการกำหนดสัดส่วนพลังงานทดแทนแต่ละประเภท เพื่อการผลิตไฟฟ้าอย่างมั่นคงและต้นทุนที่เหมาะสม*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

จรรยา ใจเย็น. (2540). *การประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

จอมภพ แววศักดิ์, ชุลีรัตน์ คงเรือง, ธเนศ ไชยชนะ, และ ปราณี หนูทองแก้ว. (2557). *การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการประเมินวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงขยะ RDF – 5 ในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย*. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

จังหวัดนนทบุรี. (2559). *แผนปฏิบัติการเพื่อบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชน "จังหวัดสะอาด" จังหวัดนนทบุรี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560*. นนทบุรี: สำนักงานจังหวัดนนทบุรี.

จามรี ศรีจันทร์. (2557). *แนวทางการจัดการขยะของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซี่ยน ภายใต้พระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ชัชพล ทรงสุนทรวงศ์, สมศรี ทองชั้น, และ ศรันญา กังพาณิชกุล. (2552). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการศึกษาความเป็นไปได้ของการประยุกต์เทคโนโลยีไพโรไลซิส – แก๊สซิฟิเคชั่นมาใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยของชุมชน : กรณีศึกษา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา.

ณัชชลิดา ศรีประทุม. (2556). *การประเมินศักยภาพและความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์การใช้ขยะชุมชนจากเทศบาลนครขอนแก่น เพื่อเป็นพลังงานทดแทน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ณัฐธิดา ตันติสังวรากูร. (2555). *การศึกษามลพิษจากเตาเผาขยะชุมชนเป็นพลังงาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

ณัฐพร บุญจรัส. (2557). *การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐศาสตร์ของโรงผลิตไฟฟ้าจากการกำจัดขยะมูลฝอย ในเขตเทศบาลนครพระนครศรีอยุธยา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ณัฐวุฒิ แสนอำนวยผล. (2547). *แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณเชิงเส้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ธเนศ ศรีสถิตย์. (2557). *แบบรายละเอียดก่อสร้าง หลุมฝังกลบขยะมูลฝอยขนาดเล็ก แบบ Control Dump Landfill*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิพย์มาศ สมนึก. (2551). *ความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยชุมชนทั่วไปของกรุงเทพมหานคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ทิพย์สุภินทร์ หินซุย. (ม.ป.ป.). *เทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจร เทคโนโลยีการจัดการขยะท้องถิ่น ด้วยวิธีการแบบเชิงกล – เชิงชีวภาพ และการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน*. นครราชสีมา: ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีวมวล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ธีรยุทธ หวังศรีนภาวงศ์. (2556). *การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าขยะมูลฝอยชุมชน กรณีศึกษา : สถานีขนถ่ายมูลฝอยหนองแคม กรุงเทพมหานคร (กทม.)*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

นรินพร มาลาศรี. (2560). *แนวทางการดำเนินและขั้นตอนการจัดหาไฟฟ้า โครงการผลิตไฟฟ้าจากขยะชุมชน*. นนทบุรี: ศูนย์ปฏิบัติประสานการปฏิบัติที่ 4 กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร.

นิมิต พิพัทธ์ธรรมกุล. (2550). *ระบบผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะมูลฝอย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.

บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน). (2559). *หนังสือชี้ชวนเสนอขายหุ้นสามัญเพิ่มทุน*. กรุงเทพ: บริษัทหลักทรัพย์ ซีไอเอ็มบี (ประเทศไทย) จำกัด.

บริษัท พีอีเอ เอ็นคอม อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด. (2561, 8 เมษายน). *ร่างเอกสารประกวดราคาจ้างเหมาก่อสร้างโครงการผลิตไฟฟ้าจากการกำจัดขยะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา*. สืบค้นจาก http://www.peaencom.com/news/402382/ประกาศรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะร่าง-เอกสารประกวดราคาจ้างเหมาก่อสร้าง-โครงการผลิตไฟฟ้าจากการกำจัดขยะ-จังหวัดนครพระนครศรีอยุธยา.html.

บริษัท เซ้าเทิร์นไทยคอนซัลติ้ง จำกัด. (2561, 5 พฤษภาคม). *รายงานการปฏิบัติตามมาตรการลดผลกระทบและติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม (ระยะเวลาก่อสร้างและทดสอบเครื่องจักร) โครงการโรงเผามูลฝอยชุมชนและผลิตไฟฟ้า เทศบาลนครภูเก็ต ในนามบริษัท พีเจที เทคโนโลยี จำกัด ประจำเดือนมกราคม – มิถุนายน 2555*. สืบค้นจาก http://eiadoc.onep.go.th/eia2/3-2-72.pdf

ประสิทธิ์ สิริทิพย์รัศมี, วรรณภา สุวรรณรัศมี, และ รวิน ดุลยฤทธิรงค์. (2557). การวิเคราะห์ลักษณะความต้องการไฟฟ้าของประเทศไทย. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม*. 10(1), 1-18.

พรรษา ลิบลับ. (ม.ป.ป.). *การจัดการขยะสำหรับชุมชนแบบครบวงจร*. นครราชสีมา: ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีวมวล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พลพัฒน์ ศิลาวรรณา. (2557). *แผนธุรกิจผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานขยะ*. (รายงานการศึกษาอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

พลินี นิวัฒน์ภูมินทร์. (2554). *แนวทางการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ติพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

พิรียุตม์ วรรณพฤกษ์. (2553). *ตอบโจทย์สิ่งแวดล้อมท้องถิ่น : แนวทางการจัดการขยะและน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพระปกเกล้า.

ภัทรานิษฐ์ ปริญญากุลเสฏฐ์. (2560). การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. *วารสารการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี*. 4, 46 – 55.

รณรนก ศิลาแก้ว. (2553). *เงื่อนไขการลงทุนสำหรับการกำจัดมูลฝอยชุมชน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, รุงเทพมหานคร.

เรวดี จรุงรัตนาพงศ์. (2561). *การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ (Cost-Benefit Analysis : CBA)*. นนทบุรี: สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วรพงศ์ บิลลี่. (2542). *การกำจัดน้ำชะมูลฝอยโดยกระบวนการระเหย* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

วรพจน์ กนกกันฑพงษ์. (2557). การ*พัฒนาศักยภาพผู้ประเมินการพัฒนาคุณภาพระบบบริการอนามัยสิ่งแวดล้อมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น "การจัดการมูลฝอยทั่วไป"*. กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วราคณา กิจเกื้อกูล. (2541). การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองภูเก็ต. *วารสารเศรษฐศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*. 5(2), 137 – 149.

วิภาสพล ชินวัฒนโชติ. (2554). *การแยกขยะและแปลงขยะชุมชนเป็นเชื้อเพลิงแข็ง สัมมนาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น โดยพลังงานจากขยะ*. สมุทรปราการ: ราชาอีควิปเมนท์.

วินัย ทองชุบ. (2547). *ความเหมาะสมของการจัดการขยะมูลฝอยผสมผสาน เพื่อลดการปล่อยก๊าชเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

วุฒิสาร ตันไชย และคณะ. (2558). *โครงการศึกษาวิจัย ข้อเสนอเชิงนโยบายนวัตกรรมการพัฒนารายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพระปกเกล้า.

ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีวมวล. (2559). *ตัวอย่างการจัดเตรียมข้อมูล (โดย อปท.) โครงการสร้างระบบจัดการขยะเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel, RDF) และ ปุ๋ยอินทรีย์ องค์การบริหารส่วนตำบลสมอแข*. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ศูนย์วิจัยการเผากากของเสีย. (2554). *รายงานการศึกษา ความเหมาะสมและแบบรายละเอียดในการลงทุนและดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการชีวภาพ-กลและรื้อบ่อฝังกลบเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานสะอาด (รายงานฉบับสมบูรณ์) เทศบาลนครภูเก็ต*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม. (2549). *รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิเคราะห์คุณสมบัติขยะหลังการบำบัดโดยวิธีเชิงกล – ชีวภาพ (Mechanical Biological Waste Treatment) ของเทศบาลนครพิษณุโลก*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สภาปฏิรูปแห่งชาติ. (2558). *วาระปฏิรูปที่ 25 : ระบบการบริหารจัดการทรัพยากร : ระบบกำจัดขยะเพื่อแก้ปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

สรศักดิ์ ชุมแวงวาปี. (2556). *การศึกษาทางเลือกระบบการกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลตำบลเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น*. (โครงงานปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560 -2564*. กรุงเทพมหานคร: สำนักนายกรัฐมนตรี.

สำนักวิชาการ. (2558). *ขยะด้อยค่า : ประโยชน์ทางพลังงานที่คาดไม่ถึง*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

สุมณฑา เอี่ยมเจริญ. (2557). *แนวทางการจัดการขยะของจังหวัดสมุทรสาครในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซี่ยน (AEC) ภายใต้พระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

หทัยรัตน์ เสียงดัง, และ ชื่นฤทัย กาญจนจิตรา. (2550). ความเป็นเมืองและขยะ. *ประชากรและสังคม*. นครปฐม: สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล.

องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี. (2558). *รายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการให้เอกชนลงทุนก่อสร้างและบริหารจัดการระบบบำบัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี (ฉบับปรับปรุง 2558)*. นนทบุรี: องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี.

อรพรรณ ณ บางช้าง ศรีเสาวลักษณ์, อิทธิผล ศรีเสาวลักษณ์, มาโนช วงษ์สุรีย์รัตน์, อัจฉรี ชไตน์มีลเลอร์, เรวดี จรุงรัตนาพงศ์, นันทนา พันธุสุนทร, เรืองยศ ทองโสภิณ, กัลยาณี ทองโสภิณ, กัญญา สุทัสน์, ฉลวย บุญมาก, และ แสงดาว แหลมทอง. (2554). *โครงการการเรียกค่าเสียหายในคดีสิ่งแวดล้อมทางทะเลและชายฝั่ง*. กรุงเทพมหานคร: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.

อารีรัตน์ ภาคพิชเจริญ. (2555). *แนวทางการลงทุนการจัดสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนขององค์การบริหารส่วนตำบลขนาดเล็ก*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

อภิญญา นิลยอง. (2559). *การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

อัศวิน สืบนุการณ์. (2544). *การพัฒนาเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนขนาดเล็ก* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

Campbell, Harry F. and Brown, Richard P.C. (2003). *Benefit-cost analysis: financial and economic appraisal using spreadsheet*. Cambridge University Press, New York.

Cellini, Stephanie Riegg and Kee, James Edwin. (2010). *International Encyclopedia of Economics of Education* (2nd ed.). by Martin Carnoy, Oxford, Pergamon.

Rosen, Harvey S. (2005). *Public finances*. New York : McGraw-Hill Irwin.

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอย ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

นายวิสนุ่ญ์ ชอบธรรม

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกเศรษฐศาสตร์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2561

The Cost-Benefit Analysis of Solid Waste Management in Nonthaburi Provincial Administrative Organization

Mr. Wisanu Chobtham

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Economics in Economics

School of Economics

Sukhothai Thammathirat Open University

2018

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี
ชื่อและนามสกุล	นายวิสนุญ์ ชอบธรรม
วิชาเอก	เศรษฐศาสตร์
สาขาวิชา	เศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรวดี จรุงรัตนาพงศ์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 23 มกราคม 2562

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรวดี จรุงรัตนาพงศ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะศิริ เรืองศรีมั่น)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาเศรษฐศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอย
ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี
ผู้ศึกษา นายวิสนุณ์ ชอบธรรม **รหัสนักศึกษา** 2596000188 **ปริญญา** เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรวดี จรุงรัตนาพงศ์ **ปีการศึกษา** 2561

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดนนทบุรี โดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี 2) วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

ข้อมูลจากการศึกษานี้รวบรวมจากข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลทุติยภูมิจากงานวิจัยในอดีตและข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของทางเลือกที่เป็นไปได้ในการกำจัดขยะมูลฝอย 3 ทางเลือก ได้แก่ ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (สถานการณ์ปัจจุบัน) ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผาร่วมกับเทคโนโลยีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะร่วมกับเทคโนโลยีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และทดสอบความอ่อนไหวของผลการศึกษาด้วย (1) อัตราคิดลด (ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และ ร้อยละ 8) (2) การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20 (3) ราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ในการฝังกลบเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 และ (4) อายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลงซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพิ่มขึ้น

ผลการศึกษา พบว่า 1) การจัดการขยะมูลฝอยในสถานการณ์ปัจจุบันในพื้นที่ศึกษามีจัดการด้วยเทคโนโลยีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และ 2) ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน พบว่า ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะร่วมกับเทคโนโลยีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ให้ผลตอบแทนสุทธิมากที่สุด โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 18,527 – 21,332 ล้านบาท ณ ราคาคงที่ พ.ศ. 2561 ตามอัตราคิดลดที่แตกต่างกัน และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวทั้ง 3 ตัวแปร พบว่า ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลำดับทางเลือกแต่อย่างใด การที่ทางเลือกที่ 3 จะมีความเป็นไปได้มากขึ้น จึงควรส่งเสริมให้มีมาตรการสร้างแรงจูงใจในการคัดแยกขยะตั้งแต่ระดับครัวเรือน

คำสำคัญ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย ขยะครัวเรือน

Independent Study title: The Cost-Benefit Analysis of Solid Waste Management in Nonthaburi Provincial Administrative Organization
Author: Mr.Wisanu Chobtham; **ID:** 2596000188; **Degree:** Master of Economics;
Independent Study advisor: Dr.Rawadee Jarungrattanapong, Assistant Professor;
Academic year: 2018

Abstract

The objectives of this study are 1) to study information of municipal solid waste management in Nonthaburi Provincial Administrative Organization and 2) to conduct the cost-benefit analysis of solid wastes management in Nonthaburi Provincial Administrative Organization.

The data used in this study were collected from primary data by interviewing related officers as the key informants and secondary data were collected from related research. The cost- benefit analysis (CBA) was used as a tool to compare the three policy options of solid waste management over 20 years period; namely sanitary landfill (status quo), the incinerator and Sanitary Landfill, and the refuse derived fuel (RDF) and sanitary landfill. The parameters for the sensitivity analysis were (1) discount rates (3 %, 5 %, and 8 %); (2) the increasing rate of solid waste generation by 20 % per year; (3) the increasing land price of sanitary landfill by 30%; and (4) the decreasing lifetime of machinery and equipment leading to the higher maintenance costs.

The results of this study reveal that 1) the current solid waste management (status quo) in the study area is the sanitary landfill and 2) the results of the cost-benefit analysis of solid wastes management shows that Option 3the Refuse Derived Fuel (RDF) and Sanitary Landfill, provides the highest net benefits. The present values of the net benefits of Option 3 vary between 18,527 - 21,332 million baht at the 2018 constant price with different discount rates. The sensitivity tests for those three parameters has no effect of the ranking of the options. To promote the possibility of Option 3 the waste segregation campaign to encourage people in the community to segregate their waste before disposal is needed.

Keywords: Cost-Benefit Analysis (CBA), Solid Waste Disposal Technologies, Household Solid Waste

กิตติกรรมประกาศ

การทำหัวข้อค้นคว้าอิสระครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เรวดี จรุงรัตนาพงศ์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและติดตามการจัดทำหัวข้อค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ อย่างใกล้ชิดตลอดมา รวมถึงรองศาสตราจารย์ ดร. อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์ ที่กรุณาเสียสละเวลา อันมีค่าเพื่อเป็นคณะกรรมการสอบหัวข้อค้นคว้าอิสระครั้งนี้ พร้อมทั้งได้แนะนำสิ่งที่เป็นประโยชน์ ต่อการจัดทำหัวข้อค้นคว้าอิสระให้เสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ พันตำรวจเอกธงชัย เย็นประเสริฐ นายกองค์การบริหารส่วนจังหวัด นนทบุรี คุณอุดร ระโหฐาน ผู้อำนวยการกองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม องค์การบริหาร ส่วนจังหวัดนนทบุรี และคุณดวงเนตร วรเพชรายุทธ นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ องค์การ บริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลและแนะนำการจัดทำหัวข้อค้นคว้าอิสระครั้งนี้

นอกจากนี้ ผู้จัดทำหัวข้อค้นคว้าอิสระครั้งนี้ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สาขาวิชา เศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช และผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดทำหัวข้อค้นคว้าอิสระ ครั้งนี้ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้การส่งเสริม สนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

วิสนุญ์ ชอบธรรม

มกราคม 2562

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ในการศึกษา 5
ขอบเขตของการศึกษา 5
นิยามศัพท์เฉพาะ 5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 8
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน 10
วรรณกรรมในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน 16
หลักการจัดการและเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย 34
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา 44
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 44
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 44
การเก็บรวมรวมข้อมูล 46
การวิเคราะห์ข้อมูล 46
การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการ (Cost-Benefit Analysis, CBA) 47
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 66
ตอนที่ 1 ทางเลือกที่เป็นไปได้ของโครงการ 66
ตอนที่ 2 ต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก 79
ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน
ของแต่ละทางเลือก (Cost-Benefit Analysis) 100

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 113

สรุปการศึกษา 113

อภิปรายผล 114

ข้อเสนอแนะ 121

บรรณานุกรม 125

ประวัติผู้ศึกษา 133

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยทั่วราชอาณาจักร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 - 2559 2
ตารางที่ 1.2 จังหวัดที่มีปริมาณขยะมูลฝอยสูงสุด 10 อันดับแรก ในปี พ.ศ. 2559 3
ตารางที่ 1.3 เปรียบเทียบปริมาณขยะมูลฝอยของจังหวัดนนทบุรี ในปี พ.ศ. 2557 - 2559 3
ตารางที่ 1.4 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี 4
ตารางที่ 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน ของโครงการกำจัดขยะ 17
ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีสำหรับการแปรรูปขยะมูลฝอย ให้เป็นพลังงาน 39
ตารางที่ 3.1 แสดงต้นทุนและแหล่งข้อมูลในแต่ละทางเลือก 59
ตารางที่ 4.1 การจำแนกผลตอบแทนและต้นทุนของแต่ละทางเลือก 67
ตารางที่ 4.2 อัตราการเติบโตของประชากรในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี 69
ตารางที่ 4.3 แสดงอัตราปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน) และ จำนวนประชากร (คน) ในจังหวัดนนทบุรีช่วงปี พ.ศ. 2550 - 2559 70
ตารางที่ 4.4 อัตราการเติบโตของประชากรในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี 71
ตารางที่ 4.5 ปริมาณขยะมูลฝอยตลอดอายุของโครงการ 20 ปี 72
ตารางที่ 4.6 สรุปราคาประเมินทุนทรัพย์ที่ดินรอบบัญชี ปี พ.ศ. 2559 – 2562 รอบพื้นที่ฝั่งกลบเดิม 73
ตารางที่ 4.7 ราคาสินค้าเกษตรที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา (ช่วงมกราคม 2552 – กรกฎาคม 2561) 74
ตารางที่ 4.8 สถิติการปลูกข้าว จังหวัดนนทบุรี ปีเพาะปลูก 2548/49 - 2557/58 (STATISTICS OF RICE CULTIVATION, NONTHABURI PROVINCE: CROPS YEAR 2005/06 - 2014/15) 75
ตารางที่ 4.9 ค่าเสียโอกาสของที่ดิน – จากการเพาะปลูกข้าว (ข้าวเจ้า) 75
ตารางที่ 4.10 อัตรา Feed-in Tariff (FiT) สำหรับโครงการผลิตไฟฟ้า จากพลังงานหมุนเวียน ขนาดเล็ก (VSPP) กรณีกำลังการผลิตเกินกว่า 3 เมกะวัตต์ – การจัดการขยะแบบผสมผสาน 77
ตารางที่ 4.11 การกำหนดข้อสมมติการศึกษา 77

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.12 มูลค่าผลกระทบจากบ่อขยะมูลฝอย 80
ตารางที่ 4.13 ข้อสมมติในการวิเคราะห์ 84
ตารางที่ 4.14 แสดงต้นทุนผลกระทบภายนอกต่อสิ่งแวดล้อมจากโรงไฟฟ้าทางเลือกที่ 2 87
ตารางที่ 4.15 ความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าทางเลือกที่ 2 89
ตารางที่ 4.16 แสดงสัดส่วนปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกกำจัดสำหรับทางเลือกที่ 2 90
ตารางที่ 4.17 ข้อสมมติในการวิเคราะห์ทางเลือกที่ 3 96
ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2) 98
ตารางที่ 4.19 ผลการคำนวณวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก 101
ตารางที่ 4.20 ผลการคำนวณวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนต่อหน่วยของแต่ละทางเลือก 103
ตารางที่ 4.21 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20 107
ตารางที่ 4.22 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20 และราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินการเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 109
ตารางที่ 4.23 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20, ราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินการเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 และอายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลงส่งผลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 110

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ความเชื่อมโยงระหว่างฐานทรัพยากรธรรมชาติและระบบเศรษฐกิจ 9
ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบหลักของการจัดการขยะมูลฝอย 34
ภาพที่ 2.3 แนวคิดการจัดการขยะมูลฝอย 35
ภาพที่ 2.4 การจัดการขยะมูลฝอยแต่ละประเภทตามลักษณะขยะมูลฝอย 36
ภาพที่ 3.1 โรงไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย 48
ภาพที่ 3.2 กระบวนการทำงานของเตาเผาขยะมูลฝอย 49
ภาพที่ 3.3 เตาเผาชนิดมีแผงตะกรับ 50
ภาพที่ 3.4 ระบบเตาเผาขยะมูลฝอย (Incinerator) 50
ภาพที่ 3.5 เครื่องร่อนขยะจากหลุมฝังกลบ 52
ภาพที่ 3.6 เครื่องจักรสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) 52
ภาพที่ 3.7 กระบวนการรื้อวัสดุจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย และเครื่องจักรอุปกรณ์ 53
ภาพที่ 3.8 กระบวนการรื้อวัสดุจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย และเครื่องจักรอุปกรณ์ 54
ภาพที่ 3.9 เทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่น 55
ภาพที่ 3.10 เครื่องจักรสำหรับการผลิตไฟฟ้า เทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่น 56
ภาพที่ 3.11 ระบบฝังกลบขยะมูลฝอย 57
ภาพที่ 3.12 แผ่น High Density Polyethylene (HDPE) 57
ภาพที่ 3.13 การก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ส่วนขยาย 59
ภาพที่ 4.1 กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับทางเลือกที่ 2 86
ภาพที่ 4.2 กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับทางเลือกที่ 3 RDF + Gasification 93
ภาพที่ 4.3 กระบวนการผลิต RDF จากขยะมูลฝอยสด 94
ภาพที่ 4.4 กระบวนการผลิต RDF จากระบบรื้อวัสดุจากบ่อฝังกลบ 95

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตลอดช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมาการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นผลให้อุตสาหกรรมและชุมชนมีการขยายตัว การขยายตัวดังที่กล่าวนั้นนำมาสู่ปัญหาขยะมูลฝอย ซึ่งเป็นปัญหามาอย่างยาวนานจนกระทั่งกลายเป็นวิกฤตของชาติ การแก้ไขปัญหาดังกล่าว รัฐบาลจึงมีการกำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560 – 2564 ส่วนที่ 4 ยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ ยุทธศาสตร์ที่ 4 การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เป้าหมายที่ 3 สร้างคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี ลดมลพิษและลดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ระบบนิเวศ โดยให้ความสำคัญเป็นลำดับแรกกับการจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย โดยกำหนดสัดส่วนของขยะมูลฝอยชุมชนที่ได้รับการจัดการอย่างถูกต้องและนำไปใช้ประโยชน์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 โดยการเร่งรัดแก้ไขปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยตกค้างสะสมในพื้นที่วิกฤต ผลักดันการจัดทำแผนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในระดับจังหวัดและระดับท้องถิ่น ส่งเสริมการร่วมกลุ่มขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและการร่วมลงทุนของภาคเอกชน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการขยะ สนับสนุนการจัดการขยะแบบครบวงจรตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทางโดยลดปริมาณการผลิตขยะ และการส่งเสริมให้เกิดกลไกการคัดแยกขยะเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ให้มากที่สุด ส่งเสริมการแปรรูปขยะมูลฝอยและวัตถุดิบที่เหลือจากกระบวนการผลิตเป็นพลังงาน โดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่ ส่งเสริมการนำเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์มาใช้ในการบริหารจัดการขยะ โดยใช้หลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย ทบทวนหลักเกณฑ์การเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการขยะที่เหมาะสม รวมทั้งการสร้างวินัยคนในชาติเพื่อการจัดการขยะอย่างยั่งยืน และนอกจากนี้ ปัญหาขยะมูลฝอยยังกำหนดไว้ในแผนการปฏิรูปประเทศ ซึ่งได้มีการประกาศบังคับใช้แล้วเมื่อวันที่ 6 เมษายน 2561 ส่วนที่ 1 ภาพรวมการปฏิรูปประเทศด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

โดยรัฐบาลกำหนดออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะเร่งด่วน ระยะปานกลาง และระยะยาว

ตารางที่ 1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยทั่วราชอาณาจักร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 - 2559

ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะ (ตันต่อวัน)
2550	40,332.00
2551	41,064.00
2552	41,410.00
2553	41,532.00
2554	43,779.00
2555	43,432.58
2556	73,354.97
2257	71,779.00
2558	73,560.00
2559	74,130.74

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2561).

โดยในระยะเร่งด่วนมีพื้นที่เป้าหมาย 11 จังหวัด ได้แก่ การกำจัดขยะเก่าใน 6 จังหวัด คือ พระนครศรีอยุธยา สระบุรี นครปฐม สมุทรปราการ ลพบุรี ปทุมธานี และจังหวัดนำร่องที่จัดการขยะรูปแบบใหม่ 5 จังหวัด ได้แก่ คือ นนทบุรี ภูเก็ต สงขลา เชียงราย และกรุงเทพมหานคร

จังหวัดนนทบุรีมีปริมาณขยะติด 1 ใน 10 อันดับแรกของประเทศไทย โดยมีอันดับที่ 6 (ตารางที่ 1.2) โดยมีอัตราการเติบโตของปริมาณขยะเฉลี่ยร้อยละ 6.76 ต่อปีในช่วงปี พ.ศ. 2550 – 2559 และมีแนวโน้มว่าปริมาณขยะในจังหวัดนนทบุรีน่าจะเพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของเศรษฐกิจ ซึ่งถ้าไม่มีการวางแผนในการจัดการขยะ อาจจะส่งผลให้เกิดปัญหาในอนาคตได้

ในส่วนของจังหวัดนนทบุรี มีองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีเป็นผู้ดูแลและรับผิดชอบในการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการรับขยะมาจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดทั้ง 45 แห่ง โดยใช้วิธีการกำจัดแบบกองทิ้งไว้กลางแดดและฝั่งกลบ ภายในพื้นที่ศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย จำนวน 457 ไร่ ตั้งอยู่ ณ ตำบลคลองขวาง อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี

ตารางที่ 1.2 จังหวัดที่มีปริมาณขยะมูลฝอยสูงสุด 10 อันดับแรก ในปี พ.ศ. 2559

จังหวัด	ปริมาณขยะ (ตันต่อวัน)	ร้อยละ (100.00)
1. กรุงเทพมหานคร	11,530.00	15.55
2. ชลบุรี	2,619.72	3.53
3. นครราชสีมา	2,458.33	3.32
4. สมุทรปราการ	2,362.24	3.19
5. ขอนแก่น	1,946.02	2.63
6. นนทบุรี	1,679.23	2.27
7. ปทุมธานี	1,675.99	2.26
8. เชียงใหม่	1,658.50	2.24
9. สงขลา	1,624.59	2.19
10. อุดรธานี	1,622.03	2.19
11. อื่นๆ	44,954.09	60.64

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2561).

ตารางที่ 1.3 เปรียบเทียบปริมาณขยะมูลฝอยของจังหวัดนนทบุรี ในปี พ.ศ. 2557 - 2559

รายละเอียดขยะ	ปริมาณขยะ (ตันต่อวัน)			การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)		
ปี พ.ศ.	2557	2558	2559	2557	2558	2559
1. ที่เกิดขึ้น	1,616.89	1,624.14	1,679.23	N/a	+0.45	+3.39
2. ได้รับการจัดการ	1,278.86	1,301.43	1,189.26	N/a	+1.76	-8.62
3. จัดการแบบถูกต้อง	1,278.86	1,301.43	1,189.26	N/a	+1.76	-8.62
4. นำกลับมาใช้ประโยชน์	338.05	322.75	489.92	N/a	-4.52	+51.81

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2561).

ตารางที่ 1.4 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

ประเภทขยะมูลฝอย	ร้อยละ (100.00)
1. เศษอาหารและอินทรีย์สาร	40.55
2. พลาสติก	23.19
3. แก้ว	7.41
4. เศษกระดาษ/หนังสือพิมพ์/กล่อง	5.51
5. โลหะ	5.34
6. ผ้า	5.17
7. ยาง	1.48
8. ไม้	0.95
9. สารพิษ/สารอันตราย(ถ่านไฟฉาย/หลอดไฟ)	0.34
10. หิน/กระเบื้อง	0.31
11. หนัง	0.28
13. อื่นๆ	9.47

ที่มา: สำนักงานสถิติจังหวัดนนทบุรี, (2561).

สำหรับวิธีการกำจัดขยะของจังหวัดนนทบุรี โดยศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีในปัจจุบันใช้วิธีตากแดดทิ้งไว้และฝั่งกลบ บนพื้นที่บ่อ H ดำเนินการฝั่งกลบขยะมูลฝอย เนื้อที่ประมาณ 110 ไร่ เป็นบ่อลึกประมาณ 15 เมตร มีพื้นที่ที่ปิดทับขยะมูลฝอยไปแล้วประมาณ 70 ไร่ ปริมาณขยะมูลฝอยที่ปิดทับไปแล้วประมาณ 1.8 ล้านตัน

การกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีให้บริการกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ของจังหวัดนนทบุรี ทั้ง 45 แห่ง แบ่งเป็นเทศบาลจำนวน 15 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบลจำนวน 30 แห่ง จำนวนรถที่นำขยะเข้ามายังศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย 334 คัน (สำนักงานสถิติจังหวัดนนทบุรี, 2560: ออนไลน์) อีกทั้งระยะเวลาการย่อยสลายต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน จึงเป็นข้อจำกัดและมีความไม่สมดุลกับปริมาณของขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นทุกวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาพื้นที่ในการฝั่งกลบขยะมูลฝอยในอนาคตและปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ซึ่งต้องอาศัยเงินงบประมาณขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีในจำนวนที่สูงขึ้นทุกปี

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี เพื่อเลือกวิธีการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม

2. วัตถุประสงค์ในการศึกษา

2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดนนทบุรี โดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

2.2 เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

3. ขอบเขตของการศึกษา

3.1 พื้นที่ที่จะศึกษาในครั้งนี้ ทำการศึกษาเฉพาะการกำจัดขยะมูลฝอยซึ่งดำเนินการโดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

3.2 การศึกษาจะทำการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของทางเลือกในการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีในช่วง 20 ปี (2562-2581) ด้วยพิจารณาต้นทุนและผลตอบแทนในการกำจัดขยะตั้งแต่การรับขยะจากรถบรรทุกขยะที่นำขยะเข้ามายังศูนย์กำจัดขยะจนเสร็จสิ้นกระบวนการฝังกลบ

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 ขยะมูลฝอย หมายถึง เศษอาหารและอินทรีย์สาร พลาสติก แก้ว เศษกระดาษ/หนังสือพิมพ์/กล่อง โลหะ ผ้า ยาง ไม้ สารพิษ/สารอันตราย (ถ่านไฟฉาย/หลอดไฟ) หิน/กระเบื้อง หนัง และอื่นๆที่รวบรวมหรือจัดเก็บจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

4.2 การจัดการขยะมูลฝอย หมายถึง การกำจัดขยะของศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ตำบลคลองขวาง อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี โดยไม่รวมการจัดเก็บขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีและการขนส่งขยะมายังศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

4.3 ต้นทุน หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการกำจัดขยะภายในศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ทั้งนี้ไม่รวมถึงค่าจัดเก็บขยะจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีและค่าขนส่งขยะมูลฝอยมายังศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย

4.3.1 ต้นทุนของสินทรัพย์ หมายถึง ต้นทุนของที่ดิน ต้นทุนงานก่อสร้างอาคาร รวมงานระบบ ระบบบำบัดน้ำเสีย งานก่อสร้างบ่อฝั่งกลบ แต่ไม่รวมถึงต้นทุนของงานซ่อมแซมบำรุงรักษาสินทรัพย์

4.3.2 ต้นทุนดำเนินงาน หมายถึง ต้นทุนดำเนินงานสำหรับการกำจัดขยะมูลฝอย ได้แก่ ค่าจ้างแรงงาน เงินเดือน ค่าวัสดุต่างๆในงานกำจัดขยะมูลฝอย ค่าใช้จ่ายอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับงานกำจัดขยะมูลฝอย รวมถึงต้นทุนของการซ่อมแซมและบำรุงรักษา แต่ไม่รวมถึงต้นทุนของสินทรัพย์

4.3.3 ต้นทุนค่าเสียโอกาส หมายถึง มูลค่าของที่ดินที่ใช้ในเป็นสถานกำจัดขยะมูลฝอย โดยในการศึกษาครั้งนี้จะประเมินรายได้จากการจำหน่ายข้าว เนื่องจากพื้นที่โดยรอบบริเวณสถานที่กำจัดในปัจจุบันเป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าว โดยอ้างอิงราคาข้าวและผลิตผลต่อไร่ (ตัน) จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

4.3.4 ต้นทุนผลกระทบภายนอก หมายถึง มูลค่าความเสียหายของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการฝังกลบขยะมูลฝอย การเผาขยะมูลฝอยโดยเตาเผาขยะเพื่อการผลิตไฟฟ้า การเผาขยะเชื้อเพลิงโดยเตาเผาเพื่อการผลิตไฟฟ้า และมูลค่าความเสียหายด้านอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย

4.4 ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการ/ทางเลือก หมายถึง ต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอยของศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ซึ่งการศึกษาในครั้งจะทำการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis: CBA) ของโครงการหรือทางเลือกสำหรับการตัดสินใจเพื่อหาโครงการหรือทางเลือกที่มีความคุ้มค่ามากที่สุดในโครงการหรือทางเลือกที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้

4.5 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration) โดยเตาเผาแบบตะกรับ (Stoker – Fired or Grate – Fired Incineration) หมายถึง การกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้กระบวนการเผาไหม้ในเตาเผาแบบตะกรับที่ใช้อากาศมากกว่า (Stoichiometric Condition) ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ ความร้อน (Heat) โดยความร้อนนี้สามารถนำไปใช้กับหม้อไอน้ำสำหรับการผลิตไฟฟ้า

4.6 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิง (RDF) หมายถึง การจัดการขยะมูลฝอยโดยการนำขยะมาผ่านกระบวนการบำบัดขยะโดยวิธีเชิงกลและชีวภาพ (Mechanical and Biological Treatment : MBT) โดยอาศัยการกลับกองขยะมูลฝอยด้วยสกรูแนวตั้ง (Vertical Agitator) ทำให้กองขยะมูลฝอยด้านล่างมีโอกาสสัมผัสกับอากาศมากขึ้น เกิดการย่อยสลายมากขึ้นด้วย รวมถึงป้องกันการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกองขยะมูลฝอยด้านล่าง ซึ่งก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น ตลอดรวมไปถึงการผลิตแท่งเชื้อเพลิงขยะมูลฝอยจากขยะมูลฝอยที่ถูกฝังกลบแล้วนำกลับมาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิง

4.7 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล หมายถึง การกำจัดมูลฝอยโดยการรวบรวมขยะมูลฝอยชุมชนมาเทกองบนพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้แล้วจึงนำดินไปกลบพร้อมกับบดอัดให้แน่น เพื่อป้องกันการย่อยสลายโดยใช้อากาศ ปัญหากลิ่น ปัญหาสัตว์และแมลงคุ้ยเขี่ย รวมถึงปัญหาน้ำฝนชะล้างกองขยะมูลฝอย

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ทำให้ทราบต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือกที่เป็นไปได้ในการกำจัดขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

5.2 เป็นทางเลือกตัวอย่างสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

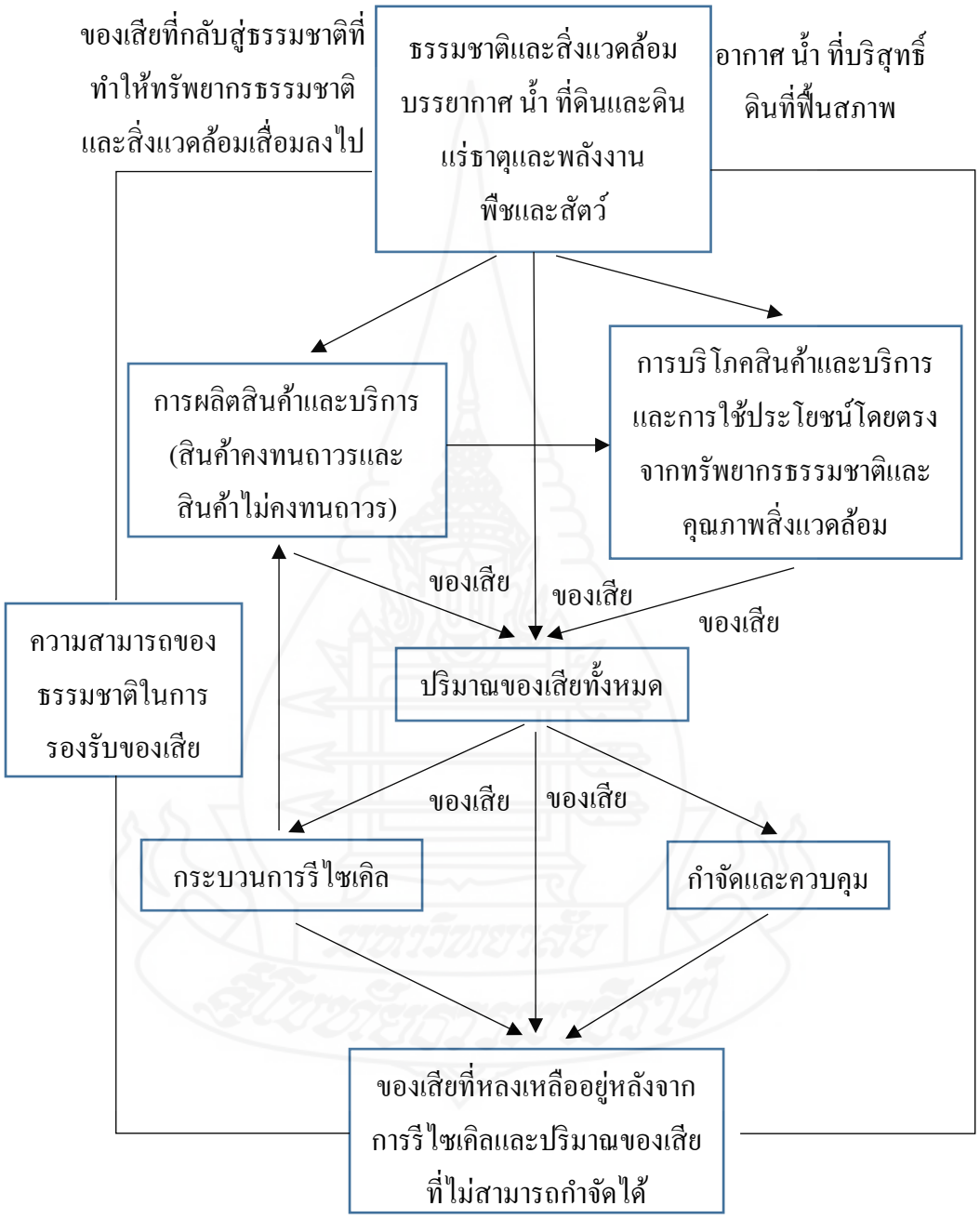
การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ได้มีการศึกษาทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน
2. การทบทวนวรรณกรรมในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน
3. การศึกษาหลักการจัดการขยะมูลฝอยและเทคโนโลยีสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย

ในการพัฒนาประเทศย่อมหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ทั้งในรูปของการผลิตและการบริโภค ซึ่งการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอาจจะอยู่ในรูปของการใช้บริโภคโดยตรง การนำมาใช้ประกอบปัจจัยการผลิตอื่นๆ เพื่อผลิตสินค้าและบริการ ตลอดจนสิ่งแวดล้อมยังเป็นแหล่งรองรับของเสียจากกระบวนการผลิต การแปรรูป หรือการบริโภคโดยตรงของมนุษย์

ความเชื่อมโยงระหว่างฐานทรัพยากรธรรมชาติและระบบเศรษฐกิจ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความต้องการใช้ทรัพยากรธรรมชาตินั้นมีทั้งการบริโภคทางตรง และการนำมาใช้เพื่อเป็นปัจจัยการผลิตนั้น เช่น เราใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้โดยตรงจากการเดินทางไปท่องเที่ยว หรือการใช้ทรัพยากรจากป่าในรูปของปัจจัยการผลิต เช่น การนำไม้มาทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ สร้างบ้าน หรือการเก็บสมุนไพรมาสกัดตัวยา ต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากมนุษย์จะได้ประโยชน์ทั้งที่เป็นประโยชน์ทางตรงและทางอ้อมในรูปของปัจจัยการผลิตแล้ว ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมยังเป็นแหล่งรองรับของเสียจากการผลิตและการบริโภคของมนุษย์อีกด้วย ทั้งนี้ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นนั้นมีทั้งที่มาจากกระบวนการนำเอาทรัพยากรมาใช้ในการผลิตและจากการบริโภคโดยตรงของครัวเรือน โดยของเสียที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ อีกส่วนหนึ่งสามารถกำจัดทั้งของเสียและมลพิษที่เกิดขึ้นได้ ทั้งนี้ของเสียส่วนที่มนุษย์สามารถกำจัดได้จะนำเข้าสู่ระบบธรรมชาติและจะไม่มีผลต่อความเสื่อมโทรมของฐานทรัพยากรธรรมชาติ แต่ของเสียบางส่วนที่ไม่สามารถกำจัดได้ก็จะกลับคืนสู่ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งถ้าของเสียดังกล่าวยังอยู่ในระดับที่ไม่เกินขีดความสามารถของธรรมชาติที่จะรองรับปริมาณของเสียในส่วนนี้ได้ย่อมไม่ก่อปัญหาที่ส่งผล

กระทบทางลบต่อกลุ่มคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง แต่ในหลายๆ กรณี คือ ของเสียที่หลงเหลืออยู่มีปริมาณมากเกินกว่าที่กำจัดได้ หรือมีปริมาณมากเกินกว่าที่ธรรมชาติจะรองรับได้ (อรพรรณ ณ บางช้าง ศรีเสาวลักษณ์ และคณะ, 2554)



ที่มา : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, (2559).

