

การประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานแบบครบวงจรจากขยะ
ชุมชนในประเทศไทย



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
พฤษภาคม 2556

การประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานแบบครบวงจรจากขยะ
ชุมชนในประเทศไทย



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
พฤษภาคม 2556
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานแบบครบวงจรจากขยะ
ชุมชนในประเทศไทย



บทคัดย่อ
ของ
อลิสรา กิณเรศ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
พฤษภาคม 2556

อลิสรา กิณเรศ. (2556). การประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีการผลิต
พลังงานแบบครบวงจรจากขยะชุมชนในประเทศไทย. ปรินซ์นิพนธ์ วศ.ม
(การจัดการวิศวกรรม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม: ดร.วิชชากร จารุศิริ, ผศ.ดร. กิตติ สถาพรประสาธน์

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยี
การผลิตพลังงานแบบครบวงจรจากขยะชุมชน โดยพิจารณาจากศักยภาพ และความคุ้มค่าทาง
เศรษฐศาสตร์ภายใต้ภาพจำลองเหตุการณ์ 3 กรณี คือ 1) กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วน
ท้องถิ่นทั้งหมด 2) กรณีได้รับเงินลงทุนสนับสนุนจากภาครัฐบางส่วน 3) กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบัน
การเงิน วิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ (Cost-Benefit Analysis) ด้วยดัชนีชี้วัดความคุ้มค่า คือ มูลค่า
ปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio:
BCR) และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) วิเคราะห์ความ
อ่อนไหวของโครงการ ภายใต้สมมติฐานของระยะเวลาโครงการ 15 ปี ต้นทุนประกอบด้วย ค่าใช้จ่าย
ในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ต้นทุนค่าขนส่ง ผลประโยชน์ประกอบด้วย
ผลประโยชน์จากการขาย ขยะรีไซเคิล ผลประโยชน์จากขยะอินทรีย์ที่เปลี่ยนเป็นก๊าซชีวภาพ ผล
การศึกษาพบว่า หากรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุน บางส่วนกับ โครงการก่อสร้างระบบผลิต
พลังงานจากขยะแบบครบวงจรจะให้ผลตอบแทนที่ดีที่สุดจึงมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน รองลงมาคือ
กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน และลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด ตามลำดับ

A FEASIBILITY STUDY OF ECONOMIC AND TECHNOLOGY FOR ENERGY PRODUCE
FROM LOCAL MUNICIPAL SOLID WASTE IN THAILAND



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Science Degree in Engineering Management
at Srinakharinwirot University
May 2013

Alissara Kinnares. (2013). *A Feasibility Study of Economic and Technology for Energy Produce from Local Municipal Solid Waste in Thailand*. Master thesis, M.Eng. (Engineering Management). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Witchakorn Charusiri, Asst. Prof. Dr. Kittti Sathapornprasath

The research aims to study an assessment of economics with appropriate technology for conversion of waste to energy which produce from local municipal solid waste which focuses on an appropriate technologies and cost benefits of economical study base on 3 scenario are 1) Use investment by local municipal organization 2) Government support partial investment and 3) long term financing from bank institute. The cost benefit analysis is used with a set of key indicators including net present value, cost benefit ratio and financial internal rate of return. The sensitivity analysis is also used when get variable situation as assumption. In this report will be study base on project life time 15 years. The cost structure will include investment cost, operation and maintenance cost, and transportation cost. Benefits will include income from selling recycle garbage, biogas. Regarding to analysis result of this study in case of project we can conclude that the appropriate scenario for energy produce from local municipal solid waste are "Government support partial investment" and " long term financing from bank institute " , and " investment by local municipal organization " , respectively.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานแบบครบวงจรจากขยะ
ชุมชนในประเทศไทย
ของ
อลิสรา กิณเรศ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่.....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2556

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

.....ประธาน

(อาจารย์ ดร.วิชากร จารุศิริ)

(อาจารย์ ดร. อาจรี ศุภสุธิกุล)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติ สถาพรประสาธน์)

(อาจารย์ ดร. วิชากร จารุศิริ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติ สถาพรประสาธน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้ทุ่มเททั้งร่างกายและแรงใจในการทำงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับความร่วมมือ และคำแนะนำจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลและหน่วยงานต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ อย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการ และการดำเนินงาน จึงใคร่ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วิซชากร จารุศิริ ประธานคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติ สถาพรประสาธน์ คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลา ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และความช่วยเหลือต่าง ๆ ตลอดจนการดูแลเอาใจใส่ ช่วยตรวจสอบ และแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. อาจรี ศุภสุธิกุล และรองศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ ที่กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือในการตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง และเสนอแนะขั้นตอนวิธีการทำปริญญานิพนธ์ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบคุณ หัวหน้ากองสาธารณสุข และคณะทำงานของ “โครงการผลิตพลังงานแบบครบวงจรจากขยะชุมชน” เทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม เทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี และเทศบาลเมืองแก่ง จังหวัดระยอง ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายศราวุธ ชันหลวง ที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนข้อมูลงบประมาณการใช้จ่ายในการก่อสร้าง “โครงการผลิตพลังงานแบบครบวงจรจากขยะชุมชน”

ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายจตุรงค์ ไชยชำนาญเวช ที่ให้คำแนะนำการใช้โปรแกรมเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยให้การสนับสนุนและส่งเสริมการศึกษาอย่างดีตลอดมา จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการเรียน และขอขอบคุณเพื่อนร่วมชั้น สาขาการจัดการทางวิศวกรรม ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านทั้งหลายไว้ ณ โอกาสนี้

อลิสรา กิณเรศ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	3
ขอบเขตงานวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
ศักยภาพของการแปรรูปขยะเป็นพลังงาน.....	8
การจัดการขยะมูลฝอย.....	19
เชื้อเพลิงขยะ.....	22
ก๊าซชีวภาพ.....	38
การวิเคราะห์โครงการ และการตัดสินใจเพื่อการลงทุน.....	46
แนวคิดเกี่ยวกับผลตอบแทนและต้นทุนของโครงการ.....	53
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	59
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	63
วิธีดำเนินการวิจัย.....	63
การกำหนดข้อมูลและแหล่งข้อมูล.....	64
ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	64
การหาค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพ.....	65
การหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงขยะ.....	65
เกณฑ์การประเมินเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะชุมชน.....	66

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	66
แบบจำลองเหตุการณ์ที่ใช้ในการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์.....	67
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
4 ผลการวิจัย.....	70
การประเมินเทคโนโลยีสำหรับท้องถิ่นที่มีปริมาณขยะ 5-10 ตันต่อวัน.....	70
การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์สำหรับเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด.....	74
การประเมินเทคโนโลยีสำหรับท้องถิ่นที่มีปริมาณขยะ 10-50 ตันต่อวัน.....	83
การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์สำหรับเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง.....	87
การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วย.....	100
กรณีศึกษาเพิ่มเติมสำหรับค่าความอ่อนไหว.....	101
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	105
สรุปผลการวิจัย.....	105
ข้อเสนอแนะ.....	107
บรรณานุกรม.....	108
ภาคผนวก.....	112
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	149

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นต่อวันในช่วงปี 2553-2554.....	6
2 องค์ประกอบขยะชุมชน.....	10
3 องค์ประกอบขยะชุมชนที่สามารถเผาไหม้ได้.....	11
4 องค์ประกอบของขยะชุมชนส่วนที่เหมาะสมผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF).....	13
5 คุณสมบัติของขยะมูลฝอยจากชุมชนทั่วประเทศ.....	13
6 เปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอย.....	17
7 เทศบาลตัวอย่างที่มีสมรรถนะตามเกณฑ์การประเมินของกรมควบคุมมลพิษ.....	21
8 กระบวนการจัดการของเชื้อเพลิงขยะแต่ละชนิด.....	24
9 องค์ประกอบของขยะ และ RDF (Refuse Derived Fuel).....	25
10 มาตรฐานผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงจากขยะ (RDF) ของประเทศไทยทั้ง 3 คุณภาพชั้น เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยมาตรฐานผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงจากขยะ ของประเทศในกลุ่มทวีปยุโรป (EU Standard) และค่าความร้อน ต้องการใช้งานของกลุ่มอุตสาหกรรม (Mean Questionnaire).....	26
11 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ด้วยวิธีการทางชีวภาพ ร่วมกับวิธีทางกล (Mechanical And Biological Treatment).....	30
12 กระบวนการทำงานของโครงการแปรรูปขยะชุมชนเป็น พลังงานโดยกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ใช้วิธีทางกล	33
13 เปรียบเทียบเทคโนโลยีในการผลิต RDF.....	37
14 องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ.....	40
15 ค่าความร้อนของก๊าซชนิดต่าง ๆ (กิโลแคลอรี/ม ³).....	41
16 การเปรียบเทียบจุดเด่นจุดด้อยของระบบผลิตก๊าซชีวภาพทั้ง 5 แบบ.....	43
17 ระยะเวลาการหมัก.....	45
18 เกณฑ์การประเมินเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะชุมชน.....	66
19 ตัวแปรจำเป็นเพื่อใช้ในการคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์.....	67
20 ข้อมูลระบบผลิตก๊าซชีวภาพ สำหรับเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด.....	72

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
21	ข้อมูลเบื้องต้นของเทศบาลของเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด.....	76
22	สมมติฐานและตัวแปรที่สำคัญในการประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ และการลงทุนระบบผลิตพลังงานจากขยะครบวงจร สำหรับเทศบาลตำบลสามง่ามและเทศบาลตำบลโคกกรวด.....	76
23	ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ทั้ง 3 กรณี ของเทศบาลตำบลสามง่าม.....	78
24	ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ทั้ง 3 กรณี ของเทศบาลตำบลโคกกรวด.....	79
25	ข้อมูลของระบบผลิตก๊าซชีวภาพของเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง.....	84
26	ข้อมูลเบื้องต้นของเทศบาลของเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง.....	88
27	รายละเอียดตัวแปรที่ใช้ในการลงทุนโครงการผลิตพลังงานจากขยะชุมชนแบบ ครบวงจรของเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง.....	89
28	ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ทั้ง 3 กรณี สำหรับเทศบาลเมืองเดชอุดม.....	90
29	ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ทั้ง 3 กรณี สำหรับเทศบาลเมืองแก่ง.....	91
30	วิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยการผลิตพลังงานความร้อน (MJ) ของโครงการผลิตพลังงานจากขยะของทั้ง 4 เทศบาล.....	
100		
31	การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการต่อการ เปลี่ยนแปลงดอกเบี้ยเงินกู้.....	101
32	การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการต่อการ เปลี่ยนแปลงเงินสนับสนุน.....	103

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	3
2 การเปรียบเทียบปริมาณมูลฝอยปี 2550-2554 จำแนกตามลักษณะพื้นที่.....	7
3 สัดส่วนของปริมาณมูลฝอย ปี 2554 จำแนกตามเขตการปกครอง.....	7
4 ปริมาณขยะมูลฝอยปี 2554 จำแนกตามรายภาค ข้อมูลปี 2554.....	8
5 กระบวนการผลิตขยะเชื้อเพลิง.....	23
6 แผนผังวิธีการทางชีวภาพร่วมกับวิธีทางกล.....	29
7 วิธีการใช้เครื่องจักรกลในการผลิตขยะเชื้อเพลิง (RDF).....	32
8 ขั้นตอนการบำบัดขยะแบบชีวมวลเชิงกล (Biological Mechanical Treatment)	35
9 แผนผังขั้นตอนการบำบัดขยะเชิงกลความร้อน (Mechanical Heat Treatment).....	36
10 แผนผังกระบวนการบำบัดขยะโดยใช้ไอน้ำ (Steam Treatment).....	36
11 วิธีการดำเนินงานโครงการ.....	69
12 บ่อคลองวนเวียน.....	71
13 เครื่องอัดขยะของโครงการผลิตพลังงานจากขยะชุมชน.....	74
14 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) สำหรับเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด.....	80
15 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C) สำหรับเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด.....	81
16 ผลตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์ (IRR) สำหรับเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด.....	82
17 บ่อ ABR.....	83
18 เครื่องอัดขยะของเทศบาลเมืองเดชอุดม.....	86
19 เครื่องอัดขยะเทศบาลเมืองแก่ง.....	86
20 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง.....	93
21 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C) เทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง.....	94
22 อัตราผลตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์ (IRR) ของเงินลงทุนเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง.....	95

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
23 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ทั้ง 4 แห่ง.....	96
24 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C) ทั้ง 4 แห่ง.....	97
25 อัตราผลตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์ (IRR) ของเงินลงทุนทั้ง 4 แห่ง.....	98
26 แสดงความอ่อนไหวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ย.....	102
27 ความอ่อนไหวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเงินสนับสนุนการลงทุน.....	104



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันปัญหาขยะมูลฝอยในประเทศไทยทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น จำเป็นที่ทุกภาคส่วนต้องร่วมมือกันแก้ไข ปัญหาทั้งภาครัฐ เอกชน รวมถึงประชาชน ถึงแม้ว่าหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจะให้ความสำคัญต่อการจัดการ และการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยอย่างต่อเนื่อง แต่ยังไม่สามารถจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยังคงมีขยะมูลฝอยตกค้างอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียง อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ให้เสื่อมโทรมลง

สภาพเศรษฐกิจ และสังคมที่ขยายตัวทำให้มีปริมาณขยะเพิ่มมากขึ้น จากการดำรงชีวิต และการอุปโภค บริโภค ที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้มีขยะมูลฝอยเพิ่มเป็นสัดส่วนเช่นเดียวกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมที่ขยายตัวอย่างไม่มีขีดจำกัด โดยขยะเหล่านั้นมักประกอบด้วย ส่วนที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ เช่น เศษอาหาร เศษ พืชผัก เป็นต้น และส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ เช่น เหล็ก แก้ว โลหะ เป็นต้น ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นหากไม่ได้รับการจัดการด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมแล้วจะส่งผลให้เกิดปัญหาการสะสมของขยะ ขยะล้นเมืองเกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางดิน มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษทางสายตา รวมถึง เป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในสังคม จึงควรต้องมีการบริหารจัดการขยะด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมรวมถึง การลดปริมาณขยะจากแหล่งกำเนิด ซึ่ง ต้องเริ่มจากการสร้างจิตสำนึกให้ ประชาชนตระหนักถึงความสำคัญในการคัดแยกขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิด และการติดตามข้อมูลสถานการณ์ของขยะมูลฝอยจะช่วยให้สามารถวางแผน และจัดการขยะมูลฝอยได้อย่างเป็นระบบ

ปัจจุบัน มีการป้องกัน การเพิ่มขึ้นของขยะมูลฝอย โดยกำหนด กฎหมาย ให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีอำนาจหน้าที่ในการจัดการขยะมูลฝอย และสิ่งปฏิกูล โดยอยู่ภายใต้พระราชบัญญัติกำหนดแผน และขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นผู้กำหนดบทบาท และอำนาจหน้าที่ในการจัดการระบบบริการสาธารณะ เพื่อประโยชน์สุขของประชาชนภายในท้องถิ่น องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดเก็บ ขยะมูลฝอย ซึ่งแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกัน ตามประเภท ขนาด ปริมาณ และสภาพพื้นที่ในการกำจัด ขยะ

มูลฝอย สำหรับองค์กร บริหารส่วน ท้องถิ่นที่ยังไม่มีความพร้อมในการ ดำเนินการเอง จะว่าจ้าง เอกชนเป็นผู้ดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอย แทน ทั้งนี้ องค์กรบริหารส่วนท้องถิ่นจะทำการคัดเลือก บริษัทเอกชนโดยผ่านการประมูลงาน และจะต้องทำสัญญาเรื่องผลตอบแทนอย่างชัดเจน รายได้จากการสัมปทานคัดแยก ขยะมูลฝอยทางองค์กรบริหารส่วนท้องถิ่นจะ นำมาใช้จ่ายในเรื่องการจัดการ ขยะมูลฝอยภายในหน่วยงานต่อไป

ในปัจจุบันปัญหาพลังงานเป็นวิกฤตการณ์ที่ทวีความรุนแรงและจะส่งผลกระทบต่อสภาพ เศรษฐกิจและสังคมโดยเฉพาะการขาดแคลนพลังงานและราคา จึงมีการแสวงหาวิธีพัฒนาแหล่ง พลังงานใหม่หรือแปรรูปพลังงานจากของเสีย เช่น การผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ การใช้วัสดุเหลือ ทิ้งทางการเกษตรมาแปรรูปเป็นพลังงานทดแทน รวมถึง หากสามารถนำ ขยะมูลฝอยมาผลิตเป็น พลังงานได้ ก็จะเป็นการบริหารจัดการขยะให้มีประสิทธิภาพทั้งในการจัดการทรัพยากรและพัฒนา พลังงานไปควบคู่กัน รวมถึงลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมและยกระดับคุณภาพชีวิต ของประชาชน ได้อีกทางหนึ่ง

เทคโนโลยีการแปรรูปขยะ มูลฝอยเป็นพลังงาน ในปัจจุบันมีความสำคัญมาก เนื่องจาก สามารถแก้ไขปัญหาด้านการจัดการขยะมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่ง การแปรรูปขยะเป็นพลังงานทำให้ได้พลังงานทดแทนหลายรูปแบบ ซึ่งผู้วิจัยสนใจการผลิตก๊าซ ชีวภาพ และการผลิตเชื้อเพลิงขยะ ที่ได้จากการแปรรูปขยะชุมชน

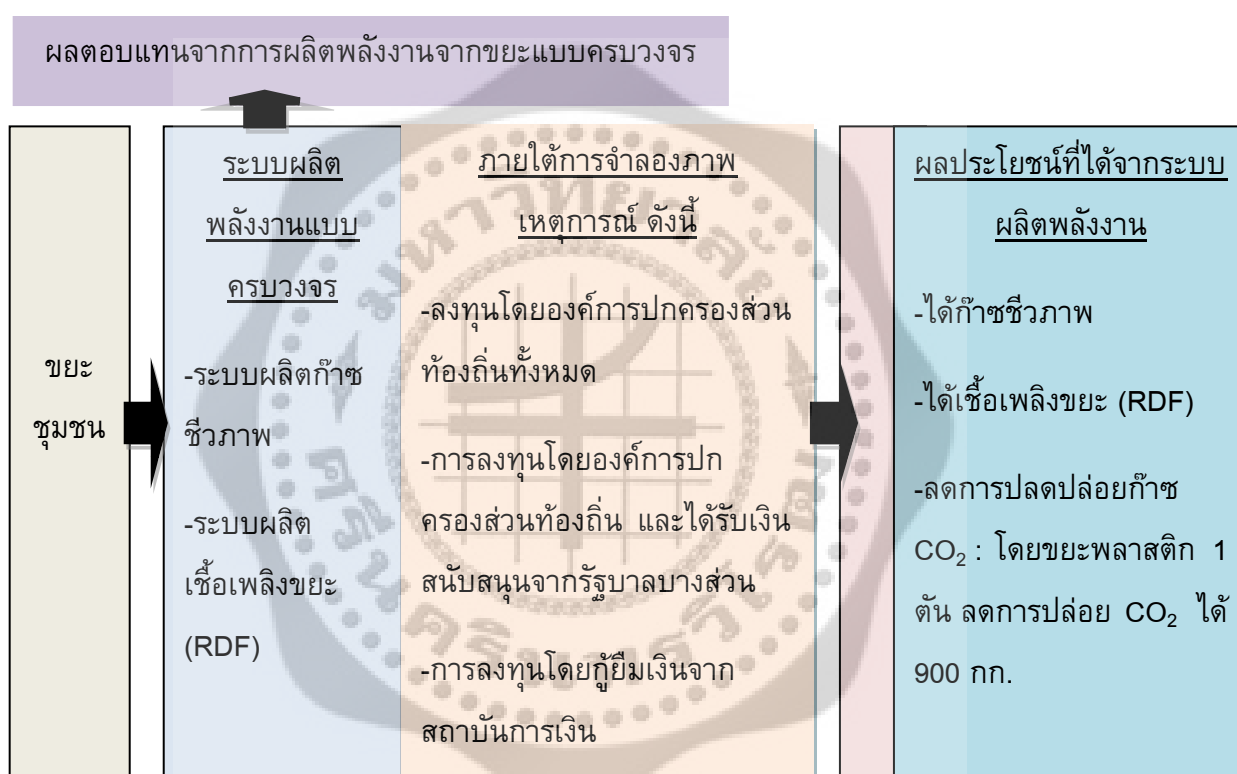
งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเหมาะสมด้านก ารลงทุนโครงการแปรรูปขยะชุมชนเป็น พลังงานแบบครบวงจรซึ่งประกอบด้วย การผลิตก๊าซชีวภาพ และการผลิตเชื้อเพลิงขยะ โดยเลือก ศึกษาขนาดของโครงการที่มีปริมาณขยะอยู่ในปริมาณขนาดเล็กถึงปานกลาง สิ่งที่ได้จากการศึกษา ครั้งนี้จะสามารถนำมาประกอบเป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการแปรรูปขยะ เป็นแหล่งพลังงาน รวมถึงใช้ เป็นข้อมูลสนับสนุนนโยบายหน่วยงาน จากภาครัฐ และเอกชนที่สนใจ ธุรกิจการแปรรูปขยะเป็นพลังงานในเชิงพาณิชย์อีกทางหนึ่ง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาเทคโนโลยีการแปรรูปขยะเป็นพลังงานโดยพิจารณาจากศักยภาพ และความ คุ่มค่าทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการแปรรูปขยะชุมชนเป็นพลังงานแบบครบวงจร
2. พัฒนาภาพจำลองเหตุการณ์ การแปรรูปขยะชุมชนให้เป็นพลังงานแบบครบวงจร ใน กรณีต่างๆ ของการลงทุนผลิตพลังงานจากขยะชุมชนแบบครบวงจร

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ และโครงสร้างทางด้านการเงิน เมื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนั้นเป็นผู้จัดทำโครงการ และวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อกำหนดด้าน เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ และการผลิตขยะเชื้อเพลิง ที่แตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น ซึ่งใช้ในกระบวนการแปรรูปขยะชุมชนเป็นพลังงานแบบครบวงจร แสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. ขอบเขตงานวิจัย

1. กำหนดเขตพื้นที่สำหรับทำการศึกษา ดังนี้

1.1 ปริมาณขยะ 5-10 ตัน/วัน มี 2 แห่ง คือ เทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม และ เทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา

1.2 ปริมาณขยะ 10-50 ตัน/วัน มี 2 แห่ง คือ เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี และเทศบาลตำบล เมืองแก่ง จังหวัดระยอง

2. สร้างภาพจำลองเหตุการณ์ ในการแปรรูปขยะเป็นพลังงานแบบครบวงจรใน 3 กรณี คือ

2.1 การลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด

2.2 การลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นและได้รับเงินสนับสนุน บางส่วนจากรัฐบาล

2.3 การลงทุนโดยกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน

3. ศึกษาผลตอบแทนจากการลงทุนของโครงการแปรรูปขยะชุมชนเป็นพลังงานแบบครบวงจร (ก๊าซชีวภาพ และขยะเชื้อเพลิง) ภายใต้แบบจำลองเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ คือ 3.1) การลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด 3.2) การลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นและได้รับเงินสนับสนุนบางส่วนจากรัฐบาล 3.3) การลงทุนโดยกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน

4. ศึกษาความอ่อนไหว และ การเปลี่ยนแปลงต่อแบบจำลอง เหตุการณ์ ทั้ง 3 เหตุการณ์ เมื่อสภาพเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลง เช่น การเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ และเงิน สนับสนุนการลงทุนจากภาครัฐ

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลด้านเทคโนโลยีการแปรรูปขยะเป็นพลังงานโดยพิจารณาจากศักยภาพ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการแปรรูปขยะชุมชนเป็นพลังงานแบบครบวงจร

2. ได้ภาพจำลองเหตุการณ์ ของการแปรรูปขยะชุมชนให้เป็นพลังงานแบบครบวงจร ในกรณีต่าง ๆ

3. ได้ข้อมูลที่แท้จริงในการผลิตพลังงานจากขยะชุมชนแบบครบวงจร เพื่อใช้ส่งเสริมหรือกำหนดนโยบายสนับสนุนการลงทุนผลิตพลังงานจากขยะแบบครบวงจร

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดการขยะมูลฝอย เป็นเรื่องเร่งด่วน และจำเป็นที่ท้อง ถิ่นต้องเร่งดำเนินการจัดการ อย่างเป็นระบบ โดยอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่าย (สัญญาชัย. 2551: ออนไลน์) ตั้งแต่การสร้าง อุปนิสัย ลดปริมาณขยะมูลฝอย การบริการเก็บขน การกำจัดอย่างถูกหลักวิชาการ เพื่อลด ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันการจัดการขยะมีปัญหายุ่งยากมากสาเหตุเกิดจากจำนวนประชากร ที่เพิ่มขึ้น และลักษณะการดำรงชีวิตประจำวันที่เปลี่ยนแปลงไป ก่อให้เกิดปริมาณของเสียทั้งเป็น จำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน เขตเมือง และชุมชนขนาดใหญ่ องค์ประกอบ ของขยะก็แตกต่างกันไปตามความเจริญ แนวทางในการจัดการขยะที่ดำเนินการมาตั้งแต่อดีตคือการฝังกลบ หรือการ กองทิ้งกลางแจ้ง แต่เนื่องจาก ปริมาณขยะที่เพิ่มมากขึ้น และลักษณะองค์ประกอบของขยะที่ เปลี่ยนแปลงไป ทำให้การจัดการขยะโดยวิธีการฝังกลบแบบเดิม นั้น ไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ใน ปัจจุบัน ประกอบกับปัญหาการหาพื้นที่ ฝังกลบค่อนข้างยาก เนื่องจากที่ดินที่มีราคาแพง และได้รับ การต่อต้านจากประชาชน ดังนั้นการจัดการขยะที่ดีที่สุด และมีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ การลด ปริมาณการเกิดขยะ การใช้ซ้ำ การแยกประเภทขยะ เพื่อที่จะนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ แต่ขั้นตอน สุดท้ายของการจัดการขยะ คือการกำจัดเศษ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับ ประเภทของขยะ ถ้าเป็นขยะที่สามารถ ย่อยสลายได้เช่น เศษพืช เศษอาหาร เป็นต้น ก็สามารถนำไปผ่านกระบวนการหมักแบบ ไร้ออกซิเจน เพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ และปุ๋ย ถ้าเป็นขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ก็จะนำไป เผา เป็น กระบวนการลดปริมาณขยะให้เหลือน้อยที่สุด และทำลายเชื้อโรคได้ แต่ก็มีผลข้างเคียง คือมลพิษ ทางอากาศ และน้ำ ตลอดจนก๊าซที่ต้องนำไปฝังกลบ ส่วนก๊าซร้อนก็สามารถนำไปเป็นพลังงานผลิต ไฟฟ้าได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าขยะไม่เพียงเป็นของเสียที่สูญเปล่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาวะที่ น้ำมัน เชื้อเพลิงมีราคาแพงขึ้น และเชื้อเพลิงที่ได้จากฟอสซิลหาได้ยากขึ้นในอนาคต การแปลงขยะให้เป็น พลังงานจึงเป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน

ปริมาณมูลฝอยชุมชนของประเทศ (กรมควบคุมมลพิษ. 2554) ยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปี 2554 เกิดขึ้นประมาณ 15.98 ล้านตัน เฉลี่ยประมาณ 43,781 ตันต่อวัน (คิดจากปริมาณมูลฝอย ชุมชนที่ ประชาชนนำมาทิ้งในถัง) ทั้งนี้การเกิดอุทกภัยในช่วงเดือนตุลาคม -ธันวาคม ส่งผลต่อ ปริมาณมูลฝอยในภาพรวมของประเทศเป็นอย่างมาก โดยในช่วงปกติมีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้น ประมาณ 12,732 ล้านตัน และปริมาณมูลฝอยที่เกิดในช่วงอุทกภัย ประมาณ 3,247 ล้านตัน

หากพิจารณาปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นแต่ละวัน ในช่วงปกติ กรุงเทพมหานคร (กรม ควบคุมมลพิษ. 2554) มีปริมาณมูลฝอยประมาณ 9,126 ตันต่อวัน เพิ่มขึ้นเป็น 9,790 ตันต่อวัน ในช่วง

อุทกภัย เมือง พัทยาเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 350 ต้นตอวัน เป็น 360 ต้นตอวัน เขตเทศบาลจาก ประมาณ 16,360 ต้นตอวัน เพิ่มเป็น 23,034 ต้นตอวัน และพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบล เพิ่มจาก ประมาณ 16,045 ต้นตอวัน เป็นประมาณ 20,056 ต้นตอวัน ดังตาราง 1 โดยส่วนใหญ่เป็นมูลฝอย ประเภทเฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์ประดับบ้าน หนังสือ และเสื้อผ้า

ตาราง 1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นต่อวันในช่วงปี 2553-2554

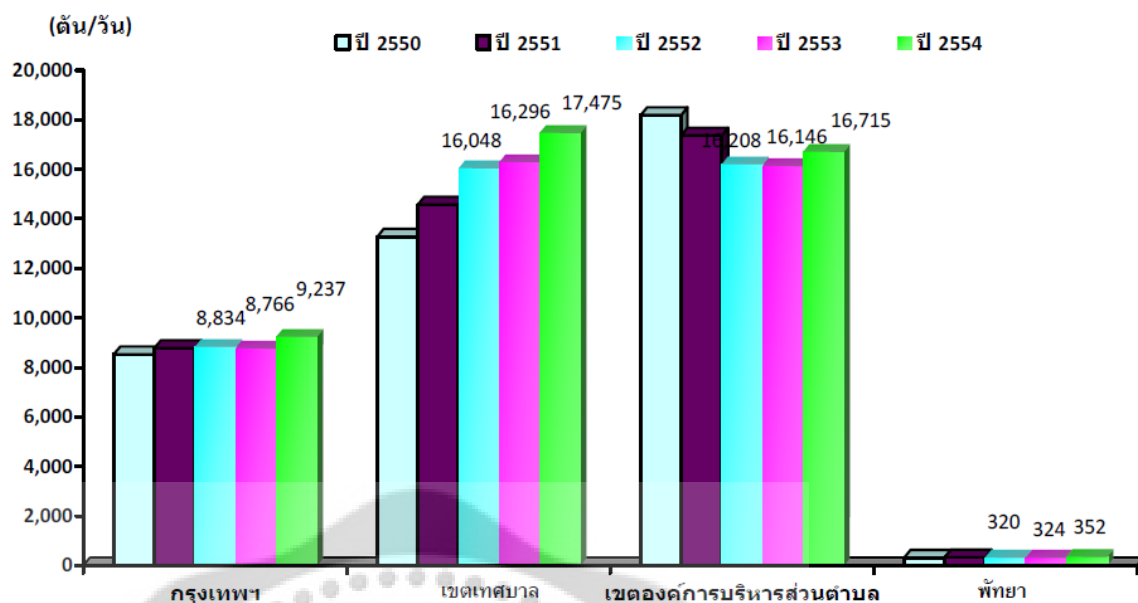
พื้นที่	ปริมาณขยะมูลฝอย (ต้นตอวัน)				เพิ่มขึ้น/ ลดลง (ร้อยละ)
	ปี 2553		ปี 2554		
		ช่วงปกติ	ช่วงอุทกภัย	เฉลี่ยรวม	
กรุงเทพมหานคร ¹⁾	8,766	9,126	9,790	9,237	+5.73
เมืองพัทยา ³⁾	324	350	360	352	+8.64
เขตเทศบาล ²⁾ (2,012 แห่ง)	16,620	16,360	23,034	17,475	+5.14
เขตองค์การบริหารส่วน ตำบล ²⁾ (5,765 แห่ง)	16,146	16,045	20,056	16,715	+3.52
รวม	41,532	41,806	53,240	43,781	+5.42

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บหมายถึง จำนวนเทศบาลและองค์การบริหารส่วนตำบล ในปี 2554 (กรมการส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น, 2554)

ที่มา: 1) ข้อมูลการเก็บขนมูลฝอยของกรุงเทพมหานครเดือนมกราคม – ธันวาคม 2554 โดยสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร

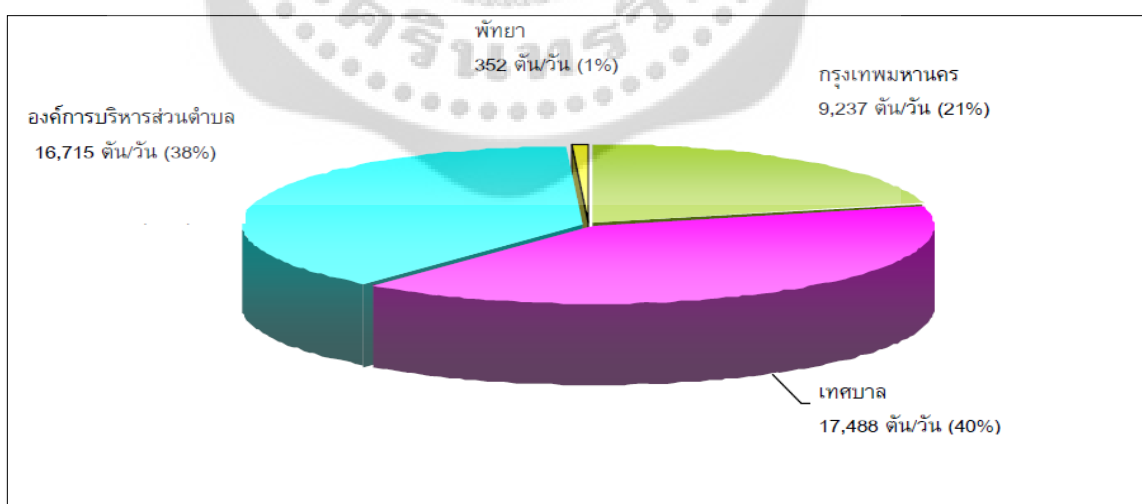
2) ข้อมูลปริมาณมูลฝอยของเทศบาล และองค์การบริหารส่วนตำบล ประมาณจากการเก็บขน ปี 2554 โดยกรมควบคุมมลพิษ

3) ข้อมูลปริมาณมูลฝอยของเมืองพัทยา กุมภาพันธ์ 2555

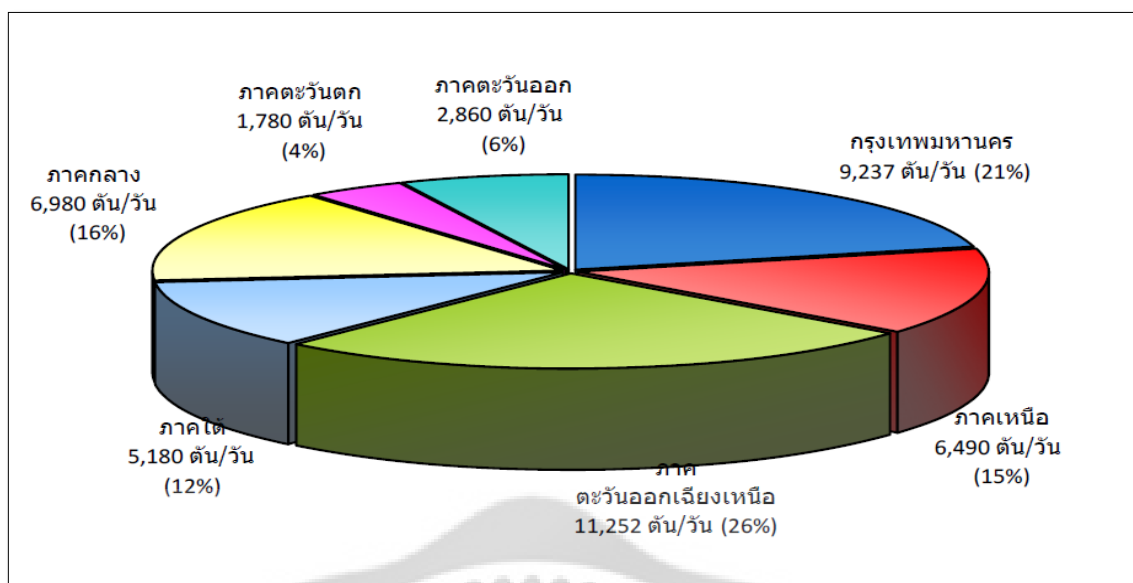


ภาพประกอบ 2 การเปรียบเทียบปริมาณมูลฝอยปี 2550-2554 จำแนกตามลักษณะพื้นที่

ปริมาณมูลฝอยตลอดทั้งปีเฉลี่ยต่อวัน ปี 2554 เท่ากับ 43,781 ตันต่อวัน เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ 2 ปีที่ผ่านมาส่วนหนึ่งมาจากขยะในช่วงอุทกภัย โดยกรุงเทพมหานคร มีปริมาณมูลฝอยเฉลี่ยประมาณ 9,237 ตันต่อวัน เมืองพัทยาประมาณ 352 ตันต่อวัน เขตเทศบาลประมาณ 17,475 ตันต่อวัน และองค์การบริหารส่วนตำบลประมาณ 16,715 ตันต่อวัน



ภาพประกอบ 3 สัดส่วนของปริมาณมูลฝอย ปี 2554 จำแนกตามเขตการปกครอง



ภาพประกอบ 4 ปริมาณขยะมูลฝอยปี 2554 จำแนกตามรายภาค ข้อมูลปี 2554

- ที่มา: 1) ข้อมูลการเก็บขนมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร รวบรวมจากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, (2555)
- 2) ข้อมูลปริมาณมูลฝอยของเทศบาล เมือง พัทยา และองค์การบริหารส่วนตำบล กรมควบคุมมลพิษ, (2555)

สัดส่วนของปริมาณมูลฝอยในปี 2554 เกิดขึ้นในเขตเทศบาลมากที่สุดถึงร้อยละ 40 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด รองลงมา ได้แก่ พื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบล กรุงเทพมหานคร และเมืองพัทยา คิดเป็นร้อยละ 38 ร้อยละ 21 และร้อยละ 1 ตามลำดับ เมื่อแยกตามภูมิภาคพบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และกรุงเทพมหานคร ยังคงมีปริมาณมูลฝอยมากที่สุดคือ 11,252 และ 9,237 ตันต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 26 และ 21 ของปริมาณทั่วประเทศรองลงมาได้แก่ ภาคกลาง (6,980 ตันต่อวัน) ภาคเหนือ (6,490 ตันต่อวัน) ภาคใต้ (5,180 ตันต่อวัน) ภาคตะวันออก (2,860 ตันต่อวัน) และภาคตะวันตก (1,780 ตันต่อวัน) คิดเป็นร้อยละ 16 15 12 6 และ 4 ตามลำดับ

2. ศักยภาพของการแปรรูปขยะเป็นพลังงาน

การแปรรูปขยะเป็นพลังงาน นั้น สิ่งสำคัญที่ จะต้องคำนึงถึง คือ ลักษณะ และองค์ประกอบของขยะมูลฝอยเป็นสำคัญ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านเทคโนโลยีการจัดการขยะได้อย่างเหมาะสม และก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2.1 ลักษณะของขยะมูลฝอย

ลักษณะที่สำคัญของขยะมูลฝอยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ (พิชิต. 2531.) ได้แก่

1. ลักษณะทางกายภาพที่สำคัญของขยะมูลฝอย ได้แก่ องค์ประกอบทางกายภาพ ความชื้น และความหนาแน่นของขยะมูลฝอย จำแนกตามชนิดของสิ่งของต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นมาเป็นขยะมูลฝอยทั้งหมด เช่น กระดาษ ผ้า เศษอาหาร เศษหญ้า ไม้ พลาสติก ยาง โลหะ แก้ว อิฐ หิน กรวด กระเบื้อง ความชื้นของขยะมูลฝอย หมายถึง น้ำหนักของขยะมูลฝอยที่หายไปเมื่อนำตัวอย่างขยะมูลฝอยไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักน้ำที่ประกอบอยู่ในขยะมูลฝอย หรือน้ำหนักของขยะมูลฝอยที่หายไปโดยเทียบกับน้ำหนักของตัวอย่างของขยะมูลฝอยที่ชั่งได้ในครั้งแรกก่อนที่จะนำขยะมูลฝอยไปทำให้แห้ง ความหนาแน่นของขยะมูลฝอย ได้แก่ มวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของขยะมูลฝอยในภาวะปกติโดยไม่มีการอัด หรือบีบขยะมูลฝอยให้ผิดไปจากธรรมชาติ

2. ลักษณะทางเคมีที่สำคัญของขยะมูลฝอย ได้แก่ คาร์บอน ไนโตรเจน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ซัลเฟอร์ และคลอรีน ปริมาณน้ำ ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้และปริมาณเถ้า โดยทั่วไปแล้ว ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในขยะมูลฝอยนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ น้ำที่อยู่ในขยะมูลฝอยเองเป็นน้ำที่มีอยู่ในพืชผัก เศษอาหาร น้ำในลักษณะนี้มีปริมาณประมาณ $\frac{1}{2}$ ถึง $\frac{2}{3}$ ของปริมาณน้ำทั้งหมดของขยะมูลฝอย น้ำที่ติดอยู่ภายนอก ได้แก่ น้ำฝนที่ออกจากเศษอาหาร ซึ่งโดยทั่วไปจะมีปริมาณ $\frac{1}{2}$ ถึง $\frac{1}{3}$ ของปริมาณน้ำทั้งหมดและขยะมูลฝอย ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ หมายถึง ส่วนของขยะมูลฝอยที่สามารถติดไฟและถูกเผาไหม้ได้ ส่วนปริมาณเถ้า หมายถึง ส่วนของขยะมูลฝอยที่เหลือจากการเผาไหม้

องค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะจะเปลี่ยนไปตามสภาพภูมิอากาศ ฤดูกาล และพฤติกรรมทางเศรษฐกิจสังคม วิถีของชีวิตแต่ละชุมชน/เมือง ขยะในจังหวัดต่าง ๆ จะมีองค์ประกอบและคุณสมบัติแตกต่างกันไปแสดงในตาราง 2 ถึงตาราง 5

ตาราง 2 องค์ประกอบขยะชุมชน

องค์ประกอบ	ปริมาณ กม. (%)	ภาคกลาง (%)	ภาคเหนือ (%)	ภาคใต้ (%)	ภาคตะวันออก ออกเฉียงเหนือ (%)	เฉลี่ย (%)
1.เศษอาหาร/ผัก/ผลไม้	55.09	54.04	53.38	58.83	56.26	55.52
2.กระดูก/เปลือกหอย	0.59	0.24	0.59	0.26	0.43	0.42
3.กระดาษ	9.12	7.54	8.27	8.93	7.22	8.21
4.พลาสติก	18.24	25.49	22.36	16.88	21.55	20.90
5.โลหะ	1.63	1.46	1.86	1.29	2.15	1.68
6.แก้ว	3.96	1.95	4.23	8.73	3.42	4.46
7.ไม้/กิ่งไม้	2.27	2.13	2.59	1.76	2.12	2.17
8.ยาง	1.57	0.14	0.00	0.51	0.38	0.52
9.หนัง	0.40	0.01	0.59	0.17	0.00	0.24
10.ผ้า	1.93	1.97	1.69	1.29	1.79	1.74
11.เซรามิก/หิน/กระเบื้อง	0.51	0.51	0.00	0.00	0.26	0.26
12.สารพิษ/สารอันตราย	0.55	1.56	0.86	0.08	0.59	0.73
13.ผ้าอ้อม/ ผ้าอนามัย/ กระดาษทิชชู	1.00	0.06	0.00	0.60	0.06	0.33
14.อื่น ๆ (เศษดิน/ผง/ไม้ สามารถระบุได้)	2.29	0.29	0.00	0.66	0.00	0.63
ความหนาแน่นขยะชุมชน (กก./ลบ.ม.)	197.96	197.50	227.75	181.13	212.33	203.33

ที่มา: กระทรวงพลังงาน, 2554.

