วว.TISTR

โครงการวิจัยที่ ภ.51-06/ย.4/รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)

การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ในเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ.51-06
การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ

โครงการย่อยที่ 4
การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ในเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิง
ทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ

รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)
การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ในเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิง ทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ

โดย

กุลนที เลาหะกุล

สุภาวดี บัวบาน **สุวิทย์ อัจริยะเมต**

ปริยะดา วิสุทธิแพทย์ **พัชรี มณีจำรัส**

บรรณาธิการ วว., ปทุมธานี 2559

ศิระ ศิลานนท์

สงวนลิขสิทธิ์

บุญเรียม น้อยชุมแพ

ศิริสุข ศรีสุข

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

(นางลักษมี ปลั่งแสงมาศ)
ผู้ว่าการ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำโครงการการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์จากการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ ขอขอบคุณนักวิชาการจากฝ่ายเทคโนโลยีพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ที่ให้ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์, เทศบาลที่มีแหล่งขยะที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตพลังงาน ที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม จนงานวิจัยนี้ได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และหวังว่า ผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาพลังงานจากขยะเพื่อเป็นพลังงานทดแทนของประเทศ.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ง
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	3
1. บทนำ	5
2. สถานการณ์และการจัดการขยะมูลฝอย	8
3. เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะ	26
4 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์	44
5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	56
6. เอกสารอ้างอิง	59
ภาคผนวก	60

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1. ระยะเวลาที่ขยะแต่ละชนิดย่อยสลายตามธรรมชาติ 12
ตารางที่ 2. แหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอย 14
ตารางที่ 3. องค์ประกอบของขยะ 16
ตารางที่ 4. คุณสมบัติของขยะมูลฝอยที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชนทั่วประเทศ 16
ตารางที่ 5. เปรียบเทียบปริมาณขยะมูลฝอยปี พ.ศ. 2551 กับปี พ.ศ. 2552 17
ตารางที่ 6. ข้อมูลสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่ได้รับการออกแบบ และก่อสร้างอย่างถูกหลักวิชาการ 22
ตารางที่ 7. แหล่งขยะที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตพลังงาน ปริมาณขยะมากกว่า 100 ตันต่อวัน 23
ตารางที่ 8. แหล่งขยะที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตพลังงาน ปริมาณขยะ 50-100 ตันต่อวัน 24
ตารางที่ 9. คุณลักษณะของเชื้อเพลิงขยะแต่ละชนิดและระบบการเผาไหม้ 29
ตารางที่ 10. รายการที่ปรับปรุงต้นทุนของโครงการเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ 46
ตารางที่ 11. ผลการประเมินความคุ้มค่าของโครงการ กรณีที่ 1 48
ตารางที่ 12. ผลการประเมินความคุ้มค่าของโครงการ กรณีที่ 2 50
ตารางที่ 13. ผลการประเมินความคุ้มค่าของโครงการ กรณีที่ 3 51
ตารางที่ 14. ผลการประเมินความคุ้มค่าของโครงการ กรณีที่ 4 53

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1. ขยะย่อยสลาย (Compostable waste) 9
รูปที่ 2. ขยะรีไซเคิล (Recyclable waste) 9
รูปที่ 3. ขยะอันตราย (Hazardous waste) 10
รูปที่ 4. ขยะทั่วไป (General waste) 10
รูปที่ 5. แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยและประเภทขยะมูลฝอยจากกิจกรรมต่าง ๆ 13
รูปที่ 6. ปริมาณขยะมูลฝอย ปี พ.ศ. 2552 จำแนกตามเขตต่าง ๆ 17
รูปที่ 7. ปริมาณขยะมูลฝอยปี พ.ศ. 2552 จำแนกตามรายภาค 18
รูปที่ 8. ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นและได้รับการจัดการอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ในปี พ.ศ. 2546-2552 19
รูปที่ 9. การจัดการขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2552 20
รูปที่ 10. ขยะที่ผ่านกระบวนการจัดการเพื่อเตรียมผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) 28
รูปที่ 11. RDF manufacturing process outline. The product is then compacted or briquetted for use 29
รูปที่ 12. การแปรรูปขยะเป็นพลังงานรูปอื่น ๆ 31
รูปที่ 13. บ่อฝังกลบขยะที่มีการปูพลาสติกรองก้นบ่อ และบดอัดขยะแต่ละชั้น 32
รูปที่ 14. ถังหมักแบบ Anaerobic Digestion 35
รูปที่ 15. ถังย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน และถังเก็บก๊าซชีวภาพ โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงานจังหวัดระยอง เทศบาลนครระยอง 36
รูปที่ 16. เตาเผาแบบตะกรับเคลื่อนที่ได้ 38
รูปที่ 17. Pyrolysis Outline 39
รูปที่ 18. Typical large MSW combustion plant (Source: Open University, UK). 40
รูปที่ 19. A typical modern waste-to-energy combustion plant generating electricity and using the waste heat, in this case for district heating. 40
รูปที่ 20. แผน RPS ที่จัดทำโดยกระทรวงพลังงาน 41
รูปที่ 21. Power generation from landfill and solid waste to energy recycling (Image adapted Australian Energy News) 42
รูปที่ 22 ระบบกำจัดขยะแบบฝังกลบที่มีการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ 43

ECONOMIC STUDY ON TECHNOLOGIES FOR PRODUCING HIGH QUALITY ALTERNATIVE FUELS FROM WASTES

Kulnatee Laohakul, Suphawadee Bouban, Suwit Auchariyamet, Pariyada Visutthipat and Patcharee Maneejumras

ABSTRACT

The study aimed to determine the situation of high quality alternative fuel production technology from solid wastes. The economical analysis of development of high quality alternative fuel production technology was also conducted in this study. The research data was collected by lab scale study under the research and development program of Research and Development on Technologies for Producing High Quality Alternative Fuels from Waste. This study is divided into three cases includes :

Case 1 : Producing Compressed Solid Fuel from Organic Waste

The results of economical study showed that the Net Present Value (NPV) was 0.12 million baht while ratio of present benefit value and production cost was 1.14 at 12% of reduction rate. The other results also showed that the Economic Internal Rate of Return (EIRR) of this study was 19.55% indicating the relatively high level of economic feasibility of this project.

Case 2 : Producing Liquid Fuel from Petroleum Based Derivative Waste

The results showed that the Net Present Value (NPV) was -0.23 million baht and ratio of present benefit value and production cost was 0.06 at 12% of reduction rate. It was found that the Economic Internal Rate of Return (EIRR) could not be determined in this study. Therefore, it could be concluded that this project had low level of economic feasibility.

Case 3 : Producing Liquid Fuel from Organic Waste under High Pressure and Temperature Conditions

The determination of economic feasibility of liquid fuel production from organic waste at high pressure with temperature showed that Net Present Value (NPV) at 12% reduction rate was -1.62 million baht while the ratio of present benefit value and cost was 0.04. It was also found that the Economic Internal Rate of Return (EIRR) rate could not be determined. It could also be concluded that this project had low level of economic feasibility.

Although both projects of Producing Liquid Fuel from Petroleum Based Derivatives Waste and Producing Liquid Fuel from Organic Waste under High Pressure and Temperature had shown the low economic feasibility, however, these projects could be processed with high economic feasibility if the fuel production rate increased, the fuel production technology improved, and the price of biofuel and LPG decreased.

In addition to the economic value, the benefit of these three projects could be received as :

1. the increase of employment in fuel production from solid waste and any activities related to the LPG gas production, biofuel and carbon charcoal which led to reduction of unemployment in country.
2. the recycle of solid waste as fuel could reduce the environmental problem from solid waste combustion and space for new sanitary landfill.

การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ในเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ

กุลนที เลาหะกุล[1], สุภาวดี บัวบาน[2], สุวิทย์ อัจริยะเมต[3]
ปริยะดา วิสุทธิแพทย์[4] และพัชรี มณีจำรัส[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลสถานภาพของเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงคุณภาพสูงจากขยะ และวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์จากการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงคุณภาพสูงจากขยะ ซึ่งเป็นการศึกษาข้อมูลในห้องปฏิบัติการ (lab scale) ของชุดโครงการโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ สามารถแบ่งการศึกษาเป็น 3 กรณีศึกษา คือ :

กรณีที่ 1 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขยะอินทรีย์, ผลการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการพบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 0.12 ล้านบาท ณ อัตราคิดลดที่ 12%, ค่าอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 1.14 ณ อัตราคิดลดที่ 12% และอัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR) เท่ากับ 19.55 %. ดังนั้น โครงการมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์.

กรณีที่ 2 การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียม ผลการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการพบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ -0.23 ล้านบาท ณ อัตราคิดลดที่ 12%, ค่าอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 0.06 ณ อัตราคิดลดที่ 12% และอัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR) ไม่สามารถคำนวณได้. ดังนั้น โครงการนี้จึงไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์.

กรณีที่ 3 การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะอินทรีย์ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง ผลการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการพบว่า มีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ -1.62 ล้านบาท ณ อัตราคิดลดที่ 12%, ค่าอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย

---

[1]กองวิจัยธุรกิจ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

[2]กองการตลาด, (วว.)

[3] ฝ่ายการคลัง, (วว.)

[4]กองนโยบายและแผน, (วว.)

เท่ากับ 0.04 ณ อัตราคิดลดที่ 12% และอัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR) ไม่สามารถคำนวณได้. ดังนั้น โครงการนี้จึงไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์.

อย่างไรก็ตาม แม้ว่า การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียม และโครงการการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะอินทรีย์ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงจะไม่มีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ แต่ในอนาคต หากมีการขยายกำลังการผลิตมากขึ้น, ปรับปรุงเทคนิคการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำลง, ราคาน้ำมันชีวภาพและราคาก๊าซ LPG ในอนาคตสูงขึ้นกว่าในปัจจุบัน, โครงการนี้อาจมีความเหมาะสมในเชิงวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์.

นอกจากผลของโครงการในทางเศรษฐศาสตร์แล้ว โครงการดังกล่าวทั้ง 3 กรณียังก่อให้เกิดผลที่ไม่สามารถวัดเป็นค่าเงิน ดังนี้ :

1. การนำขยะมาทำเป็นเชื้อเพลิงก่อให้การจ้างแรงงานที่เพิ่มขึ้น และเกิดกิจกรรมสืบเนื่องจากการผลิตและใช้ก๊าซ LPG และเป็นการลดปัญหาการว่างงาน.
2. การนำขยะมาทำเป็นเชื้อเพลิงก่อให้เกิดการลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากในการกำจัดขยะโดยวิธีเผาอาจก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม, อีกทั้งยังเป็นการลดพื้นที่ในการฝังกลบ.

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญต่อการดำเนินการต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรม, ภาคการคมนาคมและขนส่ง, ภาคธุรกิจและการพาณิชย์, รวมทั้งบ้านเรือนที่อยู่อาศัย จากรายงานกระทรวงพลังงาน (2553) พบว่า ใน พ.ศ. 2553 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานรวมทั้งสิ้น 71,166 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2552 จำนวน 6.7% คิดเป็นมูลค่าการใช้พลังงานรวม 1,294 พันล้านบาท ประกอบด้วยการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ (น้ำมันสำเร็จรูป, ก๊าซธรรมชาติ, ถ่านหิน และไฟฟ้า) เป็นสัดส่วน 81.1% และที่เหลืออีก 18.9% เป็นการใช้พลังงานหมุนเวียน (ฟืน, ถ่าน, แกลบ, กากอ้อย, วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร, ขยะ, ก๊าซชีวภาพ และเชื้อเพลิงชีวภาพ) เมื่อพิจารณาเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับผลิตพลังงาน เกือบ 80% ของพลังงานที่ใช้ในประเทศไทยมีต้นกำเนิดจากน้ำมันดิบ, ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน โดยน้ำมันดิบต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศศในสัดส่วนค่อนข้างสูง, ส่วนก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน สามารถผลิตได้ในประเทศแต่ยังไม่เพียงพอ.

การที่ประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศเพื่อผลิตพลังงาน เมื่อราคาเชื้อเพลิงในตลาดโลกปรับตัวสูงขึ้น มูลค่าเงินของการนำเชื้อเพลิงเข้าจึงเพิ่มขึ้น, ซึ่งมีผลกระทบต่อเนื่องทั้งในแง่ของการขาดดุลการค้า, สภาวะเงินเฟ้อ และอื่นๆ ทำให้สภาพเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศไทยไม่มั่นคงและมีการชะลอตัว.

ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ประเทศไทยมีการใช้พลังงานในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของประชากร รวมทั้งการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมและภาคการผลิตต่างๆ ถึงแม้การเพิ่มขึ้นของปัจจัยดังกล่าว จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ แต่สิ่งหนึ่งที่ตามมา คือ ขยะมูลฝอยประเภทต่างๆ จากแหล่งชุมชน, รวมทั้งกากของเสียจากภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตรกรรม จำนวนขยะหรือของเสียที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น สามารถสร้างผลกระทบอย่างมากต่อสภาพความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิต รัฐบาลจึงต้องมีมาตรการและแผนงานเพื่อจัดการกับขยะและของเสียเหล่านั้น เช่น การรณรงค์เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ หรือการนำไปแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้เล็งเห็นศักยภาพของแหล่งพลังงานภายในประเทศที่ยังไม่มีการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำมาผลิตพลังงานอย่างจริงจัง จึงได้ดำเนินการงานชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ

การดำเนินงานชุดโครงการวิจัยและพัฒนาดังกล่าว นอกจากจะเป็นการพัฒนาเชื้อเพลิงทางเลือกภายในประเทศเพื่อช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะแล้ว ยังเป็นการสร้างเทคโนโลยีของประเทศไทยสำหรับการจัดการขยะ, ซึ่งจะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไปในอนาคต.

ในข้อเสนอชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ, กองวิจัยธุรกิจ ฝ่ายพัฒนาธุรกิจ ได้เป็นหน่วยงานรับผิดชอบในการดำเนินงานโครงการการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์จากการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ เพื่อศึกษาความคุ้มค่าและความเป็นไปได้ในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ การศึกษาดังกล่าวจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาพลังงานจากขยะเพื่อเป็นพลังงานทดแทนของประเทศ.

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาข้อมูลสถานภาพเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงคุณภาพสูงจากขยะ.
2. เพื่อศึกษาข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์ในด้านการวิเคราะห์ความคุ้มค่าและประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงคุณภาพสูงจากขยะ.

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นองค์ความรู้สำหรับประชาชน ภาคธุรกิจ ในเรื่องความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ.
2. เป็นแนวทางการพัฒนาพลังงานทดแทนในอนาคต.

1.4 ขอบเขตการดำเนินงาน

ศึกษาและประเมินความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการใช้เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกสูงจากขยะ.

1.5 วิธีการศึกษา

1.5.1 ศึกษา, ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ, รายงานการวิจัย และข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นข้อมูลระดับทุติยภูมิ (Secondary data) เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ด้านพลังงานและสถานการณ์ปริมาณขยะของประเทศ.

1.5.2 ดำเนินการวิจัยเชิงสำรวจ (Exploratory Research) เพื่อรวบรวมข้อมูลจากเทศบาลในพื้นที่เป้าหมาย โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ ;

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสำรวจพื้นที่ศึกษาเป็นการทั่วไป (Pre-survey) เพื่อจัดทำแบบสอบถาม.

ขั้นตอนที่ 2 เก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม โดยส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ไปยังกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่เป้าหมาย.

ขั้นตอนที่ 3 สัมภาษณ์ผู้ตอบแบบสอบถามที่ได้รับการคัดเลือกจากการเก็บข้อมูลในขั้นตอนที่ 2.

1.5.3 วิเคราะห์ความเป็นไปได้และความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการจากการประมวลผลข้อมูลจากสอบถามที่ได้ทำการสำรวจ การสัมภาษณ์ และข้อมูลต่างๆ ที่ทำการศึกษาค้นคว้า.

2. สถานการณ์และการจัดการขยะมูลฝอย

2.1 นิยามของขยะมูลฝอย

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถานฉบับ พ.ศ. 2542 กล่าวว่า มูลฝอย หมายถึง เศษสิ่งของที่ทิ้งแล้ว, หยากเยื่อ ส่วนขยะ หมายถึง หยากเยื่อ, มูลฝอย.

พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ให้คำจำกัดความ มูลฝอย หมายถึง เศษกระดาษ, เศษผ้า, เศษอาหาร, เศษสินค้า, เศษวัตถุ, ถุงพลาสติก, ภาชนะที่ใส่อาหาร, เถ้า, มูลสัตว์, ซากสัตว์ หรือสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน, ตลาด, ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่น และหมายความรวมถึงมูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชน.

ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ให้คำจำกัดความของคำว่า ของเสีย หมายความว่า ขยะมูลฝอย, สิ่งปฏิกูล, น้ำเสีย, อากาศเสีย, มลสาร หรือวัตถุอันตรายอื่นใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ, รวมทั้งกากตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้นที่อยู่ในสภาพของแข็งของเหลวหรือก๊าซ ในทางวิชาการจะใช้คำว่า ขยะมูลฝอย ซึ่งหมายถึง บรรดาสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้ว ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นของแข็งจะเน่าเปื่อยหรือไม่ก็ตาม, รวมตลอดถึง เถ้า, ซากสัตว์, มูลสัตว์, ฝุ่นละออง และเศษวัตถุที่ทิ้งแล้วจากบ้านเรือน, ที่พักอาศัย, สถานที่ต่างๆ, รวมถึงสถานที่สาธารณะ, ตลาด และโรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้น อุจจาระและปัสสาวะของมนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งปฏิกูล วิธีจัดเก็บและกำจัดแตกต่างไปจากวิธีการจัดขยะมูลฝอย ปัจจุบันวิทยาการก้าวหน้าประชากรเพิ่มอย่างรวดเร็ว อัตราการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้นเพื่อผลิตเครื่องอุปโภค, บริโภค, อาหาร และที่อยู่อาศัย เป็นเหตุให้เศษสิ่งเหลือใช้มีปริมาณมากขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาของขยะมูลฝอย.

2.2 ประเภทของขยะมูลฝอย

(1) จำแนกตามลักษณะทางกายภาพ

ขยะมูลฝอย สามารถแบ่งตามลักษณะทางกายภาพของขยะได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่

1) ขยะย่อยสลาย (Compostable waste) หรือมูลฝอยย่อยสลาย คือ ขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว สามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น เศษผัก, เปลือกผลไม้, เศษอาหาร, ใบไม้ และเศษเนื้อสัตว์ เป็นต้น แต่จะไม่รวมถึงซากหรือเศษของพืช, ผัก, ผลไม้ หรือสัตว์ที่เกิดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยที่ขยะย่อยสลายนี้เป็นขยะที่พบมากที่สุด คือ พบมากถึง 64% ของปริมาณขยะทั้งหมดในกองขยะ.

รูปที่ 1. ขยะย่อยสลาย (Compostable waste).

2) ขยะรีไซเคิล (Recyclable waste) หรือมูลฝอยที่ยังใช้ได้ คือ ของเสียบรรจุภัณฑ์ หรือวัสดุเหลือใช้ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เช่น แก้ว, กระดาษ, เศษพลาสติก, กล่องเครื่องดื่มแบบ UHT, กระป๋องเครื่องดื่ม, เศษโลหะ, อะลูมิเนียม และยางรถยนต์ เป็นต้น สำหรับขยะรีไซเคิลนี้เป็นขยะที่พบมากเป็นอันดับที่สองในกองขยะ กล่าวคือ พบประมาณ 30% ของปริมาณขยะทั้งหมดในกองขยะ.

รูปที่ 2. ขยะรีไซเคิล (Recyclable waste).

3) ขยะอันตราย (Hazardous waste) หรือมูลฝอยอันตราย คือ ขยะที่มีองค์ประกอบ หรือปนเปื้อนวัตถุอันตรายชนิดต่างๆ ซึ่งได้แก่ วัตถุระเบิด, วัตถุไวไฟ, วัตถุออกซิไดส์, วัตถุมีพิษ, วัตถุที่ทำให้เกิดโรค, วัตถุกัมมันตรังสี, วัตถุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม, วัตถุกัดกร่อน, วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง, วัตถุอย่างอื่นไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์หรือสิ่งอื่นใดที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล, สัตว์, พืช, ทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อม เช่น ถ่านไฟฉาย, หลอดฟลูออเรสเซนต์, แบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่, ภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืช และกระป๋องสเปรย์บรรจุสีหรือสารเคมี เป็นต้น

ขยะอันตรายนี้เป็นขยะที่มักจะพบได้น้อยที่สุด กล่าวคือ พบประมาณเพียง 3% ของปริมาณขยะทั้งหมดในกองขยะ.

รูปที่ 3. ขยะอันตราย (Hazardous waste).