ภาพที่ 2.1 ความเชื่อมโยงระหว่างฐานทรัพยากรธรรมชาติและระบบเศรษฐกิจ

ของเสียที่เกิดขึ้นจากการบริโภคสินค้าและบริการในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ จึงกลายเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมอันส่งผลกระทบต่อการดำรงอยู่ของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ทั้งปัญหาสิ่งแวดล้อมกลไกของตลาดสินค้าไม่สามารถทำงานได้ เพราะต้นทุนผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมไม่ได้ถูกนำไปรวมกับต้นทุนการผลิตสินค้า ทำให้ราคาของสินค้าต่ำกว่าราคาที่ควรจะเป็น จึงส่งผลทำให้ผู้บริโภคบริโภคสินค้าที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากเกินไป ประกอบผู้ที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมกับผู้ที่ได้รับกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่สามารถตกลงชดเชยค่าความเสียหายที่เกิดขึ้น รัฐจึงต้องเข้ามาดำเนินการจัดการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัญหาขยะมูลฝอยก็เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญปัญหาหนึ่งที่รัฐจะต้องเข้ามาดำเนินการจัดการ

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคม ทำให้เมืองเกิดการขยายตัวและประชากรเมืองให้เพิ่มขึ้น ซึ่งกระบวนการเข้าสู่ภาวะความเป็นเมืองนี้มักก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมและเศรษฐกิจตามมาอย่างหลีกเลียงไม่ได้ และเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบทั้งในเชิงบวกและเชิงลบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ อาทิเช่น ปัญหาความไม่เท่าเทียมกัน ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัญหาสิ่งแวดล้อมซึ่งจากผลการศึกษาของ หทัยรัตน์ เสียงดัง และชื่นฤทัย กาญจนาจิตรา (2550) พบว่า คนในเมืองผลิตขยะมากกว่าคนในชนบท โดยคนกรุงเทพมหานครผลิตขยะ 1.5 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ในขณะที่คนในชนบทผลิตขยะเพียง 0.4 – 0.5 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และพบอีกว่า เมืองอุตสาหกรรมและเมืองท่องเที่ยว อย่างเมืองพระประแดงซึ่งเป็นเมืองอุตสาหกรรม ผลิตขยะสูงถึง 4.3 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และเมืองพัทยาซึ่งเป็นเมืองท่องเที่ยว ผลิตขยะสูงถึง 2.6 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ซึ่งมากกว่าคนกรุงเทพมหานคร

ดังนั้นการตัดสินใจเพื่อลงทุนในโครงการใดโครงการหนึ่งหรือจัดทำกิจกรรมใดของภาครัฐจึงจะต้องอาศัยข้อมูลต่างๆที่หลากหลาย เช่น เงินงบประมาณ ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อประชาชน เป็นต้น เพื่อที่ให้ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจพิจารณาและเปรียบเทียบทางเลือกต่างๆ บนพื้นฐานของการจัดการสรรทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือเกิดประโยชน์สูงสุดต่อสังคมโดยรวม ดังนั้น การประเมินหรือการวิเคราะห์โครงการภาครัฐจึงมีที่มาจากแนวคิดมาจากหลักเศรษฐศาสตร์สวัสดิการ (Welfare Economics) ซึ่งจะทำการประเมินสวัสดิการของสังคม (Social Welfare) เพื่อเปรียบเทียบกรณีที่มีการดำเนินโครงการหรือกรณีที่ไม่ได้ดำเนินโครงการหรือกรณีใช้ทางเลือกอื่นๆว่ากรณีใดจะทำให้สังคมได้รับประโยชน์สูงสุด หลังจากนั้นจึงค่อยพิจารณาดำเนินการตัดสินใจที่จะดำเนินการตามทางเลือกหรือโครงการที่พิจารณาตามความเหมาะสม

สำหรับวิธีการประเมินหรือวิเคราะห์โครงการโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ และการวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผล (โกเมน จิรัญกุล และวสุ สุวรรณวิหค, 2558)

อย่างไรการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี ยังมีข้อจำกัดบางประการ อาทิเช่น มีความซับซ้อนในเนื้อหา มีการใช้ดุลยพินิจซึ่งอาจทำให้เกิดความลำเอียงได้ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้น ในการวิเคราะห์ผู้ทำการวิเคราะห์ควรมีการกำหนดกรอบสำหรับการวิเคราะห์ให้ชัดเจน กำหนดรายละเอียด วิธีการประเมิน ให้มีความสมเหตุสมผล และมีข้อมูลเพื่อจะนำวิเคราะห์อย่างเพียงพอ เพื่อประกอบการตัดสินใจต่อไป และนอกจากนี้การวิเคราะห์ความอ่อนไหวและการอธิบายข้อสมมติฐานต่างๆสำหรับการประเมินค่าอย่างชัดเจน จะช่วยให้การวิเคราะห์ทั้งสองอย่างนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ดียิ่งขึ้น (โกเมน จิรัญกุล และวสุ สุวรรณวิหค, 2558)

1.1 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis : CBA)

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนก็เพื่อการนำข้อมูลไปประกอบการพิจารณาและตัดสินใจที่จะดำเนินการโครงการต่างๆ โดยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจะเป็นการคาดการณ์ถึงความคุ้มค่าหรือความเป็นไปของโครงการ หรือนำไปใช้ในการเปรียบเทียบเกี่ยวกับทางเลือกของแต่ละโครงการ โดยการเปรียบเทียบอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในแต่ละโครงการหรือทางเลือก ทั้งนี้เพราะแต่ละโครงการหรือทางเลือกจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่แตกต่างกันเหล่านี้จึงต้องอาศัยเครื่องมือเพื่อช่วยในการพิจารณาและตัดสินใจ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจึงมีบทบาทสำคัญสำหรับการวัดค่าความแตกต่างดังกล่าว

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนตั้งอยู่บนสมมติฐานเกี่ยวกับสถานะของโครงการ 2 สมมติฐาน กล่าวคือ **สมมติฐานที่มีการดำเนินโครงการ (with the project)** และ **สมมติฐานที่หากไม่มีการดำเนินโครงการ (without the project)** และยังเป็นการเน้นย้ำถึงหลักการของ **ต้นทุนค่าเสียโอกาส (opportunity cost)** (โกเมน จิรัญกุล และวสุ สุวรรณวิหค, 2558)

สำหรับการวิเคราะห์โครงการในภาครัฐ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนคือ เครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจของภาครัฐในการจัดสรรทรัพยากร ซึ่งก็คือเครื่องมือพื้นฐานในการวิเคราะห์โครงการของรัฐต่างๆ เช่น การป้องกันน้ำท่วม การสร้างเขื่อน การสร้างโรงเผาขยะ เป็นต้น โดยทั่วไปการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน จะมีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้ (เรวดี จรุงรัตนาพงศ์, 2560, น. 5 - 28)

1.1.1 การกำหนดกลุ่มอ้างอิง (Referent Group) เป็นการพิจารณาว่าใครเป็นกลุ่มคนที่จะอยู่ในการวิเคราะห์หรือใครเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของโครงการ การกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ว่าเป็นการวิเคราะห์ในระดับใด ระดับท้องถิ่น หรือ ระดับประเทศ หรือ ระดับภูมิภาค หรือ

ระดับโลก ซึ่งต้องมีการกำหนดขอบเขตว่าการวิเคราะห์ครอบคลุมถึงพื้นที่ใด (Geographical scoping) ใครเป็นผู้ได้รับประโยชน์จากโครงการและใครเป็นผู้เสียผลประโยชน์จากโครงการ (Stakeholders scoping) เป็นต้น

1.1.2 การกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ บางครั้งในการวิเคราะห์โครงการคงเป็นไปได้ยากที่จะระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมด ในทางปฏิบัติแล้วการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจะทำทีละโครงการ แล้วพิจารณาดูว่าทางเลือกใดก่อให้เกิดประสิทธิภาพแบบ พาเรโต (Pareto Improvement) กล่าวคือ เป็นสภาพที่เกิดขึ้นแล้วไม่สามารถที่จะจัดสรรทรัพยากรใหม่อีกครั้ง และจะทำให้คนอย่างน้อย 1 คน ดีขึ้น แต่ไม่ทำให้ใครในสังคมแย่ลง นอกจากนี้แล้วทางเลือกของโครงการที่จะทำการวิเคราะห์ก็ควรมีจำนวนไม่มากและควรกำหนดอายุของโครงการที่จะใช้วิเคราะห์

1.1.3 การกำหนดผลกระทบ (ทั้งทางบวกและทางลบ) ทางกายภาพที่จะเกิดขึ้นของโครงการ อาจกล่าวได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดและเป็นขั้นตอนที่จะทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้มากที่สุด ซึ่งเป็นการระบุผลกระทบทางกายภาพทั้งหมด ซึ่งรวมถึงปัจจัยการผลิต (แรงงาน ทุน ฯลฯ) และผลผลิตที่ได้ของโครงการ ข้อควรระวัง คือ ไม่อาจทราบว่าจะเกิดผลกระทบบางอย่าง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบางเรื่องยังไม่มีความสมบูรณ์และบ่อยครั้งที่ขัดแย้งกันเอง

1.1.4 ระบุสิ่งที่จะเกิดขึ้นถ้าไม่มีโครงการดังกล่าว (Without Project) ยกตัวอย่าง เช่น ปัจจุบันปริมาณมลพิษทั้งหมดอยู่ที่ 100 ตัน หากภาครัฐดำเนินโครงการควบคุมมลพิษอีก 10 ปีข้างหน้าปริมาณมลพิษทั้งหมดจะเท่ากับ 150 ตัน แต่ถ้าหากไม่ดำเนินการใดๆในอีก 10 ปีข้างหน้าปริมาณมลพิษจะเท่ากับ 200 ตัน เป็นต้น

1.1.5 คาดการณ์ผลกระทบเชิงปริมาณตลอดช่วงอายุโครงการ ยกตัวอย่างเช่น โครงการก่อสร้างถนนเลียบเมือง ประเด็น คือ การเวนคืนที่ดิน การคาดการณ์ผลกระทบเชิงปริมาณ คือ จำนวนครัวเรือนที่ต้องอพยพ เป็นต้น

1.1.6 แปลงผลกระทบทางกายภาพเป็นมูลค่าเงิน ประเภทของเครื่องมือในการแปลงผลกระทบเป็นมูลค่าเงิน ดังนี้

1) วิธีการใช้มูลค่าตลาดที่เกิดจากการใช้โดยตรง

2) วิธีการวัดความพึงพอใจเปิดเผย (Revealed Preference Method) เช่น การวัดต้นทุนพฤติกรรมการหลีกเลี่ยง (Averting Behavior Method) การวัดต้นทุนการทดแทน (Replacement Cost Method) การวัดต้นทุนการเดินทาง (Travel Cost Method : TCM) เป็นต้น

3) วิธีการประเมินทางตรง (Stated Preference Method) เช่น การประเมินค่าโดยการสัมภาษณ์ประชาชนโดยตรง (Contingent Valuation Method : CVM)

1.1.7 การคิดลดต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน (Discount and Present Value) ในการประเมินโครงการโดยทั่วไปต้องมีการเปรียบเทียบผลตอบแทนและต้นทุนในช่วงเวลาที่ต่างกันตามระยะเวลาของโครงการ เช่น โครงการจัดการศึกษาให้กับเด็กยากจน จะมีค่าใช้จ่ายมากในช่วงเวลาเริ่มต้นโครงการ แต่หลังจากนั้นผลตอบแทนจึงค่อยเกิดขึ้นในอีกหลายปี เนื่องจากมูลค่าของเงินในช่วงเวลาต่างๆนั้น มีค่าไม่เท่ากัน ฉะนั้น จึงต้องมีการปรับค่าต้นทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาตามโครงการที่ทำการวิเคราะห์ให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน (Present Value : PV) เพื่อที่จะนำมาคำนวณผลตอบแทนสุทธิหรือมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio : B/C Ratio) ของโครงการเพื่อการตัดสินใจ (โกเมน จิรัญกุล, วสุ สุวรรณวิหค, 2558, น. 31)

มูลค่าปัจจุบันของเงินจำนวนหนึ่งในอนาคต หมายถึง จำนวนเงินที่มากที่สุดที่หน่วยงานหรือบุคคลยินดีที่จะจ่ายในวันนี้เพื่อที่จะได้รับเงินดังกล่าวในอนาคต โดยคำนวณมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนและต้นทุนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตเมื่ออัตราส่วนลด (Discount Rate) หรืออัตราดอกเบี้ยอยู่ที่ r (หน่วย: ร้อยละต่อปี) จะได้มูลค่าปัจจุบันของเงินจำนวน R (หน่วย: บาท) ในปีที่ T คือ RT/(1+ r)T (หน่วย: บาท) (โกเมน จิรัญกุล, วสุ สุวรรณวิหค, 2558, น. 31)

สำหรับแนวคิดอัตราคิดลดมีอยู่ 2 แนวคิด (เรวดี จรุงรัตนาพงศ์, 2560, น. 20 - 21) คือ

1) อัตราชดเชยการบริโภคต่างเวลาของสังคม (Social Rate of Time Preference : SRTP) คือ อัตราเปรียบเทียบความพอใจในการบริโภคของสังคมในอนาคตกับการบริโภคในปัจจุบัน

2) อัตราค่าเสียโอกาสทางสังคม (Social Opportunity Cost Rate : SOCR) คือ ต้นทุน ค่าเสียโอกาสของสังคมในการใช้ทรัพยากรเพื่อโครงการนั้นๆ แนวคิดนี้ความคิดพื้นฐานว่าทรัพยากรจำกัดไม่เพียงพอกับความต้องการของคนในสังคม ดังนั้น การนำทรัพยากรส่วนหนึ่งมาใช้จึงเกิดต้นทุนค่าเสียโอกาสของสังคม ถ้าไม่ทำโครงการนี้ก็สามารถนำทรัพยากรดังกล่าวไปทำอีกโครงการหนึ่ง อัตราค่าเสียโอกาสของสังคมจึงควรเท่ากับอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนส่วนเพิ่ม (Marginal Project) ของโครงการ

วิธีกำหนดอัตราคิดลดของสังคมในทางปฏิบัติ ดังนี้

1) อัตราชดเชยของการบริโภคต่างเวลาของสังคม (SRTP) อัตราที่นิยมใช้ คือ อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลระยะยาว การที่คนในสังคมกลุ่มหนึ่งยอมถือพันธบัตรรัฐบาลระยะยาว ทั้งๆที่ให้ผลตอบแทนต่ำ แสดงว่า SRTP ของคนกลุ่มนี้ น้อยกว่าหรือเท่ากับ อัตราผลตอบแทนพันธบัตรรัฐบาล

2) อัตราค่าเสียโอกาสของสังคม (SOCR) อัตราที่นิยมใช้ คือ อัตราผลตอบแทนของหน่วยลงทุนหน่วยสุดท้ายในภาคเอกชนก่อนหักภาษีหรืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้ต่ำสุด (ลูกค้าชั้นดีที่มีความเสี่ยงต่ำ) ที่หักเงินเฟ้อแล้ว

อัตราคิดลดไม่ใช่อัตราดอกเบี้ยที่เป็นตัวเงิน (Nominal Interest Rate) สำหรับงานศึกษาที่เป็นโครงการของรัฐใช้อัตราคิดลดระหว่าง 3% - 8%

1.1.8 คำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) เป็นตัวบ่งชี้ถึงจำนวนผลตอบแทนสุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการที่สะท้อนมูลค่าปัจจุบันของเงินที่จ่ายออกไปภายใต้โครงการที่กำลังพิจารณา ณ อัตราคิดลด (Discount Rate) หรือต้นทุนของเงิน (Cost of Capital)

การคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิจำเป็นต้องทราบข้อมูล กระแสเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ กระแสเงินสดรับรายปีตลอดอายุโครงการ ระยะเวลาโครงการ อัตราคิดลด (ซึ่งจะมีค่าเดียวตลอดอายุโครงการ) ตามสมการดังนี้

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

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

r คือ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่เหมาะสม

หลักการตัดสินใจ (Decision Rule) ที่แสดงว่าโครงการใดมีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์และทางการเงินหรือไม่ ให้พิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ เมื่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นบวก แสดงว่า โครงการนั้นมีความเหมาะสมที่จะลงทุน กล่าวคือ มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนรวมมากกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม

นอกจากพิจารณามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) แล้ว ยังต้องพิจารณาถึงอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) คือ ผลตอบแทนคิดเป็นร้อยละต่อโครงการ หรือ หมายถึง อัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของโครงการมีค่าเท่ากับ 0 ณ จุดนี้ ต้องอธิบายเพิ่มเติมถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราดอกเบี้ยกับขนาดของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ถ้าอัตราดอกเบี้ยระดับหนึ่งที่ใช้ในกระบวนการคิดลดแล้วทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าลดลงแล้วทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นบวก อัตราดอกเบี้ยใหม่ที่สูงกว่าจะทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าลดลงและลดลงต่อไปตราบเท่าที่อัตราดอกเบี้ยยังคงเพิ่มขึ้นสูงตามลำดับ

ในที่นี้จะมีอัตราดอกเบี้ยระดับหนึ่งที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 0 พอดี ซึ่งก็คือ อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ

เมื่อกำหนด r คือ อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ และค่าของ r จะสามารถหาได้จากการแก้สมการดังนี้

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

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

r คือ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่เหมาะสม

หลักการตัดสินใจว่าโครงการมีความเหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและทางการเงินหรือไม่ ให้พิจารณาจากอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ คือ เมื่ออัตราผลตอบแทนภายในโครงการมากกว่าค่าเสียโอกาสของทุน แสดงว่าโครงการนั้นมีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและทางการเงิน

และเพื่อให้มีความมั่นใจในการตัดสิน ต้องพิจารณาอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (Benefit-Cost Ratio : B/C Ratio) คือ มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ผลตอบแทนจะเกิดขึ้นตลอดอายุทางเศรษฐกิจของโครงการ แม้ว่าการลงทุนจะผ่านพ้นไปแล้ว ขณะที่ต้นทุนการก่อสร้างจะเกิดขึ้นเฉพาะในส่วนการลงทุนเท่านั้น สำหรับต้นทุนการดำเนินการจะอยู่ในรูปของค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการ ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาและค่าบำรุงทดแทนอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพจะเกิดขึ้นตลอดอายุทางเศรษฐกิจของโครงการ จากนั้นจะนำเอากระแสของผลตอบแทนและกระแสของต้นทุนของโครงการที่ได้ปรับค่าตามเวลาหรือคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน ตามสมการดังนี้

$$B/C\ Ratio = \frac{\sum_{t=0}^{N-1} B_t}{\sum_{t=0}^{N-1} C_t}$$

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

หลักในการตัดสินใจที่แสดงว่าโครงการมีค่าความเหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและทางการเงินหรือไม่ ให้พิจารณาจากอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน คือ เมื่ออัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่า มีความเหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและทางการเงิน

1.1.9 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เป็นการทดสอบความอ่อนไหวของผลการศึกษาเมื่อค่าของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์เปลี่ยนไป เช่น การทดสอบด้วยการแทนค่ากรณีดีที่สุด (Best Case scenario) หรือ กรณีเลวร้ายสุด (Worst Case Scenario)

1.1.10 การเสนอแนะทางเลือกจากผลของ CBA แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ว่าโครงการดังกล่าวดี (NPV มากว่า 0) หรือไม่ดี (NPV น้อยว่า 0) และส่วนที่สอง ประกอบด้วย การอภิปรายถึงประเด็นที่อาจก่อให้เกิดความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของผลการศึกษา ซึ่งอาจมาจากการขาดข้อมูลบางส่วน การอภิปรายว่าการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ไม่ได้ครอบคลุมผลกระทบทุกด้าน แต่ในการตัดสินใจเชิงนโยบายต้องนำผลกระทบเหล่านั้นมาพิจารณาด้วย รวมถึงประเด็นความเป็นธรรม ใครได้ประโยชน์ ใครเสียประโยชน์จากโครงการ

2. วรรณกรรมในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะมูลฝอย พบว่า ส่วนใหญ่เป็นการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และการเงินของแต่ละทางเลือกในการจัดการขยะมูลฝอยตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ และบริบทที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลจากการศึกษางานวิจัยในอดีตพบว่า วิธีการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันอาจไม่ได้เป็นทางเลือกที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีการกำจัดขยะ รวมถึงองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในแต่ละพื้นที่ ทำให้ต้นทุนการจัดการขยะมูลฝอยแตกต่างด้วยเช่นกัน ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการกำจัดขยะ

1. เรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	อภิญญา นิลยอง (2559)
พื้นที่ศึกษา	เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อศึกษาต้นทุนและประสิทธิผลของการจัดการขยะมูลฝอย
วิธีการศึกษา	รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ งานวิจัยในอดีต และการสัมภาษณ์เชิงลึกเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลของทางเลือกที่เป็นไปได้ในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน โดยทางเลือกที่เหมาะสม คือทางเลือกที่มีต้นทุนสังคมต่อหน่วยต่ำที่สุด และทดสอบความอ่อนไหวของผลการศึกษา ด้วยอัตราคิดลดร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8
ผลการศึกษา	ทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำสุด คือ การกำจัดขยะด้วยระบบทางกล และทางชีวภาพที่มีต้นทุนต่อหน่วยในการจัดการอยู่ในช่วง 412 – 518 บาทต่อตัน ณ ราคาคงที่ ณ พ.ศ. 2558 และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว พบว่าอัตราคิดลดและอัตราการผลิตขยะมีค่าเพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเลือก
2. เรื่อง แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยจังหวัดสมุทรสาคร ในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ภายใต้พระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	เอี่ยมเจริญ (2557)
พื้นที่ศึกษา	อำเภอเมืองสมุทรสาคร อำเภอกระทุ่มแบน และอำเภอบ้านแพ้ว
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของแนวทางการจัดการขยะและเทคโนโลยี
วิธีการศึกษา	1. เก็บรวมรวมข้อมูลปฐมภูมิ จากการสำรวจและข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยแผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดสมุทรสาคร และข้อมูลทุติยภูมิจากหนังสือ วารสาร เอกสารวิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์ และสิ่งตีพิมพ์อื่นๆ โดยแยกตามสถานที่ตั้งของโครงการ จำนวน 3 สถานที่

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

2. เรื่อง แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยจังหวัดสมุทรสาคร ในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ภายใต้พระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556 (ต่อ)	
	2. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ/วิเคราะห์และเปรียบเทียบแนวของเทคโนโลยีการจัดการขยะ สถานที่ตั้ง ต้นทุนงานก่อสร้าง ต้นทุนการดำเนินงาน เป็นต้น หรือ วิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน NPV IRR PB รายจ่าย และรายรับหรือผลประโยชน์ที่ได้รับ
ผลการศึกษา	1. ระบบการจัดการขยะมูลฝอยแบบผสมผสานด้วยวิธีการคัดแยกขยะ การใช้ระบบถังหมักแบบไร้อากาศ และระบบเชื้อเพลิงอัดแท่ง เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด 2. กรณีที่ไม่มีพระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐจะใช้ระยะเวลาในการคืนทุนมมากกว่าและมีกำไรสุทธิน้อยกว่ากรณีที่มีพระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐซึ่งการลงทุนตามพระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐจะทำให้การลงทุนมีระยะเวลาคืนทุน 6.6 ปี และกำไรสุทธิ 446,577,719 บาท
3. เรื่อง แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ภายใต้พระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	จามรี ศรีจันทร์ (2557)
พื้นที่ศึกษา	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
วิธีการศึกษา	1. ข้อมูลปฐมภูมิ จากการสำรวจและข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและข้อมูลทุติยภูมิจากหนังสือวารสาร เอกสาร วิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์ และสิ่งตีพิมพ์อื่นๆ โดยแบ่งออกเป็น 3 ทางเลือก

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

3. เรื่อง แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ภายใต้พระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556	
	2. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ และเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการขยะ ต้นทุนงานก่อสร้าง ต้นทุนการดำเนินงาน ในแต่ละทางเลือก เป็นต้น วิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน NPV IRR PB รายจ่าย และผลประโยชน์ที่ได้รับ 3. การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงพรรณนาและเชิงปริมาณ
ผลการศึกษา	1. ทางเลือกที่เหมาะสมมากที่สุด คือ ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการผลิตก๊าชชีวภาพแบบไร้ออกซิเจน สำหรับขยะจำพวกอาหาร ร้อยละ 44.73 เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะ สำหรับขยะพวกกระดาษ พลาสติก ไม้และใบไม้ ยาง หนัง และผ้า ร้อยละ 43.51 และเทคโนโลยีการจัดการขยะให้เหลือศูนย์สำหรับการจัดการขยะพวกแก้ว และโลหะ ร้อยละ 6.71 2. พบว่า มีกำไรสุทธิของมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดเข้าสะสมเพิ่มขึ้น 1.38 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่ได้ดำเนินการตาม พรบ. มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 1,875,497,16.60 บาท อัตราตอบแทนภายในโครงการเท่ากับร้อยละ 21.65 และระยะเวลาคืนทุน 5 ปี 7 เดือน
4. เรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงงานจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	จามรี ศรีจันทร์ (2557)
พื้นที่ศึกษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อศึกษาและวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนต่อหน่วยในการกำจัดขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีระหว่างโรงงานจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีกับการส่งขยะไปกำจัดภายนอกโดยการฝังกลบอย่างถูกสุขาภิบาล

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

4. เรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงงานจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
วิธีการศึกษา	เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยนำข้อมูลที่เป็นตัวเลขเพื่อนำมาวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยและการประเมินข้อดีด้านวงจรสิ่งแวดล้อมและสังคมด้วยวิธีการเชิงพรรณนา
ผลการศึกษา	1. ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจรมีค่าเท่ากับ1,838.14 บาทต่อตัน และต้นทุนต่อหน่วยในการส่งขยะไปฝังกลบภายนอกเท่ากับ 1,585.71 บาทต่อตันโดยต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจรสูงกว่าต้นทุนการส่งขยะไปกำจัดภายนอก เท่ากับ 252.43 บาทต่อตัน 2. การมีโรงจัดการขยะแบบครบวงจรภายในมหาวิทยาลัยช่วยส่งเสริมผลดีด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม สามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าชเรือนกระจกได้จำนวน 17,428.606 tCO_2e หรือ 5.973 tCO_2e/ตันขยะรวม มีรายได้จากการดำเนินงาน และเป็นสถานที่ถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่ชุมชน
5. เรื่อง แนวทางการลงทุนการจัดการสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนขององค์การบริหารส่วนตำบลขนาดเล็ก	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	อารีรัตน์ ภาคพิชเจริญ (2555)
พื้นที่ศึกษา	จำนวน 4 ภาค ภาคละ 1 แห่ง ประกอบด้วย 1. อบต.ถึมตอง จังหวัดน่าน 2. อบต.สลักได จังหวัดสุรินทร์ 3. อบต.สวนหลวง จังหวัดสมุทรสาคร และ 4. อบต.เกาะทวด จังหวัดนครศรีธรรมราช
วัตถุประสงค์การศึกษา	1. ศึกษาสภาพการลงทุนและรูปแบบการจัดสิ่งแวดล้อมศึกษาในการจัดการขยะครัวเรือนสำหรับ อบต.ขนาดเล็ก 2. วิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนจัดสิ่งแวดล้อมศึกษา (ผลตอบแทนจากการลงทุนทางการศึกษา) ในการจัดการขยะครัวเรือนสำหรับ อบต. ขนาดเล็ก

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

5. เรื่อง แนวทางการลงทุนการจัดการสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนขององค์การบริหารส่วนตำบลขนาดเล็ก	
	3. นำเสนอแนวทางการลงทุนจัดสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนของ อบต.ขนาดเล็ก
วิธีการศึกษา	โดยเป็นการวิเคราะห์เนื้อหา สร้างข้อสรุปอุปนัยสภาพการลงทุนและรูปแบบการจัดสิ่งแวดล้อมในการจัดการขยะครัวเรือนของ อบต.ขนาดเล็ก และการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน จัดสิ่งแวดล้อมศึกษาในการจัดการขยะครัวเรือนของ อบต.ขนาดเล็ก ในพื้นที่กรณีศึกษาทั้ง 4 แห่ง
ผลการศึกษา	1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงทุนการจัดการสิ่งแวดล้อมศึกษา มี 5 ปัจจัย ดังนี้ (1) ด้านนโยบายที่เน้นให้คนเป็นศูนย์กลางในการจัดการ (2) ด้านแนวคิดผู้บริหารที่สามารถบูรณาการรูปแบบการจัดสิ่งแวดล้อม (3) ด้านบทบาทของ อบต. ที่สามารถลดข้อจำกัดศักยภาพโดยเชื่อมต่อชุมชน (4) ด้านการดึงศักยภาพชุมชนมาปรับใช้หรือร่วมลงทุนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อส่วนร่วม และ (5) ด้านการเตรียมชุมชนให้เกิดความเข้าใจมีจิตสำนึกต่อส่วนรวม และร่วมทำกิจกรรม 2. อบต.ขนาดเล็ก มีการนำทุนมนุษย์ ทุนทรัพยากร และทุนทางสังคม มาใช้เป็นทุน เพื่อเสริมสร้างข้อจำกัด โดยรูปแบบการลงทุน แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ 2.1 ร่วมลงทุน และร่วมขยายผล โดยมีลักษณะที่ อบต.ขนาดเล็กร่วมคิด ร่วมเตรียมคน ร่วมมือ ร่วมสนับสนุน และร่วมตรวจสอบแก้ไข ในส่วนร่วมขยายผลมีลักษณะที่ อบต.ขนาดเล็กร่วมต่อยอด และร่วมเป็นแม่ข่ายกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ท้องที่ หน่วยงานภาครัฐและภาคประชาชนในชุมชน 3. รูปแบบการจัดสิ่งแวดล้อมศึกษาในการจัดการขยะครัวเรือน พบว่ามีจุดประสงค์ เพื่อสร้างจิตสำนึกและความตระหนักให้กับประชาชนในพื้นที่ และการเริ่มประสิทธิภาพกลไกการจัดการขยะชุมชน โดยมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาคน สิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น และคุณภาพชีวิตที่ดีมีกลุ่มเป้าหมายของโครงการแตกต่างกันไป ตามบริบทของชุมชนและสภาพปัญหาในพื้นที่ ทั้งนี้กิจกรรม

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

5. เรื่อง แนวทางการลงทุนการจัดการสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนขององค์การบริหารส่วนตำบลขนาดเล็ก	
	สิ่งแวดล้อมศึกษามีลักษณะเพื่อการพัฒนา 5 ด้าน 1. ความคิด 2.กระบวนการ 3.เพื่อปรับปรุง 4.ต้นแบบ และ 5.ต่อยอด 4. ปัจจัยที่มีผลต่อความคุ้มค่าการลงทุนได้แก่ สภาพปัญหาขยะ ทุนทางสังคม การร่วมทุนที่หลากหลาย และการร่วมขยายผล 5. แนวทางการลงทุน ดังนี้ 1.พัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในชุมชน 2.พัฒนากระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน 3.จัดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษาในเชิงบูรณการ 4.จัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชน 5 .ดึงศักยภาพชุมชนมาใช้ในการลงทุน 6.ใช้มาตรการต่างๆ ในการบริหารจัดการการลงทุน 7.เชื่อมต่อกิจกรรมระหว่าง อบต. กับชุมชน 8.มีกลไกในการตรวจสอบและคืนข้อมูลจากการลงทุน และ 9.พัฒนารูปแบบการจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อขยายผลการลงทุน
6. เรื่อง แนวทางการลงทุนการจัดการสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนขององค์การบริหารส่วนตำบลขนาดเล็ก	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	ธีรยุทธ หวังศรีนภาวงศ์ (2556)
พื้นที่ศึกษา	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอยหนองแขม กรุงเทพมหานคร (กทม.)
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐศาสตร์ การตลาดเพื่อสังคม (Social Marketing) และการจัดการความเสี่ยง (Risk Management) ของการกำจัดขยะมูลฝอย ระบบเตาเผาไม่ต่ำกว่า500 ตันต่อวัน ของโรงไฟฟ้าขยะมูลฝอยชุมชน ขนาดไม่เกิน 10 เมกะวัตต์ อายุโครงการ 20 ปี
วิธีการศึกษา	ใน 5 หัวข้อ (1) การประเมินต้นทุนภายใน (2) การประเมินผลประโยชน์ภายใน (3) การประเมินผลกระทบภายนอก (4) การศึกษาตลาดเพื่อสังคมและ (5) การศึกษาการจัดการความเสี่ยง
ผลการศึกษา	1. ทางการเงิน กรณีปกติ อัตรา 500 ตันต่อวันและการวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยเปลี่ยนแปลงอัตราการเผาเป็น 850 ตันต่อวัน การเปลี่ยนแปลงอัตราขายส่งไฟฟ้าและค่า Ft ขายส่งเฉลี่ยต่อหน่วย

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

6. เรื่อง แนวทางการลงทุนการจัดการสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนขององค์การบริหารส่วนตำบลขนาดเล็ก	
	ลดลง 15% และ 30% ปรากฏว่า NPV เป็นบวก และ IRR สูงกว่าอัตราส่วนลด ยกเว้นกรณีอัตราการเผา 500 ตันต่อวันโดยต้นทุนดำเนินงานคงที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 30% IRR ต่ำกว่าอัตราส่วนลด ประกอบด้วยการวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ทุกกรณีไม่ต่ำกว่า 1 เท่า แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมต่อการลงทุนในภาวะปัจจุบัน 2. ทางเศรษฐศาสตร์ ทั้งกรณีอัตราการเผา 500 ตันต่อวันและการวิเคราะห์ความอ่อนไหว ปรากฏว่า NPV ทุกกรณีเป็นบวก และ IRR ทุกกรณีสูงกว่าอัตราส่วนลด ประกอบกับ BCR ทุกกรณี ไม่ต่ำกว่า 1 เท่า แสดงว่าโครงการเหมาะสมต่อการลงทุนในภาวะปัจจุบันเช่นกัน
7. เรื่อง การศึกษาความเป็นไปของการประยุกต์เทคโนโลยีไพโรไลซิส – แก๊สซิฟิเคชั่นมาใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยของชุมชน กรณีศึกษา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	ชัชพล ทรงสุนทรวงศ์, สมศรี ทองชั้น และศรัณญา กังพาณิชกุล (2552)
พื้นที่ศึกษา	อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี
วัตถุประสงค์การศึกษา	ศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคนิคและการเงินของการนำเทคโนโลยีไพโรไลซิส – แก๊สซิฟิเคชั่นมาใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยในจังหวัดนนทบุรี รวมถึงวิธีการประเมินความคุ้มค่าตามหลักเกณฑ์การตัดสินใจแบบคำนึงถึงมูลค่าของเงินในอนาคตโดยวิธีวิเคราะห์ตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ ประกอบด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนและอัตราผลตอบแทนภายใน
วิธีการศึกษา	รวบรวมจากการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง และรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเพื่อนำมาวิเคราะห์ในเชิงพรรณนาและเชิงปริมาณ ความเหมาะสมของสถานความเหมาะสมตามหลักต้นทุนผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis, CBA) และการประเมินความคุ้มค่าของทางด้านการเงิน(Financial Feasibility Study – NPV, BCR & IRR)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

7. เรื่อง การศึกษาความเป็นไปของการประยุกต์เทคโนโลยีไพโรไลซิส – แก๊สซิฟิเคชั่น มาใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยของชุมชน กรณีศึกษา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี	
ผลการศึกษา	1. มีความเป็นไปได้ด้านเทคนิค เนื่องจากความเหมาะสมด้านสถานและกระบวนการผลิต คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า เริ่มจากปี 2554 ประมาณ 336 ตันต่อวัน จนกระทั่งประมาณ 613 ตันต่อวัน ในปีสิ้นสุดโครงการ พ.ศ. 2578 ขยะมูลฝอยดังกล่าวนำไปผลิตเชื้อเพลิง ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 3 – 5 เมกะวัตต์ 2. มีความเป็นไปได้ทางการเงิน อัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 10 มี NPV = 5,413.99 ล้านบาท ค่าเสียโอกาสการลงทุน ผู้ลงทุนจะได้รับผลตอบแทนทางการเงินคุ้มค่ากับการลงทุนและโครงการมีความเหมาะสมแก่การลงทุน
8. เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิง : กรณีศึกษาเทศบาลนครนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	กรกมล สราญรมย์ (2554)
พื้นที่ศึกษา	เทศบาลนครนนทบุรีอำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี
วัตถุประสงค์การศึกษา	ศึกษาความเป็นไปได้ในการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิง และการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
วิธีการศึกษา	สำรวจข้อมูลปริมาณขยะและองค์ประกอบของขยะ จากนั้นเลือกประเภทขยะ ทดสอบค่าความร้อน รูปแบบของเทคโนโลยี รวมถึงขั้นตอนที่ในการผลิตขยะเชื้อเพลิง แล้วนำมาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ ระยะเวลาการคุ้มทุน (Discounted Payback Period) อัตราคิดลดผลตอบแทนการลงทุน (Rate of Return) และการวิเคราะห์ความไวต่อปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

8. เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิง : กรณีศึกษาเทศบาลนครนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี	
ผลการศึกษา	1. มีขยะที่นำมาเป็นส่วนประกอบของเชื้อเพลิงขยะ ทั้งสิ้น 289.81 ตันต่อวัน โดยเลือกเศษอาหาร พลาสติก กระดาษและไม้ มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิง กำลังการผลิตเท่ากับ 172.84 ตันต่อวัน ค่าความร้อนเท่ากับ 26.66 MJ/KG 2. ทางเลือกที่ดีที่สุด คือ การใช้ฮีทปั๊ม ในขั้นตอนที่ 5 ไล่ความชื้นออก พบว่า อัตราคิดลด 10% NPV 396.79 ล้านบาท IRR เท่ากับ 55.47% และระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.11 ปี อายุโครงการ 15 ปี 3. การวิเคราะห์ความไว พบว่า ปริมาณขยะ ราคาเชื้อเพลิงขยะ และค่าความร้อน เป็นปัจจัยที่มีอิทธิผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากกว่าปัจจัยต้นทุนเครื่องจักร เมื่อปัจจัยปริมาณขยะ ราคาเชื้อเพลิงขยะ และค่าความร้อนขยะ
9. เรื่อง การศึกษาทางเลือกระบบกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลตำบลเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	สรศักดิ์ ชุมแวงวาปี (2556)
พื้นที่ศึกษา	เทศบาลตำบลเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น
วัตถุประสงค์การศึกษา	ศึกษารูปแบบวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม และคุ้มค่ากับการลงทุนโครงการก่อสร้างระบบกำจัดขยะ เลือกศึกษาระบบการกำจัดขยะ 3 ระบบ คือ แบบฝังกลบ แบบคัดแยกหมักทำปุ๋ย และแบบเตาเผา รวมถึงการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน โดยใช้เกณฑ์การวัดความคุ้มค่าของโครงการ คืออัตราส่วนผลประโยชน์ต่อการลงทุน (Benefit-Cost Ratio) โครงการอายุ 20 ปี เริ่มทำการศึกษา พ.ศ. 2556 – 2576