ตาราง 3 องค์ประกอบขยะชุมชนที่สามารถเผาไหม้ได้

องค์ประกอบ	ปริมาณ กทม. (%)	ภาค กลาง (%)	ภาคเหนือ (%)	ภาคใต้ (%)	ภาคตะวันออก ออกเฉียง เหนือ (%)	เฉลี่ย (%)
1.เศษอาหาร/ผัก/ผลไม้	55.09	54.04	53.38	58.83	56.26	55.52
3.กระดาษ	9.12	7.54	8.27	8.93	7.22	8.21
-กระดาษขาว(A4)/สมุดเล่ม	1.63	1.04	1.04	2.26	1.48	1.49
-หนังสือพิมพ์	2.24	3.47	3.77	2.61	2.02	2.80
-นิตยสาร/หนังสือ/แผ่นขม	0.88	0.69	2.00	0.21	1.41	1.04
-กระดาษกล่อง	2.47	1.76	1.66	2.64	1.99	2.10
-เศษกระดาษสกปรก/ อื่นๆ	1.91	0.69	0.42	1.31	0.32	0.91
4.พลาสติก	18.24	25.49	22.36	16.88	21.55	20.90
-PET (ก้นเชื่อมเป็นจุด , ขวด น้ำอัดลม, น้ำมันพืช, น้ำดื่ม)	0.87	0.99	0.94	0.31	0.41	0.70
-HDPE (ขวดน้ำขุน, ขวดนม, ถุงซอปปิ้ง, ขวดโลชั่น, แชมพู)	8.71	13.45	6.94	7.03	10.33	9.29
-PVC (ก้นเชื่อมเป็นขีด, น้ำดื่มใส, ขวดน้ำผลไม้)	0.95	0.74	0.30	0.81	1.30	0.82
-LDPE (ถุงซิป,ถุงเย็น, จุกใน,ยา สีฟัน,ขวดน้ำเกลือ)	1.21	0.60	3.58	1.10	1.07	1.51
-PP (ฝาภาชนะ, ถูร้อน, หลอด, ถ้วยพลาสติกอื่น)	4.55	7.79	7.75	6.80	7.36	6.85

ตาราง 3 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ปริมาณ กทม. (%)	ภาคกลาง (%)	ภาคเหนือ (%)	ภาคใต้ (%)	ภาคตะวันออก ออกเฉียงเหนือ (%)	เฉลี่ย (%)
- PS (กล่องใส่CD, เทป, VDO, กระดาษต้นไม้)	0.92	1.66	1.77	0.49	0.86	1.14
- ถุงพลาสติกสกปรก / อื่น ๆ	1.03	0.26	0.00	0.33	0.21	0.37
7.ไม้/กิ่งไม้	2.27	2.13	2.59	1.76	2.12	2.17
8.ยาง	1.57	0.14	0.00	0.51	0.38	0.52
9.หนัง	0.40	0.01	0.59	0.17	0.00	0.24
10.ผ้า	1.93	1.97	1.69	1.29	1.79	1.74
13.ผ้าอ้อม/ ผ้าอนามัย/ กระดาษทิชชู	1.00	0.06	0.00	0.60	0.06	0.33
รวมส่วนที่เผาไหม้ได้ (เปอร์เซ็นต์)	89.63	91.38	88.87	88.98	89.32	89.64

ที่มา: กระทรวงพลังงาน, 2554.

ตาราง 4 องค์ประกอบของขยะชุมชนส่วนที่เหมาะสมผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF)

องค์ประกอบ	ปริมาตร กทม. (%)	ภาค กลาง (%)	ภาคเหนือ (%)	ภาคใต้ (%)	ภาคตะวันออก ออกเฉียงเหนือ (%)	เฉลี่ย (%)
1.เปลือกแข็งและเมล็ด ผลไม้	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
3.เศษกระดาษสกปรก/อื่น ๆ	1.91	0.59	0.42	1.31	0.32	0.91
4.ถุงพลาสติกสกปรก/อื่น ๆ	1.03	0.26	0.00	0.33	0.21	0.37
7.ไม้/กิ่งไม้	2.27	2.13	2.59	1.76	2.12	2.17
8.ยาง	1.57	0.14	0.00	0.51	0.38	0.52
10.ผ้า	1.93	1.97	1.69	1.29	1.79	1.74
รวมส่วนที่ผลิต RDF (เปอร์เซ็นต์)	13.71	10.09	9.69	10.20	9.82	10.70

ที่มา: กระทรวงพลังงาน, 2554.

ตาราง 5 คุณสมบัติของขยะมูลฝอยจากชุมชนทั่วประเทศ

ภาค	ความ หนาแน่น (Kg./m ³)	ความชื้น (%)	ความร้อน ของขยะแห้ง (Cal/g.)	ปริมาณเถ้า แห้ง (Cal/g.)	ปริมาณสาร ที่ไหม้ไฟได้ (%)
ภาคเหนือ	256.25	58.50	4,488	27.97	89.80
ภาค ตะวันออก ออกเฉียงเหนือ	198.00	20.50	3,850	-	80.83
ภาคกลาง	260.25	57.83	4,065	26.77	86.49
ภาคใต้	214.50	53.25	4,039	21.61	86.71

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554.

2.2 เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอย

ในประเทศไทยมีเทคโนโลยีการจัดการ และกำจัดขยะมูลฝอยหลากหลายรูปแบบ โดยเทคโนโลยีเหล่านี้จะสามารถเปลี่ยนขยะเป็นพลังงานได้ ทั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ (สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ร่วมกับ สำนักนโยบายและแผนยุทธศาสตร์ สำนักปลัดกระทรวงพลังงาน กระทรวงพลังงาน) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration)

เป็นการเผาขยะในเตาเผาที่ได้ออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อให้เข้ากับคุณสมบัติของขยะที่มีความชื้นสูงและมีค่าความร้อนไม่แน่นอน (แปรผันตามฤดูกาล) ขยะจะถูกเผาไหม้โดยป้อนอากาศเข้าโดยตรง เทคโนโลยีการเผาขยะที่ใช้รูปแบบนี้จะสามารถแบ่งเป็นส่วนหลัก ๆ ได้ 4 ระบบ คือ 1) ระบบรองรับขยะ ซึ่งอาจมีระบบคัดแยกขยะที่นำไป รีไซเคิลได้ และสามารถคัดแยกขยะที่เป็นอันตรายออก 2) ระบบเตาเผาขยะมีหลายแบบแต่ที่นิยมใช้แพร่หลายคือ แบบตะกรับที่เคลื่อนที่ได้ (moving grate) ซึ่งส่วนที่เผาขยะจะมีลักษณะเป็นตะกรับที่สามารถเคลื่อนที่ได้ และขยะจะถูกเผาไหม้บนตะกรับนี้ โดยขณะที่เผาตะกรับจะเคลื่อนที่ลำเลียงขยะจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายตะกรับ ซึ่งขยะจะถูกเผาไหม้หมดเป็นขี้เถ้า ซึ่งจะตกลงไปในหลุมเก็บขี้เถ้า อุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 800 องศาเซลเซียส 3) ระบบกำจัดของเสีย ของเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ได้แก่ ขี้เถ้าซึ่งจะนำไปฝังกลบต่อไป ส่วนของเสียอีกส่วนหนึ่งได้แก่ ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ต่าง ๆ ซึ่งมีสารที่ทำให้เกิดมลภาวะที่เป็นอันตรายปะปนอยู่ด้วย เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ จึงต้องมีระบบกำจัดสารเหล่านี้ให้มีค่าอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ 4) ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมากจะใช้หม้อต้มไอน้ำในการผลิต ไอน้ำซึ่งความร้อนที่ผลิตไอน้ำนี้ได้มาจากการเผาขยะ และไอน้ำนี้จะส่งไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ (steam turbine) เพื่อเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อไป ประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าต่อตันขยะของเทคโนโลยีนี้มีค่าประมาณ 550-620 kWh/ton

2. เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะแบบถูกสุขลักษณะ (Sanitary Landfill)

เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบนี้ ชีวภาพที่ได้จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายทางชีวเคมีของขยะมูลฝอยในบริเวณหลุมฝังกลบ โดยช่วงแรกจะเป็นการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน จากนั้นจึงเป็นการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนทำให้เกิดก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนียรบกวนนอกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไนโตรเจน โดยปริมาณของก๊าซมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จะมีมากกว่าก๊าซชนิดอื่น ๆ ในการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานนั้นจะต้องมีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนมากกว่า 50% ขึ้นไป เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) เป็นการพัฒนาและปรับปรุงระบบฝังกลบขยะมูลฝอยเพื่อลดการปล่อยออก (Emission) ของก๊าซมีเทนที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ภายในหลุมฝังกลบ ก๊าซชีวภาพ

จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยซึ่งเป็นการกักเก็บมีเทน ควรมีการพิจารณาปัจจัยหลักต่างๆ ดังนี้ ปริมาณขยะมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบตลอดอายุการดำเนินงานฝังกลบ (เฉลี่ยประมาณ 20 ปี) ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณขยะมูลฝอย ที่นำมาฝังกลบนอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้านความลึกของชั้นฝังกลบขยะมูลฝอยซึ่งควรมีความลึกมากกว่า 12 เมตรขึ้นไป รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ องค์ประกอบขยะมูลฝอย สภาพแวดล้อมในพื้นที่ยกฝังกลบ ความชื้น สภาพความเป็นกรด และ อุณหภูมิ เป็นต้น

3. เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion)

เทคโนโลยีนี้จะใช้กับขยะที่เป็นสารอินทรีย์เท่านั้น เนื่องจากใช้กระบวนการย่อยสลายทางชีวเคมีเช่นเดียวกับการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ในบ่อฝังกลบ แต่การย่อยสลายจะถูกควบคุมหรือจัดให้อยู่ในระบบปิดคือ ถังย่อยสลาย ดังนั้นวิธีการกำจัดขยะแบบนี้จึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุด สามารถแบ่งกระบวนการออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ 1) การบำบัดขั้นต้น (Pre-treatment/Front-end Treatment) ประกอบด้วยกระบวนการ การคัดแยก ขยะมูลฝอยอินทรีย์จากขยะมูลฝอยรวม หรือการคัดแยกสิ่งปะปนออกจากขยะมูลฝอยอินทรีย์ 2) การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ขยะมูลฝอยอินทรีย์จะถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นอินทรีย์วัตถุที่มีความคงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็น ปราศจากเชื้อโรคและเมล็ดวัชพืช โดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ในสภาพที่ไร้ออกซิเจน 3) การบำบัดขั้นหลัง (Post-treatment) เป็นขั้นตอนการจัดการกากตะกอนจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนให้มีความคงตัวมากขึ้น เช่น การนำไปหมักโดยใช้ระบบหมักบ่มแบบใช้อากาศ รวมทั้งการคัดแยกเอาสิ่งปะปนต่างๆ เช่น เศษพลาสติกและเศษโลหะออกจาก Compost โดยใช้ตะแกรกร่อน ตลอดจนการปรับปรุงคุณภาพของ Compost ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืช เช่น การอบเพื่อฆ่าเชื้อโรคและลดความชื้น

4. เทคโนโลยีแกซิฟิเคชัน (Gasification)

เป็นเทคโนโลยีกำจัดขยะมูลฝอยโดยออกแบบเตาเผา ให้มีการเผาในสภาพที่ออกซิเจนน้อย สำหรับระบบแกซิฟิเคชัน และให้มีการเผาในที่ไม่มีอากาศ ผลที่เกิดขึ้นคือจะเกิดปฏิกิริยากันสลายทางเคมีของขยะได้ก๊าซเชื้อเพลิง ซึ่งนำไปใช้เป็นพลังงานในการขับเคลื่อนกังหันก๊าซเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป โดยมีประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าต่อตันขยะประมาณ 600 kWh/ton ขึ้นไป ซึ่งใกล้เคียงกับเทคโนโลยีเตาเผาขยะ เทคโนโลยีนี้จะต้องมีการจัดการขยะที่จะส่งเข้าเตาเผาก่อนโดยมีการบดตัดขยะให้มีขนาดพอเหมาะ และขนาดของเตาเผาในระบบนี้เดิมจะมีขนาดไม่ใหญ่มากคือไม่เกิน 300 ตันต่อวัน แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาให้ดีขึ้นและมีขนาดสูงขึ้นเป็น 500 ตันต่อวัน

5. เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะมูลฝอย (Refused Derived Fuel)

การนำขยะมาเผาเป็นเชื้อเพลิง (refuse derived fuel) คือ มีการแปรรูปขยะที่ผสมรวมกันก่อนนำไปเผา ระดับการแปรรูปขยะต่างกันตามแต่ละโรงงาน แต่โดยทั่วไปจะมีการทำให้ขยะเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย นำเอาเศษโลหะและวัสดุที่มีค่าความร้อนต่ำออกมา วัสดุที่แปรรูปแล้วจะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงส่งเข้าเตาเผามูลขยะหรือเตาเผาซีเมนต์ ขยะมูลฝอยที่ผ่านกระบวนการจัดการต่างๆ เช่น การคัดแยกวัสดุที่เผาไหม้ได้ออกมา การฉีกหรือตัดขยะมูลฝอยออกเป็นชิ้นเล็กๆ ขยะเชื้อเพลิงที่ได้นี้จะมีค่าความร้อนสูงกว่าหรือมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงที่ดีกว่าการนำขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมมาใช้โดยตรง เนื่องจากมีองค์ประกอบทั้งทางเคมีและกายภาพสม่ำเสมอ ข้อดีของขยะเชื้อเพลิงคือ ค่าความร้อนสูง (เมื่อเปรียบเทียบกับขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมมา) ง่ายต่อการจัดเก็บ การขนส่ง การจัดการต่างๆ รวมทั้งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ

6. เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc)

เป็นเทคโนโลยีด้านพลังงานขั้นสูงใช้กำจัดขยะมูลฝอยได้หลายลักษณะ โดยสร้าง plasma arc field ซึ่งมีอุณหภูมิสูงประมาณ 5,000-15,000 องศาเซลเซียส และป้อนขยะมูลฝอยเข้าไปใน plasma arc field โดยตรง อุณหภูมิสูงขนาดนี้สามารถแยกอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของขยะมูลฝอยออกได้ ทำให้ขยะมูลฝอยถูกความร้อนเผาทำลายลงหมดทำให้สามารถลดปริมาณสารไดออกซินที่เกิดจากการเผาไหม้ลงได้ ความร้อนที่ได้สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้ส่วนหนึ่ง อย่างไรก็ตามระบบนี้ในปัจจุบันยังอยู่ในขั้นตอนของการศึกษาวิจัยและพัฒนาปรับปรุง เทคโนโลยีให้มีความเหมาะสม ปลอดภัยและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์อยู่

7. เทคโนโลยีการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

เป็นการเปลี่ยนขยะประเภทพลาสติกให้เป็นน้ำมัน โดยวิธีการเผาในเตาแบบไพโรไลซิส (Pyrolysis) ด้วยการควบคุมอุณหภูมิและความดัน และใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมทำให้เกิดการสลายตัว ของโครงสร้างพลาสติก (Depolymerization) ได้ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเป็นของเหลว สามารถนำไปผ่านกระบวนการกลั่นเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลวในเชิงพาณิชย์ได้

ตาราง 6 เปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอย

เทคโนโลยี	ข้อดี	ข้อจำกัด
1. เทคโนโลยีเตาเผาขยะ (incineration)	มีความยืดหยุ่นต่อประเภทของขยะมูลฝอยสูง สามารถเผาทำลายขยะได้หลากหลายประเภทในเวลาเดียวกัน ลดมวลและปริมาตรได้มาก เวลาจำกัดสั้น ผลิตพลังงานได้มาก และใช้พื้นที่ระบบน้อย	เงินลงทุน และค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน และบำรุงรักษาสูง ขนาดของโรงกำจัดที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ควรมีกำลังกำจัดไม่ต่ำกว่า 250 ตันต่อวัน เป็นเทคโนโลยีขั้นสูง ยังไม่สามารถพัฒนาพัฒนาเทคโนโลยีได้เองในประเทศ
2. เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะแบบถูกสุขลักษณะ (Sanitary Landfill)	หลุมฝังกลบมีขยะมูลฝอยอยู่แล้วจำนวนมาก เทคโนโลยีนี้จะช่วยลดการปล่อยก๊าซมีเทนขึ้นสู่บรรยากาศลดความเสี่ยงในการระเบิด หรือเพลิงไหม้บริเวณหลุมฝังกลบ เทคโนโลยีไม่ซับซ้อนมากนัก สามารถพัฒนาขึ้นเองได้ในประเทศ	ต้องมีปริมาณขยะในหลุมฝังกลบมากกว่า 1 ล้านตัน จึงจะเกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ อัตราการเกิดก๊าซขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย องค์ความรู้ยังไม่แพร่หลาย
3. เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion)	เป็นเทคโนโลยี สะอาด องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในประเทศไทยมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้สูง เทคโนโลยี ไม่ซับซ้อน สามารถพัฒนาเทคโนโลยีได้เอง ในประเทศ	ต้องส่งเสริมให้มีการแยกขยะอินทรีย์จากต้นทาง ควรพัฒนาสายพันธุ์จุลินทรีย์ให้ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ควรสร้างตลาดให้กับสารปรับปรุงคุณภาพดิน เพื่อเพิ่มรายได้
4. เทคโนโลยีผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification)	เป็นเทคโนโลยีสะอาด ลดมวลและปริมาตรได้ดี เวลาจำกัดสั้น ผลิตพลังงานได้มาก ใช้พื้นที่ผลิตน้อย	ต้องมีการจัดการขยะเบื้องต้นก่อน เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาสูง ยังขาดข้อมูลโรงกำจัดที่มีการดำเนินงานในเชิงพาณิชย์ เป็นเทคโนโลยีขั้นสูง

ตาราง 6 (ต่อ)

เทคโนโลยี	ข้อดี	ข้อจำกัด
5. เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel)	เป็นเทคโนโลยีสะอาด ใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีไพโรไลซิส / แก๊สซิฟิเคชัน โรงกำจัดมีขนาดเล็กสามารถสร้าง กระจ่ายตามจุดต่าง ๆ ณ แหล่งกำเนิดขยะ เชื้อเพลิงที่ได้ไม่จำเป็นพลังงานทันที เก็บไว้ผลิตเมื่อใดก็ได้ ใช้พื้นที่ระบบน้อย เทคโนโลยีสามารถพัฒนาขึ้นเองในประเทศ	ไม่เป็นระบบกำจัดที่เบ็ดเสร็จในตัวเอง ยังต้องการระบบกำจัด ขั้นสุดท้าย ยังขาดข้อมูลโรงงานกำจัดที่มีการเดินระบบในเชิงพาณิชย์ ยังไม่มีตลาดการซื้อขายเชื้อเพลิงจากขยะโดยตรง
6. เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค	ให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงมาก สามารถใช้ในการเผาขยะมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขี้เถ้าที่เกิดจากกระบวนการจะเปลี่ยนสภาพเป็น แก้วหลอมซึ่งสารอันตรายที่เกิดขึ้นในขี้เถ้าจะถูกจับอยู่ในแก้วหลอมทำให้หมดความเป็นพิษ	ใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาสูง สถานภาพของเทคโนโลยีในปัจจุบันยังอยู่ในขั้น เครื่องต้น แบบ ยังไม่มีข้อมูลยืนยันโรงงานที่ดำเนินงานในเชิงพาณิชย์
7. เทคโนโลยีการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง	เชื้อเพลิงอยู่ในสถานะของเหลวทำให้สะดวกและประหยัดค่าขนส่งเชื้อเพลิงที่ได้ไม่จำเป็นต้องผลิต	ต้องมีการคัดแยกประเภทของขยะพลาสติก มีระบบเตรียมขยะ และทำความสะอาดขยะก่อนป้อนเข้าระบบผลิต

ที่มา: วิชาการ, 2555.

3. การจัดการขยะมูลฝอย (กรมควบคุมมลพิษ. 2554.)

1. การจัดการมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานครสามารถเก็บขนมูลฝอยในพื้นที่รับผิดชอบได้ทั้งหมด 9,237 ตันต่อวัน และว่าจ้างบริษัทเอกชนดำเนินการกำจัดมูลฝอย โดยมูลฝอยร้อยละ 60 ประมาณ 5,995 ตันต่อวัน ถูกนำไปกำจัด ณ สถานที่ฝังกลบอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ส่วนที่เหลือร้อยละ 40 นำไปหมักทำปุ๋ยร้อยละ 5 อีกร้อยละ 35 นำไปยังสถานที่ฝังกลบอำเภอนวมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. การจัดการมูลฝอยของเมืองพัทยา

เมืองพัทยาว่าจ้างเอกชนขนเก็บและกำจัดมูลฝอยในพื้นที่ ซึ่งดำเนินการได้ทั้งหมด 352 ตันต่อวัน และนำไปกำจัดอย่างถูกหลักวิชาการ ณ สถานที่ฝังกลบเขาไม้แก้ว

3. การจัดการมูลฝอยของเทศบาล

จากมูลฝอยปริมาณ 17,475 ตันต่อวัน ถูกนำไปกำจัดที่ระบบกำจัดมูลฝอยอย่างถูกหลักวิชาการของเทศบาลที่มีการเดินระบบอยู่ 107 แห่งทั่วประเทศ จากที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ 127 แห่ง เพิ่มขึ้นจากปี 2553 อยู่ 8 แห่ง มีสถานที่กำจัดมูลฝอยบางแห่งดำเนินการกำจัดอย่างไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ทำให้ปริมาณมูลฝอยที่ได้รับการกำจัดอย่างถูกหลักวิชาการมีปริมาณที่ลดลง สถานภาพของระบบทั้ง 127 แห่ง สรุปได้ดังนี้

3.1 ระบบฝังกลบแบบถูกหลักวิชาการ (Landfill System; LS) 112 แห่ง เดินระบบได้ 94 แห่ง แต่ส่วนใหญ่ประสบปัญหาการเดินระบบและการบำรุงรักษาที่ไม่ถูกต้องเนื่องจากขาดบุคลากรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการเดินระบบและงบประมาณในการดูแลระบบ ทำให้ระบบฝังกลบมูลฝอยที่ได้รับการออกแบบขาดประสิทธิภาพในการกำจัดมูลฝอยและไม่สามารถดำเนินการได้ถูกต้องตามหลักวิชาการในบางพื้นที่มีระบบฝังกลบฯ 10 แห่ง หยุดเดินระบบเนื่องจากประสบปัญหา มูลฝอยเต็มพื้นที่หรือเกิดข้อเรียกร้อง และอีก 8 แห่ง ก่อสร้างแล้วเสร็จ

3.2 ระบบผสมผสาน (Integrated System: IS) เดินระบบอยู่ 11 แห่ง จาก 12 แห่ง ได้แก่ เทศบาลตำบลเวียงฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เทศบาลนครระยอง เทศบาลตำบลแม่สาย จังหวัดเชียงราย เทศบาลเมืองหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ องค์การบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ องค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงใหม่ เทศบาลตำบลศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี เทศบาลเมืองสิงห์บุรี เทศบาลตำบลศรีเชียงใหม่ จังหวัดหนองคาย เทศบาลนครนครราชสีมา และองค์การบริหารส่วนจังหวัดระยอง ส่วนระบบขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี ยังคงหยุดเดินระบบจากการต่อต้านของประชาชน ทั้งนี้ ส่วนใหญ่ประสบปัญหาเช่นเดียวกัน

3.3 ระบบเตาเผาขยะ (Incinerator System: Ins) เดินระบบอยู่ 2 แห่ง จาก 3 แห่ง ได้แก่ เทศบาลนครภูเก็ต และองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนเตาเผาของเทศบาลเมืองเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี หยุดเดินระบบชั่วคราวเพื่อซ่อมแซม

4. การจัดการมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนตำบล

จากมูลฝอยปริมาณ 16,715 ตันต่อวัน องค์การบริหารส่วนจังหวัดและองค์การบริหารส่วนตำบลเป็นผู้รับผิดชอบเก็บรวบรวมและนำไปกำจัด ซึ่งส่วนใหญ่ยังไม่มีระบบเก็บรวบรวมและสถานที่กำจัดมูลฝอยที่ถูกหลักวิชาการ จึงกำจัดด้วยวิธีเผากลางแจ้ง หรือนำไปทิ้งในบ่อดินเก่าหรือบนพื้นที่ว่างต่าง ๆ มีมูลฝอยเพียง 1,757 ตันต่อวัน (ร้อยละ 11 ของปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากองค์การบริหารส่วนตำบล) ถูกนำไปกำจัด อย่างถูกหลักวิชาการในสถานที่กำจัดมูลฝอยของเทศบาล

ปัจจุบันมีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีสมรรถนะในการบริหารจัดการขยะมูลฝอย ประกอบด้วย การมีแผนปฏิบัติการด้านการจัดการขยะมูลฝอย มีการลด คัดแยกและใช้ประโยชน์มูลฝอย มีการให้บริการเก็บขนมูลฝอยครอบคลุมพื้นที่ให้บริการ มีการบริหารจัดการมูลฝอยในลักษณะรวมศูนย์หรือใช้บริการสถานที่กำจัดมูลฝอยร่วมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นใกล้เคียง มีการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดมูลฝอย และมีรายได้จากการบริหารจัดการมูลฝอย ซึ่งตั้งแต่ปี 2551 จนถึงปี 2554 มีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ผ่านเกณฑ์การประเมินสมรรถนะ คิดเป็นร้อยละ 96 จากจำนวน 131 แห่ง ที่เข้าร่วม รายชื่อเทศบาลที่มีการบริหารจัดการมูลฝอยได้ครบถ้วนทุกประเด็น การประเมินสมรรถนะ จำนวน 50 แห่ง ดังตาราง 7

ตาราง 7 เทศบาลตัวอย่างที่มีสมรรถนะตามเกณฑ์การประเมินของกรมควบคุมมลพิษ

เทศบาล	จังหวัด	เทศบาล	จังหวัด
เทศบาลนครเชียงใหม่	เชียงใหม่	เทศบาลเมืองชุมแพ	ขอนแก่น
เทศบาลเมืองแม่โจ้	เชียงใหม่	เทศบาลเมืองบ้านไผ่	ขอนแก่น
เทศบาลนครเชียงราย	เชียงราย	เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์	กาฬสินธุ์
เทศบาลเมืองลำพูน	ลำพูน	เทศบาลเมืองศรีสะเกษ	ศรีสะเกษ
เทศบาลตำบลอุโมงค์	ลำพูน	เทศบาลเมืองกันทรลักษ์	ศรีสะเกษ
เทศบาลนครลำปาง	ลำปาง	เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	บุรีรัมย์
เทศบาลเมืองสุโขทัยธานี	สุโขทัย	เทศบาลนครอุบลราชธานี	อุบลราชธานี
เทศบาลเมืองสวรรคโลก	สุโขทัย	เทศบาลเมืองวารินชำราบ	อุบลราชธานี
เทศบาลตำบลศรีสำโรง	สุโขทัย	เทศบาลเมืองพิบูลมังสาหาร	อุบลราชธานี
เทศบาลนครพิษณุโลก	พิษณุโลก	เทศบาลเมืองเดชอุดม	อุบลราชธานี
เทศบาลตำบลบางระกำ	พิษณุโลก	เทศบาลเมืองอำนาจเจริญ	อำนาจเจริญ
เทศบาลตำบลห้วยดง	อุตรดิตถ์	เทศบาลเมืองยโสธร	ยโสธร
เทศบาลเมืองบางมูลนาก	พิจิตร	เทศบาลเมืองขลุง	จันทบุรี
เทศบาลนครนครสวรรค์	นครสวรรค์	เมืองพัทธยา	ชลบุรี
เทศบาลเมืองตากลี	นครสวรรค์	เทศบาลเมืองเกาะสมุย	สุราษฎร์ธานี
เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี	สุพรรณบุรี	เทศบาลเมืองปากพอง	นครศรีธรรมราช
เทศบาลนครปากเกร็ด	นนทบุรี	เทศบาลเมืองหลังสวน	ชุมพร
เทศบาลเมืองเพชรบูรณ์	เพชรบูรณ์	เทศบาลนครภูเก็ต	ภูเก็ต
เทศบาลเมืองสระบุรี	สระบุรี	เทศบาลเมืองป่าตอง	ภูเก็ต
เทศบาลเมืองชะอำ	เพชรบุรี	เทศบาลเมืองกระบี่	ภูเก็ต
เทศบาลเมืองสกลนคร	สกลนคร	เทศบาลเมืองกันตัง	ตรัง
เทศบาลตำบลพังโคน	สกลนคร	เทศบาลเมืองสตูล	สตูล
เทศบาลนครอุดรธานี	อุดรธานี	เทศบาลตำบลควนโดน	สตูล
เทศบาลเมืองโนนสูงน้ำคำ	อุดรธานี	เทศบาลเมืองคอหงส์	สงขลา
เทศบาลเมืองหนองสามเือง	อุดรธานี	เทศบาลเมืองนราธิวาส	นราธิวาส

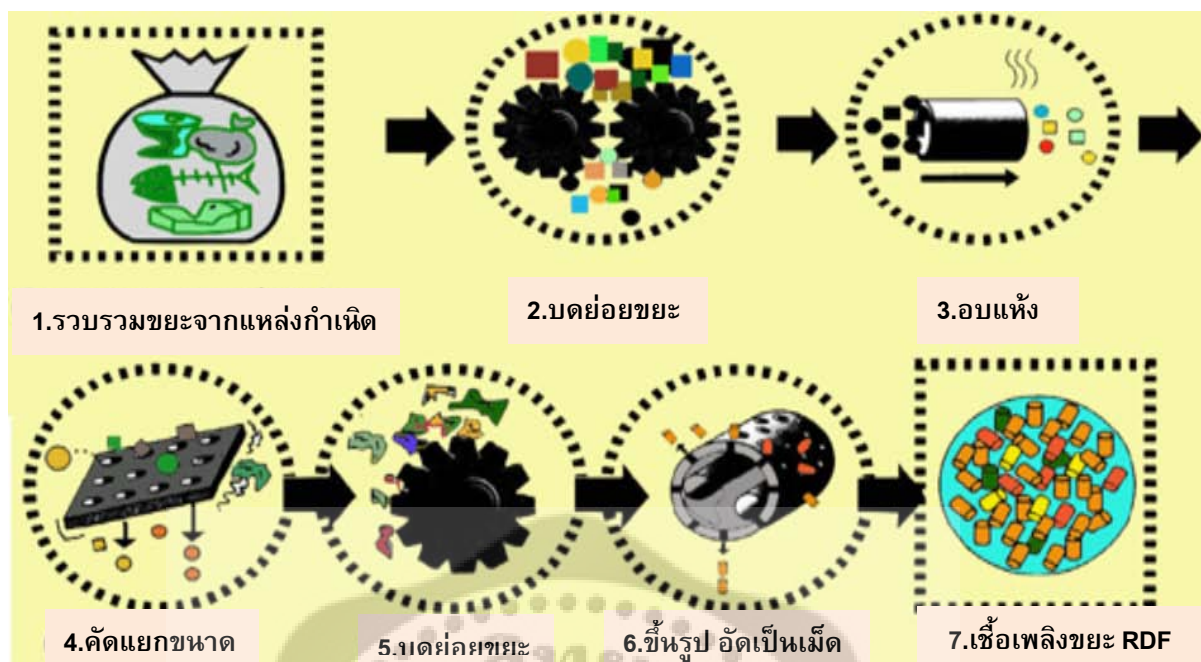
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2554.

4. เชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel)

ขยะเชื้อเพลิง หมายถึง ขยะมูลฝอยที่ผ่านกระบวนการจัดการต่าง ๆ เช่น การคัดแยกวัสดุที่เผาไหม้ได้ออกมา (ทิพย์มาศ, 2551) โดยการฉีกหรือตัดขยะมูลฝอยออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขยะเชื้อเพลิงที่ได้นี้จะมีค่าความร้อนสูงกว่าหรือมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงที่ดีกว่า การนำขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมมาใช้โดยตรงเนื่องจากมีองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพสม่ำเสมอว่า ข้อดีของเชื้อเพลิงขยะคือ ค่าความร้อนสูง ง่ายต่อการจัดเก็บ การขนส่ง การจัดการต่าง ๆ รวมทั้งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า

โดยทั่วไปขยะจะถูกนำมาคัดแยกส่วน ที่สามารถ นำกลับไปใช้ซ้ำได้ เช่น โลหะ และแก้ว ส่วนขยะอินทรีย์สาร เช่นเศษอาหารซึ่งมีความชื้นสูงส่วนประกอบนี้สามารถนำ ไปใช้กับกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ หรือสารปรับปรุงคุณภาพดิน ส่วนประกอบที่เหลือจะถูกนำไปลดขนาด ส่วนใหญ่ประกอบด้วย กระดาษ เศษไม้ พลาสติก ซึ่งสามารถนำไปใช้ในกระบวนการเผาไหม้โดยตรงในรูปของ Coarse RDF :c-RDF หรือ นำมาผ่านกระบวนการทำให้แห้งและการอัดแท่งเพื่อผลิตเป็น Densified RDF :d-RDF

หลักการทำงานของเทคโนโลยีผลิตขยะเชื้อเพลิง เริ่มจากการคัดแยกขยะที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ เช่น โลหะ แก้ว เศษหิน ขยะอันตราย และขยะรีไซเคิลออกจากขยะรวม ในบางเทคโนโลยีจะมีการใช้เครื่องคัดแยกแม่เหล็กในการคัดแยกเศษเหล็กออก และใช้เครื่อง Eddy Current Separator คัดแยกอลูมิเนียมออกจากมูลฝอย จากนั้นจึงป้อนขยะมูลฝอยเข้าเครื่องสับย่อยเพื่อลดขนาด และป้อนเข้าเตาอบเพื่อลดความชื้นของมูลฝอยโดยการใช้ความร้อนจากไอน้ำ หรือลมร้อนจะทำให้ น้ำหนักลดลงเกือบ 50%ความชื้นที่เหลือไม่เกิน 15% และสุดท้ายจะส่งไป เข้าเครื่องอัดเม็ด เพื่อทำให้ได้เชื้อเพลิงอัดแท่ง



ภาพประกอบ 5 กระบวนการผลิตขยะเชื้อเพลิง (วิชชากร. 2555.)

4.1 ชนิดของเชื้อเพลิงขยะ

เชื้อเพลิงขยะสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ชนิด ตามมาตรฐาน ASTM E-75 ซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการที่นำมาใช้ ดังตาราง 8

ตาราง 8 กระบวนการจัดการของเชื้อเพลิงขยะแต่ละชนิด

ชนิด	กระบวนการจัดการ	ระบบการเผาไหม้
RDF: 1 MSW	คัดแยกส่วนที่เผาไหม้ได้ออกมามีมือรวมทั้งขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่	Stoker
RDF: 2 Coarse RDF	บดหรือตัดขยะมูลฝอยอย่างหยาบ ๆ	Fluidized Bed Combustor, Multi fuel Combustor
RDF: 3 Fluff RDF	คัดแยกส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ ออก เช่น โลหะแก้วและอื่น ๆ มีการบดหรือตัดจนทำให้ 95% ของขยะมูลฝอยที่คัดแยกแล้วมีขนาดเล็กกว่า 2 นิ้ว	Stoker
RDF: 4 Dust RDF	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการทำให้อยู่ในรูปของผงฝุ่น	Fluidized Bed Combustor, Pulverized Fuel Combustor
RDF: 5 Densified RDF	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการอัดแท่งโดยให้ความหนาแน่นมากกว่า 600 kg/m^3	Fluidized Bed Combustor, Multi fuel Combustor
RDF: 6 RDF Slurry	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการให้อยู่ในรูปของ Slurry	Swirl Burner
RDF: 7 RDF Syngas	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) เพื่อผลิต Syngas ที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงก๊าซ	Burner, Integrated Combined Cycle (IGCC)

ที่มา: กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548.

4.2 องค์ประกอบและคุณลักษณะของขยะเชื้อเพลิง

องค์ประกอบของเชื้อเพลิงขยะนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของขยะที่นำมาแปรรูปวิธีการจัดเก็บ และกระบวนการที่ใช้ในการแปรรูป คุณลักษณะที่สำคัญของเชื้อเพลิงขยะหลังจากการแปรรูปแล้วได้แก่ ค่าความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณซัลเฟอร์ และคลอไรด์ ตัวอย่างคุณลักษณะของขยะ และ RDF ที่ได้จากการแปรรูปขยะ แสดงในตาราง 9

ตาราง 9 องค์ประกอบของขยะ และ ขยะเชื้อเพลิง (RDF)

การวิเคราะห์องค์ประกอบ			การวิเคราะห์ธาตุ		
รายละเอียด	MSW (wt%)	RDF (wt%)	รายละเอียด	MSW (wt%)	RDF (wt%)
ความชื้น	55.93	29.29	คาร์บอน	51.33	50.87
ไฮโดรเจน	35.28	54.27	ไฮโดรเจน	6.77	6.68
สารที่เผาไหม้ได้	4.27	10.98	ออกซิเจน	30.92	26.66
ซีเถ้า	4.52	5.46	ไนโตรเจน	1.42	1.56
ค่าความร้อน (Calorific Value)					
LHV(KJ/Kg)	9,736.17	14,805.25	HHV(KJ/Kg)	21,894.33	21,306.77

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548.

ตาราง 10 มาตรฐานผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงจากขยะ ของประเทศไทยทั้ง 3 ระดับคุณภาพชั้นเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยมาตรฐานผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงจากขยะของประเทศในกลุ่มทวีปยุโรป (EU Standard) และค่าความร้อนต้องการใช้งานของกลุ่มอุตสาหกรรม (Mean Questionnaire)

Parameter	EU Standard	Mean Questionnaire	Thai RDF Quality		
			Class I	Class II	Class III
Heating value of combustion (Kcal/kg)	3,571.40	4,900	6,000	4,350	2,700
Moisture (%)	25	10	15	20	25
Ash Content (%)	20	29	15	21	25
Nitrogen (%)	2.5	0.7	0.9	1.35	2
Sulphur (%)	0.6	0.9	0.2	0.4	0.6
Arsenic (mg/kg As)	9	0.37	1.0	3.0	5.0
Cadmium (mg/kg Cd)	5	0.01	1.0	2.0	4.0
Chromium (III) (mg/kg C^{3+})	100	30	30	80	120
Copper (mg/kg Cu)	300	120	120	185	250
Lead (mg/kg Pb)	200	100	100	150	180
Mercury (mg/kg Hg)	0.5	0.37	0.5	0.7	1.2
Nickel (mg/kg Ni)	40	15	15	22	30
Manganese (mg/ kg Mn)	400	100	150	290	400
Aluminium (mg/kg Al)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Potassium (mg/kg K)	0.5	0.7	0.01	0.04	0.05
Chlorine (Cl_2) (%)	0.9	0.21	1.0	1.0	1.0

ที่มา: ธารพงษ์, 2555.