4. ขยะทั่วไป (General waste) หรือมูลฝอยทั่วไป คือ ขยะประเภทอื่นนอกเหนือจากขยะย่อยสลาย, ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย มีลักษณะที่ย่อยสลายยากและไม่คุ้มค่าสำหรับการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น ห่อพลาสติกใส่ขนม, ถุงพลาสติกบรรจุผงซักฟอก, พลาสติกห่อลูกอม, ซองบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป, ถุงพลาสติกเปื้อนเศษอาหาร, โฟมเปื้อนอาหาร และฟอยล์เปื้อนอาหาร เป็นต้น สำหรับขยะทั่วไปนี้เป็นขยะที่มีปริมาณใกล้เคียงกับขยะอันตราย คือ จะพบประมาณ 3% ของปริมาณขยะทั้งหมดในกองขยะ.

รูปที่ 4. ขยะทั่วไป (General waste).

(2) จำแนกตามส่วนประกอบของขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยอาจแบ่งออกได้ตามลักษณะส่วนประกอบของขยะมูลฝอย ได้เป็น 10 ประเภท ได้แก่ ;

1) ผักผลไม้และเศษอาหาร ได้แก่ เศษผัก, เศษผลไม้, เศษอาหารที่เหลือจากการปรุงอาหารและเหลือจากการบริโภค เช่น ข้าวสุก, เปลือกผลไม้ และเนื้อสัตว์ ฯลฯ.

2) กระดาษ ได้แก่ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเยื่อกระดาษ เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์, ใบปลิว, ถุงกระดาษ และกล่องกระดาษ ฯลฯ.

3) พลาสติก ได้แก่ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติก เช่น ถุงพลาสติก, ภาชนะพลาสติก, ของเล่นเด็ก และผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ฯลฯ.

4) ผ้า ได้แก่ สิ่งทอต่างๆ ที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติและใยสังเคราะห์ เช่น ฝ้าย, ลินิน, ขนสัตว์, ผ้าไนลอน ได้แก่ เศษผ้า, ผ้าเช็ดมือ, ถุงเท้า และผ้าขี้ริ้ว ฯลฯ.

5) แก้ว ได้แก่ วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแก้ว เช่น เศษกระจก, ขวด, หลอดไฟ และเครื่องแก้ว ฯลฯ.

6) ไม้ ได้แก่ วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากไม้, ไม้ไผ่, ฟาง, หญ้า และเศษไม้ เช่น กล่องไม้, เก้าอี้, โต๊ะ, เฟอร์นิเจอร์ และเครื่องเรือน ฯลฯ.

7) โลหะ ได้แก่ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ทำจากโลหะ เช่น กระป๋อง, ตะปู, ลวด และภาชนะที่ทำจากโลหะต่าง ฯลฯ.

8) หิน, กระเบื้อง, กระดูก และเปลือกหอย ได้แก่ เศษหิน, เปลือกหอย, เศษกระดูกสัตว์ เช่น ก้างปลา, เครื่องปั้นดินเผา, เปลือกหอย, กุ้ง, ปู และเครื่องเคลือบ ฯลฯ.

9) ยางและหนัง ได้แก่ วัสดุและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางและหนัง เช่น รองเท้า, กระเป๋า และลูกบอล ฯลฯ.

10) วัสดุอื่นๆ ได้แก่ วัสดุที่ไม่สามารถจัดเข้ากลุ่มต่างๆ ข้างต้น.

นอกจากนี้ เราอาจแบ่งประเภทของขยะมูลฝอยทั้ง 10 ประเภท ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ;

1) ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ ได้แก่ กระดาษ, ผ้าหรือสิ่งทอ, ผัก, ผลไม้, เศษอาหาร, พลาสติก, หญ้า และไม้.

2) ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ไม่ได้ ได้แก่ เหล็กหรือโลหะอื่นๆ, แก้ว, หิน, กระเบื้อง และเปลือกหอย ฯลฯ.

(3) จำแนกตามพิษภัยที่เกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มี 2 ประเภท คือ :

1) ขยะทั่วไป (General waste) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่มีอันตรายน้อย ได้แก่ พวกเศษอาหาร, เศษกระดาษ, เศษผ้า, พลาสติก, เศษหญ้า และใบไม้ ฯลฯ.

2) ขยะอันตราย (Hazardous waste) เป็นขยะที่มีภัยต่อคนและสิ่งแวดล้อม อาจมีสารพิษติดไฟ หรือระเบิดง่าย ปนเปื้อนเชื้อโรค เช่น ไฟแช็กแก๊ส, กระป๋องสเปรย์, ถ่านไฟฉาย, แบตเตอรี่ หรืออาจเป็นพวกสำลีและผ้าพันแผลจากสถานพยาบาลที่มีเชื้อโรค.

(4) จำแนกตามลักษณะของขยะ มี 2 ประเภท คือ ;

1) ขยะเปียก หรือขยะสด (Garbage) มีความชื้นปนอยู่มากกว่า 50% จึงติดไฟได้ยาก ส่วนใหญ่ ได้แก่ เศษอาหาร, เศษเนื้อ, เศษผัก และผักผลไม้จากบ้านเรือน, ร้านจำหน่ายอาหารและตลาดสด,

รวมทั้งซากพืชและสัตว์ที่ยังไม่เน่าเปื่อย ขยะประเภทนี้จะทำให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็นเนื่องจากแบคทีเรียย่อยสลายอินทรีย์สาร นอกจากนี้ ยังเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคโดยติดไปกับแมลง, หนู และสัตว์อื่นที่มาตอม หรือกินเป็นอาหาร.

2) ขยะแห้ง (Rubbish) คือ สิ่งเหลือใช้ที่มีความชื้นอยู่น้อยจึงไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น จำแนกได้ 2 ชนิด คือ ;

- ขยะที่เป็นเชื้อเพลิง เป็นพวกที่ติดไฟได้ เช่น เศษผ้า, เศษกระดาษ, หญ้า, ใบไม้ และกิ่งไม้แห้ง.

- ขยะที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ เศษโลหะ, เศษแก้ว และเศษก้อนอิฐ.

ขยะแต่ละชนิด มีระยะเวลาในการย่อยสลายตัวเองตามธรรมชาติแตกต่างกัน บางชนิดย่อยได้เร็ว บางชนิดใช้เวลานานหลายร้อยปี ดังแสดงในตารางที่ 1.

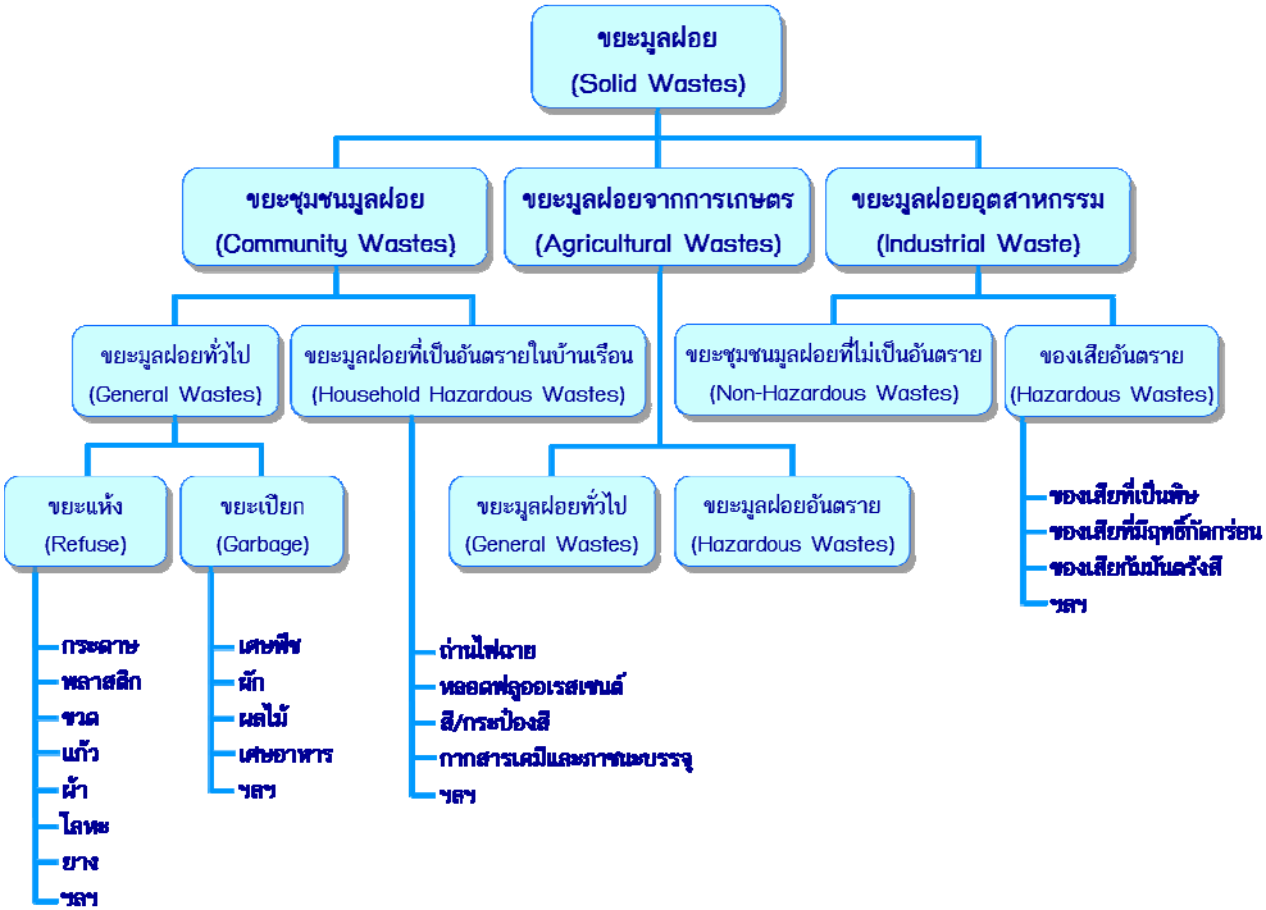
ตารางที่ 1. ระยะเวลาที่ขยะแต่ละชนิดย่อยสลายตามธรรมชาติ

ชนิดของขยะ	ระยะเวลาย่อยสลาย
เศษกระดาษ	2-5 เดือน
เปลือกส้ม	6 เดือน
ถ้วยกระดาษเคลือบ	5 ปี
ก้นกรองบุหรี่	12 ปี
รองเท้าหนัง	25-40 ปี
กระป๋องอะลูมิเนียม	80-100 ปี
ถุงพลาสติก	450 ปี
โฟม	ไม่ย่อยสลายควรหลีกเลี่ยงการใช้

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2533)

2.3 แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยมีแหล่งกำเนิดต่างๆ กัน ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งจะมีผลต่อชนิดและส่วนประกอบของขยะมูลฝอย ดังแสดงในตารางที่ 2.



รูปที่ 5. แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยและประเภทขยะมูลฝอยจากกิจกรรมต่างๆ.

ปริมาณมูลฝอยที่เกิดจากการดำรงชีพหรือมูลฝอยชุมชนนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ ;

- ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์.
- ฤดูกาล.
- รายได้.
- โครงสร้างของครอบครัว.
- อุปนิสัยในการซื้อสินค้า.
- พฤติกรรมในการบริโภคอาหาร.
- รูปแบบของการดำรงชีวิต.
- ทัศนคติในการดำรงชีวิต.
- กฎหมายข้อบังคับ.

ตารางที่ 2. แหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอย

ชนิดของขยะมูลฝอย	ส่วนประกอบ	แหล่งกำเนิด
ขยะเปียก	ขยะที่เกิดจากการเตรียมการประกอบ หรือบริการอาหาร, ขยะจากตลาด และขยะจากการผลิตอาหาร	อาคาร, บ้านเรือน, ภัตตาคาร, ร้านค้า และสถานที่
ขยะแห้งที่ติดไฟได้	พวกที่เผาไหม้ได้ เช่น กระดาษหีบ หรือกล่อง, เศษไม้, กิ่งไม้ใบไม้, หญ้า, เครื่องเรือนและเครื่องใช้ ฯลฯ	อาคารบ้านเรือน, ภัตตาคาร, ร้านค้า, สถานที่ทำงาน และตลาดสด
ขยะแห้งที่ไม่ติดไฟ	พวกที่เผาไหม้ไม่ได้ เช่น เหล็กและโลหะอื่นๆ, กระป๋องเครื่องเรือน, เครื่องใช้ที่ทำจากโลหะ, แก้ว และเครื่องปั้นดินเผา	อาคาร, บ้านเรือน, ภัตตาคาร, ร้านค้า, สถานที่ทำงาน และตลาดสด
ขี้เถ้า	สิ่งที่เหลือจากการเผาไหม้	อาคาร, บ้านเรือน, ภัตตาคาร, สถานที่ทำงาน และตลาดสด
ขยะที่เก็บกวาดจากถนน	ดิน, เศษหิน, ผง, ฝุ่น และใบไม้	ถนน, ข้างถนน และบริเวณที่ดินรกร้างว่างเปล่า
ซากสัตว์	สุนัขและแมว ฯลฯ	ถนน, ข้างถนน และบริเวณที่ดินรกร้างว่างเปล่า
เศษชิ้นส่วนของยานพาหนะ	ซากรถยนต์/ยานพาหนะอื่น ๆ	อู่ซ่อมรถยนต์ และสถานที่ราชการ
เศษสิ่งก่อสร้าง	ไม้, อิฐ, หิน และเศษคอนกรีต	บริเวณที่มีการก่อสร้าง
ขยะจากกิจการอุตสาหกรรม	มีลักษณะเฉพาะของอุตสาหกรรมแต่ละประเภท	โรงงานอุตสาหกรรม และโรงไฟฟ้า
ขยะพิเศษ	ขยะที่เป็นสารพิษ, ขยะติดเชื้อวัตถุระเบิดและวัตถุแผ่รังสี	ที่พักอาศัย และโรงพยาบาลสถาบันต่าง ๆ
ขยะจากการเกษตร	มูลสัตว์, เศษหญ้า และเศษฟาง	เรือกสวน ได้แก่ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์
ขยะจากการบำบัดน้ำเสีย	พวกของแข็งที่ติดตะแกรง	และโรงงานบำบัดน้ำเสีย
โรงกรองน้ำ	ตะกอนจากกระบวนการ	โรงกรองน้ำ

2.4 องค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะ

ในประเทศไทยตัวอย่างขยะมูลฝอยที่สุ่มออกมา สามารถนำมาแยกองค์ประกอบเป็นประเภทต่างๆ ได้ 10 ประเภท ดังนี้ ;

1. ผัก, ผลไม้และเศษอาหาร หมายถึง เศษผัก, เศษผลไม้, เศษอาหารที่เหลือจากการเตรียม การปรุง และการบริโภค (ยกเว้น เปลือกหอย, กระดูก, ก้างปลา, ซังข้าวโพด และก้านกระถิน) เช่น ข้าวสุก, เปลือกผลไม้ และเนื้อสัตว์ ฯลฯ.

2. กระดาษ หมายถึง วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเยื่อกระดาษ ตัวอย่าง เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์, แมกกาซีน, หนังสือต่างๆ, ใบปลิว, การ์ด, ถุงกระดาษ, กล่องกระดาษ และกระดาษอัด ฯลฯ.

3. พลาสติก หมายถึง วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากพลาสติก ตัวอย่างเช่น ถุงพลาสติก, ภาชนะพลาสติก, ของเล่นเด็กที่ทำด้วยพลาสติก และผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ฯลฯ.

4. ผ้า หมายถึง สิ่งทอต่างๆ ที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ เช่น ฝ้าย, ลินิน และผ้าไนลอน ตัวอย่างเช่น ด้าย, เสื้อผ้า, ผ้าเช็ดมือ และถุงเท้า ฯลฯ.

5. ไม้ หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้, ไม้ไผ่, ฟาง, หญ้า และเศษไม้รวมทั้งดอกไม้.

6. ยางและหนัง หมายถึง วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากยางหรือหนัง ตัวอย่างเช่น เครื่องหนัง, รองเท้า, ลูกบอลหนัง และกระเป๋าหนัง ฯลฯ.

7. แก้ว หมายถึง วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากแก้ว ตัวอย่างเช่น กระจก, ขวดแก้ว, หลอดไฟ และเครื่องแก้ว ฯลฯ.

8. โลหะ หมายถึง วัสดุและผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ทำจากโลหะ ตัวอย่างเช่น กระป๋องโลหะ, สายไฟ, ฟอยล์, ภาชนะต่างๆ และตะปู ฯลฯ.

9. หิน, กระเบื้อง, กระดูกสัตว์ และเปลือกหอย หมายถึง เศษหิน, เศษกระดูกสัตว์ และเปลือกหอย ตัวอย่างเช่น เซรามิก, เปลือกหอย, กุ้ง, ปู, กระดูกสัตว์ และก้างปลา ฯลฯ.

10. อื่นๆ หมายถึง วัสดุอื่นใดที่ไม่สามารถจัดกลุ่มเข้ากลุ่มต่างๆ ข้างต้น รวมถึง ฝุ่น ทราย และเถ้า.

องค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะจะเปลี่ยนไปตามสภาพของภูมิอากาศ, ฤดูกาล, พฤติกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม, วิถีชีวิตตลอดจนอุปนิสัย และแบบแผนในการบริโภคของแต่ละชุมชน/เมือง ขยะในชุมชนต่างๆ จะมีองค์ประกอบและคุณสมบัติแตกต่างกันไป ซึ่งในการคัดเลือกเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะ จำเป็นต้องวิเคราะห์คุณสมบัติของขยะ รายละเอียดการวิเคราะห์องค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชนทั่วประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4.

ตารางที่ 3. องค์ประกอบของขยะ

ภาค	องค์ประกอบ (เป็นร้อยละโดยน้ำหนัก)								
	เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	ยาง/หนัง	เศษผ้า	ใบ/กิ่งไม้	แก้ว/หิน	โลหะ	อื่นๆ
เหนือ	55.87	7.78	13.20	1.49/2.57	3.43	5.46	2.20/2.05	4.07	2.00
ตะวันออกเฉียงเหนือ	52.96	10.37	11.09	1.98	2.81	1.62	7.35	2.51	8.82
กลาง	50.06	4.06	15.46	2.26/2.47	3.32	8.86	2.00/1.88	4.09	2.55
ใต้	48.78	11.99	14.62	1.67/1.36	1.73	6.56	5.67/1.33	3.42	2.94

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของภาค

ที่มา : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2550)

ตารางที่ 4. คุณสมบัติของขยะมูลฝอยที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชนทั่วประเทศ

ภาค	ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	ความชื้น (%)	ความร้อนของขยะแห้ง (แคลอรี/กรัม)	ปริมาณเถ้าแห้ง (แคลอรี/กรัม)	ปริมาณสารที่ไหม้ไฟได้ (%)
เหนือ	256.25	58.50	4,488	27.97	89.80
ตะวันออกเฉียงเหนือ	198.00	20.50	3,850	-	80.83
กลาง	260.25	57.83	4,065	26.77	86.49
ใต้	214.50	53.25	4,039	21.61	86.71

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของภาค

ที่มา : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2535).

2.5 สถานการณ์และการจัดการขยะมูลฝอย

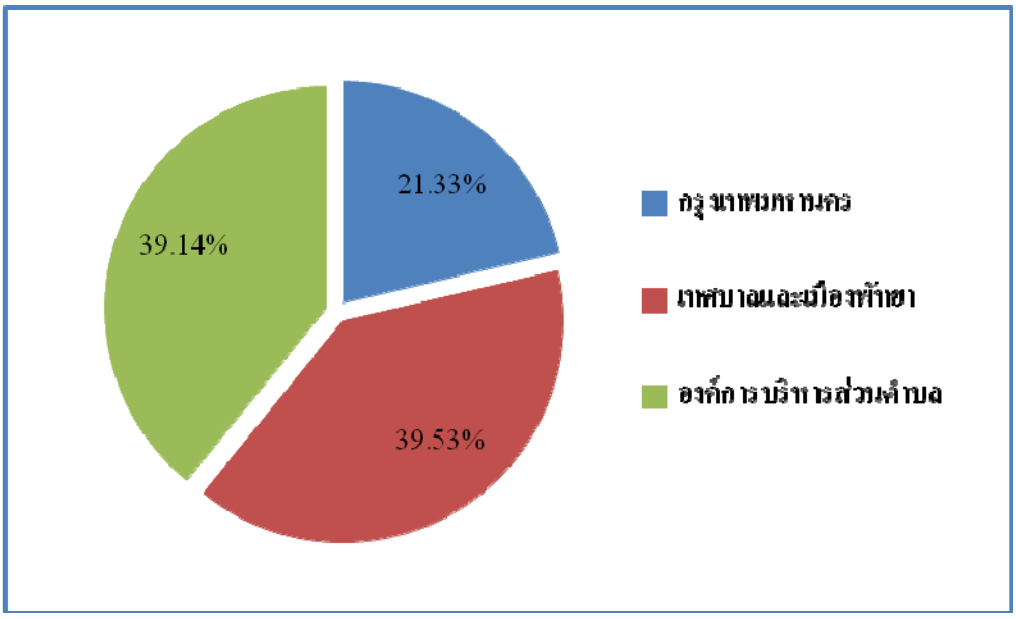
ใน พ.ศ. 2552 ปริมาณขยะมูลฝอยของประเทศไทยยังคงเพิ่มสูงขึ้น โดยพบว่า มีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นทั่วประเทศ ประมาณ 15.11 ล้านตัน หรือวันละ 41,410 ตัน (ไม่รวมปริมาณขยะมูลฝอยก่อนนำมาทิ้งถัง) ขยะมูลฝอยในเขตกรุงเทพมหานครมีวันละ 8,834 ตัน (21.33%) ในเขตเทศบาลเมืองและเมืองพัทยามีวันละ 16,368 ตัน (39.53%) และในเขตองค์การบริหารส่วนตำบล วันละ 16,208 ตัน (39.14%) เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมาจะพบว่า ขยะมูลฝอยเฉลี่ยต่อคนต่อวันมีปริมาณเพิ่มขึ้น 0.84% โดยในเขตเทศบาลมีปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มสูงถึง 9.74% ในขณะที่ขยะมูลฝอยในเขตองค์การบริหารส่วน

ตำบลลดลง 6.68% ซึ่งเป็นผลมาจากการยกฐานะขององค์การบริหารส่วนตำบล จำนวน 378 แห่งขึ้นเป็นเทศบาล สำหรับอัตราการผลิตขยะมูลฝอยโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.65 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน.