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

9. เรื่อง การศึกษาทางเลือกระบบกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลตำบลเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น	
วิธีการศึกษา	เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น ข้อมูลประชากร ปริมาณมูลฝอย วิธีกำจัดมูลฝอย เกณฑ์ในการออกแบบ เป็นต้น เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน โดยใช้แนวทางการวิเคราะห์อัตราผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน (Benefit-Cost) ของระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่ได้ศึกษา
ผลการศึกษา	ทางเลือกที่เหมาะสมกับพื้นที่ คือ ระบบ ฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุนเท่ากับ 1.08 ด้วยเหตุผลสนับสนุนด้านความเหมาะสมในด้านการดำเนินการ เทคโนโลยีการดูแลรักษาง่ายและสะดวก ไม่ซับซ้อน จากทางเลือกดังกล่าวควรได้รับการสนับสนุนจากเทศบาล และหน่วยงานภาครัฐเพื่อพิจารณาดำเนินการต่อไปให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อชุมชน
10.เรื่อง การประเมินศักยภาพและความคุ้มทุนด้านเศรษฐศาสตร์การใช้ขยะชุมชนจากเทศบาลนครขอนแก่น เพื่อเป็นพลังงานทดแทน	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	ณัชชลิดา ศรีประทุม (2556)
พื้นที่ศึกษา	เทศบาลนครขอนแก่น อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
วัตถุประสงค์การศึกษา	ศึกษาศักยภาพการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิงในรูปแบบพลังงานความร้อน ทั้งขยะสด ขยะแปรสภาพ และขยะเก่า เพื่อผลิตพลังงาน รวมถึงศึกษาความเหมาะสมของเทคโนโลยี ความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์ และความยั่งยืนในการแปรรูปขยะเป็นพลังงานทดแทนจากเชื้อเพลิงขยะ
วิธีการศึกษา	รวบรวมข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาศึกษาศักยภาพค่าพลังงานความร้อนของขยะสด และขยะเก่าที่จะนำไปสู่การแปรรูปเชื้อเพลิงขยะ และความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการสร้างพลังงานทดแทนจากเชื้อเพลิงขยะ โดยกระบวนการเผาตรง ณ สถานที่กำจัดขยะ ในพื้นที่ 98 ไร่

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

10.เรื่อง การประเมินศักยภาพและความคุ้มทุนด้านเศรษฐศาสตร์การใช้ขยะชุมชน จากเทศบาลนครขอนแก่น เพื่อเป็นพลังงานทดแทน	
ผลการศึกษา	พบว่า ค่าความร้อนแปรผันตรงกับระยะเวลาที่เก็บกักขยะในระยะเวลาหนึ่ง เริ่มคงที่และมีแนวโน้มต่ำลง โดยผลบ่งชี้ได้ว่าค่าพลังงานขยะเก่า (Aged Waste) มีค่ามากกว่าขยะสด (Fresh Waste) ประมาณ 44 % หากต้องการเพิ่มศักยภาพค่าพลังงานขยะใหม่ให้เพิ่มขึ้น ต้องกักเก็บขยะสดและเปลี่ยนสภาพเป็นขยะเก่าระยะเวลาที่สั้นที่สุด คือ 7 – 9 วันค่าความร้อนของขยะแปรสภาพจะมากกว่าหรือใกล้เคียงขยะเก่า ทั้งนี้ค่าความร้อนต่ำของขยะที่เพิ่มขึ้นไม่ได้มีผลต่อความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์โดยตรง แต่มีผลต่อการออกแบบในการเลือกขนาดของการผลิตไฟฟ้า
11.เรื่อง ความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยชุมชนทั่วไปของกรุงเทพมหานคร	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	ทิพย์มาศ สมนึก (2551)
พื้นที่ศึกษา	กรุงเทพมหานคร
วัตถุประสงค์การศึกษา	1. ศึกษาความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอย 2. เสนอแนวทางในการบริหารจัดการมูลฝอย
วิธีการศึกษา	ศึกษาความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย 5 วิธี คือ 1. เทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยโดยใช้เตาเผา (Incinerator) 2. เทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากมูลฝอย (MSW Gasification) 3. เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากมูลฝอย (Refuse Derived Fuel, RDF) 4. เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) 5. เทคโนโลยีการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอยชุมชน (Landfill Gas-to-Energy) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์เชิงลึก (Key Information) เพื่อเสนอแนวทางการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม รวมถึงการสรุปผลเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหา

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

11.เรื่อง ความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยชุมชนทั่วไปของกรุงเทพมหานคร	
ผลการศึกษา	เมื่อพิจารณาข้อมูลด้านเทคนิค การลงทุน และค่าดำเนินการ พบว่า เทคโนโลยีในแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป คือ เทคโนโลยีการผลิตพลังงานมูลฝอยโดยใช้เตาเผา (Incinerator) มีประสิทธิภาพการเผาไหม้ทำลายสูงและเผามูลฝอยได้ทุกประเภท แต่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง หากระบบบำบัดมลพิษมีประสิทธิภาพต่ำและเงินลงทุนและค่าดำเนินการสูง เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากมูลฝอย (MSW Gasification) มีประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงและมลพิษเกิดขึ้นน้อย แต่ต้องมีการคัดแยกมูลฝอยเบื้องต้นก่อน และเงินลงทุนและค่าดำเนินการสูง เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงจากขยะมูลฝอย (RDF) มีประสิทธิภาพการกำจัดมูลฝอยสูง และแปรรูปมูลฝอยเป็นเชื้อเพลิงได้ แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามาก เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) มีประสิทธิภาพการกำจัดมูลฝอยสูง และกากที่เหลือสามารถนำมาผลิตเป็นวัสดุปรับปรุงดิน แต่ใช้ได้เฉพาะมูลฝอยอินทรีย์และการเดินระบบค่อนข้างยาก และเทคโนโลยีการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอย (Landfill Gas-to-Energy) มีประสิทธิภาพการกำจัดมูลฝอยดี ลดการระเบิดและการปล่อยก๊าซมีเทน แต่ต้องใช้พื้นที่มาก ดังนั้น การพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีใดว่าเหมาะสมในพื้นที่กรุงเทพมหานครต้องคำนึงว่าเทคโนโลยีนั้นสามารถรองรับกับปริมาณองค์ประกอบ มูลฝอยมากน้อยแค่ไหน ความพร้อมความสามารถของบุคลากรในด้านการจัดการการเห็นความสำคัญในการกำจัดมูลฝอยของฝ่ายบริหารในกรุงเทพมหานครและที่สำคัญ คือ งบประมาณและการคลัง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

12. เรื่อง ความเหมาะสมของการจัดการขยะมูลฝอยผสมผสาน เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบ	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	วินัย ทองชุบ (2547)
พื้นที่ศึกษา	เทศบาลเมืองพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ
วัตถุประสงค์การศึกษา	ศึกษาหาแนวทางการลดปริมาณขยะมูลฝอยของเทศบาลเมือง พระประแดง คือ การรีไซเคิล การหมักปุ๋ย และผสมผสานทั้ง 2 แนวทาง
วิธีการศึกษา	โดยการเปรียบเทียบคุณลักษณะสมบัติและปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ตลอดจนการวิเคราะห์ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้วิธี Numerical Environmental Total Standard (NETS) ร่วมกับการประมาณราคาเบื้องต้นในการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาล เพื่อเปรียบเทียบแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย
ผลการศึกษา	อัตราการเกิดขยะมูลฝอย สภาพปัจจุบันมีค่า 2.36 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และในอนาคต ปี พ.ศ. 2555 จะเพิ่มขึ้นเป็น 2.74 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โดยปริมาณขยะมูลฝอยฝังกลบ 83,832 ตัน ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนทั้งสิ้น 3,695 ตัน และ 1,340 ตัน และสามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยด้วยการรีไซเคิลร้อยละ 16.84 แนวทางการหมักปุ๋ยร้อยละ 20.27 และแนวทางผสมผสาน ร้อยละ 37.11 ของปริมาณขยะมูลฝอยสภาพปัจจุบัน ทั้งนี้ จากการเปรียบเทียบคุณลักษณะสมบัติทางเคมี ประกอบด้วย ปริมาณความชื้น ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ ปริมาณเถ้า ปริมาณธาตุคาร์บอน ไฮโดนเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน และค่าความร้อนต่ำขององค์ประกอบขยะมูลฝอยทั้ง 4 แนวทาง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และพบว่า มีแนวโน้มลดลงตามแนวทางการลดปริมาณขยะมูลฝอย โดยเมื่อดำเนินการตามแนวทางการผสมผสาน สามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย มีปริมาณก๊าซแตกต่างกับการจัดการสภาพปัจจุบัน โดยมีระดับนัยสำคัญ 0.027, 0.021 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

12. เรื่อง ความเหมาะสมของการจัดการขยะมูลฝอยผสมผสาน เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบ	
	การประเมินต้นทุนรวมโดยรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากสภาวะเรือนกระจก ตามการจัดการสภาพปัจจุบันมูลค่า 3.12 บาทต่อคนต่อวัน การรีไซเคิลมูลค่า 2.60 บาทต่อคนต่อวัน การหมักปุ๋ยมูลค่า 2.48 บาทต่อคนต่อวัน และการผสมผสาน (รีไซเคิลควบคู่กับการหมักปุ๋ย) มีมูลค่าต่ำสุด 1.97 บาทต่อคนต่อวัน โดยมีต้นทุนค่าลงทุนและค่าดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยมีมูลค่า 1,255.45 บาทต่อตัน ขยะมูลฝอย และมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากสภาวะเรือนกระจก 45.36, 44.18, 42.96 และ 46.12 บาทต่อตันขยะมูลฝอย ตามการจัดการสภาพปัจจุบัน การรีไซเคิล การหมักปุ๋ย และการผสมผสาน ตามลำดับ ฉะนั้นการรณรงค์กิจกรรมการรีไซเคิลและการหมักปุ๋ยควบคู่กันไป สามารถลดปริมาณขยะมูลฝอย รวมถึงต้นทุนรวมการจัดการขยะมูลฝอยและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศดีที่สุด แตกต่างจากการดำเนินกิจกรรมตามแนวทางการ รีไซเคิลและหมักปุ๋ยเพียงอย่างเดียว
13. เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่และความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์การลงทุน	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	การุณย์ แสงบุริมทิศ (2541)
พื้นที่ศึกษา	กรุงเทพมหานคร
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อหาผลตอบแทนจากการลงทุนจากการจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่
วิธีการศึกษา	โดยนำข้อมูลสถิติ คือ ปริมาณ องค์ประกอบทางกายภาพ คุณสมบัติ และทางเคมีของขยะมูลฝอย นำวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้กำหนดให้โรงกำจัดขยะมูลฝอยได้ 200 ตัน/วัน อายุโครงการ 25 ปี และนำผลมาวิเคราะห์หาอัตราค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะที่น่าสนใจในแง่เศรษฐศาสตร์

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

13. เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่และความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์การลงทุน	
ผลการศึกษา	การจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ โดยจะคัดแยกวัสดุรีไซเคิล เช่น กระดาษ แก้ว พลาสติก โลหะ เป็นต้น เพื่อขายให้โรงงานรีไซเคิล ส่วนขยะอินทรีย์สารจะถูกกำจัดด้วยกระบวนการชีวภาพ วิธีนี้ทำให้ขยะมูลฝอยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก ได้วัสดุรีไซเคิล 52 ตัน/วัน ปุ๋ยหมัก 11 ตัน/วัน และกระแสไฟฟ้า 1.4 MW-hr เป็นรายได้จากวัสดุรีไซเคิลประมาณ 18 ล้านบาท/ปี ปุ๋ยหมักประมาณ 4 ล้านบาท/ปี และกระแสไฟฟ้าประมาณ 25 ล้านบาท/ปี รวมทั้งสิ้น 47 ล้านบาท/ปี เงินลงทุนรวม 335 ล้านบาท ควรกู้เงินจากกองทุนสิ่งแวดล้อมอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.8 ต่อปี ระยะเวลาผ่อนชำระคืนเงินกู้ 20 ปี และค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะ 300 บาท/ตัน มีระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 9 ปี NPV ประมาณ 84 ล้านบาท ที่อัตราลดค่า 12% อัตราผลตอบแทนของโครงการประมาณ 27% ซึ่งนับได้ว่าโครงการนี้มีความเหมาะสมในการลงทุน เนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนสั้นและผลตอบแทนที่คุ้มค่า
14. เรื่อง การประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	จรรยา ใจเย็น (2540)
พื้นที่ศึกษา	กรุงเทพมหานคร
วัตถุประสงค์การศึกษา	เพื่อศึกษาแนวทางเลือกระบบการกำจัดขยะมูลฝอย
วิธีการศึกษา	ศึกษาเทคโนโลยีที่ใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอย มี 3 แบบ คือ การฝังกลบอย่าถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) การหมักปุ๋ย (Composting) และการเผาในเตาเผา (Incinerator) มาเป็นแนวทางในการประเมินเพื่อกำจัดขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นให้หมดไปในวันต่อวัน
ผลการศึกษา	พบว่า แนวทางที่ 1 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยได้ทุกประเภท มีค่าใช้จ่ายประมาณ 6,173.58 ล้านบาท ราคาต่อตันมูลฝอยประมาณ 196 บาท แนวทางที่ 2ระบบหมักปุ๋ยและการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล โดยใช้การหมักปุ๋ยมาช่วยแก้ปัญหา

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

14. เรื่อง การประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร	
	การใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ในการฝังกลบ ค่าใช้จ่ายประมาณ 13,664.78 ล้านบาท หรือ 435 บาทต่อตันมูลฝอย และแนวทางที่ 3 ระบบเตาเผาร่วมกับการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล เพื่อให้กำจัดขยะมูลฝอยมีประสิทธิภาพมากขึ้น และช่วยแก้ปัญหาการใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ในการฝังกลบด้วย ค่าใช้จ่ายประมาณ 55,721.87 ล้านบาท หรือประมาณ 1,613 บาทต่อตัน โดยพิจารณาทั้ง 3 แนวทาง พบว่า แนวทางที่ 1 มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน และใช้ได้กับขยะทุกประเภท เมื่อเทียบกับอีก 2 แนวทาง ดังนั้น แนวทางที่ 1 จึงเป็นระบบที่เหมาะสมที่สุดในแง่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และใช้ได้กับขยะทุกประเภท มีแนวโน้มเป็นแนวทางในอนาคตในการกำจัดขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร ควรมีมาตรการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้น
15. เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยจากกรุงเทพมหานคร	
ผู้วิจัย/ทีมวิจัย	กฤตภาส มงคลธำรงกุล และประพิธาริ์ ธนารักษ์
พื้นที่ศึกษา	กรุงเทพมหานคร
วัตถุประสงค์การศึกษา	ศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนการใช้ประยุกต์จากขยะของกรุงเทพมหานครโดยการแปรรูปขยะเป็นไฟฟ้าจากเทคโนโลยีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันจากเทคโนโลยีไพโรไลซิส ระยะเวลาโครงการ 15 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2564
วิธีการศึกษา	วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์
ผลการศึกษา	พบว่า ปี 2564 ปริมาณขยะมูลฝอยจะมีปริมาณสูงถึง 12,212.48 ตันต่อวัน เทียบกับ 8,820 ตันต่อวันในปี 2550 มีปริมาณมากพอในการแปรรูปโดยเทคโนโลยีที่ศึกษา การวิเคราะห์ทางการเงินโครงการแปรรูปขยะเป็นไฟฟ้า พบว่า ณ อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.25 เกิดความคุ้มค่า

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

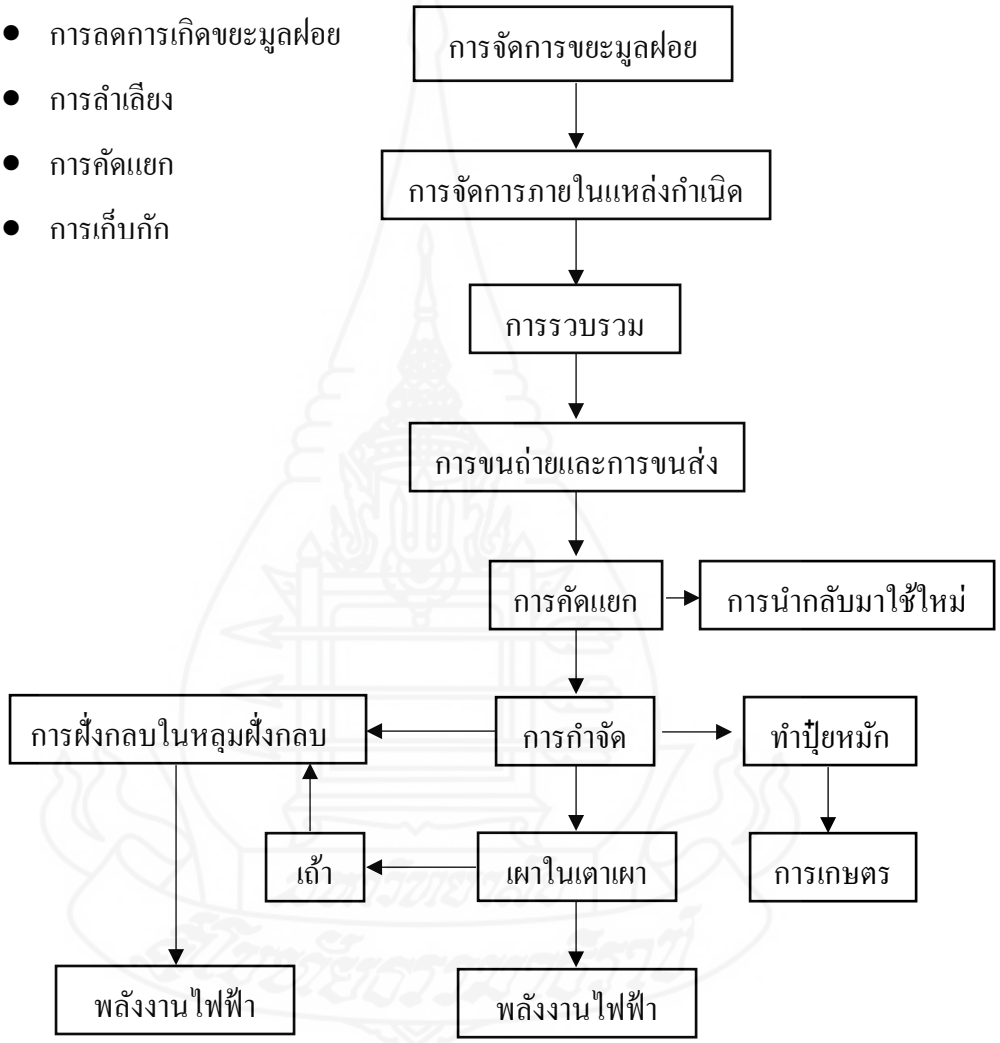
15. เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยจากกรุงเทพมหานคร	
	เมื่อเครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงถึงร้อยละ 90 ถ้าคิดที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10.25 เครื่องจักรต้องมีประสิทธิภาพเต็มร้อยเปอร์เซ็นต์ จึงจะเกิดความคุ้มค่า สำหรับโครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน พบว่า ณ อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.25 มีความคุ้มค่าเมื่อเครื่องจักรมีประสิทธิภาพการผลิต 8 ตันต่อวัน และ ณ อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10.25 จะต้องแปรรูปได้ 10 ตันต่อวัน ส่วนการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการแปรรูปขยะเป็นไฟฟ้า พบว่า ณ อัตราคิดลดร้อยละ 8 มีความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อเครื่องจักรมีประสิทธิภาพร้อยละ 80 และ ณ อัตราคิดลดร้อยละ 10 ขึ้นไป เครื่องจักรจะต้องมีประสิทธิภาพถึงร้อยละ 90 สำหรับโครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน พบว่า ณ อัตราคิดลดร้อยละ 8 และ 10 เกิดความคุ้มค่าเมื่อเครื่องจักรมีประสิทธิภาพการผลิต 4 ตันต่อวัน และถ้าคิดที่อัตราคิดลดร้อยละ 12 ต้องแปรรูปได้ 6 ตันต่อวันการนำขยะไปแปรรูปเป็นไฟฟ้าหรือน้ำมันเป็นทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ในการลงทุนระยะยาวของภาครัฐสำหรับการลงทุนภาคเอกชนนั้น โครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันจะมีความเป็นไปได้สูงกว่าโครงการแปรรูปเป็นไฟฟ้า

3. หลักการจัดการและเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย

3.1 หลักการจัดการขยะมูลฝอย

โดยทั่วไปองค์ประกอบหลักการจัดการมูลฝอย ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

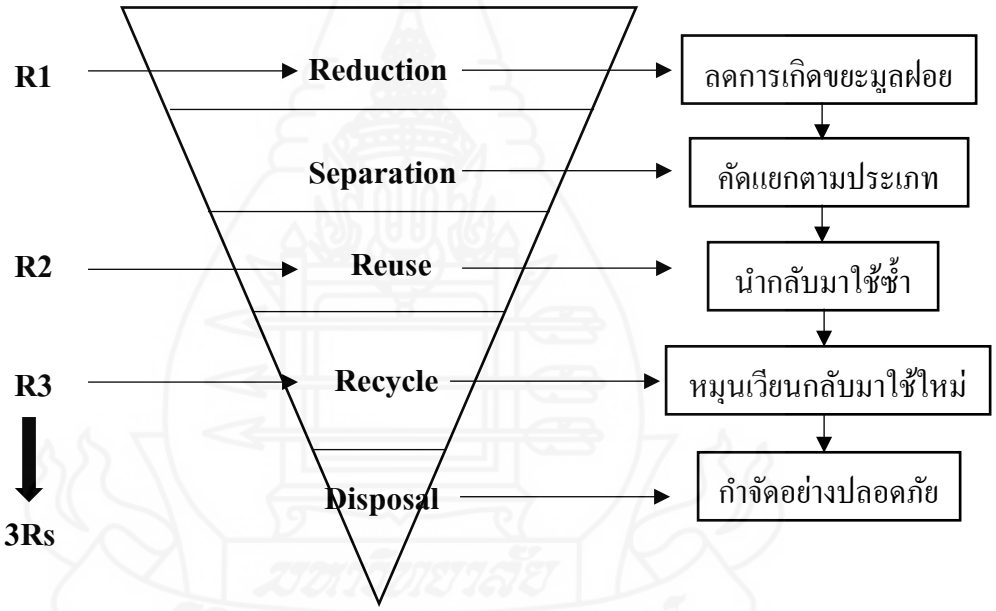
- การลดการเกิดขยะมูลฝอย
- การลำเลียง
- การคัดแยก
- การเก็บกัก



ที่มา: คณะอนุกรรมการมาตรฐานการประกอบวิชาชีพ สภาวิศวกร, (2560).

ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบหลักของการจัดการขยะมูลฝอย

สำหรับแนวคิดในการจัดการขยะมูลฝอย ประกอบด้วยแนวคิดของ 3Rs อันได้แก่ Reduce หมายถึง ลดการเกิดขยะมูลฝอย Reuse หมายถึง นำกลับมาใช้ซ้ำ และ Recycle หมายถึง หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งการดำเนินงานตามหลัก 3 Rs จะใช้หลักการคัดแยกองค์ประกอบของขยะมูลฝอยเป็นกลุ่มๆ ตามประเภทของขยะ เช่น กระดาษ พลาสติก โลหะ แก้ว หรือเศษอาหาร เป็นต้น ทั้งนี้การคัดแยกขยะทำให้สามารถลดปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัดให้เหลือน้อยลง ยิ่งทำการคัดแยกเป็นกลุ่มหรือหมวดหมู่มากเท่าใดก็จะสามารถนำขยะกลับมาใช้ใหม่ได้มากขึ้น ปริมาณขยะที่เป็นภาระต้องกำจัดก็จะเหลือน้อยลง ช่วยทำให้ต้นทุนการกำจัดลดลงด้วยเช่นกัน เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยลง รวมถึงเป็นการรักษาทรัพยากรไว้ใช้ประโยชน์ได้นานยิ่งขึ้นจากการนำกลับมาใช้ใหม่



ที่มา: คณะอนุกรรมการมาตรฐานการประกอบวิชาชีพ สภาวิศวกร, (2560).

ภาพที่ 2.3 แนวคิดการจัดการขยะมูลฝอย

3.2 การจัดการขยะมูลฝอยแต่ละประเภทตามลักษณะของขยะมูลฝอย

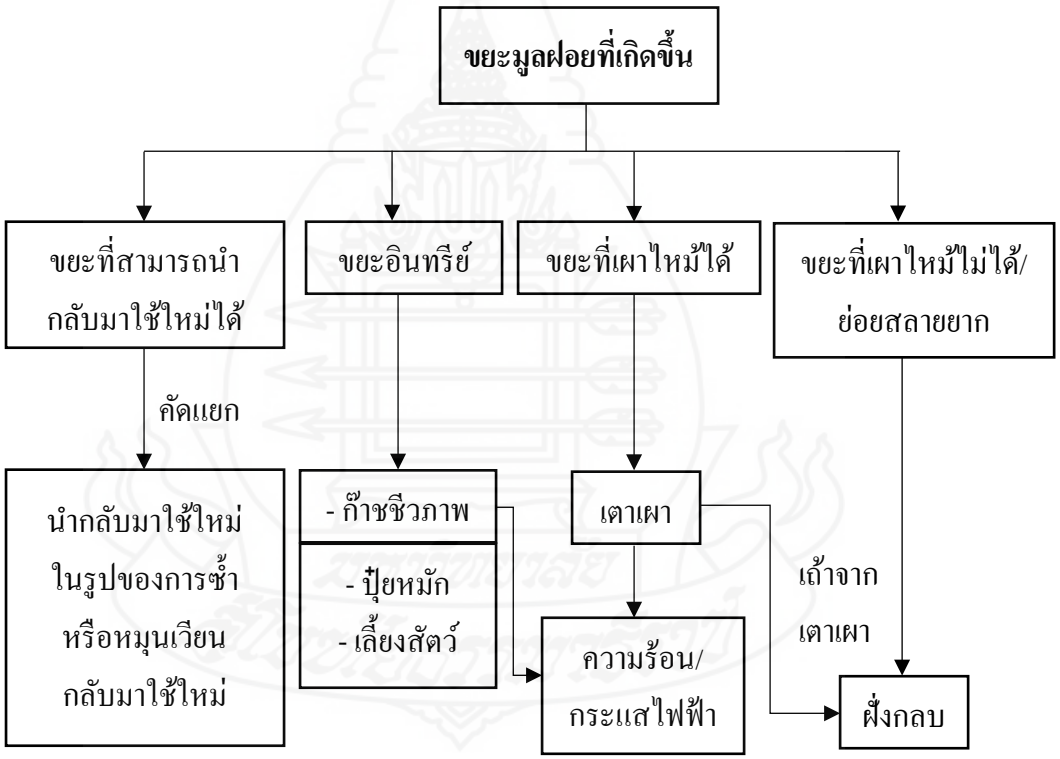
ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้น หลักการจัดการที่เหมาะสมต้องพิจารณาจากลักษณะของขยะมูลฝอยเป็นสำคัญ โดยทั่วไปแบ่งลักษณะของขยะมูลฝอยเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

3.2.1 ขยะที่สามารถนำกลับมาใหม่ได้ (Recycle Waste) เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ อโลหะ

3.2.2 ขยะอินทรีย์ (Organic Waste) เช่น เศษอาหาร กิ่งไม้ ใบไม้ เป็นต้น

3.2.3 ขยะที่เผาไหม้ได้ (Combustible Waste) เช่น กระดาษ พลาสติก ที่ผ่านการคัดแยกไปรีไซเคิล เป็นต้น

3.2.4 ขยะที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non-Combustible Waste) เช่น เศษดิน หิน อิฐ ปูน เป็นต้น



ที่มา: คณะอนุกรรมการมาตรฐานการประกอบวิชาชีพ สภาวิศวกร, (2560).

ภาพที่ 2.4 การจัดการขยะมูลฝอยแต่ละประเภทตามลักษณะขยะมูลฝอย

3.3 การกำจัดขยะมูลฝอย

การกำจัดขยะมูลฝอย เป็นกิจกรรมสุดท้ายในวงจรชีวิตของขยะมูลฝอย การกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบันมีหลายวิธีการแต่ที่นิยมและมีประสิทธิภาพ มีอยู่ 5 วิธีการใหญ่ๆ คือ

3.3.1 การกำจัดด้วยวิธีเชิงกล-ชีวภาพ (Mechanical Biological Waste Treatment : MBT) มีหลักการ คือ กระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุซึ่งเป็นอาการขอองจุลินทรีย์ที่ปนมากับขยะมูลฝอยจนกระทั่งสารอาหารหมด ทำให้กระบวนการย่อยสลายสิ้นสุดลง ไม่ก่อให้เกิดก๊าซมีเทน (CH4) จากระบบและมีน้ำซะขยะในปริมาณน้อย จากนั้นขยะประเภทกระดาษ พลาสติก จะถูกนำไปคัดแยกเพื่อนำกลับไปแปรูปใช้ใหม่ (Recycle) ส่วนขยะที่ย่อยสลายแล้ว เช่น อินทรียวัตถุ จะถูกรวบรวมไปเป็นสารปรับปรุงดิน (Soil Conditioner) เป็นต้น ส่วนเศษมูลฝอยที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้จะถูกนำไปฝังกลบในหลุมฝังกลบ ซึ่งถือเป็นการสิ้นสุดของกระบวนการ MBT

3.3.2 การผลิตก๊าซชีวภาพด้วยกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion: AD) เป็นการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Process) ที่ได้ก๊าซมีเทน (CH4) ที่ติดไฟ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น กระบวนการสลายแบบไร้ออกซิเจน แบ่งเป็น

1) การผลิตก๊าซชีวภาพโดยคัดแยกขยะอินทรีย์และนำไปหมักในถังหมักเฉพาะ (Anaerobic Digestion: AD)

2) การผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุดฝังกลบขยะมูลฝอยหรือเรียกว่า Landfill Gas

3.3.3 การทำปุ๋ยหมัก (Composting) เป็นการนำเฉพาะขยะอินทรีย์มาหมักให้กลายสภาพเป็นสารอินทรีย์ในรูปของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยใช้สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กๆ เช่น ไส้เดือนดิน หนอนดิน และจุลินทรีย์ในขยะมูลฝอยเป็นผู้ทำการย่อยสลาย การทำปุ๋ยหมักสามารถทำได้ทั้ง 2 ปฏิกิริยา คือ การหมักแบบไร้ออกซิเจน และการหมักแบบใช้ออกซิเจน

3.3.4 การเผาในเตาเผา (Incineration) เป็นการทำลายขยะมูลฝอยประเภทที่สามารถติดไฟได้ เช่น ขยะอินทรีย์ พลาสติก กระดาษ ไม้และเศษไม้ โดยการใช้ความร้อนในตัวของขยะเหล่านั้นเป็นตัวทำลายขยะมูลฝอยเอง โดยการเผาในที่สามารถควบคุมอากาศและมีการบำบัดมลพิษที่เกิดจากการเผาก่อนปล่อยสู่อากาศอย่างปลอดภัย ส่วนเถ้าที่เกิดจากการเผาจะต้องนำไปฝังกลบอย่างปลอดภัย ผลที่ได้จากการเผาขยะ คือ ความร้อนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น น้ำร้อน ไอน้ำ ผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

3.3.5 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) เป็นการนำขยะมูลฝอยทั้งหมดที่ไม่ได้ผ่านการคัดแยกหรือผ่านการคัดแยกมาแล้วฝังลงหลุมดินที่ขุดรองรับขยะได้ โดยที่ก้นหลุมมีการปูวัสดุกันซึม อาทิ ดินเหนียวหรือแผ่นพลาสติกกันซึม เมื่อนำขยะบรรจุลงในหลุมมี

การบดอัดแน่นแล้วมีการกลบทับด้วยดินหรือวัสดุที่ทำหน้าที่ป้องกันกลิ่น แมลง หรือสัตว์ไปคุ้ยเขี่ยในแต่ละวัน ระบบฝังกลบมีการรวบรวมน้ำชะขยะที่เกิดขึ้นออกไปบำบัดก่อนทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ นอกจากนั้นยังมีการระบายก๊าซที่เกิดจากหลุมฝังกลบออกจากหลุม เพื่อป้องกันการเกิดระเบิดหรือการติดไฟของก๊าซมีเทน เป็นต้น

3.4 การกำจัดขยะมูลฝอย

มีอยู่ 5 วิธี ได้แก่

3.4.1 การเผาในเตาเผา (Incinerator) เป็นการนำพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยกลับมาใช้ ซึ่งอยู่ในรูปของอากาศร้อนจำเป็นต้องระบายออกจากห้องเผาและเตาเผา โดยสามารถนำอากาศร้อนที่ได้มาใช้ประโยชน์ เช่น การต้มน้ำให้ร้อนและส่งไปยังผู้ที่ต้องการใช้ หรือ การต้มน้ำให้เดือดกลายเป็นไอน้ำเพื่อนำไปใช้ผลิตพลังงานหรือประโยชน์อย่างอื่นในอุตสาหกรรม เป็นต้น รูปแบบของการนำพลังงานความร้อนไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันไอน้ำ (Steam turbine) อากาศร้อนที่ผ่านหม้อต้มน้ำ (Boiler) ได้เป็นไอน้ำที่มีแรงดันสูงผ่านไปหมุนกังหัน (Turbine) แล้วไปหมุนเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า (Generator) และได้กระแสไฟฟ้าที่พร้อมจะนำไปใช้ประโยชน์

3.4.2 แท่งเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel, RDF) หลักการทำงานของเทคโนโลยีแท่งเชื้อเพลิงขยะ เริ่มจากการคัดแยะขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ ขยะอันตรายและขยะรีไซเคิลออกจากขยะมูลฝอยรวม จากนั้นจึงป้อนเข้าเครื่องบดเพื่อลดขนาด ซึ่งอาจมีการป้อนเข้าเตาอบเพื่อลดความชื้นของขยะมูลฝอยโดยการใช้ความร้อนจากลมร้อนหรือไอน้ำเพื่ออบขยะให้แห้งซึ่งจะทำให้น้ำหนักลดลงเกือบร้อยละ 50 (ความชื้นเหลือไม่เกินร้อยละ 15) และสุดท้ายจะส่งไปเข้าเครื่องอัดเม็ด (Pellet) หรือทำเป็นแท่งเพื่อทำให้ได้เชื้อเพลิงขยะอัดเม็ดหรือเป็นแท่งที่มีขนาดและความหนาแน่นเหมาะสมต่อการขนส่งหรือการใช้งาน

3.4.3 การผลิตก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Biogas Production by Anaerobic Digestion) แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย (Landfill gas) และการคัดแยกเฉพาะขยะอินทรีย์และนำไปหมักในถังหมักเฉพาะเพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ (Anaerobic Digestion, AD) โดยเฉพาะก๊าซมีเทน (CH4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) และก๊าซอื่นๆ สำหรับก๊าซที่รวบรวมได้ทั้งหมดจะถูกไปสันดาปในห้องเผา (Internal Combustion) แล้วผลิตกระแสไฟฟ้า

3.4.4 การแปรรูปขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกเป็นน้ำมัน เนื่องจากขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเช่นเดียวกับน้ำมัน เพียงแต่จำนวนคาร์บอนน้อยกว่าพลาสติก เช่น ดีเซลจะมีคาร์บอน 12 – 20 ตัว แต่พลาสติกจะเป็นโซ่ยาวมากมีคาร์บอนจำนวนมาก

โดยจำนวนคาร์บอนขึ้นอยู่กับชนิดของโพลิเมอร์นั้นๆ การที่จะเปลี่ยนให้เป็นน้ำมันได้จะต้องตัดโซ่ให้สั้นลงพลาสติกโดยทั่วไปมีหลายประเภทที่มีความสามารถในการผลิตน้ำมันได้ แต่อาจได้ปริมาณและผลผลิตที่ต่างกัน โดยน้ำมันที่ได้จากขวดใสและถุงพลาสติกทั่วไปจะได้ดีเซลสีขุ่นดำ แต่หากใช้วัตถุดิบประเภทถุงพลาสติกใหม่จะได้น้ำมันเหลืองใส

3.4.5 เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc) เป็นเทคโนโลยีด้านพลังงานขั้นสูงที่ใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยได้หลายลักษณะ หลักการ คือ การป้อนขยะมูลฝอยเข้าไปใน Plasma arc field ซึ่งมีอุณหภูมิสูงประมาณ 5,000 – 15,000 องศาเซลเซียล โดยตรง อุณหภูมิที่สูงระดับนี้จะสามารถแยกอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของขยะมูลฝอยได้ ทำให้ขยะมูลฝอยถูกความร้อนเผาทำลายหมด ความร้อนที่ได้สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยใช้เป็นเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำและนำไอน้ำมาผลิตเป็นพลังงานกระแสไฟฟ้าต่อไป โดยเทคโนโลยีพลาสมาอาร์คประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ เครื่องปฏิกรณ์พลาสมา (Plasma Reactor) ระบบควบคุมด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Control) และระบบผลิตพลังงาน (Power Generation Unit)

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีสำหรับการแปรรูปขยะมูลฝอยให้เป็นพลังงาน

หัวข้อ	เทคโนโลยี	รายละเอียด
1.ปริมาณขยะมูลฝอย	**Incinerator**	ไม่น้อยกว่า 50 ตัน/วัน
	RDF	ขยะมูลฝอยที่คัดแยกและพร้อมจะนำไปทำเป็นเชื้อเพลิง ไม่น้อยกว่า 50 ตัน/วัน
	Landfill Gas	ไม่น้อยกว่า 100 ตัน/วัน มีสัดส่วนของปริมาณขยะมูลฝอยอินทรีย์ไม่น้อยกว่า 40 ตัน/วัน
	AD	ไม่น้อยกว่า 10 ตัน/วัน ปริมาณขยะอินทรีย์ที่คัดแยกได้ไม่น้อยกว่า 4 ตัน/วัน
	Plastic to Oil	ขยะพลาสติกไม่น้อยกว่า 5 ตัน/วัน
2.องค์ประกอบของขยะมูลฝอย	**Incinerator**	เหมาะสำหรับท้องถิ่นที่มีขยะมูลฝอยประเภทที่ให้ความร้อนสูง เช่น พลาสติก กระดาษ เพราะจะทำให้ใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้น้อยและให้ความร้อนสูง
	RDF	เหมาะสำหรับท้องถิ่นที่มีขยะมูลฝอยประเภทที่ให้ความร้อนสูง เช่น พลาสติก กระดาษ เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

หัวข้อ	เทคโนโลยี	รายละเอียด
	Landfill Gas	ใช้กำจัดขยะมูลฝอยได้ทุกประเภท แต่เหมาะสำหรับท้องถิ่นที่มีขยะมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ปริมาณสูง เพราะจะให้ก๊าซมีเทนในปริมาณที่มาก
	AD	เหมาะสำหรับท้องถิ่นที่มีขยะมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ปริมาณสูง
	Plastic to Oil	เหมาะสำหรับท้องถิ่นที่มีขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกปริมาณสูง
	Plasma Arc	ไม่มีข้อจำกัดเรื่องประเภทขยะมูลฝอย
3.จำนวนบุคลากรที่ต้องเตรียม	**Incinerator**	ไม่น้อยกว่า 16 คน โดยเป็นบุคลากรค่อนข้างมีความรู้และความชำนาญ
	RDF	ไม่น้อยกว่า 6 คน
	Landfill Gas	ไม่น้อยกว่า 6 คน
	AD	ไม่น้อยกว่า 6 คน
	Plastic to Oil	ไม่น้อยกว่า 6 คน โดยเป็นบุคลากรค่อนข้างมีความรู้และความชำนาญระดับปานกลาง
	Plasma Arc	ไม่น้อยกว่า 30 คน โดยเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญสูงมาก
4.การคัดแยกขยะมูลฝอย	**Incinerator**	ควรมีการคัดแยกขยะมูลฝอยพวกเศษอาหารหรือขยะที่มีความชื้นสูงออกก่อน เพื่อลดการใช้พลังงานในการเผาไหม้
	RDF	จำเป็นต้องใช้ขยะมูลฝอยประเภทเฉพาะเจาะจง ดังนั้นหากต้องการดำเนินการให้ได้ผลดี จะต้องมีระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย
	Landfill Gas	ไม่จำเป็น
	AD	จำเป็นต้องใช้ขยะมูลฝอยประเภทเฉพาะเจาะจง ดังนั้นหากต้องการดำเนินการให้ได้ผลดี จะต้องมีระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

หัวข้อ	เทคโนโลยี	รายละเอียด
	Plastic to Oil	จำเป็นต้องใช้ขยะมูลฝอยประเภทเฉพาะเจาะจง ดังนั้น หากต้องการดำเนินการให้ได้ผลดี จะต้องมีระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย
	Plasma Arc	ไม่มีข้อจำกัดเรื่องประเภทขยะมูลฝอย
5. จำนวนเงินลงทุน (โดยประมาณ)	**Incinerator**	ประมาณ 3 – 4 ล้านบาท/ตันขยะมูลฝอย
	RDF	ประมาณ 60,000 – 90,000 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	Landfill Gas	ประมาณ 300,000 – 750,000 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	AD	ประมาณ 750,000 – 1,200,000 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	Plastic to Oil	ประมาณ 8,000,000 บาท/ตันขยะมูลฝอยประเภทพลาสติก
	Plasma Arc	ไม่มีข้อมูล
6.ค่าดำเนินการ (โดยประมาณ)	**Incinerator**	ประมาณ 600 – 4,500 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	RDF	ประมาณ 300 – 2,250 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	Landfill Gas	ประมาณ 900 – 2,250 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	AD	ประมาณ 900 – 2,250 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	Plastic to Oil	ประมาณ 700 – 1,800 บาท/ตันขยะมูลฝอย
	Plasma Arc	ไม่มีข้อ
7. พื้นที่ที่ต้องจัดเตรียม (โดยประมาณ)	**Incinerator**	ไม่น้อยกว่า 10 ไร่
	RDF	ไม่น้อยกว่า 6 ไร่
	Landfill Gas	ไม่น้อยกว่า 100 ไร่
	AD	ไม่น้อยกว่า 5 ไร่
	Plastic to Oil	ไม่น้อยกว่า 5 ไร่
	Plasma Arc	ไม่มีข้อมูล
8. ความพร้อมของบุคลากร	**Incinerator**	ใช้เทคโนโลยีค่อนข้างสูงต้องจัดเตรียมและอบรมบุคลากรให้พร้อมก่อนเริ่มดำเนินการ
	RDF	ใช้เทคโนโลยีไม่สูงมากนักใช้ระยะเวลาในการอบรมบุคลากรไม่นาน

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

หัวข้อ	เทคโนโลยี	รายละเอียด
	Landfill Gas	ใช้เทคโนโลยีไม่สูงมากนักใช้ระยะเวลาในการอบรมบุคลากรไม่นาน
	AD	ใช้เทคโนโลยีไม่สูงมากนักใช้ระยะเวลาในการอบรมบุคลากรไม่นาน
	Plastic to Oil	ใช้เทคโนโลยีปานกลาง ใช้ระยะเวลาในการอบรมบุคลากรพอสมควร
	Plasma Arc	เป็นเทคโนโลยีขั้นสูง ต้องใช้ระยะเวลาจัดเตรียมบุคลากรนานมาก
9.ความจำเป็นในการร่วมกลุ่มกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นข้างเคียง	**Incinerator**	จำเป็น หากมีขยะมูลฝอยปริมาณน้อย
	RDF	ไม่จำเป็น
	Landfill Gas	จำเป็น หากมีขยะมูลฝอยปริมาณน้อย
	AD	จำเป็น หากมีขยะมูลฝอยปริมาณน้อย
	Plastic to Oil	จำเป็น หากมีขยะมูลฝอยปริมาณน้อยเพราะจะไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
	Plasma Arc	จำเป็น เพื่อให้มีปริมาณขยะมูลฝอยเพียงพอ
10. ศักยภาพของท้องถิ่น	**Incinerator**	ต้องเป็นท้องถิ่นที่มีศักยภาพพอสมควรทั้งในด้านบุคลากรและงบประมาณ เนื่องจากต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ รวมทั้งใช้งบประมาณในการก่อสร้างและค่าดำเนินการเมื่อเปิดใช้ค่อนข้างสูง
	RDF	ไม่จำเป็นต้องมีศักยภาพสูงมากนัก แต่ควรมีบุคลากรที่มีความเอาใจใส่ในการดำเนินการ เพราะต้องมีการคัดแยกเพื่อนำขยะมูลฝอยเฉพาะที่นำมาทำเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้เท่านั้น
	Landfill Gas	ท้องถิ่นไม่จำเป็นต้องมีศักยภาพสูง

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

หัวข้อ	เทคโนโลยี	รายละเอียด
	AD	ท้องถิ่นไม่จำเป็นต้องมีศักยภาพสูง แต่หากต้องการผลิตก๊าซชีวภาพให้ได้ผลดี ควรมีบุคลากรที่มีความเอาใจใส่ในการดำเนินการคัดแยกเอาเฉพาะขยะอินทรีย์
	Plastic to Oil	ท้องถิ่นต้องมีศักยภาพปานกลาง ในการมีเจ้าหน้าที่ดูแลรักษาเครื่องจักรที่ใช้แปรรูปพลาสติกเป็นน้ำมัน
	Plasma Arc	ต้องเป็นท้องถิ่นที่มีศักยภาพสูงมากทั้งในด้านบุคลากรและงบประมาณ เนื่องจากต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญเฉพาะด้าน รวมทั้งใช้งบประมาณในการลงทุนก่อสร้างและค่าดำเนินการเมื่อเปิดใช้งานค่อนข้างสูง
11. การยอมรับของประชาชนและความพร้อมในการ	**Incinerator**	ยอมรับปานกลาง
	RDF	ยอมรับน้อย
	Landfill Gas	ยอมรับปานกลาง
	AD	ยอมรับปานกลาง
	Plastic to Oil	ยอมรับมาก
	Plasma Arc	ประชาชนยังไม่รู้จักและไม่คุ้นเคย

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2554).