ขยะที่จะนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงขยะ ต้องผ่านการคัดแยก ขยะ ที่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้เช่น โลหะ อลูมิเนียม แก้ว และคัดแยกอินทรีย์สารที่มีความชื้นสูง เช่น เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ ซึ่งสามารถนำไปผลิตก๊าซชีวภาพ และปุ๋ย ส่วนที่เหลือส่วนใหญ่ประกอบด้วย กระดาษ เศษไม้ พลาสติก จะถูกนำไปลดขนาด และนำไปใช้ในกระบวนการเผาไหม้โดยตรง หรือนำมาผ่านกระบวนการทำให้แห้ง และอัดแท่งเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงแท่ง ทั้งนี้คุณลักษณะทั่วไปของเชื้อเพลิงขยะประกอบด้วย

- ปลอดภัยโรคจากการอบด้วยความร้อน ลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อโรค
- ไม่มีกลิ่น

- ขนาดเหมาะสมต่อการป้อน เข้าเตาเผา หรือหม้อไอน้ำ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 15-30 มิลลิเมตร ความยาว 30-150 มิลลิเมตร)
- มีความหนาแน่นมากกว่าขยะมูลฝอย และชีวมวลทั่วไป ($450-600 \text{ kg/m}^3$) เหมาะสมต่อการจัดเก็บ และขนส่ง
- มีค่าความร้อนสูงเทียบเท่ากับชีวมวล ($13-18 \text{ MJ/kg}$) และมีความชื้นต่ำ ($5-10 \%$)
- ค่าความร้อน ปกติโดยเฉลี่ยค่าความหนาแน่นของถ่านหินประมาณ $1,400 \text{ kg/m}^3$ และค่าความร้อนประมาณ $26,000 \text{ KJ/Kg}$ ดังนั้นในปริมาตร 1 m^3 ถ่านหินจะให้ความร้อนออกมา $36,4000 \text{ MJ}$ ในขณะที่ Densified-RDF จะมีความหนาแน่นอยู่ประมาณ 600 kg/m^3 และค่าความร้อนประมาณ $20,000 \text{ KJ/Kg}$ ทำให้ปริมาตร 1 m^3 จะให้ความร้อนออกมา $12,000 \text{ MJ}$ แม้ว่าเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหินแล้ว เชื้อเพลิงขยะแบบอัดแท่ง (Densified-RDF) จะให้ความร้อนออกมาในปริมาณที่ต่ำกว่า แต่เมื่อเทียบกับขยะที่ไม่ได้มีการแปรรูปแล้ว เชื้อเพลิงขยะแบบอัดแท่ง (Densified-RDF) จะมีค่าความหนาแน่น และค่าความร้อนที่สูงกว่า
- ปริมาณเถ้า ปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงขยะแบบอัดแท่ง (Densified-RDF) มีค่าประมาณเท่ากับถ่านหิน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณความร้อนที่ใช้เท่ากันแล้ว เถ้าจากเชื้อเพลิงขยะแบบอัดแท่ง (Densified-RDF) จะมากกว่า ดังนั้นการออกแบบระบบอุปกรณ์กำจัดเถ้าจำเป็นต้องพิจารณาให้เหมาะสมด้วย
- ปริมาณความชื้น ปริมาณความชื้นในเชื้อเพลิงเป็นข้อจำกัดตัวหนึ่งในระบบการเผาไหม้ เมื่อเชื้อเพลิงเผาไหม้ ความร้อนที่ได้ส่วนหนึ่งจะถูกนำไปใช้ในการทำให้น้ำในเชื้อเพลิงกลายเป็นไอน้ำ ทำให้ปริมาณความร้อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ลดลง ถ้าปริมาณความชื้นยังสูง ความร้อนที่ได้ ออกมาก็จะลดลง
- ปริมาณคลอรีนและซัลเฟอร์สิ่งสำคัญคือปริมาณคลอรีนในกระบวนการเผาไหม้คลอรีนจะทำ ปฏิกิริยา และเปลี่ยนไปเป็นกรดไฮโดรคลอริก เช่นเดียวกันซัลเฟอร์ในเชื้อเพลิงจะทำปฏิกิริยา และเปลี่ยนไปเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยาต่อไปเป็นกรดซัลฟิวริกปริมาณการเกิดก๊าซกรดนี้เมื่อเปรียบเทียบกับ การเผาไหม้ถ่านหินแล้ว การ ใช้เชื้อเพลิงขยะแบบอัดแท่ง (Densified-RDF) จะมีน้อยกว่า ลดปัญหาผลกระทบจากการเผาไหม้ เช่น NO_x ไดออกซิน และฟูราน

4.3 เทคโนโลยีการผลิตขยะเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง

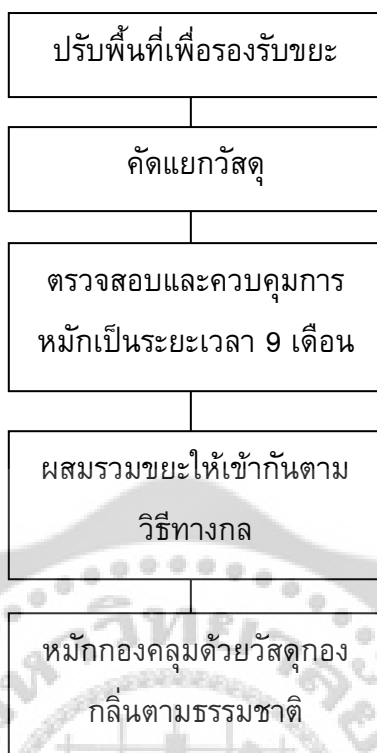
การแปรรูปขยะเชื้อเพลิงนั้นจำเป็นต้องมีกระบวนการจัดการไม่ว่าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเชื้อเพลิงขยะ เทคโนโลยีการผลิตขยะเชื้อเพลิงมี 5 แบบดังนี้

1. วิธีทางกลกับชีวภาพ (Mechanical Biological Treatment)
2. วิธีการใช้เครื่องจักรกล (Mechanical Treatment)
3. การบำบัดขยะเชิงกลความร้อน (Mechanical Heat Treatment)
4. การบำบัดขยะแบบชีวมวลเชิงกล (Biological Mechanical Treatment)
5. กระบวนการบำบัดขยะโดยใช้ไอน้ำ (Steam Treatment)

จะเห็นว่าการพัฒนาการดำเนินการบำบัดขยะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการคัดแยกขยะให้สูงขึ้น ซึ่งแสดงในรายละเอียดดังนี้

1. วิธีทางกลกับชีวภาพ (Mechanical Biological Treatment: MBT)

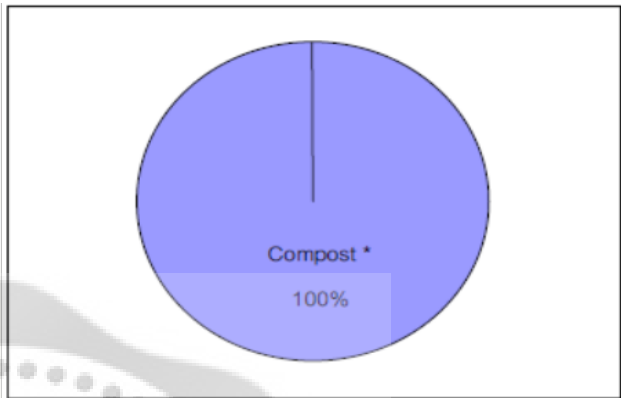
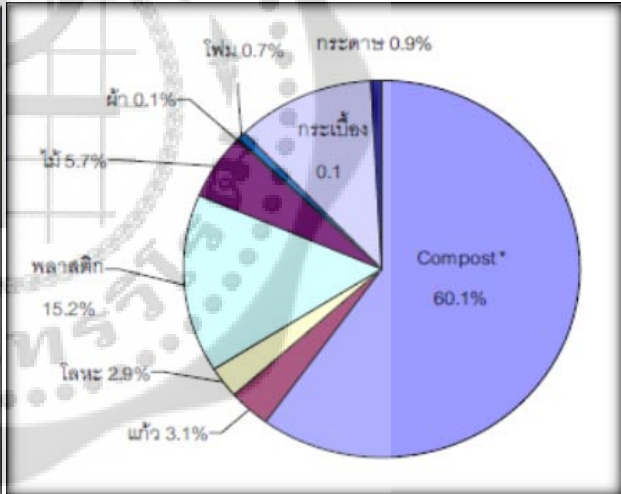
การบำบัดขยะเชิงกลชีวภาพ (ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2549) ขยะที่ผ่านการบำบัดเชิงกลชีวภาพเป็นระยะเวลา 9 เดือน จะสามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะได้ โดยขยะส่วนที่เป็นอินทรีย์จะเปลี่ยนสภาพเป็นปุ๋ยหมัก สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ หลักการทำงานตามวิธี ของ FABER-AMBRA® จะจัดตั้งกองขยะที่ต้องการบำบัดเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมู มีการระบายอากาศแบบ passive สำหรับขั้นตอนการบำบัดขยะ เริ่มต้นที่การปรับสภาพพื้นที่เพื่อรองรับขยะ ทำการคัดแยกวัสดุที่ยังใช้ได้ออก รวมถึงวัตถุที่มี ขนาดใหญ่ หลังจากนั้นใช้รถไม่ผสมขยะให้เข้ากันตามกรรมวิธีเชิงกล แล้วจะถูกนำไปกองเป็นกองหมัก และปกคลุมด้วยวัสดุ กรองกลืนตามธรรมชาติ ตรวจสอบ และควบคุมกองหมักเป็นเวลาประมาณ 9 เดือน เพื่อให้เกิดการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่ยังเหลืออยู่ในขยะ หลังจากนั้นจะนำขยะที่ผ่านกระบวนการ MBT ดังกล่าวไปฝังกลบ



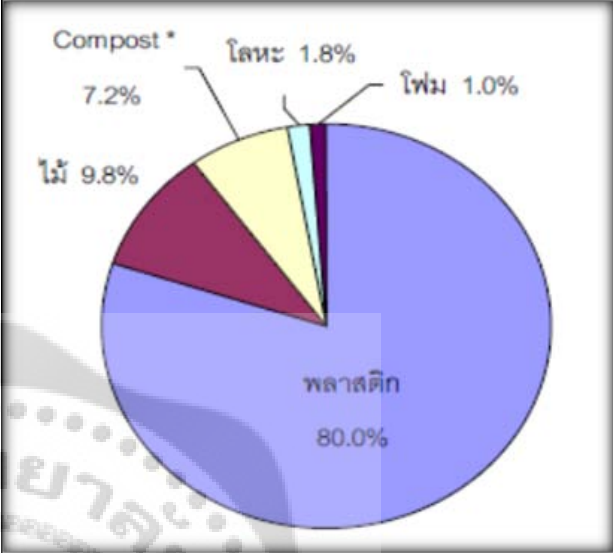
ภาพประกอบ 6 แผนผังวิธีการทางชีวภาพร่วมกับวิธีทางกล (MBT)

ที่มา: รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิเคราะห์คุณสมบัติ ของขยะหลังการบำบัดโดยวิธี MBT ของเทศบาลนครพิษณุโลก, 2549.

ตาราง 11 องค์ประกอบของขยะแต่ละขนาด โดยวิธีการทางชีวภาพร่วมกับวิธีทางกล (MBT)

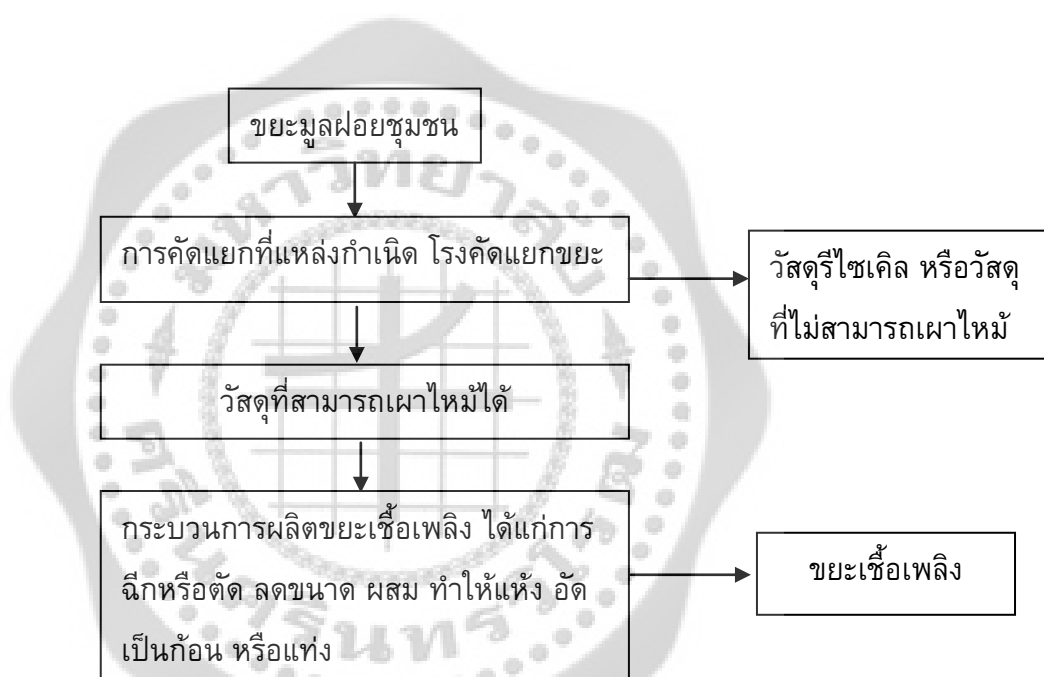
ชื่อกระบวนการ	ภาพประกอบ
	
MBT 9 เดือน ขนาดน้อยกว่า 10 มม	MBT 9 เดือน ขนาดน้อยกว่า 10 มม
	
MBT 9 เดือน ขนาดน้อยกว่า 10-40 มม	MBT 9 เดือน ขนาดน้อยกว่า 10-40 มม

ตาราง 11 (ต่อ)

ชื่อกระบวนการ	ภาพประกอบ
 MBT 9 เดือน ขนาดมากกว่า 40 มม	 MBT 9 เดือน ขนาดมากกว่า 40 มม
แยกองค์ประกอบของขยะขนาดใหญ่ (>40 มม.) โดยแยกองค์ประกอบของขยะ MBT 5 เดือน (ทน.พิษณุโลก)	
แยกองค์ประกอบของขยะขนาดกลาง(10-40 มม.) 5 เดือน โดยแยกองค์ประกอบของขยะ MBT 5 เดือน (ทน.พิษณุโลก)	

2. การใช้เครื่องจักรกล (Mechanical Treatment)

การผลิตเชื้อเพลิงขยะ ด้วยวิธีการใช้เครื่องจักรกล เช่น เครื่องลดขนาดขยะรวม เครื่องลดขนาดขยะพลาสติก เครื่องผสมขยะรวม เครื่องอัดแน่นขยะ หลักการทำงาน คือเมื่อมีการจัดเก็บขยะตามครัวเรือนซึ่งขยะมีหลากหลายประเภท ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการคัดแยกขยะ ส่วนที่สามารถเผาไหม้ได้ ส่วนที่เป็นขยะรีไซเคิล และส่วนที่เป็นขยะอินทรีย์ ออกจากกัน โดยขยะที่สามารถเผาไหม้ได้จะนำมาเข้าสู่กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะ โดยวิธีทางกลนี้จะเริ่มจาก 1) รับขยะจากลานรับขยะ 2) นำขยะเข้าสู่เครื่องลดขนาด 3) นำเข้าสู่ขบวนการผสมขยะรวมในเครื่องผสม 4) นำเข้าสู่ขบวนการอัดแน่นขยะ (Densifier) ก่อนนำไปขาย หรือจัดเก็บไว้เพื่อรอจำหน่าย หรือปรับปรุงคุณภาพต่อไป



ภาพประกอบ 7 แผนผังวิธีการใช้เครื่องจักรกลในการผลิตขยะเชื้อเพลิง

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, 2551.

ตาราง 12 กระบวนการทำงานของโครงการแปรรูปขยะชุมชนเป็นพลังงาน โดยกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะ ใช้เครื่องจักรกล

ขั้นตอน	ชื่อกระบวนการ	ภาพประกอบ
1	เก็บขนขยะตามบ้านเรือน : รถ 6 ล้อสามารถบรรจุได้ 3 ตัน และ รถ 4 ล้อสามารถบรรจุได้ 1.5 ตัน	
2	การคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิด : ขวดแก้ว ขวดพลาสติก และ ขยะรีไซเคิล อื่น ๆ เป็นต้น	
3	การคัดแยกด้วยคน และสายพานในการคัดแยกขยะที่สามารถเผาไหม้ได้ ออกจากขยะอินทรีย์	
4	การผลิตขยะเชื้อเพลิง การสับบดขยะพลาสติก	

ตาราง 12 (ต่อ)

ขั้นตอน	ชื่อกระบวนการ	ภาพประกอบ
5	เครื่องตัดกิ่งไม้ เปลือกและ เมล็ดผลไม้	
6	เครื่องผสมขยะที่สามารถเผา ไหม้ได้	
7	เครื่องอัดแน่นขยะเชื้อเพลิง	

ตาราง 12 (ต่อ)

ขั้นตอน	ชื่อกระบวนการ	ภาพประกอบ
8	เชื้อเพลิงขยะ (RDF: 5)	 

3. การบำบัดขยะแบบชีวมวลเชิงกล (Biological Mechanical Treatment)

การบำบัดขยะแบบชีวมวลเชิงกล นั้นจะใช้กระบวนการย่อยสลายแบบชีวภาพ และกระบวนการคัดแยกด้วยวิธีทางกลร่วมกัน หลักการทำงานคือ คัดแยกวัสดุรีไซเคิลออกจากขยะรวมที่เหลือจะนำเข้าสู่กระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งใช้ระยะเวลาในการหมัก 7-10 วัน (ขึ้นอยู่กับความชื้น) ส่วนการทำให้ขยะแห้งด้วยความร้อนที่เกิดจากการหมักแบบใช้อากาศ (Blower) จากนั้นจึงคัดแยกด้วยเครื่องจักรกลในการคัดแยกขนาดขยะ โดยขนาดเล็กกว่า 20 มม. จะได้สารปรับปรุงคุณภาพดิน ส่วนขนาด 20-60 มม. มีคุณสมบัติเป็นขยะเชื้อเพลิง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ

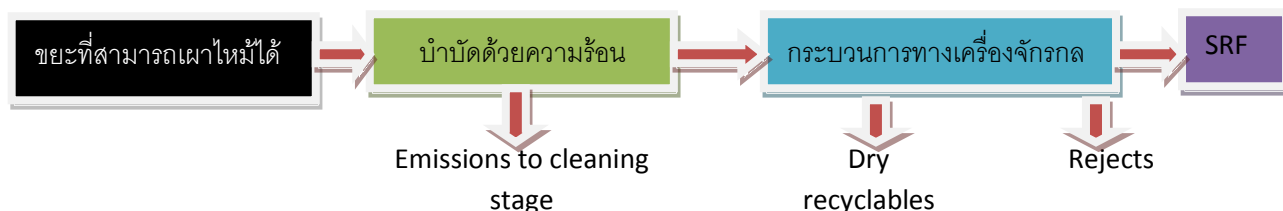


ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการบำบัดขยะแบบชีวมวลเชิงกล (Biological Mechanical Treatment)

ที่มา: วิชชากร, 2555.

4. การบำบัดขยะเชิงกลความร้อน (Mechanical Heat Treatment)

เป็นเทคโนโลยีการบำบัดขยะโดยใช้ความร้อนจากลมร้อน ก๊าซร้อน หรือใช้ไอน้ำในการเป็นตัวกลางให้ความร้อนเพื่ออบขยะให้แห้ง ซึ่งจะทำให้น้ำหนักลดลงเกือบ 50% จากนั้นก็นำเข้าเครื่องคัดแยกขยะ เครื่องบด เครื่องอัดเม็ดขยะเชื้อเพลิง สุดท้ายจะได้เป็นขยะเชื้อเพลิง

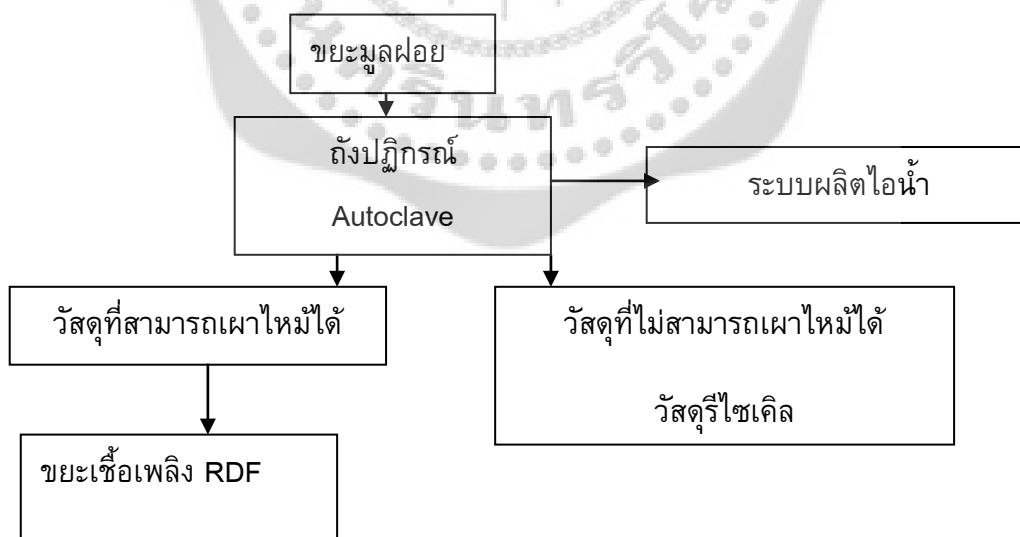


ภาพประกอบ 9 แผนผังขั้นตอนการบำบัดขยะเชิงกลความร้อน (Mechanical Heat Treatment)

ที่มา: สมรัฐ, 2549.

5. กระบวนการบำบัดขยะโดยใช้ไอน้ำ (Steam Treatment/ Autoclave)

เป็นเทคโนโลยีอีกแบบหนึ่งในการผลิตขยะเชื้อเพลิง คือการแทนที่ระบบคัดแยกขยะมูลฝอยทางกลด้วยไอน้ำ โดยการใช้ไอน้ำอุณหภูมิและความดันสูงพ่นเข้าไปอบขยะ แต่ระบบนี้ไอน้ำจะสัมผัสกับขยะโดยตรง ซึ่งจะสามารถทำลายเชื้อโรคได้ ภายใต้เวลาและสภาวะที่เหมาะสมจะทำให้โลหะ อโลหะ พลาสติก และสารอินทรีย์แยกตัวออกจากกันหลังจากนำไปผ่านกระบวนการคัดขนาด สุดท้ายจะได้ขยะเชื้อเพลิง และวัสดุรีไซเคิล



ภาพประกอบ 10 แผนผังกระบวนการบำบัดขยะโดยใช้ไอน้ำ (Steam Treatment)

ที่มา: กระทรวงพลังงาน, 2551.

ตาราง 13 เปรียบเทียบเทคโนโลยีในการผลิต RDF

	Autoclave	Hot Air Dryer	BMT
การลงทุน	เหมือนกัน	เหมือนกัน	เหมือนกัน
พื้นที่	1	1	1.5-2
เวลาที่ใช้ในการบำบัด	3 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	7-10 วัน
ค่าบริหารจัดการ	สูง	สูง	ต่ำ
การซ่อมบำรุง	ปานกลาง	ปานกลาง	น้อย
ความชำนาญ	ปานกลาง	ปานกลาง	น้อย
ผลงานอ้างอิง	น้อย	น้อย	มากมาย
RDF Yield	Good- Moderate	Good- Moderate	Moderate

ที่มา: สมรัฐ, 2549.

4.4 การใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงขยะ

การใช้ RDF เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อน (ทิพย์มาศ, 2551) โดยที่อาจจะมีการใช้ RDF เป็นเชื้อเพลิงภายในที่เดียวกัน หรือมีการขนส่งในกรณีที่ตั้งของโรงงานไม่ได้อยู่ที่เดียวกัน ทางเลือกอีกทางเลือกหนึ่งก็คือ นำไป เผาพร้อมกับถ่านหิน เพื่อลดปริมาณการใช้ถ่านหินลง อุตสาหกรรมบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมซีเมนต์ ได้มีการนำ RDF ไปใช้ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ ทำให้ลดการใช้ถ่านหินลงไปได้

วิธีการใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงขยะในรูปของพลังงาน มีดังต่อไปนี้

- 1) ใช้ในสถานที่แปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิงขยะที่อยู่ในเขตพื้นที่เดียวกัน โดยร่วมกับอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนเป็นพลังงาน เช่นเตาเผาแบบตะกั่ว หรือเตาเผาแบบ ฟลูอิดไดซ์เบด หรือแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) หรือไพโรไลซิส(Pyrolysis)
- 2) ใช้ในสถานที่อื่นที่ต้องมีการขนส่ง โดยมีอุปกรณ์การที่ใช้เปลี่ยนเป็นพลังงาน เช่น เตาเผาแบบตะกั่ว หรือเตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบด หรือแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) หรือไพโรไลซิส(Pyrolysis)
- 3) เผาไหม้ร่วมกับเชื้อเพลิงอื่น เช่น ถ่านหิน หรือชีวมวล
- 4) เผาไหม้ในเตาผลิตซีเมนต์
- 5) ใช้ร่วมกับถ่านหินหรือชีวมวลในกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification)

5 ก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพ (Biogas) เป็นก๊าซที่เกิดจากอินทรีย์วัตถุหรือมูลสัตว์ต่าง ๆ (ธงชัย. 2553.) ถูกย่อยสลายโดยเชื้อ จุลินทรีย์ในสภาวะที่ไม่มีอากาศหรือปราศจากออกซิเจน ทำให้เกิดก๊าซชนิดต่าง ๆ ขึ้น เช่น ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่น ๆ อีกเล็กน้อย

ประเทศไทยได้มีการนำเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพมาใช้ผลิตพลังงานเป็นเวลานานกว่า 15 ปี ซึ่งในสภาวะปัจจุบันที่ราคาน้ำมันผันผวน ทำให้ความต้องการพลังงานทดแทนราคาถูกมีมากขึ้น ตั้งแต่ปี 2548 ธุรกิจพลังงานทดแทนและการผลิตก๊าซชีวภาพได้เติบโตขึ้นอย่างมาก โดยจะเห็นได้จากการประยุกต์ใช้การชีวภาพในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมการผลิตแป้งมัน อุตสาหกรรมการผลิต กระดาษ อุตสาหกรรมการผลิตอาหาร ฟาร์มปศุสัตว์ รวมถึงระบบบำบัดขยะอินทรีย์ เป็นต้น ซึ่งนอกจากประโยชน์ที่ได้จากก๊าซชีวภาพในรูปของพลังงานทดแทน การประยุกต์ใช้ระบบก๊าซชีวภาพยังมีผลดีด้านอื่น ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. ป้อนอินทรีย์จากตะกอนที่ผ่านการหมักย่อยและตากแห้งแล้ว
2. สามารถลดพลังงานลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ
3. ลดปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นและแมลงวัน
4. ลดปริมาณขยะอินทรีย์ที่จะก่อให้เกิดก๊าซมีเทน
5. ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งประเทศไทยมีแนวโน้มในการปล่อยสูงขึ้น

5.1 รูปแบบของการใช้ก๊าซชีวภาพ ในประเทศไทยอาจแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

1) การใช้ในรูปแบบของพลังงานความร้อนโดยตรง เป็นการนำก๊าซชีวภาพแบบง่ายที่สุดและไม่มีความสลับซับซ้อนในการใช้งาน กล่าวคือสามารถ เปลี่ยนหัวเผาเดิมซึ่งปกติอาจใช้น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ หรือก๊าซหุงต้มในการเผาไหม้ ให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงได้ทันที

2) การใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน เป็นการปรับปรุงเครื่องจักรจากเดิมซึ่งปกติจะใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงมาเป็นการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงสามารถทำได้กับเครื่องจักรหลายประเภท ทั้งเครื่องยนต์ดีเซลและเบนซิน

3) การใช้ระบบพลังงานร่วม เป็นการนำพลังงานชนิดหนึ่งให้สามารถผลิตหรือเปลี่ยนให้กลายเป็นพลังงานชนิดอื่น ๆ ได้มากกว่าสองชนิด เพื่อเป็นการใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่า โดยส่วนมากนิยมที่จะใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อนร่วมกัน

5.2 ขั้นตอนกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 Hydrolysis ขั้นตอนนี้สารอินทรีย์ยังอยู่ในรูปโมเลกุลใหญ่ ไม่สามารถจะย่อยสลายได้ทันที จำเป็นที่จะต้องมีการทำให้เกิดการแตกตัวเป็นโมเลกุลเล็กเสียก่อน โดยมีแบคทีเรียกลุ่มแรกปล่อยเอนไซม์มาช่วยเร่งการแตกตัวของโมเลกุลแบคทีเรียกลุ่มนี้จะได้รับสารอาหารบางชนิดจากสารอินทรีย์ผ่านการดูดซึมเข้าสู่เซลล์ได้โดยตรง

ขั้นตอนที่ 2 Acidogenesis แบคทีเรียอีกกลุ่มจะทำการย่อยสลายโมเลกุลที่แตกตัวแล้วจากขั้นตอนแรกให้เป็นกรดอินทรีย์ (Organic Acid) ได้แก่ Acetic Acid, น้ำ, คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น แบคทีเรียกลุ่มนี้เรียกว่า Acid Forming Bacteria เป็นแบคทีเรียที่อยู่ได้ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนหรือไม่ใช้ออกซิเจน

ขั้นตอนที่ 3 Methanogenesis ในขั้นตอนนี้แบคทีเรียอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งเรียกว่า Methanogens หรือ Methane Forming Bacteria จะทำการเปลี่ยน Acetic Acid และไฮโดรเจน เป็นก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แบคทีเรียพวกนี้เป็นชนิดที่ต้องอยู่ในสภาพที่ไร้ออกซิเจนจริง ๆ (Obligate Anaerobic Bacteria) ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของ Acetic Acid จากปฏิกิริยา

จะเห็นว่ากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจะต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของแบคทีเรียหลาย ๆ กลุ่มดังที่กล่าวมาแล้ว

5.3 องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยก๊าซหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) 50-70% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 30-50% ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซอื่น ๆ เช่น แอมโมเนีย (NH_3) และไอน้ำ เป็นต้น ก๊าซชีวภาพมีค่าความร้อนประมาณ 21 เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตรที่ สัดส่วนของก๊าซมีเทน 60%

ตาราง 14 องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ

องค์ประกอบ	ร้อยละโดยปริมาตรแห้ง
มีเทน	60-65
คาร์บอนไดออกไซด์	30-38
ไนโตรเจน	2-5
ออกซิเจน	2-5
ซัลไฟด์, ไฮโดรซัลไฟด์, เมอร์แคปเทน, อื่น ๆ	0-1.0
แอมโมเนีย	0.1-1.0
ไฮโดรเจน	0-0.2
คาร์บอนมอนอกไซด์	0-0.2
ก๊าซอื่น ๆ	0.01-0.6
อุณหภูมิ °F	100-120
ความถ่วงจำเพาะ	1.02-1.06
ความชื้น	Saturated
ค่าความร้อนสูง, บีทียู/ลบ.ม.	400-555

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2554.

5.4 คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพมีส่วนประกอบหลักเป็นก๊าซมีเทน จึงทำให้มีคุณสมบัติในการลุกติดไฟได้ โดยก๊าซมีเทนจะมีน้ำหนักเบากว่าอากาศ เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวได้ยาก คุณสมบัติพื้นฐานประกอบด้วย

- 1) ค่าความร้อน ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงจะกำหนดโดยปริมาณความร้อนที่ถูกปล่อยออกมาโดยการเผาไหม้เชื้อเพลิงปริมาตร 1 ม³ อย่างสมบูรณ์ ค่าความร้อนที่นิยมทำการวัดมี 2

รูปแบบ คือ Low Heating Value หรือ Net Heating Value และ Higher Heating Value หรือ Gross Heating Value ความแตกต่างระหว่างค่าความร้อนทั้งสองแบบขึ้นอยู่กับรูปแบบการคำนวณพลังงานความร้อนของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้ เพราะในกระบวนการเผาไหม้จะมีน้ำเกิดขึ้น โดยอยู่ในสถานะเป็นไอน้ำ ในการวัดความร้อน ถ้ารวมพลังงานความร้อนที่ปล่อยออกมาเนื่องจากการควบแน่นของไอน้ำเป็นของเหลวจะเรียกค่าความร้อนนี้ว่า Gross Heating Value ในการกลับกัน ถ้าไม่รวมพลังงานความร้อนในส่วนนี้จะเรียกว่า Net Heating Value

ตาราง 15 ค่าความร้อนของก๊าซชนิดต่าง ๆ (กิโลแคลอรี/ลูกบาศก์เมตร)

ก๊าซ	Gross Heating Value	Net Heating Value
บิวเทน	28,700	26,500
*ก๊าซชีวภาพ	6,140	5,520
ไฮโดรเจน	2,890	2,450
มีเทน	9,000	8,100
ก๊าซธรรมชาติ	8,450-10,230	7,560-9,200
โพรเพน	22,900	21,050

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทน, 2551.

เมื่อนำค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากก๊าซชีวภาพที่มีสัดส่วนของก๊าซมีเทนเท่ากับ ร้อยละ 60 จำนวน 1 ลบ.ม. มาเปรียบเทียบกับพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ จะมีค่าเทียบเท่ากับ

ก๊าซหุงต้ม (LPG)	0.46	กิโลกรัม
น้ำมันเบนซิน	0.67	ลิตร
น้ำมันดีเซล	0.60	ลิตร
น้ำมันเตา	0.55	ลิตร
ฟืนไม้	1.50	กิโลกรัม
ไฟฟ้า	1.20	กิโลวัตต์-ชั่วโมง

5.5 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพหรือระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนถูกนำมาใช้ในการกำจัดตะกอนส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน (สถาบันวิจัยและพัฒนา พลังงาน, 2550) ทั้งนี้เพื่อลดปริมาตรและทำให้ตะกอนคงสภาพดีขึ้นในประเทศเมืองหนาวจะนำก๊าซชีวภาพที่ได้ไปเผา ความร้อนที่ได้จะนำไปใช้อุ่นน้ำเสียให้ คงที่ ประมาณ 37 องศาเซลเซียส ระบบผลิตก๊าซหรือบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีรูปหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้ในประเทศไทยมี 5 แบบ

- ระบบหมักแบบตัวกลางกรอง (Anaerobic Filter, AF)
- ระบบหมักแบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB)
- ระบบหมักแบบซีเอสทีอาร์ (Completely Stirred Tank Reactor, CSTR)
- ระบบหมักแบบเอบีอาร์ (Anaerobic Baffled Reactor, ABR)
- ระบบหมักแบบเอ็มซีแอล (Modified Covered Lagoon, MCL)

ตาราง 16 การเปรียบเทียบจุดเด่นจุดด้อยของระบบผลิตก๊าซชีวภาพทั้ง 5 แบบ

ลำดับ	ชนิดระบบ	จุดเด่น	จุดด้อย
1	บ่อปิดแบบไม่ใช้อากาศ	-ควบคุมดูแลได้ง่าย ค่าใช้จ่ายต่ำ -ค่าก่อสร้างระบบ(ไม่รวมที่ดิน) ต่ำ -รับน้ำเสียที่เกิดขึ้นไม่ สม่ำเสมอได้ -ก่อสร้างง่าย	-รับ(Organic Loading Rate), OLR ได้ต่ำ -การกวนผสมไม่ดี ประสิทธิภาพต่ำ -ต้องการพื้นที่มาก -มักพบการสะสมของตะกอนแข็งทำให้ต้องขุดลอกบ่อยๆ -การนำก๊าซไปใช้งานค่อนข้างยาก -มีปัญหา Soil Contaminate
2	ถังกวนสมบูรณ์แบบไร้อากาศ (CSTR)	-รับน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยสูง -ประสิทธิภาพการย่อยสลายสูง เนื่องจากการกวนผสมดี -รับน้ำเสียที่มีองค์ประกอบของสารพิษได้ดี	-ต้องการพลังงานในการกวนผสม -ความเข้มข้นของน้ำเสียขาออกสูง -มีการสูญเสียจุลินทรีย์ในปริมาณสูง

ตาราง 16 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดระบบ	จุดเด่น	จุดด้อย
3	ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) และ ระบบแบบตรึงฟิล์ม (Anaerobic Fixed Film)	- รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ได้สูง - มีเสถียรภาพและประสิทธิภาพสูง - sludge retention time (SRT) สูง - ต้นทุนเดินระบบต่ำ เนื่องจากไม่ ต้องการการกวนผสม ค่าใช้จ่ายด้าน พลังงานจึงต่ำ	- ต้นทุนระบบเพิ่มขึ้นจากค่า ตัวกลาง - กรณีถังกรองไร้อากาศแบบ เรียงตัวกลางไม่เป็นระบบ มัก อุดตันได้ง่าย - ถังกรองไร้อากาศพบการไหล ลัดวงจรและการกระจายตัวของ น้ำเสียไม่ดี
4	ระบบยูเอสบี (UASB)	- รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ได้สูง - ไม่มีปัญหาการอุดตัน (Clogging)	- น้ำเสียต้องมีสารแขวนลอยต่ำ - อัตราการสูญเสียจุลินทรีย์ (Washout) จากระบบสูง - การสร้างเม็ดตะกอนทำได้ยาก - ต้องการระบบป้อนน้ำเสียและ GSS ที่ประสิทธิภาพสูง - ควบคุมดูแลยาก
5	ระบบแผ่นกั้นแบบไร้อากาศ (Anaerobic Baffled Reactor)	- Contact time นาน - สารอาหารแต่ละห้องต่างกันทำให้ เหมาะสมกับการทำงานของเชื้อแบคทีเรีย ละกลุ่ม	- รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ได้ ต่ำ - พบปัญหาการสะสมของ ตะกอนแข็งในระบบ

ที่มา: สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2550).

ตาราง 17 ระยะเวลาการหมัก

อุณหภูมิ	ระยะเวลาดำสุด (วัน)	ระยะเวลาส่งสุด (วัน)
20	11	28
25	8	20
30	6	14
35	4	10
40	4	10

ที่มา: ธงชัย, 2553.

5.6 ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ (กระทรวงพลังงาน, 2551)

การย่อยสลายสารอินทรีย์ และการผลิตแก๊สชีวภาพมีปัจจัยต่าง ๆ เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 1) อัตราการรับภาระสารอินทรีย์ (Organic Loading Rate ; OLR)
- 2) อุณหภูมิ (Temperature) การย่อยสลายอินทรีย์และการผลิตแก๊สชีวภาพในสภาพปราศจาก ออกซิเจน สามารถเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิที่กว้างมากตั้งแต่ 4-60 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของกลุ่ม จุลินทรีย์นอกจากนี้ยังเป็นตัวช่วยเร่งให้เกิดแก๊สชีวภาพเร็ว วขึ้นถ้าอุณหภูมิต่ำ จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตช้า หรือหยุดการเจริญเติบโตทำให้เกิดแก๊สน้อยหรือไม่เกิด แก๊สเลยดังนั้นบ่อแก๊สที่ดีจะต้องมีแสงแดดส่องถึง
- 3) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเป็นกรด-ด่างมีความสำคัญต่อการหมักมากช่วง pH ที่เหมาะสม อยู่ในระดับ 6.6-7.5 ถ้า pH ต่ำเกินไปจะเป็นอันตรายต่อแบคทีเรียที่สร้างแก๊สมีเทน
- 4) อัลคาลินิตี (Alkalinity) ค่าอัลคาลินิตี หมายถึง ความสามารถในการรักษาระดับความเป็นกรด-ด่างค่าอัลคาลินิตีที่เหมาะสมต่อการหมักมีค่าประมาณ 1,000 - 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3)
- 5) ระยะเวลาการกักเก็บน้ำเสีย (Hydraulic Retention Time ; HRT)
- 6) สารอาหาร (Nutrients) สารอินทรีย์ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ มีรายงานการศึกษาพบว่า มีสารอาหารในสัด ส่วน C : N และ C : P ในอัตรา 25 : 1 และ 20 : 1 ตามลำดับ
- 7) กรดอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Fatty Acid ; VFA)

8) สารยับยั้งและสารพิษ (Inhibiting and Toxic Materials) เช่น กรดไขมันระเหยได้ ไฮโดรเจน หรือ แอมโมเนีย สามารถทำให้ขบวนการย่อยสลายในสภาพไร้ออกซิเจนหยุดชะงักได้

9) สารอินทรีย์และลักษณะของสารอินทรีย์ สำหรับขบวนการย่อยสลาย ซึ่งมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง

10) ชนิดของบ่อหมักแก๊สชีวภาพ

6 การวิเคราะห์โครงการ และการตัดสินใจเพื่อการลงทุน

6.1 การวิเคราะห์โครงการ

การจัดทำโครงการต่าง ๆ จำเป็นจะต้องมีการลงทุนหรือมีการใช้เงินเพื่อจัดหาซึ่งสินทรัพย์ของโครงการ ปัจจัยที่ต้องใช้ในการผลิต และค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ (รัชพล และคณะ, 2552.) ดังนั้นการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการจึงต้องมีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน (Financial Analysis) ประเด็นที่จะต้องวิเคราะห์ก็คือ ผลตอบแทนในการลงทุนของโครงการนั้นจะคุ้มค่าหรือไม่

6.2 การตัดสินใจเพื่อการลงทุน

การวิเคราะห์โครงการทางเศรษฐกิจจะเน้นถึงผลตอบแทนที่มีต่อเศรษฐกิจโดยรวม ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุถึงประสิทธิภาพในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดผลการวิเคราะห์จะอยู่ในรูปผลตอบแทนที่ได้ จะสูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าใช้จ่ายที่เสียไป หลักเกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบค่าของโครงการนี้แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 เกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุนแบบไม่ต้องปรับค่าของ เวลา เป็นเกณฑ์การตัดสินใจแบบเก่าถ้าโครงการลงทุนไม่มาก และระยะเวลาของโครงการสั้น เช่น 1 ปี หรือต้องตรวจสอบอย่างคร่าว ๆ ก็สามารถใช้เกณฑ์การตัดสินใจแบบนี้ได้

ประเภทที่ 2 เกณฑ์การตัดสินใจแบบปรับค่าของเวลา โดยทั่วไปโครงการส่วนใหญ่ที่มีอายุมากกว่า 1 ปี ผลประโยชน์และต้นทุนของโครงการจะเกิดขึ้นในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ตลอดอายุของโครงการจึงยากที่จะนำมาเปรียบเทียบกันโดยตรงจะต้องมีการปรับค่าของเวลา การได้มาซึ่งผลประโยชน์ และต้นทุนที่จะต้องเสียไปให้เป็นมูลค่าในอนาคตโดยการคิดแบบทบต้น (Compounding) โดยการ คำนวณ หักส่วนลด (Discounting) จึงจะสามารถทำการวิเคราะห์ได้ว่าโครงการนั้นจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าหรือไม่ อัตราคิดลดที่เหมาะสมในการวิเคราะห์โครงการ ได้แก่ ค่าเสียโอกาสลงทุน

หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจแบบปรับค่าเวลาในการวิเคราะห์โดยทั่ว ๆ ไปที่ใช้กัน
อย่างแพร่หลายมี 3 อย่าง คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตรา
ผลตอบแทนภายในของโครงการ ซึ่งแต่ละอย่างมีหลักเกณฑ์การตัดสินใจดังนี้

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ จำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ
ตลอดเวลาของโครงการที่ได้ปรับค่าของเวลาแล้ว ซึ่งอาจมีค่าเป็นลบ เป็นบวก หรือเป็นศูนย์ก็ได้
ขึ้นอยู่กับขนาดของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวม (Present Value Benefit : PVB) หักออก
ด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม (Present Value Cost: PVC) ของโครงการนั้น

$$NPV = PVB - PVC$$

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

เมื่อ

PVB = ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์

PVC = ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน

B_t = ผลตอบแทนในปีที่ t

C_t = ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในปีที่ t

t = ปีของโครงการ

n = อายุของโครงการ

i = อัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม

เกณฑ์การตัดสินใจที่จะยอมรับโครงการคือ NPV มีค่ามากกว่าศูนย์ แสดงว่าจำนวน
ผลประโยชน์สุทธิมีค่าเป็นบวก จึงจะถือว่าโครงการ นั้นคุ้มค่าเหมาะสมที่จะลงทุนได้และแสดงถึงว่า
โครงการก่อให้เกิดผลตอบแทนมากกว่าอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ยอมรับได้ เพื่อการตัดสินใจลงทุน
ในโครงการ

ถ้า NPV มีค่าติดลบหมายความว่า มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนมีค่าน้อยกว่ามูลค่า
ปัจจุบันของต้นทุน นั่นคือ ผลตอบแทนน้อยเกินไปไม่คุ้มกับต้นทุน ก็ควรจะนำเงินไปฝากธนาคาร

ถ้าได้ดอกเบี้ยเท่ากับอัตราส่วนลด หรือไปลงทุนในโครงการอื่นที่ดีกว่า ถ้า NPV เท่ากับศูนย์ก็ถือว่าเป็นโครงการที่ไม่ควรลงทุน

2. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: BCR) คือ มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ตลอดอายุของโครงการหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมตลอดอายุของโครงการนั้น

$$BCR = \frac{PVB}{PVC}$$

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

เมื่อ

PVB = ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์

PVC = ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน

B_t = ผลตอบแทนในปีที่ t

C_t = ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในปีที่ t

t = ปีของโครงการ

n = อายุของโครงการ

i = อัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน มีคุณสมบัติเหมือน NPV อยู่หนึ่งข้อ คือ ค่าของ BCR จะแปรผกผันกับอัตราส่วนลดที่ใช้ เลือกใช้ ถ้าอัตราส่วนลดที่ต่ำลง ค่าของ BCR ก็สูงขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าเลือกใช้อัตราส่วนลดที่สูง ค่าของ BCR จะลดต่ำลงไปตามอัตราส่วน จึงสรุปได้ว่าการเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมภายใต้สิ่งแวดล้อมที่กำหนดให้มีความสำคัญอย่างมากต่อการตัดสินใจเลือกโครงการ โดยมีหลักเกณฑ์การตัดสินใจอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนมีข้อพิจารณา ดังนี้

BCR มากกว่า 1 หมายความว่า ยอมรับโครงการ หรือโครงการนั้นคุ้มค่า

BCR น้อยกว่า 1 หมายความว่า ปฏิเสธโครงการ

BCR เท่ากับ 1 หมายความว่า ไม่มีผลกระทบใด ๆ ไม่ว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธโครงการ

หลักเกณฑ์การตัดสินใจยอมรับโครงการของ BCR นั้นใกล้เคียงกับหลักเกณฑ์ NPV แต่ BCR เหมาะสำหรับกรณีที่ต้องตัดสินใจเลือกลงทุนในโครงการใดโครงการหนึ่ง นักวิเคราะห์โครงการจะต้องเลือกลงทุนในโครงการที่ให้ค่า BCR มากที่สุด และมากกว่าหนึ่ง ถ้า BCR มีค่าน้อยกว่าหนึ่ง หมายความว่า มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนมีค่า น้อยกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุน กล่าวคือ ผลตอบแทนน้อยเกินไป ไม่คุ้มกับต้นทุน ก็ควรนำเงินไปฝากธนาคาร ถ้าได้ดอกเบี้ยเท่ากับอัตราส่วนลด หลักเกณฑ์ BCR กับ NPV ควรพิจารณาควบคู่กันไปด้วย โดยเฉพาะในกรณีขนาดโครงการแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะโครงการขนาดใหญ่ให้มูลค่าผลประโยชน์สูงก็จริง แต่มักมีค่าใช้จ่ายสูงด้วยเช่นกัน ดังนั้น BCR จึงอาจมีค่ามากกว่าหนึ่ง เพียงเล็กน้อย ขนาดที่โครงการขนาดเล็กมีค่า BCR สูงโดยมีค่าใช้จ่ายต่ำ ดังนั้นการใช้เกณฑ์ BCR มาตัดสินใจเลือกลงทุนในโครงการขนาดเล็ก อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดได้

1. อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราส่วนลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์เท่ากับมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายหรืออัตรา ความสามารถของเงินทุนที่ทำให้ผลประโยชน์คุ้มกับค่าใช้จ่าย เมื่อคิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน หรือคิดอัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV เท่ากับ ศูนย์ อัตราผลตอบแทนภายใน ต่างจากอัตราผลตอบแทนภายนอก ซึ่งอัตราผลตอบแทนภายนอก ก็คือ ค่าเสียโอกาสของต้นทุน หรือต้นทุนหน่วยสุดท้ายของเงิน ซึ่งใช้เป็นอัตราส่วนลดในการคำนวณมูลค่าปัจจุบันนั่นเอง

IRR เป็นเครื่องมือที่ธนาคารโลกและสถาบันการเงินต่าง ๆ ใช้ในการวิเคราะห์โครงการทางการเงินและเศรษฐกิจ จึงนับว่ามีความสำคัญและมีบทบาทอย่างมากในการวิเคราะห์โครงการ ดังนั้นจึงเป็นการยาก ที่จะกำหนดอัตราส่วนลด ที่ทำให้ NPV เท่ากับ ศูนย์ พอดี วิธีการคำนวณ IRR โดยทั่วไปสามารถทำได้ 3 วิธี คือ วิธีกราฟ ใช้สูตร และใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์คำนวณ

สูตรการคำนวณหาค่า IRR เขียนได้ดังนี้

$$\text{IRR คือ } i \text{ ที่ทำให้} \quad \text{NPV} = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = 0$$

เมื่อ	B_t	= ผลตอบแทนในปีที่ t
	C_t	= ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในปีที่ t
	t	= ปีของโครงการ
	n	= อายุของโครงการ
	i	= อัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม

นอกจากนี้ยังสามารถหาค่า IRR ด้วยวิธี Interpolation (คณะกรรมการผลิตและบริหาร : ชุดวิชาเศรษฐศาสตร์การจัดการ.) นอกจากจะใช้วิธี Trial and Error แล้ว ยังสามารถหาค่า IRR โดยวิธี Interpolation นี้สามารถคำนวณจากสูตร วิธีนี้เป็นวิธีลัดที่ช่วยให้วิธีการคำนวณ IRR เป็นไปได้เร็วขึ้น โดยกำหนดค่า i ให้อยู่ในระดับสูงที่จะทำให้ค่า NPV มีค่าเป็นลบขึ้นก่อน แล้วกำหนดค่า i อีกค่าหนึ่งต่ำ ซึ่งจะทำให้ NPV เป็นบวกแล้วนำมาเข้าสูตร

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

โดยที่

PN(Positive Value)= NPV(+) ที่อัตราคิดลดค่าต่ำกว่าของ i_1

NV(Negative Value)=NPV(-) ที่อัตราคิดลดค่าสูงกว่า i_2

ค่าของ PV และ NV เป็นค่าที่ไม่คิดเครื่องหมาย (Absolute Value) ค่า i_1 และ i_2 ไม่ควรต่างกันมากกว่า 1-2 เปอร์เซ็นต์ ถ้าแตกต่างกันมากกว่านี้ค่า IRR ที่ได้จะขาดความถูกต้อง เพราะอัตราลดและ NPV ไม่สัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง

หลักเกณฑ์การตัดสินใจสำหรับอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) ต่างจากอัตราผลตอบแทนภายนอก (External Rate of Return หรือ ERR) อัตราผลตอบแทนภายนอกก็คือ ค่าเสียโอกาสของต้นทุน (Opportunity Cost of Capital) ซึ่งอาจเป็นอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของสถาบันการเงินอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่หน่วยธุรกิจยอมรับได้ หรืออัตราผลตอบแทนจากการลงทุนระยะยาวตามที่กฎหมายกำหนด

อัตราผลตอบแทนภายในโครงการอาจจะสูงกว่าหรือต่ำกว่าอัตราผลตอบแทนภายนอกก็ได้ ถ้าค่า IRR สูงกว่า ERR ก็เป็นโครงการที่นำลงทุน ถ้าค่า IRR ต่ำกว่า ERR ก็ไม่คุ้มทุน ดังนั้นหลักเกณฑ์การตัดสินใจสำหรับ IRR มีดังนี้

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่ามากกว่าอัตราผลตอบแทนภายนอก หรือ IRR มากกว่า อัตราดอกเบี้ย หมายความว่า คำนวณค่าแก่การลงทุนและยอมรับโครงการ

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าน้อยกว่าอัตราผลตอบแทนภายนอก หรือ IRR น้อยกว่า อัตราดอกเบี้ย หมายความว่า ไม่คำนวณค่าแก่การลงทุนและปฏิเสธโครงการ

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าเท่ากับอัตราผลตอบแทนภายนอก หรือ IRR เท่ากับ อัตราดอกเบี้ย หมายความว่า เสมอตัว

หลักเกณฑ์อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมาใช้เป็นเครื่องมือการตัดสินใจเลือกโครงการ มีข้อพิจารณาดังนี้

1. การใช้หลักเกณฑ์ IRR ประเมินโครงการอิสระ โครงการอิสระเป็นโครงการที่นักวิเคราะห์โครงการแยกพิจารณาแต่ละโครงการให้เป็นอิสระต่อกัน การยอมรับหรือไม่ยอมรับโครงการหนึ่งไม่มีผลต่อการตัดสินใจของอีกโครงการหนึ่ง กล่าวคือ ผู้ลงทุนสามารถลงทุนได้ทุกโครงการ ถ้ามีเงินลงทุนเพียงพอและผลประโยชน์ที่ได้จากการลงทุนในโครงการคำนวณค่ากับเงินลงทุนโดยทั่วไปหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกโครงการอิสระมีดังนี้

- กรณีโครงการอิสระและเงินลงทุนไม่จำกัด พิจารณาเลือก
 - IRR มากกว่า อัตราดอกเบี้ย
 - NPV มากกว่า ศูนย์
 - BCR มากกว่า หนึ่ง

โครงการประเภทนี้จะไม่มีปัญหาต่อผู้ตัดสินใจเนื่องจากผู้ลงทุนมีเงินทุนไม่จำกัด ดังนั้น พิจารณาเพียงแต่ความคุ้มค่าของโครงการเมื่อคำนึงถึงเงินทุนที่ลงทุนไปเท่านั้น และสามารถเลือกลงทุนได้หลายๆ โครงการ

- กรณีโครงการอิสระแต่เงินทุนจำกัด พิจารณาเลือกจาก

NPV มากกว่า ศูนย์ และมีค่าสูงสุด

BCR มากกว่า หนึ่ง และภายในเงินที่มีอยู่

2. การใช้หลักเกณฑ์ IRR ประเมินโครงการเดียว โครงการเดียวเป็นโครงการที่นักวิเคราะห์โครงการไม่สามารถเลือกทำทุกโครงการ ทั้งนี้เพราะเลือกดำเนินการเพียง โครงการหนึ่งเท่านั้น หรืออาจจะเลือกปฏิเสธทุกโครงการก็ได้ ทั้งนี้เพราะโครงการเหล่านี้ทำหน้าที่ในลักษณะเดียวกันหรือเหมือนกัน โดยทั่วไปหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกโครงการเดียวมีดังนี้

- กรณีโครงการเดียวมีเงินทุนไม่จำกัด พิจารณาเลือกจาก

กรณีที่ 1 ถ้าใช้หลักเกณฑ์ IRR เลือก IRR มากกว่า อัตราดอกเบี้ย และมีค่าสูงสุด

กรณีที่ 2 ถ้าใช้หลักเกณฑ์ NPV เลือก NPV มากกว่า ศูนย์ และมีค่าสูงสุด

กรณีที่ 3 ถ้าใช้หลักเกณฑ์ BCR เลือก BCR มากกว่า หนึ่ง และมีค่าสูงสุด

- กรณีโครงการเดียวและเงินทุนจำกัด พิจารณาเลือกจากโครงการที่ เงินลงทุนที่ไม่เกินวงเงินที่มีอยู่ และใช้หลักการเดียวกัน คือ

กรณีที่ 1 ถ้าใช้หลักเกณฑ์ IRR เลือก IRR มากกว่า อัตราดอกเบี้ยและมีค่าสูงสุด

กรณีที่ 2 ถ้าใช้หลักเกณฑ์ NPV เลือก NPV มากกว่า ศูนย์ และมีค่าสูงสุด

กรณีที่ 3 ถ้าใช้หลักเกณฑ์ BCR เลือก BCR มากกว่า หนึ่ง และมีค่าสูงสุด

การหาค่า IRR สามารถแบ่งออกเป็น 2 อย่างดังนี้

1) FIRR (Financial Internal Rate of Return) ใช้สำหรับการวิเคราะห์โครงการทางการเงิน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเสียโอกาสของทุน หรืออัตราดอกเบี้ยของเงินกู้ยืมซึ่งถ้า FIRR มีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยของเงินกู้ยืม ถือได้ว่าโครงการนั้นคุ้มค่าต่อการลงทุนทางการเงิน

2) EIRR (Economic Internal Rate of Return) ใช้สำหรับการวิเคราะห์โครงการทางด้านเศรษฐกิจ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าเสียโอกาสของทรัพยากรที่นำมาใช้ในโครงการหรืออัตราดอกเบี้ยที่แท้จริงของสังคม ซึ่งถ้าค่า EIRR มีค่ามากกว่ามาตรฐาน ร้อยละ 9 ต่อปี ถือได้ว่าโครงการมีความเหมาะสมคุ้มค่าการลงทุน

ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการคำนวณ FIRR และ EIRR คือ

- ปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้จะต้องประเมินจากค่าทางเทคนิคที่มีหลักฐานอ้างอิงและมีค่าความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้
- ราคาของวัสดุ หรืออุปกรณ์อนุรักษ์พลังงานควรมาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ และสะท้อนความเป็นจริงให้มากที่สุด

- การกำหนดอายุของโครงการ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับอายุการใช้งาน (Service Life) ของเครื่องมือเครื่องจักร หรือวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ ดังนั้น การเลือกยี่ห้อ และ Supplier ก็อาจจะมีผลต่อการระบุ อายุการใช้งานของเครื่องมือ เครื่องจักร หรือวัสดุอุปกรณ์นั้น ๆ ได้

- ความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนส่งผลต่อต้นทุนของเครื่องมือ เครื่องจักรและวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องนำเข้าอย่างมาก ความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนทำให้ต้องติดตามราคาอย่างใกล้ชิด และส่งผลต่ออัตราเงินเฟ้อ และราคาพลังงาน ที่อาจจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเช่นกัน

- อัตราการปรับตัว เลขอัตราค่าพลังงานที่ประหยัดได้และค่าใช้จ่าย แปรผันอื่นๆ ตลอด จนการลงทุนซ้ำ จะต้องสะท้อนถึงการคาดการณ์ภาวะเศรษฐกิจที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา อัตราการปรับจึงต้องเปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์เศรษฐกิจ

- การคำนวณ EIRR จะไม่นำอัตราเงินเฟ้อมาคิด เนื่องจาก EIRR เป็นการวัดผลตอบแทนการลงทุนในโครงการ โดยใช้มูลค่าที่แท้จริง (หรือราคาคงที่ ณ ปีฐาน) ดังนั้น จึงไม่ปรับตัวเลขค่าใช้จ่ายหรืออัตราค่าพลังงานตามภาวะเงินเฟ้อ

อย่างไรก็ดี การประเมินโครงการ ลงทุนในมุมมองของเจ้าของโครงการ หรือผู้ประกอบการ จะมุ่งเน้นที่ ผลตอบแทนสุทธิ หลังจากหักภาษีเงินได้นิติบุคคล ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินดังกล่าวได้แก่ NPV, IRR จะใช้กับกระแสเงินสด หลังจากหักภาษีเงินได้นิติบุคคล ในขณะที่การประเมินโครงการลงทุนในมุมมองของกรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน โดยสำนักกำกับและ อนุรักษ์พลังงาน (สกอ.) ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐจะแตกต่างจากในมุมมองของเจ้าของโครงการเนื่องจาก สกอ. ต้องคำนึงถึงผลประโยชน์โดยรวมของระบบเศรษฐกิจที่เกิดจากการอนุรักษ์พลังงาน

โดยสำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน ได้ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า อัตราผลตอบแทนการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ (EIRR: Economic Internal Rate of Return) โดยโครงการลงทุนมีค่า EIRR เกินกว่าค่ามาตรฐาน ร้อยละ 9 ต่อปี ถือว่าเป็นโครงการที่ สกอ. สนับสนุนให้เกิดขึ้น ในขณะเดียวกัน สกอ. ก็ได้ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า อัตราผลตอบแทนการลงทุนทางการเงิน FIRR (Financial Internal Rate of Return) โดยกำหนดว่าโครงการลงทุนที่มีค่า FIRR เกินกว่า $MRR + 2$ จะถือว่าเป็นโครงการที่มีผลตอบแทนทางการเงินในตัวเองมากเพียงพอที่จะสามารถลงทุนได้

7 แนวคิดเกี่ยวกับผลตอบแทนและต้นทุนของโครงการ

7.1 ผลตอบแทนของโครงการ คือ ผลผลิตที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากการดำเนินโครงการ (ซัชพล และคณะ, 2552.) ผลผลิตทั้งหมดนี้จะรวมถึงส่วนอื่น ๆ เช่น ขี้เถ้าและขยะของแข็งที่แยก

ออกไปขาย ที่เพิ่มขึ้นด้วยผลตอบแทนของโครงการนั้นจะพิจารณาเฉพาะผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (Economic Benefit) ไม่ใช่ผลตอบแทนทางการเงิน (Financial Benefits) ผลตอบแทนของโครงการอาจจำแนกออกได้หลายประเภททั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจำแนก แต่ในที่นี้จะจำแนกผลตอบแทนของโครงการออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1) ผลตอบแทนทางตรงของโครงการ คือ ผลผลิตสุทธิที่เพิ่มขึ้นจาก การดำเนินโครงการ และมีส่วนเพิ่มอุปทานให้กับระบบเศรษฐกิจอีกด้วย โดยทั่วไป จะวัดจากสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การเพิ่มมูลค่าของผลผลิตจากโครงการ หมายถึง มูลค่าของผลผลิตรวมที่เพิ่มขึ้น และขอบเขตการวัดมิได้วัดเฉพาะมูลค่าของผลผลิตที่มีการซื้อขายเท่านั้น แต่รวมถึงมูลค่าของผลผลิตที่ผู้ผลิตเองอาจนำไปใช้หรือบริโภคเองด้วยการคิดมูลค่าเพิ่มผลผลิตของโครงการนั้น รวมถึงมูลค่าเพิ่มจากโครงการ ที่ผลผลิตมาจากความสามารถในการปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตให้ดีขึ้น สามารถเปลี่ยนแปลงเวลาและสถานที่การขายผลผลิตหรือการเปลี่ยนแปลงลักษณะหรือรูปแบบของผลผลิตจนทำให้ผู้ผลิตสามารถขายผลผลิตในราคาที่สูงขึ้นด้วย

1.2 ความสามารถในการลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนที่เกิดขึ้น นอกจากการลดค่าใช้จ่ายในการผลิตแล้ว การลดค่าใช้จ่ายในด้านอื่น ๆ ก็สามารถนำมาพิจารณาในฐานะผลตอบแทนของโครงการได้ เช่นการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งสำหรับโครงการตลาดเกษตรในท้องถิ่นที่ไม่ต้องนำผลผลิตไปขายที่อื่น หรือการลดความสูญเสียของผลผลิตที่เคยเกิดขึ้น

1.3 ผลตอบแทนอื่น ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นจากโครงการซึ่งมีผลต่อการนำมาพิจารณาในการวิเคราะห์โครงการนั้น เช่น โครงการด้านการขนส่ง ผลตอบแทนโดยตรงก็คือสามารถลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางสำหรับยานพาหนะ สิ้นเปลืองน้ำมันน้อยลง รวมทั้งการประหยัดเวลาในการเดินทาง ซึ่งถือว่าการเดินทางที่เสียเวลา มีต้นทุนเกิดขึ้นเสมอ

อย่างไรก็ตาม นอกจากจะมีผลตอบแทนหลาย ๆ อย่างจากโครงการด้านการขนส่งดังกล่าวแล้วในขณะเดียวกัน ก็มีต้นทุนเกิดขึ้นจากโครงการนี้ด้วย เช่น การเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งทำให้มีประชาชนบาดเจ็บ ตาย หรือรวมทั้งทำให้ทรัพย์สินทั้งของตนและบุคคลที่สามเสียหายด้วยก็ได้ ซึ่งสามารถตีค่าออกเป็นตัวเงิน

2) ผลตอบแทนทางอ้อมของโครงการ ที่เกิดขึ้นจากโครงการส่วนใหญ่เป็น ผลตอบแทนที่เกิดขึ้นกับสังคม หรือบุคคลที่อยู่ภายนอกโครงการนั้น ๆ แต่ถ้าเป็นโครงการสร้างเขื่อนเพื่อผลิตไฟฟ้าผลตอบแทนโดยตรงก็คือมูลค่าปริมาณไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็จะมีประชาชนนอกโครงการได้รับผลตอบแทนทางอ้อมด้านสังคมจากโครงการนี้ด้วย เช่น การที่ประชาชนสามารถ

ไปเที่ยวและสามารถไปพักผ่อนที่เขื่อนและได้รับความสุขใจ นับเป็นประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น แม้จะไม่สามารถตีค่าออกเป็นตัวเงินได้ก็ตาม

นอกจากนั้นผลของการดำเนินโครงการ อาจมีผลตอบแทนทางอ้อมจากการประหยัดภายนอก(Externalities) เกิดขึ้นได้ ดังตัวอย่างการสร้างเขื่อนเพื่อผลิตไฟฟ้าข้างต้น

3) ผลตอบแทนที่ไม่มีตัวตน (Intangible Benefit) หมายถึง ผลตอบแทนที่ไม่สามารถวัดได้ ทั้งนี้เพราะไม่สามารถหาอุปสงค์ผลตอบแทนประเภทนี้ได้

7.2 ต้นทุนของโครงการ หมายถึง มูลค่าของทรัพยากรต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการดำเนินโครงการเพื่อให้ ได้ผลประโยชน์ตอบแทนตามที่กำหนดไว้ เช่น ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ซึ่งอาจประกอบด้วย ที่ดิน และสิ่งก่อสร้าง ค่าอาคารสถานที่ ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ซึ่งประกอบด้วยค่าวัสดุ ค่าแรงงาน และค่าพลังงาน เป็นต้น ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายของโครงการอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1) ต้นทุนที่วัดได้ (Tangible Costs) คือต้นทุนที่สามารถตีค่าออกมาเป็นตัวเงินได้ว่า มีค่าน้อยเพียงใด ซึ่งได้แก่ ค่าที่ดิน ค่าเครื่องมือเครื่องจักร ค่าวัสดุ ค่าแรงงาน เป็นต้น ต้นทุนที่สามารถวัดได้นี้ แบ่งออกเป็นต้นทุนโดยตรงและโดยอ้อมดังนี้

1.1 ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายโดยตรง (Direct Costs) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ต้นทุนขั้นต้น (Primary Cost) ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายสำหรับใช้ทรัพยากรเพื่อการลงทุนและค่าใช้จ่ายเพื่อการดำเนินงานและการบำรุงรักษาโครงการ

1.1.1 ค่าใช้จ่ายเพื่อการลงทุน เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรเพื่อการสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกซึ่งเป็นพื้นฐานของการผลิต เช่น

- ค่าใช้จ่ายเพื่อซื้อที่ดินและสิ่งก่อสร้าง
- ค่าอาคารสถานที่ ค่าจัดทำสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ
- ค่าเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ
- ค่าที่ปรึกษาด้านวิชาการและการบริหาร
- ค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการ ได้แก่ ค่าการจัดการ

1.1.2 ค่าใช้จ่ายเพื่อการดำเนินงานและการบำรุงรักษา เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นขณะที่เริ่มดำเนินโครงการ เพื่อให้โครงการสามารถดำเนินไปได้ โดยปกติจะประกอบด้วย

- ค่าใช้จ่ายในการผลิต ซึ่งประกอบด้วยค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าพลังงาน ค่าเชื้อเพลิง ค่าบรรจุหีบห่อ ค่าบำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ

- ค่าใช้จ่ายในการบริหารและดำเนินงาน ซึ่งประกอบด้วยค่าจ้างผู้บริหาร ผู้อำนวยการ ผู้จัดการ พนักงานและเจ้าหน้าที่อื่น ๆ ค่าโฆษณาและประชาสัมพันธ์

- ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วย ค่าภาษี ค่าประกันภัย ค่าเสื่อมราคา

1.1.3 ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายโดยอ้อม (Indirect Costs) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ค่าใช้จ่ายขั้นรอง (Secondary Costs) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นภายนอกโครงการอันเนื่องจากการดำเนินโครงการซึ่งในทางเศรษฐศาสตร์ เรียกว่าเป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นภายนอก (Externalities) เช่นค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อ กำจัดมลพิษจะเป็นต้นทุนทางอ้อม ดังนั้นก่อนที่จะตัดสินใจดำเนินโครงการใดจำเป็นต้องศึกษา ผลกระทบ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตจากการดำเนินโครงการ และทางป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

1.1.4 ต้นทุนที่วัดไม่ได้ (Intangible Costs) คือ ต้นทุนที่ไม่สามารถตีค่าออกมาเป็นตัวเงินและเป็นผลเนื่องมาจากการดำเนินงานโครงการและทำให้เกิดผลกระทบต่อบุคคลอื่น หรือ บุคคลที่สามเช่นทำให้ประชาชนต้องเปลี่ยนไปประกอบอาชีพอื่นเนื่องจากไม่สามารถประกอบอาชีพเดิมได้ เพราะที่ดินถูกเวนคืนเป็นต้นในส่วนที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนนั้น ต้นทุนที่วัดได้ ต้นทุนที่วัดไม่ได้ จะเป็นส่วนสำคัญในการวิเคราะห์โครงการในทางเศรษฐกิจ เพราะนอกจากสามารถสะท้อนให้เห็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ ของทรัพย์สิน-ยากรที่นำมาใช้อย่างแท้จริงแล้วยังสะท้อนให้เห็นผลกระทบทางสังคมที่มีผลต่อบุคคลอื่นแต่การดำเนินโครงการยังอาจมีค่าใช้จ่ายทางเศรษฐกิจจะไม่ถือว่ารายจ่ายบางรายการนั้นเป็นต้นทุน โครงการ ทั้งนี้เพราะค่าใช้จ่ายเหล่านี้ไม่มีผลต่อการใช้ทรัพยากรของโครงการเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด แต่จะเข้าลักษณะเป็นการโอนหรือเปลี่ยนมือกัน ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายดังนี้

- ภาษี (Tax) เงินภาษีซึ่งโครงการจะต้องจ่ายให้กับรัฐไม่ว่าจะเป็นภาษีทางตรง เช่น ภาษีเงินได้นิติบุคคล หรือทางอ้อม เช่นภาษีมูลค่าเพิ่ม เป็นค่าใช้จ่ายทางการเงินที่เกิดขึ้น และมีการโอนไปสู่รัฐ มิได้สะท้อนถึงการใช้จ่ายทรัพยากร หรือต้นทุนทางเศรษฐกิจที่แท้จริง

- เงินชำระหนี้ (Debt Service) การที่โครงการต้องไปกู้เงินเพื่อนำมาใช้จ่ายในการลงทุน และต้องชำระหนี้คืนให้ กับเจ้าหนี้ ทั้งนี้เพราะการชำระหนี้มิได้สะท้อนถึงมูลค่าของการใช้ทรัพยากรแต่อย่างใดหากแต่เป็นการโอนเปลี่ยนมือในทางการเงิน

- ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)

- ต้นทุนจม (Sunk Costs) คือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นมาแล้วในอดีต

7.3 ต้นทุนการผลิต

ในทางเศรษฐศาสตร์ต้นทุนการผลิตแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) ต้นทุนคงที่ทั้งหมด (Total Fixed Cost หรือ TFC) หมายถึง ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการนำเอาปัจจัยคงที่มาใช้ในการผลิตสินค้าและบริการ ดังนั้นต้นทุนจะคงที่เสมอไม่ว่าผู้ผลิตจะมากหรือน้อยแค่ไหน หรือแม้ไม่ทำการผลิตก็ต้องมีค่าใช้จ่ายคงที่ที่เกิดขึ้น

2) ต้นทุนผันแปรทั้งหมด (Total Variable Cost หรือ TVC) หมายถึง ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้ปัจจัยผันแปร ดังนั้นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายประเภทนี้จะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการผลิต

สำหรับการวิจัยนี้ แบ่งต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ออกเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรดังนี้

- ต้นทุนคงที่ประกอบด้วย

- ต้นทุนในการลงทุน ได้แก่ ค่าที่ดิน เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต สิ่งก่อสร้าง และส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบความปลอดภัย เฟอร์นิเจอร์ เครื่องมือเครื่องใช้สำนักงาน ยานพาหนะ เป็นต้น
- ค่าเสื่อมราคาของสิ่งก่อสร้างและเครื่องจักรในการผลิต

- ต้นทุนผันแปร ประกอบด้วย

- เงินเดือน ค่าจ้างประจำ ค่าจ้างชั่วคราว และค่าตอบแทน
- วัสดุเคมีภัณฑ์ ค่าน้ำมันดิบ
- ค่าวัสดุดำเนินการ และค่าซ่อมบำรุง
- ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าน้ำมันหล่อลื่น
- ค่าวัสดุสำนักงาน
- ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค ค่ากระแสไฟฟ้า
- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการอื่น ๆ

7.4 การคิดค่าเสื่อมราคา

การคิดค่าเสื่อมราคา หมายถึง การปันส่วนมูลค่าที่เสื่อมสภาพของสินทรัพย์เป็นค่าใช้จ่ายอย่างเป็นระบบตลอดอายุโครงการของสินทรัพย์ โดยทั่วไปกิจการสามารถคิดค่าเสื่อมราคาได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้กันมี 4 วิธีดังนี้

- 1) วิธีคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight Line Method)
- 2) วิธีคิดค่าเสื่อมราคาแบบยอดลดลงทวีคูณ (Double Declining Balance Method: DDB)
- 3) วิธีคิดค่าเสื่อมราคาแบบผลรวมจำนวนปี (Sum of the Year Digits Method: SYD)
- 4) วิธีคิดค่าเสื่อมราคาแบบจำนวนผลิต (Unit of Output Method)

สำหรับในการศึกษานี้ กระบวนการผลิตใช้เครื่องจักรทำงาน มีระยะเวลาทำงานที่แน่นอน ทำให้เครื่องจักรมีการเสื่อมสภาพสม่ำเสมอ จึงใช้วิธีการคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง ซึ่งเป็นการคิดค่าเสื่อมราคาของสินทรัพย์ตามอายุการใช้งาน โดยประมาณของสินทรัพย์หรือจำนวนงวดที่ต้องปันส่วน วิธีนี้จะทำให้ได้ค่าใช้จ่ายที่ตัดบัญชี (ค่าเสื่อมราคา) ในแต่ละงวดมีจำนวนที่เท่ากันตลอดอายุการใช้งานของสินทรัพย์ วิธีคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง เป็นวิธีคิดค่าเสื่อมราคาอย่างง่ายและนิยมใช้มากถือว่ากิจการได้รับประโยชน์จากสินทรัพย์ที่ใช้งานเท่ากันทุกปี ดังนั้นค่าเสื่อมราคาในแต่ละปีจึงเท่ากัน สูตรในการคำนวณ เป็นดังนี้

$$\text{ค่าเสื่อมราคา} = \frac{\text{ราคาทุนของสินทรัพย์} - \text{ราคาซาก}}{\text{อายุการใช้งานของสินทรัพย์}}$$

อายุการใช้งานของสินทรัพย์

ในการคิดค่าเสื่อมราคานั้นจะใช้อัตรา

1. ค่าเสื่อมราคาของตัวอาคารและโรงงานผลิต คิดอัตรา 20% ต่อปี
2. รถยนต์และอุปกรณ์สำนักงาน คิดอัตรา 5% ต่อปี
3. ค่าบำรุงรักษาและค่าซ่อมแซม อาจประมาณอย่างคร่าว ๆ โดยคิดเป็นร้อยละของค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและซื้อเครื่องจักรในช่วง 5 ปี ปีแรกของโครงการควรเป็น 1-3 %

7.5 แนวคิดเกี่ยวกับความอ่อนไหว

การเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ต่าง ๆ ในอนาคต เช่น ต้นทุน ผลประโยชน์ อัตราดอกเบี้ย มีผลทำให้มีผลต่อการวิเคราะห์เปลี่ยนแปลงไปด้วยจึงต้องมีการวิเคราะห์ซ้ำ เมื่อข้อสมมติและเหตุการณ์ต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ จากเดิม เกิดการเปลี่ยนแปลงไป จะส่งผลอย่างไรต่อความเป็นไปได้ของโครงการ

7.6 หลักการเลือกอัตราคิดลด (Discount Rate)

การเลือกอัตราคิดลดจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือภาครัฐบาลใช้อัตราคิดลดของสังคม (Social Discount Rate) ภาคเอกชนใช้อัตราคิดลดภาคเอกชน (Private Discount Rate)

1) อัตราคิดลดของสังคม (Social Discount Rate) รัฐควรดำเนินการตัดสินใจเลือกใช้เพื่อให้เศรษฐกิจของประเทศมีความมั่นคงและเจริญก้าวหน้าควรคำนึงถึงเรื่องต่างๆดังนี้

1.1 ถ้าประชาชนให้ความสำคัญของการบริโภคมากและการออมน้อย ประชาชนกลุ่มนี้จะไม่ค่อยมีความทะเยอทะยานเกี่ยวกับสภาพความเป็นอยู่ในอนาคตโดยเฉพาะอย่างยิ่งประชาชนในประเทศที่กำลังพัฒนาดังนั้นระยะเวลาในการออมจึงยาวนานรัฐบาลต้องใช้ อัตราคิดลดที่ต่ำเพื่อปรับระดับการออมให้มีความสมดุล

1.2 พิจารณาถึงอุปนิสัยของประชาชนที่เกี่ยวกับการออมหากมีนิสัยชอบออมรัฐก็ควรกำหนดอัตราคิดลดที่ต่ำเพื่อให้มีการลงทุนที่เพียงพอและสมดุลกับการออม

1.3 ถ้ามีอุปนิสัยรักการออมเพื่อความสุขสบายของคนรุ่นหลังรัฐควรเลือกอัตราคิดลดที่ต่ำเพื่อให้มีการลงทุนในภาครัฐมากขึ้น

1.4 เมื่อคำนึงถึงการบริโภคในปัจจุบันการบริโภคของคนรุ่นหลังในอนาคตให้เท่าเทียมกันควรจะต้องคำนึงถึงอัตราการขยายตัวของจำนวนประชากรความขาดแคลนทรัพยากรในอนาคตและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีรัฐควรที่จะใช้อัตราคิดลดที่สูงเพื่อให้ประชาชนออมมากขึ้นเพื่อการลงทุนในอนาคต

เพื่อความกินดีอยู่ดีของคนในปัจจุบันและอนาคตคนในปัจจุบันจะอยู่ดีกินดีมาก น้อยแค่ไหนขึ้นกับความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจคนในปัจจุบันก็ควรบริโภคอย่างพอเหมาะเพื่อให้อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอยู่ในระดับเหมาะสมเพื่อความอยู่ดีกินดีของคนรุ่นหลังดังนั้นรัฐควรเลือกใช้อัตราคิดลดที่ถูกต้องเพื่อให้การบริโภคของคนในปัจจุบันมีความเหมาะสมซึ่งทำให้อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอยู่ในระดับที่สูงพอสมควร

2) อัตราคิดลดภาคเอกชน (Private Discount Rate) การเลือกจะต้องคำนึงถึงการบริโภคในปัจจุบันซึ่งมีความสัมพันธ์กับการบริโภคในอนาคตการเลือกใช้อัตราคิดลดภาคเอกชนขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้

2.1 ตลาดการเงินที่ไม่สมบูรณ์ทำให้เอกชนกู้ยืมเงินโดยเสียอัตราดอกเบี้ยที่แตกต่างกันทำให้เอกชนเลือกใช้ในอัตราลดที่แตกต่างกัน

2.2 ความไม่แน่นอนของอัตราดอกเบี้ยในตลาดทำให้อัตราดอกเบี้ยที่กู้ยืมในระยะสั้นแตกต่างจากอัตราดอกเบี้ยที่กู้ยืมในระยะยาวอัตราคิดลดก็ควรที่จะเลือกใช้อัตราผลตอบแทนของพันธบัตรทั้งในระยะสั้นและระยะยาวและต้องคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราดอกเบี้ยในระยะสั้นและระยะยาว

2.3 ถ้าโครงการที่ลงทุนมีความเสี่ยงอัตราคิดลดที่จะนำมาใช้ตีค่าผลตอบแทนและต้นทุนให้เป็นมูลค่าปัจจุบันควรต้องบวกค่าความเสี่ยงเข้าไปในอัตราคิดลดด้วย

2.4 ภาษีจากรายได้ทุนเมื่อเจ้าของทุนมีรายได้ก็ต้องเสียภาษีดังนั้นอัตราคิดลดที่นำมาใช้ต้องรวมอัตราภาษีด้วย

2.5 นโยบายเศรษฐกิจมหภาคซึ่งส่งผลกระทบทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ยระยะยาว

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมควบคุมมลพิษ (2541) ได้ทำการศึกษาเรื่อง แนวทางในการลดมลพิษโครงการพัฒนาของเสีย หรือวัสดุเหลือใช้นำกลับมาใช้ใหม่ โครงการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษจากสารเคมีและ

ของเสีย พบว่า ปัจจุบันมีการนำเอาวัสดุประเภทแก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ ต่าง ๆ มา รีไซเคิล กันบ้างแต่ยังมีน้อย ควรมีการสร้างกลไกการรีไซเคิลวัสดุ เหลือใช้ให้มากขึ้นซึ่งเป็นการช่วยลด ปริมาณขยะมูลฝอย ลดปัญหามลพิษและสิ่งแวดล้อม อมได้อีกทางหนึ่ง และในช่วง ปี พ.ศ. 2520-2560 ปริมาณขยะมูลฝอยที่มีศักยภาพที่จะนำกลับมาใช้ใหม่จะมีประมาณ 18,161-32,395 ตัน/วัน

จิระชัย (2544) ศึกษาเรื่อง การมีส่วนร่วมของประชาชนในการกำจัด ขยะมูลฝอย ศึกษา เฉพาะกรณี เทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่าประชาชนส่วนใหญ่ในเขต เทศบาลเมืองวารินชำราบ มีส่วนร่วมในการกำจัดขยะมูลฝอยในระดับปานกลาง ปัจจัยที่มีผลต่อการ มีส่วนร่วมของประชาชนในการกำจัดขยะมูลฝอย คือปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ ระดับการศึกษา ำ การ เป็นสมาชิกกลุ่มทางสังคม และปัจจัยด้านสังคม และจิตวิทยา ได้แก่ ปัจจัยด้านการได้รับทราบข้อมูล ข่าวสารเกี่ยวกับ เรื่องขยะมูลฝอยและการรักษาความสะอาด และปัจจัยด้านความรู้ความเข้าใจใน เรื่องขยะมูลฝอย ปัจจัยที่ไม่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการกำจัดขยะมูลฝอย ได้แก่ ปัจจัยด้านบุคคล เพศ อายุ อาชีพ รายได้ของครัวเรือน จำนวนสมาชิกในครัวเรือน และระยะเวลาที่ ครอบครัวเข้ามาพัก อาศัยในเขตเทศบาล

พิริยุตม์ วรรณพฤษ, สมเกียรติ คุณเผือก, อาริสรา หาริยะ (2550), ศึกษาความเป็นไปได้ ในการใช้ขยะชุมชนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า จากนโยบายสนับสนุนการใช้ขยะชุมชนเพื่อผลิตพลังงาน ของกระทรวงพลังงาน ในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการขึ้นกับรายได้จากการดำ เนินงาน 2 ส่วน ได้แก่ 1) รายได้จากกระแสไฟฟ้า และปุ๋ยอินทรีย์ 2) รายได้จากค่าธรรมเนียมกำจัดขยะชุมชน ที่องค์กรปกครองส่วน ท้องถิ่นต้องจ่ายให้กับโครงการ ในกรณีที่ 1 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากขยะ ชุมชนด้วยระบบเตาเผา (Incinerator) พบว่า รายได้หลักของโครงการเกิดจากการจำหน่าย กระแสไฟฟ้า ดังนั้น ผลผลิตกระแสไฟฟ้าจึงเป็นปัจจัยที่อ่อนไหว (Sensible Factor) หากไม่สามารถ ผลิตกระแส ไฟฟ้าได้ตามเกณฑ์ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการก็จะเปลี่ยนแปลงไป และตัว แปรสำคัญที่จะทำให้ผลผลิตกระแสไฟฟ้าได้ตามเป้าหมายคือ ค่าความร้อนของขยะชุมชน กรณีที่ 2 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากขยะชุมชนด้วยระบบก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) มีประสิทธิภาพในการ แปรรูปพลังงานได้สูงกว่าการแปรรูปพลังงานของระบบเตาเผา โดยทั่วไประบบก๊าซเชื้อเพลิงมี ประสิทธิภาพระหว่าง 35%-45% กรณีที่ 3 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากขยะชุมชนด้วยระบบย่อยสลาย แบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ขนาดของโครงการสำหรับการใช้ระบบย่อยสลายแบบ ไม่ใช้ออกซิเจนแตกต่างจากกรณีของการใช้กระบวนการทางความร้อน หมายถึงปริมาณของขยะอินทรีย์ ที่เข้าสู่ระบบ อาจมีปริมาณเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณขยะชุมชนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ในการวิเคราะห์ ความเป็นไปได้ของการใช้ระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน จึงต้องมีสมมติฐานว่าองค์กรปกครอง

ส่วนท้องถิ่นสามารถจัดเก็บขยะอินทรีย์ที่แยกจากแหล่งกำเนิดและป้อนเข้าสู่ระบบได้ตามขนาดที่ออกแบบไว้ เพราะหากปริมาณขยะอินทรีย์น้อยลงผลตอบแทนของโครงการจะลดลงด้วย

สมหวัง ชินวินิชย์เจริญ , สรายุทธ์ แก้วแกมทอง , อัครชัย มีหวั่ง (2551), วิเคราะห์ทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์การเปลี่ยนขยะชุมชนเป็นพลังงานด้วยเทคโนโลยีย่อยสลายแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน และ เทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง กรณีศึกษาเทศบาลนคร ผลการศึกษาพบว่า (1) การผลิตก๊าซเชื้อเพลิง มีความเหมาะสมกับลักษณะสมบัติ ของขยะมูลฝอยชุมชนเทศบาลนคร ขอนแก่นมากกว่าการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (2) ภายใต้โครงสร้างทางการเงินแบบการได้รับเงินทุนสนับสนุนบางส่วน จะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด ส่วนมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย และอัตราผลตอบแทนด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เท่ากับ 197.88×10^6 , 1.58 และ 27.53 ตามลำดับ

กฤตภาส (2554) ได้ศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหาร ในมหาวิทยาลัย ที่มีความแตกต่างกันของกรณีตัวอย่าง คือ ระบบ Plug Flow ระบบ CSTR แบบ 1-Stage และระบบ CSTR แบบ AMR ซึ่งทั้ง 3 ระบบมีขนาดการรองรับเศษอาหารใกล้เคียงกันคือ ประมาณ 200 กิโลกรัมเศษอาหารต่อวัน โดยศึกษาเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่า เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินและการลงทุน การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนมี เกณฑ์การตัดสินใจการลงทุน คือ อัตราผลตอบแทน ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา ค่าเสียโอกาสที่ดิน โดยผลประโยชน์ประกอบด้วย ก๊าซชีวภาพ ปุ๋ย ลด กลิ่น อีกทั้งเป็นการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมพร้อมยังเป็นการช่วยบรรเทาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลการศึกษาพบว่าระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษ อาหารในขนาด 200 กิโลกรัมเศษอาหารต่อวัน เติบโตปี 330 วันต่อปี อายุโครงการ 15 ปี ให้ก๊าซชีวภาพโดยเฉลี่ย 3,087 กิโลกรัม (LPG) ต่อปี เทคโนโลยีที่ให้ค่าความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุดคือ เทคโนโลยีแบบ Plug Flow อัตราผลตอบแทน IRR เท่ากับ 6.61% และระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุดคือ 9.34 ปี

จันทิมา (2554) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินทางเศรษฐศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน ภายใต้ภาพเหตุการณ์ 3 กรณี คือ 1) ขยะที่ไม่มีมูลค่า 2) ขยะที่มีมูลค่า จากการบริหารจัดการภายในของเทศบาล 3) ขยะที่ต้องจัดซื้อจากแหล่งภายนอก วิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ (Cost-Benefit Analysis) ด้วยดัชนีชี้วัดความคุ้มค่า คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Ratio of Return: IRR) วิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ เพื่อคำนวณต้นทุนที่แท้จริงและปริมาณเงินชดเชยหรือเงินสนับสนุนจากภาครัฐที่เหมาะสม

เพื่อให้คุ้มค่ากับการลงทุนภายในสมมติฐานของระยะเวลาโครงการ 15 ปี ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ภาครัฐบาลให้การสนับสนุนด้วยการกำหนดราคารับซื้อน้ำมันที่ผลิตได้ราคาดิถละ 18 บาท โครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันนี้จะมีผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์และเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะของโครงการขนาดใหญ่ซึ่งต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง และเทคโนโลยีที่ประเมินคือ เทคโนโลยีการผลิตพลาสติกเป็นน้ำมัน เทคโนโลยีแกซิฟิเคชัน และเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ จำเป็นต้องหาวัตถุดิบในการป้อนขยะ เข้าระบบมากกว่า 100 ตันต่อวัน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเพิ่มเติม เรื่องการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีการผลิตพลังงาน จากขยะแบบครบวงจร ประกอบด้วย 1. เทคโนโลยี การผลิตก๊าซชีวภาพ จากขยะ แบบไม่ใช้ออกซิเจน 2. เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ ซึ่งเป็นโครงการขนาดเล็ก มีปริมาณขยะ 5-10 ตันต่อวัน และ 10-50 ตันต่อวัน โดยใช้เงินลงทุน น้อย เพื่อวิเคราะห์ดูผล ทางเศรษฐศาสตร์ ภายใต้ภาพการจำลองเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ คือ ลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด ลงทุนโดยได้รับเงินทุนสนับสนุนบางส่วนจากภาครัฐ และลงทุนโดยกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาศักยภาพของการแปรรูปขยะชุมชนเป็นพลังงานแบบครบวงจร (การผลิตก๊าซชีวภาพ และ ผลิตเชื้อเพลิง ขยะ โดยการวิเคราะห์ทาง ด้านเศรษฐศาสตร์ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft excel ภายใต้การจำลองภาพเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ คือ 1) การลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด 2) การลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น และได้รับเงินสนับสนุนบางส่วนจากรัฐบาล 3) การลงทุนโดยกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน เพื่อวิเคราะห์หาความคุ้มค่าทางการเงินภายใต้เหตุการณ์ทั้ง 3 เหตุการณ์ที่แตกต่างกันดังกล่าว นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์เรื่องความไวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลง ด้านอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ และวิเคราะห์เรื่องความไวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลง ด้านเงินสนับสนุนจากรัฐ ผลลัพธ์ที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการกำหนดนโยบายด้านพลังงานทดแทน และจัดสรรเงินสนับสนุนจากรัฐอย่างเหมาะสม