ตารางที่ 5. เปรียบเทียบปริมาณขยะมูลฝอย พ.ศ. 2551 กับ พ.ศ. 2552

พื้นที่	ปริมาณขยะมูลฝอย				เพิ่มขึ้น/ลดลง (%)
	ปี พ.ศ. 2551		ปี พ.ศ. 2552		
	ตันต่อวัน	%	ตันต่อวัน	%	
กรุงเทพมหานคร[1]	8,780	21.38	8,834	21.33	+0.62
เขตเทศบาลและเมืองพัทยา[2]	14,915	36.32	16,368	39.53	+9.74
เขตองค์การบริหารส่วนตำบล	17,369	42.29	16,208	39.14	-6.68
รวม	41,064 ตันต่อวัน		41,410 ตันต่อวัน		+0.84

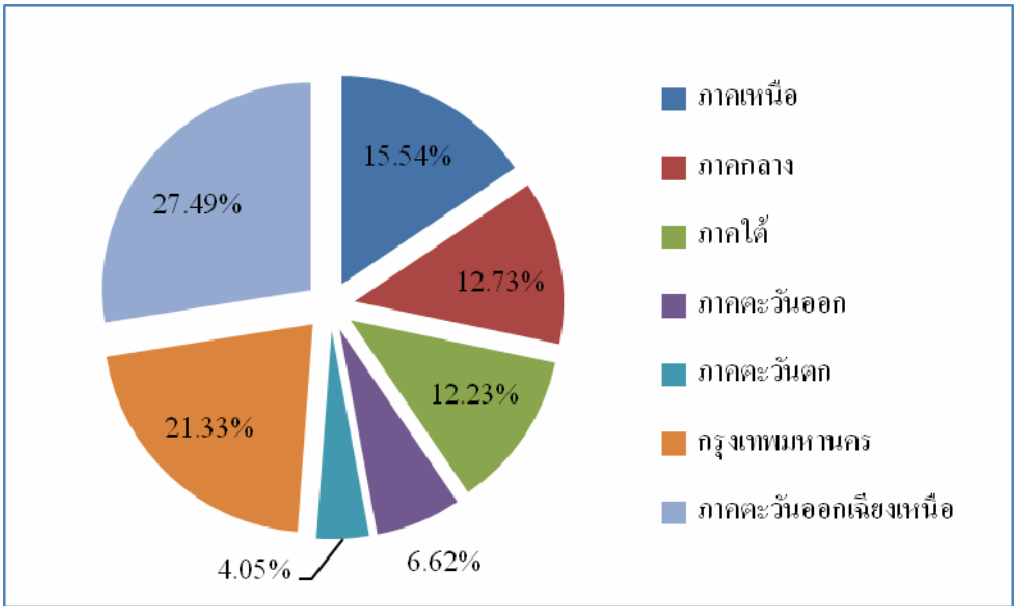
ที่มา : (1) ข้อมูลการเก็บขนขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2552 สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร (2553).
(2) ข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยของเทศบาล เมืองพัทยา และองค์การบริหารส่วนตำบล ประมาณการข้อมูลการเก็บขนขยะมูลฝอย ปี พ.ศ. 2552 โดยกรมควบคุมมลพิษ (2553).



รูปที่ 6. ปริมาณขยะมูลฝอย ปี พ.ศ. 2552 จำแนกตามเขตต่างๆ.

ที่มา : (1) ข้อมูลการเก็บขนขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2552 รวบรวมจากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร (2553).
(2) ข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยของเทศบาล เมืองพัทยา และองค์การบริหารส่วนตำบล ประมาณการข้อมูลการเก็บขนขยะมูลฝอยปี พ.ศ. 2552 โดยกรมควบคุมมลพิษ (2553).

สัดส่วนปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละภูมิภาคยังมีลักษณะดังเช่นปีที่ผ่านมา โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือและกรุงเทพมหานครยังคงมีขยะมูลฝอยมากที่สุด 11,385 และ 8,834 ตันต่อวัน คิดเป็น 27.49% และ 21.33% ของปริมาณที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ, รองลงมา ได้แก่ ภาคเหนือ (6,436 ตันต่อวัน), ภาคกลาง (5,273 ตันต่อวัน), ภาคใต้ (5,065 ตันต่อวัน), ภาคตะวันออก (2,741 ตันต่อวัน) และภาคตะวันตก (1,676 ตันต่อวัน) คิดเป็น 15.54, 12.73, 12.23, 6.61 และ 4.05 % ตามลำดับ.

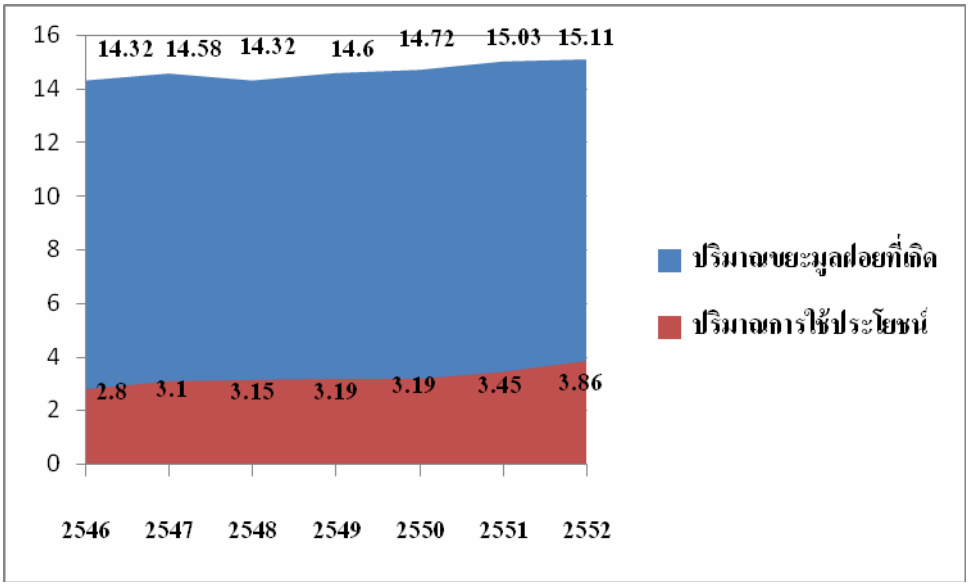


รูปที่ 7. ปริมาณขยะมูลฝอย พ.ศ. 2552 จำแนกตามรายภาค.

ที่มา : (1) ข้อมูลการเก็บขนขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2552 รวบรวมจากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร (2553).
(2) ข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยของเทศบาล เมืองพัทยา และองค์การบริหารส่วนตำบล ประมาณการข้อมูลการเก็บขนขยะมูลฝอยปี พ.ศ. 2552 โดยกรมควบคุมมลพิษ (2553).

ขยะมูลฝอยทั่วประเทศ 15.11 ล้านตัน ได้รับการกำจัดอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ 5.97 ล้านตัน (16,358 ตันต่อวัน) คิดเป็น 39.51% เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2551 จำนวน 1.67% กรุงเทพมหานครดำเนินการเก็บขนขยะมูลฝอยเองทั้งหมดและว่าจ้างบริษัทเอกชนเป็นผู้ดำเนินการกำจัด ในเขตเทศบาลและเมืองพัทยาสามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ 6,039 ตันต่อวัน คิดเป็น 36.90% ของปริมาณขยะมูลฝอยในเขตเทศบาล, ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลสามารถกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลได้เพียง 1,485 ตันต่อวัน คิดเป็น 9.16% ของปริมาณขยะมูลฝอยในเขตองค์การบริหารส่วนตำบล.

การใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยในปี พ.ศ. 2552 มีการนำขยะมูลฝอยนำกลับมาใช้ประโยชน์ประมาณ 3.86 ล้านตัน หรือคิดเป็น 25.55% ของปริมาณขยะมูลฝอยทั่วประเทศ โดย 90% เป็นเศษแก้ว, กระดาษ, เหล็ก และอะลูมิเนียม ส่วน 7% เป็นการนำขยะอินทรีย์ และ 3% เป็นการนำขยะมูลฝอยมาผลิตพลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงทดแทน ในปี พ.ศ. 2552 คาดว่า มีของเสียอันตรายเกิดขึ้นประมาณ 3.1 ล้านตัน (เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2551 ประมาณ 20,000 ตัน) โดยมาจากภาคอุตสาหกรรม ประมาณ 2.4 ล้านตัน (77%) และจากชุมชนประมาณ 0.7 ล้านตัน (23%) (รวมซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และมูลฝอยติดเชื้อ) ทั้งนี้ ของเสียอันตรายกว่า 70% ยังคงเกิดขึ้นในเขตกรุงเทพมหานคร, ปริมณฑล และภาคตะวันออก.



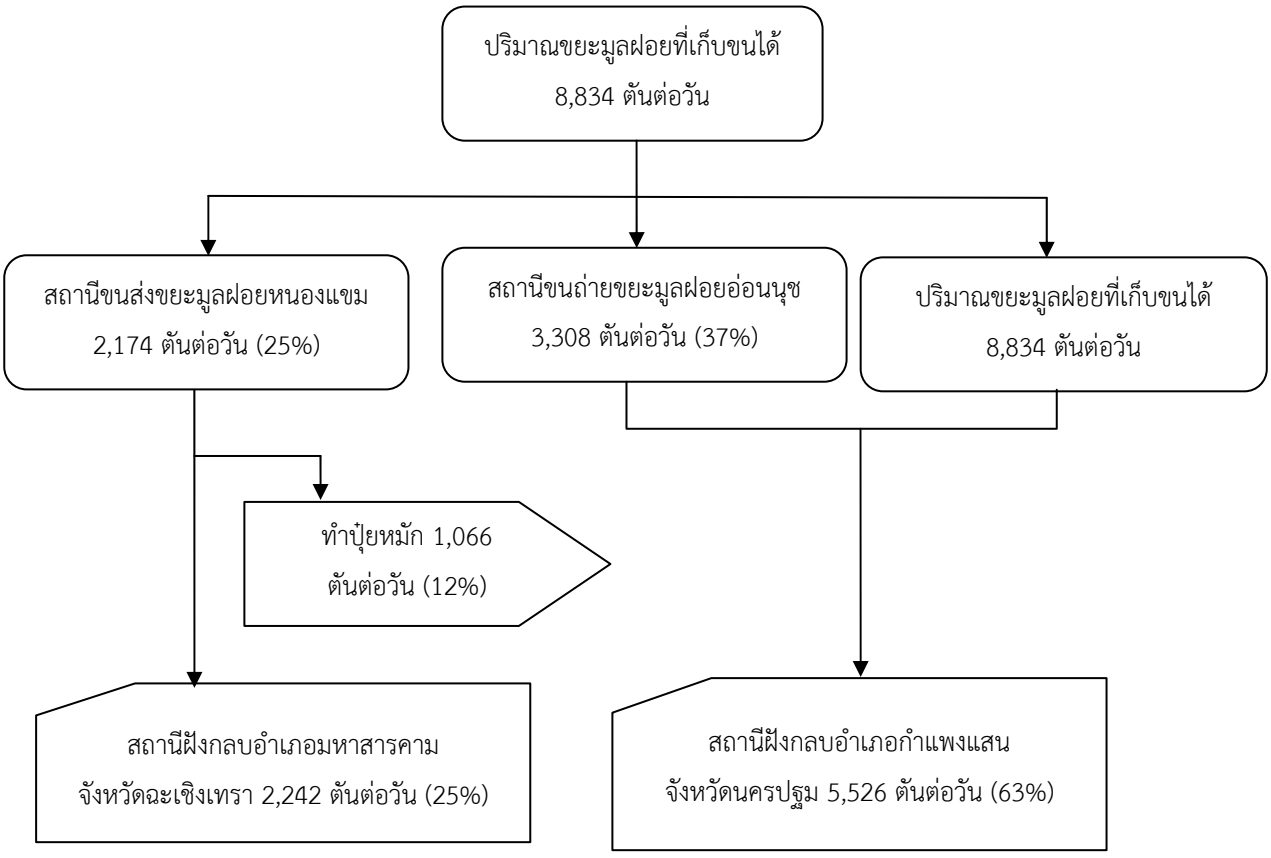
รูปที่ 8. ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นและได้รับการจัดการอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการในระหว่างปี พ.ศ. 2546-2552.

เพื่อให้ขยะมูลฝอยได้รับการจัดการอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการเพิ่มมากขึ้น ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน กรมควบคุมมลพิษได้ส่งเสริมและสนับสนุนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ในการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพมาอย่างต่อเนื่อง และในปี พ.ศ. 2552 ได้ดำเนินโครงการเสริมสร้างสมรรถนะด้านการจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตรายจากชุมชนของ อปท. ระดับเทศบาลนครและเทศบาลเมือง รวมจำนวน 59 แห่งทั่วประเทศ การดำเนินงานได้รับความร่วมมือจากเทศบาลนครที่เข้าร่วมโครงการเป็นอย่างดี ส่งผลให้มีเทศบาลนครที่มีสมรรถนะในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 54 แห่ง อย่างไรก็ตาม การแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยของ อปท. ในบางเรื่องมีความยุ่งยากและต้องใช้ระยะเวลาการดำเนินงาน

มากกว่า 1 ปี โดยเฉพาะการฟื้นฟูเพิ่มประสิทธิภาพระบบกำจัด ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2553 กรมควบคุมมลพิษจึงกำหนดให้มีการดำเนินการในเรื่องนี้อย่างต่อเนื่อง พร้อมขยายการดำเนินการไปยังเทศบาลเมืองอีก 35 แห่ง ตลอดจนจัดทำองค์ความรู้เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานบริหารจัดการขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น.

การจัดการขยะมูลฝอยในเขตกรุงเทพมหานคร

ในปี พ.ศ. 2552 กรุงเทพมหานครสามารถเก็บขนขยะมูลฝอยในพื้นที่รับผิดชอบได้ทั้งหมด 8,834 ตันต่อวัน และว่าจ้างบริษัทเอกชนเป็นผู้ดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอย ขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ 63% จะถูกส่งไปสถานีขนถ่ายหนองแขมและสถานีขนถ่ายสายไหม และนำไปกำจัดยังสถานที่ฝังกลบอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม, ส่วนที่เหลืออีกประมาณ 37% จะถูกส่งไปสถานีขนถ่ายอ่อนนุช ซึ่งมีการหมักทำปุ๋ยที่สถานีขนถ่าย 12% และอีก 25% จะถูกส่งไปกำจัดยังสถานที่ฝังกลบอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ดังแสดงในรูปที่ 9.



ที่มา : สำนักสิ่งแวดล้อม (2553)

รูปที่ 9. การจัดการขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2552.

การจัดการขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลและเมืองพัทยา

เขตเทศบาลและเมืองพัทยา จะนำขยะมูลฝอยที่มีอยู่ประมาณวันละ 16,368 ตัน ไปกำจัดยังระบบกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาล ที่ได้รับการออกแบบก่อสร้างอย่างถูกหลักวิชาการและสามารถเดินระบบได้แล้วที่มีอยู่ 98 แห่งทั่วประเทศ จากที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ 114 แห่ง ดังแสดงในตารางที่ 6 มีเทศบาลกว่า 550 แห่ง ขนส่งขยะมูลฝอยไปกำจัดในระบบ 6,039 ตันต่อวัน หรือ 39% ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาล จากการสำรวจข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษในปี พ.ศ. 2552 พบว่า ดังนี้ ;

- สถานที่ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลที่ก่อสร้างแล้วเสร็จจำนวน 107 แห่ง สามารถเดินระบบได้ 93 แห่ง ซึ่งส่วนใหญ่ประสบปัญหาการปฏิบัติงานเดินระบบและการบำรุงรักษาที่ไม่ถูกต้อง, ขาดบุคลากรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการเดินระบบ, ตลอดจนขาดงบประมาณในการดูแลและเดินระบบ ส่งผลให้ระบบฝังกลบขยะมูลฝอยที่ได้รับการออกแบบขาดประสิทธิภาพในการกำจัดขยะมูลฝอย ส่วนที่เหลือมีสถานที่ฝังกลบ 6 แห่งไม่สามารถเดินระบบได้ เนื่องจากประสบปัญหาขยะมูลฝอยเต็มพื้นที่หรือเกิดข้อร้องเรียน และอีก 8 แห่ง ก่อสร้างแล้วเสร็จแต่ไม่สามารถเดินระบบได้ เนื่องจากเกิดการต่อต้านจากประชาชนและมีบางแห่งสถานที่ตั้งอยู่ห่างไกลจากชุมชน ไม่คุ้มทุนในการขนส่งขยะมูลฝอยเข้ากำจัด.

- ระบบผสมผสานมีเดินระบบอยู่ 3 แห่งจาก 4 แห่ง โดยระบบของเทศบาลตำบลแม่สาย จังหวัดเชียงราย เริ่มเดินระบบเมื่อต้นปี พ.ศ. 2552 และระบบของเทศบาลตำบลเวียงฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และเทศบาลนครระยอง สามารถเดินระบบได้ตามปกติ ส่วนระบบขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี ยังคงหยุดเดินระบบเนื่องจากประชาชนต่อต้าน.

- ระบบเตาเผามีเดินระบบอยู่ 2 แห่ง จาก 3 แห่ง โดยเตาเผาของเทศบาลนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ตและเทศบาลเมืองเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี สามารถเดินระบบได้ตามปกติ ส่วนเตาเผาของเทศบาลเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน หยุดเดินระบบมาอย่างต่อเนื่อง จากสาเหตุอุปกรณ์เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน.

ตารางที่ 6. ข้อมูลสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่ได้รับการออกแบบและก่อสร้างอย่างถูกหลักวิชาการ

ประเภทสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย	สถานภาพการเดินระบบของสถานที่กำจัดที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ			
	เดินระบบ	หยุดเดินระบบ	ไม่เคยเดินระบบ	รวม
สถานที่ฝังกลบถูกหลักสุขาภิบาล	93	6	8	107
ระบบผสมผสาน	3 (เทศบาลตำบลเวียงผาง จังหวัดเชียงใหม่ เทศบาลระยอง เทศบาลแม่สาย จ. เชียงราย)	1 (องค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี)	-	4
ระบบเตาเผา	2 (เทศบาลนครภูเก็ต เทศบาลเมืองเกาะสมุย จ. สุราษฎร์ธานี	1 (เทศบาลเมืองลำพูน)	-	3
รวม	98	8	8	114

หมายเหตุ : ไม่นับรวมสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยกรุงเทพมหานครทั้ง 3 แห่ง สถานที่กำจัดของเทศบาลนครลำปางซึ่งดำเนินการโดยเอกชน และเตาเผาขยะมูลฝอยของเกาะพีพี ตำบลอ่าวนาง อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ เนื่องจากระบบเสียหายทั้งหมดโดยเหตุธรณีพิบัติภัย.

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2553).

การจัดการขยะมูลฝอยในเขตองค์การบริหารส่วนตำบล

เขตองค์การบริหารส่วนตำบล มีขยะมูลฝอยเกิดขึ้น 16,208 ตันต่อวัน องค์การบริหารส่วนจังหวัดและองค์การบริหารส่วนตำบลเป็นผู้รับผิดชอบเก็บรวบรวมและนำไปกำจัด มีขยะมูลฝอยที่องค์การบริหารส่วนตำบลประมาณ 500 แห่ง ที่นำไปกำจัดอย่างถูกหลักวิชาการร่วมกับเทศบาลที่มีสถานที่กำจัดอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้เพียง 1,485 ตันต่อวัน คิดเป็น 9% ของปริมาณขยะมูลฝอยในเขตองค์การบริหารส่วนตำบล ส่วนขยะมูลฝอยที่เหลือ 91% จะถูกกำจัดด้วยวิธีการเผากลางแจ้งหรือนำไปทิ้งในบ่อดินเก่าหรือบนพื้นที่ว่างต่างๆ.