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

งานวิจัยฉบับนี้ มุ่งเน้นศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis, CBA) สำหรับวิเคราะห์ทางเลือกในการจัดการขยะมูลฝอยระดับจังหวัดของจังหวัดนนทบุรี โดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี โดยพิจารณาเปรียบเทียบทางเลือกที่เป็นไปได้ของเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย ในปัจจุบันภายใต้อายุโครงการ 20 ปี (พ.ศ. 2562 – 2581) ประกอบด้วย ทางเลือกที่ 1 คือ เทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน) ทางเลือกที่ 2 คือ เทคโนโลยีการกำจัดขยะโดยใช้เตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และทางเลือกที่ 3 คือ เทคโนโลยีผลิตแท่งเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยกำหนดให้ทั้งทางเลือกที่ 2 และ 3 ผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายด้วย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ได้พิจารณาทางเลือกดังกล่าวข้างต้นในการจัดการขยะมูลฝอย โดยครอบคลุมพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ทั้ง 6 อำเภอ มีประชาชนที่จะได้รับผลกระทบจำนวน 648,649 ครัวเรือน หรือ คิดเป็นจำนวนประชากร 1,211,924 คน (ข้อมูล ณ เดือนธันวาคม 2559) และประชากรแฝงจำนวน 579,900 คน ทั้งนี้ ข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลตามทะเบียนราษฎร์ กระทรวงมหาดไทย และการสำรวจประชากรแฝงในปี 2559 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

งานศึกษานี้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์มาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในแต่ละทางเลือกด้วยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis, CBA) ประกอบด้วย

2.1 คำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) การคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ ตามสมการดังนี้

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

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

r คือ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่เหมาะสม

2.2 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) เมื่อกำหนด r คือ อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ และค่าของ r จะสามารถหาได้จากการแก้สมการดังนี้

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

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

r คือ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่เหมาะสม

2.3 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (Benefit-Cost Ratio : B/C Ratio) ตามสมการดังนี้

$$B/C\ Ratio = \frac{\sum_{t=0}^{N-1} B_t}{\sum_{t=0}^{N-1} C_t}$$

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

นอกจากการวิเคราะห์ดังที่ได้กล่าวในข้างต้นแล้ว จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เพื่อเป็นการทดสอบความอ่อนไหวของผลการศึกษาเมื่อค่าของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์เปลี่ยนไป เช่น การทดสอบด้วยการแทนค่ากรณีดีที่สุด (Best Case scenario) หรือ กรณีเลวร้ายสุด (Worst Case Scenario)

3. การเก็บรวมรวมข้อมูล

3.1 ข้อมูลปฐมภูมิ โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ได้แก่ สถานการณ์ปัจจุบันเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย ความเหมาะสมของเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย ต้นทุนในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันและในแต่ละทางเลือก

3.2 ข้อมูลทุติยภูมิ โดยทำการรวบรวมข้อมูลทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่นำเสนอในรูปของข้อมูลทางสถิติ รายงานและการวิจัยต่างๆ อาทิเช่น ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงพลังงาน กรมควบคุมมลพิษ กรมการปกครอง กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาแห่งประเทศไทย องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี เป็นต้น เพื่อรวบรวมข้อมูลทางวิชาการถึงความเหมาะสมของเทคโนโลยีการจัดการขยะ จำนวนประชากร ปริมาณขยะมูลฝอย ต้นทุนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยแต่ละทางเลือก

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (Descriptive Method) เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีโดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี อัตราการเกิดขยะ อัตราการเติบโตของประชากร ค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน โดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์ คือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ อัตรา และอัตราส่วน

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Method) โดยการนำข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิมาทำการวิเคราะห์ เพื่อการประเมินถึงความเหมาะสมในทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการบริหารจัดการขยะมูลฝอย สำหรับเครื่องมือการวิเคราะห์ คือ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis, CBA) เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก ซึ่งมีเกณฑ์ในการตัดสินใจ คือ ความคุ้มค่าของแต่ละทางเลือก และการวิเคราะห์

ความอ่อนไหวในตัวแปรต่างๆ เช่น อัตราคิดลด อัตราปริมาณขยะมูลฝอย เป็นต้น เพื่อให้ทราบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในอนาคตมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

5. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการ (Cost-Benefit Analysis, CBA)

แบ่งออกเป็นดังนี้ (เรวดี จรุงรัตนาพงศ์, 2560)

5.1 การกำหนดกลุ่มอ้างอิง (Referent Group) เป็นการกำหนดพื้นที่ของโครงการ และใครเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของโครงการ สำหรับการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี มีพื้นที่ในการให้บริการกำจัดขยะมูลฝอยสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 622 ตารางกิโลเมตร ในส่วนของพื้นที่กำจัดมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีตั้งอยู่บนพื้นที่หมู่ที่ 8 ตำบลคลองขวาง อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี จำนวน 457 ไร่

5.2 กำหนดทางเลือกที่จะดำเนินการที่เป็นไปได้ การศึกษาครั้งนี้ ได้พิจารณาถึงทางเลือกที่มีความเป็นไปได้สำหรับการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี โดยพิจารณาถึงปัจจัยปริมาณขยะมูลฝอย องค์ประกอบของขยะมูลฝอย ที่ดิน ลักษณะรูปแบบการดำเนินการ ตลอดรวมถึงเงินงบประมาณสำหรับการลงทุนและการดำเนินงาน และจากการทบทวนงานวิจัยและการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบเรื่องการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี พบว่า หากดำเนินการฝั่งกลบอย่างถูกสุขาภิบาลขยะมูลฝอยในปริมาณประมาณวันละ 1,100 ตัน คาดว่าจะมีพื้นที่สำหรับการฝั่งกลบที่จะสามารถใช้งานได้ไม่เกิน 5 ปี ฉะนั้นทางเลือกที่เหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอย คือ 1. เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยกำหนดให้เป็นทางเลือกที่ 2 และ 2. เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยนำไปผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงขยะ (RDF) และบางส่วนนำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเตาเผาแบบ Gasification (RDF + Gasification) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยกำหนดให้เป็นทางเลือกที่ 3 เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น งานศึกษานี้จึงได้ศึกษาเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีในปัจจุบันด้วย คือ เทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยกำหนดให้เป็นทางเลือกที่ 1

5.3 กำหนดผลกระทบ (ทั้งทางบวกและลบ) ทางกายภาพที่จะเกิดขึ้นของโครงการ

การศึกษาในครั้งนี้จะทำการประเมินผลกระทบของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ตำบลคลองขวาง อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ในแต่ละทางเลือก ตลอดอายุโครงการ 20 ปี (พ.ศ. 2562 – 2581) โดยต้นทุนของแต่ละทางเลือกได้มาจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสัมภาษณ์ ตามตารางที่ 3.1 มีรายละเอียด ดังนี้

5.3.1 เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (ทางเลือกที่ 2) มีต้นทุนและผลตอบแทน ประกอบด้วย

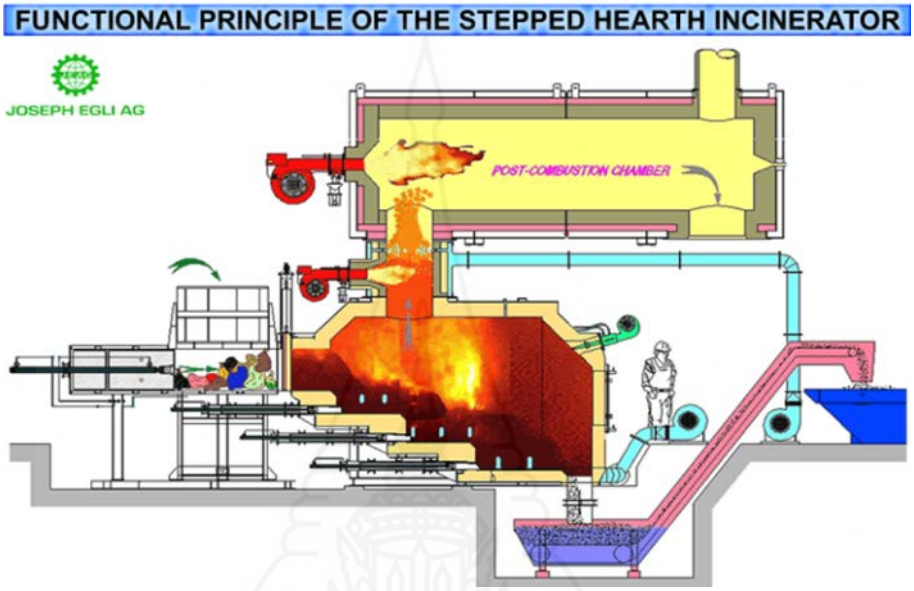
1) ต้นทุนในการเริ่มโครงการ (Capital Investment Cost) ได้แก่ ค่าที่ดิน ค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างโรงงานกำจัดขยะมูลฝอย ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย ค่าก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย ค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างโรงผลิตไฟฟ้า ค่าระบบสาธารณูปโภคและโครงสร้างพื้นฐาน ค่าจัดเตรียมพื้นที่งานก่อสร้าง ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดรวมถึงค่าติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์

2) ต้นทุนดำเนินงานและการบำรุงรักษา (Operating and Maintenance) เป็นค่าใช้จ่ายเพื่อให้การดำเนินงานตามปกติ และการบำรุงรักษาให้สิ่งก่อสร้าง เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ในสภาพที่สามารถดำเนินการหรืองานใช้ได้ตลอดอายุของโครงการ ตลอดจนรวมถึงค่าบำบัดน้ำชะมูลฝอย ค่าแรงงาน และค่าวัสดุและสารเคมีต่างๆ เป็นต้น

ที่มา: วรพจน์ กนกกัณฑพงษ์, (2557).

ภาพที่ 3.1 โรงไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย

3) ต้นทุนค่าเสียโอกาสที่ดิน การศึกษาครั้งนี้ประเมินค่าเสียโอกาสที่ดินจากมูลค่าการจำหน่ายข้าวเปลือกเจ้าที่ผลิตได้ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีตามจำนวนแปลง (ไร่) เนื่องจากพื้นที่โดยรอบโครงการในปัจจุบันเป็นพื้นที่การเพาะปลูกข้าวเจ้า



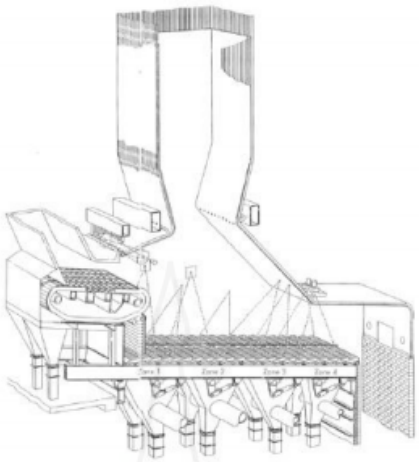
ที่มา: วรพจน์ กนกกัณฑพงษ์, (2557).

ภาพที่ 3.2 กระบวนการทำงานของเตาเผาขยะมูลฝอย

4) ผลกระทบภายนอก

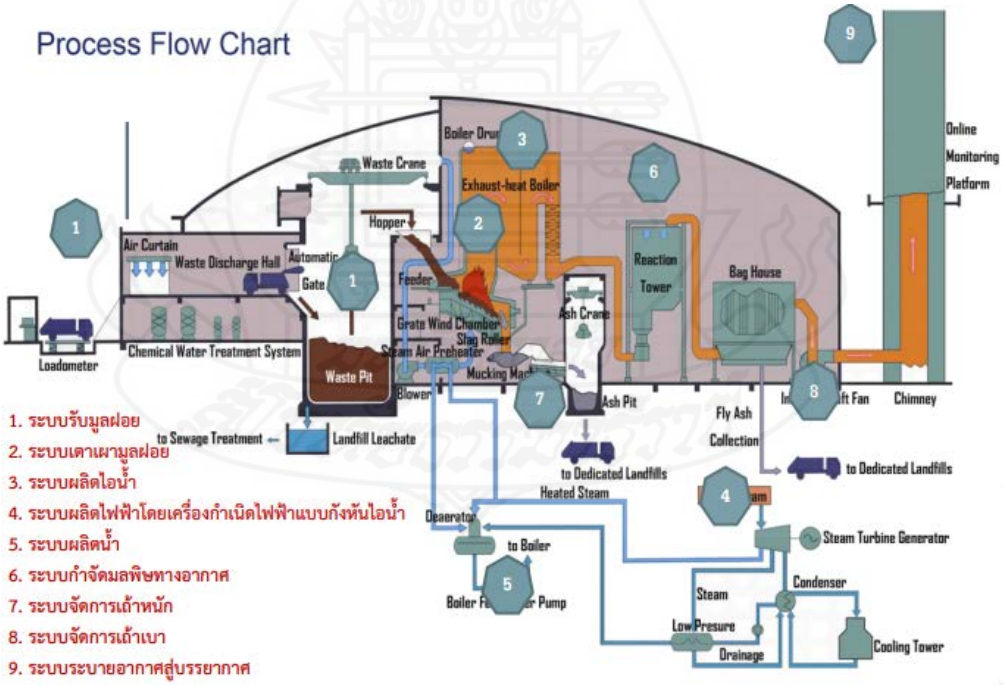
(1) ทางบวก ได้แก่ การประหยัดที่ดินสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย การประหยัดค่าจ้างดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอย ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอย และลดปัญหาอื่นที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย

(2) ทางลบ ได้แก่ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเผาขยะมูลฝอยของโรงไฟฟ้า ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย และปัญหาอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูล



ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, (2558).

ภาพที่ 3.3 เตาเผาชนิดมีแผงตะกรับ



ที่มา: ศูนย์วิจัยความเป็นเลิศทางด้านชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2561: ออนไลน์).

ภาพที่ 3.4 ระบบเตาเผาขยะมูลฝอย (Incinerator)

5) ผลตอบแทนของโครงการ ได้แก่ รายได้จากการขายพลังงานไฟฟ้า และรายได้จากการรับกำจัดขยะมูลฝอย

5.3.2 เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยนำไปผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงขยะ (Refuse- derived Fuel: RDF) บางส่วนนำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเตาเผาแบบ Gasification (RDF + Gasification) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนและผลตอบแทน ดังนี้

1) ต้นทุนในการเริ่มโครงการ (Capital Investment Cost) ได้แก่ ค่าที่ดิน ค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างโรงผลิตเชื้อเพลิงขยะจากหลุมฝังกลบ (Re-Hub site) ค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างโรงผลิตเชื้อเพลิงขยะจากขยะมูลฝอยชุมชน ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย ค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างโรงผลิตไฟฟ้าแบบ Gasification ค่าระบบสาธารณูปโภคและโครงสร้างพื้นฐาน ค่าจัดเตรียมพื้นที่งานก่อสร้าง ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดรวมถึงค่าติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์

2) ต้นทุนดำเนินงานและการบำรุงรักษา (Operating and Maintenance) เป็นค่าใช้จ่ายเพื่อให้การดำเนินงานตามปกติ และการบำรุงรักษาให้สิ่งก่อสร้าง เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ในสภาพที่สามารถดำเนินการหรืองานใช้ได้ตลอดอายุของโครงการ

3) ต้นทุนค่าเสียโอกาสที่ดิน การศึกษาครั้งนี้ประเมินค่าเสียโอกาสที่ดินจากมูลค่าการจำหน่ายข้าวเปลือกเจ้าที่ผลิตได้ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีตามจำนวนแปลง (ไร่) เนื่องจากพื้นที่โดยรอบโครงการในปัจจุบันเป็นพื้นที่การเพาะปลูกข้าวเจ้า

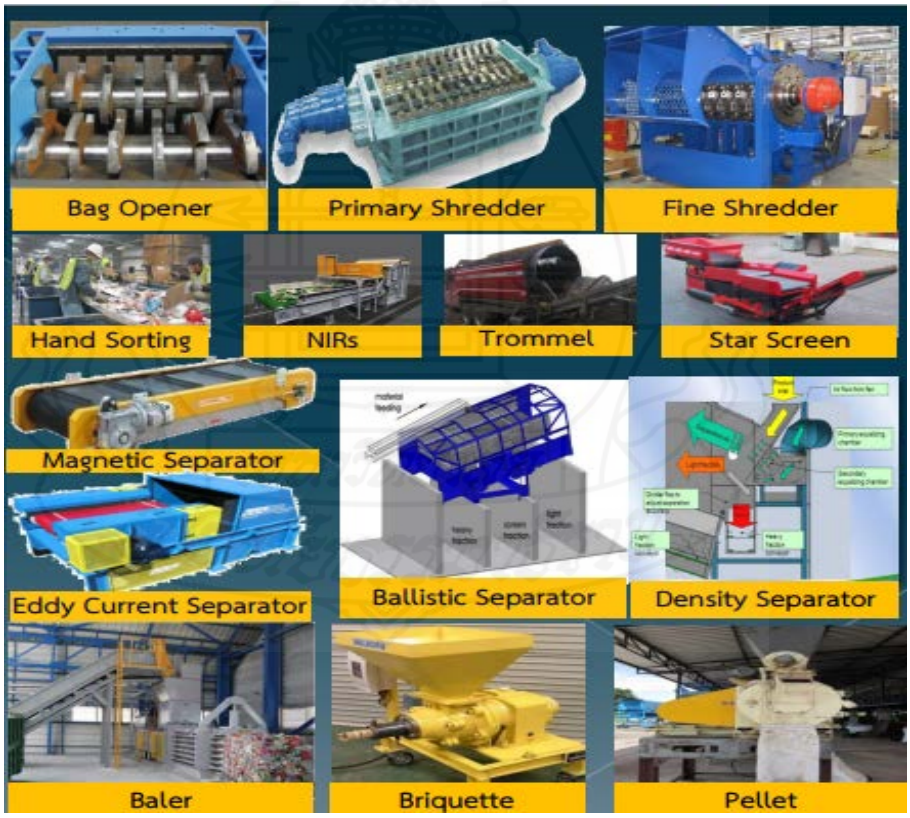
4) ผลกระทบภายนอก

(1) ทางบวก ได้แก่ ประหยัดที่ดินสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย (เนื่องจากนำขยะมูลฝอยไปผลิตเป็น RDF) ประหยัดที่ดินสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย วัสดุคัดทิ้งและขี้เถ้า (จากการรื้อหลุมฝังกลบ) ประหยัดค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย (จากการรื้อหลุมฝังกลบ) ประหยัดค่าจ้างดำเนินงานการฝังกลบขยะมูลฝอย ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอย และลดปัญหาอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย

(2) ทางลบ ได้แก่ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงขยะของโรงไฟฟ้า ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย และปัญหาอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย

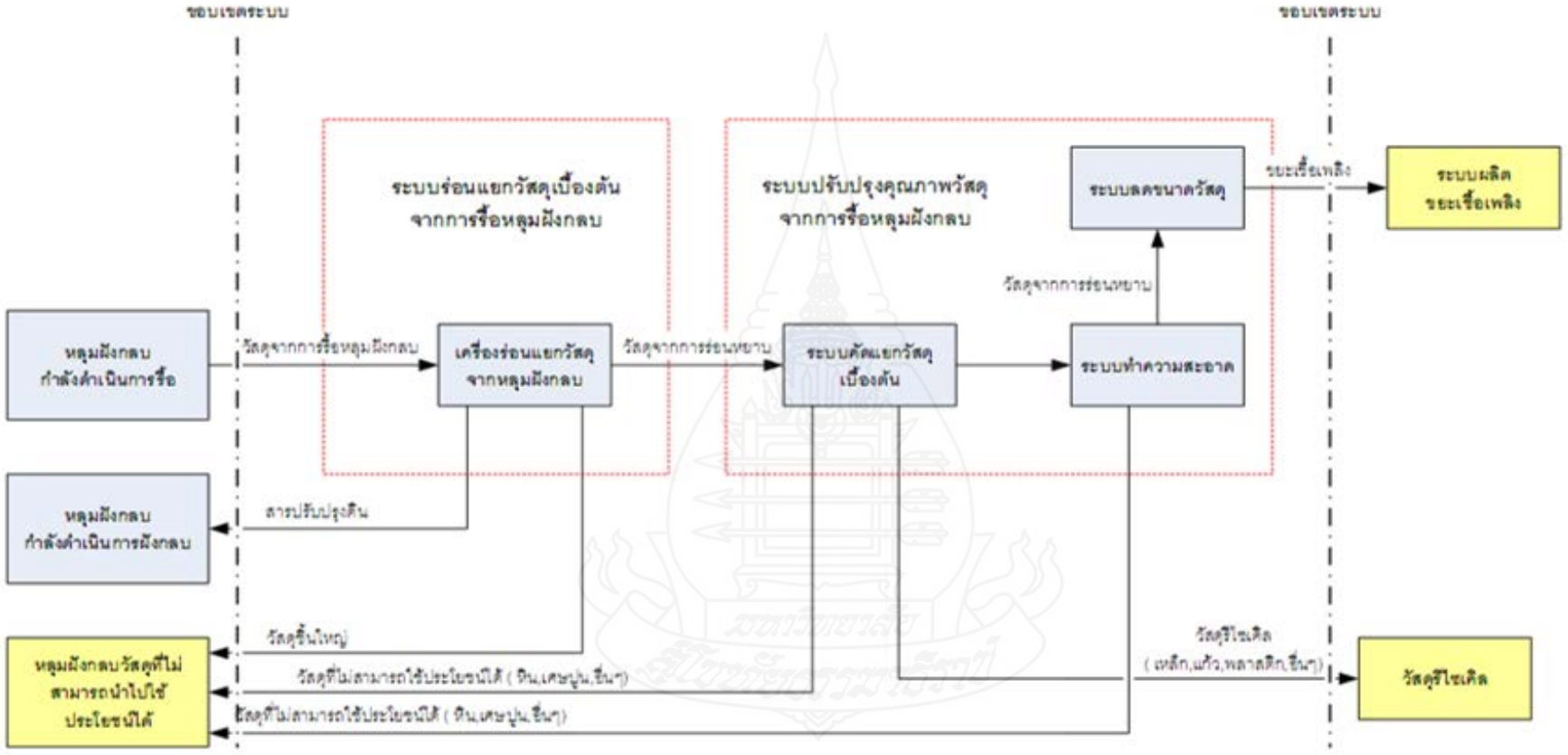
ที่มา : ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, (2549).

ภาพที่ 3.5 เครื่องร่อนขยะจากหลุมฝังกลบ



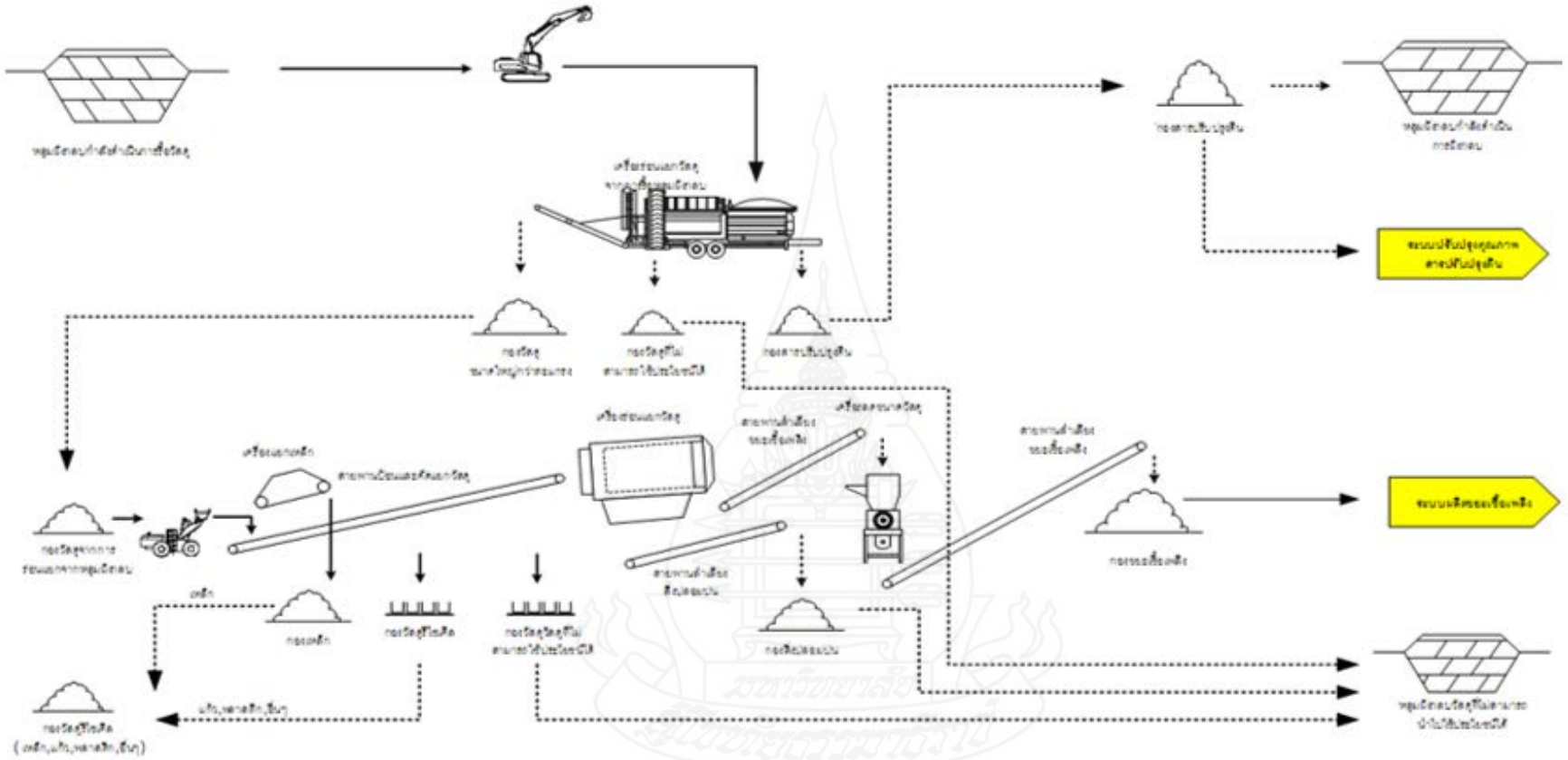
ที่มา: ศูนย์วิจัยความเป็นเลิศทางด้านชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2561: ออนไลน์)

ภาพที่ 3.6 เครื่องจักรสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF)



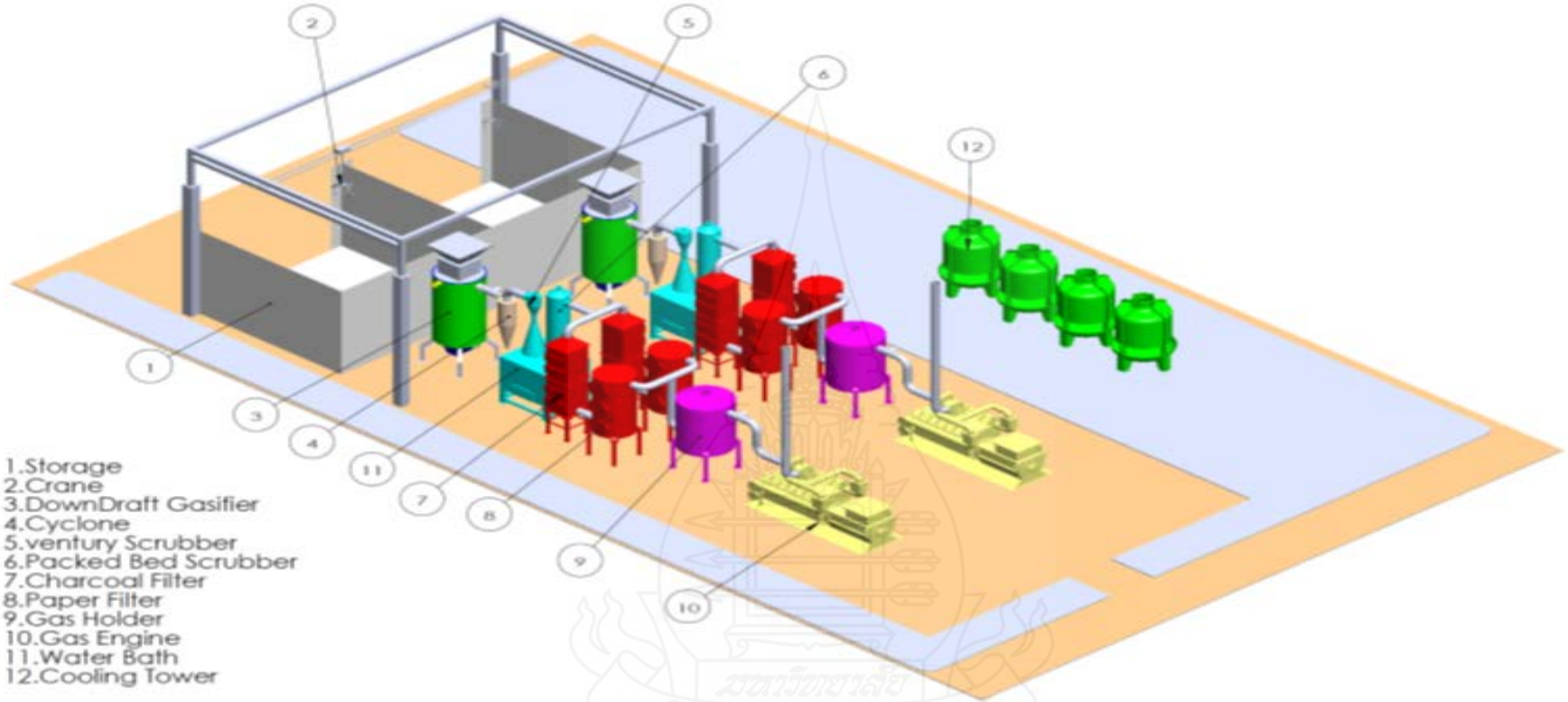
ที่มา : ศูนย์วิจัยการเผากากของเสีย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2553).

ภาพที่ 3.7 กระบวนการรื้อวัสดุจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย และเครื่องจักรอุปกรณ์



ที่มา : ศูนย์วิจัยการเผากากของเสีย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2553).

ภาพที่ 3.8 กระบวนการรื้อวัสดุจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย และเครื่องจักรอุปกรณ์



ที่มา : ศูนย์วิจัยการเผากากของเสีย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2553).

ภาพที่ 3.9 เทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่น

5) ผลตอบแทนของโครงการ ได้แก่ รายได้จากการขายพลังงานไฟฟ้า รายรับจากการจำหน่ายเชื้อเพลิงขยะ (RDF) รายรับจากการจำหน่ายสารปรับปรุงดิน รายรับจากการจำหน่ายวัสดุรีไซเคิล และรายได้จากการรับกำจัดขยะมูลฝอย

ที่มา: ศูนย์วิจัยความเป็นเลิศทางด้านชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2561: ออนไลน์).

ภาพที่ 3.10 เครื่องจักรสำหรับการผลิตไฟฟ้า เทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่น

5.4 การระบุสิ่งที่จะเกิดขึ้นถ้าไม่มีโครงการดังกล่าว (without project) เป็นการระบุถึงผลกระทบทางกายภาพ เพื่อนำไปประเมินต้นทุนของโครงการในกรณีของสถานการณ์ปัจจุบัน (Status Quo) ในที่นี้ คือ **ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน)** มีต้นทุนและผลตอบแทน ดังนี้

5.4.1 ต้นทุนในการเริ่มโครงการ (Capital Investment Cost) ได้แก่ ค่าที่ดิน และค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยพร้อมระบบบำบัดน้ำเสีย

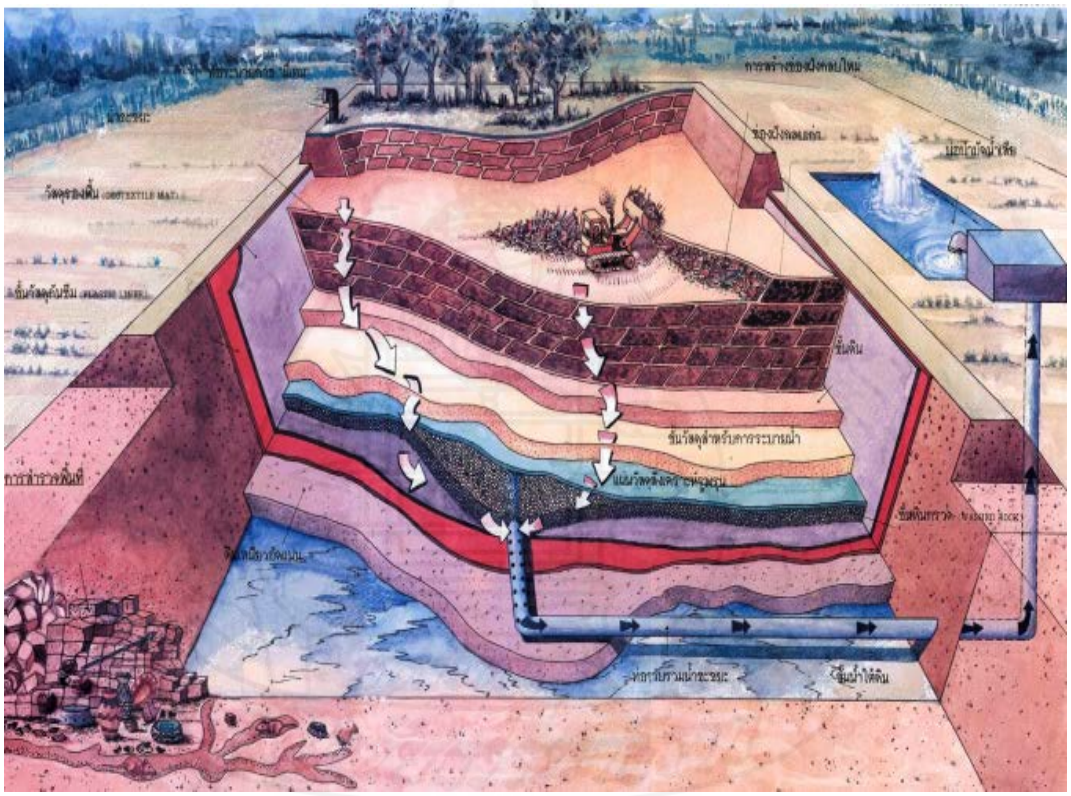
5.4.2 ต้นทุนดำเนินงาน (Operating) เป็นค่าใช้จ่ายเพื่อให้การดำเนินงานตามปกติ ได้แก่ ค่าจ้างดำเนินการฝังกลบ ค่าดำเนินการบำบัดน้ำเสีย (น้ำชะมูลฝอย) และค่าตอบแทนองค์การบริหารส่วนตำบลคลองขวาง อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี เพื่อตอบแทนการใช้ประโยชน์ในพื้นที่

5.4.3 ต้นทุนค่าเสียโอกาสที่ดิน การศึกษาครั้งนี้ประเมินค่าเสียโอกาสที่ดินจากมูลค่าการจำหน่ายข้าวเปลือกเจ้าที่ผลิตได้ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีตามจำนวนแปลง (ไร่) เนื่องจากพื้นที่โดยรอบโครงการในปัจจุบันเป็นพื้นที่การเพาะปลูกข้าวเจ้า

5.4.4 ต้นทุนผลกระทบภายนอก ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย และปัญหาอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย

5.4.5 ผลตอบแทนของโครงการ ได้แก่ รายได้จากการรับกำจัดขยะมูลฝอย

5.4.6 ปริมาณขยะที่คาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้นในกรณีที่ไม่มีโครงการใดๆ
โดยคาดการณ์ตามจำนวนประชากรในพื้นที่ที่จะเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของขยะมูลฝอย



ที่มา: วรพจน์ กนกกัณฑพงษ์, (2557).

ภาพที่ 3.11 ระบบฝังกลบขยะมูลฝอย

ที่มา: วรพจน์ กนกกัณฑพงษ์, (2557).

ภาพที่ 3.12 แผ่น High Density Polyethylene (HDPE)

ที่มา: องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี, (2560).

ภาพที่ 3.13 การก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ส่วนขยาย

ที่มา: องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี, (2560).