1. วิธีดำเนินงานวิจัย

1. เก็บรวบรวมข้อมูล งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการทบทวนวรรณกรรม
2. เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานจริง และดูงานสถานที่จริง ซึ่งข้อมูลที่ต้องการประกอบด้วย
 - 2.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับขยะ เช่น ปริมาณขยะ สัดส่วนของขยะแต่ละประเภท ความชื้น คุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางเคมี เป็นต้น
 - 2.2 ข้อมูลด้านเทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปขยะชุมชนเป็นพลังงานแบบครบวงจร (เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ และเทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ)
 - 2.3 วิธีการคำนวณหาปริมาณค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพ (MJ) และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงขยะ (MJ)
 - 2.4 ต้นทุนการแปรรูปขยะเป็นพลังงานครบวงจร และประโยชน์ที่ได้รับ จากโครงการ
3. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้หลักการวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ (Cost Benefit Analysis) ดังนี้

3.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV)

3.2 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อทุน (Benefit/Cost Ratio)

3.3 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

4. วิเคราะห์ และสรุปผลการศึกษา

5. เขียนรูปเล่ม และเผยแพร่ผลงาน

2. การกำหนดข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้มาจาก 2 แหล่ง ดังนี้

1. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ และการสัมภาษณ์ จากผู้ดูแลระบบ รวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้อง

2. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากเอกสาร รายงาน และข้อมูลที่รวบรวมจากหน่วยงานราชการ เอกชน และข้อมูลจากการค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต สำหรับข้อมูลที่ใช้ประกอบการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่

1. ข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในประเทศไทย
2. ข้อมูลเกี่ยวกับราคาขายก๊าซหุงต้มภาคครัวเรือน และราคาเชื้อเพลิงขยะ
3. ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของก๊าซหุงต้ม และเชื้อเพลิงขยะ
4. ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพแบบไร้ออกซิเจน และเชื้อเพลิงขยะ
5. ข้อมูลการสนับสนุนจากภาครัฐในการสนับสนุนเงินลงทุนสำหรับ ธุรกิจด้านการผลิต

พลังงานจากขยะ

6. ข้อมูลการกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน และอัตราดอกเบี้ยที่ใช้ในโครงการก่อสร้างระบบผลิตพลังงานจากขยะชุมชน

3. ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาวรรณกรรม แนวความคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. เก็บข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ตั้งโครงการ โดยการสัมภาษณ์ จากผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ

3. เก็บข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยในชุมชนที่ทำการศึกษา

4. เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้อ้างอิงในการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น กระบวนการผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงรายได้จากโครงการ

สถานที่ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ มี 4 แห่ง คือ

1. โครงการส่งเสริมการผลิตพลังงานจากขยะชุมชนสำหรับท้องถิ่นที่มีขยะ 5-10 ตันต่อวัน มี 2 แห่ง ดังนี้

1.1 เทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม

1.2 เทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา

2. โครงการส่งเสริมการผลิตพลังงานจากขยะชุมชนสำหรับท้องถิ่นที่มีขยะ 10-50 ตันต่อวัน มี 2 แห่ง ดังนี้

2.1 เทศบาลเมืองแกลง จังหวัดระยอง

2.2 เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี

4. การหาค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพ

จากปริมาณก๊าซที่ผลิตได้ ด้วยเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพแบบไร้ออกซิเจน นามาคิดหาค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพ โดยเทียบกับปริมาณก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร ที่ค่าความร้อน 21 เมกะจูล ได้ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \text{ค่าความร้อน (MJ)} = BG_i \times 21 \quad (3.1)$$

โดย

$$MJ = \text{ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพ}$$

$$BG_i = \text{ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (ลูกบาศก์เมตร)}$$

5. การหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงขยะ

จากปริมาณเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ที่ผลิตได้ด้วยเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) นามาคิดหาค่าความร้อนของขยะเชื้อเพลิง โดยเทียบกับปริมาณเชื้อเพลิงขยะ 1 กิโลกรัม ที่ค่าความร้อน 20 เมกะจูล ได้ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \text{ค่าความร้อน (MJ)} = RDF \times 20 \quad (3.2)$$

โดย

$$RDF = \text{ปริมาณเชื้อเพลิงขยะ (กิโลกรัม)}$$

6. เกณฑ์การประเมินเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะชุมชน

ตาราง 18 เกณฑ์การประเมินเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะชุมชน

หัวข้อ	ตัวบ่งชี้
เทคโนโลยี	ประสิทธิภาพ
1.การผลิตก๊าซชีวภาพ	-เวลา และค่าใช้จ่าย -ปริมาณขยะที่ป้อนเข้าระบบ -คุณสมบัติของขยะที่ป้อนเข้าระบบ
2.การผลิตเชื้อเพลิงขยะอัดแท่ง	-ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ -ปริมาณขยะเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ -ขนาดโครงการ

7. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

7.1 เงินลงทุน

1. เงินลงทุน คือ ระบบผลิตพลังงานจากขยะ

7.2 ต้นทุนการผลิต คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการผลิต เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี

1. ค่าที่ดิน: องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นเจ้าของที่ดินเองทั้งหมด

2. ค่าซ่อมแซม และบำรุงรักษาเครื่องจักร

3. ค่าสาธารณูปโภค ค่าไฟฟ้า เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี และค่าน้ำ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี

4. ค่าแรงงานลูกจ้างประจำในการจัดเก็บ และกำจัดขยะ คนละ 300 บาท

5. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

6. ค่าแรงงานลูกจ้างชั่วคราวในการจัดเก็บ และกำจัดขยะ คนละ 300 บาท

7.3 รายได้ คือ ผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี

1. ผลประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ และเชื้อเพลิงขยะคิดเทียบกับค่าความร้อน ของก๊าซหุงต้มภาคครัวเรือน (LPG)

2. การขายปุ๋ย ที่ได้จากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ กำหนดราคา 1,000 บาทต่อตัน

3. เงินสนับสนุนการลงทุนจากรัฐบาล กรณีโครงการผลิตพลังงานทดแทน กำหนดเป็น 32% ของเงินลงทุน และจำลองเหตุการณ์ กรณีได้รับเงินทุนสนับสนุนจากรัฐบาล กำหนดเป็น 20% 30% 40% 50% และ 60% ตามลำดับ

4. การขายขยะรีไซเคิล กำหนด 8 บาทต่อกิโลกรัม

5. ค่ากำจัดขยะมูลฝอย

7.4 ดอกเบี้ยเงินกู้ 50 ล้านบาทแรก ดอกเบี้ยร้อยละ 4 ส่วนที่เหลือกำหนดเป็นอัตราดอกเบี้ย (MLR) ของลูกค้าชั้นดีโดยคิดอัตราดอกเบี้ยตลอดอายุ โครงการ 15 ปี เป็น 7.1250% (ที่มา: ธนาคารกรุงไทย 31 สิงหาคม 2555)

7.5 ค่าเสื่อมราคา คิดเฉพาะค่าเครื่องจักรต่อจำนวนปีของโครงการ (กำหนด 15 ปี) และไม่คิด ค่าที่ได้จากการขายซาก

7.6 ระยะเวลาโครงการ กำหนดเป็น 15 ปี

7.7 อัตราคิดลดหรือค่าเสียโอกาสเงินทุน กำหนดเป็น 8%

7.8 ระยะเวลาทำงาน กำหนด 1 สัปดาห์ ทำงาน 5 วัน หรือ 260 วันต่อปี

ตาราง 19 ตัวแปรจำเป็นเพื่อใช้ในการคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

ข้อมูลทั่วไป	เงินลงทุน	ต้นทุนการผลิต	รายได้
1. กำลังการผลิต	1. ระบบผลิต	1. ค่าที่ดิน: กรณีที่	1. รายได้จากการ
2. ปริมาณก๊าซชีวภาพ และปุ๋ยที่ผลิตได้	พลังงานจากขยะ	ไม่ใช่เจ้าของที่ดิน	ขายก๊าซหุงต้ม
3. ปริมาณขยะเชื้อเพลิงอัดแน่นที่ผลิตได้		2. ค่าก่อสร้าง	2. รายได้จากการ
4. ระยะเวลาโครงการ		3. ค่าดำเนินการ	ขายขยะเชื้อเพลิง
		4. ค่าอุปกรณ์และวัสดุสิ้นเปลือง	3. รายได้จากการ
		5. ค่าบำรุงรักษา	ขายปุ๋ย
		6. ค่าสาธารณูปโภค	4. ขายขยะรีไซเคิล
		7. ค่าแรงงาน	5. ค่ากำจัดขยะ
		8. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	

8. แบบจำลองเหตุการณ์ที่ใช้ในการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์

โครงการผลิตพลังงานจากขยะ ชุมชนเป็นโครงการที่ต้องใช้เงินลงทุน สูงในการก่อสร้าง ดังนั้นจึงได้พัฒนาเป็นแบบจำลองเหตุการณ์ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. กรณีการลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด

2. กรณีการลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น และได้รับเงินสนับสนุนจากรัฐบาล ตามมาตรการสนับสนุนเงินลงทุนด้านพลังงานจากกองทุนเพื่อส่งเสริมพลังงานทดแทน จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (32% ของเงินลงทุน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด และเงินลงทุนขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นแต่ละแห่ง)

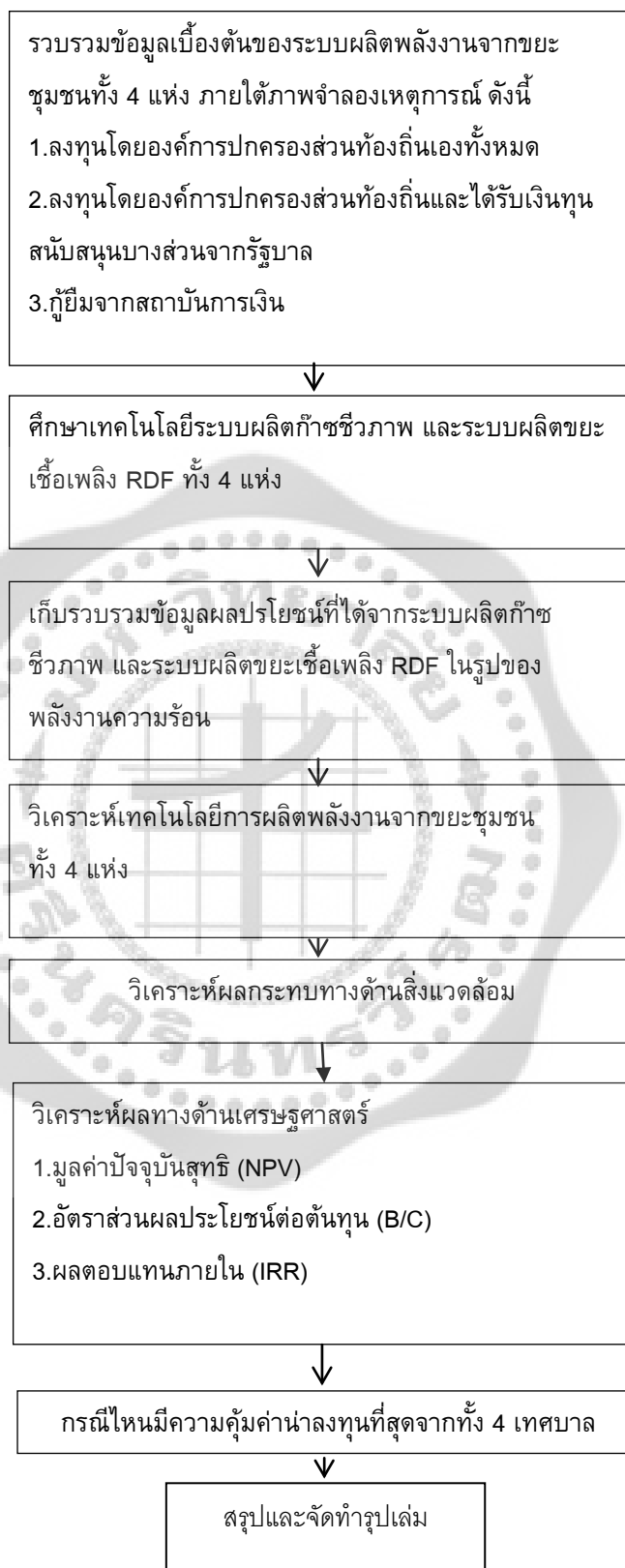
3. กรณีการลงทุนโดยกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน (70% ของเงินลงทุน) โดย 50 ล้านบาท ดอกเบี้ยร้อยละ 4 ส่วนที่เหลือคิดอัตราดอกเบี้ย (MLR) ของลูกค้าชั้นดีเท่ากับ 7.1250 % (ที่มา: ธนาคารกรุงไทย 31 สิงหาคม 2555)

9. การวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์งานวิจัยครั้งนี้ คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Office Excel ที่ผู้วิจัยได้สร้างสูตรขึ้นมาคำนวณข้อมูล ที่ได้จากการเก็บรวบรวมในพื้นที่ที่ทำการศึกษา และจากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ด เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การประเมินความคุ้มค่า ทางเศรษฐศาสตร์ภายใต้โครงสร้างทางการเงิน ตามแบบจำลองเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ ดังนี้ ลงทุนโครงการเองทั้งหมด รัฐบาลสนับสนุนบางส่วน กู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน โดยการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ช่วยให้ทราบถึงความเป็นไปได้ของการลงทุนในโครงการ โดย วิเคราะห์ จากผลตอบแทน จากการลงทุน เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์และตัดสินใจทางการเงินประกอบด้วย

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)
2. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: BCR)
3. อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)
4. การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) จะวิเคราะห์เรื่องความอ่อนไหวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลง อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 6-9 และวิเคราะห์เรื่องความอ่อนไหวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลงเงินสนับสนุน 20% 30% 40% 50% 60%



ภาพประกอบ 11 วิธีการดำเนินงานโครงการ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

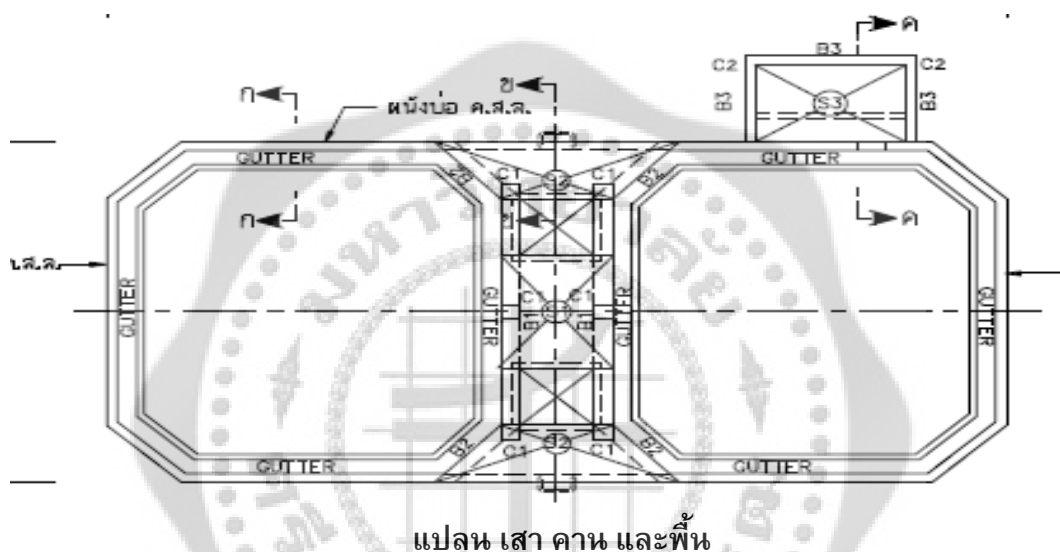
การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการแปรรูปขยะชุมชนเป็นพลังงานแบบครบวงจร กรณีศึกษา 4 แห่งคือ 1) เทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม 2) เทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา 3) เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี 4) เทศบาลเมืองแก่ง จังหวัดระยอง โดยทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนที่แท้จริง และคำนวณผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุน เพื่อวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel ภายใต้ภาพจำลองเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ คือ 1) ลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด 2) ลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นและได้รับเงินสนับสนุนบางส่วนจากรัฐบาล 3) ลงทุนโดยกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน ผลลัพธ์ที่ได้จาก ภาพจำลองเหตุการณ์สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการกำหนดนโยบายด้านพลังงานทดแทนจากขยะ และเงินลงทุนจากการสนับสนุนของภาครัฐที่เหมาะสม

1. การประเมินเทคโนโลยี สำหรับท้องถิ่นที่มีปริมาณขยะ 5-10 ตันต่อวัน

1.1 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพเทคโนโลยีแบบไร้ออกซิเจน ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ สำหรับท้องถิ่นที่มีปริมาณขยะ 5-10 ตันต่อวัน ซึ่งมีความสามารถรองรับขยะอินทรีย์ 2 ตันต่อวัน กรณีศึกษามี 2 แห่งคือ 1) เทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม 2) เทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา แบบที่ใช้ กำหนดโดยกระทรวงพลังงาน องค์ประกอบหลักของ ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ คือ บ่อคล่องวนเวียน จะประกอบด้วย เครื่องกวนผสมทำ ให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ประสิทธิภาพสูง ซึ่งมีจำนวน 2 ตัวอยู่ภายในบ่อคล่องวนเวียน และเก็บก๊าซโดยคลุมด้วยแผ่น PVC มีมอเตอร์ทำงานอยู่ใต้น้ำ มีการตรวจวัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ค่าความร้อน การรั่วไหล และค่าเกินกำลัง (Overload)

คุณสมบัติของขยะ ที่ป้อนเข้าระบบมีผลต่อประสิทธิภาพการเกิดก๊าซชีวภาพดังนี้ คุณสมบัติทางด้านกายภาพของขยะจากเทศบาลตำบลสามง่ามส่วนใหญ่เป็นผลไม้ประเภท ส้ม ในขณะที่เทศบาลตำบลโคกกรวด มีคุณสมบัติทางกายภาพของขยะเป็น จำพวกเศษอาหารตามร้านอาหารภายในชุมชน

จากปัจจัยด้านกายภาพของขยะแต่ละชุมชนที่แตกต่างกันทำให้ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มีความแตกต่างกันตามไปด้วย การดูแลระบบ ผลิตก๊าซชีวภาพ ของเทศบาลตำบลสามง่ามมีความ ยุ่งยากมากกว่าของเทศบาลตำบลโคกกรวด เนื่องจากขยะส่วนใหญ่เป็นผลส้ม จึงส่งผลให้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ มีค่าความเป็นกรดสูง ต้องหยุดเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพ บ่อยครั้ง ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซของบ่อหมักมีปริมาณน้อยกว่าเทศบาลตำบลโคกกรวด ผลจากการศึกษาระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ของเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด แสดงได้ดังตาราง 20



ภาพประกอบ 12 บ่อคล่องวนเวียน



ภาพประกอบ 12 (ต่อ)

ตาราง 20 ข้อมูลระบบผลิตก๊าซชีวภาพ สำหรับเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด

รายการ	เทศบาลตำบลสามง่าม	เทศบาลตำบลโคกกรวด
1. ปริมาณขยะ (ตันต่อวัน)	8	5.57
2. ขยะอินทรีย์ (ตันต่อวัน)	0.5	0.7
2.1 ประเภทขยะ	ผลไม้(ส้ม)	เศษอาหาร
3. รongรับขยะอินทรีย์ (ตันต่อวัน)	2	2
4. รongรับขยะRDF (ตันต่อวัน)	ไม่ต่ำกว่า 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	ไม่ต่ำกว่า 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
5. มีมีเทน 60%	ได้	ได้
6. ปริมาณก๊าซชีวภาพ (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)	6.3	12.85
7. สิ่งแวดล้อม: น้ำล้างพื้น	ใช้งานในระบบหมัก	ใช้งานในระบบหมัก
7.1 ผลกระทบสิ่งแวดล้อม	เป็นระบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลดพื้นที่และปริมาณในการกำจัดขยะเมื่อเทียบกับการฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	เป็นระบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลดพื้นที่และปริมาณในการกำจัดขยะเมื่อเทียบกับการฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

นอกจากคุณสมบัติ ทางกายภาพของขยะแต่ละท้องถิ่น จะมีผลต่อประสิทธิภาพของก๊าซที่ได้จากระบบแล้ว ก๊าซชีวภาพส่วนใหญ่ยังมีซัลเฟอร์ H_2S ผสมออกมาด้วยทำให้อุปกรณ์เกิดการชำรุดเนื่องจากถูกกรดกัดกร่อน ดังนั้นถ้ามีตัวดักจับสารซัลเฟอร์ H_2S ก็จะสามารถยืดอายุการใช้ งานของอุปกรณ์ได้อีกทางหนึ่ง

การใช้ประโยชน์จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพของเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด พบว่า ก๊าซชีวภาพที่ได้นั้นจะถูก แจกจ่ายไปตามครัวเรือนต่าง ๆ ในเขตชุมชน สามารถ ช่วยชาวบ้านลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือนได้บางส่วน และสามารถลดพื้นที่การกำจัดขยะให้น้อยลงอีกด้วย

1.2 ระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF)

ระบบผลิต เชื้อเพลิง ขยะ (RDF) ของเทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม และเทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา กำหนดแบบของโครงการ โดยกระทรวงพลังงานซึ่งประกอบด้วย เครื่องลดขนาด กิ่งไม้และเปลือกผลไม้ เครื่องลดขนาดขยะพลาสติก เครื่องผสมขยะ และเครื่องอัดแน่น ขยะ ปัจจุบันเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด ไม่ได้เปิดดำเนินการ ทั้งนี้เนื่องจาก 1) ปริมาณขยะที่สามารถเผาไหม้ได้มีปริมาณ ไม่มาก เพราะคนที่มีอาชีพเก็บขยะ /ชาเล้ง ได้เข้ามาคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง เพื่อนำไปขายให้กับร้านรับซื้อของเก่าไปก่อนแล้ว 2) เทคโนโลยีที่ใช้ไม่เหมาะสมกับคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีของขยะในชุมชน คือการผลิตเชื้อเพลิงขยะ ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของขยะให้มีค่าความชื้นต่ำ และให้ค่าความร้อนสูง แต่เทคโนโลยีแบบใช้เครื่องจักรกล (Mechanical Treatment) ของโครงการผลิตพลังงานจากขยะ พบว่าไม่มีอุปกรณ์ที่ช่วยลดความชื้นให้กับขยะ และเครื่องอัดขยะเชื้อเพลิงของโครงการ มีหลักการทำงาน ที่ไม่เหมาะสมจะนำมาอัดขยะเชื้อเพลิงที่มีลักษณะการสับย่อย แล้ว เนื่องจากเครื่องอัดขยะ เชื้อเพลิงรูปแบบ นี้ถูกออกแบบมาเพื่ออัดขยะจำพวก กระป๋อง กล่องนม ขวดพลาสติก ขวดนม ที่ไม่ผ่านการสับย่อย มาก่อน



ภาพประกอบ 13 เครื่องอัดขยะของโครงการผลิตพลังงานจากขยะชุมชน

2. การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ สำหรับ เทศบาล ตำบลสามง่าม และเทศบาล ตำบลโคกกรวด

2.1 ภาพเหตุการณ์ที่ใช้ในการประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์

ขยะที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นขยะภายในชุมชน คือ ขยะอินทรีย์ และขยะที่สามารถเผาไหม้ได้ ภายใต้ภาพจำลองเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ ดังนี้

1. กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด คือองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้ลงทุนก่อสร้างโครงการทั้งหมด รวมค่าใช้จ่ายและค่าดำเนินการโดยใช้เงินของทางหน่วยงานทั้งหมด 100%
2. กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นและได้รับเงินทุนสนับสนุนบางส่วนจากรัฐบาล คือ เงินที่ได้รับการอุดหนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมพลังงานทดแทน จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่ง จำนวนเงินอุดหนุนสูงสุดที่ให้ ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับขนาดของเงินลงทุน ถ้าขนาดเงินลงทุนมี มูลค่าระหว่าง 5,000,000-10,000,000 บาท เงินอุดหนุนสูงสุดตาม มาตรการของกองทุนที่ให้เท่ากับ 32% ของเงินลงทุน
3. กรณีลงทุน โดยกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน โดยสามารถกู้ผ่าน โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์

พลังงาน ได้รับการจัดสรรจากเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนมาเป็นทุนหมุนเวียนในการปล่อยผ่านสถาบันการเงินที่เข้าร่วมโครงการไปยังผู้ประกอบการที่ประสงค์จะลงทุนด้านการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนในอัตราดอกเบี้ยต่ำ คือ ร้อยละ 4 ระยะเวลาที่กำหนด 7 ปี โดยสามารถกู้ได้สูงสุด 70% ของเงินลงทุน

2.2 สมมติฐานและตัวแปรที่สำคัญสำหรับการคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์การลงทุน

คำนวณภายใต้ระยะเวลา ของโครงการ 15 ปี คำนวณเงินลงทุนจาก มูลค่าเครื่องจักร และค่าก่อสร้างโรงงาน โดยอัตราส่วนการกู้เงินกับธนาคาร ต่อเงินทุนตัวเอง เท่ากับ 1:1 อัตราดอกเบี้ยกำหนดเป็นดอกเบี้ยต่ำ ร้อยละ 4 ของเงินลงทุน โดยกำหนดให้เท่ากันตลอดอายุโครงการ คำนวณภายใน 7 งวดรายได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ทุกปี ต้นทุนการผลิตและการดำเนินงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ทุกปี ไม่คิดค่าที่ได้จากการขายซาก กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด คือค่าการลงทุน ค่าบริหารจัดการ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นจะเป็นผู้ลงทุนเองทั้งหมด กรณีได้รับเงินทุนสนับสนุนบางส่วนจากรัฐบาล คือเงินที่ได้รับการอุดหนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมพลังงานทดแทน จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จำนวนเงินอุดหนุนสูงสุดที่ให้จะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับขนาดของเงินลงทุน ถ้าขนาดเงินลงทุนระหว่าง 5,000,000 – 10,000,000 บาท จะสามารถขอรับเงินสนับสนุนสูงสุดเท่ากับ 32% ของเงินลงทุน

1. ต้นทุนการผลิต คือข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนการผลิต ได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการผลิต ค่าใช้จ่ายรายปี ค่าซ่อมบำรุง ค่าจ้างพนักงาน

2. รายได้ ได้จากการขายขยะรีไซเคิล ค่าธรรมเนียมจากการเก็บขยะ ค่ากำจัดขยะ ราคาเชื้อเพลิงในรูปของพลังงานความร้อน (MJ) และรายได้จากกองทุนสนับสนุนการลงทุนจากรัฐบาลตามมาตรการส่งเสริมสนับสนุนการลงทุนด้านพลังงาน

3. กำหนดอัตราคิดลดหรือค่าเสียโอกาสเงินทุนที่ร้อยละ 8 ตามแนวทางและหลักเกณฑ์การวิเคราะห์โครงการ ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้กำหนดอัตราคิดลดหรือค่าเสียโอกาสเงินทุนร้อยละ 8-12

ตาราง 21 ข้อมูลเบื้องต้นของเทศบาลของเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด

รายการ	เทศบาลตำบลสามง่าม	เทศบาลตำบลโคกกรวด
1.ปริมาณขยะ (ตันต่อวัน)	8	5.57
2.ขยะอินทรีย์ (ตันต่อวัน)	0.5	0.7
3.รองรับขยะอินทรีย์ (ตันต่อวัน)	2	2
4.รองรับขยะ RDF (ตันต่อวัน)	ไม่ต่ำกว่า 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	ไม่ต่ำกว่า 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
5.ปริมาณก๊าซชีวภาพ (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)	6.3	12.85
6.พลังงานความร้อน (เมกะจูลต่อปี)	48,300	98,490

ตาราง 22 สมมติฐานและตัวแปรที่สำคัญในการประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และการลงทุนระบบผลิตพลังงานจากขยะครบวงจร สำหรับเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด

	เทศบาลตำบลสามง่าม	เทศบาลตำบลโคกกรวด
เงินลงทุน		
- ค่าลงทุนระบบผลิตพลังงานแบบครบวงจร	6,294,000 บาท	7,320,000 บาท
- ดอกเบี้ยเงินกู้ 7%	-	-
- ภาษีมูลค่าเพิ่ม	-	-
ต้นทุนการผลิต	เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี	เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี
- ค่าน้ำ	15,000 บาทต่อปี	2,015 บาทต่อปี
- ค่าไฟฟ้า	60,000 บาทต่อปี	27,022 บาทต่อปี
- ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	600,000 บาทต่อปี	70,855 บาทต่อปี
- ค่าซ่อมบำรุง	150,000 บาทต่อปี	21,533 บาทต่อปี
- เงินเดือน/ค่าจ้างพนักงาน	216,000 บาทต่อปี	553,440 บาทต่อปี

ตาราง 22 (ต่อ)

	เทศบาลตำบลสามง่าม	เทศบาลตำบลโคกกรวด
รายได้	เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี	เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี
- ขายขยะรีไซเคิล	730,000 บาทต่อปี	43,333 บาทต่อปี
- มูลค่าผลประโยชน์พลังงาน	19,200 บาทต่อปี	39,100 บาทต่อปี
ความร่อน		
(0.397บาท/เมกะจูล)		
- ค่าธรรมเนียมการเก็บขยะ	544,000 บาทต่อปี	544,440 บาทต่อปี
- ค่ากำจัดขยะให้กับ	584,000 บาทต่อปี	-
เทศบาลใกล้เคียง		
- เงินสนับสนุนจากภาครัฐ 32% ของเงินลงทุน ^B	2,014,080 บาท	2,342,400 บาท
- ลงทุนโดยกู้ยืมเงินจาก สถาบันการเงินกู้ได้สูงสุด 70% ของเงินลงทุน ^C	4,405,800 บาท	5,124,000 บาท
- ระยะเวลาโครงการ	15 ปี	15 ปี
- อัตราดอกเบี้ยต่ำจาก	4%	4%
การช่วยเหลือของกองทุน สำหรับเงินลงทุนโครง การไม่เกิน 50 ล้านบาท ^C		
- เงินคืนระหว่างงวด ^C	7 ปี	7 ปี

^A กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด

^B กรณีได้รับเงินทุนสนับสนุนจากกองทุนอุดหนุนของรัฐบาล

^C กรณีกู้ยืมเงินลงทุนจากสถาบันการเงิน สูงสุด 70% ของเงินลงทุน

ผลตอบแทนของโครงการผลิตพลังงานจากขยะแบบครบวงจรของเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด ภายใต้ภาพจำลองเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ คือ 1.กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด 2.กรณีได้รับเงินลงทุนสนับสนุน จากภาครัฐบางส่วน 3.กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน ผลของการวิเคราะห์ทาง ด้านเศรษฐศาสตร์ สามารถแสดงดัง ตาราง 23 และ 24 ตามลำดับ

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ทั้ง 3 กรณี ของเทศบาลตำบลสามง่าม

รายการ	ลงทุนโดยองค์การ ปกครองส่วนท้องถิ่น เองทั้งหมด	ได้รับเงินลงทุน สนับสนุนจากกอง ทุนอุดหนุนจากรัฐบาล	กู้ยืมเงินลงทุนจาก สถาบันการเงิน
ผลตอบแทนโครงการ	13.12	21.01	19.44
IRR %			
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	2.3×10^6	4.3×10^6	2.9×10^6
NPV			
B/C	1.14	1.29	1.18

ผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตพลังงานที่เทศบาลตำบลสามง่าม พบว่า

- ถ้าต้นทุนลดลงจากต้นทุนที่แท้จริง เนื่องจากรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนตามมาตรการช่วยเหลือการลงทุนด้านธุรกิจพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นเงินที่ได้มาเปล่า จะส่งผลให้มีกำไรจากโครงการเพิ่มขึ้น จากตารางจะเห็นว่า กรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน ทำให้โครงการมีผลกำไรมากที่สุด คือ 4.3×10^6 บาท

- กรณีรัฐบาลให้ การสนับสนุนด้านเงินลงทุนบางส่วน ทำให้ต้นทุนของโครงการลดลงจากต้นทุนที่แท้จริง และ มีกำไร เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนแล้วกรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนมีกำไรมากที่สุดคือ 1.29

- ถ้าลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด พบว่ามีค่า IRR สูงกว่าอัตราดอกเบี้ย แต่ไม่เหมาะสมกับการลงทุน เนื่องจาก ผลตอบแทนน้อยที่สุดของโครงการคือ 13.12% ส่วนกรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินวงเงิน กู้สูงสุด 70% ของเงินลงทุน อัตราดอกเบี้ยต่ำ 4% มีค่า IRR เท่ากับ

19.44% สูงกว่าอัตราดอกเบี้ยแต่ไม่ควรเลือกลงทุนในกรณีนี้ เนื่องจากผลตอบแทนของโครงการน้อยกว่ากรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนมีค่าIRR เท่ากับ 21.01% ซึ่งสูงที่สุด

- จะเห็นว่าผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ทั้ง 3 กรณี ของเทศบาลตำบลสามง่าม มีความคุ้มค่าการลงทุนทุกกรณี เนื่องจากมีกำไรเกิดขึ้นจากโครงการ แต่ควรเลือกพิจารณาว่ากรณีไหนมีผลกำไรในโครงการมากที่สุด ซึ่งในที่นี้คือกรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน นอกจากนี้ทางเทศบาลยังมีแนวทางการเพิ่มรายได้โดยการขายขยะรีไซเคิล และรับกำจัดขยะ ให้กับหน่วยงานที่ไม่มีศักยภาพในการกำจัดเอง เป็นต้น

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ทั้ง 3 กรณี ของเทศบาลตำบลโคกกรวด

รายการ	ลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น เองทั้งหมด	ได้รับเงินลงทุน สนับสนุนจากกองทุนอุดหนุนจากรัฐบาล	กู้ยืมเงินลงทุนจาก สถาบันการเงิน
ผลตอบแทนโครงการ	-	-	-
IRR %			
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	-7.8×10^6	-5.4×10^6	-7.0×10^6
NPV			
B/C	0.45	0.54	0.47

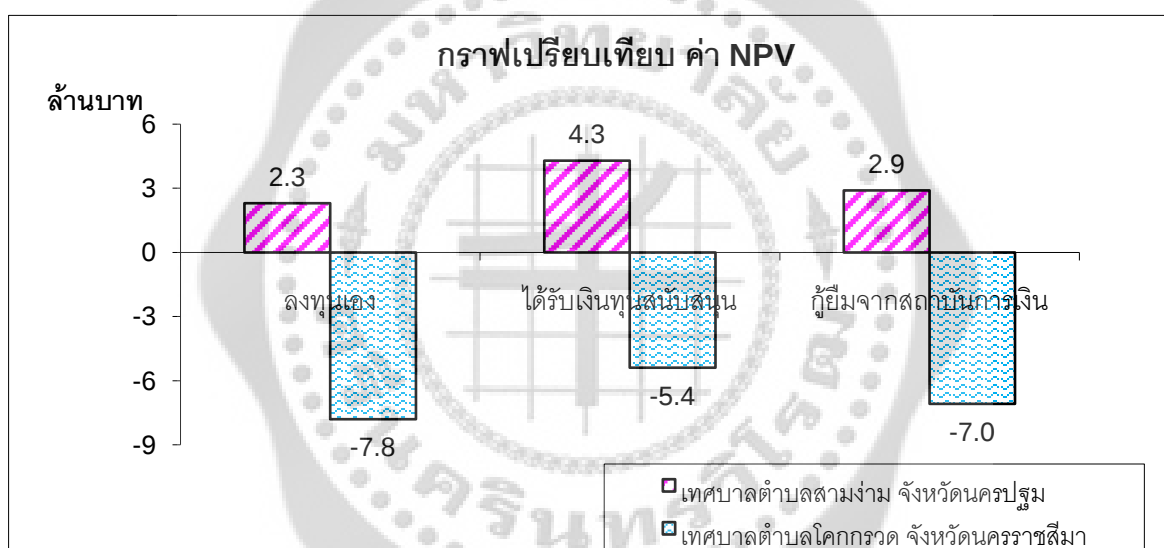
ผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตพลังงานที่เทศบาลตำบลโคกกรวด พบว่า

- ถ้าต้นทุนลดลงจากต้นทุนที่แท้จริง เนื่องจากรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนตามมาตรการช่วยเหลือการลงทุนด้านธุรกิจพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นเงินที่ได้มาเปล่า ส่งผลให้มีกำไรจากโครงการเพิ่มขึ้น จากตารางจะเห็นว่า กรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนมีผลกำไรมากที่สุดคือ -5.4×10^6 บาท แต่ไม่ควรที่จะลงทุน เนื่องจากผลกำไรสุทธิติดลบ ไม่มีกำไรเกิดขึ้นในโครงการ

- กรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนด้านเงินลงทุนบางส่วน ทำให้โครงการมีกำไรมากกว่าต้นทุน เนื่องจากต้นทุนลดลงจากต้นทุนที่แท้จริง จะเห็นว่าการกำไรมากที่สุดอยู่ที่ 0.54 แต่ควรปฏิเสธโครงการนี้เนื่องจากผลกำไรเมื่อเทียบกับต้นทุน (B/C) มีค่าน้อยกว่า 1 คือโครงการนี้ไม่มีผลกำไรเกิดขึ้น

- จะเห็นว่าผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ทั้ง 3 กรณี ของเทศบาลตำบลโคกกรวด ไม่มีความคุ้มค่าลงทุนทุกกรณี เพราะไม่มีผลกำไรเกิดขึ้นจากโครงการ ในทุกกรณี เนื่องจากเทศบาลไม่มีแนวทางสำหรับการเพิ่มรายได้โครงการ เช่นการขายขยะรีไซเคิล และการรับกำจัดขยะให้กับหน่วยงานที่ไม่มีศักยภาพในการกำจัดเอง เป็นต้น

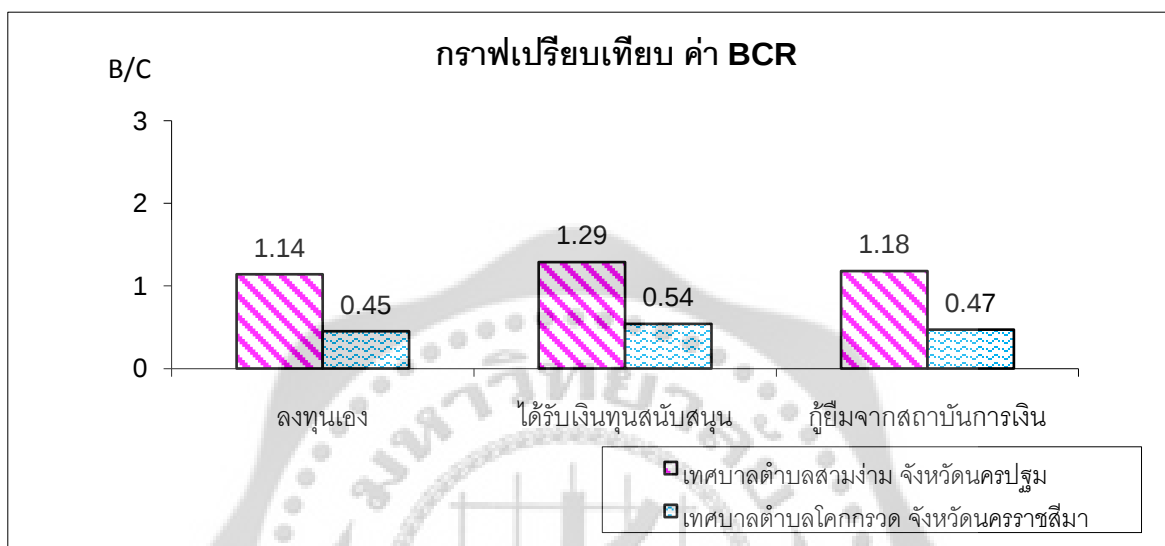
ผลตอบแทนของโครงการผลิตพลังงานครบวงจรภายใต้ภาพจำลองเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ คือ 1.กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด 2.กรณีได้รับเงินลงทุนสนับสนุนจากภาครัฐบางส่วน 3.กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบค่า NPV BCR และ IRR แสดงดังภาพประกอบ 14 ถึง 16 ตามลำดับ ดังนี้



ภาพประกอบ 14 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) สำหรับเทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม และเทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา

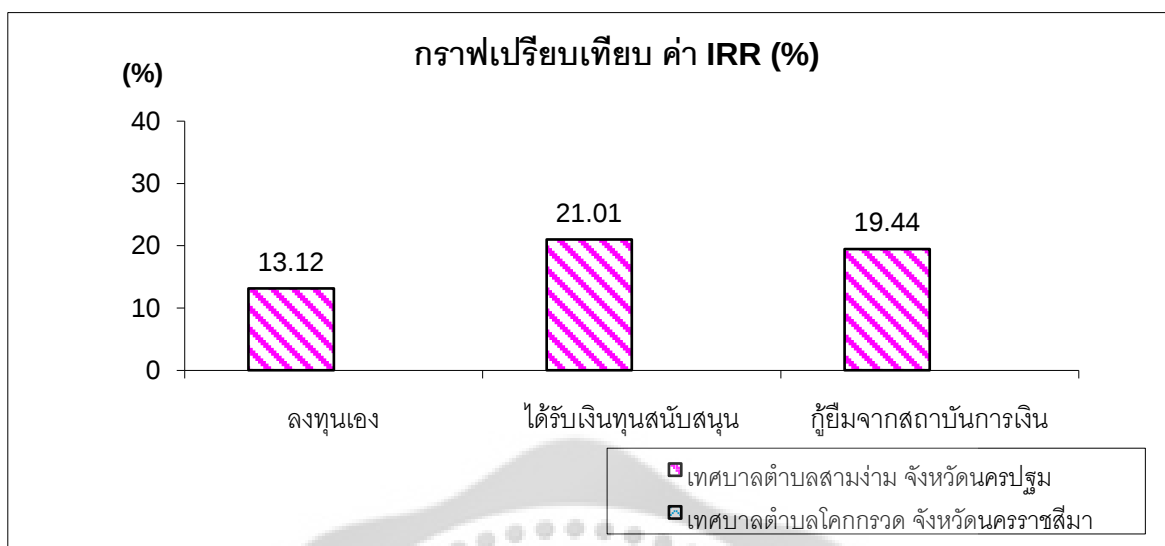
ภาพประกอบ 14 แสดงมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด พบว่าเทศบาลตำบลสามง่าม ภายใต้ภาพเหตุการณ์ทั้ง 3 เหตุการณ์ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV มากกว่า ศูนย์ แสดงว่าโครงการนั้นมีผลกำไร เหมาะสมที่จะลงทุน แต่ควรเลือกพิจารณาภาพเหตุการณ์ที่ให้ผลกำไรมากที่สุด จะเห็นว่ากรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน จะให้ผลกำไรมากที่สุด คือ 4.3×10^6 บาท รองลงมาคือกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินคือ 2.9×10^6 บาท และกรณีที่ลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมดให้ผลกำไรน้อยที่สุดคือ 2.3×10^6 บาท ขณะที่เทศบาล