2.6 ศักยภาพการผลิตพลังงานจากขยะ

ขยะสามารถนำมาผลิตพลังงานได้ เช่น ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ (Landfill gas), การผลิตความร้อนและกระแสไฟฟ้าจากการเผา (Incineration), ก๊าซชีวภาพจากการหมัก (Anaerobic

Fermentation), เชื้อเพลิงขยะอัดก้อน (Refuse- Derived Fuel, RDF) และกระบวนการ Gasification & Ash Melting เป็นต้น.

แหล่งขยะที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตพลังงานที่มีปริมาณขยะมากกว่า 100 ตันต่อวัน มีจำนวน 26 แห่ง ส่วนแหล่งที่มีปริมาณขยะ 50-100 ตันต่อวัน มีจำนวน 36 แห่ง ดังแสดงในตารางที่ 7 และ 8.

ตารางที่ 7. แหล่งขยะที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตพลังงาน ปริมาณขยะมากกว่า 100 ตันต่อวัน

ลำดับที่	เทศบาล	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณขยะ (ตัน/วัน)
1	เทศบาลนครนนทบุรี	เมือง	นนทบุรี	322.22
2	เทศบาลนครเชียงใหม่	เมือง	เชียงใหม่	265.00
3	เทศบาลนครปากเกร็ด	ปากเกร็ด	นนทบุรี	224.23
4	เมืองพัทยา	บางละมุง	ชลบุรี	210.26
5	เทศบาลนครราชสีมา	เมือง	นครราชสีมา	204.44
6	เทศบาลเมืองอ้อมน้อย	กระทุ่มแบน	สมุทรสาคร	166.09
7	เทศบาลนครขอนแก่น	เมือง	ขอนแก่น	156.25
8	เทศบาลนครนครปฐม	เมือง	นครปฐม	150.00
9	เทศบาลเมืองรังสิต	ธัญบุรี	ปทุมธานี	149.74
10	เทศบาลนครอุดรธานี	เมือง	อุดรธานี	145.00
11	เทศบาลเมืองภูเก็ต	เมือง	ภูเก็ต	143.75
12	เทศบาลนครศรีธรรมราช	เมือง	นครศรีธรรมราช	142.15
13	เทศบาลเมืองสระบุรี	เมือง	สระบุรี	140.46
14	เทศบาลตำบลบางปู	เมือง	สมุทรปราการ	138.00
15	เทศบาลนครหาดใหญ่	หาดใหญ่	สงขลา	136.29
16	เทศบาลเมืองสุราษฎร์ธานี	เมือง	สุราษฎร์ธานี	126.32
17	เทศบาลนครนครสวรรค์	เมือง	นครสวรรค์	112.50
18	เทศบาลตำบลบางเมือง	เมือง	สมุทรปราการ	112.00
19	เทศบาลตำบลแหลมฉบัง	ศรีราชา	ชลบุรี	111.11
20	เทศบาลตำบลเจ้าพระยาสุรศักดิ์	ศรีราชา	ชลบุรี	110.97

ตารางที่ 7. (ต่อ)

ลำดับที่	เทศบาล	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณขยะ (ตัน/วัน)
21	เทศบาลนครพิษณุโลก	เมือง	พิษณุโลก	107.50
22	เทศบาลนครสมุทรปราการ	เมือง	สมุทรปราการ	106.73
23	เทศบาลตำบลสำโรงใต้	พระประแดง	สมุทรปราการ	105.00
24	เทศบาลนครลำปาง	เมือง	ลำปาง	104.00
25	เทศบาลเมืองลัดหลวง	พระประแดง	สมุทรปราการ	101.00
26	เทศบาลนครนครศรีอยุธยา	พระนครศรีอยุธยา	พระนครศรีอยุธยา	100.00

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2547)

ตารางที่ 8. แหล่งขยะที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตพลังงาน ปริมาณขยะ 50-100 ตันต่อวัน

ลำดับที่	เทศบาล	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณขยะ (ตัน/วัน)
1	เทศบาลนครระยอง	เมือง	ระยอง	91.25
2	เทศบาลตำบลด่านสำโรง	เมือง	สมุทรปราการ	90.00
3	เทศบาลนครสมุทรปราการ	เมือง	สมุทรสาคร	88.89
4	เทศบาลนครสงขลา	เมือง	สงขลา	88.15
5	เทศบาลตำบลบ้านโขลง	เมือง	ชลบุรี	81.25
6	เทศบาลเมืองชลบุรี	เมือง	ชลบุรี	80.10
7	เทศบาลนครยะลา	เมือง	ยะลา	80.00
8	เทศบาลนครเชียงราย	เมือง	เชียงราย	78.50
9	เทศบาลเมืองคูคต	ลำลูกกา	ปทุมธานี	78.45
10	เทศบาลเมืองแม่สอด	แม่สอด	ตาก	76.25
11	เทศบาลเมืองราชบุรี	เมือง	ราชบุรี	74.80
12	เทศบาลนครอุบลราชธานี	เมือง	อุบลราชธานี	72.00
13	เทศบาลเมืองป่าตอง	กะทู้	ภูเก็ต	68.75
14	เทศบาลนครตรัง	เมือง	ตรัง	68.75
15	เทศบาลตำบลสำโรงเหนือ	เมือง	สมุทรปราการ	68.00
16	เทศบาลเมืองกาญจนบุรี	เมือง	กาญจนบุรี	67.50
17	เทศบาลเมืองฉะเชิงเทรา	เมือง	ฉะเชิงเทรา	66.71
18	เทศบาลเมืองมาบตาพุด	เมือง	ระยอง	66.67
19	เทศบาลเมืองลพบุรี	เมือง	ลพบุรี	65.00

ตารางที่ 8. (ต่อ)

ลำดับที่	เทศบาล	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณขยะ (ตัน/วัน)
20	เทศบาลเมืองบางกรวย	บางกรวย	นนทบุรี	62.69
21	เทศบาลตำบลคลองหลวง	คลองหลวง	ปทุมธานี	61.35
22	เทศบาลเมืองจันทบุรี	เมือง	จันทบุรี	61.25
23	เทศบาลตำบลบางเสาธง	กิ่งอำเภอบางเสาธง	สมุทรปราการ	60.00
24	เทศบาลตำบลเกาะสมุย	เกาะสมุย	สุราษฎร์ธานี	59.98
25	เทศบาลเมืองหัวหิน	หัวหิน	ประจวบคีรีขันธ์	57.75
26	เทศบาลเมืองบางบัวทอง	บางบัวทอง	นนทบุรี	56.25
27	เทศบาลเมืองแสนสุข	เมือง	ชลบุรี	55.56
28	เทศบาลเมืองสิงห์บุรี	เมือง	สิงห์บุรี	53.35
29	เทศบาลเมืองท่าโขลง	คลองหลวง	ปทุมธานี	53.33
30	เทศบาลเมืองปทุมธานี	เมือง	ปทุมธานี	53.00
31	เทศบาลเมืองเลย	เมือง	เลย	52.50
32	เทศบาลมืองกำแพงเพชร	เมือง	กำแพงเพชร	50.00
33	เทศบาลเมืองบ้านบึง	บ้านบึง	ชลบุรี	50.00
34	เทศบาลเมืองชุมพร	เมือง	ชุมพร	50.00
35	เทศบาลเมืองสุไหงโกลก	สุไหงโกลก	นราธิวาส	50.00
36	เทศบาลเมืองทุ่งสง	ทุ่งสง	นครศรีธรรมราช	50.00

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2547)

3. เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะ

3.1 ศักยภาพการแปรของเสียเป็นพลังงานเชื้อเพลิง

ของเสียทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นขยะมูลฝอยจากแหล่งชุมชน, น้ำเสียจากแหล่งชุมชน, จากภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม, รวมถึงมูลสัตว์จากการเลี้ยงสัตว์ ส่วนใหญ่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญที่เหมาะสมและมีศักยภาพในการแปรสภาพเพื่อเป็นแหล่งผลิตพลังงานหมุนเวียน. นอกจากนี้ ยังมีคุณสมบัติหลายประการที่สนับสนุนและส่งเสริมในการนำของเสียเหล่านี้มาเป็นพลังงาน ตามความหมายขององค์ประกอบชีวมวลที่มีผลต่อการผลิตพลังงาน อาทิ องค์ประกอบด้านการกระจายตัวของแหล่งวัตถุดิบ ในที่นี้ ได้แก่ ขยะมูลฝอย, มูลสัตว์ และน้ำเสียที่มีอยู่ทั่วประเทศ องค์ประกอบด้านขนาดของวัตถุดิบควรมีขนาดที่ไม่ใหญ่เกินไป หรือสามารถผ่านขบวนการย่อยให้เป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ได้ และองค์ประกอบด้านวัตถุดิบที่เหมาะสม มีความชื้นที่เหมาะสมหรือบางกรณีต้องผ่านกระบวนการบีบอัด เพื่อลดความชื้นก่อนนำไปเผา เช่น ขยะชุมชน เป็นต้น.

พลังงานที่เกิดจากกระบวนการแปรสภาพจากขยะมูลฝอย แบ่งเป็นรูปแบบพลังงานขั้นสุดท้ายได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ พลังงานไฟฟ้า, พลังงานความร้อน และพลังงานกล (ซึ่งอยู่ในรูปของพลังงานชีวมวลของเหลว เช่น น้ำมันไบโอดีเซล เป็นต้น) การเผาไหม้ขยะ ได้ความร้อนเป็นพลังงานนำไปผ่านหม้อไอน้ำ ได้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าต่อไป หรือใช้ก๊าซชีวภาพที่ได้จากน้ำเสีย หรือมูลสัตว์ไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าก็ได้เช่นกัน การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากกากปาล์ม เพื่อนำไปใช้ในรูปแบบพลังงานกล ขับเคลื่อนรถยนต์ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงเชิงพาณิชย์ได้ ทั้งนี้รูปแบบของเชื้อเพลิง, ปริมาณพลังงานที่เกิดขึ้น และประสิทธิภาพของพลังงานนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและปริมาณของวัตถุดิบที่นำมาผลิต, ประกอบกับเทคโนโลยีที่เหมาะสม, รวมถึงการควบคุมคุณภาพต่างๆ โดยคำนึงถึงปัญหาที่จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย.

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากกระบวนการแปรสภาพของเสียประเภทขยะมูลฝอย ต้องใช้เทคโนโลยีค่อนข้างสูง โดยต้องการคำนึงถึงระบบการป้องกันการเกิดมลภาวะทางอากาศ, ดิน และน้ำหลังการแปรสภาพแล้ว ซึ่งจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีมากกว่า 1 แบบขึ้นไป และต้องมีการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ จึงทำให้งบประมาณของการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประเภทของวัตถุดิบสูงตามไปด้วย ดังนั้น จึงต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์กันระหว่างเงินทุนกับปริมาณและคุณภาพวัตถุดิบที่ต้องใช้

เพื่อการผลิต และผลผลิตในรูปพลังงานที่ได้ว่าคุ้มค่าการลงทุนหรือไม่ ซึ่งของเสียแต่ละประเภทมีศักยภาพและกระบวนการแปรสภาพที่แตกต่างกัน ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะขยะมูลฝอย.

ในกิจวัตรประจำวันตามแหล่งชุมชนและภาคการผลิต การบริการต่างๆ ทั่วประเทศ ก่อให้เกิดขยะมูลฝอยเป็นปริมาณมากมาย จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษในปี พ.ศ. 2546 การกำจัดขยะโดยวิธีการกองทิ้ง และเผากลางแจ้งมีสูงถึง 64%, ในขณะที่ประสิทธิภาพในการจัดการขยะมูลฝอยมีเพียง 20% จากปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมด หรือคิดเป็น 2.8 ล้านตัน ที่มีการคัดแยกและนำกลับมาใช้ใหม่ ในที่นี้ยังไม่นับรวมขยะตกค้างในพื้นที่นอกเขตเทศบาล หรือที่ห่างไกลที่รอการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสม จากข้อมูลดังกล่าวหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้เล็งเห็นปัญหาที่หากปล่อยทิ้งไว้อาจกลายเป็นปัญหาล้นประเทศได้ จึงมีมาตรการและการพัฒนาในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำปริมาณขยะกลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด หนึ่งในวิธีการหรือมาตรการ คือ การนำขยะมูลฝอยมาแปรสภาพเป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ.

3.2 การผลิตเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel, RDF)

การใช้ขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้เพื่อการเผาไหม้โดยตรง มักก่อให้เกิดความยุ่งยากในการใช้งาน เนื่องจากความไม่แน่นอนและไม่สม่ำเสมอในองค์ประกอบต่างๆ (Non-homogeneousness) ที่ประกอบกันขึ้นเป็นขยะมูลฝอย ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามชุมชนและตามฤดูกาล อีกทั้งขยะมูลฝอยเหล่านี้มีค่าความร้อนต่ำ, มีปริมาณเถ้าและความชื้นสูง, สิ่งเหล่านี้ก่อความยุ่งยากให้กับผู้ออกแบบโรงเผาและผู้ปฏิบัติ และยังควบคุมการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ยาก การแปรรูปขยะมูลฝอยโดยผ่านกระบวนการจัดการต่างๆ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของขยะมูลฝอยเพื่อทำให้กลายเป็นเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel, RDF) จะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวมาข้างต้นได้ นอกจากนี้ เชื้อเพลิงที่ได้นั้นสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานได้.

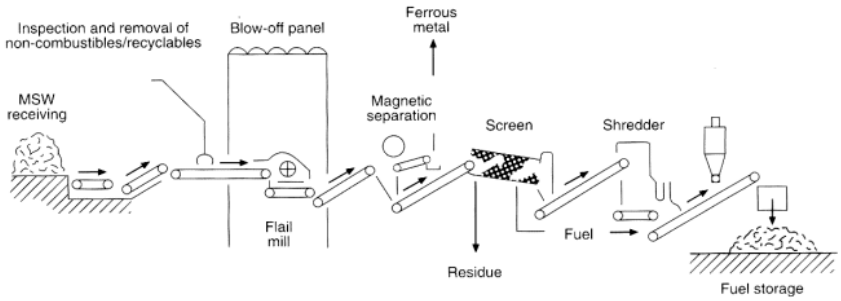
เชื้อเพลิงขยะ (RDF) เป็นการปรับปรุงและแปลงสภาพของขยะมูลฝอยให้เป็นเชื้อเพลิงแข็งที่มีคุณสมบัติในด้านค่าความร้อน (Heating Value), ความชื้น, ขนาด และความหนาแน่น เหมาะสมในการใช้เป็นเชื้อเพลิงป้อนหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าหรือความร้อน และมีองค์ประกอบทั้งทางเคมีและกายภาพสม่ำเสมอ คุณลักษณะทั่วไปของเชื้อเพลิงขยะประกอบด้วย

- ปลอดเชื้อโรคจากการอบด้วยความร้อน ลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อโรคไม่มีกลิ่น.
- มีขนาดเหมาะสมต่อการป้อนเตาเผา-หม้อไอน้ำ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 15-30 มิลลิเมตร ความยาว 30-150 มิลลิเมตร).

- มีความหนาแน่นมากกว่าขยะมูลฝอยและชีวมวลทั่วไป (450-600 kg/m3) เหมาะสมต่อการจัดเก็บ และขนส่ง.
- มีค่าความร้อนสูงเทียบเท่ากับชีวมวล (~13-18 MJ/kg) และมีความชื้นต่ำ (~5-10%).
- ลดปัญหามลภาวะจากการเผาไหม้ เช่น NOx และไดออกซินและฟูราน.

หลักการทำงานของเทคโนโลยีนี้เริ่มจากการคัดแยกขยะที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ (โลหะ, แก้ว และเศษหิน), ขยะอันตราย และขยะรีไซเคิลออกจากขยะรวม ในบางกรณีจะมีการใช้เครื่องคัดแยกแม่เหล็ก เพื่อคัดแยกมูลฝอยที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบ และใช้เครื่อง Eddy Current Separator เพื่อคัดแยกอะลูมิเนียมออกจากมูลฝอย จากนั้น จึงป้อนขยะมูลฝอยไปเข้าเครื่องสับย่อย เพื่อลดขนาดและป้อนเข้าเตาอบเพื่อลดความชื้นของมูลฝอย โดยการใช้ความร้อนจากไอน้ำหรือลมร้อนเพื่ออบขยะให้แห้ง ซึ่งจะทำให้น้ำหนักลดลงเกือบ 50% (ความชื้นเหลือไม่เกิน 15%) และสุดท้ายจะส่งไปเข้าเครื่องอัดเม็ด (Pellet) เพื่อทำให้ได้เชื้อเพลิงขยะอัดเม็ดที่มีขนาดและความหนาแน่นเหมาะสมต่อการขนส่งไปจำหน่ายเป็นเชื้อเพลิง ในบางกรณี จะมีการเติมหินปูน (CaO) เข้าไปกับมูลฝอยระหว่างการอัดเป็นเม็ดเพื่อควบคุมและลดปริมาณก๊าซพิษที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้.

รูปที่ 10. ขยะที่ผ่านกระบวนการจัดการเพื่อเตรียมผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF).



รูปที่ 11. RDF manufacturing process outline.
The product is then compacted or briquetted for use.

เชื้อเพลิงขยะสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ชนิด ตามมาตรฐาน ASTM E-75 ซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการที่ใช้ ประกอบด้วย

ตารางที่ 9. คุณลักษณะของเชื้อเพลิงขยะแต่ละชนิดและระบบการเผาไหม้

ชนิด	กระบวนการการจัดการ	ระบบการเผาไหม้
RDF : MSW	คัดแยกส่วนที่เผาไหม้ได้ออกมาด้วยมือ รวมทั้งขยะที่มีขนาดใหญ่	Stoker
RDF2 : Coarse RDF	บดหรือตัดขยะมูลฝอยอย่างหยาบๆ	Fluidized Bed Combustor, Multi fuel Combustor
RDF3 : Fluff RDF	คัดแยกส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ออก เช่น โลหะ แก้วและอื่นๆ มีการบดหรือตัดจนทำให้ 95% ของขยะมูลฝอยที่คัดแยกแล้วมีขนาดเล็กกว่า 2 นิ้ว	Stoker
RDF4 : Dust RDF	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้ มาผ่านกระบวนการทำให้อยู่ในรูปของผงฝุ่น	Fluidized Bed Combustor, Pulverized Fuel Combustor
RDF5 : Densified RDF	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการอัดแท่ง โดยให้มีความหนาแน่นมากกว่า 600 กก./ลบ.ม.	Fluidized Bed Combustor, Multi fuel Combustor
RDF6 : RDF Slurry	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการให้อยู่ในรูปของ Slurry	Swirl Burner
RDF7 : RDF Syn-gas	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้ มาผ่านกระบวนการ Gasification เพื่อผลิต Syn-gas ที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงก๊าซได้	Burner, Integreated Gasification-Combined Cycle (IGCC)

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2547)

การออกแบบขั้นตอนต่างๆ ในการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับสถานการณ์การจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน ตัวอย่าง เช่น ถ้าขยะมูลฝอยได้มีการคัดแยกส่วนที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (เช่น โลหะและแก้ว) ได้จากแหล่งกำเนิดก่อนอยู่แล้ว ดังนั้น ในกระบวนการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิงก็อาจจะไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนการคัดแยกโลหะหรือแก้วก็ได้.

โดยทั่วไป ขยะจะถูกนำมาคัดแยกส่วนที่นำไปกลับใช้ซ้ำได้ (เช่น โลหะ, อะลูมิเนียม และแก้ว) และคัดแยกอินทรีย์สาร (เช่น เศษอาหาร) ที่มีความชื้นสูง ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบป้อนเข้ากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ หรือผลิตสารปรับปรุงคุณภาพดิน (soil conditioner) สำหรับส่วนประกอบมูลฝอยที่เหลือจะถูกนำไปลดขนาด ส่วนใหญ่ประกอบด้วยกระดาษ, เศษไม้ และพลาสติก ซึ่งสามารถนำไปใช้ในกระบวนการเผาไหม้โดยตรงในรูปของ coarse RDF (c-RDF) หรือ RDF ชนิดหยาบ หรือนำมาผ่านกระบวนการทำให้แห้งและการอัดแท่ง เพื่อผลิตเป็น densified RDF (d-RDF) ในการพิจารณาว่าจะผลิตขยะเชื้อเพลิงชนิดใดขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของระบบการเผาไหม้ สถานที่ที่ตั้งระหว่างที่ผลิตเชื้อเพลิงขยะ และสถานที่ที่ใช้งาน.

สัดส่วนของปริมาณขยะเชื้อเพลิง (RDF) ที่ผลิตได้ต่อปริมาณขยะมูลฝอย 1 ตัน ขึ้นอยู่กับรูปแบบการจัดเก็บขยะ, กระบวนการที่ใช้ในการแปรรูปขยะ และคุณภาพของเชื้อเพลิงขยะที่ต้องการ จากรายงานของ European Commission Directorate General Environment พบว่า สัดส่วนการผลิตเชื้อเพลิงขยะจะอยู่ในช่วงระหว่าง 23-50% โดยน้ำหนักของขยะที่ป้อนเข้า.