ภาพที่ 3.14 การก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ส่วนขยาย

ตารางที่ 3.1 แสดงต้นทุนและแหล่งข้อมูลในแต่ละทางเลือก

ทางเลือก	วิธีการได้มา	แหล่งข้อมูล
ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล		
1. ค่าที่ดิน	ราคาตลาด/การคำนวณ	1. กรมธนารักษ์
2. ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะ	ราคาตลาด/การคำนวณ	2. กรมควบคุมมลพิษ
3. ค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย	ราคาตลาด/การคำนวณ	3. องค์การบริหารส่วน
4. ค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ	ราคาตลาด/การคำนวณ	จังหวัดนนทบุรี
5. ค่าเสียโอกาสของที่ดิน	การคำนวณ	4. กรมบัญชีกลาง
6. มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การคำนวณ	5. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
7. มูลค่าความเสียหายที่เกิดจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยด้านอื่นๆ	การคำนวณ	6. ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ทางเลือกที่ 2 คือ เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ต้นทุนประกอบด้วย		
1. งานเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง	ราคากลาง/ราคาตลาด	1.รายงานโครงการ
2. งานโครงสร้างพื้นฐาน	ราคากลาง/ราคาตลาด	ศึกษาความเป็นไป
3. งานก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง	ราคากลาง/ราคาตลาด	ได้จากการผลิตไฟฟ้า
4. งานก่อสร้างบ่อฝังกลบเถ้า	ราคากลาง/ราคาตลาด	จากขยะด้วยเทคโนโลยี
5. งานก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย	ราคากลาง/ราคาตลาด	เตาเผาขยะมูลฝอย

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ทางเลือก	วิธีการได้มา	แหล่งข้อมูล
6. งานเครื่องจักรและอุปกรณ์ระบบเตาเผา ราคาตลาด/การคำนวณ		(Incinerator)
6.1 ระบบป้อนขยะมูลฝอย		กรมพัฒนาพลังงาน
6.1.1 Shedder		ทดแทนและอนุรักษ์
6.1.2 กรวยรับมูลฝอย (Waste Hopper)		2. การทบทวน
6.1.3 ชุดอุปกรณ์การป้อนมูลฝอย (ปั้นจั่น)		วรรณกรรมและ
6.2 อุปกรณ์จ่ายเชื้อเพลิงและอากาศในห้องเผาไหม้		งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
6.2.1 หัวเผาน้ำมันเชื้อเพลิง		3. กรมธนารักษ์
6.2.2 หัวเผาก๊าซไฮโดรเจน		4. กรมบัญชีกลาง
6.2.3 Primary Air Fans with Associated Dampers		5. สำนักงบประมาณ
6.2.4 Secondary Air Fans with Associated Dampers		6. องค์การบริหารส่วน
6.2.5 Induced Draught Axial Fans with Associated Damper		จังหวัดนนทบุรี
6.3 ระบบเตาเผาขยะมูลฝอยแบบตะกรับ Moving Grate และ		7. กรมควบคุมมลพิษ
ห้องเผาไหม้		8. สำนักงานเศรษฐกิจ
6.4 ระบบผลิตไอน้ำ (Boiler)		การเกษตร
6.4.1 หม้อไอน้ำ (Water Tube, Drum Type Boiler)		9. การไฟฟ้าฝ่ายผลิต
6.4.2 ถังพักน้ำก่อนป้อนเข้า Boiler (Deaerator)		แห่งประเทศไทย
6.4.3 Boiler Feed Water Pump		
6.4.4 แผงท่อรับความร้อน (Economizer)		
6.4.5 ท่อผนัง (Water Wall Tube)		
6.4.6 หม้อพักไอน้ำ (Steam Drum)		
6.5 กังหันไอน้ำ (Steam Turbine) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)		
และหม้อแปลงไฟฟ้า (Step-up Generator Transformer)		
6.6 ระบบหล่อเย็น		
6.6.1 เครื่องควบแน่น (Condenser)		
6.6.2 หอลดอุณหภูมิ (Cooling Tower)		
6.7 ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ		
6.7.1 ระบบบำบัดมลพิษแบบกึ่งแห้ง (Semi Dry Scrubber)		

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ทางเลือก	วิธีการได้มา	แหล่งข้อมูล
6.7.2 ระบบดักฝุ่นแบบถุงกรอง (Bag Filter)		
6.8 ระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศอย่างต่อเนื่อง (CEMS) (Continuous Emission Monitoring System)		
6.9 ระบบกรองน้ำใช้ในระบบ		
6.9.1 ระบบกรองหลายชั้น (Medium Filter and Ultra Filter)		
6.9.2 ระบบออสโมซิสผันกลับ (Reverse Osmosis, RO)		
6.9.3 ระบบผลิตน้ำปราศจากแร่ธาตุ (Demineralization System)		
6.9.4 ระบบฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet)		
6.10 ระบบกำจัดเถ้าลอยและเถ้าหนัก		
6.11 ระบบบำบัดน้ำเสีย		
6.12 ระบบไฟฟ้าและการสำรอง		
6.13 ระบบควบคุมและอุปกรณ์		
7. ค่าที่ดิน	ราคาตลาด/การคำนวณ	
8. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา	ราคาตลาด/การคำนวณ	
9. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล	ราคากลาง/ราคาตลาด	
10. ค่าเสียโอกาสของที่ดิน	การคำนวณ	
11. มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การคำนวณ	
12. มูลค่าความเสียหายที่เกิดจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยด้านอื่นๆ	การคำนวณ	
ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงขยะ (Refuse- derived Fuel : RDF) บางส่วนเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าในเตาเผาแบบ Gasification (RDF + Gasification) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ต้นทุนประกอบด้วย		
1. งานเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง	ราคากลาง/ราคาตลาด	1.รายงานโครงการ
2. งานโครงสร้างพื้นฐาน	ราคากลาง/ราคาตลาด	สร้างระบบจัดการ

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ทางเลือก	วิธีการได้มา	แหล่งข้อมูล
3. งานก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง	ราคากลาง/ราคาตลาด	ขยะเพื่อผลิตเป็นแท่ง
4. งานก่อสร้างบ่อฝังกลบวัสดุคัดทิ้ง/ขี้เถ้า	ราคากลาง/ราคาตลาด	เชื้อเพลิง (Refuse
5. งานก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย	ราคากลาง/ราคาตลาด	Derived Fuel: RDF)
6. งานเครื่องจักรและอุปกรณ์ระบบเตาเผา	ราคาตลาด	และปุ๋ยอินทรีย์
ส่วนที่ 1 ระบบผลิต RDF จากขยะมูลฝอยชุมชน		ศูนย์ความเป็นเลิศ
6.1 ระบบรับขยะส่วนหน้า		ทางด้านชีวมวล
6.1.1 ฮอปเปอร์รับขยะ (Hopper)		มหาวิทยาลัย
6.1.2 สายพานคัดแยก (Hand Sorting Belt)		เทคโนโลยีสุรนารี
6.1.3 สายพานส่ง (Take-off Belt)		2. ร่างโครงการผลิต
6.1.4 เครื่องสับย่อยขยะชั้นต้น (Pre-Shredder)		ไฟฟ้าจากการ
6.1.5 สายพานส่งขยะสับย่อย (Shoot Belt Conveyer)		กำจัดขยะ จังหวัด
6.2 เครื่องจักรชุดบำบัดทางกลและทางชีวภาพ		พระนครศรีอยุธยา
(Mechanical and Biological Treatment, MBT)		โดยบริษัท พีอีเอ
6.2.1 ชุดบำบัดทางกลและชีวภาพ (SUT MBT CELL)		เอ็นคอม อินเตอร์
6.3 ระบบชุดร่อนเชื้อเพลิง		เนชั่นแนล จำกัด
6.3.1 สายพานลำเลียงขยะจาก SUT MST CELL	บริษัทในเครือ	
6.3.2 กระบะรับขยะแห้งจากการหมัก MBT		การไฟฟ้าส่วน
พร้อมสายลำเลียง		ภูมิภาค
6.3.3 กระบะพักขยะแห้ง		3. รายงานการศึกษา
6.3.4 สายพานลำเลียงขยะหมัก MBT		ความเหมาะสมและ
(Feeder Belt Conveyor)		แบบรายละเอียดใน
6.3.5 เครื่องร่อนขยะพลาสติกแบบตะแกรงหมุน		การลงทุนและดำเนิน
(Trammel Separator)		การฝังกลบขยะมูลฝอย
6.4 ระบบผลิตแท่งเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF)		ด้วยกระบวนการทาง
6.4.1 แม่เหล็กคัดแยก (Magnetic Separator)		ชีวภาพ-กล โครงการ
6.4.2 เครื่องคัดแยกด้วยลม (Air Classifier)		ศึกษาความเหมาะสม
6.4.3 เครื่องสะบัดพลาสติก (Spinner)		และการออกแบบ

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ทางเลือก	วิธีการได้มา	แหล่งข้อมูล
	6.4.4 สายพานลำเลียง (RDF 3 Belt Conveyor)	ระบบกำจัดขยะรวม
	6.4.5 กระบะพลาสติก RDF 3	เทศบาลนครภูเก็ต
	6.4.6 ระบบปั้นก้อนเชื้อเพลิง (Agglomerator)	จังหวัดภูเก็ต ประจำปี
	6.4.7 เครื่องคัดขนาดและลดอุณหภูมิ (RDF Screener)	งบประมาณ 255 โดย
	6.4.8 กะพ้อลำเลียงและไซโลเก็บก้อนเชื้อเพลิง	ศูนย์วิจัยการเผากาก
	6.4.9 สกรูลำเลียง RDF 5	ของเสีย มหาวิทยาลัย
ส่วนที่ 2 ระบบผลิต RDF จากการรื้อหลุมฝังกลบ (Re-Hub site)		เทคโนโลยีพระจอมเกล้า
6.5 ระบบรื้อขยะมูลฝอยเก่าและระบบร่อนแยกวัสดุเบื้องต้น		พระนครเหนือ
	6.5.1 รถขุดตักไฮดรอลิค (รถขุดตักตีนตะขาบ)	4. บัญชีนวัตกรรมไทย
	6.5.2 เครื่องร่อนแยกวัสดุจากบ่อฝังกลบ	สำนักงบประมาณ
6.6 ระบบปรับปรุงคุณภาพวัสดุจากการรื้อหลุมฝังกลบ		5. การทบทวน
	6.6.1 รถตักล้อยาง	วรรณกรรมและงาน
	6.6.2 เครื่องแยกเหล็ก (Magnetic Separator)	วิจัยที่เกี่ยวข้อง
	6.6.3 อุปกรณ์ร่อนแยกวัสดุ	6. กรมธนารักษ์
	6.6.4 เครื่องย่อยขนาดวัสดุ (Fragmentizer)	7. กรมบัญชีกลาง
	6.6.5 สายพานลำเลียง	8. สำนักงานเศรษฐกิจ
ส่วนที่ 3 เตาปฏิกรณ์และระบบผลิตพลังงาน		การเกษตร
6.7 ระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิง		9. กรมควบคุมมลพิษ
	6.7.1 สายพานลำเลียงและสกรูป้อนแท่งเชื้อเพลิง	10. องค์การบริหารส่วน
	6.7.2 เตาปฏิกรณ์ (Gasifier)	จังหวัดนนทบุรี
6.8 ระบบทำความสะอาดแก๊ส (Gas Treatment unit)		11. หนังสือชี้ชวนเสนอ
	6.8.1 อุปกรณ์แยกฝุ่น (Cyclone Collector)	ขายหุ้นสามัญเพิ่มทุน
	6.8.2 อุปกรณ์ดักฝุ่นและอนุภาคขนาดเล็ก	บริษัท ทีพีไอโพลีน
	(Water Scrubber and Chiller Scrubber)	เพาว์เวอร์ จำกัด
	6.8.3 ระบบกรอง (Biomass Filter Unit)	(มหาชน)
	6.8.4 ระบบกรอง (Fabric Filler Unit)	
6.9 ระบบบำบัดน้ำเสียและถังพักน้ำ (Buffer Tank)		

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ทางเลือก	วิธีการได้มา	แหล่งข้อมูล
6.10 ระบบผลิตไฟฟ้า		
6.10.1 ระบบทดสอบการลุกไหม้ของแก๊ส (Start Up Flare)		
6.10.2 เครื่องยนต์แก๊สและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Engine-Generator Set)		
7. ค่าที่ดิน	ราคาตลาด/การคำนวณ	
8. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา	ราคาตลาด/การคำนวณ	
9. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล	ราคากลาง/ราคาตลาด	
10. ค่าเสียโอกาสของที่ดิน	การคำนวณ	
11. มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การคำนวณ	
12. มูลค่าความเสียหายที่เกิดจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยด้านอื่นๆ	การคำนวณ	

5.5 การคาดการณ์ผลกระทบเชิงปริมาณตลอดช่วงอายุของโครงการ โดยเป็นการแปลงผลกระทบ ทางกายภาพทั้งทางบวกและทางลบ (ผลตอบแทนและต้นทุน) ที่ได้จากการกำหนดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นหรือจะเกิดขึ้น มาเป็นปริมาณผลกระทบในเชิงปริมาณ เช่น การประเมินผลประโยชน์จากการประหยัดต้นทุนในการจ้างบริหารจัดการฝังกลบขยะมูลฝอยมาเป็นระบบเตาเผา เพื่อจะนำข้อมูลที่ได้มาแปลงเป็นต้นทุนหรือผลตอบแทนของโครงการในรูปมูลค่าของเงินต่อไป เป็นต้น

5.6 การแปลงผลกระทบทางกายภาพเป็นมูลค่าตัวเงิน สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการจำเป็นต้องทำการแปลงค่าผลกระทบต่างๆ ให้อยู่ในรูปของตัวเงิน โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการแปลงผลกระทบที่เกิดขึ้นเป็นมูลค่าเงิน คือ วิธีการประเมินมูลค่าตลาดที่เกิดจากการใช้โดยตรง และวิธีการโอนผลตอบแทน

5.7 การติดลดต้นทุนของโครงการให้มาเป็นปัจจุบัน งานศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์โครงการที่รวมต้นทุนที่เกิดขึ้นตลอดอายุของโครงการ 20 ปี ซึ่งมูลค่าของเงินในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกันมีมูลค่าไม่เท่ากัน จึงต้องมีการคำนวณอัตราคิดลด สูตรการคำนวณมีสมการดังนี้

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

โดยกำหนดให้ PV(C) คือ มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนตลอดอายุโครงการ

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

r คือ อัตราคิดลด

5.8 การคำนวณมูลค่าปัจจุบัน (Net Present Value, NPV) โดยมีเกณฑ์การตัดสินใจในการเลือกโครงการ คือ เลือกโครงการที่มีค่า NPV เป็นบวกและมีค่าสูงสุด สูตรการคำนวณมีสมการดังนี้

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

โดยกำหนดให้ Bt คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t

Ct คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการในปีที่ t

t คือ ปีของโครงการที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n - 1

n คือ อายุของโครงการ

r คือ อัตราคิดลด

5.9 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เนื่องจากงานศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการก่อนที่จะเริ่มโครงการ จึงเกิดความไม่แน่นอนของค่าพยากรณ์ต้นทุน จำเป็นต้องทดสอบความอ่อนไหวของแต่ละทางเลือก การศึกษาในครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวด้วยการเปลี่ยนระดับอัตราคิดลด ได้แก่ ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8

5.10 การเสนอทางเลือกจากผลของ CBA ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนแรก การวิเคราะห์ว่าโครงการดังกล่าวดี (NPV > 0) หรือไม่ดี (NPV < 0) และส่วนที่สอง คือ การอภิปรายผลหรือประเด็นที่อาจเกิดจากความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของผลการศึกษา อภิปรายว่าการวิเคราะห์ในทางเศรษฐศาสตร์ที่ไม่ครอบคลุมในผลกระทบทุกด้านแต่จำเป็นต้องนำผลกระทบดังกล่าวมาอภิปรายด้วยเพื่อการตัดสินใจ เป็นต้น

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินผลตอบแทนและต้นทุนของการศึกษาการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี มีการอ้างอิงแหล่งข้อมูลทั้งจากหน่วยงานรัฐ เช่น กระทรวงพลังงาน องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี เป็นต้น ตลอดจนถึงข้อมูลจากงานวิจัย บทความ ทั้งภายในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงขยะมูลฝอย ซึ่งนำผลการศึกษาวิจัยที่ได้มาพิจารณาถึงความเหมาะสมในแนวทางการจัดการขยะมูลฝอย

ตอนที่ 1 ทางเลือกที่เป็นไปได้ของโครงการ

การศึกษาครั้งนี้โดยทำการเปรียบเทียบทางเลือกที่เป็นไปได้ 3 ทางเลือก ได้แก่ ทางเลือกที่ 1 คือ การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) (ทางเลือกในปัจจุบัน) ทางเลือกที่ 2 คือ การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration) และผลิตไฟฟ้า ขยะมูลฝอยส่วนเกินจากระบบเตาเผาจะถูกนำไปฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) และทางเลือกที่ 3 คือ การกำจัดขยะมูลฝอยโดยนำไปผลิตเชื้อเพลิงขยะและผลิตไฟฟ้า (RDF & Gasification) ขยะมูลฝอยส่วนเกินจากระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะจะถูกไปนำฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) เพื่อรอรื้อนำมาผลิตเชื้อเพลิงขยะต่อไป

สำหรับต้นทุนของโครงการในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยผลรวมของต้นทุนเอกชน (Private Cost) และต้นทุนผลกระทบภายนอก (External Cost) รวมเรียกว่า “ต้นทุนทางสังคม” (Social Cost) โดยต้นทุนของเอกชน ได้แก่ ต้นทุนการกำจัดขยะมูลฝอย และค่าที่ดิน ซึ่งใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลอื่นของขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีจากเจ้าหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี การคำนวณ การวิเคราะห์ข้อมูล และการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนต้นทุนผลกระทบภายนอกคิดคำนวณจากผลกระทบของการดำเนินการที่มีต่อสิ่งแวดล้อม หรือเรียกว่า “ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม” ได้แก่ มูลค่าความเสียที่เกิดขึ้นจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และมูลค่าความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมด้านอื่นๆ เช่น ผลกระทบต่อพื้นที่บริเวณโดยรอบของโครงการ ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน เป็นต้น ซึ่งใช้ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ และคำนวณต้นทุนที่คำนวณได้ในแต่ละทางเลือกตลอดอายุ

โครงการรวม 20 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2562 – 2581 คำนวณเป็นมูลค่าปัจจุบันของมูลค่าต้นทุนด้วยอัตราคิดลด (Discount rate) สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การจำแนกผลตอบแทนและต้นทุนของแต่ละทางเลือก

ทางเลือก	รายละเอียด
ทางเลือกที่ 1 คือ การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล(Sanitary Landfill) (ปัจจุบัน)	1. ต้นทุนในการกำจัดขยะ ได้แก่ ค่าที่ดิน ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบ และค่าใช้จ่ายดำเนินการ 2. ต้นทุนผลกระทบภายนอก ได้แก่ มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มูลค่าความเสียอื่นที่มีผลกระทบต่อประชาชนและพื้นที่ และค่าเสียโอกาสของที่ดิน 3. ผลตอบแทน ได้แก่ รายได้จากการกำจัดขยะมูลฝอย
ทางเลือกที่ 2 คือ เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล	1. ต้นทุนในการกำจัดขยะ ได้แก่ ค่าก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบและระบบบำบัด น้ำเสีย ค่าใช้จ่ายดำเนินการและค่าที่ดิน 2. ต้นทุนผลกระทบภายนอก ได้แก่ มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มูลค่าผลกระทบที่เกิดจากการดำเนินงานกำจัดขยะมูลฝอยโดยการเผาที่มีต่อประชาชนและพื้นที่ และค่าเสียโอกาสของที่ดิน 3. ผลตอบแทน ได้แก่ รายได้จากการขายกระแสไฟฟ้า รายได้จากการกำจัดขยะมูลฝอย มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และมูลค่าผลกระทบที่มีต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากนำขยะมูลฝอยไปเผาแทนการฝังกลบ ขยะมูลฝอย

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทางเลือก	รายละเอียด
ทางเลือกที่ 3 คือ เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล	1. ต้นทุนในการกำจัดขยะ ได้แก่ ค่าก่อสร้างสิ่งปลูกสร้าง ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบและระบบบำบัดน้ำเสีย ค่าใช้จ่ายดำเนินการและค่าที่ดิน 2. ต้นทุนผลกระทบภายนอก ได้แก่ มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มูลค่าผลกระทบที่เกิดจากการดำเนินงานกำจัดขยะมูลฝอยโดยการเผาที่มีต่อประชาชนและพื้นที่ และค่าเสียโอกาสของที่ดิน 3. ผลตอบแทน ได้แก่ รายได้จากการขายกระแสไฟฟ้า รายได้จากการกำจัดขยะมูลฝอย รายได้จากการขายสิ่งของ รายได้จากการขาย RDF รายได้จากการขายสารปรับปรุงดินและอื่นๆ มูลค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงและมูลค่าผลกระทบที่มีต่อประชาชนและพื้นที่ที่ลดลง เนื่องจากการนำขยะมูลฝอยไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะแทนการฝังกลบขยะมูลฝอย

และนอกจากนี้ การศึกษาครั้งนี้บางข้อมูลเป็นการคำนวณโดยการคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคตอาจเกิดความไม่แน่นอน ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแต่ละทางเลือกด้วยการทดสอบอัตราคิดลดร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 โดยในการศึกษานี้ กำหนดข้อสมมติในแต่ละทางเลือก ดังนี้

1.1 อัตราการเติบโตของประชากร พิจารณาข้อมูลประชากรย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2550 – 2559) จากกรมการปกครอง พบว่า ประชากรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.89 ต่อปี ตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 อัตราการเติบโตของประชากรในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	ผลต่าง (คน)	Growth Rate
2550	1,024,191	-	-
2551	1,052,592	28,401	2.77
2552	1,078,071	25,479	2.42
2553	1,101,743	23,672	2.20
2554	1,122,627	20,884	1.90
2555	1,141,673	19,046	1.70
2556	1,156,271	14,598	1.28
2557	1,173,870	17,599	1.52
2558	1,193,711	19,841	1.69
2559	1,211,924	18,213	1.53
รวม/เฉลี่ย	**11,256,673**	**20,859**	**1.89**

ที่มา: กรมการปกครอง (2561) และจากการคำนวณ

ดังนั้น การศึกษานี้จึงกำหนดให้จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.89 ทุกปี สำหรับการคำนวณจำนวนประชากรในอนาคตตลอดช่วงอายุของโครงการ พ.ศ. 2562 – 2581

1.2 อัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อการเติบโตของประชากร โดยพิจารณาข้อมูลอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อจำนวนประชากรย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2550 – 2559) พบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยต่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.01 ต่อปี ตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงอัตราปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน) และ จำนวนประชากร (คน) ในจังหวัดนนทบุรี ช่วงปี พ.ศ. 2550 - 2559

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	ปริมาณขยะ (ตัน)	อัตราขยะต่อคน (ตัน)	Growth Rate
2550	1,024,191	320,470	0.31	-
2551	1,052,592	317,185	0.30	-0.01
2552	1,078,071	298,935	0.28	-0.02
2553	1,101,743	299,665	0.27	-0.01
2554	1,122,627	337,990	0.30	0.03
2555	1,141,673	385,075	0.34	0.04
2556	1,156,271	409,655	0.35	0.02
2557	1,173,870	430,246	0.37	0.01
2558	1,193,711	473,097	0.40	0.03
2559	1,211,924	481,800	0.40	0.00
รวม/เฉลี่ย	**11,256,673**	**3,754,118**	**0.33**	**0.01**

ที่มา: องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี (2561) และจากการคำนวณ

ดังนั้น การศึกษานี้จึงกำหนดให้อัตราของปริมาณขยะมูลฝอยต่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 0.01 ทุกปี สำหรับการคำนวณปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคตตลอดช่วงอายุของโครงการ พ.ศ. 2562 – 2581

1.3 ปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคต การศึกษานี้กำหนดให้ปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคตคำนวณจากจำนวนประชากรในอนาคตกับอัตราการเพิ่มขึ้นของขยะมูลฝอย ตามตารางที่ 4.4 และ 4.5

ตารางที่ 4.4 อัตราการเติบโตของประชากรในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	Growth Rate	ประชากรที่เพิ่ม (คน)	ประชากรรวม (คน)
2562	1,258,168	1.89	23,779	1,281,947
2563	1,281,947	1.89	24,229	1,306,176
2564	1,306,176	1.89	24,687	1,330,863
2565	1,330,863	1.89	25,153	1,356,016
2566	1,356,016	1.89	25,629	1,381,645
2567	1,381,645	1.89	26,113	1,407,758
2568	1,407,758	1.89	26,607	1,434,364
2569	1,434,364	1.89	27,109	1,461,474
2570	1,461,474	1.89	27,622	1,489,096
2571	1,489,096	1.89	28,144	1,517,239
2572	1,517,239	1.89	28,676	1,545,915
2573	1,545,915	1.89	29,218	1,575,133
2574	1,575,133	1.89	29,770	1,604,903
2575	1,604,903	1.89	30,333	1,635,236
2576	1,635,236	1.89	30,966	1,666,142
2577	1,666,142	1.89	31,490	1,697,632
2578	1,697,632	1.89	32,085	1,729,717
2579	1,729,717	1.89	32,692	1,762,409
2580	1,762,409	1.89	33,310	1,795,718
2581	1,795,718	1.89	33,939	1,829,657
รวม	**30,237,549**		**571,489**	**30,809,038**

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.5 ปริมาณขยะมูลฝอยตลอดอายุของโครงการ 20 ปี

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	Growth Rate	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน)
2562	1,281,947	0.43	551,237.21
2563	1,306,176	0.44	574,717.35
2564	1,330,863	0.45	598,888.14
2565	1,356,016	0.46	623,767.28
2566	1,381,645	0.47	649,372.93
2567	1,407,758	0.48	675,723.65
2568	1,434,364	0.49	702,838.47
2569	1,461,474	0.50	730,736.86
2570	1,489,096	0.51	759,438.74
2571	1,517,239	0.52	788,964.53
2572	1,545,915	0.53	819,335.11
2573	1,575,133	0.54	850,571.87
2574	1,604,903	0.55	882,696.71
2575	1,635,236	0.56	915,732.04
2576	1,666,142	0.57	949,700.79
2577	1,697,632	0.58	984,262.45
2578	1,729,717	0.59	1,020,533.06
2579	1,762,409	0.60	1,057,445.23
2580	1,795,718	0.61	1,095,388.12
2581	1,829,657	0.62	1,134,387.53
รวม	**30,809,038**		**16,366,102.90**

ที่มา: จากการคำนวณ

1.4 ค่าที่ดิน ตามรายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการให้เอกชนลงทุนก่อสร้างและบริหารจัดการระบบบำบัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี (ฉบับปรับปรุง 2558) คาดการณ์ว่าพื้นที่การฝังกลบขยะมูลฝอยสามารถใช้งานได้ไม่เกิน 5 ปี (พ.ศ. 2562) ดังนั้น การศึกษานี้จึงกำหนดให้ทางเลือกต่างๆมีการก่อสร้างในพื้นที่ใหม่บริเวณโดยรอบพื้นที่ฝังกลบเดิม สำหรับราคาที่ดินกำหนดจากสรุปราคาประเมินทุนทรัพย์ที่ดินรอบปี พ.ศ. 2559 – 2562 จังหวัดนนทบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ใกล้เคียงพื้นที่ฝังกลบเดิม ดังนี้

ตารางที่ 4.6 สรุปราคาประเมินทุนทรัพย์ที่ดินรอบบัญชี ปี พ.ศ. 2559 – 2562 รอบพื้นที่ฝังกลบเดิม

ลำดับที่	พื้นที่	ราคา (บาท/ตร.ว.)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ตร.ว.)
1	ถนนเลียบคลองนาหมอน จ.นนทบุรี	3,500 – 5,000	4,250
2	คลองนาหมอน	1,500	1,500
3	แนวทางหลวงชนบท นบ 3008	6,000	6,000
4	ถนนเลียบคลองทวีวัฒนา	4,000	4,000
	ราคาเฉลี่ยรวม		15,750
	ราคาเฉลี่ยต่อตารางวา		**3,937.50**

ที่มา: กรมธนารักษ์, (2561).

1.5 ค่าเสียโอกาสของที่ดิน ในการศึกษานี้ประเมินค่าเสียโอกาสของที่ดินจากการคำนวณมูลค่าของผลผลิตข้าวที่ผลิตได้ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี เนื่องจากพื้นที่รอบบริเวณบ่อฝังกลบในปัจจุบันเป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าว ทั้งนี้โดยอ้างอิงข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตต่อไร่) และกรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ (ราคาข้าวเปลือก) สรุปตามตารางที่ 4.7, 4.8 และ 4.9

ตารางที่ 4.7 ราคาสินค้าเกษตรที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา (ช่วงมกราคม 2552 – กรกฎาคม 2561)

ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15 % (บาท/ตัน)										
พ.ศ.	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561
ม.ค.	10,005	9,326	8,543	9,641	10,526	7,914	7,895	7,663	7,517	7,804
ก.พ.	10,029	9,400	8,903	9,645	10,559	7,827	7,873	7,900	7,358	7,609
มี.ค.	10,334	8,692	8,384	9,921	10,158	7,482	7,723	7,773	7,478	7,635
เม.ย.	9,857	7,891	8,026	10,000	9,753	6,982	7,607	7,727	7,551	7,838
พ.ค.	9,924	7,808	7,982	10,242	9,799	7,034	7,674	8,074	7,664	8,018
มิ.ย.	10,037	7,956	8,591	10,467	9,897	7,337	7,624	8,452	8,195	7,979
ก.ค.	10,158	8,189	8,993	10,326	9,578	7,870	8,029	8,670	8,084	7,541
ส.ค.	9,005	8,220	9,523	9,914	9,329	8,339	8,121	8,735	7,776	n/a
ก.ย.	9,318	8,492	9,949	10,584	8,480	8,055	7,614	7,999	7,632	n/a
ต.ค.	8,460	8,184	10,217	10,123	8,280	7,980	7,676	7,487	7,358	n/a
พ.ย.	8,948	8,229	10,305	10,160	8,126	7,878	7,698	7,057	8,028	n/a
ธ.ค.	9,825	8,415	10,322	10,221	8,134	7,862	7,543	7,272	8,223	n/a
เฉลี่ย	9,658	8,400	9,145	10,104	9,385	7,713	7,756	7,901	7,739	7,775

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, (2561).

ตารางที่ 4.8 สถิติการปลูกข้าว จังหวัดนนทบุรี ปีเพาะปลูก 2548/49 - 2557/58 (STATISTICS OF RICE CULTIVATION, NONTHABURI PROVINCE: CROPS YEAR 2005/06 - 2014/15)

ปีเพาะปลูก	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัม)
2548/49	233,051	232,031	181,346	782
2549/50	213,201	204,511	163,578	800
2550/51	232,517	231,603	179,328	774
2551/52	209,497	209,038	162,249	776
2552/53	201,610	198,181	148,348	749
2553/54	218,672	217,921	163,239	749
2554/55	228,908	201,106	146,776	730
2555/56	238,187	236,952	174,813	738
2556/57	220,581	220,324	158,300	718
2557/58	102,229	102,052	71,500	701
รวม/เฉลี่ย	**2,098,453**	**2,053,719**	**1,549,477**	**752**

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, (2561).

ตารางที่ 4.9 ค่าเสียโอกาสของที่ดิน – จากการเพาะปลูกข้าว (ข้าวเจ้า)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน
1	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัม)	752
2	ราคาเฉลี่ยข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15 % (ตันละ/บาท)	8,557.60
	เฉลี่ยกิโลกรัมละ/บาท	8.56
3	ฤดูกาลเพาะปลูกข้าวต่อปี (ครั้ง)	2
	ค่าเสียโอกาสของที่ดินเฉลี่ยต่อไร่ต่อปี (บาท)	**12,874.24**

ที่มา: จากการคำนวณ

1.6 พื้นที่ฝังกลบและพื้นที่กันชน ตามรายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการให้เอกชนลงทุนก่อสร้างและบริหารจัดการระบบบำบัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี (ฉบับปรับปรุง 2558) โดยในปัจจุบันดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอยใช้พื้นที่บ่อ H เนื้อที่ประมาณ 110 ไร่ ฝังกลบและปิดทับพื้นที่ไปแล้วประมาณ 70 ไร่ ความลึกประมาณ 15 เมตร มีปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกฝังและปิดทับแล้วประมาณ 1,800,000 ตัน ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงกำหนดให้พื้นที่ฝังกลบ 1 ไร่ สามารถฝังกลบขยะมูลฝอยได้ประมาณ 25,715 ตัน

ในส่วนของพื้นที่กันชน (Buffer Zone) ตามรายงานการปฏิบัติตามมาตรการลดผลกระทบและติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม (ระยะก่อสร้างและทดสอบเครื่องจักร) โครงการโรงเผามูลฝอยชุมชนและผลิตไฟฟ้าเทศบาลนครภูเก็ตในนามบริษัท พีเจที เทคโนโลยี จำกัด ประจำเดือนมกราคม – มิถุนายน 2555 โดยบริษัท เซ้าเทิร์นไทยคอนซัลติ้ง จำกัด ตามมติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ วันที่ 13 พฤศจิกายน 2534 และมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 17 สิงหาคม 2535 มีข้อกำหนดการใช้พื้นที่สำหรับการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลรวมไม่เกิน 180 ไร่ โดยห่างจากลำคลองไม่น้อยกว่า 20 เมตร และพื้นที่ฉนวน (Buffer Zone) รอบบริเวณกำจัดมูลฝอยรวม เป็นพื้นที่ประมาณ 136 ไร่ และปลูกต้นไม้ในบริเวณดังกล่าว (หน้า 1-3) ดังนั้น ในการศึกษานี้ จึงกำหนดพื้นที่ฉนวนให้เท่ากับร้อยละ 75 ของพื้นที่ฝังกลบ (1 ไร่ ของพื้นที่ฝังกลบ ต่อ 0.75 ไร่ ของพื้นที่ฉนวน)

1.7 อัตรารับซื้อไฟฟ้า ในการศึกษานี้กำหนดอัตรารับซื้อไฟฟ้าให้เป็นไปตามประกาศคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เรื่อง การรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (ไม่รวมพลังงานแสงอาทิตย์) ในช่วงเปลี่ยนผ่านจากแบบ Adder เป็น Feed-in Tariff (FiT) พ.ศ. 2558 ประกาศ ณ วันที่ 11 มิถุนายน 2558 ตามตารางที่ 4.10 โดยอัตรา FiT จะใช้สำหรับโครงการที่จ่ายไฟฟ้าเข้าระบบภายในปี 2560 โดยหลังจากปี 2560 นั้น อัตรา FiT_V จะเพิ่มขึ้นต่อเนื่องตามอัตราเงินเฟ้อขั้นพื้นฐาน (Core inflation) โดยสมมติให้เท่ากับร้อยละ 2.5 ต่อปี สำหรับประเภทเชื้อเพลิงขยะ (การจัดการขยะแบบผสมผสาน) ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ (พืชพลังงาน) เท่านั้น

ตารางที่ 4.10 อัตรา Feed-in Tariff (FiT) สำหรับโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็ก (VSPP) กรณีกำลังการผลิตเกินกว่า 3 เมกะวัตต์ – การจัดการขยะแบบผสมผสาน

ลำดับที่	รายละเอียด	บาท/หน่วย
1	FiT_F	2.39
2	FiT_{v2560}	2.69
3	FiT	5.08
4	FiT Premium (8 ปีแรก นับจากจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบ)	0.70
	อายุระยะเวลาการสนับสนุน (ปี)	20

ที่มา: คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานฯ, (2558)

1.8 การปรับมูลค่าพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้จะปรับด้วยอัตราเงินเฟ้อ – ดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐาน สำหรับการคำนวณต้นทุนและกำหนดข้อสมมติการศึกษา โดยกำหนดให้ปี พ.ศ. 2561 เป็นปีฐาน ตามตารางที่ 4.11 ดังนี้

ตารางที่ 4.11 การกำหนดข้อสมมติการศึกษา

หัวข้อ	ข้อสมมติของการศึกษา	แหล่งข้อมูล
อัตราการเติบโตของประชากร	อัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.89 ต่อปี โดยเป็นค่าเฉลี่ยของอัตราการเติบโตของประชากรในอดีตย้อนหลัง 10 ปี	องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทยย้อนหลัง 10 ปี และจากการคำนวณ
อัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อการเติบโตของประชากร	อัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.01 ต่อปี โดยเป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนประชากรและปริมาณขยะมูลฝอยในอดีตย้อนหลัง 10 ปี	กรมการปกครอง และจากการคำนวณ

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

หัวข้อ	ข้อสมมติของการศึกษา	แหล่งข้อมูล
ค่าที่ดิน	เท่ากับตารางวาละ 3,868.99 บาท	กรมธนารักษ์ และจากการคำนวณ
ค่าเสียโอกาสของที่ดิน	ประเมินค่าจากมูลค่าผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อปี 12,320.72 บาท (ราคาคงที่ปี พ.ศ. 2560) สมมติให้เท่ากันตลอดอายุโครงการ	สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กรมการค้าภายใน และจากการคำนวณ
พื้นที่ฝังกลบและพื้นที่ฉนวน	พื้นที่ 1 ไร่ ฝังกลบได้ 25,715 ตัน และพื้นที่ฝังกลบ 1 ไร่ ต้องมีพื้นที่ฉนวน 0.75 ไร่	องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี เทศบาลนครภูเก็ต และจากการคำนวณ
อัตรารับซื้อไฟฟ้า	แบบ Feed-in Tariff (FiT)	คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน

ตอนที่ 2 ต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก

1.1 ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยทางเลือกนี้เป็นการกำจัดมูลฝอยในปัจจุบันขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี โดยการรวบรวมขยะมูลฝอยชุมชนมาเทกองบนพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ แล้วจึงนำดินไปกลบพร้อมกับบดอัดให้แน่น เพื่อป้องกันการย่อยสลายโดยใช้อากาศ ปัญหากลิ่น ปัญหาสัตว์และแมลงคุ้ยเขี่ย รวมถึงปัญหาน้ำฝนชะล้างกองขยะมูลฝอย การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลทำให้เกิดการย่อยสลายโดยไม่ใช้อากาศเกิดก๊าซมีเธน และทำให้กองขยะที่ฝังกลบนั้นเกิดการยุบตัวลง ทั้งนี้ มาตรการป้องกันทางด้านสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น การปูแผ่นพลาสติกกันซึม การติดตั้งท่อสำหรับระบายก๊าซที่เกิดขึ้นในหลุมฝังกลบ เป็นต้น

1.1.1 ข้อสมมติ

1) บ่อฝังกลบขยะมูลฝอย ใช้ข้อมูลผลการดำเนินงานจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีที่ผ่านมา มาเป็นข้อมูลการออกแบบเทคโนโลยี การก่อสร้างและการดำเนินงานในการศึกษาครั้งนี้ด้วย

2) การดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอย กำหนดให้ดำเนินการทุกวัน และโดยการจ้างเอกชนภายนอกดำเนินการ

3) พื้นที่ฝังกลบและพื้นที่ฉนวน พื้นที่ฝังกลบ จำนวน 640 ไร่ แบ่งออกเป็น 5 บ่อ โดย 1 บ่อ ใช้พื้นที่เท่ากับ 128 ไร่ ปริมาณการฝังกลบต่อพื้นที่ 1 ไร่เท่ากับ 25,715 ตัน และมีพื้นที่ฉนวน เท่ากับ 480 ไร่ (ร้อยละ 75 ของพื้นที่ฝังกลบ) รวมเป็นพื้นที่ดำเนินการ 1,220 ไร่ ตลอดอายุโครงการ

4) มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีการฝังกลบขยะมูลฝอย จากการศึกษาวิจัยของอภิญญา นิลยอง (2559) เทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี พบว่า มูลค่าความเสียหายที่เกิดจากก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกสุขาภิบาล ปริมาณขยะมูลฝอยจำนวน 163,906 ตัน ตลอดอายุโครงการ 20 ปี ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งสร้างมูลค่าความเสียหายได้เท่ากับ 148.65 ล้านบาท โดยมูลค่าความเสียหายต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เท่ากับ 1,175.26 บาท (องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมอเมริกา, 2558) ดังนั้น ขยะมูลฝอยที่ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล จำนวน 1 ตัน สามารถปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เท่ากับ 0.77 ตัน ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ขยะ 1 ตัน หากนำไปฝังกลบจะปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.77 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า สำหรับมูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากงานศึกษาของอภิญญา นิลยอง โดยคำนวณปริมาณ

การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอย โดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตภายใต้โครงการตรวจวัด รายงานผล และการทวนสอบ (MRV) สำหรับการพัฒนาแบบคาร์บอนต่ำในเอเชีย โดยใช้โปรแกรมของ Institute for Global Environmental Strategies (IGES) ซึ่งจัดแปลโดยองค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และนำมาคิดมูลค่าความเสียหายโดยใช้มูลค่าจากการคำนวณขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมอเมริกา (United States Protection Agency : US-EPA) ที่คิดเทียบมูลค่า ปี พ.ศ. 2558 คือ 1,175.26 บาท (อัตราคิดลดร้อยละ 2.5) ต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Baht/ton CO_2 Equivalent) สำหรับงานศึกษาครั้งนี้ได้ปรับมูลค่าพื้นฐานให้เป็นราคาคงที่ ณ ปี พ.ศ. 2561 คือ 1,154.81 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Baht/ton CO_2 Equivalent)

5) มูลค่าความเสียหายอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย ได้แก่ ปัญหาสุขภาพต่อพนักงาน ปัญหาน้ำใต้ดิน และปัญหากลิ่น ตามรายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการให้เอกชนลงทุนก่อสร้างและบริหารจัดการระบบกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี (ฉบับปรับปรุง 2558) พบว่า จากการประเมินมูลค่าต้นทุนผลกระทบจากการฝังกลบขยะมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลา โดยมีปริมาณขยะมูลฝอย 41,565.18 ตัน/ปี

ตารางที่ 4.12 มูลค่าผลกระทบจากบ่อขยะมูลฝอย

ลำดับที่	รายการ	บาท/ปี
1	การเกิดโรคของพนักงานกำจัดมูลฝอย	49,261.68
2	ปัญหาน้ำใต้ดิน ณ บ่อฝังกลบ	215,958.34
3	กลิ่นเหม็น ณ บ่อฝังกลบ	10,000.00
	รวม	**275,220.02**

ที่มา: พิณทิพย์ ศรีสมัย, (2548).