ตำบลโคกกรวด ภายใต้ภาพเหตุการณ์ทั้ง 3 เหตุการณ์ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV มากกว่า ศูนย์ แสดงว่าผลประโยชน์จากการขาดทุน ไม่เหมาะสมที่จะลงทุนในโครงการ ควรนำเงินไปฝากธนาคารหรือ ลงทุนในกิจการอื่นจะดีกว่า



ภาพประกอบ 15 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C) สำหรับเทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม และเทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา

ภาพประกอบ 15 แสดงอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C) เทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด พบว่าเทศบาลตำบลสามง่าม ภายใต้ภาพเหตุการณ์ทั้ง 3 เหตุการณ์ เมื่อเปรียบเทียบอัตราผลตอบแทนกับต้นทุน จะเห็นว่าสามารถยอมรับโครงการ หรือโครงการนั้นคุ้มค่า นำลงทุน เพราะ อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่ามากกว่าหนึ่ง B/C มากกว่า หนึ่ง แสดงว่ามูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนมีค่ามากกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุน และในการพิจารณานั้น เราควรเลือกจากโครงการที่มีค่าผลตอบแทนต่อต้นทุนมากที่สุด และมากกว่าหนึ่ง จะเห็นว่ากรณี ที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนจะมีค่าอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน B/C มากที่สุดคือ 1.29 รองลงมาคือกรณี กู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินมีค่า เท่ากับ 1.18 และลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมดมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 1.14 ขณะที่เทศบาลตำบลโคกกรวด ภายใต้ภาพเหตุการณ์ทั้ง 3 เหตุการณ์ พบว่าเมื่อเทียบอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน มีค่าน้อยกว่าหนึ่ง B/C น้อยกว่า หนึ่ง แสดงว่ามูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์น้อยกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุน แสดงว่าไม่มีกำไรเกิดขึ้นสำหรับโครงการนี้ จึงควรปฏิเสธโครงการ



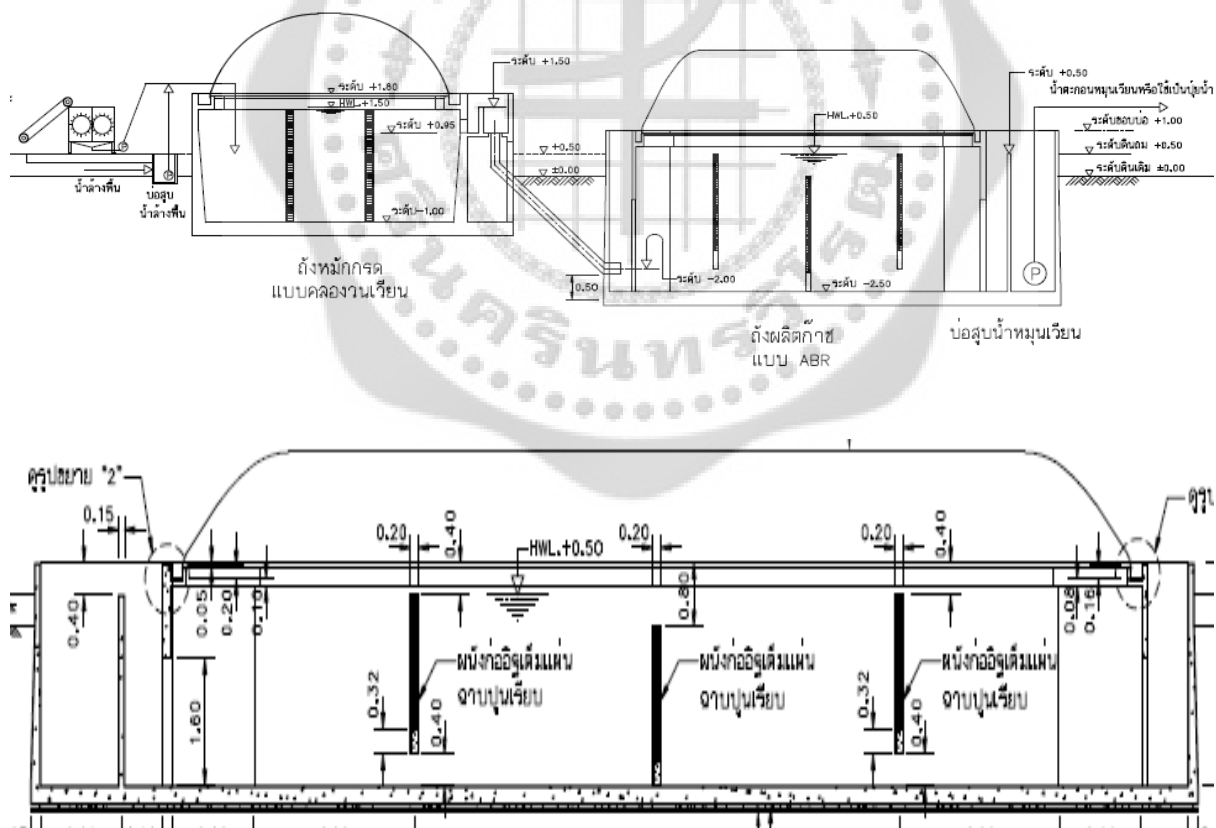
ภาพประกอบ 16 ผลตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์ (IRR) สำหรับเทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม และเทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา

ภาพประกอบ 16 แสดงผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) ของเทศบาลตำบลสามง่าม และเทศบาลตำบลโคกกรวด พบว่าเทศบาลตำบล สามง่าม ภายใต้ภาพเหตุการณ์ทั้ง 3 เหตุการณ์ มีค่า IRR สูงกว่าอัตราดอกเบี้ย แสดงว่าโครงการมี ความคุ้มค่าการลงทุน แต่ควร เลือกพิจารณาโครงการที่ให้ค่า IRR มากที่สุด จะเห็นว่ากรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน มีค่า IRR มากที่สุดคือ 21.01% รองลงมาคือกรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินอยู่ที่ 19.44% และกรณีที่มีค่า IRR น้อยที่สุดคือกรณีลงทุน โดยองค์กรปกครองส่วน ท้องถิ่นเองทั้งหมด เท่ากับ 13.12% ขณะที่เทศบาลตำบลโคกกรวด ภายใต้ภาพเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ พบว่า ค่า IRR น้อยกว่าอัตราดอกเบี้ย แสดงว่า ผลประ กอบการขาดทุน ดังนั้นโครงการนี้ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน จึงควรปฏิเสธโครงการนี้

3. การประเมินเทคโนโลยีสำหรับท้องถิ่นที่มีปริมาณขยะ 10-50 ตันต่อวัน

3.1 การประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบไร้ออกซิเจน

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์สำหรับ ท้องถิ่นที่มี ปริมาณขยะ รวม 10-50 ตันต่อวัน สามารถรองรับขยะอินทรีย์ ได้ 5 ตันต่อวัน กรณีศึกษา เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี และ เทศบาลเมือง แกลง จังหวัดระยอง แบบที่ใช้กำหนดโดยกระทรวงพลังงาน องค์ประกอบหลักของระบบผลิต ก๊าซชีวภาพคือ 1) บ่อคลองวนเวียน 2) บ่อ ABR จะเห็นว่าระบบหมักก๊าซชีวภาพแบบนี้ใช้เทคโนโลยี เช่นเดียวกับระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย ภายในบ่อผลิตก๊าซแบบ ABR ไม่มีเครื่องจักร เป็น ส่วนประกอบ หลักการทำงานเป็นการไหลลงช้าๆ กำแพงและ ลอดได้กำแพง ที่กั้นภายในบ่อ เพื่อให้ สารอินทรีย์ได้สัมผัส ผสกับตะกอนจุลินทรีย์ที่ อยู่ด้านล่างของบ่อ ส่วนคุณสมบัติทางกายภาพของขยะในเขต เทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมือง แกลง เป็นจำพวกเศษอาหารจาก ร้านอาหารภายในชุมชนเป็น หลัก ผลจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ของเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแกลง แสดงดังตาราง 25



ภาพประกอบ 17 บ่อ ABR



ภาพประกอบ 17 (ต่อ)บ่อ ABR

ตาราง 25 ข้อมูลของระบบผลิตก๊าซชีวภาพของเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง

รายการ	เทศบาลเมืองเดชอุดม	เทศบาลเมืองแก่ง
1.ปริมาณขยะ (ตันต่อวัน)	12	20
2.ขยะอินทรีย์ (ตันต่อวัน)	1.2	1.5
3.รองรับขยะอินทรีย์ (ตันต่อวัน)	5	5
4.มีมีเทน 60%	ได้	ได้
5.ปริมาณก๊าซชีวภาพ (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)	18.1	40.1
6. สิ่งแวดล้อม: น้ำล้างพื้น	ใช้งานในระบบหมัก	ใช้งานในระบบหมัก
6.1 ผลกระทบสิ่งแวดล้อม	เป็นระบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลดพื้นที่และปริมาณในการกำจัดขยะเมื่อเทียบกับการฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	เป็นระบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลดพื้นที่และปริมาณในการกำจัดขยะเมื่อเทียบกับการฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การใช้ประโยชน์จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพ พบว่าเทศบาลเมืองเดชอุดม มีการจ่ายก๊าซชีวภาพให้กับครัวเรือนภายในชุมชนเพื่อใช้ในการประกอบอาหาร ซึ่งช่วยลดการใช้ก๊าซหุงต้ม ขณะที่เทศบาลเมืองแก่งมีการจ่ายก๊าซให้กับโรงฆ่าสัตว์ภายในเทศบาลช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงสิ้นเปลืองลงได้ เนื่องจากปริมาณ

ก๊าซชีวภาพ ที่ผลิตได้มีปริมาณมาก เป็นเหตุทำให้ เทศบาลเมืองเดชอุดมมีโครงการ ที่จะขยายท่อส่งก๊าซ ให้กับครัวเรือนภายใน ชุมชนเพิ่มขึ้นเพื่อให้คนในชุมชน ได้ใช้ประโยชน์จากโครงการนี้มากที่สุด นอกจากนี้ ระบบผลิตก๊าซชีวภาพยังสามารถช่วยชาวบ้านลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือนได้บางส่วน ลดพื้นที่การกำจัดขยะให้น้อยลง และผลพลอยได้จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพคือ ปุ๋ย ซึ่งสามารถนำมาปรับปรุงคุณภาพดิน เป็นต้น

3.2 ระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF)

ระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี และเทศบาลเมืองแก่ง จังหวัดระยอง กำหนดออกแบบโดยกระทรวงพลังงานซึ่งประกอบด้วย เครื่องลดขนาดกิ่งไม้และเปลือกผลไม้ เครื่องลดขนาดขยะพลาสติก เครื่องผสมขยะ และเครื่องอัดแน่นขยะ ปัจจุบันพบว่า เทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง ไม่สามารถเปิดดำเนินการในระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ ได้อย่างเต็มรูปแบบ เนื่องจาก ปริมาณขยะ และเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิง ขยะที่ไม่เหมาะสมกับคุณสมบัติ ของขยะทั้งทางกายภาพ และทางเคมี ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1) กรณีเทศบาลเมืองเดชอุดม พบว่า

1.1) ขยะที่สามารถเผาไหม้ได้มีปริมาณไม่มากพอที่จะเปิดดำเนินการในระบบผลิตเชื้อเพลิง ขยะ เนื่องจากไม่คุ้มกับค่าดำเนินงาน เช่นค่าไฟฟ้า เป็นต้น แต่ทางเทศบาล ได้มีการรณรงค์ในการคัดแยก ขยะจำพวกกล่องนม ขวดนม ขวดพลาสติกเพื่อนำ มาอัดแท่งเป็นก้อน โดยการตั้งถังขยะรับเฉพาะกล่องนม ตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น โรงเรียน สถานีขนส่ง เป็นต้น เทศบาลเมืองเดชอุดม มีปริมาณกล่องนม ที่ได้จาก โครงการนี้เฉลี่ยในระยะเวลา 1 ปี มีประมาณ 500 กิโลกรัม ส่งขายเป็นขยะอัดแท่งจะได้กิโลกรัมละ 5 บาท

1.2) เทคโนโลยีไม่เหมาะสมกับคุณสมบัติ ของขยะทั้งทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมี คือการผลิตเชื้อเพลิงขยะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของขยะให้มีค่าความชื้นต่ำ และให้ ค่าความร้อนสูง แต่ โครงการผลิตพลังงานจากขยะ ใช้เทคโนโลยีแบบเครื่องจักรกล (Mechanical Treatment) พบว่าไม่มี อุปกรณ์ที่ช่วยลดความชื้นของ ขยะมูลฝอย นอกจากนี้ เครื่องอัดแน่นขยะ ในระบบผลิตเชื้อเพลิง ขยะของ โครงการมีหลักการทำงานที่ไม่เหมาะสม ในการ นำมาอัดขยะเชื้อเพลิงที่ผ่านการสับ ย่อย แล้ว เนื่องจาก เครื่องอัดขยะรูปแบบนี้ถูกออกแบบมาเพื่ออัดขยะจำพวก กระป๋อง กล่องนม ขวดพลาสติก ขวดนม ที่ไม่ผ่านการสับ ย่อย มาก่อน

2) กรณีเทศบาลเมืองแก่ง พบว่า

ขยะที่สามารถเผาไหม้ได้ของเทศบาลเมืองแก่งมีปริมาณมากพอที่จะเปิดดำเนินการได้ จากการ คัดแยกขยะจำพวกถุงนม กล่องนม ขวดนมพลาสติก จะเห็นว่าปริมาณขยะ โดยเฉลี่ยในระยะเวลา 1 ปี มี

ประมาณ 14,400 กิโลกรัมต่อปี แต่เนื่องจากเทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถผลิตเชื้อเพลิงขยะได้ ดังนั้นทางเทศบาลเมืองแกลง จึงได้นำขยะจำพวก กลังอนม ขวดนม ขวดพลาสติก ถุงนม เข้าเครื่องอัดขยะ เพื่ออัดขยะเป็นก้อนก่อนส่งไปจำหน่ายให้กับบริษัทผู้ค้าใน ราคา กิโลกรัมละ 5 บาท สำหรับขยะจำ พวกขวด พลาสติกแบบ แข็ง เช่น แกลอนน้ำมัน จะนำเข้าเครื่องสับย่อยขยะ ทั้งนี้เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับขยะเหล่านี้ ได้คือจากเดิมเคยซื้อ 9 บาทต่อกิโลกรัม แต่ถ้าผ่านการสับย่อยจะได้ราคา 19 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนขยะ จำพวกกิ่งไม้ จะนำมาเข้าเครื่องสับย่อยกิ่งไม้ เพื่อทำเป็นปุ๋ยใช้ประโยชน์ทางการเกษตรต่อไป



ภาพประกอบ 18 เครื่องอัดขยะของเทศบาลเมืองเดชอุดม



ภาพประกอบ 19 เครื่องอัดขยะเทศบาลเมืองแกลง

4. การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์สำหรับเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง

4.1 ภาพเหตุการณ์ที่ใช้ในการประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์

ระยะที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นระยะภายในชุมชน คือ ระยะอินทรีย์ และระยะที่สามารถเผาไหม้ได้ ภายใต้ภาพจำลองเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ ดังนี้

1. กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด คือองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้ลงทุนก่อสร้างโครงการทั้งหมด รวมค่าใช้จ่ายและค่าดำเนินการโดยใช้เงินของทางหน่วยงานทั้งหมด 100%

2. กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นและได้รับเงินทุนสนับสนุนบางส่วนจากรัฐบาล คือเงินที่ได้รับการอุดหนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริม พลังงานทดแทน จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจำนวนเงินอุดหนุนสูงสุดที่ให้แก่จะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับขนาดของเงินลงทุน ถ้าขนาดเงินลงทุนมีมูลค่าระหว่าง 5,000,000 - 10,000,000 บาท เงินอุดหนุนสูงสุดตามมาตรการของกองทุนที่ให้เท่ากับ 32% ของเงินลงทุน

3. กรณีลงทุนโดยกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน คือโครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้รับการจัดสรรจากเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนมาเป็นทุนหมุนเวียนในการปล่อยผ่านสถาบันการเงินที่เข้าร่วมโครงการไปยังผู้ประกอบการที่ประสงค์จะลงทุนด้านการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนในอัตราดอกเบี้ยต่ำ ไม่เกินร้อยละ 4 ระยะเวลาที่กำหนดไม่เกิน 7 ปี โดยสามารถกู้ได้สูงสุด 70% ของเงินลงทุน

4.2 สมมติฐาน และตัวแปรที่สำคัญสำหรับการคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์การลงทุน

คำนวณภายใต้ระยะเวลาของโครงการ 15 ปี คำนวณเงินลงทุนจากมูลค่าเครื่องจักร และค่าก่อสร้างโรงงาน โดยอัตราส่วนการกู้เงินกับธนาคารต่อเงินทุนตัวเอง เท่ากับ 1:1 อัตราดอกเบี้ยกำหนดเป็นดอกเบี้ยต่ำ ร้อยละ 4 ของเงินลงทุน โดยกำหนดให้เท่ากันตลอดอายุโครงการ คำนวณภายใน 7 งวด รายได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ทุกปี ต้นทุนการผลิตและการดำเนินงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ทุกปี โดยไม่คิดมูลค่าจากการขายซาก

1. ต้นทุนการผลิต คือข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนการผลิต ได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการผลิต ค่าใช้จ่ายรายปี ค่าซ่อมบำรุง ค่าจ้างพนักงาน

2. รายได้ ได้จากการขายขยะรีไซเคิล ค่าธรรมเนียมจากการเก็บขยะ ค่ากำจัดขยะ ราคาเชื้อเพลิงในรูปของพลังงานความร้อน (MJ) และรายได้จากกองทุนสนับสนุนการลงทุนจากรัฐบาลตามมาตรการส่งเสริมสนับสนุนการลงทุนด้านพลังงาน

3. กำหนดอัตราคิดลดหรือค่าเสียโอกาสเงินทุนที่ร้อยละ 8 ตามแนวทางและหลักเกณฑ์การวิเคราะห์โครงการ ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้กำหนดอัตราคิดลดหรือค่าเสียโอกาสเงินทุนร้อยละ 8-12

ตาราง 26 ข้อมูลเบื้องต้นของเทศบาลของเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง

รายการ	เทศบาลเมืองเดชอุดม	เทศบาลเมืองแก่ง
1.ปริมาณขยะ (ตันต่อวัน)	12	20
2.ขยะอินทรีย์ (ตันต่อวัน)	1.2	1.5
2.1 ประเภทขยะ	เศษอาหาร	เศษอาหาร
3.รองรับขยะอินทรีย์ (ตันต่อวัน)	5	5
4.รองรับขยะ RDF (ตันต่อวัน)	ไม่ต่ำกว่า 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	ไม่ต่ำกว่า 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
5.ปริมาณก๊าซชีวภาพ (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)	18.1	40.1
6.พลังงานความร้อนจากก๊าซชีวภาพ (เมกะจูลต่อปี)	138,810	307,366

ตาราง 27 รายละเอียดตัวแปรที่ใช้ในการลงทุนโครงการผลิตพลังงานจากขยะชุมชนแบบครบวงจร ของเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง

	เทศบาลเมืองเดชอุดม	เทศบาลเมืองแก่ง
เงินลงทุน		
- ค่าลงทุนระบบผลิตพลังงานแบบครบวงจร	8,470,000 บาท	8,272,500 บาท
- ดอกเบี้ยเงินกู้ 7%	-	-
- ภาษีมูลค่าเพิ่ม	-	-
ต้นทุนการผลิต	เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี	เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี
- ค่าน้ำ	15,000 บาทต่อปี	1,509.77 บาทต่อปี
- ค่าไฟฟ้า	48,500 บาทต่อปี	50,483.65 บาทต่อปี
- ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	960,000 บาทต่อปี	3,200,000 บาทต่อปี
- ค่าซ่อมบำรุง	80,000 บาทต่อปี	874,500 บาทต่อปี
- เงินเดือนค่าจ้างพนักงาน	540,000 บาทต่อปี	3,780,000 บาทต่อปี
รายได้	เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี	เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี
- ขายขยะรีไซเคิล	1,602,500 บาทต่อปี	1,810,400 บาทต่อปี
- มูลค่าผลประโยชน์พลังงาน	55,100 บาทต่อปี	122,024 บาทต่อปี
ความร้อน (0.397บาทต่อเมกะจูล)		
- ค่าธรรมเนียมการเก็บขนขยะ	1,260,720 บาทต่อปี	782,160 บาทต่อปี
- ค่ากำจัดขยะ	-	6,834,000 บาทต่อปี
- เงินสนับสนุนจากภาครัฐ 32%	2,710,400 บาท	2,647,200 บาท
ของเงินลงทุน^B		
- ลงทุนโดยกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินกู้ได้สูงสุด 70%	5,929,000 บาท	5,790,750 บาท
ของเงินลงทุน^C		
- ระยะเวลาโครงการ	15 ปี	15 ปี

ตาราง 27 (ต่อ)

	เทศบาลเมืองเดชอุดม	เทศบาลเมืองแก่ง
- อัตราดอกเบี้ยต่ำจากการช่วยเหลือของกองทุน สำหรับเงินลงทุนโครงการไม่เกิน 50 ล้านบาท ^C	4%	4%
- เงินค้ำระหว่างงวด ^C	7 ปี	7 ปี

^A กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด

^B กรณีได้รับเงินลงทุนสนับสนุนจากกองทุนอุดหนุนของรัฐบาล

^C กรณีกู้ยืมเงินลงทุนจากสถาบันการเงิน สูงสุด 70% ของเงินลงทุน

ผลตอบแทนของโครงการผลิตพลังงาน ครัวบวงจรของเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง ภายใต้ภาพจำลองเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ คือ 1.กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด 2.กรณีได้รับเงินลงทุนสนับสนุนจากภาครัฐบางส่วน 3.กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์แสดงดังตาราง 28 และ 29 ตามลำดับ

ตาราง 28 วิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ทั้ง 3 กรณี สำหรับเทศบาลเมืองเดชอุดม

รายการ	ลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น เองทั้งหมด	ได้รับเงินลงทุนสนับสนุนจากกองทุนอุดหนุนจากรัฐบาล	กู้ยืมเงินลงทุนจากสถาบันการเงิน
ผลตอบแทนโครงการ	15.30	23.73	23.58
IRR %			
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	4.5×10^6	7.2×10^6	5.3×10^6
NPV			
B/C	1.18	1.32	1.22

ผลวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตพลังงานที่เทศบาลเมืองเดชอุดม พบว่า

- ถ้าต้นทุนลดลงจากต้นทุนที่แท้จริง โดยรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนตามมาตรการช่วยเหลือการลงทุนด้านธุรกิจพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นเงินที่ได้มาเปล่า ส่งผลให้มีกำไร จากโครงการเพิ่มขึ้น จากตารางจะเห็นว่ากรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน จะทำให้โครงการ มีผลกำไรมากที่สุด คือ 7.2×10^6 บาท

- ถ้ารัฐบาลให้การสนับสนุนด้านเงินลงทุนบางส่วน ทำให้ต้นทุนลดลงจากต้นทุนที่แท้จริง และโครงการ มีกำไรเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน จะเห็นว่า กรณีที่รัฐบาลช่วยเหลือเงินลงทุนบางส่วนทำให้โครงการมีกำไรมากที่สุดอยู่ที่ 1.32

- ถ้าลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด พบว่ามีค่า IRR สูงกว่าอัตราดอกเบี้ย แต่ไม่เหมาะกับการลงทุน เนื่องจาก มีค่าผลตอบแทนน้อยที่สุดของโครงการเท่ากับ 15.30% ส่วนกรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินวงเงินกู้สูงสุด 70% ของเงินลงทุน อัตราดอกเบี้ยต่ำ 4% มีค่า IRR เท่ากับ 23.58% สูงกว่าอัตราดอกเบี้ย แต่ไม่ควรเลือกลงทุนในกรณีนี้ เนื่องจากผลตอบแทนของโครงการ มีค่าน้อยกว่ากรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนมีค่า IRR เท่ากับ 23.73% ซึ่งมีค่ามากที่สุด

- ผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ทั้ง 3 กรณี ของเทศบาลเมืองเดชอุดม มีความคุ้มค่าการลงทุนทุกกรณี เนื่องจากมีกำไรเกิดขึ้นจากโครงการ แต่ควรเลือกพิจารณาว่ากรณีใด มีผลกำไรในโครงการมากที่สุด ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ คือกรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน นอกจากนี้ ทางเทศบาลมี แนวทางการเพิ่มรายได้โดยการขายขยะรีไซเคิล และการขายขยะอัดก้อน เป็นต้น

ตาราง 29 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ทั้ง 3 กรณี สำหรับเทศบาลเมืองแก่ง

รายการ	ลงทุนโดยองค์การ ปกครองส่วนท้องถิ่น เองทั้งหมด	ได้รับเงินลงทุน สนับสนุนจากกอง ทุนอุดหนุนจากรัฐบาล	กู้ยืมเงินลงทุนจาก สถาบันการเงิน
ผลตอบแทนโครงการ	21.10	36.00	31.49
IRR %			
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	8.4×10^6	11.1×10^6	9.2×10^6
NPV			
B/C	1.10	1.13	1.11

ผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตพลังงานที่เทศบาลเมืองแกลง พบว่า

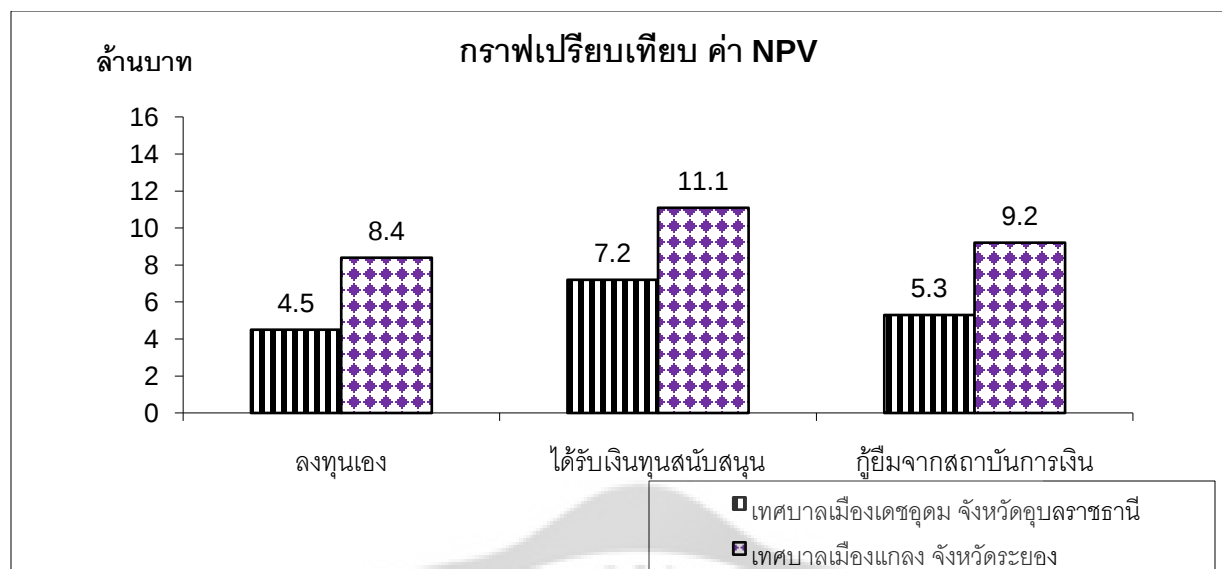
- ถ้าต้นทุนลดลงจากต้นทุนที่แท้จริง โดยรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนตามมาตรการช่วยเหลือการลงทุนด้านธุรกิจพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นเงินที่ได้มาเปล่า ส่งผลให้มีกำไร จากโครงการเพิ่มขึ้น จากตารางจะเห็นว่ากรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนจะทำให้โครงการมีผลกำไรมากที่สุด คือ 11.1×10^6 บาท

- ถ้ารัฐบาลให้การสนับสนุนด้านเงินลงทุนบางส่วน ทำให้ต้นทุนลดลงจากต้นทุนที่แท้จริง และโครงการมีกำไรเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนจะเห็นว่ากรณีที่รัฐบาลช่วยเหลือเงินลงทุนบางส่วนทำให้โครงการมีกำไรมากที่สุดอยู่ที่ 1.13

- ถ้าลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด พบว่ามีค่า IRR สูงกว่าอัตราดอกเบี้ย แต่ไม่เหมาะกับการลงทุน เนื่องจากผลตอบแทน มีค่าน้อยที่สุดของโครงการเท่ากับ 21.10% ส่วนกรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินวงเงินกู้สูงสุด 70% ของเงินลงทุน อัตราดอกเบี้ยต่ำ 4% มีค่า IRR เท่ากับ 31.49% สูงกว่าอัตราดอกเบี้ย แต่ไม่ควรเลือกลงทุนในกรณีนี้เนื่องจากผลตอบแทนของโครงการ มีค่าน้อยกว่ากรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนซึ่งเป็นเงินที่ได้มาเปล่า มีค่า IRR เท่ากับ 36.00% ซึ่งมีค่ามากที่สุด

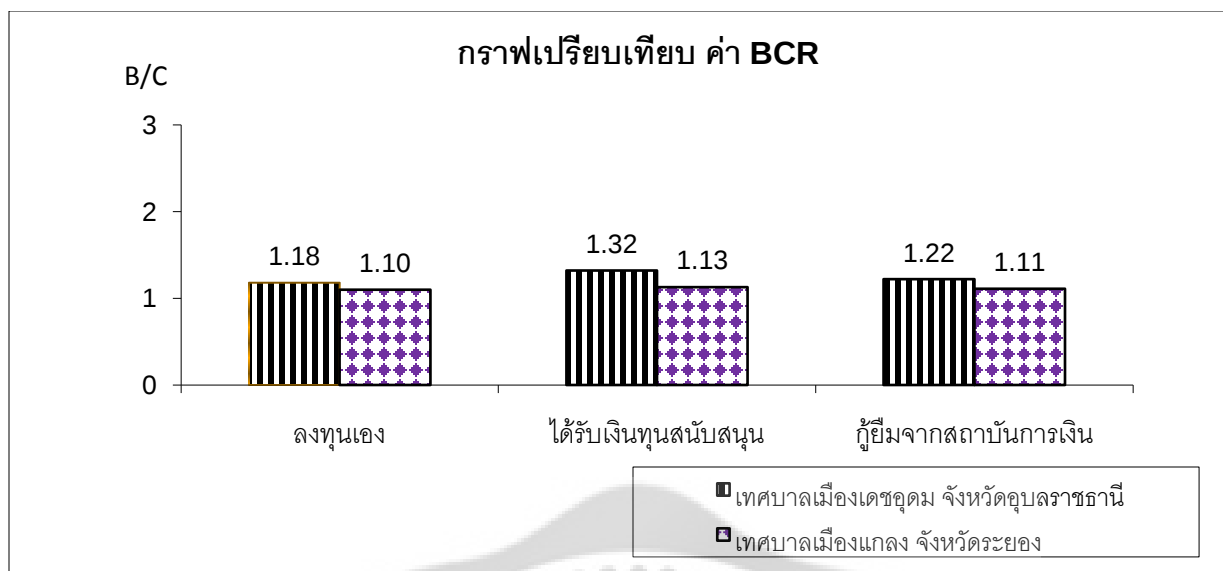
- จะเห็นว่าผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ทั้ง 3 กรณี ของเทศบาลเมืองแกลง มีความคุ้มค่าการลงทุนทุกกรณี เนื่องจากมีกำไรเกิดขึ้นจากโครงการ แต่ควรเลือกพิจารณาว่ากรณีไหนมีผลกำไรในโครงการมากที่สุด ซึ่งในที่นี้คือกรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน นอกจากนี้ทางเทศบาลมีแนวทางการเพิ่มรายได้โดยการขายขยะรีไซเคิล การขายขยะอัดก้อน ขายขยะพลาสติกที่สับบดละเอียด และรับกำจัดขยะให้กับหน่วยงานที่ไม่มีศักยภาพกำจัดขยะเอง เป็นต้น

เมื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนของโครงการผลิตพลังงานครบวงจรภายใต้ภาพจำลองเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ คือ 1. กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด 2. กรณีได้รับเงินทุนสนับสนุนจากภาครัฐบางส่วน 3. กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ แสดงในภาพประกอบ 20 – 22 แสดงค่า NPV BCR และ IRR ของเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแกลงตามลำดับ



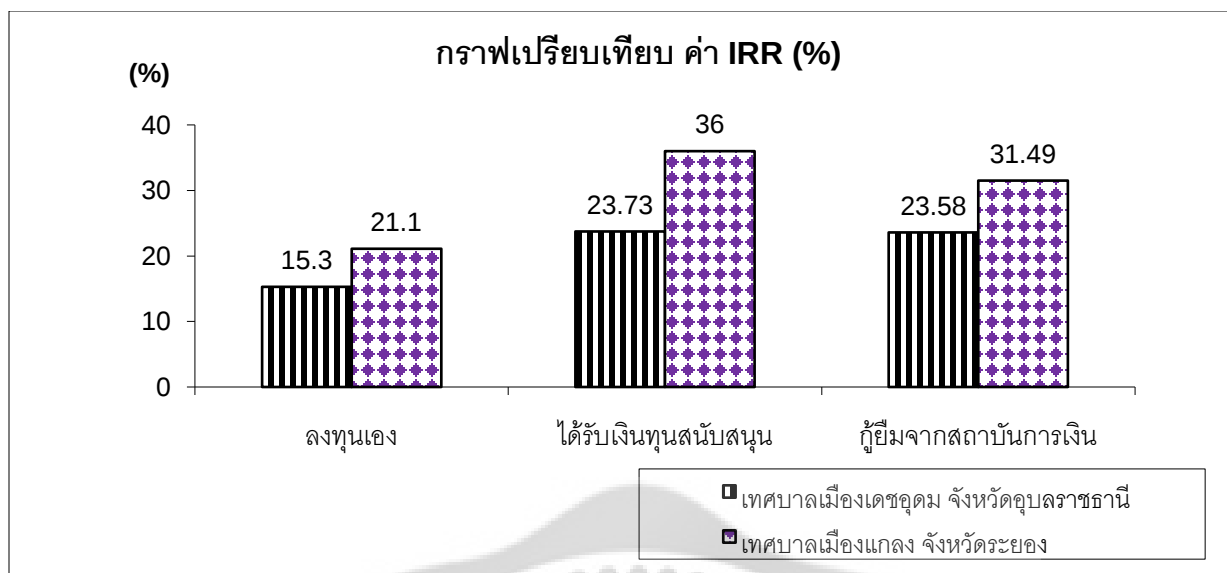
ภาพประกอบ 20 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี และเทศบาลเมืองแก่ง จังหวัดระยอง

ภาพประกอบ 20 เปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง พบว่าเทศบาลเมืองแก่ง ภายใต้ภาพเหตุการณ์ทั้ง 3 เหตุการณ์ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV มากกว่า ศูนย์ แสดงว่าโครงการมีผลกำไร จึงเหมาะที่จะลงทุน แต่เราควรเลือกพิจารณาภาพเหตุการณ์ที่ให้ผลกำไรมากที่สุด จะเห็นว่ากรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน จะให้ผลกำไรมากที่สุด คือ 11.1×10^6 บาท รองลงมาคือกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินคือ 9.2×10^6 บาท และลงทุนโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมดของเทศบาลเมืองแก่งมีผลกำไรน้อยที่สุดคือ 8.4×10^6 บาท ขณะที่เทศบาลเมืองเดชอุดม ภายใต้ภาพจำลองเหตุการณ์ทั้ง 3 เหตุการณ์ พบว่ากรณีที่ รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน ให้ผลกำไรมากที่สุด คือ 7.2×10^6 บาท รองลงมาคือกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินคือ 5.3×10^6 บาท และลงทุนโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมดมีกำไรน้อยที่สุดคือ 4.5×10^6 บาท แต่ควรเลือกพิจารณาโครงการที่ให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมากที่สุด เนื่องจากเป็นโครงการที่มีผลกำไรมากที่สุด



ภาพประกอบ 21 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C) เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี และเทศบาลเมืองแกลง จังหวัดระยอง

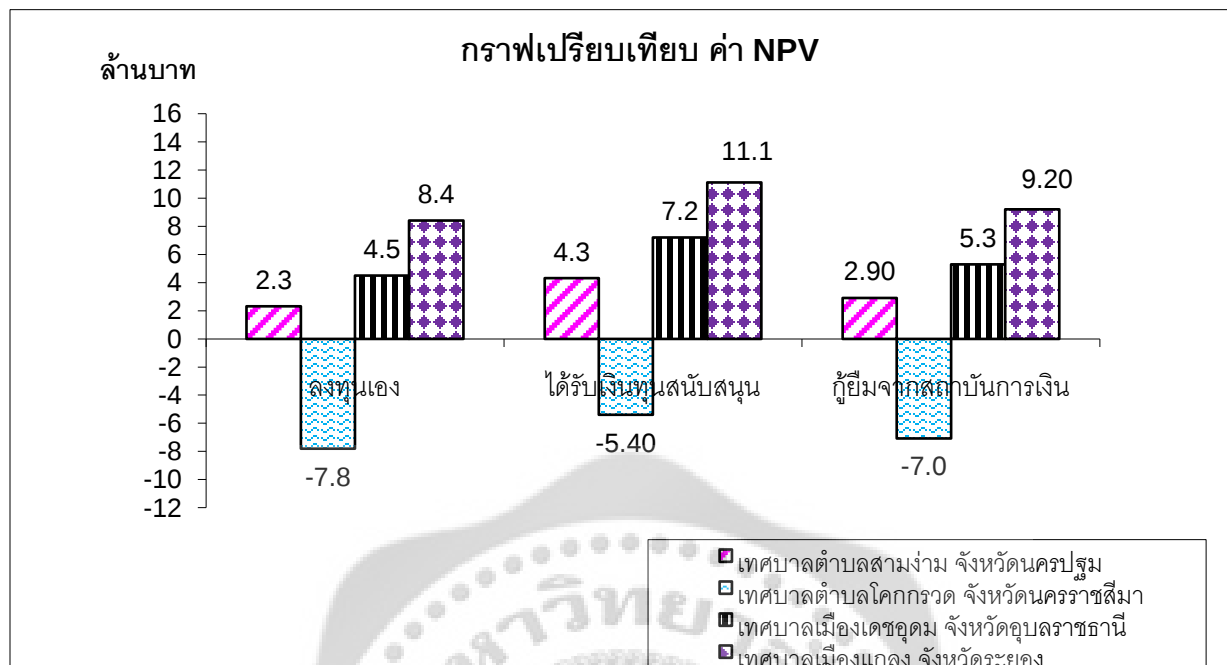
ภาพประกอบ 21 เปรียบเทียบอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C) ของเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแกลง ภายใต้ภาพเหตุการณ์ ทั้ง 3 เหตุการณ์ พบว่า อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน B/C มากกว่า หนึ่ง แสดงว่ามูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนมีค่ามากกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุน จะเห็นว่าสามารถยอมรับโครงการ หรือโครงการนั้นคุ้มค่าการลงทุน แต่ในการพิจารณานั้น เราควรเลือกจากโครงการที่มีผลประโยชน์ต่อต้นทุนมากที่สุด และมากกว่า 1 จะเห็นว่ากรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน มีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน มากที่สุดเท่ากับ 1.32 รองลงมาคือกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินมีค่าเท่ากับ 1.22 และลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมดของเทศบาลเมืองเดชอุดมมีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน น้อยที่สุดเท่ากับ 1.18 ขณะที่เทศบาลเมืองแกลง ภายใต้ภาพเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ พบว่ากรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน มีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน มากที่สุดเท่ากับ 1.13 รองลงมาคือกรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินมีค่า 1.11 และกรณีที่ลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมดของเทศบาลเมืองแกลงมีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน น้อยที่สุดคือ 1.10 แต่ควรเลือกพิจารณาโครงการที่มีอัตราผลประโยชน์ ต่อต้นทุนมากที่สุด และมากกว่าหนึ่ง เนื่องจากโครงการนั้นมีกำไรเกิดขึ้นมากที่สุด



ภาพประกอบ 22 อัตราผลตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์ (IRR) ของเงินลงทุน เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี และเทศบาลเมืองแก่ง จังหวัดระยอง

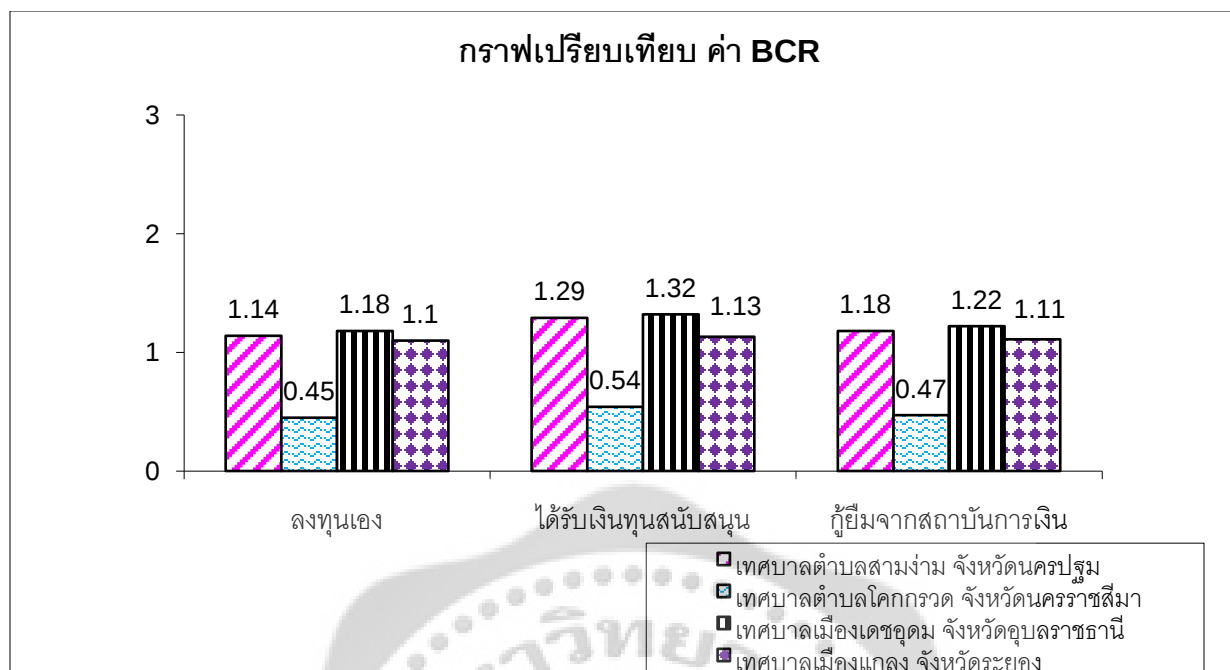
ภาพประกอบ 22 เปรียบเทียบผลของอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) ของเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองแก่ง พบว่าเทศบาลเมืองแก่ง ภายใต้ภาพเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ มีค่า IRR สูงกว่าอัตราดอกเบี้ย แสดงว่ามี ความคุ้มค่าการลงทุน แต่ควรเลือกพิจารณาโครงการที่มีผลตอบแทนมากที่สุดจะเห็นว่ากรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน มีค่า IRR มากที่สุดเท่ากับ 36.00% รองลงมาคือกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินมีค่าเท่ากับ 31.49% และที่ลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมดของเทศบาลเมืองเดชอุดมมีค่า IRR น้อยที่สุดเท่ากับ 21.10% ขณะที่เทศบาลเมืองเดชอุดม ภายใต้ภาพเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ พบว่ากรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนมีค่า IRR มากที่สุด เท่ากับ 23.73% รองลงมาคือกรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินมีค่า เท่ากับ 23.58% และกรณีที่ลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมดของเทศบาลเมืองแก่งมีค่า IRR น้อยที่สุดเท่ากับ 15.30% แต่ควรเลือกพิจารณาโครงการที่ให้ผลตอบแทนมากที่สุด เนื่องจากโครงการนั้นมีกำไรเกิดขึ้นมากที่สุด และ ต้นทุนน้อยที่สุด

วิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการผลิตพลังงาน จากขยะแบบครบวงจรทั้ง 4 เทศบาล ภายใต้ภาพจำลองเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ คือ 1. กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด 2. กรณีได้รับเงินทุนสนับสนุนจากภาครัฐบางส่วน 3. กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ แสดงในภาพประกอบ 23 ถึง 25



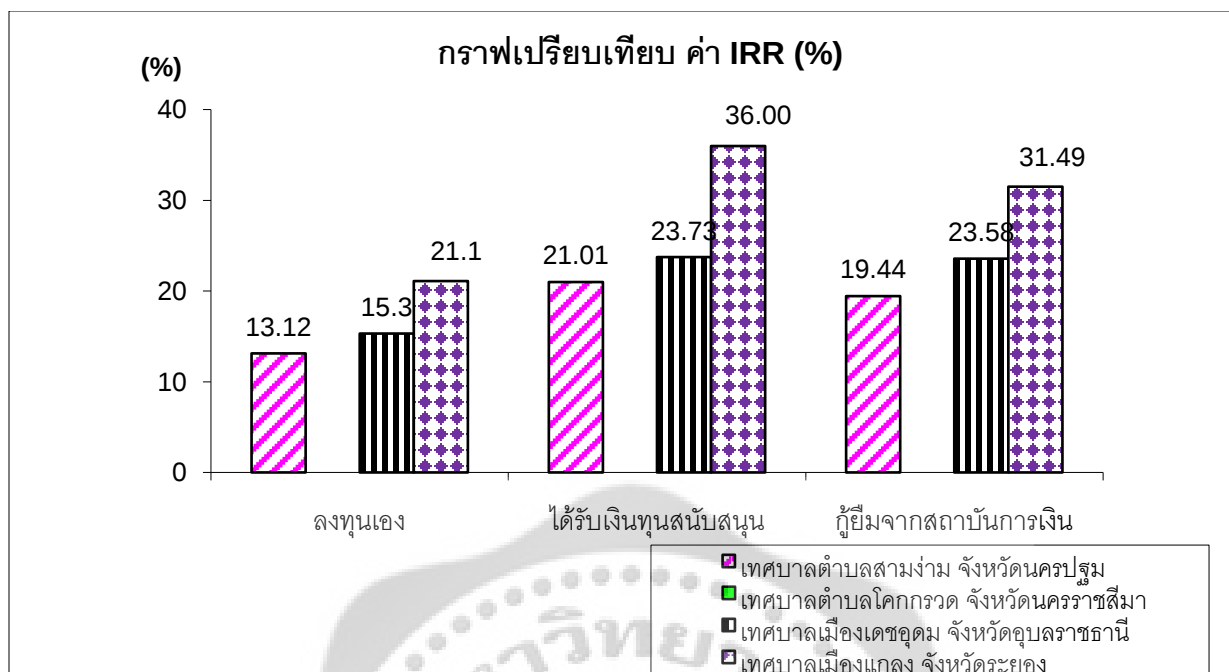
ภาพประกอบ 23 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV) เทศบาลตำบลสามง่าม เทศบาลตำบลโคกกรวด
 เทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองระยอง

ภาพประกอบ 23 แสดงภาพเหตุการณ์ทั้ง 3 เหตุการณ์ของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV ทั้ง 4 เทศบาลพบว่าถ้ารัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน จะทำให้โครงการมีกำไร มากกว่ากู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน และลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด ตามลำดับ



ภาพประกอบ 24 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน(B/C) เทศบาลตำบลสามง่าม เทศบาลตำบลโคกกรวด
เทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองระยอง

ภาพประกอบ 24 แสดงภาพเหตุการณ์ทั้ง 3 เหตุการณ์ของอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน B/C ทั้ง 4 เทศบาล พบว่า ถ้ารัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนจะทำให้ โครงการมีกำไร มากกว่ากู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินและลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด ตามลำดับ



ภาพประกอบ 25 อัตราผลตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์(IRR) ของเงินลงทุน เทศบาลตำบลสามง่าม เทศบาลตำบลโคกกรวด เทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลเมืองระยอง

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์โครงการผลิตพลังงานจากขยะของเทศบาลเมืองเดชอุดม เทศบาลเมืองแกลง เทศบาลตำบลสามง่าม มีผลตอบแทนดีกว่า เทศบาลตำบลโคกกรวด เนื่องจากเทศบาลตำบลโคกกรวดไม่มีแนวทางเพิ่มรายได้ให้กับโครงการ เช่น รับกำจัดขยะให้กับหน่วยงานที่ไม่มีศักยภาพในการทำจัดขยะ ซึ่งรายได้ส่วนนี้ ถือเป็นรายได้ที่สำคัญมาก ที่จะทำให้ผลตอบแทนของโครงการเพิ่มขึ้น ต้นทุนการผลิตลดลง

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการลงทุน (IRR) ระหว่างเทศบาลเมืองเดชอุดม เทศบาลเมืองแกลง และเทศบาลตำบลสามง่ามพบว่า เทศบาลเมืองแกลง มีผลตอบแทนสูงที่สุด เมื่อรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนซึ่งมีค่าเท่ากับ 36.00% ส่วนเทศบาลเมืองเดชอุดม มีผลตอบแทนสูงสุดเมื่อรัฐบาลให้การสนับสนุนซึ่งมีค่าเท่ากับ 23.73% และเทศบาลตำบลสามง่าม มีผลตอบแทนสูงที่สุดเมื่อ รัฐบาลให้การสนับสนุนซึ่งมีค่าเท่ากับ 21.01% แต่เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดเฉพาะของทั้ง 3 เทศบาล พบว่าไม่สามารถนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกันอย่า ่งยุติธรรม เนื่องจากแต่ละเทศบาลมีลักษณะเฉพาะ ที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น เทศบาลเมืองเดชอุดม มีคนงาน 5 คน มีค่าใช้จ่ายด้านน้ำมันเชื้อเพลิง 960,000 บาทต่อปี มีรายได้จากการขายขยะรีไซเคิล 1,602,500 บาทต่อปี รายได้จากค่าธรรมเนียมการเก็บขนขยะ 1,260,720 บาทต่อปี แต่ไม่มีรายได้จากการรับกำจัดขยะจากหน่วยงานอื่น ขณะที่เทศบาลตำบลสามง่าม มีคนงาน 2

คน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 600,000 บาทต่อปี มีรายได้จากค่ากำจัดขยะ 584,000 บาทต่อปี รายได้จากค่าธรรมเนียมการเก็บขนขยะ 544,000 บาทต่อปี และมีรายได้จากการขายขยะรีไซเคิล 730,000 บาทต่อปี ส่วนเทศบาลเมืองแกลง มีคนงาน 35 คน มีค่าใช้จ่ายด้านน้ำมันเชื้อเพลิง 3,200,000 บาทต่อปี มีรายได้จากค่ากำจัดขยะ 6,834,000 บาทต่อปี รายได้จากค่าธรรมเนียมการเก็บขนขยะ 782,160 บาทต่อปี มีรายได้จากการขายขยะรีไซเคิล 1,810,400 บาทต่อปี เป็นต้น จะเห็นได้ว่าต้นทุนที่สำคัญคือ ค่าแรงงาน และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ส่วนรายได้ที่สำคัญนั้นจะได้รับ จากการรับกำจัดขยะให้กับเทศบาลอื่น ๆ ที่ ไม่มีศักยภาพในการกำจัดขยะเอง การขายขยะรีไซเคิล และค่าธรรมเนียมการเก็บขนขยะ นับเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้โครงการเกิดกำไร และสามารถลดต้นทุนลงได้ อีกทางหนึ่ง นอกเหนือจากการลดต้นทุนโดยรัฐ บาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน

เมื่อพิจารณา โครงการผลิต พลังงาน จากขยะของเทศบาลเมือง แกลง พบว่ามีต้นทุนสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลตำบลสามง่าม โดยเฉพาะค่าแรงงาน และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง แต่รายได้ของเทศบาลเมืองแกลงก็สูงที่สุด เช่นเดียวกัน จึงทำให้เทศบาลเมืองแกลง เมื่อเทียบกับเทศบาลเมืองเดชอุดม และเทศบาลตำบลสามง่าม มีผลตอบแทนเกิดขึ้นในโครงการสูงที่สุด เนื่องจากเทศบาลเมืองแกลงมีโครงการคัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิลอย่างชัดเจน และมีมานานแล้ว มีการรับกำจัดขยะให้กับเทศบาลที่ไม่มีศักยภาพในการกำจัดขยะเอง และยังมีโครงการบด ย่อยขยะ เพื่อเพิ่มมูลค่าก่อนจำหน่าย เป็นต้น

ผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ภายใต้ภาพเหตุการณ์ ทั้ง 3 เหตุการณ์ ของเทศบาลตำบลเมืองเดชอุดม เทศบาลเมืองแกลง และเทศบาลตำบลสามง่าม มีความคุ้มค่าการลงทุนทุกกรณี เนื่องจากมีกำไรเกิดขึ้นจากโครงการ แต่ควรพิจารณา เลือกกรณีที่มีผลทำให้โครงการมีผลตอบแทน มากที่สุด ซึ่งในกรณีศึกษา นี้พบว่าถ้ารัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน จะทำให้โครงการมีผลตอบแทน มากที่สุด นอกจากนี้ทางเทศบาล ควรมีแนวทาง ในการเพิ่มรายได้โดย ขายขยะรีไซเคิล ขายขยะอัดก้อน ขายขยะพลาสติกที่สับบดละเอียด และการรับกำจัดขยะให้กับหน่วยงานอื่นที่ไม่มีศักยภาพในการกำจัดขยะ เป็นต้น

5. การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วย

นอกจากการวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์แล้วเราควร วิเคราะห์ค่าการลงทุนต่อหน่วย ด้วยการวิเคราะห์จะกำหนดให้มีการคิดต้นทุนของโครงการทั้งในส่วนของค่าลงทุนในปีแรก คือการลงทุนก่อสร้าง และต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการตลอดอายุโครงการ 15 ปี โดยต้นทุนต่อหน่วยของการผลิตจะมีมูลค่า ต้นทุนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่แตกต่างกัน และปริมาณผลผลิตของก๊าซชีวภาพ ที่ได้จากระบบด้วย โดยแสดงผลการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วย แสดงค่าดังตาราง 30

ตาราง 30 ต้นทุนต่อหน่วยการผลิตพลังงานความร้อน (MJ) ของโครงการผลิตพลังงานจากขยะของทั้ง

4 เทศบาล

โครงการ/หน่วยงาน ระบบผลิตพลังงานจาก ขยะชุมชน	พลังงานใน รูปของ ความร้อน (MJ)	พลังงานในรูป ของไฟฟ้า (Kwh)	ต้นทุนการผลิต ในรูปของ พลังงานไฟฟ้า (บาท/kWh)	ต้นทุนการผลิต ในรูปพลังงาน ความร้อน (บาท/MJ)
เทศบาลตำบลสามง่าม	48,300.00	2,759.40	499.90	28.55
เทศบาลตำบลโคกกรวด	98,490.00	5,628.00	190.00	11.00
เทศบาลเมืองเดชอุดม	138,810.00	7,927.80	264.73	15.12
เทศบาลเมืองแก่ง	307,366.00	17,564.00	475.46	27.17

หมายเหตุ: จากทั้ง 4 เทศบาลยังไม่เปิดดำเนินการในระบบผลิตขยะเชื้อเพลิง RDF จึงไม่สามารถคิดปริมาณ
ขยะ RDF ได้

ตาราง 30 พบว่าเทศบาลตำบลสามง่ามมีต้นทุนต่อหน่วยการผลิตแพง ที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจาก ต้นทุนที่ใช้ในการผลิต ตลอดอายุโครงการสูงกว่าเทศบาลตำบลโคกกรวดเมื่อเทียบกับผลผลิตตลอดอายุ โครงการกลับได้น้อยที่สุด จากทั้ง 4 แห่ง ขณะที่เทศบาลตำบลโคกกรวดมีต้นทุนต่อหน่วยการผลิตถูกที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากต้นทุนที่ใช้ในการผลิต ตลอดอายุโครงการน้อยที่สุดจากทั้ง 4 แห่งเมื่อเทียบกับผลผลิตที่ได้ จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีปริมาณมากกว่าเทศบาลตำบลสามง่าม

สำหรับการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเทศบาลทั้ง 4 แห่ง มีความแตกต่างกัน สามารถสรุปได้ดังนี้ กรณีที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนทำให้โครงการ มีความคุ้มค่าลงทุนที่สุด ทั้งนี้ทั้งนั้นองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นควรมี นโยบายหรือแนวทางในการเพิ่มรายได้ ให้เกิดขึ้นกับโครงการ เช่น การรับกำจัดขยะให้กับท้องถิ่นอื่น ๆ เป็นต้น หรือแนวทางในการลดต้นทุน เช่น การลดเที่ยวเก็บขนขยะ เป็นต้น ในการวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์ของ โครงการผลิตพลังงานแบบครบวงจร ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คิดต้นทุนการลงทุนของโครงการ ประกอบด้วย ต้นทุนของระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ และต้นทุน ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ส่วนมูลค่า ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการได้เฉพาะส่วนของระบบผลิตก๊าซชีวภาพเท่านั้น เนื่องจากส่วนของระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะยังไม่พร้อมที่จะเปิดดำเนินการ จึงทำให้ ผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจากโครงการผลิตพลังงานแบบครบวงจรน้อยกว่าที่ควรจะได้

6. กรณีศึกษาเพิ่มเติมสำหรับค่าความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

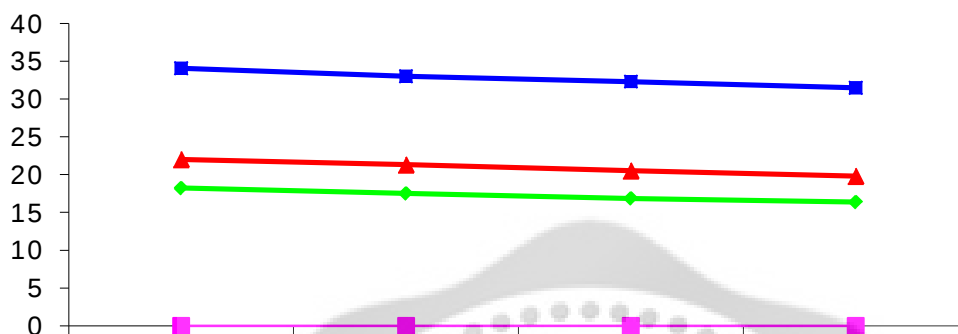
อนาคตเป็นสิ่งที่ไม่แน่นอน เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ต่าง ๆ โดยการศึกษา ครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการจากอัตราดอกเบี้ยที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต โดยให้มีความแปรผันของดอกเบี้ยในอัตรา 6%-9% และการแปรผันของเงินทุนสนับสนุนจากภาครัฐที่เปลี่ยนแปลงไปคือจาก 20%-60%

1. ผลการวิเคราะห์ความ อ่อนไหวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 6-9 แสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 31 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลงดอกเบี้ยเงินกู้

อัตราผลตอบแทนการลงทุน (%)	เทศบาลตำบล สามง่าม	เทศบาลตำบล โคกกรวด	เทศบาลเมือง เดชอุดม	เทศบาล เมืองแก่ง
กรณีดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 6	18.22	-	22.02	34.07
กรณีดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 7	17.51	-	21.31	33.00
กรณีดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 8	16.85	-	20.52	32.31
กรณีดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 9	16.36	-	19.80	31.48

ตารางที่ 31 แสดงการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลงดอกเบี้ยเงินกู้ พบว่าถ้าอัตราดอกเบี้ยเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้อัตราผลตอบแทนภายในโครงการลดลง



ภาพประกอบ 26 ความอ่อนไหวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ย

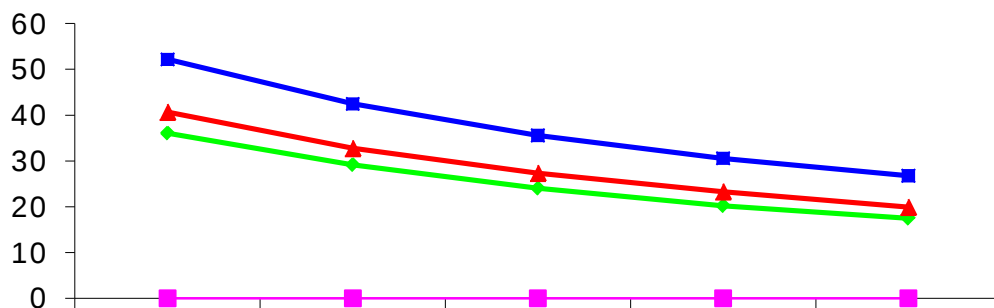
ผลการวิเคราะห์ในเรื่องความอ่อนไหวพบ ว่า แนวโน้มอัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) จะลดลง เมื่ออัตราดอกเบี้ยเงินกู้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 6 จนถึงร้อยละ 9 แสดงว่าเมื่ออัตราดอกเบี้ยเพิ่มสูงขึ้น จะส่งผลให้ผลตอบแทน ของการลงทุนในโครงการ มีค่าลดลง เพราะเรา ต้องจ่ายดอกเบี้ยสูงขึ้นทำให้ต้นทุนการลงทุน สูงขึ้นตามไปด้วย สำหรับเทศบาลตำบลโคกกรวดไม่ แสดงค่าผลตอบแทนการลงทุนเนื่องจากมูลค่าปัจจุบัน สุทธิติดลบ แสดงว่าไม่มีผลกำไรเกิดขึ้นในโครงการ หรือขาดทุน ดังนั้นจึงไม่เหมาะ ที่จะลงทุนในโครงการ ของเทศบาลตำบลโคกกรวด

2. ผลการวิเคราะห์ความ อ่อนไหวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลงเงินสนับสนุนตั้งแต่ ร้อยละ 20 - ร้อยละ 60 ดังแสดงได้ดังนี้

ตาราง 32 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลงเงินสนับสนุน

อัตราผลตอบแทนการลงทุน (%)	เทศบาลตำบล สามง่าม	เทศบาลตำบล โคกกรวด	เทศบาลเมือง เดชอุดม	เทศบาลเมือง แก่ง
กรณีสนับสนุนเงิน อุดหนุนร้อยละ 60	36.06	-	40.69	52.17
กรณีสนับสนุนเงิน อุดหนุนร้อยละ 50	29.16	-	32.76	42.46
กรณีสนับสนุนเงิน อุดหนุนร้อยละ 40	24.02	-	27.34	35.56
กรณีสนับสนุนเงิน อุดหนุนร้อยละ 30	20.20	-	23.30	30.57
กรณีสนับสนุนเงิน อุดหนุนร้อยละ 20	17.45	-	19.91	26.76

ตารางที่ 32 แสดงการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลงเงินสนับสนุนจากรัฐบาล จากร้อยละ 20 ถึง ร้อยละ 60 พบว่าถ้ารัฐบาลสนับสนุนเงินลงทุน เพิ่มขึ้น จะทำให้อัตราผลตอบแทนภายในโครงการเพิ่มขึ้นตามด้วย



ภาพประกอบ 27 ความอ่อนไหวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเงินสนับสนุนการลงทุน

ผลการวิเคราะห์ในเรื่องความอ่อนไหวพบว่า แนวโน้มอัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) ของทั้ง 4 เทศบาลมีค่าลดลงเมื่อเงินสนับสนุนอุดหนุนลดลงจากร้อยละ 60 ถึง ร้อยละ 20 แสดงว่าถ้ารัฐบาลอุดหนุนเงินลงทุนสูงจะส่งผลให้ผลตอบแทนของโครงการสูงมากขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากต้นทุนด้านการลงทุนลดลงตามการสนับสนุนเงินลงทุนจากรัฐบาลแบบ ให้มาเปล่า ยกเว้นเทศบาลตำบลโคกกรวดที่ไม่แสดงค่าอัตราผลตอบแทนการลงทุนเนื่องจากค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิติดลบ แสดงว่าไม่มีกำไร เกิดขึ้นในโครงการ นี้จึงไม่เหมาะสมที่จะลงทุน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการแปรรูปขยะชุมชนเป็นพลังงานแบบครบวงจร กรณีศึกษา 4 แห่งคือ 1) เทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม 2) เทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา 3) เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี 4) เทศบาลเมืองแกลง จังหวัดระยอง ภายใต้ภาพจำลองเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์ คือ 1) ลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด 2) ลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นและได้รับเงินทุนสนับสนุนบางส่วนจากรัฐบาล 3) ลงทุนโดยกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะชุมชนแบบครบวงจร พบว่า

1.1.1 การแปรรูปขยะ ชุมชนส่วนที่สามารถเผาไหม้ได้เป็นขยะเชื้อเพลิง ของทั้ง 4 เทศบาล ไม่คุ้มค่าที่จะเปิดดำเนินการอย่างเต็มรูปแบบ เนื่องจากปริมาณขยะที่สามารถเผาไหม้ได้มีปริมาณไม่มาก เพราะคนที่ม้อชีพเก็บขยะ ได้เข้ามาคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง เพื่อนำไปขายให้กับร้านรับซื้อของเก่าล่วงหน้าก่อนแล้ว จึงทำให้ปริมาณขยะ ณ โรงบำบัด มีปริมาณน้อยลง

จากเทคโนโลยี ของ ระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ แบบเครื่องจักรกล (Mechanical Treatment) ของโครงการผลิตพลังงานแบบครบวงจร ไม่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะอัดแท่ง จะเห็นจาก เครื่องอัดขยะของระบบไม่สามารถอัดขยะเชื้อเพลิงได้ จริง เนื่องจากขยะที่ผ่านการสับ ย่อยแล้วจะมีลักษณะ ค่อนข้างละเอียด และไม่มีตัวประสานให้ขยะยึด ติดกัน เช่นความร้อน หรือ แ่งมัน เป็นต้น นอกจากนี้การให้ความร้อนกับเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งยังเป็นการ ปรับปรุงคุณภาพของขยะให้มีค่าความชื้นต่ำ และ ทำให้ค่าความร้อนสูง สำหรับ เครื่องอัดขยะเชื้อเพลิงของโครงการผลิตพลังงานจากขยะแบบครบวงจร รูปแบบนี้ถูกออกแบบมาเพื่ออัดขยะจำพวก กระป๋อง กล่องนม ขวดพลาสติก ขวดนม ที่ยังไม่ผ่านการบด ย่อย มาก่อน

1.1.2 เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะชุมชนแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) นี้พัฒนามาจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียซึ่งประกอบด้วย บ่อคลองวนเวียน และ บ่อABR ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพคือ คุณสมบัติทางกายภาพของขยะ และปริมาณขยะในแต่ละท้องถิ่น เป็นต้น จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพของ โครงการผลิตพลังงานจากขยะ จะเห็นว่าเทศบาลตำบลสามง่าม มี องค์ประกอบทางกายภาพของขยะคือ เปลือกส้ม เป็นส่วนมากจึงส่งผลให้ระบบมีค่าความเป็นกรดสูง ต้องหยุดเดินระบบบ่อยครั้ง และประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพลดลงตามไปด้วย

1.2 การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะ โดยทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft excel ภายใต้ภาพเหตุการณ์ 3 เหตุการณ์คือ

- 1) กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด
- 2) กรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน
- 3) กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน

พบว่า ผลตอบแทนของโครงการจะสูงสุดเมื่อรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน เนื่องจากเงินลงทุนที่รัฐบาลสนับสนุนเป็นเงินที่ได้มาเปล่า ทำให้ต้นทุนในการก่อสร้าง และติดตั้งระบบผลิตพลังงานจากขยะลดลง ส่งผลทำให้มีกำไรในโครงการเพิ่มขึ้น

1.2.1 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สำหรับเทศบาลที่มีปริมาณขยะ 5-10 ตันต่อวัน

พบว่าเทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม กรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนมีความคุ้มค่าลงทุนที่สุด เนื่องจากมี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ สูงที่สุด (NPV) เท่ากับ 4.3×10^6 บาท มีค่าอัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนสูงที่สุด (B/C) เท่ากับ 1.29 และมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) สูงที่สุด เท่ากับ 21.01% นอกจากการได้รับเงินทุนสนับสนุนจากรัฐบาลแล้วทางเทศบาลตำบลสามง่ามยังมีการหารายได้เพิ่มเข้ามาในโครงการโดยการรับกำจัดขยะให้กับเทศบาลที่ไม่มีศักยภาพกำจัดขยะเอง และยังมีการรณรงค์ให้พนักงานคัดแยกขยะเพื่อนำไปขายต่อไป

1.2.2 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สำหรับเทศบาลที่มีปริมาณขยะ 10-50 ตันต่อวัน

พบว่าเทศบาลเมืองแกลง จังหวัดระยอง มีผลตอบแทนภายในโครงการมากที่สุด และ กรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนมีความคุ้มค่าลงทุนที่สุด เนื่องจากมี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ สูงที่สุด (NPV) เท่ากับ 11.1×10^6 บาท มีค่าอัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนสูงที่สุด (B/C) เท่ากับ 1.13 และมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) สูงที่สุด เท่ากับ 36.00% ขณะที่เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี ผลจากการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่ากรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนมีความคุ้มค่าลงทุนที่สุด นอกจากนี้รายได้ที่สำคัญยังได้มาจากการขายขยะรีไซเคิลเป็น รายได้หลัก แต่เทศบาลเมืองเดชอุดม ไม่มีรายได้ส่วนของการรับกำจัดขยะให้กับเทศบาลอื่น ๆ จึงทำให้ผลตอบแทนในโครงการน้อยกว่าเทศบาลเมืองแกลง จังหวัดระยอง

จากการวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์ของเทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา พบว่าไม่มีความคุ้มค่าลงทุน เนื่องจากค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ติดลบ ค่าอัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C) น้อยกว่าหนึ่ง และค่าอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) ไม่แสดงผล ทั้งนี้เป็นเพราะผลประโยชน์ที่ได้จากโครงการมีทางเดียว คือได้จากก๊าซชีวภาพ และไม่มีการเพิ่มรายได้อื่นเข้าโครงการ เช่นการรับกำจัดขยะให้กับเทศบาลที่ไม่สามารถกำจัดเองได้ การรณรงค์ให้พนักงานมีการคัดแยกขยะอย่างจริงจัง เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มตลาดรับซื้อขยะเชื้อเพลิง RDF ให้มากขึ้น เพื่อสนับสนุนให้มีการผลิตขยะเชื้อเพลิงในรูปของพาณิชย์มากขึ้น เพื่อลดการใช้ถ่านหิน และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ
2. ควรศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF เช่น เครื่องอัดขยะ ควรเลือกให้เหมาะกับชนิดของ RDF แต่ละชนิด และเทคโนโลยีการปรับปรุงคุณภาพของเชื้อเพลิงขยะก่อนการใช้งาน
3. ควรศึกษาประโยชน์จากการขายคาร์บอนเครดิต เพื่อเป็นแรงจูงใจในการดำเนินงานเชิงพาณิชย์อีกทางหนึ่งด้วย
4. ควรเพิ่มแนวทางการหารายได้เข้าโครงการมากขึ้น รวมถึงการลดต้นทุนให้กับโครงการ เช่น ลดเที่ยวในการเก็บขยะภายในชุมชน เป็นต้น





บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2541). แนวทางในการลดมลพิษ
โครงการพัฒนาของเสีย. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงฯ.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2548). การศึกษาและสาธิตการ
ผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อนจากขยะชุมชน. กรุงเทพฯ: กระทรวงฯ.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2551). การศึกษาวิจัยและพัฒนาการผลิตขยะ
เชื้อเพลิง(RDF). กรุงเทพฯ: กรมฯ.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2553). รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย
2553. กรุงเทพฯ: กรมฯ.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2554). คู่มือการจัดการขยะมูลฝอยและเทคโนโลยีการแปรรูปขยะมูลฝอยให้เป็น
พลังงานสำหรับท้องถิ่น. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงฯ.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2554). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงฯ.
- กฤตภาส สิงคิบุตร; วิชชากร จารุศิริ; และ ปฐมทัศน์ จิระเดชะ. (2554). การศึกษาเทคโนโลยีที่
เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารในมหาวิทยาลัย . ในหนังสือรวบรวม
บทความการประชุมวิชาการระดับชาติศรีนครินทรวิโรฒวิชาการ ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จีระชัย ไกรกังวาร. (2544). การมีส่วนร่วมของประชาชนในการกำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลเมือง
วารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี : (ม.ป.พ.).
- จันทิมา อุทะกะ; และ วิชชากร จารุศิริ. (2554). การประเมินทางเศรษฐศาสตร์และเทคโนโลยีที่
เหมาะสมของการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) 3: ฉบับพิเศษ 2. 1-11.
- จิรายุ ศรีประเสริฐ. (2554). การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยของภาคเอกชนใน
จังหวัดนนทบุรี. วิทยานิพนธ์ เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- ซัชพล ทรงสุนทรวงศ์; สมทรี ทองชั้น; และศรีธัญญา กังพานิชกุล. (2552). การศึกษาความเป็นไปได้ของการประยุกต์เทคโนโลยีไฟโรไลซิส-แก๊สซิฟิเคชันมาใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยของชุมชน: กรณีศึกษาอำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.).
- ทิพย์มาศ สมนึก. (2551). ความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยชุมชนทั่วไปของกรุงเทพมหานคร. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ธัญญา เพ็ญไชยา. (2549). การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงจากขยะในเขตจังหวัดนครปฐม. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
- ธงชัย แก้วประเสริฐศรี. (2553). การศึกษาสมรรถนะการเกิดก๊าซของถังหมักก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในครัวเรือน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. สาขาวิชา(พลังงานทดแทน) มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- ธราพงษ์ วิทิตสานต์. (2555). โครงการพัฒนาตลาดและมาตรฐานผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงขยะในประเทศไทย ในรายงานโครงการวิจัยพัฒนาตลาดและมาตรฐานผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงขยะในประเทศไทย กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด. (2554). โครงการความร่วมมือเพื่อส่งเสริมการใช้ถังหมักก๊าซชีวภาพในโรงเรียนสังกัด กทม. : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- บริษัท วงษ์พาณิชย์ จำกัด. (2555). ใบแจ้งราคารับซื้อสินค้า. จังหวัดพิษณุโลก.
- พิชิต สกุลพรหมณ์. (2531). การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.
- พีริยุดม วรรณพฤกษ์; สมเกียรติ คุณเผือก; และ อาริศา ทะริยะ. (2550). โครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ขยะชุมชนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า. สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา.
- พันธ์นัสต์ พงษ์ขวัญ. (2554). การจัดการมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น : กรณีศึกษาเทศบาลนครปฐม. สารนิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- พิสมัย เสถียรยานนท์. (2555). ทิศทางการจัดการขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงาน การฝึกอบรมเทคโนโลยีและแนวทางการบริหารจัดการขยะมูลฝอยสำหรับ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- วิชากร จารุศิริ. การพัฒนาทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืน. ในเอกสารประกอบการสอน การพัฒนาทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืน.
- ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร. (2549). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิเคราะห์คุณสมบัติของขยะหลังการบำบัดโดยวิธี MBT ของเทศบาลนครพิษณุโลก.

สมหวัง ชินวินิชย์เจริญ; สรายุทธ์ แก้วแกมทอง; และ อัครชัย มีหวัง. (2551). วิเคราะห์ทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์การเปลี่ยนขยะชุมชนเป็นพลังงานด้วยเทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนและเทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง กรณีศึกษาเทศบาลนคร ขอนแก่น. ใน วิทยานิพนธ์ วท.ม. สาขา(วิชาพลังงานทดแทน) มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.

สัณชัย ชนะสงคราม. (2554). เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะ (Refuse Derived Fuels: RDF) ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2554.

สมรัฐ เกิดสุวรรณ. (2549). เทคโนโลยีการผลิตขยะเชื้อเพลิง. ศูนย์วิจัยการเผาากของเสียภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จัดทำระบบฐานข้อมูลพลังงานเพื่อการวิเคราะห์และวางแผนยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศ. ภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.





ภาคผนวก ก

ภาพถ่ายการดำเนินงานโครงการผลิตพลังงานจากขยะ

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพของเทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี รองรับขยะอินทรีย์
5 ตันต่อวัน



อาคารผลิตพลังงาน



รถจัดเก็บขยะอินทรีย์



ขยะอินทรีย์ที่รับจากร้านอาหารในพื้นที่



เครื่องสับบดย่อยขยะอินทรีย์

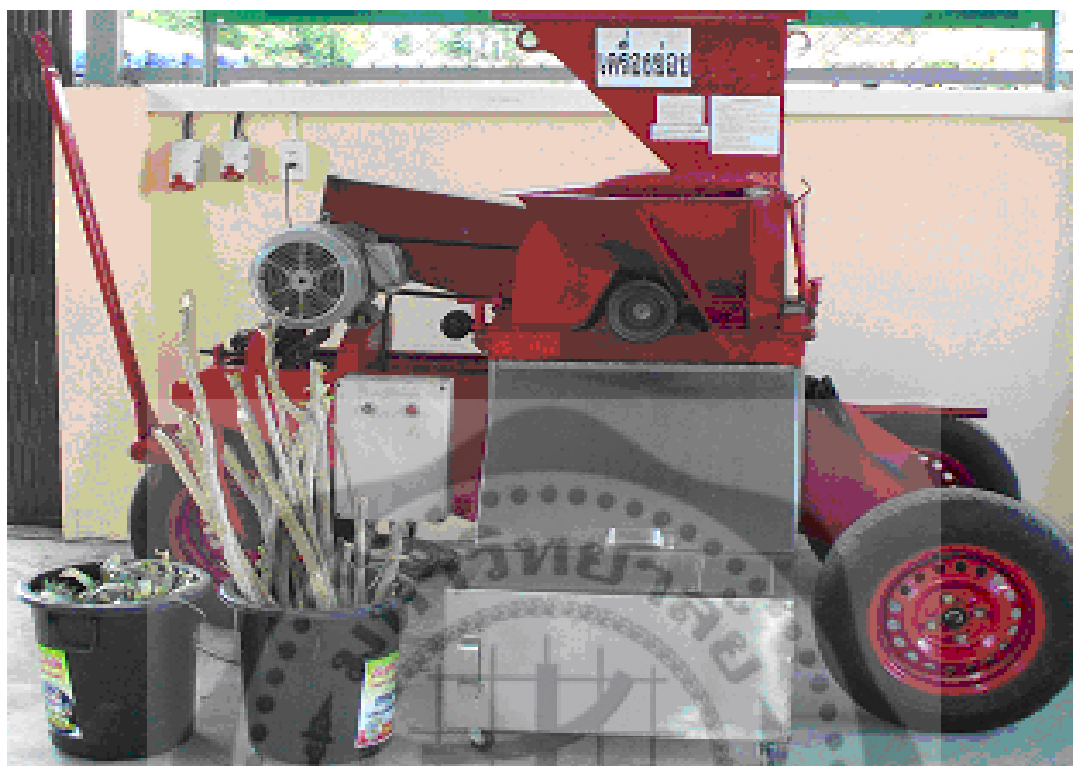


บ่อกลวงวนเวียน



บ่อ ABR

ระบบผลิตขยะเชื้อเพลิง RDF ของเทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี ผลิตได้ไม่ต่ำกว่า 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



เครื่องสับย่อยกิ่งไม้



เครื่องสับย่อยพลาสติก



เครื่องผสมขยะรวม



เครื่องอัดแน่นขยะ



ขยะจำพวกกล่องนม ขวดนมเพื่ออัดก้อน



ห้องเก็บขยะรีไซเคิลที่ผ่านการคัดแยกแล้ว

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพของเทศบาลเมืองแกลง จังหวัดระยอง รองรับขยะอินทรีย์ 5 ตันต่อวัน



อาคารผลิตพลังงาน



ลานคัดแยกขยะ



ขยะอินทรีย์เพื่อเตรียมสับบด



เครื่องสับบดขยะ



บ่อคลองวนเวียน



บ่อ ABR

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพของเทศบาลเมืองแกลง จังหวัดระยอง รองรับขยะอินทรีย์ 5 ตันต่อวัน



ก๊าซชีวภาพใช้ในโรงฆ่าสัตว์



เศษเหล็กใช้เพื่อดูดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ระบบผลิตขยะเชื้อเพลิง RDF ของเทศบาลเมืองแกลง จังหวัดระยอง ผลิตได้ไม่ต่ำกว่า 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



เครื่องสับย่อยกิ่งไม้



เครื่องสับย่อยพลาสติก



ขยะพลาสติกที่ผ่านการสับย่อยแล้ว



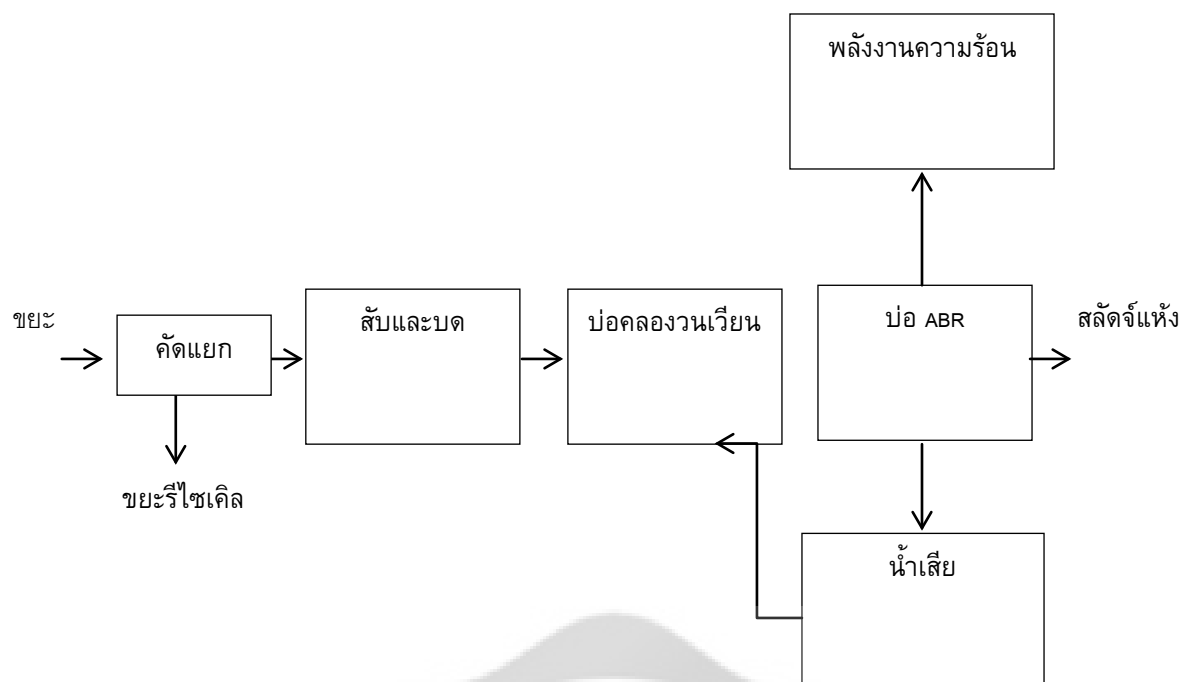
เครื่องอัดแท่งขยะ



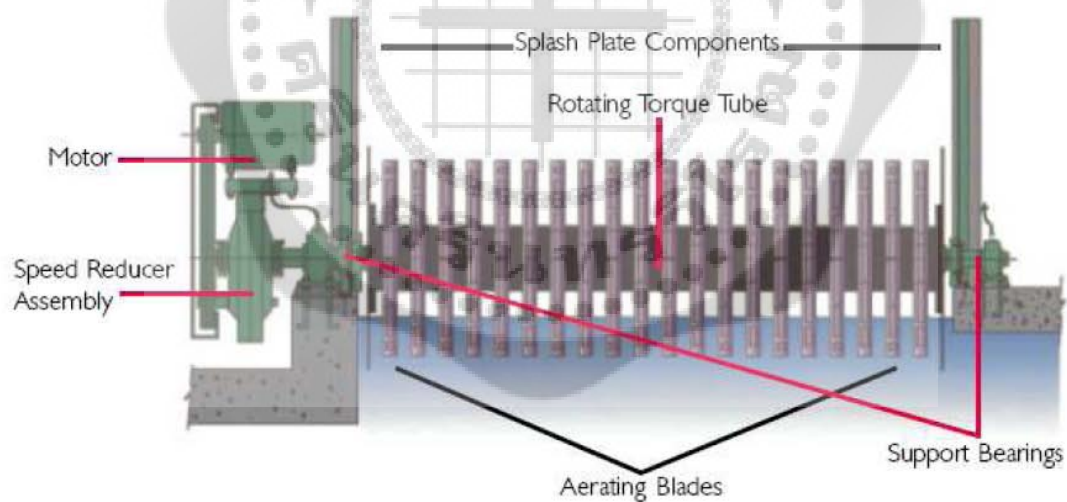
ขยะที่ผ่านการอัดแท่งรอการจำหน่าย



ขยะขวดพลาสติก กล่องนมเตรียมอัดก้อน



Flow Diagram ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ



เครื่องกวนผสมในบ่อคละจนเวียน



รายการครุภัณฑ์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานจากขยะชุมชนต้องมีในรายการที่แสดงเป็นอย่างน้อยดัง
รายละเอียดนี้

ลำดับ	รายการ	ราคา (บาท)
1	ส่วนของระบบผลิตพลังงาน	
1.1	เครื่องลดขนาดขยะรวม	770,000
1.2	เครื่องลดขนาดขยะพลาสติก	300,000
1.3	เครื่องผสมขยะ (Mixer)	28,000
1.4	เครื่องอัดแน่นขยะ	205,000
2	ส่วนของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์	
2.1	เครื่องสับบดขยะอินทรีย์พร้อมสายพาน และอุปกรณ์ควบคุม	555,000
2.2	เครื่องสูบน้ำขยะบดไปคลองวนเวียน พร้อมท่อส่งและอุปกรณ์ควบคุม	250,000
2.3	เครื่องกวนผสมในคลองวนเวียน พร้อมอุปกรณ์ควบคุม (2 ชุด)	900,000
2.4	เครื่องสูบน้ำตะกอนย้อนกลับ พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	37,000
2.5	เครื่องสูบน้ำล้างพื้นอาคารผลิตพลังงาน	15,000
2.6	Blower พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	50,000
2.7	ถังดักน้ำ	20,000
2.8	ถังเก็บก๊าซชีวภาพ	120,000
2.9	เตาใช้ก๊าซชีวภาพ พร้อมอุปกรณ์ (27 ชุด)	54,000
	รวม	3,304,000
3	ถังหมักกรดแบบคลองวนเวียน	462,765.00
4	ถังผลิตก๊าซชีวภาพแบบ ABR	988,187.50
	รวม	1,450,952.5
5	ระบบไฟฟ้าในอาคาร ท่อ วาล์ว และการติดตั้ง อื่น ๆ	110,000
6	ระบบประปาและสุขาภิบาลในอาคาร	2,500
	รวมทั้งหมด	4,867,452.5