ปริมาณของขยะเชื้อเพลิงในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป (European Union) มีประมาณ 3 ล้านตันต่อปี โดยประเทศที่ได้มีการศึกษาและพัฒนาการแปรรูปขยะเป็นขยะเชื้อเพลิงมาอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ ออสเตรีย, ฟินแลนด์, เยอรมนี, อิตาลี, เนเธอร์แลนด์ และสวีเดน นอกจากนี้ ประเทศเบลเยียม และสหราชอาณาจักรกำลังอยู่ระหว่างการพัฒนา.

ประเทศที่มีการศึกษาและพัฒนาการแปรรูปขยะเป็นขยะเชื้อเพลิงมากอีกประเทศ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น โดยมีโรงงานแปรรูปขยะเป็นขยะเชื้อเพลิง มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 2.5 ตัน/วัน ไปจนถึง 390 ตัน/วัน ขึ้นอยู่กับการวางแผนการจัดการขยะในแต่ละพื้นที่ โดยทั่วไปแล้วโรงผลิตเชื้อเพลิงขยะจะมีกำลังการผลิตประมาณ 50 ตัน/วัน.

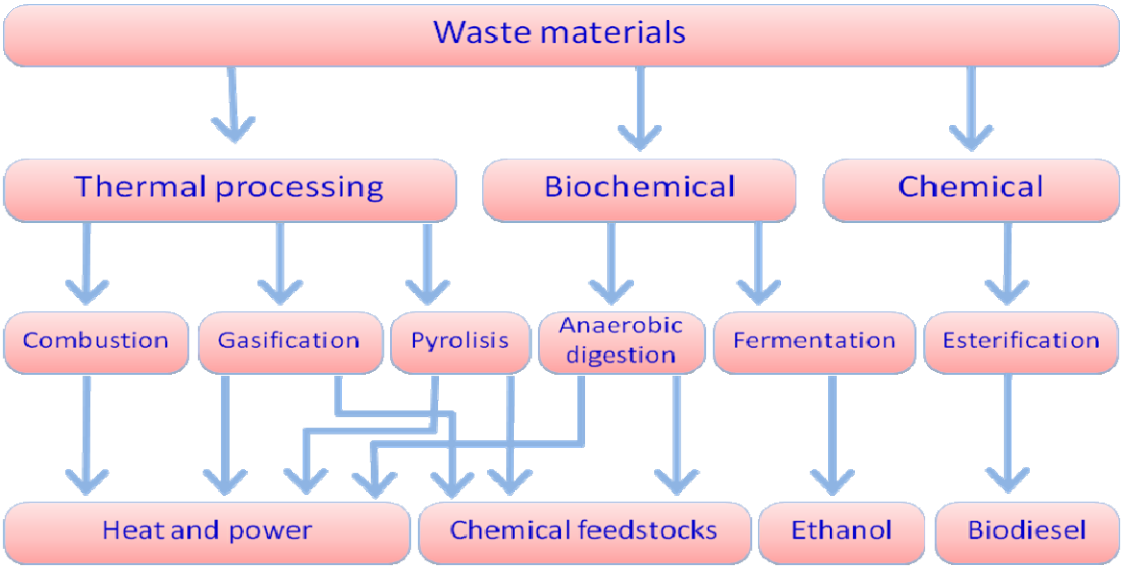
องค์ประกอบของเชื้อเพลิงขยะจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของขยะที่นำมาแปรรูป, วิธีการจัดเก็บ และกระบวนการที่ใช้ในการแปรรูป คุณลักษณะที่สำคัญของขยะเชื้อเพลิงหลังจากการแปรรูปแล้ว

ได้แก่ ค่าความร้อน, ปริมาณความชื้น, ปริมาณเถ้า และปริมาณซัลเฟอร์และคลอไรด์ นอกจากนี้ การแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิงจะช่วยลดความชื้น ส่งผลให้ค่าความร้อนขยะมีค่าสูงขึ้นด้วย.

การใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงขยะ สามารถใช้ได้ทั้งในรูปผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อน โดยที่อาจจะมีการใช้ประโยชน์ในสถานที่ผลิตเชื้อเพลิงขยะหรือขนส่งไปใช้ที่อื่น. นอกจากนี้ ยังสามารถใช้เผาร่วมกับถ่านหิน (Co-firing) เพื่อลดปริมาณการใช้ถ่านหินลงในอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมซีเมนต์ โดยมีรูปแบบเตาเผาที่ใช้เปลี่ยนเชื้อเพลิงขยะให้เป็นพลังงานความร้อน ประกอบด้วย เตาเผาแบบตะกรับ (Stoker), เตาเผาแบบฟลูอิไดซ์เบด (Fluidized Bed Combustor), เตาเผาแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) หรือไพโรไลซิส (Pyrolysis).

การผลิตพลังงานจากการเผาขยะแบบถูกหลักสุขาภิบาล จำเป็นต้องใช้เตาเผาที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งราคาค่อนข้างสูง สำหรับโรงเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้าควรมีปริมาณขยะมากกว่า 100 ตันต่อวัน จึงจะมีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์.

3.3 เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะ



รูปที่ 12. การแปรรูปขยะเป็นพลังงานรูปอื่นๆ.

จากรูปที่ 12 จะเห็นได้ว่า การนำขยะมาแปรรูปเป็นพลังงานอื่นๆ สามารถอาศัยกระบวนการหลักๆ ได้ 3 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการทางความร้อน (Thermal processing), กระบวนการ

ทางชีวเคมี (Biochemical) และกระบวนการทางเคมี (Chemical) กระบวนการแปรรูปเหล่านี้จะต้องมีเทคโนโลยีที่มารองรับแตกต่างกันออกไป ดังนี้ ;

1. เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบ

ก) หลักการทำงาน

เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากหลุมฝั่งกลบนี้ ชีวรูปที่ได้จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยเกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายทางชีวเคมีของขยะมูลฝอยในบริเวณหลุมฝังกลบ โดยช่วงแรกจะเป็นการย่อยสลายแบบใช้อากาศ จากนั้น จึงเป็นการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ ทำให้ได้ก๊าซมีเทน, คาร์บอนไดออกไซด์, แอมโมเนีย, คาร์บอนมอนอกไซด์, ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และไนโตรเจน โดยปริมาณของก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จะมีมากกว่าก๊าซชนิดอื่นๆ ในการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานได้นั้น จะต้องมีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนมากกว่า 50% ขึ้นไป เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล (sanitary landfill) เป็นการพัฒนาและปรับปรุงระบบฝังกลบขยะมูลฝอย เพื่อลดการปล่อยออก (emission) ของก๊าซมีเทนที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic digestion) ภายในหลุมฝังกลบ ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งเป็นการกู้คืนมีเทน (Methane recovery) ควรมีการพิจารณาปัจจัยหลักต่างๆ ดังนี้ ปริมาณขยะมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบตลอดอายุการดำเนินงานฝังกลบ (เฉลี่ยประมาณ 20 ปี) ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณขยะมูลฝอยที่นำมาฝังกลบ นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยด้านความลึกของชั้นฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งควรมีความลึกมากกว่า 12 เมตรขึ้นไป รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ องค์ประกอบขยะมูลฝอย, สภาวะไร้ออกซิเจนในพื้นที่ฝังกลบ, ความชื้น, สภาพความเป็นกรด และอุณหภูมิ.

รูปที่ 13. บ่อฝังกลบขยะที่มีการปูพลาสติกรองก้นบ่อ และบดอัดขยะแต่ละชั้น.

ข) พลังงานที่ได้จากเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบ

- หากใช้วิธีการประเมินคร่าวๆ (rough estimation) จะเกิดก๊าซชีวภาพประมาณ 6-18 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สำหรับปริมาณขยะในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน.

- หากใช้แบบจำลองการย่อยสลายลำดับที่ 1 (First Order Decay Model) จะเกิดก๊าซชีวภาพประมาณ 7-32 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สำหรับปริมาณขยะในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน.

- หากประเมินจากปริมาณขยะที่นำมาฝังกลบในพื้นที่ (Waste In Place Model) จะเกิดก๊าซชีวภาพประมาณ 9-20 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สำหรับปริมาณขยะในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน.

ค) ศักยภาพจากแหล่งฝังกลบขยะ

- ปริมาณมูลฝอยที่ถูกฝังกลบมีไม่น้อยกว่า 2 ล้านตัน.
- ปริมาณมูลฝอยที่ถูกฝังกลบในแต่ละวันมีไม่น้อยกว่าวันละ 150-400 ตัน/วัน.
- พื้นที่ฝังกลบ 0-16 ตารางกิโลเมตร.
- ความสูงของมูลฝอยที่ถูกฝังกลบมากกว่า 12 เมตร.

ง) จุดเด่นของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย

ด้านเทคนิคสามารถใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวรูปที่ได้จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยได้หลายทาง เช่น การนำไปผลิตเป็นพลังงานกระแสไฟฟ้า, ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงทดแทนก๊าซธรรมชาติ, ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำในงานอุตสาหกรรม และใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะ โดยผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพก๊าซและทำให้เป็นของเหลวผลิตเป็นเอทานอล และใช้เป็นแหล่งไฮโดรเจนสำหรับเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) เพื่อลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยใช้ก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานทดแทน ส่งผลให้ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเจ้าของโครงการ.

ด้านสิ่งแวดล้อม ช่วยลดปัญหาเหตุเดือดร้อนรำคาญเนื่องจากกลิ่น, แมลง, สัตว์พาหะนำโรค, ลดปัญหาความเสี่ยงของความเป็นพิษและสารก่อมะเร็ง (Carcinogenic substance) ในก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย, ลดความเสี่ยงจากการเกิดระเบิดและไฟไหม้จากก๊าซชีวรูปที่เกิดจากหลุมฝังกลบ, ลดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds) และช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อน ที่เกิดจากการระเหยก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย.

2. เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion)

ก) หลักการทำงาน

เทคโนโลยีนี้จะใช้กับขยะที่เป็นสารอินทรีย์เท่านั้น เนื่องจากใช้กระบวนการย่อยสลายทางชีวเคมีเช่นเดียวกับการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ในบ่อฝังกลบ แต่การย่อยสลายจะถูกควบคุม หรือจัดให้อยู่ในระบบปิด คือ ถังย่อยสลาย ดังนั้น วิธีการกำจัดขยะแบบนี้จึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุด สามารถแบ่งกระบวนการออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ ;

1. การบำบัดขั้นต้น (Pre-treatment/front-end treatment) ประกอบด้วยกระบวนการ ดังนี้ ;

การคัดแยก (sorting) ขยะมูลฝอยอินทรีย์จากขยะมูลฝอยรวม หรือการคัดแยกสิ่งปะปนออกจากขยะมูลฝอยอินทรีย์ คือ (1) Dry separation process ซึ่งมักจะใช้ rotary screen เป็นอุปกรณ์สำคัญในการคัดแยกขยะมูลฝอยอินทรีย์และใช้ shredder ในการบดย่อยขยะมูลฝอยอินทรีย์ให้มีขนาดเหมาะสำหรับการย่อยสลาย (2) Wet separation process จะใช้หลักการคัดแยกสิ่งปะปนออกจากขยะมูลฝอยอินทรีย์โดยวิธีการจม-ลอย (Sink-float separation) ซึ่งส่วนใหญ่จะมีอุปกรณ์สำคัญที่เรียกว่า pulper ทำหน้าที่ในการคัดแยกและบดย่อยขยะมูลฝอยอินทรีย์.

ลดขนาด (size reduction) ของขยะมูลฝอยอินทรีย์ให้เหมาะสมสำหรับการย่อยสลายและเพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอ (homogeneity) ของสารอินทรีย์ที่จะป้อนเข้าสู่ระบบ (feed substrate) รวมทั้งเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับระบบ.

2. การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic digestion) ขยะมูลฝอยอินทรีย์จะถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นอินทรียวัตถุที่มีความคงตัว, ไม่มีกลิ่นเหม็น และปราศจากเชื้อโรคและเมล็ดวัชพืช โดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ในรูปที่ไม่ใช้ออกซิเจน ขั้นตอนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนนี้สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ Dry digestion process และ Wet digestion process การป้อนสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบให้ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid content) คิดเป็นปริมาณประมาณ 20-40%.

3. การบำบัดขั้นหลัง (Post-treatment) เป็นขั้นตอนการจัดการกากตะกอนจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนให้มีความคงตัวมากขึ้น เช่น การนำไปหมักโดยใช้ระบบหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศ รวมทั้งการคัดแยกเอาสิ่งปะปนต่างๆ เช่น เศษพลาสติกและเศษโลหะออกจาก compost โดยใช้ตะแกรงร่อน ตลอดจนการปรับปรุงคุณภาพของ compost ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืช เช่น การอบเพื่อฆ่าเชื้อโรคและลดความชื้น.

รูปที่ 14. ถังหมักแบบ Anaerobic Digestion.

ข) พลังงานที่ผลิตได้จากเทคโนโลยีย่อยสบายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การใช้เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในการบำบัดขยะมูลฝอยอินทรีย์ 1 ตัน จะได้ก๊าซชีวภาพประมาณ 100-200 ลูกบาศก์เมตร ก๊าซชีวรูปที่ได้จะมีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบประมาณ 55-70% และมีค่าความร้อนประมาณ 20-25 เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งพลังงานประมาณ 20-40% ของพลังงานของก๊าซชีวรูปที่ผลิตได้ จะถูกนำมาใช้ในระบบทั้งในรูปของพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน และจะมีพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เหลือประมาณ 75-150 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตันขยะ.

ค) จุดเด่นของเทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

1. ทางด้านสิ่งแวดล้อมและการจัดการของเสีย

- เป็นเทคโนโลยีการบำบัดขยะมูลฝอยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม.
- สามารถแก้ปัญหากลิ่นเหม็น, สัตว์พาหะนำโรคที่เกิดจากการกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ถูกหลักวิชาการ.
- เป็นการหมุนเวียนขยะมูลฝอยอินทรีย์กลับมาใช้ใหม่ในรูปของสารปรับสภาพดิน.
- ลดการใช้พื้นที่ในการกำจัดขยะมูลฝอย เมื่อเทียบกับระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และระบบหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศแบบดั้งเดิม (conventional anaerobic composting).

- สามารถใช้บำบัดขยะมูลฝอยอินทรีย์ในที่ซึ่งการฝังกลบขยะมูลฝอยอินทรีย์ในพื้นที่ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลไม่เป็นที่ยอมรับ.

- สามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยที่จะต้องกำจัดในขั้นตอนสุดท้าย.

- สามารถหมักร่วมกับของเสียอินทรีย์ประเภทอื่น (Co-digestion) เช่น เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร, มูลสัตว์ต่างๆ และของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม.

2. ทางด้านพลังงาน

- เป็นเทคโนโลยีในการบำบัดขยะมูลฝอย ซึ่งสามารถให้พลังงานสุทธิ (net energy producer).

- มีศักยภาพในการผลิตพลังงานจาก “ขยะเปียก” ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับการเผาเพื่อผลิตพลังงาน มีศักยรูปที่จะได้รับผลตอบแทนทางการเงินและเศรษฐศาสตร์สูง โดยเฉพาะเมื่อพลังงานชนิดอื่นมีราคาสูง และรัฐมีมาตรการส่งเสริมการผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพ.

ง) การใช้เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในการบำบัดและผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยในประเทศไทย

ปัจจุบันในประเทศไทยได้เริ่มมีการนำเทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมาใช้ในการบำบัดและผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยชุมชน เช่น โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงาน จังหวัดระยอง ของเทศบาลนครระยอง และโครงการศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยรวม จังหวัดชลบุรี ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี.

รูปที่ 15. ถังย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนและถังเก็บก๊าซชีวภาพ โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงานจังหวัดระยอง เทศบาลนครระยอง.

3. การผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ความร้อนจากการเผาทำลายขยะ (Thermo-chemical Conversion)

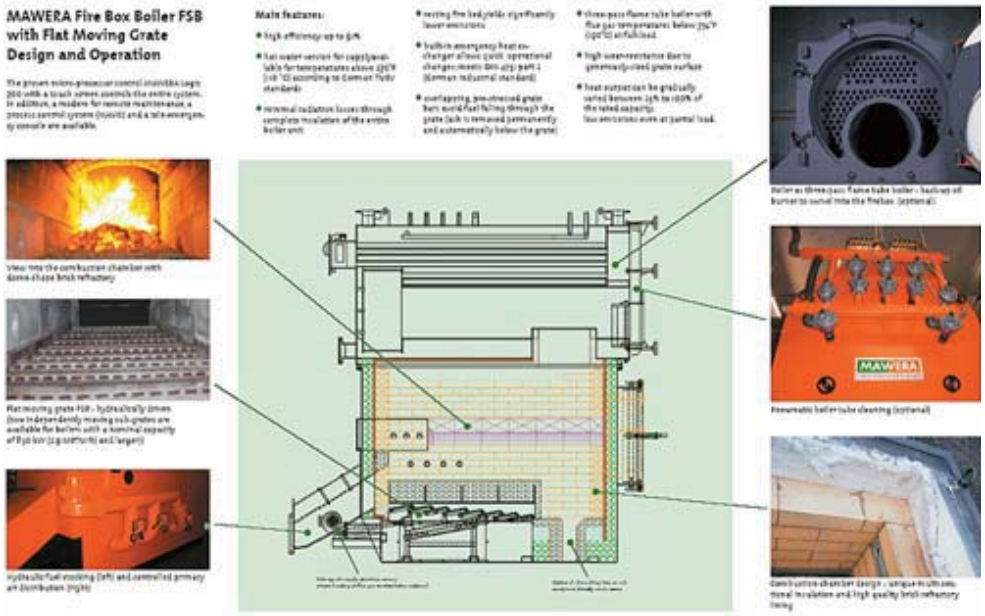
เทคโนโลยีการเปลี่ยนขยะเป็นพลังงานความร้อน สามารถแบ่งย่อยออกเป็นหลายเทคโนโลยี แต่ละเทคโนโลยีจะมีวิธีการและต้นทุนแตกต่างกันไป ได้แก่ incineration, gasification-pyrolysis และ plasma arc เทคโนโลยีการเปลี่ยนขยะเป็นพลังงานความร้อน สามารถแยกวิเคราะห์ได้ตามแต่ละเทคโนโลยีได้ว่า เทคโนโลยี incineration เป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้กันมานานและให้ผลค่อนข้างดี, ส่วนเทคโนโลยี gasification และ pyrolysis เป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับการพัฒนาขึ้นมา โดยมีข้อดีในด้านการกำจัดมลภาวะที่เกิดจากการเผาได้ดีกว่า, สำหรับเทคโนโลยี plasma arc เป็นเทคโนโลยีที่ยังไม่แพร่หลายอยู่ในระหว่างการพัฒนา การกำจัดขยะโดยการเผาทำลายด้วยความร้อนนี้เป็นวิธีการที่จะทำให้ได้พลังงานกลับคืนมาในรูปของความร้อน ซึ่งสามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าการกำจัดขยะแบบอื่น สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาเลือกใช้การกำจัดขยะวิธีนี้ คือ ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยที่จะส่งเข้ากระบวนการเผา ซึ่งโดยทั่วไปควรมีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 2,150 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม หากค่าความร้อนของขยะต่ำกว่านี้ จะต้องใช้เงินลงทุนเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ จะต้องมีปริมาณขยะที่เผาไหม้ได้เป็นสัดส่วนที่สูงเพียงพอ.

4. เทคโนโลยีเตาเผาขยะ (incineration)

เป็นการเผาขยะในเตาเผาที่ได้ออกแบบมาเป็นพิเศษ เพื่อให้เข้ากับคุณสมบัติของขยะที่มีความชื้นสูงและมีค่าความร้อนไม่แน่นอน (แปรผันตามฤดูกาล) ขยะจะถูกเผาไหม้โดยป้อนอากาศเข้าโดยตรง เทคโนโลยีการเผาขยะที่ใช้รูปแบบนี้จะสามารถแบ่งเป็นส่วนหลักๆ ได้ 4 ระบบ คือ ;

1. ระบบรองรับขยะ ซึ่งอาจมีระบบคัดแยกขยะที่นำไป recycle ได้และสามารถคัดแยกขยะที่เป็นอันตรายออก.

2. ระบบเตาเผาขยะ มีหลายแบบแต่ที่นิยมใช้แพร่หลาย คือ แบบตะกรับที่เคลื่อนที่ได้ (moving grate) ดังแสดงในรูปที่ 16 ซึ่งส่วนที่เผาขยะจะมีลักษณะเป็นตะกรับที่สามารถเคลื่อนที่ได้และขยะจะถูกเผาไหม้บนตะกรับนี้ โดยขณะที่เผาตะกรับจะเคลื่อนที่ลำเลียงขยะจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายตะกรับ ขยะจะถูกเผาไหม้หมดเป็นขี้เถ้า ซึ่งจะตกลงไปในหลุมเก็บขี้เถ้า อุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 800 องศาเซลเซียส.



รูปที่ 16. เตาเผาแบบตะกรับเคลื่อนที่ได้.