สำหรับงานศึกษาในครั้งนี้ ได้ปรับมูลค่าพื้นฐานมูลค่าผลกระทบจากบ่อขยะมูลฝอยให้เป็นราคาคงที่ ณ ปี พ.ศ. 2561 คือ 5.61 บาทต่อตันมูลฝอย

6) ค่าจ้างเอกชนฝังกลบขยะมูลฝอย และค่าดำเนินการบำบัดน้ำเสีย โดยกำหนดให้ค่าจ้างเอกชนดำเนินการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลในอัตราตันละ 200 บาทต่อตันขยะมูลฝอย ส่วนค่าบำบัดน้ำเสียจากขยะมูลฝอย 1 หน่วย เท่ากับ 0.20 ตันมูลฝอย ในราคาหน่วยละ 95.73 บาท ซึ่งได้ปรับค่าพื้นฐานให้เป็นราคาคงที่ ณ ปี พ.ศ. 2561 แล้ว

1.1.2 ต้นทุน ประกอบด้วย

1) ค่าที่ดิน ราคาตารางวาละ 3,868.99 บาท และจากการคำนวณ พบว่าต้องใช้พื้นที่สำหรับฝังกลบขยะมูลฝอย จำนวน 640 ไร่ และพื้นที่กันชน จำนวน 480 ไร่ ตามที่กำหนดในการศึกษาครั้งนี้ รวมพื้นที่ทั้งหมด จำนวน 1,220 ไร่ คิดเป็นค่าที่ดิน เท่ากับ 1,888 ล้านบาท

2) ค่าเสียโอกาสของที่ดิน 12,302.72 ต่อไร่ต่อปี และจากการคำนวณ พบว่าพื้นที่ดำเนินโครงการ จำนวน 1,220 ไร่ คิดเป็นค่าเสียโอกาสที่ดินตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 300 ล้านบาท

3) ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ในปีที่ 0 ปีที่ 4 ปีที่ 8 ปีที่ 12 และปีที่ 16 และระบบบำบัดน้ำเสีย โดยใช้ข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี และการออกแบบและคำนวณจากรายงานผลการศึกษาต้นแบบทำการคำนวณ เท่ากับ 1,673 ล้านบาท

4) ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน ประกอบด้วย

(1) ค่าจ้างเอกชนดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอย โดยอาศัยข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ซึ่งจากการคำนวณตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 3,273 ล้านบาท

(2) ค่าบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากน้ำชะมูลฝอย ตลอดอายุโครงการรวม เท่ากับ 313 ล้านบาท

(3) ค่าตอบแทนองค์การบริหารส่วนตำบลคลองขวาง ในการให้ใช้พื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย คิดร้อยละ 10 จากรายรับค่ากำจัดขยะมูลฝอย (ตันละ 150 บาท) โดยอาศัยข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ตลอดอายุโครงการ 20 ปี มูลค่าเท่ากับ 25 ล้านบาท

5) ต้นทุนผลกระทบภายนอก ประกอบด้วย

(1) มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีการฝังกลบขยะมูลฝอย มูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 14,553 ล้านบาท

(2) มูลค่าความเสียหายอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย มีมูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 92 ล้านบาท

1.1.3 ผลตอบแทน รายรับจากการรับกำจัดขยะมูลฝอยจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี โดยกำหนดให้เริ่มดำเนินการในเชิงพาณิชย์ในเดือนมกราคม 2562 โดยตลอดอายุของโครงการมีมูลค่ารวมเท่ากับ 2,455 ล้านบาท

1.2 ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration) แบบตะกรับ (Stoker – Fired or Grate – Fired Incineration) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้กระบวนการเผาไหม้ในเตาเผาที่ใช้อากาศมากกว่า (Stoichiometric Condition) ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ ความร้อน (Heat) โดยความร้อนนี้สามารถนำไปใช้กับหม้อไอน้ำสำหรับการผลิตไฟฟ้า การกำจัดด้วยวิธีการนี้สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ประมาณร้อยละ 80 – 90 สำหรับข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับความมีประสิทธิภาพของทางเลือกดังกล่าวนี้มี 3 ประการ ประกอบด้วย 1. ค่าความชื้น 2. ค่าความร้อน และ 3. ลักษณะองค์ประกอบของขยะมูลฝอย ตลอดรวมจนถึงมลภาวะทางอากาศจากการเผาไหม้และจากขยะมูลฝอยที่ปนเปื้อนสารพิษ และสารพิษที่อาจเหลืออยู่ในขี้เถ้าซึ่งต้องนำไปฝังกลบในขั้นตอนสุดท้าย

1.2.1 ข้อสมมติ

1) เทคโนโลยีเตาเผาขยะ ใช้ต้นแบบจากรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะด้วยเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) เนื่องจากเป็นการออกแบบระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้น ข้อมูลการออกแบบเทคโนโลยี การก่อสร้าง และการดำเนินงาน จึงใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

2) ข้อพิจารณาอื่นๆสำหรับประกอบการออกแบบ การออกแบบการดำเนินงานนอกจากต้นแบบแล้ว ยังพิจารณาข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี รายงานผลการวิเคราะห์การดำเนินการโรงกำจัดขยะเทศบาลนครภูเก็ต และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเปรียบเทียบและปรับปรุงข้อมูลให้เป็นองค์ประกอบขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

3) เตาเผาขยะ กำหนดให้มีเตาเผาขยะมูลฝอยขนาด 250 ตัน จำนวน 6 เตา รวมเป็นระบบเตาเผาขนาด 1,500 ตันต่อวัน รองรับปริมาณขยะมูลฝอยสดได้สูงสุด 2,000 ตันต่อวัน การพักขยะมูลฝอยไว้ในหลุมพักขยะมูลฝอย จำนวน 14 วัน ลดค่าความชื้นจากร้อยละ 70 (ค่าความชื้นร้อยละ 69.19) เหลือร้อยละ 35 เหลือปริมาณขยะมูลฝอยที่นำเข้าสู่เตาเผาร้อยละ 65 จากปริมาณขยะมูลฝอยสด ซึ่งกำจัดได้ทั้งหมด และเกิดขี้เถ้าจากการเผาร้อยละ 15 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบเตาเผา และจะถูกนำไปฝังกลบ

4) การดำเนินงานฝังกลบขยะมูลฝอยและอื่นๆ กำหนดให้มีการฝังกลบทุกวัน และเป็นการจ้างเหมาฝังกลบทั้งขยะมูลฝอยชุมชนและขี้เถ้าจากการเผา โดยเอกชนภายนอกดำเนินการในอัตราราคาเช่นเดียวกันกับทางเลือกที่ 1

5) ค่าความร้อนของขยะมูลฝอย (Calorific Value of Municipal Solid Waste) เท่ากับ 2,100 kcal/kg และประมาณการกำลังการผลิตไฟฟ้า 1 MW ต่อปริมาณขยะ 44.51 ตันต่อวัน (หลังผ่านการพักขยะแล้ว) ตามรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะด้วยเทคโนโลยีการเผาขยะมูลฝอย (Incineration) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2558) หาได้จากสูตรค่าความร้อนสูง Higher heating value (HHV) (kcal/kg) = 80.60C + 339.10(H-O/8) + 22.20S + 5.56N = 2,885.02 kcal/kg ซึ่งค่าความร้อนสูงที่คำนวณได้สามรถนำไปหาค่าความร้อนต่ำ (Lower heating value ; LHV) (Geory Tchobanoglouse, Solid Waste, 1993, P. 61) HHV = LHV + 5.72(9H + M) = 2,187.07 kcal/kg

โดยที่ HHV : การนำชีวมวลหนัก 1 kg มาลดความชื้นหรือกำจัดน้ำออกให้หมดจากนั้นนำมาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้คือ ค่าความร้อนสูง

LHV : การนำชีวมวลในสภาพปกติ 1 kg มาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้คือ ค่าความร้อนต่ำ

M : ค่าความชื้น (Moisture content) % (wt)

C : คาร์บอน % (wt)

H : ไฮโดรเจน % (wt)

O : ออกซิเจน % (wt)

S : ซัลเฟอร์ % (wt)

Cl : คลอไรด์ % (wt)

N : ไนโตรเจน % (wt)

ค่าความร้อนต่ำ (LHV) ของขยะมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดด้วยวิธีเตาเผาเพื่อผลิตพลังงานต้องมีค่าความร้อนต่ำเฉลี่ยประมาณ 1,670 kcal/kg และต้องไม่ต่ำกว่า 1,440 kcal/kg (Haukohlot, 2000)

และงานศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานครโดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณเชิงเส้นของณัฐวุฒิ แสนอำนวย (2547) สามารถคำนวณค่าความร้อนต่ำได้จากสูตร Lower Solid Calorific Value ; LSCV = 4,407.73 + 59.77MC + 23.08P + 6.63B

โดยที่ MC : ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)

P : สัดส่วนน้ำหนักของพลาสติก (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก)

B : สัดส่วนน้ำหนักของเศษอาหารและใบไม้ (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก)

ค่า LSCV ที่คำนวณได้ เท่ากับ 1,082.61 kcal/kg (ค่าความชื้นในขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ร้อยละ 69.19) หากลดความชื้นของขยะมูลฝอยเหลือร้อยละ 35 ค่า LSVC ที่คำนวณได้ เท่ากับ 3,126.15 kcal/kg ดังนั้น ค่า LSCV เฉลี่ยที่คำนวณได้ จึงเท่ากับ 2,104.38 kcal/kg

สำหรับการศึกษานี้ ค่าความร้อนต่ำตามสภาพของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีทั้ง 2 วิธี ที่คำนวณได้เท่ากับ 2,187.07 kcal/kg และ 2,104.38 kcal/kg ตามลำดับนั้น มีค่าสูงกว่าค่าความร้อนโดยเฉลี่ยที่สามารถนำไปกำจัดด้วยวิธีการเผาได้ (Incineration)กล่าวคือ สภาพโดยรวมของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในจังหวัดนนทบุรีมีค่าความร้อนที่เหมาะสมกับการกำจัดด้วยวิธีการเผา ถ้าลดค่าความชื้นในขยะมูลฝอยให้ได้เท่ากับที่ออกแบบไว้ คือ ร้อยละ 35ดังนั้น จึงกำหนดให้ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในจังหวัดนนทบุรีเมื่อพักขยะไว้ตามที่ออกแบบ (พักไว้ 14 วัน) ค่าความชื้นในขยะจะลดลงเหลือร้อยละ 35และมีค่าความร้อน 2,100 kcal/kg

1) ข้อสมมติในการวิเคราะห์ สรุปได้ตามตารางที่ 4.13 สำหรับค่าความร้อนที่ใช้ในการออกแบบ เท่ากับ 2,100 kcal/kg และประมาณการกำลังการผลิตไฟฟ้า 1 MW ต่อปริมาณขยะ 44.51 ตันต่อวัน (หลังผ่านการพักขยะแล้ว) ตามรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะด้วยเทคโนโลยีการเผาขยะมูลฝอย (Incineration) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2558) การกำหนดขนาดระบบผลิตพลังงาน และการประมาณการกำลังการผลิตไฟฟ้าใช้หลักการประมาณการจากค่าความร้อนของขยะและปริมาณขยะที่เผากำจัดได้ การศึกษานี้กำหนดให้ปริมาณขยะเข้าเตาเผา 434 ตัน ต่อเตาเผาขนาด 250 ตัน จำนวน 2 เตาเผา ผลิตไฟฟ้าได้ 9.75 MW ค่าความร้อน 2,100 kcal/kg

สำหรับจำนวนวันในการรับขยะมูลฝอยชุมชนเข้าระบบเตาเผาคิดที่จำนวน 300 วัน เท่ากับจำนวนวันที่ทำการผลิตไฟฟ้าต่อปี

ตารางที่ 4.13 ข้อสมมติในการวิเคราะห์

ลำดับที่	รายละเอียดข้อสมมติ	หน่วย	ขนาดระบบ (100 %)
1	ขีดความสามารถในการรองรับขยะมูลฝอยสูงสุด	ตัน/วัน	2,000
2	2.1 ปริมาณขยะมูลฝอยเข้าสู่ระบบเตาเผาต่อวัน	ตัน/วัน	1,300
	2.2 ปริมาณขยะมูลฝอยเข้าสู่ระบบเตาเผาต่อชั่วโมง	ตัน/ชั่วโมง	54.17
3	ค่าพลังงานความร้อน	Kcal/kg	2,100

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ลำดับที่	รายละเอียดข้อสมมติ	หน่วย	ขนาดระบบ (100 %)
4	การเดินระบบ		
	4.1 ชั่วโมงการเดนระบบต่อวัน	ชั่วโมง/วัน	24
	4.2 จำนวนวันที่เดินระบบในรอบปี	วัน/ปี	300
	4.3 ชั่วโมงเดินระบบในรอบปีต่อ 1 เตา (500 ตัน)	ชั่วโมง/ปี	7,200
	4.4 ชั่วโมงเดินระบบในรอบปีต่อ 3 เตา (1,500 ตัน)	ชั่วโมง/ปี	21,600
5	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้		
	5.1 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อ 1 เตา (500 ตัน)	MW	9.74
	5.2 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อ 3 เตา (1,500 ตัน)	MWh/ปี	210,384
	5.3 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้	ร้อยละ	96
		MWh/ปี	201,968.64
6	อัตราความสามารถในการผลิตของโรงไฟฟ้า (Capacity Factor)	ร้อยละ	85
7	ค่าประสิทธิภาพการเดินระบบ (ค่า Plant Factor)	ร้อยละ	82.19

ที่มา: จากการคำนวณ

อัตราความสามารถในการผลิตของโรงไฟฟ้า (Capacity Factor) หมายถึง อัตราส่วนความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้จริง ณ เวลาหนึ่ง เปรียบเทียบกับการผลิตเต็มกำลังการผลิตติดตั้ง (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2561) คำนวณได้จาก

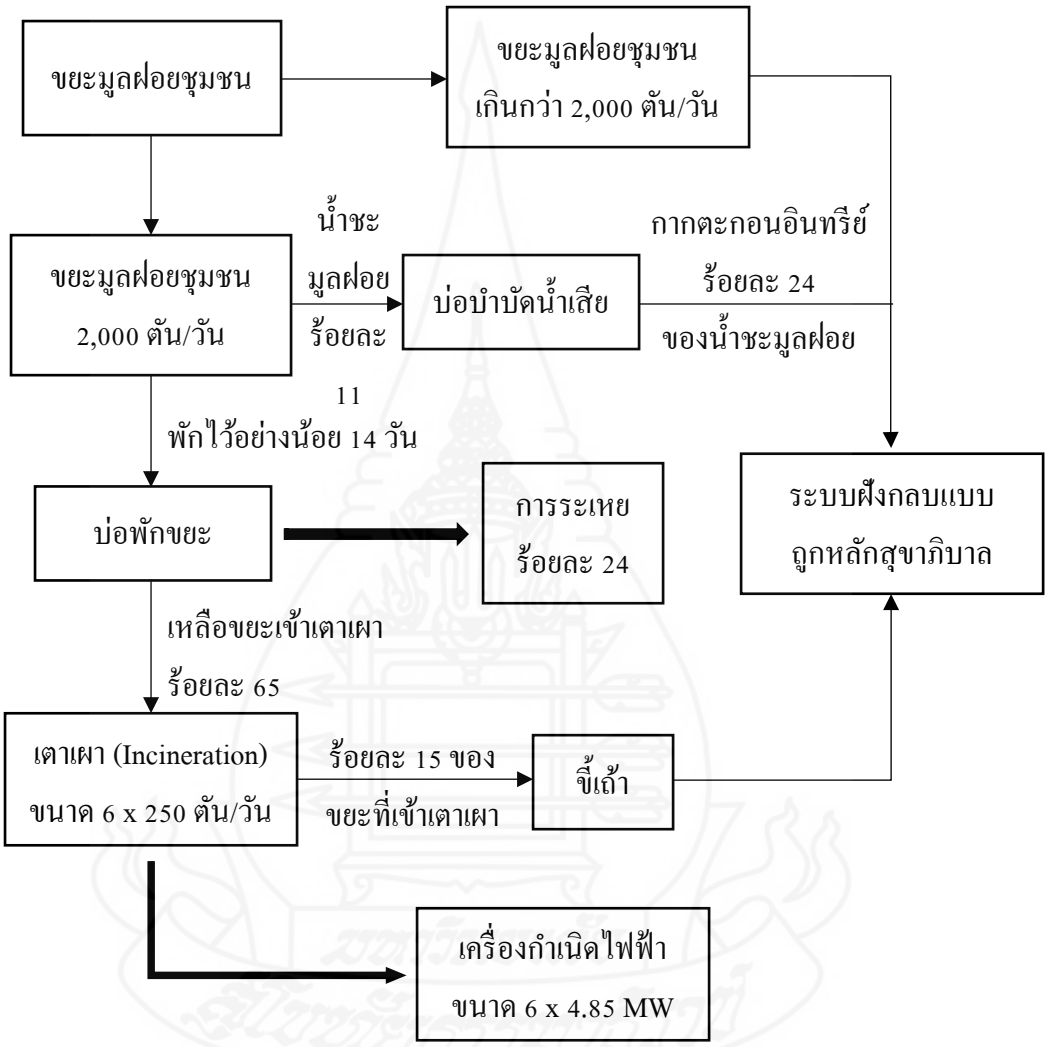
= ความสามารถในการผลิตพลังงานจริงใน 1 ปี/การผลิตเต็มกำลังผลิตใน 1 ปี X 100

การผลิตเต็มกำลังผลิตใน 1 ปี

= กำลังผลิตติดตั้ง X 24 ชั่วโมง X 365 วัน

ทั้งนี้ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนมีความสามารถในการผลิตไฟฟ้าได้ราว 300 วัน ใน 1 ปี เพราะไม่สามารถเดินเครื่องได้เต็มกำลังการผลิตได้จริงตลอดเวลา และยังต้องมีการหยุดบำรุงรักษาทุกปี และค่าประสิทธิภาพการเดินระบบ (ค่า Plant Factor) หมายถึง สัดส่วนการเดินเครื่อง

ไฟฟ้า ค่า Plant Factor ที่สูงแสดงให้เห็นถึงการเดินเครื่องอย่างสม่ำเสมอ ถ้าค่าต่ำแสดงถึงการเดินเครื่องน้อย เช่น โรงไฟฟ้า A เดินเครื่อง 6,000 ชั่วโมง ใน 1 ปี ค่า Plant Factor ของโรงไฟฟ้า A เท่ากับ 6,000 ชั่วโมงต่อปี หารด้วย 8,760 ชั่วโมงต่อปี ผลลัพธ์ คือ 0.6849 หรือ 68.49 % (ประสิทธิ์ สิริทิพย์รัศมี และคณะ, 2557)



ที่มา : จากข้อสมมติ

ภาพที่ 4.1 กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับทางเลือกที่ 2

2) ต้นทุนผลกระทบภายนอกต่อสิ่งแวดล้อมจากโรงไฟฟ้าทางเลือกที่ 2
ตามรายงานของคณะกรรมาธิการการขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศด้านสังคม สภาขับเคลื่อนการปฏิรูป โรงไฟฟ้าจากขยะมูลฝอยจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมดังนี้

ตารางที่ 4.14 แสดงต้นทุนผลกระทบภายนอกต่อสิ่งแวดล้อมจากโรงไฟฟ้าทางเลือกที่ 2

ลำดับที่	ต้นทุนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพประชาชน	หน่วย	
1	ผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน (Human Heath)	บาท/kWh	0.163
2	ผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ (Loss of Biodiversity)	บาท/kWh	0.019
3	ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช (Crop N deposition & Crops O)	บาท/kWh	0.005
4	Materials: SO2 & Nox	บาท/kWh	0.003
5	ผลกระทบด้านอื่นต่อสุขภาพของประชาชน (Other pollution – human health)	บาท/kWh	0.014
6	ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change - generic)	บาท/kWh	0.046

ที่มา: สภาขับเคลื่อนการปฏิรูป, (2560).

สำหรับการศึกษานี้ ได้มีการปรับค่าพื้นฐานของต้นทุนผลกระทบภายนอกดังกล่าวให้เป็นราคาคงที่ ณ ปี พ.ศ. 2561 เท่ากับ 0.25 บาท/kWh

3) ต้นทุนดำเนินงานของโรงกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้าทางเลือกที่ 2
จากการรวบรวมข้อมูลงานวิจัย และเอกสารต่างๆทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ตามตารางที่ 4.15 ทั้งนี้ได้มีการปรับค่าพื้นฐานต้นทุนการดำเนินงานดังกล่าวให้เป็นราคาคงที่ ณ ปี พ.ศ. 2561

1.2.2 ต้นทุน ประกอบด้วย

1) ค่าที่ดิน ราคาตารางวาละ 3,868.99 บาท และจากการคำนวณ พบว่า ต้องใช้พื้นที่สำหรับก่อสร้างโรงกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้า จำนวน 150 ไร่ พื้นที่สำหรับฝังกลบขยะมูลฝอย จำนวน 480 ไร่ และพื้นที่กันชน จำนวน 360 ไร่ รวมพื้นที่ทั้งหมด จำนวน 1,090 ไร่ คิดเป็นค่าที่ดิน เท่ากับ 1,687 ล้านบาท

2) ค่าเสียโอกาสของที่ดิน 12,302.72 ต่อไร่ต่อปี และจากการคำนวณ พบว่า พื้นที่ดำเนินโครงการ จำนวน 1,090 ไร่ คิดเป็นค่าเสียโอกาสที่ดินตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 268 ล้านบาท

3) ต้นทุนการก่อสร้างโรงงานและโรงไฟฟ้า ปีที่ 0 ถึงปีที่ 2 ได้แก่ งานปรับปรุงพื้นที่และจัดเตรียมโครงสร้าง งานก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง และงานติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ ใช้ข้อมูลจากการออกแบบและคำนวณจากรายงานผลการศึกษาต้นแบบซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ทำการคำนวณ เท่ากับ 6,239 ล้านบาท

4) ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลและบ่อบำบัดน้ำเสีย ในปีที่ 0 ปีที่ 4 ปีที่ 8 ปีที่ 12 และปีที่ 16 โดยใช้ข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี และการออกแบบและคำนวณจากรายงานผลการศึกษาต้นแบบทำการคำนวณ เท่ากับ 1,289 ล้านบาท

5) ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน ประกอบด้วย

(1) ค่าดำเนินงานของโรงกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้า จากการคำนวณตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 5,364 ล้านบาท ทั้งนี้ ในค่าดำเนินงานดังกล่าวเป็นค่าตอบแทนให้องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีจากการให้สัมปทาน ทั้งสิ้น 179 ล้านบาท และค่าตอบแทนให้องค์การบริหารส่วนตำบลคลองขวางในการให้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ ทั้งสิ้น 18 ล้านบาท

(2) ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาโรงกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้า ตลอดอายุโครงการรวม เท่ากับ 1,873 ล้านบาท

(3) ค่าดำเนินงานฝังกลบขยะมูลฝอยและบำบัดน้ำเสีย ตลอดอายุโครงการ 20 ปี มูลค่าเท่ากับ 1,873 ล้านบาท

6) ต้นทุนผลกระทบภายนอก ประกอบด้วย

(1) มูลค่าความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมและประชาชน กรณี โรงงานกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้า มูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 858 ล้านบาท

(2) มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีการฝังกลบขยะมูลฝอย มูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 5,483 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางเลือกที่ 1

(3) มูลค่าความเสียหายอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย มีมูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 35 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางเลือกที่ 1

1.2.3 ผลตอบแทน ประกอบด้วย

1) รายรับจากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้า ถือเป็นประโยชน์อันดับแรกของโรงกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้าจากทางเลือกดังกล่าวนี้ โดยกำหนดให้เริ่มดำเนินการผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ในเดือนมกราคม 2565 ซึ่งมีความสามารถในการผลิตไฟฟ้าจากการเผาขยะมูลฝอยตามตารางที่ 4.15 ดังนี้

ตารางที่ 4.15 ความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าทางเลือกที่ 2

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	
1	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด ร้อยละ 100	210,384.00	MWh/ปี
2	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้วิเคราะห์ครั้งนี้ ร้อยละ 96	201,968.64	MWh/ปี
3	อัตราความสามารถในการผลิตไฟฟ้า	85	ร้อยละ
4	ความสามารถในการผลิตไฟฟ้า	171,673.34	MWh/ปี

ที่มา: จากการคำนวณ

2) รายรับค่าดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอย ตามบันทึกข้อตกลงระหว่างองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นๆในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ในอัตราตันละ 150 บาท โดยตลอดอายุโครงการ พบว่า มีรายรับดังกล่าว เท่ากับ 2,455 ล้านบาท

3) ผลตอบแทนภายนอก ประกอบด้วย

(1) ประหยัดพื้นที่สำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยระบบเตาเผา ซึ่งตลอดอายุโครงการมีขยะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบเตาเผาจำนวน 10,200,000 ตัน สามารถประหยัดพื้นที่ฝังกลบได้ 397 ไร่ และพื้นที่ชนวน 297 ไร่ รวม 694ไร่ คิดเป็นมูลค่าของที่ดินที่ประหยัดได้ เท่ากับ 1,074 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

(2) ประหยัดค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยระบบเตาเผา ซึ่งตลอดอายุโครงการ สามารถประหยัดค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบได้ 397 ไร่ คิดเป็นมูลค่าที่ประหยัดได้ เท่ากับ 952 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

ตารางที่ 4.16 แสดงสัดส่วนปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกกำจัดสำหรับทางเลือกที่ 2

ปีที่	ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน)	ระบบเตาเผา (ตัน)	ระบบฝังกลบ (ตัน)
0	2562	551,237.21		551,237.21
1	2563	574,717.35		574,717.35
2	2564	598,888.14		598,888.14
3	2565	623,767.28	600,000.00	23,767.28
4	2566	649,372.93	600,000.00	49,372.93
5	2567	675,723.65	600,000.00	75,723.65
6	2568	702,838.47	600,000.00	102,838.47
7	2569	730,736.86	600,000.00	130,736.86
8	2570	759,438.74	600,000.00	159,438.74
9	2571	788,964.53	600,000.00	188,964.53
10	2572	819,335.11	600,000.00	219,335.11
11	2573	850,571.87	600,000.00	250,571.87
12	2574	882,696.71	600,000.00	282,696.71
13	2575	915,732.04	600,000.00	315,732.04
14	2576	949,700.79	600,000.00	349,700.79
15	2577	984,262.45	600,000.00	384,626.45
16	2578	1,020,533.06	600,000.00	420,533.06
17	2579	1,057,445.23	600,000.00	457,445.23
18	2580	1,095,388.12	600,000.00	495,388.12
19	2581	1,134,387.53	600,000.00	534,387.53
รวม		**16,366,102.09**	**10,200,000.00**	**6,166,102.09**

ที่มา: จากการคำนวณ

(3) ประหยัดค่าใช้จ่ายในการฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยระบบเตาเผา ซึ่งตลอดอายุโครงการมีขยะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบเตาเผาจำนวน 10,200,000 ตัน สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ เท่ากับ 2,040 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

(4) ประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียจากน้ำชะมูลฝอยที่ถูกฝังกลบเนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยระบบเตาเผา ตลอดอายุของโครงการมีมูลค่าเท่ากับ 195 ล้านบาท

(5) ลดความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณี การฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยระบบเตาเผา ซึ่งช่วยลดความเสียหายตลอดอายุโครงการ มีมูลค่าเท่ากับ 9,070 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

(6) ลดความเสียหายอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยระบบเตาเผา ซึ่งช่วยลดความเสียหายตลอดอายุโครงการ มีมูลค่าเท่ากับ 57 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

1.3 ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตแท่งเชื้อเพลิง (RDF) และโรงผลิตไฟฟ้าจาก RDF แบบ Gasification ร่วมกับการฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล

โดยทางเลือกที่ 3 นี้ เป็นการจัดการขยะมูลฝอยโดยการนำขยะมาผ่านกระบวนการบำบัดขยะโดยวิธีเชิงกลและชีวภาพ (Mechanical and Biological Treatment : MBT) เป็นกระบวนการโดยอาศัยการกลับกองขยะมูลฝอยด้วยสกรูแนวตั้ง (Vertical Agitator) ทำให้กองขยะมูลฝอยด้านล่างมีโอกาสสัมผัสกับอากาศมากขึ้น เกิดการย่อยสลายมากขึ้นด้วย รวมถึงป้องกันการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกองขยะมูลฝอยด้านล่างซึ่งก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น โดยมีขั้นตอนการดำเนินการอยู่ 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1. ระบบคัดแยก 2. โรงบำบัดทางกลและชีวภาพ 3.ชุดเครื่องร่อน 4. เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงขยะ เมื่อผ่านกระบวนการต่างๆแล้วน้ำหนักของขยะมูลฝอยจะลดลงประมาณร้อยละ 35 และมีความชื้นในขยะประมาณร้อยละ 30 และผลพลอยได้ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้ 1. ปุ๋ยอินทรีย์ 2. วัสดุปรับปรุงดิน 3. เชื้อเพลิงขยะ (Refuse-Derived Fuel; RDF) และ 4. ขยะรีไซเคิล จากกระบวนการคัดแยก

1.3.1 ข้อสมมติ

1) โรงผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากขยะมูลฝอยสด ทางเลือกนี้ใช้ต้นแบบจากโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โครงการสร้างระบบการจัดการขยะเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel, RDF) และปุ๋ยอินทรีย์ : เทศบาลตำบลแชะ จังหวัดนครราชสีมา โครงการผลิตเชื้อเพลิง RDF บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน) และ

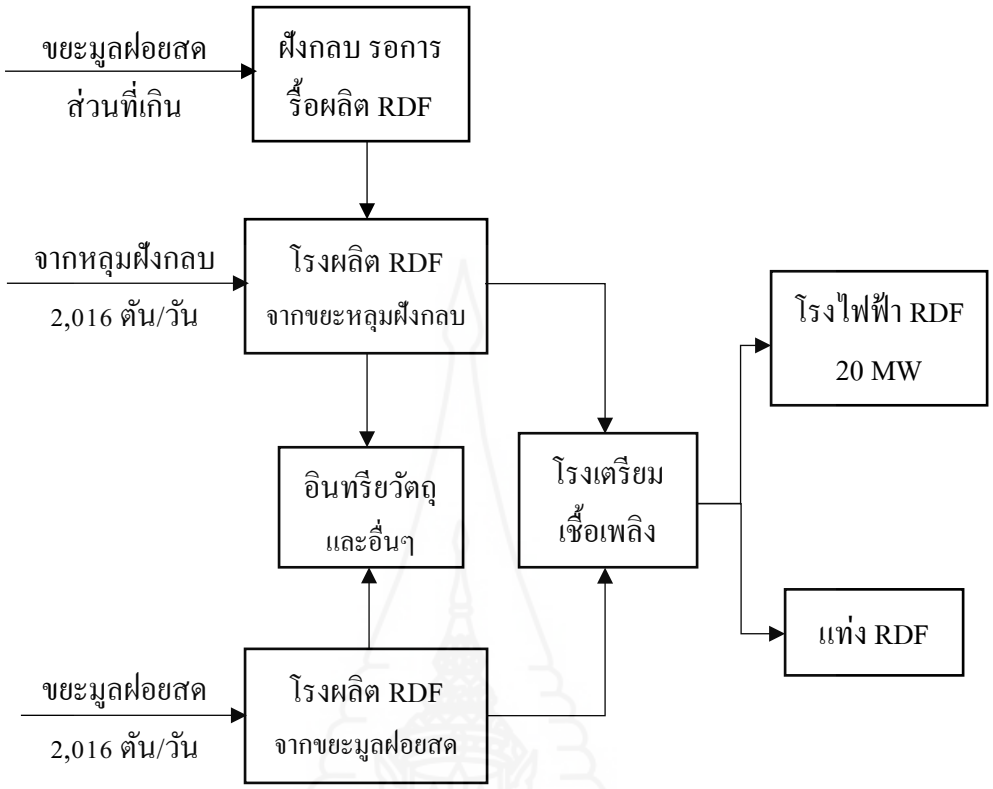
โครงการผลิตไฟฟ้าจากการกำจัดขยะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา บริษัท พีอีเอ เอ็นคอม อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด เนื่องจากเป็นการออกแบบระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้น ข้อมูลการออกแบบเทคโนโลยี การก่อสร้าง และการดำเนินงาน จึงใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

2) องค์ประกอบของขยะมูลฝอย การออกแบบการดำเนินงานนอกจากต้นแบบแล้ว ยังพิจารณาข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเปรียบเทียบและปรับปรุงข้อมูลให้เป็นองค์ประกอบขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

3) โรงผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากขยะมูลฝอยที่ถูกฝังกลบแล้ว สำหรับการผลิต RDF จากการรื้อขยะจากหลุมฝังกลบใช้ต้นแบบจากโครงการศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียดระบบกำจัดขยะรวม เทศบาลนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต ประจำปีงบประมาณ 2553 รายงานการศึกษาความเหมาะสมและแบบรายละเอียดในการลงทุน และการดำเนินฝังกลบขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการชีวภาพ – กล ศูนย์วิจัยการเผากากของเสีย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เนื่องจากเป็นการออกแบบระบบโดยผู้เชี่ยวชาญจึงใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิง นอกจากนี้ยังพิจารณาข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเปรียบเทียบและปรับปรุงข้อมูลให้เป็นองค์ประกอบขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

4) กำลังการผลิต RDF กำหนดให้ระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะจากขยะมูลฝอยสด และระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะจากการรื้อบ่อฝังกลบ ขนาดของระบบเท่ากับ 2,100 ตัน/วัน ทั้ง 2 ระบบ รวมเป็นระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ 4,200 ตัน/วัน แต่สำหรับงานศึกษานี้กำหนดการวิเคราะห์ข้อมูลที่ร้อยละ 96 ดังนั้น ระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะสามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยสดได้สูงสุดวันละ 2,016 ตัน และรื้อบ่อฝังกลบได้สูงสุดวันละ 2,016 ตัน

5) ค่าความชื้นในขยะมูลฝอยและค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงขยะ (RDF) กำหนดให้ค่าความชื้นในขยะมูลฝอยสดประมาณร้อยละ 70 (ค่าความชื้นร้อยละ 69.19) เมื่อผ่านกระบวนการ MBT แล้ว ในระยะเวลาประมาณ 30 วัน ค่าความชื้นในขยะเชื้อเพลิง (RDF) เหลือประมาณร้อยละ 30 และมีค่าความร้อนขั้นต่ำเฉลี่ยที่ 3,500 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม รวมถึงขยะเชื้อเพลิง (RDF) ที่ผลิตจากการรื้อบ่อฝังกลบ

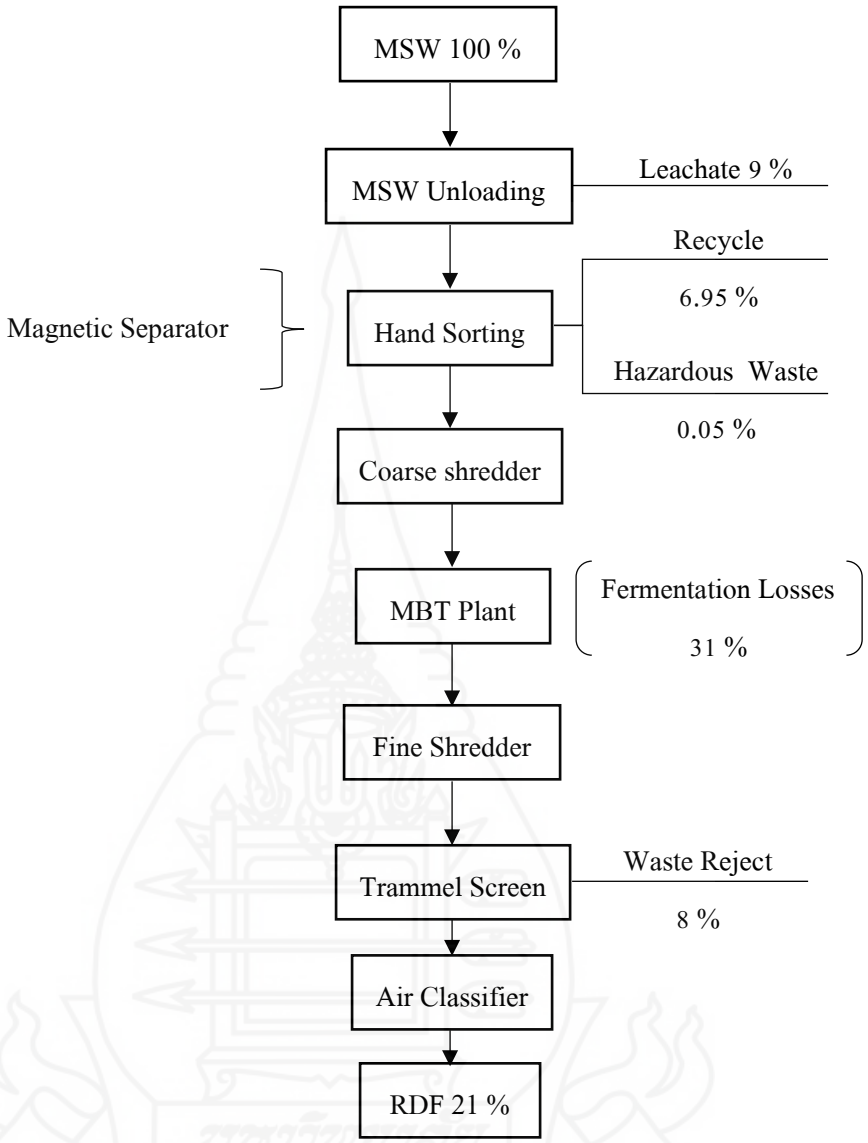


ที่มา : จากข้อสมมติ

ภาพที่ 4.2 กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับทางเลือกที่ 3 RDF + Gasification

6) ค่าความชื้นในขยะมูลฝอยและค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงขยะ (RDF) กำหนดให้ค่าความชื้นในขยะมูลฝอยสดประมาณร้อยละ 70 (ค่าความชื้นร้อยละ 69.19) เมื่อผ่านกระบวนการ MBT แล้ว ในระยะเวลาประมาณ 30 วัน ค่าความชื้นในขยะเชื้อเพลิง (RDF) เหลือประมาณร้อยละ 30 และมีค่าความร้อนขั้นต่ำเฉลี่ยที่ 3,500 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม รวมถึงขยะเชื้อเพลิง (RDF) ที่ผลิตจากการรื้อบ่อฝังกลบ

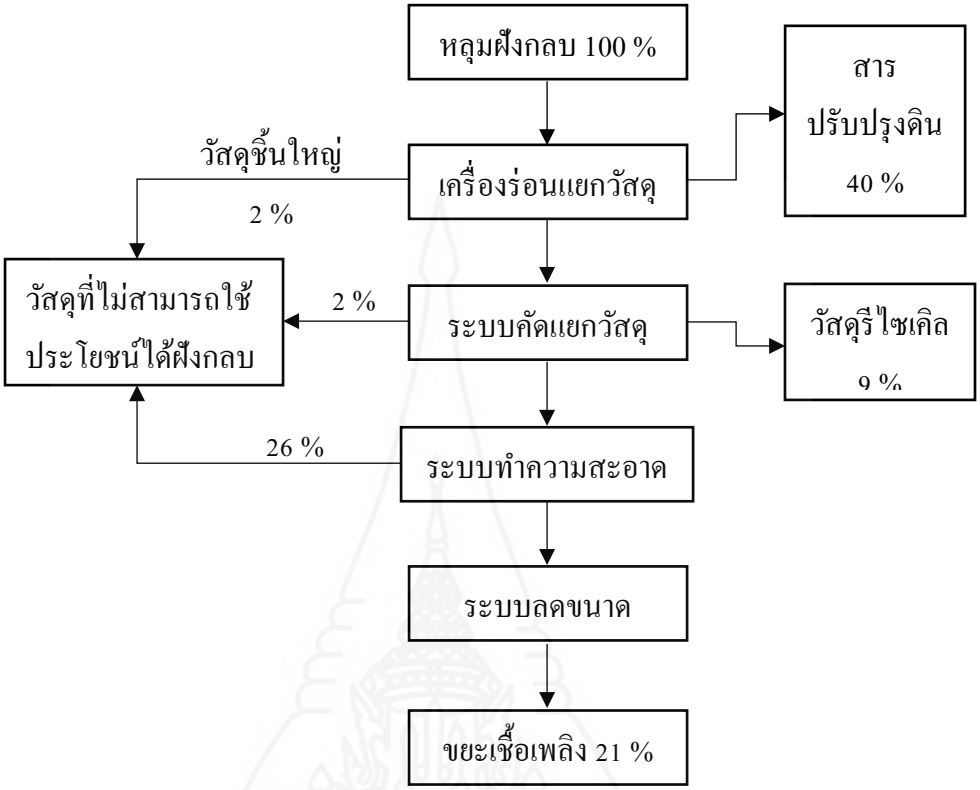
7) ข้อสมมติการผลิตและผลผลิตพลอยได้ สำหรับการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากขยะมูลฝอยสด เป็นไปตามภาพที่ 4.2 และ 4.3 และการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากการรื้อบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย เป็นไปตามตารางภาพที่ 4.2 และ 4.4