องค์ประกอบทางกายภาพของขยะชุมชนของเทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา มีปริมาณขยะมูลฝอยที่จัดเก็บได้ทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 5.57 ตันต่อวัน แยกประเภทดังตารางต่อไปนี้

ประเภทขยะ	องค์ประกอบขยะ (%)
ขยะอินทรีย์	70.33
ขยะทั่วไป	20.42
ขยะรีไซเคิล	9.23
ขยะอันตราย	0.02

องค์ประกอบทางกายภาพของขยะชุมชนของเทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม มีปริมาณขยะมูลฝอยที่จัดเก็บได้ทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 8 ตันต่อวัน แยกประเภทดังตารางต่อไปนี้

ประเภทขยะ	องค์ประกอบขยะ (%)
ขยะอินทรีย์	35.00%
ขยะทั่วไป	55.00%
ขยะรีไซเคิล	9.95%
ขยะอันตราย	0.05%

องค์ประกอบทางกายภาพของขยะชุมชนของเทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี มีปริมาณขยะมูลฝอยที่จัดเก็บได้ทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 12 ตันต่อวัน แยกประเภทดังตารางต่อไปนี้

ประเภทขยะ	องค์ประกอบขยะ (%)
ขยะอินทรีย์	52.62
ขยะทั่วไป	12.22
ขยะรีไซเคิล	35.15
ขยะอันตราย	0.01

องค์ประกอบทางกายภาพของขยะชุมชนของเทศบาลเมืองแกลง จังหวัดแกลง มีปริมาณขยะมูลฝอยที่
จัดเก็บได้ทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 20 ตันต่อวัน แยกประเภทดังตารางต่อไปนี้

ประเภทขยะ	องค์ประกอบขยะ (%)
ขยะอินทรีย์	34.5
ขยะทั่วไป	28.5
ขยะรีไซเคิล	36.99
ขยะอันตราย	0.01

การวิเคราะห์หาต้นทุนต่อหน่วย สามารถหาได้ตามสูตร ดังนี้

$$\text{ต้นทุนต่อหน่วย} = \frac{\text{ต้นทุนรวมทั้งหมดตลอดอายุโครงการ}}{\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้ตลอดอายุโครงการ}}$$

ผลประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ

การหาผลประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ จะใช้วิธีการเปรียบเทียบกับมูลค่าของก๊าซหุงต้ม (LPG) โดยก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. จะให้พลังงานความร้อนเทียบเท่ากับก๊าซหุงต้ม (LPG) 0.46 กก. (ความร้อนของก๊าซหุงต้ม LPG 1 กก. เท่ากับ 45.65 MJ) โดยมูลค่าผลประโยชน์จากก๊าซชีวภาพทั้ง 4 เทศบาล มีค่าไม่เท่ากันเนื่องจากแต่ละท้องถิ่นมีปริมาณขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบไม่เท่ากัน และทำการประเมินมูลค่าโดยเปรียบเทียบกับมูลค่าของก๊าซหุงต้ม (LPG) ที่ในระดับเดียวกัน คือ ราคาขายก๊าซภาคครัวเรือนเท่ากับ 18.13 บาท/กก. (ราคาขายก๊าซหุงต้มเมื่อเดือน มกราคม 2556 : ที่มา สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน) ดังนั้นเมื่อทำการคำนวณกับราคาก๊าซจะสามารถสรุปมูลค่าผลประโยชน์จากก๊าซชีวภาพสามารถแยกตามเขตเทศบาล ดังนี้

มูลค่าผลประโยชน์จากก๊าซชีวภาพของเทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม

รายการ	มูลค่าผลประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ
ราคาก๊าซหุงต้ม (LPG) บาทต่อกิโลกรัม	18.13
มูลค่าก๊าซชีวภาพ (บาทต่อลบ.ม)	8.35
มูลค่าก๊าซชีวภาพเทียบพลังงานความร้อน (บาทต่อเมกะจูล)	0.40
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (ลบ.มต่อปี)	2,300
ปริมาณพลังงานความร้อน (เมกะจูลต่อปี)	48,300
มูลค่าของผลประโยชน์ของก๊าซชีวภาพ (บาทต่อปี)	19,200
มูลค่าของผลประโยชน์เทียบเท่าพลังงานความร้อน (บาทต่อปี)	19,200

มูลค่าผลประโยชน์จากก๊าซชีวภาพของเทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครราชสีมา

รายการ	มูลค่าผลประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ
ราคาก๊าซหุงต้ม (LPG) บาทต่อกิโลกรัม	18.13
มูลค่าก๊าซชีวภาพ (บาทต่อลบ.ม)	8.35
มูลค่าก๊าซชีวภาพเทียบพลังงานความร้อน (บาทต่อเมกะจูล)	0.40
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (ลบ.มต่อปี)	4,690
ปริมาณพลังงานความร้อน (เมกะจูลต่อปี)	98,490
มูลค่าของผลประโยชน์ของก๊าซชีวภาพ (บาทต่อปี)	38,129.7
มูลค่าของผลประโยชน์เทียบเท่าพลังงานความร้อน (บาทต่อปี)	39,100

มูลค่าผลประโยชน์จากก๊าซชีวภาพของเทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี

รายการ	มูลค่าผลประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ
ราคาก๊าซหุงต้ม (LPG) บาทต่อกิโลกรัม	18.13
มูลค่าก๊าซชีวภาพ (บาทต่อลบ.ม)	8.35
มูลค่าก๊าซชีวภาพเทียบพลังงานความร้อน (บาทต่อเมกะจูล)	0.40
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (ลบ.มต่อปี)	6,610
ปริมาณพลังงานความร้อน (เมกะจูลต่อปี)	138,810
มูลค่าของผลประโยชน์ของก๊าซชีวภาพ (บาทต่อปี)	53,739
มูลค่าของผลประโยชน์เทียบเท่าพลังงานความร้อน (บาทต่อปี)	55,100

มูลค่าผลประโยชน์จากก๊าซชีวภาพของเทศบาลเมืองแก่ง จังหวัดระยอง

รายการ	มูลค่าผลประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ
ราคาก๊าซหุงต้ม (LPG) บาทต่อกิโลกรัม	18.13
มูลค่าก๊าซชีวภาพ (บาทต่อลบ.ม)	8.35
มูลค่าก๊าซชีวภาพเทียบพลังงานความร้อน (บาทต่อเมกะจูล)	0.40
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (ลบ.มต่อปี)	14,636
ปริมาณพลังงานความร้อน (เมกะจูลต่อปี)	307,366
มูลค่าของผลประโยชน์ของก๊าซชีวภาพ (บาทต่อปี)	122,214
มูลค่าของผลประโยชน์เทียบเท่าพลังงานความร้อน (บาทต่อปี)	122,024

การกำจัดขยะ กรณีที่ไม่มีโครงการจัดการขยะแบบครบวงจร

การกำจัดขยะ แบบเดิม ในแต่ละท้องถิ่น เลือกไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับ ขนาดของ พื้นที่ และ ปริมาณขยะ เป็นต้น ซึ่งการกำจัดขยะโดยวิธีการอื่น ๆ เช่น การฝังกลบ การเผา หรือการว่าจ้างให้ หน่วยงานอื่น ๆ เป็นผู้กำจัด ของแต่ละท้องถิ่นก็มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบ และวิธีการกำจัด ขยะ เพื่อคุ้มค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยในส่วนของโครงการกำจัดขยะที่ แต่ละเทศบาล ต้องจ่ายในแต่ละปี ก่อนจะเข้า โครงการผลิตพลังงานจากขยะแบบครบวงจร ในที่นี้ สมมติค่ากำจัดขยะโดยเฉลี่ย 1 กิโลกรัมต่อบาท สามารถแสดงค่าการกำจัดขยะของทั้ง 4 เทศบาล ดังตารางดังนี้

รายการ	เทศบาลตำบล สามง่าม	เทศบาลตำบล โคกกรวด	เทศบาลเมือง เดชอุดม	เทศบาลเมือง แก่ง
ปริมาณขยะ (ตันต่อวัน)	8	5.57	12	20
ค่ากำจัดขยะ (บาทต่อปี)	2,920,000	2,033,050	4,380,000	7,300,000
ค่ากำจัดขยะ ตลอด15ปี	43,800,000	30,495,750	65,700,000	109,500,000

จะเห็นว่าการกำจัดขยะแบบเดิม ที่แต่ละท้องถิ่นเลือก ไม่ว่าจะเป็นการฝังกลบ การเผา หรือการ ว่าจ้างให้หน่วยงานอื่น ๆ เป็นผู้กำจัด เป็นการกำจัดขยะที่ ไม่มีมูลค่าผลประโยชน์เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอยู่ใน รูปของการแปรรูปเป็นพลังงาน หรือรายได้จากการกำจัดขยะ เป็นต้น และยังต้องเสียเงินค่ากำจัดขยะใน แต่ละปี ซึ่งถือเป็นเงินจำนวนมากในการใช้กำจัดขยะเหล่านี้

ปริมาณสารอินทรีย์ในขยะ

พารามิเตอร์ที่สำคัญที่สุดของขยะชุมชนในโครงการนี้คือ TS (Total Solids) และTVS (Total Volatatile Solids) โดยที่

TS (Total Solids) หมายถึง ของแข็งทั้งหมดที่มีอยู่ใน Feed Stock

TVS (Total Volatatile Solids) หมายถึง ของแข็งที่เป็นสารอินทรีย์ระเหยได้

ค่า TS อาจวัดแทนด้วยเปอร์เซ็นต์ความชื้นของขยะ โดยความสัมพันธ์ของ %ความชื้นและ TS มีดังนี้

$$TS = 100 - \% \text{ความชื้น}$$

นอกจาก TVS แล้วบางครั้ง อาจใช้ COD แทนค่า TVS เพื่อบอกค่าปริมาณสารอินทรีย์ในขยะ แต่ในกรณีของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ปริมาณสารอินทรีย์ในระบบมักมีความเข้มข้นสูง และอยู่ในรูปตะกอนแข็ง การใช้ค่า TVS จะเหมาะสมกว่า

ประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ (ประสิทธิภาพในการย่อยสลาย TVS) ในทางปฏิบัติ ปริมาณ TVS ทั้งหมดของขยะไม่สามารถใช้ผลิตก๊าซชีวภาพได้ ประสิทธิภาพของระบบไม่ใช้อากาศมีนสำคัญในการทำให้เกิดปริมาณก๊าซชีวภาพมากหรือน้อย ปัจจัยที่กำหนดประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพได้แก่

1. ประเภทหรือรูปแบบของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ
2. ความสมบูรณ์ของสารอาหารต่าง ๆ ใน Feed Stock

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ประเมินจาก TVS คือ 0.4 ลบ.ม /กก. TVS ที่ถูกย่อยสลาย

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้สามารถคำนวณได้จากปริมาณ TVS Load และประสิทธิภาพในการย่อยสลาย TVS ของระบบดังนี้

ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (ลบ.มต่อวัน) = TVS Load ที่ถูกกำจัด (กก.ต่อวัน) X Eff. X 0.4 ลบ.มต่อกก.

เมื่อ $Eff. = \text{ประสิทธิภาพในการย่อยสลาย TVS ของระบบ } \%$

โดยทั่วไปถ้าการออกแบบถูกต้องและการควบคุมระบบทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพในการกำจัด TVS ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะจะอยู่ประมาณ 50-60%

การออกแบบเบื้องต้นของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะต้องอาศัยข้อมูลองค์ประกอบและลักษณะสมบัติขยะมูลฝอยอินทรีย์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบและลักษณะสมบัติขยะมูลฝอยอินทรีย์		
องค์ประกอบขยะอินทรีย์	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS Content) TS%	ปริมาณของแข็งระเหยได้ (VS Content of TS Content) TVS%
ขยะตลาดสด	6-10	4.8-8
ขยะอาหาร	15-20	12-16

ที่มา: เอกสารสัมมนาการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน มีนาคม 2551

การวิเคราะห์ผลทางเคมี จากระบบผลิตพลังงานจากขยะ

การวิเคราะห์ผลทางเคมี จากระบบผลิตพลังงานจากขยะ ในส่วนของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด ร่วมกับ กระทรวงพลังงาน) แสดงผลตามตาราง ดังนี้

การวิเคราะห์ผลทางเคมี ของเทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม

ขยะอินทรีย์เข้าระบบเฉลี่ย ต้นต่อวัน	ขยะอินทรีย์เข้าระบบ					น้ำทิ้งออกจากระบบ											ก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม./วัน)				
	pH	TS	TVS	C/N	TVS/TS	ถังหมักแบบคลองวนเวียน					ถังหมักแบบ ABR										
						pH	BOD	COD	TS	TVS	TP	TKN	pH	BOD	COD	TS		TVS	TV	TKN	
0.5	3.58	29,760	28,580	20.59	0.96	5.29	9,080	14,121	8,340	4,660	46	452									6.3

การวิเคราะห์ผลทางเคมี ของเทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา

ขยะอินทรีย์เข้าระบบเฉลี่ย ต้นต่อวัน	ขยะอินทรีย์เข้าระบบ					น้ำทิ้งออกจากระบบ												ก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม./วัน)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	pH	TS	TVS	C/N	TVS/TS	ถังหมักแบบคลองวนเวียน					ถังหมักแบบ ABR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
						pH	BOD	COD	TS	TVS	TP	TKN	pH	BOD	COD	TS	TVS		TV	TKN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
0.7	4.19	40,260	34,060	20.59	0.85	7.96	584	1,878	8,150	2,575	-	767																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

การวิเคราะห์ผลทางเคมี ของเทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี

ขยะอินทรีย์เข้าระบบเฉลี่ย ต้นต่อวัน	ขยะอินทรีย์เข้าระบบ					น้ำทิ้งออกจากระบบ													ก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม./วัน)	
	ถังหมักแบบคลองวนเวียน													ถังหมักแบบ ABR						
	pH	TS	TVS	C/N	TVS/TS	pH	BOD	COD	TS	TVS	TP	TKN	pH	BOD	COD	TS	TVS	TV		TKN
1.2	4.17	37,360	26,460	15.15	0.71	7.51	172	1,162	3,100	1,010	28	534	7.69	112	390	2,235	600	26	390	18.1

การวิเคราะห์ผลทางเคมี ของเทศบาลเมืองแก่ง จังหวัดระยอง

ขยะอินทรีย์เข้าระบบเฉลี่ย ต้นต่อวัน	ขยะอินทรีย์เข้าระบบ					น้ำทิ้งออกจากระบบ													ก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม./วัน)	
	pH	TS	TVS	C/N	TVS/TS	ถังหมักแบบคลองวนเวียน					ถังหมักแบบ ABR									
						pH	BOD	COD	TS	TVS	TP	TKN	pH	BOD	COD	TS	TVS	TV		TKN
1.5	4.55	68,300	45,580	9.07	0.67	7.37	575	3,325	8,640	4,010	23	1,478	7.67	90	821	4,010	750	13	1,068	40.1





เทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม ปริมาณขยะ 5-10 ต้นต่อวัน กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด

กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด

หน่วยเงิน : บาท

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
ค่าลงทุน																
1.ค่าก่อสร้างระบบผลิตพลังงานจากข	6,294,000															
รวมเงินลงทุน	6,294,000															
รายได้โครงการ เพิ่ม 3%ทุกปี																
1.ขายขยะรีไซเคิล		730,000	751,900	774,457	797,691	821,622	846,271	871,659	897,809	924,743	952,485	981,060	1,010,492	1,040,807	1,072,031	1,104,192
2.ค่าธรรมเนียมการเก็บขยะ		554,000	570,620	587,739	605,371	623,532	642,238	661,505	681,350	701,791	722,845	744,530	766,866	789,872	813,568	837,975
3 ค่ากำจัดขยะมูลฝอย		584,000	601,520	619,566	638,153	657,298	677,017	697,328	718,248	739,795	761,989	784,849	808,394	832,646	857,625	883,354
4.ผลประโยชน์ที่ได้จากพลังงานความร้อน		19,200	19,776	20,369	20,980	21,609	22,257	22,925	23,613	24,321	25,051	25,803	26,577	27,374	28,195	29,041
รวมรายได้		1,887,200	1,943,816	2,002,131	2,062,195	2,124,061	2,187,783	2,253,417	2,321,020	2,390,650	2,462,370	2,536,242	2,612,329	2,690,699	2,771,419	2,854,562
ค่าใช้จ่ายโครงการ เพิ่ม 3%ทุกปี																
1.ค่าเดินระบบและค่าใช้จ่ายรายปี		1,041,000	1,072,230	1,104,397	1,137,529	1,171,655	1,206,805	1,243,009	1,280,299	1,318,708	1,358,269	1,399,017	1,440,988	1,484,218	1,528,745	1,574,607
รวมค่าใช้จ่าย		1,041,000	1,072,230	1,104,397	1,137,529	1,171,655	1,206,805	1,243,009	1,280,299	1,318,708	1,358,269	1,399,017	1,440,988	1,484,218	1,528,745	1,574,607
รายได้คงเหลือ	-6,294,000	846,200	871,586	897,734	924,666	952,406	980,978	1,010,408	1,040,721	1,071,942	1,104,101	1,137,225	1,171,341	1,206,481	1,242,674	1,279,955

NPV = 2,330,170

B/C = 1.14

IRR = 13.12%

เทศบาลตำบลสามง่าม จังหวัดนครปฐม ปริมาณขยะ 5-10 ต้นต่อวัน กรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน ร้อยละ 32 ของเงินลงทุน

กรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน (ร้อยละ 32 ของเงินลงทุน)

หน่วยเงิน : บาท

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
ค่าลงทุน																
1.ค่าก่อสร้างระบบผลผลิตพลังงาน	6,294,000															
2.รัฐบาลสนับสนุนการลงทุน	2,014,080															
รวมเงินลงทุน	4,279,920															
รายได้โครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ขายขยะรีไซเคิล	730,000	751,900	774,457	797,691	821,622	846,271	871,659	897,809	924,743	952,485	981,060	1,010,492	1,040,807	1,072,031	1,104,192	
2.ค่าธรรมเนียมการเก็บขยะ	554,000	570,620	587,739	605,371	623,532	642,238	661,505	681,350	701,791	722,845	744,530	766,866	789,872	813,568	837,975	
3 ค่ากำจัดขยะมูลฝอย	584,000	601,520	619,566	638,153	657,298	677,017	697,328	718,248	739,795	761,989	784,849	808,394	832,646	857,625	883,354	
4.ผลประโยชน์จากพลังงานความร้อน	19,200	19,776	20,369	20,980	21,609	22,257	22,925	23,613	24,321	25,051	25,803	26,577	27,374	28,195	29,041	
รวมรายได้	1,887,200	1,943,816	2,002,131	2,062,195	2,124,061	2,187,783	2,253,417	2,321,020	2,390,650	2,462,370	2,536,242	2,612,329	2,690,699	2,771,419	2,854,562	
ค่าใช้จ่ายโครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ค่าเดินระบบและค่าใช้จ่ายรายปี	1,041,000	1,072,230	1,104,397	1,137,529	1,171,655	1,206,805	1,243,009	1,280,299	1,318,708	1,358,269	1,399,017	1,440,988	1,484,218	1,528,745	1,574,607	
รวมค่าใช้จ่าย	1,041,000	1,072,230	1,104,397	1,137,529	1,171,655	1,206,805	1,243,009	1,280,299	1,318,708	1,358,269	1,399,017	1,440,988	1,484,218	1,528,745	1,574,607	
รายได้คงเหลือ	-4,279,920	846,200	871,586	897,734	924,666	952,406	980,978	1,010,408	1,040,721	1,071,942	1,104,101	1,137,225	1,171,341	1,206,481	1,242,674	1,279,955

NPV = 4,343,629

B/C = 1.29

IRR = 21.01%

เทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา ปริมาณขยะ 5-10 ต้นต่อวัน กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด

กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด

หน่วยเงิน : บาท

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
ค่าลงทุน																
1.ค่าก่อสร้างระบบผลิตพลังงานจากขยะ	7,320,000															
รวมเงินลงทุน	7,320,000															
รายได้โครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ขายขยะรีไซเคิล		43,332	44,632	45,971	47,350	48,771	50,234	51,741	53,293	54,892	56,539	58,235	59,982	61,781	63,634	65,543
2.ค่าธรรมเนียมการเก็บขยะ		544,440	560,773	577,596	594,924	612,772	631,155	650,090	669,593	689,681	710,371	731,682	753,632	776,241	799,528	823,514
3 ค่ากำจัดขยะมูลฝอย		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.ประโยชน์จากพลังงานความร้อน		39,100	40,273	41,481	42,725	44,007	45,327	46,687	48,088	49,531	51,017	52,548	54,124	55,748	57,420	59,143
รวมรายได้		626,872	645,678	665,048	684,999	705,550	726,716	748,518	770,974	794,104	817,927	842,465	867,738	893,770	920,582	948,200
ค่าใช้จ่ายโครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ค่าเดินระบบและค่าใช้จ่ายรายปี		674,865	695,111	715,964	737,443	759,566	782,353	805,824	829,999	854,899	880,546	906,962	934,171	962,196	991,062	1,020,794
รวมค่าใช้จ่าย		674,865	695,111	715,964	737,443	759,566	782,353	805,824	829,999	854,899	880,546	906,962	934,171	962,196	991,062	1,020,794
รายได้คงเหลือ	-7,320,000	-47,993	-49,433	-50,916	-52,444	-54,016	-55,637	-57,306	-59,025	-60,795	-62,619	-64,497	-66,433	-68,426	-70,480	-72,594

NPV = -7,809,104

B/C = 0.45

IRR = -

เทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา ปริมาณขยะ 5-10 ต้นต่อวัน กรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน ร้อยละ 32 ของเงินลงทุน

กรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน (ร้อยละ 32 ของเงินลงทุน)

หน่วยเงิน : บาท

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
ค่าลงทุน																
1.ค่าก่อสร้างระบบผลิตพลังงานจากขยะ	7,320,000															
2.รัฐบาลสนับสนุนการลงทุน 32%ของเงินลงทุน	2,342,400															
รวมเงินลงทุน	4,977,600															
รายได้โครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ขายขยะรีไซเคิล		43,332	44,632	45,971	47,350	48,771	50,234	51,741	53,293	54,892	56,539	58,235	59,982	61,781	63,634	65,543
2.ค่าธรรมเนียมการเก็บขยะ		544,440	560,773	577,596	594,924	612,772	631,155	650,090	669,593	689,681	710,371	731,682	753,632	776,241	799,528	823,514
3 ค่ากำจัดขยะมูลฝอย		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.ประโยชน์จากพลังงานความร้อน		39,100	40,273	41,481	42,725	44,007	45,327	46,687	48,088	49,531	51,017	52,548	54,124	55,748	57,420	59,143
รวมรายได้		626,872	645,678	665,048	684,999	705,550	726,716	748,518	770,974	794,104	817,927	842,465	867,738	893,770	920,582	948,200
ค่าใช้จ่ายโครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ค่าเดินระบบและค่าใช้จ่ายรายปี		674,865	695,111	715,964	737,443	759,566	782,353	805,824	829,999	854,899	880,546	906,962	934,171	962,196	991,062	1,020,794
รวมค่าใช้จ่าย		674,865	695,111	715,964	737,443	759,566	782,353	805,824	829,999	854,899	880,546	906,962	934,171	962,196	991,062	1,020,794
รายได้คงเหลือ	-4,977,600	-47,993	-49,433	-50,916	-52,444	-54,016	-55,637	-57,306	-59,025	-60,795	-62,619	-64,497	-66,433	-68,426	-70,480	-72,594

NPV = -5,466,704

B/C = 0.54

IRR = -

เทศบาลตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา ปริมาณขยะ 5-10 ต้นต่อวัน กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน ร้อยละ 70 ของเงินลงทุน

กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน (ร้อยละ 70 ของเงินลงทุน)															หน่วยเงิน : บาท	
รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
ค่าลงทุน																
1.ค่าก่อสร้างระบบผลิตพลังงานจากขยะ	7,320,000															
2. กู้ยืมจากสถาบันการเงิน 70% ของเงินลงทุน	5,124,000															
รวมเงินลงทุน	2,196,000															
รายได้โครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ขายขยะรีไซเคิล		43,332	44,632	45,971	47,350	48,771	50,234	51,741	53,293	54,892	56,539	58,235	59,982	61,781	63,634	65,543
2.ค่าธรรมเนียมการเก็บขยะ		544,440	560,773	577,596	594,924	612,772	631,155	650,090	669,593	689,681	710,371	731,682	753,632	776,241	799,528	823,514
3 ค่ากำจัดขยะมูลฝอย		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.ประโยชน์จากพลังงานความร้อน		39,100	40,273	41,481	42,725	44,007	45,327	46,687	48,088	49,531	51,017	52,548	54,124	55,748	57,420	59,143
รวมรายได้		626,872	645,678	665,048	684,999	705,550	726,716	748,518	770,974	794,104	817,927	842,465	867,738	893,770	920,582	948,200
ค่าใช้จ่ายโครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ค่าเดินระบบและค่าใช้จ่ายรายปี		674,865	695,111	715,964	737,443	759,566	782,353	805,824	829,999	854,899	880,546	906,962	934,171	962,196	991,062	1,020,794
รวมค่าใช้จ่าย		674,865	695,111	715,964	737,443	759,566	782,353	805,824	829,999	854,899	880,546	906,962	934,171	962,196	991,062	1,020,794
ค่ากู้ยืมเงิน																
เงินต้นต้นงวด		5,124,000	4,392,000	3,660,000	2,928,000	2,196,000	1,464,000	732,000								
ค่าดอกเบี้ยกู้ยืม ร้อยละ 4% กรณีเงินลงทุนไม่เกิน 50 ล้านบาท		190,320	161,040	131,760	102,480	73,200	43,920	14,640								
เงินคืนระหว่างงวด 7 ปี		732,000	732,000	732,000	732,000	732,000	732,000	732,000								
รวม ค่าดอกเบี้ย+ค่าเงินคืนระหว่างงวด		922,320	893,040	863,760	834,480	805,200	775,920	746,640								
เงินต้นปลายงวด		4,392,000	3,660,000	2,928,000	2,196,000	1,464,000	732,000	0								
รายได้คงเหลือ	-2,196,000	-970,313	-942,473	-914,676	-886,924	-859,216	-831,557	-803,946	-59,025	-60,795	-62,619	-64,497	-66,433	-68,426	-70,480	-72,594

NPV = -7,080,179

B/C = 0.47

IRR = -

เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี ปริมาณขยะ 10-50ตันต่อวัน กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด

กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด

หน่วยเงิน : บาท

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
ค่าลงทุน																
1.เงินลงทุนก่อสร้างระบบผลิตพลังงาน	8,470,000															
รวมเงินลงทุน	8,470,000															
รายได้โครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ขายขยะรีไซเคิล	1,602,500	1,650,575	1,700,092	1,751,095	1,803,628	1,857,737	1,913,469	1,970,873	2,029,999	2,090,899	2,153,626	2,218,235	2,284,782	2,353,325	2,423,925	
2.ค่าธรรมเนียมการเก็บขยะ	1,260,720	1,298,542	1,337,498	1,377,623	1,418,952	1,461,521	1,505,367	1,550,528	1,597,044	1,644,955	1,694,304	1,745,133	1,797,487	1,851,412	1,906,954	
3 ค่ากำจัดขยะมูลฝอย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. ประโยชน์จากพลังงานความร้อน	55,100	56,753	58,456	60,210	62,016	63,876	65,792	67,766	69,799	71,893	74,050	76,272	78,560	80,917	83,345	
รวมรายได้	2,918,320	3,005,870	3,096,046	3,188,928	3,284,596	3,383,134	3,484,628	3,589,167	3,696,842	3,807,747	3,921,980	4,039,640	4,160,829	4,285,654	4,414,224	
ค่าใช้จ่ายโครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ค่าเดินระบบและค่าใช้จ่ายรายปี	1,643,500	1,692,805	1,743,589	1,795,897	1,849,774	1,905,267	1,962,425	2,021,298	2,081,937	2,144,395	2,208,727	2,274,989	2,343,239	2,413,536	2,485,942	
รวมค่าใช้จ่าย	1,643,500	1,692,805	1,743,589	1,795,897	1,849,774	1,905,267	1,962,425	2,021,298	2,081,937	2,144,395	2,208,727	2,274,989	2,343,239	2,413,536	2,485,942	
รายได้คงเหลือ	-8,470,000	1,274,820	1,313,065	1,352,457	1,393,031	1,434,822	1,477,867	1,522,203	1,567,869	1,614,905	1,663,352	1,713,253	1,764,651	1,817,590	1,872,118	1,928,282

NPV = 4,521,587

B/C = 1.18

IRR = 15.30%

เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี ปริมาณขยะ 10-50 ตันต่อวัน กรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน ร้อยละ 32 ของเงินลงทุน

กรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน (ร้อยละ 32 ของเงินลงทุน)

หน่วยเงิน : บาท

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
ค่าลงทุน																
1.ค่าก่อสร้างระบบผลิตพลังงานจากขยะ	8,470,000															
2.รัฐบาลสนับสนุนการลงทุน 32%ของเงินลงทุน	2,710,400															
รวมเงินลงทุน	5,759,600															
รายได้โครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ขายขยะรีไซเคิล	1,602,500	1,650,575	1,700,092	1,751,095	1,803,628	1,857,737	1,913,469	1,970,873	2,029,999	2,090,899	2,153,626	2,218,235	2,284,782	2,353,325	2,423,925	
2.ค่าธรรมเนียมการเก็บขยะ	1,260,720	1,298,542	1,337,498	1,377,623	1,418,952	1,461,520	1,505,366	1,550,527	1,597,042	1,644,954	1,694,302	1,745,131	1,797,485	1,851,410	1,906,952	
3 ค่ากำจัดขยะมูลฝอย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. ประโยชน์จากพลังงานความร้อน	55,100	56,753	58,456	60,209	62,016	63,876	65,792	67,766	69,799	71,893	74,050	76,271	78,559	80,916	83,344	
รวมรายได้	2,918,320	3,005,870	3,096,046	3,188,927	3,284,596	3,383,133	3,484,627	3,589,166	3,696,840	3,807,746	3,921,978	4,039,637	4,160,826	4,285,651	4,414,221	
ค่าใช้จ่ายโครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ค่าเดินระบบและค่าใช้จ่ายรายปี	1,643,500	1,692,805	1,743,589	1,795,897	1,849,774	1,905,267	1,962,425	2,021,298	2,081,937	2,144,395	2,208,727	2,274,989	2,343,239	2,413,536	2,485,942	
รวมค่าใช้จ่าย	1,643,500	1,692,805	1,743,589	1,795,897	1,849,774	1,905,267	1,962,425	2,021,298	2,081,937	2,144,395	2,208,727	2,274,989	2,343,239	2,413,536	2,485,942	
รายได้คงเหลือ	-5,759,600	1,274,820	1,313,065	1,352,457	1,393,030	1,434,822	1,477,866	1,522,202	1,567,868	1,614,903	1,663,351	1,713,251	1,764,648	1,817,587	1,872,115	1,928,279

NPV = 7,231,987

B/C = 1.32

IRR = 23.73%

เทศบาลเมืองเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี ปริมาณขยะ 10-50 ตันต่อวัน กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน ร้อยละ 70 ของเงินลงทุน

กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน (ร้อยละ 70 ของเงินลงทุน)															
หน่วยเงิน : บาท															
รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14
ค่าลงทุน															
1.ค่าก่อสร้างระบบผลิตพลังงานจากขยะ	8,470,000														
2. กู้ยืมจากสถาบันการเงิน 70% ของเงินลงทุน	5,929,000														
รวมเงินลงทุน	2,541,000														
รายได้โครงการ เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี															
1.ขายขยะรีไซเคิล	1,602,500	1,650,575	1,700,092	1,751,095	1,803,628	1,857,737	1,913,469	1,970,873	2,029,999	2,090,899	2,153,626	2,218,235	2,284,782	2,353,325	2,423,925
2.ค่าธรรมเนียมการเก็บขยะ	1,260,720	1,298,542	1,337,498	1,377,623	1,418,952	1,461,520	1,505,366	1,550,527	1,597,042	1,644,954	1,694,302	1,745,131	1,797,485	1,851,410	1,906,952
3 ค่ากำจัดขยะมูลฝอย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. ประโยชน์จากพลังงานความร้อน	55,100	56,753	58,456	60,209	62,016	63,876	65,792	67,766	69,799	71,893	74,050	76,271	78,559	80,916	83,344
รวมรายได้	2,918,320	3,005,870	3,096,046	3,188,927	3,284,596	3,383,133	3,484,627	3,589,166	3,696,840	3,807,746	3,921,978	4,039,637	4,160,826	4,285,651	4,414,221
ค่าใช้จ่ายโครงการ เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี															
1.ค่าเดินระบบและค่าใช้จ่ายรายปี	1,643,500	1,692,805	1,743,589	1,795,897	1,849,774	1,905,267	1,962,425	2,021,298	2,081,937	2,144,395	2,208,727	2,274,989	2,343,239	2,413,536	2,485,942
รวมค่าใช้จ่าย	1,643,500	1,692,805	1,743,589	1,795,897	1,849,774	1,905,267	1,962,425	2,021,298	2,081,937	2,144,395	2,208,727	2,274,989	2,343,239	2,413,536	2,485,942
ค่ากู้ยืมเงิน															
เงินต้นต้นงวด	5,929,000	5,082,000	4,235,000	3,388,000	2,541,000	1,694,000	847,000								
ค่าดอกเบี้ยกู้ยืม ร้อยละ 4% กรณีเงินลงทุนไม่เกิน 50 ล้านบาท	220,220	186,340	152,460	118,580	84,700	50,820	16,940								
เงินคืนระหว่างงวด 7 ปี	847,000	847,000	847,000	847,000	847,000	847,000	847,000								
รวม ค่าดอกเบี้ย+ค่าเงินคืนระหว่างงวด	1,067,220	1,033,340	999,460	965,580	931,700	897,820	863,940								
เงินต้นปลายงวด	5,082,000	4,235,000	3,388,000	2,541,000	1,694,000	847,000	0								
รายได้คงเหลือ	-2,541,000	207,600	279,725	352,997	427,450	503,122	580,046	658,262	1,567,868	1,614,903	1,663,351	1,713,251	1,764,648	1,817,587	1,872,115

NPV = 5,365,030

B/C = 1.22

IRR = 23.58%

เทศบาลเมืองแกลง จังหวัดระยอง ปริมาณขยะ 10-50ตันต่อวัน กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด

กรณีลงทุนโดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเองทั้งหมด

หน่วยเงิน บาท

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
ค่าลงทุน																
1.เงินลงทุนก่อสร้างระบบผลิตพลังงาน	8,272,500															
รวมเงินลงทุน	8,272,500															
รายได้โครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ขายขยะรีไซเคิล	1,810,400	1,864,712	1,920,653	1,978,273	2,037,621	2,098,750	2,161,713	2,226,564	2,293,361	2,362,162	2,433,027	2,506,018	2,581,199	2,658,635	2,738,394	
2.ค่าธรรมเนียมการเก็บขยะ	782,160	805,625	829,794	854,688	880,329	906,739	933,941	961,959	990,818	1,020,543	1,051,159	1,082,694	1,115,175	1,148,630	1,183,089	
3 ค่ากำจัดขยะมูลฝอย	6,834,000	7,039,020	7,250,191	7,467,697	7,691,728	7,922,480	8,160,154	8,404,959	8,657,108	8,916,821	9,184,326	9,459,856	9,743,652	10,035,962	10,337,041	
4.ประโยชน์จากพลังงานความร้อน	122,024	125,685	129,456	133,340	137,340	141,460	145,704	150,075	154,577	159,214	163,990	168,910	173,977	179,196	184,572	
รวมรายได้	9,548,584	9,835,042	10,130,094	10,433,998	10,747,018	11,069,429	11,401,512	11,743,557	12,095,864	12,458,740	12,832,502	13,217,478	13,614,003	14,022,423	14,443,096	
ค่าใช้จ่ายโครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ค่าเดินระบบและค่าใช้จ่ายรายปี	7,906,493	8,143,688	8,387,999	8,639,639	8,898,828	9,165,793	9,440,767	9,723,990	10,015,710	10,316,181	10,625,666	10,944,436	11,272,769	11,610,952	11,959,281	
รวมค่าใช้จ่าย	7,906,493	8,143,688	8,387,999	8,639,639	8,898,828	9,165,793	9,440,767	9,723,990	10,015,710	10,316,181	10,625,666	10,944,436	11,272,769	11,610,952	11,959,281	
รายได้คงเหลือ	-8,272,500	1,642,091	1,691,354	1,742,095	1,794,359	1,848,190	1,903,636	1,960,745	2,019,567	2,080,154	2,142,559	2,206,836	2,273,042	2,341,234	2,411,471	2,483,815

NPV = 8,461,916

B/C = 1.10

IRR = 21.10%

เทศบาลเมืองแก่ง จังหวัดระยอง ปริมาณขยะ 10-50 ตันต่อวัน กรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน ร้อยละ 32 ของเงินลงทุน

กรณีรัฐบาลให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วน (ร้อยละ 32 ของเงินลงทุน)

หน่วยเงิน : บาท

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
ค่าลงทุน																
1.เงินลงทุนก่อสร้างระบบผลิตพลังงาน	8,272,500															
2.รัฐบาลสนับสนุน 32% ของเงินลงทุน	2,647,200															
รวมเงินลงทุน	5,625,300															
รายได้โครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ขายขยะรีไซเคิล	1,810,400	1,864,712	1,920,653	1,978,273	2,037,621	2,098,750	2,161,713	2,226,564	2,293,361	2,362,162	2,433,027	2,506,018	2,581,199	2,658,635	2,738,394	
2.ค่าธรรมเนียมการเก็บขยะ	782,160	805,625	829,794	854,688	880,329	906,739	933,941	961,959	990,818	1,020,543	1,051,159	1,082,694	1,115,175	1,148,630	1,183,089	
3 ค่ากำจัดขยะมูลฝอย	6,834,000	7,039,020	7,250,191	7,467,697	7,691,728	7,922,480	8,160,154	8,404,959	8,657,108	8,916,821	9,184,326	9,459,856	9,743,652	10,035,962	10,337,041	
4.ประโยชน์จากพลังงานความร้อน	122,024	125,685	129,456	133,340	137,340	141,460	145,704	150,075	154,577	159,214	163,990	168,910	173,977	179,196	184,572	
รวมรายได้	9,548,584	9,835,042	10,130,094	10,433,998	10,747,018	11,069,429	11,401,512	11,743,557	12,095,864	12,458,740	12,832,502	13,217,478	13,614,003	14,022,423	14,443,096	
ค่าใช้จ่ายโครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ค่าเดินระบบและค่าใช้จ่ายรายปี	7,906,493	8,143,688	8,387,999	8,639,639	8,898,828	9,165,793	9,440,767	9,723,990	10,015,710	10,316,181	10,625,666	10,944,436	11,272,769	11,610,952	11,959,281	
รวมค่าใช้จ่าย	7,906,493	8,143,688	8,387,999	8,639,639	8,898,828	9,165,793	9,440,767	9,723,990	10,015,710	10,316,181	10,625,666	10,944,436	11,272,769	11,610,952	11,959,281	
รายได้คงเหลือ	-5,625,300	1,642,091	1,691,354	1,742,095	1,794,359	1,848,190	1,903,636	1,960,745	2,019,567	2,080,154	2,142,559	2,206,836	2,273,042	2,341,234	2,411,471	2,483,815

NPV = 11,109,116

B/C = 1.13

IRR = 36.00%

เทศบาลเมืองแกลง จังหวัดระยอง ปริมาณขยะ 10-50 ต้นต่อวัน กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน ร้อยละ 70 ของเงินลงทุน

กรณีกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน (ร้อยละ 70 ของเงินลงทุน)																หน่วยเงิน: บาท
รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
ค่าลงทุน																
1.ค่าก่อสร้างระบบผลิตพลังงานจากขยะ	8,272,500															
2. กู้ยืมจากสถาบันการเงิน 70% ของเงินลงทุน	5,790,750															
รวมเงินลงทุน	2,481,750															
รายได้โครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ขายขยะรีไซเคิล	1,810,400	1,864,712	1,920,653	1,978,273	2,037,621	2,098,750	2,161,713	2,226,564	2,293,361	2,362,162	2,433,027	2,506,018	2,581,199	2,658,635	2,738,394	
2.ค่าธรรมเนียมการเก็บขยะ	782,160	805,625	829,794	854,688	880,329	906,739	933,941	961,959	990,818	1,020,543	1,051,159	1,082,694	1,115,175	1,148,630	1,183,089	
3 ค่ากำจัดขยะมูลฝอย	6,834,000	7,039,020	7,250,191	7,467,697	7,691,728	7,922,480	8,160,154	8,404,959	8,657,108	8,916,821	9,184,326	9,459,856	9,743,652	10,035,962	10,337,041	
4.ประโยชน์จากพลังงานความร้อน	122,024	125,685	129,456	133,340	137,340	141,460	145,704	150,075	154,577	159,214	163,990	168,910	173,977	179,196	184,572	
รวมรายได้	9,548,584	9,835,042	10,130,094	10,433,998	10,747,018	11,069,429	11,401,512	11,743,557	12,095,864	12,458,740	12,832,502	13,217,478	13,614,003	14,022,423	14,443,096	
ค่าใช้จ่ายโครงการ เพิ่มขึ้น 3%ทุกปี																
1.ค่าเดินระบบและค่าใช้จ่ายรายปี	7,906,493	8,143,688	8,387,999	8,639,639	8,898,828	9,165,793	9,440,767	9,723,990	10,015,710	10,316,181	10,625,666	10,944,436	11,272,769	11,610,952	11,959,281	
รวมค่าใช้จ่าย	7,906,493	8,143,688	8,387,999	8,639,639	8,898,828	9,165,793	9,440,767	9,723,990	10,015,710	10,316,181	10,625,666	10,944,436	11,272,769	11,610,952	11,959,281	
เงินต้นต้นงวด	5,790,750	4,963,500	4,136,250	3,309,000	2,481,750	1,654,500	827,250									
ค่าดอกเบี้ยกู้ยืม ร้อยละ 4% กรณีเงินลงทุนไม่เกิน 50 ล้านบาท	215,085	181,995	148,905	115,815	82,725	49,635	16,545									
เงินคืนระหว่างงวด 7 ปี	827,250	827,250	827,250	827,250	827,250	827,250	827,250									
รวม ค่าดอกเบี้ย+ค่าเงินคืนระหว่างงวด	1,042,335	1,009,245	976,155	943,065	909,975	876,885	843,795									
เงินต้นปลายงวด	4,963,500	4,136,250	3,309,000	2,481,750	1,654,500	827,250	0									
รายได้คงเหลือ	-2,481,750	599,756	682,109	765,940	851,294	938,215	1,026,751	1,116,950	2,019,567	2,080,154	2,142,559	2,206,836	2,273,042	2,341,234	2,411,471	2,483,815

NPV= 9,285,691

B/C = 1.11

IRR = 31.49%



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	อลิสรา กิณเรศ
วัน/เดือน/ปีเกิด	25 มกราคม 2528 อายุปัจจุบัน 28 ปี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	102/8 บ.กลาง ต.โพนแพง อ. อากาศอำนวย จ.สกลนคร 47170
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ 2553 – 2554	ตำแหน่งวิศวกรเครื่องกล บริษัทแซนเทค เซ็นเตอร์ จำกัด
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2541	ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนชุมชนบ้านกลางนาโน
พ.ศ. 2547	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล
พ.ศ. 2551	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ) สาขาวิศวกรรมเครื่องกลเกษตร จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ 2556	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม) สาขาการจัดการทางวิศวกรรม จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