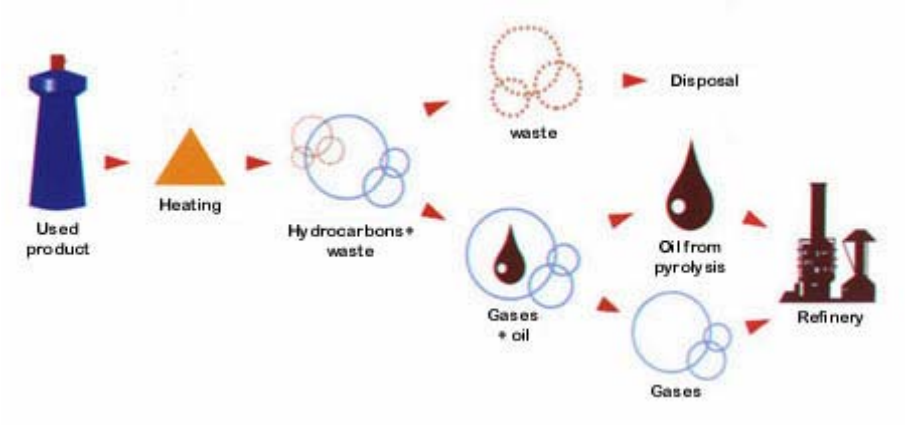
3. ระบบกำจัดของเสีย ของเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ ได้แก่ ขี้เถ้า ซึ่งจะนำไปฝังกลบต่อไป ส่วนของเสียอีกส่วนหนึ่ง ได้แก่ ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ต่างๆ ซึ่งมีสารที่ทำให้เกิดมลภาวะที่เป็นอันตรายปะปนอยู่ด้วย เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์ จึงต้องมีระบบกำจัดสารเหล่านี้ให้มีค่าอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ.

4. ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมากจะใช้ระบบ boiler ผลิตไอน้ำ ซึ่งความร้อนที่ผลิตไอน้ำนี้ได้มาจากการเผาขยะและไอน้ำนี้จะส่งไปขับกังหันไอน้ำ (steam turbine) เพื่อเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อไป ประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าต่อตันขยะของเทคโนโลยีนี้มีค่าประมาณ 550-620 kWh/ton (สถาบันวิจัยพลังงาน มปป.).

5. เทคโนโลยี gasification และ pyrolysis

เป็นเทคโนโลยีกำจัดขยะมูลฝอย โดยออกแบบเตาเผาให้มีการเผาในรูปที่มีอากาศน้อย (ปริมาณออกซิเจนน้อย) สำหรับระบบ gasification และให้มีการเผาในที่ไม่มีอากาศ สำหรับระบบ pyrolysis อุณหภูมิที่เผาสูงประมาณ 1,200-1,400 องศาเซลเซียส ผลที่ได้ คือ จะเกิดปฏิกิริยากลั่นสลายทางเคมีของขยะได้ก๊าซเชื้อเพลิง ซึ่งนำไปใช้เป็นพลังงานในการขับกังหันก๊าซเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป โดยมีประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าต่อตันขยะประมาณ 600 kWh/ton ขึ้นไป ซึ่งใกล้เคียงกับเทคโนโลยี incineration เทคโนโลยีนี้จะต้องมีการจัดการขยะที่จะส่งเข้าเตาเผาก่อน โดยมี

การบดตัดขยะให้มีขนาดพอเหมาะและขนาดของเตาเผาในระบบนี้เดิมจะมีขนาดไม่ใหญ่มาก คือ ไม่เกิน 300 ตันต่อวัน แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาให้ดีและมีขนาดสูงขึ้นเป็น 500 ตันต่อวัน.

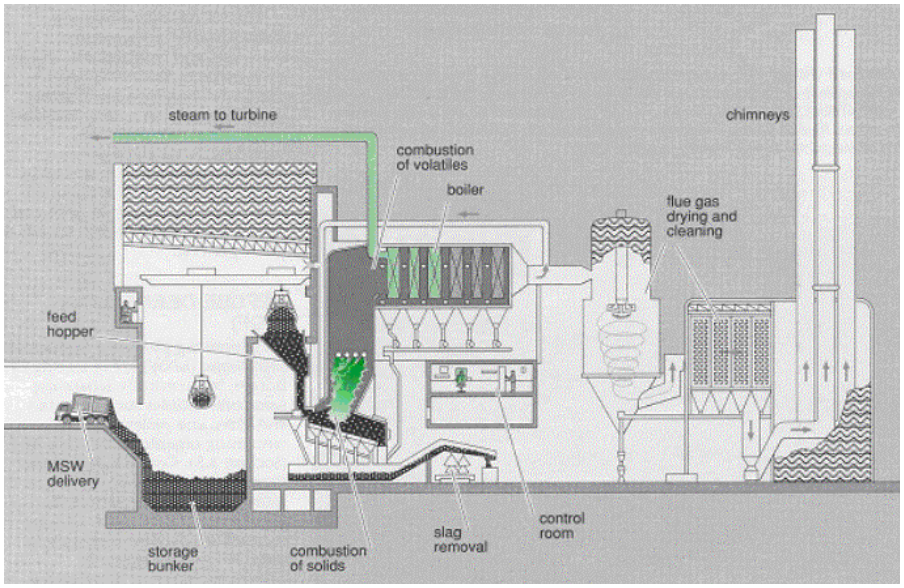


รูปที่ 17. Pyrolysis Outline.

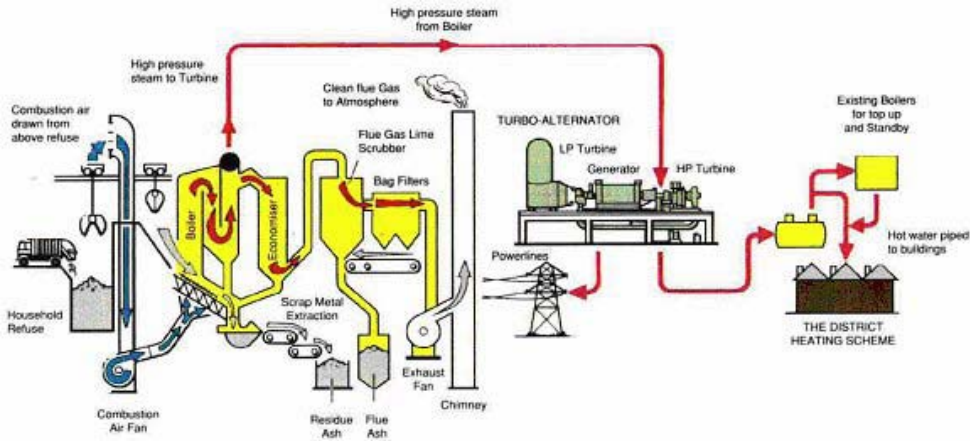
6. เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ก (plasma arc)

เทคโนโลยี plasma arc เป็นเทคโนโลยีด้านพลังงานขั้นสูง ที่ใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยได้หลายลักษณะ โดย plasma arc field จะถูกสร้างขึ้นโดยการยิงกระแสไฟฟ้า (electric current) ผ่านก๊าซที่มีความดันต่ำ (low pressure gas stream) plasma arc field จะมีอุณหภูมิสูงถึง 5,000-15,000 องศาเซลเซียส โซนส่วนที่มีอุณหภูมิสูงจัดนี้สามารถใช้ในการแยกอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบขยะมูลฝอยได้ โดยการป้อนขยะมูลฝอยเข้าไปใน plasma arc field โดยตรง หรือการใช้ plasma arc เป็นแหล่งพลังงานความร้อนสำหรับการเผาไหม้ เพื่อนำก๊าซที่เกิดขึ้นไปผลิตเป็นพลังงานกระแสไฟฟ้า โดยใช้เป็นเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำและนำไอน้ำมาผลิตเป็นพลังงานกระแสไฟฟ้าต่อไป หรือนำก๊าซที่เกิดขึ้นมาผ่านกระบวนการทำความสะอาดก๊าซก่อนนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าโดยผ่าน combustion turbine.

เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยชุมชนด้วยเทคโนโลยี plasma arc นั้น สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้หลายลักษณะ ทั้งในรูปของแข็ง, ของเหลว และกึ่งแข็งกึ่งเหลว ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ เครื่องปฏิกรณ์พลาสมา (plasma reactor), ระบบควบคุมด้านสิ่งแวดล้อม (environmental control) และระบบผลิตพลังงาน (power generation unit). อย่างไรก็ตาม ระบบนี้ในปัจจุบันยังอยู่ในขั้นตอนของการศึกษาวิจัยและพัฒนาปรับปรุงเทคโนโลยีให้มีความเหมาะสม ปลอดภัย และคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์อยู่ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน มปป.).

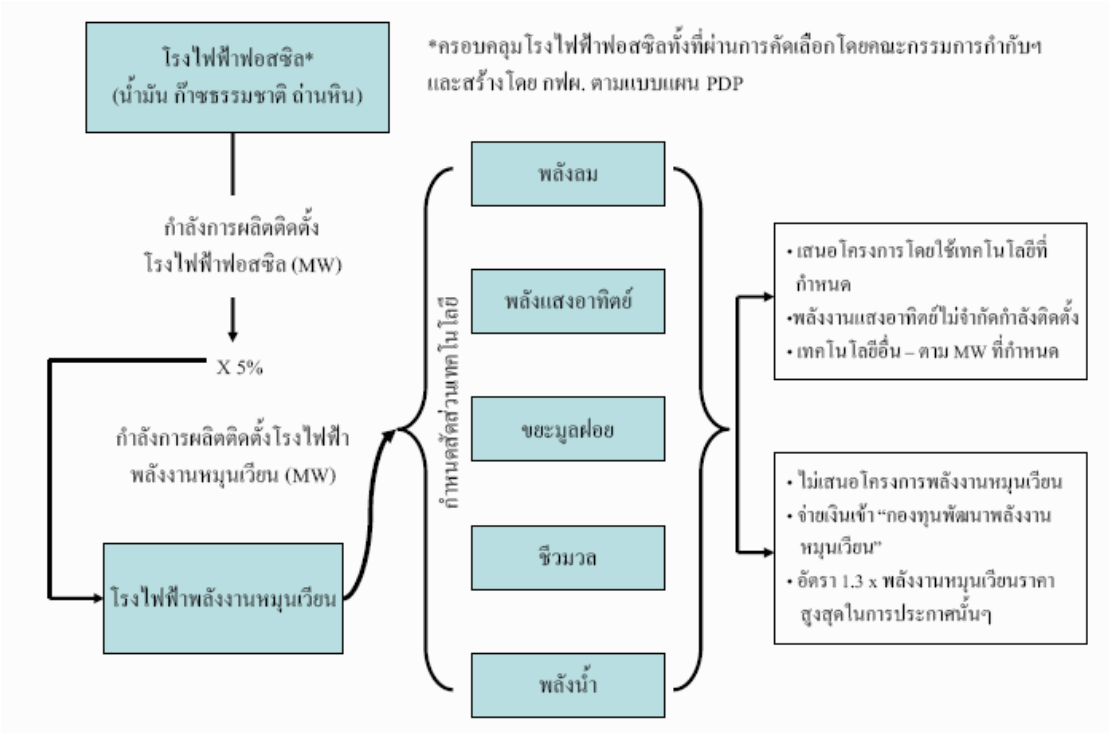


รูปที่ 18. Typical large MSW combustion plant (Source: Open University, UK).



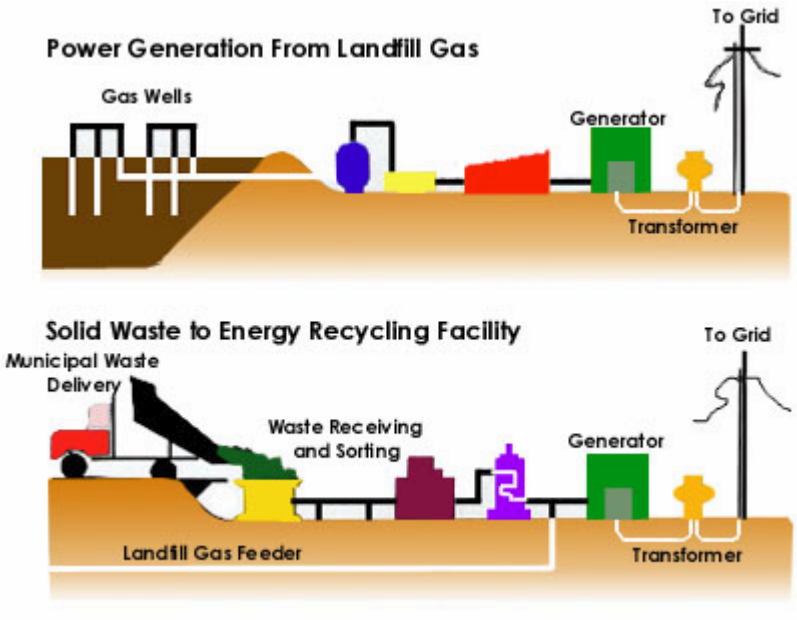
รูปที่ 19. A typical modern waste-to-energy combustion plant generating Electricity and using the waste heat, in this case for district heating. (Source: ETSU, UK).

3.4 การแปรรูปขยะเป็นพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 20. แผน RPS ที่จัดทำโดยกระทรวงพลังงาน.

จากรูปที่ 20 เป็นนโยบายการกำหนดสัดส่วนพลังงานหมุนเวียน (Renewable Portfolio Standard, RPS) โดยหลักการแล้ว RPS จะเป็นการกำหนดและบังคับให้ผู้ผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าที่มีการผลิตไฟฟ้าแบบดั้งเดิม (หรือเรียกว่าผลิตไฟฟ้าแบบ conventional) คือ โรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล และโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดใหญ่ที่มักจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมโดยรวม ต้องทำการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าที่ใช้พลังงานหมุนเวียน ซึ่งถือว่า ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นบวก (เพื่อชดเชยผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าแบบ conventional) ในสัดส่วนที่กำหนดจากกำลังผลิตไฟฟ้าแบบ conventional ที่จะเกิดขึ้นใหม่ (new capacity) ทั้งนี้ จะรวมถึงการขยายกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าที่ใช้การผลิตแบบ conventional ด้วย.



รูปที่ 21. Power generation from landfill and solid waste to energy recycling (Image adapted Australian Energy News).

จากรูปที่ 21 เป็นการแปรรูปขยะเป็นพลังงานไฟฟ้าแบบ Landfill Gas to Energy หรือการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ ซึ่งเป็นการกำจัดขยะชุมชนโดยการขุดหลุมฝังกลบขนาดใหญ่ โดยมากจะต้องมีความลึกตั้งแต่ 12 เมตรขึ้นไป แล้วนำขยะมาทิ้งลงไปโดยขยะจะถูกทับถมเป็นชั้นๆ อัดแน่นจนเต็มพื้นที่และจะทำการปิดทับด้วยดินกลบปากหลุม. ทั้งนี้ ส่วนที่เป็นตัวหลุมขยะจะต้องมีการปูทับด้วยแผ่นพลาสติก HDPE เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำชะขยะ (leachate) ไหลออกสู่พื้นที่ใกล้เคียงหรือลงสู่ดิน พร้อมทั้งต้องจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ไม่ให้เกิดการทำลายสภาวะแวดล้อมข้างเคียง.

1.5.1) หลักการทำงาน

ขยะที่เป็นสารอินทรีย์ที่อยู่ในหลุมฝังกลบจะเกิดการย่อยสลายตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาย่อยสลายทางชีวเคมีของขยะโดยจุลินทรีย์ ช่วงแรกจะเป็นการย่อยสลายแบบใช้อากาศ จากนั้น, จึงเป็นการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic digestion) กระบวนการนี้จะทำให้ได้ก๊าซมีเทน, คาร์บอนไดออกไซด์, แอมโมเนีย, คาร์บอนมอนอกไซด์, ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และไนโตรเจน โดยปริมาณของก๊าซชีวภาพนี้ประกอบด้วยก๊าซมีเทนมากกว่า 50% จะสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงป้อนเข้าสู่เครื่องยนต์ก๊าซ (gas engine) ซึ่งนำไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ทั้งนี้ มี

การประเมินคร่าวๆ ว่า จะเกิดก๊าซชีวภาพประมาณ 6-18 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี สำหรับปริมาณขยะในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน ลักษณะของระบบกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้หลุมฝังกลบ.

รูปที่ 22. ระบบกำจัดขยะแบบฝังกลบที่มีการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ.

ประเทศไทยได้มีการริเริ่มโครงการนำร่องขึ้นในปี พ.ศ. 2538 โดยศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้เริ่มดำเนินโครงการบำบัดและใช้ประโยชน์จากขยะ โดยได้รับงบประมาณจากมูลนิธิชัยพัฒนาเพื่อจัดตั้งกองทุนบำบัดและใช้ประโยชน์จากขยะตามแนวพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ มีเป้าหมายในการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 650 กิโลวัตต์ จากพื้นที่ประมาณ 65 ไร่ ของแหล่งฝังกลบขยะอย่างถูกหลักสุขาภิบาลกำแพงแสน และอยู่ห่างจากโรงไฟฟ้า ซึ่งตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เป็นระยะทางประมาณ 1.7 กิโลเมตร ปัจจุบันอยู่ระหว่างการเริ่มต้นดำเนินโครงการระยะที่ 3 เพื่อเดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าเครื่องที่ 1 ขนาดกำลังผลิต 435 กิโลวัตต์.

4. การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์เป็นการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการว่า โครงการมีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจโดยส่วนรวมคุ้มค่าหรือไม่ ทั้งนี้ เพื่อประกอบการตัดสินใจในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดของประเทศที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่สังคม ดังนั้น ในการคำนวณมูลค่าทางการตลาดของทรัพยากรที่ใช้ไปในโครงการ ไม่ว่าจะเป็นค่าใช้จ่ายในการจัดหาวัตถุดิบ, แรงงาน, สิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต, ค่าก่อสร้าง และค่าเครื่องจักรกลในการผลิต จำเป็นต้องนำมาวิเคราะห์โดยอาศัยข้อมูลจากการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน เพื่อนำมาปรับมูลค่าตลาดให้เป็นมูลค่าที่แท้จริงของโครงการ โดยใช้ตัวแปลงค่าต่างๆ ของธนาคารโลก (conversion factor) นอกจากนี้ ค่าใช้จ่าย หรือผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการ เช่น ค่าภาษีต่างๆ, เงินชดเชยของรัฐบาล และเงินโอน ฯลฯ จำเป็นต้องนำมาพิจารณาวิเคราะห์แยกแยะให้ชัดเจน ทั้งนี้ เพื่อวัดความคุ้มค่าของโครงการทางด้านเศรษฐศาสตร์ หรือวัดความคุ้มค่าของโครงการต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในสังคมส่วนรวม (stakeholders) ของประเทศ.

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการในที่นี้อาศัยเทคนิคการวิเคราะห์โครงการโดยการเปรียบเทียบต้นทุนและผลได้ (cost-benefit analysis) ที่เกิดขึ้นจากการมีโครงการแบบคำนึงถึงค่าของเงินกับเวลา (time value of money) มีแนวความคิดว่า เงินหรือมูลค่าของเงินในแต่ละปีถึงจะมีจำนวนเดียวกัน แต่จะมีมูลค่าไม่เท่ากัน กล่าวคือ ถ้าต้องการที่จะได้รับเงินในอนาคต จำนวนเงินในอนาคตจะต้องมากขึ้นด้วยเท่ากับการนำเงินจำนวนนั้นไปลงทุนหาผลประโยชน์ ซึ่งเป็นค่าเสียโอกาสที่ควรจะได้รับผลตอบแทนจากการนำเงินไปลงทุน โดยอัตราคิดลด (discounted factor) ที่เหมาะสมแก่การหาค่า NPV, B/C Ratio และ IRR นั้น ได้แก่ ค่าเสียโอกาสของทุน (opportunity cost of capital) ซึ่งควรเป็นอัตรามาตรฐานที่ใช้ได้กับทุนทุกชนิดในระบบเศรษฐกิจเดียวกัน หรืออาจกล่าวว่าเป็นค่าเสียโอกาสของทุน ซึ่งสังคมเลือกขึ้นมาจากค่าเฉลี่ยของผลตอบแทนการใช้ทุนทั้งในปัจจุบันและในอนาคต และยังหมายถึงรายได้ทั้งหมดที่สังคมต้องการจะประหยัดไว้อีกด้วย อัตราคิดลดที่นิยมใช้กันมากที่สุดอยู่ระหว่าง 8-15% หรือเฉลี่ย 12 (Gittinger 1980).