ที่มา : จากข้อสมมติ

ภาพที่ 4.3 กระบวนการผลิต RDF จากขยะมูลฝอยสด

8) การฝังกลบขยะมูลฝอย สำหรับขยะมูลฝอยชุมชนที่เกินกว่าปริมาณการรองรับของระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) กำหนดให้มีการฝังกลบทุกวันเพื่อรอการรื้อหลุมฝังกลบนำกลับมาผลิต RDF จากหลุมฝังกลบต่อไป และการจ้างเหมาฝังกลบทั้งขยะมูลฝอยสดและอื่นๆ เป็นการจ้างเอกชนภายนอกดำเนินการทั้งหมด



ที่มา : จากข้อสมมติ

ภาพที่ 4.4 กระบวนการผลิต RDF จากระบบรื้อวัสดุจากบ่อฝังกลบ

9) ข้อสมมติในการวิเคราะห์สำหรับแนวทางเลือกที่ 3 ตามตารางที่ 4.17 สำหรับระยะเวลาในการดำเนินการผลิต RDF ในรอบปีเท่ากับ 300 วัน

1.3.2 ต้นทุน ประกอบด้วย

1) ค่าที่ดิน ราคาตารางวาละ 3,868.99 บาท และจากการคำนวณ พบว่าต้องใช้พื้นที่สำหรับก่อสร้างโรงงานและติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์สำหรับการผลิต RDF พร้อมทั้งโรงไฟฟ้า RDF จำนวน 400 ไร่ และเป็นพื้นที่สำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอยส่วนที่เกินกำลังการผลิตและอื่นๆจากกระบวนการผลิต จำนวน 194 ไร่ และพื้นที่กันชน จำนวน 146 ไร่ รวมพื้นที่ทั้งหมดจำนวน 740 ไร่ คิดเป็นค่าที่ดิน เท่ากับ 1,145 ล้านบาท

2) ค่าเสียโอกาสของที่ดิน 12,302.72 ต่อไร่ต่อปี จากการคำนวณ พบว่าพื้นที่ดำเนินโครงการ 740 ไร่ คิดเป็นค่าเสียโอกาสที่ดินตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 182 ล้านบาท

ตารางที่ 4.17 ข้อสมมติในการวิเคราะห์ทางเลือกที่ 3

ลำดับที่	รายละเอียดข้อสมมติ	หน่วย	ขนาดระบบ (100 %)
1	ขีดความสามารถในการผลิต RDF	ตัน/วัน	4,200
	1.1 RDF ที่ผลิตจากขยะมูลฝอยสด	ตัน/วัน	2,100
	(ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้) ร้อยละ 96	ตัน/วัน	2,016
	1.2 RDF ที่ผลิตจากการรื้อหลุมฝังกลบ	ตัน/วัน	2,100
	(ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้) ร้อยละ 96	ตัน/วัน	2,016
2	ปริมาณ RDF ที่ผลิตได้ทั้งหมด	ตัน/วัน	846
	2.1 สำหรับใช้ผลิตไฟฟ้าในโรงเตาเผา RDF	ตัน/วัน	362
	2.2 สำหรับจำหน่ายให้กับภาคเอกชน	ตัน/วัน	484
3	ค่าความร้อนของ RDF ที่ผลิตได้	Kcal/kg	3,500
4	การเดินระบบของโรงไฟฟ้า RDF		
	4.1 ชั่วโมงการเดินระบบต่อวัน	ชั่วโมง/วัน	24
	4.2 จำนวนวันที่เดินระบบในรอบปี	วัน	300
	4.3 ชั่วโมงการเดินระบบต่อโรงไฟฟ้าขนาด 1 MW	ชั่วโมง/ปี	7,200
	4.4 ชั่วโมงการเดินระบบต่อโรงไฟฟ้าขนาด 20 MW	ชั่วโมง/ปี	144,000
5	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	MW	1.00
	(โรงไฟฟ้า RDF ขนาด 1 MW)	MWh	144,000
6	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จริง (ใช้ในการศึกษาครั้งนี้)	MW	0.90
	(โรงไฟฟ้า RDF ขนาด 1 MW)	MWh	129,600
7	อัตราความสามารถในการผลิตของโรงไฟฟ้า RDF (Capacity Factor)	ร้อยละ	73.97
8	ค่าประสิทธิภาพการเดินระบบ (ค่า Plant Factor)	ร้อยละ	82.19

ที่มา : จากข้อสมมติ

3) ต้นทุนการก่อสร้างโรงงานและโรงไฟฟ้า RDF ค่าก่อสร้างโรงงานผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) โรงงานผลิตไฟฟ้าจาก RDF บ่อฝังกลบ และระบบบำบัดน้ำเสีย ในปีที่ 0 ถึง ปีที่ 2 ได้แก่ งานปรับปรุงพื้นที่และจัดเตรียม งานก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง งานก่อสร้างบ่อฝังกลบ งานระบบบำบัดน้ำเสีย เครื่องจักรและอุปกรณ์ ใช้ข้อมูลจากการออกแบบและคำนวณจากรายงานผลการศึกษาต้นแบบซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ทำการคำนวณ ประกอบด้วย โรงไฟฟ้า RDF เท่ากับ 1,587 ล้านบาท โรงงานผลิต RDF จากขยะมูลฝอยชุมชน (สด) เท่ากับ 5,497 ล้านบาท และโรงผลิต RDF จากการรื้อหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย เท่ากับ 381 ล้านบาท รวมเป็นต้นทุนงานก่อสร้างทั้งสิ้นเท่ากับ 7,465 ล้านบาท

4) ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน ประกอบด้วย

(1) ต้นทุนดำเนินการของโรงผลิต RDF จากขยะมูลฝอยสด ประกอบด้วย ค่าดำเนินงาน เท่ากับ 650 ล้านบาท และค่าบำรุงรักษาซ่อมแซม เท่ากับ 1,276 ล้านบาท รวมเป็นมูลค่าเท่ากับ 1,926 ล้านบาท

(2) ต้นทุนดำเนินการผลิต RDF จากการรื้อหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย ประกอบด้วย ค่าดำเนินงาน เท่ากับ 1,869 ล้านบาท และค่าบำรุงรักษาซ่อมแซม เท่ากับ 201 ล้านบาท รวมเป็นมูลค่าเท่ากับ 2,070 ล้านบาท

(3) ต้นทุนดำเนินการของโรงไฟฟ้า RDF ประกอบด้วย ค่าดำเนินงาน เท่ากับ 1,200 ล้านบาท และค่าบำรุงรักษาซ่อมแซม เท่ากับ 770 ล้านบาท รวมตลอดอายุโครงการเท่ากับ 1,970 ล้านบาท

(4) ต้นทุนเกี่ยวกับพนักงาน ได้แก่ เงินเดือนค่าจ้าง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ของพนักงาน เช่น ค่าฝึกอบรม ค่าประกันสังคม เป็นต้น ซึ่งต้นทุนดังกล่าวนี้เป็นต้นทุนที่ใช้รวมกันกับทุกระบบงาน ซึ่งจากการคำนวณตลอดอายุโครงการ 20 ปี มูลค่าเท่ากับ 952 ล้านบาท

(5) ต้นทุนค่าสัมปทานและค่าใช้ประโยชน์ในพื้นที่ ประกอบด้วย ค่าสัมปทานในการรับกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ตลอดอายุของโครงการ เท่ากับ 1,674 ล้านบาท และค่าตอบแทนในการใช้พื้นที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลคลองขวาง อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ตลอดอายุของโครงการ เท่ากับ 335 ล้านบาท

5) ต้นทุนผลกระทบภายนอก ประกอบด้วย

(1) มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณี โรงผลิตไฟฟ้าจาก RDF สำหรับการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดังกล่าวนี้เป็นไปตามตารางที่ 4.18 โดยก๊าซเรือนกระจก (CO2) 1 ตัน จะมีมูลค่าความเสียหายเท่ากับ 8 ยูโร (วิภาสพล ชินวัฒนโชติ, 2554) (www.carboncredit.com) แล้วนำมาคิดค่าค่าความเสียหายโดยแปลง

ค่าเงินตราต่างประเทศเป็นสกุลเงินบาท โดยใช้อัตราขายถัวเฉลี่ยเงินตราต่างประเทศสกุลเงินยูโร ตลอดปี พ.ศ. 2561 ซึ่งเท่ากับ 38.519 บาทต่อยูโร (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2562) ตลอดอายุโครงการ มีมูลค่าความเสียหายเท่ากับ 364 ล้านบาท

ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2)

ลำดับที่	เชื้อเพลิง (Fuel)	ค่าความร้อน (Heating Value)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2 emission)
1	ถ่านหิน (Coal)	25 MJ/kg	2.41 t CO_2/t
2	ถ่านเพ็ดโค้ก (Pet Coke)	33 MJ/kg	3.34 t CO_2/t
3	น้ำมันเตา (Fuel Oil)	42 MJ/kg	3.16 t CO_2/t
4	RDF/SRF	20 MJ/kg	0.64 t CO_2/t

ที่มา: วิภาสพล ชินวัฒนโชติ, (2554).

(2) มูลค่าความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีการฝังกลบขยะมูลฝอย มูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 5,410 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางเลือกที่ 1

(3) มูลค่าความเสียหายอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย มีมูลค่าความเสียหายตลอดอายุโครงการ เท่ากับ 34 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางเลือกที่ 1

1.3.3 ผลตอบแทน

1) รายรับจากการรับกำจัดขยะมูลฝอยจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี โดยกำหนดให้เริ่มดำเนินการในเชิงพาณิชย์ในเดือนมกราคม 2562 ตลอดอายุของโครงการมีมูลค่ารวมเท่ากับ 2,454 ล้านบาท

2) รายรับจากการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) โดยระบบการผลิตแท่งเชื้อเพลิงขยะ (RDF) มีที่มาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. จากการรื้อหลุมฝังกลบ โดยกำหนดให้เริ่มดำเนินการผลิตในเชิงพาณิชย์ในเดือนมกราคม 2563 และ 2. จากขยะมูลฝอยชุมชน โดยกำหนดให้เริ่มดำเนินการผลิตในเชิงพาณิชย์ในเดือนมกราคม 2565 ประกอบด้วยรายรับ ดังนี้

(1) รายรับจากการจำหน่ายวัสดุรีไซเคิล จากการคำนวณตลอดอายุของโครงการมีมูลค่ารวมเท่ากับ 3,491 ล้านบาท

(2) รายรับจากการจำหน่ายสารปรับปรุงดิน/ปุ๋ยอินทรีย์ จากการคำนวณตลอดอายุของโครงการมีมูลค่ารวมเท่ากับ 10,596 ล้านบาท

(3) รายรับจากการจำหน่ายเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากการคำนวณตลอดอายุของโครงการมีมูลค่ารวมเท่ากับ 2,726 ล้านบาท

3) รายรับค่าจำหน่ายไฟฟ้า โดยกำหนดให้เริ่มดำเนินการผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ในเดือนมกราคม 2565 ซึ่งจากการคำนวณตลอดอายุโครงการมีมูลค่ารวมเท่ากับ 14,221 ล้านบาท

4) ผลตอบแทนภายนอกประหยัดค่าที่ดินสำหรับพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยและพื้นที่ชนวน เป็นพื้นที่ฝังกลบ จำนวน 235 ไร่ พื้นที่ชนวน 177 ไร่ รวมเป็นพื้นที่ที่ประหยัดได้ 414 ไร่ คิดเป็นมูลค่าที่ดินที่ประหยัดได้ เท่ากับ 641 ล้านบาท

5) ผลตอบแทนภายนอกประหยัดค่าใช้จ่ายในการฝังกลบขยะมูล เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากการคำนวณตลอดอายุของโครงการเท่ากับ 2,056 ล้านบาท

6) ผลตอบแทนภายนอกประหยัดค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยเนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากการคำนวณตลอดอายุของโครงการเท่ากับ 993 ล้านบาท

7) ผลตอบแทนภายนอกประหยัดค่าบำบัดน้ำเสียจากการฝังกลบ เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากการคำนวณตลอดอายุของโครงการเท่ากับ 197 ล้านบาท

6) ลดความเสียหายจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณี การฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยการนำไปผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ซึ่งช่วยลดความเสียหายตลอดอายุโครงการ มีมูลค่าเท่ากับ 9,142 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

7) ลดความเสียหายอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยบางส่วนถูกกำจัดด้วยการนำไปผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF ซึ่งช่วยลดความเสียหายตลอดอายุโครงการ มีมูลค่าเท่ากับ 58 ล้านบาท โดยคำนวณตามแนวทางของทางเลือกที่ 1

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก (Cost-Benefit Analysis)

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการในแต่ละทางเลือก คือ เป็นการวิเคราะห์ถึงทางเลือกหรือนโยบายในการกำจัดขยะมูลฝอยที่มีความเหมาะสมต่อสังคม ซึ่งอาศัยเครื่องมือต่างๆมาช่วยในการพิจารณาตัดสินใจทางเลือกเหล่านั้น โดยระบุถึงต้นทุนและผลตอบแทนของการกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละทางเลือกไม่ว่าจะเป็นต้นทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นภายในโครงการและภายนอกโครงการ ทั้งนี้เพื่อที่ต้องการทราบถึงมูลค่าของทรัพยากรที่ใช้ไปในโครงการทั้งหมด ตลอดรวมถึงมูลค่าของผลตอบแทนที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการในแต่ละทางเลือก ประกอบด้วย

3.1 หลักเกณฑ์ในการเลือกทางเลือก ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนและผลตอบแทนในแต่ละทางเลือก ดังนี้

3.1.1 มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิ (Net Present Value; NPV) เป็นการบ่งถึงผลตอบแทนสุทธิตลอดอายุโครงการ อาจมีค่าเป็นลบ เป็นศูนย์ หรือเป็นบวกก็ได้ ตามสมการ

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

เมื่อ B_t หมายถึง ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t (บาท)

C_t หมายถึง ต้นทุนของโครงการในปีที่ t (บาท)

r หมายถึง อัตราคิดลด (% ต่อปี)

t หมายถึง ระยะเวลาของโครงการ (0, 1, 2,…,n) (ปี)

หลักในการตัดสินใจ (Decision Rule) คือ ถ้า NPV มากกว่า 0 ยอมรับโครงการ แต่ถ้า NPV น้อยกว่า 0 ปฏิเสธโครงการ

3.1.2 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return ; IRR) คือ อัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสิทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์หรือผลตอบแทนโดยร้อยละต่อโครงการ ตามสมการ

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

หลักในการตัดสินใจ (Decision Rule) คือ ถ้า IRR มากกว่า r เป็นโครงการที่ดี แต่ถ้า IRR น้อยกว่า r เป็นโครงการที่ไม่ดี

เมื่อ r คือ ค่าเสียโอกาสของทรัพยากรที่นำมาใช้ในโครงการ

3.1.3 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio ; B/C ratio) คือ มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนรวมหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ตามสมการ

$$B/C\ ratio\ = \frac{\sum_{t=0}^{N-1} B_t}{\sum_{t=0}^{N-1} C_t}$$

หลักในการตัดสินใจ (Decision Rule) คือ ถ้า B/C ratio มากกว่า 1 เป็นโครงการที่ดี แต่ถ้า B/C ratio น้อยกว่า 1 ปฏิเสธโครงการ

ตารางที่ 4.19 ผลการคำนวณวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
1. เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน)			
1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ล้านตัน)	16,366	16,366	16,366
1.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	2,294	2,193	2,050
1.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	20,810	19,992	18,839
1.4 NPV (ล้านบาท)	(18,517)	(17,799)	(16,788)
1.5 IRR (%)	n/a	n/a	n/a
1.6 B/C ratio	0.11	0.11	0.11

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
2. เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
2.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ล้านตัน)	16,366	16,366	16,366
2.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	32,433	31,024	29,036
2.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	23,321	22,578	21,529
2.4 NPV (ล้านบาท)	9,111	8,445	5,510
2.5 IRR (%)	9.93	9.47	8.79
2.6 B/C ratio	1.39	1.37	1.35
3. เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิง (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
3.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ล้านตัน)	16,366	16,366	16,366
3.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	45,014	43,106	40,414
3.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	23,682	22,939	21,887
3.4 NPV (ล้านบาท)	21,332	20,167	18,527
3.5 IRR (%)	23.34	22.77	21.94
3.6 B/C ratio	1.90	1.88	1.85

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.20 ผลการคำนวณวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนต่อหน่วยของแต่ละทางเลือก

ทางเลือก/อัตราคิดลด	ทางเลือกที่ 1 ฝังกลบ (ปัจจุบัน)			ทางเลือกที่ 2 เตาเผาร่วมฝังกลบ			ทางเลือกที่ 3 RDF ร่วมฝังกลบ		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
1. ปริมาณขยะมูลฝอยที่ได้รับการจัดการ (ล้านตัน)									
1.1 ที่เกิดขึ้นใหม่จากการคาดการณ์	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366
1.2 ขยะเดิมที่ฝังกลบแล้ว	-	-	-	-	-	-	11,491	11,491	11,491
รวมปริมาณขยะมูลฝอยทั้งสิ้น	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366	16,366	27,857	27,857	27,857
2. ผลตอบแทนของสังคม (ล้านบาท)									
2.1 ผลตอบแทนเอกชน	2,294	2,193	2,050	19,827	18,909	17,615	31,235	29,822	27,828
2.2 ผลตอบแทนภายนอก	-	-	-	12,605	12,114	11,422	13,779	13,284	12,586
รวมผลตอบแทนของสังคม	2,294	2,193	2,050	32,433	31,024	29,036	45,014	43,106	40,414
3. ต้นทุนของสังคม (ล้านบาท)									
3.1 ต้นทุนเอกชน	6,845	6,641	6,353	17,085	16,597	15,905	18,055	17,539	16,807
3.2 ต้นทุนผลกระทบภายนอก	13,965	13,351	12,486	6,236	5,981	5,622	5,627	5,400	5,080
รวมผลตอบแทนของสังคม	20,810	19,992	18,839	23,321	22,578	21,526	23,682	22,939	21,887
ผลตอบแทนสุทธิ (ล้านบาท)	**(18,517)**	**(17,799)**	**(16,788)**	**9,111**	**8,445**	**7,526**	**21,332**	**20,167**	**18,527**

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

ทางเลือก/อัตราคิดลด	ทางเลือกที่ 1 ฝังกลบ (ปัจจุบัน)			ทางเลือกที่ 2 เตาเผาร่วมฝังกลบ			ทางเลือกที่ 3 RDF ร่วมฝังกลบ		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
4. ผลตอบแทนของสังคมต่อหน่วย (บาทต่อหน่วย)									
4.1 ผลตอบแทนเอกชน	140.17	134.00	125.26	1,211.48	1,155.38	1,076.32	1,121.26	1,070.54	998.96
4.2 ผลตอบแทนภายนอก	-	-	-	770.19	740.19	697.91	494.63	476.86	451.81
รวมผลตอบแทนของสังคมต่อหน่วย	140.17	134.00	125.26	1,981.67	1,895.58	1,774.23	1,615.90	1,547.40	1,450.77
5. ต้นทุนของสังคมต่อหน่วย (บาทต่อหน่วย)									
5.1 ต้นทุนเอกชน	418.25	405.78	388.18	1,043.93	1,041.12	971.83	648.13	629.61	603.33
5.2 ต้นทุนผลกระทบภายนอก	853.29	815.78	762.92	381.04	365.45	343.52	202.00	193.85	182.36
รวมต้นทุนของสังคมต่อหน่วย	1,271.54	1,221.56	1,151.11	1,424.97	1,379.57	1,315.35	850.13	823.46	785.69
ผลตอบแทนสุทธิ บาทต่อหน่วย	**(1,131.37)**	**(1,087.56)**	**(1,025.85)**	**556.70**	**516.01**	**458.88**	**765.77**	**723.95**	**665.08**

ที่มา: จากการคำนวณ

โดยผลการคำนวณมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมและผลตอบแทนรวมในแต่ละทางเลือก จากตารางที่ 4.20 และ 4.21 โดยใช้อัตราคิดลดร้อยละ 3 พบว่า

ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน) มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม (ต้นทุนของสังคม) เท่ากับ 20,810 ล้านบาท ต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อ 1 ตัน เท่ากับ 1,271.54 บาท ต้นทุนส่วนใหญ่เกิดจากต้นทุนผลกระทบภายนอกจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากการฝังกลบขยะมูลฝอย คิดเป็นร้อยละ 65.80 ของต้นทุนรวมทั้งหมด รองลงมา คือ ต้นทุนการดำเนินงานในการฝังกลบขยะมูลฝอย คิดเป็นร้อยละ 14.80 ของต้นทุนรวมทั้งหมด ต้นทุนค่าเสียโอกาสของที่ดิน คิดเป็นร้อยละ 1.36 ของต้นทุนรวมทั้งหมด ในส่วนของผลตอบแทนรวม มูลค่าปัจจุบัน เท่ากับ 2,294 ล้านบาท หรือเท่ากับ 140.15 บาทต่อตัน โดยผลตอบแทนมีเพียงอย่างเดียว คือ ผลตอบแทนของเอกชน (รายรับจากการรับกำจัดขยะมูลฝอย) เท่ากับ 140.15 บาทต่อตัน และทางเลือกที่ 1 นี้ ให้ผลตอบแทนสุทธิมีค่าติดลบหรือกล่าวได้อีกนัยหนึ่ง คือ ขาดทุนเท่ากับ 1,131.37 บาทต่อตัน

ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอยร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม (ต้นทุนของสังคม) เท่ากับ 23,321 ล้านบาท ต้นทุนรวม (ต้นทุนของสังคม) เฉลี่ยต่อขยะมูลฝอย 1 ตัน เท่ากับ 1,424.97 บาท ต้นทุนส่วนใหญ่เกิดจากต้นทุนการก่อสร้าง คิดเป็นร้อยละ 30.72 ของต้นทุนรวม (ต้นทุนของสังคม) รองลงมาอีก คือ ต้นทุนการผลกระทบภายนอก ที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล คิดเป็นร้อยละ 22.38 ของต้นทุนรวมทั้งหมด ส่วนต้นทุนค่าเสียโอกาสของที่ดิน คิดเป็นร้อยละ 1.09 ของต้นทุนรวมทั้งหมด ในส่วนของผลตอบแทนรวม (ผลตอบแทนของสังคม) มูลค่าปัจจุบัน เท่ากับ 32,433 ล้านบาท หรือเท่ากับ 1,981.67 บาทต่อตัน ผลตอบแทนส่วนใหญ่เกิดจากรายรับจากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้าและรายรับจากการรับกำจัดขยะมูลฝอย คิดเป็นร้อยละ 53.22 ของผลตอบแทนรวม (ผลตอบแทนของสังคม) รองลงมา คือ ผลตอบแทนภายนอกที่เกิดจากการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากการฝังหลบขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาล คิดเป็นร้อยละ 25.62 ของผลตอบแทนรวม (ผลตอบแทนของสังคม) และทางเลือกที่ 2 นี้ ให้ผลตอบแทนสุทธิ เท่ากับ 556.70 บาทต่อตัน

ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิง (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม 23,682 ล้านบาท ต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อขยะมูลฝอย 1 ตัน เท่ากับ 850.13 บาท ต้นทุนส่วนใหญ่เกิดจากต้นทุนค่าก่อสร้าง คิดเป็นร้อยละ 30.02 ของต้นทุนรวมทั้งหมด (ต้นทุนของสังคม) รองลงมา คือ ต้นทุนผลกระทบภายนอกที่เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คิดเป็นร้อยละ 21.76 สำหรับต้นทุนค่าเสียโอกาสของที่ดิน คิดเป็นร้อยละ 0.73 ของต้นทุน

รวมทั้งหมด (ต้นทุนของสังคม) ส่วนผลตอบแทนของสังคม มีมูลค่าปัจจุบัน เท่ากับ 45,014 ล้านบาท หรือเท่ากับ 1,615.90 บาทต่อตัน ผลตอบแทนส่วนใหญ่เกิดจากรายรับจากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 29.59 ของผลตอบแทนของสังคม รองลงมา คือ รายรับจากการจำหน่ายสารปรับปรุงดิน คิดเป็นร้อยละ 22.05 ถัดรองมา คือ ผลตอบแทนภายนอกที่เกิดจากการช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบ คิดเป็นร้อยละ 19.02 ของผลตอบแทนของสังคม และสำหรับทางเลือกที่ 3 นี้ ให้ผลตอบแทนสุทธิ เท่ากับ 765.77 บาทต่อตัน ซึ่งสูงสุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนผลกระทบภายนอก ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยพบว่า ทางเลือกที่ 1 การฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนผลกระทบภายนอกที่เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดในบรรดาทุกทางเลือก กล่าวคือ อยู่ในช่วง 502.00 – 561.47 บาทต่อตัน โดยมากกว่าทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล และมากกว่าทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ที่มีต้นทุนผลกระทบภายนอกต่อสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งน้อยกว่าทางเลือกที่ 1 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 76.88 – 85.28 บาทต่อตัน และ 39.68 – 43.95 บาทต่อตัน ตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจากการเลือกที่ 2 และทางเลือกที่ 3 มีปริมาณขยะมูลฝอยที่นำไปฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล เพียงร้อยละ 37.68 และ 37.18 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นใหม่ทั้งหมดตลอดอายุของโครงการตามลำดับ จึงก่อให้เกิดผลกระทบภายนอกต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าทางเลือกที่ 1 (ทางเลือกในปัจจุบัน)

ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนภายนอก ซึ่งส่วนใหญ่ พบว่า ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ให้ผลตอบแทนภายนอกสูงสุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมด คือ อยู่ในช่วง 182.50 – 201.41 บาทต่อตัน ซึ่งมากกว่าทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) และการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ที่มีผลตอบแทนภายนอกต่อสิ่งแวดล้อม อยู่ในช่วง 85.13 – 94.08 บาทต่อตัน ส่วนทางเลือกที่ 1 นั้นไม่ก่อให้เกิดผลตอบแทนภายนอกใดๆ

นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนสุทธิในแต่ละทางเลือก พบว่า ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล พบว่า ให้ผลตอบแทนสุทธิต่อหน่วยสูงที่สุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมด คือ อยู่ในช่วง 665.08 – 765.77 บาทต่อตัน รองลงมา คือ ทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ให้ผลตอบแทนสุทธิต่อหน่วย คือ อยู่ในช่วง 458.88 – 556.70 บาทต่อตัน ทั้งนี้ เนื่องจากต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมสำหรับทางเลือกที่ 3 นั้นต่ำกว่าต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมของทางเลือกที่ 2 ถึงประมาณร้อยละ 40 (อัตราคิดลดร้อยละ 3)

จึงสรุปได้ว่า การศึกษานี้ทางเลือกที่ให้ประโยชน์หรือผลตอบแทนกับสังคมเมื่อทดสอบโดยใช้อัตราคิดลดร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 พบว่า ทางเลือกที่มีประโยชน์หรือผลตอบแทนกับสังคมสูงสุด คือ ทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยการนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล หมายความว่า การกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี โดยทางเลือกที่ 3 ให้ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ในสภาวะปัจจุบันมีความเหมาะสมในการลงทุน รองลงมา คือ ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยการเผาในเตาเผา (Incineration) ร่วมกับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

3.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาดูว่าเมื่อตัวแปรเปลี่ยนแปลงไปแล้ว จะมีผลต่อความเป็นไปได้ของแต่ละทางเลือกในการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีอย่างไร

3.2.1 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20 เนื่องจากการขยายตัวของชุมชนเมือง ตามตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
1. เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน)			
1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
1.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	2,752	2,631	2,461
1.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	25,381	24,382	22,972
1.4 NPV (ล้านบาท)	(22,628)	(21,750)	(20,512)
1.5 IRR (%)	n/a	n/a	n/a
1.6 B/C ratio	0.11	0.11	0.11

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
2. เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
2.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
2.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	31,467	30,104	28,181
2.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	27,363	26,461	25,185
2.4 NPV (ล้านบาท)	4,104	3,643	2,996
2.5 IRR (%)	4.77	4.35	3.73
2.6 B/C ratio	1.15	1.12	1.12
3. เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิง (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
3.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
3.2 ปริมาณวัสดุฝังกลบรื้อผลิต RDF (ล้านตัน)	11,491	11,491	11,491
3.3 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	45,014	43,387	40,677
3.4 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	27,117	26,222	24,957
3.5 NPV (ล้านบาท)	17,897	17,165	15,720
3.6 IRR (%)	20.22	19.68	18.89
3.7 B/C ratio	1.67	1.65	1.63

ที่มา: จากการคำนวณ

3.2.2 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20 และราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 เดิมราคาที่ดินตารางวาละ 3,868.99 บาท ต่อมาราคาที่ดินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 30 เป็นตารางวาละ 5,029.68 บาท ตามตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.22 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20 และราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินการเพิ่มขึ้นร้อยละ 30

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
1. เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน)			
1.1 คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
1.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	2,752	2,631	2,461
1.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	26,052	25,052	23,643
1.4 NPV (ล้านบาท)	(23,299)	(22,421)	(21,183)
1.5 IRR (%)	n/a	n/a	n/a
1.6 B/C ratio	0.11	0.11	0.10
2. เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
2.1 คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
2.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	31,789	30,426	28,504
2.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	27,974	27,072	25,796
2.4 NPV (ล้านบาท)	3,815	3,354	2,708
2.5 IRR (%)	4.32	3.90	3.28
2.6 B/C ratio	1.14	1.12	1.10
3. เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิง (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
3.1 คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
3.2 ปริมาณวัสดุฝังกลบรื้อผลิต RDF (ล้านตัน)	11,491	11,491	11,491
3.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	45,633	43,712	41,002
3.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	27,460	26,566	25,301
3.4 NPV (ล้านบาท)	18,173	17,146	15,702
3.5 IRR (%)	20.14	19.61	18.81
3.6 B/C ratio	1.66	1.65	1.62

ที่มา: จากการคำนวณ

3.2.3 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20, ราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 และอายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลงซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพิ่มขึ้น ตามตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยร้อยละ 20, ราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินการเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 และอายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลงส่งผลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพิ่มขึ้น

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
1. เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน)			
1.1 คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
1.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	2,752	2,631	2,461
1.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	26,052	25,052	23,643
1.4 NPV (ล้านบาท)	(23,299)	(22,421)	(21,183)
1.5 IRR (%)	n/a	n/a	n/a
1.6 B/C ratio	0.11	0.11	0.10
2. เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
2.1 คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
2.2 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	31,789	30,426	28,504
2.3 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	28,150	27,240	25,954
2.4 NPV (ล้านบาท)	3,639	3,186	2,549
2.5 IRR (%)	4.12	3.70	3.08
2.6 B/C ratio	1.13	1.12	1.10

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

ทางเลือก	อัตราคิดลด		
	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5	ร้อยละ 8
3. เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิง (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล			
3.1 คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (ล้านตัน)	19,639	19,639	19,639
3.2 ปริมาณวัสดุฝังกลบรื้อผลิต RDF (ล้านตัน)	11,491	11,491	11,491
3.3 ผลตอบแทนรวม (ล้านบาท)	45,633	43,712	41,002
3.4 ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	27,681	26,778	25,500
3.5 NPV (ล้านบาท)	17,952	16,934	15,503
3.6 IRR (%)	19.90	19.36	18.57
3.7 B/C ratio	1.65	1.63	1.61

ที่มา: จากการคำนวณ

โดยในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดให้การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง แบ่งออกเป็น 3 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 เมื่อปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 จากเดิม เนื่องจากการขยายตัวของชุมชนเมือง กรณีที่ 2 เมื่อราคาที่ดินขยับเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 30 จากเดิม เนื่องจากการเจริญเติบโตของชุมชนเมือง จึงมีความต้องการที่ดินเพื่อก่อสร้างที่อยู่อาศัย และกรณีที่ 3 เมื่ออายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลง ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพิ่มขึ้น โดยผลการศึกษาของทั้ง 3 กรณีดังกล่าว โดยใช้อัตราคิดลดร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 พบว่า ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิง (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล มีมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์หรือผลตอบแทนสุทธิ (NPV) สูงที่สุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมด รวมถึงอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) มีค่าสูงกว่าทุกทางเลือก และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) ก็มีค่าสูงที่สุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมด หรือ อาจกล่าวได้ว่า แม้ว่าปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นร้อยละ 20, ราคาที่ดินเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 30 และอายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลงซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพิ่มขึ้น ทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนสุทธิสูงที่สุด คือ ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยขึ้นอยู่กับอัตราคิดลดที่พิจารณาตามตารางที่ 4.21, 4.22 และ 4.23

ดังนั้น กรณีใดก็ตามดังที่กล่าวไว้ในข้างก็ไม่ส่งผลต่อลำดับการเลือกของทางเลือก โดยทางเลือกที่มีความเหมาะสมกับการลงทุนยังคงเป็นทางเลือกที่ 3 คือ การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยการนำไปผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล

บทที่ 5
สรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. สรุปการศึกษา

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนโครงการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและสถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี รวมทั้งทำการศึกษารูปแบบและแนวทางเลือกในแต่ละเทคโนโลยีของการกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบัน เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะมูลฝอย เพื่อหาทางเลือกที่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ รวมถึงการทดสอบความอ่อนไหวของตัวแปรที่สำคัญที่คาดว่าจะมีผลต่อการศึกษาในการจัดการขยะมูลฝอยในแต่ละทางเลือก โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับขยะมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ข้อมูลและปริมาณขยะมูลฝอย ข้อมูลทางด้านเทคนิค งบประมาณและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดการ ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน เป็นต้น

สำหรับข้อมูลทุติยภูมิได้ทำการรวบรวมข้อมูลทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่นำเสนอในรูปของรายงานและงานวิจัยต่างๆ เช่น องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี กรมบัญชีกลาง สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กระทรวงพลังงาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงพาณิชย์ กรมการปกครอง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ธนาคารแห่งประเทศไทย มหาวิทยาลัยต่างๆ เป็นต้น เพื่อหาข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย ข้อมูลสถิติต่างๆ เช่น จำนวนประชากร ปริมาณขยะมูลฝอย ผลผลิตข้าวต่อไร่ เป็นต้น ต้นทุนการบริหารจัดการเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยในแต่ละทางเลือก ข้อมูลทางเทคนิค และอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อหาทางเลือกที่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์กับองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า แนวทางการกำจัดขยะมูลฝอยที่มีความเหมาะสมกับการลงทุน คือ ทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล

2. อภิปรายผล

2.1 สถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

ผลการศึกษาสถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี พบว่า องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีมีหน้าที่รับผิดชอบในการกำจัดขยะมูลฝอยแต่ผู้เดียวในพื้นที่ของจังหวัดนนทบุรี ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีทั้ง 45 แห่ง ตามบันทึกข้อตกร่วมระหว่างองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่กับองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ตามข้อมูล ณ ปี 2561 มีปริมาณขยะมูลฝอยด้วยวิธีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลไม่ต่ำกว่าวันละ 1,500 ตัน ต่อวัน แต่ในปัจจุบัน พบว่า ประชาชนได้รับผลกระทบจากปัญหากลิ่นจากน้ำในบ่อพักน้ำชะมูลฝอยและปัญหาการรั่วซึมของน้ำในบ่อพักดังกล่าว ทำให้องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีเสียค่าใช้จ่ายเพื่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าวในแต่ละปีงบประมาณไม่ต่ำกว่าหลายล้านบาท

และนอกจากนี้ พบว่า ต้นทุนในการจ้างเอกชนภายนอกดำเนินการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลปัจจุบันอยู่ที่ตันละ 200 บาท โดยประมาณ ในขณะที่องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีได้รับรายรับจากการรับกำจัดขยะมูลฝอยจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีในอัตราตันละ 150 บาท ซึ่งเป็นภาระทางการเงินการคลังขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี คิดเป็นจำนวนเงินงบประมาณที่ต้องชดเชยไม่ต่ำกว่าปีละหลายล้านบาท

2.2 ทางเลือกที่เป็นไปได้ในการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

ผลการศึกษาทางเลือกที่เป็นไปได้ในการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ได้แก่

ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล เป็นทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับทางเลือกอื่นๆ หากพิจารณาเฉพาะในแง่ของการลงทุน แต่ข้อเสียของทางเลือกนี้ คือ ต้องใช้พื้นที่ในการฝังกลบและพื้นที่ชนวนสูงที่สุดในทางเลือกทั้งหมด และ

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมดในการศึกษาครั้งนี้ โดยเฉพาะการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด

ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผาขยะ ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล สำหรับเทคโนโลยีเตาเผา (Incineration) เป็นเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยขั้นสูง ต้องอาศัยบุคลากรผู้มีความรู้ความชำนาญเฉพาะด้านเป็นพิเศษและเงินลงทุนที่สูงมาก อีกทั้งการดำเนินงานมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูงมากเมื่อเทียบกับทางเลือกอื่นๆ ส่วนข้อดีของการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการนี้ คือ จะช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปฝังกลบได้ประมาณร้อยละ 80 – 90 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถนำเข้าเตาเผาได้

ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล สำหรับเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ประกอบด้วย 2 ระบบ คือ 1. การบำบัดด้วยวิธีการทางกลและทางชีวภาพ (SUT MBT) และการรื้อหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งเป็นวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยแบบผสมผสานเช่นเดียวกันกับทางเลือกที่ 2 แต่การจัดการตามแนวทางเลือกที่ 3 นี้ เป็นการใช้ประโยชน์ในที่ดินที่ใช้เป็นบ่อฝังกลบและขยะมูลฝอยที่ถูกฝังกลบกลับนำมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง ทั้งการนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) และการใช้ประโยชน์ในที่ดินที่ถูกรื้อหลุมฝังกลบเพื่อฝังกลบขยะมูลฝอยใหม่และอื่นๆอีกครั้งหนึ่ง ทำให้ลดการใช้พื้นที่ฝังกลบได้เป็นจำนวนมาก และนอกจากนี้ผลพลอยได้จากการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการดังกล่าวนี้ยังได้สารปรับปรุงดินและขยะรีไซเคิล

ในส่วนของต้นทุนนั้น เนื่องจากเป็นการกำจัดขยะมูลฝอยแบบผสมผสาน ทำให้ต้นทุนการก่อสร้างจึงค่อนข้างสูง แต่เมื่อนำมาเทียบกับปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถจัดการได้ซึ่งสูงกว่าทางเลือกอื่นๆ จึงเป็นผลทำให้สัดส่วนของต้นทุนต่อหน่วยต่ำกว่าทางเลือกที่ 2 อย่างเห็นได้ชัด ทั้งต้นทุนของเอกชนและต้นทุนผลกระทบภายนอกก็น้อยที่สุดในบรรดาทางเลือกที่ได้ทำการศึกษาครั้งนี้

2.3 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะในแต่ละทางเลือก

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

2.3.1 ในช่วง ปีที่ 0 – ปีที่ 2 ไม่ว่าจะทางเลือกใด ผลตอบแทนสุทธิ (Net Benefit) จะมีค่าติดลบ เนื่องจากเป็นช่วงเริ่มต้นโครงการการดำเนินการในช่วงนี้จึงเป็นการจัดหาพื้นที่และงานก่อสร้างอาคาร เครื่องจักรและอุปกรณ์ เพื่อรองรับกับการดำเนินการในอนาคต ในช่วงนี้จึงยังไม่ก่อให้เกิดรายรับใดๆ รวมถึงผลตอบแทนภายนอกที่จะเกิดขึ้นจากทางเลือกที่ 2 และ 3 (ยกเว้นทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล) ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ในช่วงนี้จึงเป็น

ค่าที่ดิน ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ และค่างานก่อสร้างประเภทต่างๆ เช่น อาคารสำนักงาน อาคารโรงงาน เครื่องจักร เป็นต้น โดยในทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนค่าที่ดินและค่างานก่อสร้างคิดเป็นร้อยละ 30.07 และ30.02 ของต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมโดยประมาณ ตามลำดับ ส่วนทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน) มีต้นทุนค่าที่ดินและค่างานก่อสร้างบ่อฝังกลบ คิดเป็นร้อยละ 16.10 ของต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคม

หลังจากนั้นช่วงตั้งแต่ปีที่ 3 เป็นต้นไปจนกระทั่งถึงปีที่ 19 (สิ้นสุดโครงการ) สำหรับทางเลือกที่ 2 และทางเลือกที่ 3 ผลตอบแทนสุทธิจะมีค่าเป็นบวก ทั้งนี้ เนื่องจากเมื่อโรงงานกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้าเริ่มดำเนินการแล้วจะทำให้มีรายรับอื่นนอกเหนือจากรายรับค่ากำจัดขยะมูลฝอย เช่น รายรับการจำหน่ายไฟฟ้า รายรับการจำหน่ายเชื้อเพลิงขยะ เป็นต้น ทั้งการเริ่มดำเนินงานของโรงกำจัดจะทำให้การฝังกลบขยะมูลฝอยมีปริมาณลดน้อยลง ทำให้การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลลดลงเป็นจำนวนมาก ถือเป็นผลตอบแทนภายนอกที่จะได้รับเมื่อโรงกำจัดขยะมูลฝอยและโรงไฟฟ้าเริ่มดำเนินงานแล้ว ส่งผลทำให้ผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคมมีค่าสูงกว่าต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคม ดังนั้น ผลตอบแทนสุทธิตั้งแต่ปีที่ 3 – ปีที่ 19 จึงมีค่าเป็นบวก ยกเว้นเฉพาะทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ไม่ว่าช่วงปีก็ตามผลตอบแทนสุทธิจะมีค่าติดลบเสมอ ทั้งนี้ เนื่องจากทางเลือกที่ 1 ให้ผลตอบแทนสุทธิเพียงอย่างเดียว กล่าวคือ รายรับจากการรับกำจัดขยะมูลฝอย (ผลตอบแทนของเอกชน) ทำให้ผลตอบแทนของสังคมของทางเลือกที่ 1 มีค่าน้อยกว่าต้นทุนของเอกชน อีกทั้งการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นจำนวนมาก ส่งผลต้นทุนผลกระทบภายนอกสูงขึ้นอีกด้วย ดังนั้น ต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมของทางเลือกที่ 1 จึงมีค่ามากกว่าผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคม จึงส่งผลทำให้ผลตอบแทนสุทธิของทางเลือกที่ 1 นี้ มีค่าเป็นลบเสมอ

2.3.2 ตลอดอายุโครงการ 20 ปี (พ.ศ. 2562 – 2581) พบว่า ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้มากที่สุด โดยทางเลือกที่ 3 จะมีขยะมูลฝอยที่ได้รับการจัดการตลอดอายุโครงการ 20 ปี จำนวน 27,828 ล้านตัน แบ่งเป็น ขยะมูลฝอยใหม่ จำนวน 16,366 ล้านตัน และขยะมูลฝอยที่ถูกฝังกลบ จำนวน 11,491 ล้านตัน ซึ่งมากกว่าทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งสามารถจัดการได้เพียง ทางเลือกละ 16,366 ล้านตัน ทั้งนี้ เนื่องจากใน

การออกแบบทางเลือกที่ 3 มีระบบการรื้อขยะมูลฝอยหรือวัสดุที่ฝังกลบจากหลุมฝังกลบเพื่อนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ทั้งขยะเก่าที่ถูกฝังกลบ และหรือขยะใหม่ที่ถูกฝังกลบเนื่องจากเกินกำลังของระบบการผลิต RDF จากขยะมูลฝอยใหม่ จึงทำให้ทางเลือกที่ 3 นี้ เป็นทางเลือกที่มีความหยุ่นยืดสูง

2.3.3 การเปรียบเทียบต้นทุนในแต่ละทางเลือก โดยพิจารณาจากอัตราคิดลดร้อยละ 3 ต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมต่อตันมูลฝอย พบว่า ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนต่อหน่วยต่ำที่สุด คือ 850.13 บาทต่อตัน รองลงมาคือ ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนต่อหน่วย ที่ 1,271.54 บาทต่อตัน ลำดับสุดท้าย คือ ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนต่อหน่วยสูงที่สุดในบรรดาทางเลือกทั้งหมด คือ 1,424.97 บาทต่อตัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของจรรยา ใจเย็น (2540) ได้ศึกษาเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย 3 แบบ คือ การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) การหมักปุ๋ย (Composting) การเผาในเตา (Incineration) พบว่า การใช้ระบบการเผาในเตาเผาร่วมกับการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนต่อตันมูลฝอยสูงที่สุด คือ ประมาณ 1,613 บาทต่อตันมูลฝอย

เมื่อพิจารณาถึงลักษณะของต้นทุนโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนของเอกชน และต้นทุนผลกระทบภายนอก พบว่า ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนของเอกชนต่อหน่วยสูงที่สุด คือ 1,043.93 บาทต่อตันมูลฝอย ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาของทิพย์มาศ สมนึก (2551) ที่ศึกษาความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยทั่วไปของกรุงเทพมหานครในแต่ละเทคโนโลยี พบว่า เทคโนโลยีการผลิตพลังงานมูลฝอยชุมชนโดยใช้เตาเผา (Incinerator) จะต้องใช้เงินลงทุนและค่าดำเนินการสูง รองลงมา คือ ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล คือ 648.13 บาทต่อตันมูลฝอย ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาของทิพย์มาศ สมนึก (2551) พบว่า เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะ (RDF) ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามาก สำหรับทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน) มีต้นทุนของเอกชนต่อหน่วยต่ำสุด คือ 418.25 บาทต่อตันมูลฝอย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจรรยา ใจเย็น (2540) ซึ่งพบว่า การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลมีต้นทุนต่ำ คือ 196 บาทต่อตันมูลฝอย โดยพิจารณาเฉพาะในแง่ของค่าใช้จ่ายในการลงทุนเท่านั้น

สำหรับต้นทุนผลกระทบภายนอก พบว่า ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด คือ 202.00 บาทต่อตันมูลฝอย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของการุณย์ แสงบุริมทิศ (2541) ศึกษาการจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีการหมุนเวียนกลับใช้ใหม่ โดยการคัดแยกวัสดุรีไซเคิล เช่น กระดาษ แก้ว พลาสติก โลหะ เป็นต้น เพื่อขายให้กับโรงงานรีไซเคิล ส่วนขยะประเภทอินทรีย์สารจะถูกกำจัดด้วยขบวนการชีวภาพ วิธีนี้จะทำให้ขยะมูลฝอยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก และสอดคล้องกับงานศึกษาของวินัย ทองชุบ (2547) ซึ่งทำการศึกษาการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการในสภาพปัจจุบัน เพื่อหาแนวทางการลดปริมาณขยะมูลฝอย โดยสภาพปัจจุบันนำไปฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ส่วนแนวทางลดปริมาณขยะมูลฝอยประกอบด้วย การรีไซเคิล การหมักปุ๋ย และการผสมผสาน รวมถึงการประเมินต้นทุนรวมซึ่งรวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากสภาวะเรือนกระจก โดยผลการศึกษาพบว่า ต้นทุนรวมซึ่งรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากสภาวะเรือนกระจกตามสภาพการปัจจุบันมีมูลค่า 3.12 บาทต่อคนต่อวัน การรีไซเคิลมูลค่า 2.60 บาทต่อคนต่อวัน การหมักปุ๋ยมูลค่า 2.48 บาทต่อคนต่อวัน และการผสมผสาน (รีไซเคิลควบคู่กับหมักปุ๋ย) มีมูลค่าต่ำสุด 1.97 บาทต่อคนต่อวัน และในส่วนของทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน) เป็นทางเลือกที่มีต้นทุนผลกระทบภายนอกต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอย โดยมีต้นทุนผลกระทบภายนอก คือ 853.29 บาทต่อตันมูลฝอยหรือประมาณ 4 เท่าของต้นทุนผลกระทบภายนอกของทางเลือกที่ 3 ทั้งนี้ เนื่องจากการฝังกลบขยะมูลฝอยเป็นการหมักแบบไร้อากาศ ทำให้เกิดก๊าซมีเธนมากกว่าทางเลือกอื่นๆ (อภิญญา นิลยอง, 2559) และยังสอดคล้องกับงานศึกษาของวินัย ทองชุบ (2547) อีกด้วย

2.3.4 การเปรียบเทียบผลตอบแทนในแต่ละทางเลือก โดยพิจารณาจากอัตราคิดลดร้อยละ 3 พบว่า ทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้ผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคมต่อหน่วยสูงสุด คือ 1,981.67 บาทต่อตันมูลฝอย รองลงมาคือ ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้ผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคมต่อหน่วย เท่ากับ 1,615.90 บาทต่อตันมูลฝอย และส่วนที่ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลให้ผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคม เพียง 140.17 บาทต่อตันมูลฝอย

2.3.5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนในแต่ละทางเลือก

โดยพิจารณาจากอัตราคิดลดร้อยละ 3 พบว่า ทางเลือกที่ 3 เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้ผลตอบแทนสุทธิสูงที่สุด (Net Benefit) ในบรรดาทางเลือกที่ทำการศึกษาครั้งนี้ คือ 765.77 บาทต่อตันมูลฝอย เนื่องจากต้นทุนของสังคม (Social Cost) ประกอบด้วย 1. ต้นทุนของเอกชน (Private Cost) ได้แก่ ต้นทุนในการดำเนินงานของโครงการทั้งหมด และ 2. ต้นทุนผลกระทบภายนอก (External Cost) ได้แก่ มูลค่าความเสียที่เกิดจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก มูลค่าความเสียหายด้านอื่นๆที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย และค่าเสียโอกาสของที่ดิน ของทางเลือกที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด กล่าวคือ มีต้นทุนของเอกชน เท่ากับ 648.13 บาทต่อตันมูลฝอย และต้นทุนผลกระทบภายนอก เท่ากับ 202.00 บาทต่อตันมูลฝอย รวมเป็นต้นทุนของสังคมเท่ากับ 850.13 บาทต่อตันมูลฝอย ในขณะที่ทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (ปัจจุบัน) และทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีต้นทุนของสังคมเท่ากับ 1,271.54 บาทต่อตันมูลฝอย และ 1,424.97 บาทต่อตันมูลฝอย ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าทางเลือกที่ 3 ประมาณ 1.50 เท่า และ 1.68 เท่า ตามลำดับ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนผลกระทบภายนอกของทางเลือกที่ 3 ซึ่งมีค่าต่ำที่สุดในบรรดาทางเลือกที่ทำการศึกษา ซึ่งการคัดแยกขยะมูลฝอยเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการลดปริมาณขยะที่จะถูกฝังกลบหรือนำไปกำจัดด้วยวิธีการอื่นอีกต่อไป จึงทำให้ปริมาณขยะมูลที่จะถูกนำไปฝังมีปริมาณลดลง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอยก็จะลดลงด้วยเช่นกัน ทั้งเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) แบบ SUT – MBT ช่วยให้ขยะมูลฝอยได้มีโอกาสสัมผัสกับอากาศจากกระบวนการผลิตที่ต้องมีการผลิกกลับกองขยะมูลฝอย ป้องกันการย่อยสลายโดยไม่ใช้อากาศเป็นการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ดังนั้น ทางเลือกที่ 3 จึงสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดในบรรดาทางเลือกที่ทำการศึกษาในครั้งนี้

สำหรับทางเลือกที่ 2 เทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้ผลตอบแทนสุทธิ (Net Benefit) เท่ากับ 556.70 บาทต่อตันมูลฝอย ถือเป็นลำดับรองลงมาจากทางเลือกที่ 3 ถึงแม้ว่าจะให้ผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคมสูงที่สุด เท่ากับ 1,981.67 บาทต่อตันมูลฝอย แต่ก็มีต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมสูงที่สุดเช่นกัน คือ 1,424.97 บาทต่อตันมูลฝอย และโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนทางเอกชน อยู่ที่ตันละ 1,043.93 บาทต่อตันมูลฝอย หรือคิดเป็นร้อยละ 73.26 ของต้นทุนรวมหรือต้นทุนของสังคมต่อหน่วย (ตันมูลฝอย) อีกทั้งต้นทุนผลกระทบภายนอกมีค่าสูงกว่าต้นทุนผลกระทบภายนอกของทางเลือกที่ 3 ประมาณ 1.89 เท่า จึงทำให้ผลตอบแทนสุทธิของทางเลือกที่ 2 น้อยกว่าทางเลือกที่ 3

และในส่วนทางเลือกที่ 1 เทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล จะให้ผลตอบแทนสุทธิ (Net Benefit) ซึ่งเป็นค่าเป็นลบ เท่ากับ 1,131.37 บาทต่อตันมูลฝอย ทั้งนี้เนื่องจากผลตอบแทนรวมหรือผลตอบแทนของสังคมของทางเลือกที่ 1 มีเพียงอย่างเดียวคือผลตอบแทนของเอกชนเท่านั้น ซึ่งเกิดจากการรับกำจัดขยะมูลฝอยจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ในอัตราตันละ 150 บาท (ราคา ณ ปี พ.ศ. 2561) ขณะที่องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีต้องว่าจ้างเอกชนภายนอกในการดำเนินการฝังกลบในอัตราตันละ 200 บาท (ราคา ณ ปี พ.ศ. 2561) เบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีมีต้นทุนของภาครัฐ (ต้นทุนของเอกชน) สูงกว่าผลตอบแทนของภาครัฐ (ผลตอบแทนของเอกชน) ต่างกันถึงตันละ 50 บาท และเมื่อพิจารณาพิจารณาต้นทุนผลกระทบภายนอกก็พบว่าการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเป็นปริมาณที่สูงมาก และการฝังกลบขยะมูลฝอยยังทำให้เกิดปัญหาอื่นๆตามมา เช่น ปัญหาน้ำใต้ดิน ปัญหากลิ่น เป็นต้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดในบรรดาทางเลือกที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ คิดเป็นต้นทุนผลกระทบภายนอก เท่ากับ 853.29 บาทต่อตันมูลฝอย และนอกจากนี้การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลก็ไม่ได้ก่อให้เกิดผลตอบแทนภายนอกอื่นใดอีกด้วย ดังนั้นผลตอบแทนสุทธิจึงมีค่าเป็นลบตลอดช่วงอายุของโครงการ

ฉะนั้น เมื่อพิจารณาในแต่ละทางเลือกที่อัตราคิดลดร้อยละ 3 จึงสรุปผลได้ว่าทางเลือกที่มีความเหมาะสมในการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด คือ ทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล รองลงมา คือ ทางเลือกที่ 2 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ส่วนทางเลือกที่ 1 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าไม่มีความเหมาะสมในการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์

2.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการด้วยการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของอัตราคิดลด ได้แก่ ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 และกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร โดยแบ่งออกเป็น 3 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 เมื่อปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 20 ต่อปี ตลอดช่วงอายุของโครงการ เนื่องจากการขยายตัวของชุมชนเมือง กรณีที่ 2 เมื่อราคาที่ดินที่ใช้เป็นพื้นที่ดำเนินโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 และกรณีที่ 3 เมื่อระยะเวลาในการซ่อมเปลี่ยนเครื่องจักรและอุปกรณ์บ่อยครั้งมากขึ้น จากเดิมต้องดำเนินการซ่อมเปลี่ยนทุก 4 ปี/ครั้ง เปลี่ยนมาเป็นทุก 3 ปี/ครั้ง เนื่องจากอายุการใช้งานสั้นลง ซึ่งผลการศึกษา พบว่า เมื่อคำนวณโดยใช้

อัตราคิดลดร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 ไม่ว่ากรณีใดก็ตามก็ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลำดับของทางเลือก กล่าวคือ ทางเลือกที่ 3 การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ร่วมกับเทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ยังคงมีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยขึ้นอยู่กับอัตราคิดลดที่พิจารณา

3. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ทำให้ได้ข้อเสนอแนะอันจะเป็นแนวทางสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและผู้สนใจศึกษาต่อไป ดังนี้

3.1 การศึกษาในอนาคตสำหรับทางเลือกในการกำจัดขยะมูลฝอย แม้ว่าจะได้มีการกำหนดทางเลือกของเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยจากผู้มีอำนาจหน้าที่แล้วก็ตาม แต่เมื่อต้องมีการรับฟังความคิดเห็นจากประชาชนในพื้นที่และหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเกี่ยวกับโครงการ ก็ควรมีการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยอื่นๆ ที่ไม่ได้ถูกกำหนดไว้ให้เป็นนโยบายหรือโครงการในอนาคต สำหรับประกอบการพิจารณาของประชาชนในพื้นที่และหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอันเกิดจากโครงการดังกล่าว อย่างน้อยก็เพื่อให้ประชาชนได้รับทราบตลอดรวมถึงความรู้ความเข้าใจของประชาชนในพื้นที่และหรือของผู้มีส่วนได้เสียที่จะได้รับผลกระทบจากการตัดสินใจดำเนินการในทางเลือกนั้น ซึ่งอย่างน้อยก็ควรทำการเปรียบเทียบ 2 เทคโนโลยี กล่าวคือ เทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบัน และเทคโนโลยีที่จะดำเนินการในอนาคตเป็นขั้นต่ำสุด รวมถึงควรมีการกล่าวถึงและหรือสรุปข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีในปัจจุบันว่าได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีอื่นใดอีกหรือไม่สำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ได้กล่าวไว้ในรายงานการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน แยกต่างหากจากรายงานฉบับดังกล่าว

และนอกจากนี้ แม้จะได้มีการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการที่จะดำเนินการในอนาคต รวมถึงทางเลือกเปรียบเทียบดังที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้นแล้ว ผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องก็ควรทำการวิเคราะห์ถึงสถานการณ์ปัจจุบันด้วย อาทิเช่น ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกินกว่าโครงการที่จะดำเนินการในอนาคตเหล่านั้นจะดำเนินการอย่างไร หรือในช่วงระยะเวลาการก่อสร้างโครงการจะจัดการขยะมูลฝอยเหล่านั้นอย่างไร เป็นต้น ไม่ใช่เพียงแต่ทำการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนเฉพาะของโครงการที่จะดำเนินการเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนที่ดีก็ควรพิจารณาถึงความรับผิดชอบต่อขยะมูลฝอยทั้งหมดที่ต้องได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง และการได้รับการยอมรับจากประชาชนในพื้นที่อีกด้วย

3.2 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม เนื่องด้วยปัญหาขยะมูลฝอยเป็นวิกฤตของชาติที่ต้องได้รับการจัดการโดยเร่งด่วน รัฐบาลจึงได้ยกเว้นการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมสำหรับโครงการโรงไฟฟ้าพลังความร้อนที่ใช้ขยะมูลฝอยเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งผลจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การเผาขยะมูลฝอยหรือเชื้อเพลิงขยะมูลฝอยทำให้เกิดก๊าซมลพิษ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารไดอ๊อกซินและฟูราน รวมถึงสารโลหะหนักบางชนิด เช่น สารปรอท ตลอดรวมถึงปัญหากลิ่นและปัญหาการปนเปื้อนของน้ำชะมูลฝอยที่อาจปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำผิวดินและใต้ดิน การไม่ได้จัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมทำให้ภาครัฐและหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องขาดเครื่องมือในการวางแผนและหรือกำหนดนโยบายในการดำเนินงาน การติดสอบติดตามการประเมินผลของโครงการ การกำหนดมาตรการต่างๆ เป็นต้น ซึ่งอาจนำมาสู่ปัญหาความขัดแย้งและการต่อต้านการดำเนินงานของโครงการจากประชาชนในพื้นที่ได้ เพราะปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้การจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมสำหรับโครงการจัดการขยะมูลฝอย ควรร่วมกันดำเนินการทั้งประชาชนในพื้นที่ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ภาคเอกชนต่างๆ ภาควิชาการ เป็นต้น ไม่ควรให้ใครผู้ใดผู้หนึ่งดำเนินการเพียงฝ่ายเดียว เพราะอาจจะทำให้เกิดการรายงานข้อมูลเพียงด้านเดียว โดยมิได้คำนึงถึงผลกระทบภายนอก ทั้งนี้การจัดทำรายงานการวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อมควรจัดทำให้ครอบคลุมทั้งทางเลือกในปัจจุบันและทางเลือกในอนาคต และควรจัดทำเป็นระยะๆ ตลอดช่วงอายุของโครงการและหลังการดำเนินโครงการด้วย

3.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรต่างๆ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีหรือของหน่วยงานอื่น ตั้งอยู่บนข้อสมมติเท่านั้นยังไม่ได้ดำเนินงานจริง การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของทางเลือกใดๆ ก็ตาม ควรทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรต่างๆให้ครอบคลุมทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนของเอกชน ต้นทุนผลกระทบภายนอก ผลตอบแทนของเอกชน และผลตอบแทนภายนอก ซึ่งเกิดจากการดำเนินการของโครงการตามแนวทางเลือกที่ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ เช่น กรณีปริมาณขยะมูลฝอยมีการเปลี่ยนแปลงไปทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของประชากร กรณีปริมาณความชื้นในขยะมูลฝอยในแต่ละช่วงฤดูกาล กรณีองค์ประกอบของขยะมูลฝอยเปลี่ยนแปลงไป กรณีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยเปลี่ยนแปลง ทำให้เทคโนโลยีทางเลือกเหล่านั้นไม่มีการผลิตชิ้นส่วนอะไหล่สำหรับซ่อมเปลี่ยนเครื่องจักรและอุปกรณ์ในอนาคต กรณีการซ่อมเปลี่ยนเครื่องจักรและอุปกรณ์ต้องใช้ระยะเวลานานเกินกว่าที่คาดการณ์หรือกรณีที่ต้องหยุดดำเนินการเนื่องจากต้องรออะไหล่จากต่างๆประเทศ

กรณีรายรับจากการผลิตไฟฟ้าลดลงตามนโยบายของภาครัฐในอนาคตหรือไม่อาจขึ้นค่าไฟฟ้าได้ในระยะเวลาตามที่ตกลงในสัญญา กรณีรายรับจากการจำหน่ายวัสดุรีไซเคิลลดลงหรือเพิ่มขึ้น เป็นต้น

3.4 รายละเอียดของต้นทุนและผลตอบแทนในแต่ละทางเลือกควรระบุให้ชัดเจน การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนในแต่ละทางเลือกควรระบุรายละเอียดให้ชัดเจน โดยควรแยกเป็นต้นทุนของเอกชน ต้นทุนผลกระทบภายนอก ผลตอบแทนของเอกชน และผลตอบแทนภายนอก ไม่ควรแสดงเป็นต้นทุนรวมและผลตอบแทนรวม เช่น ต้นทุนค่าที่ดินจะต้องใช้จำนวนพื้นที่กี่ไร่ ราคาประเมินต่อไร่เป็นราคาเท่าใด ต้นทุนการก่อสร้างในแต่ละส่วนงานเป็นมูลค่าประมาณเท่าใด ต้นทุนการดำเนินการต่างๆ เป็นเท่าใด มีต้นทุนดำเนินงานประเภทใดบ้าง ผลตอบแทนที่จะเกิดขึ้นมีอะไรบ้าง เป็นต้น และนอกจากนี้ ควรระบุถึงต้นทุนและหรือผลตอบแทนที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตที่ไม่ได้นำมาคำนวณประกอบพิจารณาในแต่ละทางเลือกที่กำหนดไว้ เช่น กรณีนำขี้เถ้าจากการเผาไปใช้ประโยชน์ในการผสมกับปูนซีเมนต์ การผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำชะมูลฝอย การบำบัดน้ำเสียจากน้ำชะมูลฝอยด้วยวิธีการทางธรรมชาติ การกำจัดกากวัสดุคงเหลือจากการเผาด้วยเทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc) เป็นต้น อย่างน้อยก็เพื่อจะเป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนของโครงการในอนาคตหรือแนวทางในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้

3.5 การจัดการและอื่นๆ การดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอยไม่ว่าทางจะทางเลือกใดต้องอาศัยบริบทต่างๆเพื่อประกอบการตัดสินใจ เช่น ข้อดีและข้อเสียของแต่ละเทคโนโลยี ขนาดของโครงการลงทุนและเงินลงทุน รูปแบบของการลงทุน องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในแต่ละพื้นที่ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเลือกและออกแบบระบบการกำจัดขยะ รวมถึงค่าความชื้นในขยะมูลฝอยด้วยซึ่งมีผลโดยตรงต่อการนำขยะมูลฝอยมาเผา ผลประโยชน์หรือผลตอบแทนของภาครัฐและท้องถิ่น รวมถึงชุมชน ภาระทางเงินการคลังของภาครัฐและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ความเหมาะสมของอัตราค่าธรรมเนียมกำจัดขยะมูลฝอย เป็นต้น ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนหรือความเป็นไปได้ในแต่ละทางเลือก พบว่า การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการผสมผสานทั้งทางเลือกที่ 2 ด้วยเทคโนโลยีเตาเผา (Incinerator) และเทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และทางเลือกที่ 3 ด้วยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) และเทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีความเหมาะสมในการลงทุนเพื่อการแก้ไขปัญหาด้านการจัดการขยะมูลฝอย ช่วยลดปัญหามลภาวะอันเกิดจากขยะมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิผล รวมถึงประโยชน์เกี่ยวเนื่องโดยตรงโดยเฉพาะพลังงานทดแทน ทั้งพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า ดังนั้น ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีมาตรการส่งเสริม สนับสนุนเพื่อให้เกิดการลงทุนและเกิดความยั่งยืนในอนาคต รวมถึงมาตรการคัดแยกขยะมูลฝอยอย่างเป็นระบบด้วย โดยควรเริ่มตั้งแต่ระดับครัวเรือน

ทั้งนี้ ผู้ศึกษาเห็นว่า การดำเนินมาตรการเกี่ยวกับการคัดแยกขยะมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพนั้น ควรดำเนินการไปพร้อมกับมาตรการกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมให้เหมาะสม กล่าวคือ ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจะกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมที่สะท้อนถึงต้นทุนในการจัดการและต้นทุนผลกระทบภายนอก ตามหลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย เช่น การศึกษาในครั้งนี้พบว่า ทางเลือกในปัจจุบัน คือ การฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลโดยการจ้างเอกชนดำเนินการนั้น มีต้นทุนของเอกชนต่อตันมูลฝอย (ต้นทุนการดำเนินงานขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี) เท่ากับ 418.25 บาทต่อตัน (อัตราคิดลดร้อยละ 3) ค่าธรรมเนียมที่ควรจะจัดเก็บก็ไม่ควรต่ำกว่าต้นทุนของเอกชนในการกำจัดขยะมูลฝอย เพราะถ้าหากองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีจัดเก็บในอัตราค่าธรรมเนียมซึ่งต่ำกว่าต้นทุนดำเนินการขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีแล้ว องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีจะต้องรับภาระค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากส่วนต่างดังกล่าว หรืออาจกล่าวได้ว่าองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีมีต้นทุนค่าเสียโอกาสในการจัดทำบริการและกิจกรรมสาธารณะอื่นๆ ให้กับประชาชนในพื้นที่ เช่น การพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน การศึกษา การสาธารณสุข เป็นต้น และการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการขยะมูลฝอยก็ไม่ควรใช้อัตราเดียวกันกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทุกแห่งในพื้นที่ความรับผิดชอบ แต่ควรจัดเก็บตามสภาพของการจัดการขยะมูลฝอย กล่าวคือ กรณีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีการคัดแยกขยะมูลฝอยตามประเภทที่กำหนดจะจัดเก็บในอัตราที่ต่ำกว่ากรณีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ไม่ได้มีการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอย สภาพการบังคับนี้จะส่งผลให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นมีการริเริ่มมาตรการหรือโครงการลดค่าใช้จ่ายจากการกำจัดขยะมูลฝอยโดยหันมาคัดแยกขยะมูลฝอยตามประเภทที่กำหนด ซึ่งจะส่งผลต่อประชาชนในพื้นที่โดยตรง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรกมล สราญรมย์. (2554). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิง กรณีศึกษาเทศบาลนครนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

กรมควบคุมมลพิษ. (2544). *เกณฑ์ มาตรฐาน และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน*. (พิมพ์ครั้งที่ 5) กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____ . (2561, 31 มีนาคม). *รายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย พ.ศ. 2559*. สืบค้นจาก http://infofile.pcd.go.th/waste/wsthaz_annual59.pdf

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2561, 31 มีนาคม). *โครงการศึกษาความเป็นไปได้จากการผลิตไฟฟ้าจากขยะด้วยเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration)*. สืบค้นจาก http://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files/การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟ.pdf

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น. (2561, 18 กุมภาพันธ์). *มาตรฐานการจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล*. สืบค้นจาก http://www.dla.go.th/work/e_book/eb1/stan9.htm

กฤตภาส มงคงธำรงกุล, และ ประพิธาร์ ธนารักษ์. (2554). การศึกษาความเป็นไปในการใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยจากกรุงเทพมหานคร. *วารสารเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 18(1), 64 – 75.

กฤติยา พุตติ, และ วนารัตน์ กรอิสรานุกุล. (2560). การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณขยะมูลฝอยจากการขยายตัวของอาคารที่อยู่อาศัยในอนาคต : กรณีศึกษาเทศบาลนครนนทบุรี (Estimation of Future Residential Solid Waste Generation : A case Study of Nonthaburi Municipality). *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(2), 210 – 224.

กฤษณ์ คงเจริญ, และ ธันวา จิตต์สงวน. (2547). การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนโครงการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์ : กรณีศึกษาโรงพยาบาลแกลง จังหวัดระยอง. *วารสารเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,* 11(1 – 2), 33 – 48.

การุณย์ แสงบุริมทิศ. (2542). *การจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่และความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์การลงทุน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.

โกเมน จิรัญกุล, และ วสุ สุวรรณวิหค. (2558). การวิเคราะห์นโยบายการใช้จ่ายและการวิเคราะห์โครงการภาครัฐ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาเศรษฐศาสตร์ภาครัฐและนโยบายสาธารณะ*. หน่วยที่ 11. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2558). ประกาศคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เรื่อง การรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (ไม่รวมพลังงานแสงอาทิตย์) ในช่วงเปลี่ยนผ่านจากแบบ Adder เป็น Feed-in Tariff (FiT) พ.ศ. 2558, *ราชกิจจานุเบกษา*, เล่มที่ 132 ตอนพิเศษ 147 ง, หน้า 13 – 15.

คณะกรรมาธิการขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน สภาขับเคลื่อนการปฏิรูป. (2560). *เรื่อง ผลการศึกษาและข้อพิจารณาในการกำหนดสัดส่วนพลังงานทดแทนแต่ละประเภท เพื่อการผลิตไฟฟ้าอย่างมั่นคงและต้นทุนที่เหมาะสม*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

จรรยา ใจเย็น. (2540). *การประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

จอมภพ แววศักดิ์, ชุลีรัตน์ คงเรือง, ธเนศ ไชยชนะ, และ ปราณี หนูทองแก้ว. (2557). *การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการประเมินวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงขยะ RDF – 5 ในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย*. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

จังหวัดนนทบุรี. (2559). *แผนปฏิบัติการเพื่อบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชน "จังหวัดสะอาด" จังหวัดนนทบุรี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560*. นนทบุรี: สำนักงานจังหวัดนนทบุรี.

จามรี ศรีจันทร์. (2557). *แนวทางการจัดการขยะของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซี่ยน ภายใต้พระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ชัชพล ทรงสุนทรวงศ์, สมศรี ทองชั้น, และ ศรันญา กังพาณิชกุล. (2552). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการศึกษาความเป็นไปได้ของการประยุกต์เทคโนโลยีไพโรไลซิส – แก๊สซิฟิเคชั่นมาใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยของชุมชน : กรณีศึกษา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา.

ณัชชลิดา ศรีประทุม. (2556). *การประเมินศักยภาพและความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์การใช้ขยะชุมชนจากเทศบาลนครขอนแก่น เพื่อเป็นพลังงานทดแทน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ณัฐธิดา ตันติสังวรากูร. (2555). *การศึกษามลพิษจากเตาเผาขยะชุมชนเป็นพลังงาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

ณัฐพร บุญจรัส. (2557). *การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐศาสตร์ของโรงผลิตไฟฟ้าจากการกำจัดขยะมูลฝอย ในเขตเทศบาลนครพระนครศรีอยุธยา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ณัฐวุฒิ แสนอำนวยผล. (2547). *แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณเชิงเส้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ธเนศ ศรีสถิตย์. (2557). *แบบรายละเอียดก่อสร้าง หลุมฝังกลบขยะมูลฝอยขนาดเล็ก แบบ Control Dump Landfill*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิพย์มาศ สมนึก. (2551). *ความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยชุมชนทั่วไปของกรุงเทพมหานคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ทิพย์สุภินทร์ หินซุย. (ม.ป.ป.). *เทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจร เทคโนโลยีการจัดการขยะท้องถิ่น ด้วยวิธีการแบบเชิงกล – เชิงชีวภาพ และการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน*. นครราชสีมา: ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีวมวล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ธีรยุทธ หวังศรีนภาวงศ์. (2556). *การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าขยะมูลฝอยชุมชน กรณีศึกษา : สถานีขนถ่ายมูลฝอยหนองแคม กรุงเทพมหานคร (กทม.)*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

นรินพร มาลาศรี. (2560). *แนวทางการดำเนินและขั้นตอนการจัดหาไฟฟ้า โครงการผลิตไฟฟ้าจากขยะชุมชน*. นนทบุรี: ศูนย์ปฏิบัติประสานการปฏิบัติที่ 4 กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร.

นิมิต พิพัทธ์ธรรมกุล. (2550). *ระบบผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะมูลฝอย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.

บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน). (2559). *หนังสือชี้ชวนเสนอขายหุ้นสามัญเพิ่มทุน*. กรุงเทพ: บริษัทหลักทรัพย์ ซีไอเอ็มบี (ประเทศไทย) จำกัด.

บริษัท พีอีเอ เอ็นคอม อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด. (2561, 8 เมษายน). *ร่างเอกสารประกวดราคาจ้างเหมาก่อสร้างโครงการผลิตไฟฟ้าจากการกำจัดขยะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา*. สืบค้นจาก http://www.peaencom.com/news/402382/ประกาศรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะร่าง-เอกสารประกวดราคาจ้างเหมาก่อสร้าง-โครงการผลิตไฟฟ้าจากการกำจัดขยะ-จังหวัดนครพระนครศรีอยุธยา.html.

บริษัท เซ้าเทิร์นไทยคอนซัลติ้ง จำกัด. (2561, 5 พฤษภาคม). *รายงานการปฏิบัติตามมาตรการลดผลกระทบและติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม (ระยะเวลาก่อสร้างและทดสอบเครื่องจักร) โครงการโรงเผามูลฝอยชุมชนและผลิตไฟฟ้า เทศบาลนครภูเก็ต ในนามบริษัท พีเจที เทคโนโลยี จำกัด ประจำเดือนมกราคม – มิถุนายน 2555*. สืบค้นจาก http://eiadoc.onep.go.th/eia2/3-2-72.pdf

ประสิทธิ์ สิริทิพย์รัศมี, วรรณภา สุวรรณรัศมี, และ รวิน ดุลยฤทธิรงค์. (2557). การวิเคราะห์ลักษณะความต้องการไฟฟ้าของประเทศไทย. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม*. 10(1), 1-18.

พรรษา ลิบลับ. (ม.ป.ป.). *การจัดการขยะสำหรับชุมชนแบบครบวงจร*. นครราชสีมา: ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีวมวล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พลพัฒน์ ศิลาวรรณา. (2557). *แผนธุรกิจผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานขยะ*. (รายงานการศึกษาอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

พลินี นิวัฒน์ภูมินทร์. (2554). *แนวทางการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ติพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

พิรียุตม์ วรรณพฤกษ์. (2553). *ตอบโจทย์สิ่งแวดล้อมท้องถิ่น : แนวทางการจัดการขยะและน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพระปกเกล้า.

ภัทรานิษฐ์ ปริญญากุลเสฏฐ์. (2560). การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. *วารสารการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี*. 4, 46 – 55.

รณรนก ศิลาแก้ว. (2553). *เงื่อนไขการลงทุนสำหรับการกำจัดมูลฝอยชุมชน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, รุงเทพมหานคร.

เรวดี จรุงรัตนาพงศ์. (2561). *การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ (Cost-Benefit Analysis : CBA)*. นนทบุรี: สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วรพงศ์ บิลลี่. (2542). *การกำจัดน้ำชะมูลฝอยโดยกระบวนการระเหย* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

วรพจน์ กนกกันฑพงษ์. (2557). การ*พัฒนาศักยภาพผู้ประเมินการพัฒนาคุณภาพระบบบริการอนามัยสิ่งแวดล้อมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น "การจัดการมูลฝอยทั่วไป"*. กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วราคณา กิจเกื้อกูล. (2541). การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองภูเก็ต. *วารสารเศรษฐศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*. 5(2), 137 – 149.

วิภาสพล ชินวัฒนโชติ. (2554). *การแยกขยะและแปลงขยะชุมชนเป็นเชื้อเพลิงแข็ง สัมมนาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น โดยพลังงานจากขยะ*. สมุทรปราการ: ราชาอีควิปเมนท์.

วินัย ทองชุบ. (2547). *ความเหมาะสมของการจัดการขยะมูลฝอยผสมผสาน เพื่อลดการปล่อยก๊าชเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

วุฒิสาร ตันไชย และคณะ. (2558). *โครงการศึกษาวิจัย ข้อเสนอเชิงนโยบายนวัตกรรมการพัฒนารายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพระปกเกล้า.

ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีวมวล. (2559). *ตัวอย่างการจัดเตรียมข้อมูล (โดย อปท.) โครงการสร้างระบบจัดการขยะเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel, RDF) และ ปุ๋ยอินทรีย์ องค์การบริหารส่วนตำบลสมอแข*. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ศูนย์วิจัยการเผากากของเสีย. (2554). *รายงานการศึกษา ความเหมาะสมและแบบรายละเอียดในการลงทุนและดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการชีวภาพ-กลและรื้อบ่อฝังกลบเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานสะอาด (รายงานฉบับสมบูรณ์) เทศบาลนครภูเก็ต*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม. (2549). *รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิเคราะห์คุณสมบัติขยะหลังการบำบัดโดยวิธีเชิงกล – ชีวภาพ (Mechanical Biological Waste Treatment) ของเทศบาลนครพิษณุโลก*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สภาปฏิรูปแห่งชาติ. (2558). *วาระปฏิรูปที่ 25 : ระบบการบริหารจัดการทรัพยากร : ระบบกำจัดขยะเพื่อแก้ปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

สรศักดิ์ ชุมแวงวาปี. (2556). *การศึกษาทางเลือกระบบการกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลตำบลเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น*. (โครงงานปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560 -2564*. กรุงเทพมหานคร: สำนักนายกรัฐมนตรี.

สำนักวิชาการ. (2558). *ขยะด้อยค่า : ประโยชน์ทางพลังงานที่คาดไม่ถึง*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

สุมณฑา เอี่ยมเจริญ. (2557). *แนวทางการจัดการขยะของจังหวัดสมุทรสาครในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซี่ยน (AEC) ภายใต้พระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

หทัยรัตน์ เสียงดัง, และ ชื่นฤทัย กาญจนจิตรา. (2550). ความเป็นเมืองและขยะ. *ประชากรและสังคม*. นครปฐม: สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล.

องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี. (2558). *รายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการให้เอกชนลงทุนก่อสร้างและบริหารจัดการระบบบำบัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี (ฉบับปรับปรุง 2558)*. นนทบุรี: องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี.

อรพรรณ ณ บางช้าง ศรีเสาวลักษณ์, อิทธิผล ศรีเสาวลักษณ์, มาโนช วงษ์สุรีย์รัตน์, อัจฉรี ชไตน์มีลเลอร์, เรวดี จรุงรัตนาพงศ์, นันทนา พันธุสุนทร, เรืองยศ ทองโสภิณ, กัลยาณี ทองโสภิณ, กัญญา สุทัสน์, ฉลวย บุญมาก, และ แสงดาว แหลมทอง. (2554). *โครงการการเรียกค่าเสียหายในคดีสิ่งแวดล้อมทางทะเลและชายฝั่ง*. กรุงเทพมหานคร: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.

อารีรัตน์ ภาคพิชเจริญ. (2555). *แนวทางการลงทุนการจัดสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการขยะครัวเรือนขององค์การบริหารส่วนตำบลขนาดเล็ก*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

อภิญญา นิลยอง. (2559). *การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

อัศวิน สืบนุการณ์. (2544). *การพัฒนาเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนขนาดเล็ก* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

Campbell, Harry F. and Brown, Richard P.C. (2003). *Benefit-cost analysis: financial and economic appraisal using spreadsheet*. Cambridge University Press, New York.

Cellini, Stephanie Riegg and Kee, James Edwin. (2010). *International Encyclopedia of Economics of Education* (2nd ed.). by Martin Carnoy, Oxford, Pergamon.

Rosen, Harvey S. (2005). *Public finances*. New York : McGraw-Hill Irwin.

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นายวิสนุญ์ ชอบธรรม
วัน เดือน ปีเกิด	28 ธันวาคม 2528
สถานที่เกิด	อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่
ประวัติการศึกษา	บัญชีบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร พ.ศ. 2551
	นิติศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พ.ศ. 2561
สถานที่ทำงาน	สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (สำนักตรวจเงินแผ่นดินจังหวัดนนทบุรี)
ตำแหน่ง	นักวิชาการตรวจเงินแผ่นดิน