4.1 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากโครงการ

การคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ที่เกิดจากการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะเริ่มต้นจากการนำข้อมูลการวิเคราะห์ทางการเงินและการลงทุน มาปรับมูลค่าทางการเงินให้เป็นมูลค่า

ทางเศรษฐศาสตร์ มูลค่าที่ปรับแล้วของต้นทุนและผลตอบแทนจะนำมาคำนวณเพื่อหาค่า NPV, IRR และ B/C Ratio เพื่อประเมินความคุ้มค่าของโครงการ

ในการปรับมูลค่าทางการเงินให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์มีวิธีการปฏิบัติ ดังนี้ ;

1. การปรับมูลค่าทางการเงิน ประกอบด้วยการเพิ่มและตัดรายการค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนบางรายการของการวิเคราะห์ทางการเงิน ตัวอย่างต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างและการดำเนินงานโครงการ ต้นทุนดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรอย่างแท้จริง และสามารถนำไปใช้สร้างผลผลิตให้ประเทศได้ รายการที่รวมอยู่ในต้นทุนได้แก่ ที่ดิน, แรงงาน, เครื่องจักร, เครื่องมือ, อุปกรณ์ และวัตถุดิบ ส่วนผลตอบแทน ได้แก่ สินค้าและบริการที่ผลิตได้จากโครงการ. นอกจากนั้น ผลตอบแทนยังปรากฏในรูปการประหยัดต้นทุน และการหลีกเลี่ยงความสูญเสีย ส่วนรายการที่ไม่ใช่ต้นทุนหรือผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ คือ รายการที่ไม่ใช้ทรัพยากรและไม่สามารถผลิตผลตอบแทนให้กับประเทศได้ รายการประเภทนี้ ได้แก่ รายการประเภทเงินจ่ายโอน เช่น ค่าภาษี, ดอกเบี้ย, ค่าเสื่อมราคา, เงินโอน และเงินอุดหนุน ซึ่งจะไม่รวมอยู่ในต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์.

2. การแก้ไขการบิดเบือนราคาปฏิบัติ โดยการนำมูลค่าทางการเงินในรายการค่าใช้จ่าย (cost) และผลประโยชน์ตอบแทน (benefit) มาคูณกับค่า conversion factor เพื่อปรับมูลค่าให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ เนื่องจากราคาทางการเงินในท้องตลาดมีการบิดเบือน ด้วยปัจจัยหลักดังต่อไปนี้ ;

- ต้นทุนและผลตอบแทนบางประเภทที่อยู่ในการวิเคราะห์ทางการเงินไม่เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากร เช่น เงินจ่ายโอน (ภาษีและดอกเบี้ย) และรายการเครดิต (ดอกเบี้ย).
- ราคาตลาด อาจมีการบิดเบือน เนื่องการแทรกแซงราคา และการผูกขาด.
- ราคาตลาดไม่ได้สะท้อนถึงผลกระทบภายนอกหรือส่วนเกินของผู้บริโภค เช่น ราคาสินค้าสาธารณะ.

ต้นทุนและผลตอบแทนสะท้อนมูลค่าที่แท้จริงของโครงการ เมื่อมูลค่าทางการเงินถูกปรับเป็นมูลค่าที่แท้จริงทางเศรษฐศาสตร์ ที่เรียกว่า ราคาเงา (shadow price) หรือราคาเศรษฐกิจโดยอาศัยตัวแปลงค่ามาตรฐานของธนาคารโลก (conversion factors: CF) ดังนั้น มูลค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ตอบแทนของโครงการ ดังแสดงในสมการ ดังนี้ ;

มูลค่าทางการเงิน x CF = มูลค่าทางเศรษฐกิจ

ในการคำนวณหาค่า CF ของระบบเศรษฐกิจไทย Ahmed (1983) ได้ทำการศึกษาโดยจำแนกตามหมวดค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 10.

ตารางที่ 10. รายการที่ปรับปรุงต้นทุนของโครงการเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ

หมวดค่าใช้จ่าย	Conversion Factors (CF)
ค่าใช้จ่ายก่อนดำเนินการ	0.92
ที่ดิน และค่าปรับปรุงที่ดิน	0.92
อาคารโรงงาน	0.84
อาคารสำนักงาน	0.84
เครื่องจักรและติดตั้ง	0.84
อุปกรณ์สำนักงาน และยานพาหนะ	0.94
เงินทุนหมุนเวียน	0.92
ค่าวัตถุดิบสารเคมี	0.94
ค่าสาธารณูปโภค	0.90
ค่าแรงงาน	0.92
ค่าขนส่ง	0.92
ค่าบำรุงรักษา และซ่อมแซม	0.88
ต้นทุนการดำเนินงาน	0.92

ที่มา : Ashmed, sadig. Shadow Prices for Economic Appraisal of Projects: An Application to Thailand. World Bank Staff Working paper, No. 609, 1983.

อ้างจาก : ตงยิ่งศิริ (2545).

4.2 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ

ในการศึกษาครั้งนี้จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 กรณี คือ ;

- กรณีที่ 1 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขยะอินทรีย์.
- กรณีที่ 2 การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียม.
- กรณีที่ 3 การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะอินทรีย์ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง.

กรณีที่ 1 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขยะอินทรีย์

ประมาณการต้นทุน

1. เงินลงทุน (Capital cost)		**110,000**	**บาท**
1. เครื่องจักรและอุปกรณ์		110,000	บาท
- เครื่องอัดขยะ		50,000	บาท
- อุปกรณ์หมักขยะ (จำนวน 7 ชุด)		35,000	บาท
- เครื่องสับย่อยขยะ		25,000	บาท
2. ต้นทุนดำเนินการคงที่ (Fixed operating cost)		**195,300**	**บาท/ปี**
1. ค่าบำรุงรักษา			
- เครื่องจักรและอุปกรณ์อัตรา 3%		3,300	บาท/ปี
2. เงินเดือนและค่าจ้างแรงงาน			
- ค่าจ้างแรงงาน 2 คน อัตรา 8,000 บาท		192,000	บาท/ปี
3. ต้นทุนแปรผัน		**20,000**	**บาท/ปี**
3. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ได้แก่ ค่าไฟฟ้าและค่าน้ำประปา		20,000	บาท/ปี

ผลประโยชน์ของโครงการ

การประเมินผลโครงการด้านเศรษฐศาสตร์จะทำการพิจารณาประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการประกอบด้วย

(1) มูลค่าการลดการกำจัดขยะ

การกำจัดขยะจะมีค่าใช้จ่ายประมาณ 550 บาทต่อตัน การที่จะนำขยะมาอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายดังกล่าวได้.

(2) มูลค่าของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การนำขยะมาอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิง จะก่อให้เกิดมูลค่าขึ้นมากิโลกรัมละ 7.50 บาท โดยถ้ามีปริมาณขยะมากขึ้น จะทำให้ได้ปริมาณเชื้อเพลิงอัดแท่งมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบทำให้เกิดมูลค่าของเชื้อเพลิงอัดแท่งมากขึ้นด้วย.

สมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

(1) ค่าเสียโอกาสของเงินทุนที่ใช้เป็นอัตราคิดลดของโครงการเท่ากับ 12% ต่อปี ซึ่งเป็นค่าเสียโอกาสของเงินทุนในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่เคยมีการศึกษาโดยธนาคารโลก.

(2) อายุของโครงการเท่ากับ 10 ปี ทั้งนี้ กำหนดให้ผลประโยชน์, ต้นทุน และอัตราเงินเฟ้อของโครงการมีค่าเท่ากันตลอดอายุโครงการ.

(3) ใน 1 ปี ทำงาน 300 วัน ใช้ปริมาณขยะ 60 ตัน สามารถผลิตได้เชื้อเพลิงอัดแท่งได้ 610 กิโลกรัม/ตัน.

(4) เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ (lab scale) ใช้แรงงาน 2 คนโดยมีอัตราเงินเดือนเดือนละ 8,000 บาท.

ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขยะอินทรีย์ โดยพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), อัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR), อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C Ratio), พบว่า โครงการการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขยะอินทรีย์เป็นโครงการที่มีความคุ้มค่ากับการลงทุน โดยมีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 0.12 ล้านบาท ณ อัตราคิดลดที่ 12% ค่าอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 1.14 ณ อัตราคิดลดที่ 12% และอัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR) เท่ากับ 19.55% รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 11.

ตารางที่ 11. ผลการประเมินความคุ้มค่าของโครงการ กรณีที่ 1

ตัวชี้วัด	ค่าที่คำนวณได้	ผลลัพธ์	ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
Net Present value (ล้านบาท)	0.12	มีค่ามากกว่าศูนย์	มีความคุ้มค่าที่จะลงทุน
Benefit/Cost Ratio	1.14	มีค่ามากกว่า 1	มีความคุ้มค่าที่จะลงทุน
Internal Rate of Return (%)	19.55	มีค่ามากกว่าอัตราส่วนลด 12%	มีความคุ้มค่าที่จะลงทุน

กรณีที่ 2 การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียม

ประมาณการต้นทุน

1. เงินลงทุน (Capital cost)	**1,000,000**	**บาท**
- เครื่องจักรและอุปกรณ์	1,000,000	บาท
2. ต้นทุนดำเนินการคงที่ (Fixed operating cost)	**222,000**	**บาท/ปี**
1. ค่าบำรุงรักษา		
- เครื่องจักรและอุปกรณ์อัตรา 3%	30,000	บาท/ปี
2. เงินเดือนและค่าจ้างแรงงาน		

- ค่าจ้างแรงงาน 2 คน อัตรา 8,000 บาท 192,000 บาท/ปี

3. ต้นทุนแปรผัน 30,400 บาท/ปี

- ค่าพลังงานไฟฟ้า 10,400 บาท/ปี
- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ 20,000 บาท/ปี

ผลประโยชน์ของโครงการ

การประเมินผลโครงการด้านเศรษฐศาสตร์จะทำการพิจารณาประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการประกอบด้วย

(1) มูลค่าการลดการกำจัดขยะ

การกำจัดขยะจะมีค่าใช้จ่ายประมาณ 550 บาทต่อตัน การที่จะนำขยะมาอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายดังกล่าวได้.

(2) มูลค่าของน้ำมันชีวภาพ

การนำขยะมาผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียม จะก่อให้เกิดมูลค่าขึ้นมากิโลกรัมละ 18.88 บาท โดยถ้ามีปริมาณขยะมากขึ้น จะทำให้ได้ปริมาณน้ำมันชีวภาพมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบทำให้เกิดมูลค่าของน้ำมันชีวภาพมากขึ้นด้วย.

(3) มูลค่าของก๊าซชีวภาพ

การนำขยะมาผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียม จะก่อให้เกิดมูลค่าขึ้นมากิโลกรัมละ 19.33 บาท โดยถ้ามีปริมาณขยะมากขึ้น จะทำให้ได้ปริมาณก๊าซมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบทำให้เกิดมูลค่าของก๊าซชีวภาพมากขึ้นด้วย.

สมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

(1) ค่าเสียโอกาสของเงินทุนที่ใช้เป็นอัตราคิดลดของโครงการเท่ากับ 12% ต่อปี ซึ่งเป็นค่าเสียโอกาสของเงินทุนในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่เคยมีการศึกษาโดยธนาคารโลก.

(2) อายุของโครงการเท่ากับ 10 ปี ทั้งนี้ กำหนดให้ผลประโยชน์, ต้นทุน และอัตราเงินเฟ้อของโครงการมีค่าเท่ากันตลอดอายุโครงการ.

(3) ใน 1 ปี ทำงาน 300 วัน โดยมีสัดส่วนของผลผลิตจากกระบวนการ เป็นน้ำมันชีวภาพ 80% และก๊าซชีวภาพ 20%.

(4) เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ใช้แรงงาน 2 คนโดยมีอัตราเงินเดือน เดือนละ 8,000 บาท.

ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียม โดยพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), อัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR), อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C Ratio), พบว่า โครงการการเหลวจากที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียมมีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ -0.23 ล้านบาท ณ อัตราคิดลดที่ 12% ค่าอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 0.06 ณ อัตราคิดลดที่ 12% และอัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR) ไม่สามารถคำนวณได้ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 12.

ตารางที่ 12. ผลการประเมินความคุ้มค่าของโครงการ กรณีที่ 2

ตัวชี้วัด	ค่าที่คำนวณได้	ผลลัพธ์	ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
Net Present value (ล้านบาท)	-0.23	มีค่าน้อยกว่าศูนย์	ไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน
Benefit/Cost Ratio	0.06	มีค่าน้อยกว่า 1	ไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน
Internal Rate of Return (%)		ไม่สามารถคำนวณได้	

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียมจะไม่มีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ แต่ในอนาคต ถ้าหากมีการขยายกำลังการผลิตมากขึ้นหรือได้ปรับปรุงเทคนิคการผลิตการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียมให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำลง, ราคาน้ำมันชีวภาพ, ราคาก๊าซ LPG ในอนาคตสูงขึ้นกว่าในปัจจุบัน โครงการนี้อาจมีความเหมาะสมในเชิงวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากข้อมูลของบริษัท ดูไวย์ เอเชีย จำกัด ซึ่งผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากพลาสติกด้วยเทคโนโลยีการกลั่นแบบอับอากาศหรือไพโรไลซิส โดยมีการใช้ขยะพลาสติก 4 ตันต่อวัน สามารถผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงได้ประมาณ 2,800 ลิตรต่อวัน หรือ 897,000 ลิตรต่อปี มีการลงทุนประมาณ 6,283,000 บาท โดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครเป็นผู้สนับสนุนทางด้านเทคโนโลยี ซึ่งได้นำข้อมูลดังกล่าวมาตั้งเป็นสมมติฐาน ดังนี้ คือ ;

(1) ค่าเสียโอกาสของเงินทุนที่ใช้เป็นอัตราคิดลดของโครงการเท่ากับ 12% ต่อปี ซึ่งเป็นค่าเสียโอกาสของเงินทุนในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่เคยมีการศึกษาโดยธนาคารโลก.

(2) อายุของโครงการเท่ากับ 10 ปี ทั้งนี้ กำหนดให้ผลประโยชน์, ต้นทุน และอัตราเงินเฟ้อของโครงการมีค่าเท่ากันตลอดอายุโครงการ.

(3) ใน 1 ปีทำงาน 300 วัน.

ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์โดยพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), อัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR), อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C Ratio) พบว่า ที่มีความคุ้มค่ากับการลงทุน โดยมีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 6.45 ล้านบาท ณ อัตราคิดลดที่ 12% ค่าอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 1.05 ณ อัตราคิดลดที่ 12% และอัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR) เท่ากับ 17.20% รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 13.

ตารางที่ 13. ผลการประเมินความคุ้มค่าของโครงการ กรณีที่ 3

ตัวชี้วัด	ค่าที่คำนวณได้	ผลลัพธ์	ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
Net Present value (ล้านบาท)	6.45	มีค่ามากกว่าศูนย์	มีความคุ้มค่าที่จะลงทุน
Benefit/Cost Ratio	1.05	มีค่ามากกว่า 1	มีความคุ้มค่าที่จะลงทุน
Internal Rate of Return (%)	17.20	มีค่ามากกว่าอัตราส่วนลด 12%	มีความคุ้มค่าที่จะลงทุน

กรณีที่ 3 การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะอินทรีย์ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง

ประมาณการต้นทุน

1. เงินลงทุน (Capital cost)	**1,883,000**	**บาท**
1. เครื่องจักรและอุปกรณ์	1,000,000	บาท
- ปฏิกรณ์สังเคราะห์น้ำมันชีวภาพ	1,400,000	บาท
- เครื่องระเหยแบบหมุน	200,000	บาท
- ตู้อบ	200,000	บาท
- เครื่องแก้วเขย่าแยก	50,000	บาท
- เครื่องบดตัวอย่างแบบละเอียด	23,000	บาท
- เครื่องอัลตราโซนิกส์	10,000	บาท
2. ต้นทุนดำเนินการคงที่ (Fixed operating cost)	**307,150**	**บาท/ปี**
1. ค่าบำรุงรักษา		
- เครื่องจักรและอุปกรณ์อัตรา 5%	91,150	บาท/ปี
2. เงินเดือนและค่าจ้างแรงงาน		

- ค่าจ้างแรงงาน 2 คน อัตรา 9,000 บาท/เดือน 216,000 บาท/ปี

3. ต้นทุนแปรผัน 30,400 บาท/ปี

- ค่าสารเคมี 10,000 บาท/ปี
- ค่าพลังงานไฟฟ้า 10,400 บาท/ปี
- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ 10,000 บาท/ปี

ผลประโยชน์ของโครงการ

การประเมินผลโครงการด้านเศรษฐศาสตร์จะทำการพิจารณาประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการประกอบด้วย

(1) มูลค่าการลดการกำจัดขยะ

การกำจัดขยะจะมีค่าใช้จ่ายประมาณ 550 บาทต่อตัน การที่จะนำขยะมาอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายดังกล่าวได้.

(2) มูลค่าของน้ำมันชีวภาพ

การนำขยะมาผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียม จะก่อให้เกิดมูลค่าขึ้นมา กิโลกรัมละ 18.88 บาท โดยถ้ามีปริมาณขยะมากขึ้นก็จะทำให้ได้ปริมาณน้ำมันชีวภาพมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบทำให้เกิดมูลค่าของน้ำมันชีวภาพมากขึ้นด้วย

(3) มูลค่าของก๊าซชีวภาพ

การนำขยะมาผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียม จะก่อให้เกิดมูลค่าขึ้นมา กิโลกรัมละ 19.33 บาท โดยถ้ามีปริมาณขยะมากขึ้น จะทำให้ได้ปริมาณก๊าซมากขึ้น, ซึ่งจะส่งผลกระทบทำให้เกิดมูลค่าของก๊าซชีวภาพมากขึ้นด้วย.

สมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

(1) ค่าเสียโอกาสของเงินทุนที่ใช้เป็นอัตราคิดลดของโครงการเท่ากับ 12% ต่อปี ซึ่งเป็นค่าเสียโอกาสของเงินทุนในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่เคยมีการศึกษาโดยธนาคารโลก.

(2) อายุของโครงการเท่ากับ 10 ปี ทั้งนี้ กำหนดให้ผลประโยชน์, ต้นทุน และอัตราเงินเฟ้อของโครงการมีค่าเท่ากันตลอดอายุโครงการ.

(3) ใน 1 ปีทำงาน 300 วัน โดยมีสัดส่วนของผลผลิตเป็นน้ำมันชีวภาพ 7.91% และถ่านคาร์บอน 4.27%.

(4) เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ใช้แรงงาน 2 คน โดยมีอัตราเงินเดือน เดือนละ 8,000 บาท.

ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะอินทรีย์ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง โดยพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), อัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR), อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C Ratio) พบว่า โครงการการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะอินทรีย์ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงมีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ -1.62 ล้านบาท ณ อัตราคิดลดที่ 12% ค่าอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 0.04 ณ อัตราคิดลดที่ 12% และอัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR) ไม่สามารถคำนวณได้ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 14.

ตารางที่ 14. ผลการประเมินความคุ้มค่าของโครงการ กรณีที่ 3

ตัวชี้วัด	ค่าที่คำนวณได้	ผลลัพธ์	ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
Net Present value (ล้านบาท)	-1.62	มีค่าน้อยกว่าศูนย์	ไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน
Benefit/Cost Ratio	0.04	มีค่าน้อยกว่า 1	ไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน
Internal Rate of Return (%)		ไม่สามารถคำนวณได้	

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าโครงการการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะอินทรีย์ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง จะไม่มีความเหมาะสมทางด้านการลงทุนและเศรษฐศาสตร์ในขณะนี้ แต่ในอนาคต ถ้าหากมีการขยายกำลังการผลิตมากขึ้นหรือได้ปรับปรุงเทคนิคการผลิตก๊าซชีวภาพ ให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำลง, ราคาก๊าซ LPG และราคาถ่านคาร์บอน ในอนาคตสูงขึ้นกว่าในปัจจุบัน โครงการนี้อาจมีความเหมาะสมในเชิงวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์. ดังนั้น การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะอินทรีย์ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงยังคงเป็นโครงการที่น่าสนใจในอนาคต.

4.3 ผลกระทบของโครงการที่ไม่สามารถวัดเป็นค่าเงินได้

นอกจากผลของโครงการในทางเศรษฐศาสตร์แล้ว โครงการดังกล่าวทั้ง 3 กรณียังก่อให้เกิดผลที่ไม่สามารถวัดเป็นค่าเงินได้ ดังนี้ ;

4.3.1 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ (Economic Impact)

1. ลดการนำเข้าน้ำมันเตา ปัจจุบันอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในการต้มใน boiler โดยในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณการนำเข้าน้ำมันเตา 101.205 ล้านลิตร คิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,900 ล้านบาท ถ้าอุตสาหกรรมหันมาใช้เชื้อเพลิงเหลวที่ผลิตได้จากกระบวนการดังกล่าว ซึ่งมีคุณสมบัติเทียบเท่ากับน้ำมันเตา จะสามารถลดปริมาณการนำเข้าน้ำมันเตาได้ ในขณะเดียวกันยังเป็นการเพิ่มมูลค่าขยะเหลือทิ้งอีกด้วย.

2. ลดต้นทุนการผลิต ผลลัพธ์จากกระบวนการที่ได้อีกอย่างหนึ่ง คือ ก๊าซชีวภาพ สามารถนำมาทดแทนการใช้ก๊าซ LPG ซึ่งปัจจุบันมีการนำมาใช้ทั้งในภาคอุตสาหกรรม, ภาคขนส่ง และครัวเรือน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในภาคอุตสาหกรรมมีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางในหลากหลายสาขา เช่น อุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมเซรามิก เป็นต้น โดยเฉพาะการใช้ LPG เป็นก๊าซหุงต้มในครัวเรือน ซึ่งทำให้ลดต้นทุนในภาคการผลิต, การขนส่ง และระบบ Logistics จึงส่งผลดีต่อราคาต้นทุนในภาคการผลิต ทำให้สินค้าราคาถูกและสามารถแข่งขันได้.

3. ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมใหม่เกี่ยวกับการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกจากขยะ เป็นผลให้เกิดการจ้างงานเพิ่มขึ้นจากกระบวนการการผลิต.

4.3.2 ผลกระทบต่อสังคม (Social Impact)

ระบบการกำจัดขยะเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงทางเลือก สามารถก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านสังคม คือ สามารถลดปัญหาต่อสุขภาพของประชาชนที่เกิดจากกลิ่นเน่าเหม็น, สารพิษ, สิ่งปนเปื้อน และเชื้อโรคต่างๆ จากการนำขยะมูลฝอยไปกำจัดโดยการเทกองกลางแจ้ง หรือการนำไปฝังกลบ.

นอกจากนี้ ยังช่วยลดปัญหาความขัดแย้งและการต่อต้านของประชาชน จากการเข้าไปตั้งสถานที่เทกองหรือฝังกลบขยะ เนื่องจาก ถ้าพื้นที่กำจัดขยะไปตั้งอยู่ที่ใด จะส่งผลต่อราคาที่ดินของประชาชนรอบข้างมีราคาตกไปด้วย.

4.3.3 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact)

การนำขยะมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงนั้น เป็นทางเลือกใหม่ในการบริหารจัดการขยะที่เพิ่มขึ้นทุกวันในหลายพื้นที่ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ขยะของเหลือทิ้ง ก่อให้เกิดรายได้ ถ้าพิจารณาในการ

แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมแล้ว จะค่อนข้างมีผลกระทบที่สูง เนื่องจากในปัจจุบันการจัดการขยะแบบฝังกลบ (sanitary landfill) อาจจะมีผลกระทบในด้านการปนเปื้อนของน้ำเสียจากกองขยะมูลฝอย หรือน้ำชะขยะมูลฝอย (leachate) ซึ่งเป็นน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกสูงไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ทำให้คุณภาพน้ำใต้ดินเสื่อมสภาพลง จนส่งผลกระทบต่อประชาชนที่ใช้น้ำเพื่อการอุปโภค และบริโภค.

อีกทั้งการกำจัดขยะแบบการสร้างเตาเผาขยะ (incinerator) ยังมีผลกระทบต่อการเกิดปรากฏการณ์ภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect) และการเกิดภาวะฝนกรด เนื่องจากในการเผามักก่อให้เกิดก๊าซพิษต่างๆ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide: SO_2) นอกจากนี้ ยังอาจเกิดไดออกซิน (Dioxins) จากการเผาขยะพลาสติก ซึ่งเป็นสารอันตรายที่อาจจะก่อให้เกิดโรคมะเร็ง.

ดังนั้น การใช้เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกจากขยะ จึงเป็นแนวทางในการกำจัดขยะที่มีผลดีและเหมาะสมกับประเทศไทย ทั้งในภาวะเศรษฐกิจ, สังคม รวมไปถึงเป็นการรักษาสภาวะสิ่งแวดล้อม จึงจัดว่าเป็นการจัดการขยะแบบยั่งยืน.

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

ปัจจุบันปริมาณขยะในประเทศมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตามแหล่งชุมชนและภาคการผลิต การบริการต่างๆ ทั่วประเทศ ขยะส่วนใหญ่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญที่เหมาะสมและมีศักยภาพในการแปรสภาพเพื่อเป็นแหล่งผลิตพลังงานหมุนเวียน. นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติหลายประการที่สนับสนุนและส่งเสริมในการนำของเสียเหล่านี้มาเป็นพลังงาน รัฐบาลและหน่วยงานต่างๆ ได้เล็งเห็นปัญหา หากปล่อยทิ้งไว้อาจกลายเป็นปัญหาล้นประเทศได้ จึงมีมาตรการและการพัฒนาในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำปริมาณขยะกลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด หนึ่งในวิธีการหรือมาตรการ คือ การนำขยะมูลฝอยมาแปรสภาพเป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การผลิตเชื้อเพลิงจากขยะ. ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาข้อมูลในห้องปฏิบัติการของชุดโครงการโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกคุณภาพสูงจากขยะ โดยได้แบ่งเป็น 3 กรณีศึกษา คือ ;

กรณีที่ 1 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขยะอินทรีย์

ผลการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการพบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 0.12 ล้านบาท ณ อัตราคิดลดที่ 12% ค่าอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 1.14 ณ อัตราคิดลดที่ 12% และอัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR) เท่ากับ 19.55 % ดังนั้น โครงการมีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์.

กรณีที่ 2 การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียม

ผลการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการพบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ -0.23 ล้านบาท ณ อัตราคิดลดที่ 12% ค่าอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 0.06 ณ อัตราคิดลดที่ 12% และอัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR) ไม่สามารถคำนวณได้ ดังนั้น โครงการไม่มีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์.

กรณีที่ 3 การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะอินทรีย์ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง

ผลการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการพบว่า มีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ -1.62 ล้านบาท ณ อัตราคิดลดที่ 12% ค่าอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 0.04 ณ อัตราคิดลดที่ 12% และอัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR) ไม่สามารถคำนวณได้ ดังนั้น โครงการไม่มีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์.

อย่างไรก็ตาม การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียมและโครงการการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะอินทรีย์ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง จะไม่มีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ แต่ในอนาคต ถ้าหากมีการขยายกำลังการผลิตมากขึ้น หรือได้ปรับปรุงเทคนิคการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำลง, ราคาน้ำมันชีวภาพ และราคาก๊าซ LPG ในอนาคตสูงขึ้นกว่าในปัจจุบัน โครงการนี้อาจมีความเหมาะสมในเชิงวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์.

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นกรณีศึกษาในห้องปฏิบัติการ, การลงทุนมีข้อสมมุติหลายประการ ได้แก่ การคำนวณโดยไม่มีการนำเอาค่าใช้จ่ายบางตัว เช่น ค่าที่ดิน, พื้นที่ห้องปฏิบัติการ, ค่าอาคารสถานที่, ค่าน้ำ, ค่าไฟ, ค่าใช้จ่ายก่อนการลงทุน, ซึ่งจะเป็นเครื่องมือ, อุปกรณ์ และบุคลากร ฯลฯ มาใช้คิดในการคำนวณความคุ้มค่า ในการทำการศึกษาครั้งต่อไป ควรทำการลดข้อสมมุติลง เพื่อให้ผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับความเป็นจริงมากขึ้น.

2. การนำขยะมาแปรรูปเป็นพลังงานทางเลือกที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการและโรงงานนำทาง (Pilot scale) ในทางปฏิบัติจริง ถ้ามีการทำการระบบการผลิตขนาดใหญ่ขึ้น (industrial scale) จะสามารถลดต้นทุนการผลิต และเกิดผลลัพธ์ได้มากขึ้น เกิดผลดีต่อระบบเศรษฐกิจ, สังคม และสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดการจ้างงานเพิ่มขึ้น.

ผลลัพธ์และผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเชิงเศรษฐกิจและเชิงสังคม

จากการศึกษาโครงการฯ พบว่า ผลลัพธ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นในเชิงเศรษฐกิจและเชิงสังคมเป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นทางอ้อม สามารถสรุปได้ ดังนี้ คือ ;

1. การนำขยะมาทำเป็นเชื้อเพลิงก่อให้การจ้างแรงงานเพิ่มขึ้นและการเกิดกิจกรรมสืบเนื่องจากการนำผลผลิตก๊าซ LPG, น้ำมันชีวภาพ, ถ่านคาร์บอนมาใช้ในภาคอุตสาหกรรม ทดแทนการใช้น้ำมัน ดังนั้น อาจจะเกิดธุรกิจขึ้นใหม่, สร้างรายได้, ลดทั้งต้นทุนการผลิต และการกำจัด โดยรัฐบาลควรสนับสนุนการนำขยะมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงในระดับท้องถิ่นหรือภาคอุตสาหกรรม เช่น บริษัทผลิตพลังงานนำขยะแปรรูปให้เป็นพลังงาน และผลลัพธ์ที่ได้ไปจำหน่ายให้แก่ชุมชน, โรงงาน หรือการไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นพลังงาน เพื่อให้ขยะเกิดมูลค่า ดังนั้น ผลลัพธ์จากการจัดจำหน่ายขยะอาจจะนำมาปรับปรุงหรือซ่อมแซมสาธารณูปโภคในท้องถิ่นนั้นๆ และบทบาทการบริหารจัดการขยะ ควรมอบให้ท้องถิ่น หรือประชาชนในท้องถิ่นเป็นผู้ดูแล และรักษาผลประโยชน์.

2. สามารถลดปัญหาต่อสุขภาพของประชาชนที่เกิดจากกลิ่นเน่าเหม็น, สารพิษ, สิ่งปนเปื้อน และเชื้อโรคต่างๆ จากการนำขยะมูลฝอยไปกำจัดโดยการเทกองกลางแจ้ง หรือการนำไปฝังกลบ นอกจากนี้ ยังช่วยลดปัญหาความขัดแย้งและการต่อต้านของประชาชน จากการเข้าไปตั้งสถานที่เทกอง หรือฝังกลบขยะ เนื่องจากถ้าพื้นที่กำจัดขยะไปตั้งอยู่ที่ใด จะส่งผลต่อราคาที่ดินของประชาชนรอบข้างมีราคาตกไปด้วย.

3. การนำขยะมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงนั้น เป็นทางเลือกใหม่ในการบริหารจัดการขยะที่เพิ่มขึ้นทุกวันในหลายพื้นที่ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ขยะของเหลือทิ้ง ก่อให้เกิดรายได้ ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม จะค่อนข้างมีผลกระทบที่สูง เนื่องจากในปัจจุบันการจัดการขยะแบบฝังกลบ (sanitary landfill) อาจจะมีผลกระทบในด้านการปนเปื้อนของน้ำเสียจากกองขยะมูลฝอย หรือน้ำชะขยะมูลฝอย (leachate) ซึ่งเป็นน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกสูงไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ทำให้คุณภาพน้ำใต้ดินเสื่อมสภาพลง จนส่งผลกระทบต่อประชาชนที่ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค อีกทั้งการกำจัดขยะแบบการสร้างเตาเผาขยะ ยังมีผลกระทบต่อการเกิดปรากฏการณ์ภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect) และการเกิดภาวะฝนกรด เนื่องจากในการเผามักก่อให้เกิดก๊าซพิษต่างๆ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ นอกจากนี้ ยังอาจเกิดไดออกซิน (Dioxins) จากการเผาขยะพลาสติก ซึ่งเป็นสารอันตรายที่อาจจะก่อให้เกิดโรคมะเร็ง.

6. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2553. ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะมูลฝอย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.pcd.go.th, [เข้าถึงเมื่อ 31 พฤษภาคม 2554].

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2552. สถานการณ์กากของเสียและสารอันตราย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.gsei.or.th, [เข้าถึงเมื่อ 31 พฤษภาคม 2554].

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. กระทรวงพลังงาน. 2553. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www dede.go.th, [เข้าถึงเมื่อ 24 พฤษภาคม 2554].

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. มปป. รายงานฉบับสมบูรณ์ การศึกษาและสาธิตการผลิตพลังงานไฟฟ้า/ความร้อนจากขยะชุมชน. กรุงเทพฯ : กรมการพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.

ภมร, แสนสิ่ง และคณะ. 2550. พลังงานจากขยะ (Wastes). โครงการการจัดทำระบบฐานข้อมูลพลังงานเพื่อการวิเคราะห์และวางแผนยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศ, เชียงใหม่: สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. 2554. การผลิตเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel, RDF). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.efe.or.th, [เข้าถึงเมื่อ 31 พฤษภาคม 2554].

ชาครพิพัฒน์, วิชชา. 2554. พลังงานไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.escctcc.com, [เข้าถึงเมื่อ 31 พฤษภาคม 2554].

ชนะสงคราม, สัญชัย. 2553. เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel : RDF). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.reo13.go.th, [เข้าถึงเมื่อ 31 พฤษภาคม 2554].

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2552. พลังงานจากขยะ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.eppo.go.th, [เข้าถึงเมื่อ 31 พฤษภาคม 2554].

ทองสถิต, อำนวย. 2548. การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตพลังงาน. รายงานการศึกษาส่วนบุคคล (Individual Study) หลักสูตรนักบริหารระดับสูง. นนทบุรี : วิทยาลัยนักบริหาร สถาบันพัฒนาข้าราชการพลเรือน.

สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร. 2552. ข้อมูลปริมาณมูลฝอย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.bangkok.go.th, [เข้าถึงเมื่อ 31 พฤษภาคม 2554].

สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. มปป. รายงานความก้าวหน้า ฉบับที่ 2 การศึกษาเพื่อทบทวนความเหมาะสมกำหนดทางเลือกรูปแบบและขั้นตอนการดำเนินการโครงการผลิตไฟฟ้าโดยการเผาขยะมูลฝอย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Gittinger, J. P., 1977. Economic Analysis of Agricultural Project. London : The Johns Hopkins University Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1. ประมาณการ Benefit และ Cost ของโครงการการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขยะอินทรีย์ปิโตรเลียม

(หน่วย : ล้านบาท)

	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
Benefit											
มูลค่าการลดการกำจัดขยะ		0.0330	0.0330	0.0330	0.0330	0.0330	0.0330	0.0330	0.0330	0.0330	0.0330
มูลค่าจากถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง		0.2745	0.2745	0.2745	0.2745	0.2745	0.2745	0.2745	0.2745	0.2745	0.2745
อื่นๆ ...											
รวม Benefit		0.3075	0.3075	0.3075	0.3075	0.3075	0.3075	0.3075	0.3075	0.3075	0.3075
Cost											
<u>ต้นทุนการดำเนินการโครงการ</u>											
ค่าเครื่องจักร และวัสดุอุปกรณ์ ได้แก่	0.0924										
ถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร เครื่องอัดขยะ											
ปฏิกรณ์ทำจากท่อ PVC											
ค่าแรงงาน		0.2650	0.2650	0.2650	0.2650	0.2650	0.2650	0.2650	0.2650	0.2650	0.2650
ค่าบำรุงรักษา		0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
ค่าอื่นๆ ได้แก่ ค่าสาธารณูปโภค		0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180
รวม cost ทั้งสิ้น	0.0924	0.2858	0.2858	0.2858	0.2858	0.2858	0.2858	0.2858	0.2858	0.2858	0.2858
Net Benefit	-0.0924	0.0217	0.0217	0.0217	0.0217	0.0217	0.0217	0.0217	0.0217	0.0217	0.0217

Present Value (Benefit)	1.74	Discount Rate	12%
Present Value (Cost)	1.52	Discount Rate	12%
Net Present Value	0.12	Discount Rate	12%
Benefit/Cost Ratio	1.14		
Internal Rate of Return (IRR)	19.55%		

ตารางผนวกที่ 2. ประมาณการ Benefit และ Cost ของโครงการการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะที่เป็นผลิตภัณฑ์จากอนุพันธ์ของปิโตรเลียม

(หน่วย : ล้านบาท)

	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
Benefit											
มูลค่าการลดการกำจัดขยะ		0.000330	0.000330	0.000330	0.000330	0.000330	0.000330	0.000330	0.000330	0.000330	0.000330
มูลค่าของน้ำมันชีวภาพ		0.009671	0.009671	0.009671	0.009671	0.009671	0.009671	0.009671	0.009671	0.009671	0.009671
มูลค่าก๊าซ LPG		0.002400	0.002400	0.002400	0.002400	0.002400	0.002400	0.002400	0.002400	0.002400	0.002400
อื่นๆ ...											
รวม Benefit		0.012401	0.012401	0.012401	0.012401	0.012401	0.012401	0.012401	0.012401	0.012401	0.012401
Cost											
ต้นทุนการดำเนินการโครงการ											
ค่าเครื่องจักร	0.8400										
ค่าไฟฟ้า		0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094
ค่าบำรุงรักษา		0.0252	0.0252	0.0252	0.0252	0.0252	0.0252	0.0252	0.0252	0.0252	0.0252
ค่าอื่นๆ		0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180
รวม cost ทั้งสิ้น	0.84	0.0526	0.0526	0.0526	0.0526	0.0526	0.0526	0.0526	0.0526	0.0526	0.0526
Net Benefit	-0.84	-0.0402	-0.0402	-0.0402	-0.0402	-0.0402	-0.0402	-0.0402	-0.0402	-0.0402	-0.0402

Present Value (Benefit)	0.06	Discount Rate	12%
Present Value (Cost)	1.02	Discount Rate	12%
Net Present Value	-0.23	Discount Rate	12%
Benefit/Cost Ratio	0.06		
Internal Rate of Return (IRR)	ไม่สามารถคำนวณได้		

ตารางผนวกที่ 3. ประมาณการ Benefit และ Cost ของโครงการการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะอินทรีย์ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง

(หน่วย : ล้านบาท)

	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
Benefit											
มูลค่าการลดการกำจัดขยะ		0.003960000	0.003960000	0.003960000	0.003960000	0.003960000	0.003960000	0.003960000	0.003960000	0.003960000	0.003960000
มูลค่าของถ่านคาร์บอน		0.004304160	0.004304160	0.004304160	0.004304160	0.004304160	0.004304160	0.004304160	0.004304160	0.004304160	0.004304160
มูลค่าของน้ำมันชีวภาพ		0.011474222	0.011474222	0.011474222	0.011474222	0.011474222	0.011474222	0.011474222	0.011474222	0.011474222	0.011474222
อื่นๆ ...											
รวม Benefit		0.019738382	0.019738382	0.019738382	0.019738382	0.019738382	0.019738382	0.019738382	0.019738382	0.019738382	0.019738382
Cost											
<u>ต้นทุนการดำเนินการโครงการ</u>											
ค่าเครื่องจักร	1.5817										
ค่าวัตถุดิบสารเคมี		0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094
ค่าไฟฟ้า		0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094
ค่าแรงงาน		0.1987	0.1987	0.1987	0.1987	0.1987	0.1987	0.1987	0.1987	0.1987	0.1987
ค่าบำรุงรักษา		0.0791	0.0791	0.0791	0.0791	0.0791	0.0791	0.0791	0.0791	0.0791	0.0791
ค่าอื่นๆ		0.0090	0.0090	0.0090	0.0090	0.0090	0.0090	0.0090	0.0090	0.0090	0.0090
รวม cost ทั้งสิ้น	1.5817	0.3056	0.3056	0.3056	0.3056	0.3056	0.3056	0.3056	0.3056	0.3056	0.3056
Net Benefit	-1.5817	-0.2859	-0.2859	-0.2859	-0.2859	-0.2859	-0.2859	-0.2859	-0.2859	-0.2859	-0.2859

Present Value (Benefit)	0.11	Discount Rate	12%
Present Value (Cost)	2.95	Discount Rate	12%
Net Present Value	-1.62	Discount Rate	12%
Benefit/Cost Ratio	0.04		
Internal Rate of Return (IRR)	ไม่สามารถคำนวณได้		

ตารางผนวกที่ 4. ประมาณการ Benefit และ Cost ของบริษัท ดูไวย์ เอเชีย จำกัด ซึ่งผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากพลาสติกด้วยไพโรไลซิส

(หน่วย : ล้านบาท)

	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
Benefit											
มูลค่าการลดการกำจัดขยะ		0.165000	0.165000	0.165000	0.165000	0.165000	0.165000	0.165000	0.165000	0.165000	0.165000
มูลค่าของน้ำมันชีวภาพ		3.964800	3.964800	3.964800	3.964800	3.964800	3.964800	3.964800	3.964800	3.964800	3.964800
อื่นๆ ...											
รวม Benefit		4.129800	4.129800	4.129800	4.129800	4.129800	4.129800	4.129800	4.129800	4.129800	4.129800
Cost											
ต้นทุนการดำเนินการโครงการ											
ค่าเครื่องจักร	5.2777										
ค่าบำรุงรักษา		0.2639	0.2639	0.2639	0.2639	0.2639	0.2639	0.2639	0.2639	0.2639	0.2639
ค่าแรงงาน		1.3248	1.3248	1.3248	1.3248	1.3248	1.3248	1.3248	1.3248	1.3248	1.3248
ค่าไฟฟ้า		0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000
ค่าอื่นๆ		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
รวม cost ทั้งสิ้น	5.2777	2.9887	2.9887	2.9887	2.9887	2.9887	2.9887	2.9887	2.9887	2.9887	2.9887
Net Benefit	-5.2777	1.1411	1.1411	1.1411	1.1411	1.1411	1.1411	1.1411	1.1411	1.1411	1.1411

Present Value (Benefit)	20.83	Discount Rate	12%
Present Value (Cost)	19.79	Discount Rate	12%
Net Present Value	6.45	Discount Rate	12%
Benefit/Cost Ratio	1.05		
Internal Rate of Return (IRR)	17.20%		